건설교통기술촉진연구사업 R&D-12TRPI-C063337-01

건설교통분야 해외시장진출 확대를 위한 R&D로드맵 및 추진전략 수립 최종보고서(본권)

2014. 3. 28.

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / ㈜날리지웍스
공동연구기관 / 연세대학교
한국건설기술연구원
해외건설협회
위탁연구기관 / 동국대학교

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "건설교통분야 해외진출 확대를 위한 R&D 로드맵 및 추진전략 수립" 과제의 보고서로 제출합니다.

2014. 3. 28

주관연구기관명 : ㈜날리지웍스
주관연구책임자 : 류형근
연 구 원 : 이철원
연 구 원 : 이재희
연 구 원 : 조승철
연 구 원 : 김황만
연 구 원 : 최미옥
연 구 원 : 박창현
연 구 원 : 김희진
연 구 원 : 손창수
연 구 원 : 장재빈
연 구 원 : 우지은
공동연구기관명 : 연세대학교
공동연구책임자 : 한승헌
공동연구기관명 : 한국건설기술연구원
공동연구책임자 : 박환표
위탁연구기관명 : 동국대학교
위탁연구책임자 : 김상범

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>R&D-12TRPI-C063337-01</td><td>해당단계 연구기간</td><td>1년 5개월</td><td>단계구분</td><td></td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="5">건설교통기술촉진연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="5">연구과제명</td><td>최상위 과제명</td><td colspan="4">건설교통분야 해외시장 진출 확대를 위한 R&D 로드맵 및 추진전략 수립</td></tr>
<tr><td rowspan="4">단위과제명</td><td>구분</td><td>(세부)과제명</td><td colspan="2">기관명</td></tr>
<tr><td rowspan="3">공동</td><td>해외시장 진출 확대를 위한 시스템엔지니어링 분야 R&D 로드맵 구축 연구</td><td colspan="2">연세대학교</td></tr>
<tr><td>해외시장 진출 확대를 위한 H/W 부문 R&D 로드맵 구축 연구</td><td colspan="2">한국건설기술연구원</td></tr>
<tr><td>해외시장 진출 확대를 위한 지역/네트워크 R&D 로드맵 구축 연구</td><td colspan="2">해외건설협회</td></tr>
<tr><td>위탁</td><td>해외시장 진출 확대를 위한 S/W 부문 및 네트워크 R&D 로드맵 구축 연구</td><td colspan="2">동국대학교</td></tr>
<tr><td>연구책임자</td><td>류형근</td><td>총연구기간 참여 연구원수</td><td>총 : 30명
내부 : 30명
외부 : 명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 250,000 천원
기업 : 천원
계 : 250,000 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속부서명</td><td colspan="2">㈜날리지웍스</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td colspan="3">요약</td><td colspan="2">보고서면수</td><td>본권 516,
별권 577</td></tr>
<tr><td colspan="6">- 지역별 기술수요 조사, 해외 권역별 시장/기술 수요 맞춤형 기술개발 및 기존 R&D성과를 해외 시장/기술수요에 적용하기 위한 실용/실증 연구과제 발굴
- 해외건설 프로젝트 수행을 위한 기획, 계약, 금융, 리스크 관리, 사업관리 등 시스템 엔지니어링분야 및 해외 건설교통기술 네트워크 구축 연구방안 마련</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색인어
(각 5개 이상)</td><td>한글</td><td colspan="4">해외건설시, R&D로드맵, 추진전략, 기획, 건설프로젝트</td></tr>
<tr><td>영어</td><td colspan="4">International Construction Market, R&D roadmap, Strategy, Planning, Construction Project</td></tr>
</table>

|| 요 약 문 ||

1 사업개요

사업명(사업유형): 해외건설촉진연구개발사업(복합R&D)

총사업비: 3,290억 원(국고: 2,636억 원 / 민자: 654억 원)

사업기간: 2014년～계속(계획기간: ′ 14～′ 23)

추진주체

주관부처: 국토교통부

지자체・기관: 국토교통과학기술진흥원

사업목적

해외건설 수주・수익성 향상을 위해 정부차원의 포괄적・체계적 R&D사업 추진으로 해외건설을 고부가가치 수출품목으로 육성

- 도시, 교통인프라, 물관리 등 활황이 예상되는 신흥국 인프라 건설 수주・수익성 향상을 위해 진출대상 국가별 현지 실용・실증화 기술개발
- 글로벌 트렌드에 따라 성장이 예상되는 스마트인프라, 그린에너지 건설시장 선점을 목적으로 기초-원천-실용화 전주기 기술개발
- 기술협력 정보시스템 구축, 중소기업 사업수행 지원, 글로벌 R&D협력 인프라 및 네트워크 구축을 위한 해외건설 R&D 인프라 구축
- 새정부 국정과제「해외건설・플랜트 및 원전산업 진출지원」실천을 위한 해외건설 5대강국 진입 기반 마련

추진경위

추진근거

- 「건설기술관리법」 제16조(공동연구·개발 등)
- 「해외건설촉진법」 제18조(기술개발)
- 「과학기술기본계획(2008～2012)」, 2008
- 「해외건설 지원 종합대책」, 2008
- 「제2차 해외건설진흥계획」, 2010
- 「해외 건설 현황 및 활성화 방안」, 2010
- 「건설교통 R&D 중장기계획(2013～2017)」, 2012
- 「제5차 건설기술진흥기본계획(2013～2017)」, 2012
- 박근혜 정부 140대 국정과제에 「교통체계·해운 선진화 및 건설ㆍ원전산업 진출지원」 선정, 2013

사전절차 추진내용

- 「해외건설특화 연구기능의 강화방안(국토교통부)」, 2012. 4
- 「해외건설 수주확대를 위한 R&D관련 간담회(국토교통부)」, 2012. 5
- 「엔지니어링 업계 및 전문가 간담회(국토교통부)」, 2012. 5
- 「건설교통분야 해외진출 확대를 위한 R&D 추진방안 내부방침 (국토교통부)」, 2012. 5
- 「건설교통분야 해외시장 진출확대를 위한 R&D로드맵 및 추진전략 수립연구 착수, 2012. 6
- 「'13년 상반기 예비타당성조사 대상사업 제출(1순위)」, 2012. 12
- 「국가과학기술위원회 기술성평가 최종결과(부적합)통보」, 2013. 2
- 「2차 기획연구 착수 및 Framework 재정립」, 2012. 3～4
- 「중점추진분야, 진출대상 유망국가 및 유망 사업아이템 도출」, 2012. 5
- 「기술수요조사, 상세기획 대상 전략프로젝트 도출」, 2012. 5
- 「상세기획 및 기술로드맵 도출」, 2012. 5～6

사업추진방향

시장 확대 유망 **타겟 국가 대상 현지 실증·실용화 추진**

- 국가별, 권역별 **건설환경 여건 및 시장수요에 최적화된** 실증·실용화 **기술개발**

중견·중소기업의 해외건설 **경쟁력 강화** 기술개발 추진

- **중견·중소기업** 중심의 **기술역량 강화 R&D** 추진으로 **대·중소기업 동반진출형 생태계 조성**

IT·SW 융합, 그린에너지 등 **미래 시장 선도형 창조경제 R&D 추진**

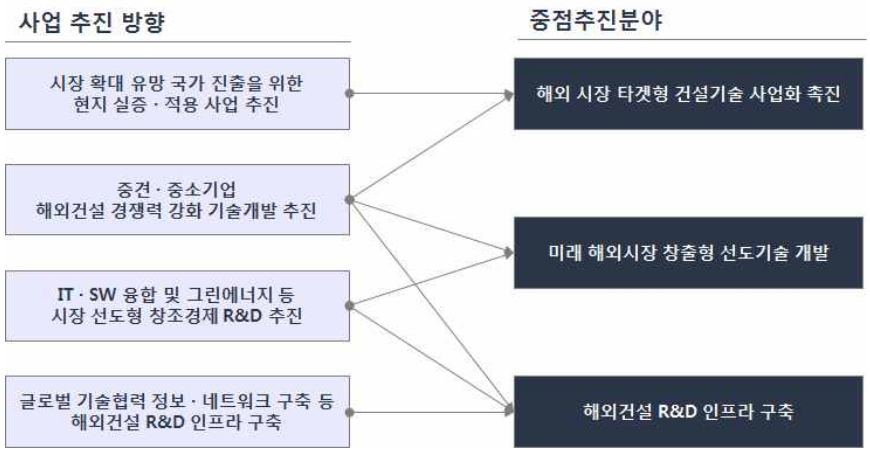
- 산업/인프라 패키지형 도시, 스마트 그린 모듈형 도로 등 IT·SW 융합 건설기술 개발
- 태양광 및 지열발전 플랜트 등 그린에너지 건설기술개발 추진

글로벌 기술협력 정보·네트워크 구축 등 해외건설 R&D 인프라 구축

- 사업관리, 시스템 엔지니어링 등 SW기술력이 결합된 **해외건설 R&D 생태계 구현**으로 해외건설 **수주 확대와 수익성 제고를 동시에 추구**

-

사업 분야



<사업 추진방향 및 중점추진분야>

사업내용

해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진

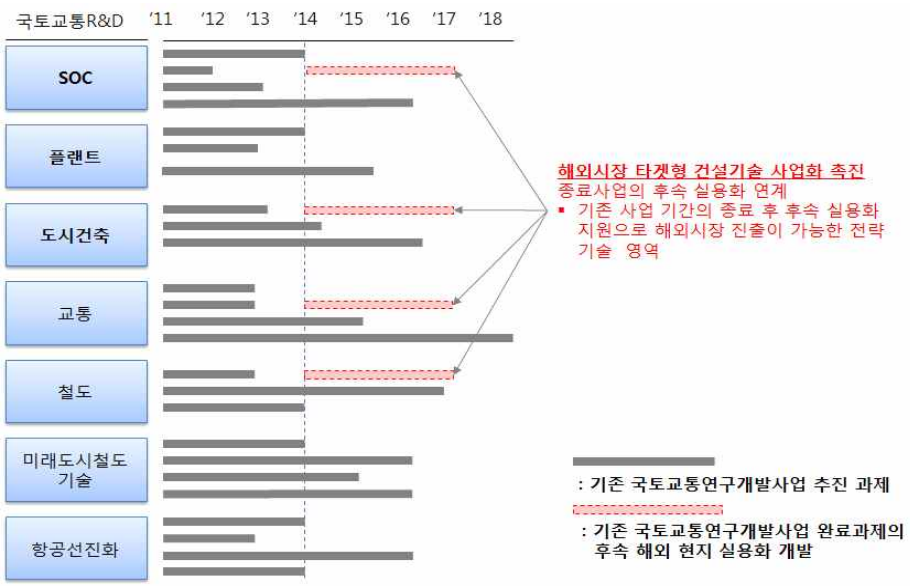
- (정의) 단기적 관점의 해외진출 대상국 현지 실용·실증화 개발 과제 추진

  · 해외진출 대상국은 시장 분석을 통해 선정된 해외진출 유망국가임(아시아 6, 중동 5, 중남미 5, 아프리카 4, 북미/유럽 2개국)

- (범위) 기존 국토교통연구개발사업 내 완료 과제 중 해외시장에서 파급효과가 크고 단기적으로 실용·실증이 가능한 과제

  · 국내 적용은 추진되었으나 해외 실증 및 관련 추가 기술개발 부족으로 해외 적용이 달성되지 못한과제

  · 연구성과의 완성도는 우수하나 국내 시장 한계로 실용화되지 못했으나 해외시장에서 파급효과가 크고 단기적으로 실용·실증이 가능한 과제



<해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진 과제>

미래해외시장 창출형 선도기술개발

- (정의) 중장기적 관점의 미래 신시장 진입기술 또는 선진국 수준의 원천 기술력 확보

  · 글로벌 경쟁력확보 및 미래 시장 진입·개척을 위한 기초-원천-실용화의 전주기적 기술개발

· 시장 다변화 선도기술 개발

- (범위) IT·SW 융합 및 그린에너지 등 미래 시장 선도형 창조 경제 R&D 과제

· 산업/인프라 패키지형 도시, 스마트 인프라 등 IT·SW융합 건설기술개발

· 태양광 및 지열발전 플랜트 등 그린에너지 건설기술개발 추진

해외건설 R&D인프라 구축

- (정의) 글로벌 기술협력 정보·네트워크 구축을 통한 해외건설 R&D 인프라 구축

- (범위) 해외건설 기술협력 종합정보시스템 및 중소업체 해외사업 수행지원시스템 구축, 글로벌 R&D 협력 인프라 및 네트워크 구축

-



<중점추진분야간 상호 연계>

1) KISTI 미리안 2011-05-21
2) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA
3) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA
4) Bouygues 홈페이지
5) Vinci 홈페이지
6) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA
7) 삼성물산, SK건설, 대림산업,, GS건설, 금호건설, 현대건 홈페이지
8) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA

<중점추진분야별 전략프로젝트>

중점추진분야	전략프로젝트
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술 생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술
미래 해외시장 창출형 선도기술 개발	산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술 그린에너지 인프라 건설기술
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템 글로벌 R&D 네트워크 구축

< 사업 추진규모 >

세부사업	사업 내용	총사업비	국고	민자
	합 계(억원)	**3,290**	**2,636**	**654**
기술개발	해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	1,326	961	365
	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	228	165	63
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	673	492	181
	생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술	425	304	121
	미래 해외시장 창출형 선도기술개발	973	704	269
	산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	205	157	48
	그린에너지 인프라 건설기술	768	547	221
기반구축	해외건설 R&D 인프라 구축	991	971	20
	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	187	167	20
	글로벌 R&D 네트워크 구축	804	804	-

사업추진체계 및 추진전략

사업추진체계



< 사업운영관리 거버넌스 구조(안) >

사업추진전략

- 해외건설 R&D Hub 센터(가칭)설립을 통한 해외건설 연구개발 전담관리 추진

  · 국토교통과학기술진흥원 내 해외건설 R&D Hub 센터(가칭)를 설립하고 다수 국가 적용을 목적으로 다수 공종으로 추진되는 이질적 연구개발사업의 성과 집약

  ※ '해외건설 R&D Hub센터'는 타겟 국가별로 구축되는 해외건설 R&D 거점 센터의 컨트롤 타워 역할도 담당

  · 기획추진위원회, 평가위원회, 총괄조정위원회, 행정위원회 등을 구성하여 해외건설 촉진연구개발사업의 원활한 추진을 도모

  ※ 사업추진방향, 총괄기획 자문, 프로젝트 기획 및 예산배분 심의, 과제 책임자 선정평가, 과제 단계평가 및 최종평가 등

- 글로벌 산・학・연・관 연구협력 추진

  ・ 전략프로젝트인 '글로벌 R&D 네트워크 구축'을 통해 지역거점 R&D 센터를 구축하고 현지 연구협력을 추진

  ・ 현지 연구협력(국제공동연구, 인력교류 등) 추진을 통해 Test-Bed 구축 및 시범사업 공동 추진 활성화, 현지 표준화 및 인증 방안 수립 등을 모색

- 중견·중소기업 기술개발과제 우선 추진(사업비 50% 이상 배정)

  ・ 기존 국토교통연구개발사업의 종료과제 중 중견·중소기업이 주도적으로 수행한 과제 성과를 우선 연계 추진

  ・ 주기적인 중견·중소기업 대상 미래기술수요 조사를 정례화하여 중견·중소기업의 실질적 참여기회 확대

- 성과 이전·확산을 위한 기업 공용 정보・네트워크 플랫폼 구축

  ・ 현지 해외건설 관련 DB를 구성하고 공유할 수 있는 '기업 활용 정보·네트워크 플랫폼' 구축

    ※ 발주동향정보, 기술니즈, 계약·클레임 관리, 법·인허가 제도, 금융조달, 해외인력 노무관리, 건설문화 등

  ・ 기업공용 플랫폼을 통해 현지 맞춤형 혁신상품을 개발・적용하고 기업 간 기술공유, 기관-기업 간 이전을 통한 성과 확산

- 중점추진분야간 유기적 연계 도모

  ・ "해외건설 R&D 인프라 구축" 중점추진분야의 시장, 리스크 예측, 정보를 활용하여 "해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진", "미래 해외시장 창출형 선도기술 개발" 내 핵심과제 목표, 추진전략 Update

  ・ "해외건설 R&D 인프라 구축" 중점추진분야의 표준/기술인증 방안, 입찰 시뮬레이터, 리스크관리 시스템을 활용하여 사업 기술개발 결과물의 글로벌/현지 표준/인증을 추진하고 현지 적용 추진 시, 적용대상 건설 사업후보의 건전성 검토

  ・ "해외건설 R&D 인프라 구축" 중점추진분야의 "지역 R&D 거점센터"를 기반으로 "해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진", "미래 해외시장 창출형 선도기술" 중점추진분야 전략프로젝트 중 국제공동연구 주제를 발굴·매개하고 성과물은 해외 표준화 추진

사업관리방안

- 중점추진분야별 핵심과제 특성에 따라 추진형태를 유형화하여 관리방안을 차별화

중점추진분야	추진유형	개념
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진	단기혁신사업 연구단	▪ 주택, 교통인프라, 물관리 등 국토교통연구개발사업 성과의 해외 적용을 위한 조기 실증화 기술개발 연구단 - 1단계(3년) 6개 연구단의 조기 실증기술개발 이후, 국토교통연구개발사업 우수성과와 연계된 후속 연구단 발굴 ▪ 개발 기술의 조기 상용화를 위해 수요 기반의 대규모 R&D 실증 플랜트(Test bed)를 구축하는 과제
미래 해외시장 창출형 선도기술 개발	미래개척사업 연구단	▪ 도시, 그린에너지 인프라 등 중장기적 관점에서 고부가가치 미래시장 선점을 위해 기초-원천-실증 전주기 기술개발 연구단 ▪ 개발 기술의 상용화를 위해 수요 기반의 대규모 R&D 실증 플랜트(Test bed)를 구축하는 과제
해외건설 R&D 인프라 구축	일반과제	▪ 해외 현지 건설기술수요 대응을 위한 공동연구과제 ▪ 국제 표준/인증 방안, 국내외 기술인력 교류/교육을 위한 프로그램 개발 등 사업성과의 해외적용 및 인지도 제고를 위한 인프라 구축 과제

- 평가절차는 선정평가-진도관리/중간평가-최종평가-성과관리/활용확산으로 진행되며, 평가방법/지표/평가위원은 평가단계 및 추진유형에 따라 차별화

  · 평가단계별 평가지표, 추진유형에 따른 배점은 'IV 사업추진계획'의 5. 사업관리방안' 참조

<평가단계/추진유형별 평가방법 구분>

단계	평가방법 (연구단장/연구단 세부과제)	평가방법 (일반과제)	비고
선정평가	서면평가 발표평가 면접평가 * 연구단장 평가 시	발표평가	▪ 연구단장/일반과제 - 서류사전검토 후 발표패널평가로 60점미만은 탈락→전문기관 조정 후 최종선정
진도관리 및 중간평가	중간평가 현장평가	중간평가	▪ 중간평가 - 계속/중단/보완 과제 분류 * 미래개척사업연구단의 경우, 중간평가 결과에 따라 연구단장 교체 가능 ▪ 상대비교평가하여 후순위과제 강제탈락 조치
최종평가	서면평가 발표평가 현장평가 (현지 Test-Bed 검증)	서면평가 발표평가	▪ 발표패널평가 실시 - 최우수등급과제의 연구책임자가 새로운 과제 참여시 가점 부여

- '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진' 사업관리방안

· (평가위원) 평가위원 후보 Pool(국토교통과학기술진흥원) 중 10명 내외의 산학연 전문가로 구성하되 산학연 비율은 5 : 3 : 2로 설정(산업계 2인 이상 중소기업 소속)

· (선정평가) 계획된 기술개발이 완료된 국토교통연구개발성과 DB에서 지원대상 실증, 실용화(T/B) 실적창출이 가능한 후보기술 발굴(Bottom-up)

※ 연구단 특성을 반영하여 기술의 완성도, 현지국 기술수요, 기술개발성공 가능성 등 차별화 지표를 활용

※ 타겟 국가에서 필요한 건설기술수요를 먼저 파악한 후 실용·실증화 기술개발을 추진하여 개발과 동시에 활용이 되는 Fast-Track 기술사업화 전략 추구

※ 현지 수요 및 적용 가능성 등 실용화 대상 전략프로젝트 선정을 위한 시장정보는 "해외건설 R&D 인프라 구축"분야의 해외건설 기술협력 종합정보시스템과 네트워크를 통해 획득함

· (진도관리 및 중간평가) 단기 실증, 실용화 연구단인 점을 고려하여 매 해마다 중간평가를 실시하여 과제계속여부를 판정하여 연구책임자가 제시한 주 단위 마일스톤에 입각한 엄정한 진도관리를 실시

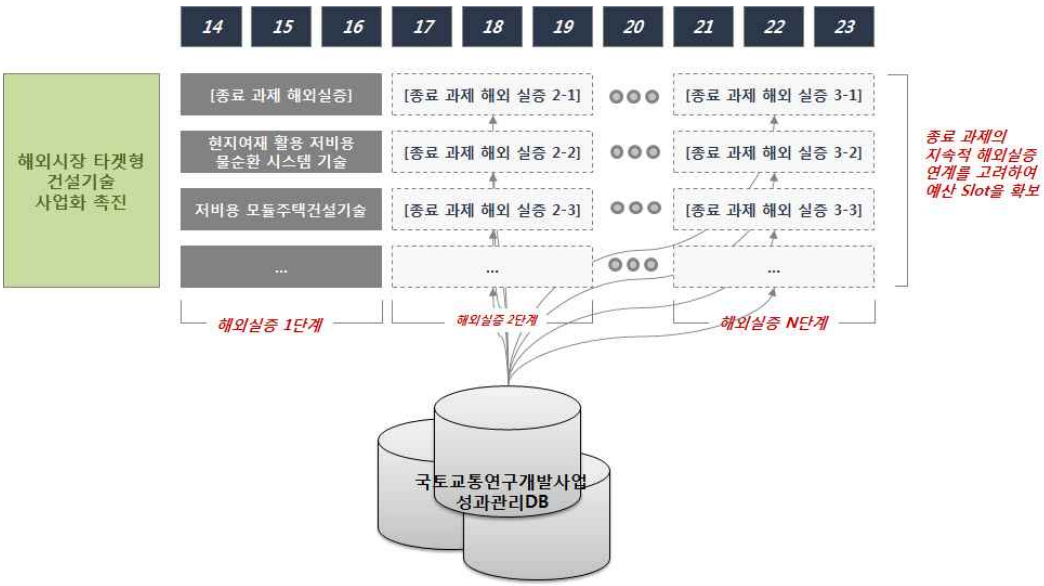
※ 연도별로 실용·실증화 성과목표 달성도, 성과의 우수성 등을 평가하고 평가 결과를 토대로 연구 진행 방향을 수정·보완하거나 연구비 조정, 계속 과제 진행 여부 등을 판정

· (최종평가) 목표달성도, 연구개발성과, 기대효과 등의 공통지표를 기준으로 최종평가

· (성과관리 및 활용 확산) 3대 중점 연구분야간 융합시너지효과를 극대화시키기 위하여 분기별 Workshop을 개최 및 국가별 성공사례 및 성과 DB구축을 통해 성과정보의 교류 및 제 2, 제 3의 활용확산을 촉진시킬 수 있도록 제도화

※ '해외건설 R&D 인프라 구축'에서 확보한 현지 시장, 정책, 기술 동향 정보와 리스크관리, 표준/기술인증 방안 등의 연구성과를 주기적으로 공유·모니터링하여 연구목표·추진전략, T/B 구축계획, 해외/현지 표준/기술인증 계획 등 update

※ 핵심과제별 최종성과물 성과활용방안은 'IV. 사업추진계획'의 '5.2 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 사업관리방안' 참조



- '미래 해외시장 창출형 선도기술 개발' 사업관리방안

· (평가위원) 기초-원천-실증 전주기 기술개발 사업 특성을 고려하여 과제 당 10명 내외의 전문가로 평가위원을 구성하되 산학연 비율은 4 : 3 : 3로 설정(산업계 3인 이상 중소기업 소속)

· (선정평가) 중장기적으로 선진기업과 대등한 경쟁을 할 수 있는 중장기 전략기술 기획(Top-down)

※ 제안된 기술개발과제의 미래 시장 유망성, 기술의 핵심성, 독창성, 융합성 등을 기준으로 과제를 선정

※ 특허·논문분석, Global Open Innovation을 통해 등 원천기술 확보전략 수립

※ IT·SW융합형 기술개발과제, 그린에너지 기술개발과제 등 우선 추진

· (진도관리 및 중간평가) 관리기관은 연도별로 진도관리를 실시하며, 총 연구수행기간 중 중간년도에 해당되는 기간에 중간평가를 실시하여 과제 계속 여부를 판정

※ 엄정한 중간/단계를 통해 연구 진행 방향을 수정·보완하거나 연구비 조정, 계속 과제 진행 여부 등을 판정

※ 연구단 특성을 반영하여 연구개발결과의 우수성 · 창의성, 성과목표 달성도 등 차별화 지표를 활용

· (최종평가) 목표달성도, 연구개발성과, 기대효과 등의 공통지표를 기준으로 최종평가

· (성과관리 및 활용 확산) 산학연간 연구 성과 및 추가 기술개발과제 공유, 기업으로 성과 이전 및 활용 확산 촉진

※ 기업 공용 정보·네트워크 플랫폼으로부터 현지 시장 및 기술 동향을 주기적으로 파악하여 이를 반영한 연구목표·추진전략 update

※ 핵심과제별 최종성과물 성과활용방안은 'IV.사업추진계획'의 '5.3 미래 해외시장 창출형 선도기술 개발 사업관리방안' 참조

- '해외건설 R&D 인프라 구축' 사업관리방안

· (평가위원) 평가위원 후보 Pool(국토교통과학기술진흥원) 중 10명 내외의 산학연 전문가로 구성하고 산학연 비율은 6 : 2 : 2로 설정(산업계 3인 이상 중소기업 소속)

※ '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진' 및 '미래 해외시장 창출형 선도기술개발'과제 책임자 2인 이상을 평가위원으로 참여시켜 사업간 시너지 창출을 제도적으로 강화

· (선정평가) 평가지표는 공통지표를 활용하되, 잠재 수요 발굴을 위한 Seed 형 수요국 국제공동연구 추진하고, 선진 엔지니어링 역량 확보(M&A 포함)를 위한 전략기획 연구 추진

※ 선정평가 시, 산업 · 경제적 파급효과 평가항목에 '중소기업 해외사업 기획 · 관리역량 향상 기여도', '시너지 창출 가능한 네트워크 구축 효과'의 추가 차별화 지표를 적용

· (진도관리 및 중간평가) 관리기관은 연도별로 진도관리를 실시하며, 총 연구수행기간 중 중간년도에 해당되는 기간에 중간평가를 실시하여 과제 계속 여부를 판정

※ 중간평가를 통해 성과목표 달성도, 성과의 우수성 등을 평가하고 평가 결과를 토대로 연구 진행 방향을 수정·보완하거나 연구비 조정, 계속 과제 진행 여부 등을 판정

※ 연구단 특성을 반영하여 연구개발결과의 우수성 · 창의성, 성과목표 달성도 등 차별화 지표를 활용

· (최종평가) 목표달성도, 연구개발성과, 기대효과 등을 기준으로 최종평가

· (성과관리 및 활용 확산) '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진', '미래 해외시장 창출형 선도기술개발'과의 시너지 창출을 위한 정보시스템 구축 및 교류확대

※ 현지 획득 정보, 기술협력 및 국제공동연구 성과, 표준·인증 성과 등을 기업 공용 정보·네트워크 플랫폼을 통해 국내 기업에 확산

※ '해외건설 R&D인프라' 연구 성과의 타 중점추진분야 제공 및 활용·확산의 정도를 기준으로 성과 평가

※ 핵심과제별 최종성과물 성과활용방안은 'IV.사업추진계획'의 '5.4 해외건설 R&D 인프라 구축 사업관리방안' 참조

사전용역: ㈜날리지웍스 컨소시엄('12. 7~ '13. 12)

- 용역명 : 건설교통분야 해외시장 진출확대를 위한 R&D로드맵 및 추진전략 수립

사업기대효과

과학기술적 효과

- 해외시장 타겟형 실증화 기술개발을 통한 글로벌 기술경쟁력 확보

· 저비용 교통인프라/주택, 저비용/고효율 수자원 통합관리를 위한 국가별 건설환경 특화 기술 확보

· 중소업체의 해외건설 핵심기술 확보 및 해외진출 대·중소업체 컨소시엄의 기술역량 강화

- ICT융합, 그린에너지 건설 등 고부가가치 미래 해외 신시장 선점을 위한 원천-실용화 기술 확보

· ICT 기술을 결합한 도시계획 의사결정지원시스템, 통합 수자원 관리, 권역별 자재 환경에 최적화된 모듈주택 설계 라이브러리(BIM) 등 고부가가치 기술개발

· 저비용 고효율 물공급시스템 소재 · 공정기술, 저비용/신속시공 도로철도 · 주택건설용 장비 소재기술, 스마트 도시 계획 및 설계기술, 그린인프라 탐사 · 평가 · 설계기술 등 원천기술 확보

- 해외 기술협력 및 글로벌 R&D 네트워크 구축으로 선진기업 및 수요국 기술니즈에 부합한 전주기적 사업수행 역량확보

· 국제 공동연구·기술협력 기반 확보 및 건설기술 R&D의 글로벌 네트워크 강화

· 현지 해외건설 관련 DB를 구성하고 공유할 수 있는 '기업 활용 정보· 네트워크 플랫폼' 구축

· 중소업체의 체계적인 해외진출 지원을 위한 계약, 리스크, 조직, 사업관리 역량 강화

정책적 효과

- 해외건설정책 비전인「해외건설 5대 강국 진입」달성 기반 구축

· 해외 건설시장 진출을 위한 기술정책의 마스터플랜 마련

· 국내 기업 해외시장 진출 활성화 주도

· 국가차원의 기술 및 전략 시장 '선택 및 집중'을 위한 기반 마련

- 대·중소기업 해외건설 동반진출 생태계 조성 기여 및 중소·중견기업의 해외사업 역량 강화

· 현지 해외건설 관련 DB를 구성하고 공유할 수 있는 '기업 활용 정보·네트워크 플랫폼' 구축

· 리스크 관리 체계 구축을 통한 중소·중견기업의 적극적인 해외진출을 유도하고, 중소·중견업체의 전문공종별 기술역량 확보

· 중소·중견업체가 개별적으로 추진하기 어려운 R&D 국제협력 및 현지 정보 네트워크 구축 지원

- 건설교통 R&D 성과의 해외진출 연계 교두보 마련

· 해외진출이 미진한 기존 연구개발 수행 과제의 최적화 · 실용화 개발을 통해 R&D 성과의 해외 적용성 제고

· 추진과제 연관 산업분야의 동반성장 기반 마련

· 그린에너지, 도시계획 등 미래유망기술선점, 녹색기술확보, 저개발국/신흥국 기술 적용으로 국격 제고

· IT·SW 융합형 건설기술, 스마트 인프라, 대규모 태양광 등 그린에너지 기술확보를 통한 건설기술 선도국가 이미지 구축

- 건설산업의 신성장동력화 및 지속성장, 일자리 창출, 연관산업 동반성장 가능

· 해외 건설시장 수주·수익성 향상으로 타 산업 및 하위분야의 해외 동반진출이 가능하고, 이로 인한 산업계 수익성 제고 및 국부 창출 유도

※ 건설산업은 전후방연계 산업분야에 속하는 요소기술을 시스템화하여 상품을 만들어 내는 대표적 분야로서, 사업추진을 통해 폴리실리콘 및 태양전지(태양광), 철강 등 재료(주택, 지열 등 그린에너지), 건설장비산업 성장으로 연계가능

· 해외건설 기성액의 국내 유입에 따라 생산증대, 부가가치 증대, 일자리 창출 등 국민경제에 긍정적 효과

※ 해외건설사업의 일자리 창출효과에 관한 연구를 기준으로 추산할 경우, 동 사업 추진을 통해 예상되는 일자리 창출효과는 10년간 11만 3천명 이상이 될 것으로 예상됨

· 해외건설업의 경험을 통해 발생되는 건설기술증대 효과, 산업의 고부가가치화, 건설금융 원활화, 국내건설업의 붕괴방지 효과, 국부유출방지 효과 등 긍정적 효과 기대

경제적 효과

- 요소기술 및 전주기 역량 제고를 통해 '24년 30% 비용 절감된 해외시장 매출 10조원 추가달성 기대

- 사업을 통해 유발되는 경제적 편익은 9,590억 원으로 추정

- 해외건설 수주·수익성 향상 및 진출유형/상품 다각화에 기여

· 수요 맞춤형 기술개발을 통해 해외 타겟 국가 시장 점유율 확대, 고부가가치 사업 추진으로 수익성 향상

· 핵심요소기술 개발, 종합적 사업관리 역량 강화에 따른 수익성 개선으로 지속가능한 경쟁력 확보

※ 우기 대응 기술, 저비용 신속시공 도로/철도 기술, 해외 사업 F/S 및 사업관리 지원 체계를 확보하여 공기단축, 사업비 절감에 기여

· 플랜트, 단순 EPC 공사 수주구조에서 탈피, 포트폴리오 다각화

※ 해외건설 정보 인프라 확충 및 해외사업관리 역량 향상으로 투자개발형 사업 수주 및 계획, F/S 등 고부가가치 시장 진입 확대

- 글로벌 기술경쟁력을 보유한 중소기업의 육성으로 해외건설 적자공사 해소에 기여

2 사업 추진의 필요성

사업추진의 시급성

1) 해외건설시장 현황과 국내 건설사의 경쟁력 제고 필요

국내 건설시장 한계 상황에서 건설기업의 해외건설 진출·확대는 생존문제

- 공공부분 SOC 투자 축소, 주택경기 침체 등으로 인한 국내 건설시장 침체 지속

· 2012년 정부의 SOC 예산(안)은 전년대비 7.3%(1.8조원) 감소한 22.6조원이며, 지자체 재정자립도 및 공기업 부채규모 악화로 SOC 예산의 감소추세 지속 전망

- 정부 및 건설업계에서도 해외건설 진출확대가 건설산업 생존을 위한 돌파구로 인식하고 있음

· 정부는 해외건설 수주확대를 통한 건설산업의 신성장동력화를 목표로 해외건설 종합대책(2008), 제 1, 2차 해외건설진흥계획 등 해외건설 경쟁력 강화 지원정책 발표

해외건설 시장의 지속적 성장 및 새로운 수요에 대한 적극적 대응을 위해서는 국내기업 역량강화를 통해 정체되어 있는 해외건설 수주 문제의 시급한 해결 필요

- 해외건설 시장은 토목, 플랜트 분야의 고른 성장이 예상되며, 글로벌 트렌드변화에 따른 새로운 기회의 창이 열리고 있음

· 세계 건설시장 규모는 2012년 6조 달러에서 지속성장하여 '20년 8.5조 달러 규모로 전망(Global Insight, 2011)

· 신흥국 중심의 급격한 도시화는 해외신도시 건설시장수요 성장을 유도하고 있으며, 이와 연계된 교통/물류/물인프라의 지속 성장 기대

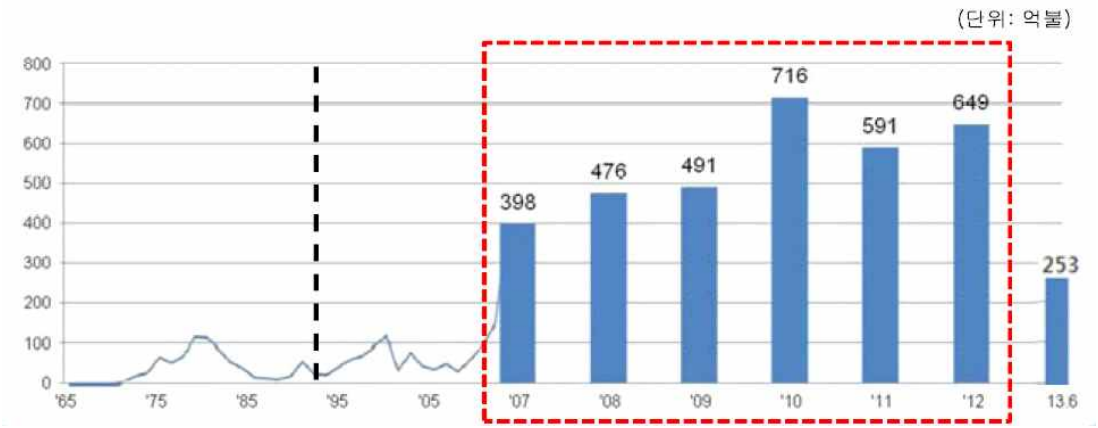
· 글로벌 트렌드, 자원환경변화, 기후변화 등에 대응하기 위한 스마트 그린인프라 등 미래건설기술 수요 증가

- 저개발국가의 도시화 가속화, 교통/물관리시장 성장, 기후변화 대응, 그린건설 시장, 미개척에너지 등 건설시장 패러다임 변화가 기대됨

- 그러나, 국내 해외건설 수주는 '10년 716억 달러까지 도달한 후 '11년 591억 달러, '12년 649억 달러로 정체 추세

· '07년 이후 국내 건설사들의 해외건설수주 실적의 비약적 증가는 우리의 경쟁력 제고에 기인했다기보다는 중동을 중심으로 한 해외 건설시장의 특수에 기인

· 기술경쟁력이 크게 개선되지 않은 상태에서의 해외건설 수주는 700억불 규모에서 포화상태에 도달하였으며, 더 이상의 성장을 기대하기 어려운 상황임



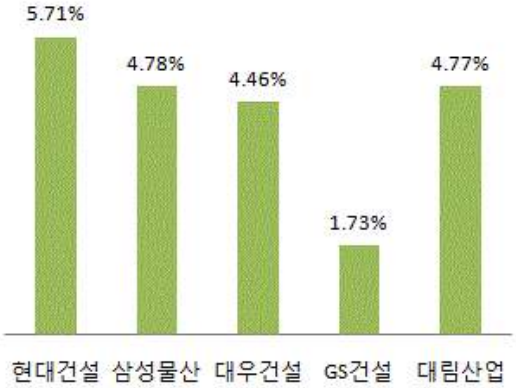
<국내건설사들의 연도별 해외건설 수주실적>

자료: 해외건설협회, 2013 국토교통 Technology Fair 발표자료

국내 건설사들의 해외건설 수주실적의 양적 성장에 비해 시공 위주의 수주로 인한 수익성 저하, 중소·중견건설사의 수주비중 감소 등 내실 있는 질적 성과는 미흡

- '12년 주요 건설사의 수주와 매출실적은 10~30% 가까이 크게 성장했으나 영업이익 증가는 수주와 매출에 못 미쳐 금융비용을 제외하면 수익은 거의 없는 것으로 나타남

· 국내 주요 건설사의 2012년 영업이익률은 현대건설 5.7%, 대우건설 4.5%, 대림산업 4.8%, GS 1.7%로 최근 수익률이 급감하는 추세(해외건설협회)



<주요건설사 영업이익률('12년)>



<GS건설 매출액 및 영업이익률 추이>

- 기본설계 및 엔지니어링 원천기술, 사업관리기술 부족으로 고부가가치 사업은 Global Top 기업들이 독점하고 국내 기업은 시공위주 사업 수주로 경쟁 심화

  · EPC 기술력은 미국, 일본, 유럽 등 선진국의 90% 수준까지 도달하였으나, 기본설계 및 사업관리 분야 경쟁력 취약

  · 국내 프로젝트 기획, 사업성 분석, 설계관리, 시공성 분석, 사업계획 등은 선진국의 60% 수준

- 해외 진출업체 다수를 차지하는 중소기업 수주는 지속적으로 감소하고 있으며 적자공사비중이 높음

  · '11년도 기준 해외건설 수주 금액 비중을 비교해보면 대기업이 91.8%를 차지한 반면, 중소기업은 8.2%에 불과

  · 대기업의 적자공사비율은 20% 수준이나, 중소기업의 적자공사비율은 이보다 높은 30% 수준임

  · 해외진출 업체수는 대기업이 264개인데 반해 중소기업은 823개로 다수를 차지함



<국내 대기업/중소기업 시장점유율, 수익성 비교>

해외건설의 플랜트 공종 비중 편중, 중국·터키 등 가격경쟁력 기반 후발국 추격 가속화 등도 극복해야 할 과제임

- '11년 플랜트분야 수주액은 433억 달러로 전체 수주액 중 73%를 차지하였으며 플랜트 분야보다 시장규모가 큰 건축, 토목 분야 시장점유율은 낮음

- '10년 기준 상위 10개사 해외수주액은 586억 원으로 전체 수주액의 81.8%이며 중소기업 수주액은 '08년 72억 달러, '09년 55억 달러, '10년 47억 달러로 지속 감소

- 중국, 터키 등 후발국 기업들은 가격경쟁력을 기반으로 해외진출을 확대하고 있음

  · ENR 기준, 주요국가의 해외건설 매출액 순위에서 중국은 '09년부터 1위를 유지

2) 해외건설시장 진출을 위한 R&D 역량과 지원 필요

7개 기술분야로 추진 중인 국토교통 R&D사업은 대부분 해외진출을 고려하여 추진되고 있으나 해외진출에 연계되는 성과는 미흡

- 국토교통 R&D사업은 건설기술혁신, 플랜트 기술고도화, 첨단도시개발, 교통체계효율화, 미래철도기술, 미래도시철도, 항공선진화사업으로 구성되어 건설 전 분야에 대한 기술개발을 지원하고 있음

- 국토교통 R&D사업은 플랜트 기술고도화 사업을 제외할 경우, 해외진출을 위한 구체적 추진전략이 제시되고 있지 않으며, 사업성과의 해외진출 연계가 미흡

  · 국토교통 R&D사업의 해외건설시장 적용 성과가 미미하고, 건설신기술의 해외시장 적용률은 0.16%('11.12.기준)으로 미흡

해외건설의 수익성 악화 문제를 해소하고 질적 성장을 위해 생산성 향상 핵심기술과 고부가가치 기술역량 확보 시급

- 경쟁국가 대비 동등 혹은 더 나은 품질을 제공하면서도 저비용으로 건설이 가능한 핵심기술 확보 시급

  · 중견·중소기업의 소재, 장비, 설계, 엔지니어링 및 전문공종별 요소기술의 생산성 향상을 통해 대기업과 동반 진출이 가능한 핵심기술 확보 시급

- 품질과 비용의 최적화된 건설상품 제공을 위한 현지 시장 타겟형 기술역량 확보 시급

  · 국내와 환경조건이 다른 현지 시장에 최적화된 기술역량의 선제적 확보를 통해 적자공사 비중 축소 및 수주 경쟁력 강화

- 스마트 인프라, 그린 에너지 등 글로벌 트렌드에 따라 부각되고 있는 미래 신시장 선점을 위한 선도기술역량 확보 시급

  · 미래 신시장 선점을 위한 원천 핵심기술을 확보하여 고부가가치 및 고수익성 사업 수주 기반 마련

3) 해외건설촉진을 위한 다양한 정책적 지원 필요

박근혜 정부, 국토교통부는 유망시장에 대한 선제적 대응과 현재 국내 건설업체의 경쟁력 제고를 위한 지원정책을 추진

- IT·SW 융합을 통한 산업고도화, 창조경제 생태계 조성

- 첨단교통, U-City, IT 융합건설, 교통 상품화 육성, 개도국 주택, 신도시, 수자원분야의 전략적 지원강화

- 건설 ENG 역량강화 및 업계 기술력 제고

- 신시장 개척을 위한 현지교섭 · 발주처 초청 등 초기진출 비용 지원

- 고부가가치 투자개발형 사업진출 활성화

- 국정과제 실천계획으로 IT융합 공간정보산업 육성, 건설교통 기존 산업의 창조산업화, 해외건설 포트폴리오 다변화 및 건설 ENG역량 강화를 제시

- 중소기업 해외진출 활성화 지원위해 사업단계별 맞춤형 수주정보 제공, 보증 등 금융지원 확대, 인력난 해소 등 전방위적 지원 강화

- 해외건설 지원업무를 총괄하는 전담기구를 설치 지원

정부는 해외건설 신성장동력화에 주력하며 해외건설 수주·수익성 향상을 위한 다각적 지원정책을 발표하였고, 그 실천을 위한 사업이 필요

- 국토교통부의 해외건설 지원정책을 승계하는 국가연구개발사업 부재

해외건설의 심화되는 적자 폭 확대 해소 위한 대기업 동반진출 중소기업의 원천기술력 확보 시급

- 현지 중소기업 혹은 글로벌 전문기업과 컨소시엄을 이뤄 사업을 추진하는 현재의 구조로는 대기업의 적자 폭 확대는 불가피

- 해외건설시장에서 중소기업이 담당하는 설계, 소재, 장비, 공정 등 에서 원천기술을 확보하기 위한 기술개발과제 추진 시급

R&D 투자의 특성상 성과가 발현되기까지 시간이 많이 소요되는 점을 고려한다면 현 시점의 R&D 투자는 매우 시급함

< 중소기업주도 · 대-중소기업 협력 개발 필요 전략프로젝트 >

전략프로젝트 명	추진형태	추진형태 설정 근거
저비용 신속시공 도로/철도 건설기술 (전체 예산 228억 원, 중소기업 참여부문 예산 161억 원 (전체 예산 대비 71%))	중소기업 주도	Chip-seal* 도로 구조설계, 포장, 시공, 재활용 도로포장, 시공 품질관리 부분은 중소 · ENG업체가 수행하는 영역으로 도포제, 혼화제 기술과 시공가이드라인 개발이 가능한 연구기관과 협업을 통해 중소기업 주도의 기술개발이 필요 * 비포장도로 개량을 위해, 상온 유화아스팔트로 표층을 포장하는 공법
		사막연약지반 처리 시 경제성 확보를 위한 토목섬유 재료, 시공, 장비, 엔지니어링 등 중소 · ENG업체 주도의 연구개발 필요, 성토지지말뚝, 쇄석말뚝에 대한 이론, 사례연구 등은 연구기관 및 기업체 연구개발을 통해 기확보(수성엔지니어링 참여의사 확인)
저비용 고효율 물공급시스템 건설기술 (전체 예산 673억 원, 중소기업 참여부문 예산 545억 원 (전체 예산 대비81%))	중소기업 주도	국내에서 수자원 취수, 정수, 하수처리 관로시설관리등 물기술보유기업은 중소기업으로서 중소기업 주도의 기술개발이 요구됨
	대중소기업 협력	막기술*을 포함한 오존, 자외선 등 수처리 요소기술을 중소기업에서 개발하되, 대기업은 해수담수화시설 연계를 위한 설계/시공/유지관리기술제공 *물속의 콜로이드, 유기물, 이온같은 용존물질을 반투과성 분리막을 이용하여 여과하여 분리/제거하는 기술
생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술 (전체 예산 425억 원, 중소기업 참여부문 예산 296억 원 (전체 예산 대비69%))	중소기업 주도	자재 생산, 조립, 패시브구조* 적용 설계는 중소기업 수행, 공장생산 자동화, 공정관리는 대기업에서 수행 필요 *첨단단열/공조공법을 활용 에너지낭비를 최소화한 건물
		우중작업환경에서 시공기법, 재료 기술은 전문건설업체에서 수행하는 분야로서 중소기업 주도 연구개발 필요
산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술 (전체 예산 205억 원, 중소기업 참여부문 예산 154억 원 (전체 예산 대비75%))	중소기업 주도	GIS Toolbox 개발, 도시결합상품 제안을 위한 인공지능 소프트웨어 개발, 국가경제개발계획 수립지원 프로그램 등 알고리즘 개발 이후 프로그램 개발 단계에서 중소기업 주도 연구개발 필요
그린에너지 인프라 건설기술 (전체 예산 769억 원, 중소기업 참여부문 예산 377억 원 (전체 예산 대비49%))	대중소기업 협력	현대/삼성/동부건설 등 대기업과 넥스지오, 이노지오, 한서엔지니어링, 지오그린 등 중소기업 등 연구참여의사 확인
	중소기업 주도	국내 PV 모듈 및 시스템전문기업과 PSC 전문기업 중심의 컨소시엄을 통해 연구개발 필요

< 전략프로젝트별 중소기업 · 대기업 · 학연 참여부분 예산 >

전략프로젝트 명	예산 (정부/민간 합계)	중소기업 참여부문 예산	대기업 참여부문 예산	학/연 참여부문 예산
저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	228억 원	161억 원 (71%)	20억 원 (9%)	45억 원 (20%)
저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	673억 원	545억 원 (81%)	68억 원 (10%)	60억 원 (9%)
생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술	425억 원	296억 원 (69%)	28억 원 (7%)	102억 원 (24%)
산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	205억 원	154억 원 (75%)	-	51억 원 (25%)
그린에너지 인프라 건설기술	769억 원	377억 원 (49%)	251억 원 (33%)	141억 원 (18%)
해외건설정보 및 사업지원시스템	187 억 원	67억 원 (36%)	-	120억원 (64%)
글로벌 R&D 네트워크 구축	804 억 원	-	-	804억 원 (100%)
합계	3,290억 원	1,600억 원 (49%)	367억 원 (11%)	525억 원 (16%)

<IT · SW 융합형 전략프로젝트>

전략프로젝트 명	주요내용
저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	GPS 등 ICT 기술을 융합한 누수관리시스템 개발
생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술	BIM을 활용한 설계기술개발 및 표준화
산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	한국형 도시건설경험의 DB화 및 도시계획 의사결정지원시스템 개발
해외건설 정보 및 사업지원 시스템	해외건설 시장, 수주, 기준, 업체 등 정보의 DB화
	중소ENG사 지원을 위한 리스크관리시스템, 입찰의사결정지원시스템 개발

< 전략프로젝트별 확보 원천기술 >

전략프로젝트 명	구분	주요내용
저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	장비, 소재	현장 콘크리트 재활용을 위한 혼화제와 혼합장비 개발
저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	소재, 공정	현지여재 활용을 위한 천연소재, 약품처리대체, 저에너지수처리 등 그린원천기술 개발
	공정	해수간접취수 · 검증, 하수처리 · 검증, 상수/하수블렌딩을 통한 고도수처리 공정 개발
생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술	설계	BIM을 활용한 설계기술개발 및 표준화
	장비 · 소재	우중작업환경개선을 위한 장비, 콘크리트 등 소재 개발
산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	설계	도시계획 · 설계 원천기술 확보
그린에너지 인프라 건설기술	탐사 · 평가 · 설계	화산지열수 탐사 및 환경성평가 기술 개발, 실증플랜트 설계기술개발
	설계 · 소재	태양광모듈 array 및 하부구조물 설계기술, 대용량 전력변환장치 기술개발

중장기 계획과의 연계성

「제 3차 과학기술기본계획(안, 2013～2017)」

- 5개 고도화 전략(High Five) 중「신산업 창출 지원」추진방향에 부합

  · 「신산업 창출 지원」의 세부전략으로 중소·벤처기업 기술혁신 지원, 기술이전·사업화 촉진, 신시장 개척 지원을 제시하고 있음

  · 동 사업의 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진, 중견·중소기업 해외건설 경쟁력 강화 기술개발 추진, 미래 해외시장 창출형 선도기술개발 추진 등 사업추진방향과 부합

「해외건설 종합대책(2008)」

- 해외시장의 다변화 지원, 중소기업 해외진출에 대한 체계적 지원, 해외 건설산업의 고부가가치화를 3대 과제로 제시하고 있어 해당 정책 방향에 부합

  · 중소기업 해외진출에 대한 체계적 지원을 위해 통합정보 제공 기능 강화를 세부과제로 제시하고 있어 동 사업에서 추진코자 하는 연구개발사업과 연계됨

  · 해외 건설산업의 고부가가치화를 위해 플랜트 기술개발 및 미래형 해외건설 상품개발을 위한 R&D 투자확대를 세부과제로 제시하고 있어 동 사업에서 추진코자 하는 연구개발사업과 연계됨

「제2차 해외건설진흥계획(2010)」

- 세계 5대 건설강국의 비전과 열위 분야의 경쟁력 향상, 해외 시장 점유율 제고, 해외 건설의 고부가가치화 및 수익성 제고 등 해외 건설의 내실화를 목표로 설정하고 있어, 해당 정책 방향에 부합

  · 5대 분야로 기업의 수주 경쟁력 강화, 해외건설 지원체계 강화, 해외 건설 관리체계 선진화, 해외건설 수주 기반확대, 해외 건설산업의 부가가치 제고를 제시하고 있음

「건설교통기술 R&D 중장기계획(국토부, 2013～2017)」

- 건설교통 R&D 중장기계획(2013～2017)의 과제도출 기준인 해외 미래수요 전망에 따른 유망한 분야 과제와 방향성이 부합

- 중장기계획의 사업추진분야인 SOC연구, 물관리연구, 도시・건축 연구, 플랜트연구 등은 동 사업의 전략프로젝트 분야와 기술적으로 연계되는 분야임

- 중장기계획에서 추진되는 사업 중 종료된 과제의 성과가 우수하고 해외진출을 위해 실증 기술개발 추진이 필요한 경우 동 사업에서 추진

「제5차 건설산업진흥기본계획(2013～2017)」

- 해외 시장의 경쟁력 강화를 주요 과제로 고려하였으며, '건설기술 한류로 여는 5대 건설강국'의 비전 제시와 건설 ENG 해외 수주 16억불('16) 및 글로벌 200대 건설 ENG기업 10개('16) 달성을 목표로 제시

  · 주요 전략과제는 글로벌 시장을 겨냥한 ENG '소프트역량' 강화, 시장친화 - 미래지향형 건설기술인력 양성, 활용-확산 중심의 건설정보체계 고도화 등 동 사업 추진 연구개발사업과 연계됨

기존 사업과의 차별성

토목, 건축분야 해외 유망시장 수주・수익성 향상 연구개발사업으로서 기존 국토교통연구개발사업 타부처 연구개발사업과 차별화됨

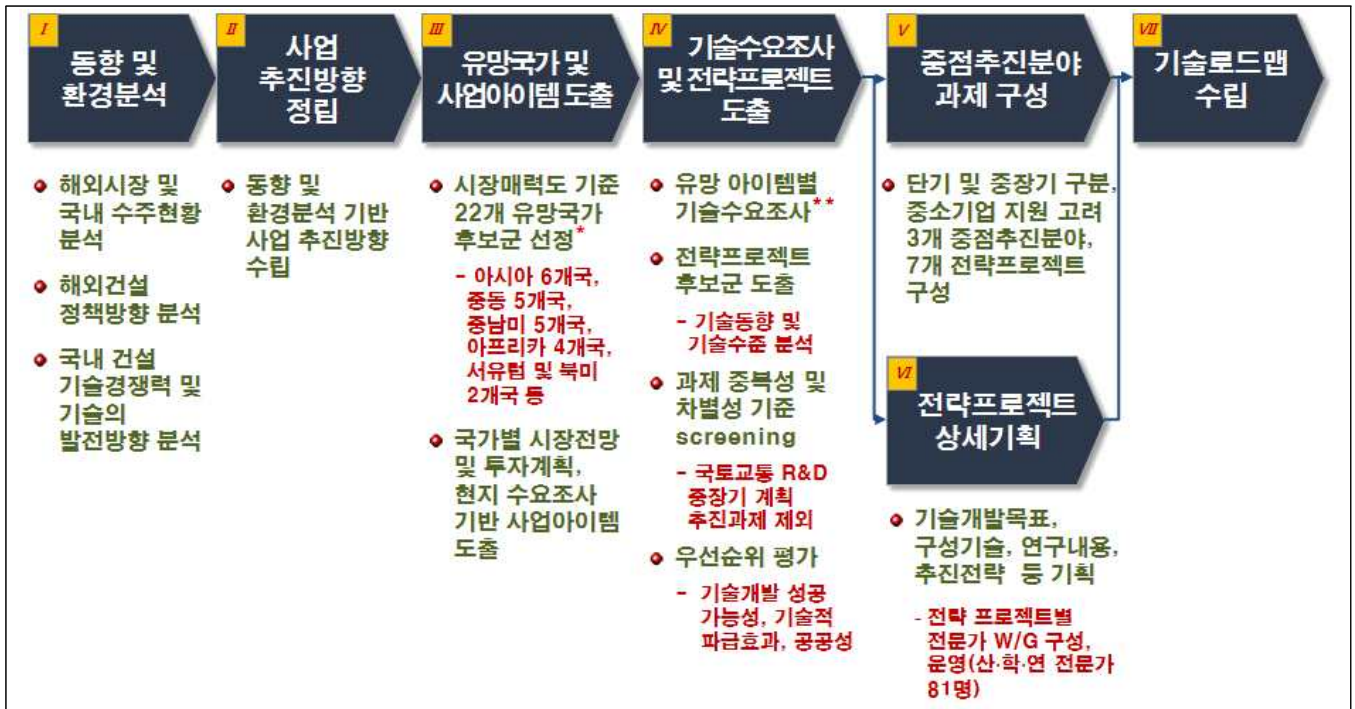
- 플랜트연구사업 제외 시, 기존 국토교통연구개발사업은 분야별 기술 선진국 수준 확보와 국내적용을 목적으로 추진

  · 기존 국토교통연구개발사업은 선진국 기술의 추격형 기술개발에 중점

- U-city, 첨단 교통인프라, 수자원관리 등 신흥국 중심으로 성장이 예상되는 해외 유망시장 수주・수익성 향상 연구개발사업

  · 기존 사업과 달리 시장분석을 통해 22개 유망국가를 선정하고 해당국가별 유망사업아이템을 선정하여 사업아이템별로 요구되는 핵심기술별 기술개발과제를 도출

  · 토목, 건축분야 해외시장 수주・수익성 향상 기술확보를 통해 해외수주의 포트폴리오 다변화 및 질적 성장에 기여함



<사업기획 프로세스>

현지 최적화 기술개발과 실증·Test-Bed구축 및 사업화에 주안점을 둔 전주기 연구개발사업

- 적용대상 국가별 건설환경을 반영한 기술개발과제 발굴과 현지 실증·T/B구축을 통한 실질적 성과창출과 연계되는 연구개발사업

  · 기술개발과제별 기확보 역량을 고려하여 단기(실용화) 및 중장기(기초/원천+응용+실용화) 개발을 추진

해외시장 타겟형 기술개발과 미래 해외시장 선도기술개발이 해외건설 R&D인프라 구축과 상호 연계 추진되는 최초의 사업

- 해외건설 고부가가치화를 목적으로 기술개발과 기반구축이 동시 추진되는 최초의 사업

- 성과 이전·확산 기업 공용 정보·네트워크 플랫폼을 통해 중점추진분야간 성과 공유 및 확산으로 해외건설 기술사업화 촉진

해외건설촉진 연구개발사업을 위한 기존 사업과 차별화된 사업추진전략과 사업관리방안

- 해외건설 특화 연구개발 전담관리체계 및 사업관리방안, 글로벌 산학연관 연구협력 추진, 해외건설 R&D 성과 이전·확산 위한 기업공용 정보·네트워크 플랫폼 구축

전략프로젝트별로 국토교통연구개발사업과 목표, 구성기술검토를 통해 중복성, 연계방안을 검토

- “저비용 신속시공 도로/철도 건설기술”중 도로분야는 저비용 신속시공 및 현장 아스팔트 재활용 기술개발로 기존 사업에서 추진한 산업부산물 재활용 포장공법 개발과 차별성을, 철도분야는 토질조건별 말뚝공법 개발로 기존 사업에서 추진한 쇄석, 성토지지 말뚝공법 개발과 차별성을 가짐

- “저비용 고효율 물공급시스템 건설기술”은 기존 기술대비 중금속 흡착 성능향상, 강변여과공법 개발을 추진하여 차별성을 가짐

- “생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술”은 국내 모듈주택의 극서지역 적용 시, 에너지절감을 위한 패시브구조를 도입하고 전자동화 Test-Bed 구축 및 수송효율화 부재, 구조를 개발하여 기존 국토교통연구개발사업과 차별성을 가짐

- “산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술”은 도시사업 선제안, 도시계획단계 참여를 위한 GIS기반 Toolkit을 포함하는 의사결정지원체계를 개발하여 U-eco city 사업단에서 추진한 U-city 및 생태도시 H/W 기술개발과 차별성을 가짐

- “그린에너지 인프라 건설기술”중 저급탄 분야는 기존 1t/d규모 공정개발과 연계하여 20t/d 규모의 인도네시아 현지 Test-bed 구축을 추진하고, 태양광 분야는 기존 연구성과인 구성품을 활용하여 중동현지 Test-bed 구축을 추진하며, 지열 분야는 화산지역 지열발전에 초점이 맞춰져 기존 개발중인 비화산지역 심부지열발전(EGS)과 차별성을 가짐

-

3 기술개발 필요성

관련분야 연구개발 투자동향

국토교통연구개발사업은 건설기술 全분야에 걸쳐 추진

- 국토교통부에서는 플랜트, 도시건축, SOC, 물관리, 교통물류, 항공기술 등 건설기술 全분야에 대한 기술개발투자 추진

· 건설교통기술중장기계획 수립을 통해 '13~'17년 동안 친환경, 고효율, 안전성, 경제성 확보를 위한 기술개발을 추진할 계획

· '13년 건설교통분야 연구개발비는 4,019억원으로 '12년 연구개발비 대비 140억원 감소

· 기존 국토교통연구개발사업은 선진국 수준 기술역량 확보에 중점

관련분야 기술 개발 동향

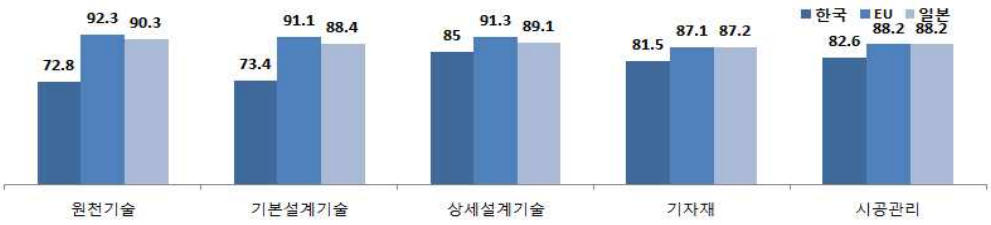
1) 국내건설의 해외기술수준과 기업의 동향

해외시장에서 국내 건설산업 경쟁력은 세계 9위 수준(건설연, '11)이나, 설계 경쟁력은 19위로 낮고, 고부가가치 영역 기술력은 선진국보다 취약한 것으로 지적

- 인천공항 기본설계는 Bechtel(미)에서 수행하였으며, 인천대교, IGD 플랜트, 버즈두바이 초고층빌딩 기본설계/구조설계는 ARUP(영), FLOUR(미), SOM(미)에서 수행하는 등 미국, 유럽의 선진업체들이 핵심기술분야를 독점

- 우리기업은 기본설계 및 원천기술, 핵심기자재 기술 미흡

< 경쟁국과 기술수준(%, 미국 = 100), 엔지니어링플랜트기술센터('11) >



선진 글로벌 건설기업들은 고부가가치 기술 및 원천 기술을 바탕으로 기회 선점

- 미국 · 유럽 등 선진업체는 프로젝트 종합관리, 기본 · 개념설계 등 핵심기술분야를 독점하여 후발업체 진입 억제

- 스마트 도시, 저비용 주택, 에너지·자원분야에서 선진기업의 시장기회 및 주도권 선점이 우려됨

※ 해외 선진국은 국내에 앞서, 에코도시 유지관리, 인간중심 주택, 저비용 주택, 신재생에너지, 저비용 고효율화 에너지 기술 선점을 위한 기술개발 주력

< 국내외 건설기업 기술개발 동향 >

구 분	국 내	해 외
스마트 에코도시	요소기술(물순환, 포장, 토양오염 복원)	도시 수명주기 평가, 시공 이후 지속적 탄소추적/관리기술
그린빌딩	에너지절감, 소음, 진동, 공기질연구	시공효율화(로봇 자동화, 데이터 모니터링), BEMS
주택	에코주택 기술	저비용주택, 고령자주택, 에코주택, 인체공학 기반 디자인 기술
플랜트	석탄/가스/담수화 플랜트 기술	신재생에너지, 저비용고효율화 기술
교통	장대교량, 터널, 친환경 도로, 고속철도, 도시철도	
수자원	고효율 및 에너지 절감형 상하수 처리	

2) 주요 건설 분야별 기술개발 동향

도로/철도 건설 분야 기술개발동향

- 도로 선진국은 타 교통수단과의 연계체계 구축, 친환경성, 연속적인 도로망 구축, IT기술 접목을 통한 도로 지능화 기술을 개발

  · 미국의 Trans-Texas Corridor Project는 이동 가능한 모든 교통수단을 연결하여 수송효율을 극대화함

  · 미국 Big-Dig은 지하에 8~10차선의 대규모 고속도로를 건설하여 도심 교통난을 해소하고, 지하 고속도로의 매연 및 교통소음을 저감함

  · 유럽은 도로의 원래 기능인 교통통행뿐만 아니라 도로 공간 활용 및 환경 오염 저감을 위한 연구가 진행 중에 있음

  · 일본은 차세대 도로사업으로 설계속도 상향이라는 목표아래 수퍼하이웨이 사업을 추진하고 횡단폭원을 확대하는 등 도로기반 시설의 고규격화와 최신 포장기술을 적용함

- IT 기반의 지능형교통체계 및 미래형교통시스템 기술을 개발

  · 차량-차량, 차량-노변간 통신 등을 활용하여 운행·보행자의 안전성을 확보할 수 있는 인프라 연계형 안전지원시스템 CS(Cooperative System)을 개발함

  · 교통수단 및 시설의 운영 효율화 및 최적화를 위한 교통계획 및 운영기술, 교통안전 및 환경개선에 필요한 교통안전시설의 설치 및 관리 기술, 환경영향 저감 기술, 복합교통연계기술 등을 개발함

- 탄소 저감을 위한 도로 재료 재활용 기술, 저에너지형 포장재료 및 공법을 개발

  · 국외에서는 시멘트 제조와 관련하여 이산화탄소 배출량을 줄이기 위한 기술개발에 노력을 기울이고 있으며, Ecocem은 세계 최초로 탄소중립 콘크리트 생산에 성공

  · 미국의 경우 환경보호청(EPA, Environmental Protection Agency) Cool Pavement 관련 보고서는 반사율이 아스콘보다 높은 기존 콘크리트 포장을 열섬현상 저감을 위해 추천하고 있으며 보다 효과적인 신규 포장개발을 위한 연구를 수행

  · 일본의 경우에도 보수/투수성 포장이나 적외선 반사포장 등 신규 포장재 개발 관련 연구가 진행 중에 있음

- 도로망 건설을 위하여 신속시공을 통한 교통지체 또는 차단 최소화 도로, 공용수명 확보, 유지보수 최소화 등 조립식 도로 포장 기술을 개발

  · 네덜란드의 조립식(Rollpave) 아스팔트 도로포장기술은 세계최초로 개발된 기술로서, 2006년에 최초 시험시공 이후(500m) 공용성능 평가단계를 통하여 기술의 경제성, 적용 유효성 및 장기공용성능이 검증되어, 현재 일반도로 및 고속국도 현장에 시공 되고 있음

  · 미국은 프리캐스트 콘크리트 포장은 고성능의 슬래브를 공장에서 제작함으로써 우수한 내구성을 가지게 되며 미리 제작한 슬래브를 손상된 슬래브와 교체하기 때문에 신속하게 콘크리트 포장의 보수를 수행할 수 있음

- 기존 일반가열아스팔트보다 온도를 낮춰서 생산하는 중온아스팔트(Warm-Mix Asphalt)개발 연구가 진행 중에 있음

  · 교토의정서와 함께 지구온실가스를 줄이기 위한 노력이 진행되고 있으며, 이러한 시대의 흐름에 맞춰서 전세계적으로 현재 130℃인 아스팔트 생산온도를 100℃까지 낮추는 연구가 진행되고 있음

- 저비용 고효율 포장 및 유지보수를 위해 포장공법에 관한 연구가 활발히 진행

  · 기 구축된 도로네트워크를 효과적으로 유지관리하기 위하여, 칩씰을 비롯하여, 슬러리씰, 마이크로서페이싱공법, 포그씰 공법 등저비용 고효율 포장 유지보수 공법 기술 개발 및 개선 연구가 요구되고 있음

  ※ 국내에서 칩씰포장이 실제 적용된 사례는 없었으나, 민간 중소기업 독자 연구를 통해 칩씰 포장의 핵심기술인 유화아스팔트 제조 및 공용특성에 대한 기초기술을 확보

- 재활용 재료 및 아스팔트 활용을 높이기 위한 연구가 진행중에 있음

  · 미국은 현장에서 적용된 포장재료를 재활용하는 기술을 확보함

  · 자원보호와 환경보호를 위하여 노후도로에서 발생되는 폐아스팔트(Reclaimed asphalt pavement, RAP)를 재활용하기 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있음

- 철도는 초기 인프라 구축에 막대한 투자비가 소요되어 건설비용 절감을 위한 기술개발이 지속되고 있음

  ※ 고속철도 총사업비 중 철도기초건설투자가 약 40~60%

  · 독일, 프랑스, 일본을 중심으로 토공단면적 저감 기술, 강성보강 노반 기술, 연약지반 처리기술 분야에 대한 연구가 활발

  ※ 독일, 프랑스, 일본 고속철도는 선로 중심 간격을 4.2~4.7m 수준으로 최적화

  · 독일의 경우 지지층의 강성에 따라 강화노반의 두께를 다르게 적용하고 있으며, 독일의 상부노반 층 두께는 일본 및 한국과 비교하여 작음

  · 독일에서는 철도노반 연약지반 보강공사에 토목섬유를 적용하여 기존공법 대비 공사비를 30%이상 절감

물관리분야 기술개발동향

- 물관리분야 기술은 환경에 대한 관심 증대와 막기술 발전에 따라 고도 수처리 기술개발이 이루어지고 있음

  · 최근의 수처리 공정은 기존 화학처리나 증류 방식에서 막분리 방식으로 대체[1)]

- 고도 수처리에는 많은 에너지와 비용이 수반되어, 고효율 수처리 기술에 대한 관심 부각

· 하수처리에 있어서 수처리 효율성 향상을 위하여 막분리 고도처리 공정 도입 증가 추세

· 미국, 일본 등에서는 MBR공정과 RO막, 오존살균, 자외선살균 등 다양한 요소기술의 효과적 조합을 통한 공정의 효율성 제고에 관한 연구가 진행 중이며 나노복합막, 기능성 항균막 등 여과성능을 극대화하기 위한 기능성 분리막 제조 연구 활발히 진행

- 기후변화에 따라 물부족 현상이 심화되고 있으며, 해수담수화, 물재이용 등 다수원 수자원 확보 기술이 부상

· 담수화 방식은 증류식과 막분리식으로 구분되고 있으나 최근에는 에너지 소모량과 비용 부담이 적은 막분리식 공정 적용 확대 중

※ 분리막 기술의 발달로 MF막, UF막, NF막을 이용한 전처리 공정이 다양화하고 있으며, 기존 전처리 공정과 NF막을 조합하여 적용한 결과 40% 이상 생산성이 향상됨

· 미래지향형 하수처리기술로 고성능/고집적 Membrane Bioreactor 기술, 정삼투(Forward Osmosis)기술, 혐기성 하수처리 기술, 고도산화분해기술(AOP), 세라믹막 수처리 기술, 흡착기술 등이 부각되고 있음

- 경제성장에 따라 물사용이 급증하고 있는 아시아 신흥국을 중심으로 저비용 물공급에 대한 기술니즈 부각

· 각종 질병 방지를 위해 최소한의 수처리가 이루어질 수 있도록 침전지, 수처리 방식, 여재 등을 달리하여 공정을 간소화하는 기술개발이 이루어지고 있음

도시·주택 건설 분야 기술개발동향

- 도시분야 기술은 정보의 소통, 자연생태로의 접근이 원활한 스마트-에코도시 기술개발이 부각되고 있음[2)]

· 유무선 통신, 디지털 정보기술을 활용하여 인간 주거공간 및 수단을 Eco관점에서 관리하여 환경오염을 저감하고 탄소배출을 최소화하는 기술을 개발

· 도시분야에서는 우리나라는 정책적 주도를 통한 u-City 건설 운영을 추진하여 관련 원천기술을 확보

- 도시지역 필요 자원 및 에너지 소비를 최소화하는 에너지관리기술·순환형 통합공정기술을 개발[3)]

· 기존 에너지 유틸리티는 물론 신재생에너지에 의한 공급량과 도시 에너지 수요를 파악하여 미활용 에너지의 부존량을 파악하여 순환이용할 수 있는 에너지 공급·소비·수급제어·관리 기술을 개발

- 일본은 에너지 공급시설 및 환경기초시설 등 각종 도시기반 플랜트의 공정에 대한 정확한 에너지/물질수지 분석을 통해 부하량 및 부하패턴에 적합한 연계·복합공정을 구축

- Bouygues, Vinci 등 선진기업은 에코도시 시공뿐만 아니라 계획단계 선제안, 지속적 탄소추적이 가능한 유지관리 분야 활용 기술을 확보

  · Bouygues에서는 설계단계에서부터 프로젝트 종료 후 운영단계까지 탄소 추적이 가능한 CarbonEco 소프트웨어 패키지를 개발하여 현장에 적용[4)]

  · Vinci는 도시계획 수립단계에 참여하여 이후 Downstream 프로젝트 수주 가능성을 높일 수 있도록 지역 수명주기 평가/분석 툴을 개발하고 있음[5)]

- 스마트 주택, U-Healthcare 주택 등 인간중심 주택기술과 에너지 절감형 주택기술을 개발[6)]

  · EU, 일본, 미국은은 유무선 통신과 디지털 통신을 기반으로 홈네트워킹과 인터넷 정보가전을 이용해 유비쿼터스 환경을 가정 내에 실현하는 지능화된 생활환경 구현기술을 개발

  · Hochtief AG, Bouygues는 사용자 중심의 시스템, 사회적 약자를 위한 지능형 홈, 스마트 에너지 관리등 관련기술개발

  · 미국, 유럽을 중심으로 패시브하우스 등과 같이 건축물 에너지소비량 저감기술개발 및 실용화가 활성화되고 있음

  · 국내의 경우, 주택부문에서 기업체는 신재생에너지 활용 및 패시브 하우스 등 에코주택 기술개발에 주력하고 있음[7)]

- 국내외에서 국가 정책적·전략적인 모듈러 공법 기술개발 추진

  · 일본은 세계 최고의 경량 목조 모듈러 단독주택 기술 확보

  · 유럽 및 미주는 하이브리드 모듈러 주택 기술개발을 통한 주택 공급

  · 미국, 유럽을 중심으로 패시브하우스 등과 같이 건축물 에너지소비량 저감기술개발 및 실용화가 활성화되고 있음

· 국내에서는 공기단축 및 건설비 절감을 위해 연구기관을 중심으로 모듈러 건축시스템에 대한 연구가 활발히 진행중

- 선진국에서는 기능성 및 사용성, 경제성 개선이라는 사회적 욕구에 대응하기 위해 고성능 강재 개발 및 구조물 적용 기술 개발을 활발히 추진 중[8)]

· 미국, 유럽 및 일본 등 선진국의 경우에는 1970년대부터 건설비용 절감, 건설 후 유지관리비용 절감, 구조물의 안전성 및 내구성 증대 등을 위해 다양한 고성능 강재들을 구조물에 적용하기 시작하여 그 이용기술이 확립 단계에 이름

· 국내외 모두 기본적으로는 우기시 콘크리트 타설 및 골조 공사 등을 진행하지 않는 소극적 형태의 시공 수행하고 있음

· 국외의 경우 기후요소에 따른 시공성 향상을 위한 건설공장 구조체 개발 및 적용 사례 있음(ABCS, SMART, Canopy System 등)

그린에너지 건설 분야 기술개발동향

- 국외 First Solar(미국), Sharp(일본), Suntech(중국) 태양광 관련 기업들은 저가/고효율 태양전지 연구개발에 집중하고 있음

- 사막용 태양광 발전에 대한 관심이 높아짐에 따라 고온 사막환경에 대응가능한 기술개발이 요구되고 있음

· MENA(Middle East & North Africa) 지역은 전 세계 신재생에너지의 45%를 차지하고, 태양광 제품시장은 연간 30~40%씩 성장하고 있음

· 보편화된 태양광발전 시스템의 중동 사막지역 적용시 온도, 내열, 분진, 일조량 등의 환경적인 요소에 의해 발전 효율이 저하되거나 전력손실을 겪고 있는 실정임

· 중동지역 특성상 엔지니어들의 높은 인건비 등으로 현지에서의 시공기간 단축이 비용단축의 중요한 요소로 부각되고 있음

- 최근 프랑스, 독일 및 스위스 등 유럽국가를 중심으로 비 화산지역 발전이 가능한 심부지열발전(EGS) 개발이 진행되고 있음

· 지열 에너지 자원 개발 기술에는 고온 암체 발전 기술의 가능성이 가장 높은 것으로 평가됨

· 미국은 '70년대초부터 고온 암체 발전 기술의 개발에 착수하여 상당한 기술을 축적한 것으로 알려져 있고, 전형적인 화산 국가인 일본도 NEDO를 중심으로 고온 암체 발전 기술을 개발하고 있음

- 고온 암체 발전과 비슷한 개념인 화산 발전에 대해 미국은 '70년대 중반부터 Sandia Lab.이 중심이 되어 기초 연구를 수행하고 있으며, 일본도 'Sun-Shine 계획'의 일부로 개발 연구를 추진하고 있음

- 화산지역 지열발전 국가에서는 지열수 고갈, 지열수 내 독성물질 처리 등 친환경적 건설기술이 필요함

- 지속적인 고유가 현상으로 저급탄을 고부가가치화 기술이 주목받고 있음

· 에너지 효율이 높은 고급탄은 수급불안 등으로 확보가 어려운 상황에서 갈탄 및 아역청탄을 포함하는 저등급 석탄의 발열량 향상 기술이 개발중임

· 저급탄은 수분함량이 높고 발열량이 낮다는 단점이 있어 이를 보완하는 기술이 주목받고 있음

- 국외에서는 높은 설비투자비 등 경제적 문제와 자연발화등의 기술적인 문제로 저급탄의 고부가가치화 기술 실용화에 어려움이 있음

· 미국 Western SynCoal LLC에서는 저급탄 단순건조 방식으로 SynCoal 생산 실증 플랜트를 운영하였으나 자연발화 및 제진기술의 문제로 상용화에 실패함

· 일본 JGC그룹은 Hot Water Treating(HWT) 공법을 개발하였으나 설비투자비가 높아 상용화가 지연되고 있음

· 1993년부터 인도네시아 에너지광물부와 일본의 JCOAL(Japan Coal Energy Center)은 UBC(Upgrading Brown Coal) 공정 개발을 추진함

3) 해외건설촉진 기반마련 관련 기술동향

국토교통연구개발사업에서 해외 적용을 목적으로 기술개발이 추진되고 있으나 해외수주 성과는 미약

- 2011년 이전, 국토교통연구개발사업 성과의 현장기술적용에 의한 예산절감효과는 1.7조 원으로 평가되고 있으나 해외현장에서 창출된 효과는 거의 없음

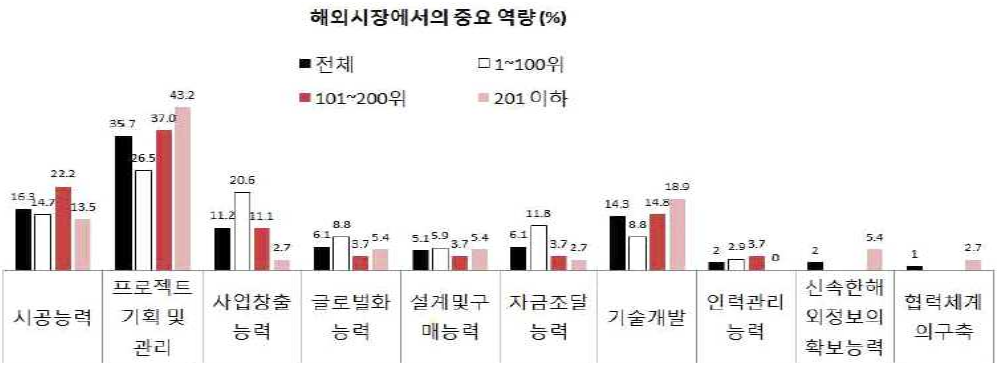
  · 대상 기술이 선진국 수준을 달성하면 해외수주도 가능할 것이라는 기대로 대상 국가에 대한 구체적 기술개발 전략 없이 연구를 추진하는 것이 원인으로 지적

  ※ 초장대교량 사업단, 첨단도시개발사업의 초고층복합빌딩 연구의 경우 핵심기술 자립화 및 해외진출이 목적이나, 타겟형 기술개발 전략을 반영하지 않고 국내 기술수준의 전반적인 향상에 주력

  ※ 차세대 고속철도 기술개발사업, 한국형 틸팅열차 신뢰성 평가 및 운용기술개발 연구 등 기술 자립화를 시도하고 있으나, 기후, 지형적 특색이 다양한 해외시장 니즈 반영이 미흡

사업기획, 사업관리 역량 등은 우리기업이 해외사업 수익성 향상을 위해 확충해야하는 핵심역량이나 관련지원이 미흡

※ 선진국 대비 기술수준: 기획, 사업성 분석 60%, 사업관리 72%



< 해외시장에서 필요한 기업의 주요역량 >

- 사업기획 및 사업관리분야는 대부분 현안 중심의 정부 행정지원을 목적으로 단기간의 사전조사 방식으로 수행

  · 유기적인 연계없이 산발적으로 진행되는 경향이 높았음

  · 체계성과 지속성 부족으로 중장기적 시각의 연구추진이 부족

- 반면, 해외 주요 연구기관들은 해외건설 분야에 특화된 연구조직 운영을 통해 해외건설 정보화 및 사업관리 역량 향상을 위한 연구를 지속적으로 수행

  ※ 미국 스탠포드 대학의 CRGP, 영국 레딩대학의 ECERU, 미국의 CII 등은 민간업체와 협력하여 해외건설을 위한 사업관리, 조달관리, 리스크 관리 역량 제고에 기여하고 있음

파스퇴르 연구소, 지멘스, KIST Europe 등 국내외 기업 및 연구기관은 현지 기술니즈 대응, 기술 확산 및 적용목적의 국가별 거점센터 설립과 국제공동연구를 수행

- KIST Europe은 환경과학, 기초과학 분야 국제공동연구, 기술니즈 분석 및 기술발굴, 기술홍보 및 마케팅, 정보수집 및 커뮤니케이션, 국가별 전략 수립 등의 기능을 보유

해외건설협회 해외지부 네트워크는 수주지원을 위한 정보제공만 수행하여 소요가 제기되고 있는 종합적 기술협력 기능 대응에 한계

- 건설교통 R&D 중장기계획('13～'17, 국토교통부) 수립 시 국제공동연구 및 기술협력 관련 해외거점센터 및 국제 공동연구소 설립을 통한 국제기술협력 추진의 필요성 제기

- 현재 해외건설 R&D관련 네트워크는 수주지원 정보 제공목적의 해외건설협회 지부(7개)에 한정

국토교통분야에서 국제공동연구는 민간 기업에서 개별 추진

- 정부에서 추진된 국제공동연구관련 연구내용은 R&D 파급효과 분석을 위한 통계지표 개발 및 체계구축, 국토교통분야 기획체계 및 연구방식 선진화 방안 구축 등 사전 인프라 구축 과제임

기술개발로 인한 파급효과

과학기술적 파급효과

- 건설기술에 대한 과학적 연구성과의 현지 확산을 통한 국내 건설기술의 국제적 연구위상 제고

- 건설기술과 관련된 수학, 물리학, 화학 등 기초 과학 연구의 국제적 연구 교류 활성화

- 건설기술 개발을 위한 IT, RT 등 융복합 연구개발의 국제R&D 협력 네트워크 확보 및 강화

정책적 파급효과

- 대형건설사, 중견·중소건설사 및 설계-엔지니어링 업체의 해외 건설시장 수주·수익성 향상을 통해 국내 건설산업의 안정적 균형발전을 도모

- 엔지니어링 및 전문건설회사에 대한 기술지원은 중소기업지원 및 상생 정책과 연결되어 국내 건설시장 확대의 근본적인 한계 보완 가능

- 국가 건설교통기술의 위상 및 매력도 향상

경제적 파급효과

- 국내 시장 한계 극복과 해외 시장 수주·수익성 향상으로 건설산업의 지속성장 달성 및 부가가치 창출, 국내 연관산업의 동반 성장 파급효과

- 해외 건설시장 수주·수익성 향상으로 타 산업 및 하위분야의 해외 동반진출이 가능하고, 이로 인한 산업계의 수익성 제고 및 국부 창출 유도

- 해외 건설의 우리 경제 신성장동력 산업으로 자리매김

- 해외 시장의 수주·수익성 향상을 통해 신규 고용 창출 등 일자리 창출에 기여

- 자체적인 해외공사 수행 및 사업관리 역량 개선 투자가 어려운 중견 및 중소 건설기업들의 투자를 대신하여 건설교통 산업 차원에서 사회적인 투자비용 절감 효과를 얻을 수 있음

4 사업추진상의 위험요인과 대응방안

대내·외적 환경변화에 따른 위험요인

대외적 환경변화에 따른 위험요인은 해외건설시장 및 기술수요의 변화로 발생

- 해외건설시장의 변화는 세계 경제의 급격한 위축, 유망국가의 정치·경제적 변동 및 예상 시장 전망의 급격한 변동, 건설투자계획의 취소 등으로부터 발생

- 해외건설 기술수요의 변화는 급격한 기술혁신으로 신기술 출현 및 기존 기술 대체, 기존 공종 및 상품 유형의 급격한 변화, 경쟁기술의 발전 및 우위 확보 등으로부터 발생

대내적 환경변화에 따른 위험요인은 기술개발 불확실성, 제도·정책 변화로 인한 불확실성으로부터 발생

- 기술개발 불확실성은 적절한 기술개발인력 및 인프라의 부족, 기술개발 추진전략의 불확실성 등으로부터 발생

- 제도·정책변화는 국제협력 및 국제공동연구 추진 제도적 여건 미흡, 해외건설 정책적 우선순위 하락 등의 불확실성 유발

< 사업추진상의 위험요인 >

구분	세부항목	주요내용
대외적 환경변화	해외건설 시장 변화	세계 경제의 급격한 위축으로 해외건설시장 동반 위축
		유망국가의 정치·경제적 변동으로 시장 전망 변동
		예상 건설투자계획 취소로 유망 사업 아이템 변동
	해외건설 기술수요 변화	신기술 출현 및 기존 기술 대체
		기존 공종 및 상품 유형의 급격한 변화
		경쟁기술의 발전 및 우위 확보
대내적 환경변화	기술개발 불확실성	적절한 기술개발인력 및 인프라 부족
		기술개발 추진전략(현지협력, T/B구축 등) 불확실성
	제도·정책 변화	해외건설 정책 우선순위 하락
		국제협력 및 국제공동연구 추진 제도적 여건 미흡

위험요인별 대응방안

'해외건설 R&D인프라 구축' 분야의 지속적인 시장정보 분석·제공으로 해외건설시장변화 감지 및 상응하는 기술개발 추진과제 재조정

- '해외건설 R&D인프라 구축'분야의 '해외건설 정보 및 사업지원 시스템' 전략프로젝트는 국가별 건설시장 및 발주트렌드 등 시장정보분석결과의 타 중점추진분야 상시 공유

- 당초 계획과 달리 세계 경제의 급격한 위축으로 해외건설시장 동반 위축이 감지될 경우 동 사업의 추진 계획 및 일정 조정 고려

- 동 사업 기획을 통해 발굴한 유망국가의 정치·경제적 변동으로 시장 전망이 크게 변동되었을 경우 유망국가 재선정을 추진하고 기존의 기술개발 투자 우선순위 재조정

  · 선정 기준별 평가 데이터의 업데이트를 통한 유망국가 재도출, 과제 우선순위 재조정

- 동 사업 기획을 통해 선정된 유망사업아이템이 건설투자계획의 취소 및 지연등으로 변동이 발생할 경우 유망사업아이템 재선정을 추진 및 기존의 기술개발 투자 우선순위 재조정

‘해외건설 R&D인프라 구축’ 분야의 글로벌 기술협력을 통해 해외건설기술수요 변화 감지 및 상응하는 기술개발전략 보완 연구 추진

- ‘해외건설 R&D인프라 구축’분야의 ‘해외건설 정보 및 사업지원 시스템’ 전략프로젝트는 발주트렌드 대응을 위한 기술협력 종합정보체계를 구축하고 동 사업의 타 중점추진분야와 상시적으로 공유

- ‘해외건설 R&D인프라 구축’분야의 ‘글로벌 R&D네트워크 구축’ 전략프로젝트는 국제공동연구 추진, 기술표준화, 글로벌 기술협력을 추진하고 성과를 동 사업의 타 중점추진분야와 상시적으로 공유

- 건설산업의 보수적 특성상 급격한 기술혁신으로 기존의 기술이 파격적으로 대체되는 신기술의 출현, 기존 공종 및 상품 유형의 급격한 변화는 제한적일 것으로 예상됨

- 신속한 정보 수집·분석으로 신상품·신기술 개발 정보를 파악한다면, 신상품·신기술의 검증·적용에 소요되는 기간 동안 기술개발 중단, 추진 재검토 및 수정 보완 추진 등 대응책 마련이 가능

  · 동 사업의 기술개발 대상 공종 및 상품유형이 변화할 경우 해당 기술개발과제의 추진 재검토

  · 신기술 및 경쟁기술이 기술우위를 확보하고 동 사업에서 추진하는 기술개발과제의 기술 매력도가 급격히 저하될 경우 과제 추진 중단

  · 부각되는 신기술 및 경쟁기술이 개발 중일 경우 해당 기술과 경쟁우위를 확보할 수 있는 기술개발 요인을 신속히 파악하고 이를 고려한 기술개발과제 수정·보완 추진

기술개발 추진과제별 추진체계 및 예상 연구인력·인프라 확보를 통해 기술개발 불확실성 축소

- 동 사업은 핵심과제별 추진체계 및 예상 국내 연구인력·인프라에 대한 구체적인 계획을 제시하고 있으며, 예상 참여기관도 구체적으로 계획되어있음

  · 계획 대비 추진이 어려울 경우 글로벌 소싱을 추진하거나 기술개발 우선순위 조정 및 추진 재검토

- 현지 실증을 위해 적절한 현지 연구인력 및 인프라 확보가 어려울 경우는 국내 연구인력 및 연구인프라의 현지 파견, 인접국 연구인력 및 연구 인프라 활용 방안을 검토

  · 국내 및 인접국 자원의 활용이 제한적일 경우 기술개발 우선순위 조정 및 추진 재검토

현지 진출 기업, 현지거점센터 및 글로벌 산학연관 R&D 네트워크를 통해 현지협력 및 T/B 구축 계획을 신속 확정하여 기술개발 추진전략의 불확실성 해소

- '해외건설 R&D인프라 구축'분야를 통해 현지거점센터 및 글로벌 R&D 네트워크를 구축하고 동 사업의 중점추진분야별 기술개발과제 추진체계와 긴밀한 협력으로 현지협력 및 T/B 구축 계획을 실천과제로 신속 확정

- 현지 진출 우리 기업이 건설하고 있는 현장을 활용하는 방안 검토

- 현지협력 및 T/B 구축을 신속 확정하기 위한 국제공동연구 추진, 기술이전·확산, ODA 사업과 연계 추진 등을 모색

국내 건설산업의 한계 상황에서 해외건설지원은 최우선 건설 정책 과제이며 해외건설 경쟁력 강화를 통한 국내 건설 정책 보완 유리

- 국가 예산에서 국내 SOC 투자 비중은 줄어드는 추세이며, 이러한 추세는 선진국의 전례와 유사하게 지속 하락 또는 유지할 것으로 전망됨

- 국내 건설기업의 숫자는 줄지 않는 상황에서 기업의 생존을 위해서는 해외건설 시장 진출·확대 모색이 필수적이며 기업의 다수를 차지하는 중소기업의 해외건설 지원을 위한 정부 정책은 향후에도 지속적으로 최우선 과제임

- 해외건설 지원 정책을 통해 국내 건설산업 경쟁력을 강화하고 대중소기업의 조화로운 생태계가 조성될 경우 국내 건설 투자 및 정책 추진이 보다 원활하고 효과적으로 이루어질 것임

국제협력 및 국제공동연구 추진 시 예상되는 제도적 제약 조건 사전 해소 및 지원 방안 마련

- 외국 기관의 소유권 귀속, 정부 기술료, 연구비 지급·정산 등에서 국제협력 및 국제공동연구 추진 시 문제 발생 소지 있음
- 국토교통과학기술진흥원의 국토교통기술 연구개발사업 관리지침에 국제공동연구에 대한 고려가 반영되어있으며 동 사업을 추진하면서 제도적 문제점이 발생할 경우 신속한 개정 보완 추진

수 국고지원의 적합성

국고지원 요건 및 필요성

지원가능 법적 근거

- 「과학기술기본법」 2011. 7
- 「건설기술관리법」 제16조(공동연구·개발 등), 2012. 1
- 「해외건설촉진법」 제18조(기술개발), 2012. 1

정부 지원의 필요성

- 정부연구개발사업을 통해 완료된 과제 성과의 해외시장 실용·실증을 위해 정부의 추가 연구개발 지원 필요
- 다양한 지역 및 국가 등 해외사업의 특성에 맞는 건설교통 R&D는 민간 단독으로 수행하는데 한계가 있음
  - 해외 현지 건설환경에 최적화된 실용화 기술 개발은 자재, 공법 등 주로 중소 건설업체들에 필요한 기술이나, 중소 건설업체들은 대부분 R&D역량 및 예산이 부족하여 정부 지원 없이 추진하기에는 어려움이 있음
  - T/B 구축 및 Track Record 확보를 위한 전략프로젝트 비용, 소요기간, 현지 네트워크 확보역량을 고려할 때 정부지원 없이 기업이 단독으로 수행하는데 한계가 있음

· 특히 동 사업의 중점추진분야 중 하나인 '미래해외시장 창출형 선도기술개발'의 경우 장기적으로 유망한 시장임에도 불구하고 단기적으로 성과가 창출되지 않을 수 있으므로 기업이 독자적으로 수행하는데 어려움이 있음

- 중견·중소기업 기술개발과제 우선 추진 사업으로 정부 지원의 필요성이 매우 큼

· '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진'과 '미래 해외시장 창출형 선도기술개발'분야 전략프로젝트 예산의 50% 이상은 중견·중소기업 기술개발과제 예산에 배정

· '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진'분야는 중견·중소기업 완료 과제 중 해외시장 실증·실용화 필요 과제 우선 추진

· '미래 해외시장 창출형 선도기술개발'분야는 중견·중소기업 수요조사를 통해 과제 발굴 및 선정

- '해외건설 R&D 인프라 구축' 중 해외건설 기술협력 종합정보체계 및 사업관리 관련 전략프로젝트는 중소중견 해외진출기업을 수혜대상으로 하는 부분으로 정부지원 필요성이 큼

· '11년 기준 해외건설업 신고업체(877개) 중, 상위 10개사 등 일부 업체를 제외하면 해외건설 경험 및 전문인력·사업관리 역량이 부족한 실정이나 이들 업체들은 역량 확충을 위한 경제적·인적 여건을 확보하기 어려워 정부 연구개발사업을 통한 지원 필요

· 해외 건설사업 수주 및 수익을 위한 핵심 요소인 설계기술력, 시공기술력, 라이센스, 사업관리 능력 중 설계기술력, 시공기술력, 라이센스 관련 연구는 국토부의 대형 실용화 사업단 추진을 통해 일부 포함된 적이 있음

- '해외건설 R&D 인프라 구축' 중 국제 기술협력 및 공동연구 관련 전략프로젝트는 범정부 차원의 대응을 통하여 민간기업 단독 추진 시 예상되는 문제해결이 가능하며, 해외진출을 위한 통합 플랫폼 기능을 부여할 수 있음

· 민간기업 단독 추진 시, 개발 기술의 이전 등에서 어려움이 발생할 수 있음

· 개별 기업 추진 시 노하우 공개 및 공유에 어려움이 있을 것으로 예상되며, 중소기업의 경우, 재원, 인력 부족으로 공동연구 참여 기회를 부여받지 못할 것으로 예상됨

· 범국가적 차원의 국제기술협력 및 공동연구 추진을 통하여 연구현황 및 성과물에 대한 지속적인 모니터링 및 통합 관리가 가능하며, 외교적 협력을 가미한 해외 진출 통합 플랫폼 구축이 가능함

중장기 재정운용 계획과의 연계

「국가재정운용계획(2011～2015)」(2011, 기획재정부)

- R&D 투자의 정책방향 중 '미래 먹거리 창출과 동반성장을 위한 투자 지속'과 연계 추진하며, 중점사업 및 제도개선 과제 중 '민간이 수행하기 어려운 대형국책과제, 기초-원천연구 집중 지원'과 연계 추진함

「국가재정운용계획(2012～2016)」(2012, 기획재정부)

- 재량지출 계획 중 'R&D 투자는 민간투자가 어려운 기초·원천, 생명·녹색기술에 집중 투자, 산업·중소기업은 기술개발 등 체질개선을 위한 투자 강화'와 연계 추진함

6 재원 규모 및 확보방안

재원계획

소요예산 산출근거

- 사업별 소요인력 및 장비 등을 종합적으로 고려하여 산출

- 실질적인 해외 건설시장 수주·수익성 제고 목표를 달성하기 위한 연구개발 사업이므로 기업의 참여가 필수적이며 연구과제 참여기업의 예산 부담 비중을 20～50%까지 책정함

  · '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진', '미래 해외시장 창출형 선도기술 개발'분야는 중소기업 주도·참여로 추진될 전략프로젝트로 구성되어 민간 부담 비중이 28%임

  · '해외건설 R&D 인프라 구축' 분야는 관리주체가 정부기관이고, 향후 상용화 가능성 전략프로젝트로 구성되어 부담비중이 2%임

예산확보방안(안)

- 동 사업 예산 중 정부 예산의 40%는 국토교통 R&D 예산 한도내에서 확보하고, 나머지 60%는 한도 외로 예산 당국에 요청 및 기금 등으로부터 확보

- 민간 재원 확보 가능성을 타진하기 위하여 동 사업 참여 후보기업 10개 사로부터 '사업 참여 의향 확인서'를 확보했으며 추가 참여의사에 대해 동 사업발주 시까지 확인할 예정

※ 사업발주 시, 참여의사가 있는 기관은 '[별첨 6] 기업체 사업 참여의향 확인서' 참조

<연구개발사업 소요재원, (단위:억원)>

구분			총사업비			
대항목	소항목		합계	국고	지방비	민자
연구개발(%)	직접비		2,631.9	2,109.1	-	522.8
	간접비		658.0	527.3	-	130.7
연구시설 및 장비 (%)	시설	공 사 비				
		시 설 부 대 비				
		부 지 매 입 비				
		기 타				
		합 계				
	장비	일 반 장 비				
		특 수 장 비				
		합 계				
	합 계					
기 타 (%)						
합 계			3,289.9	2,636.4	-	653.5

주1) 대항목의 부문별 사업비 비중(%)은 소수점 한자리까지 반드시 기재

주2) * 공 사 비 : 예산안편성지침의 시설비목에 해당하는 경비로서 건축공사, 토목공사, 조경공사, 설비공사, 전기공사, 통신공사비 등

* 시설부대비 : 공사비 및 용지비를 제외한 설계비, 감리비, 조사비 등 기타 부대비용

* 일반 장비 : NTIS 장비DB에 포함되어 단가분포 정보가 있는 장비

* NTIS장비 DB : 국가연구시설장비 관리 표준지침에 제시된 8개 대분류, 48개 중분류, 209개 소분류로 구분한 자료

* 특수장비 : 일반장비와 달리 고가이거나 국가과학기술종합정보시스템에 등록되어 있지 않은 장비를 의미, 세부 산출 근거 기재

* 기 타 : 연구개발, 연구시설 및 장비구축 이외의 연구관리, 인력양성 등의 부대사업

<연차별 투자계획, (단위:억원)>

구분	총사업비	연차별 투자계획									
		'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
합 계	3,289.9	360.4	662.6	537.0	133.8	211.4	263.4	254.1	301.4	292.4	273.4
국 고	2,636.4	275.4	494.9	409.9	119.7	178.9	223.7	219.7	247.4	243.4	223.4
지방비											
민 자	653.5	85.0	167.7	127.1	14.1	32.5	39.7	34.4	54.0	49.0	50.0

소요 인력

동 사업에서 투입이 필요한 연인원은 총 1,910명임

- 기업체 해외사업 유경험 인력의 활용
- 출연(연) 및 연구기관 연구인력 지원 및 활용
- 대학연구소 지원 확대

<연차별 소요인력, (단위:억원)>

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
책임연구원	47	64	56	24	32	42	39	40	42	40	426
연구원	77	105	80	22	36	47	47	47	51	52	564
연구보조원	146	191	155	40	53	72	65	59	67	72	920
계	270	360	291	86	121	161	151	146	160	164	1,910

7 선행 예비타당성조사 이력

동 사업은 '12년 하반기 예비타당성평가 기술성평가에서 부적격판정 이후 전면 재기획을 통해 '13년 상반기 예비타당성평가에 상정

기술성평가 부적격 판정 사유	보완 사항
▪ 사전동향 분석내용을 기반으로 추진체계, 전략 등 사업 추진을 위한 전반적 내용 재구성 필요	▪ 기획 Frameworks 전면 수정을 통한 기획연구 재추진
▪ 상당수 기술개발내용이 R&D 사업 성격에서 벗어남	▪ 비 R&D성 과제로 지적 받은 '시스템 엔지니어링' 분야는 인프라지원 부분으로 축소 반영 ▪ 실용실증, 미래선점형 기술개발과제 위주 사업구성
▪ 중소기업 지원 사업이나 중소기업 지원방안의 구체성이 미흡	▪ 건설신기술보유기업 대상 기술수요조사 실시를 통해 중소기업 기술수요를 확인 ▪ 중소기업 참여 부분에 사업예산의 50% 지원
▪ 원천특허 확보가능성 및 방안, 관련기술수준에 대한 구체적 검토 미흡	▪ 핵심과제별 논문/특허분석을 통해 국내외 원천기술확보 동향 파악 및 핵심과제 내용 반영 ▪ 소재/자재, 장비, 설계 등 건설분야 원천기술 확보 가능성 검토
▪ 민간확보기술 검토 미흡, 대기업이 역량을 보유한 기술분야 과제를 제안	▪ 해외 국가별 최적화 기술 확보를 목적으로 국가별 기후, 지반, 경제적 여건 등 건설환경에 부합하는 실증기술 확보 주력하여 민간기업 확보역량과 차별화 ▪ 도시계획, 그린에너지 인프라 등 민간기업 미확보 기술 개발 지원
▪ 민간투자의 적극적 유도가 필요하나 민간기업의 사업 참여가능성 낮음	▪ 민간기업 참여의향서 확보를 통해 기업체 참여가능성 사전 검토
▪ 제안과제의 기존 국가연구개발사업 유사중복 가능성 높음	▪ 동 사업의 중점추진분야인 '해해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진' 분야는 기 추진 국토교통연구개발사업의 연계(개선) 실증 기술개발분야로 기 확보 역량에 대한 면밀한 분석 수행
▪ 유사사업 연계방안 미흡	▪ 동 사업은과 지원영역이 겹치는 해외진출지원 유사사업은 없음 ▪ 핵심과제별 유사과제 연계방안 제시
▪ 예산 및 인력운용계획 구체화 미흡	▪ 사업예산의 비목별 구체화 제시, 필용 장비/자재 제시
▪ 성과관리계획 및 평가계획, 성과물 활용방안 미흡	▪ 중점추진분야별 특성에 따라 차별화된 사업관리/평가체계/지표 제안, 핵심과제별 성과물 활용방안 제시

|| SUMMARY ||

1 Title

The development of R&D Roadmap and Strategies for promoting market share in overseas construction market

2 Objectives

The purpose of this project is developing mid-long term R&D program planing which ensure the construction technology of high-value-added and improved productivity to solve the problem of deterioration of profitability in overseas construction market, to induce qualitative growth.

3 Contents and Scopes

This project includes trends and environmental analysis related overseas construction market, R&D program and project planing and technology roadmap charting.

Because competitiveness in the overseas construction market is complex factors affecting, this project is subject to a range of technologies to roads, water, buildings, cities, housing, energy, and technology with conventional construction technology to a foreign support to facilitate entry into the foreign market/technical information, and project management skills, overseas networking/operating areas considered comprehensively.

4 Research Result

Through this project, "A R&D program to facilitate overseas construction market penetration" were planning. R&D program are as follows.



Table of Contents

SUMMARY

Ⅰ. Overview of the R&D Program ····· 1

1. Definition and background of R&D Program ····· 3
2. Grounds of project ····· 15
3. Project configuration ····· 21

Ⅱ. Analysis of Global Construction Trends ····· 25

1. Global construction market trends ····· 27
2. Policy trends of overseas construction business ····· 62
3. Construction Technology Competitiveness & Direction of technological development ····· 79

Ⅲ. Necessity of R&D Program ····· 85

1. Necessity of R&D ····· 87
2. Urgency about R&D ····· 123
3. Suitability for fiscal support ····· 134

Ⅳ. R&D Program Planing ····· 141

1. Establishment procedure ····· 143
2. The main contents of R&D Program ····· 187
3. Performance detail ····· 194
4. Risk management plan ····· 206
5. Project management plan ····· 210
6. Connectivity & redundancy ····· 226

Ⅴ. Strategic Project ····· 235

1. R&D area for promoting commercialization of Overseas Market-specific construction technologies ····· 237

2. R&D area that is specified future technological needs in overseas construction market ·····286
3. Infrastructure for overseas construction R&D facilitating ·····314

Ⅵ. Roadmap & Budget Estimation ·····343
1. R&D roadmap ·····345
2. Budget Estimation ·····347
3. Requirement of man power ·····351

Ⅶ. Expected Effect ·····355
1. Economical expectation effect ·····357
2. Technical expectation effect ·····359
3. Political expectation effect ·····363

목 차

요약문

Ⅰ. 사업 개요 ····· 1
1. 사업의 정의 및 추진배경 ····· 3
1.1 사업의 목적 ····· 3
1.2 사업의 정의 ····· 3
1.3 사업추진배경 ····· 4
1.4 사업추진경과 ····· 12
1.5 사업의 비전 및 목표 ····· 13
2. 사업의 추진근거 ····· 15
2.1 관련법안 ····· 15
2.2 박근혜 정부 정책목표 및 국정과제 부합성 ····· 15
2.3 해외건설 정부 정책 부합성 ····· 18
2.4 중장기 R&D 계획과의 연관성 ····· 19
3. 사업구성 ····· 21

Ⅱ. 해외건설 동향분석 ····· 25
1. 국내외 건설시장 동향 ····· 27
1.1 국내 건설시장 동향 ····· 27
1.2 해외 건설시장 현황 및 전망 ····· 30
1.3 해외 건설 수주 현황 및 전망 ····· 53
2. 해외건설 관련 정책동향 ····· 62
2.1. 박근혜 정부 정책목표 및 국정과제 ····· 62
2.2. 범부처 정책 ····· 65
2.3. 국토교통부 정책 ····· 67
2.4. 해외시장 진출 지원 정부사업 ····· 68
3. 국내 건설기술경쟁력 및 기술의 발전방향 ····· 79
3.1. 건설산업 · 기술 경쟁력 현황 ····· 79
3.2. 기술의 발전방향 ····· 83

Ⅲ. 사업추진의 필요성 ····· 85
1. 기술개발 필요성 ····· 87
1.1 정책적 부합성 ····· 87
1.2 사회경제적 필요성 ····· 94
1.3 기술적 필요성 ····· 106
2. 기술개발 시급성 ····· 123
2.1 사업추진 시의 적절성 ····· 123
2.2 국내 사업여건 성숙도 ····· 129
3. 국고지원 적합성 ····· 134
3.1 사업의 혁신성 ····· 134
3.2 사업의 공공성 ····· 136
3.3 국고지원 효율성 ····· 139

Ⅳ. 사업추진계획 ····· 141
1. 사업추진계획 수립절차 ····· 143
1.1. 사업기획 Framework ····· 143
1.2. 사업기획 단계별 수행내용 ····· 144
2. 사업의 주요내용 ····· 187
2.1. 사업 추진 방향 설정 ····· 187
2.2. 비전 및 목표 ····· 191
3. 사업구성 ····· 194
3.1. 중점추진분야 ····· 194
3.2. 사업추진체계 및 추진전략 ····· 198
4. 사업수행의 위험관리 방안 ····· 206
4.1. 위험요인 정의 ····· 206
4.2. 위험요인별 대응방안 ····· 207

5. 사업관리방안 ····· 210
5.1. 공통 ····· 210
5.2. 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 사업관리 방안 ····· 215
5.3. 미래 해외시장 창출형 선도기술 개발 사업관리 방안 ····· 219
5.4. 해외건설 R&D 인프라 구축 사업관리 방안 ····· 222
5.5. 사업 성과지표 ····· 225
6. 타사업과 중복성 및 연계성 ····· 226
6.1 타사업과 중복성 검토 ····· 226
6.2 전략프로젝트별 중복성 및 연계성 검토 ····· 231

Ⅴ. 중점추진분야별 전략프로젝트 ····· 235
1. 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진 ····· 237
1.1 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술 ····· 237
1.2 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술 ····· 256
1.3 생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술 ····· 274
2. 미래 해외시장 창출형 선도기술개발 ····· 286
2.1 산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발 기술 ····· 286
2.2 그린에너지 인프라 건설기술 ····· 294
3. 해외건설 R&D 인프라 구축 ····· 314
3.1 해외건설 정보 및 사업지원 시스템 ····· 314
3.2 글로벌 R&D 네트워크 구축 ····· 330

Ⅵ. 로드맵 및 소요예산 ····· 343
1. 기술로드맵 ····· 345
1.1 전략프로젝트 로드맵 ····· 345
1.2 핵심과제 로드맵 ····· 346
2. 소요예산 ····· 347
2.1 사업 소요예산 ····· 347
2.2 중점추진분야별 소요예산 ····· 347
2.2 전략프로젝트별 소요예산 ····· 348
3. 소요인력 ····· 351

Ⅶ. 기대효과 ·····355
1. 경제적 기대효과 ·····357
2. 기술적 기대효과 ·····359
3. 정책적 기대효과 ·····363

[별첨1] 사업관련 법령 및 정책계획 ·····367
[별첨2] 유망국가 선정 참고자료 ·····371
[별첨3] 기술수요조사 ·····413
[별첨4] 유망사업아이템-기술수요조사결과 Matching 결과 ·····421
[별첨5] 전략프로젝트 도출 사전회의 및 상세기획 Working Group 회의일지 ·····457
[별첨6] 기업체 사업 참여의향 확인서 ·····501

표 목 차

[표 Ⅰ-1] 중점추진분야별 전략프로젝트 ····· 22
[표 Ⅱ-1] 국내 및 해외건설 수주액 비교 ····· 29
[표 Ⅱ-2] 2010-2020년 전 세계 건설 시장 규모 추이 (단위: 억$) ····· 31
[표 Ⅱ-3] 연도별 해외건설시장 추이 (단위: 억불, %) ····· 31
[표 Ⅱ-4] 4대 인프라 분야의 시장전망 ····· 34
[표 Ⅱ-5] 해외 Top10 업체와 한국 건설업체 해외사업 분야별 비중 비교 ····· 61
[표 Ⅱ-6] 부처별 SW 수출 정부지원 전략 ····· 71
[표 Ⅱ-7] SW 해외진출 단계별 관계부처 및 정책수단(안) ····· 71
[표 Ⅱ-8] 엔지니어링 해외진출지원센터 설립 국가 ····· 71
[표 Ⅱ-9] 해외시장진출지원 부처별 사업 및 주요내용 ····· 76
[표 Ⅲ-1] 국토교통기술연구개발사업별 사업담당관 지정 현황 ····· 93
[표 Ⅲ-2] 사업추진을 통한 경제적 편익 ····· 102
[표 Ⅲ-3] 국내 주요건설사 2012년 경영실적 ····· 106
[표 Ⅲ-4] 해외진출 유형에 따른 수주금액 및 수익률 ····· 111
[표 Ⅲ-5] 개발도상국 도시 개발 사업의 규모(2010년 기준) ····· 114
[표 Ⅲ-6] 유망국가 선정 기준 ····· 119
[표 Ⅲ-7] 해외진출 유형에 따른 수주금액 및 수익률 ····· 125
[표 Ⅲ-8] 국토교통-우리나라 연구인력의 보유학위별 비중 ····· 132
[표 Ⅲ-9] 연구개발 주체별 재원별 3,000만원 이상 기자재 보유현황 및 활용분야 ····· 133
[표 Ⅲ-10] 사업 추진 규모 ····· 140
[표 Ⅳ-1] 유망국가 선정 기준 ····· 145
[표 Ⅳ-2] 유망국가 리스트 및 주요 건설사업 추진계획 ····· 146
[표 Ⅳ-3] 유망건설사업아이템(안) ····· 151
[표 Ⅳ-4] 유망국가별 건설환경 분석 ····· 155
[표 Ⅳ-5] 유망사업아이템별 기술수요조사 응답 현황 ····· 174
[표 Ⅳ-6] 핵심과제 우선순위 평가 결과 ····· 177
[표 Ⅳ-7] 중점추진분야별 전략프로젝트 구성 ····· 185
[표 Ⅳ-8] 위원회 구성 및 기능 ····· 199
[표 Ⅳ-9] 대내·외적 환경변화에 따른 위험요인 정의 ····· 206
[표 Ⅳ-10] 평가단계별 평가방법 구분 ····· 211
[표 Ⅳ-11] 선정평가 항목 및 평가지표 ····· 212
[표 Ⅳ-12] 중간평가 항목 및 평가지표 ····· 213
[표 Ⅳ-13] 최종평가 지표 ····· 214
[표 Ⅳ-14] 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진선정평가 차별화 지표 ····· 215
[표 Ⅳ-15] 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 중간평가 차별화 지표 ····· 216

[표 Ⅳ-16] 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 성과활용방안 ····· 217
[표 Ⅳ-17] 미래 해외시장 창출형 선도기술 개발선정평가 차별화 지표 ····· 219
[표 Ⅳ-18] 미래 해외시장 창출형 선도기술 개발 중간평가 차별화 지표 ····· 220
[표 Ⅳ-19] 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 성과활용방안 ····· 221
[표 Ⅳ-20] 해외건설 R&D 인프라 구축 선정평가 차별화 지표 ····· 222
[표 Ⅳ-21] 해외건설 R&D 인프라 구축 중간평가 차별화 지표 ····· 223
[표 Ⅳ-22] 해외건설 R&D 인프라 구축 성과활용방안 ····· 224
[표 Ⅳ-23] 유사사업 지원영역 검토 ····· 226
[표 Ⅳ-24] 사업기획, 금융조달, F/S역량강화지원 사업 비교 ····· 227
[표 Ⅳ-25] 전략기술개발사업 비교 ····· 228
[표 Ⅳ-26] 사업관리 역량 강화 사업 비교 ····· 229
[표 Ⅳ-27] 정보체계 구축사업 비교 ····· 229
[표 Ⅳ-28] 국제협력 네트워크 구축 유사사업 비교 ····· 230
[표 Ⅴ-1] 주요 국내 건설 기업의 리스크 평가 모델 운영 현황 ····· 320
[표 Ⅵ-1] 연차별 소요예산(단위: 억 원) ····· 347
[표 Ⅵ-2] 중점추진분야별 소요예산(단위: 억 원) ····· 347
[표 Ⅶ-1] 사업추진을 통한 경제적 편익 ····· 357

그 림 목 차

[그림 Ⅰ-1] 국내건설사들의 연도별 해외건설 수주실적 ····· 5
[그림 Ⅰ-2] 주요건설사 영업이익률('12년) ····· 6
[그림 Ⅰ-3] GS건설 매출액 및 영업이익률 추이 ····· 6
[그림 Ⅰ-4] 국내 대기업/중소기업 시장점유율, 수익성 비교 ····· 7
[그림 Ⅰ-5] 사업추진 경과 ····· 12
[그림 Ⅰ-6] 해외건설촉진연구개발사업 비전 및 목표 ····· 13
[그림 Ⅰ-7] 창조경제 실현계획과 동사업 부합성 검토 ····· 16
[그림 Ⅰ-8] 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진 중점추진분야 개념 ····· 21
[그림 Ⅱ-1] SOC 예산변동 추이(기획재정부) ····· 27
[그림 Ⅱ-2] 산업별 경제 성장률 ····· 28
[그림 Ⅱ-3] 상품별 해외 수출액('11년) ····· 29
[그림 Ⅱ-4] 세계 건설시장 현황 및 전망(실질가치 기준) ····· 30
[그림 Ⅱ-5] 권역별 건설시장 성장률 2010-2020 ····· 30
[그림 Ⅱ-6] 그린 건설시장 규모 전망 ····· 32
[그림 Ⅱ-7] 공종별 연평균 시장성장률 예측('08-'18) ····· 33
[그림 Ⅱ-8] 전 세계 인구와 도시인구 및 신흥국 도시인구 추세 ····· 36
[그림 Ⅱ-9] 세계의 주요 탄소제로 도시 프로젝트 ····· 37
[그림 Ⅱ-10] 세계 물산업 현황(2010년) ····· 38
[그림 Ⅱ-11] 세계 건축시장 현황 및 전망('10-'20) ····· 41
[그림 Ⅱ-12] 세계 건축시장의 부분별 시장 현황 및 전망 ····· 41
[그림 Ⅱ-13] 세계 건축시장의 부분별 시장 현황 및 전망('10년 - '20년) ····· 42
[그림 Ⅱ-14] 세계 건축시장의 부분별 구간별 성장률 ····· 43
[그림 Ⅱ-15] 권역별 건축시장 성장률('10년-'20년) ····· 43
[그림 Ⅱ-16] 권역별 건축시장 규모 및 전망 ····· 44
[그림 Ⅱ-17] 권역별 플랜트 시장전망 ····· 47
[그림 Ⅱ-18] 권역별 플랜트시장 점유비 전망 ····· 47
[그림 Ⅱ-19] 플랜트 부문 지역별 시장성장률 분석 ····· 47
[그림 Ⅱ-20] 국내 기업 해외수주액의 발주방식별 비중 변화 ····· 50
[그림 Ⅱ-21] 글로벌 투자개발형 사업의 투자규모 추이 ····· 52
[그림 Ⅱ-22] 글로벌 투자개발형 사업 추진현황 ····· 52
[그림 Ⅱ-23] 해외 수주 실적 추이 ····· 53
[그림 Ⅱ-24] 권역별 수주 비중(01년, 06년, 11년) ····· 54
[그림 Ⅱ-25] 국내기업의 권역별 해외건설 수주액 추이 ····· 54
[그림 Ⅱ-26] 국내 기업의 공종별 해외건설수주액 추이 ····· 55
[그림 Ⅱ-27] 국내기업의 토목분야 세부공종별 수주액 추이 ····· 56
[그림 Ⅱ-28] 국내기업의 토목분야 세부공종별 수주건수 추이 ····· 57

[그림 Ⅱ-29] 단지조성 부문 수주금액 및 토목분야 수주액 대비 비중 ····· 58
[그림 Ⅱ-30] 우리나라 해외건설수주액 건축 세부공종별 추이 ····· 59
[그림 Ⅱ-31] 우리나라 해외건설수주액 건축 세부공종별 수주건수 ····· 59
[그림 Ⅱ-32] 플랜트분야 세부공종별 수주 추이 ····· 60
[그림 Ⅱ-33] 신재생에너지 해외진출사업 ····· 69
[그림 Ⅱ-34] 수출용 SW의 현지화 품질목표 달성 및 해외진출을 위한 수출 멘토링 컨소시엄 ····· 70
[그림 Ⅱ-35] 엔지니어링 해외진출지원센터 개념 ····· 72
[그림 Ⅱ-36] 건설교통 10대 중점기술 수준 분석 ····· 77
[그림Ⅱ- 37] 우리나라와 경쟁국의 원천/설계기술수준 및 자재조달 수준 비교 ····· 78
[그림 Ⅱ-38] 해외시장에서 필요한 기업의 주요 역량 ····· 79
[그림 Ⅱ-39] 선진업체 대비 건설경쟁력 ····· 80
[그림 Ⅱ-40] 주요 국가의 시공 및 사업관리 분야 경쟁력 ····· 80
[그림 Ⅲ-1] 제3차 과학기술기본계획(2013~2017)과 해외건설촉진연구개발사업 연계성 ····· 89
[그림 Ⅲ-2] 2013-2017 건설교통R&D중장기계획과 해외건설촉진연구개발사업 연계성 ····· 89
[그림 Ⅲ-3] 세계 건설시장 현황 및 전망($ Bil, 실질가치 기준) ····· 94
[그림 Ⅲ-4] 도시인구 및 세계ㆍ신흥국 도시인구 비중 추이(단위: 억 명) ····· 95
[그림 Ⅲ-5] 글로벌 투자개발형 사업의 투자규모 추이 ····· 95
[그림 Ⅲ-6] 상품별 해외 수출액 ····· 96
[그림 Ⅲ-7] 해외 수주 실적 추이 ····· 97
[그림 Ⅲ-8] 국내 기업의 공종별 해외건설수주액 추이 ····· 97
[그림 Ⅲ-9] 주요건설사 영업이익률('12년) ····· 98
[그림 Ⅲ-10] GS건설 매출액 및 영업이익률 추이 ····· 98
[그림 Ⅲ-11] 국내 대기업/중소기업 시장점유율, 수익성 비교 ····· 98
[그림 Ⅲ-12] 중장기 투자 필요성 ····· 100
[그림 Ⅲ-13] 주요건설사 영업이익률('12년) ····· 106
[그림 Ⅲ-14] GS건설 매출액 및 영업이익률 추이 ····· 106
[그림 Ⅲ-15] 건설기업의 법인세 차감전 순이익, 우리나라 건설교통분야 기업체 매출액 대비 연구개발비 비중 추이 ·· 110
[그림 Ⅲ-16] '11년 건설교통분야 연구개발인력 1인당 연구개발비(단위: 백 만원) ····· 111
[그림 Ⅲ-17] 선진국과 개도국의 도시인구 전망 (단위: 100만 명) ····· 114
[그림 Ⅲ-18] 글로벌 신재생에너지 시장 성장 ····· 115
[그림 Ⅲ-19] '11년 주요 수출상품별 정부 R&D 투자액(자료: 국가과학기술위원회) ····· 116
[그림 Ⅲ-20] 수출 1,000억 원당 연구개발비('11년) ····· 117
[그림 Ⅲ-21] 해외건설 R&D 사업의 기획대상 기술개발과제 도출 기준 ····· 119
[그림 Ⅲ-22] 주요건설사 영업이익률('12년) ····· 124
[그림 Ⅲ-23] GS건설 매출액 및 영업이익률 추이 ····· 124
[그림 Ⅲ-24] 해외건설관련 범부처 및 국토부 정책계획 ····· 128

[그림 Ⅲ-25] 해외건설지원사업 지원영역 및 해외건설촉진연구개발사업 지원영역 비교 ····· 128
[그림 Ⅲ-26] 건설교통 10대 중점기술 수준 분석 ····· 129
[그림 Ⅲ-27] 우리나라와 경쟁국의 원천/설계기술수준 및 자재조달 수준 비교 ····· 130
[그림 Ⅲ-28] 연도별 국토교통연구개발인력/연구인력 추이('08 ~ '11) ····· 131
[그림 Ⅲ-29] 주체별 연구개발인력 보유현황 (단위: 명) ····· 131
[그림 Ⅲ-30] '11년 전공별 국토교통연구인력 수 ····· 131
[그림 Ⅲ-31] '13년~'23년 기술분야별 연구인력의 누적 수급격차 ····· 132
[그림 Ⅳ-1] 사업기획 절차 ····· 143
[그림 Ⅳ-2] 해외건설 R&D 사업의 기획대상 기술개발과제 도출 기준 ····· 149
[그림 Ⅳ-3] 유망사업아이템 도출 ····· 157
[그림 Ⅳ-4] 전략프로젝트 후보군 도출(교통인프라) ····· 175
[그림 Ⅳ-5] 전략프로젝트 후보군 도출(물관리) ····· 175
[그림 Ⅳ-6] 전략프로젝트 후보군 도출(도시건축) ····· 176
[그림 Ⅳ-7] 전략프로젝트 후보군 도출(그린에너지) ····· 176
[그림 Ⅳ-8] 해외건설촉진연구개발사업 성과목표 및 성과지표 ····· 193
[그림 Ⅳ-9] 중점추진분야 설정 ····· 194
[그림 Ⅳ-10] 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진 중점추진분야 개념 ····· 195
[그림 Ⅳ-11] 사업운영관리 거버넌스 구조(안) ····· 198
[그림 Ⅳ-12] 과제발주 및 추진 프로세스 ····· 200
[그림 Ⅳ-13] 해외건설 R&D Hub센터 수행 역할 ····· 202
[그림 Ⅳ-14] 현지 정보 네트워크 플랫폼 구축 ····· 204
[그림 Ⅳ-15] 중점추진분야 간 상호 연계 ····· 205
[그림 Ⅳ-16] 종료 과제의 성과연계 및 해외실증 ····· 216
[그림 Ⅴ-1] 토목섬유 보강 연약지반 보강공법 비교 ····· 251
[그림 Ⅴ-2] 성토지지말뚝 위 지반아치의 형상 ····· 251
[그림 Ⅴ-3] 신도시 수출 전략 Toolkit ····· 292
[그림 Ⅴ-4] 지난 20년간 발표된 해외건설 분야 논문 ····· 315
[그림 Ⅴ-5] Hochtief 社의 해외공사 리스크 조기경보체계 ····· 317
[그림 Ⅴ-6] Skanska 社의 해외공사 전주기 사업관리 및 의사결정 체계 ····· 318

Ⅰ. 서 론

1. 사업의 정의 및 추진배경
2. 사업의 추진근거
3. 사업 구성

1. 사업의 정의 및 추진배경

1.1 사업의 목적

해외건설 수주·수익성 향상을 위해 정부차원의 포괄적 · 체계적 R&D사업 추진으로 해외건설을 고부가가치 수출품목으로 육성

도시, 교통인프라, 물관리 등 활황이 예상되는 신흥국 인프라 건설 수주 · 수익성 향상을 위해 진출대상 국가별 현지 실용 · 실증화 기술개발

글로벌 트렌드에 따라 성장이 예상되는 스마트인프라, 그린에너지 건설시장 선점을 목적으로 기초-원천-실용화 전주기 기술개발

기술협력 정보시스템 구축, 중소기업 사업수행 지원, 글로벌 R&D협력 인프라 및 네트워크 구축을 위한 해외건설 R&D 인프라 구축

새정부 국정과제「해외건설 · 플랜트 및 원전산업 진출지원」실천을 위한 R&D로드맵 수립

1.2 사업의 정의

사업명: 해외건설촉진 연구개발사업

해외건설사업의 질적고도화를 위한 "**고부가가치**" 기술개발사업

해외건설시장 선점 및 수익성 제고를 위해 "**국가별, 권역별 타겟팅**"된 연구개발사업

해외건설 R&D성과 창출 위한 현지 기술수요 모니터링 및 국제협력 · 기술실증 "**해외건설 R&D 인프라 구축**" 사업

1.3 사업추진배경

1.3.1 해외건설 현황과 과제

국내 건설시장 한계 상황에서 건설기업의 해외건설 진출·확대는 생존의 문제

공공부분 SOC 투자 축소, 주택경기 침체 등으로 인한 국내 건설시장 침체 지속

- 4대강 사업 등 대규모 건설투자에 대한 국민적 피로감 증가, 복지기조로의 분위기 변화로 인한 공공분야 재정투자의 감소는 건설시장 위축을 가속화함

  ※ '12년 정부의 SOC 예산(안)은 전년대비 7.3%(1.8조 원) 감소한 22.6조원이며, 지자체 재정자립도 및 공기업 부채규모 악화로 SOC 예산 감소추세는 지속될 것으로 예상됨

정부 및 건설업계에서도 해외건설 진출확대가 건설산업 활성화를 위한 돌파구로 인식

- 정부는 해외건설 수주확대를 통한 건설산업의 신성장동력화를 목표로 설정하고 해외건설 종합대책(2008), 제 1, 2차 해외건설진흥계획 등 해외건설시장에서의 경쟁력 강화를 위한 지원정책을 발표함

  · 박근혜 정부는 국정목표로 "일자리 중심의 창조경제"를 제시하여 기존 추격형 경제체계에서 선도형 창조경제로의 전환을 추진하며 이를 위한 세부 전략인 140대 국정과제 중 "해외건설·플랜트 및 원전산업 진출 지원"을 포함

  · 국토교통부는 정부 국정과제 이행을 위한 전략으로서 첨단교통, U-city, IT 융합 건설/교통 상품의 육성 및 해외진출 지원과 개도국 주택·신도시·수자원분야의 전략적 지원강화를 통한 시장다변화 및 안정적 수주기반확보를 도모

  ※ 건설 ENG 역량강화 및 업계 기술력 제고

  ※ 신시장 개척을 위한 현지교섭·발주처 초청 등 초기진출 비용 지원을 확대하되, 성장잠재력이 높은 중점협력국 위주 지원을 추진

  ※ 고부가가치 투자개발형 사업진출 활성화를 위한 투자자금 확대

  ※ 해외건설 지원업무를 총괄하는 전담기구를 설치 지원

해외건설 시장 변화에 대한 적극적 대응과 국내 기업 역량 강화를 통해 해외건설 수주 정체, 수익성 저하 타개 시급

해외건설 시장은 토목, 플랜트 분야의 고른 성장이 예상되며, 글로벌 트렌드변화에 따른 새로운 기회의 창이 열리고 있음

- 세계 건설시장 규모는 '12년 6조 달러에서 지속성장하여 '20년 8.5조 달러 규모로 전망[9)]

  · '18년까지 토목, 플랜트, 건축시장은 각각 6.7%, 5.5%, 2.4% 성장 전망

- 저개발국가의 도시화 가속화, 교통/물관리시장 성장, 기후변화 대응, 그린건설 시장, 미개척에너지 등 건설시장 패러다임 변화가 기대됨

  · 신흥국 중심의 급격한 도시화는 해외신도시 시장의 성장을 유도하고, 이와 연계된 교통인프라/물인프라/주택시장의 지속 성장 기대

  · 글로벌 트렌드, 자원환경변화, 기후변화 등에 대응하기 위한 미래건설기술 수요 증가

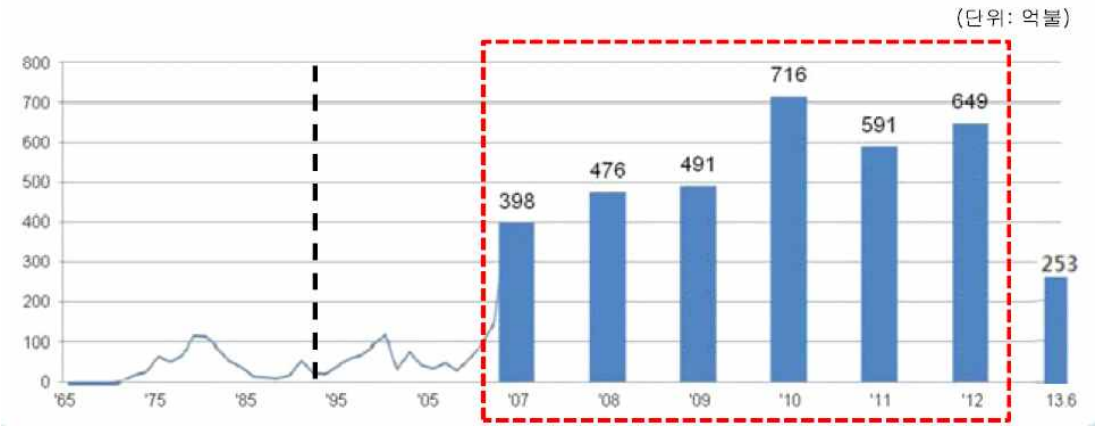
  ※ 기존 에너지자원 고갈우려에 따라 미개척에너지 시장의 급격한 성장 전망

  ※ 그린인프라 구축 증가에 따른 그린 건설시장 활성화[10)]

그러나, 국내 해외건설 수주는 '10년 700억 달러까지 도달한 후 '11년 591억 달러, '12년 649억 달러로 정체 추세

- '07년 이후 국내 건설사들의 해외건설수주 실적의 비약적 증가는 우리의 경쟁력 제고에 기인했다기보다는 중동을 중심으로 한 해외 건설시장의 특수에 기인

- 기술경쟁력이 크게 개선되지 않은 상태에서의 해외건설 수주는 700억불 규모에서 포화상태에 도달하였으며, 더 이상의 성장을 기대하기 어려운 상황임



[그림 Ⅰ-1] 국내건설사들의 연도별 해외건설 수주실적
(자료: 해외건설협회, 2013 국토교통 Technology Fair 발표자료)

9) Global Insight, 2011 - 실질가치 기준
10) 김상범 (2011) 녹색 정책 현황 및 건설 산업, KOSCA 녹색정책과 전문건설공사 수요창출 세미나

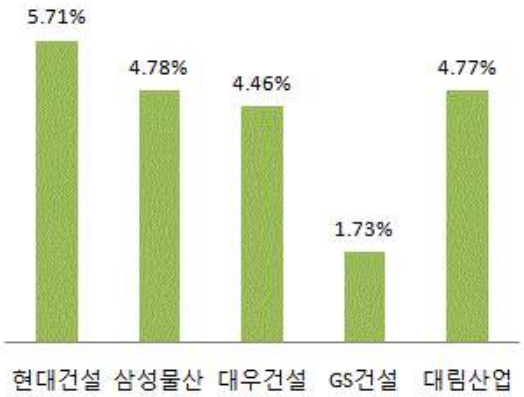
현재와 같이 EPC 사업 진출에 한정 시, 국내 업체간 과당경쟁 심화 및 원화강세로 인한 수익성 저하 및 수주정체 지속 우려 예상

국내 건설사들은 최근 해외에서 양적 성과를 올리고 있으나 외형성장만큼 시장 상품-다변화, 수익성제고 등 질적 성과는 미흡

'12년 주요 건설사의 잠정실적 공시내용을 보면 수주와 매출은 10~30% 가까이 크게 성장했으나 영업이익 증가는 수주와 매출에 못미쳐 금융비용을 제외하면 수익은 거의 없는 것으로 나타남

- 국내 주요 건설사의 2012년 영업이익률은 현대건설 5.7%, 대우건설 4.5%, 대림산업 4.8%, GS 1.7%로 최근 수익률이 급감하는 추세(해외건설협회)

- 영업이익률이 낮아진 것은 주력 해외시장에서 중국, 동구권 건설사들의 저가공세와 국내 업체간 과당경쟁으로 인한 저가수주에서 기인함



[그림 Ⅰ-2] 주요건설사 영업이익률('12년)



[그림 Ⅰ-3] GS건설 매출액 및 영업이익률 추이

기본설계 및 엔지니어링 원천기술, 사업관리기술 부족으로 고부가가치 사업은 Global Top 기업들이 독점하고 국내 기업은 시공위주 사업 수주로 경쟁 심화

- 해외공사의 외화가득율은 '70년대 초 50%수준에서 현재 20%수준을 유지하고 있으며, 우리기업의 적자공사비율은 ENR 평균인 15%를 상회

- 국내 기업 해외공사 기자재 자급율은 40%수준으로 일본, 중국에 비해 저조, 이는 해외사업 수행 시 외화가득률 저하 요인으로 작용

해외 진출업체 다수를 차지하는 중소기업 수주 지속 감소, 적자공사비중 높음

- ‘11년도 기준 해외건설 수주 금액 비중을 비교해보면 대기업이 91.8%를 차지한 반면, 중소기업은 8.2%에 불과

- 대기업의 적자공사비율은 20% 수준이나, 중소기업의 적자공사비율은 이보다 높은 30% 수준

- 해외진출 업체수는 대기업이 264개인데 반해 중소기업은 823개로 다수를 차지함



[그림 Ⅰ-4] 국내 대기업/중소기업 시장점유율, 수익성 비교

해외건설의 플랜트 공종 비중 편중, 중소기업 수주 지속 감소, 중국·터키 등 가격경쟁력 기반 후발국 추격 가속화 등이 극복해야 할 과제

‘11년 플랜트분야 수주액은 433억 달러로 전체 수주액 중 73%를 차지하였으며 플랜트분야보다 시장규모가 큰 건축, 토목 분야 시장점유율은 낮음

※ 플랜트분야 수주액은 433억 달러로 전체 수주액 중 73%를 차지

해외건설 수주는 일부 대기업에 집중, 중소기업 수주액은 감소추세

- ‘10년 기준 상위 10개사 해외수주액은 586억 원으로 전체 수주액의 81.8%이며 중소기업 수주액은‘08년 72억 달러, ’09년 55억 달러, ‘10년 47억 달러로 감소

‘10년 기준 상위 10개사 해외수주액은 586억 원으로 전체 수주액의 81.8%이며 중소기업 수주액은 ‘08년 72억 달러, ’09년 55억 달러, ‘10년 47억 달러로 지속 감소

- 중국, 터키 등 후발국 기업들은 가격경쟁력을 기반으로 해외진출을 확대하고 있음

※ ENR 기준, 주요국가의 해외건설 매출액 순위에서 중국은 ‘09년부터 1위를 유지

해외건설 진출·확대를 위해 인력, 금융, 정보·네트워크 등 다양한 영역 지원 필요

(인력) 해외건설 경험 및 전문인력 부족

(금융) 정부의 건설지원 자금규모의 한계와 국내 금융권 리스크 회피로 PPP사업 독자 수행 어려움

(정보・네트워크) 언어, 문화, 제도 등 현지화 어려움

(과당경쟁) 시공위주 사업 진출 및 국내 업체 간 과당 경쟁 심화로 선진업체 대비 낮은 수익성

(사업관리) 국내기업의 사업관리 역량 경쟁력은 선진건설업체 대비 72% 수준

(기획・F/S) 국내 프로젝트 기획, 사업성 분석, 설계관리, 시공성 분석, 사업계획 등은 선진국의 60% 수준

(기술) 국내 10대 중점 건설기술은 세계 최고기술보유국 수준 대비 78.5% 수준

(중소기업) 국내 중소기업은 경험부족, F/S, 계약・클레임, 리스크관리를 위한 자체 조직 운영 여력 부족 등으로 해외진출 곤란

1.3.2 해외건설 촉진을 위한 기술현황 및 과제

대형 건설사의 EPC 기술능력은 선진국과 대등한 수준에 도달하였으나, 원천기술 분야는 선진국 대비 매우 취약한 것으로 평가[11)]

EPC 기술력은 미국, 일본, 유럽 등 선진국의 90% 수준까지 도달하였고, 초고층 건물, 고난도 터널 및 교량공사 등 높은 기술력을 요구하는 분야에서도 선진국에 근접

효율성·시공성에만 집착, 고부가가치 기술은 외국에 의존

- 해수담수화 등 일부 분야에서는 국산화율이 높지만 플랜트 부문에서의 대부분 기본설계 관련 핵심 원천기술은 선진기업이 독식하고 있음

  ※ 인천공항 기본설계 및 경부고속철도 사업관리는 Bechtel社(美)에서 수행

  ※ 미국·유럽 등 선진업체들은 프로젝트 종합관리 기본·개념설계 등 핵심기술분야를 독점, 후발업체 진입을 억제

국내 건설기술 경쟁력을 Value-chain별로 구분했을 때, 기본설계 및 사업관리 분야 경쟁력 취약

건설 CEO 100인을 대상으로 한 설문조사 결과, 해외 건설시장에서 요구하는 기업역량으로 '프로젝트 기획 및 관리역량(35.7%)'확보를 가장 높은 우선순위로 선정[12)]

시스템 엔지니어링 기술의 중요성에도 불구, 국내기업의 해당 기술경쟁력은 미국·유럽 선진업체와 비교해 가장 뒤처지고 있어 역량 개선이 시급한 실정임

- 국내 프로젝트 기획, 사업성 분석, 설계, 시공성 분석, 사업계획 등은 선진국의 60% 수준[13)]

- 현재 국내기업의 사업관리 역량 경쟁력은 미국, 유럽 등 선진건설업체와 비교해 약 72% 수준[14)]으로, 건설 전반의 경쟁력 평균인 78%에 미치지 못함

11) 전문가 좌담, "위기의 건설산업 어떻게 해야하나?" 국토경제신문, 2011. 7. 19
12) 국내외 건설시장 전망 및 현안 이슈, 건설기술연구원, 2011
13) 건설교통기술연구개발사업 중장기계획수립연구, 한국건설교통기술평가원, 국토해양부, 2012. 6.
14) 대한상공회의소 (2012) "건설사업의 경쟁력 실태" 국내건설사 300개사 및 관련전문가 100인 조사결과

7개 기술분야로 추진 중인 국토교통 R&D사업은 대부분 해외진출을 고려하여 추진되고 있으나 해외진출에 연계되는 성과는 미흡함

국토교통 R&D사업은 건설기술혁신, 플랜트 기술고도화, 첨단도시개발, 교통체계효율화, 미래철도기술, 미래도시철도, 항공선진화사업으로 구성되어 건설 전 분야에 대한 기술개발을 지원하고 있음

국토교통 R&D사업은 플랜트 기술고도화 사업을 제외할 경우, 해외진출을 위한 구체적 추진전략이 제시되고 있지 않으며, 사업성과의 해외진출 연계가 미흡

- 국토교통 R&D사업의 해외건설시장 적용 성과가 전무하고, 건설신기술의 해외시장 적용률은 0.16%('11.12.기준)으로 미흡함

해외건설의 수익성 악화 문제를 해소하고 질적 성장을 위해 생산성 향상 핵심기술과 고부가가치 기술역량 확보 시급

경쟁국가 대비 동등 혹은 더 나은 품질을 제공하면서도 저비용으로 건설이 가능한 핵심기술 확보 시급

- 중견·중소기업의 소재, 장비, 설계, 엔지니어링 및 전문공종별 요소기술의 생산성 향상을 통해 대기업과 동반 진출이 가능한 핵심기술 확보 시급

품질과 비용의 최적화된 건설상품 제공을 위한 현지 시장 타겟형 기술역량 확보 시급

- 국내와 환경조건이 다른 현지 시장에 최적화된 기술역량의 선제적 확보를 통해 적자공사 비중 축소 및 수주 경쟁력 강화

스마트 인프라, 그린 에너지 등 글로벌 트렌드에 따라 부각되고 있는 미래 신시장 선점을 위한 선도기술역량 확보 시급

- 미래 신시장 선점을 위한 원천 핵심기술을 확보하여 고부가가치 및 고수익성 사업 수주 기반 마련

정부는 해외건설 신성장동력화에 주력하며 해외건설 수주·수익성 향상을 위한 다각적 지원정책을 발표하였고, 그 실천을 위한 사업이 필요

박근혜 정부 국정과제, 국토교통부의 해외건설 지원정책을 승계하는 국가연구개발사업 부재

심화되는 적자 해소 위한 대기업 동반진출 중소기업의 원천기술력 확보 시급

현지 중소기업 혹은 글로벌 전문기업과 컨소시엄을 이뤄 사업을 추진하는 현재의 구조로는 대기업의 적자 폭 확대는 불가피

해외건설시장에서 중소기업이 담당하는 설계, 소재, 장비, 공정 등 에서 원천기술을 확보하기 위한 기술개발과제 추진 시급

R&D 투자의 특성상 성과가 발현되기까지 시간이 많이 소요되는 점을 고려한다면 현 시점의 R&D 투자는 매우 시급함

1.4 사업추진 경과

동 사업은 '12년 4월~5월까지 '해외건설특화 연구기능 강화방안' 수립, 해외건설관련 전문가 간담회를 통해 동년 6월 기획연구에 착수

'12년 하반기 예비타당성 평가 신청, 기술성 평가 탈락으로 전면적 재기획

비 R&D성 영역으로 지적받은 중점추진분야의 사업범위 · 예산 축소

시장매력도 기반 진출대상 국가, 사업아이템 설정, 기술수요조사를 통한 전략프로젝트 신규도출

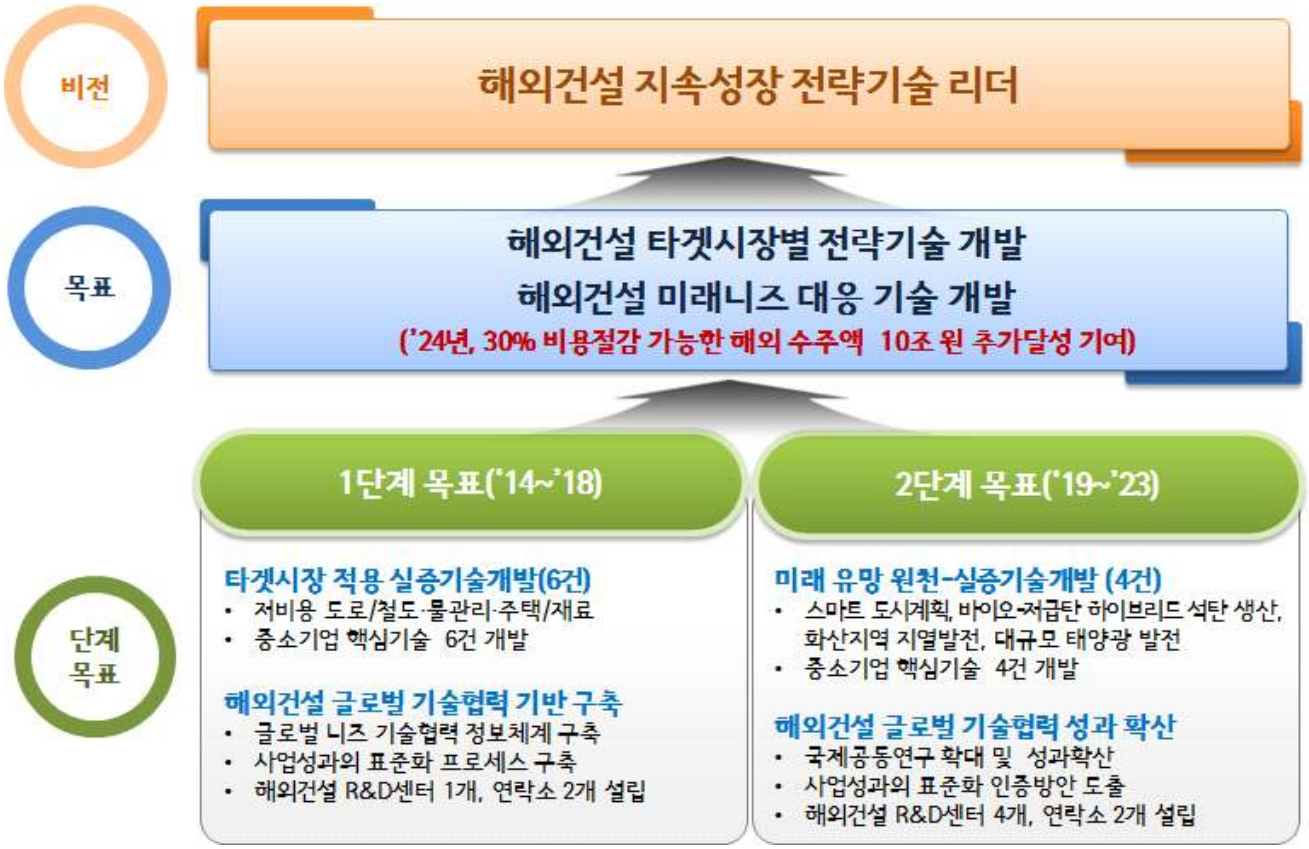
현지 여건을 반영한 전략프로젝트별 목표, 필요성, 구성기술 설정으로 기술개발 타당성 및 구체성 강화

박근혜 정부 국정과제 제출 · 선정, 국토부 장과 방침 결정을 통해 정책적 추진타당성 보강



[그림 Ⅰ-5] 사업추진 경과

1.5 사업의 비전 및 목표



[그림 Ⅰ-6] 해외건설촉진연구개발사업 비전 및 목표

비전: 해외건설 지속성장 전략기술리더

국내 건설기업의 글로벌 경쟁력은 세계 9위 수준이나 기초-원천 기술력이 미흡하고 시공 이외 사업기획, F/S, 기본설계 등에서 선진국 대비 기술력 열위

해외건설 타겟 시장 최적 전략기술개발을 통해 경쟁기업 대비 전략적 우위를 확보하고 미래니즈 대응 기술개발을 통해 선진기업들과 기술경쟁력에서 대등하면서 중국, 터키 등 후발국 기업들보다 고부가가치를 제공할 수 있는 기술역량 확보

목표: 1) 해외건설 타겟시장별 전략기술개발
2) 해외건설 미래니즈 대응 기술개발

기술개발을 통해 '24년, 30% 비용절감이 가능한 해외건설시장 수주액 10조원 추가달성기여

단계별 목표

1단계(2014년 ~ 2018년) :

- 중동·아시아·아프리카 권역 국가를 타겟으로 한 저비용 도로/철도 · 물관리 · 주택/재료 등 실증기술개발 6건(중소기업 핵심기술 6건 개발)

- 해외건설 글로벌 기술협력 기반 구축

  · 글로벌 니즈 기술협력 정보체계 구축, 사업성과의 표준화 프로세스 구축, 해외건설 R&D 센터 1개소, 연락소 2개소 설립

2단계(2019년 ~ 2023년) :

- 중동·아시아·아프리카 권역 국가를 타겟으로 스마트 도시계획, 그린에너지 인프라 건설 원천-실증기술개발 4건(중소기업 핵심기술 4건 개발)

- 해외건설 글로벌 기술협력 성과 확산

  · 국제공동연구 확대 및 성과확산, 사업성과의 표준화 인증 방안, 해외건설 R&D 센터 4개소, 연락소 2개소 설립

2. 사업의 추진근거

2.1 관련 법안

해외시장건설촉진을 위한 「건설기술관리법」, 「해외건설 촉진법」 제정

「건설기술관리법」 제 16조는 해외진출 촉진을 위한 조사·연구, 국제교류, 공동개발, 기개발 건설기술을 활용한 해외시장 개척을 추진토록 함

「해외건설촉진법」 제18조는 일정금액이상 해외건설 수주 업자들에게 수주액의 일부를 건설기술 선진화에 투자해야하며 국가는 이에 대한 지원토록 함

2.2 박근혜 정부 정책목표 및 국정과제 부합성

박근혜 정부는 선도형 창조경제, 융합을 통한 혁신, 중소기업의 창조경제 주역화 등을 포함하는 국정목표를 제시하고 창조경제 실현계획을 발표

박근혜 정부는 최우선 국정목표에 “일자리 중심의 창조경제”를 포함하여 기존 추격형 경제체계에서 선도형 창조경제로의 전환을 추진함[15)]

창조경제 비전과 목표를 제시하고 이를 구현하기 위한 부처별 추진과제를 종합한 ‘창조경제 실현계획’을 발표

- 창조경제 실현계획에는 창조경제 생태계 조성을 위해 ‘창조경제를 통한 국민 행복과 희망의 새시대 실현’ 비전과 더불어 3대목표 6대전략을 제시

동 사업은 ‘창조계획 실현계획’의 [전략 2]벤처 중소기업 창조경제 주역화 및 글로벌 진출강화에 부합하는 ‘중소기업 수요기술 중점지원(중소기업 참여 과제 예산 전체 예산 중 50%)’ 추진

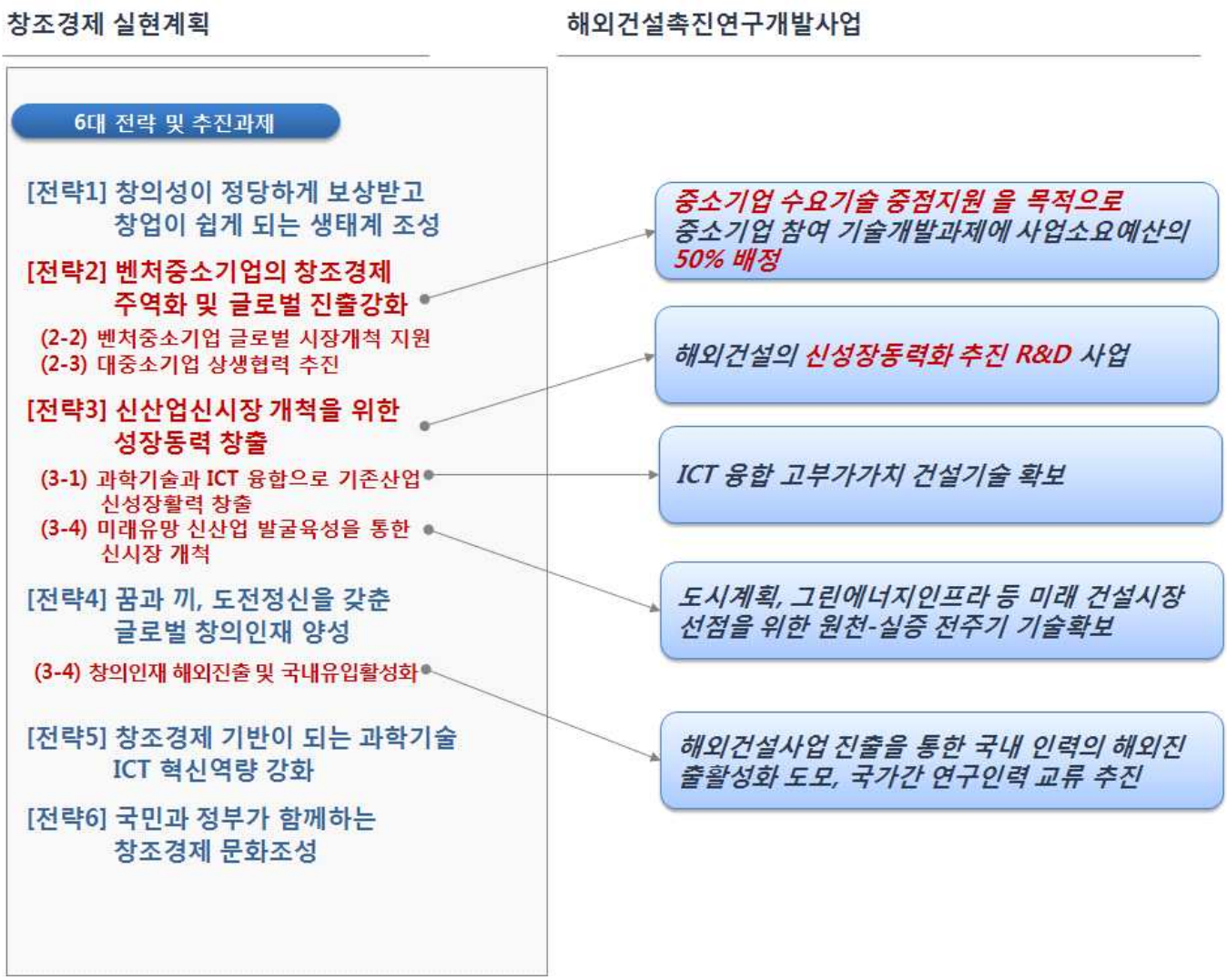
- 중소기업 해외건설사업 수행역량강화를 통한 대중소기업 동반진출확대 도모

15) 박근혜정부 국정비전 및 국정목표 2013.2

동 사업은 해외건설을 신성장동력으로 육성하는 사업으로 '창조경제 실현계획' '[전략 2] 신산업/신시장 개척을 위한 성장동력 창출'에 부합

- 고부가가치 ICT 융합 건설기술을 확보하고 도시계획, 그린에너지 인프라 등 미래시장 선점을 위한 원천-실증 전주기 기술을 확보 추진

해외건설사업 진출을 통해 국내 인력의 해외진출 활성화 도모, 국가간 연구인력 교류를 추진하여 [전략 4]의 추진과제인 '(4-3) 창의인재의 해외진출 및 국내유입 활성화'에 부합



[그림 Ⅰ-7] 창조경제 실현계획과 동사업 부합성 검토

국토교통부는 국정과제 실천계획의 IT융합 공간정보산업 육성, 기존 산업의 창조산업화, 해외건설 포트폴리오 다변화 및 건설 ENG역량 강화를 제시[9)]

IT · 모바일 기술과 융합하는 공간정보 활용산업을 육성하여 고부가가치 청년일자리를 창출하는 신성장동력산업으로 육성 · 지원함

- 첨단교통(교통+IT), U-city(도시+IT) IT 융합 건설/교통 상품의 육성 및 해외진출을 적극지원

해외건설시장에서 진출시장 및 공종다변화를 통해 안정적 수주기반을 확보하고, 고부가가치 산업화 지원, 중소기업 해외진출 활성화지원, 해외건설 컨트롤타워 기능 강화하여 우리 경제의 활력을 제고함

- 개도국 대상 주택 · 신도시 · 수자원 분야의 전략적 지원 강화

- 신시장 개척을 위한 현지교섭 · 발주처 초청 등 초기진출 비용 지원을 확대하되, 성장잠재력이 높은 중점협력국 위주 지원을 추진

- 고부가가치 투자개발형 사업진출 활성화를 위한 투자자금 확대 도모

- 중소기업 해외진출 활성화 지원위해 사업단계별 맞춤형 수주정보 제공, 보증 등 금융지원 확대, 인력난 해소 등 전방위적 지원 강화

- 해외건설 지원업무를 총괄하는 전담기구를 설치 지원

건설 ENG 역량강화 및 업계 기술력 제고를 통해 현재 1.2% 수준인 글로벌 건설 ENG 시장 점유율을 '16년까지 5%로 향상시키고자 함

- 복잡 · 다양한 51종의 설계 · 시공기준을 코드화하여 DB 포털로 통합관리하여 설계 · 시공시 민간 창의성을 발휘할 수 있도록 전환 유도

- ENG분야 민간 기술개발을 유도하기 위해 R&D를 지원('13년 364억 원)

동 사업은 IT융합 고부가가치 건설기술 개발, 해외건설시장에서 공종/상품다변화 도모, 중소기업 해외사업수행역량강화, 해외건설 컨트롤타워 설립 등을 추진하여 국토부 국정과제 실천계획에 부합

2.3 해외건설 정부 정책 부합성

관계부처 합동의 해외건설 지원 종합대책(‘08)과 부합하는 해외 시장 다변화, 중소기업 지원, 건설산업 고부가가치화를 위한 기술개발 추진

「해외건설지원 종합대책(‘08)」은 해외시장 다변화 지원, 중소기업 해외진출에 대한 체계적 지원, 해외건설산업의 고부가가치화를 3대전략으로 채택

- 중소기업 해외진출에 대한 체계적 지원을 위한 통합정보 제공기능 강화, 해외 건설산업의 고부가가치화 위한 플랜트 기술개발 및 미래형 해외건설 상품개발을 위한 R&D 투자확대를 추진

해외건설 현황 및 활성화 방안(‘10)의 해외건설의 지속성장 동력화에 부합하는 해외건설 수주 · 수익성 향상 기술개발 추진

해외건설 현황 및 활성화 방안은 향후 국가경제 지속성장의 중요한 동력임을 인식하고 해외 건설 진출 지원 대책을 범부처 차원에서 마련함

- 수주분야와 진출지역의 편중, 원천기술 취약, 금융조달 애로, 조직적 연계 지원 미흡, 낮은 외화 가득률 등의 문제점을 해결하기 위한 정책을 추진함

‘12년 수주액 700억불 및 시장점유율 5% 달성을 목표로 신시장 신상품 개발, 수주지원 역량 강화를 추진함

「‘12 ~ ’16년 국가재정운용계획(기획재정부, 2012)」과 부합하는 중소기업 주도형 연구개발, 기초·원천 및 미래 수요 대응 기술개발 추진

[산업·중소기업 및 에너지 분야] ‘대·중소기업간 상생협력 문화 조성 등 동반성장 기조 확산 시책의 세부 내용인 동반 해외진출 지원’, ‘글로벌 자원경쟁 시대에 대응하여 해외자원개발을 지속 추진하고 에너지 복지 강화’ 정책과 연계

- 동 사업 사업추진방향인 대·중소기업 동반 해외진출 확대 및 수익성 제고를 목적으로 한 ‘중견·중소기업 해외건설 경쟁력 강화 기술개발 추진’과 방향성 일치

- 동 사업에서 글로벌 트렌드에 따라 ‘그린에너지 인프라 건설기술’을 전략프로젝트에 반영한 것과 방향성 일치

[R&D분야] ‘기술혁신형 중소·중견기업 육성 및 산학연 협력 강화를 위한 R&D 지원 확대’ 정책과 연계

- 동 사업에서 추진전략으로 제시한 ‘글로벌 산학연 기술협력 네트워크 구축’과 중소기업 주도·참여 기술개발과제를 핵심과제 반영한 것과 방향성 일치

「’13년도 정부연구개발 투자방향」이 제시하고 있는 투자방향과 부합

- ’13년도 건설·교통분야 중기 투자방향은 “기초·원천 및 미래 공공 수요에 대응하는 기술분야에 투자 강화”를 통해 핵심설계·해석기술 등 미래 핵심요소 기술을 확보하는 것으로 이는 동 사업의 목표인 “해외건설 미래니즈 대응 기술개발”과 방향성 일치

2.4 중장기 R&D계획과의 연관성

「제 3차 과학기술기본계획(2013~2017)」과 부합하는 현지 실증기술개발, 중소기업 기술역량 강화, IT·SW 융합 기술개발, 기술협력 인프라 및 공용 플랫폼 구축 추진

(High 1) 국가연구개발투자확대 및 효율화 추진전략 내 ‘과학기술인프라 개방공유 활성화’ 세부추진전략에 부합하는 ‘기업 공용 해외건설 기술협력 정보시스템’, ‘중소기업 해외사업 수행지원시스템’ 핵심과제와 ‘성과이전/확산을 위한 기업공용 정보/네트워크 구축’ 추진전략 제시

(High 3) 중장기 창의역량 강화 추진전략 내 세부추진전략인 ‘사업화까지 후속연구지원’, (High 4) 신사업창출 추진전략 내 세부추진전략인 ‘사업초기장벽 극복을 통한 기술이전 사업화 촉진’, ‘융합기술/제품개발 촉진’에 부합하는 ‘국토교통연구개발사업 성과의 후속 해외 실증 기술확보’ 추진

- 글로벌 산학연 협력 · 기술의 해외 적용 확대를 도모하고 지역거점R&D센터 및 총괄하는 (가칭)해외건설 R&D Hub센터 구축을 통해 '사업초기장벽 극복을 통한 기술이전 사업화 촉진'을 위한 국제연구개발 허브 구축 등 구체적

※ 중점추진분야인 '해외건설 R&D 인프라 구축'에서 추진

(High 4) 신사업 창출지원 추진전략 내 세부추진전략인 '중소벤처기업 기술혁신'은 동 사업에서 핵심과제 도출시 중소기업 주도 · 참여부분을 우선 고려한 것과 방향성 일치

- 동 사업의 사업추진 방향인 '중견 · 중소기업 해외건설 경쟁력 강화 기술개발 추진'과 일치

- 핵심과제에 중견 · 중소기업 대상 해외사업수행지원 시스템을 개발하는 것과 방향성 일치

(High 4) 신사업 창출지원 추진전략 내 세부추진전략인 '융합기술/제품개발 촉진'은 동 사업이 'IT · SW융합 고부가가치 건설기술 개발'을 추진하는 것과 방향성 일치

「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」의 사업영역과 추진방향에 부합하는 글로벌 트렌드 기반 미래니즈대응 기술개발, 설계 · 소재 · 장비 원천기술개발 추진

「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」의 계획수립 방향 중 미래지향적 유망기술확보를 위한 신규기술수요 도출은 동 사업에서 자원환경변화, 인구변화 등 글로벌 트렌드 기반 유망사업아이템 선점형 기술개발과제를 핵심과제에 반영한 것과 부합됨

「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」의 계획수립 방향 중 기초/원천기술, 융복합/창조형 미래기술도출은 동 사업에서 설계, 소재, 장비 등 원천기술 확보 및 IT, SW융복합 건설기술을 핵심과제에 반영한 것과 부합됨

3. 사업구성

해외 시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진

(정의) 단기적 관점의 해외진출 대상국 현지 실용·실증화 개발 과제 추진

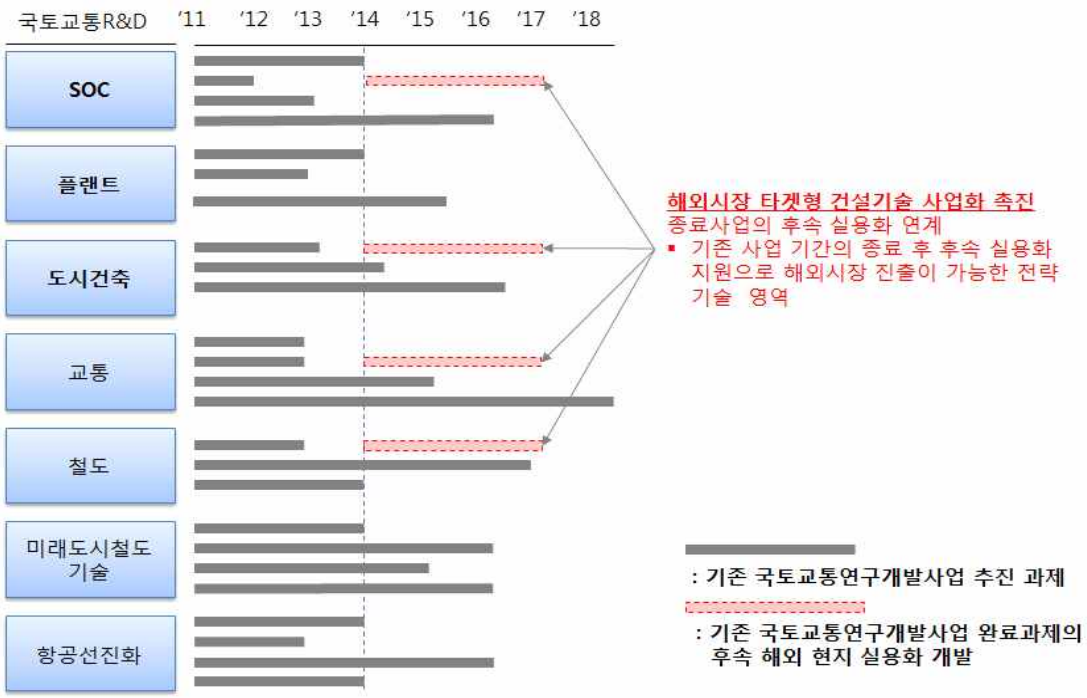
- 해외진출 대상국은 시장 분석을 통해 선정된 해외진출 유망국가임

  ※ 아시아 6개국, 중동 5개국, 중남미 5개국, 아프리카 4개국, 북미/유럽 2개국

(범위) 기존 국토교통연구개발사업 내 완료 과제 중 해외시장에서 파급효과가 크고 단기적으로 실용・실증이 가능한 과제

- 국내 적용은 추진되었으나 해외 실증 및 관련 추가 기술개발 부족으로 해외 적용이 달성되지 못한과제

- 연구성과의 완성도는 우수하나 국내 시장 한계로 실용화되지 못했으나 해외시장에서 파급효과가 크고 단기적으로 실용·실증이 가능한 과제



[그림 Ⅰ-8] 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진 중점추진분야 개념

미래 해외시장 창출형 선도기술 개발

(정의) 중장기적 관점의 미래 신시장 진입기술 또는 선진국 수준의 원천 기술력 확보

- 글로벌 경쟁력확보 및 미래 시장 진입·개척을 위한 기초-원천-실용화의 전주기적 기술개발
- 시장 다변화 선도기술개발

(범위) IT·SW 융합 및 그린에너지 등 미래 시장 선도형 창조 경제 R&D 과제

- 산업/인프라 패키지형 도시, 스마트 인프라 등 IT·SW융합 건설기술개발
- 태양광 및 지열발전 플랜트 등 그린에너지 건설기술개발 추진

해외건설 R&D 인프라 구축

(정의) 글로벌 기술협력 정보·네트워크 구축을 통한 해외건설 R&D 인프라 구축

(범위) 해외건설 기술협력 종합정보시스템 및 중소업체 해외사업 수행지원시스템 구축, 글로벌 R&D 협력 인프라 및 네트워크 구축

[표 Ⅰ-1] 중점추진분야별 전략프로젝트

중점추진분야	전략프로젝트
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술 생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술
미래 해외시장 창출형 선도기술 개발	산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술 그린에너지 인프라 건설기술
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템 글로벌 R&D 네트워크 구축

사업추진전략

해외건설 R&D Hub 센터(가칭)설립을 통한 해외건설 연구개발 전담관리 추진

- 국토교통과학기술진흥원 내 해외건설 R&D Hub 센터(가칭)를 설립하고 다수 국가 적용을 목적으로 다수 공종으로 추진되는 이질적 연구개발사업의 성과 집약

· ‘해외건설 R&D Hub센터’는 타겟 국가별로 구축되는 해외건설 R&D 거점 센터의 컨트롤 타워 역할도 담당

- 기획추진위원회, 평가위원회, 총괄조정위원회, 행정위원회 등을 구성하여 해외건설촉진연구개발사업의 원활한 추진을 도모

· 사업추진방향, 총괄기획 자문, 프로젝트 기획 및 예산배분 심의, 과제 책임자 선정평가, 과제 단계평가 및 최종평가 등

글로벌 산·학·연·관 연구협력 추진

- 전략프로젝트인 ‘글로벌 R&D 네트워크 구축’을 통해 ‘지역거점 R&D 센터를 구축하고 현지 연구협력을 추진

- 현지 연구협력(국제공동연구, 인력교류 등) 추진을 통해 Test-Bed 구축 및 시범사업 공동추진 활성화, 현지 표준화 및 인증 방안 수립 등을 모색

중견·중소기업 기술개발과제 우선 추진(사업비 50% 이상 배정)

- 기존 국토교통연구개발사업의 종료과제 중 중견·중소기업이 주도적으로 수행한 과제 성과를 우선 연계 추진

- 주기적인 중견·중소기업 대상 미래기술수요 조사를 정례화하여 중견·중소기업의 실질적 참여기회 확대

성과 이전·확산을 위한 기업 공용 정보·네트워크 플랫폼 구축

- 현지 해외건설 관련 DB를 구성하고 공유할 수 있는 ‘기업 활용 정보·네트워크 플랫폼’ 구축

· 발주동향정보, 기술니즈, 계약·클레임 관리, 법·인허가 제도, 금융조달, 해외인력 노무관리, 건설문화 등

- 기업공용 플랫폼을 통해 현지 맞춤형 혁신상품을 개발ㆍ적용하고 기업 간 기술공유, 기관-기업 간 이전을 통한 성과 확산

중점추진분야간 유기적 연계 도모

- “해외건설 R&D 인프라 구축” 중점추진분야의 시장, 리스크 예측, 정보를 활용하여 “해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진”, “미래 해외시장 창출형 선도기술 개발” 내 핵심과제 목표, 추진전략 Update

- “해외건설 R&D 인프라 구축” 중점추진분야의 표준/기술인증 방안, 입찰 시뮬레이터, 리스크관리 시스템을 활용하여 사업 기술개발 결과물의 글로벌/현지 표준/인증을 추진하고 현지 적용 추진 시, 적용대상 건설 사업후보의 건전성 검토

- “해외건설 R&D 인프라 구축” 중점추진분야의 “지역 R&D 거점센터”를 기반으로 “해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진”, “미래 해외시장 창출형 선도기술” 중점추진분야 전략프로젝트 중 국제공동연구 주제를 발굴·매개하고 성과물은 해외 표준화 추진

Ⅱ. 해외건설 동향분석

1. 국내외 건설시장 동향
2. 해외건설 관련 정책동향
3. 국내 건설기술경쟁력 및 기술의 발전방향

1. 국내외 건설시장 동향

1.1 국내 건설시장 동향

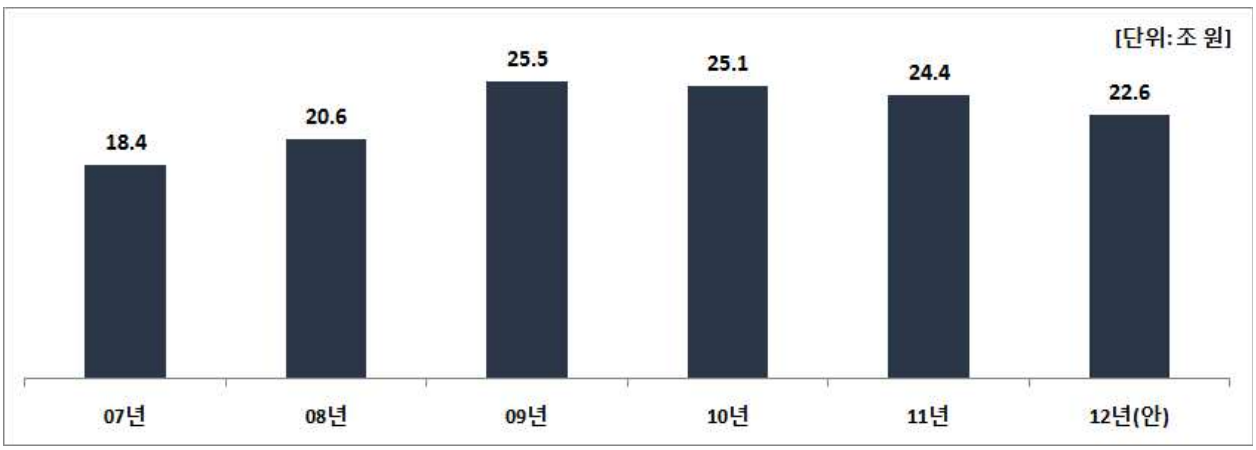
공공부문 SOC 투자 축소, 주택경기 침체 등으로 인한 국내 건설시장 침체 지속

국내 SOC 인프라는 투자가 거의 이루어진 것으로 인식되고 있으며, 실질적으로 국가 예산에서 SOC 투자 비중이 줄어들고 있는 추세임

- 4대강 사업 등 대규모 건설 투자에 대한 국민적인 피로감 확대, 복지기조로의 분위기 변화로 인한 공공 분야 재정 투자의 감소 등은 건설시장 위축을 가속화함

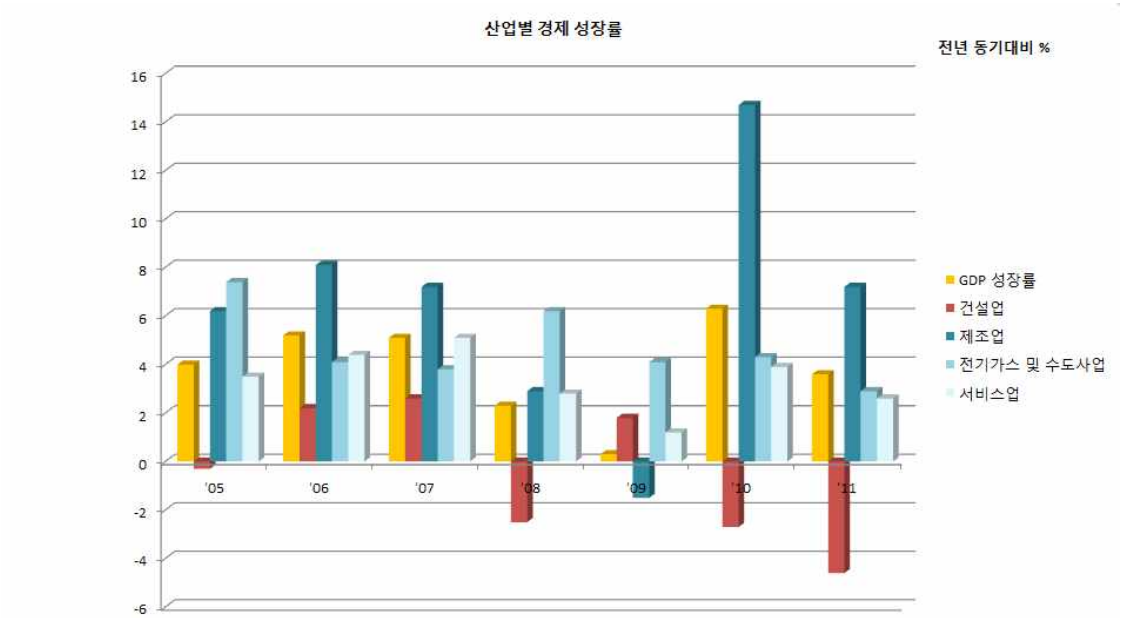
- 2009년 이후 SOC 투자가 절대액 기준으로도 감소추세로 전환되어 실질적인 공공 신규 건설투자가 거의 없는 실정임

  · '12년 정부 SOC 예산(안)은 전년대비 7.3%(1.8조 원) 감소한 22.6조원이며, 지자체 재정자립도 및 공기업 부채규모 악화로 SOC 예산이 감소추세는 지속될 것으로 예상



[그림 Ⅱ-1] SOC 예산변동 추이(기획재정부)

· 건설업은 2009년 4대강 사업의 시작으로 잠시 반등하였으나, 이후 꾸준한 하락세를 나타내고 있음



[그림 Ⅱ-2] 산업별 경제 성장률
(출처: 대한건설협회 자료 재구성, 2012)

최근 지속된 주택경기 침체 등 건설경기 침체국면이 지속되면서 국내 건설수주는 지속적으로 감소하고 있으며, 내수를 기반으로 하는 국내 건설업체의 영업 실적도 악화되고 있는 상황임

- 민간 분야에서는 부동산 경기의 악화와 프로젝트 파이낸싱 사업의 부실화로 인한 민간 투자의 감소로 민간 건설 시장 역시 크게 위축되고 있음

해외 건설 수주는 증가 추세이며, 정부 및 건설업계도 해외건설 진출확대가 건설산업 활성화를 위한 돌파구로 인식

해외 건설 수주액은 사상 최고치인 715억불을 수주한 '10년을 제외할 경우, '03년 이후 지속적으로 증가하고 있음[16)]

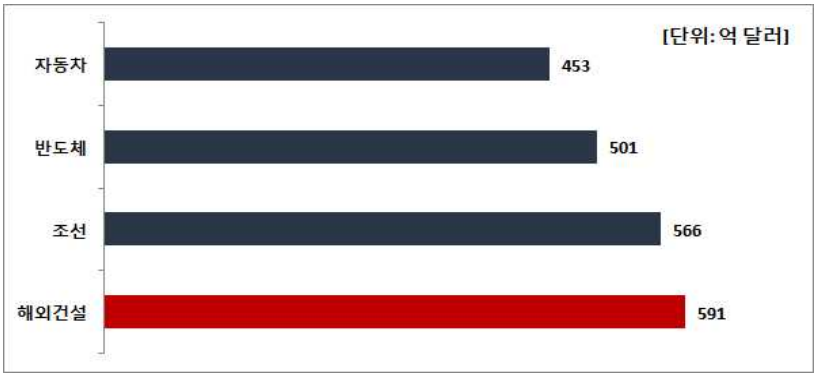
- 해외건설 수주 누계액이 5,000억불을 넘어서고, 그 중 최근 5년간 수주금액이 전체 수주액의 절반이 넘는 3,000억불에 달하는 등 해외건설 산업은 가파른 성장세를 보이고 있음

- '12년 해외 건설 수주액은 649억불로 '11년 해외건설 수주액 591억불에 비해 9.8% 증가함

16) 건설동향브리핑 252호, 한국건설산업연구원

‘07년 이래 해외건설은 지속적으로 1등 수출산업의 지위를 유지함으로써 자동차, 반도체, 조선 산업 등과 어깨를 나란히 하며 명실상부한 국가브랜드 산업으로의 입지를 공고히 함[17]

- ‘07년 398억 달러 수주를 통하여 처음으로 자동차(수출 2위)를 넘어선 수출 1위 달성함



[그림 Ⅱ-3] 상품별 해외 수출액(‘11년)

국내수주액은 ‘07년 112조를 정점으로 하락중이나, 해외수주액은 지속 확대되어 향후 해외건설 수주액이 국내 수준을 상회할 전망(‘15년 전후)

[표 Ⅱ-1] 국내 및 해외건설 수주액 비교

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
국내건설수주액(조원)	91	112	103	109	90	93	87
해외건설수주액(조원, 1$=1,100)	18	43	52	54	78	65	71

정부는 해외건설 수주확대를 통한 건설산업의 신성장동력화를 목표로 설정하고 지원정책을 발표하였으며, 동시에 건설업계도 향후 3년간 해외건설 시장 진출을 점차 확대할 계획임

- 정부는 해외건설 종합대책(2008), 제 1, 2차 해외건설 진흥계획 등 해외건설시장에서의 경쟁력 강화를 위한 지원정책 발표

- 국내 기업의 전체 수주액 중 해외수주 비율은 점차 증가할 것으로 기대하고 있음

  · 31.5%(‘12)→36.9%(‘13)→43.1%(‘14)[18]

- 해외 건설업 신고업체의 증가(‘03년 140개→’11년 877개)

- 국민총소득(GNI)에서 국내건설이 차지하는 비중은 감소(‘06년 11.8%→‘12년 6.8%)한 반면 해외건설이 차지하는 비중은 꾸준히 증가(06’년 2.0%→‘12년 5.6%)

중소·중견기업의 경우 해외건설 리스크 관리, 기술력 향상 등에 있어 어려움에 봉착

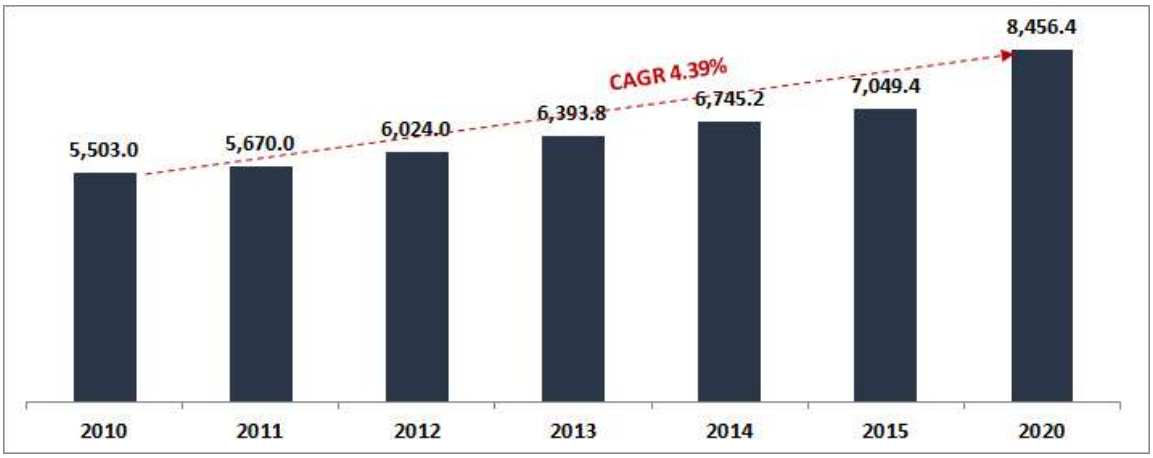
- 부가가치가 높은 건설 엔지니어링 분야도 업체들의 기술력 및 Track-Record 부족, 리스크 관리의 어려움으로 해외진출에 애로

17) 대한건설협회, 2012
18) 건설교통분야 해외수주확대를 위한 R&D 추진방안, 국토해양부, 해외건설지원과, 2012

1.2 해외 건설시장 현황 및 전망

세계 건설 시장 규모는 지속 성장하여 '20년 약 8.5조불 전망[19)]

'10년 기준 세계 건설시장은 5.5조불 규모로 추산되고 있으며, '20년까지 연평균 4.39%로 성장하여 8.5조불 규모를 형성할 것으로 예상되고 있음

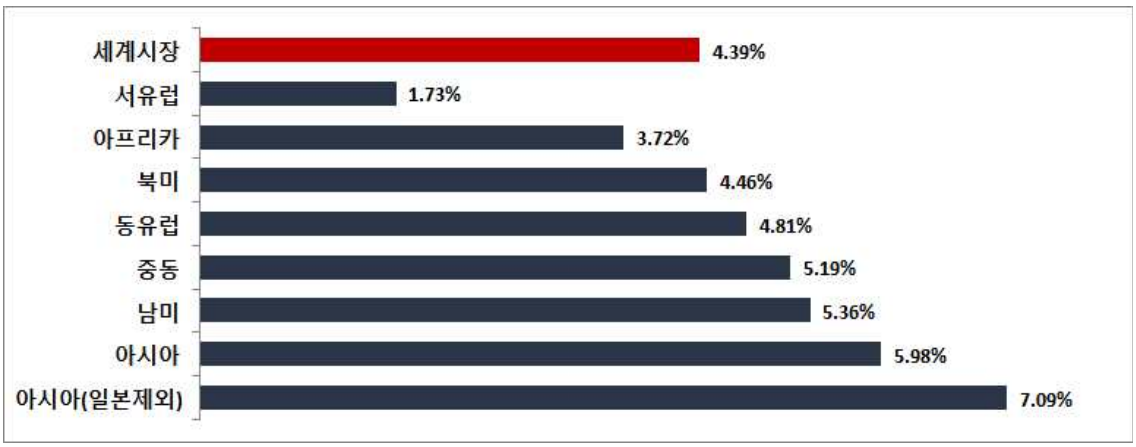


[그림 Ⅱ-4] 세계 건설시장 현황 및 전망(실질가치 기준)

권역별 구분 시 아시아, 남미, 동유럽 순으로 건설시장 고성장 예상[13)]

아시아(일본제외), 남미, 동유럽의 '10년-' 20년간 성장률은 각각 7.09%, 5.36%, 5.19%로 예측

- 북미. 서유럽 권역의 성장률은 3.72%, 1.73%로 세계 평균에 미치지 못하는 것으로 전망됨



[그림 Ⅱ-5] 권역별 건설시장 성장률 2010-2020 (실질가치 기준, Global Insight, 2011)

19) Global Insight, 2011 - 실질가치 기준

[표 Ⅱ-2] 2010-2020년 전 세계 건설 시장 규모 추이 (단위: 억$)

권역별 건설시장 성장								
구분	남미	동유럽	북미	아시아	서유럽	중동	아프리카	전체
2010	342.6	256.0	890.8	2,079.2	1,746.3	134.9	53.1	5,503.0
2011	365.5	266.4	869.0	2,220.0	1,751.6	142.8	54.9	5,670.0
2012	387.2	281.0	975.0	2,399.1	1,773.9	150.7	57.1	6,024.0
2013	412.7	296.9	1,105.3	2,559.5	1,800.3	159.4	59.8	6,393.8
2014	433.6	313.7	1,209.8	2,723.2	1,834.8	167.9	62.2	6,745.2
2015	458.8	330.6	1,266.4	2,872.8	1,879.6	176.8	64.4	7,049.4
2020	577.7	409.5	1,378.2	3,718.0	2,072.7	223.6	76.5	8,456.4
연평균 성장률	**5.4%**	**4.8%**	**4.5%**	**6.0%**	**1.7%**	**5.2%**	**3.7%**	**4.4%**

(자료 : Global Insight, 2011)

‘10년 Global 225대 건설기업 기준 매출은 유럽과 북미는 하락, 중남미, 아시아, 아프리카는 성장[20]

‘10년도 기준 해외건설시장은 3,836.6억불(225개사 기준)로 전년도와 비슷한 규모를 보임

※ ENR(Engineering News Record)은 매년 해외건설업체들의 매출액을 기준으로 상위 225개 업체 순위를 발표하며, 이 자료를 통하여 해외건설시장의 동향을 파악할 수 있음

[표 Ⅱ-3] 연도별 해외건설시장 추이 (단위: 억불, %)

지역	매출액(비율)		
	2010	2009	2008
유럽	942((24.5%)	1,008(26.3%)	1,141(29.3%)
아시아/호주	766(20.0%)	732(19.1%)	685(17.6%)
중동	724(18.9%)	776(20.2%)	775(19.9%)
아프리카	606(15.8%)	568(14.8%)	509(130.%)
미국	326(8.1%)	349(9.1%)	418(10.7%)
캐나다	130(3.4%)	134(3.5%)	134(3.4%)
중남미	304(7.9%)	248(6.5%)	218(5.6%)
해외시장 전체	3,837(-0.03%)	3,838(0.4%)	3,824(25.7%)

(자료: ENR(각년도), ‘The Top 225 International Contractor’)

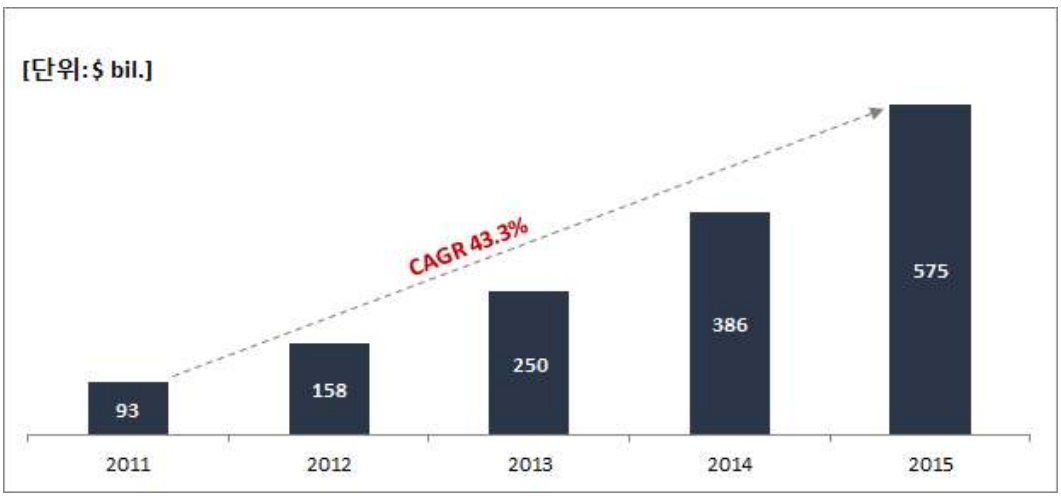
20) ENR 2010

- 중남미의 경우 국제 원자재 가격 상승과 수요 확대로 각종 플랜트 및 인프라 발주 증가
- 아프리카의 경우 산유국(나이지리아, 적도기니, 우간다 등)과 천연 자원 보유국(DR 콩고, 카메룬 등)을 중심으로 건설투자가 확대
- 아시아 · 호주 시장의 경우 GMS 국가들(베트남, 태국, 캄보디아, 라오스 등)의 인프라 시설 발주 본격화로 인해 중동시장(2009년 2위)을 제치고 2위를 차지

녹색 성장(Green Growth)에 대한 전 세계적 관심 고조로 그린 건설시장 활성화 전망

'11년 세계 그린건설 시장규모는 930억 달러 규모이며, '15년까지 5,750억 달러 규모로 성장할 것으로 예상됨[21)]

- 그린 건설시장은 그린 인프라 구축 증가에 따라 성장이 가속화 될 것으로 보임



[그림 Ⅱ-6] 그린 건설시장 규모 전망

21) 김상범 (2011) 녹색 정책 현황 및 건설 산업, KOSCA 녹색정책과 전문건설공사 수요창출 세미나

1.2.1 공종별 건설시장 현황 및 전망

토목시장이 건설시장 성장 주도 예상, 플랜트분야의 지속 성장 전망[22)]

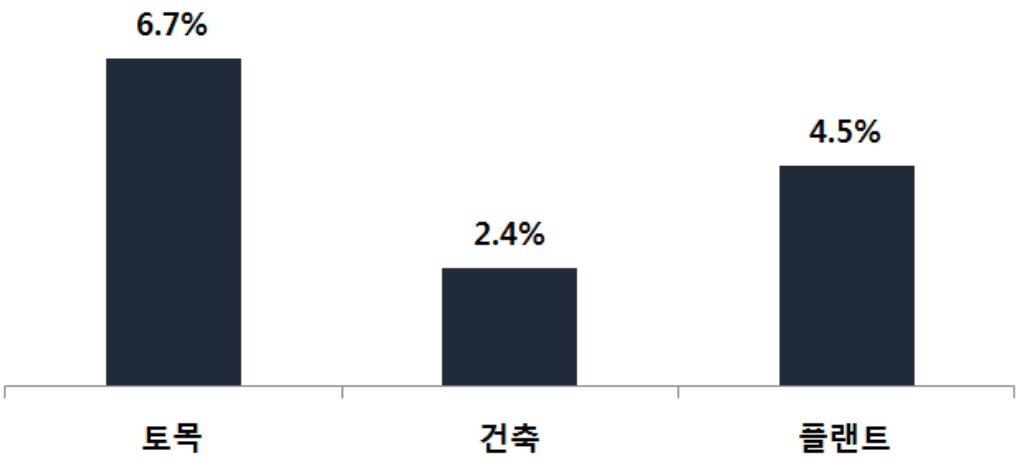
토목시장은 2008 ~ 18년 간 연평균 6.7% 수준으로 성장 예상

플랜트시장은 2008 ~ 18년 간 연평균 4.5%의 성장, 2013년 이후에는 5.5% 이상 성장 예상

- 원전, 신재생에너지 등 발전부문과 가스, 정유 등 화공플랜트 성장이 높을 것으로 전망

건축시장은 2008 ~ 18년 간 연평균 2.4% 성장에 그칠 것으로 전망되었으나, 2013년 이후 성장률이 다소 상향된 4% 수준이 될 것으로 조사됨

※ 건축 부문은 현재 전 세계적인 녹색 이슈와 맞물려 녹색 빌딩이라는 새로운 성장동력을 얻어 가고 있어 이러한 전망이 수정될 가능성도 배제할 수 없음



[그림 Ⅱ-7] 공종별 연평균 시장성장률 예측('08-'18)

22) 건설동향브리핑 252호, 한국건설산업연구원

(1) 토목분야 시장 현황 및 전망

각국은 향후 20년간 교통, 전력, 물, 통신 등 4대 인프라분야에 연평균 2조 달러 투자를 계획하는 등 인프라 산업이 유망분야로 부상

최근 글로벌 경제위기에 직면한 신흥국은 경기부양을 위해 재정지출을 늘리며, 이 중 상당 부분을 인프라에 투입할 계획

- 신흥국은 경기부양 목적의 재정지출을 미래성장동력 기반 확보를 위한 인프라 투자에 집중하고 있으며, 향후 10년간 인프라 부분의 성장은 4% 이상을 지속적으로 유지할 것임

  · 경기부양예산 중 인프라 투자액 및 비중[23]: 중국(2,637억 달러, 45%), 멕시코(454억 달러, 61%), 아르헨티나(310억 달러, 100%)

  · 신흥국은 선진국과 달리 단기간에 인프라 구축이 필요하므로 최신 기술을 선호하며 비용절감에 민감함

- 인프라 시장은 구미기업이 주도하고 있으며, 선진국 시장 진입이 쉽지 않은 상황임

  · 한국이 압축성장 과정에서 축적한 경험과 노하우는 신흥국시장에서 선진기업과의 경쟁을 가능하게 하는 차별화된 경쟁력임

[표 Ⅱ-4] 4대 인프라 분야의 시장전망

구분	'01-'10(연평균)	'11-'20(연평균)	'21-'31(연평균)	'11-'30(누적)
도로/철도	2,690	2,990	3,500	64,900
통신	6,540	6,460	1,710	81,700
전력	2,700	3,830	5,130	89,570
물	5,760	7,720	10,370	180,900
합계	17,690	21,000	20,710	417,070

(자료 : Infrastructure to 2030, OECD)

도로분야는 중동, 아시아, 중남미, 아프리카를 중심으로 대형 프로젝트가 다수 추진되고 있음

- 중동 국가들은 전통적으로 도로망을 선호하여 도로건설 프로젝트를 지속 추진하고 있으며, 막대한 오일머니를 바탕으로 한 고품질 첨단 도로 건설 프로젝트도 전망됨

- 아시아, 중남미 국가는 급격한 차량 증가로 인해 도로 신설 및 개선 프로젝트가 추진되고 있음

- 아프리카국가들은 열악한 도로 사정이 경제발전의 장애가 됨을 인식하여, 도로 개선 및 확충 사업을 추진 중임

23) 김민정, 이해인(2009), 인도 인프라 건설시장 현황 및 진출방안, Global Business Report 09-053, KOTRA

철도분야는 고유가, 환경보호, 민자시장 성장, 고속철도 수요 증대 등의 동인에 힘입어 '15년까지 1,600억 유로(연평균 성장률 4.1%) 규모로 성장할 것으로 예측됨[24]

- 유럽, 일본 등 선진국에 건설되던 고속철도가 브라질, 인도 등 아시아 중남미 신흥국으로 확대되고 있음

- 아프리카 지역 국가들은 내륙과 자원수송 및 여객을 위한 철도인프라 구축 프로젝트 추진

- 중동지역의 국가들은 여러 지역의 도시를 연결하고 도로교통과 항공교통 혼잡을 완화하기 위한 방법으로 철도에 관심을 돌리고 있음

물분야는 기후변화에 따른 자연재해 방어, 통합 물관리, 통합 유역관리, 친수도시 개발 등 물순환 전과정 관리의 개념이 도입되고 있으며, 물부족 지역이 증대됨에 따라 고성장이 예상되고 있음

- 물분야는 물공급에 영향을 미치는 국가의 기후, 지리적 조건에 따라 국가별 투자의 목적, 중점투자분야에서 차이를 보임

신흥국 도시인구 증가로 신도시 인프라 수요 급증[25]

전 세계 인구는 2009년 68억 3,000만 명에서 2050년 91억 5,000만명으로 증가할 것으로 예상되며, 이 중 도시인구는 2009년 34억 2,000만 명에서 2050년에는 62억 9,000만명으로 28억 7,000만 명이 증가할 전망

- 세계 도시화율 추이: 28.9%(1950년) → 50.1%(2009년) → 68.7%(2050년)

신흥국 도시인구는 1950년 3억 명에 불과했으나 2009년 25억 명으로 증가했고 2050년에는 51억 9,000만 명에 이를 전망

- 전 세계 도시인구 대비 신흥국 도시인구 비중: 41.1%(1950년) → 73.1%(2009년) → 82.5%(2050년)

신흥국에서 도시화가 급속히 진행됨에 따라 신도시 인프라 관련 대규모 수요가 창출

- 신흥국에서는 2050년까지 인구 20만명 규모의 신도시 또는 신시가지가 약 1만 3,000개 필요[26]

  · 해외 신도시 건설 규모는 6,118억 달러(2008년)[27]로 사회 인프라가 취약한 중앙아시아, 중동, 아프리카를 중심으로 대규모 신도시가 건설 중

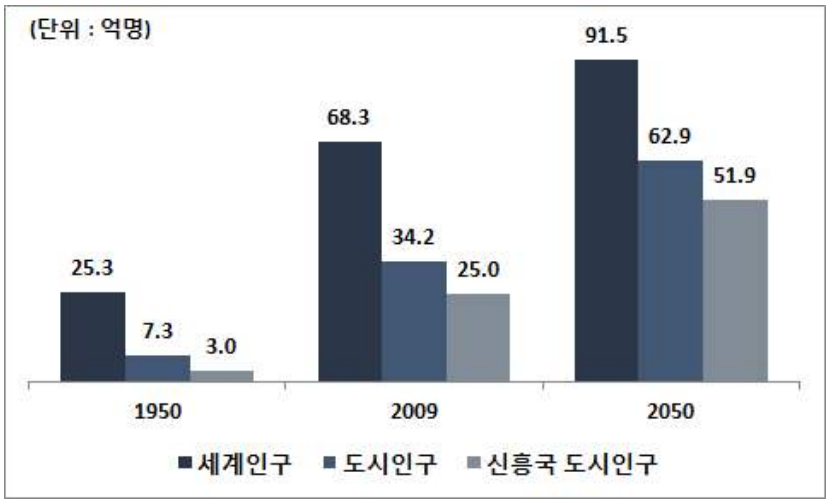
24) SCI Verkehr, 2011
25) '도시 수출'의 현황과 정책과제, SERI 경제 포커스, 삼성경제연구소, 2011
26) 2009년 25억명에서 2050년 51억 9,000만명으로 증가할 것으로 예상되는 신흥국 도시인구 26억 9,000만명 수용 기준
27) 황기현(2009), "해외 도시개발 동향과 국내기업 참여현황", 도시정보, 330, 3-95

- 2000년 대 중반부터는 오일달러가 풍부한 중동 산유국(UAE, 사우디아라비아, 카타르 등)과 풍부한 자원을 보유한 북아프리카 및 중앙아시아(알제리, 세네갈, 아제르바이잔, 카자흐스탄) 등으로 신도시 개발 붐이 확산

  · 사우디는 킹 압둘리 경제도시 등을 포함해서 총 인구 500만명을 수용하는 500억달러 규모의 10개 신도시 개발을 추진 중

  · 아프리카의 알제리에서도 한국기업이 참가하고 있는 인구 20만명 규모의 부그졸 신도시 등 10여개 이상의 신도시 개발이 진행 중

  · 세네갈은 서부아프리카의 관문으로서 300여개 기업을 수용할 국제업무 복합 신도시를 건설 중



[그림 Ⅱ-8] 전 세계 인구와 도시인구 및 신흥국 도시인구 추세
(자료: UN(2010), World Urbanization Prospects - The 2009 Revision)

도시개발은 에너지 효율화, 탄소제로, U-City 등 스마트 에코시티 프로젝트 증가 전망

최신 기술을 활용하여 에너지 이용의 고효율화나 자원 절약을 철저하게 추구하는 환경배려형 도시 건설을 지향하는 '스마트 시티' 시장도 세계적으로 급성장 하는 추세임

- 2030년까지 스마트시티 누계 시장 규모는 총 12조 8,000억 ~ 51조 3,000억 달러가 될 전망[28)]

- 전 세계 국가들이 스마트시티 계획 수립과 시범사업을 활발하게 추진하고 있으며 스마트시티로 지정된 도시를 대상으로 하는 테스트 프로젝트가 최근 1~2년 사이에 200개를 상회

  · 미국에서는 스마트미터를 이용한 스마트 그리드 관련 프로젝트가 100개 이상 추진

望月洋介（2010）. "中國で動きだすエコ・シティー計劃 13モデル都市を選定し,實證スタート."
28) 『日經エレクトロニクス』, 1032, 19-22.

전 세계에 ‘탄소제로’ 도시 프로젝트가 동시 다발적으로 진행 중이며, 선진국은 주로 도심 재개발, 개도국 및 중동지역은 신도시 개발에서 탄소제로 도시의 개념을 적용[29]

- 탄소제로 도시[30]는 ‘이산화탄소(CO2) 순배출량이 0(Zero)인 도시[31]로서, 에너지효율화[32], 친환경 교통체계 도입, 폐기물 재활용 등을 통해 탄소배출량을 최대한 줄이고, 나머지는 식수, 탄소배출권 구입 등을 통해 상쇄함으로써 도시의 탄소수지를 제로화함

- 화석연료 기반의 전기를 사용함으로써 발생하는 간접적 탄소배출은 신재생에너지로 대체하여 감축

- UAE의 마스다르(Masdar) 프로젝트는 아부다비 인근에 2016년까지 총 220억달러를 투입해 인구 5만 명 규모의 신도시를 건설하는 초대형 프로젝트임 (2008년 착공)

- 캐나다 Dockside Green 프로젝트는 벤쿠버 인근 빅토리아 내항에 위치한 구공업단지 부지(면적 12만m2)를 탄소제로 복합단지로 재개발하는 프로젝트임

- 중국의 동탄 프로젝트는 2050년까지 상하이 인근 총밍섬(맨하탄 3/4 크기인 86km2)에 인구 50만 명을 수용하는 탄소제로 신도시를 건설하는 장기 프로젝트임

u-City 해외시장 규모는 2005년 252억 달러에서 2010년 이후 700억 달러로 급팽창할 것으로 예상[33]되고 있으며, 세계 유비쿼터스 관련 시장 규모는 2005년 2,525억 달러에서 2010년 7,025억 달러에 이를 것으로 예측됨[34]



[그림 Ⅱ-9] 세계의 주요 탄소제로 도시 프로젝트

29) ‘탄소제로’ 도시의 확산, SERI 경영노트, 삼성경제연구소, 2009
30) 탄소중립(Carbon-neutral) 도시, Zero Emission City와 같은 의미
31) 저탄소 도시도 궁극적인 목표는 ‘탄소제로’이므로 본 보고서에서는 엄밀한 의미의 ‘탄소제로’가 아닌 적극적으로 탄소 감축을 추진하는 도시를 ‘탄소제로 도시’의 범주에 포함
32) 단열강화, 고에너지효율 제품 사용 등을 통해 에너지 사용량을 줄이는 활동을 의미
33) 일본 통산성, 2006
34) 일본 총무성, 2006

‘25년 물 인프라 투자 수요는 1조370억 달러로, 타 분야 인프라에 대비 고성장 전망[35]

세계 물산업의 시장 규모를 살펴보면 지난 2010년 기준 580조 원을 기록했으며, 이 중 공공시설은 약 450조 원을 기록해 전체의 76.9%를 차지했음[36]

- 산업용수는 약 33조 원 규모로 전체 시장의 5.7%를 차지하고 있으며, 이 밖에 사용처 시설 3.1%, 관개용수 시설 2.1% 순으로 시장을 형성함

  · 생수(Bottled water)는 전체 시장의 12.2%를 차지해 약 70조 원에 달함



[그림 Ⅱ-10] 세계 물산업 현황(2010년)

최근 기후변화를 고려한 재난 대응, 유역관리, 친수공간개발 등을 포함하는 통합 물관리 시스템 관련 시장 관심 집중

재난 대응, 유역관리 등 통합 물관리 시스템 구축은 지구 온난화 등 기후변화에 의한 홍수, 태풍 피해의 증가로 주목받고 있음

- 최근에는 기후변화에 따라 등장하고 있는 새로운 시장 기회를 포착하기 위해 물산업 개념의 재정립이 요구되고 있음

  · 기존에는 상하수도와 대체수자원(담수화·재이용)으로 물산업이 구성돼 사업 영역이 먹는 물 공급, 수처리에 국한됐으나 이제는 기후변화에 대응한 ‘통합 물관리’가 필요하며 물 순환 전 과정을 포괄하는 통합유역관리, 수력에너지, 친수도시 개발 등이 포함되어야 함

35) OECD
36) 물산업 해외진출 컨퍼런스, 물산업 해외진출 활성화 방향, 국토해양부, 2012

- 동남아 국가의 경우, 홍수예측을 위한 강우, 수위, 유량 관측 인프라가 부족한 실정이며, 경제 사정에 의해 우리나라 수준의 인프라를 구축할 수 없는 실정이므로 최소한의 관측망을 구축하여 효율적인 홍수예보를 할 필요가 있음

- 태국 등 동남아 국가는 우리나라와 달리 유역경사가 완만하고, 홍수유출시간이 상대적으로 길며, 강우기간이 긴 특성을 가지고 있어 우리나라와 홍수 특성과 상이함

강우량 증가, 지역 편중으로 인한 상습 홍수 피해 국가는 통합 수자원 관리와 관련된 투자를 발표하고 있음

- 태국정부는 '11년 홍수로 인한 방콕 침수이후, 중장기 수자원관리시스템 구축이 116억 달러 규모의 투자계획을 발표하였음[37)]

- 1인당 연간 재생가능 수자원량 $500m^3$ 수준인 알제리는 대표적 물기근 국가로서, '14년까지 댐 59개소, 해수담수화, 지하수 개발에 190억 달러를 투자하는 대규모 수자원 개발사업을 추진하고 있으며 '12년 11월 13일 국토교통부와 수자원분야 협력강화 위한 양해각서 체결[38)]

- 연평균 강우량 400mm 불과, 지역별 편차 50~2,000mm로 큰 편인 모로코의 경우, '08년, '10년 각 이재민 20,000명, 75,000명이 발생한 홍수 이후, 치수사업 추진 수요가 높아지고 있으며, '12년 3월 26일 수자원관리 및 4대강사업의 기술협력에 관한 양해각서를 국토교통부와 체결[39)]

- 연평균 강우량 1,500mm로 비가 많이 오고 여름철에 강우가 집중돼 가문과 홍수가 빈번하여 물관리에 어려움을 겪고 있는 파라과이는 파라나강 정비사업을 국책사업으로 추진할 계획이며, '12년 5월 29[40)]일 '강살리기 및 수자원 관리협력에 관한 MOU'를 국토교통부와 체결

그 외 매년 강우로 인한 침수피해가 극심한 적도 인근지역 국가들의 경우 통합 수자원 관리 관련 인프라 구축이 필요한 상황임

- 베트남은 고온다습한 열대기후로 인구밀집 지역이 대부분 저지대에 위치함에 따라 매년 태풍 및 집중호우로 인한 침수피해가 발생

- 싱가포르는 고온다습한 다우지역으로 우기에 강우가 집중되며, 지대가 낮아 상습적으로 침수피해가 발생

37) 4대강 기술, 태국 수출 현실화 되나, 아시아경제, 2012. 3. 25
38) 한-알제리 수자원협력 MOU 체결, 머니투데이, 2012. 11.13
39) 모로코와 4대강사업 기술협력 MOU체결, 공감코리아 정책정보
40) 정부, 파라과이와 4대강 기술협력 MOU체결, 파이낸셜신문, 2012. 5. 29

- 인도네시아는 고온다습한 다우지역으로 2013년 1월 집중호우로 인해 수도 자카르타의 절반이 침수되는 피해가 발생

- 인도 동부 지역은 연 강수량이 3,000mm가 넘는 지역으로 매년 침수피해가 발생

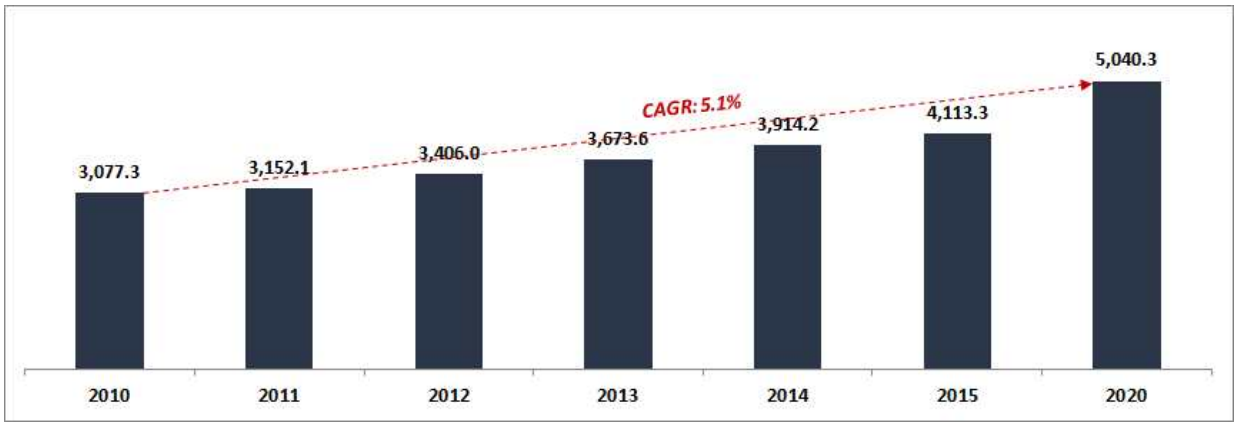
- 콜롬비아의 보고타강 하천 유역은 강우량이 4,000mm가 넘는 열대 우림지대로 하천범람으로 인한 홍수 피해 빈번하게 발생

- 브라질은 우기 시 폭우가 내리는 지역으로 2011년 1월 홍수 때 600여명이 넘는 사망자 발생

(2) 건축분야 시장 현황 및 전망

건축시장은 '20년까지 5,040억 달러 규모로 성장 전망[41)]

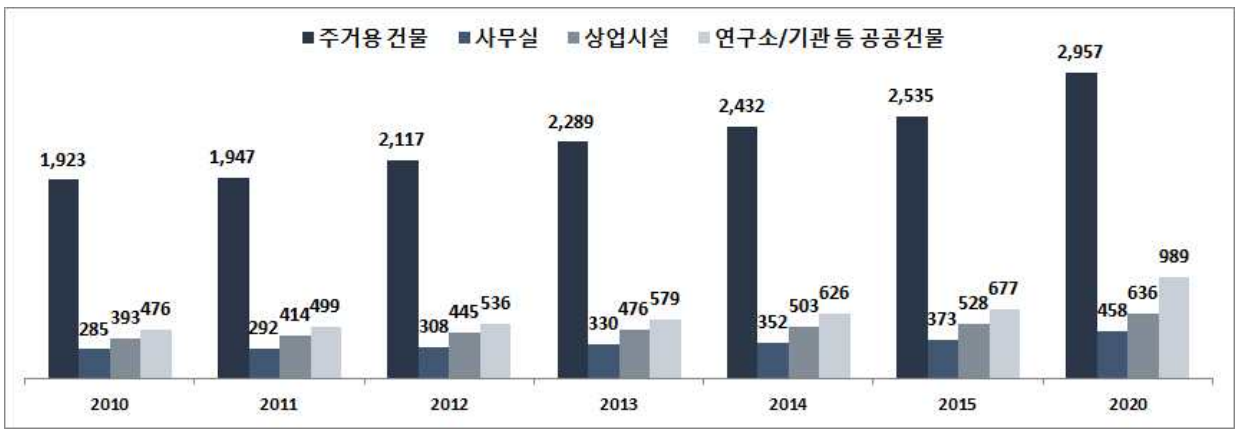
'11년 기준 3,152억 달러 수준인 건축시장은 '20년까지 연평균 성장률 5.1%로 성장하여 '20년까지 7,592억 달러규모를 형성할 것으로 전망됨



[그림 Ⅱ-11] 세계 건축시장 현황 및 전망('10-'20)

건축분야에서는 주거용 건물시장이 '20년 기준 2,957억 달러 규모로 가장 높은 비중을 차지할 것으로 전망

건축분야에서는 주거용 건물, 상업시설, 연구소/기관 등 공공건물, 사무실 순으로 규모가 큼

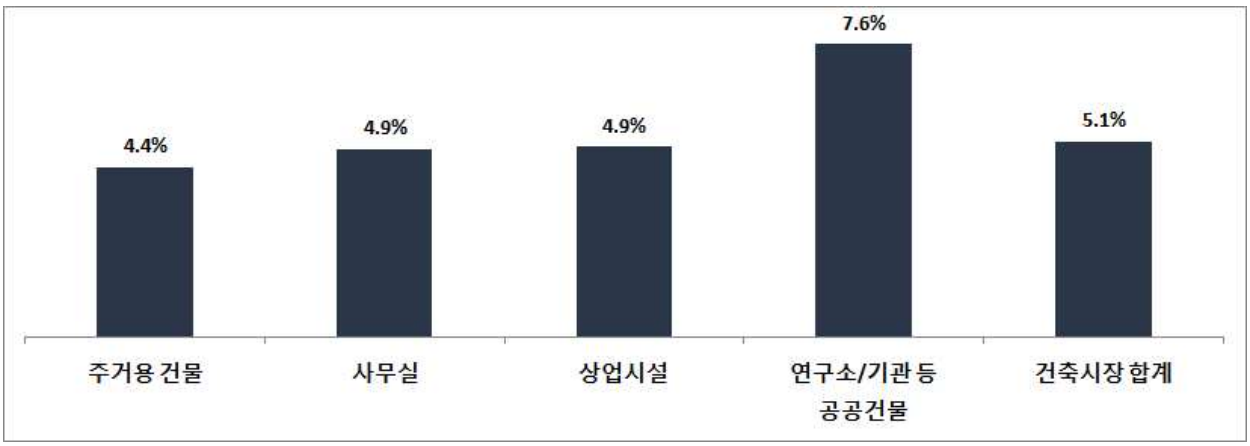


[그림 Ⅱ-12] 세계 건축시장의 부분별 시장 현황 및 전망

41) Global Insight 2011, 실질가치 기준

건축시장 성장률은 점점 둔화 예상, 연구소/기관 등 공공건물분야가 가장 높은 성장률 전망

건축분야에서 ‘10년부터 ’ 20년까지 부문별 성장률은 주거용 건물 4.4%, 사무실 4.9%, 상업시설 4.9%, 연구소/기관 등 공공건물 7.6%로 연구소/기관 등 공공건물 성장률이 비교적 높음

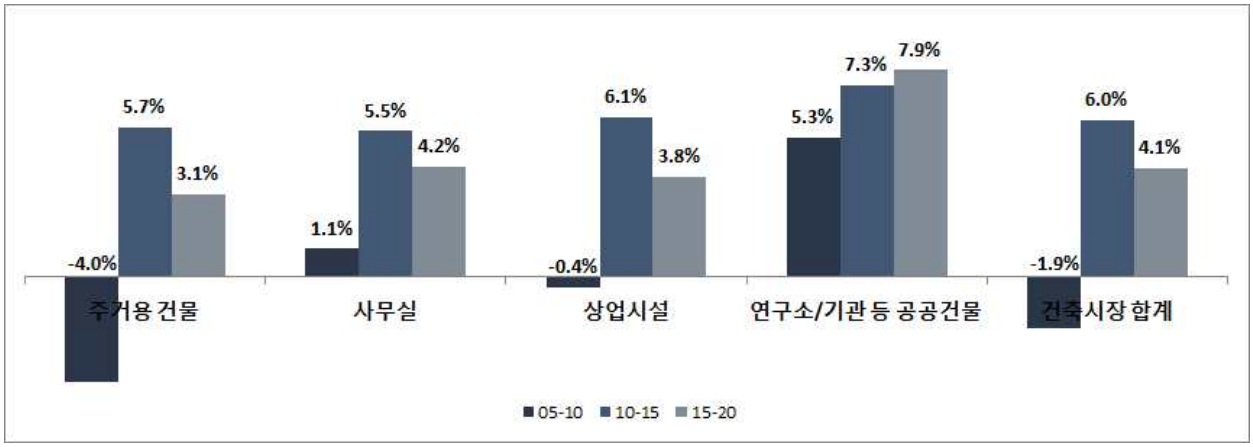


[그림 Ⅱ-13] 세계 건축시장의 부분별 시장 현황 및 전망(‘10년 - ’20년)

건축시장은 ‘10년-’ 15년간 연평균 6.0%의 성장이 예측되고 있으며 이후 ‘15년-’ 20년간 성장세가 둔화되어 연평균 4.1%의 성장이 전망되고 있음

- 주거용 건물, 사무실, 상업시설, 연구소/기관 등 공공건물분야의 ‘15년-’ 20년간 성장률은 5.7%, 5.5%, 6.1%, 7.3%임

- 주거용 건물, 사무실, 상업시설 부문의 ‘15년-’ 20년간 성장률은 ‘10년-’ 15년 기간에 비하여 성장이 둔화될 것으로 예상되나, 연구소/기관 등 공공기관은 ‘15년-’ 20년간 7.9%의 성장이 예측되어 ‘10년-’ 15년 기간에 비하여 높은 성장이 전망됨

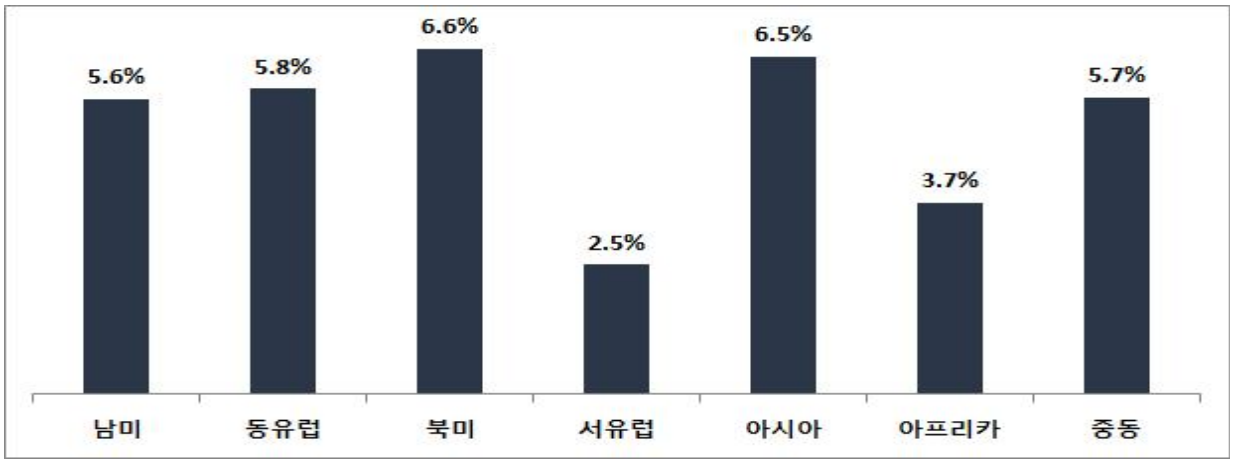


[그림 Ⅱ-14] 세계 건축시장의 부분별 구간별 성장률

권역별로는 아시아가 가장 큰 시장이 될 것으로 예상[42)]

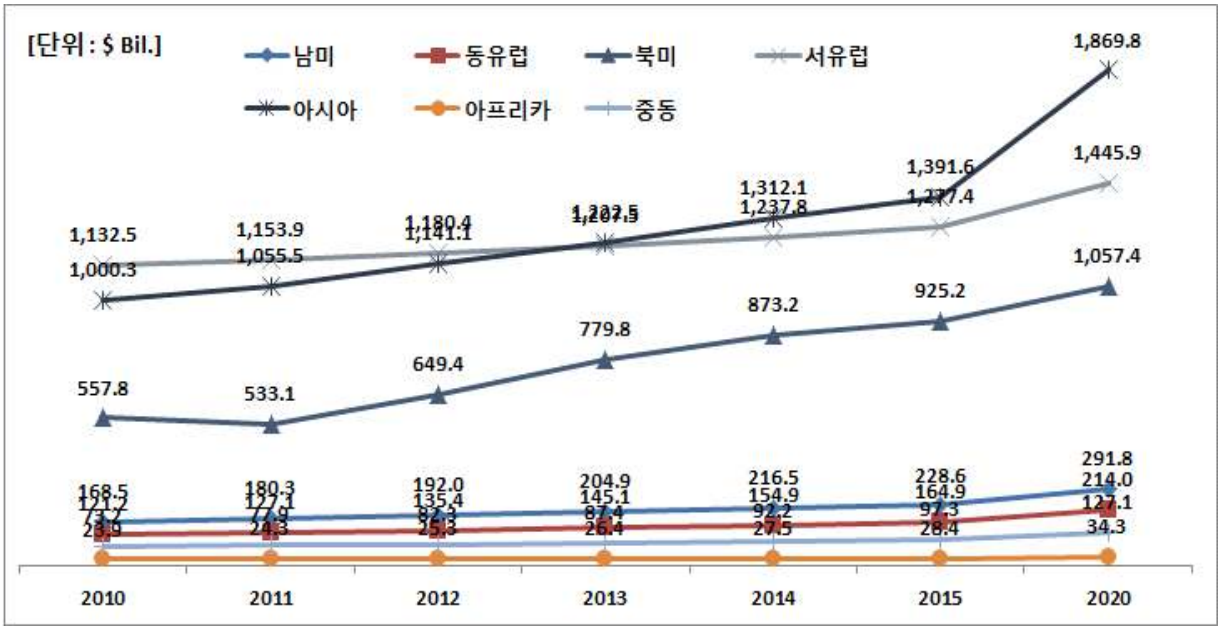
아시아 건축시장은 11년 기준 10,555 억 달러 규모를 형성하고 있으나, 20년 기준 18,698억 달러 규모로 성장하여 세계 최대 건축시장이 될 것으로 전망되고 있음

‘10년-’ 20년간 북미(6.6%), 아시아(6.5%), 동유럽(5.8%), 중동(5.7%), 남미(5.6%)는 건축시장 평균 성장률(5.1%) 대비 높은 성장이 예측되고 있음



[그림 Ⅱ-15] 권역별 건축시장 성장률(‘10년-’20년)

42) Global Insight 2011, 실질가치 기준



[그림 Ⅱ-16] 권역별 건축시장 규모 및 전망

유럽 제외 전 권역에서 정부주도의 공공주택 시장 활성화 전망

아시아 지역에서는 인도네시아, 중국, 카자흐스탄, 우즈베키스탄 등 신흥국 중심의 공공주택건설, 학교 건설 수요 증가, 관광인프라 관련 건축 수요로 건축시장이 활성화 될 것으로 전망됨

- '11년 10월 인도네시아 공공주택부(Public Housing Ministry)는 '12년까지 11억 달러를 East Nusa Teggara 지역의 주택건설에 투자 계획을 발표
  - · 정부 예산 투입을 통하여 29,992호의 주택을 빈곤층의 주거보장을 위해 제공할 것임.
- 중국은 '11년-'15년간 36,000,000호의 주택을 저가로 건설하는 프로그램을 추진 중임
- 2011년 3월 카자흐스탄 정부에서 '2011~14년 카자흐스탄 주택 건설프로그램'을 승인하여, 3년간 5.5억불의 중앙정부 예산과 약 2억불의 지방정부 예산이 투자될 예정
- 우즈베키스탄은 구소련 시절 건축된 노후아파트 등에 대한 재건축 수요가 높음
  - · 타시켄트 시내 주택이 노후화됨에 따라 재건축 수요가 증가하고 있어 향후 부동산 개발에 대한 수요가 확대될 것으로 예상됨[43)]

중동지역은 이라크 재건을 위한 건축사업 발주에 따라 건축시장이 성장할 것임

43) 해외건설진흥계획, 해외건설협회, 국토해양부, 2009

- 이라크는 전후 재건사업을 위해 대규모 주택건설 사업을 추진[44)]

중남미 지역에서는 브라질, 멕시코 등에서 공공주택 건설 계획을 발표하였음

- 브라질은 '14년 월드컵, '16년 올림픽, 100만호 서민 주택 사업을 국책사업으로 추진

  · 브라질은 부동산 융자확대, 주택기반시설정비에 '11년부터 14년까지 2,782억 해알(136억 달러)을 투자할 계획임[45)]

- 멕시코는 국가 인프라계획('13-'18)에 의한 주택건설수요를 위하여 '12년 1분기동안 18억 2,900만 달러를 투자하였음[46)]

아프리카 지역은 리비아의 전후재건사업과 사회 인프라 구축을 위한 대규모 주택 건설사업 추진이 건축시장 성장을 견인할 것으로 전망됨[47)]

- 리비아에서는 전략적 프로젝트 개발 5개년 프로그램을 통해 주택, 학교, 상하수도 처리시설 등에 5년간 1,234억달러를 투자할 계획임

  · '12년 이후 기존 프로젝트 추진 및 전후 복구를 위한 각종 프로젝트가 적극적으로 추진될 것으로 예상됨

  · 전략적 프로젝트 개발 5개년 프로그램은 53만채 주택건설을 추진함

- 알제리에서는 주택, 도로, 수자원개발, 신도시, 신항만 건설에 '10년부터 '14년까지 총 1,500억 달러를 투자할 계획임

  · 매년 175,000호의 신규주택 공급 및 노후화된 주택 재건축이 필요한 상황임

- 나이지리아의 경우 12년부터 '20년까지 1,040만개의 주택이 건설될 계획

- 에티오피아 정부의 인프라 확충 계획에는 공공주택, 대학을 비롯한 공공건축 건설계획이 포함

- 모로코에서는 '07년부터 총 36억 달러를 투자하여 주택/관광단지를 개발

44) KOTRA
45) KOTRA
46) BMI, 2012
47) KOTRA

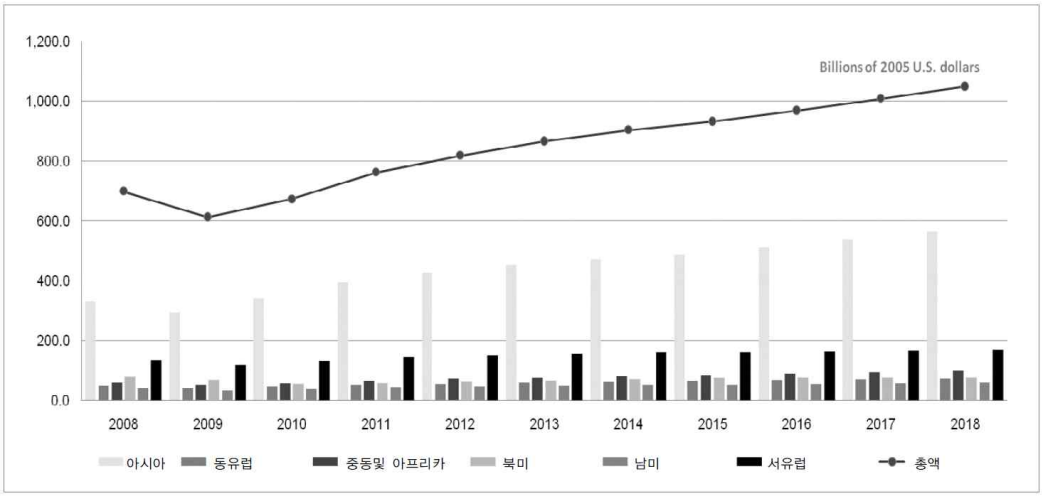
(3) 플랜트분야 시장 현황 및 전망

플랜트 시장은 아시아, 중동, 아프리카 중심 지속 성장 전망[48)]

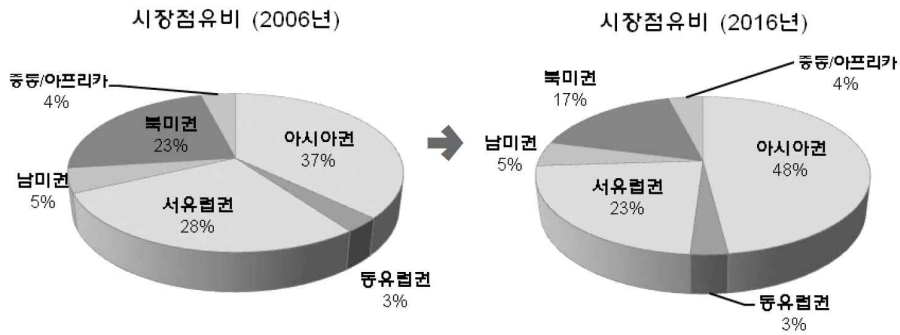
플랜트 시장은 '14년까지 아시아, 중동, 아프리카를 중심으로 큰 성장세를 가질 것으로 전망되며, '08년-'18년 까지 연평균 성장률은 1.8%로 예상됨

- 중동, 아프리카의 경우, '18년까지 연평균 성장률 3%로 시장이 성장할 것으로 예측됨
- 아시아 지역은 '08~'18년까지 2.5%의 연평균 성장률이 전망되며, '10년 회복기를 통해 2013년까지 높은 성장세가 예상됨
- 남미지역은 '08~'18년 까지 2.4%의 연평균 성장률이 예상되며, '10년부터 급격한 상승세로 전환될 것으로 전망됨
  - 산업플랜트보다는 에너지 발전 플랜트 시장의 활성화 기대됨
- 북미지역은 '08~'18년까지 -0.3%의 연평균 성장률이 전망되며, '10년까지 급감하다가 '16년부터 회복기에 접어들 것으로 예상됨
- 서유럽 지역은 '08년~'18년까지 1.1%의 연평균 성장률이 예상되며, 현상을 유지할 것으로 전망됨
- 동유럽 지역은 '08년~'18년까지 2.1%의 연평균 성장률이 예상되며, '12년 회복기를 거치면서 '18년까지 높은 성장세 전망됨
  - 석유 및 정유시설의 시장이 화학시설보다 높아질 것으로 전망됨

48) 해외플랜트 시장 전망 및 대응전략, 장현승, 설비건설, 2009



[그림 Ⅱ-17] 권역별 플랜트 시장전망



[그림 Ⅱ-18] 권역별 플랜트시장 점유비 전망

구분	시장성장률*			비고
전체	Low	*Mid.*	High	CAGR 1.8%
아시아	Low	Mid.	*High*	CAGR 2.5%
중동/아프리카	Low	Mid.	*High*	CAGR 3.0%, 높은 성장세 지속
북미	*Low*	Mid.	High	CAGR -0.3%, '16년 회복기 예상
서유럽	Low	*Mid.*	High	CAGR 1.1%, 현상유지 또는 미미한 성장세
남미	Low	Mid.	*High*	CAGR 2.4%
동유럽	Low	Mid.	*High*	CAGR 2.1%,

*) 시장성장률 기준(Low=<0%, 0<Mid=<2%, 2%<High)

[그림 Ⅱ-19] 플랜트 부문 지역별 시장성장률 분석

탄소배출저감에 대한 각국의 정부정책신재생에너지 등 신규 미개척에너지 시장의 급성장 예상[49)]

신재생에너지 세계시장은 지난 5년간 연평균 28.2%증가율로 성장하여 2009년 1,620억불 규모(풍력 635억불(39.2%), 바이오연료 449억불(27.7%), 태양광 307억불(19.0%)), 2015년에는 4,000억불, 2020년경에는 1조불로 성장할 것으로 전망

- 2009년 미국, 중국 등 신재생에너지 주요국은 청정에너지 산업분야에 1,980억 달러를 투자했으며 2010년경에도 경기부양자금의 상당부분을 청정에너지 산업에 추가적으로 투자

태양전지(모듈) 시장은 Grid-Parity 조기달성 기대와 각국 정부의 태양광 보급 확대 정책에 따라 폭발적으로 성장 중

- 지난 5년간 연평균 43.1% 성장률을 나타내며 폭발적으로 성장

  · '09년 7.3GW 신규설치, 2014년 30GW 신규설치 예상

- 시장규모는 2010년 712억 달러에서 2020년 1,136억달러로 성장 전망

- 2050년까지 전 세계 전기소요량 21% 충당(Paradigm Shift Scenario, EPIA)

  · 누적설치량 2009년 20.9GW -> 2030년 1,845GW -> 2050년 4,670GW

- 생산규모 우위를 바탕으로 태양전지 시장 선점이 이뤄지고 있으며, 미국, 중국 등 해외업체는 가격경쟁력 강화를 위해 투자확대를 지속하고 있음

풍력에너지는 미국 유럽 시장 외에 중국을 비롯한 아시아권 풍력 발전 수요 증가에 따라 연평균 16%의 증가율로 증가하여 2019년 966GW, 2030년 3,484GW로 성장할 것으로 전망됨

- 풍력에너지 신규설치는 2009년 38GW로 전년 대비 35% 증가하였으며, 2019년에는 약 3배가 성장한 126GW가 설치될 것으로 전망됨

석탄가스화 복합발전 플랜트는 친환경성, 고효율, 합성가스에 대한 다양한 응용분야 등의 장점으로 인해 지속적인 시장확대가 예상됨

- 향후 기후변화협약 등 환경규제 강화, 아시아지역의 경제성장, 노후 석탄발전 설비 대체 수요를 고려할 경우, 2030년 약 250GW(8,300억 달러)의 거대시장이 형성될 것으로 전망[50)]

49) 플랜트/엔지니어링산업 시장동향과 기술개발전략, 지식산업정보원 R&D정보센터, 2013. 1.
50) Global IGCC Power Market and Steategies, 2007, EER

- 특히 CO2 규제 현실화 및 CCS기술 상업화 시점을 고려할 경우, 2020년 전후로 IGCC시장이 급격히 성장할 것으로 예상

- 현재 전 세계적으로 14기의 IGCC 플랜트(4,000MW)가 운전 중이며, 2014년까지 약 50기(25,500MW)의 IGCC플랜트 건설사업이 추진되었으나 건설비용 증가, 정부의 인허가 지연 등으로 순연되고 있음

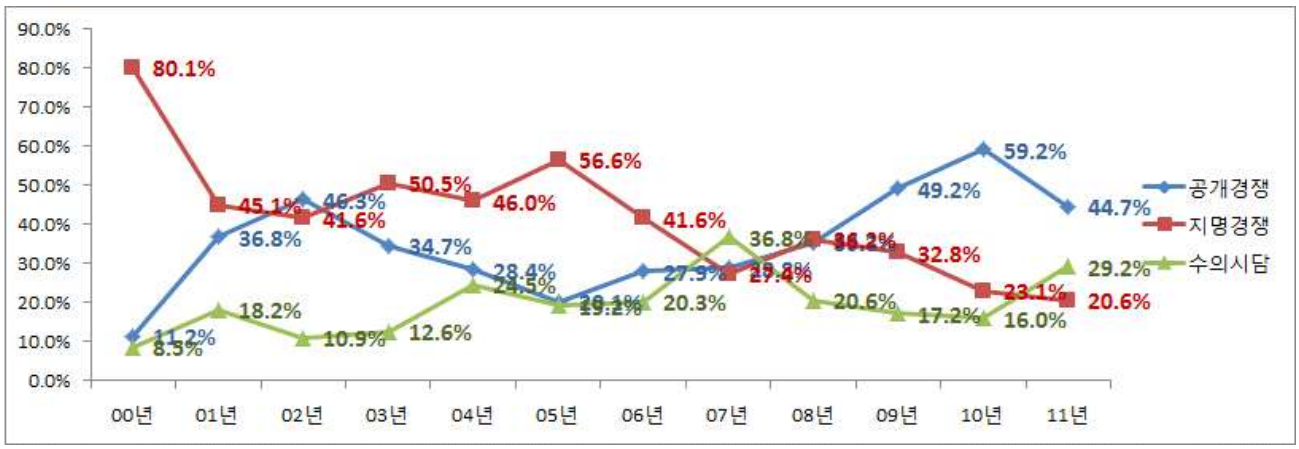
  · 2020년 경 매년 10기 시장이 예상됨

1.2.2 사업추진방식의 변화 현황 및 전망

최근 건설시장 발주는 Total Solution Service 제공 요구 증대

최근 건설 선도국가들의 자국시장 위축으로 인한 해외진출 확대로 해외시장의 경쟁은 점차 심화되는 양상을 보이고 있으며, 이로 인해 해외건설시장은 지명입찰 발주는 점차 감소하고 공개입찰 발주가 증가하는 경향으로 변화해왔음

- 국내 건설기업의 수주 실적에서 공개경쟁을 통한 수주 비중은 27.9%(06년)에서 44.7%(11년)로 증가하고, 수의시담 비중이 88.7%(90년)에서 17.3%(09년)으로 감소하였음[51)]



[그림 Ⅱ-20] 국내 기업 해외수주액의 발주방식별 비중 변화(해외건설협회 DB)

공개입찰 발주 증가는 입찰 참가 업체 대상 사업기획/시공/운영 서비스 등 Total Solution Service에 대한 요구를 증가시킴

- 입찰참여 업체가 보다 높은 수준의 서비스를 제공할수록 입찰 경쟁에서 우위를 점할 수 있으므로 공개입찰 발주 증가는 Total Solution Service 요구 증가의 주요한 요인이 되고 있음

  · Total Solution Service는 사업기획, F/S, 설계검토, 공기산정, 시공, 유지관리 등 사업의 Value chain 상 모든 단계에서 입찰 참가 업체가 역할을 수행하는 것임

  · 발주자들은 발주자가 부담하는 리스크를 줄이고 사업기간을 단축하기 위한 목적으로 Total Solution Service 제공을 요구함

51) 해외건설협회 DB

발주자는 초기자금 및 공기단축을 위하여 건설기업에게 당해 건설사업에 있어서 ‘One Stop Shop’(OSS) 또는 ’ One Stop Service’(OSS) 제공을 요구하는 방향으로 급격하게 옮겨가고 있음

- 과거에 비해 디자인-빌드, 턴키 또는 EPC 턴키 방식의 발주가 늘어나고 있다는 사실이 이를 입증하고 있음

국내 건설기업은 Total Solution Service 제공을 위한 사업기획, F/S, 설계검토, 공기산정 등 Pre-construction 역량이 부족

- 선진국대비 사업 단계별 경쟁력은 F/S 61%, 기본설계 63%, 상세설계 76%, 입찰 65%, 시공 82%, 시운전 유지관리 61.5%로서 상세설계 및 시공단계를 제외할 경우, 전체 평균인 67%에 미치지 못하고 있음[52)]

Pre-Con. 역량의 향상에는 제도, 문화, 발주트렌드 정보를 축적하는 것이 필수적이나 해당 정보는 기업이 단기간에 확보하기 어려운 노하우임

투자개발형/시공자 금융조달방식 사업발주 증가 등 발주패턴 다양화

발주국 재정부담 경감 및 신속한 인프라 확충을 목적으로 민간 자본투자 방식의 사업발주가 증가하고 있음

- 개도국들은 재정 및 외환의 부족을 보완하는 한편, 민간의 효율성을 도입하기 위하여 인프라 시설에 대한 투자, 소유, 운영 등에 민간을 참여시키고 있음

  · 투자개발형 인프라시장규모는 ‘90년 117억 달러 규모에서 ’ 07년 1,579억 달러로 13배 증가하였음[53)]

- 자원개발과 인프라 투자를 연계하여 발주하는 투자개발형 공사 발주 증가

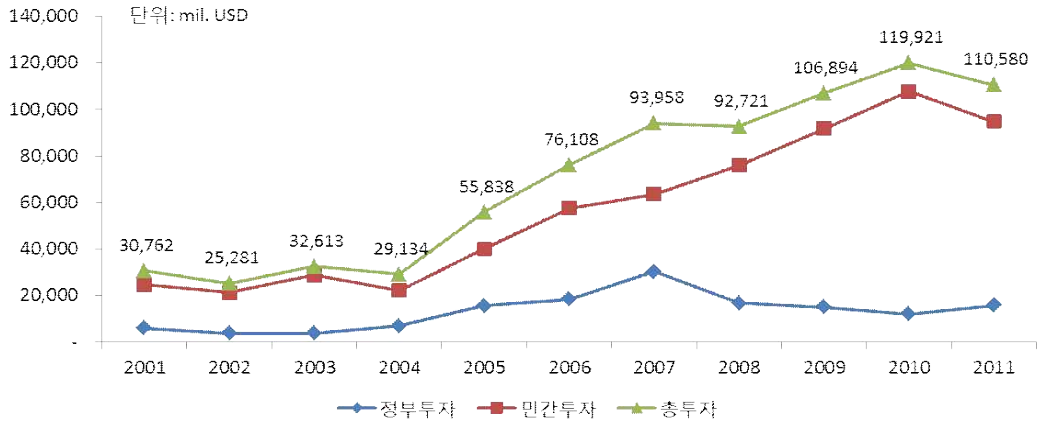
  · 항만/도시/신도시 등 투자개발형 사업은 단순 토목/건축 사업대비 수익률이 두 배 수준이나, 주요 선진기업 대비 국내기업의 투자개발형 사업비중은 매우 저조한 수준임[54)]

    ※ 주요 선진기업의 투자개발형 사업비중은 각각 65%-70% 수준이나 국내 기업은 참여경험 및 해당 수행역량의 부족, 낮은 민간투자사업 참여의지 등의 사유로 2%에 그치고 있음

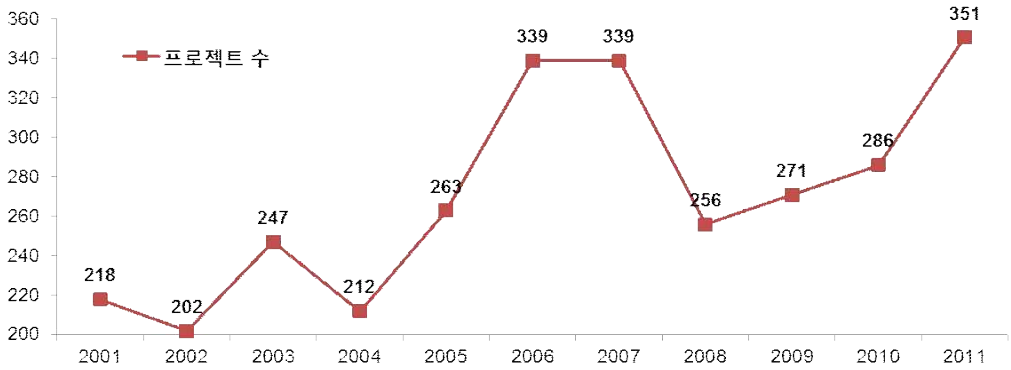
- 사업추진의 효율성, 리스크분산 측면에서 민과 관이 협력하여 추진하는 PPP(Private-Public Partnership) 사업이 활성화되고 있는 추세임

52) 대한상공회의소 (2012) "건설사업의 경쟁력 실태" 국내건설사 300개사 및 관련전문가 100인 조사결과
53) 국토해양부, 해외건설지원과, 2012
54) 국토해양부, 해외건설지원과, 2012

기존의 일괄 주수 방식[55]에서 비용정산 방식[56], 시공자 금융조달 방식으로 발주패턴이 다양화되고 있음



[그림 Ⅱ-21] 글로벌 투자개발형 사업의 투자규모 추이 (World Bank, 2012)



[그림 Ⅱ-22] 글로벌 투자개발형 사업 추진현황 (World Bank, 2012)

주요 발주국들은 사업수행 해외기업에 현지화 요구 증대

주요 발주국들은 자국의 기반산업 육성 및 인력시장 활성화를 목적으로 사업 수행 업체를 대상으로 현지화를 요구하는 사례가 증가하고 있음

건설기업들은 진입장벽 완화, 가격경쟁력 및 사업확장의 기반 확보를 위해 단기적인 JV 또는 영구적 (현지법인 등) 진출을 시도하고 있어 현지화에 대한 필요성이 점차 높아지는 양상임

- 영구적 진출 검토 시 국가시장 매력도 평가를 통한 초도 진출 시의 의사결정 역량이 전제되어야 하며, 중장기적 시장 분석이 함께 수반되어야 할 필요가 있음

55) 설계, 자재구매, 시공 입찰을 총액(Lump sum)으로 계약하는 방식
56) 실투입 비용에 대한 보상에 이윤이 포함된 일정률의 비용을 추가하여 지급하는 방식

1.3 해외 건설 수주 현황 및 전망

해외 건설 수주액은 '12년 649억불 달성, 수주 증가세는 둔화[57)]

'10년 UAE 원전수주 실적이 포함되어 ' 10년 수주실적이 716억 불을 기록한 것을 감안한다면, 국내 기업의 해외 건설 수주는 지속적으로 증가함

- 해외건설 수주액은 '07년부터 ' 12년까지 연평균 10.3%의 증가율로 성장하고 있음

최근 해외건설 수주 증가세는 '10년 이후 둔화

※ 추세선(3차 다항식)을 통해



[그림 Ⅱ-23] 해외 수주 실적 추이 (자료: 해외건설협회 DB)

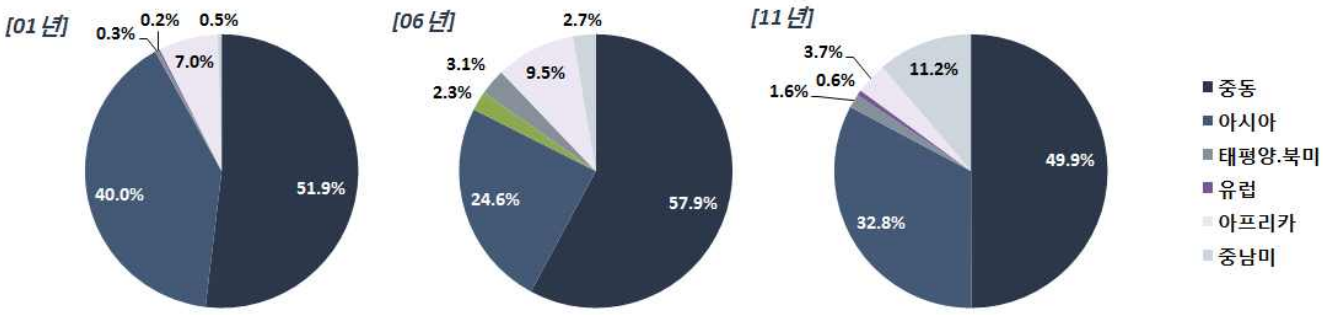
중동 지역이 우리나라 해외 건설 수주에서 가장 큰 비중 차지, 중남미 지역은 확대 추세[58)]

'11년을 기준으로 중동 295억불(50%), 아시아 194억불(33%), 중남미 66억불(11%)의 지역별 수주 비중을 나타냄

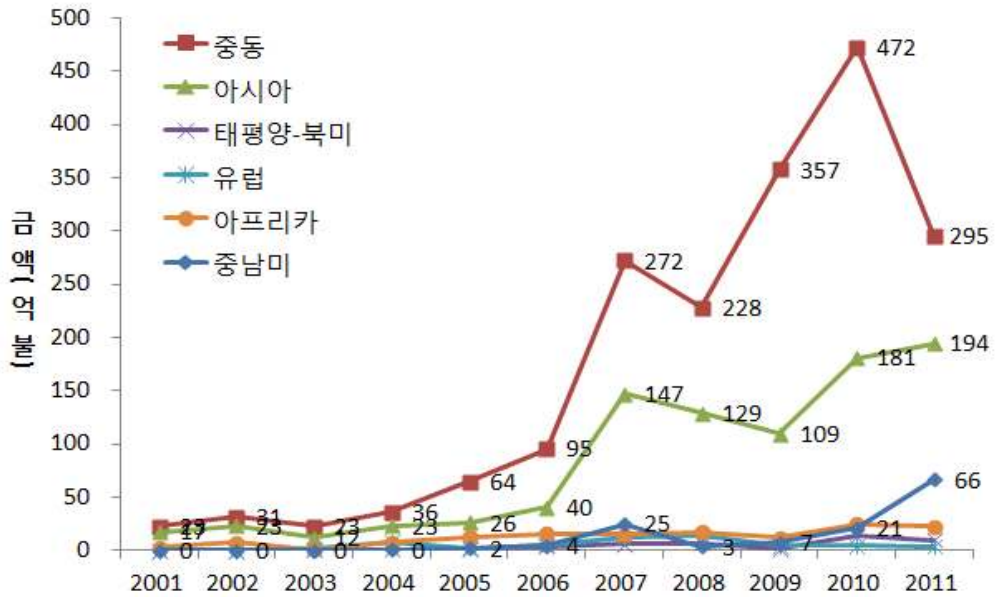
- 중남미 지역의 경우 최근에 우리나라 해외 건설 수주 지역의 세 번째 비중으로 확대 추세임

지역별로 해외시장을 전망[59)]한 결과, 아시아, 중동, 아프리카 순으로 진출가능성을 높게 평가한바 있음

57) 해외건설협회 DB
58) 해외건설협회 DB
59) 해외 토목·건축분야에 대한 국내 건설업체들의 진출 전망 및 동향과 경쟁력 및 애로사항 관련 설문조사 실시, 선진국의 토목 · 건축분야 수주동향과 전략, 건설교통부, 2006



[그림 Ⅱ-24] 권역별 수주 비중(01년, 06년, 11년)(자료원: 해외건설협회)

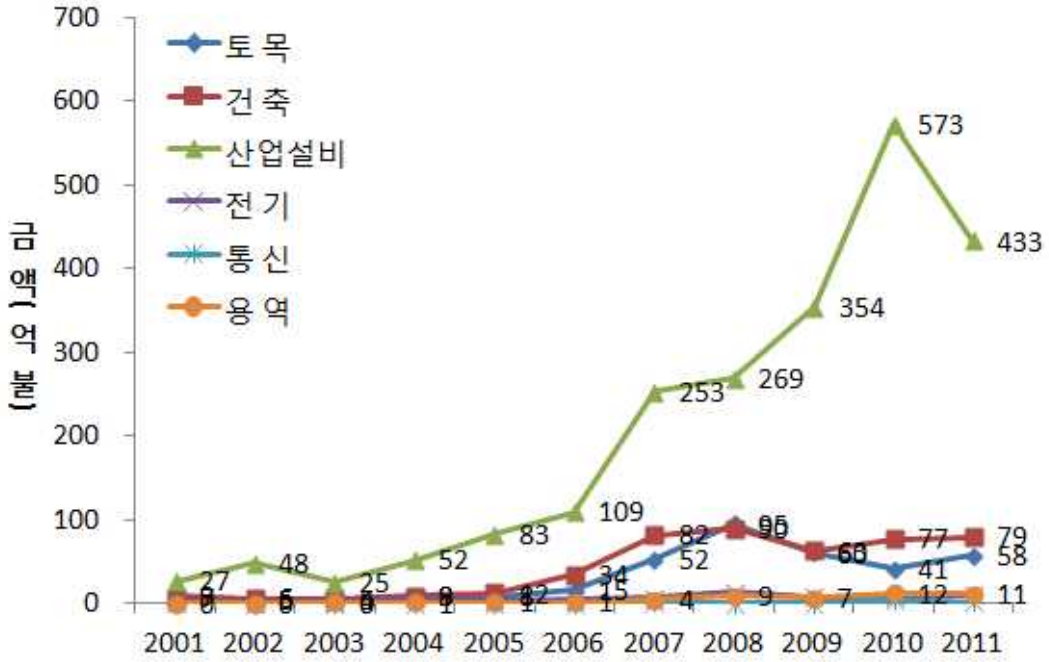


[그림 Ⅱ-25] 국내기업의 권역별 해외건설 수주액 추이(자료원: 해외건설협회)

1.3.1 공종별 건설교통 수주/점유율 현황 및 전망

플랜트분야는 우리나라 해외 건설 수주에서 가장 큰 비중[60]

'11년을 기준으로 플랜트 433억불(73%), 건축 79억불(13%), 토목 58억불(10%)의 공종별 수주 비중을 나타냄



[그림 Ⅱ-26] 국내 기업의 공종별 해외건설수주액 추이

(자료원: 해외건설협회)

60) 해외건설협회 DB, 공종별 수주액은 해외건설협회 수주데이터를 기준으로 분석하였으며, 플랜트분야는 해외건설협회 수주액 데이터에서 산업설비분야 수주액 데이터를 준용함

(1) 토목분야 수주현황

토목분야 수주 중 도로 수주비중이 가장 높음

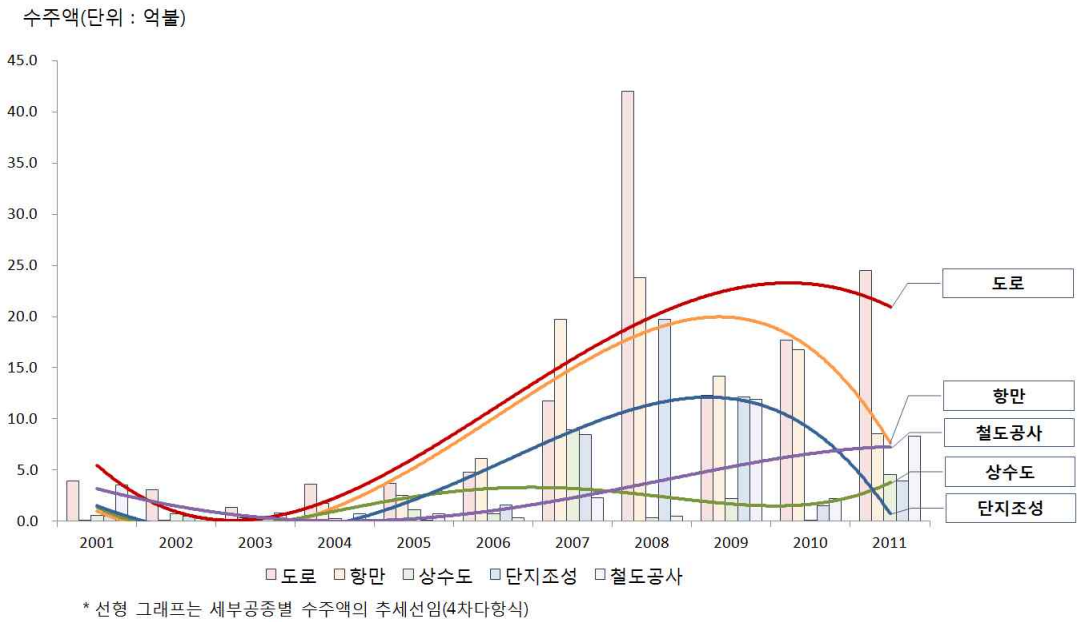
토목의 세부공종별 수주금액 추이를 살펴보면, ‘08년과 ’ 10년, ‘11년에는 도로의 수주 금액이 가장 높은 것으로 나타남

- ’ 07년, ‘09년에는 항만의 수주금액이 가장 크게 나타났으며, 단위 공사 건수 당 수주금액은 항만공사와 철도공사가 비교적 높게 나타남

- 단지조성은 ‘08년까지 증가추세를 보인 후 하향 추세임[61)]

  · 단지 조성 사업은 연도별 변동이 큰 편이나 2000년대 중반 이후 추세가 두드러짐

  · 2008년에 최고치인 34건을 수주해 약 20억 달러의 수주액을 달성했으며, 누계 수주금액은 119억 달러로 전체 토목 분야의 13.3%를 차지

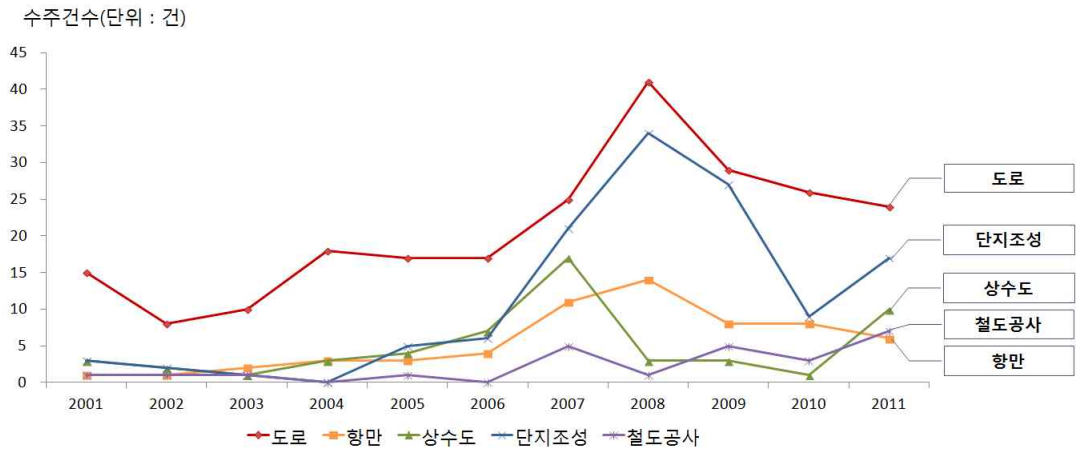


[그림 Ⅱ-27] 국내기업의 토목분야 세부공종별 수주액 추이

(자료원: 해외건설협회)

61) 주거, 상업, 공업, 관광단지 등의 단지 조성과 용역 분야 전체가 신도시 건설과 직접 관련이 있는 것은 아니지만 신도시 관련 통계 항목이 별도로 구분되어 있지 않기 때문에 가장 근접한 통계 항목을 인용한 것임

수주 금액에 비해 단위 건수 당 수주금액은 항만 공사와 철도공사가 비교적 높은 것으로 나타났으며, 도로공사는 최근 단위 공사 건수별 수주금액이 다소 증가하는 추세임



[그림 Ⅱ-28] 국내기업의 토목분야 세부공종별 수주건수 추이
(자료원: 해외건설협회)

교통산업 해외 수출은 두개 이상 모드가 결합된 패키지형 사업으로 전환 추세

도로, 철도, ITS, 공항, 항만 등 개별 모드 중심의 교통인프라 사업에서 두 개 이상의 모드가 결합된 패키지형 사업으로 전환되고 있으며 앞으로 패키지형 교통산업의 수출은 점차 확대될 전망임62)

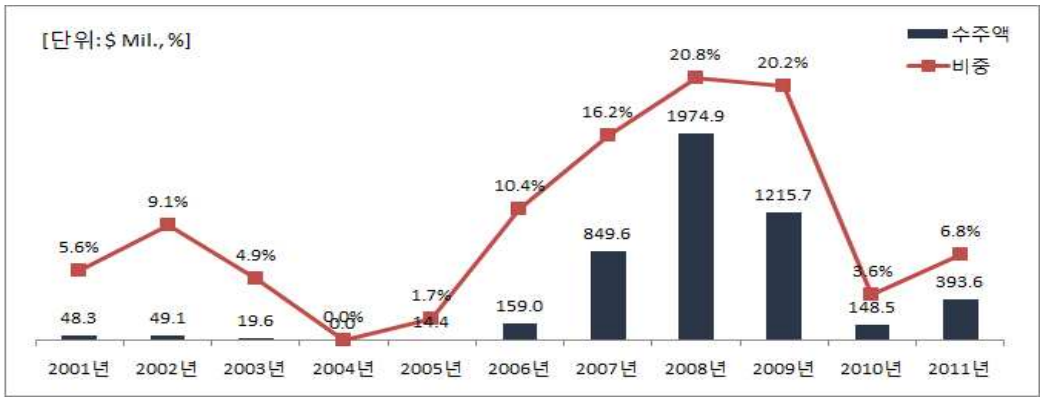
- 도로, 철도, ITS, 공항, 항만 등 2개 이상의 모드를 복합적으로 추진하는 사업
- 천연자원, 산업단지, 항만개발 등과 연계하여 추진하는 사업
- 교통인프라의 구축과 운영, Financing 등을 연계하여 추진하는 사업
- 건설, 운영, 관리, 인적교육, 주변시설 개발 등을 복합적으로 추진하는 사업
- 철도 건설과 역 주변 개발을 동시에 추진하는 사업
- 도로, 철도 등을 포괄하는 종합교통계획(마스터플랜) 수립 및 타당성 조사 사업
- 마스터플랜, 설계, 조달, 건설, 운영, financing, 관리 등을 포괄적으로 수행하는 사업

62) 교통산업 해외수출 추진방안 연구, 한국교통연구원, 2011

도시(단지조성)부문 수주실적은 ‘08년 정점에 도달 후, 감소추세

단지조성부문 수주실적은 ‘06년부터 급성장하여 ‘09년 20억 달러 수준에 도달한 후, ’11년 4억 달러 수준으로 감소하였음

- 토목분야 수주액 대비 비중도 ‘08년 20.8%에서 11년 6.8%로 감소함
- 단지조성부문 수주실적이 ‘06년 이후 급성장한 것은 국내 도시 및 부동산 개발사업의 수익성 악화로 해외 개발사업 진출이 가속화된 것에 기인함



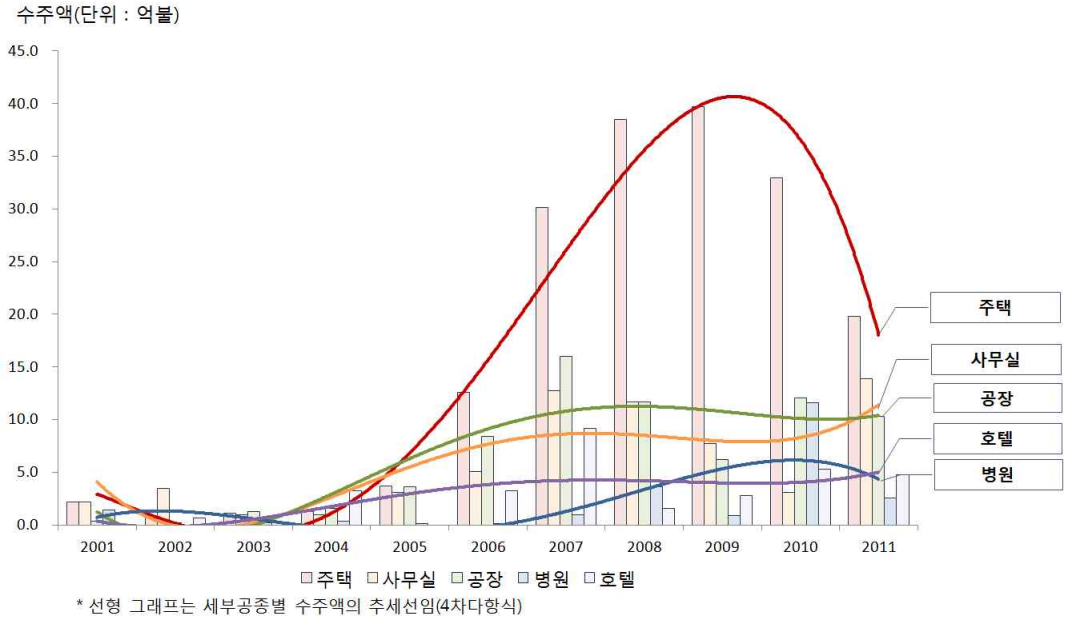
[그림 Ⅱ-29] 단지조성 부문 수주금액 및 토목분야 수주액 대비 비중

(2) 건축분야 수주현황

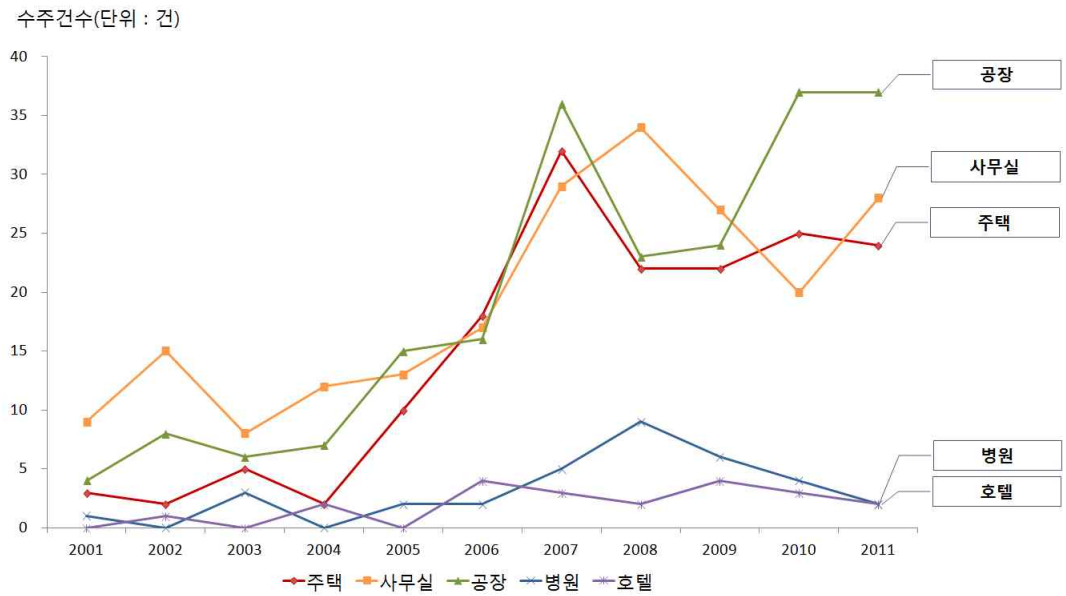
국내 기업 건축분야 수주금액 중 주택 부문 비중이 가장 높으나 감소 추세

건축의 세부공종별 수주금액 추이를 살펴보면, ’06년부터 ’10년까지 주택의 비중이 가장 높았으나, ’11년에는 사무실, 병원 등의 비중이 가장 높게 나타남

- 주택은 ’09년을 정점으로 ’11년까지 하향 추세임
- ’11년에는 사무실 비중이 증가하였음



[그림 Ⅱ-30] 우리나라 해외건설수주액 건축 세부공종별 추이
(자료원: 해외건설협회)



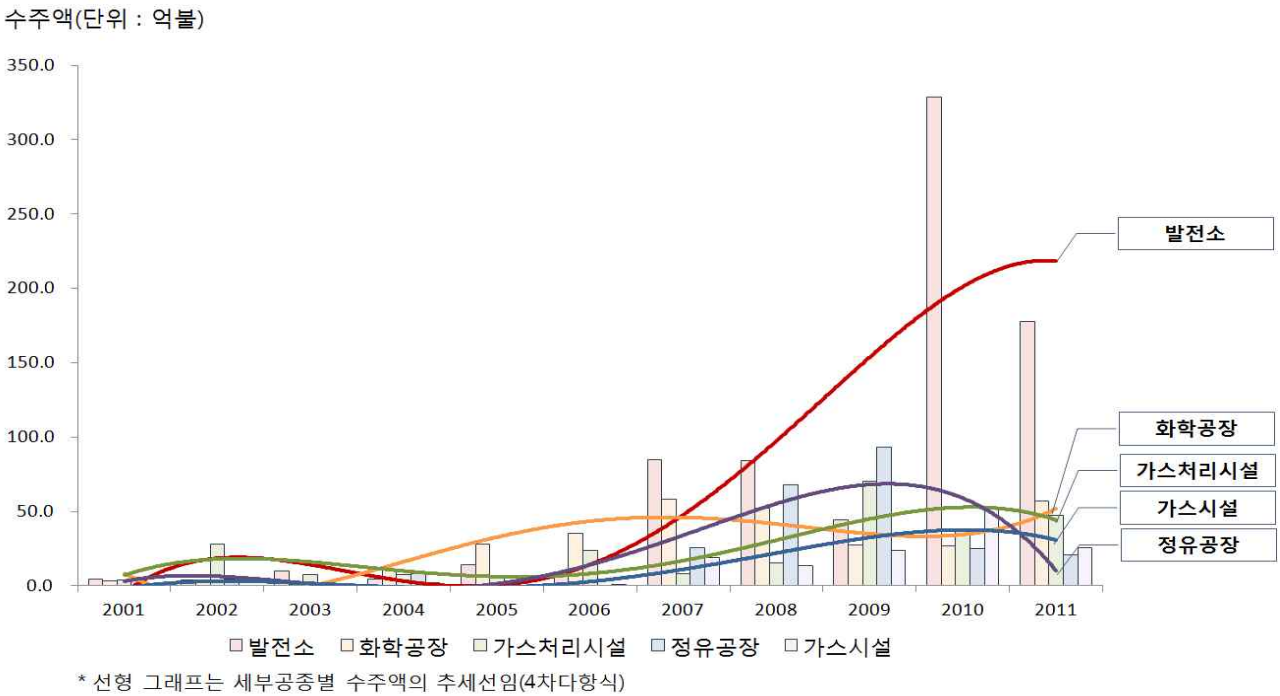
[그림 Ⅱ-31] 우리나라 해외건설수주액 건축 세부공종별 수주건수
(자료원: 해외건설협회)

(3) 플랜트분야 수주현황

플랜트분야 수주액 중 가장 높은 비중을 차지하는 부분은 발전소임[63]

플랜트분야 세부공종별 수주금액 추이를 살펴보면, '10년, '11년에 발전소의 비중이 크게 높아진 것을 알 수 있으며, 단위 공사 건수 당 수주금액은 정유공장이 가장 높게 나타남

- 발전소분야의 수주는 지속적으로 성장하는 추세임



[그림 Ⅱ-32] 플랜트분야 세부공종별 수주 추이(자료원: 해외건설협회)

63) 해외건설협회 DB, 플랜트 분야 수주액은 산업설비분야 수주액 데이터를 준용하였음

해외 건설 Top 10업체 대비 국내 주요 건설 업체의 매출은 플랜트에 집중

삼성 엔지니어링(플랜트 비중 88%), 현대건설(플랜트 비중40%), 대우건설(플랜트 비중 71%), GS건설(플랜트 비중 98%) 등 국내 기업의 매출이 플랜트 분야에 집중된 반면, Global Top 10업체는 플랜트 중심/건축토목 중심업체로 구분됨

[표 Ⅱ-5] 해외 Top10 업체와 한국 건설업체 해외사업 분야별 비중 비교

	GENL BLDG.	MFG	Power	Water Supply	Sewage/Waste	Indus/Petro	Trans.	Tele-Comm.
Hochtief	48%	1%	2%	4%	2%	2%	19%	5%
Vinci	20%		5%	2%		6%	55%	3%
Skanska	61%		1%	1%	4%	4%	27%	1%
Starbag	35%	10%		3%	2%		40%	4%
Vouygues	25%		6%	1%	2%		63%	
Bechtel						70%	29%	
Salpem						100%		
Technip						100%		
Bilfinger Berger	22%		6%		2%	25%	45%	
삼성 ENG		12%				88%		
현대건설	11%		25%		23%	40%		
대우건설	2%		25%	1%		71%	2%	
GS건설		2%				98%		

2. 해외건설 관련 정책동향

2.1 박근혜 정부 정책목표 및 국정과제

박근혜 정부는 선도형 창조경제, 융합을 통한 혁신, 중소기업의 창조경제 주역화 등의 국정목표 제시

최우선 국정목표는 “일자리 중심의 창조경제”를 포함하여 기존 추격형 경제체계에서 선도형 창조경제로의 전환을 추진함64)

- 과학기술-사람 중심의 선도형 창조경제로 전환하여 성장 잠재력 제고와 좋은 일자리 창출이 선순환되는 지속가능 경제시스템 구축

- 상상력, 창의성, 과학기술에 기반한 산업 융합적 경제운용을 통해 새로운 부가가치 및 일자리를 창출하고 중소기업과 창업활성화를 통해 창조경제의 확산과 동력 강화

- “일자리 중심의 창조경제”의 전략으로 “창조경제 생태계 조성”, “일자리 창출을 위한 성장동력 강화”, “중소기업 창조경제 주역화”, “창의와 혁신을 통한 과학기술발전“ 등 제시

  · “창조경제 생태계 조성”은 경제의 부가가치를 높이고 새로운 산업과 일자리를 창출하도록 과학기술과 정보통신기술 등이 산업 전반에 융합·확산될 수 있는 체제 마련

  · “일자리 창출을 위한 성장동력 강화”는 국민경제 전체적으로 양질의 일자리가 지속적으로 창출되고 모든 산업분야의 경쟁력과 성장 잠재력 제고

  · “중소기업 창조경제 주역화”는 창조경제의 주역인 중소기업이 활성화되고 새로운 기업이 끊임없이 탄생하여 중견기업으로의 성장이 원활히 작동하는 산업 생태계 구축

  · “창의와 혁신을 통한 과학기술 발전”은 아이디어와 창의력이 미래를 선도하는 창의형 연구개발이 촉진될 수 있는 과학기술 혁신역량 강화

64) 박근혜정부 국정비전 및 국정목표 2013.2

창조경제 실현 위해 “창조산업육성”, “IT · SW융합을 통한 산업고도화” “사업화 연구지원강화를 통한 혁신 증대” 등 추진 전략과 국정과제 제시[65)]

“창조경제 생태계 조성”은 “과학기술을 통한 창조산업 육성”, “IT · SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화”, 산 · 학 · 연 · 지역 연계를 통한 창조산업 생태계 조성, 협력적 기업생태계 조성 추진

“일자리 창출을 위한 성장동력 강화”는 “해외건설 · 플랜트 및 원전산업 진출 지원”을 국정과제로 선정하여 해외건설 시장 확대를 신성장동력으로 지원

“중소기업의 창조경제 주역화”는 “중소 · 중견기업의 수출경쟁력 강화”를 국정과제로 선정하여 창조경제를 구성하는 주역인 중소 · 중견기업의 해외수출역량강화 주력

“창의와 혁신을 통한 과학기술 발전”은 “국가 과학기술 혁신역량 강화” 국정과제를 선정하여 기초연구와 더불어 연계 · 사업화 연구에 대한 지원 강화

국토교통부 국정과제 실천계획에 IT융합 공간정보산업 육성, 기존 산업의 창조산업화, 해외건설 포트폴리오 다변화 및 ENG역량 강화 포함

일자리 창출의 일환으로 “공간정보산업 육성”, “건설 · 교통 기존산업의 창조 산업화”, “해외건설 진출확대”, “건설 ENG 업체 역량강화”를 제시[66)]

- IT · 모바일 기술과 융합하는 공간정보 활용산업을 신성장동력산업으로 육성 · 지원
- 첨단교통(교통+IT), U-city(도시+IT) IT 융합 건설/교통 상품의 육성 및 해외진출을 적극지원
- 해외건설시장에서 진출시장 및 공종다변화를 통해 안정적 수주기반을 확보하고, 고부가가치 산업화 지원, 중소기업 해외진출 활성화지원, 해외건설 컨트롤타워 기능 강화
  - 개도국 대상 주택 · 신도시 · 수자원 분야의 전략적 지원 강화
  - 신시장 개척을 위한 현지교섭 · 발주처 초청 등 초기진출 비용 지원을 확대하되, 성장잠재력이 높은 중점협력국 위주 지원 추진
  - 고부가가치 투자개발형 사업진출 활성화를 위한 투자자금 확대 도모
  - 중소기업 해외진출 활성화 지원을 위해 사업단계별 맞춤형 수주정보 제공, 보증 등 금융지원 확대, 인력난 해소 등 전방위적 지원 강화
  - 해외건설 지원업무를 총괄하는 전담기구를 설치 지원

65) 국토교통부 연두 업무보고, 2013. 04. 03, 국토교통부
66) 상동

- 건설 ENG 역량강화 및 업계 기술력 제고를 통해 현재 1.2% 수준인 글로벌 건설 ENG 시장 점유율을 '16년까지 5%로 향상시키고자 함

  · 복잡·다양한 51종의 설계·시공기준을 코드화하여 DB 포털로 통합관리하여 설계·시공 시 민간 창의성을 발휘할 수 있도록 전환 유도

  · ENG분야 민간 기술개발을 유도하기 위해 R&D를 지원('13년 364억 원)

2.2 범부처 정책

관계부처 합동의 해외건설 지원 종합대책(‘08)을 통해 해외 시장 다변화, 중소기업 지원, 건설산업 고부가가치화 추진

해외건설 지원 종합대책에서는 해외시장의 다변화 지원, 중소기업 해외진출에 대한 체계적 지원, 해외 건설산업의 고부가가치화를 3대과제를 제시함

- 해외진출 시장 다변화 지원의 일환으로 자원개발 인프라 패키지딜 진출 지원, SOC 개발경험전수 및 시장개척 연계, ODA 지원을 신흥시장개척과 연계 등을 추진함

- 중소기업 해외진출에 대한 체계적 지원을 위해 통합 정보 제공 및 해외건설전문인력양성을 지원

- 해외 건설산업의 고부가가치화를 위해 플랜트 기술개발 및 미래형 해외건설 상품개발을 목적으로 한 R&D 투자확대를 지원

해외건설의 국가경제 지속성장 동력화 위한 해외건설 현황 및 활성화 방안(‘10) 발표

해외건설 현황 및 활성화 방안은 향후 국가경제 지속성장의 중요한 동력임을 인식하고 해외 건설 진출 지원 대책을 범부처 차원에서 마련함

- 수주분야와 진출지역의 편중, 원천기술 취약, 금융조달 애로, 조직적 연계 지원 미흡, 낮은 외화 가득률 등의 문제점을 해결하기 위한 정책을 추진함

‘12년 수주액 700억불 및 시장점유율 5% 달성을 목표로 신시장 신상품 개발, 수주지원 역량 강화를 추진함

- 신시장 신상품 개발의 일환으로 투자개발형 사업 확대, 패키지형 전략 활용, 신시장 개척활동 강화, 전략적 R&D를 추진

- 수주지원 역량 강화의 일환으로 정부수주지원 역량결집, 전문인력 집중육성, 금융지원 강화, 국외 인적 네트워크 강화를 추진

-「건설기술관리법」 제16조(공동연구・개발등)에서는 국토교통부장관이 선진건설기술 획득을 촉진하기 위해 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 건설기술연구·개발계획을 수립하고, 이에 따라 공동연구를 추진할 수 있게 하거나 연구·개발을 지원할 수 있도록 함[67)]

67) 관련 법령은 별첨 참조

· 「건설기술관리법」 제16조 7항에서는 건설기술개발의 국제협력, 해외진출 촉진을 위한 조사·연구, 국제교류, 공동개발, 기개발 건설기술을 활용한 해외시장 개척을 추진토록 함

- 「해외건설촉진법」 제16조(우수 해외건설업자 지정 등), 제18조(기술개발)에서는 일정금액 이상 해외건설 수주 업자들에게 수주액의 일부를 건설기술 선진화에 대한 기술개발에 투자토록하고 있으며 국가는 이에 대한 지원을 할 수 있도록 함[68)]

- 「과학기술기본계획(2008~2012)」의 7대 기술분야에서는 국익을 위해 반드시 필요하나, 민간 투자가 어려운 건설·교통·우주·해양 등 '국가주도기술 '과 ' 에너지·자원, 기후변화, 환경, 식량 등 인류공동문제에 대응하고 미래시장을 선점하기 위한 '글로벌 이슈대응' 기술을 포함[69)]

· '국가주도 기술핵심역량확보' 중점과제에는 '초고층빌딩 건축기술', 차세대 철도시스템 기술 ', 건설기반기술', '초장대교량 건설기술', '미래첨단교통시스템기술', '미래첨단 주거·교육환경기술', '지능형 국토지리정보구축' 기술 등이 '중점육성후보기술'로 포함

· '글로벌 이슈관련 연구개발 추진' 중점과제에는 '신재생에너지 기술', '자연재해·재난 예방 및 대응기술' 등이 중점육성기술/중점육성후보기술로 포함

- 「해외건설 지원 종합대책(관계부처합동, 2008)」은 해외건설부문 활성화를 위한 해외시장 다변화 지원, 중소기업 해외 진출에 대한 체계적 지원, 해외 건설산업의 고부가치화의 3대 과제를 제시/추진함[70)]

· 중소기업 해외진출 확대를 위한 진출국가의 통합정보시스템 구축을 세부과제 제시

· 해외 건설산업의 고부가가치화를 위해 플랜트 기술개발 및 미래형 해외건설 상품개발을 위한 R&D 투자확대를 세부과제로 제시함

- 「해외건설 현황 및 활성화 방안(관계부처합동, 2010)」은 해외건설이 일자리 창출, 국가브랜드 제고 등 향후 국가경제 지속성장을 위해 해외건설 진출 지원 대책을 범부처 차원에서 마련함

· 원천기술 취약, 금융조달 애로, 조직적 연계 지원 미흡, 낮은 외화 가득률 등의 문제점을 해결함

· FEED(Front End Engineering Design), 발주패턴 다양화 및 투자개발형 사업 지원을 위한 금융조달·개발 지원 정책을 추진함

68) 관련 법령은 별첨 참조
69) 이명박정부의 과학기술기본계획, 교육과학기술부, 2008
70) 해외건설 지원 종합대책, 기획재정부, 국토해양부, 국방부, 지식경제부, 외교통상부, 2008

2.3 국토교통부 정책

국토교통부는 국내건설 시장 침체의 돌파구 마련과 미래 해외시장 선점/고부가가치화를 위한 제 1차 / 2차 해외건설 진흥계획(‘04/’ 10) 제시

국내 건설시장 침체 극복을 위한 돌파구의 일환으로 해외건설 수주 확대를 통해 우리나라 건설산업을 중흥시키고자 함

기업의 경쟁력 제고, 해외건설 지원체제 강화, 해외건설관리의 선진화, 해외건설 수주기반 확대의 4가지 중점추진분야를 제시하였음

제2차 해외건설 진흥계획[71]은 1차 계획과 “미래의 해외시장 선점”, “해외건설산업 부가가치 제고”를 중점추진분야로 제시한 것에서 차이가 있음

- 기업의 수주경쟁력 강화의 일환으로 플랜트 건설 수주경쟁력 강화, 공공민간 공동진출 활성화, 투자개발형 사업 활성화를 추진함
- 해외건설 관리체계 선진화의 일환으로 민간자율조정체계, 통합리스크관리시스템을 구축함
- 해외건설 수주기반환대의 일환으로 신시장 개척 지원 및 전략 신상품 개발을 추진함
- 해외건설산업 부가가치 제고의 일환으로 녹색성장 부문 진출 활성화, 한국형 도시개발 모델의 해외진출 확대 지원, 해외 건설사업관리(CM)시장 진출기반 확대 등을 추진

제 5차 건설산업진흥기본계획을 통해 타겟국가선정, F/S, 기획, 정책개발 등을 추진할 예정임(안, ‘12)

‘건설기술 한류로 여는 5대 건설강국’의 비전 제시와 건설 ENG 해외 수주 16억불(‘16) 및 글로벌 200대 건설 ENG기업 10개(‘16) 달성을 목표로 제시함

‘16년 건설엔지니어링 수주 16억불, 글로벌 200대 건설엔지니어링 기업 10개를 목표로 건설산업을 견인하는 핵심기술력 확보, 건설산업 지원을 위한 기반기술 확보를 추진하고자함

건설산업을 견인하는 핵심 기술력 확보의 일환으로 “글로벌 시장을 겨냥한 ENG ‘소프트 역량’ 강화, 시장친화·미래지향형 건설기술인력 양성, 활용확산 중심의 건설정보체계 고도화 등의 6대 전략을 발표함

71) 해외건설 진흥계획 수립연구, 해외건설협회, 국토해양부, 2009

2.4 해외시장 진출 지원 정부사업

국토교통부는 F/S 비용을 지원하는 해외건설시장개척지원사업 추진

해외건설시장개척 지원 사업은 해외 건설 활성화를 위해 리스크 부담이 큰 신시장 개척시 투입되는 비용의 일부를 지원함으로써 적극적인 시장개척을 유도하고 이를 통해 시장다변화 및 수주확대 실현

- 국토교통부는 신시장 진출에 필요한 타당성조사(F/S)비용, 현지수주교섭비용 등 해외시장 개척자금 지원을 통해 수주활동 비용 부담 완화 및 미개척 지역 진출 확대를 기대함

  · 해외건설시장 진출경험이 부족한 중소업체에게 수주활동에 대한 비용부담을 완화

  · 중동 지역뿐만 아니라 해외건설 수주시장을 중남미, 아프리카 등 미개척 지역으로 확대할 수 있을 것으로 기대

지식경제부는 플랜트, 엔지니어링, 신재생에너지, SW분야의 해외진출 촉진 위한 사업기획, F/S, 컨설팅/멘토링, 연구개발 등 Value-chain별 지원사업 추진

해외플랜트 타당성조사 지원(한국플랜트산업협회)은 해외 유망 플랜트 프로젝트에 대한 수주추진 국내기업의 사업 타당성조사(Feasibility Study) 비용의 일부를 지원함

- 해외수주 및 시장다변화를 확대하고, 수출파급효과가 큰 플랜트 수출확대를 통한 전반적인 플랜트산업의 경쟁력을 향상시키기 위한 지원 사업임

신재생에너지 해외진출지원사업은 태양광, 풍력 등 급성장하는 세계 신재생에너지 시장 선점을 목적으로 해외시장 개척 및 기초조사, 인증획득 지원 등 종합지원을 추진함

- 신재생에너지 해외진출지원사업은 7개 세부사업으로 구성되어 있으며, 각 세부사업을 통해 업체에게 필요한 종합적 맞춤형 지원을 추진[72)]

72) 구체적 내용은 별첨 참조



[그림 Ⅱ-33] 신재생에너지 해외진출사업

SW해외진출 정보화컨설팅 지원사업은 '11년부터 WB(세계은행), WIPO(세계지적재산권기구) 등 국제기구와 공동으로 러시아, 카자흐스탄을 비롯한 6개국의 IT 프로젝트 발굴, 해외진출을 위한 컨설팅을 지원하는 사업임

- 해외 국가정보화 마스터플랜 구축: 전자정부 성장률, 구축의지 등이 높은 주요 전략국가를 대상으로 국가 정보화 마스터플랜 및 국별 수주전략보고서 수립 지원 사업임

- 해외 정보화 타당성조사(F/S) 컨설팅: 해외 정보화 프로젝트 대상, 양국 전문가로 워킹그룹을 구성하여 사전타당성조사 컨설팅 및 사업수주 전략보고서 수립 지원 사업임

- 지경부는 정보화컨설팅 사업수행 이후 원활한 후속 프로세스 연계를 위하여 마스터플랜, 타당성조사 등 해외 수주정보시스템(DB) 구축 및 수출기업 애로사항 해결 등을 위한 수주상황실(누리꿈스퀘어 설치)을 올해부터 운영하기로 밝힘

< SW 수주상황실 주요 역할>

■ 국제기구, 개도국의 신규 IT서비스 프로젝트 발굴
■ 해외 대규모 정보화사업의 발주 정보 사전 수집 및 국내기업에게 제공
■ 해외수주 유망과제를 대상으로 컨설팅 지원 및 모니터링
■ 해외 IT서비스 인적 네트워크를 집적 및 관리하고, 국내 기업과 공유
■ 해외 현지 IT정책, 인프라, 발주부처 요구사항 등 고급정보 축적 및 공유
■ 해외 수주과정에서 겪는 기업의 애로사항 해소 지원

SW 수출멘토링 지원사업은 유망 중소SW기업이 수출 경험이 풍부한 선도기업의 품질 관리 기법과 현지화 경험을 활용토록 지원하는 사업

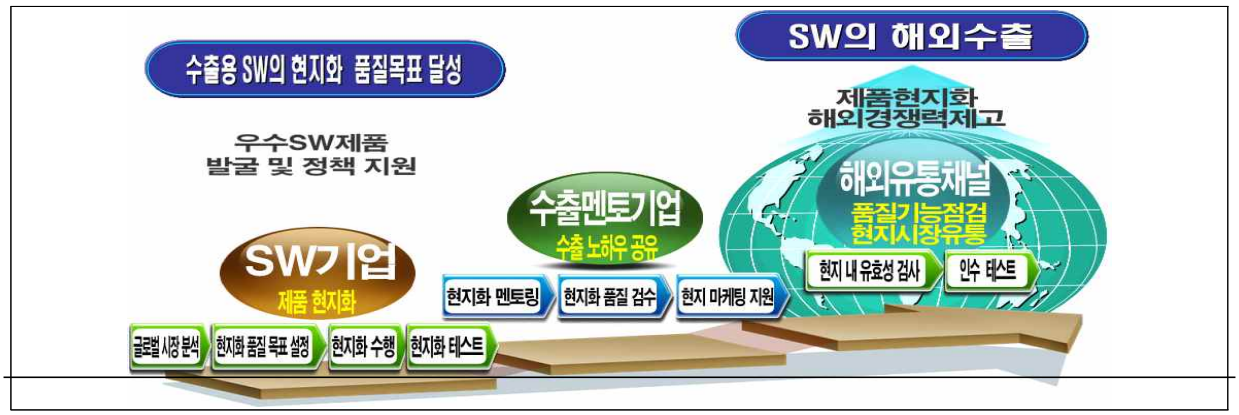
- 국내 중소SW기업들은 경쟁이 치열한 국내시장을 벗어나 해외시장을 개척해야 할 필요성을 절감하고 있으나, 해외채널 확보, 품질개선, 현지화를 위한 경험과 자금, 인력이 부족하여 수출을 통한 질적 도약의 기회를 놓치고 있는 실정

※ 국내멘토 : 현지법인 또는 우량채널을 보유하고 다년간 안정적인 수출실적을 보유한 국내기업

※ 해외멘토 : 목표시장에서 해당분야의 안정적인 매출실적 및 품질역량을 보유한 해외기업

- Product Level-Up: 수출경험이 풍부하고 해외채널을 보유한 멘토기업의 SW품질 제고 역량, 현지화 경험 및 노하우를 활용하여 국내 유망 중소SW기업의 품질개선 및 현지화, 해외마케팅 지원

- Global Quality-Clinic: 본 사업의 현지화 품질목표 달성을 위해 SW공학센터를 통해 SW 글로벌화 진단, 교육, 컨설팅 지원



[그림 Ⅱ-34] 수출용 SW의 현지화 품질목표 달성 및 해외진출을 위한 수출 멘토링 컨소시엄

지경부, 행안부, 외교부, 방통위는 SW산업 해외진출 지원체계를 체계적으로 수립하고 대·중소기업간 동반해외진출 환경을 조성하기 위하여 민·관 합동 “SW수출 그랜드컨소시엄” 구축

- 각 부처는 산재해 있는 SW수출 전략을 그랜드컨소시엄 내 3개 분과 운영과 연계하여, ① 사업발굴·기획단계 ② 정보화컨설팅 및 정보시스템 구축 단계 ③ 마케팅 등 네트워크 구축 단계 등 지원방식을 체계화하기로 함

[표 Ⅱ-6] 부처별 SW 수출 정부지원 전략

부 처	SW 수출전략
지식경제부	▶ IT서비스 해외프로젝트 발굴, 기획 ▶ 개도국, 신흥경제시장 정보화컨설팅 지원 ▶ 패키지SW제품 품질개선 및 수출 멘토링사업 등
행정안전부	▶ 전자정부 정책 및 시스템 구축 ▶ G2G 정부협력사업 등
외교통상부	▶ 해외공관을 활용한 현지채널 구축 및 정보공유 ▶ ODA 원조사업(KOICA) 연계 등
방송통신위원회	▶ 모바일앱 등 신서비스융합사업 발굴 지원 등

[표 Ⅱ-7] SW 해외진출 단계별 관계부처 및 정책수단(안)

사업기획 연구개발	국제협력 네트워킹	M/P 진출전략	정책.교육 컨설팅	F/S	상품화 니즈매칭	수주연계 기반확대	확산 성과공유
지경부 행안부	지경부 행안부 외교부	지경부	행안부	지경부	지경부 외통부	외교부	지경부 행안부
목표시장 전략분야	정부기업 교류협력	국가정보화 계획수립	정책자문 기술지원	프로젝트 컨설팅	프로젝트 해외적용	국제기구 유관기관 연계사업	주변국확산 기술이전

엔지니어링 해외진출지원센터 사업을 통해 국내 업체들의 전략적인 진출이 유망한 28개 국가를 도출하고, 국가별 진출 로드맵을 마련하는 한편 해외시장의 정보를 실시간으로 수집·제공하기 위해, 코트라와 연계하여 현지 KBC(Korea Business Center)를 해외거점으로 운영키로 함

- 다수의 해외거점을 총괄 운영·지원할 국내거점으로서 “해외진출지원센터”를 엔지니어링협회 내에 설치

[표 Ⅱ-8] 엔지니어링 해외진출지원센터 설립 국가

지역구분	전략 국가(10개국)	유망국가(18개국)
아시아	중국, 베트남, 인도네시아, 필리핀	말레이시아, 캄보디아, 방글라데시, 미얀마
중동/아프리카	UAE, 사우디아라비아,	리비아, 이란, 이라크, 이집트, 알제리, 모로코, 나이지리아, 케냐
중/남미	멕시코, 브라질	칠레, 페루, 베네수엘라
러시아/CIS/유럽	러시아, 카자흐스탄	아제르바이잔, 우크라이나, 폴란드

- ‘엔지니어링 해외진출지원센터’는, 현지 정보 조사, 프로젝트 발굴, 발주처 네트워크 구축, 진출기업 컨설팅, 현지 프로젝트 개발 및 수행 지원 등을 수행할 해외거점으로부터 수집된 각종 정보와 자료 등을 DB화하여 관리하면서 국내기업에 온·오프라인으로 제공할 예정

- 엔지니어링 해외진출지원센터는 유관기관과 기존 해외거점(KOTRA)을 적극 활용하되, 조직의 형태는 해외거점과 해외거점을 총괄하는 국내본부로 구성함

- 국내본부의 역할은 다음과 같음

  · 운영 및 관리 총괄, 센터 운영 전반에 대한 계획 수립 및 사업 개발

  · 국내 엔지니어링 기업의 Needs 수렴

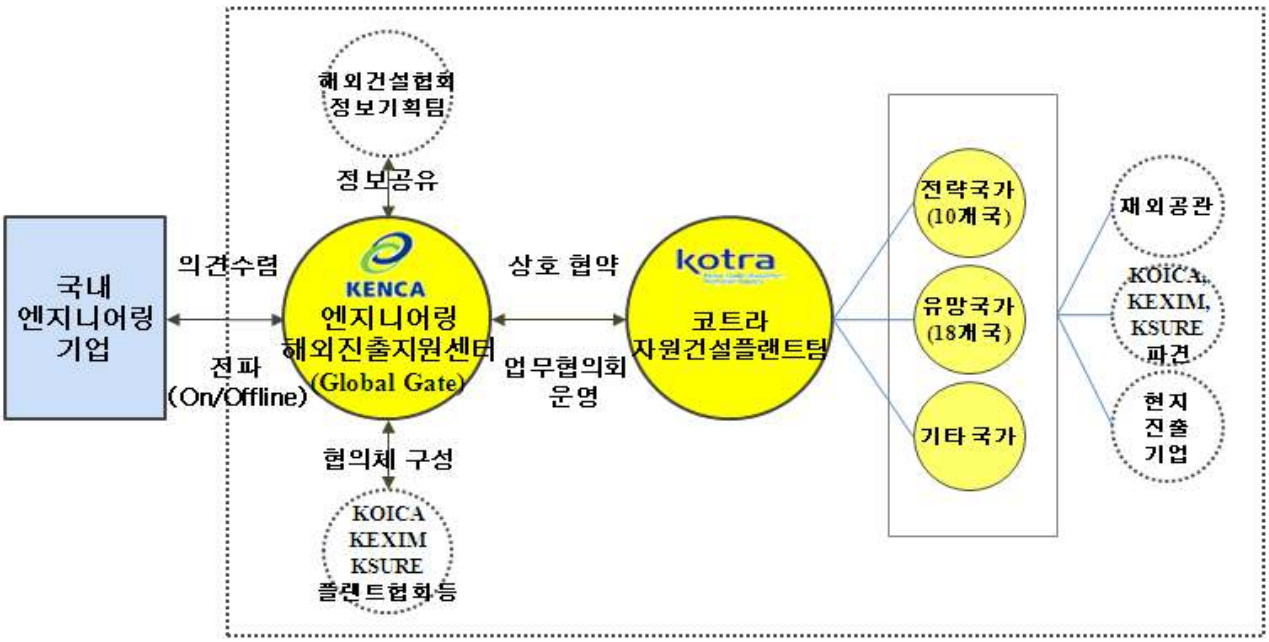
  · 해외거점 수집 정보를 국내 수요자에 제공(On/Offline)

  · 해외거점 운영/관리 및 성과평가

  · 협력사업 및 시장개척 활동 개발 및 운영

  · 센터 본부와 해외거점과의 연계 및 커뮤니케이션

  · 계획 수립, 사업 개발, 사업 운영 지원



[그림 Ⅱ-35] 엔지니어링 해외진출지원센터 개념

“전력산업 해외진출 정책지원방향” 발표를 통해 추진체계, 정보, 마케팅, R&D 등 각 부문별 정책 지원방향을 밝힘

- 협의회 운영지원을 위해 발전사 협력본부에 “전력산업 해외진출 지원사무국”을 설치·운영하고, 협의회 참여 실무진 중심의 전력산업 해외진출 연구포럼을 구성·운영

- 주요국별 전력시장 제도, 우리기업 진출 현황, 해외입찰 정보제공 등을 위한 Web 기반의 정보시스템 구축

- 우리 기업들의 해외사업 추진 단계별(사업개발, 인적교류, 타당성 조사, 시범사업) 맞춤형 지원전략 추진

- 대형 가스터빈과 같은 핵심기술 국산화를 위한 대형 R&D 프로젝트 추진

에너지기술개발사업은 높은 신재생에너지 R&D의 기술개발성공률을 해외진출 촉진을 위한 원전 핵심원천기술 자립 등 한국형 원전의 글로벌 경쟁력 강화 추진

- 대기업과 중소기업의 공생발전을 위한 기반을 조성하기 위해 중대형과제에 중소·중견기업의 참여를 의무화하고 중소·중견기업이 주관하는 과제를 지정하여 지원

- 저소득층과 고령자들이 많이 사용하는 에너지 다소비 기기의 효율을 개선하여 에너지비용을 절감하고 편리 및 안전성을 강화하는 복지형 에너지 기술개발을 추진

- 신재생에너지 보급과 스마트그리드 구축에 중요한 에너지저장 기술도 적극 개발

- 지식경제부는 이러한 에너지기술개발과 에너지산업의 기반을 강화하기 위해 기업 맞춤형 에너지 전문인력 양성에 418억 원을 투입하고, 미국, EU 등 선진국과 중동, 아프리카 등 자원부국, 개발도상국과의 에너지 국제공동개발과 국제협력에도 209억 원의 예산을 투입

2012 에너지 R&D 실행계획 정책과제

- “2012 에너지 R&D 실행계획” 정책과제에는 신재생에너지의 해외진출을 촉진하고 신성장 동력화를 강화하기 위해 해외시장 진출 잠재력이 큰 분야를 집중육성

  · 해외진출 유망분야 : 태양광, 해상풍력, 차세대 태양전지, 연료전지 등

- 태양광, 풍력 등 해외진출이 유망한 분야의 선도적 핵심부품 개발을 통해 신재생에너지의 수출 상품화를 촉진

  · BIPV(건물일체형 태양광발전) R&D를 통해 자체전력생산 건물모델 개발

- 풍력 R&D를 통해 ‘13년까지 대형 해상풍력 발전기를 개발하고 ’14년까지 서남해안권에 100MW급 실증단지를 구축

· 실증지원 규모를 신재생에너지 분야 총예산의 20% 수준으로 확대(’11년 19%)

- 바이오·폐기물은 타부처 공동 R&D를 통해 시너지를 창출

· 원료(농식품부·환경부 등), 대량생산(농식품부·지경부 등), 에너지화(지경부)

환경부는 Global Top 사업을 통해 해외 의존 첨단 환경기술의 국산화 및 수출산업화에 필요한 패키지화 기술을 전략적으로 집중 육성하고 있음

패키지화 기술이란 개별 기술을 조합해 하나의 기술적/사업적 달성 목표를 지향하는 시스템적 성격의 기술을 의미함

급성장하고 있는 세계 환경시장에 진출할 수 있는 유망 환경기술·산업을 전략적으로 육성하기 위한 Eco-Innovation 사업의 핵심임

분야별로 핵심기술을 집중적으로 투자하기 위해 “사업단과제(민간 사업단장 주도)” 형식으로 추진함

사업 추진 전략은 국가 전략산업화 가능한 Green Core 기술 집중 지원, 신성장 동력화 촉진, 단기성과 확보가 가능한 기술의 조기 실용화 병행 추진, 해외시장 진출 지원체계 구축임

- 해외 환경시장 프로젝트 발굴 및 해외 수주 지원을 위한 ‘해외진출 지원센터’ 설치 등 지원 체계 구축

- 소규모 해외시장 거점 마련을 위한 사업단 내 해외 자문그룹 운영

- 해외동향 시장조사 등 해외진출시장 분석을 자체적으로 실시토록 의무화

세부과제 사업화 성과를 극대화하기 위한 과제발굴 및 추진방식을 채택

- 기존의 패키지형 세부과제를 ‘연구단장 운영’ 형태로 전환하여 세부과제의 성과를 극대화

- 해외 상품화가 가능한 제품화 기술

- 해외시장 등에서 경쟁력을 갖출 수 있도록 B/C ratio가 높은 기술 선정

- Top-down 방식의 과제 발굴

중소기업청은 중소기업수주지원센터를 설립하여 교육/훈련, 해외진출 컨설팅, 현지화 및 홍보지원, 대/중소기업 공동진출 등을 지원하고 있음

해외건설 중소기업 진출지원은 「중소기업 수주지원센터」의 지원기능을 강화하여 경험이 부족한 중소 및 신규 기업체에 대한 다양한 지원을 통해 리스크 최소화 및 진출 활성화에 기여하는 사업임

- 해외건설 실무능력 배양을 위한 교육훈련 및 세미나, 해외진출 상담 및 실무지원, 전문가를 동반한 현지 기술 지원, 현지 기술 시연회 행사 지원, 현지법인 및 지사 설립 지원, 해외진출 기업별 상담프로그램 운영, 해외진출 정보 제공, 대기업・중소기업간 공동 진출 지원 등

[표 Ⅱ-9] 해외시장진출지원 부처별 사업 및 주요내용

부처	지원사업 명	주요내용	비고
국토부	해외건설시장 개척지원사업	▪ 신시장 개척 시, 투입비용 지원(F/S비용, 교섭비용)	▪ F/S지원
	해외건설 인력양성사업	▪ 국내 유휴인력 대상 해외 건설 현장 투입 교육(신규) ▪ 해외건설 특성화 대학원 선정/운영(신규)	▪ 신규인력양성
범부처	SW수출 그랜드컨소시엄	▪ SW 해외수주 확대를 위하여 Value-chain별로 부처 배정 및 지원 체계화 추진	▪ Value-chain별 역량강화 지원
지경부	해외플랜트 타당성조사 지원사업	▪ 해외유망 플랜트 사업의 F/S 비용 지원	▪ F/S지원
	신재생에너지 해외진출지원사업	▪ 해외 신재생에너지 시장 진출 지원을 위한 정보획득(시장조사/프로젝트 발굴, 로드쇼/전시회 참가/개최), 전문인력 해외연수 F/S, 인증획득지원 ▪ 중소기업 자문/지원 창구 설립	▪ 타겟국가 정보획득 ▪ 홍보/마케팅 ▪ 인력양성 ▪ F/S지원 ▪ One-stop 행정지원 ▪ 인증지원
	SW해외진출 정보화컨설팅 지원사업	▪ 세계은행, 세계지적재산권기구 등 국제기구 공동 IT 프로젝트 발굴 및 컨설팅 수행 지원(마스터플랜 수립 및 F/S지원) ▪ 해외 수주정보시스템 구축 ▪ 수출기업 애로사항 해결을 위한 수주상황실 운영(정보/컨설팅/네트워크구축 등 발주 전 단계 지원)	▪ F/S지원 ▪ 정보시스템 구축 ▪ 발주 전 단계 지원서비스 제공
	SW수출멘토링 지원사업	▪ 해외 진출 우수기업-유망 중소기업간 해외진출 활성화를 목적으로 한 품질개선/현지화/마케팅 멘토링 지원	▪ 중소기업 상생을 위한 멘토링 지원
	엔지니어링 해외진출지원센터	▪ 해외시장 정보의 실시간 수집/제공을 위한 해외거점센터(KBC)운영(현지정보조사, 프로젝트 발굴, 네트워크 구축, 현지 프로젝트 개발/수행지원 등, 국내 본부 운영)	▪ 해외거점센터 구축
	전력산업 해외진출 정책지원 방향	▪ 주요국별 전력시장 제도, 아국기업 진출현황, 해외입찰 정보제공을 목적으로 정보시스템 구축	▪ 주요국별 정보DB 구축
	에너지기술 개발사업	▪ 에너지 기술개발을 위한 연구개발투자 ▪ 국제공동연구/인력양성/표준화인증지원 등	▪ 전략기술개발 ▪ 국제공동연구 ▪ 인력양성 ▪ 표준화/인증 지원
	2012에너지 R&D 실행계획 정책과제	▪ 미래 잠재력이 높은 신재생에너지 연구개발 집중 투자	▪ 전략기술개발
환경부	Global Top사업	▪ 환경기술 수출산업화를 위한 패키지 기술개발 ▪ 환경시장 프로젝트 발굴 및 수주지원을 위한 지원센터 설치 ▪ 상품화가 가능한 제품화 기술 개발	▪ 제품화기술개발 ▪ 프로젝트 발굴 ▪ F/S
중기청	해외건설 중소기업 진출지원	▪ 해외건설 실무능력 배양을 위한 교육 ▪ 현지 기술지원 ▪ 해외진출 상담 및 실무, 현지법인 및 지사설립 지원 등 ▪ 대기업-중소기업 공동진출 지원	▪ 인력양성 ▪ 컨설팅

3. 국내 건설 기술경쟁력 및 기술의 발전방향

3.1 건설산업 · 기술경쟁력 현황

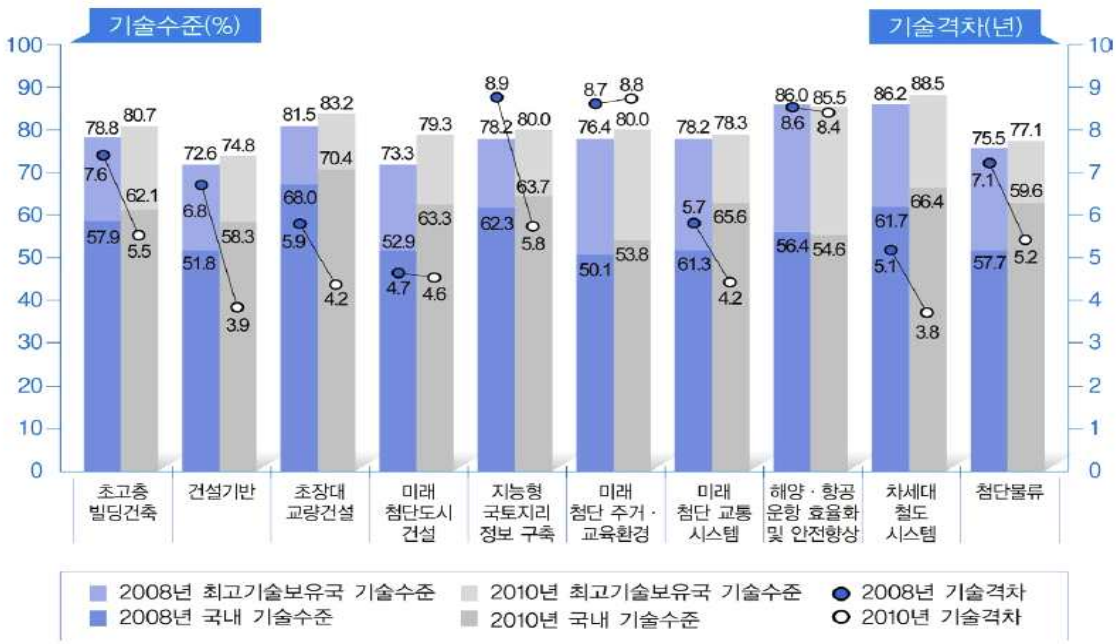
3.1.1 기술분야별 기술수준

국내 건설기술의 10대 중점기술 수준은 세계 최고기술보유국 대비 78.5% 수준이며, 4.8년의 기술격차 존재

세계 최고기술보유국 수준이 78.7%일 때, 국내 건설 10대 중점기술 수준은 평균 61.8%

국내 건설기술의 10대 중점기술 중, 평균기술수준보다 높은 기술수준을 보유한 분야는 초장대교량 건설, 차세대 철도시스템, 미래첨단교통시스템, 지능형 국토지리정보 구축, 미래첨단도시건설, 초고층 빌딩건설임

국내 건설기술의 10대 중점기술 중, 평균기술수준보다 낮은 기술수준을 보유한 분야는 첨단물류, 건설기반, 해양항공운항 효율화 및 안전향상, 미래첨단주거 교육환경임



[그림 Ⅱ-36] 건설교통 10대 중점기술 수준 분석
(자료: 국가과학기술위원회(2011), 건설교통 R&D 중장기계획 ('13-' 17)에서 재인용)

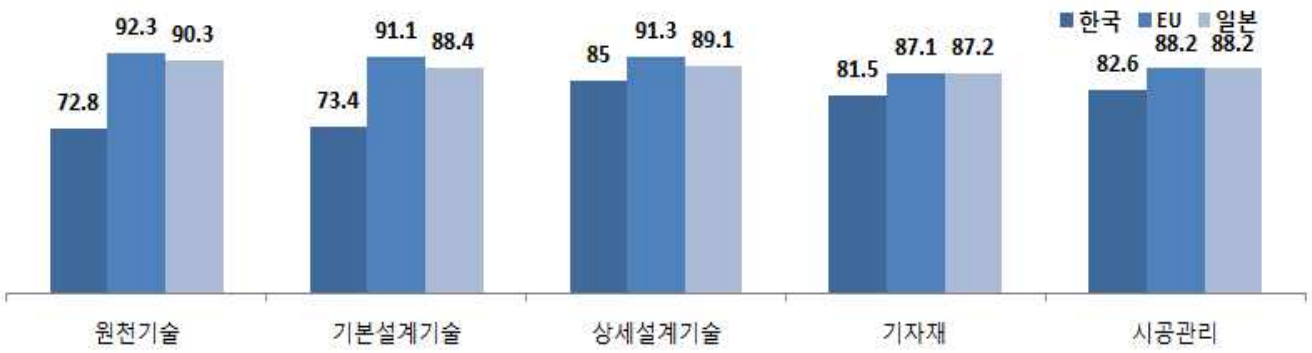
3.1.2 기술개발단계별/Value-Chain별 기술수준

대형 건설사의 EPC 기술능력은 선진국과 대등한 수준에 도달하였으나, 원천기술 분야는 선진국 대비 매우 취약한 것으로 평가[73)]

EPC 기술력은 미국, 일본, 유럽 등 선진국의 90% 수준까지 도달하였고, 초고층 건물, 고난도 터널 및 교량공사 등 높은 기술력을 요구하는 분야에서도 선진국에 근접

최근까지 효율성·시공성에만 집착, 고부가가치 기술은 외국에 의존

- 해수담수화 등 일부 분야에서는 국산화율이 높지만 플랜트 부문에서의 대부분 기본설계 관련 핵심 원천기술은 선진기업이 독식하고 있음
  - · 미국·유럽 등 선진업체들은 프로젝트 종합관리 기본·개념설계 등 핵심기술분야를 독점, 후발업체 진입을 억제
  - · 우리나라의 경우 기본설계 및 원천기술, 핵심기자재 조달 미흡

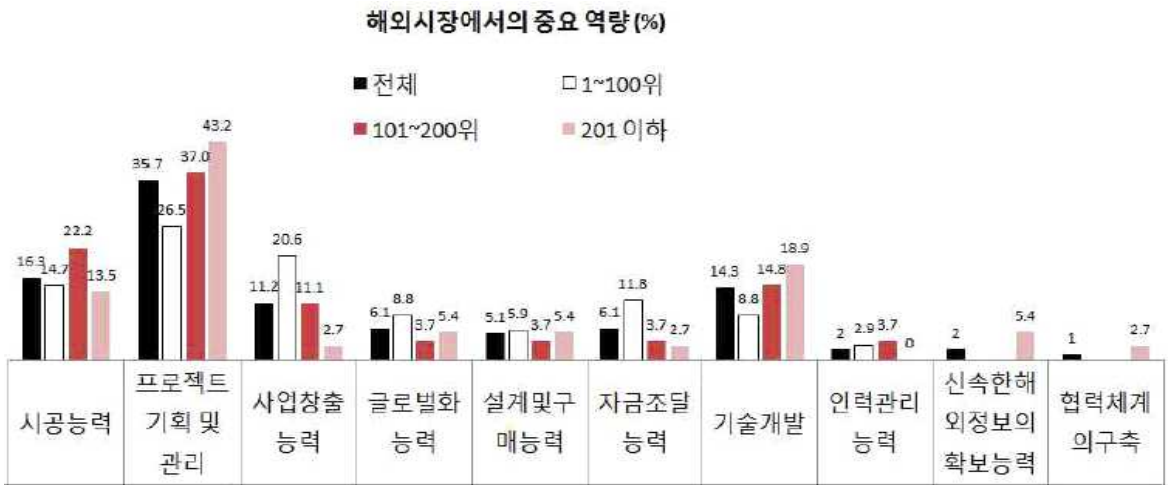


[그림Ⅱ- 37] 우리나라와 경쟁국의 원천/설계기술수준 및 자재조달 수준 비교
(%, 미국=100, 엔지니어링플랜트기술센터('11))

기본설계 및 사업관리 분야 경쟁력 취약

건설 CEO 100인을 대상으로 한 설문조사 결과, 해외 건설시장에서 요구하는 기업역량으로 '프로젝트 기획 및 관리역량(35.7%)' 확보를 가장 높은 우선순위로 선정[74)]

73) 전문가 좌담, "위기의 건설산업 어떻게 해야하나?" 국토경제신문, 2011. 7. 19
74) 국내외 건설시장 전망 및 현안 이슈, 건설기술연구원, 2011



[그림 Ⅱ-38] 해외시장에서 필요한 기업의 주요 역량(시공능력 평가액 순위 기준)

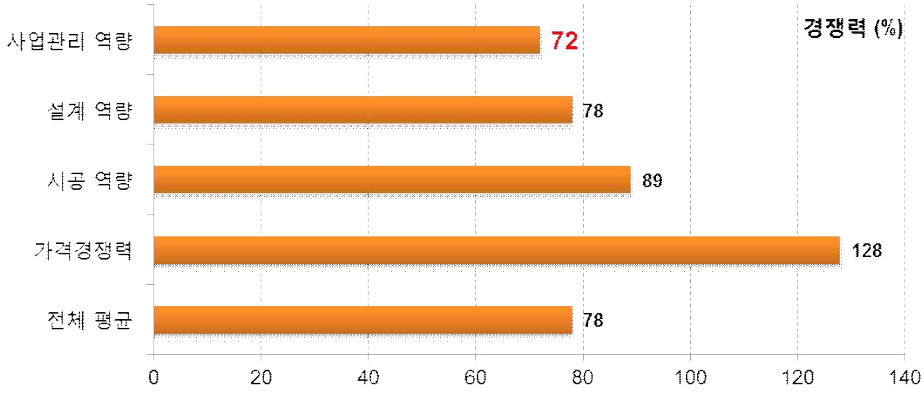
시스템 엔지니어링 기술의 중요성에도 불구, 국내기업의 해당 기술경쟁력은 미국・유럽 선진업체와 비교해 가장 뒤처지고 있어 역량 개선이 시급한 실정임

- 국내 프로젝트 기획, 사업성 분석, 설계관리, 시공성 분석, 사업계획 등은 선진국의 60% 수준임[75]

- 현재 국내기업의 사업관리 역량 경쟁력은 미국, 유럽 등 선진건설업체와 비교해 약 72% 수준으로[76] 건설 전반의 경쟁력 평균인 78%에 미치지 못하는 수준이며, 설계, 시공, 가격 경쟁력 등 다른 영역보다 경쟁력이 낮은 것으로 조사되었음

  · 인천공항 기본설계는 Bechtel(미), 인천대교, IGD 플랜트, 버즈두바이 초고층빌딩 기본설계/구조설계는 각각 ARUP(영), FLOUR(미), SOM(미)이 수행하는 등 미국, 유럽의 선진업체들이 핵심기술분야를 독점하고 있음

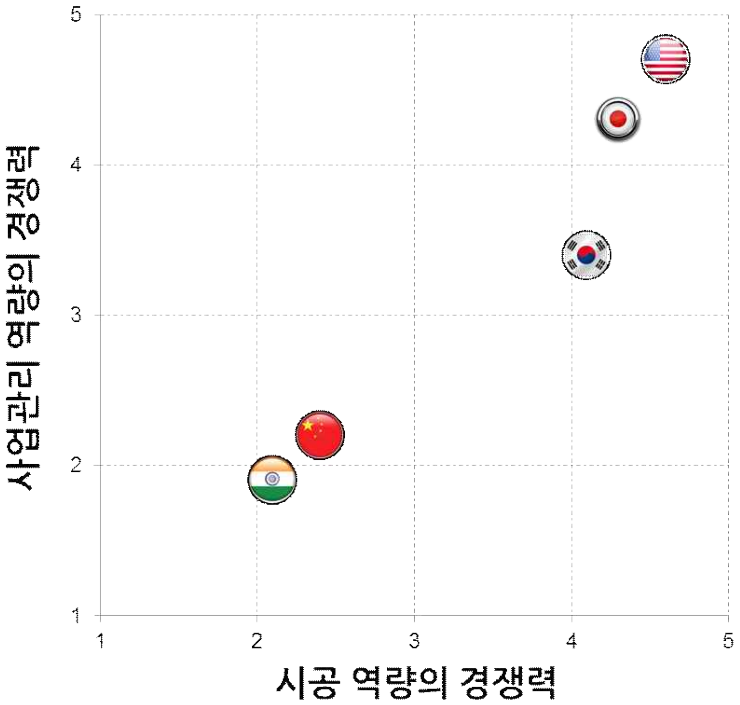
75) 건설교통기술연구개발사업 중장기계획수립연구, 한국건설교통기술평가원, 국토해양부, 2012. 6.
76) 대한상공회의소 (2012) "건설사업의 경쟁력 실태" 국내건설사 300개사 및 관련전문가 100인 조사결과



[그림 Ⅱ-39] 선진업체 대비 건설경쟁력 (대한상공회의소, 2012)

- 미국 · 유럽, 일본, 우리나라, 중국, 인도 · 베트남 등 주요 국가의 건설경쟁력을 시공역량과 사업관리 역량을 기준으로 비교한 경우, 사업관리 역량의 경우, 후발국 보다는 높은 수준이나 선진국과는, 특히 미국 · 유럽 기업과는 아직까지 격차가 큰 것으로 나타남[77]

· 우리 기업의 시공역량은 후발국과 큰 격차를 보이며 선진국에 수준에 근접하고 있음



[그림 Ⅱ-40] 주요 국가의 시공 및 사업관리 분야 경쟁력
(자료: 대한상공회의소, 2012)

77) 대한상공회의소 (2012) "건설사업의 경쟁력 실태" 국내건설사 300개사 및 관련전문가 100인 조사결과

3.2 기술의 발전방향

3.2.1 개요

국토교통분야 “미래기술” 분석을 통해 기술발전방향 검토

미래트랜드를 기초로 국토교통분야 미래기술을 전망한 연구자료 분석을 통해 국토교통분야 기술 발전의 방향성을 검토함

- 분석대상 자료는 “2040 건설교통미래기술 예측조사, 2013, KAIA”와 “제 4차 기술예측조사, 2012, KISTEP”임

국토교통분야 “미래기술”의 적용시기와 해외건설시장 부합성을 검토하여 해외건설 연구개발 기술과제 파악

기술의 “세계 사회적 적용시기”가 동 연구개발사업 종료 후, 원미래에 위치한 기술은 검토대상에서 배제

항공기/차량/철도차량/우주분야 기술은 검토대상에서 배제

3.2.2 주요분야 기술 발전방향

도로건설의 스마트 · 친환경화, 저비용 신속시공 도로, 초장대 슈퍼콘크리트 교량 및 장대 해저터널 기술발전 예측

ICT기술 접목을 통한 편의성 및 도로 통행량 향상을 목적으로 차량, 도로시설간 네트워킹을 통한 교통흐름 최적화, 능동형 안전제어, 교통약자 보호를 위한 보행안전 지원, 대중교통 통합운영 등 기술수요가 나타날 것으로 전망

도로의 친환경성 향상을 위한 도로포장재료 재활용, 도로의 장수명화, 투수성 향상 및 복사열 저감, 기후대응형 능동형 안내도로 포장재료 등에 대한 기술수요가 나타날 것으로 전망

저개발국가 도로인프라의 신속한 확충을 위한 저비용, 신속시공 기술수요가 나타날 것으로 전망

지역간 이동량 증가에 대응하기 위한 장경간/신소재 교량 건설, 대심도, 장대터널 건설 기술수요가 나타날 것으로 전망

고속철도 건설 및 고효율 운영, 극한지 철도건설 기술발전 예측

국가간/지역간 이동성 향상을 목적으로 고속철도 인프라 건설 및 안전모니터링/유지보수 기술 수요가 있을 것으로 전망

극한 일교차에서 운영가능한 신소재, 신공법 철도 레일기술 수요가 있을 것으로 전망

국가통합 수해방어시스템, 수자원관리시스템, 고도정수 및 분산형 하수처리 건설기술 수요가 증가할 것으로 전망

기후변화에 따른 수재해 증가로 인해 도심지 수해방어, 하천 치수/이수/환경을 통합 평가하고 관리할 수 있는 통합 수해방어시스템 수요가 나타날 것으로 전망

사막화 대응을 위한 빗물 회수형 지하관망 시스템, 전지구적 시뮬레이션에 의한 수문/기상 융합 관측시스템, 수자원 공급시설물의 통합관리기술, 지능형 공업용수 루프시스템 기술 등의 수요가 나타날 것으로 전망

하수의 현장처리 및 자원회수, 신소재/생물기능 모방형 분리막 등 고도 정수처리 등 기술수요가 나타날 것으로 예상

다양한 수자원 현황에 대응할 수 있는 지역 적응형 물생산-처리-공급기술 수요가 나타날 것으로 예상

생태 · 스마트 도시건설기술, 극한환경 도시건설 기술발전 예측

기후변화 대응을 위한 온실가스를 배출하지 않는 탄소제로 도시, 열섬현상을 저감시키는 Cool 도시 및 생태도시 기술 수요가 나타날 것으로 전망

도시간 식수, 전기 등 자원연계를 위한 국가 통합 스마트그리드 기술, 고령자 편의 제고를 위한 지능형 도시 등 ICT 기술이 접목된 스마트 도시 기술수요가 높아질 것으로 전망

신흥국의 가속화된 도시화에 의해 근한 및 극서환경에서의 도시 건축물 구축을 위한 재료, 설계, 시공, 유지관리 기술 수요가 나타날 것으로 전망

장수명 · 그린 주택 및 빌딩, 첨단 스마트 주택 및 빌딩, 저비용 공기단축형 모듈 주택 건설기술 수요가 증가할 것으로 전망

신재생에너지를 활용한 제로에너지 주택, 능동형 조명, 용수, 전력, 설비제어가 가능한 빌딩 건설기술 수요가 높을 것으로 전망

주거환경 여건 개선을 위한 저비용 공기단축형 모듈 주택건설기술 수요가 나타날 것으로 전망

신재생에너지 복합 패키징 풍력단지, 석탄가스화 복합 플랜트, 열병합발전, 지열발전, 폐기물 처리 및 에너지 생산 플랜트 건설 기술 수요가 증가할 것으로 전망

풍력, 파력, 조력, 태양광 등을 이용하는 해상 복합 부유식 플랜트 및 패키징 풍력단지 건설 기술수요가 있을 것으로 전망

저급탄을 사용해 비용을 낮출 수 있는 CTL(Coal to Liquid)/SNG(Synthetic Natural Gas) 플랜트, 연료전지와 연계된 하이브리드 석탄가스화 복합발전 플랜트, Steam Temperature 750℃ 이상의 초초임계 석탄화력발전 플랜트 등 석탄가스화 복합플랜트 건설 기술수요가 있을 것으로 전망

가스화 공정과 연계하여 발전과 난방을 동시에 진행하면서 에너지 이용률을 높이는 고온형 연료전지 열병합발전 플랜트 건설 기술수요가 있을 것으로 전망

화산지역 및 대심도 지열발전 플랜트, 바이너리 사이클을 적용한 저온지열발전 플랜트 건설 기술수요가 있을 것으로 전망

폐기물을 에너지화하여 환경문제 해결과 동시에 에너지 이용 효율을 높이는 폐기물 처리 및 에너지 생산 플랜트 건설 기술수요가 있을 것으로 전망

Ⅲ. 사업추진의 필요성

1. 기술개발 필요성
2. 기술개발 시급성
3. 국고지원 적합성

1. 기술개발 필요성

1.1 정책적 부합성

1.1.1 국가 정책 및 중장기 R&D 계획 부합성

해외건설촉진을 위한 기술개발 및 정부지원 필요성은 「건설기술관리법」, 「해외건설 촉진법」에 명시

「건설기술관리법」 제 16조는 해외진출 촉진을 위한 조사·연구, 국제교류, 공동개발, 기 개발 건설기술을 활용한 해외시장 개척을 추진토록 함

「해외건설촉진법」 제18조는 일정금액이상 해외건설 수주 업자들에게 수주액의 일부를 건설기술 선진화에 투자해야하며 국가는 이에 대한 지원토록 함

범부처 및 국토교통부 추진 해외건설 지원 및 신성장 동력화 정책 부합 사업

「해외건설지원 종합대책('08)」은 해외시장 다변화 지원, 중소기업 해외진출에 대한 체계적 지원, 해외건설산업의 고부가가치화를 3대전략으로 채택

- 동 사업은 중소기업 해외진출에 대한 체계적 지원을 위한 통합정보 제공기능 강화, 해외건설산업의 고부가가치화 위한 IT · SW 기술개발 및 미래 해외선점형 기술개발을 추진

「해외건설 현황 및 활성화 방안(' 10)」에서는 해외건설의 신성장동력화를 목적으로 외화가득률 제고, 사업발굴/기획역량 제고, 발주패턴 다양화 및 투자개발형 사업 증가 대응 역량강화 지원을 추진

- 동 사업은 해외건설사업의 다양한 발주트랜드에 대응하는 것을 목적으로 해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축, 중소기업 해외사업지원시스템을 구축

국토교통부 중장기 계획인 「제5차 건설기술진흥기본계획」은 건설ENG 해외수주 비율 향상 등을 목표로 해외건설 시장 진출을 위한 기술개발을 주요목표로 선정하고 있음

- 동 사업 추진을 통해 설계, 소재 등 중소 · ENG업체 영역의 원천기술 확보 가능

「제 3차 과학기술기본계획(2013~2017)」과 부합하는 현지 실증기술개발, 중소기업 기술역량 강화, IT・SW 융합 기술개발, 기술협력 인프라 및 공용 플랫폼 구축 추진

(High 1) 국가연구개발투자확대 및 효율화 추진전략 내 '과학기술인프라 개방공유 활성화' 세부추진전략에 부합하는 '기업 공용 해외건설 기술협력 정보시스템', '중소기업 해외사업 수행지원시스템' 핵심과제와 '성과이전/확산을 위한 기업공용 정보/네트워크 구축' 추진전략 제시

(High 3) 중장기 창의역량 강화 추진전략 내 세부추진전략인 '사업화까지 후속연구지원', (High 4) 신사업창출 추진전략 내 세부추진전략인 '사업초기장벽 극복을 통한 기술이전 사업화 촉진', '융합기술/제품개발 촉진'에 부합하는 '국토교통연구개발사업 성과의 후속 해외 실증 기술확보' 추진

- 글로벌 산학연 협력 · 기술의 해외 적용 확대를 도모하고 지역거점R&D센터 및 총괄하는 (가칭)해외건설 R&D Hub센터 구축을 통해 '사업초기장벽 극복을 통한 기술이전 사업화 촉진'을 위한 국제연구개발 허브 구축 등 구체적

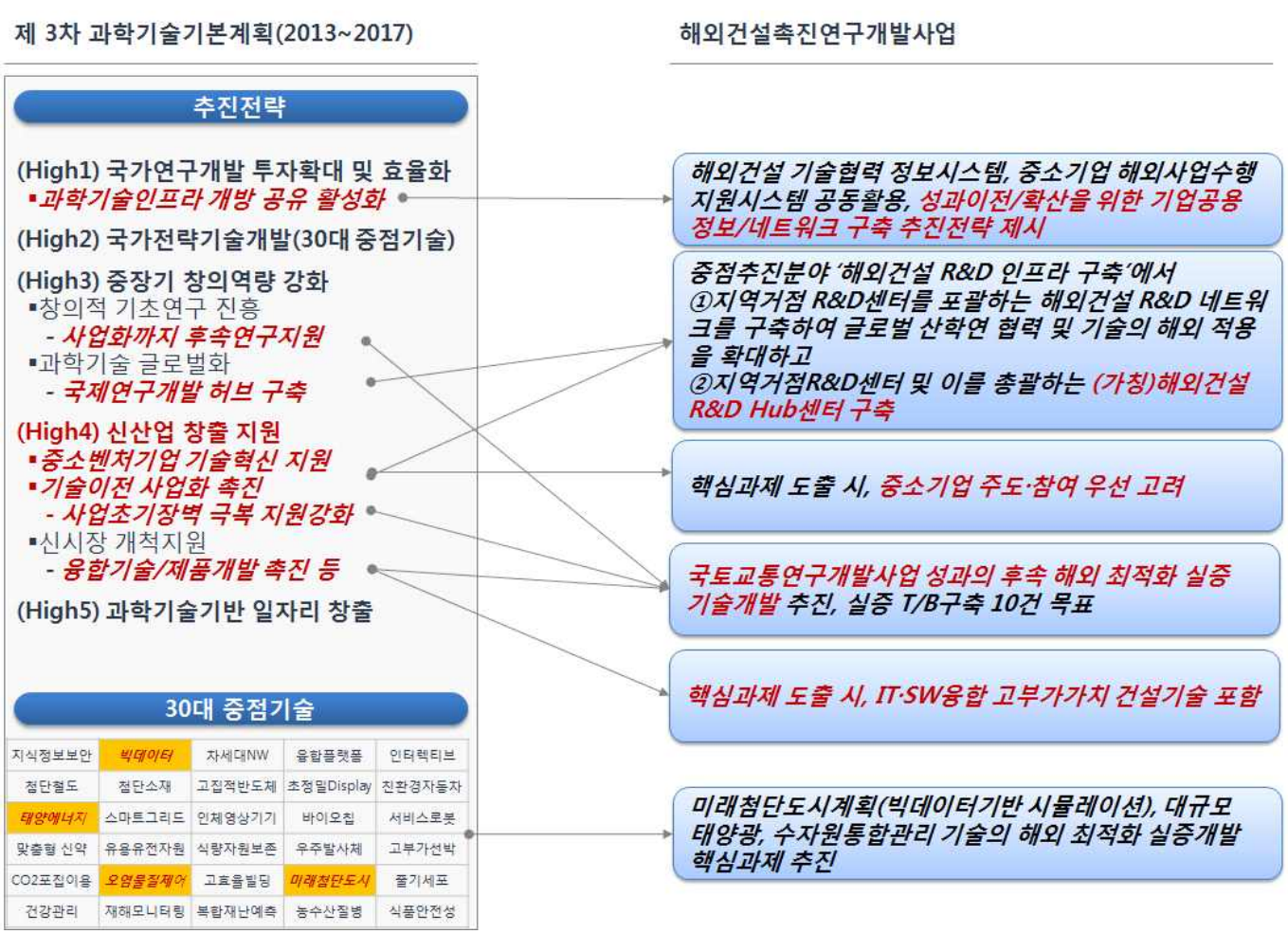
※ 중점추진분야인 '해외건설 R&D 인프라 구축'에서 추진

(High 4) 신사업 창출지원 추진전략 내 세부추진전략인 '중소벤처기업 기술혁신'은 동 사업에서 핵심과제 도출시 중소기업 주도 · 참여부분을 우선 고려한 것과 방향성 일치

- 동 사업의 사업추진 방향인 '중견・중소기업 해외건설 경쟁력 강화 기술개발 추진'과 일치

- 핵심과제에 중견 · 중소기업 대상 해외사업수행지원 시스템을 개발하는 것과 방향성 일치

(High 4) 신사업 창출지원 추진전략 내 세부추진전략인 '융합기술/제품개발 촉진'은 동 사업이 'IT · SW융합 고부가가치 건설기술 개발'을 추진하는 것과 방향성 일치

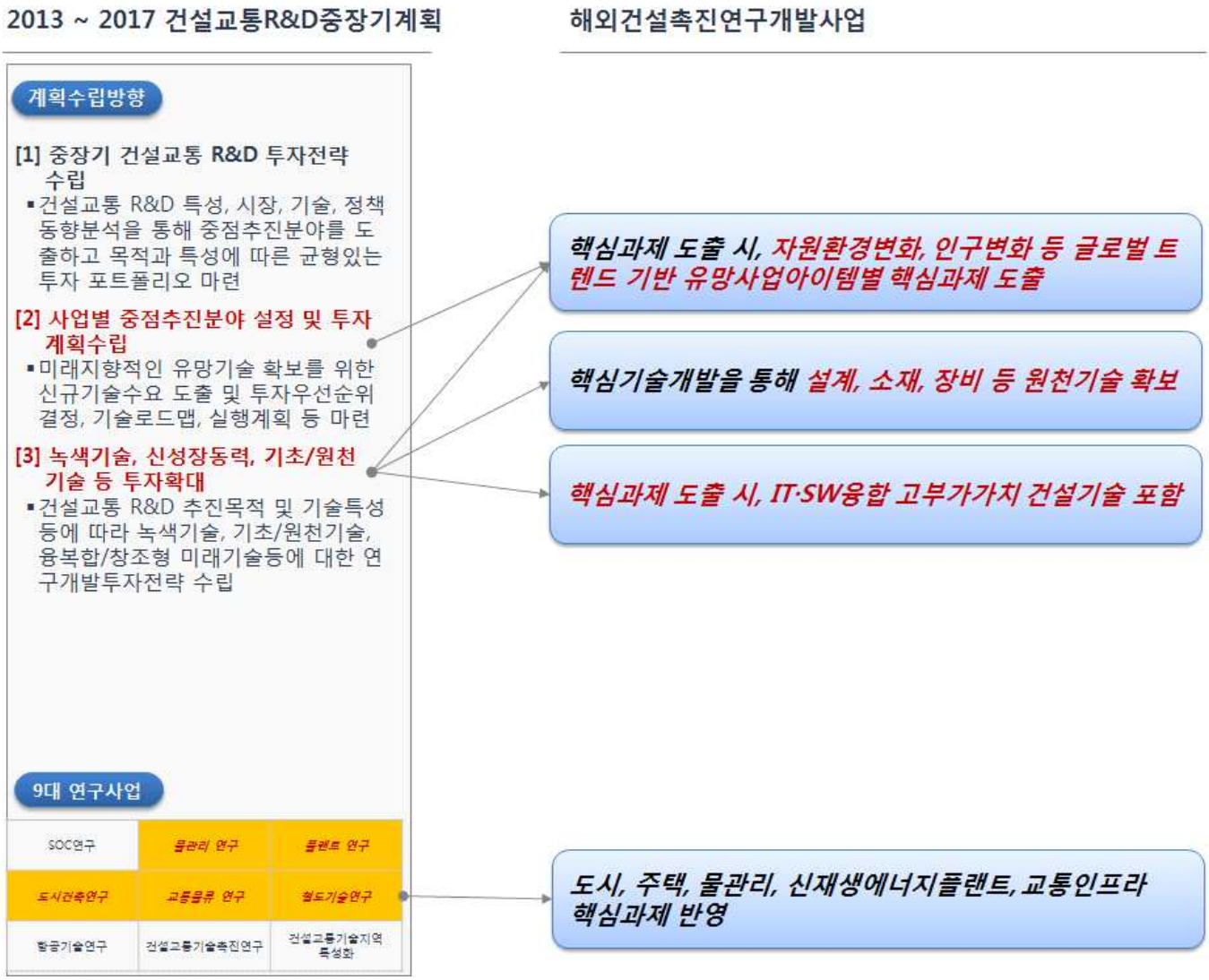


[그림 Ⅲ-1] 제3차 과학기술기본계획(2013~2017)과 해외건설촉진연구개발사업 연계성

「건설교통기술 R&D 중장기계획(‘12)」의 사업영역과 추진방향에 부합하는 글로벌 트렌드 기반 미래니즈대응 기술개발, 설계·소재·장비 원천기술개발 추진

「건설교통기술 R&D 중장기계획(‘12)」의 계획수립 방향 중 ‘미래지향적 유망기술확보를 위한 신규기술수요 도출’과 부합하도록 동 사업에서 ‘자원환경변화, 인구변화등 글로벌 트렌드 기반 유망사업아이템 선점형 기술개발과제’를 핵심과제에 반영

「건설교통기술 R&D 중장기계획(‘12)」의 계획수립 방향 중 ‘기초/원천기술, 융복합/창조형 미래기술도출’과 부합하도록 동 사업에서 설계, 소재, 장비 등 원천기술 확보 및 IT, SW융복합 건설기술을 핵심과제에 반영



[그림 Ⅲ-2] 2013-2017 건설교통R&D중장기계획과 해외건설촉진연구개발사업 연계성

1.1.2 국가 R&D 예산 투자방향 부합성

「‘12~’16년 국가재정운용계획(기획재정부, 2012)」과 부합하는 중소기업 주도형 연구개발, 기초·원천 및 미래 수요 대응 기술개발 추진

[산업·중소기업 및 에너지 분야] ‘대·중소기업간 상생협력 문화 조성 등 동반성장 기조 확산 시책의 세부 내용인 동반 해외진출 지원’, ‘글로벌 자원경쟁 시대에 대응하여 해외자원개발을 지속 추진하고 에너지 복지 강화’ 정책과 연계

- 동 사업 사업추진방향인 대·중소기업 동반 해외진출 확대 및 수익성 제고를 목적으로 한 ‘중견·중소기업 해외건설 경쟁력 강화 기술개발 추진’과 방향성 일치

- 동 사업에서 글로벌 트렌드에 따라 ‘그린에너지 인프라 건설기술’을 전략프로젝트에 반영한 것과 방향성 일치

[R&D분야] ‘기술혁신형 중소·중견기업 육성 및 산학연 협력 강화를 위한 R&D 지원 확대’ 정책과 연계

- 동 사업에서 추진전략으로 제시한 ‘글로벌 산학연 기술협력 네트워크 구축’과 중소기업 주도·참여 기술개발과제를 핵심과제 반영한 것과 방향성 일치

「’13년도 정부연구개발 투자방향」이 제시하고 있는 투자방향과 부합

- ’13년도 건설·교통분야 중기 투자방향은 “기초·원천 및 미래 공공 수요에 대응하는 기술분야에 투자 강화”를 통해 핵심설계·해석기술 등 미래 핵심요소 기술을 확보하는 것으로 이는 동 사업의 목표인 “해외건설 미래니즈 대응 기술개발”과 방향성 일치

1.1.3 국토교통부 관할 사업

해외건설시장 진출을 위한 설계 · 시공기술 개발, 전략수립, 사업관리, 사업수주 방안 마련 등 건설관련 전주기적 기술개발 및 기반조성은 국토교통부 업무영역

국토교통부의 직무는 국토종합계획의 수립 및 조정, 국토 및 수자원의 보전 · 이용 · 개발, 도시 · 도로 및 주택의 건설, 해안 · 하천 및 간척, 육운 · 철도 및 항공에 관한 사무를 관장[78]

국토교통부는 국토교통기술연구개발사업을 통해 SOC, 물관리, 플랜트, 도시건축, 교통물류, 철도, 항공 등 국토교통 전분야 기술개발을 주도

- 교육부, 산업통상자원부, 중소기업청, 방위사업청 등 타 부처에서 국토교통분야 연구개발 투자를 지원하고 있으나, 국토교통부와 지원목적, 대상범위에서 차이 존재
  - 교육부는 국토교통기술관련 연구기관이나 출연(연)에 대한 지원 또는 기술전문인력양성, 대학 · 대학원 연구인력 양성 등 연구기반 조성에 투자
  - 산업통상자원부는 국토교통분야 소재, 장비, 운송수단 등 요소기술개발에 집중
  - 방위사업청은 군사용 비행체 및 군사용 수송수단 기술개발에 주력

사업성과 극대화를 위해 지속적 해외 건설기술 수요 파악 · 사업반영, 기술개발 성과의 해외 적용지원이 중요하며 이의 적임 담당부서는 '해외건설지원과' 임

해외건설지원과는 해외건설 활성화 대책 및 건설외교를 총괄하는 부서임[79]

- 해외건설공사 및 해외건설엔지니어링 프로젝트 수주지원 계획의 수립 및 시행
- 해외건설 중점협력국의 선정 및 운용
- 민간과 공공기관의 해외건설시장 합동진출을 위한 전략수립 및 지원
- 해외건설공사 수주지원을 위한 연구·발전
- 기업의 해외건설 수주 및 투자활동 지원을 위한 프로젝트 정보의 수집·분석 및 제공
- 국가 간 건설협력 등 건설외교 지원

78) 국토교통부와 그 소속기관 직제, 대통령령 제 24443호, 2013. 3. 23 제정
79) 국토교통부와 그 소속기관 직제, 대통령령 제 24443호, 2013. 3. 23 제정

- 국가 간 건설협력위원회 설치 및 운영
- 국가별 해외건설 수주지원단 파견 및 발주처 주요인사 초청에 관한 사항
- 해외건설공사 수주활동 및 신흥시장 개척 지원
- 해외건설기업의 해외지사 설치 추천
- 기업의 해외건설활동 관련 애로사항 해소
- 해외주재공무원의 해외건설 지원 업무에 관한 사항
- 해외건설 인력에 대한 안전대책의 수립 및 시행

국가별 유망건설시장 모니터링, 해외진출 국내 건설기업 애로 파악, 기 확보 네트워크를 활용한 기술개발 성과의 해외 T/B 구축 연계 및 해외 적용 지원 등 사업목표·방향성의 주기적 재정립, 성과활용·확산은 해외건설지원과의 고유 업무영역과 연계될 때 가장 효과적임

- 현행 국토교통 R&D사업의 관리방식은 사업별 담당부서장(사업담당관)이 소관 R&D 사업별 예산과 관제를 관리하며, 과제별로 지정된 담당사무관(과제담당관)이 세부 기술개발 내용을 검토하도록 하고 있으며, 미래전략담당관이 전체 R&D사업을 총괄 조정하고 있음
  - (미래전략담당관) R&D예산총괄, 성과관리, 제도·법령의 운영, 전문기관 지도·감독 등 담당
  - (사업담당관) R&D 사업별 예산편성, 시행계획 마련, 신규과제 발굴, 소관 과제별 과제담당관 지정 등 사업 총괄
  - (과제담당관) 사업담당관에 협조하여 개별 R&D 과제의 연구개발 방향 점검, 관련 제도개선 및 실용화 등 추진

[표 Ⅲ-1] 국토교통기술연구개발사업별 사업담당관 지정 현황

분야	사 업 명	사 업 담 당 관
건설 (7개)	건설기술혁신	기술정책과
	플랜트기술고도화	건설인력기재과
	첨단도시개발	도시재생과
	R&D정책인프라	연구개발담당관
	정책연구개발	재정담당관
	지역기술혁신	연구개발담당관
	건설교통연구기획	연구개발담당관
교통 (4개)	교통체계효율화	신교통개발과
	미래철도기술개발	철도기술안전과
	미래도시철도기술개발	광역도시철도과
	항공선진화	항공산업과

자료: 국토해양연구개발사업 업무편람, 국토교통부, 2011

1.2 사회경제적 필요성

1.2.1 사회경제적 수요

해외건설 시장은 토목, 건축, 플랜트 분야의 고른 성장이 예상되며, 글로벌 트렌드변화에 따른 새로운 기회의 창이 열리고 있음

해외건설시장 규모는 '12년 6.0조$에서 '20년 8.5조$ 로 연평균(CAGR) 4.39%씩 성장할 것으로 전망[80)]

- '18년까지 토목, 플랜트, 건축 시장은 각각 6.7%, 5.5%, 2.4% 성장 전망

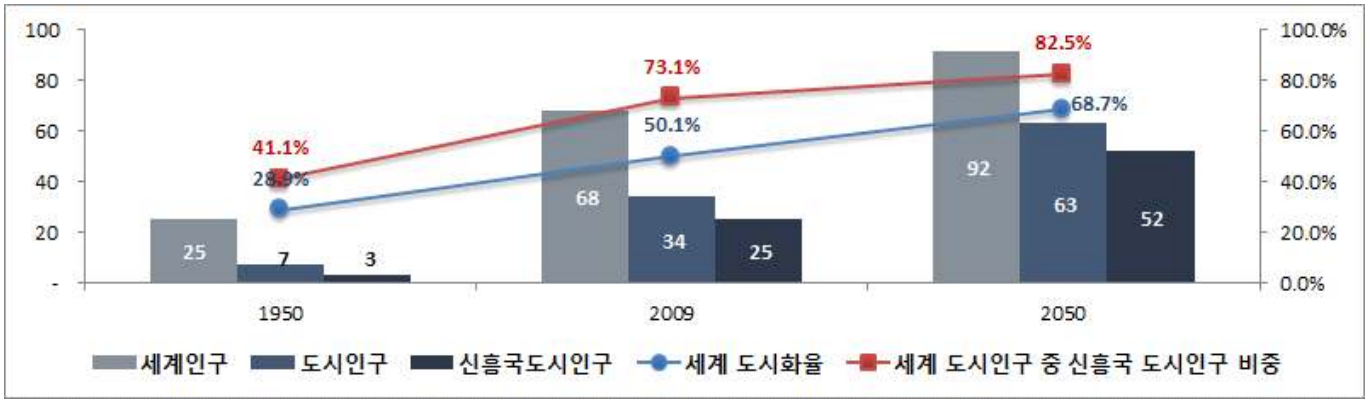


[그림 Ⅲ-3] 세계 건설시장 현황 및 전망($ Bil, 실질가치 기준)

저개발국가 도시화 가속화, 신흥국 도시인구 증가로 인한 관련 시장 확대 기대

- 신흥국 도시인구: '09년 25억명→'50년 52억명
- 신흥국 중심의 급격한 도시화는 해외신도시 시장의 성장을 유도하고 있으며, 이와 연계된 교통/물류/물인프라의 지속 성장 기대
- 중동뿐 아니라 아시아, 아프리카 등 신흥국 도시 및 인프라 건설 수요 증대

80) Global Insight, 2011 - 실질가치 기준

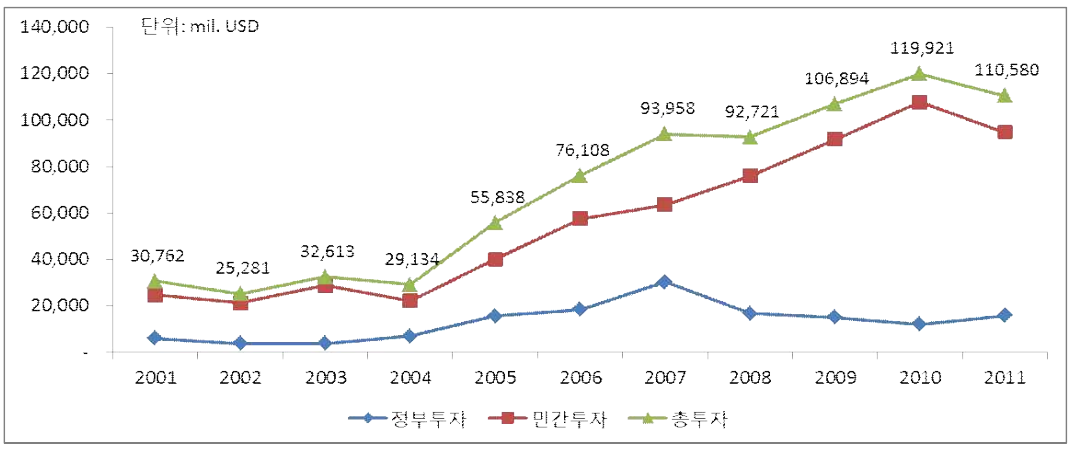


[그림 Ⅲ-4] 도시인구 및 세계 · 신흥국 도시인구 비중 추이(단위: 억 명)

해외건설 발주트렌드 변화로 신규시장 진출 및 기존 점유율 확대 가능

- Total Solution Service 제공 요구 증대

- 투자개발형/시공자 금융조달방식 사업발주 증가 등 발주패턴 다양화



[그림 Ⅲ-5] 글로벌 투자개발형 사업의 투자규모 추이 (World Bank, 2012)

글로벌 트렌드, 자원환경변화, 기후변화 등에 대응하기 위한 미래건설기술 수요 증가

- 기존 에너지자원 고갈우려에 따라 미개척에너지 시장의 급격한 성장 전망

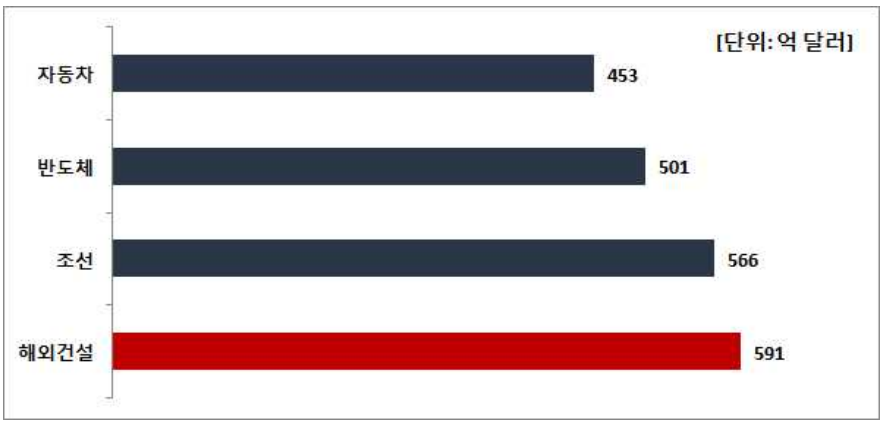
- 그린인프라 구축 증가에 따른 그린 건설시장 활성화

  · '11~'15 기간 중 CAGR 43.3% 증가 전망

해외건설은 조선, 반도체 산업등과 더불어 주력 수출산업으로 자리매김하였음

해외건설 수주액은 591억 달러로 전체 수출업종 중 1위를 차지(‘11년)

- ‘07년, 398억 달러 수주를 통하여 처음으로 자동차(수출 2위)를 넘어선 수출 1위 상품이 된 이래 해외 건설 수주는 지속적으로 1등 수출산업의 지위를 유지
- 동일 기간 조선, 반도체, 자동차 수출액은 566억 달러, 501억 달러, 453억 달러임
- 해외건설은 국내 수출주력상품인 자동차 반도체 조선산업 등과 어깨를 나란히 하며 명실상부한 국가브랜드 산업으로의 입지를 공고히 함



[그림 Ⅲ-6]상품별 해외 수출액(‘11년, 대한건설협회)

건설산업에서 해외건설부분이 차지하는 비중과 성장세를 고려할 때, 건설산업은 향후에도 해외건설에 주력하는 것이 필요

건설업체의 국내 수주액은 ‘10년 103.2조 원, ’11년 103.5조 원인 반면 해외 수주액은 각 78.7조, 65조원으로 국내 수주액 대비 76% 및 62.8% 수준에 육박

’01년부터 ’11년까지 국내건설 수주규모는 연평균 5.04% 정도로 증가해왔는데 반해, 해외건설 수주규모는 평균 39.8%로 증가해왔음

- 특히 2004년에는 108.3%,2010년에는 45.5% 성장률을 기록하여 그 성장세가 압도적임

그러나 최근 해외건설 증가세 둔화, 수익성 악화로 양적 성장에서 질적 성장으로 변화를 모색해야 할 시점임

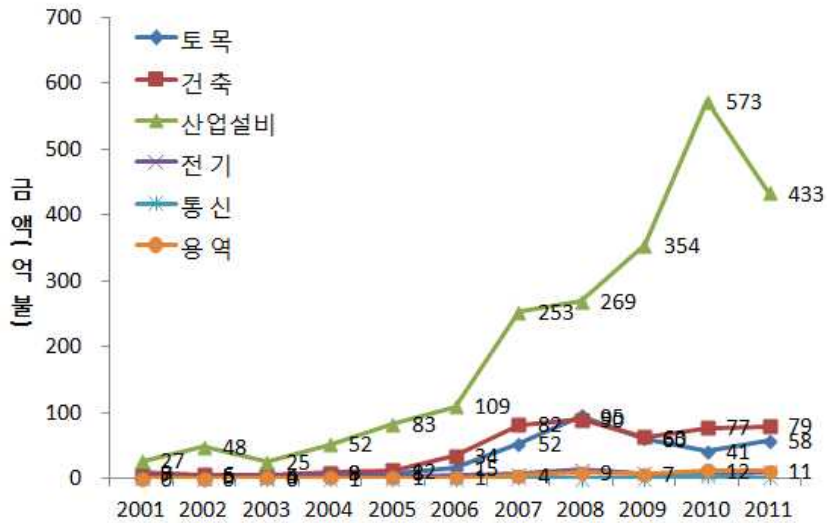
해외수주는 증가 추세이나 플랜트 공종에 편중되어 해외시장변화 추세 대응에 미흡

- 해외 건설 수주액은 '12년 649억불 달성, 수주 증가세는 둔화



[그림 Ⅲ-7] 해외 수주 실적 추이 (자료: 해외건설협회 DB, 단위: 억불)

- '11년, 공종별 수주액은 플랜트 433억불(73%), 건축 79억불(13%), 토목 58억불(10%)임

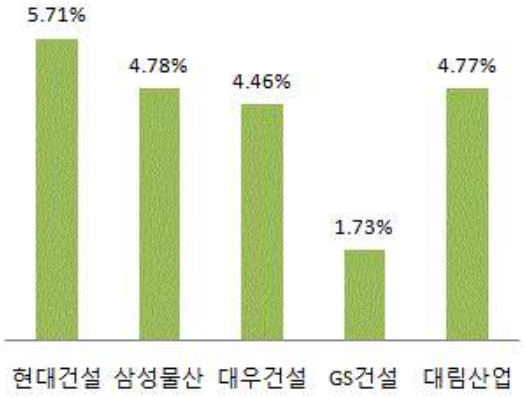


[그림 Ⅲ-8] 국내 기업의 공종별 해외건설수주액 추이

해외건설시장에서 지속적 수익성 감소로 산업 내 위기의식 고조

- 국내 건설사들은 최근 해외에서 양적 성과를 올리고 있으나 외형성장만큼 시장 상품-다변화, 수익성제고 등 질적 성과는 미흡

  · 국내 주요 건설사의 2012년 영업이익률은 현대건설 5.7%, 대우건설 4.5%, 대림산업 4.8%, GS 1.7%로 최근 수익률이 급감하는 추세(해외건설협회)

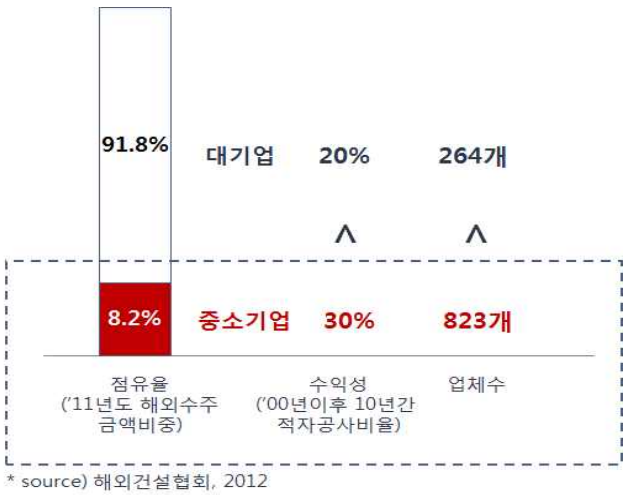


[그림 Ⅲ-9] 주요건설사 영업이익률('12년)



[그림 Ⅲ-10] GS건설 매출액 및 영업이익률 추이

- 특히 건설산업의 중추를 이루는 중소기업은 해외수주와 수익성 동반 감소 진행



[그림 Ⅲ-11] 국내 대기업/중소기업 시장점유율, 수익성 비교

유망시장 선점 · 유형/상품 다각화, 해외시장에서 수익성 제고 등 해외건설의 신성장동력화를 위한 방안 모색 필요

국토교통 R&D사업성과 해외실증, 원천기술 기반 미래유망시장 선점을 통해 해외진출 상품 다변화 추진

- 국토교통 R&D사업성과의 해외실증 시, 저비용, 고효율 등 수익성 제고를 위한 요소기술을 적용하여 신흥국 시장에서 후발국 대비 가격경쟁력 우위 확보

글로벌 기술경쟁력을 보유한 중소기업의 육성으로 해외건설 적자공사 해소

기술협력 종합 정보체계, 사업관리지원, 글로벌 R&D 네트워크 등 전주기적 해외 건설사업 수행역량 제고를 통해 해외시장 발주트렌드 변화에 대한 대응력 향상

1.2.2 중장기 투자 필요성

건설산업의 보수적 특성상 현지 협력 및 검증을 통한 기술개발이 요구되어 대규모 중장기 기술개발 투자 불가피

건설산업의 보수적 특성 상 기술개발 완료 후 현장에 바로 적용하는 것은 불가능

- 현지 적용 가능한 기술 개발을 위해 현지 Test-Bed 및 실증 등을 거치는 것이 필요
  - · Test-Bed 및 실증을 위해서는 현지 대학, 연구기관 등과의 기술개발협력을 통한 협력 네트워크 구축이 매우 필요
  - · Test-Bed 구축 및 실증은 안전성, 신뢰성 검증·평가가 목적이므로 단기간에 추진될 경우, 기후·지반·재해 등 다양한 환경요건을 반영한 실험에 한계
- 또한 건설산업의 특성상 개발된 기술이 현지 계약, 발주 등 관련 시스템 및 엔지니어링 분야와 유기적으로 어우러질 때 기술의 적용 성과를 기대할 수 있음



[그림 Ⅲ-12] 중장기 투자 필요성

현지 최적화 실용·실증 기술개발 성과물의 현지 적용성 제고를 위해서는 현지 건설기술 니즈, 미래 건설 이슈 등 연구개발 AGENDA의 지속적 탐색/변화 필요

동 사업의 전략프로젝트에서는 총 10개소의 해외 현지 Test-bed 구축을 통해 실증기술개발을 추진하므로 대규모 예산 투자 필요

- 국토교통부의 초고층복합빌딩사업단에서는 '도시브랜드 창출형 테스트베드 구현' 핵심과제에 112억 원의 연구개발예산을 투자

기술 현지화를 위한 정보·기술협력 R&D 인프라 및 글로벌 네트워크 구축, 국제공동연구 추진, 현지 거점 확보를 위한 대규모 중장기 투자 필요

연구개발성과물의 해외 적용을 위해 타겟 시장 특성을 반영한 기술/시장/제도의 현지화가 검토 필요

- 정보시스템 구축, 발주 트렌드 변화에 대응하는 사업 및 기술개발 전략수립, 국별 리스크/사업관리, 계약/입찰 역량 지원체계 구축 등 지속적 모니터링 및 역량강화투자 필요

- 현지 표준화 및 인증 방안 수립 등을 추진

현지 연구주체와 글로벌 산학연관 연구 협력 추진이 반드시 필요하며 이를 위해서는 중장기 관점의 투자가 이루어져야 함

- 정기적인 연구포럼 및 세미나 개최, 교육 프로그램 추진 등 지식·인력 교류 등을 통해 상호협력 체계 구축

글로벌 R&D 네트워크 구축, 국제협력 및 공동연구 수행을 위해서는 장기적 선행 투자가 있어야 소기의 성과를 얻을 수 있으며, 해외 거점 확보 등 진출대상 시장의 지속적 확장도 필요함

- 발주자는 자국 기반사업 육성을 목적으로 사업 참여 기업의 현지화 기준을 제시하는 경우가 많아 해외건설 시장에서 아국의 이익만을 단기적으로 만들어 내려는 국제협력은 뿌리를 내리기 어려움

- 중점추진분야인 “해외건설 R&D 인프라 구축”에서 추진되는 ‘국제공동연구 과제 발굴 및 정책/전략 수립’, ‘국제공동연구‘, ’해외건설 지역거점 R&D 센터’ 구축 등은 진출고려 대상 시장이 확장됨에 따라 지속적 투자가 필요한 부분임

  · ’ 해외건설 지역거점 R&D 센터’ 는 단계별 구축에 소요되는 예산뿐만 아니라, 센터 운영을 위한 투자가 지속되어야 함

성과 이전·확산을 위한 기업 공용 정보·네트워크 플랫폼 구축·안정화를 위해 정부의 중장기 투자 필요

기업공용 플랫폼을 통해 현지 맞춤형 혁신상품을 개발·적용하고 기업 간 기술공유, 기관-기업 간 이전을 통한 성과 확산 필수적임

중소기업이 개별적으로 구축하기 어려운 플랫폼을 정부가 중장기 투자·지원함으로써 중소기업의 역방향 혁신을 통한 해외건설 진출확대 및 수익성 제고에 기여

1.2.3 산업 및 시장 파급효과

요소기술 및 전주기 역량 제고를 통해 ‘24년 30% 비용 절감된 해외시장 매출 10조원 추가달성 기대

전략프로젝트별 목표수준 달성을 통해 현재 수준 대비 30% 저비용, 고효율 기술 확보가능하며 이를 통해 국가별 기술개발성과물 적용 시장 점유율 향상으로 ‘24년 매출 10조원 추가 달성 기대

- 5개 전략프로젝트 10개 핵심과제 추진을 통해 추가 달성이 기대되는 매출은 5조원 수준이며, 지속적으로 국토교통연구개발사업 성과의 해외실증 기술개발을 통해 추가 매출 5조원 달성

‘24년 ~ ‘33년 간 기술개발을 통해 얻어지는 경제적 편익은 9,590억 원임

해외 국가타겟 실증기술확보를 통해 신흥국 및 개도국 물관리, 도로/철도, 공공주택 시장에서 5,164억 원의 경제적 편익 기대

- ‘저비용 신속시공 도로/철도 건설기술’, ‘저비용 고효율 물공급시스템 건설기술’, ‘생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술’ 개발을 통해 각각 995억 원, 2140억 원, 2,028억원의 경제적 편익 기대

산업/인프라 패키지형 도시계획, 그린에너지 인프라 원천기술 확보를 통해 고부가가치 신시장에서 4,426억원의 경제적 편익 기대

- ‘산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술’, ‘그린에너지 인프라 건설기술’ 개발을 통해 각가 1508억 원, 2918억 원의 경제적 편익 기대

[표 Ⅲ-2] 사업추진을 통한 경제적 편익

중점추진분야	전략프로젝트	편익
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	995.1
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	2,140.6
	생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술	2,028.6
	소계	5,164.3
미래 해외시장 창출형 선도기술 개발	산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	1,507.7
	그린에너지 인프라 건설기술	2,918.1
	소계	4,425.8
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	-
	글로벌 R&D 네트워크 구축	-
	소계	-
합계		**9,590.1**

해외건설 수주 · 수익성 제고 및 진출유형/상품다각화에 기여

중남미/아프리카, 건축/토목 등 실패 위험성이 높은 신규시장으로의 원활한 진입 가능, PM, CM 등 고부가가치 영역 진출 가능

- 해외진출 및 수주사업 유형 다각화 및 국내 전략 건설상품 제시
- 중소·ENG 해외진출 전략, 타당성 검토, 사업관리 역량 개선
  - 구매, 조달, 클레임 관리 등 수익성 제고를 위한 사업관리 역량 개선
  - 해외사업 관련 정보수집 및 사업 선별, 기획역량 개선

토목 · 건축분야, 그린에너지분야로 시장 다변화 기여

- 플랜트, 단순 EPC 공사 수주구조에서 탈피, 토목·건축분야로 포트폴리오 다각화
- 공공주택, 교통인프라, 물관리 등 해외수주 저조 분야의 국가별 최적 실용화 기술 및 전략 상품 확보가능
- 수요 국별 최적화 기술 개발을 위한 국가차원의 기술개발지원으로 기업체 초도진출 시, 진입 장벽 완화 유도

설계, 장비, 소재 등 원천기술 확보를 통해 해외사업 수익성 개선 기대

- 도시, 저가 공공주택, 그린에너지 인프라 설계 기술 글로벌 스탠더드화 가능
- 도로 포장 장비·소재, 물관리 공정, 건축물 장비·소재, 그린인프라 소재, 탐사 등 고부가가치 원천 기술을 확보하고 기존 해외선진기업에 의존하던 분야를 국내기업이 대체함으로써 외화가득률 및 수익성 향상에 기여

저비용 도로/철도 건설기술, 저비용 물공급시스템 건설기술, 생산성향상 및 에너지절감형 건축기술, 토양 및 환경오염처리 기술 등 비용절감 기술개발을 통해 수익성 제고

국내기술 해외 인지도 향상, 지속적 네트워크 구축 운영을 통한 해외 획득 건설 수주 환경 정보의 신뢰성 제고 가능

- 신흥국 인력 대상 교육, 인력교류를 통한 한국형 건설기술의 인지도 제고
- 권역별/국가별 건설기술 표준화 역량 제고에 기여
- 중장기적 지원을 통한 해외정보 취득의 노하우 및 정보 신뢰성 제고

중소기업 해외사업 수행역량 강화를 통한 해외사업 수익성 제고와 대형건설업체와 경쟁력 있는 중소기업의 동반 상생 해외진출 확대에 기여

저비용 도로/철도 건설기술, 저비용 물공급시스템 건설기술, 생산성향상 및 에너지절감형 건축기술, 토양 및 환경오염처리 기술 등 중소업체 요소기술 역량 강화 가능

- 동 사업에서 기술개발을 추진하는 5개 전략프로젝트, 9개 핵심과제는 모두 중소기업 주도 대중소기업 협력 기술개발이 필요한 기술개발과제임
- 기술개발을 통해 해외 유망 건설시장에서 수요가 많은 중소기업 요소기술 확보 가능

중소기업의 계약·클레임, 리스크관리 등 시스템 및 엔지니어링 기술 역량 강화를 통해 해외건설사업 진출 확대 및 수익성 제고 가능

- 차별화된 계약관리, 안전관리, 공정관리, 품질관리, 현장조직관리, 리스크관리 등 시스템 및 엔지니어링 분야의 역량 강화

중소업체 개별적으로 추진하기 어려운 국제협력 및 현지 네트워크 확보를 통해 현지 정보 획득 및 협력 용이

대형건설업체가 중소건설업체와 컨소시엄을 구성하여 해외건설 프로젝트를 수주·수행하는 것을 고려할 때 중소기업 해외사업수행역량 개선은 대중소기업 동반 해외진출 확대로 연계가능

- 국내 대·중소기업 동반 해외진출 확대는 국내 대형시공사-해외 전문건설업체간 컨소시엄 사업 수행으로 외화가득률 저하, 적자공사비율 증가 개선 가능

자체 경쟁력을 확보한 중소건설업체는 글로벌 대형건설업체와 컨소시엄을 구성해서 해외사업에 참여 가능

설계, 장비, 소재 등 원천기술 확보를 통해 해외사업 수익성 개선 기대

도시, 저가 공공주택, 그린에너지 인프라 설계 기술 글로벌 스탠더드화 가능

도로 포장 장비·소재, 물관리 공정, 건축물 장비·소재, 그린인프라 소재, 탐사 등 고부가가치 원천 기술을 확보하고 기존 해외선진기업에 의존하던 분야를 국내기업이 대체함으로써 외화가득률 및 수익성 향상에 기여

건설산업의 신성장동력화 및 지속성장, 일자리 창출, 연관산업 동반성장 가능

국내 시장 한계 극복과 해외 시장 수주·수익성 향상으로 건설산업의 지속성장 달성 및 국내 연관산업의 동반 성장 파급효과 기대

- 해외 건설시장 수주·수익성 향상으로 타 산업 및 하위분야의 해외 동반진출이 가능하고, 이로 인한 산업계 수익성 제고 및 국부 창출 유도

  · 건설산업은 전후방연계 산업분야에 속하는 요소기술을 시스템화하여 상품을 만들어 내는 대표적 분야로서, 사업추진을 통해 폴리실리콘 및 태양전지(태양광), 철강 등 재료(주택, 지열 등 그린에너지), 건설장비산업 성장으로 연계가능

- 해외건설사업의 일자리 창출효과에 관한 연구를 기준으로 추산할 경우, 동 사업 추진을 통해 예상되는 일자리 창출효과는 10년간 11만 3천명 이상이 될 것으로 예상됨

  · 2010년 기준, 해외건설 기성액(27.6조원)중 6.6조원이 국내에 유입됨에 따라 발생되는 생산증대효과는 9.3조원, 부가가치증대효과는 5.0조원, 고용증대효과는 75천명의 파급효과 발생[81)]

- 한화와 100여개 국내 중소 재재 하도급 업체가 진출한 이라크 한화의 비스미야 신도시 조성공사의 경우 연인원 55만명이 소요될 예정으로 해외건설사업은 일자리 창출에 효과적인 산업임[82)]

  · 석유/화학플랜트 공사와 달리 노동집약적인 도시/주택건설사업은 높은 일자리 창출 효과 유발

해외건설업의 경험을 통해 발생되는 건설기술증대 효과, 산업의 고부가가치화, 건설금융 원활화, 국내건설업의 붕괴방지 효과, 국부유출방지 효과 등 긍정적 효과 기대[83)]

자체적인 해외공사 수행 및 사업관리 역량 개선 투자가 어려운 중견 및 중소 건설기업들의 투자를 대신하여 건설교통 산업 차원에서 사회적인 투자비용 절감 효과를 얻을 수 있음

81) 해외건설업이 국민경제에 미치는 효과 연구, 국토해양부, 2012
82) 뉴스토마토, 한화건설, 해외건설 '일자리 창출' 시동건다. 2013. 04. 03
83) 해외건설업이 국민경제에 미치는 효과 연구, 국토해양부, 2012

1.3 기술적 필요성

1.3.1 국가연구개발사업 적합성

‘12년 국내건설사는 해외에서 외형적 성과는 달성하였으나 수익성은 저조한 것으로 나타남

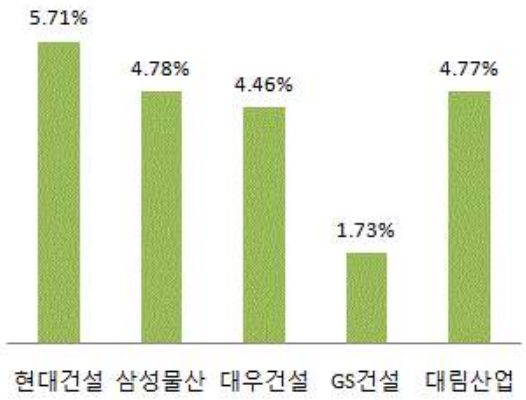
‘12년 주요 건설사의 잠정실적을 공시내용을 보면 수주와 매출은 10~30% 가까이 크게 성장했으나 금융비용을 지급하고 나면 수익은 거의 없는 것으로 나타남

- 국내 주요 건설사의 2012년 영업이익률은 현대건설 5.7%, 대우건설 4.5%, 대림산업 4.8%, GS 1.7%로 최근 수익률이 급감하는 추세(해외건설협회)

[표 Ⅲ-3] 국내 주요건설사 2012년 경영실적

회사명	수주액 (조원)	증가율	매출액 (조원)	증가율	영업이익 (억원)	영업이익률
현대건설	21	27%	13	12%	7604	5.7%
대우건설	14	4%	8	16%	3652	4.5%
대림산업	N.A.	N.A.	10	28%	4893	4.8%

*증가율은 2011년 대비자료 : 각사 2012년 잠정실적 공시



[그림 Ⅲ-13] 주요건설사 영업이익률(‘12년)



[그림 Ⅲ-14] GS건설 매출액 및 영업이익률 추이

높은 적자공사비율 및 낮은 외화가득률 문제 지속

- 해외공사의 외화가득율은 '70년대 초 50%수준에서 현재 20% 수준을 유지하고 있으며, 우리기업의 적자공사비율은 ENR 평균인 15%를 상회

- 국내 기업 해외공사 기자재 자급율은 40%수준으로 일본, 중국에 비해 저조, 이는 해외사업 수행 시 외화가득률 저하 요인으로 작용

해외건설의 수익성 악화 문제를 해소하고 질적 성장을 위해 생산성 향상 핵심기술과 고부가가치 기술역량 확보가 절실한 상황

경쟁국가 대비 동등 혹은 더 나은 품질을 제공하면서도 저비용으로 건설이 가능한 핵심기술 확보 시급

- 중견·중소기업의 소재, 장비, 설계, 엔지니어링 및 전문공종별 요소기술의 생산성 향상을 통해 대기업과 동반 진출이 가능한 핵심기술 확보 시급

품질과 비용의 최적화된 건설상품 제공을 위한 현지 시장 타겟형 기술역량 확보 시급

- 국내와 환경조건이 다른 현지 시장에 최적화된 기술역량의 선제적 확보를 통해 적자공사 비중 축소 및 수주 경쟁력 강화

스마트 인프라, 그린 에너지 등 글로벌 트렌드에 따라 부각되고 있는 미래 신시장 선점을 위한 선도기술역량 확보 시급

- 미래 신시장 선점을 위한 원천 핵심기술을 확보하여 고부가가치 및 고수익성 사업 수주 기반 마련

최근 해외건설 수주·수익성 향상을 위한 민간건설업체 개별적 노력이 강화됨

국내 주요 건설사들은 '12년부터 '혁신기술로 신흥시장 시장 다변화 공종 늘리기 속도전'을 적극 추진하고 있음[84)]

- 현대건설은 시장 다각화 및 지속가능성장을 위한 신성장동력확보 및 고부가가치 해외 공사수주 등을 통한 글로벌 리더로의 도약으로 미래가치창출 노력 강화

84) '혁신기술로 신흥시장 다변화 공종 늘리기 속도전', 이코노믹리뷰, 2012. 1

· 원자력, 물·환경사업 등 녹색성장분야 진출 투자 확대 전략 추진

· 시공(C) 중심의 해외건설에서 나아가 엔지니어링(E)과 구매(P) 비중을 확대해 수익성 제고 추구

· 향후 일본 및 유럽 선진업체들과의 지속적인 교류/협력으로 설계능력 배양 등 전반적인 기술수준 향상에 중점 투자

· 글로벌 경쟁력 강화를 위해 해외 공사정보 관리 네트워크를 확대하고, 해외 현지화 전문가 양성 및 리스크 관리역량 강화

- 대우건설도 '12년부터 시장 다각화 및 지속가능성장을 위한 공종다변화 노력· 투자를 강화하고, '13년에는 효율, 프로세스, 원가혁신으로 해외시장 확대 추진

· 건설 산업 자체가 단순한 시공이 아닌 기획, 개발, 금융 등이 복합된 광대역산업으로 진화하는 것에 발맞추어 '12년부터 '건설산업 융합의 선도자' 추구

· 기존의 사업기획력과 시공능력에 구조화된 금융 조달능력을 확보하고 지속적인 정보 축적이 가능한 솔루션 투자 강화

- 삼성물산은 국내 업체들이 상대적으로 진출이 저조한 미국과 캐나다 등 선진국 시장에서도 선도 프로젝트를 수주하기 위한 노력 강화

· 해외시장에서 가능한 모든 사업기회 발굴 및 사업화로 글로벌 리딩 플레이어로 거듭난다는 목표 설정

- GS건설은 '13년 진정한 글로벌 플레이어가 되기 위해 필요한 신공정 관련 해외 전문인력을 적극적으로 확보할 계획임[85)]

- 쌍용건설은 '12년 경영 슬로건을 '새롭고 강하게, 미래로 세계로'로 정하고 변화와 혁신을 통해 글로벌 경쟁력 강화, 해외 시장 공략에 집중할 계획을 설립·추진

- 경남기업은 지난 47년간의 해외공사에 대한 노하우와 네트워크를 바탕으로 '12년 초부터 해외수주 가격경쟁력 강화를 위한 철저한 현지화 전략을 계획하여 성장과 수익성 향상을 위한 사업영역 확대를 추진 중

- 롯데건설은 기존의 국내 건설사들이 중동과 동남아시아 시장에만 진출하고 있는 한계에서 벗어나, 일본 등 선진국 시장을 개척을 추구

· 고부가가치 해외 플랜트사업, 초고층사업 인력 및 기술투자 확대

85) 조세일보, 2013. 2. 5

· 국내외 사업자와의 네트워크를 강화하고 아프리카, 앙골라 등 아프리카 신시장 개척 추진

- 포스코건설은 '해외 신시장 개척', '재무 건전성 확보', '글로벌 수준 사업역량 강화'를 '12년 3대 핵심전략 추진하였고, '20년 글로벌 top 10 기업 진입 목표를 수립

· 해외사업 비중을 70%로 확대하는 내용의 '비전 2020' 달성을 위해 사업기획부터 설계, 구매, 시공, 운영까지 일괄 수행하는 '펩콤(PEPCOM) 체제'를 강화

· 글로벌 성장을 위한 사업기능 거점으로 회사 역량을 집중할 베트남, 중국, 인도, 칠레 등 '포커스(Focus) 국가군'과 향후 중장기적으로 사업기반을 육성할 브라질, 중동, 아프리카 등 '인큐베이트(Incubate) 국가군'에 대한 차별화된 진출전략으로 해외사업역량 강화 추구

· 기술 경쟁력 강화를 위해 스마트원자로, 해상풍력, 해수담수, 초고층 건축물 등 16대 핵심상품에 대한 기술확보에 박차를 가하고, 해외 연구소 운영을 통해 글로벌 수준의 기술 역량 확보계획 수립

- 대림산업은 수주사업 중심의 사업구조에서 벗어나 고수익 해외 투자개발사업 비중 확대로 Global Developer로 발전해나가는 비전을 '13년에 수립[86)]

· 해외사업 강화를 위해 국가별, 프로젝트별 해외영업 전문인력과 해외사업 경험이 풍부한 인력을 적극 충원

· 사업 기획에서부터 설계, 기자재조달, 시공, 자금조달까지 사업의 모든 부분을 종합적으로 담당하는 개발 사업에 적극적으로 진출

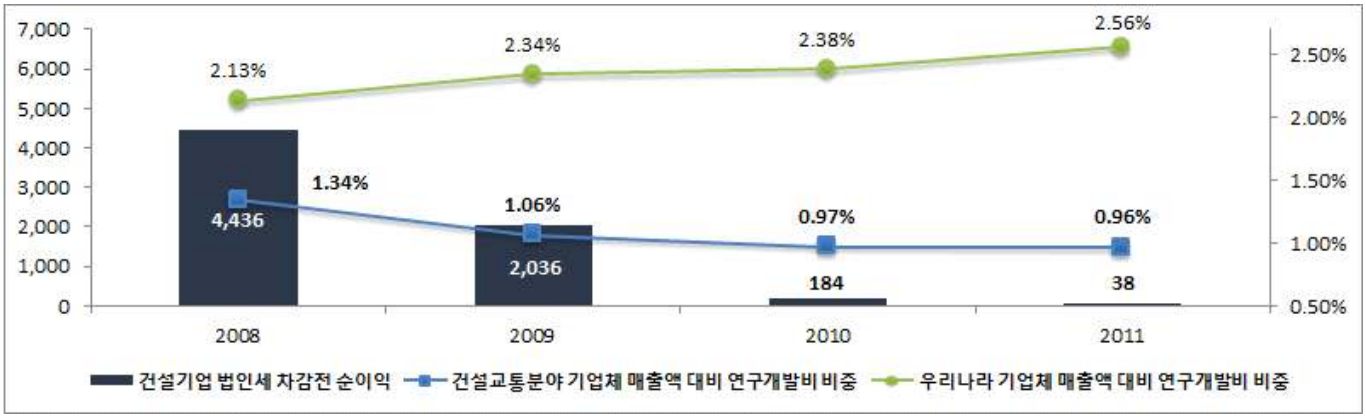
그러나 건설교통분야 기업의 매출액 대비 연구개발투자비중은 감소 추세이며, 시장실패를 우려한 개별 기업의 적극적 연구개발투자가 미흡한 상황

'08년 이후, 본격화된 부동산 침체와 공공물량 감소에 의해 건설기업의 법인세차감전 순이익은 지속적으로 감소하고 있으며, 당장의 물량을 확보하고 자산구조를 유지하는 것이 시급한 건설기업은 연구개발 투자를 줄이고 있음

- 우리나라 기업체의 매출액 대비 연구개발비 비중은 증가추세인 반면, 건설교통분야 기업체 매출액 대비 연구개발비 비중은 감소추세

· 시장 실패론적 관점에서 전체 건설산업 성장관점에서 해외시장진출을 위한 단·중장기적 관점의 기술개발이 필요하나 사적 수익률에 근거한 민간기업의 기술개발투자는 투자 성과의 불확실성을 이유로 활발하게 일어나지 못하는 문제가 있음

86) 조세일보, 2013. 2. 7



[그림 Ⅲ-15] 건설기업의 법인세 차감전 순이익, 우리나라 건설교통분야 기업체 매출액 대비 연구개발비 비중 추이

동 사업은 개별 기업의 추진이 어려운 현지 T/B구축 · 실증 기술개발, 중장기 미래 니즈 대응 기술개발, 국제 기술협력 및 공동연구를 위한 R&D 인프라 구축을 추진

T/B 구축 및 Track Record 확보를 위한 전략프로젝트 비용, 소요기간, 현지 네트워크 확보 역량을 고려할 때 정부지원 없이 기업이 단독으로 수행하는데 한계가 있음

- 특히 동 사업의 중점추진분야 중 하나인 '미래 해외시장 창출형 선도기술개발'의 경우 장기적으로 유망한 시장임에도 불구하고 단기적으로 성과가 창출되지 않을 수 있으므로 기업이 독자적으로 수행하는데 어려움이 있음

'해외건설 R&D 인프라 구축'의 '글로벌 R&D 네트워크 구축' 전략프로젝트에서 추진되는 국제공동연구는 범정부 차원의 대응을 통하여 민간기업 단독 추진 시 예상되는 문제해결이 가능하며, 해외진출을 위한 통합 플랫폼 기능

- 국제공동연구의 민간기업 단독 추진 시, 개발 기술의 이전 등에서 어려움이 발생할 수 있음
- 개별 기업 추진 시 노하우 공개 및 공유에 어려움이 있을 것으로 예상되며, 중소기업의 경우, 재원, 인력 부족으로 공동연구 참여 기회를 부여받지 못할 것으로 예상됨
- 범국가적 차원의 국제기술협력 및 공동연구 추진을 통하여 연구현황 및 성과물에 대한 지속적인 모니터링 및 통합 관리가 가능하며, 외교적 협력을 가미한 해외 진출 통합 플랫폼 구축이 가능함

중소기업 기술력 향상을 위한 국가차원의 전략적 R&D투자 필요

국내 대형건설사의 해외사업 적자폭 확대의 원인은 사업계획 및 기초설계 등 고부가가치 기술역량 미흡, EPC 수주 시, 원자재 가격 상승과 시공부분 해외 전문건설업체의 시공단가 상승, 국내 기업간 과당경쟁과 저가수주로 인한 마진저하임

해외건설의 심화되는 외화가득률 · 적자 폭 확대 해소를 위해서는 대기업 동반진출 중소기업의 원천기술력 확보 시급

- 현지 중소기업 혹은 글로벌 전문기업과 컨소시엄을 이뤄 사업을 추진하는 현재의 구조로는 대기업의 적자 폭 확대는 불가피

  · 국내 대-중소건설기업의 공동진출시 단독진출보다[87] 높은 수익률을 나타냄

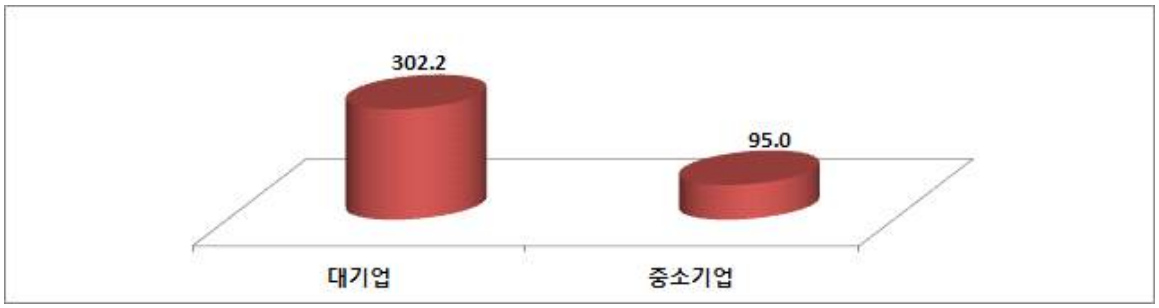
[표 Ⅲ-4] 해외진출 유형에 따른 수주금액 및 수익률

구분		수주건수(건)	수주액(백만불)	수익률(%)
단독진출	대기업	1,588 (51.2%)	77,098 (57.9%)	2.1
	중소기업	871 (28.7%)	5,317 (4.0%)	0.7
공동진출	대-중소기업(대)	182 (5.8%)	37,112 (27.9%)	**3.7**
	대-중소기업(중소)	223 (7.4%)	2,421 (2.3%)	**1.7**
	대기업-대기업	130 (4.3%)	9,685 (7.3%)	3.5
	중소-중소	782 (.6%)	974 (0.7%)	2.0

자료: 대기업과 중소기업의 공동진출을 위한 PILOT 프로그램 구축에 관한 연구, 국토해양부(2007)

그러나, 국내 중소건설업체는 R&D역량 및 예산부족으로 기술개발투자가 대기업에 비해 열악

- 건설기업의 매출액 대비 연구개발비가 감소하고 있는 상황에서 중소기업 연구인력 1인당 연구개발비는 95 백만원으로 대기업 연구인력 1인당 연구개발비 3억 2백만원 대비 과소[88]



[그림 Ⅲ-16] '11년 건설교통분야 연구개발인력 1인당 연구개발비(단위: 백 만원)

87) 대기업과 중소기업의 공동진출을 위한 PILOT 프로그램 구축에 관한 연구, 국토해양부(2007)
88) 2011년 국토교통기술연구개발활동조사, 국토교통과학기술진흥원, 2012

동 사업은 중소기업 해외건설 수주·수익성 향상 요소·원천기술개발 추진을 위해 사업예산의 50%를 배정

해외 현지 건설환경에 최적화된 실용화 기술 개발은 자재, 공법 등 주로 중소 건설업체들에 필요한 기술을 개발

'해외건설 R&D 인프라 구축' 중 '해외건설 정보 및 사업지원 시스템' 전략프로젝트는 중소·중견 해외진출기업을 수혜대상으로 하는 부분임

- '11년 기준 해외건설업 신고업체(877개) 중, 상위 10개사 등 일부 업체를 제외하면 해외건설 경험 및 전문인력·사업관리 역량이 부족한 실정이나 이들 업체들은 역량 확충을 위한 경제적·인적 여건을 확보하기 어려워 정부 연구개발사업을 통한 지원 필요

- 해외 건설사업 수주 및 수익을 위한 핵심 요소인 설계기술력, 시공기술력, 라이센스, 사업관리 능력 중 설계기술력, 시공기술력, 라이센스 관련 연구는 국토부의 대형 실용화 사업단 추진을 통해 일부 포함된 적이 있음

'해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진'과 '미래 해외시장 창출형 선도기술개발'분야 전략프로젝트 예산의 50% 이상을 중견·중소기업 기술개발과제 예산에 배정

※ '해외건설 R&D 인프라 구축' 중점추진분야를 포함한 전체 예산 대비 중견·중소기업 기술개발과제 예산 비중은 49%

- '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진'분야는 중견·중소기업 완료 과제 중 해외시장 실증·실용화 필요 과제 우선 추진

- '미래 해외시장 창출형 선도기술개발'분야는 중견·중소기업 수요조사를 통해 과제 발굴 및 선정

1.3.2 사업 목표 진부화 가능성

해외사업 진출 시, Track Record의 중요성을 고려한다면 정부의 지속적 연구개발 추진 성과물의 현지 실증 기술개발은 지속적 추진이 필요한 영역임

타 산업 대비 긴 Life-cycle을 가진 건설상품은 신뢰성, 안정성 확보가 중요하여 신기술 적용이 보수적으로 이루어지고 Track Record가 수주 당락 · 수익성을 좌우

- 해외건설 시장에서 Track Record 확보는 사업수주의 핵심성공요인으로서 해외진출 기업은Track Record 확보를 위한 수익성 저하를 신규공종 진출을 위한 통과의례로 인식[89)]

  · '12년 현대건설, GS건설, 삼성물산 등 영업이익의 감소는 중동 석유화학 및 정유플랜트 발주가 급격히 위축된 상황에서 비화공분야 수주를 크게 늘리며 신규상품 Track Record를 확보하는 과정에서 유발된 결과

동 사업은 "해외건설 타겟시장별형 전략기술 개발", "해외건설 미래니즈 대응 기술개발"을 목표로 설정하고 단 · 중장기 현지 최적화 실증기술을 10건 확보하고자 함

- 동 사업의 중점추진분야인 '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진'에서는 국토교통연구개발사업 성과의 해외 최적화 Test-bed 및 실증을 목적으로 하고있으며, 주기적 해외시장 모니터링을 기반으로 추진 필요 기술개발과제를 지속 발굴 계획

해외 최적화 Test-Bed 및 실증은 신규 공종 진출, 수익성 강화를 위해 지속적 추진 필요

- 해외건설 시장은 토목, 건축, 플랜트 분야의 고른 성장이 예상되며, 글로벌 트렌드 변화에 따른 새로운 기회의 창이 지속적으로 열리고 있음

- 동 사업의 중점주친분야인 '미래 해외시장 창출형 선도기술개발'에서는 인구구조변화, 자원환경 변화 등 글로벌 트렌드 변화에 대응하기 위한 실증기술확보로 미래 해외유망시장을 선점하기 위해 중장기 관점의 원천-실증기술개발을 추진

기술개발 대상분야를 향후 10년간 성장이 예상되는 도시, 물관리, 교통인프라, 그린에너지분야로 설정하여 지속적인 기술니즈 대응이 요구됨

신흥국 도시화에 따른 도시개발 수요와 이에 수반되는 물관리 · 교통인프라 · 주택 등 사업아이템은 향후 높은 성장세가 유지될 것으로 전망

89) 삼성엔지니어링, 3Q 수익성 악화전망, 연합인포맥스. 12.10.23

- UN 인구예측에 의하면 2050년까지 도시인구가 약 26억 명 증가하며, 대부분은 신흥국에서 발생

  · 인구 1백만의 도시가 일주일마다 새로 생기는 것과 같은 규모로서, 도시건설에 대한 폭발적인 공급 필요성 예상

[표 Ⅲ-5] 개발도상국 도시 개발 사업의 규모(2010년 기준)

지 역	투자규모		계획인구		면적	
	억불	%	만 명	%	㎢	%
중동/북아프리카	7,520	80	1,483	75	1,373	61
아시아*	463	5	115	6	105	5
CIS	827	9	52	3	97	4
아프리카	513	6	324	16	681	30
합계	8,810	100	1,650	100	1,575	100

*중국 제외, 자료: 해외건설협회

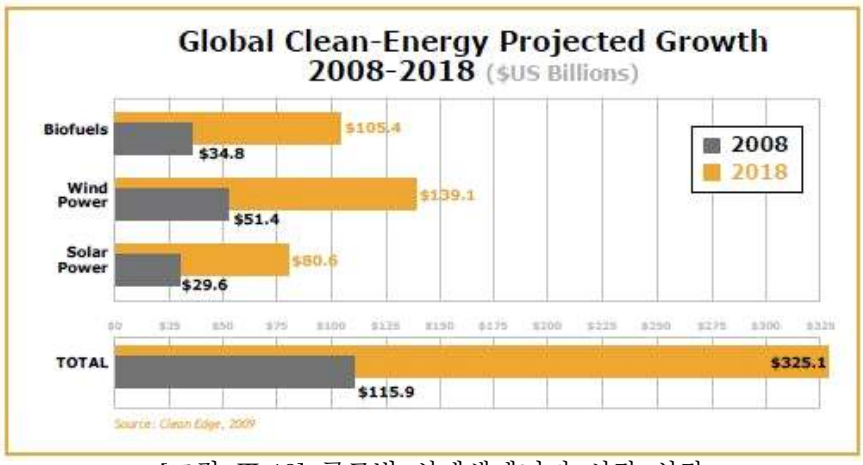


[그림 Ⅲ-17] 선진국과 개도국의 도시인구 전망 (단위: 100만 명)
(자료: UN)

글로벌트렌드 및 자원환경 변화에 대응하기 위한 신재생에너지 건설기술을 중장기적 관점에서 확보하고자 함

- 2008년 전세계 청정에너지 시장규모는 총 1159억 달러 규모이며, '18년까지 바이오연료, 풍력, 태양력 발전섹터의 규모는 총 3,251억 달러로 급성장 예상[90]

90) "Clean-Energy Trends 2009", '미 청정에너지시장 청신호' ois.go.kr에서 재인용



[그림 Ⅲ-18] 글로벌 신재생에너지 시장 성장

국내 IT인프라를 기반으로 선진 건설기업이 보유하지 못한 고부가가치 융합기술 개발, 고부가가치화

- IT·SW융합 및 사업패키지화 R&D를 통해 해외건설산업 고도화 추진
- ICT 기술을 결합한 도시계획 의사결정지원시스템, 통합 수자원 관리, 권역별 자재환경에 최적화된 모듈주택 설계 라이브러리(BIM) 등 고부가가치 기술개발

국내외 산학연관 해외건설 R&D 네트워크 구축을 통한 창조산업 생태계 조성은 전주기 해외사업 수행역량 강화관점에서 지속적 추진 필요

해외건설 창조산업화를 위한 산학연관의 R&D 네트워크를 구축하는 기업의 창의적 역량을 극대화하는 생태계 조성

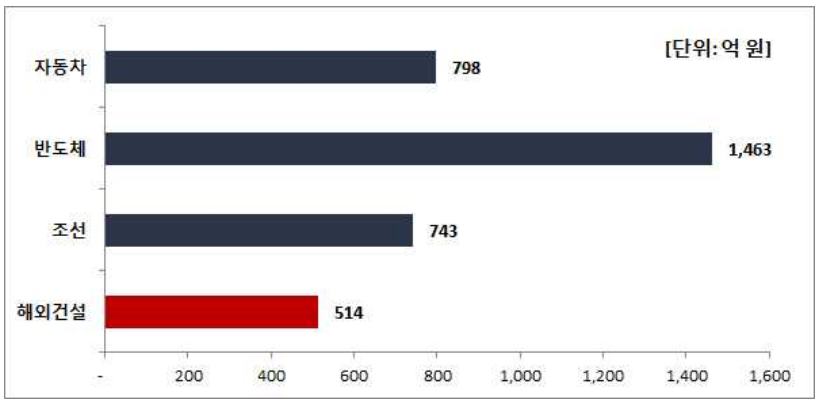
- 기존 해외건설 네트워크를 보완하는 기술협력 네트워크 구축으로 국내는 물론 글로벌 산학연간 협력체계 구축을 기반으로 국제공동연구를 수행하여 현지 적용가능한 최적화된 기술역량을 확보
  - 국토부는 해외건설협회에서 해외 사업 수주지원 및 정보 취득을 목적으로 해외지부를 운영 중에 있으나 시장별 기술니즈 파악 등 기술협력 네트워크 기능은 배제

1.3.3 투자우선순위

해외건설 경쟁력강화를 목적을 지원되는 국가 R&D투자는 타산업 대비 저조한 실정

해외건설 수주액은 591억 달러로 전체 수출업종 중 1위를 차지하고 있으나. 관련 국가 R&D 투자는 타 수출상품에 비하여 저조

- 해외시장 진출을 목적으로 추진되는 국가연구개발사업이 플랜트 공종에 한정되어 추진되는 것을 감안할 때, '11년도 기준 해외건설관련 정부 R&D 투자액은 514억 원에 불과[91]
- 반면, 11년 기준 반도체, 자동차, 조선분야 정부 R&D 투자는 각 1,463억 원, 798억 원, 743억 원[92]



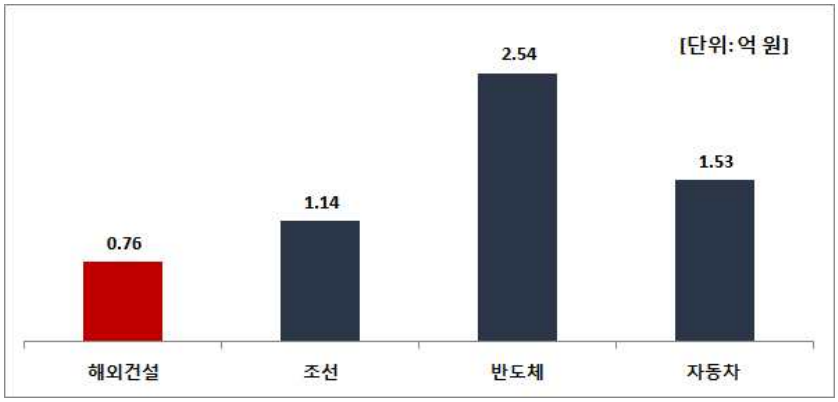
[그림 Ⅲ-19] '11년 주요 수출상품별 정부 R&D 투자액(자료: 국가과학기술위원회)

- 수출액 1,000억 원당 정부 R&D 투자액은 해외건설이 0.76억 원으로 반도체 2.54억 원, 자동차 1.53억 원, 조선 1.14억 원에 비하여 저조[93]

91) 해외건설 목적 R&D 예산(국토해양부 플랜트기술고도화사업 424억 원, 지식경제부 플랜트엔지니어링 원천기술개발 90억 원)은 국가과학기술위원회 과학기술기본계획 2011년 시행계획 기준임

92) 반도체(지식경제부 전자정보디바이스산업원천기술개발 1,329억 원, 지식경제부 시스템반도체상용화기술개발 150억 원), 자동차(지식경제부 그린카 등 수송시스템산업원천기술개발 562억 원, 지식경제부 지능형장동차 사용화 연구기반구축 165억 원, 지식경제부 그린자동차량부품개발 및 연구기반 구축, 30억 원, 지식경제부 클린디젤자동차 핵심부품산업 육성사업 40억 원), 조선(지식경제부 그린카드 수송시스템 산업원천기술개발 562억 원, 국토해양부 대형 해양과학조사선 건조 180억 원)분야 R&D 예산은 국가과학기술위원회 과학기술기본계획 2011년 시행계획 기준임

93) 수출액의 원화 변환은 11년도 미화환율 1151.8원을 준용(한국은행)



[그림 Ⅲ-20] 수출 1,000억 원당 연구개발비('11년)

국토교통연구개발사업을 통해 국토교통기술 전반에 대한 연구개발투자를 추진 중이나 기술개발의 목적, 전략적 차이로 해외진출 연계 성과는 매우 미흡

국토교통연구개발사업은 건설기술연구, 물관리연구, 플랜트연구, 도시건축연구, 교통물류연구, 철도기술연구, 항공기술연구사업으로 구성되어 건설 전 분야에 대한 기술개발을 지원하고 있으나, 해외 타겟형 기술개발보다 선진국 수준 기술역량 확보에 중점

- 건설기술연구사업은 세계 1위 기술 5개 이상 확보 및 녹색기술 수준 80%를 달성하여 스마트 SOC 건설기술력 향상을 통한 가치창출이 목표임
- 물관리연구사업은 하천관리 및 물공급 기술수준에 있어 선진국 대비 90% 수준을 달성하여 물관리 선진화를 하는 것이 목표임
- 플랜트연구사업은 원천기술 95% 이상, 플랜트 건설사업 독자기술을 확보하는 것이 목표임
- 도시건축연구사업은 첨단 건축기술 5위권을 달성하여 첨단 복합도시, 녹색건축 실현을 위한 기술역량을 강화하는 것이 목표임
- 철도기술연구사업은 선진국 수준의 고부가가치 철도핵심기술을 확보하는 것이 목표임

국토교통연구개발사업은 플랜트 기술고도화 사업을 제외할 경우, 해외진출을 위한 구체적 추진전략이 제시되고 있지 않으며, 사업성과의 해외진출 연계 미흡

- 사업별로 초장대교량사업단 등 일부 과제에 한하여 해외적용을 목적으로 하는 기술과제가 있으며, 국내 적용 이후, 해외시장으로 진출연계에 대한 가능성을 대부분 언급하고 있음
- 국토교통연구개발사업의 해외건설시장 적용 성과가 전무하고, 건설신기술의 해외시장 적용률은 0.16%('11.12.기준)으로 미흡함

유망시장을 선정하고 국토교통부 해외건설 지원 영역인 교통인프라, 물관리, 도시·건축, 그린에너지를 중심으로 투자 우선순위가 높은 연구개발영역 도출

시장매력도 기준 진출 대상유망국가 선정 - 국가지원 대상 유망국가별 유망사업아이템 도출, 유망사업아이템별 핵심과제의 우선순위 평가의 절차를 통해 해외건설시장에서 국가지원의 우선순위가 높은 연구개발영역 도출

- 시장매력도, 상대국협력가능성, 분야별 인프라건설계획 유무, 거점국가 가능성을 기준으로 유망국가 선정

- 유망국가별 유망사업아이템은 국가별 건설계획을 통해 조사하되, 현지 파견 국내 기업 시장전문가를 대상으로 검증

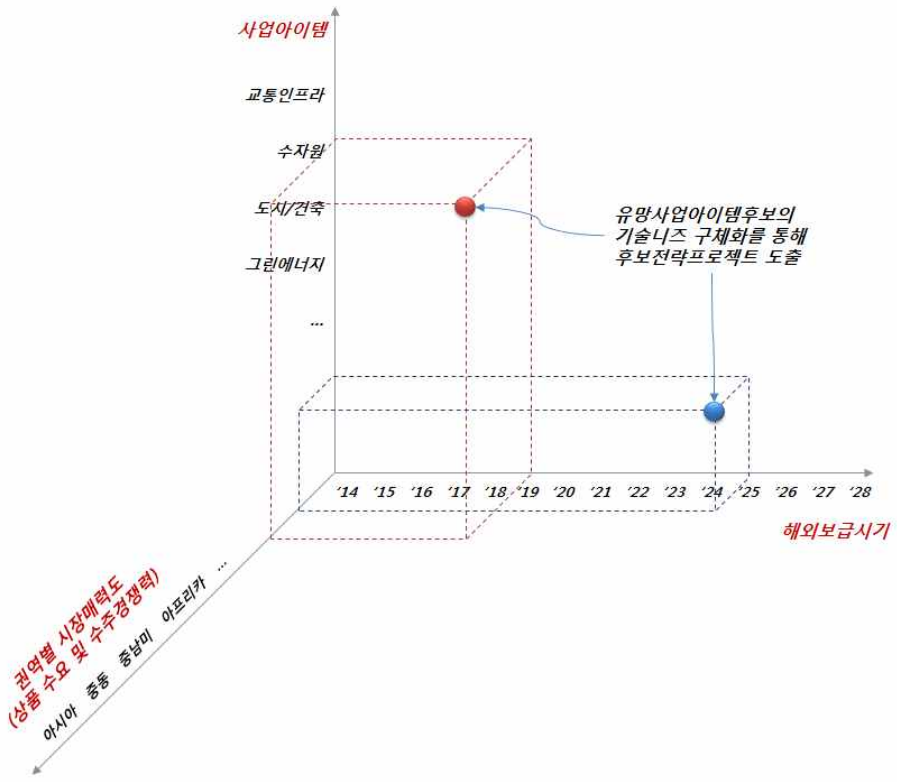
  · 현재 국내 기업의 시장경쟁력이 있는 석유/가스플랜트 분야 사업아이템은 핵심과제 도출 대상에서 배제

  · 현지 건설환경(기후, 지반, 경제적 여건)을 반영하여 해외건설 시장에서 수요가 있는 유망사업아이템을 발굴·선별

- 유망국가별 유망사업아이템은 국가별 건설계획을 통해 조사하되, 현지 파견 국내 기업 시장전문가를 대상으로 검증

[표 Ⅲ-6] 유망국가 선정 기준

대분류(가중치)	중분류(가중치)	소분류
시장 매력도 (40)	우리기업 수주현황 및 진출수요(10)	누계수주액('98~'12), 최근 5년 수주액, 진출수요조사결과
	시장규모(10)	건설시장규모, 국민소득, 경제성장률
	재원조달 가능성(10)	재정규모, 자원보유량, ODA지원규모, 외환보유고
	우리기업 경쟁력(10)	현지업체 대비 경쟁력, 경쟁국 업체 대비 경쟁력, 우리업체간 경쟁여부
상대국 협력 가능성 (15)	정부간 협력가능성(5)	조달시장규모, 협력수요, 외교관계, 국가개발계획, 인프라투자계획수립여부
	정부지원효과성(10)	메가프로젝트 추진여부, 개발경험 공유가능성, 발주처 신뢰도, 행정투명성
분야별 인프라 건설계획 (25)	물관리산업(5)	담수화플랜트, 수자원, 상하수도
	도시개발 및 주택단지 건설(5)	신도시건설, 도시재개발, 전후복구
	교통인프라(5)	도로, 철도, 항만, 공항
	그린에너지(5)	신재생, 원전, 수력, 풍력
	플랜트(5)	석유/가스플랜트, 셰일가스
거점국가 가능성(20)	주변국 접근성(5)	주변국과의 지리적 언어적 문화적 접근성
	주변지역 대표성(10)	우리기업 진출규모 지역거점 소재여부
	자원활용 가능성(5)	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 사업장 활용가능성



[그림 Ⅲ-21] 해외건설 R&D 사업의 기획대상 기술개발과제 도출 기준

유망국가도출, 유망국가별 유망사업아이템 도출, 과제화가능성 검토를 통해 최종 도출된 기술개발 대상영역은 5개 기술분야임

- 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술
- 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술
- 생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술
- 산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술
- 그린에너지 인프라 건설기술

5개 기술분야를 중심으로 기술동향 및 특허·논문 분석을 통해 투자 우선순위가 높은 연구개발과제 도출

전략프로젝트별 기술동향 · 특허 · 논문분석을 수행하여 국내 기술의 현지 적용 시, 추가기술개발이 필요한 부분과 핵심과제 내에서 부각되는 세부 기술분야를 선별하여 기술개발대상 영역을 설정

- 기술동향. 특허 · 논문분석 결과는 [별권] 전략프로젝트/핵심과제별 기술개발 동향 참조

1.3.4 과학기술적 파급효과

해외건설 수주·수익성 향상을 위한 설계, 소재, 장비 등 원천기술 확보

저비용 고효율 물공급시스템 소재·공정기술, 저비용/신속시공 도로철도·주택건설용 장비 소재기술, 스마트 도시 계획 및 설계기술, 그린인프라 탐사·평가·설계기술 등 원천기술 확보 가능

- 현지 실증 기술확보를 목적으로 하나, 현지 최적화 및 현지 시장 진출 해외경쟁업체 대비 우위의 기술역량 확보 지원하여 도시, 교통인프라, 물관리 분야의 계획·설계·장비·소재·공정 원천기술 확보

IT·SW기술의 건설기술 융합화

국내 IT인프라를 기반으로 선진 건설기업이 보유하지 못한 고부가가치 융합기술 개발, 고부가가치화

- IT·SW융합 및 사업패키지화 R&D를 통해 해외건설산업 고도화 추진
- ICT 기술을 결합한 도시계획 의사결정지원시스템, 통합 수자원 관리, 권역별 자재환경에 최적화된 모듈주택 설계 라이브러리(BIM) 등 고부가가치 기술개발

건설기술과 관련된 과학기술연구를 위한 국제 네트워크 확충 및 교류 활성화

고유한 기후, 지반 등 현지 건설사업의 난제 해결을 위해 신규 재료 개발, 해석 및 시뮬레이션 등 분야에서 심화된 연구개발 니즈가 발생할 것으로 예상되며, 이러한 니즈는 기초과학 분야의 국제적 연구 교류 활성화를 유도할 것으로 예상됨

건설기술 개발을 위한 IT, RT 등 융복합 연구개발의 국제R&D 협력 네트워크 확보 및 강화가 기대됨

연구성과의 현지 확산을 통해 국내 건설기술의 국제적 연구위상 제고

맞춤형 기술의 현지 실증 T/B 구축, 국제 공동연구, 성과물의 글로벌·현지 표준 선도, 인력교류를 통해 국내 건설기술의 인지도 향상 가능

기술개발 성과의 현지 적용 경험 축적 및 연구인력 역량강화

기술개발성과의 현지 T/B 구축, 국제공동연구 등을 통해 현지 사업 연계를 위한 절차, 인력 네트워크 등 노하우 축적

사업 참여 연구인력은 국가별 건설환경 최적화를 위한 역량 향상 가능

- 전후방연계 산업분야요소기술인 폴리실리콘 및 태양전지(태양광), 철강 등 재료(주택, 지열 등 그린에너지), 건설장비기술 개발 유도

2. 기술개발 시급성

2.1 사업추진 시의 적절성

2.1.1 국가 지원 시급성

해외건설 수주 정체, 수익성 저하 타개를 위해 추진이 시급한 기술개발사업임

해외건설시장은 토목 플랜트 분야의 고른성장에 의해 지속적인 성장이 예상되나, 국내기업의 해외 건설 수주는 '10년 이후 성장세 둔화

- 세계 건설시장 규모는 2012년 6조 달러에서 지속성장하여 '20년 8.5조 달러 규모로 전망 (Global Insight, 2011)

  · 신흥국 중심의 급격한 도시화는 해외신도시 시장의 성장을 유도하고 있으며, 이와 연계된 교통/물류/물인프라의 지속 성장 기대

  · 글로벌 트렌드, 자원환경변화, 기후변화 등에 대응하기 위한 스마트 그린인프라 등 미래건설기술 수요 증가

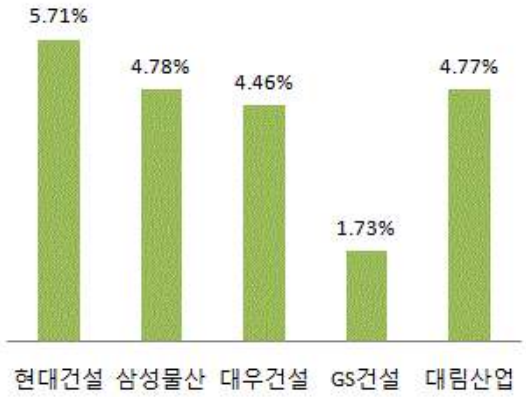
- 해외건설 수주 실적: '08년 476억 달러, ' 09년 492억 달러, '10년 715억 달러, ' 11년 591억 달러, '12년 649억 달러

- 국내 건설엔니지어링 산업은 선진국의 기술경쟁력, 중국의 저임금 진출 정책에 막혀 해외진출에 어려움을 겪고 있음

  · 세계 건설엔지니어링 시장의 약 80%를 선진 7개국이 독과점하고 있으며, 우리의 시장 점유율은 '09년 기준 5% 수준에 불과

현재와 같이 EPC 사업 진출에 한정시, 국내 업체간 과당경쟁 심화 및 원화강세로 인한 수익성 저하 및 수주정체 지속 우려 예상

- '12년 말부터 시작된 원화 강세 기조가 향후 지속될 것으로 전망됨에 따라 해외건설 시장의 수익성 악화 확대 요인으로 작용될 우려가 큼



[그림 Ⅲ-22] 주요건설사 영업이익률('12년)



[그림 Ⅲ-23] GS건설 매출액 및 영업이익률 추이

- 최근 고부가가치 사업 진출 미흡, EPC사업내 국내 대형 건설사간 과당경쟁으로 인한 수익성 악화가 심각

  · GS건설의 '13년 1분기 실적은 5천354억원 적자(연간 7천988억 원 적자 예상)였으며, 이는 아랍에미리트에서 4천50억원, 사우디아라비아 IPC EVA 프로젝트 810억원, 캐나다 블랙골드 프로젝트 130억원, 쿠웨이트 아주르 송수시설과 밥레인 밥코 폐수처리시설에서 각각 150억원 등 덤핑 수주 사업에서 발생한 총 5천290억원의 공사손실이 원인[94]

  · 삼성엔지니어링은 '09~'12년 해외 건설 수주액이 304억 달러로 국내 건설사 중 1위의 실적이었으나 이는 사우디아라비아, UAE) 등 발주 공사에서 예정 가격의 40% 선을 제시하는 '출혈 경쟁'을 통해 낙찰에 성공한 것에 기인함[95]

  ※ 삼성엔지니어링은 미국 다우케미칼 염소 생산시설(공사비 4600억원)과 사우디아라비아 마덴 알루미늄 공장(6600억원) 공사 손실 3000억원을 반영하여 1분기 2198억원 영업손실을 신고

  ※ '저가 입찰'로 눈총을 받은 사우디의 샤이바 액화천연가스(NLG) 처리·공급 시설(2조3000억원) 준공이 내년 3~6월이며, UAE·바레인 등에서 수주한 공사들도 회계 처리를 앞두고 있어 영업손실은 보다 심각해질 전망

  ※ 해외 전문건설업체의 단가상승, 고부가가치 역량 부족, 사업관리 역량 부족

해외건설의 수익성 악화 문제를 해소하고 질적 성장을 위해 생산성 향상 핵심기술과 고부가가치 기술역량 확보 시급

경쟁국가 대비 동등 혹은 더 나은 품질을 제공하면서도 저비용으로 건설이 가능한 핵심기술 확보 시급

94) GS건설 쇼크, '해외 덤핑수주' 파문 전방위 확산 , 뷰스 앤 뉴스 2013. 4. 11
95) 또 한방 맞은 건설업계… "해외發 충격 이제 시작", 조선일보 2013. 4. 17

- 중견·중소기업의 소재, 장비, 설계, 엔지니어링 및 전문공종별 요소기술의 생산성 향상을 통해 대기업과 동반 진출이 가능한 핵심기술 확보 시급

품질과 비용의 최적화된 건설상품 제공을 위한 현지 시장 타겟형 기술역량 확보 시급

- 국내와 환경조건이 다른 현지 시장에 최적화된 기술역량의 선제적 확보를 통해 적자공사 비중 축소 및 수주 경쟁력 강화

스마트 인프라, 그린 에너지 등 글로벌 트렌드에 따라 부각되고 있는 미래 신시장 선점을 위한 선도기술역량 확보 시급

- 미래 신시장 선점을 위한 원천 핵심기술을 확보하여 고부가가치 및 고수익성 사업 수주 기반 마련

해외건설의 심화되는 적자 폭 확대 해소 위한 대기업 동반진출 중소기업의 원천 기술력 확보 시급

현지 중소기업 혹은 글로벌 전문기업과 컨소시엄을 이뤄 사업을 추진하는 현재의 구조로는 대기업의 적자 폭 확대는 불가피

해외건설시장에서 중소기업이 담당하는 설계, 소재, 장비, 공정 등 에서 원천기술을 확보하기 위한 기술개발과제 추진 시급

[표 Ⅲ-7] 해외진출 유형에 따른 수주금액 및 수익률

구분		수주건수(건)	수주액(백만불)	수익률(%)
단독진출	대기업	1,588 (51.2%)	77,098 (57.9%)	2.1
	중소기업	871 (28.7%)	5,317 (4.0%)	0.7
공동진출	대-중소기업(대)	182 (5.8%)	37,112 (27.9%)	**3.7**
	대-중소기업(중소)	223 (7.4%)	2,421 (2.3%)	**1.7**
	대기업-대기업	130 (4.3%)	9,685 (7.3%)	3.5
	중소-중소	782 (.6%)	974 (0.7%)	2.0

R&D 투자의 특성상 성과가 발현되기까지 시간이 많이 소요되는 점을 고려한다면 현 시점의 R&D 투자는 매우 시급함

2.1.2 추진 시점 적절성

전략적 관점에서 국내 건설시장의 침체 및 수익성 문제 해결을 위한 사업추진은 현시점이 최적기임

현재 국내 건설시장의 침체 등의 측면을 고려할 때, 민간기업의 해외건설 진출 확대 및 전주기적 해외건설 연구개발사업 추진이 매우 필요한 시점

- 국토교통연구개발사업 성과의 해외 연계 · 검증, 미래 건설시장 선점형 실증기술개발 등 다각적 방법으로 즉각적인 해외수주 · 수익성제고 및 기술 확보에 노력하지 않을 경우, 국내 건설산업의 지속적 침체가 우려되는 상황임

  · 국토교통연구개발사업 성과를 연계한 현지 최적화 실증 기술확보는 해외시장 적용에 적합한 기술을 확보하는데 현 시점에서 가장 효율적 방법임

- 국내 건설시장 침체, 해외시장에서의 경쟁 심화 등 어려운 환경을 극복하고 해외로 시장을 전환하기 위한 연구개발사업

해외건설시장 진출을 위한 기반마련의 전략적 시기 측면에서 시의 적절함

- 기존 단기적, 개별적으로 진행되던 해외건설 관련 기술개발을 통합하여 타겟형 신기술을 개발하고 해외진출을 위한 전략 등의 전주기적 기반을 마련하기 위한 기술개발은 시의 적절함

최근 해외시장 진출을 위한 기술역량 확보에 주력하는 기업체 동향에 비춰볼 때, 사업추진 성과는 민간의 노력과 시너지 창출이 가능한 시점

- 기업체간 해외진출이 기업 생존의 필수조건이라는 공감대 형성

- 최근 현대건설, 대우건설, 포스코건설, 대림산업 등 주요 건설사는 시장/상품다변화, 수익성제고를 위한 기술역량 확보에 주력[96]

  · 현대건설은 시장 다각화 및 지속가능성장을 위한 신성장동력확보 및 고부가가치 해외 공사수주 등을 통한 글로벌 리더로의 도약으로 미래가치창출 노력 강화

    ※ 원자력, 물·환경사업 등 녹색성장분야 진출 투자 확대 전략 추진, 엔지니어링/구매 비중 확대를 통한 수익성 제고

    ※ 설계역량 향상을 위한 선진업체와 교류확대, 해외공사정보 관리네트워크 확대 등

96) '혁신기술로 신흥시장 다변화 공종 늘리기 속도전', 이코노믹리뷰, 2012. 1

· 대우건설도 '12년부터 시장 다각화 및 지속가능성장을 위한 공종다변화 노력· 투자를 강화하고, '13년에는 효율, 프로세스, 원가혁신으로 해외시장 확대 추진

※ '건설산업 융합의 선도자'로서 사업기획력과 시공능력에 구조화된 금융 조달능력을 확보하고 지속적인 정보 축적이 가능한 솔루션 투자 강화

· GS건설은 '13년 신공정 관련 해외 전문인력을 적극적으로 확보할 계획임[97]

· 쌍용건설은 '12년 경영 슬로건을 '새롭고 강하게, 미래로 세계로'로 정하고 변화와 혁신을 통해 글로벌 경쟁력 강화, 해외 시장 공략에 집중할 계획을 설립·추진

· 경남기업은 지난 47년간의 해외공사에 대한 노하우와 네트워크를 바탕으로 '12년 초부터 해외수주 가격경쟁력 강화를 위한 철저한 현지화 전략을 계획하여 성장과 수익성 향상을 위한 사업영역 확대를 추진 중

· 롯데건설은 고부가가치 해외플랜트, 초고층 사업 기술투자확대, 글로벌네트워크 강화를 통한 신시장 개척 주력

· 포스코건설은 '해외 신시장 개척', '재무 건전성 확보', '글로벌 수준 사업역량 강화'를 '12년 3대 핵심전략 추진하였고, '20년 글로벌 top 10 기업 진입 목표를 수립

※ 사업기획부터 설계, 구매, 시공, 운영까지 일괄 수행하는 '펩콤(PEPCOM) 체제'를 강화

※ 스마트원자로, 해상풍력, 해수담수, 초고층 건축물 등 16대 핵심상품에 대한 기술확보에 박차

※ 해외 연구소 운영을 통해 글로벌 수준의 기술 역량 확보계획 수립

- 대림산업은고수익 해외 투자개발사업 비중 확대로 Global Developer로 발전해나가는 비전을 '13년에 수립[98]

· 사업 기획에서부터 설계, 기자재조달, 시공, 자금조달까지 사업의 모든 부분을 종합적으로 담당하는 개발 사업에 적극적으로 진출

박근혜 정부 국정과제인 창조경제 구현 및 해외건설지원을 위해 다각적 정부 지원 정책 실천을 위한 사업추진이 필요한 시점임

"일자리 창출을 위한 성장동력 강화" 전략을 위한 국정과제로서 "해외건설 · 플랜트 및 원전산업 진출 지원"을 선정하여 해외건설 시장 확대를 신성장동력으로 지원 도모

97) 조세일보, 2013. 2. 5
98) 조세일보, 2013. 2. 7

범부처 및 국토부에서 해외건설 고부가가치화, 미래형 기술투자 및 전략적 R&D 추진, 사업관리 역량강화, 중소기업 진출지원, 기획/금융, F/S 등 포괄적 해외사업 수행역량강화지원계획 발표

부처	정책 명	주요내용
범부처	해외건설지원 종합대책	■ 해외시장 다변화 위한 자원개발 인프라 패키지 진출 지원 ■ 국내 건설 경험의 해외전수 목적 홍보, 중점국 진출지원 ■ 중소기업 진출 지원 정보제공/컨설팅 서비스 제공/인력양성/금융지원을 포괄 ■ 고부가가치화를 위한 플랜트 기술/미래형 기술 투자확대 및 국산기자재 사용확대 추진
	해외건설 현황 및 활성화 방안	■ 투자개발형 사업 확대, 패키지형 전략 활용, 신시장 개척활동 강화, 전략적 R&D 추진 ■ 정부수주지원 역량결집, 전문인력 집중육성, 금융지원 강화, 국외 인적 네트워크 강화 ■ 국산 기자재 활용률 제고
국토부	제1차 해외건설 진흥계획	■ 건설산업제도 개선, 중소/ENG.사 수주역량 강화, 플랜트 경쟁력 제고, Risk관리시스템 구축 ■ 해외건설지원 및 수주지원기반 구축을 위한 금융지원 및 외교강화 ■ 해외건설관리 선진화를 목적으로 정보/교육/Risk관리 선진화 추진
	제1차 해외건설 진흥계획	■ 정부/민간공동진출, 투자개발형사업 참여활성화 지원 ■ 정책개발/정보네트워크 강화 ■ 현지화, 녹색시장진출 활성화, 한국형 도시개발 모델 진출확대 지원, CM 진출 지원 ■ 과당경쟁방지를 위한 민간자율 조정체계 확립
	제5차 건설산업진흥 기본계획(안)	■ 전략국가선정, 법/제도연구, 기획/금융, F/S 역량강화 포괄 엔지니어링 진출역량강화 추진

[그림 Ⅲ-24] 해외건설관련 범부처 및 국토부 정책계획

현재 F/S비용지원 및 컨설팅 중소업체 대항 컨설팅 및 인력양성에 한정되어 있으며, 기술개발은 플랜트분야만 지원

		지원영역							
부처	지원사업 명	비즈니스 모델/전략 개발 및 정책 제도개선	사업기획, 금융조달, F/S역량 강화지원	전략기술개발	사업관리역량 강화	정보체계구축	인력양성	국제협력네트워크구축	기자재 국산화
국토부	해외건설시장 개척지원사업		●(F/S)						
	해외건설 인력양성사업						●(신규인력)		
	플랜트연구사업			●					●
지경부	해외플랜트 타당성조사 지원사업		●(F/S)						
중기청	해외건설 중소기업 진출지원		●(컨설팅)				●(중소)	●(중소)	

부처	지원사업 명	비즈니스 모델/전략 개발 및 정책 제도개선	사업기획, 금융조달, F/S역량 강화지원	전략기술개발	사업관리역량 강화	정보체계구축	인력양성	국제협력네트워크구축	기자재 국산화
국토부	해외건설 촉진연구개발사업		●	●	●	●		●	

[그림 Ⅲ-25] 해외건설지원사업 지원영역 및 해외건설촉진연구개발사업 지원영역 비교

2.2 국내 사업여건 성숙도

2.2.1 국내 기술수준 및 역량

국내 건설기술의 10대 중점기술 수준은 세계 최고기술보유국 대비 78.5% 수준이며, 4.8년의 기술격차 존재

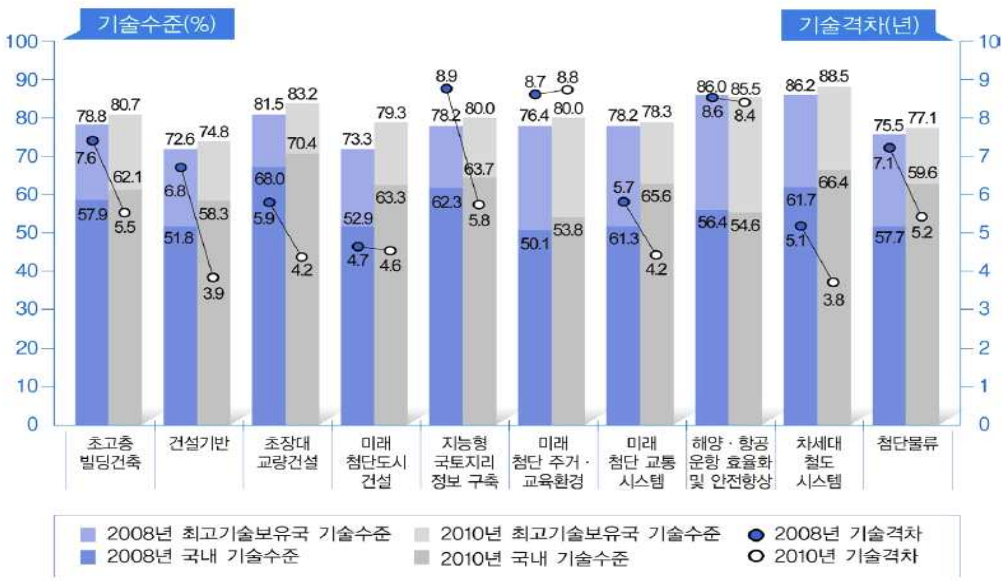
세계 최고기술보유국 수준이 78.7%일 때, 국내 건설 10대 중점기술 수준은 평균 61.8%

- 국내 건설기술의 10대 중점기술 중, 평균기술수준보다 낮은 국내 건설기술의 10대 중점기술 수준은 세계 최고기술보유국 대비 78.5% 수준이며, 4.8년의 기술격차 존재

교통인프라, 도시, GIS, 초고층 빌딩분야에서 비교적 높은 기술수준 보유

국토교통연구개발사업, 민간기업 자체 연구역량 확보노력에 의해 교통인프라, 도시, GIS, 초고층 빌딩 등 지속적 성장이 예상되는 분야의 경우, 비교적 높은 기술수준을 확보

- 국내 건설기술의 10대 중점기술 중, 평균기술수준보다 높은 기술수준을 보유한 분야는 초장대교량 건설, 차세대 철도시스템, 미래첨단교통시스템, 지능형 국토지리정보 구축, 미래첨단도시건설, 초고층 빌딩건설임



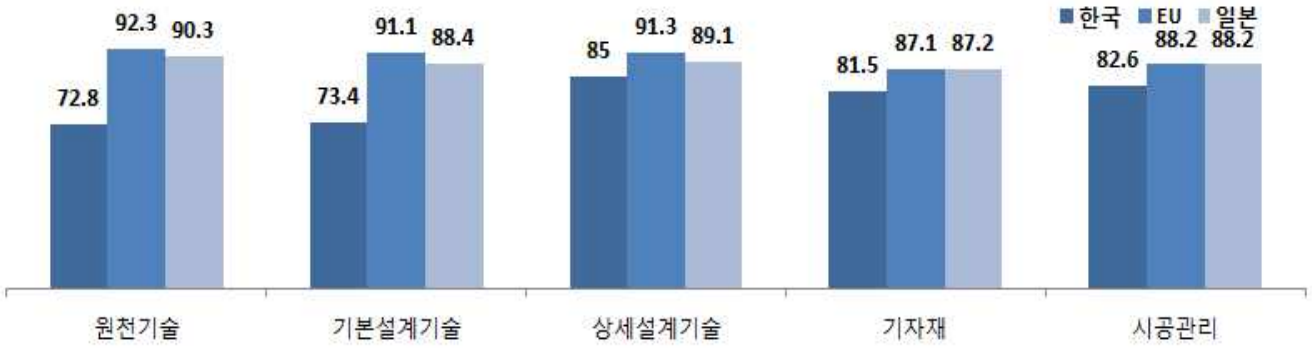
[그림 Ⅲ-26] 건설교통 10대 중점기술 수준 분석

(자료: 국가과학기술위원회(2011), 건설교통 R&D 중장기계획 ('13-'17)에서 재인용)

대형 건설사의 EPC 기술능력은 선진국과 대등한 수준에 도달하는 등 원천기술, 기본설계 등을 제외한 분야에서 선진국에 근접[99)]

EPC 기술력은 미국, 일본, 유럽 등 선진국의 90% 수준까지 도달하였고, 초고층 건물, 고난도 터널 및 교량공사 등 높은 기술력을 요구하는 분야에서도 선진국에 근접

민간기업의 특성 상, 당장 수익을 창출할 수 있는 분야에 역량을 집중하는 상황에서 효율성·시공성을 향상하고 중장기적 관점에서 확보가 필요한 고부가가치 기술은 외국에 의존



[그림 Ⅲ-27] 우리나라와 경쟁국의 원천/설계기술수준 및 자재조달 수준 비교
(%, 미국=100, 엔지니어링플랜트기술센터('11))

2.2.2 국내 연구인력 및 인프라 여건 성숙도

국토교통기술의 연구개발을 위한 연구인력/인프라 수준의 지속적 확충

국토교통 연구개발인력은 '11년 19,658명, 연구인력은 15,906명으로 증가[100)]

- 국토교통 연구개발인력 및 연구인력은 '08년 이후 감소한 후, '11년 최대 인력으로 증가

※ 연구개발인력: 연구인력, 정책 및 기획인력, 연구기능인력, 연구행정인력을 합한 인력 수

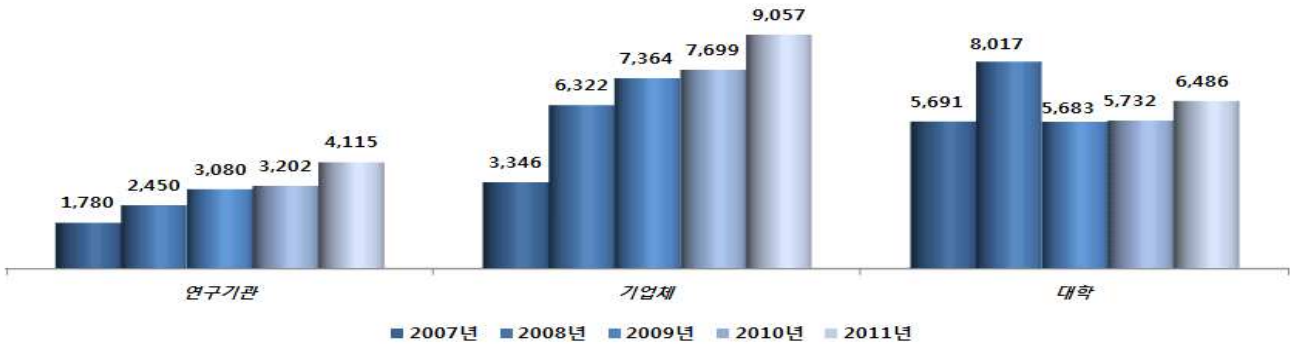
※ 연구인력: 학사학위 이상의 학위 소지자 또는 동등 학위 이상의 전문지식을 갖추고 연구개발 과정에 참여하는 인력을 의미함

99) 전문가 좌담, "위기의 건설산업 어떻게 해야하나?" 국토경제신문, 2011. 7. 19
100) 2011년 국토교통기술연구개발활동조사, 국토교통과학기술진흥원, 2012



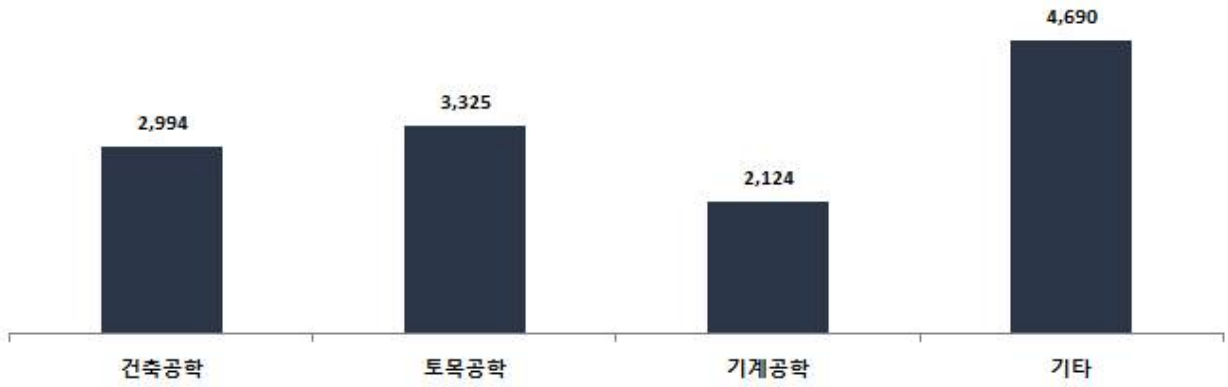
[그림 Ⅲ-28] 연도별 국토교통연구개발인력/연구인력 추이('08 ~ '11)

최근 5년간 연구기관, 기업체 대학의 연구개발인력은 점진적 증가세를 보이고 있음[101]



[그림 Ⅲ-29] 주체별 연구개발인력 보유현황 (단위: 명)

'11년 산학연 국토교통연구인력은 토목공학 전공, 건축공학 전공자가 각 3,325명, 2,994명이고 기계공학 전공자는 2,124명임[102]



[그림 Ⅲ-30] '11년 전공별 국토교통연구인력 수(비공학 분야 배제)

101) 2011년 국토교통기술연구개발활동조사, 국토교통과학기술진흥원, 2012
102) 2011년 국토교통기술연구개발활동조사, 국토교통과학기술진흥원, 2012

산학연 연구인력 중 박사, 석사 학위보유자 비중도 지속적으로 증가하고 있으며 특히 박사 학위 보유 연구인력 비중은 우리나라 평균보다 높음

[표 Ⅲ-8] 국토교통-우리나라 연구인력의 보유학위별 비중

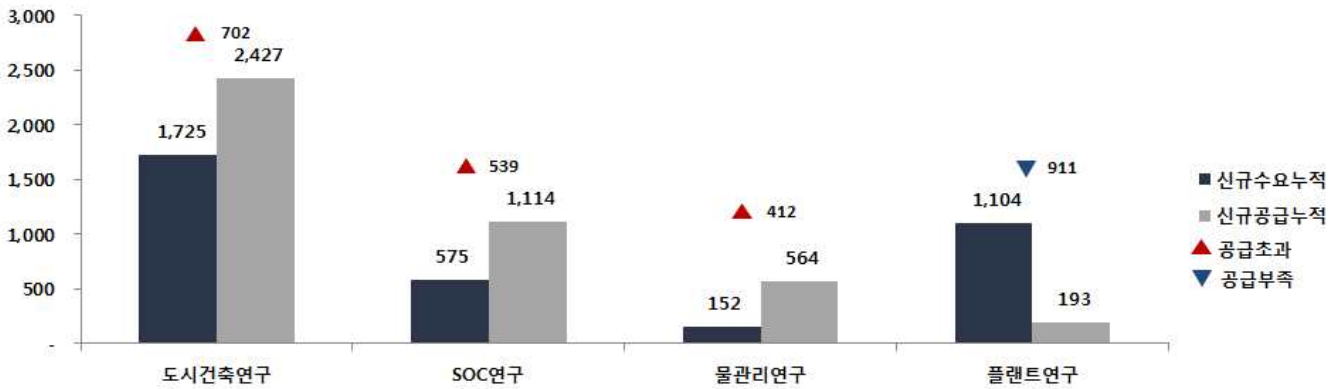
	2007		2008		2009		2010	
	국토교통	우리나라	국토교통	우리나라	국토교통	우리나라	국토교통	우리나라
박사	23.8%	25.4%	24.3%	24.5%	26.9%	23.7%	26.9%	23.5%
석사	24.1%	32.2%	26.1%	31.5%	31.3%	32.1%	31.7%	31.6%
학사	33.6%	37.9%	37.5%	39.3%	37.1%	39.1%	36.3%	40.0%
기타	8.1%	4.5%	1.9%	4.8%	4.7%	5.2%	5.1%	4.9%
합계	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

자료: 건설교통분야 연구인력양성 프로그램 개발

동 사업의 핵심과제와 연관성이 있는 도시건축연구, SOC연구, 물관리연구 분야 연구인력의 '22년까지 수급격차는 공급이 수요를 초과하는 것으로 나타나 해외건설촉진연구사업내 도시, 주택, 건설재료, 물관리관련 핵심과제 수행을 위한 연구인력 공급이 원활할 것으로 판단됨

- 그린에너지 연구분야와 관련이 있는 플랜트연구분야의 연구인력은 향후 공급보다 수요가 많으나, 동 사업의 핵심과제별 기획을 통해, 사업발주시 참여의사가 확인된 산학연 연구진이 구성되어 연구추진

※ 사업발주 시, 참여의사가 있는 기관은 '[별첨 6] 기업체 사업 참여의향 확인서' 참조



[그림 Ⅲ-31] '13년~'23년 기술분야별 연구인력의 누적 수급격차

설계 · 해석, 시공, 재료, 안전 · 유지관리 등 3000만원 이상의 실험 기자재를 출연(연), 대기업이 다수 확보[103]

[표 Ⅲ-9] 연구개발 주체별 재원별 3,000만원 이상 기자재 보유현황 및 활용분야

구분		2011년 보유현황(개수)	활용분야
연구기관	출연(연)	733	국토공간개발기술, 시설물 설계/해석기술, 건설시공/재료, 도로교통기술, 철도교통기술, 항공교통기술, 수공시스템기술, 시설물안전/유지관리기술, 건설환경설비기술, 기타 건설/교통
	공공(연)	54	건설시공/재료
	소계	787	-
4년제대학	국공립대학	416	시설물설계/해석기술, 도로교통기술, 건설환경설비
	사립대학	1,178	건설시공/재료, 건설환경설비기술, 국토정책/계획, 시설물설계/해석기술
	소계	1,594	-
건설기업	대기업	1,420	시설물 설계/해석 기술, 건설시공/재료, 도로교통 기술, 항공교통기술
	중소기업	7,264	국토공간 개발기술, 설계/해석 기술, 건설시공/재료, 도로교통 기술, 철도교통 기술, 항공교통 기술, 건설환경 설비기술
	소계	8,684	-
교통기업	대기업	700	건설시공/재료, 도로교통 기술, 철도교통 기술, 시설물안전/유지관리기술, 건설환경설비 기술
	중소기업	4,810	시설물설계/해석기술, 건설시공/재료, 도로교통 기술, 철도교통 기술, 항공교통기술, 시설물안전/유지관리기술, 건설환경설비 기술
	소계	5,510	-
총계		16,575	-

103) 2011년 국토교통기술연구개발활동조사, 국토교통과학기술진흥원, 2012

3. 국고지원 적합성

3.1 사업의 혁신성

현지 적용성 관점에서 선진국과 대등 · 우위의 실증기술을 확보하는 사업

국내 건설기술의 10대 중점기술 수준은 세계 최고기술보유국 대비 78.5% 수준으로 선진국가 격차가 있으나 교통인프라, 도시, GIS, 초고층 빌딩 등 분야는 국토교통연구개발사업 및 민간기업체의 독자적 연구개발을 통해 비교적 높은 기술수준을 확보

도시 · 건축분야를 제외한 동 사업의 전략프로젝트별 기술수준은 국내 건설기술의 10대 중점기술수준에 비해 낮아 기술개발을 통해 선진국과 대등 · 우위의 기술수준을 확보하고자하는 전략프로젝트별 목표는 매우 도전적임

현지 적용성 관점에서 해외 선진국 및 경쟁국 대비 비교우위의 기술경쟁력을 확보하는 사업임

- 진출대상 국가 및 사업아이템 건설에 영향을 주는 기후, 지반, 경제적 여건에 최적화를 위한 기술솔루션 선점

  · 기후(다우, 사막), 지반구조(화산), 자원수급여건(수원부족), 경제성(사업비 부족) 이슈에 대한 세계 최고수준 기술대안 확보

- 현지 건설환경 최적화를 위한 설계, 소재, 장비 분야 원천기술 확보 가능

Test-Bed 구축을 통해 즉시 적용 가능한 실증기술을 확보하는 사업으로서, Test-Bed 구축시 대규모 예산/장기간이 소요되는 것을 고려할 때 Lead time 관점에서 선진국 대비 우월한 경쟁력 확보 가능

IT · SW융합 및 사업패키지화 R&D를 통한 해외건설산업 고도화를 도모하는 사업

사업관리, 시스템 엔지니어링 등 SW기술력 결합 R&D 추진

- 신규진출시장 및 투자 개발형사업에 대한 F/S, 현지 사업관리 역량 강화를 동반 추진하여 사업 수익성 강화에 기여

ICT 기술을 결합한 도시계획 의사결정지원시스템, 통합 수자원 관리, 권역별 자재환경에 최적화된 모듈주택 설계 라이브러리(BIM) 등 고부가가치 기술개발

국내외 기술역량의 결집, 글로벌 경쟁력 확보를 위해 국내외 산학연관 해외건설 R&D 네트워크 구축 추진

산학연관의 R&D 네트워크 구축을 강화하여 기업의 창의적 역량을 극대화하는 생태계 조성

국내는 물론 글로벌 산학연간 협력체계 구축을 기반으로 국제공동연구를 수행하여 현지 적용 가능한 최적화된 기술역량을 확보

- 주요국가별 해외건설니즈, 공동대응이 필요한 글로벌 건설니즈를 기초로 국제공동연구 수행
- 국제공동연구를 통해 해외선진기술의 획득 및 신흥국으로의 한국형 기술이전, 현지 Test-Bed 구축을 원활히 하고자 함

3.2 사업의 공공성

3.2.1 사업성과의 사회/경제적 공유-확산 가능성

해외건설을 추진하는 기업체의 시장실패를 우려한 산업경제인프라 지원 목적의 연구개발사업으로서 기업체 공유 · 확산가능성이 높은 기술개발을 지원

기술개발 성과물은 개별 민간 기업이 활용하는 것이 아니라 해외진출을 추진하는 모든 건설기업이 활용할 수 있는 인프라 조성 및 시스템을 구축하는 것임

- 기업의 공통애로기술부분, 개별기업이 추진하기에 비용부담과 실패 위험이 높은 부분을 국가 차원에서 산학연관 협력을 통해 개발하고 이를 공유

※ 향후 동 사업 개발 성과를 바탕으로 개별 기업 차원의 독자 모델 개량을 추진할 것임

- 중소건설업체의 경우 해외진출을 위한 시스템 및 엔지니어링 기술역량 확보 니즈가 강하여 동 사업 참여 의지가 강하며, 기업 공통활용 플랫폼 구축을 위해 다수의 중소업체를 참여시켜 성과를 공유하고 확산함

권역/국가별 최적화 기술 개발 지원을 통해 신시장 초도 진출 시, 위험부담/진입장벽 완화의 공적기능 수행

- 해외 사업 입찰 시 동일국가/공종 사업수행 경험은 핵심성공요인으로 작용
- 사업수행경험을 쌓기 위한 초도진출의 위험부담은 개별기업이 해외진출을 주저하는 주원인임
- 전 세계적으로 기술개발 초기단계인 역방향 혁신형 기술개발 전략프로젝트를 제안하였으며, 해당 기술 확보를 위해 특정 업체 참여가 아닌 복수 이상의 민간업체와 대학, 연구기관의 협력 연구 추진을 통한 기반 및 원천기술개발이 중요
- 현지 최적화를 위한 기존 연구개발사업 성과 연계・발전 위한 전략프로젝트를 제안하였으며, 기존 사업의 성과를 지속적으로 공유・확산하여 계승・발전시킬 것임
- 개별 기업이 독자 개발을 추진하고 있는 일부 기술분야 관련 전략프로젝트의 경우 개별 기업이 개발하는 부분이 아닌 기술표준화 등 산학연관 협력을 통해 개발이 필요한 기업 공통기반기술에 대한 것임
-

‘해외건설 R&D 인프라 구축’을 위한 개별기업의 중복투자 방지 및 국가차원의 네트워크 공유를 통한 투자효율성 제고

- 개별기업이 모든 해외권역에 지사 및 국제협력 네트워크를 구축 운영하는 것은 비용 측면에서 한계

- 개별기업의 투자는 협력네트워크의 공유/연계전략 추진 등이 미흡

기업 활용 정보·네트워크 플랫폼 구축을 추진하고 해외건설 특화 연구개발 전담관리체계 구축을 통해 동 사업의 성과 공유·확산 추진

동 사업의 추진전략으로 제시함

논문·특허 성과 요구, 기술개발결과물 공개 등을 통해 특정 참여기업의 성과 전유물화 방지

사업추진을 통해 해외진출 및 고부가가치화 목적의 정부정책 지원 파급효과 기대

국토교통부의 해외건설 수주·수익성 향상 지원 정책의 주요 추진내용에 연계되는 연구개발사업

- 국가적 AGENDA인 건설산업 진흥 및 신성장동력화를 위한 사업 추진

해외건설 5대 강국 진입은 현 건설기업들의 해외 건설 애로 해결을 위해 국토교통부가 추진하는 정책의 1순위에 해당하는 사업임

3.2.2 중장기 국고 지원 필요성

사업화까지 장기간이 소요되며 개별 기업이 추진하기에는 리스크가 큰 사업

기술 현지화를 위해 기업 공통적으로 필요한 부분을 연구개발하는 것으로 연구성과의 사업화까지 장기간이 소요됨

- 해석 및 설계연구, 현지 테스트베드 구축 및 실증테스트, 현지 인증 및 표준기관을 통한 검증, 프로젝트 적용을 통한 사업화 등 개별기업이 추진하기에는 리스크가 크고 장기간이 소요되는 사업임

중소기업의 해외건설촉진을 위해 공통으로 필요한 기술 및 소프트역량 강화, 글로벌 네트워크 구축을 도모하는 연구개발사업

- 개별 중소기업이 대형 건설사 수준의 기술, 소프트역량 및 현지 네트워크를 확보하는 것은 매우 어려움

글로벌 트렌드에 따른 미래시장 대응 중장기 기술개발

에너지확보, 도시화 등 글로벌 트렌드에 따른 미래시장의 개화가 예상되며 이에 대응하는 중장기 기술개발을 추진

앞으로 10년 이후 개화되는 미래시장에 바로 적용할 수 있는 기술역량을 확보하기 위해 지금부터 중장기적으로 현지 적용을 고려한 실증기술 연구가 추진되어야 함

개별 기업이 10년 이후 시장을 대비하여 연구개발투자를 하는 것은 어려움

- 기업을 둘러싼 환경변화, 경제적 불확실성 등으로 인해 장기적 관점의 투자는 정부가 지원하여 기업의 미래 성장동력 기반을 마련해주는 것이 필요

3.3 국고지원 효율성

국가 공통이익이 높고, 투자 리스크가 큰 미래 유망시장 선점형 기술, 해외건설 R&D 인프라 구축을 추진하되 대기업 미보유 기술분야에 한정된 투자

'미래 해외시장 창출형 선도기술 개발' 중점추진분야는 대기업이 보유하지 못한 기술을 대상으로 기술개발 추진

- 한국형 도시건설 노하우 기반 스마트 도시 의사결정지원시스템, 화산지역 지열발전, 하이브리드 저급탄 발전, 대용량 사막 태양광 등 대기업이 보유하지 못한 미래기술에 대한 투자 추진

중소기업 필요영역에 대한 중점지원, 공통의 기술, 국가에서 지원하는 것은 검토 후 배제

- 물/도시/조립식 건축기술 등 기존 국토교통연구개발사업 또는 민간 연구개발을 통해 확보된 기술역량은 해외시장의 특성에 의해 즉시 적용이 어려움

민간기업 보유 역량의 확장, 국가차원의 공유/연계를 위한 기술협력 정보시스템 및 국가총괄 해외건설 네트워크 구축

- 개별 민간 대형건설사가 보유하고 있는 해외 네트워크는 지사를 통한 현지 정보수집 및 현지 사업수주/수행 지원 역할에 한정

  · 주요국 발표 건설정책, 사업발주 정보 등의 현지시장정보와 현지 사업수행 시, 거점 연락소의 역할을 수행

  · 소수 지사 인원을 활용한 현지 시장정보 획득 시, 현지건설업체, 제도/발주절차, 문화, 자연환경 등에 정보획득은 기업의 해외 진출 의사결정을 충분히 지원하고 있지 못하며, 개별 민간기업간 편차가 큼

- 연구에서는 해외 시장정보 획득, 교육, 공동연구, 표준화를 통한 한국형 기술의 인지도 향상 및 수주기여 등 해외진출 기업을 위한 공공성격의 국가 총괄 해외건설 네트워크를 구축함

  · 거점 R&D 센터는 해외시장정보의 직접적 수행, 해외 진출 기업의 지사간 연계, KOTRA KBC, 해외건설협회 지부 등 민관의 해외건설시장 정보를 연계/총괄하는 기능을 수행

  · 한국형 기술을 이전하는 방안으로 교육, 홍보, 표준화, 국제공동연구 기획/수행을 수행하는 등 본 연구에서 수행하고자 하는 기술개발내용은 비용/시간적 측면에서 민간 대형건설사가 독자 추진하기 어려움

중소기업 사업수행영역 필요기술에 중점 투자

건설사업에서 중소기업 수행영역 적용기술로써, 기술개발성과물을 공동으로 활용 가능한 부분에 대해 중점 지원함

- 기술개발 성과물이 도로·철도·주택·대용량 태양광 하부구조 설계·시공가이드라인 개발, 수처리 원천 요소기술인 과제에 중소기업 참여 비중 설정

사업 성과물의 수요자가 기업체인 점을 고려하여 민간매칭 비중을 설정하여 사업예산을 확충하되, 사업성격에 따라 매칭비중을 차별화함

'해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진', '미래 해외시장 창출형 선도기술 개발'분야는 중소기업 주도 · 참여로 추진될 전략프로젝트로 구성되어 민간 부담 비중이 28%임

- 핵심과제를 구성하는 중점과제별로 대/중소기업 참여필요성과 참여의사를 확인하고 대기업 50%, 중소기업 30%의 민간 매칭비중 설정

'해외건설 R&D 인프라 구축' 분야는 관리주체가 정부기관이고, 향후 상용화 가능성 전략프로젝트로 구성되어 부담비중이 2%임

[표 Ⅲ-10] 사업 추진 규모

세부사업	사업 내용	총사업비	공공	민간	민간비중
	합 계(억원)	3,290	2,636	654	20%
기술개발	해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	1,326	961	365	28%
	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	228	165	63	28%
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	673	492	181	27%
	생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술	425	304	121	28%
	미래 해외시장 창출형 선도기술개발	973	704	269	28%
	산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	205	157	48	23%
	그린에너지 인프라 건설기술	768	547	221	29%
기반구축	해외건설 R&D 인프라 구축	991	971	20	2%
	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	187	167	20	11%
	글로벌 R&D 네트워크 구축	804	804	-	0%

Ⅳ. 사업추진계획

1. 사업추진계획 수립절차
2. 사업의 주요내용
3. 사업구성
4. 사업수행의 위험관리방안
5. 성과관리 방안
6. 타 사업과의 중복성 및 연계성

1. 사업 추진계획 수립절차

1.1 사업기획 Framework



[그림 Ⅳ-1] 사업기획 절차

동향 및 환경분석, 사업추진방향 정립, 유망국가 및 사업아이템 도출, 기술수요조사 및 전략프로젝트 도출, 중점추진분야 구성, 상세기획 및 TRM수립의 7단계 기획연구 수행

해외건설 시장, 수주, 정책, 기술 등 사업추진방향 설정을 위한 동향 분석

해외건설 동향·환경 종합검토를 통한 사업추진방향 정립

시장매력도 기준 유망국가 선정 및 국가별 투자계획, 현지수요조사 기반 사업아이템 도출

유망사업아이템별 기술수요조사, 기술동향·수준 분석, 과제중복성 및 차별성 검토를 통한 Screening, 우선순위평가를 통한 최종 상세기획 대상 전략프로젝트 도출

기확보 기술 활용 단기 현지 실증, 중장기 미래 유망 해외건설시장 선점형 기술, 중소기업 지원을 고려한 중점추진분야 구성

기술개발 목표, 구성기술, 연구내용, 추진전략, 소요예산 등 상세기획

전략프로젝트, 핵심과제, 중점과제, 구성기술 로드맵 수립

1.2 사업기획 단계별 수행 내용

1.2.1 [Stage I] 동향 및 환경분석

문헌조사, 해외건설 시장·기술전문가 대상 Focused Group Interview를 통해 해외건설시장, 해외건설관련 기술 현황과 문제점 분석

해외건설협회 DB 활용 해외건설 수주 현황 분석

권역별, 국가별, 공종별 건설시장 현황 및 전망 분석

해외건설 시장, 발주트렌드, 수주, 기술경쟁력 관련 국내외 발간 보고서 분석

산·학·연 해외건설 시장·기술전문가 대상 Focused Group Interview를 통해 문헌조사를 통해 분석된 해외건설 시장·시장 현황 검토

- 기업체 해외건설 시장·기술 전문가는 현대건설, 삼성물산, GS건설, 대우건설, 대림건설사와 도화 엔지니어링 등 대중소기업 해외사업 수행 경험자 등을 대상으로 함

1.2.2 [Stage II] 사업추진방향 정립

해외건설 시장·기술 현황 및 문제점 기반 사업추진방향 정립

유망국가 현지 실증, 중견·중소기업 경쟁력강화 기술개발, IT·SW 융합 및 그린에너지 건설기술, 기술협력 정보·네트워크 구축 등 4대 사업추진방향 도출

연구진 Brainstorming, 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원 검토

1.2.3 [Stage III] 유망국가 및 사업아이템 도출

시장 매력도 기준 진출대상 유망국가 후보군 선정

국토교통부에서 작성된 "중점협력국 선정" 자료와 시장전문기관 자료[104]를 기준으로 건설시장규모 확인 가능 국가를 유망국가 선정을 위한 후보국가 Pool로 구성

권역별/국가별 건설시장 성장률, 해당국 및 인접국 건설기업의 경쟁력, 건설시장개방도를 기준으로 후보국가를 1차 Screening함

유망국가 후보군을 대상으로 시장규모 및 성장률, 상대국협력가능성, 5대강국중점분야와 연계성, 거점국가가능성의 기준으로 우선순위 평가를 수행[105]

유망국가 선정기준은 국토교통부 중점협력국 도출 기준을 준용

[표 Ⅳ-1] 유망국가 선정 기준

대분류(가중치)	중분류(가중치)	소분류
시장 매력도 (40)	우리기업 수주현황 및 진출수요(10)	누계수주액('98~'12), 최근 5년 수주액, 진출수요조사결과
	시장규모(10)	건설시장규모, 국민소득, 경제성장률
	재원조달 가능성(10)	재정규모, 자원보유량, ODA지원규모, 외환보유고
	우리기업 경쟁력(10)	현지업체 대비 경쟁력, 경쟁국 업체 대비 경쟁력, 우리업체간 경쟁여부
상대국 협력 가능성 (15)	정부간 협력가능성(5)	조달시장규모, 협력수요, 외교관계, 국가개발계획, 인프라투자계획수립여부
	정부지원효과성(10)	메가프로젝트 추진여부, 개발경험 공유가능성, 발주처 신뢰도, 행정투명성
분야별 인프라 건설계획 (25)	물관리산업(5)	담수화플랜트, 수자원, 상하수도
	도시개발 및 주택단지 건설(5)	신도시건설, 도시재개발, 전후복구
	교통인프라(5)	도로, 철도, 항만, 공항
	그린에너지(5)	신재생, 원전, 수력, 풍력
	플랜트(5)	석유/가스플랜트, 셰일가스
거점국가 가능성(20)	주변국 접근성(5)	주변국과의 지리적 언어적 문화적 접근성
	주변지역 대표성(10)	우리기업 진출규모 지역거점 소재여부
	자원활용가능성(5)	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 사업장 활용가능성

104) 시장전문기관 자료는 Global Insight의 "Global Construction Outlook 2011" 을 활용

105) 유망국가 선정기준은 11년 국토교통부 중점협력국 선정기준 중, 분야별 인프라건설 계획에 플랜트 분야를 추가하고, 평점 산정기준을 Knowledgeworks에서 설정한 것임. 국토교통부 중점협력국 선정을 위한 기초데이터를 활용하되, 국가별 건설시장, 경제성장률, 수주액 등 데이터는 최신 데이터로 업데이트하여 우선평가에 적용하였음

권역 별 순위를 검토하여 진출대상 유망국가 22개국을 도출

진출대상 유망국가를 권역별로 구분 시, 아시아 6개국, 중동 5개국, 중남미 5개국, 아프리카 4개국, 서유럽 및 북미 각 1개국으로 구성됨

- 아시아 6개국: 인도, 인도네시아, 태국, 베트남, 싱가포르, 카자흐스탄
- 중동 5개국: 사우디아라비아, 쿠웨이트, UAE, 카타르, 오만
- 중남미 5개국: 페루, 콜롬비아, 브라질, 칠레, 멕시코
- 아프리카 4개국: 리비아, 알제리, 나이지리아, 남아프리카공화국
- 서유럽 및 북미 2개국: 터키, 미국

[표 Ⅳ-2] 유망국가 리스트 및 주요 건설사업 추진계획

권역	국가	선정 필요성	프로젝트 추진계획	고려사항
아시아	인도	12억 명(세계 2위)의 인구로 건설시장 성장가능성 높으며 메가프로젝트 다수 추진 중	- 12차 경제개발계획('12~'17)으로 인프라 분야 1조불 투자 예정 - 신도시(900억불), 도로(1200억불), 고속철도(800억불), 원전('30년까지 1500억불) 등	한-인도 경제협력 MOU 체결 및 CEPA(포괄적 경제 동반자 협정) 발효로 교류 활성화
	카자흐스탄	중앙아시아 최대 국가로 천연자원 풍부하며, 석유/가스 플랜트 및 도로 등 인프라 발주 증가	- 발전전략 2020 프로그램 - G4 City 신도시 개발(50조), 도로(130억불), 원전(40~50억불), 플랜트(400억불) 등	양국간 전략적 동반자 관계 수립
	태국	GMS 프로젝트(베트남, 라오스, 캄보디아, 태국, 미얀마의 메콩강 개발계획)의 최대국, 영향력 막대	- GMS 개발계획(250억불) - 복선철도 개발('10~'24, 400억불) - 방콕 위성도시 건설(130억불) - 에너지 개발계획('10~'30, 원전5기)	대홍수 이후 수해방지 대형 프로젝트 발주 예상
	인도네시아	동남아 최대 석유, 가스 생산국으로 건설 시장 성장 잠재력 풍부, 인프라 발주 확대	- 경제개발계획 추진('11~'25) - 석유, 가스 일일생산량 21만 배럴 확대 계획(~'25) - 철도(25건, 343억불), 항만(124억불), 원전(~'25, 80억불) 등	한-인니 경제협력 MOU 체결
	베트남	국내 기업 최다 진출국으로 발전소, 정유플랜트 등 발주 물량 지속 확대	- SED(사회경제개발전략, '11~'20) - 2020 상하수도 공급계획 - 신도시, 도로(~'20, 195억불), 원전(~'30, 300억불), 수력발전(~'21, 45억불) 등	투자 개발 사업 진출 용이
	싱가포르	안정성, 투명성이 확보된 시장으로 토목, 건축 위주에서 산업설비 발주 증가	- 주거시설(78억불), 원전(~'20), 철도(~'21, 440억불), 담수화 플랜트(~'60, 4기), 해저터널(41억불) 등	국내 건설업체 프로젝트 완수 능력 및 책임감 선호

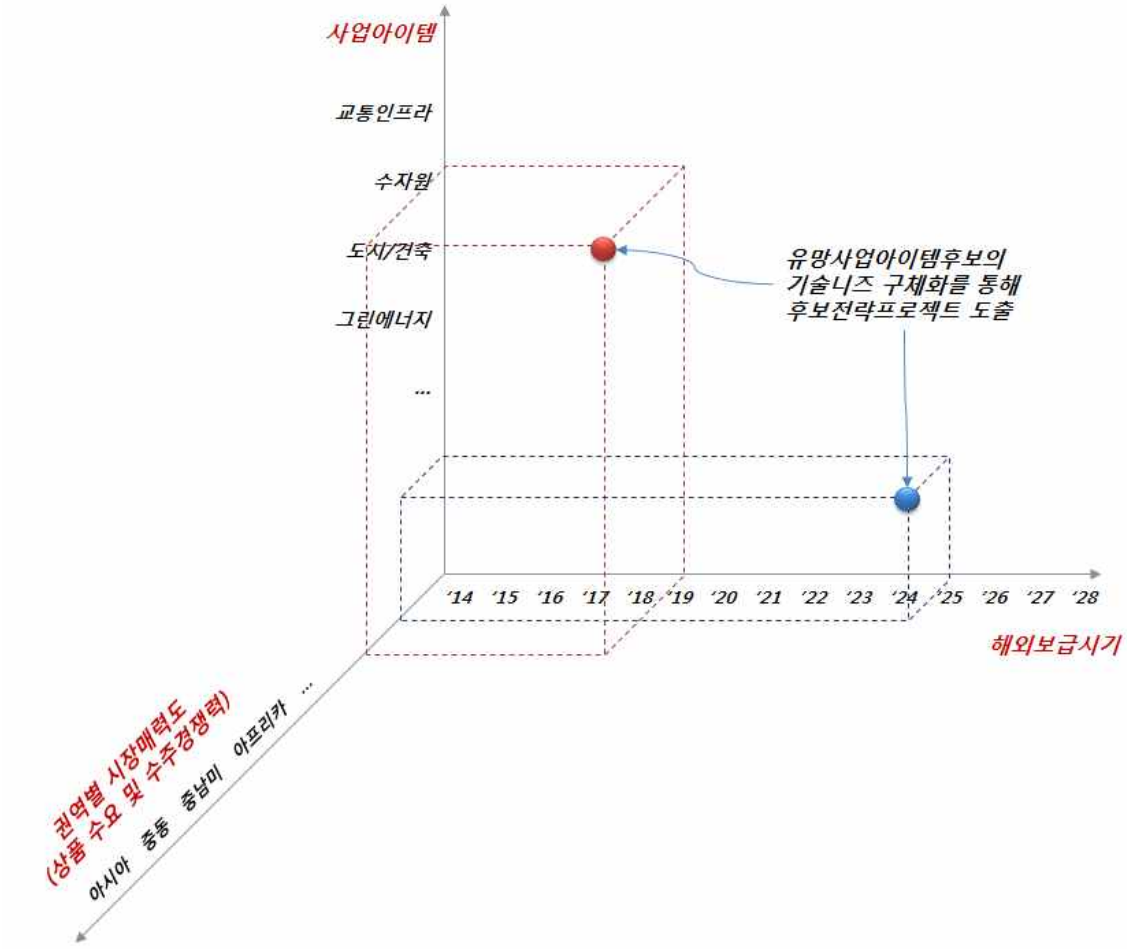
권역	국가	선정 필요성	프로젝트 추진계획	고려사항
중동	사우디	우리나라 최대의 해외건설시장으로 지속성장 예상, 대기업 참여 대형 플랜트 뿐 아니라 중소기업 참여 인프라 프로젝트 발주도 지속되고 있는 상황	- 인프라 투자계획(4000억불) - 담수, 하수정화 등 수자원 분야 (~'24, 463억불) - 신도시(2000억불), 철도(100억불), 경전철(70억불), 공항(15억불), 원전(~'30, 1000억불) 등	한-사우디 주택건설 협력 MOU 체결 (1만호 시범사업, 50만호 건설 예정)
	UAE	사우디에 이어 2번째 시장 규모, 지정학적 위치와 투자환경이 양호하여 글로벌 건설 기업들의 중동HQ 위치	- 아부다비 2030 계획(2000억불) - 철도(100억불), 해상유전(160억불), 서부지역개발계획(660억불) 등 - GCC(걸프협력회의) 회원국들은 2020년까지 도로 및 철도 건설에 970억불 투자 예정(철도 790억불, 도로 180억불)	중동인프라수주 지원센터 신설('11)
	쿠웨이트	정부주도 공공부문 프로젝트 발주 증가 추세로 정부간 협력 관계 유지를 통해 국내업체의 수주기회 확대 기대	- 국가개발계획(1000억불) - 신도시(1000억불), 하수처리(~'17), 철도(100억불), 전철(70억불), 항만 (~'33), 공항(30억불), 석유생산능력 확대(~'20, 155만배럴) 등	제4차 한-쿠 건설협력 위원회 ('13)
	카타르	교통 인프라 및 도심 대형건축 프로젝트 지속 발주	- 신도시, 도로(130억불), 철도(~'22, 350억불), 항만(~'30), 공항(~'50) 등 - 물저장시설 구축계획(~'36, 20억불)	2022년 월드컵 개최 ('11~'16, 1500억불 투자)
	오만	타 GCC국가에 비해 시장 규모는 작으나 경제개발 5개년 계획으로 프로젝트 증가 예상	- 국가 철도망 사업(100억불) - 담수/발전(70억불), 항만(120억불), 공항(35억불), 도로(7억불) 등	우리나라를 경제 발전의 모델로 간주, 협력확대 희망
중남미	페루	정부가 향후 18년간 약 300여개의 대규모 인프라 프로젝트 추진 예정	- 철도(105억불), 항만(70억불), 석유화학공업단지(10억불), 다수의 수력발전소 등	안정적인 식수확보 및 지속가능한 발전을 위해 해수담수화 사업을 국가우선 과제로 추진 중
	콜롬비아	최근 높은 경제성장과 미국-콜롬비아 FTA 체결로 인해 인프라 확충을 위한 자금조달 용이해질 것으로 전망 (중남미 대표적 친미 국가로 한국과 협력관계 늘어남)	- 바이오 연료 플랜트(10년 이내, 20기) - 송유관 및 정유 플랜트 건설 - 공항(~'20, 20억불), 항만(18억불), 철도(12억불), 라 몬타냐 산악고속 도로(~'18) 등	석유매장량 대비 생산인프라 열악, 정제부문 투자 지속 증가 전망 (콜롬비아 석유청 주관 하에 탐사 및 생산계약을 체결하면 석유 탐사/생산을 30년간 독점가능)
	브라질	500억 배럴의 대형 유전 발견에 따라, 석유/가스 개발 및 석유화학플랜트 투자 증대 예상	- 원전 및 수력발전소(170억불) 건설 추진 - 주택 200만 세대 건설(781억불) - 공항(향후 20년, 140~190억불), 철도(150억불) 등	일부 현지 업체 경쟁력 우수하며, 유럽 및 중국 영향력 큼

권역	국가	선정 필요성	프로젝트 추진계획	고려사항
	멕시코	국가인프라계획에 의한 인프라 투자 확대 전망	- 원전 건설 추진(2022년까지 4기, 향후 25년이내 10기 예정) - 철도(160억불), 항만(60억불), 공항(60억불) 등	자국산업 보호 및 외국자본에 적대적
	칠레	다수의 교통 및 에너지 인프라 사업 추진	- 주택 30만호 건설 - 다수 고속도로 사업 - 안데스 철도터널(30억불), 항만(~'20, 10억불), 수력발전(40억불) 등	에너지, 인프라 위주 투자 추진
아프리카	리비아	내전으로 파괴된 인프라 위주로 재건 사업(1200억불 규모)이 본격적으로 추진될 것으로 전망	- 도시 및 도로 보수공사 진행 - 담수 플랜트 추진중이었으나 지연 - 도시철도(55억불), 다수 LNG플랜트 프로젝트 등	향후 발주될 재건 사업 부문에 적극 참여하기 위해 정부차원 협력채널 공고화 필요
	알제리	경제 및 산업 발전을 위해 도로, 철도, 항만 등 인프라 건설을 지속적으로 추진할 것으로 전망	- 19개 댐, 해수화담수화 시설, 64개 하수처리장 신설 계획(150억불) - 저탄소 신도시 개발 추진 - 관광산업 육성에 따른 호텔 건설 활발 추진	심각한 물부족 및 지역간 수자원 불균형 문제 있음
	나이지리아	아프리카 최대의 원유생산국으로 경제 성장에 따른 건축시장의 성장이 지속되고 있음	- 1,040만개의 주택건설 계획('12~'20) - 도로 확충 10개년 계획 - 전력, 철도, 항만, 도시개발 등 다수의 대형사업이 추진될 것으로 전망	중국 CCECC 등의 업체가 단순 토목 공사에 광범위하게 진출, 고부가가치 영역 공략이 바람직
	남아공	아프리카 대륙의 경제/정보 허브, 원자력 등 전력 프로젝트 발주 증가	- 원전 6기 건설 예정(~'30) - 호텔, 주택 등 주거시설 확충 계획 - 정유플랜트(90억불), 가스전 개발(10억불) 등	유럽 및 자국기업 영향력 큼
서유럽	터키	물류 중심국가 부상 위한 대규모 교통 인프라 확충 계획으로 대규모 도로 및 철도 발주 증가 예상, 흑해 및 지중해 연안 석유가스전 개발 및 석유 중심도시 구축을 위한 플랜트 발주 증가 전망	- 서민용 주택 50만호 건설(~'23) - 고속철도(~'23, 450억불) - 고속도로('~23) - 석유화학 프로젝트 등	정부재원 부족으로 인한 BOT사업 증가, 국내 업체 금융조달 애로개선 및 터키 건설기업과 제3국 협력 진출을 위한 정부간 협력논의 필요
북미	미국	고속철도, 도로, 교량 등 낙후된 인프라를 중심으로 발주가 이어질 전망, 한-미 FTA 체결 후 진출환경 개선 및 발주 증가 기대	- Universal City Redelvelopment 도시 재개발 사업(~'32) - 캘리포니아 고속철도 사업(~'20) - 물부족 대비 수도정화 사업 및 수자원 개발 사업(~'25, 151억불)	고속철도 등 현지 업체의 경험 미흡한 분야 진출 가능

문헌조사, 현지건설시장 전문가 의견수렴을 통해 유망사업아이템 후보 Pool 도출

문헌분석을 통해 유망국가별 건설사업계획 및 시장전망으로부터 유망건설사업아이템 후보 Pool 구성[106]

- 권역별/국가별 발주 사업의 기간, 규모 검토
- 연구개발을 통한 성과물의 적용 가능여부 검토



[그림 Ⅳ-2] 해외건설 R&D 사업의 기획대상 기술개발과제 도출 기준

해외 현지 건설시장 전문가 의견수렴을 통해 유망국가별 사업아이템 후보 Pool 보완

- KOTRA KBC, 해외건설협회 지부의 기업체 네트워크를 활용한 사업아이템 설문수행

106) BMI Infrastructure, MarketLine, KOTRA GlobalWindow, 세계건설시장진출전략(해외건설협회, 2013), 권역별/공종별 건설시장분석 보고서 등

- 코트라 및 코참비즈 홈페이지에서 해외 진출한 국내 건설 기업의 해외 지사 및 법인 담당자를 대상으로 사업아이템 설문수행

  · 조사기간: 2013년 4월 15일 ~ 2013년 5월 31일

  · 조사방법: E-Mail을 활용한 전자설문

  · 회수건수: 275건

[표 Ⅳ-3] 유망건설사업아이템(안)

구분			아시아						중동					남미					아프리카				북미/유럽	
			인도	카자흐스탄	태국	인도네시아	베트남	싱가포르	사우디	UAE	쿠웨이트	카타르	오만	페루	콜롬비아	브라질	멕시코	칠레	리비아	알제리	나이지리아	남아공	미국	터키
도시	신도시	일반		★			★		★	★	★	★								★				
		스마트시티																						
		에코시티																		★				
		기타	★																					
	도시재생	일반		★															★					★
		스마트시티																						
		에코시티																						
		기타																						
	기타			★																				
빌딩	업무용 빌딩	일반					★	★																
		초고층빌딩																						
		그린빌딩																						
		기타																						
	호텔/리조트	일반			★							★					★	★				★		
		초고층빌딩																						
		그린빌딩																						
		기타																						
	지하공간 및 대공간구조물	지하공간																						
		대공간구조물																						
		기타																						

구분			아시아						중동					남미					아프리카				북미/유럽	
			인도	카자흐스탄	태국	인도네시아	베트남	싱가포르	사우디	UAE	쿠웨이트	카타르	오만	페루	콜롬비아	브라질	멕시코	칠레	리비아	알제리	나이지리아	남아공	미국	터키
주택	학교 및 병원	학교																						
		병원															★							
		기타																						
	기타																							
	일반주택	일반		★																				
		스마트시티																						
		모듈화																						
		기타																						
	공공주택	일반				★	★	★						★	★	★	★	★		★	★	★		★
		스마트																						
		모듈화																						
		기타																						
플랜트	석탄/가스화력발전플랜트		★	★		★	★	★			★						★	★			★	★		
	수력발전플랜트													★	★	★	★	★						★
	원자력발전플랜트		★	★	★			★	★	★		★				★	★				★	★	★	★
	신재생에너지	풍력	★	★			★	★		★	★				★	★		★	★			★	★	★
		태양열										★					★							
		태양광														★			★					
		지열																★						
		기타		★			★								★	★								
	석유/가스플랜트	석유플랜트		★		★	★			★			★	★	★	★			★		★	★		★
		가스플랜트					★							★		★		★	★		★	★		★
		셰일가스																					★	

구분			아시아						중동					남미					아프리카				북미/유럽	
			인도	카자흐스탄	태국	인도네시아	베트남	싱가포르	사우디	UAE	쿠웨이트	카타르	오만	페루	콜롬비아	브라질	멕시코	칠레	리비아	알제리	나이지리아	남아공	미국	터키
교통인프라		오일샌드																						
		기타						★												★	★			
	해수담수화플랜트		★	★				★	★	★	★	★	★	★					★	★			★	
	기타			★		★																		
	철도	고속철도	★							★						★	★						★	★
		일반철도							★	★	★	★	★	★	★	★	★	★		★	★	★		★
		지하철	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★		★				★					
		트램																		★				
		기타																						
	도로	고속도로	★	★	★		★		★		★	★	★				★	★		★	★	★		★
		일반도로						★						★	★	★	★		★		★	★	★	
		기타																						
		일반도로	★											★	★	★								
		스마트도로																						
		친환경도로																						
		기타																						
		일반터널																						
		장대터널																★						
		일반교량							★								★							
		장대교량																						
		기타																						
	항만				★					★	★		★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★

구분			아시아						중동					남미					아프리카				북미/유럽	
			인도	카자흐스탄	태국	인도네시아	베트남	싱가포르	사우디	UAE	쿠웨이트	카타르	오만	페루	콜롬비아	브라질	멕시코	칠레	리비아	알제리	나이지리아	남아공	미국	터키
			★				★	★	★															
	공항		★				★		★		★		★	★	★	★	★	★	★	★			★	★
	기타								★															
수자원	태풍/홍수 대응체계	홍수방어체계	★		★	★	★	★							★	★								
		태풍대응체계	★				★																	
		기타																						
	댐/보	댐	★			★	★	★			★	★								★				
		보	★			★	★	★			★	★												
		기타																						
	하천관리				★										★									
	상하수도	상수도	★	★		★	★	★	★			★					★	★					★	
		하수도	★	★		★	★	★	★		★	★			★					★			★	
		기타																						
	기타																							

유망사업아이템 Pool – 국가별 건설환경 Cross Checking을 통해 유망사업아이템 도출

문헌조사를 통해 22개 건설사업에 영향을 미치는 기후, 지형, 제도 등 건설환경을 분석

- 분석 결과는 '[별첨2] 유망국가 선정 참고자료' 참조

[표 Ⅳ-4] 유망국가별 건설환경 분석

구분	기후/지형	인프라	제도/경제성
인도	▪ 산악/평야/사막 등 구성지형 다양	▪ 자재공금원활, ▪ 대형장비확보어려움 ▪ 노동생산성/책임의식 낮음	▪ 턴키발주 증가, ▪ 건설시장 100% 개방 ▪ 현지업체 가격우대조항 적용
카자흐스탄	▪ 동남부 산악지대, ▪ 대륙성기후, 적은 강우량	▪ 기본건설자재국내생산 ▪ 장비해외의존도 높음	▪ 발전소 PPP방식 투자유도 ▪ 필요시 계약/협의 중단 빈번
태국	▪ 산악/평원/밀림 지역 구성 ▪ 고온다습열대기후, 5~10월 강수량많음	▪ 기초건설자재현지구매가능 ▪ 도로교통양호/수상교통활성화	▪ 국제입찰 시 투명성에 문제
인도네시아	▪ 내륙 고산지대 ▪ 열대 고온다습, 집중강우	▪ 건설중기 조달용이 ▪ 자재현지생산판매가능 ▪ 전력인프라 열악 ▪ 비포장 도로 비중 높고 해운이 발달되었으나 운항 불규칙	▪ 국제입찰 대형공사시 PQ제도 활용 ▪ 현지 지분 최소 30% 이상시 입찰가능
베트남	▪ 국토 75% 산지 ▪ 석회암지역 ▪ 고지 제외 시 고온다습기후	▪ 건설장비 및 자재조달환경 우수 ▪ 육상운송인프라 부족	▪ 환경/소음/폐기물 규제 ▪ 연장/야근근무 근로조건 규정 ▪ 현지인력고용필요
싱가포르	▪ 열대 고온다습	▪ 건설장비 및 자재조달환경 우수 ▪ 도로, 해운, 항공 등 운송인프라 우수	▪ 환경/소음/폐기물처리 규제 ▪ 연장/야근근무 근로조건 규정 ▪ 시장완전개방
사우디	▪ 중부/북부 사막성기후, 동부걸프연안 열대성 기후	▪ 육상, 해상, 항공운송망 양호 ▪ 장비 및 자재 수입 필요	▪ 환경영향평가/폐기물 규제 ▪ 국제입찰 대규모공사는 현지기업 유리
UAE	▪ 고온다습사막	▪ UAE내 운송은 도로에 의존 ▪ 항만/항공인프라 발달 ▪ 장비임대시장 발달, 자재는 제3국 수입	▪ 환경영향평가 기준 존재 ▪ 정부입찰사 UAE 자회사를 통해 가능 ▪ Turnkey, PPP사업방식 증가
쿠웨이트	▪ 고온건조사막기후	▪ 도로, 해운, 항공 등 운송인프라 우수 ▪ 장비임대시장발달, 자재는 수입	▪ 환경영향평가 기준 존재 ▪ 입찰초정 시, 비공식 유망업체 통보 경향 있음 ▪ 건설업 허가는 자국업체만 가능
카타르	▪ 고온다습사막기후	▪ 자재공급 원활(대부분 수입) ▪ 90%이상 도로포장되었으나 상태 좋지 않음 ▪ 해상, 항공인프라 양호	▪ 친환경 건축설계 등급 규정 ▪ 대규모 국제입찰시 현지업체로 제한
오만	▪ 사막건조기후	▪ 항만, 항공인프라 우수 ▪ 국내 자본 및 기술축적 부족	▪ 국제입찰시 외국업체 단독입찰 가능
페루	▪ 고산지대 및 사막기후	▪ 교통인프라 낙후	▪ 입찰시 파이낸싱 요구
콜롬비아	▪ 대부분 산악지대	▪ 건설자재 수입	

구분	기후/지형	인프라	제도/경제성
브라질	▪ 고산, 평원 구성 ▪ 여름 집중호후	▪ 자재공급원활	▪ PPP사업발주 증가 ▪ 공공프로젝트 참여시 현지부품사용 비율 제한
멕시코	▪ 국토 절반이상 고지대 ▪ 지진 빈번	▪ 원자재 현지수급원활, 장비 및 특수기자재 해외수입	▪ 사업예산 부족으로 금융 동반 사업발주 확대
칠레	▪ 고산지대	▪ 장비/원자재 해외수입	
리비아	▪ 대부분 암석사막지반 ▪ 지중해성기후, 사막성/고온건조	▪ 공사자재 대부분 수입 ▪ 내전으로 상하수도 및 인프라 열악	
알제리	▪ 사막지형이 전체의 85% ▪ 북쪽 산맥에서 강력한 지진 빈번 ▪ 여름 고온건저, 겨울 온난다습		
나이지리아	▪ 열대우림의 사막지대 및 고원지대 침식 지형 보유	▪ 단가가 높은 자국자재 사용 ▪ 도로 및 인프라 열악	▪ 환경 및 폐기물 관련 규제 엄격 ▪ 주요 인프라계획 수립했으나 예산 부족으로 어려움 있음
남아공		▪ 대부분 자재 수입의존 ▪ 도로네트워크 부족, 홍수로 인해 수송인프라 열악	
터키		▪ 설비조달환경 양호 ▪ 교통인프라 양호	▪ 발주처마다 건설기준 상이
미국		▪ 자재조달/인프라 양호	▪ 주마다 발주제도 규제 상이

국가별 유망사업아이템 Pool과 기후/지형, 인프라, 제도/경제성 등 건설사업 수주/수행에 영향을 미치는 건설사업환경 Cross-Checking을 통해 해외 도로/철도/수자원/도시-건축/그린에너지분야별 유망사업아이템 발굴



[그림 Ⅳ-3] 유망사업아이템 도출

유망사업아이템 도출 결과

(1) 해외 도로 건설 R&D 분야

중동 사막 지반 및 극서지역 도로 건설

중동의 연약한 사막 지반, 석회암 지반을 고려한 도로 건설 필요

급격한 기온차 및 폭염 등의 가혹한 기후 조건에 적합한 고내구성 재료 사용 도로 건설 필요

걸프협력회의(GCC) 국가들은 전통적으로 도로망을 선호하여, 다수 국가들에서 도로 건설 프로젝트는 지속적으로 추진 중임

- UAE 도로 확장(3억불), 오만 고속도로 신설 및 확장(12억불), 쿠웨이트 도로건설(62억불) 계획 중

중동 타겟형 고품질 스마트도로 건설

중동 지역은 산유국으로서 유가상 이점, 여성들의 프라이버시 보호 문화, 더운 기후로 인한 철도 대비 자동차의 편의 선호 등으로 전통적으로 도로망 선호

걸프협력회의(GCC) 국가들은 2020년까지 고품질 포장도로망 구축에 180억 달러 투입 계획

막대한 오일머니를 바탕으로 한 신도시 건설 다수 계획(사우디 2000억 달러, 쿠웨이트 1000억 달러)중으로, 고품질 첨단 스마트 도로 건설 니즈 예상

중남미-아시아 우기지역 도로포장 내구성 향상 배수 및 침하예방

아시아 지역은 해일 및 집중호우로 인해 빈번히 발생하는 홍수피해 저감을 위한 도로배수 니즈가 예상됨

중남미 지역은 연평균 강수량이 3000mm~4000mm 다우지역이며, 해안 지역은 해일 등의 피해 사례 발생

- 열대우림기후 및 해일 등으로 항만 및 공항의 홍수 피해, 도로지반 침하 사례 발생

중남미-아시아 강진지역의 내진성능 향상 도로시설물 건설

중남미-아시아 지역은 지진 발생 가능성이 높은 연약지반으로 주요 구조물의 내진에 대비한 건설 니즈 예상

- 중남미 지역은 산악지형의 국토의 대부분을 차지하므로 교량/터널 시공시 연약지반을 고려한 재료 및 시공 필요
- 중남미 국가의 주요 도로건설 프로젝트로는 멕시코 도로건설 프로젝트(50억불), 콜롬비아는 2018년까지 산악고속도로 계획, 칠레는 다수의 고속도로사업 추진

아시아 지역은 도로상태가 열악하여 내진에 대한 대비가 미흡하며, 급격한 차량 증가로 인해 도로개선에 대한 니즈가 높음

- 인도네시아 도로개선 프로젝트에 15억불을 투자 계획
- 베트남 고속도로 1단계(16억 달러), 마리타임 프로젝트(349억 달러), 하노이 4번순환도로(19.7억 달러) 투자 계획

중남미 아시아 온도차 도로균열저감 저비용 건설

중남미 및 동남아시아는 온도가 높은 열대우림 기후에 따른 도로균열저감에 대비한 도로재료 니즈가 예상됨

특히 중남미는 방대한 국토로 인해 다양한 기후적 분포를 보임

- 사막기후, 열대기후, 온대기후 및 지중해성 기후 등 다양한 기후적 특징을 보임

중남미 국가의 도로 사업은 PPP형태의 사업 발주가 확대됨

- 브라질의 카라구아타투바 근방 SP-099확장(13억 달러) 계획으로 PPP사업 발주
- 콜롬비아 라 몬타냐 산악고속도로 건설(2018년 까지)계획으로 PPP사업 발주

아시아 지역 중 인도는 단순토목공사 발주가 많아 가격경쟁이 심한 편이며, 베트남은 도로포장비 비율이 39%로 저비용 도로 건설 니즈가 예상됨

아프리카 저비용 신속시공 도로 건설

아프리카 국가들은 열악한 도로 사정이 경제 발전의 장애가 되고 있음을 인식하여, 이에 대한 개선 및 확충 사업을 추진 중임

아프리카의 기존 도로망의 상당수가 비포장도로로 개선이 시급하며, 넓은 국토 면적으로 인해 공사 구간이 긴 편으로, 저비용 신속시공 도로건설 필요

아프리카 국가의 도로 사업계획은 다음과 같음

- 나이지리아 도로확충 10개년 계획(연간 12억불 투자)
- 알제리 국토개발계획 SNAT 2025(도로 400억불 투자)
- 케냐-에티오피아-남수단 LAPSSET 프로젝트(고속도로 11억불 투자)

(2) 해외 철도 건설 R&D 분야

중동 사막지반 및 극서지역 철도 건설

중동 지역 사막지반 및 극서지역은 철도 인프라시설 건설개발의 잠재성이 높음

- 이 지역의 정부는 그 나라 여러 지역의 도시를 연결하고 도로교통과 항공교통 혼잡을 완화하기 위한 이상적인 방법으로 철도에 관심을 돌리고 있음
- 중동은 걸프협력회의(GCC)를 연결하는 철도건설 프로젝트를 지속적으로 추진 중임
- 카타르에서는 350억달러를 투입하여 지하철 4개노선, 트램 1개노선, 바레인으로의 고속철도, 사우디아라비아로의 객화 양용 보통철도 등을 정비할 계획임[107)]
- 사우디는 하라마인(Haramain) 고속철도시스템건설프로젝트(최고속도 300km/h)를 추진 중에 있음[108)]
- 중동의 연약한 사막 지반, 석회암 지반을 고려한 철도 건설 기술 필요함
  - 리비아의 경우 국토의 90%는 사막으로 이루어져 있음

아시아 및 중남미 기후-지역 타겟형 철도 건설[109][110]

인도, 카자흐스탄, 인도네시아, 멕시코, 칠레 지역 등 신흥국들의 고산지대 철도건설 수요 급증이 예상됨

- 인도는 Bangalore High-Speed Rail Link 프로젝트(35km) 건설 예정임[111]
- 카자흐스탄은 '20년까지 철도인프라에 매년 약 3억 달러 투자 유치 계획을 발표함[112]
- 인도네시아는 철도 구축에 25건의 프로젝트, 343억 달러를 투자할 계획임[113]
- 인도 Bangalore를 포함한 카자흐스탄과 인도네시아 신흥국들은 산악지대 및 고산지대가 많음
- 멕시코와 칠레는 국토의 80~85% 이상이 험준한 산악지대로 구성됨
- 인도는 09년 12월 대규모 철도시설 확장을 내용으로 하는 '철도 비전 2020(Indian Railways Vision 2020)'을 발표함[114]
- 콜롬비아는 신규철도망 구축과 지하철 구축사업 추진 계획을 발표하였으며 2014년까지 165km의 구간을 새로 운행할 계획으로, 이 기간 동안 약 14억 달러가 투자될 것으로 전망

아시아 및 중남미 지역 기후를 고려한 철도 건설이 필요함

- 인도네시아, 베트남, 태국, 브라질, 칠레 등의 신흥국은 해일 및 집중호우가 빈번히 발생하며 그에 따른 피해가 큰 지역임[115]
- 2개 지역 5개 국가의 철도인프라 관련 프로젝트 투자 금액은 인도네시아(1조2천억달러), 베트남(3천6백억달러) , 태국(5조4천억달러), 브라질, 칠레의 확인된 금액만 6조9천6백억 달러에 이름[116]
  - 이는 미국 GDP(15조6천억 달러)[117]에 절반에 해당하는 금액이며 5개 국가의 확정된 총 프로젝트 금액은 2배 이상이 될 것으로 판단됨
- 베트남은 '11년~'20년간 철도망 구축을 위해 282억 달러 투자 계획을 발표하였으며 최근 북부 하노이와 남부 호치민(Ho Chi Minh)을 연결하는 약 1600km의 철도 정비 계획을 발표하였음[118][119]

아프리카 저비용 신속시공 철도건설

알제리는 45억 달러를 투자하는 대규모 철도 프로젝트를 시작할 계획임[120][121]

- 시공 입찰은 주로 최저가 방식으로 시행되며, 노반궤도공사 및 신호·통신 설비가 일체로 입찰되므로[122] 저비용의 철도건설 기술개발이 필요 할 것으로 판단됨

나이지리아는 2006년 철도현대화 사업을 발표하였으며 30년간 350억 달러 규모, 2단계 프로젝트로 포스코 건설이 사업 체결하였음[123]

남아공은 Gauteng Signalling Project를 발표하였으며 1단계 2016년을 시작으로 2단계 고속선 건설을 2019년에 시작하기로 계획함[124]

중남미-아시아 타겟형 강진지역의 내진성능 향상 철도시설물 건설기술

최근 유럽 및 중국의 사고 등으로 철도운행 안전이 부각되고 있으며 이에 따른 상습지진 발생지역의 피해를 최소화 할 수 있는 철도 건설 개발이 필요함

인도, 인도네시아, 멕시코, 칠레[125]는 지진이 빈번히 발생함[126]

- 인도는 Bogibeel Rail Bridge, Jammu와 Kashmir 구간을 잇는 Chenab Bridge 프로젝트를 수행중임 (2002년~2016년)[127]
- 인도네시아는 철도 구축에 25건 프로젝트, 343억 달러 투자 예정[128]
  - Jakarta Mass Rapid Rail Transport (110.3km , 17,800억 달러, 2012~2024)
  - Indonesia Private Railway Freight Corridor (12,000억 달러, 2011~)
- 멕시코는 2020년까지 고속철도 라인 건설에 집중 투자할 계획[129]
  - 멕시코시티(Mexico City)와 산티아고(Santiago de Queretaro)를 잇는 고속철도 라인이 1단계로 건설예정임[130]
  - 2단계 계획은 연장 약 193km에 달하는 군다라자라(Gundalajara)까지 잇는 중장기 계획이며 소요비용 4조5천억 달러, 완공은 2020년 이후로 예정되어 있음
- 칠레는 총 30억 달러 규모 안데스 철도터널 사업 추진 중임
  - Central Transandean Railway 프로젝트를 통해 칠레와 아르헨티나를 잇는 300억 달러 규모 계획을 추진 중임[131]

(3) 해외 수자원 건설 R&D 분야

적도 인근 다우지역의 홍수/태풍 대응 통합 치수시스템 건설

태국은 고온다습한 열대기후로 우기(6~10월)에 강우가 집중되어 홍수 및 침수피해가 빈번하게 발생하고 있으며, 2011년 홍수피해 이후 태국 정부는 치수시설 강화사업에 190억 달러를 투자할 계획임

베트남은 고온다습한 열대기후로 인구밀집 지역이 대부분 저지대에 위치함에 따라 매년 태풍 및 집중호우로 인한 침수피해가 발생

싱가포르는 고온다습한 다우지역으로 우기에 강우가 집중되며, 지대가 낮아 상습적으로 침수피해가 발생

인도네시아는 고온다습한 다우지역으로 2013년 1월 집중호우로 인해 수도 자카르타의 절반이 침수되는 피해가 발생

인도 동부 지역은 연 강수량이 3,000mm가 넘는 지역으로 매년 침수피해가 발생

콜롬비아의 보고타강 하천 유역은 강우량이 4,000mm가 넘는 열대 우림지대로 하천범람으로 인한 홍수 피해 빈번하게 발생

브라질은 우기 시 폭우가 내리는 지역으로 2011년 1월 홍수 때 600여명이 넘는 사망자 발생

지역별 강우량 편차 극복을 위한 분산형 통합 수자원 관리시스템 건설

인도는 전체적으로 건조한 지역으로 물이 부족한 곳이 많으나, 동부 지역은 연 강수량이 3,000mm가 넘는 다우지역으로 지역별 편차가 심한 편이며, 다우지역도 담수능력이 부족하여 건기에는 지하수 고갈로 인한 수자원 부족 현상을 겪고 있음

알제리의 남부 지역은 고온 건조한 기후이나 북부지역은 극심한 홍수피해가 발생하며, 가용수자원이 북부에 집중되어 있는 지역으로 수자원 확보 및 관리에 대한 필요성이 존재함

- 2차 경제개발 5개년 계획에 따라 19개의 하수처리장을 신설할 계획임

리비아는 북부연안지역 강수량은 500mm에 달하나, 나머지 국토의 90%는 사막으로 지역별 편차가 심한편으로 수자원확보 및 관리에 대한 필요성이 존재함

아시아 석회암 지역 댐/보 등 물저장시설 건설

인도는 수력발전플랜트 추진 계획에 따라 내륙 산지에 댐건설을 추진할 예정이나, 내륙 지역은 석회암 지형으로 댐 건설 시 지하수의 석회암층 투수, 연약 지반 등을 고려한 안전한 댐 건설 필요

인도네시아는 수력발전플랜트 추진 계획에 따라 댐건설을 추진할 예정이나, 석회암 지형으로 댐 건설 시 지하수의 석회암층 투수, 연약 지반 등을 고려한 안전한 댐 건설 필요

베트남은 북부 남딘성 수력발전플랜트 추진 계획에 따라 댐건설을 추진할 예정이나, 베트남의 북부 산지는 석회암 지형으로 댐 건설 시 지하수의 석회암층 투수, 연약 지반 등을 고려한 안전한 댐 건설 필요

고소득 국가 시장 선도형 고도 수처리 시스템 건설

싱가포르는 60여개의 섬으로 구성되어 있으며, 내부에 하천이 없어 인근 말레이시아에서 수자원을 수입하고 있는 상황으로 고도화된 수처리를 통한 수자원확보 필요

- 싱가포르에서는 15억불 규모의 수처리 및 저수지 건설을 추진 중임

미국은 물사용량이 많아 2025년 36개 주에서 물부족이 예상되며, 고도화된 수처리를 통한 수자원확보 필요

- 미국에서는 2025년까지 151억 달러 규모의 신규 수도정화 사업 및 신규 수자원 개발 사업을 진행할 예정임

사우디, 카타르, 쿠웨이트, UAE, 오만 등 중동의 석유부국 등은 국토의 대부분이 사막지역으로 물이 부족한 상황이며, 고도화된 수처리를 통한 수자원 확보가 필요

- 사우디는 2020년까지 수처리분야에 660억불을 투자할 계획임
- 카타르는 27억불규모의 폐수처리망 도입 계획
- 쿠웨이트는 2017년까지 움-알-하이만 하수처리 플랜트 건설 및 술라이비야 하수처리 플랜트 확장 공사 등을 추진할 계획임

107) Railway Gazette International(2012), “Picking the best in the world”, Vol.168 No.3

아시아 개발국가 현지 수질 기준 맞춤형 상하수도 시스템 건설

베트남, 인도, 인도네시아, 카자흐스탄 등 아시아 개발국가는 도시화가 진행됨에 따라, 상하수도 시스템 구축이 필요한 상황임

- 베트남은 2020년까지 도시지역 상수도 공급계획 2020, 농촌지역 상수도 공급계획 2020, 도시 하수도와 배수발전계획2020을 수립 및 추진함
- 인도 갠지스, 타밀나두 등에 20억불 규모의 상하수도 개발을 추진함
- 인도네시아의 상하수도 보급률은 20%수준(2010년 기준)에서 2015년 60%목표로 2억달러 규모의 PPP사업을 추진
- 카자흐스탄은 상하수도 시스템 구축을 지속적으로 추진함

이들 국가에서는 1, 2차 산업이 중심으로 농업용수 및 산업용수용 수자원 공급이 필요하며, 용도별로 요구하는 수질에 맞춘 보급형 저비용 상하수도 시스템 건설 필요

사막지역 도시 국가 분산형 상하수처리 시스템 건설

사우디는 도시가 분산되어 있는 거대한 사막지역으로, 원거리 상하수도 인프라 공급이 어려운 지역에 수자원 공급을 위한 소규모 급수시설 및 분산형 하수처리시설 필요

- 수자원이 부족하여 연간 물 사용량(25억m3)의 44%를 담수화를 통해 충당하고 있으며, 2024년까지 463억불을 투자하여 하수정화처리시설을 구축하고 부족한 수자원을 확보할 계획임

알제리 및 리비아의 중남부는 사막지형으로 사람이 거주하지 않으며, 주로 해안가 중심으로 도시가 분포하고 있어 원거리 상하수도 인프라 공급이 어려운 지역에 수자원 공급을 위한 소규모 급수시설 및 분산형 하수처리시설 필요

- 알제리에서는 2차 경제개발 5개년 계획에 따라 64개의 하수처리장을 신설할 계획임

(4) 해외 도시-건축 R&D 분야

중동-아시아 스마트-에코 도시 건설

쿠웨이트, UAE, 사우디아라비아 등 중동 자원 부국에서는 도시건설 시, 탄소배출 저감, 신재생에너지 활용 확대, 폐기물 처리 기능 향상을 포함하는 에코도시 건설계획을 발표

중동지역의 경우 국토 대부분이 사막지반으로 구성되어 물/자재확보가 어려운 건설환경에서 자립형 도시환경이 구축될 필요가 있음

인도네시아, 베트남 등 아시아 신흥국은 ICT 기술을 접목한 스마트 도시 건설수요가 증가하고 있음

동남아시아 지진/홍수 대응 도시건설

동남아 신흥국 중심 신도시 건설수요 증가

동남아시아는 열대성 몬순기후 지역에 속하고 있으며, 우기시 집중강우로 인한 홍수피해가 발생

지진대에 근접하고 있어, 베트남, 인도네시아, 태국 등 국가는 지진으로 인한 피해가 지속적으로 발생

아시아 및 아프리카 신흥국 대상 저비용 공기단축형 모듈 주택 건설

인도네시아, 카자흐스탄, 베트남, 알제리 리비아, 나이지리아 등 아시아 및 아프리카 신흥국에서는 정부주도의 공공주택사업이 추진될 것으로 전망되고 있음

- 베트남은 하노이 신도시, 나베신도시, 북안카잉 신도시 건설사업을 추진하고 있으며 도시건설사업은 지속적으로 확대 추진될 것으로 전망되고 있음

서민 주거안정 및 전후 복구를 목적으로 추진되는 신흥국 공공주택사업은 국내 건설기업 진출 시 수익성 확보에 어려움이 있음

- 예를 들어 알제리의 경우, 평당가격이 200만원에 불과하여 국내 주택사업의 평당가격과 큰차이가 있음

국제스포츠 개최국가 대상 능동형 에너지 제어가능 대공간 구조물 및 빌딩 건설

카타르, 브라질 등 올림픽 및 월드컵 개최국은 대형 스포츠 스타디움, 호텔 건설계획을 발표

카타르, 브라질은 극서 사막기후, 고온다습기후의 특성을 가지고 있음

남미 고지대 주택건설

페루, 칠레, 브라질 등 남미국가에서 주거여건 향상을 위한 서민주택 건설사업이 발표되고 있음

페루, 칠레 등 국가는 대부분이 산지로 구성되어 있으며 브라질의 경우에도 산지 비중이 높아 고지대의 날씨변화, 주택건설 효율성 강화가 요구됨

첨단 스마트 그린빌딩 건설

중동-아시아 권역의 에코-스마트 도시 건설 증가에 따라 스마트그린빌딩 건설 수요가 증가

- 해외 부동산 개발 및 신도시 개발사업 등이 증가하고 있으며, 향후 건설사업이 창출할 수 있는 새로운 부가가치 영역으로 u-City 사업이 주목받고 있음

테러 및 분쟁지역 방폭시설물 상용화

중동, 동남아시아를 중심으로 테러/분쟁에 의한 피해가 증가하고 있음

- 종교 및 정치 갈등으로 인한 중동 및 동남아지역의 공공 및 민간건물의 테러수준은 심각한 상태이며 민주화가 급속도로 진행되면서 내전등도 증가

1997년부터 2002년까지 전 세계에 일어난 테러 중 50%가 비즈니스시설에 대한 공격임

동남아 우기지역 맞춤형 건설재료 및 시공

우기지역(동남아 등)은 지속적으로 증가하고 있음

- 최근 베트남, 라오스, 인도 등 동남 및 서남아시아의 우기지역 건설 공사 발주가 증가 추세에 있으나, 우기 환경으로 인한 공사 중단 일수의 증가로 공기(工期) 준수가 매우 어려운 실정
- 우기 기간중 공사가 중단되기 때문에 이들 지역에서 수행되는 현장공사는 우기기간 만큼 공기(工期)가 늘어나고, 인건비 및 간접비 비용이 늘어나므로 공사 효율성이 낮음

(5) 해외 플랜트 건설 R&D 분야

화산지역 지열발전 설계 및 시공(심부지열발전)

2012년 일반 지열발전(Geothermal Power)의 성장은 약 5%로 그리 크지는 않았으나 최근 선보인 심부지열(Enhanced Geothermal)발전은 현재 생산 중인 지열정(Well)에서 더 많은 양의 에너지를 확보는데 기여할 것으로 보임[132)]

인도네시아는 165MW급 지열발전소 건립을 위해 5억불 투자 예정임

칠레는 에너지원 다변화를 위해 지력 등 신재생에너지 개발 프로젝트를 적극 장려 중

셰일가스 환경오염 방지

국제적으로 셰일가스 개발에 경쟁적으로 참여하고 있는 가운데 무분별한 생산에 따른 환경오염방지에 대한 관심이 증대함

- 셰일가스개발에 따른 환경오염방지 기술은 반드시 필요하며 향후 지속적으로 시장이 형성될 것으로 예상됨

셰일가스 최대 매장국으로 평가받고 있는 중국은 환경오염이 큰 석탄(소비비중 70.2%)을 대체하기 위해 셰일가스 선진국인 미국과 협력하는 등 정부의 적극적 지원을 기반으로 개발 확대중

미국 천연가스 생산량의 8.9%는 셰일가스가 담당하고 있으며 2035년에는 전체 생산량의 24%를 점유할 것으로 전망됨[133)]

아시아지역 전생애주기 패키징 풍력발전 건설

아시아지역 풍력발전 수요가 증가하면서 2019년 966GW, 2030년 3,484GW로 예상되어 예측기간동안의 연평균 성장률은 16%임[134)]

인도는 2020년까지 20GW급의 풍력발전의 전력공급 계획을 수립함[135)]

- 12th Five-Year Plan(2012. 1. 7)에서는 11.2trn (US$252bn)의 투자계획을 명시함

베트남은 전력개발계획 2015(Electricity Development Plan to 2015)에 의해 풍력을 에너지원으로 활용하는 연구가 진행 중

- 풍부한 대체에너지 자원을 보유하고 있는 카자흐스탄은 발전시스템의 다변화를 위해 대체에너지 개발 프로젝트를 개발 중이며, 풍력발전소 10개를 건설할 계획임[136)]

아시아・중남미지역 친환경 소규모 수력발전 건설

2015년까지 전 세계적으로 설치될 수력발전 용량이 1,100 GW에 달할 것이며, 기존의 환경에 큰 영향을 미치는 대규모 수력발전소가 아닌 환경 친화적인 소규모 수력발전소가 대량으로 설치될 것으로 예상함[137)]

인도는 9,500MW급 수력발전소 건설을 위해 220억불 투자 예정임

베트남은 수력발전에 대한 관심이 높아지고 있으며, 추진 예정 프로젝트로는 북부 남딘성에 2021년까지 45억불 규모의 발전소 건설 계획(BOT 방식), 베트남 국영 석탄광물공사(Vinacomin)의 총 13,016MW에 달하는 13개 전력 프로젝트 등이 있음[138)]

카자흐스탄은 '15년까지 총 105억불을 투자하여 8,164MW의 발전설비를 추가하는 '카자흐스탄 전력산업 현대화 프로그램'을 추진[139)]

- 부족한 전력문제 해결을 위해 우선 5,456MW 규모의 발전소(Moinak HPP(수력발전소), Balkhash TPP(화력발전소), Aktau NPP(원자력발전소), Ekibastuzskaya GRES-2(화력발전소) 및 AksuskayaGRES(화력발전소 현대화)를 건설할 계획

브라질은 발전용량 증설 10개년 계획(2008~2017) 추진중으로 수력발전소 프로젝트가 대부분이며 170억불 규모 Belo Monte 수력발전소를 건설중임

콜롬비아는 2015년까지 수력발전소 3기 건설예정임

페루는 다수의 수력발전소 건설을 추진중임

칠레는 40억불 규모의 Aysen 수력발전소 건설을 추진중임

중동지역 대규모 태양에너지 플랜트 건설

중동지역은 일조량이 풍부하여 태양에너지는 차세대 에너지로 각광받음[140)]

UAE는 2030년까지 태양에너지 비중을 5%까지 확대할 계획임[141)]

- UAE는 국제 신재생 에너지 기구(International Renewable Energy Agency, IRENA)유치를 통해 신재생에너지 사업에 박차를 가함

사우디아라비아는 '20년까지 전력수요의 10%를 태양열로 사용할 계획이며, Yanbu Port in the Madina region and Jubail in the Eastern Province 지역에 US$800mn를 투자함[142)]

쿠웨이트는 '20년까지 재생에너지를 이용하여 전력을 10%까지 생산할 5개년 계획을 수립[143]

- 태양열 및 풍속 등 기후적인 요인으로 인해 재생에너지를 이용한 전력 생산에 유리하며, 태양열발전소 건설을 위해 US$16.6mn를 계획함

리비아는 2020 국가재생에너지계획'을 수립, '20년까지 전체 전력 공급의 최소 10%를 태양광과 풍력 등 재생에너지를 통해 충당할 계획임

물부족 국가 시장 선도형 해수담수화 시스템 건설

싱가포르는 60여개의 섬으로 구성되어 있으며, 내부에 하천이 없어 인근 말레이시아에서 수자원을 수입하고 있는 상황으로 해수 담수화를 통한 수자원 확보 필요

- 싱가포르에서는 '60년까지 해수담수화 플랜트 4기를 확충할 계획임

미국은 물사용량이 많아 2025년 36개 주에서 물부족이 예상되며, 해수 담수화를 통한 수자원확보 필요

- 미국에서는 부족한 수자원 확보를 위해 뉴욕 Haverstraw에 2015년까지 담수화 사업 추진

중동의 걸프만 인접한 석유부국인 사우디, 카타르, UAE, 쿠웨이트, 오만 등은 해안가에 위치한 물부족 국가로 해수 담수화를 통한 수자원 확보 필요

아프리카 북부의 석유산출국인 리비아, 알제리는 해안가에 위치한 물부족 국가로 해수담수화를 통한 수자원 확보 필요

- 리비아는 미수라타 및 서트에 담수플랜트가 추진 중이었으나 현재 지연되고 있는 상황
  - 알제리는 2차 경제개발 5개년 계획에 따라 '14년까지 해수담수화 시설을 구축할 계획

물부족 저개발국가 저비용 해수담수화 시스템 건설

인도는 지하수 사용규제로 인해 산업용수용 담수화 플랜트 이용 증가가 예상됨

- 인도 뭄바이에서는 2.6억불 규모의 담수화플랜트 건설을 추진 중임

카자흐스탄은 연 강수량 250mm내외의 건조한 지역으로 수자원이 부족하며, 증발량이 많아 내륙의 호수가 염화가 심화되고 있으며, 수자원 확보를 위한 고염도 염호의 염분제거를 통한 수자원 확보 필요

남미의 페루는 라니냐 현상으로 인한 가뭄으로 물이 부족한 국가이며, 안정적인 식수확보 및 지속가능한 발전을 위해 해수담수화 사업을 국가 우선과제로 추진함

아시아-중남미지역 저비용 태양에너지 플랜트건설

인도는 '22년까지 72,400MW이 전력을 재생에너지로 대체[144]한다고 발표하고 '20년까지 20GW급의 태양열발전, 풍력발전의 전력공급을 계획중임

싱가포르는 전력이 부족한 상황으로 전력확보를 위한 태양열 등 재생에너지의 비율을 높일것으로 전망됨[145]

카자흐스탄은 발전시스템의 다변화를 위해 대체에너지 프로젝트를 개발중이며 태양력 발전소 5개를 건설할 계획임[146]

멕시코는 에너지절약위원회를 통한 태양열 온수촉진프로그램(PROCASOL)과 농림부를 통한 농업 재생에너지 개발 촉진 프로그램 등 태양열 에너지 사용설비 개발을 추진함[147]

안전성 향상을 위한 수출전략형 중소형원전 건설

베트남은 '30년까지 원전 14기 건설예정임

인도네시아는 '25년까지 80억달러 규모 원전(6GW)를 계획중임

인도는 '30년까지 1,500억달러 규모의 원전건설을 추진하고 있음

카자흐스탄은 '21년까지 40~50억달러 규모의 악타우 원자력 발전소를 건설할 계획임

싱가포르는 '20년까지 1,000MW급 원자력발전소 건설계획을 수립중임

사우디아라비아는 '30년까지 16기 원전발전소 보유를 목표로 약 1,000억달러 투자를 계획중임

쿠웨이트는 '22년까지 4기의 원전발전소를 건설할 계획이나 후쿠시마사태 이후 부정적인 상황임

브라질은 59억달러 규모의 1,400MW급 AngraIII 원자력 발전소를 추진함

멕시코는 '22년까지 원전 4기를 추가 건설할 계획임

남아프리카공화국은 '30년까지 원전 6기(9.3GW)건설 계획을 수립함

터키는 '20년까지 5,000MW의 원자력 발전시설을 건설하고자 하는 계획하에 흑해 지방에 원자력발전소 건설을 추진 중에 있음

아시아지역 저비용 석탄가스화 복합플랜트 건설

베트남은 '20년까지 75,000MW 전력을 확보하기 위해 전력부문에 US$48.8bn를 투자할 계획임

- 2011년 전력 생산 총 설비용량은 24,000MW이며, 석탄의 비율을 '11년 17.7%에서 '20년 48% 비중으로 확대할 계획임

인도는 초대형 화력발전소 건설 프로젝트(UMPPs)에 약 160억 루피를 투자할 예정임

중동지역 열병합 발전플랜트 건설

이란은 2010년 7월 최초의 민간 보유 CHP(열병합발전, Combined production of Heat and Power) 발전소가 공식적으로 테헤란에 최초 가동을 시작한 이후 전국적으로 설치가 확대됨148)

- 농촌지역을 중심으로 자체 발전설비 가동을 위해 CHP 설치를 본격화하고 있어 장기적으로는 대규모 화력발전소를 상당 부분 대체할 것으로 전망함

---

108) Railway Gazette International(2012), "A Record-breaking export order", Vol. 168, No.7
109) Government of India Ministry of Railways(2009), "Indian Railways Vision 2020"
110) KOTRA(2009), "Global Investment Report"
111) Railway Technology(2013), "rail way projects in India"
112) BMI(2012), "Kazakhstan Infrastructure Report"
113) KOTRA(2012), "인도네시아 교통인프라 확충계획"
114) Government of India Ministry of Railways(2009.), "Indian Railways Vision 2020"
115) 남미지역 해안지역은 해일 등의 피해 발생
116) Railway Technology(2013), "Industry Projects"
117) International Monetary Fund(2013)
118) Vietnam Railways(2011)
119) JIJI PRESS(2013), "新幹線計画「減速」＝時速２００キロ線を優先－貨物輸送も重視・ベトナム"
120) BMI(2012), "South Africa Infrastructure Report"
121) 엔지니어링 데일리(2012), "알제리, 45억달러 규모 철도 프로젝트"
122) 주알제리대한민국대사관(2011), "알제리 건설플랜트 시장 동향"
123) KOTRA(2008), "나이지리아의 주요산업"
124) Railway Technology(2013), "Industry Projects"
125) 1000개의 화산과 지진과 해일 등 자연 재해 피해
126) KOTRA(2009), "Global Investment Report"
127) Railway Technology(2013), "Industry Projects"
128) "인도네시아 교통인프라 확충계획
129) Carl Franzen(2013), "Mexico Plans Passenger Rail Revitalization, High-Speed Line", TPM
130) Carl Franzen(2013), "Mexico Plans Passenger Rail Revitalization, High-Speed Line", TPM
131) BN americas 및 KOTRA & Globalwindow(2007), "중남미지역 10년 내 3大프로젝트"
132) KISTI 글로벌동향브리핑, 2013.4.22
133) 플랜트/엔지니어링산업 시장동향과 기술개발전략, 지식산업정보원, 2013.1
134) 플랜트/엔지니어링산업 시장동향과 기술개발전략, 지식산업정보원, 2013.1
135) BMI 보고서
136) 코트라 홈페이지_국가별 주요 산업동향
137) Global Hydro Power Report Ed1 2011, Research and Markets

1.2.4 [Stage IV] 기술수요조사 및 전략프로젝트 도출

유망사업아이템별 기술수요조사 수행

국토교통분야의 종사 기업, 해외건설협회에 등록된 기업을 대상으로 총 18,656건의 수요조사서 발송

- 조사기간: 2013년 4월 15일 ~ 2013년 5월 3일
- 조사방법: E-Mail을 활용한 전자설문
- 회수건수: 159건

수요조사 응답은 교통인프라분야가 65건(41%)으로 가장 많으며, 응답 기관별로는 모든 분야에서 기업의 수요가 많은 것으로 나타남

- 교통인프라분야 65건 중 기업의 수요조사 응답건수는 29건(45%)으로 가장 높으며, 다음은 28건(43%)이 연구기관임
- 수자원분야 30건 중 기업의 수요조사 응답건수는 19건(64%)으로 가장 높으며, 그 다음은 8건(27%)이 대학
- 도시-빌딩분야 39건 중 기업 및 연구기관의 수요조사 응답건수는 각각 15건(38%)으로 가장 높으며, 그 다음은 9건(22%)이 대학
- 그린에너지분야 25건 중 기업의 수요조사 응답건수는 18건(72%)으로 가장 높으며, 그 다음은 4건(16%)인 연구기관임

138) 해외건설시장 편람, 국토해양부, 2011. 11.
139) 해외건설시장 편람, 국토해양부, 2011. 11.
140) Gulf News
141) UAE대외무역부
142) BMI보고서
143) 해외건설시장 편람, 국토해양부, 2011. 11.
144) India's Ministry of New & Renewable Energy
145) BMI 보고서
146) 코트라 홈페이지_국가별 주요 산업동향
147) 코트라 홈페이지_국가별 주요 산업동향
148) www.Globalwindow.org

[표 Ⅳ-5] 유망사업아이템별 기술수요조사 응답 현황

구분	대학	중소기업	대기업	기업	연구기관	소계
교통인프라	8 (12%)	20 (31%)	9 (14%)	29 (45%)	28 (43%)	65 (100%)
수자원	8 (27%)	11 (37%)	8 (27%)	19 (64%)	3 (10%)	30 (100%)
도시-빌딩	9 (22%)	9 (23%)	6 (15%)	15 (38%)	15 (38%)	39 (100%)
그린에너지	3 (12%)	10 (40%)	8 (32%)	18 (72%)	4 (16%)	25 (100%)
합계	28 (18%)	50 (31%)	31 (19%)	81 (50%)	50 (31%)	159 (100%)

유망사업아이템별 전문가자문회의를 통해 전략프로젝트 후보군 도출, 중복성 검토 및 우선순위 평가를 통해 상세기획 대상 전략프로젝트 도출

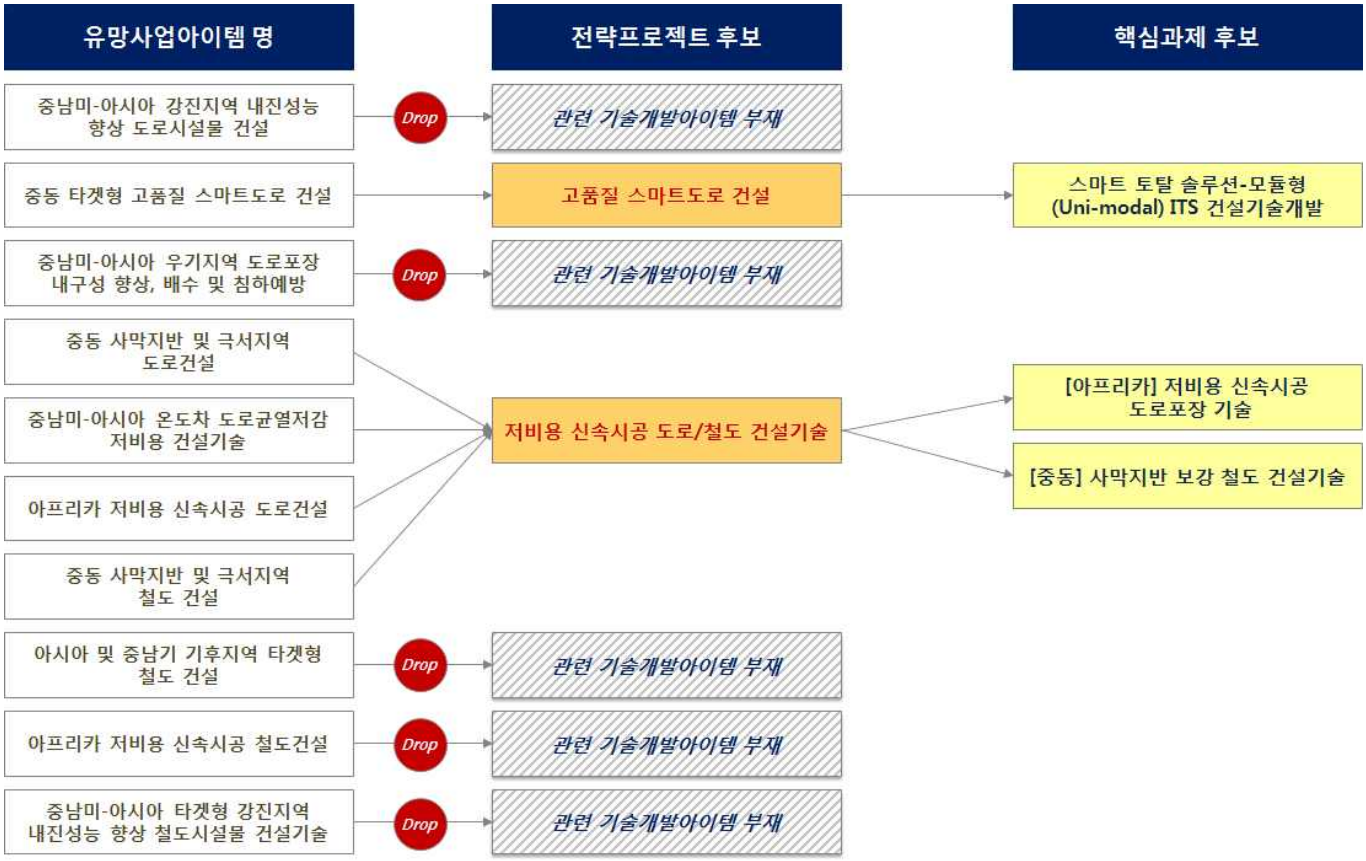
유망사업아이템별 전문가 자문위원회를 통해 기술수요조사 결과와 유망사업아이템별 기술동향/수준을 검토하여 전략프로젝트 후보군을 도출

- 1차 전문가 자문위원회: 기술수요조사 시, 관련 기술개발아이템 미제안 과제, 관련 기술개발아이템이 타 유망사업아이템과 유사한 유망사업아이템을 전략프로젝트 도출 검토 대상에서 배제
  - 총 33개 유망사업아이템 중 기술수요조사에서 관련 기술개발아이템이 제안되지 않은 유망사업아이템 18개를 전략프로젝트 도출 검토 대상에서 배제
  - 유망사업아이템별로 제안된 기술개발아이템 검토를 통해 도출된 전략프로젝트 후보는 8개임
- 2차 전문가 자문위원회: 전략프로젝트별 Working Group을 구성 후, 전략프로젝트 후보군을 구성하는 핵심과제 개념, 목표, 구성 중점과제 체계 작성 계획 수립

국토교통 R&D 중장기계획 추진과제 분석을 통해 전략프로젝트 구성 핵심과제의 중복성 검토

핵심과제 단위 우선순위 평가를 통해 최종 상세기획 대상 전략프로젝트 도출

- 평가자: Working Group
- 평가기준: 기술개발성공가능성, 기술적 파급효과, 공공성



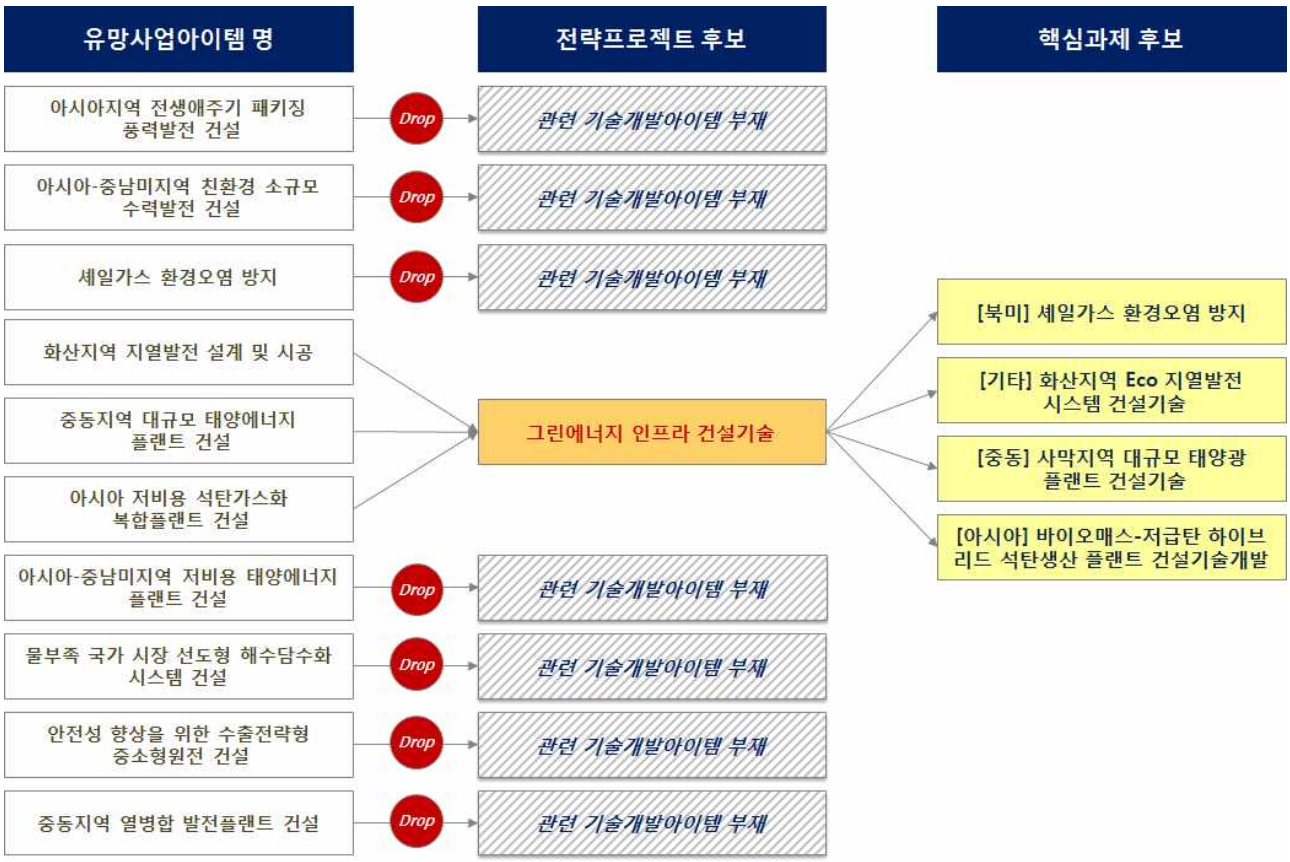
[그림 Ⅳ-4] 전략프로젝트 후보군 도출(교통인프라)



[그림 Ⅳ-5] 전략프로젝트 후보군 도출(물관리)



[그림 Ⅳ-6] 전략프로젝트 후보군 도출(도시건축)



[그림 Ⅳ-7] 전략프로젝트 후보군 도출(그린에너지)

[표 Ⅳ-6] 핵심과제 우선순위 평가 결과

핵심과제	기술개발 성공가능성	기술적 파급효과	기술의 공공성	합계	우선순위
해외시장진출 경쟁력 강화를 위한 종합지원시스템 구축	4	5	5	14	1
[아시아] 저비용 상하수처리시스템 건설기술	4	4	4	12	2
[아시아-아프리카] 생산성 향상 모듈주택 건설기술	4	4	4	12	2
[아시아] 우기지역 맞춤형 건설재료 및 시공기술	3	4	4	11	3
[아시아] 바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄 생산 플랜트 건설기술	5	3	3	11	3
[아프리카] 저비용 신속시공 도로포장 기술	4	4	3	11	3
중소/엔지니어링 기업 맞춤형 수행지원 시스템 구축	3	3	5	11	3
[중동] 사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술	3	3	4	10	4
[중동] 사막지반 보강 철도 건설기술	4	3	2	9	5
[중동-아프리카] 고효율 물공급시스템 건설기술	3	3	3	9	5
[중동-아시아] 산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발 기술	3	3	3	9	5
[중남미] 다우 하천유역 돌발 홍수 예경보 및 재해관리 시스템 건설기술	3	3	2	8	6
[기타] 화산지역 ECO 지열발전 시스템 건설기술	3	2	3	8	6
[중동] 스마트 토탈 솔루션 - 모듈형(Uni-modal) ITS 건설기술개발	2	2	3	7	7
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

상세기획 대상 전략프로젝트

1. 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진 분야

가. (전략프로젝트) 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술

(핵심과제) [아프리카] 저비용 신속시공 도로포장 기술

(현안) 아프리카 국가의 경우 70~80%는 비포장도로이며 노후화로 인해 도로 포장 확대 및 개보수가 시급한 상황으로, 고급 도로 포장 보다는 저비용/신속시공 도로포장 필요

※ 아프리카 주요 국가의 도로 총 연장 133,800km 중 도로포장율은 약 20%

※ 남아프리카공화국의 도로 시장은 2012년 15억 달러에서 2021년 43억 달러까지 성장 예상

(과제) 저비용/신속시공을 위해 비용이 저렴한 유화아스팔트 활용 2층 구조 단순화 칩씰 포장기술 및 기존 아스팔트 포장을 현장에서 바로 재활용하는 도로 포장 기술 개발

※ Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장단면 설계 및 시공 기준 확보 필요

(핵심과제) [중동] 사막지반 보강 철도 건설기술

(현안) 중동 사막 및 연약지반 안정성 확보 지반보강 기술 필요

※ '20년까지 1,300억불 규모 철도 인프라 사업 추진 중 (GCC)

(과제) 사막지반 특성을 고려한 침하예측 및 배수시스템, 토목섬유 보강 쇄석말뚝공법, 성토지지 말뚝공법 기술을 개발하여 연약지반 보강 및 경제성 확보

나. (전략프로젝트) 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술

(핵심과제) [아시아] 저비용 상하수처리 시스템 건설기술

(현안) 아시아 다우지역 저소득 국가들은 비소 등의 오염물질이 우수와 함께 수원에 다량 유입되고 있으며, 지진/쓰나미로 인한 관로손상으로 물손실 심각
베트남은 2020년까지 도시/농촌에 상하수도 공급 및 배수발전 계획 수립 추진

※ 인도 갠지스, 타밀나두 등에 20억불 규모 상하수도 개발 추진

※ 인도네시아는 상하수도 보급률을 (20%(2010) → 60%(2015)) 높이기 위해 2억불 사업 추진

(과제) 비소제거 흡착여재 개발, 굴패각/야자껍질 활성탄 등 현지여재 활용 저비용 수처리 기술, 현지 적합 저비용 강변여과 및 지하수처리 기술, 내진성능 확보 상하수관로 재질 선정 및 구축, 관로 누수 모니터링 기술개발 필요

(핵심과제) [중동-아프리카] 고효율 물공급시스템 건설기술

(현안) 중동, 북아프리카 사막지역은 수자원이 부족한 지역으로 해수담수 및 하수재이용 등 다양한 수자원 확보 시설과 확보된 수자원 손실을 최소화하는 시설 필요

※ 알제리는 60여개 하수처리장, 16개 해수담수화 시설 건설 예정

※ 사우디아라비아는 상수시설 운영관리 및 하수시설, 발전담수플랜트 투자 집중

※ UAE는 도시화에 따라 하수재이용 시장 확대되고 있으며 발전담수플랜트 추진

※ 중동지역은 약 150억불 규모의 하폐수 처리시설 건설 계획 수립

(과제) 기존 해수담수공정 효율화 해수간접취수시설 실증, 물재이용 하수처리 시스템(재이용율 30%이상), 물손실 최소화 용수공급관로 누수모니터링 및 관리(누수율 7% 이하) 기술개발 필요

다. (전략프로젝트) 생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술

(핵심과제) [아시아-아프리카] 생산성 향상 모듈주택 건설기술

(현안) 모듈주택은 기존 주택건설대비 저가, 신속시공 특성으로 신흥국 공공주택시장에 적합한 기술이나, 극서 · 고온 기후 단열성능 확보 기술, 공장 수작업 생산 및 수송최적화 기술 미흡

※ 아시아, 아프리카 신흥국의 서민 주거안정, 전후복구 목적 공공주택 시장 활성화 전망(나이지리아 '20년까지 공공주택 1040만 채, 알제리 '14년까지 매년 175,000호 주택 공급, 인니 수요 대비 공급 부족으로 공공주택 보급 확대 계획('11년 수요 43만 호 공급 24만 호 등)

※ 최근 국내에 건설된 포스코 A&C 모듈주택의 평당 건설단가는 500만원, 알제리 평당 건설단가는 200만원

(과제) 부재/접합부 단열, 보급형 실내 공조기술 향상으로 극서 · 고온환경 적용성 제고, 기존 공장 수작업 생산에서 자동생산을 위한 기술 확보, Folding 구조 등 활용 수송비용 절감기술 개발

(핵심과제) [아시아] All-Weather Construction 기술

(현안) 동남아시아 건설 시공 시, 폭우로 인한 공사 중단 일수 증가로 공기 및 비용증가 국내 기업의 주요 진출 시장인 동남아시아에서 도시, 빌딩, 주택건설수요가 지속 증가

(과제) 우기시 적용 가능 콘크리트 재료, 방수형 거푸집, 슬래브 역타설 공법을 통한 터파기 안정성 제고기술개발을 통해 우기시 공사 수행조건을 완화

2. 미래 해외시장 창출형 선도기술개발

가. (전략프로젝트) 산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술

(핵심과제) [중동-아시아] 산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발 기술

(현안) 국내 기업은 다양한 국내 도시건설 경험을 가지고 있음에도 불구, 마스터플랜 선제안, 도시계획단계 참여 등이 요구되며, 국내외 기술표준 차이에 의해 국내 스마트 도시 기술 해외 적용 미흡

※ 아시아 신흥국 중심 ICT 기술접목 스마트도시건설 수요증가, 국내 기업은 수익성이 낮은 수주ㆍ시공 사업에 치중

(과제) GIS Toolbox, 도시계획 의사결정지원체계 개발로 도시 모델 선제안 및 산업/인프라 패키지 진출, 국내 u-GIS 기반 도시시설물관리기술의 중동/아시아 네트워크 표준 반영 응용기술개발

나. (전략프로젝트) 그린에너지 인프라 건설기술

(핵심과제) [아시아] 바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄 생산 플랜트 건설기술

(현안) 인도네시아, 몽골 등 대규모 저급탄 보유국은 저급탄의 고수분, 고휘발 성분에 의한 대기오염 및 낮은 열량으로 인한 발전소 발전출력저하, 환경/설비부하 문제 증대

※ 인도네시아 정부 및 기업은 저급탄 이용 친환경 연료생산 및 고부가가치화 공정의 현지 Test-bed 구축에 의한 실증을 지속적으로 요구

(과제) 바이오매스 활용 저급탄의 고수분, 고휘발 성분 처리를 통한 친환경 연료생산 및 고열량화 등의 고부가가치화 기술개발 필요

※ 저급탄 활용 친환경/고부가가치화 연료생산 Pilot Plant 구축을 통한 연료생산기술 실증 추진 필요

(핵심과제) [기타] 화산지역 ECO 지열발전 시스템 건설기술

(현안) 많은 지열자원을 보유하고 있는 인도네시아, 필리핀 등 전통 화산지대 지열발전 국가에서는 지열수의 고갈, 사용 후 지열수내 독성물질(유황 등) 처리 등의 문제 심각

※ 2050년 전세계 지열발전의 설비용량은 약 200GW로 2010년 10.7GW의 약 20배에 달하는 폭발적인 성장 예측됨(IEA Geothermal road map, 2011)

(과제) 화산지역 지열발전 시 지열수 고갈문제 해결을 위한 지열수 순환시스템 기술개발, 사용 후 지열수내 독성물질(유황 등) 해결을 위한 처리기술개발 필요

※ 화산지대 지열발전소 기술개발은 현지 Test bed의 건설을 통한 실증을 거쳐야 해외진출이 가능함

(핵심과제) [중동] 사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술

(현안) 중동지역 태양광 발전은 사막지역 혹한환경(고온, 사막먼지)등으로 발전효율이 저하되거나 시스템 유지/관리에 막대한 비용이 소요되는 문제가 있음

※ 중동은 '20년까지 35~45GW의 태양광 설치가 예상되는 글로벌 신흥시장으로 사우디아라비아 공기관인 리야드테크노밸리(RTV)와 첨단도시개발위원회(KACST)는 최근 우리나라 정부에 태양광 사업 협력 요청

(과제) 사막용 태양광 플랜트의 내구성확보기술, 모니터링 분석기술, 청정화 유지기술, 유지관리기술 등 사막지역 혹한환경 대응기술개발 필요

3. 해외건설 R&D 인프라 구축

가. (전략프로젝트) 해외건설 정보 및 사업지원시스템

(핵심과제) 해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축

(현안) 중소·ENG의 해외시장 진출에 필요한 정보로 국가별 사업발주/계약 절차, 표준/기준, 시장, 자재조달, 리스크 정보 등으로 다양하나 현재 제공되는 서비스는 국가별 수주, 건설사업 공고에 한정

※ 국내외 대형건설사의 경우 독자적 정보체계 마련

※ 국가별 리스크 평가, 사업수익성 평가, 최적화 자재조달 네트워크 제안을 위한 국가표준의 평가방식 부재 및 평가 parameter별 데이터 축적 미흡

(과제) 최적자재조달 네트워크, 국가별 리스크 평가 및 예측, 사업소요비용 및 수익성 예측 알고리즘 개발 및 시스템 구축

(핵심과제) 중소·ENG사 해외사업 수행지원시스템 구축

(현안) 중소·ENG사 해외 사업 수행 시, 현장조직 관리 미흡, 분쟁 및 클레임 대응력 부족, 상시 리스크 평가 역량 부족이 대표적 수익성 저하요인이나, 지속적 역량개선을 위한 서비스가 미흡함

※ 중소기업청에서 계약 및 클레임 대응, 해외사업 수행 지원을 위한 컨설팅 서비스를 제공하고 있으나 단발성으로 그침

(과제) 진출기업 타입별/공사종류별 공사프로세스 최적화 및 리스크평가 시스템을 구축하여 중소·ENG사 대상 상시 사업수행이 가능토록 국가차원 지원

나. (전략프로젝트) 글로벌 R&D 네트워크 구축

(핵심과제) 해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력

(현안) 해외선진기술흡수-국내기술이전 및 인지도 향상을 목적으로 추진된 건설교통 국제공동 연구개발사업 및 기술협력 부재

※ 선진국 기술흡수, 개발도상국과의 호혜적 연구 및 기술이전 등을 위한 기술협력 및 국제공동연구 추진 필요

(과제) 권역별 수요 대응 및 전략적 국제공동연구 수행과 국제공동연구성과 실용화를 위한 국제 표준 및 기술 인증 방안 연구 추진 필요

(핵심과제) 글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축·운영

(현안) 현지 기술협력 및 인력교류, 정보획득, 기술마케팅, 성과이전·확산 등을 추진하기 위한 글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축·운영 필요

(과제) 해외건설 지역거점 R&D센터 구축·운영, 현지-국내 인력교류/교육 프로그램 개발, 대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구 추진

1.2.5 [Stage V] 중점추진분야 과제 구성

사업추진방향에 따른 중점추진분야 구성

단기 및 중장기 구분, 중소기업 지원고려 중점추진분야 전략프로젝트 구성

[표 Ⅳ-7] 중점추진분야별 전략프로젝트 구성

중점추진분야	전략프로젝트	핵심과제
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도건설기술	[아프리카] 저비용 신속시공 도로포장 기술
		[중동]사막지반 보강 철도 건설기술
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술개발	[아시아]저비용 상하수처리 시스템 건설기술
		[중동-아프리카]고효율 물공급시스템 건설기술
	생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술	[아시아-아프리카]생산성 향상 모듈주택 건설기술
		[아시아] All-weather Construction 기술
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	[중동-아시아]산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술
	그린에너지 인프라 건설기술	[아시아]바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술
		[기타]화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술
		[중동]사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
		중소·ENG사 해외사업 수행 지원시스템 구축
	글로벌 R&D 네트워크 구축	해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
		글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영

1.2.6 [Stage IV] 전략프로젝트 상세기획

전략프로젝트별 Working Group 구성을 통해 상세기획 추진

기술개발목표, 구성기술, 연구내용, 추진전략 등

- 전략프로젝트 상세기획은 진출대상국 건설환경 여건에 특화될 수 있도록 기획
- 정량적/정성적 기술개발목표 제시
- 연구내용은 기존 국토교통연구개발사업의 연계 및 차별화 방안을 구체적으로 제시토록 함

전략프로젝트 상세기획결과는 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원과 협의를 통해 목표, 연구내용 등을 최종 조율

1.2.7 [Stage IIV] 기술로드맵 수립

해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 중점추진분야는 ‘14년 이후 3년간 추진

후속 현지 실증과제는 국토교통연구개발사업 완료과제에 대한 주기적 모니터링을 통해 해외시장에서 파급력이 높은 기술개발과제를 발굴예정

미래 해외시장 창출형 선도기술개발 중점추진분야 내 전략프로젝트는 구성핵심과제 우선순위 평가, 전체 사업 예산 추이를 고려하여 착수 시점을 결정

해외건설 R&D 인프라 구축 중 글로벌 R&D 네트워크 구축 전략프로젝트는 사업기간 내 지속 지원

2. 사업의 주요내용

2.1 사업 추진 방향 설정

2.1.1 기술개발 추진 방향

시장 확대 유망 국가 진출 위한 현지 실증·적용 사업 추진

중동, 아시아, 중남미, 아프리카 국가별 건설환경 여건 및 시장 수요 최적화 기술 개발

- 중동, 아시아, 중남미, 아프리카를 중심으로 SOC 인프라 및 신도시 수요 급증 전망, 유망시장 형성
- 저개발 국가 및 신흥국의 저비용 SOC 및 주택건설 기술 개발 니즈 큼
- 국내 환경과 다른 우기, 혹서, 사막환경, 재해 및 수자원 특성 등을 고려한 기술개발 요구됨

기 연구성과 해외적용, T/B 구축 통한 기술 실증 및 현지화 추진

- 기존 국토교통연구개발사업은 건설기술 전 분야에 걸쳐 추진되었으며 선진국 수준 기술역량 확보에 중점
- 해외시장 진출을 위한 구체적인 추진전략 부재로 사업성과의 해외진출 연계 미흡

  ※ 국토교통연구개발사업을 통한 연구성과의 해외건설 적용사례 미미

  ※ 건설신기술 보유 기업의 관련 기술 해외시장 적용률은 0.16%('11.12.기준)로 미흡

중견·중소기업의 해외건설 경쟁력 강화 기술개발 추진

중견·중소기업 중심의 해외건설 기술역량 강화 R&D 추진

- 중소기업의 해외수주 비중 확대와 수익성 제고 지원이 시급

  ※ '11년도 해외건설 수주 금액 대기업 비중 91.8%, 중소기업 8.2% 불과

  ※ 중소기업 적자공사비율은 대기업(20%수준) 보다 높은 30% 수준

- 중소기업의 해외진출을 위한 소재, 장비 및 전문공종별 요소기술, 기획·설계 및 시스템-엔지니어링 등 기술 및 사업관리역량 강화를 통해 대기업과 해외 동반 진출 또는 독자 진출 지원

소재·장비 및 설계·엔지니어링 원천 기술개발 추진

- 유망시장에 특화된 도로포장, 물공급, 특수환경 시공 등을 위한 소재·장비 원천기술개발 추진

- 특수 도로, 물순환, 모듈주택, 스마트도시, 신재생에너지 플랜트 건설을 위한 설계·엔지니어링 원천기술개발 추진

- 중소기업의 사업관리역량 강화를 위한 중소ENG사 해외사업 수행지원시스템 구축

IT・SW 융합 및 그린에너지 등 미래 시장 선도형 창조경제 R&D 추진

산업/인프라 패키지형 도시, 스마트 그린 모듈형 도로 등 IT·SW 융합 건설기술 개발

- 국내 신도시개발 Know-how를 기반으로 신흥국 신도시 마스터플랜 제안, 도시계획 및 설계, GIS 프로그램 개발 등 IT·SW융합 건설기술개발 추진

- 스마트 그린 인프라 건설 및 모듈화 기술 글로벌 트렌드를 고려한 창조적 건설기술 개발

태양광 및 지열발전 플랜트 등 그린에너지 건설기술개발 추진

- 시스템 보다는 요소 기술 중심으로 R&D가 추진되었던 신재생에너지 플랜트 분야의 시스템 건설 기술 개발 추진

※ 태양광 플랜트의 경우 모듈, array, 인버터 등 요소기술은 개발되어있으나 시스템 건설기술개발은 미흡

※ 지열 발전 플랜트는 탐사, 타당성평가, 시스템 건설기술을 포괄하는 전주기 연구는 전무함

- 사막지역 대규모 태양광 플랜트, 화산지역 지열발전 플랜트 등 신시장 개척형 기술개발 추진

※ 중동은 '20년까지 35~45GW 태양광 설치 예상, 사우디 RTV, KACST 최근 우리나라에 협력 요청

※ '50년 전 세계 지열발전 설비용량은 약 200GW로 '10년 10.7GW의 약 20배 성장 예측(IEA,'11)

글로벌 기술협력 정보・네트워크 구축 등 해외건설 R&D 인프라 구축

해외건설 기술협력 종합정보시스템 및 중소업체 해외사업 수행지원시스템 구축

- 해외진출 국내 기업의 해외건설 시장/기술에 대한 신속한 정보 니즈 큼

- 중소업체의 기획 및 사업·리스크 관리 역량이 크게 미흡하나 조직적·재정적 한계로 자체적 역량 강화가 어려운 실정

※ 국내 프로젝트 기획, 사업성분석, 설계관리, 시공성분석, 사업계획 등은 선진국의 60% 수준

글로벌 R&D 협력 인프라 및 네트워크 구축

- 건설교통분야 글로벌 R&D 협력 인프라 구축 미흡

- 기술개발성과의 현지 적용과 Test-Bed 구축, Track Record 확보 등을 위해 현지 협력 및 네트워크 구축이 반드시 필요하며, 중장기적 투자 요구됨

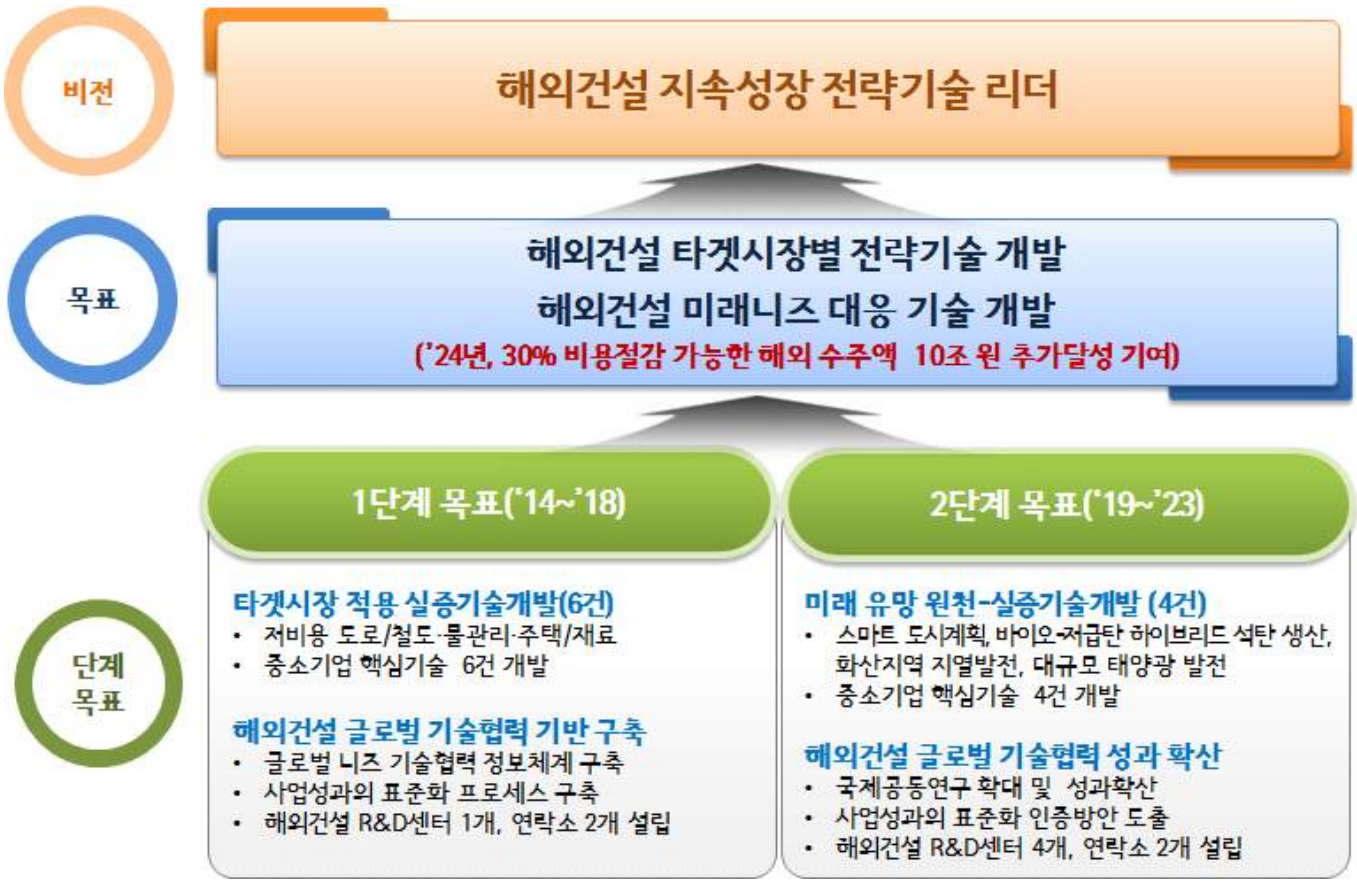
- 해외건설 수주와 연계되는 현지 특화 정보 확보 및 기술마케팅 추진 현지 거점 필요

2.1.2 SWOT 분석

내부 환경 분석	【 강 점(S) 】	【 약 점(W) 】
	▪ 해외건설수주액의 **양적 확대** 지속 ▪ **단기간** 내 **고성장 및 인프라 구축** 경험 ▪ IT 등 **기술강국**으로서 **국가 이미지 제고** ▪ **해외건설 확대**를 위한 **정책적 의지** 확고 ▪ 내수한계 극복 및 중장기 생존을 위한 **해외시장 진출에 대한 기업의지 확고** ▪ VC-10 및 건설교통연구개발 중장기계획 등 미래지향적 **연구개발사업 기 추진**	▪ 해외건설수주의 **권역 및 공종 다변화 미흡** ▪ **해외건설 과당경쟁 심화 및 수익성 저조** ▪ **고부가가치 기술력 미흡** ▪ 해외 **시장 타겟형 전략 상품 부재** ▪ **국토교통 R&D사업 해외진출 연계 성과 미흡** ▪ 해외건설사업 연계 및 기반이 되는 **글로벌 네트워크 구축 미흡** ▪ 상위 대형건설사를 제외한 다수 **중소기업의 해외건설 진출 역량 미흡**
외부 환경 분석	**【 기 회(O) 】**	**【 위 협(T) 】**
	▪ 지속적 **해외건설시장 확대** 전망 ▪ 신흥국 도시인구 증가로 인한 **신도시 인프라 수요 급증** ▪ **스마트-에코 도시, 그린에너지, 통합물관리** 등 **기후변화 대응 미래시장** 개화 ▪ 해외건설 **발주트렌드 변화로** 신규시장 진출 및 기존 점유율 확대 가능	▪ **중국** 및 **터키** 등 **가격경쟁력** 우위 국가의 해외시장 점유 확대 ▪ **선진 글로벌 기업**의 기회 선점 ▪ 경쟁국들은 **해외건설 특화 연구조직**을 통해 사업관리 및 시스템엔지니어링 역량 강화 ▪ 경쟁 기**업들의 긴밀한 현지화** 및 **M&A 전략**으로 국내 기업의 사업 참여 기회 상실

SO 전략	▪ 국내 인프라 구축 노하우 결합한 **신흥국 타겟형** 도시 및 인프라 건설 니즈 대응 기술 경쟁력 확보 ▪ **그린에너지 플랜트** 경쟁력 강화 및 대상권역/국가 확대 ▪ IT 등 **융복합 건설기술력과** Total Solution Service 대응 **소프트 기술력의 유기적 결합** ▪ 종료 연구개발사업 중 **후속 실용화 지원**으로 해외시장 진출 전략기술 개발	**WO 전략**	▪ 도시 및 인프라 등 토목, 건축의 **수주 경쟁력 확대** 및 **시장 타겟형 전략상품 개발** ▪ R&D성과의 **현지 실증·실용화 추진** ▪ 도시 및 인프라 건설, 재난재해 대응 및 그린건설, 그린에너지-플랜트 분야 **고부가가치 기술력 확보** ▪ 발주트렌드 변화에 대응하는 **중소기업 해외진출 역량 강화**
ST 전략	▪ 국내 성공 노하우와 IT등 기술 역량 결합을 통한 중국·터키 등 **가격경쟁력 우위 국가와 차별화** ▪ 국가 정책적 의지와 내수한계 극복 기업의 의지를 통해 **현지 수요 대응형 Reverse Innovation 추진**	**WT 전략**	▪ 기획·계약·사업·리스크 관리 등 **전주기적 해외건설 시스템 및 엔지니어링 역량 강화**로 선진 글로벌 기업 수준의 수주경쟁력 확보 ▪ **중소기업의 현지 니즈 대응 역량 강화** ▪ 해외사업 연계·기반 **네트워크 확보**를 위한 개별기업, 정부 해외건설 네트워크 통합 및 고도화

2.2 비전 및 목표



비전: 해외건설 지속성장 전략기술리더

국내 건설기업의 글로벌 경쟁력은 세계 9위 수준이나 기초-원천 기술력이 미흡하고 시공 이외 사업기획, F/S, 기본설계 등에서 선진국 대비 기술력 열위

해외건설 타겟 시장 최적 전략기술개발을 통해 경쟁기업 대비 전략적 우위를 확보하고 미래니즈 대응 기술개발을 통해 선진기업들과 기술경쟁력에서 대등하면서 중국, 터키 등 후발국 기업들보다 고부가가치를 제공할 수 있는 기술역량 확보

목표: 1) 해외건설 타겟시장별 전략기술개발
2) 해외건설 미래니즈 대응 기술개발

단계별 목표

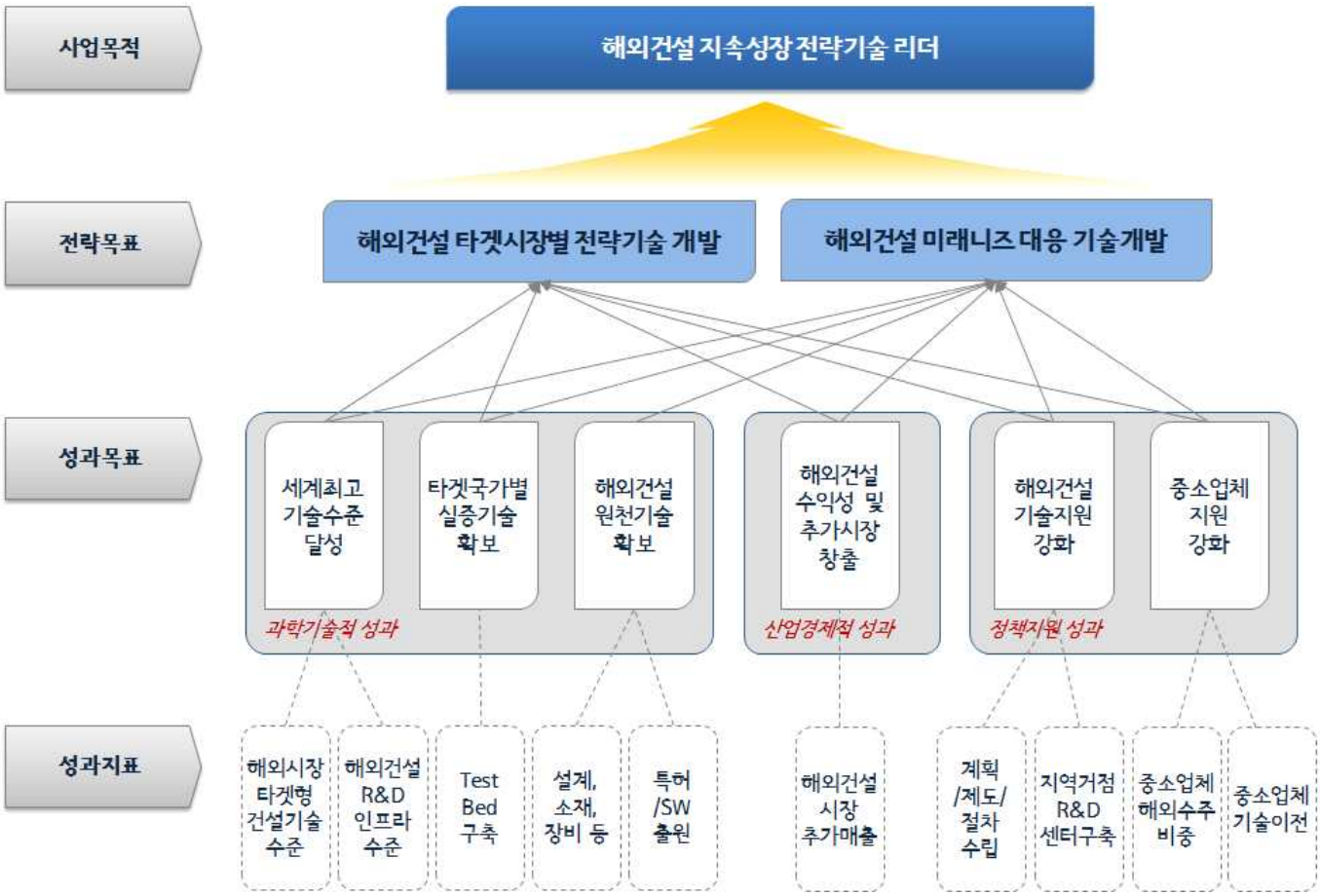
1단계(2014년 ~ 2018년) :

- 중동·아시아·아프리카 권역 국가를 타겟으로 한 저비용 도로/철도 · 물관리 · 주택/재료 등 실증기술개발 6건(중소기업 핵심기술 6건 개발)
- 해외건설 글로벌 기술협력 기반 구축
  - 글로벌 니즈 기술협력 정보체계 구축, 사업성과의 표준화 프로세스 구축, 해외건설 R&D 센터 1개소, 연락소 2개소 설립

2단계(2019년 ~ 2023년) :

- 중동·아시아·아프리카 권역 국가를 타겟으로 스마트 도시계획, 그린에너지 인프라 건설 원천-실증기술개발 4건(중소기업 핵심기술 4건 개발)
- 해외건설 글로벌 기술협력 성과 확산
  - 국제공동연구 확대 및 성과확산, 사업성과의 표준화 인증 방안, 해외건설 R&D 센터 4개소, 연락소 2개소 설립

사업 성과목표 및 성과지표

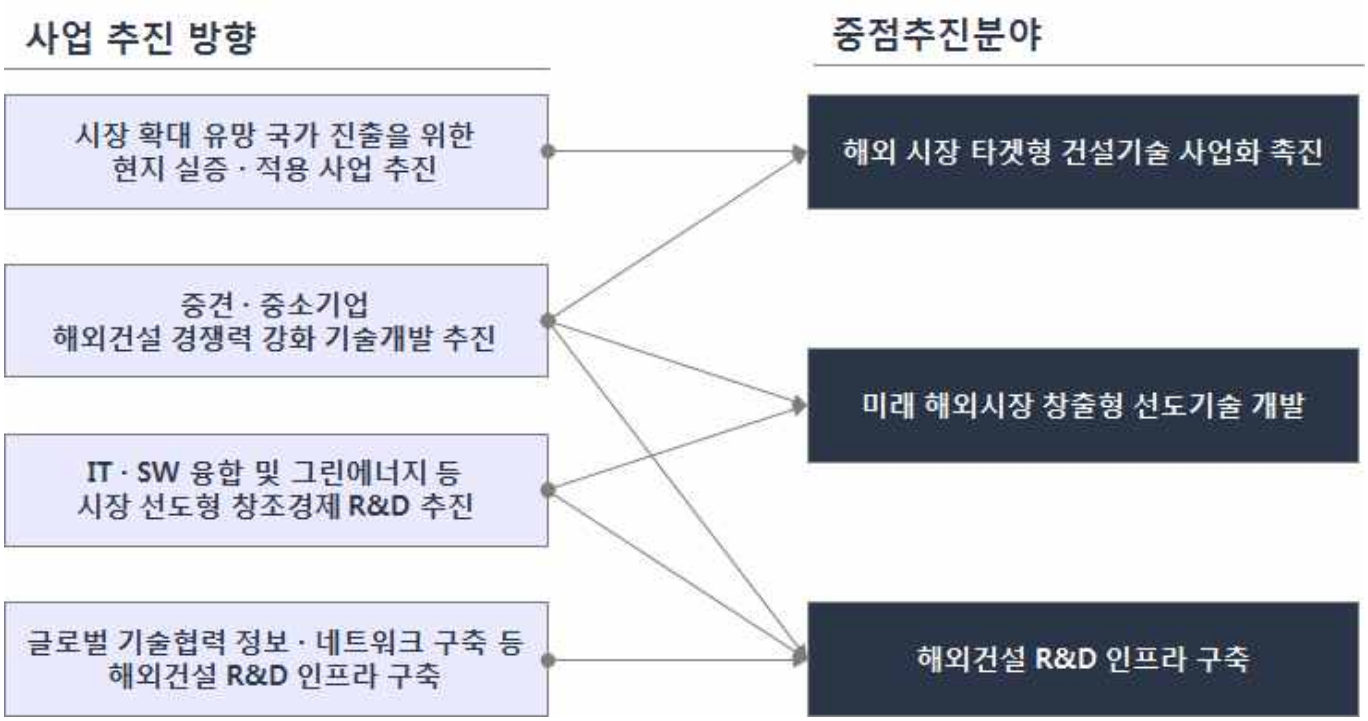


[그림 Ⅳ-8] 해외건설촉진연구개발사업 성과목표 및 성과지표

3. 사업구성

3.1 중점추진분야

사업추진방향에 따른 중점추진분야 설정



[그림 Ⅳ-9] 중점추진분야 설정

※ "중견 · 중소기업 해외건설 경쟁력 강화 기술개발 추진"은 세 개의 중점추진분야에서 단기적 실용·실증, 미래 핵심기술 확보, 사업관리역량 강화 전략프로젝트를 통해 달성

해외 시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진

(정의) 단기적 관점의 해외진출 대상국 현지 실용·실증화 개발 과제 추진

- 해외진출 대상국은 시장 분석을 통해 선정된 해외진출 유망국가임

  ※ 아시아 6개국, 중동 5개국, 중남미 5개국, 아프리카 4개국, 북미/유럽 2개국

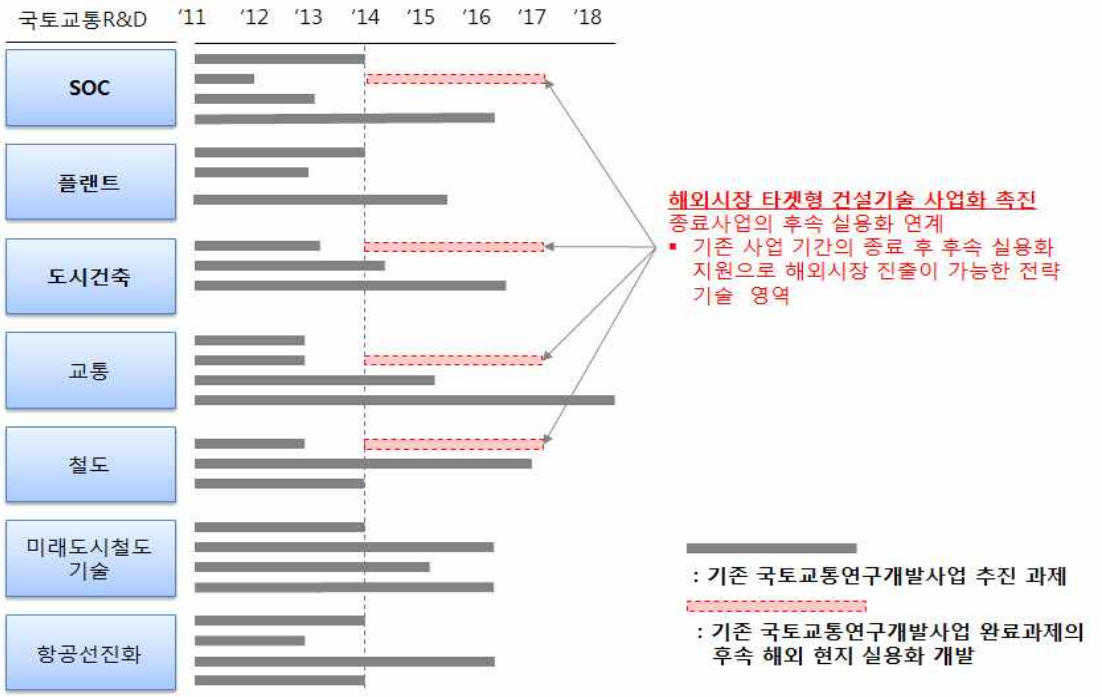
(범위) 기존 국토교통연구개발사업 내 완료 과제 중 해외시장에서 파급효과가 크고 단기적으로 실용·실증이 가능한 과제

- 국내 적용은 추진되었으나 해외 실증 및 관련 추가 기술개발 부족으로 해외 적용이 달성되지 못한과제

  · 해외에서 요구하는 성능 수준을 만족하지 못하여 추가 성능 확보 및 인증 혹은 표준화를 위해 연구개발이 필요한 과제

  · 국내 환경 조건에 적합하여 국내 적용은 이루어졌으나 해외 타겟 국가 적용 시 가격 경쟁력 극복 및 특수 환경조건을 고려한 추가 실용·실증 기술개발이 요구되는 과제

- 연구성과의 완성도는 우수하나 국내 시장 한계로 실용화되지 못했으나 해외시장에서 파급효과가 크고 단기적으로 실용·실증이 가능한 과제



[그림 Ⅳ-10] 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진 중점추진분야 개념

미래 해외시장 창출형 선도기술 개발

(정의) 중장기적 관점의 미래 신시장 진입기술 또는 선진국 수준의 원천 기술력 확보

- 글로벌 경쟁력확보 및 미래 시장 진입·개척을 위한 기초-원천-실용화의 전주기적 기술개발
- 시장 다변화 선도기술개발

(범위) IT·SW 융합 및 그린에너지 등 미래 시장 선도형 창조 경제 R&D 과제

- 산업/인프라 패키지형 도시, 스마트 인프라 등 IT·SW융합 건설기술개발
  - 국내 신도시개발 Know-how를 기반으로 신흥국 신도시 마스터플랜 제안, 도시계획 및 설계, GIS 프로그램 개발 등 IT·SW융합 건설기술개발 추진
  - 스마트 그린 인프라 건설 및 모듈화 기술 글로벌 트렌드를 고려한 창조적 건설기술개발
- 태양광 및 지열발전 플랜트 등 그린에너지 건설기술개발 추진
  - 시스템 보다는 요소 기술 중심으로 R&D가 추진되었던 신재생에너지 플랜트 분야의 시스템 건설 기술 개발 추진
  - 사막지역 대규모 태양광 플랜트, 화산지역 지열발전 플랜트 등 신시장 개척형 기술개발 추진

해외건설 R&D 인프라 구축

(정의) 글로벌 기술협력 정보·네트워크 구축을 통한 해외건설 R&D 인프라 구축

(범위) 해외건설 기술협력 종합정보시스템 및 중소업체 해외사업 수행지원시스템 구축, 글로벌 R&D 협력 인프라 및 네트워크 구축

중점추진분야별 전략프로젝트 구성

중점추진분야	전략프로젝트
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술 저비용 교효율 물공급시스템 건설기술 생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술 **[국토교통연구개발사업 종료과제 중 추가전략프로젝트 발굴]**
미래 해외시장 창출형 선도기술 개발	산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술 그린에너지 인프라 건설기술
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템 글로벌 R&D 네트워크 구축

3.2 사업추진체계 및 추진전략

3.2.1 사업추진체계

중점추진분야 특성을 고려한 사업추진을 위해 사업운영관리 거버넌스 구조(안)를 구성

사업운영관리 거버넌스 구조(안)

- 국토교통부가 총괄하며, 국토교통과학기술진흥원의 해외건설 R&D Hub 센터(가칭)를 중심으로 평가위원회/총괄조정위원회/행정위원회와 기획추진위원회를 두고 3개의 중점추진분야 추진
  - ‘해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진’연구는 중소기업 주도하에 산학연 협력 연구추진
  - ‘미래해외시장 창출형 선도기술 개발’연구는 대기업의 주도하에 산학연 협력 연구추진
  - ‘해외건설 R&D 인프라 구축’은 산학연관 협력 연구추진



[그림 Ⅳ-11] 사업운영관리 거버넌스 구조(안)

해외건설촉진연구개발사업 기획추진위원회, 총괄조정위원회, 평가위원회, 행정위원회를 구성하여 사업관리 단계별 의사결정의 합리성 향상

[표 Ⅳ-8] 위원회 구성 및 기능

구분	구성	기능
기획추진위원회	당연직(건설정책관) 1명과 산학연 전문가 15인 내외 구성	▪ 사업추진방향, 총괄기획에 대한 자문 ▪ 연구단/총괄 프로젝트에 대한 기획 및 예산 배분 심의 ▪ 기획대상 중점추진분야에 대한 투자우선순위 평가 ▪ 연구단장/총괄과제 책임자 선정 평가 ▪ 연구단/총괄과제에 대한 단계평가 및 프로그램 평가 등
총괄조정위원회	당연직(국토부 해외건설지원과장, 해외건설 R&D 허브센터장, 국토교통과학기술진흥원에 소속된 자 중 전문기관이 지명한자) 3명과 산학연 외부 전문가 9명으로 구성	▪ 평가위원회 평가결과를 토대로 총괄조정
평가위원회	평가위원 후보 Pool(국토교통과학기술진흥원) 중 10명 내외의 산학연 전문가로 구성되며, 산학연 전문가 구성비는 중점추진분야별로 차별화함	▪ 과제 선정평가, 진도관리 및 중간평가, 최종평가 수행
행정위원회	당연직(해외건설 R&D 허브센터장, 국토교통과학기술진흥원 성과활용실장) 2명과 산학연 외부전문가 3인, 변리사 1인으로 구성	▪ 평가결과에 대한 이의신청, 기술료 분쟁 시 이를 조정

사업시행 공고로부터 사업결과 활용까지 해외건설촉진연구개발사업의 세부 추진절차(안) 확립



[그림 Ⅳ-12] 과제발주 및 추진 프로세스

※ 국제공동연구는 사업공고 → 사업설명회 → 사업계획서 제출 → 평가위원회 개최 → 지원과제 선정-확정 → 협약체결 → 정부출연금 지급의 절차로 진행

3.2.2 사업추진전략

해외건설 R&D Hub 센터(가칭)설립을 통한 해외건설 연구개발 전담관리 추진

사업 진도, 성과 등 연구관리와 지역거점 R&D센터를 총괄 관리하는 해외건설 R&D Hub센터(가칭)를 국토교통과학기술진흥원 내부에 신설하여 해외건설 특화 연구개발사업을 전담 관리

- 국내 건설교통기술개발의 전문연구관리기관인 국토교통과학기술진흥원에는 현재 해외건설에 특화된 연구개발 전담관리조직은 부재한 상황

- 국내 환경과 다른 현지 특성에 맞는 건설을 요구하는 해외건설의 특성을 고려할 때 해외건설 연구개발사업은 국내 수요 중심의 연구개발사업과는 차별화됨

국토교통과학기술진흥원 내 해외건설 R&D Hub 센터(가칭)를 설립하고 다수 국가 적용을 목적으로 다수 공종으로 추진되는 이질적 연구개발사업의 성과 집약

- 현지 맞춤형 기술개발과 현지 성과 적용 · 확산을 위해서는 국가별 현지 특성 및 네트워킹을 고려하는 연구개발사업 전담관리 조직을 현지와 국내에 설치하는 것이 필요

  · 현지 연구 협력 추진 및 연구관리는 지역거점 R&D센터를 통해 추진

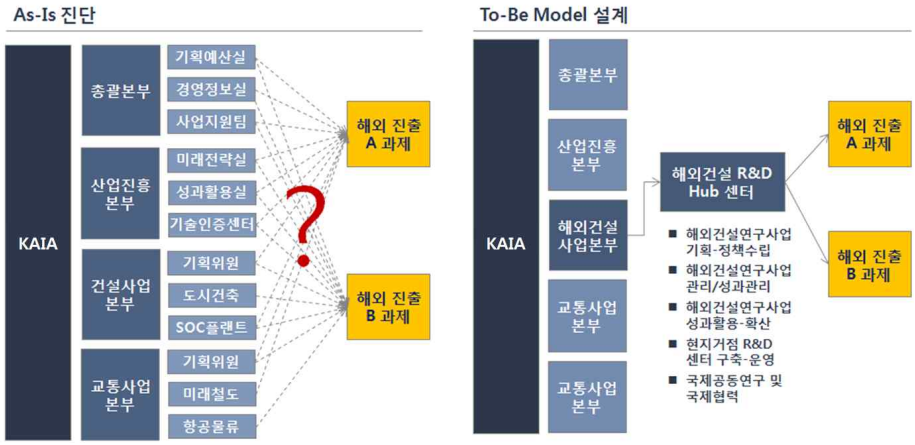
  · 국내 연구 주체의 해외건설 연구개발사업 수행·관리 해외건설 R&D Hub센터(가칭)을 통해 추진

  · 해외건설 R&D Hub센터(가칭)은 타겟국가별로 구축되는 지역거점 R&D 센터의 컨트롤타워 역할 담당

※ 중점추진분야인 “해외건설 R&D 인프라 구축”을 통해 “해외건설 R&D Hub센터” 설치 · 운영

기획추진위원회, 평가위원회, 총괄조정위원회, 행정위원회 등을 구성하여 해외건설촉진연구개발사업의 원활한 추진을 도모

- 사업추진방향, 총괄기획 자문, 프로젝트 기획 및 예산배분 심의, 과제 책임자 선정평가, 과제 단계평가 및 최종평가 등



[그림 Ⅳ-13] 해외건설 R&D Hub센터 수행 역할

글로벌 산·학·연·관 연구협력 추진

동 사업은 역방향 혁신형(Reverse Innovation) 사업으로써 현지 맞춤형 기술혁신을 달성하기 위해서는 현지 주체와 글로벌 산학연관 연구 협력 추진이 반드시 필요

- 현지 연구주체와 글로벌 산학연관 연구 협력은 해당 국가별로 현지 협력의 중심이 될 협력 핵심 주요 대학 및 연구기관을 설정하여 추진

※ 미국 건설산업연구원(CII), 영국 Reading 대학 유럽건설리서치(ECERU), 중국 칭화대 국제공학 프로젝트관리(IIEPM), 인도네시아 반둥공과대학, 태국 출라롱콘 대학 등을 협력 핵심 주요 기관으로 설정

- 협력 핵심 주요 대학 및 연구기관을 중심으로 기 구축되어있는 현지 연구 협력 네트워크를 파악하고 이를 적극 활용

본 사업의 중점추진분야인 ‘해외건설 R&D 인프라 구축’ 추진을 통해 지역거점 R&D 센터를 구축하고 현지 연구협력을 추진

- 지역거점 R&D센터를 중심으로 현지 연구협력을 추진함으로써 현지 기술수준, 제도, 사업 등 산업표준 및 기술정보를 분석하고 현지 기술니즈를 파악할 수 있음

국내 산학연관 연구주체와 현지 연구주체와의 상호협력 체계 구축을 통해 긴밀한 글로벌 산학연관 현지 연구협력을 추진

- 국제공동연구 추진, Test-Bed 및 시범사업 공동 추진 등을 통한 연구협력 추진

※ 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술, 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술, 생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술은 국내와 건설환경 여건이 다른 현지 맞춤형 기술개발로서 적용 국가별 Test-Bed 구축 및 시범적용 과정이 필요

- 정기적인 연구포럼 및 세미나 개최, 교육 프로그램 추진 등 지식·인력 교류 등을 통해 상호협력 체계 구축

현지 연구 협력 추진을 통해 국제공동연구 수행 결과물의 현지 표준화 및 인증 방안 수립 등을 모색

현지 연구 협력 추진을 통해 개발된 기술이 현지 계약, 발주 등 관련 시스템 및 엔지니어링 분야와 어우러져 현지 적용 성과를 기대

중견·중소기업 기술개발과제 우선 추진(사업비 50% 이상 배정)

기존 국토교통연구개발사업의 종료과제 중 중견·중소기업이 주도적으로 수행한 과제 성과를 우선 연계 추진

주기적인 중견·중소기업 대상 미래기술수요 조사를 정례화하여 중견·중소기업의 실질적 참여기회 확대

성과 이전·확산을 위한 기업 공용 현지 정보·네트워크 플랫폼 구축 추진

현지 수요를 바탕으로 기술개발을 추진하는 현지 맞춤형 기술혁신인 역방향 혁신을 위해서는 현지의 정보, 제도, 문화 등 현지의 수요, 인프라 등을 선제적으로 파악하는 것이 중요함

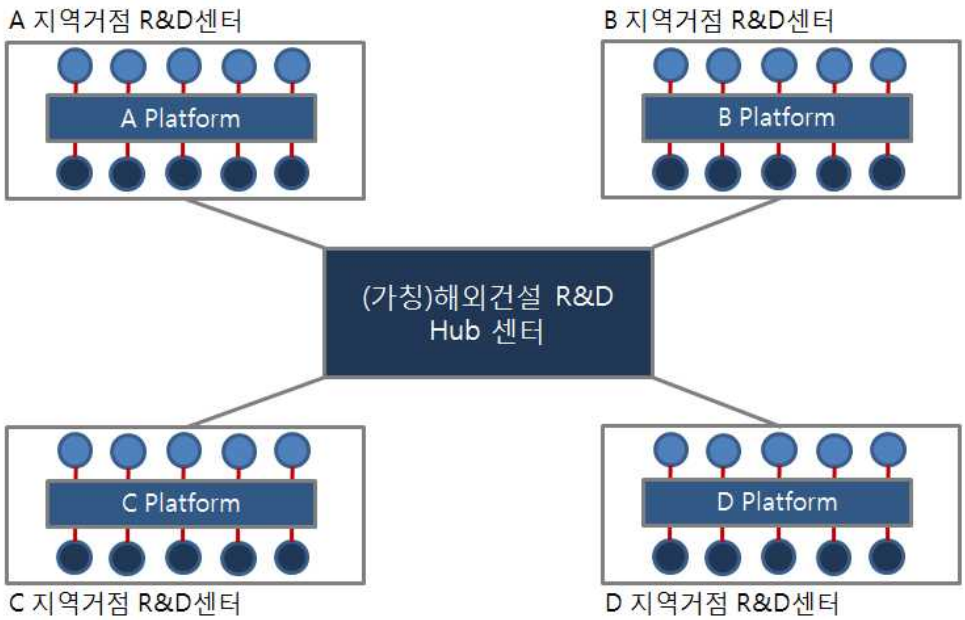
현지 해외건설 관련 DB를 구성하고 공유할 수 있는 '기업 활용 정보·네트워크 플랫폼' 구축

- 현지 발주동향정보, 기술니즈, 계약·클레임 관리 등 법·인허가 제도, 금융조달, 해외인력 노무관리, 건설문화 등을 파악하여 DB로 구성하고 공유할 수 있는 '기업 활용 정보·네트워크 플랫폼' 구축

기업공용 플랫폼을 통해 현지 맞춤형 혁신상품을 개발·적용하고 기업 간 기술공유, 기관-기업 간 이전을 통한 성과 확산

- 현지 정보·네트워크 플랫폼은 지역거점 R&D센터를 통해 구축

- 국가별 지역거점 R&D센터를 통해 구축되는 현지 정보·네트워크 플랫폼의 총괄 및 매개·관리는 국내 총괄조직인 '해외건설 R&D Hub 센터(가칭)'를 통해 추진



[그림 Ⅳ-14] 현지 정보 네트워크 플랫폼 구축

기업은 지역거점 R&D센터와 (가칭)해외건설 R&D Hub센터를 통해 구축된 정보·네트워크 플랫폼을 활용하여 현지 맞춤형 혁신상품을 개발하고 적용함으로써 현지 건설사업 수주 확대 및 수익성 제고의 성과를 달성할 수 있을 것으로 기대

특히 중소기업이 개별적으로 구축하기 어려운 플랫폼을 정부가 지원함으로써 중소기업의 역방향 혁신을 통한 해외건설 진출확대 및 수익성 제고에 기여

중점추진분야간 유기적 연계 도모

"해외건설 R&D 인프라 구축" 중점추진분야의 시장, 리스크 예측, 정보를 활용하여 "해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진", "미래 해외시장 창출형 선도기술 개발" 내 핵심과제 목표, 추진전략 Update

- 시장, 리스크 예측정보를 반영하여 '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진' 핵심과제별 Test Bed 구축 국가 선정 검토

- '미래 해외시장 창출형 선도기술 개발'의 적용대상 국가 및 기술개발목표의 적절성을 검토

"해외건설 R&D 인프라 구축"의 표준/기술인증 방안, 입찰 시뮬레이터, 리스크관리 시스템을 활용하여 사업 기술개발 결과물의 글로벌/현지 표준/인증을 추진하고 현지 적용 추진 시, 적용대상 건설 사업후보의 건전성 검토

“해외건설 R&D 인프라 구축” 중점추진분야의 “지역 R&D 거점센터”를 기반으로 “해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진”, “미래 해외시장 창출형 선도기술” 중점추진분야 전략프로젝트 중 국제공동연구 주제를 발굴ㆍ매개하고 성과물은 해외 표준화 추진

- 국제공동연구 주제는 “지역 R&D 거점센터”의 현지 건설기술니즈를 반영하여 발굴
- 국제공동연구 성과물은 “해외건설 R&D 인프라 구축”에서 개발되는 해외 표준/기술인증 방안 및 매뉴얼에 따라 해외ㆍ현지 표준화 추진



[그림 Ⅳ-15] 중점추진분야 간 상호 연계

4. 사업수행의 위험관리 방안

4.1 위험요인 정의

대내·외적 환경변화에 따른 위험요인은 다음과 같음

[표 Ⅳ-9] 대내·외적 환경변화에 따른 위험요인 정의

구분	세부항목	주요내용
대외적 환경변화	해외건설 시장 변화	세계 경제의 급격한 위축으로 해외건설시장 동반 위축
		유망국가의 정치·경제적 변동으로 시장 전망 변동
		예상 건설투자계획 취소로 유망 사업 아이템 변동
	해외건설 기술수요 변화	신기술 출현 및 기존 기술 대체
		기존 공종 및 상품 유형의 급격한 변화
		경쟁기술의 발전 및 우위 확보
대내적 환경변화	기술개발 불확실성	적절한 기술개발인력 및 인프라 부족
		기술개발 추진전략(현지협력, T/B구축 등) 불확실성
	제도·정책 변화	해외건설 정책 우선순위 하락
		국제협력 및 국제공동연구 추진 제도적 여건 미흡

대외적 환경변화에 따른 위험요인은 해외건설시장 및 기술수요의 변화로 발생

해외건설시장의 변화는 세계 경제의 급격한 위축, 유망국가의 정치·경제적 변동 및 예상 시장 전망의 급격한 변동, 건설투자계획의 취소 등으로부터 발생

해외건설 기술수요의 변화는 급격한 기술혁신으로 신기술 출현 및 기존 기술 대체, 기존 공종 및 상품 유형의 급격한 변화, 경쟁기술의 발전 및 우위 확보 등으로부터 발생

대내적 환경변화에 따른 위험요인은 기술개발 불확실성, 제도·정책 변화로 인한 불확실성으로부터 발생

기술개발 불확실성은 적절한 기술개발인력 및 인프라의 부족, 기술개발 추진전략의 불확실성 등으로부터 발생

제도·정책변화는 국제협력 및 국제공동연구 추진 제도적 여건 미흡, 해외건설 정책적 우선순위 하락 등의 불확실성 유발

4.2 위험요인별 대응 방안

'해외건설 R&D인프라 구축' 분야의 지속적인 시장정보 분석·제공으로 해외건설시장변화 감지 및 상응하는 기술개발 추진과제 재조정

'해외건설 R&D인프라 구축'분야의 '해외건설 정보 및 사업지원 시스템' 전략프로젝트는 국가별 건설시장 및 발주트렌드 등 시장정보를 분석하고 동 사업의 타 중점추진분야와 상시적으로 공유

당초 계획과 달리 세계 경제의 급격한 위축으로 해외건설시장 동반 위축이 감지될 경우 동 사업의 추진 계획 및 일정 조정 고려

동 사업 기획을 통해 발굴한 유망국가의 정치·경제적 변동으로 시장 전망이 크게 변동되었을 경우 유망국가 재선정을 추진하고 기존의 기술개발 투자 우선순위 재조정

- 동 사업 기획을 통해 제시된 유망국가 선정 기준은 유지하되, 선정 기준별 평가 데이터의 업데이트를 통해 유망국가 재선정

- 조정된 유망국가 결과에 따라 신규 기술개발과제 발굴·추진 및 기존의 기술개발 투자 우선순위 재조정

동 사업 기획을 통해 선정된 유망사업아이템이 건설투자계획의 취소 및 지연등으로 변동이 발생할 경우 유망사업아이템 재선정을 추진하고 기존의 기술개발 투자 우선순위 재조정

- 조정된 유망사업아이템 결과에 따라 신규 기술개발과제 발굴·추진 및 기존의 기술개발 투자 우선순위 재조정

‘해외건설 R&D인프라 구축’ 분야의 글로벌 기술협력을 통해 해외건설기술수요 변화 감지 및 상응하는 기술개발전략 보완 연구 추진

‘해외건설 R&D인프라 구축’분야의 ‘해외건설 정보 및 사업지원 시스템’ 전략프로젝트는 발주트렌드 대응을 위한 기술협력 종합정보체계를 구축하고 동 사업의 타 중점추진분야와 상시적으로 공유

‘해외건설 R&D인프라 구축’분야의 ‘글로벌 R&D네트워크 구축’ 전략프로젝트는 국제공동연구 추진, 기술표준화, 글로벌 기술협력을 추진하고 성과를 동 사업의 타 중점추진분야와 상시적으로 공유

건설산업의 보수적 특성상 급격한 기술혁신으로 기존의 기술이 파격적으로 대체되는 신기술의 출현, 기존 공종 및 상품 유형의 급격한 변화는 제한적일 것으로 예상됨

신속한 정보 수집·분석으로 신상품·신기술 개발 정보를 파악한다면, 신상품·신기술의 검증·적용에 소요되는 기간 동안 기술개발 중단, 추진 재검토 및 수정 보완 추진 등 대응책 마련이 가능

- 동 사업의 기술개발 대상 공종 및 상품유형이 변화할 경우 해당 기술개발과제의 추진 재검토
- 신기술 및 경쟁기술이 기술우위를 확보하고 동 사업에서 추진하는 기술개발과제의 기술매력도가 급격히 저하될 경우 과제 추진 중단
- 부각되는 신기술 및 경쟁기술이 개발 중일 경우 해당 기술과 경쟁우위를 확보할 수 있는 기술개발 요인을 신속히 파악하고 이를 고려한 기술개발과제 수정·보완 추진

기술개발 추진과제별 추진체계 및 예상 연구인력·인프라 확보를 통해 기술개발 불확실성 축소

동 사업은 핵심과제별 추진체계 및 예상 국내 연구인력·인프라에 대한 구체적인 계획을 제시하고 있으며, 예상 참여기관도 구체적으로 계획되어있음

- 계획 대비 추진이 어려울 경우 글로벌 소싱을 추진하거나 기술개발 우선순위 조정 및 추진 재검토

현지 실증을 위해 적절한 현지 연구인력 및 인프라 확보가 어려울 경우는 국내 연구인력 및 연구인프라의 현지 파견, 인접국 연구인력 및 연구 인프라 활용 방안을 검토

- 국내 및 인접국 자원의 활용이 제한적일 경우 기술개발 우선순위 조정 및 추진 재검토

현지 진출 기업, 현지거점센터 및 글로벌 산학연관 R&D 네트워크를 통해 현지협력 및 T/B 구축 계획을 신속 확정하여 기술개발 추진전략의 불확실성 해소

'해외건설 R&D인프라 구축'분야를 통해 현지거점센터 및 글로벌 R&D 네트워크를 구축하고 동 사업의 중점추진분야별 기술개발과제 추진체계와 긴밀한 협력으로 현지협력 및 T/B 구축 계획을 실천과제로 신속 확정

현지 진출 우리 기업이 건설하고 있는 현장을 활용하는 방안 검토

현지협력 및 T/B 구축을 신속 확정하기 위한 국제공동연구 추진, 기술이전·확산, ODA사업과 연계 추진 등을 모색

국내 건설산업의 한계 상황에서 해외건설지원은 최우선 건설 정책 과제이며 해외건설 경쟁력 강화를 통한 국내 건설 정책 보완 유리

국가 예산에서 국내 SOC 투자 비중은 줄어드는 추세이며, 이러한 추세는 선진국의 전례와 유사하게 지속 하락 또는 유지할 것으로 전망됨

국내 건설기업의 숫자는 줄지 않는 상황에서 기업의 생존을 위해서는 해외건설 시장 진출·확대 모색이 필수적이며 기업의 다수를 차지하는 중소기업의 해외건설 지원을 위한 정부 정책은 향후에도 지속적으로 최우선 과제임

해외건설 지원 정책을 통해 국내 건설산업 경쟁력을 강화하고 대중소기업의 조화로운 생태계가 조성될 경우 국내 건설 투자 및 정책 추진이 보다 원활하고 효과적으로 이루어질 것임

국제협력 및 국제공동연구 추진 시 예상되는 제도적 제약 조건 사전 해소 및 지원 방안 마련

외국 기관의 소유권 귀속, 정부 기술료, 연구비 지급·정산 등에서 국제협력 및 국제공동연구 추진 시 문제 발생 소지 있음

국토교통과학기술진흥원의 국토교통기술 연구개발사업 관리지침에 국제공동연구에 대한 고려가 반영되어있으며 동 사업을 추진하면서 제도적 문제점이 발생할 경우 신속한 개정 보완 추진

5. 사업관리방안

5.1 공통

중점추진분야별 핵심과제 특성에 따라 추진형태를 유형화하여 관리방안을 차별화

중점추진분야	추진유형	개념 및 추진방식
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진	단기혁신사업연구단	**(개념)** ▪ 주택, 교통인프라, 물관리 등 국토교통연구개발사업 성과의 해외 적용을 위한 조기 실증화 기술개발 연구단 - 1단계(3년) 6개 연구단의 조기 실증기술개발 이후, 국토교통연구개발사업 우수성과와 연계된 후속 연구단 발굴 ▪ 개발 기술의 조기 상용화를 위해 수요 기반의 대규모 R&D 실증 플랜트(Test bed)를 구축하는 과제 - Test-Bed는 해당 기술의 실제 수요처를 대상으로 우선 구축·운영하되, 운영 실적을 사업실적(Track-Record)으로 활용할 수 있는 적정규모로 설치 **(추진방식)** ▪ 대기업 또는 중소/중견기업이 필요로 하는 기술을 개발하기 위해 수요자가 총괄주관 연구기관(연구단장)이 되고 기업, 학교, 연구소 등이 세부주관기관으로 참여 - 연구단장은 해외실증 T/B구축 및 해외건설사업 ▪ 실용화 기술확보 및 현지시장적용에 주안점을 둔 연구단인 것을 고려하여 연구단총괄은 현지 시장/기술수요에 대한 상시모니터링을 수행
미래 해외시장 창출형 선도기술 개발	미래개척사업연구단	**(개념)** ▪ 도시, 그린에너지 인프라 등 중장기적 관점에서 고부가가치 미래시장 선점을 위해 기초-원천-실증 전주기 기술개발 연구단 ▪ 개발 기술의 상용화를 위해 수요 기반의 대규모 R&D 실증 플랜트(Test bed)를 구축하는 과제 - Test-Bed는 해당 기술의 실제 수요처를 대상으로 우선 구축·운영하되, 운영 실적을 사업실적(Track Record)으로 활용할 수 있는 적정규모로 설치 **(추진방식)** ▪ 대기업 또는 중소/중견기업이 필요로 하는 기술을 개발하기 위해 수요자의 총괄주관 연구기관(연구단장) 선정을 최우선 고려하고 기업, 학교, 연구소 등이 세부주관기관으로 참여 ▪ 전주기 기술확보 연구단인 점을 고려 연구단 총괄은 특허/논문동향에 대한 상시모니터링 역할을 수행
해외건설 R&D	일반과제	**(개념)**

중점추진분야	추진유형	개념 및 추진방식
인프라 구축		▪ 해외 현지 건설기술수요 대응을 위한 공동연구과제 ▪ 국제 표준/인증 방안, 국내외 기술인력 교류/교육을 위한 프로그램 개발 등 사업성과의 해외적용 및 인지도 제고를 위한 인프라 구축 과제
		(추진방식) ▪ 추진전략, 해외건설산업 기여도를 고려한 선정평가

평가절차는 선정평가-진도관리 및 중간평가-최종평가-성과관리 및 활용확산으로 진행되며, 평가방법/지표/평가위원은 평가단계 및 추진형태에 따라 차별화

평가단계별 평가방법은 연구단 세부과제와 일반과제를 구분하여 적용

연구단 최종평가 시, 현지 Test-Bed 구축결과에 대한 현장평가 수행

[표 Ⅳ-10] 평가단계별 평가방법 구분

단계	평가방법 (연구단장/연구단 세부과제)	평가방법 (일반과제)	비고
선정평가	서면평가 발표평가 면접평가 *** 연구단장 평가 시**	발표평가	▪ 연구단장/일반과제 - 서류사전검토 후 발표패널평가로 60점미만은 탈락→전문기관 조정 후 최종선정
진도관리 및 중간평가	중간평가 현장평가	중간평가	▪ 중간평가 - 계속/중단/보완 과제 분류 * 미래개척사업연구단의 경우, 중간평가 결과에 따라 연구단장 교체 가능 ▪ 상대비교평가하여 후순위과제 탈락 조치
최종평가	서면평가 발표평가 현장평가 (현지 T/B검증)	서면평가 발표평가	▪ 발표패널평가 실시 - 최우수등급과제의 연구책임자가 새로운 과제 참여시 가점 부여

선정평가 지표

선정평가 평가지표는 연구개발 필요성, 연구목표 및 추진계획, 운영계획, 연구수행능력으로 구성되며, 연구단장, 연구단 세부과제, 일반과제별로 세부지표 가중치에 차이를 둠

[표 Ⅳ-11] 선정평가 항목 및 평가지표

구분	평가 지표		연구단장	연구단 세부과제	일반과제	
	평가 항목	세부 지표			국제 공동 연구	기타
연구개발의필요성		• 연구개발 대상기술의 중요성 및 필요성	-	10	10	20
연구 목표 및 추진 계획	연구개발 목표	• 최종목표 달성을 위한 단계별 목표의 타당성·명확성	20	10	10	10
	제안기술의 우수성	• **추진유형에 따라 별도 제시**	-	20	10	-
	연구수행 방법 및 추진전략	• 세부추진전략 및 추진체계, 연구수행기관과의 연계 및 역할분담의 합리성, 구체성 등	30	10	10	20
	연구시설 확보	• 연구시설 확보 및 활용의 적합성	-	5	15	5
	연구개발비 계상의 합리성	• 연구개발비 규모, 인력의 적정성 및 재원조달방안 및 연구기자재 및 시설의 적정성 및 확보 방안	-	5	5	5
	산업·경제적 파급효과	• 미래시장 유망성, 현지국 적용가능성 및 산업·경제적 기대효과 (기술이전 및 매출액 발생 가능성, 예상 시장규모/실용화·사업화 전략) • 중소기업 해외사업 역량향상 기여도 • 참여기업 형태 및 개발사업에의 참여정도/연구결과물 및 정보 상호교류, 활용 계획 • **일반과제(기타)는 추가 지표 반영**	-	20	10	30
	연구결과 활용가능성	• 고부가가치 건설기술개발 가능성	-	5	10	-
		• 건설산업에의 다양한 활용·이행가능성(multi-use)	-	5	10	-
운영 계획	연구단 운영 및 관리계획	• 연구단 운영계획 • 세부과제 목표관리 및 연구성과 평가계획 • 연구성과 홍보계획	20	-	-	-
연구 수행 능력	연구수행능력	• 연구책임자의 연구수행·관리능력 및 관련분야 연구경험 • 참여연구인력의 적정성 및 전문성	30	10	10	10
합계			100			

중간평가 지표

중간평가 항목은 '실적'과 '계획' 항목으로 구분되며, 추진유형에 따라 평가지표별 배점을 달리 설정하였음

[표 Ⅳ-12] 중간평가 항목 및 평가지표

구분	평가 지표		연구단장	연구단 세부과제	일반과제	
	평가 항목	세부 지표			국제 공동 연구	기타
실적	성과목표 달성도	• 계획 대비 목표달성도	10	20	20	30
		• 계획 대비 연구추진체계 및 방법에 따른 적정수행 여부	10	5	5	20
		• 연구개발성과(우수성, 유용성, 논문/특허 등), 적합성	10	10		
		• 건설 기술발전에의 기여도				10
	성과의 우수성	• 이론적 · 실험적 접근방법의 타당성		10	10	
		• 추진유형에 따라 별도 제시		10	10	
	연구수행 및 활용	• 적정수행 여부, 역할 분담의 적정 진행여부 • 연구결과물 등 정보의 상호교류, 활용 정도	10			
	연구개발비 관리	• 계획대비 연구개발비 및 비목별 적정 집행 여부		10	10	
계획	연구개발 목표 및 내용	• 최종 및 단계별 목표와의 적합성, 명확성	10	5	5	10
		• 목표 달성을 위한 세부과제 구성의 효율성				
		• 당해 단계와 전단계와의 개발내용의 연계성 • 국내외 기술개발 및 시장동향 조사분석				
		• 차기단계(차년도) 후속연구의 필요성		10	10	10
		• 차기단계 연구추진내용의 합리성	10		10	10
	연구수행 방법 및 추진전략	• 세부 추진전략 및 추진체계의 적합성 • 기술개발 과정의 문제점 및 애로사항 해결방안 • 연구개발 소요자원의 규모 및 확보방안 • 소요 예산 및 인력규모의 적정성	20			
	연구수행 능력	• 연구책임자 연구 수행 · 관리 능력		5	5	5
		• 연구인력의 구성 · 역할분담 및 투입시기의 적정성		5	5	5
	연구성과 활용가능	• 참여기업 재정상태 및 적합성		5	5	
	연구결과 활용방안	• 기술적, 산업경제적 기대효과, 실용화 전략 • 연구결과물 및 정보의 상호교류, 활용계획	10			
	연구개발비의 합리성	• 당해연도 연구개발비 계상의 합리성	10	5	5	5
합 계			100			

최종평가 지표

최종평가 지표는 '연구개발성과 우수성', '목표달성도 및 기여도, 결과의 활용성, 적합성' 등의 항목으로 구성되어 있음

[표 Ⅳ-13] 최종평가 지표

평가 지표		연구단장	연구단 세부과제	일반과제	
평가 항목	세부 지표			국제 공동 연구	기타
연구개발성과 우수성	• 이론적 · 실험적 접근방법의 타당성		10	10	
	• 연구개발결과의 우수성 및 창의성		20	20	
목표달성도	• 계획대비 연구개발목표의 달성도	30	20	20	30
	• T/B구축 논문, 특허출원, SW 등 연구개발 성과				
	• 관련분야 기술발전에의 기여도	20	10	10	50
기대효과	• 기술이전 및 매출액발생 가능 성 · 예상 시장규모 • 중소기업 기술력 향상 기여도 등	20	20	20	
	• 타 연구에의 응용가능성	10		10	
합 계					

5.2 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 사업관리방안

평가위원의 구성

평가위원은 평가위원 후보 Pool(국토교통과학기술진흥원) 중 10명 내외의 산학연 전문가로 구성하되 산학연 비율은 5 : 3 : 2로 설정

- 평가위원은 평가대상 과제의 공종과 일치하는 전문가로 구성하되, 산업계 평가위원은 해외건설사업 수행 경험 5년 이상의 경력자로 한정

  · 산업계 평가위원 중 2인 이상은 중소기업 소속으로 구성

선정평가

기술개발이 완료된 국토교통연구개발성과 DB에서 실증•실용화 실적 창출이 가능한 후보기술 발굴(Bottom-up)

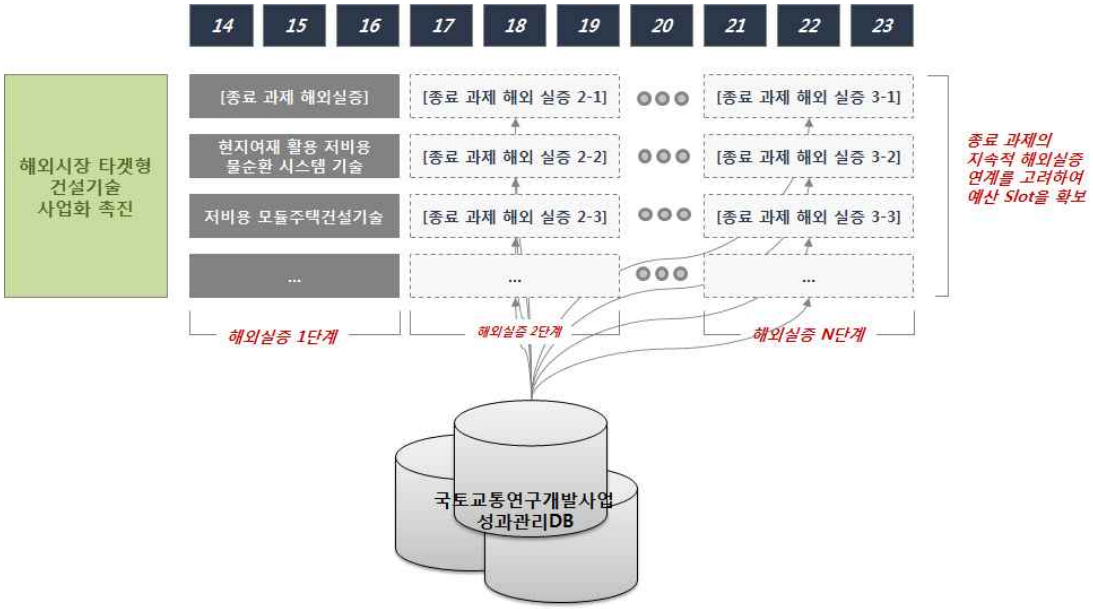
- 연구단 특성을 반영하여 기술의 완성도, 현지국 수요, 기술개발성공 가능성 등 차별화 지표를 활용

[표 Ⅳ-14] 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진선정평가 차별화 지표

구분	평가 지표		연구단 세부과제
	평가 항목	세부 지표	
연구 목표 및 추진 계획	제안기술의 우수성	• **기술의 완성도** • **현지국 기술 수요** • **기술개발 성공가능성**	20

- '해외건설 R&D 인프라구축'과의 유기적 정보교류로 수요국 니즈 파악

- 타겟 국가에서 필요한 건설기술수요를 먼저 파악한 후 실용·실증화 기술개발을 추진하여 개발과 동시에 활용이 되는 Fast-Track 기술사업화 전략 추구



[그림 Ⅳ-16] 종료 과제의 성과연계 및 해외실증

진도관리 및 중간평가

단기 실증, 실용화 연구단인 점을 고려하여 매 해마다 중간평가를 실시하여 과제계속여부를 판정하여 연구책임자가 제시한 주 단위 마일스톤에 입각한 엄정한 Milestone관리를 실시

- 단기적 관점의 실용·실증화 개발과제이므로 계획된 마일스톤에 대한 철저한 진도관리가 요구됨

- 연도별로 실용·실증화 성과목표 달성도, 성과의 우수성 등을 평가하고 평가 결과를 토대로 연구 진행 방향을 수정·보완하거나 연구비 조정, 계속 과제 진행 여부 등을 판정

[표 Ⅳ-15] 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 중간평가 차별화 지표

구분	평가 지표		연구단 세부과제
	평가 항목	세부 지표	
실적	성과의 우수성	• 연구개발결과의 우수성 창의성 • 실용실증화 성과목표 달성도	10

최종평가

목표달성도, 연구개발성과, 기대효과 등의 공통지표를 기준으로 평가 기준으로 최종평가

성과관리 및 활용 확산

3대 중점 연구분야간 융합시너지효과를 극대화시키기 위하여 분기별 Workshop을 개최 및 국가별 성공사례 및 성과 DB구축을 통해 성과정보의 교류 및 제 2, 제 3의 활용확산을 촉진시킬 수 있도록 제도화

- '해외건설 R&D 인프라 구축'에서 확보한 현지 시장, 정책, 기술 동향 정보와 리스크관리, 표준/기술인증 방안 등의 연구성과를 주기적으로 공유·모니터링하여 연구목표·추진전략, T/B 구축계획, 해외/현지 표준/기술인증 계획 등 update

핵심과제별 최종성과물별 성과활용방안 수립

[표 Ⅳ-16] 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 성과활용방안

전략프로젝트	핵심과제	최종성과물		수요처	이전·확산 유형	적용예상 시장
		성과 유형	상세내용			
저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	[아프리카] 저비용 신속시공 도로포장기술	재료	유무기 안정처리 재료	자재/시공 업체	기술이전	나이지리아, 가나, 케냐 등 저개발 국가 도로포장 건설사업
			상온 재활용 아스팔트 첨가제	자재/시공 업체	기술이전	
		장비	유화아스팔트 스프레이 장비	시공/장비 업체	기술이전	
			재활용 아스팔트 포설 장비	시공/장비 업체	기술이전	
		설계	칩씰 공법 도로포장 설계 기준	설계업체	성과확산	
		공법	칩씰 공법 시방 기준	시공업체	성과확산	
		설계	현장 상온 재활용 아스팔트 도로포장 설계 기준	설계업체	성과확산	
		공법	현장 상온 재활용 아스팔트 포장 시공 기준	시공업체	성과확산	
	[중동] 사막지반 보강 철도 건설기술	설계	연약지반 보강 말뚝 간격 설계 기법, 배수시스템 설계 기법	설계업체	성과확산	사우디, UAE, 쿠웨이트 등 사막지역 철도 건설 사업
		자재	토목섬유보강 말뚝 제작 기법, 수평배수재 개발	자재업체	기술이전	
		시공	토목섬유보강 성토지지말뚝,	시공업체	성과확산	

전략프로젝트	핵심과제	최종성과물		수요처	이전·확산 유형	적용예상 시장
		성과 유형	상세내용			
			쇄석말뚝 시공방법			
저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	[아시아] 저비용 상하수 처리시스템 건설기술	자재	현지 여재	자재업체	기술이전	인도네시아, 말레이시아, 베트남, 태국 등 동남아시아 국가 물공급 사업
		시스템	정수처리시스템	시공업체	기술이전	
			공정단순화 하수처리 시스템	시공업체	기술이전	
			여재활용 하수처리 시스템	시공업체	기술이전	
			누수관리 시스템	시공업체	기술이전	
		생산·시공 기법	약품침전지 대체 정수처리 기법	시공업체	성과확산	
			강변여과수 기법	시공업체	성과확산	
			하수관로 시공기법	시공업체	성과확산	
		설계	상하수도 관로 설계기술	설계업체	성과확산	
	[중동-아프리카] 고효율 물공급시스템 건설기술	자재	하수직접처리용 무기막	자재업체	기술이전	사우디, UAE, 카타르, 오만, 쿠웨이트, 알제리, 리비아 등 중동 및 북아프리카 해수담수화 및 물재이용사업
		시스템	에너지 절감형 하수직접처리 시스템	시공업체	기술이전	
			사막지역 해수간접취수 시스템	시공업체	기술이전	
		생산·시공 기법	소규모 정수처리 기법	시공업체	성과확산	
			태양광이용 정수소독 기법	시공업체	성과확산	
			무기막 기반 하수처리 기법	시공업체	성과확산	
			해수담수화 전처리공정시설 시공법	시공업체	성과확산	
생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술	[아시아-아프리카] 생산성향상 모듈주택 건설기술	설계	국가별 맞춤 조립식 주택 표준 설계기법, 가이드라인	설계업체	성과확산	인도네시아, 알제리, 나이지리아 등 신흥국 공공주택 건설사업
			SIP 및 폴딩모듈 설계기법, 가이드라인	설계업체	성과확산	
		자재	에너지절감형 조립식주택 벽체	자재업체	기술이전	
			SIP 및 폴딩모듈 벽체	자재업체	기술이전	
		시스템	조립식주택 통합에너지관리시스템	SI업체, 시공업체	기술이전	
		생산·시공 기법	모듈자재의 전자동화 공장 생산/조립기법	시공업체	성과확산	

전략프로젝트	핵심과제	최종성과물		수요처	이전·확산 유형	적용예상 시장
		성과 유형	상세내용			
	[아시아] All-Weather Construction 기술	자재	우중(雨中)타설 콘크리트	자재업체	기술이전	베트남, 라오스, 인도 등 동남·서남아시아 건설사업
			방식형 거푸집/철강재/도장재	시공업체, 자재업체	기술이전	
		시공기법	슬래브 역타설 공법	시공업체	기술이전	
			흙막이벽 지지기법	시공업체	기술이전	
		장치	가설지붕형 강우차단장치	시공업체	기술이전	
		평가기법	우중(雨中)건설 공정관리 및 품질평가 기준·기법	시공업체, 감리업체	성과확산	

5.3 미래 해외시장 창출형 선도기술 개발 사업관리방안

평가위원의 구성

평가위원은 평가위원 후보 Pool(국토교통과학기술진흥원) 중 10명 내외의 산학연 전문가로 구성하되 산학연 비율은 4 : 3 : 3로 설정

- 기초-원천-실증 전주기기술개발 연구단인 점을 고려한 평가위원 소속비율 설정
- 평가위원은 평가대상 과제의 공종과 일치하는 전문가로 구성하되, 산업계 평가위원은 해외건설사업 수행 경험 5년 이상의 경력자로 한정
  - 산업계 평가위원 중 3인 이상은 중소기업 소속으로 구성

선정평가

중장기적으로 선진기업들과 대등한 경쟁을 할 수 있는 중장기 전략기술 기획(Top-down)

- 연구단 특성을 반영하여 기술의 핵심성, 독창성, 융합성 등 차별화 지표를 활용
  - 논문·특허 분석, 글로벌 Open Innovation등 원천기술 확보전략 수립
  - IT·SW융합형 기술개발과제, 그린에너지 기술개발과제 등을 우선적으로 추진

[표 Ⅳ-17] 미래 해외시장 창출형 선도기술 개발선정평가 차별화 지표

구분	평가 지표		연구단 세부과제
	평가 항목	세부 지표	
연구목표 및 추진계획	제안기술의 우수성	• 기술의 핵심성(특허 · 논문 산출 가능성) • 기술의 독창성 • 기술의 융합성	20

진도관리 및 중간평가

관리기관은 연도별로 진도관리를 실시하며, 총 연구수행기간 중 엄정한 중간/단계평가를 실시하여 과제 계속 여부를 판정

- 중간/단계평가 결과를 토대로 연구 진행 방향을 수정·보완하거나 연구비 조정, 계속 과제 진행 여부 등을 판정

[표 Ⅳ-18] 미래 해외시장 창출형 선도기술 개발 중간평가 차별화 지표

구분	평가 지표		연구단 세부과제
	평가 항목	세부 지표	
실적	성과의 우수성	• 연구개발결과의 우수성 창의성 • 성과목표 달성도	10

최종평가

공통지표인 목표달성도, 연구개발성과, 기대효과 등을 기준으로 최종평가

성과관리 및 활용 확산

3대 중점 연구분야간 융합시너지효과를 극대화시키기 위하여 분기별 PI Workshop을 개최하여 성과정보의 교류 및 활용확산을 촉진시킬 수 있도록 제도화

- '해외건설 R&D인프라'에서 확보한 현지 시장, 정책, 기술 동향 정보와 리스크관리, 표준/기술인증 방안등의 연구성과를 주기적으로 공유· 모니터링하여 시장 타겟형 전략기술개발의 연구목표 추진전략을 update해 나감

핵심과제별 최종성과물별 성과활용방안 수립

[표 Ⅳ-19] 해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진 성과활용방안

전략프로젝트	핵심과제	최종성과물		수요처	이전·확산 유형	적용예상 시장
		성과 유형	상세내용			
산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	[중동-아시아] 산업/인프라 패키지형 스마트도시 개발기술	시스템	국가경제개발계획·전략 수립프로그램	설계업체	성과확산	UAE, 사우디, 카타르, 카자흐, 아제르바이잔 등 도시건설사업
			GIS Toolbox 프로그램			
			신도시 건설결합상품 제안 시스템			
			한국형 신도시 표준화 모형 DB			
		평가기법	신도시 건설비용 편익 산정모형			
그린에너지 인프라 건설기술	[아시아] 바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술개발	설계	저급탄 저온 및 고온 열분해 공정 설계기법	엔지니어링 회사	기술이전	인도네시아, 호주 등 석탄수출국의 저급탄 고부가가치화 시장
		장치	간접식 로터리 킬른을 이용한 저급탄의 건조, 고급탄 제조를 위한 혼합기	장비업체	기술이전	
			저급탄 열분해를 통해 생산되는 촤를 활용한 무연연료 제조 성형설비	장비업체	기술이전	
	[기타] 화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술	설계	고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 공정 설계기법	엔지니어링 회사	기술이전	인도네시아, 칠레, 미국 등 화산지역 지열발전시장
		기법	화산지역 지열발전 탐사 및 평가 기법	탐사/개발업체	기술이전	
		시스템	친환경적 지열수 순환 시스템	시공업체	기술이전	
	[중동] 사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술	설계	태양전지의 사전 결합(Array Unit : 대형모듈)설계기법	설계업체	기술이전	사우디, UAE등 중동국가 사막지역 태양광시장
		시공기법	태양전지의 사전 결합(Array Unit : 대형모듈)시공기법	시공업체	기술이전	
		장치	고효율/대용량 전력변환장치	장비업체	기술이전	
		기준	사막지역 태양광 운영 메뉴얼	시공업체	성과확산	

5.4 해외건설 R&D 인프라 구축 사업관리방안

평가위원의 구성

평가위원은 평가위원 후보 Pool(국토교통과학기술진흥원) 중 10명 내외의 산학연 전문가로 구성하되 산학연 비율은 6 : 2 : 2로 설정

- 평가위원은 평가대상 과제의 공종과 일치하는 전문가로 구성하되, 산업계 평가위원은 해외건설사업 수행 경험 5년 이상의 경력자로 한정

  · 산업계 평가위원 중 3인 이상은 중소기업 소속으로 구성

- '해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진' 및 '미래 해외시장 창출형 선도기술개발'과제 책임자 2인 이상을 평가위원으로 참여시켜 사업간 시너지 창출을 제도적으로 강화

선정평가

잠재 수요 발굴을 위한 Seed형 수요국 국제공동연구를 추진하고, 선진 엔지니어링 역량 확보(M&A포함)를 위한 전략기획 연구추진

- 선정평가 시, 산업·경제적 파급효과 평가항목에 '중소기업 해외사업 기획·관리역량 향상 기여도', '시너지 창출 가능한 네트워크 구축 효과'의 추가 차별화 지표를 적용

[표 Ⅳ-20] 해외건설 R&D 인프라 구축 선정평가 차별화 지표

구분	평가 지표		일반과제
	평가 항목	세부 지표	기타
연구목표 및 추진계획	산업·경제적 파급효과	※공통지표 • 미래시장 유망성, 현지국 적용가능성 및 산업·경제적 기대효과 (기술이전 및 매출액 발생 가능성, 예상 시장규모/실용 화·사업화 전략) • 중소기업 해외사업 역량향상 기여도 • 참여기업 형태 및 개발사업에의 참여정도/연구결과물 및 정보 상호교류, 활용 계획 ※차별화지표 • 중소기업 해외사업 기획·관리역량 기여도 • 시너지 창출 가능 네트워크 구축 효과	30

진도관리 및 중간평가

관리기관은 연도별로 진도관리를 실시하며, 총 연구수행기간 중 중간년도에 해당되는 기간에 중간평가를 실시하여 과제 계속 여부를 판정

- 중간평가 결과를 토대로 연구 진행 방향을 수정·보완하거나 연구비 조정, 계속 과제 진행 여부 등을 판정

[표 Ⅳ-21] 해외건설 R&D 인프라 구축 중간평가 차별화 지표

구분	평가 지표		연구단 세부과제
	평가 항목	세부 지표	
실적	성과의 우수성	• 연구개발결과의 우수성 창의성 • 성과목표 달성도	10

최종평가

공통지표인 목표달성도, 연구개발성과, 기대효과 등을 기준으로 최종평가

성과관리 및 활용 확산

3대 중점 연구분야간 융합시너지효과를 극대화시키기 위하여 분기별 PI Workshop을 개최하여 성과정보의 교류 및 활용확산을 촉진시킬 수 있도록 제도화

- '해외건설 R&D인프라'에서 확보한 현지 시장, 정책, 기술 동향 정보와 리스크관리, 표준/기술인증 방안등의 연구성과를 주기적으로 공유· 모니터링하여 시장 타겟형 전략기술개발의 연구목표 추진전략을 update해 나감

- '해외건설 R&D인프라' 연구성과의 타 중점추진분야 제공 및 활용·확산의 정도를 기준으로 성과를 평가함

핵심과제별 최종성과물별 성과활용방안 수립

[표 Ⅳ-22] 해외건설 R&D 인프라 구축 성과활용방안

전략프로젝트	핵심과제	최종성과물		수요처	이전·확산 유형	적용예상 시장
		성과 유형	상세내용			
해외건설 정보 및 사업지원시스템	해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축	시스템	해외건설 시장 정보시스템	해외진출 기업 공동	성과확산	'해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진' 분야와 '미래 해외시장 창출형 선도기술 개발' 분야에서 대상으로 하는 시장 공통 적용
			리스크기반 해외건설 조기경보시스템			
			국가별 리스크/ 리워드예측시스템			
			현지 자재, 업체 정보 시스템			
	중소·ENG사 해외사업 수행지원시스템 기술	시스템	자기진단 기반 해외공사 입찰 시뮬레이터	해외진출 중소·ENG사 공동	성과확산	
			시장매력도, 분쟁/클레임가능성, 계약조건 기반 생애주기별 통합 리스크관리시스템			
		제도	해외공사 보증·보험지원체계			
글로벌 R&D 네트워크 구축	해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력	계획	공동연구 중장기계획	사업관리 기관	성과확산	
		제도, 시스템	공동연구 모니터링 및 성과관리체계	사업관리 기관		
		제도	공동연구 결과물 해외표준 인증 절차	해외진출 기업 공동		
	글로벌협력 인프라 및 네트워크 구축 운영	협력거점	해외건설 지역거점 R&D센터	해외진출 기업 공동	성과확산	
		제도	인력교류·교육 프로그램			
		제도	대형실험시설 간 글로벌 네트워크			

5.5 사업 성과지표

성과지표별 목표치 계획을 통해 성과관리를 추진

구분	최종성과 목표	성과지표	지표유형		목표치	가중치 (%)	목표치 설정근거	지표측정 방법 (측정산식)	실적치 검증방법 (자료출처)
			공통 /특성	산출/결과/ 영향지표					
과학기술적 성과	세계최고 기술수준 달성	해외시장 타겟형 건설기술 수준	공통	영향	선진국 대비 100%	15	기술수준 추이 토대 추정	전문가 설문조사	자체 기술수준 조사결과
		해외건설 R&D인프라 수준	공통	영향	선진국 대비 110%	10	기술수준 추이 토대 추정	전문가 설문조사	자체 기술수준 조사결과
	타겟국가별 실증기술 확보	Test-Bed 구축	공통	산출	10개소	15	핵심과제별 성과산출계획기준	실적증빙자료 검증	성과 DB
	해외건설 원천기술 확보	설계기법 개발	특성	산출	12건	5	핵심과제별 성과산출계획기준	실적증빙자료 검증	성과 DB
		소재/자재 개발	특성	산출	9건	5	핵심과제별 성과산출계획기준	실적증빙자료 검증	성과 DB
		장비/장치 개발	특성	산출	23건	5	핵심과제별 성과산출계획기준	실적증빙자료 검증	성과 DB
		특허출원	특성	산출	25건	5	핵심과제별 성과산출계획기준	실적증빙자료 검증	성과 DB
		SW출원	특성	산출	23건	5	핵심과제별 성과산출계획기준	실적증빙자료 검증	성과 DB
산업경제적 성과	해외건설 수익성 및 추가 시장 창출	해외건설 시장 추가매출	특성	결과	30% 비용절감 가능한 해외수주액 10조원	10	핵심과제별 신규시장점유액 추정	수주 실적증빙자료 검증	성과 DB
정책지원 성과	해외건설 기술지원 강화	계획/제도/절차 수립	특성	산출	6건	5	핵심과제별 성과산출계획기준	실적증빙자료 검증	성과 DB
		지역거점 R&D센터 구축 (연락소)	특성	산출	4(2)건	5	핵심과제별 성과산출계획기준	실적증빙자료 검증	성과 DB
	중소업체 지원강화	중소업체 해외수주 비중	특성	결과	15%	10	현재 중소업체 비중은 8% ('07년도 15%)	중소업체 해외건설 수주액 비중 증빙자료검증	성과 DB, 해건협 DB
		중소업체 기술이전	특성	결과	10건	5		실적증빙자료 검증	성과 DB

6. 타 사업과 중복성 및 연계성

6.1 타 사업과 중복성 검토

동 사업과 중복우려가 있는 국토교통부, 타부처 연구개발사업은 없음

동 사업은 해외건설을 위한 전략기술개발과 기획 · F/S, 사업관리, 정보체계구축, 국제협력 네트워크 구축을 동시 추진하여 해외진출 유사사업과 차별화됨

- 해외건설 수주 · 수익성 제고를 위해 기술과 더불어 전주기적 사업수행역량, 글로벌 기술협력 네트워크간 시너지 도모하여

- '에너지자원기술개발사업'은 전략기술개발, 비즈니스모델, 인력, 네트워크, 기자재 국산화 등 병행으로 동 사업의 전주기 사업수행역량 확보와 차이

부처	사업 명	지원영역							
		비즈니스 모델/전략 개발, 정책개발	사업기획, 금융조달, F/S역량 강화지원	전략기술 개발	사업관리 역량강화	정보체계 구축	인력양성	국제협력 네트워크 구축	기자재 국산화
국토부	해외건설시장 개척지원사업		●						
	해외건설 인력양성사업						●		
	플랜트연구사업			●					●
	해외건설촉진 연구개발사업		●	●	●	●		●	
범부처	SW수출 그랜드컨소시엄	●	●				●	●	
산자부	해외플랜트 타당성조사 지원사업		●						
	신재생에너지 해외진출지원사업		●				●	●	
	SW해외진출 정보화컨설팅지원사업	●	●			●		●	
	SW수출멘토링 지원사업			●	●			●	
	엔지니어링 해외진출지원센터					●		●	
	전력산업 해외진출 정책지원 방향					●			
	에너지자원 기술개발사업	●		●			●	●	●
	2012년 에너지 R&D 실행계획 정책과제			●					
환경부	Global Top사업			●					

중기청	해외건설 중소기업 진출지원		●				●	●	

: 건설교통분야 사업 : R&D사업, 그 외 사업은 해외진출지원정책사업

[표 Ⅳ-23] 유사사업 지원영역 검토

동 사업은 의사결정지원시스템 구축을 통해 시공 전 단계 역량 향상을 도모하여 사업기획, 금융조달, F/S역량강화 지원 유사사업과 차별화됨

- 타 사업은 정부간 비용지원, 자문, 정부간 협력을 통한 사업 수주유도 등 지원

[표 Ⅳ-24] 사업기획, 금융조달, F/S역량강화지원 사업 비교

부처	사업 명	기획 · 금융 · F/S
국토부	해외건설시장 개척지원사업	▪ 신시장개척 **비용 부분지원** – 타당성 조사, 발주처인사/엔지니어 방한 및 연수, 현지 수주교섭 · 조사 등
	해외건설촉진 연구개발사업	▪ **의사결정지원시스템** 구축을 통한 **리스크기반 우량사업 선별 지원** – 해외건설사업 리스크/리워드평가, 우량 · 악성 프로젝트 선별 의사결정지원지원시스템 구축 – 중소기업 해외진출지원을 위한 입찰의사결정지원시스템 구축
범부처	SW수출 그랜드컨소시엄	▪ IT서비스 **해외프로젝트 발굴, 기획 지원(목표시장, 전략분야)** ▪ 개도국 · 신흥경제시장 정보화컨설팅 지원을 통한 해외사업 연계 ▪ 정부간 협력을 통한 해외사업 연계 ▪ 타당성 조사 컨설팅
산자부	해외플랜트 타당성조사 지원사업	▪ 수주 · 입찰 추진 중 해외플랜트공정설비 프로젝트 발주국의 **타당성조사 요구 시, 비용 지원**
	신재생에너지 해외진출지원사업	▪ **해외시장조사 및 프로젝트 발굴 사업비 지원** ▪ **예비타당성 조사 비용 지원** ▪ 중소 · 중견기업 대상 **금융, 절차, 시장정보 등 자문**을 위한 해외진출지원센터 운영
	SW해외진출 정보화컨설팅지원사업	▪ **타당성조사 컨설팅 비용지원**
중기청	해외건설 중소기업 진출지원	▪ 계**약, 보증, 타당성조사 등 상담 및 컨설팅** – 분야별 외부 자문위원 Pool 운영

동 사업은 기술개발대상 분야, 기술개발단계에서 타 사업과 차별화됨

- 물관리, 그린에너지인프라, 도시, 주택, 교통인프라 현지 최적화 실증기술확보 도모

  · 현지 여재활용, 다수원처리 플랜트 건설 실증기술확보를 추진하여 막분리기술, 지능형정수 공정(요소)기술을 개발하는 'Global Top환경기술개발사업' 내 물관리 기술과 차별화

  · 사막 태양광 플랜트, 지진지역 지열발전 플랜트, 저급탄 고효율화 플랜트의 실증 건설기술은 실증기술확보, 요소기술 반영 패키지기술 개발을 추진하여 타 사업과 차별화

[표 Ⅳ-25] 전략기술개발사업 비교

부처	사업 명	기술개발 내용 및 범위
국토부	플랜트연구사업	▪ 차세대 도시 공급처리 기술(순환 복합플랜트, 유틸리티 운영제어 등), 복합해수담수화플랜트(에너지저감형), LNG플랜트 오일샌드/지중석탄 가스화 플랜트, 극한지자원이송, 해상풍력 기초, 조력/조류발전 하부구조 등 분야의 **기자재, 소재, 공정, 설계, 시공 원천·독자**기술 확보
	해외건설촉진 연구개발사업	▪ 국토교통R&D사업성과의 **현지 최적화 및 후속실용화** 개발 – 현지여재 활용 물관리·모듈 주택·저비용 부재 도로/철도 건설기술 ▪ 미래 건설시장 선점을 **원천-실증 전주기 기술개발** – 계획단계 사업참여를 위한 도시계획 의사결정지원 시스템 기술 – 저급탄, 지열, 대규모 태양광 플랜트 설계, 시공 기술
산자부	에너지자원 기술개발사업	▪ 저탄소 녹생성장을 위한 **에너지효율향상**, **온실가스처리**, **자원개발 및 탐사기술분야 원천-응용-실용화 전주기기술개발** – 에너지효율향상(에너지저장, 히트펌프, 소형열병합), 건물효율, 그린카, 청정연료, 보일러 등), 온실가스처리기술, 자원기술개발(유가스전, 희유금속, 우라늄 등) 상용화기술개발(전술된 분야의 실증기술확보)
	2012년 에너지 R&D 실행계획 정책과제	▪ **BIPV(건물일체형 태양광발전)**, **대형해상풍력발전기** 개발 및 국내 실증, 바이오폐기물 등
환경부	Global Top사업	▪ 환경기술의 수출산업화 목적의 패키지기술 개발 – 첨단 **지능형 최적 정수처리 원천기술 및 소재 국산화**(세계시장 선도형 막분리, 지능형 정수처리) – 에너지자원순환형 막여과 고도수처리기술(분리막, 재이용수 생산, 에너지회수·활용 등) – 친환경자동차 핵심기반기술 – 폐급속·유용자원 재활용 기술

동 사업은 사업관리시스템 구축을 통해 중소/엔지니어링기업의 사업관리역량 강화 추진

- 타 사업은 컨설팅을 통해 사업관리 역량 향상 지원

[표 Ⅳ-26] 사업관리 역량 강화 사업 비교

부처	사업 명	사업관리 역량강화 지원 내용
국토부	해외건설촉진 연구개발사업	▪ **사업관리지원스템 구축**을 통한 **중소/엔지니어링 기업 사업관리역량 강화** 지원 - 해외공사 수행역량 자기진단, 입찰 시뮬레이션, 리스크 기반 사업영역별 사업관리시스템 구축
산자부	SW수출멘토링 지원사업	▪ 멘토기업 역량을 활용하여 멘티기업 SW의 현지 유효성, 인수테스트 등 현지화를 위한 품질 향상 컨설팅 수행 - 언어, 문화, 사회, 고객특성을 고려한 **커스터마징 자문**

발주제도/기준, 제약요인, 유망사업/기술 선별을 위한 리스트관리체계를 포괄하는 기술협력 종합정보시스템 개발

- 타 사업은 국가별 시장, 정책, 수주, 기준 정보 서비스에 한정

[표 Ⅳ-27] 정보체계 구축사업 비교

부처	사업 명	정보체계 구축 내용
국토부	해외건설촉진 연구개발사업	▪ 국가별 건설시장 · 발주제도/기준 · 제약요인, 리스크 통합 기술협력 정보체계 구축 - 리스크리워드 예측, 조기경보시스템 등
산자부	SW해외진출 정보화컨설팅지원사업	▪ 해외 시장 · 수주정보시스템 구축 - 국내기업 진출가능 국가 IT서비스프로젝트 정보수집 · 분석 · 유망사업발굴 - 국가별 IT정책, 인프라 수준, 발주부처 요구사항 등 정보 축적 · 공유
	엔지니어링 해외진출지원센터	▪ 해외 시장 · 수주정보시스템 구축 - 시장 · 발주정보, 국가별 개발계획, 설계기준 축적 · 공유
	전력산업 해외진출 정책지원 방향	▪ 해외 시장 · 수주정보시스템 구축 - 주요국별 전력시장 · 제도 · 국내기업 진출현황 · 입찰정보제공 정보시스템 구축

국제공동연구개발 및 기술협력, 사업 연구성과 활용·확산에 주안점을 둔 글로벌 네트워크 구축

- 타 사업은 시장정보 수집, 홍보 · 인지도 제고를 위한 지원에 한정

[표 Ⅳ-28] 국제협력 네트워크 구축 유사사업 비교

부처	사업 명	국제협력 네트워크 구축
국토부	해외건설촉진 연구개발사업	▪ 국가별 기술협력 종합정보체계 자료 수집, 국제공동연구 매개·수행을 위한 **지역거점 R&D센터 설립** - **기술전문가** 파견 ▪ 해외 표준화/인증전략, 연구인력 교류 등 **사업성과 확산 방안 도출**·운영
범부처	SW수출 그랜드컨소시엄	▪ 해외공관 활용 현지채널 구축
산자부	신재생에너지 해외진출지원사업	▪ 해외바이어 초청, 시장개척단 파견, 해외전시회 참가비용 지원
	SW해외진출 정보화컨설팅지원사업	▪ 해외 IT서비스 인적네트워크 모니터링 및 공유
	SW수출멘토링 지원사업	▪ 제품 현지영업, 해외홍보, 컨퍼런스·세미나를 통한 인지도 향상 지원
	엔지니어링 해외진출지원센터	▪ KBC/플랜트·건설수주지원센터를 해외거점으로 활용 - 해당국 및 주변국의 시장동향 파악, 수주 활동 지원, 발주정보 수집·분석, 현지 네트워크 구축, 각종 협력사업 지원 등 - 거점 운영을 위한 '해외진출지원센터' 설치
중기청	해외건설 중소기업 진출지원	▪ 현지기술시연화 행사지원 ▪ 현지 법인 지사 설립 가이드

6.2 전략프로젝트별 중복성 및 연계성 검토

전략프로젝트별로 국토교통연구개발사업과 목표, 구성기술분석을 통해 중복성, 연계방안을 검토

"저비용 신속시공 도로/철도 건설기술"중 도로분야는 저비용 신속시공 및 현장 아스팔트 재활용 기술개발로 기존 사업에서 추진한 산업부산물 재활용 포장공법 개발과 차별성을, 철도분야는 토질조건별 말뚝공법 개발로 기존 사업에서 추진한 쇄석, 성토지지 말뚝공법 개발과 차별성을 가짐

- "저비용 신속시공 도로포장 건설기술" 핵심과제는 국토교통부 사업인 "탄소저감형 흙 포장 기술"의 성과물을 활용하여 해외 실증을 추진

  · 아프리카 르완다에 현지토에 대한 현장안정처리 파일롯 실험을 기반으로 점토와 첨가제(ASP)를 이용한 지반개량 및 흙 포장, 화산재와 점토를 혼합처리 방법 등을 활용하여 침씰 공법 적용을 위한 노상 안정처리 기술을 개발함

- "사막지반 보강 철도 건설기술" 핵심과제는 한국건설기술연구원에서 수행한 "연약지반 측방유동 판정기법 및 토목섬유/말뚝 복합보강공법"의 지반고결층 형성 후의 아칭효과 규명에 대한 성과를 연계하여, 말뚝의 경제적 간격 설계를 위한 아칭효과 분석 기술을 개발함

  · "연약지반 측방유동 판정기법 및 토목섬유/말뚝 복합보강공법"은 지하수위가 높고 실트질 퇴적층이 분포된 국내 갯벌과 같은 연약지반에 유효한 공법으로 사막 연약지반 적용이 어려우므로, 지반특성과 토질조건을 고려하여 차별화된 기술개발 추진

"저비용 고효율 물공급시스템 건설기술"은 기존 기술대비 중금속 흡착 성능향상, 강변여과공법 개발을 추진하여 차별성을 가짐

- "저비용 상하수처리 시스템 건설기술" 핵심과제는 국토교통부에서 진행된 "중금속으로 오염된 토양 및 지하수 처리기술", "수변지하수 활용 고도화"의 성과물을 활용하여 해외 실증 추진

  · "중금속으로 오염된 토양 및 지하수 처리기술"의 성과인 중금속 흡착여재 ICZ(Iron Coated Zeolite)를 기반으로 비소흡착률을 10배이상 강화한 Alum sludge 흡착여재를 동남아시아 현지 Test-Bed에 실증하여 상용화함

  · "수변지하수 활용 고도화"의 성과인 강변여과수 공법을 저비용 상하수처리 시스템의 취수방안 중 하나로 활용하여 동남아시아 지역 현지 최적 취수방안 선정

- “고효율 물공급시스템 건설기술” 핵심과제는 국토교통부에서 진행된 “수변지하수 활용 고도화”, “해수담수화플랜트 사업단”의 성과물을 활용하여 해외 실증을 추진

  · “수변지하수 활용 고도화”의 성과인 간접취수 공법을 기반으로 해수간접취수 공법을 개발하고 중동 현지 Test-Bed에 실증 및 실적을 확보하여 상용화함

  · “해수담수화플랜트 사업단”의 성과인 해수 수질 맞춤형 최적 전처리 공정 개발 성과를 사막 해안지역 현지에 맞도록 개선하고 중동 현지 Test-Bed에 실증 및 실적을 확보

“생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술”은 국내 모듈주택의 극서지역 적용 시, 에너지절감을 위한 패시브구조를 도입하고 전자동화 Test-Bed 구축 및 수송효율화 부재, 구조를 개발하여 기존 국토교통연구개발사업과 차별성을 가짐

- “생산성 향상 모듈주택 건설기술” 핵심과제는 국토교통부에서 진행된 “자원순환형 철골조 유닛모듈라 주택 개발연구”의 성과물을 활용하여 해외 실증을 추진

  · “자원순환형 철골조 유닛모듈라 주택 개발연구”의 성과인 재활용 가능 단층 유닛 모듈러 주택설계 및 전자동화 공장 설계기술을 기반으로 극서고온환경 적합성 제고를 위한 단열 부재 및 패시브설계를 접목하고 전자동화 공장실증, 수송효율화 기법 등을 개발함

- “All-Weather Construction 기술” 핵심과제는 국토교통부에서 추진된“고성능·다기능 콘크리트의 개발 및 활용기술(2005)”, “크라이밍 유압로봇 및 건설공장 구조체 기술개발(2007)” 과제의 성과물을 활용

  · 기확보된 고성능/고기능성 콘크리트 특성, 콘크리트 제조기술, 강재, 강재 접합기술을 기반으로 강우환경 적합성 검토하여 우기 시 공사에서도 안정적으로 활용가능토록 응용 개발하여 현지 T/B 구축

- “크라이밍 유압로봇 및 건설공장 구조체 기술개발(2007)”에서 개발된 고층건물 건설공장 및 크라이밍 유압로봇 등 성과물 중 고층건물 건설공장 기술을 가설지붕 방식으로 간소화하여 비용 및 시공성이 향상된 구조체 기술을 개발

“산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술”은 도시사업 선제안, 도시계획단계 참여를 위한 GIS기반 Toolkit을 포함하는 의사결정지원체계를 개발하여 U-eco city 사업단에서 추진한 U-city 및 생태도시 H/W 기술개발과 차별성을 가짐

“그린에너지 인프라 건설기술”중 저급탄 분야는 기존 1t/d규모 공정개발과 연계하여 20t/d 규모의 인도네시아 현지 Test-bed 구축을 추진하고, 태양광 분야는 기존 연구성과인 구성품을 활용하여 중동현지 Test-bed 구축을 추진하며, 지열 분야는 화산지역 지열발전에 초점이 맞춰져 기존 개발중인 비화산지역 심부지열발전(EGS)과 차별성을 가짐

- “바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술” 핵심과제는 산업통상자원부에서 추진중인 “미분탄 화력발전 효율개선 및 이산화탄소 감축을 위한 바이오매스/저급탄 하이브리드 연료(HCK) 제조 공정 개발(2012)”, KIER 자체 연구사업인“저급탄 열분해에 의한 친환경적 연료생산 및 고부가가치화 기술 개발(2012)” 과제의 성과물을 활용

  · 기 사업은 1t/d규모의 공정개발, 사업성 평가, 요소기술개발에 초점이 맞추어져 있으며, 기존연구 종료 후 개발된 기술을 연계, 활용하여 20t/d 규모의 인도네시아 현지 Test-bed구축을 추진함

- “화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술” 핵심과제는 산업통상자원부에서 추진중인 “MW급 지열발전 상용화 기술개발(2010) 과제의 성과물을 활용

  · 기 확보된 성과와 연계하여 지열발전정 설치기술, 고온형 고효율 지열발전 실증 플랜트 구축 기술을 개발

- “사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술” 핵심과제는 산업통상자원부에서 추진중인 “초저가 고효율 WT-PERL 결정질 실리콘 태양전지 개발(2010)”, “고온 사막용 PV모듈 및 고 이용률 시스템 개발(2011)”, “모듈형 복합 분산전원 시스템 개발 및 실증(2013)” 과제의 성과물을 활용

  · 기 사업은 태양광 플랜트의 구성품 개발에 초점이 맞추어져 있으며, 기존연구 종료 후 개발된 기술을 연계, 활용하여 중동 현지 Test-bed구축을 추진함

  · 고온 사막용 PV모듈 및 고이용률 시스템 개발에서 개발된 ‘사막용 PV모듈‘은 건설공기 최적화를 위한 단위모듈(Array Unit)개발에 활용 가능함

Ⅴ. 중점추진분야별 전략프로젝트

1. 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진
2. 미래 해외시장 창출형 선도기술개발
3. 해외건설 R&D 인프라 구축

1. 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진

1.1 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 현지 기후 및 지반 조건, 경제 여건에 부합하는 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술

아프리카 지역의 기후 특성과 열악한 도로 여건에 적합한 저비용 신속시공 도로 건설기술

사막 연약지반의 안정성 확보 및 경제적 건설이 가능한 철도 건설기술

(범위) 현지 여건에 부합하는 도로/철도 건설 재료 및 경제적 설계/시공 기술

재활용 아스팔트 및 칩씰을 이용한 도로 포장 재료 배합 및 시공 속도 향상 기술

- 비포장도로 개량을 위한 칩씰 시공 속도 향상 및 재료 배합 기술
- 노후도로 개량을 위한 현장상온 재활용 아스팔트 도로 포장 설계, 시공 기술

철도 건설 시 연약지반 보강을 위한 경제적 말뚝공법 및 배수시스템 기술

- 고효율 저비용 연약지반 배수시스템 설계, 시공 기술
- 지반 침하 억제가 가능한 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 설계, 시공 기술
- 아칭효과 분석을 통한 성토지지 말뚝공법의 경제적 설계, 시공 기술

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

(1) 해외

도로 선진국은 타 교통수단과 연계체계 구축, 친환경성, 연속적인 도로망 구축, IT기술 접목을 통한 도로 지능화 기술 개발 중

미국의 Trans-Texas Corridor Project는 이동 가능한 모든 교통수단을 연결하여 수송효율을 극대화함

- 초고속도로의 설계속도 160km/h에 적합한 차선 폭, 횡단구성과 횡단경사, 편경사, 램프 설계속도와 차로폭, 중앙분리대, 노변 안전장치 기준을 정립함

- 초고속도로 설계기준을 고려하여 노변 안전 특징을 평가하고 160km/h의 속도환경에서 안전한 주행을 확보하는 기술을 개발함

미국 Big-Dig은 지하에 8~10차선의 대규모 고속도로를 건설하여 도심 교통난을 해소하고, 지하 고속도로의 매연 및 교통소음을 저감함

- 지하 고속도로의 매연 등 세계 최대의 터널 환기 시스템과 최신 전자교통통제 시스템이 마련됨

유럽은 도로의 원래 기능인 교통통행뿐만 아니라 도로 공간 활용 및 환경 오염 저감을 위한 연구가 진행 중에 있음

- 도로 하부의 공간을 다양하게 활용하는 도로설계 기술에 중점을 두고 있으며, "New road construction concept vision 2040"을 미래 도로의 새로운 개념인 고품질, 비용효과, 저소음, 친환경, 안전, 위험 완화, 낮은 유지보수, 교통 이동성을 개발을 제안함

- 교통통행으로 인해 유발되는 각종 오염과 먼지, 진동, 소음 등의 환경공해들을 줄일 수 있는 "Ecotechnic road system"과 같은 환경대응 도로체계 연구가 진행 중에 있음

일본은 차세대 도로사업으로 설계속도 상향이라는 목표아래 수퍼하이웨이 사업을 추진하고 횡단폭원을 확대하는 등 도로기반 시설의 고규격화와 최신 포장기술을 적용함

IT 기반의 지능형교통체계 및 미래형교통시스템 기술 개발

차량-차량, 차량-노변간 통신 등을 활용하여 운행·보행자의 안전성을 확보할 수 있는 인프라 연계형 안전지원시스템 CS(Cooperative System)을 개발함

- CS 기술은 ITS 기술간 융복합을 통해 새로운 교통패러다임을 구현이 가능하고, 유럽, 미국, 일본 등에서는 CS 관련 요소기술 대부분을 개발·검증이 완료됨

교통수단 및 시설의 운영 효율화 및 최적화를 위한 교통계획 및 운영기술, 교통안전 및 환경개선에 필요한 교통안전시설의 설치 및 관리 기술, 환경영향 저감 기술, 복합교통연계기술 등을 개발함

- 미국 및 독일은 교통이용자들에게 실시간으로 다양한 대중교통 및 주차 정보 제공, 타교통수단 예약이 가능한 어플리케이션을 개발함

- 미국은 개인승용차와 철도와 연계시키기 위해 철도역의 환승주차장 안내 서비스를 제공 중에 있음

탄소 저감을 위한 도로 재료 재활용 기술, 저에너지형 포장재료 및 공법 개발

국외에서는 시멘트 제조와 관련하여 이산화탄소 배출량을 줄이기 위한 기술개발에 노력을 기울이고 있음

- 시멘트 1톤을 생산하기 위해서는 약 1톤의 이산화탄소가 발생하고 전세계적으로 발생하는 탄소량 중 약 5~10%를 차지함

- 아일랜드 회사인 Ecocem은 세계 최초로 탄소중립 콘크리트 생산에 성공하였으며, 기존 시멘트 대비 16배 적은 탄소량만을 배출함

- 미국의 ChK 그룹은 쌀겨를 800℃ 이상 가열함으로써 탄소 배출 없이 다량의 순도 높은 실리카를 생산할 수 있는 기술을 개발하여, 콘크리트에 혼화제로 첨가할 경우 시멘트량의 20% 감소가 가능함

미국의 경우 환경보호청(EPA, Environmental Protection Agency) Cool Pavement 관련 보고서는 반사율이 아스콘보다 높은 기존 콘크리트 포장을 열섬현상 저감을 위해 추천하고 있으며 보다 효과적인 신규 포장개발을 위한 연구를 수행

- 도시에서 도심의 온도를 상승시키는 주된 원인 중 하나이며, 특히 아스팔트 포장은 하절기에 60℃ 이상까지 상승함으로써 열섬현상이 발생하는 주된 요인임

일본의 경우에도 보수/투수성 포장이나 적외선 반사포장 등 신규 포장재 개발 관련 연구가 진행 중에 있음

도로망 건설을 위하여 신속시공을 통한 교통지체 또는 차단 최소화 도로, 공용수명 확보, 유지보수 최소화 등 조립식 도로 포장 기술 개발

네덜란드의 조립식(Rollpave) 아스팔트 도로포장기술은 세계최초로 개발된 기술로서, 2006년에 최초 시험시공 이후(500m) 공용성능 평가단계를 통하여 기술의 경제성, 적용 유효성 및 장기 공용성능이 검증되어, 현재 일반도로 및 고속국도 현장에 시공 되고 있음

- 3cm 두께의 얇은 층 시공으로 표층장기수명 10년 이상, 일반 포장대비 공기 50% 단축, 비용 절감 등의 장점이 있음

미국은 프리캐스트 콘크리트 포장은 고성능의 슬래브를 공장에서 제작함으로써 우수한 내구성을 가지게 되며 미리 제작한 슬래브를 손상된 슬래브와 교체하기 때문에 신속하게 콘크리트 포장의 보수를 수행할 수 있음

- 뉴욕주 Schenectady Watt street 지역의 교차로 아스팔트 포장 구간을 보수하기 위하여 프리캐스트 콘크리트 포장 공법을 이용하였으며 13시간 만에 보수를 완료함

기존 일반가열아스팔트보다 온도를 낮춰서 생산하는 중온아스팔트(Warm-Mix Asphalt)개발 연구 진행 중

교토의정서와 함께 지구온실가스를 줄이기 위한 노력이 진행되고 있으며, 이러한 시대의 흐름에 맞춰서 도로포장분야에서는 아스팔트 생산온도를 낮추는 연구가 진행되고 있음

- 일반아스팔트 보다 30℃ 생산온도를 낮춘 중온 아스팔트 개발연구가 세계적으로 활발히 진행되고 있으며, 많은 회사들이 제품을 개발함

- 제품 개발과 함께 성능평가 연구가 진행되고 있으며, 시험포장을 통하여 현장공용성을 평가하는 연구도 진행중에 있음

- 중온아스팔트 기술이 개발되면서 점차 아스팔트 생산온도를 낮추기 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있으며, 현재 130℃인 아스팔트 생산온도를 100℃까지 낮추기 위한 연구가 진행됨

저비용 고효율 포장 및 유지보수를 위해 포장공법에 관한 연구가 활발히 진행

기 구축된 도로네트워크를 효과적으로 유지관리하기 위하여, 저비용 고효율 포장 유지보수 공법 기술 개발 및 개선 연구가 요구되고 있음

- 예방적 유지보수공법들에는 칩씰을 비롯하여, 슬러리씰, 마이크로서페이싱공법, 포그씰 공법들이 있음

칩씰의 공용수명을 연장하고 사용영역을 넓히기 위하여 칩씰에 사용되는 유화아스팔트 성능 개선 연구가 진행되고 있음

- 일반 유화아스팔트보다 점성을 개선한 폴리머 유화아스팔트 개발과 함께 AADT(연평균 일일교통량)가 더 높은 도로에도 칩씰을 시공하고 있음

  · 기존 AADT 2,000 이하 도로에서만 칩씰을 사용하였으나, 최근에는 AADT 5,000 이하까지 확대 적용되고 있음

  · 칩씰은 상온 유화아스팔트를 사용함으로써, 지구온실가스 발생 억제 효과 높음

미국은 칩씰 배합설계와 성능 평가를 위해 10억 원 규모의 R&D 투자 및 시공성 향상을 위한 연구를 진행함

- National Cooperative Highway Research Program에서는 “Chip Seal Best Practices” 연구 보고서를 통하여 미국만을 고려하지 않고, 호주, 뉴질랜드, 영국과 남아프리카 공화국에서의 칩씰 기술과 비교를 통하여 아래와 같이 7 분야로 나누어 정리하였음

  · 칩씰 배합설계, 계약 절차, 재료선택, 장비운용, 시공기술, 성능평가, 우수하고 새로운 시범연구 등

재활용 재료 및 아스팔트 활용을 높이기 위한 연구 진행 중

미국은 현장에서 적용된 포장재료를 재활용하는 기술을 확보함

- 버지니아주의 고속도로(3.7mile) 복원사업에서 기존의 포장재료를 재활용하여 기존 공법 대비 공기 2/3단축(7개월 단축)하고, 공사비 감소와 교통체증을 최소화화는 성과를 보임

  · 기존 포장재료를 재활용하고 포장의 표면은 아스팔트로 덧씌우기함

  · 기존 포장 재료를 재활용함으로써 재료를 운반하는 트럭의 사용 최소화와 이로 인한 연료소모량 감소 등 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있는 환경친화적인 공법임

자원보호와 환경보호를 위하여 노후도로에서 발생되는 폐아스팔트(Reclaimed asphalt pavement, RAP)를 재활용하기 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있음

- 현재 일반 가열아스팔트 생산에 RAP을 10~20% 첨가하여 사용하고 있으며, RAP 50% 이상 사용한 아스팔트 생산을 위한 기술 개발 연구가 꾸준히 진행되고 있음

- RAP 이외에도 Reclaimed Asphalt Shingles(RAS)을 아스팔트 생산시 사용하기 위한 연구도 진행 중에 있음

※ Asphalt Shingles은 미국에서 주택에 사용하는 재료

철도는 초기 인프라 구축에 막대한 투자비가 소요되어 건설비용 절감을 위한 기술개발이 지속되고 있음

막대한 투자비가 프로젝트 추진의 중요 요소이며, 비용을 절감할 수 있는 철도 건설 기술은 사업 수주의 큰 경쟁력으로 작용

중국 철도부 자료에 의하면 고속철도 총사업비 중 철도기초건설투자가 약 40~60%로 가장 높은 비중을 차지[149)]

고속철도 선진국인 독일, 프랑스, 일본을 중심으로 토공단면적 저감 기술, 강성 보강 노반 기술, 연약지반 처리기술 분야에 대한 연구 활발히 진행

독일, 프랑스, 일본 고속철도는 선로 중심 간격을 4.2~4.7m 수준으로 최적화하여 토공단면적을 저감하여 왔으며, 우리나라는 최근 고속철도 건설 경험을 바탕으로 선진국 수준에 근접

독일의 경우 지지층의 강성에 따라 강화노반의 두께를 다르게 적용하고 있으며, 독일의 상부 노반 층 두께는 일본 및 한국과 비교하여 작음

중국은 넓은 국토에 고속철도를 건설하고 있으므로, 연약지반을 포함한 다양한 지형 및 지질 조건에 적응성이 높은 원지반 처리기술인 CFG(Cement Flyash Gravel) 말뚝 및 토목섬유 공법을 적용하여 궤도의 침하를 관리

149) 2013 국토교통 R&D 동향조사 (국토교통부, 국토교통과학기술진흥원)

철도 기술 선진국인 독일에서는 철도노반 연약지반 보강공사에 토목섬유를 적용하여 기존공법 대비 공사비를 30%이상 절감

지반의 지지력 증가를 위해 모래말뚝이나 쇄석말뚝을 토목섬유로 감싸 지반의 지지력을 증가시키고 상부 벌징파괴 및 침하를 감소시키는 공법에 관한 기술개발 수행 및 현장 적용

연약지반 보강기술은 노반 부문의 비용 절감을 좌우하는 기술임

- 철도 노선이 연약지반을 통과하는 경우, 연약지반 보강을 통해 교량 건설을 대체하게 되면 사업비의 막대한 절감이 가능하나, 기술력 부족으로 연약지반을 우회하게 되는 경우에는 노선 길이가 연장되어 사업비가 증가하게 됨

(2) 국내

저탄소 포장기술 국산 상용화 원천기술이 개발되고 있으나, 현장 적용은 활발하지 못한 상황임

첨단소재 기술의 발달로 재생 아스콘 성능 향상이 가능해 졌으며 재생 아스콘 활용성 제고를 위한 기술적 수요가 급증하고 있음

최근 금호석유화학(2010)에서 '아스팔트 중온화 첨가제'의 국산화 개발에 성공하여, 현장 적용을 위한 연구가 활발히 진행되고 있음

최근에는 폴리머 콘크리트 등과 같은 신재료 개발 및 현장 적용을 통해 기존 재료보다 생산 단계 및 시공 시에도 탄소 배출을 저감할 수 있는 연구 진행중

국내 신속시공 조립식 도로포장 기술은 기초연구 단계임

국내 조립식 포장 기술은 매우 기본적인 연구만 진행된 상태이며, 줄눈 콘크리트 포장 형식의 구조 형식만 이용되고 있음

- 다수의 구조적 검증과 시공 사례를 통해 여러 구조 형식과 기능성을 가지는 조립식 포장의 적용 가능성은 검증된 상태임

칩씰포장이 실제 적용된 사례는 없었으나, 민간 중소기업 독자 연구를 통해 칩씰포장의 핵심기술인 유화아스팔트 제조 및 공용특성에 대한 기초기술을 확보함

'07년 SK에너지에서 칩씰용 개질 유화아스팔트를 개발하고 물리적 특성에 대한 평가연구를 수행

- 국내도로의 유지보수에 적용 가능성이 클 것으로 예상되는 Chip Seal용 유화아스팔트의 제조방법 및 물성평가 방법 연구하고, 일반유화아스팔트와 개질유화아스팔트의 혼합물 성능을 비교 평가함

- 일반 및 SBR 개질 유화아스팔트와 특별한 공정이 필요한 SBS 개질 유화아스팔트를 제조하여 유화아스팔트 물성을 분석한 결과, 미국 AASHTO 규격을 모두 만족하며 일반과 개질 유화아스팔트간 바인더 물성차이는 크지 않은 것으로 나타남

- Chip Seal 적용 초기의 골재 부착성능을 모사한 Sweep Test결과 SBR 개질유화아스팔트 및 SBS 개질유화아스팔트가 일반유화아스팔트에 비해 부착성능이 우수한 것으로 나타남

세종대학교와 인성산업의 공동으로 유화 아스팔트를 개발하고 다양한 골재와의 조합에 따른 공용특성을 연구함

- 칩씰용 유화아스팔트와 골재가 칩씰포장의 공용성에 미치는 영향을 평가하고 국내 유화 아스팔트 3종을 선택하여 양생시간에 따른 물리 역학적 시험을 실시함

최근 유무기계열의 복합재료를 활용한 도로하부안정처리 기술이 연구되고 있음

한국건설기술연구원에서는 "흙 시멘트 혼합재료의 표면 침식 방지 기술(한국건설기술연구원)", "다기능 복합폴리머를 이용한 도로하부지반 안정처리기술 개발에 관한 연구(APW)"를 수행함

국가 R&D 사업으로 "탄소저감형 흙 포장 기술(국토교통부, 국토교통과학기술원)"에서 현지토에 대한 현장안정처리 기술을 개발하고 있음

도로 포장재료와 관련하여 기존의 내구성 향상 등에 치중되어 있던 연구개발은 재활용 아스팔트 재료 개발에 집중하고 있음

탄소배출 저감을 위한 시멘트 소비량 감소를 위하여 건설 폐자재 또는 기존 포장재료를 재활용하는 기술을 개발하고 있음

- 포장 보수 시, 재생아스파트 혼합물을 활용하는 유지보수용 포장공법 개발

- 폐기물 등을 활용한 포장용 콘크리트 재료 개발

국내의 도로/철도 건설 시 지반 특성에 따라 Pre-loading, 치환공법, 약액주입공법, 동압밀공법, 말뚝보강공법 등 다양한 연약지반 보강기술 적용

국내에서 적용된 연약지반 보강공법은 지반특성이 다른 사막지반에는 적용이 곤란함

국내는 지하수위가 높은 실트질 퇴적층 연약지반이 대부분이나, 중동 사막 모래지반과 같은 조건에서는 말뚝체 강성 부족으로 기존의 모래 또는 쇄석말뚝 공법으로는 성토노반을 지지하는데 한계가 있음

성토지지 말뚝공법은 국내 시공사례가 극히 드물며, 현재 우리나라는 설계 및 시방기준이 정립되어 있지 않음

성토지지 말뚝공법은 철도 노반 성토층을 직접 지지하므로 중동 사막지반 특성에 부합되는 공법임

호남고속철도 연약지반 구간 성토지지 말뚝공법 적용이 국내 유일 사례이며, 기술 수준이 낮아 경제성 확보되지 않음

아칭효과 분석 및 말뚝 간격 설계에 대한 기술 수준이 낮아, 아칭효과를 제외한 말뚝지지력만을 고려하고 설계되어 말뚝간격이 1.6m~3.4m임

아칭효과 분석 기술이 부족한 경우, 경제적인 말뚝 개수 및 간격을 설계하지 못하고 비효율적으로 말뚝 개수를 증가시키게 되어 공사비가 증가함

미국의 경우 아칭효과 발현을 위한 최소 말뚝간격을 8.5ft(약 2.6m)로 규정하고 있으며, 북유럽의 경우 최소 말뚝 간격을 2.5m로 규정

1.1.1 핵심과제: [아프리카] 저비용 신속시공 도로포장 기술

가. 핵심과제 정의

기존의 아스팔트포장 도로는 시공에 많은 시간과 건설비용이 요구되어 아프리카와 같은 저개발국의 교통 및 기후조건, 경제여건을 감안했을 때 적합하지 않은 공법임

기존의 아스팔트 도로는 노상과 보조기층, 아스팔트 기층, 아스팔트 표층 등으로 구성되며, 도로 구조를 단순화 시킬 경우 시공 시간 및 건설비용 절감됨

아프리카 국가의 경우 70~80%는 비포장도로이며 노후화로 인해 자원 수송에 어려움을 겪고 있으며, 넓은 국토 면적으로 인해 공사 구간이 길기 때문에 도로 포장 확대 및 개보수를 신속하게 시공할 수 있는 도로포장 기술이 필요함

아프리카의 도로 포장 확대 및 개보수에 적합한 도로포장 공법은 칩씰 도로포장 공법과 현장 상온 재활용 아스팔트 도로포장 기술이며, 세부 기술은 다음과 같음

칩씰 도로포장 공법 기술 개발

- 현지 노상토 자원의 종류에 따른 유·무기계 안정처리 재료 및 배합설계 기술 개발
- 노상 안정처리 시공의 시공 속도 향상을 위한 장비 개발
- 기후 조건에 따른 칩씰 시공을 위한 결합재 및 배합설계 기술 개발
- 칩씰 시공 성능 향상을 위한 장비 개발
- Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장단면 설계 및 시공 기술 개발

현장 상온 재활용 아스팔트 포장 도로 기술 개발

- 상온 현장 재활용을 위한 첨가제 개발
- 기존 아스팔트 포장 상온 재활용을 위한 배합설계 기술 개발
- 현장 상온 재활용 아스팔트 포장 시공 장비 개발
- Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장 단면 설계 및 시공 기술 개발

나. 기술개발 필요성

아프리카의 물류수송을 위한 인프라 부족으로 다수의 도로 SOC 사업 계획 중

아프리카는 대규모 건설관련 차관 도입으로 다량의 SOC 사업을 진행

아프리카의 경우 70~80%는 비포장도로임

- 포장도로의 경우도 유지보수가 제대로 이루어지지 않아 도로의 기능 상실
- 도로포장 관련 체계적 관리 시스템이 부재하거나 유지관리 보수비 부족

아프리카 국가는 국내와 같이 고급도로의 포장을 원하지 않고 있으며, 현지에 맞는 도로포장을 원하고 있음

저개발국가에서는 국내 비포장도로의 포장수준을 요구함

아프리카의 경우 대부분의 국가는 약 70% 이상의 비포장도로이며, 아프리카의 비포장도로 현황은 다음과 같음

아프리카의 현실에 맞는 경제적 도로건설 기술 확보 필요

아프리카의 건설시장 진출을 위한 현지 조건을 고려한 경재성과 공용성이 확보된 비포장도로 및 노후도로 개선 포장공법 개발이 필요함

선진국의 경우 고가의 시험장비를 통해 도로 유지보수 방법을 결정하지만 아프리카에서는 관련 시험장비가 전무하며 관련 기술이 부족함

국제적으로 공신력을 확보한 간단하고 경제적인 포장평가 방법 및 관련 기준 개발이 필요함

비포장도로는 비산먼지 발생, 주행속도 저하 등 많은 문제점을 가지고 있지만 비포장도로 개선에 관련된 국가 재원 확보가 어려움

아프리카에 국내 건설 및 Engineering 회사의 해외 기술 경쟁력 확보 및 기술 마케팅 실시

중소·중견기업과 Engineering 기업들의 아프리카 시장 개척을 위한 정부 지원을 통하여 국내 건설업체에 부흥기를 제공함

국내 중소·중견기업과 Engineering 기업들은 해외 국가에 널리 알려져 있지 않으며, 동 연구를 통하여 국내 중소·중견 건설 및 엔지니어링 기업의 기술력 홍보 및 이미지 개선이 필요함

기업들의 기술과 이미지 홍보를 통하여 국가 경쟁력을 확보함으로써 아프리카 국가의 건설공사 수주 확대 및 점유율 향상 기대됨

아프리카 등 저개발국가 도로의 확포장 및 개보수가 시급한 실정

아프리카 국가의 경우 70~80%는 비포장도로이며 노후화로 인해 자원 수송에 어려움을 겪고 있으며, 넓은 국토 면적으로 인해 공사 구간이 길기 때문에 도로 포장 확대 및 개보수를 신속하게 시공할 수 있는 도로포장 기술이 필요함

저개발국에서는 선진국의 원조와 차관을 활용하여 중요도로 건설과 함께 기존도로의 개선 사업이 늘어나고 있는 추세이나 재원 및 기술력 부족으로 도로 건설 사업이 원활이 진행되고 있지 못함

- 천연자원의 개발의 수송로나 고속도로 및 국도 등과 같은 주요도로의 경우 해외의 도움으로 가능하지만 지방도와 같은 생활도로의 경우에는 계획은 있지만 투자재원의 확보와 저가 포장에 대한 기술부족 등으로 기존도로의 개보수 등의 사업은 시행되지 못하고 있음

도로의 70% 이상을 차지하고 있는 비포장도로에 대한 미세먼지 및 우기시의 도로기능 상실 등에 대한 심각한 문제점을 인식하고 있음

저개발국의 현실에 맞는 경제적 도로건설 기술 확보 필요

비포장도로는 비산먼지 발생, 주행속도 저하 등 많은 문제점을 가지고 있지만 비포장도로 개선에 관련된 국가 재원 확보가 어려움

선진국의 경우 고가의 시험장비를 통해 도로 유지보수 방법을 결정하지만 저개발국에서는 관련 시험장비가 전무하며 관련 기술 부족

아프리카의 건설시장 진출을 위한 현지 조건을 고려한 경재성과 공용성이 확보된 비포장도로 및 노후도로 개선 포장공법 개발 필요

도로 노후화로 인해 저비용 신속 유지보수 공법 개발 필요

최근 국내도로포장에서 도로 노후화 및 이상기온 현상으로 인한, 도로포장의 조기파손이 많이 발생하고 있으며 이를 예방하고 보수비용의 효율화를 위한 도로포장기술 개발이 필요함

- 기존 도로의 급격한 노후화 및 도로 신규건설 감소로 인해 도로를 효율적으로 유지관리하는 시스템이 필요함

- 국내 도로는 교통량 및 대형 화물차의 급격한 증가로 인하여 심각한 파손이 발생함

정부지원으로 원천기술을 확보함으로써 향후 국부(國富) 창출 가능

국내에서는 저탄소 중온 아스팔트 기술을 한국건설기술연구원에서 개발하여 원천기술을 보유하고 있으며, 해외 시험시공을 통하여 공용성을 인정받음

원천기술 확보를 위한 초기 연구비가 많이 필요하나, 현재 건설경기 침체로 인하여 기업체에서 모든 연구비를 지원하기엔 부담이 큼

- 정부지원을 통하여 원천 기술을 개발하여 해외시장 개척을 통한 시장 확보 및 기술료 취득 등이 필요함

도로 시공장비는 고가이므로 국내 기술력을 활용하여 저렴한 도로포장 장비 개발을 통한 예산 절감이 가능함

다. 기술개발 목표

아프리카에 적합한 신속시공도로 기술 개발 후 아프리카 해외건설 수주량 10% 확보

비포장도로 및 노후도로 개량을 위한 저비용 신속시공 Pilot 및 Test-bed 구축을 통한 검증 및 현장적용

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
칩씰 도로포장 공법 기술	- 비포장도로 개량을 위한 칩씰 신속시공 도로 건설 기술	▪ 유·무기계 노상 안정처리 재료 및 배합설계 기술 ▪ 골재 스프레더 및 유화아스팔트 스프레이 장비 기술 ▪ 유화아스팔트 제조 기술 ▪ Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장단면 설계 기술
현장 상온 재활용 아스팔트 포장 도로 기술	- 노후도로 개량을 위한 현장 상온 재활용 아스팔트 포장 도로 건설 기술	▪ 상온 현장 재활용 첨가제 개발 ▪ 기존 아스팔트 포장 상온 재활용 배합설계 기술 ▪ 현장 상온 재활용 아스팔트 포장 시공 장비 기술 ▪ Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장 단면 설계 기술

1.1.2 핵심과제: [중동] 사막지반 보강 철도 건설기술

가. 핵심과제 정의

중동 지역의 철도 인프라 구축을 위한 사막 연약지반의 안정성 확보 및 경제적 철도 건설기술 개발

사막 연약지반 철도 건설을 위한 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 및 성토지지 말뚝공법의 설계, 시공 기술과 고효율 저비용 배수시스템 기술 확보

토목섬유를 적용한 연약지반 보강공법의 개발을 통해 지반의 안정성 확보는 물론, 지반의 조기 안정화를 위한 압밀촉진 배수시스템을 개발하여 시공 기간을 단축하고, 아칭효과 분석을 통한 말뚝간격 설계 기술을 확보하여 공법의 경제성 확보

사막 연약지반 철도 건설 시 연약구간을 우회하지 않음은 물론, 지반의 지지력 확보를 위한 교량 등의 구조물을 줄일 수 있기 때문에 공사비의 절감과 시공기간의 단축이 가능함

지지력 증가, 물량 절감 및 시공기간 단축의 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 개발

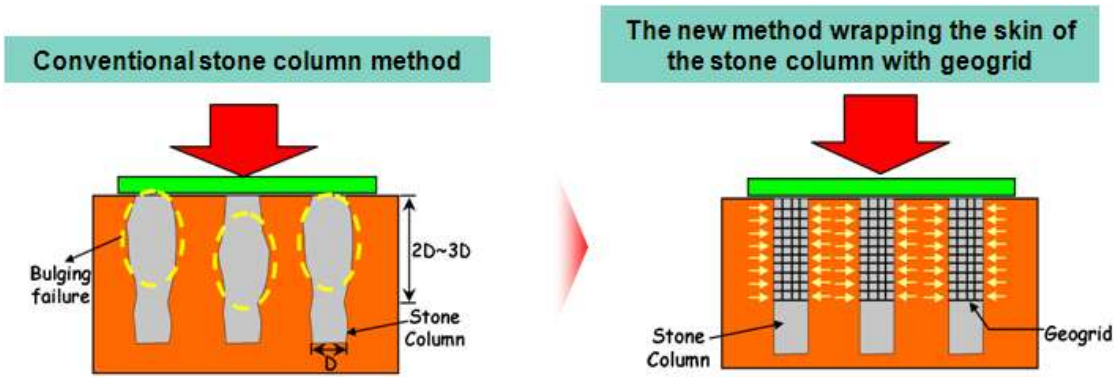
토목섬유보강 쇄석말뚝공법(Geosynthetic Encased Stone Column)은 고강성의 토목섬유를 사용하여 지반구속력을 증가, 침하를 감소시켜 안정성을 확보하는 공법임

고속철도 콘크리트 궤도노반과 같이 잔류침하를 엄격히 제한하여야 하는 경우, 기존 공법 대비 2배 이상의 지지력 증가를 통해 30%이상의 시공물량 절감이 가능하며, 조립토 재료를 사용하므로 배수효과를 통한 압밀촉진이 되어, 시공기간 단축이 가능함

이 공법의 현장적용을 위해 보강재인 토목섬유의 인장강도, 보강길이, 시공방법 등을 고려한 설계, 시공, 유지관리 기술 개발 목표사막 연약지반 지지력 확보 및 구조물 안전성 도모 성토지지 말뚝공법 개발

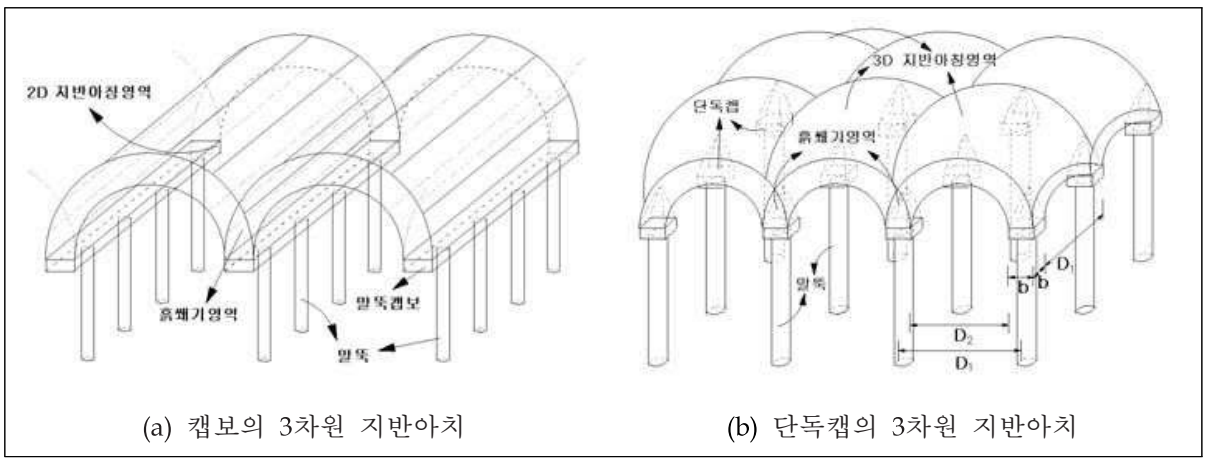
사막 연약지반 지지력 확보 및 구조물 안전성 도모 성토지지 말뚝공법 개발

성토지지 말뚝공법은 말뚝 위 성토층의 지반 아칭현상을 이용하여 성토하중을 말뚝을 통해 직접 지지층에 전달시킴으로써 구조물의 안전성을 도모하고, 연약지반의 측방유동을 적극 억지시킬 수 있는 공법임



(a) 기존 쇄석기둥공법 팽창파괴 발생 (b) 토목섬유 쇄석말뚝공법의 인장구속효과

[그림 Ⅴ-1] 토목섬유 보강 연약지반 보강공법 비교



(a) 캡보의 3차원 지반아치 (b) 단독캡의 3차원 지반아치

[그림 Ⅴ-2] 성토지지말뚝 위 지반아치의 형상

성토지지 말뚝공법은 철도 토공 노반 건설시 양질의 토사로 치환하여 지지력을 확보하는 치환공법 적용이 곤란한 대심의 사질토, 세립토 등의 분포지역에 적용하기 매우 우수한 공법임

나. 기술개발 필요성

중동 국가들은 오일머니를 바탕으로 대규모의 철도건설사업 계획을 발표하고 있으나, 이들 국가의 대다수는 사막지형임

중동 사막지역 철도건설의 가장 큰 장애물은 철도 노반을 지지할 수 없는 지반 조건이며, 이를 해결하는 철도 건설기술이 요구됨

상기 국가의 철도건설 사업 참여 시 유럽 등 선진국 대비 연약지반 관련 기술 경쟁력 낮음으로 장거리 우회 고비용 철도노선을 제시하는 경우 사업 수주 어려움

국내에서 사용되는 연약지반 보강공법인 Pre-loading, 치환공법, 약액주입공법, 동압밀공법 등은 지반특성이 다른 중동국가에는 적용이 곤란함

기존의 모래다짐말뚝, 쇄석말뚝 공법과 같은 연약지반 처리공법 적용 시 지반의 구속력 부족으로 인한 과도한 침하, 재료유실, 하중 증가 시 벌징 파괴 등이 발생하여 공사기간이 증가하고 구조물의 안정성에 영향을 미치게 됨

중동 사막지반 및 연약지반의 특성에 맞게 배수효과와 잔류침하 문제를 해결할 수 있는 신개념의 연약지반 개량 공법이 필요함

중동 사막과 걸프만 인근 연약지반의 경우 퇴적층의 발달로 연약층이 형성된 지형 특성상 신속배수를 통한 연약지반 처리공법의 적용이 필요

따라서 건설공사 시 연약지반 개량 기간을 단축시켜 비용을 절감할 수 있는 수평배수재 및 배수시스템의 개발 및 적용이 필요

토목섬유보강 쇄석말뚝공법은 고강성의 토목섬유를 사용하여 지반구속력을 증가, 침하를 감소시켜 안정성을 확보하는 공법임

토목섬유보강 쇄석말뚝공법(Geosynthetic Encased Stone Column)은 쇄석 등의 조립토 재료를 사용하므로 배수효과를 통한 압밀촉진이 되어 시공기간 단축이 가능함

말뚝과 성토지반 사이에 토목섬유(지오그리드)를 보강한 형태의 복합시공으로 말뚝의 설치 간격을 넓혀 경제성을 확보 가능

말뚝의 벌징파괴를 방지하고, 지지력을 증가시켜 잔류 침하를 억제할 수 있으며, 지진 시 액상화 저항성도 우수함

고강성의 내시공성 우수 토목섬유 사용으로 암버럭, 재활용 골재 등을 사용할 수 있음에 따라 천연골재 대체로 인한 시공비 절감이 가능하며 친환경적인 공법임

해외 선진국에 비해 기술경쟁력이 떨어지고 있으며, 독일 등 철도 선진국과의 경쟁을 위해서는 차별화된 기술 개발이 필요

독일에서는 초연약지반(Cu≤15kN)의 지반침하 방지 공법으로 토목섬유를 이용한 모래말뚝 시스템(Geotextile Encased Column)을 개발하여 플랜트, 철도 연약지반 보강공법으로 사용한 사례가 있음

이보다 성능과 경제성이 우수한 토목섬유보강 쇄석말뚝공법(Geosynthetic Encased Stone Column)의 개발 및 적용이 필요

성토지지 말뚝공법은 철도노반 성토체를 직접 지지하므로 중동국가 사막지반 특성에 부합되는 공법임

그러나 성토지지 말뚝공법은 타 연약지반 보강공법에 비해 시공비용이 고가이므로 시공사례가 극히 드물며, 현재 국내는 설계 및 시방기준이 정립되어 있지 않아 연구개발이 추진되어야 함

국내 성토지지 말뚝공법 기술은 아칭효과 분석 및 말뚝 간격 설계에 대한 기술수준이 낮아 선진국 대비 경제성 확보가 어려움

말뚝 간격이 넓으면 말뚝 개수 감소로 공사비는 낮아지지만, 성토지반의 아칭효과가 나타나지 않아 말뚝으로의 하중 집중 작용이 미발생하므로 연약지반 보강 효과가 감소

아칭효과 분석이 부족한 경우, 비효율적으로 말뚝 개수가 증가하여 공사비 증가

성토지지 말뚝공법의 경제성을 확보하기 위해서는 말뚝간격이 최대 5m로 이격되어야하며, 이는 동 과제의 기술개발 목표임

미국의 경우 아칭효과 발현을 위한 최소 말뚝간격을 8.5ft(약 2.6m)로 규정하고 있으며, 북유럽 기준의 경우 최소 말뚝 간격을 2.5m로 규정

국내 철도 노반건설에서 유일하게 적용된 호남고속철도에는 아칭효과를 제외한 말뚝지지력만을 고려하고 설계되어 말뚝간격이 1.6m~3.4m임

걸프협력회의(GCC) 국가들이 추진 중인 8300km 규모의 철도망 구축 사업과 같은 대규모 사업을 수주하기 위해서는 동 과제의 기술개발이 시급함

현재 사용되고 있는 성토지지 말뚝공법은 확실한 연약지반의 지지력 확보에도 불구하고 소요되는 비용이 큰 특성으로 인해 특수한 지형여건의 지반지지력 확보를 위한 대체공법이 없을 시에만 주로 사용되고 있음

연약지반 회피로 인한 노선연장 추가 건설비용 대비, 경제성이 확보된 연약지반 보강공법의 기술 확보는 핵심과제의 대상 국가에 절실한 기술임

이 핵심과제가 목표로 하는 중동 국가들은 넓은 사막지역을 갖고 있어 철도 건설 시 우회 노선을 적용하여도 막대한 비용이 발생하기 때문에 성토지지 말뚝공법과 같은 연약지반 보강 공법이 필요

본 프로젝트를 통해 중동 사막지반, 석회암 지역, 해안 연약지반의 철도 건설 시 안정성 및 시공기간 증가 문제를 해결하여 중동 철도건설 진출 가능

다. 기술개발 목표

연약지반 배수시스템 : 초기 배수성능 감소량 5% 이내

장기 배수성능 발현 수평배수재 개발

- 기존 배수시스템 대비 배수성능 1.5배 증대

경제적인 배수재 설치 간격 산정 설계 프로세스 정립

토목섬유보강 쇄석말뚝공법 : 기존 쇄석말뚝 대비 지지력 1.5배 증대

쇄석말뚝 배치간격에 따른 토목섬유 소요 인장력 산정식 개발

지반조건(사막 연약지반)을 고려하여 경제적 설계가 가능한 설계차트 제시

- 사막지반 철도노반 보강용 토목섬유보강 쇄석말뚝 설계/시공지침 제시

지오그리드 감쌈 슬리브 제작 설계기술 개발

성토지지 말뚝공법 경제성 확보 : 말뚝 간격을 5m 수준으로 이격

경제적인 말뚝 간격 산정을 위한 아칭효과 분석 및 설계 프로세스 정립

- 국내 철도 노반건설에서 유일하게 적용된 호남고속철도에는 아칭효과를 제외한 말뚝지지력만을 고려하고 설계되어 말뚝간격이 1.6m~3.4m임

토목섬유 손상을 방지하기 위한 토목섬유와 말뚝 사이의 최소 간격 결정

- 토목섬유의 배치 방법에 따른 토목섬유 소요 인장강도 계산 방법 정립

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
연약지반 배수시스템 기술 개발	- 고효율 저비용 배수시스템 설계, 시공 기술 개발	▪ 친환경 수평배수재 기술 ▪ 수평, 수직배수재 연결구조 기술 ▪ 배수시스템 설계, 시공 기술 ▪ 잔류침하 모니터링 및 예측기술
토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술 개발	- 압밀촉진, 액상화 방지, 잔류침하 억제를 위한 토목섬유 보강 쇄석말뚝공법 최적 설계, 시공, 유지관리 기술 개발	▪ 토목섬유 감쌈 슬리브 제작, 설계기술 ▪ 토목섬유 보강 쇄석말뚝 시스템 설계 기술 ▪ 토목섬유 보강 쇄석말뚝 시공 기술
성토지지 말뚝공법 기술 개발	- 중동 사막 연역지반 적용을 위한 성토지지 말뚝공법의 설계, 시공 기술 개발 및 경제성 확보	▪ 경제적 말뚝간격 산정을 위한 아칭효과 분석 및 설계 기술 ▪ 궤도노반 장기침하 거동 분석기술 ▪ 지오그리드 토목섬유 배치 및 강도 설계 기술 ▪ 토질조건을 고려한 말뚝 및 토목섬유 대체 재료 기술

1.2 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 현지 수질기준에 부합하는 저비용 고효율 상하수처리시설 및 물재이용 시스템 건설기술

국내 보다 낮은 수질기준에 최적화된 저비용 상하수처리 공정 및 시설물 건설기술

보유 수자원을 최대한 활용하는 고효율 물공급 시설 건설 기술

(범위) 현지 여건에 부합하는 저비용 취수/상수처리/하수처리 등 물공급 시스템 및 해수, 하수 등 다양한 원수로부터 수자원 확보 기술

현지 여건에 부합하는 저비용 취수/상수처리/하수처리 등 물공급 시스템 기술

- 강변여과, 지하수 취수 등 현지 여건에 부합하는 다양한 최적 취수 기술
- 현지 수질기준에 부합하는 공정 간소화 및 저가의 현지 여재 활용 수처리 공정 기술
- 현지에서 빈번하게 발생하는 지진 등 자연재해에 대응 가능한 관로 기술

해수처리, 하수처리 효율성 제고를 통한 수자원 확보 기술

- 해수담수 효율성 증대를 위한 해수 간접취수 및 해수담수 전처리 기술
- 물재이용률을 높이기 위한 하수직접처리 기술

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

(1) 해외

물관리분야 기술은 환경에 대한 관심 증대와 막기술 발전에 따라 고도 수처리 기술개발이 이루어지고 있음

최근의 수처리 공정은 기존 화학처리나 증류 방식에서 막분리 방식으로 대체[150]

- 수처리막은 산업용수, 상하수, 담수, 초순수, 배수 시설 제조 및 처리 등 대상 시장이 넓음
- 성장률 측면에서 고성능막 수요 증가에 따라 50%비중을 차지하던 MF막 비중은 점차 감소하는 반면 UF막과 RO막은 증가 추세임
- 분리막 성능은 제올라이트 막에 의한 유기수용액 탈수나 세라믹막에 의한 정수처리 등과 같이 재료가 큰 비중을 차지하므로 막재료 연구에 대한 많은 투자가 예상
  - 특히 PA계 하이브리드에 의한 RO막 및 PS나 PVDF와의 하이브리드화에 의한 MF/UF막이 주목받고 있음

고도 수처리에는 많은 에너지와 비용이 수반되어, 고효율 수처리 기술에 대한 관심 부각

하수처리에 있어서 수처리 효율성 향상을 위하여 막분리 고도처리 공정 도입 증가 추세

- 생물학적 활성오니법과 분리막 기술의 장점을 결합한 막분리 활성오니법(MBR : Membrane Bio-Reactor)이 대표적인 기술로 부상하고 있음
  - 생물학적 활성오니법의 최종 처리 단계인 침전·여과 공정 대신 MF/UF막을 사용하여 활성오니를 직접 여과하는 방법 이용
  - 최근 MF/UF막보다 분리성능이 우수한 NF막을 사용하는 방법도 검토중임
- MBR공정은 부유물질 100%제고, 침전조가 필요없어 활성오니법 대비 25% 공간절감 가능, 생물학적 활성오니법보다 미생물의 농도를 3~4배 높게 유지할 수 있어 유기물 분해에 효과적임

150) KISTI 미리안 2011-05-21

- 물부족 현상이 심각한 이스라엘, 싱가포르 등은 정책적으로 하수의 재활용 막분리 공정 적용

  · 이스라엘은 2020년까지 전체 용수 수요량의 23%를 MBR 공정을 통해 공급할 예정

  · 싱가포르는 2011년까지 자립 가능한 수자원 확보 정책 하에 'NEwater'

미국, 일본 등에서는 적용범위 확대를 위한 저비용 고효율 막분리 공정이 지속적으로 개발 중

- MBR공정과 RO막, 오존살균, 자외선살균 등 다양한 요소기술의 효과적 조합을 통한 공정의 효율성 제고에 관한 연구가 진행 중이며 나노복합막, 기능성 항균막 등 여과성능을 극대화하기 위한 기능성 분리막 제조 연구 활발히 진행

- 제올라이트 분리막은 고도의 기술로 주목받고 있음[151)]

  · 화학적 안정성 증가와 분자크기 범위의 기공이 정확한 결정성 물질인 제올라이트 분리막은 기공의 분자인식을 기반으로 탈수나 용매 분리 등 고도의 선택적 분리 가능

  · Miyake에서는 제올라이트 막화, 촉매이용, 석회석의 제올라이트화에 대한 연구 수행

  · 수처리 및 폐수처리 분야 등의 환경 문제와 관련된 천연 제올라이트 응용은 아직 기초적인 이온교환 연구가 진행

기후변화에 따라 물부족 현상이 심화되고 있으며, 해수담수화, 물재이용 등 다수원 수자원 확보 기술이 부상[152)]

담수화 방식은 증류식과 막분리식으로 구분되고 있으나 최근에는 에너지 소모량과 비용 부담이 적은 막분리 공정 도입 확대 추세

- 다단플래시증류법(MSF:Multi-Stage Flash Disillation)공정은 현재 대용량 담수화 설비에 가장 널리 사용되는 기술로 전 세계 담수화 용량의 약 60% 차지

  · 바닷물을 끓여 물성분만 증발시킨 후 다시 응축시켜 분리하는 기술임

- 에너지 소모량과 비용 부담이 적은 막분리 공정 도입이 확대되는 추세임

  · 막분리식은 물은 통과시키고 염분은 통과시키지 않는 특성을 가진 RO막에 압력을 가하여 물만 분리하는 방식임

- 담수화 전처리 공정에도 막분리 공정 적용을 확대 중에 있음

  · 분리막 기술의 발달로 MF막, UF막, NF막을 이용한 전처리 공정이 다양화하고 있으며, 기존 전처리 공정과 NF막을 조합하여 적용한 결과 40% 이상 생산성이 향상됨

151) 한국과학기술정보연구원 전문연구위원 김용환
152) 물산업/고도 물 처리산업의 기술현황과 국내외 시장전망, 지식산업정보원 R&D정보센터, 2012. 10.

미래지향형 하수처리기술로 고성능/고집적 Membrane Bioreactor 기술, 정삼투(Forward Osmosis)기술, 혐기성 하수처리 기술, 고도산화분해기술(AOP), 세라믹 막 수처리 기술, 흡착기술 등이 부각되고 있음

- 기존 활성슬러지 공법을 대체할 수 있는 대안으로 MBR공법이 각광받고 있음

  · 기존 중력식 침전조에서 수행하고 있는 고액분리기능을 다공성 분리막으로 대체함으로써 보다 우수한 수질의 처리수를 효율적으로 생산 가능

  · 분리막의 운용과정에서 분리막 오염(fouling), 이를 제어하기 위해 투입되는 에너지 소모 과다, 대용량 분리막 운전에 필요한 모듈 제작 및 유지관리 기술의 부재 등이 문제점으로 지적됨

  · 문제 해결을 위한 기술로 플럭스 향상 및 막 오염 저감 기술, 저에너지 소비형 고집적화 기술 등이 제안되고 있음

- 정삼투 막여과 기술은 삼투압을 원동력으로 사용하는 공정으로 삼투압 최대 발생 전용막 개발 중요

- 혐기성 하수처리 기술은 용해성 유기물의 혐기성 처리를 통한 폭기 에너지 감소(전체 하수처리장 에너지 사용량의40% 이상) 및 메탄 생성을 통한 에너지 자립에 강점이 있음

- AOP기술은 오존, 오존/H2O2(peroxone AOP), UV/오존, UV/오존 + H2O2(과산화수소), UV/H2O2, H2O2/철염(Fenton 산화), 광촉매 등의 고상 촉매를 이용하는 방법 등을 의미

  · 강력한 산화력을 가진 OH radical 생성을 극대화하여 유기물을 처리하는 것으로 UV를 오존 또는 H2O2와 동시에 이용하거나 Fenton 산화를 이용하는 방안이 있음

  · UV 산화법의 경우 UV발생장치 설치비 및 운영비, Fenton산화법의 경우 지속적인 약품 투입 및 슬러지 발생 문제

  · 고상고도산화 촉매의 경우 Fenton 산화법에 비해 처리 효율이 떨어질 수 있는 점과 장기간 촉매의 안정성을 유지시켜야 하는 문제가 있으나, 개선이 이루어진다면 슬러지발생이 없고 운전비도 저렴할 것으로 기대되어 다른 방법에 비해 경쟁력이 있는 것으로 평가됨

- 세라믹 막 수처리 기술은 무기소재(산화알루미늄이나 산화지르코늄)를 이용하여 만든 세라믹 막을 이용한 수처리 기술로 내열성, 내약품성, 내유기용매성 등이 우수하며 기계적 강도도 강함

  · 세라믹 막은 고분자로 만들어진 유기막에 비하여 고온의 가혹한 조건에서도 사용될 수 있으므로 다양한 하폐수 처리에 적용 가능

- 흡착기술은 유체상의 특정 성분들을 고체 흡착제 표면에 부착시켜 분리시키는 공정의 하나이며, 혼합물 내에 존재하고 있는 원하지 않거나 독성을 가진 물질의 분리를 목적으로 하는 기술임

경제성장에 따라 물사용이 급증하고 있는 아시아 신흥국을 중심으로 저비용 물공급에 대한 기술니즈 부각

각종 질병 방지를 위해 최소한의 수처리가 이루어질 수 있도록 공정을 간소화하는 기술개발이 이루어지고 있음

- 침전지, 수처리 방식, 여재 등을 달리하여 공정을 간소화하는 연구가 이루어지고 있음

고가의 분리막을 대체하여 저가의 천연 재료들의 여재로서 활용 가능성을 검증하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있음

동남아시아 지역은 비소를 비롯한 중금속 오염도가 높은 지역으로 독성물질을 처리한 물 공급 사업에 국가의 우선순위를 두고 있음

(2) 국내

인프라 시공, 상하수도, 해수담수화 플랜트 분야는 경쟁력이 있으나, 상하수도 운영, 물재이용 등은 기술수준 미흡[153)]

국내 물관리 기술 수준은 최고 기술보유국 대비 평균 70%이하로 인프라 건설 시공, 상하수도, 해수담수화 등은 선진국과 경쟁가능한 수준이나, 신소재 막 분야 등은 핵심기술에서 차이

- 물공급 관로의 설계와 운영 및 유지분야는 68.2%로 조사

지자체와 공기업 위주로 상하수도가 운영됨에 따라 민간참여 제한적이며, 사업규모 영세성, 비효율적 운영, 전문성 부족 등으로 국제 경쟁력 미흡

- 민간 기업은 상수도 운영관리 실적 부족으로 해외 진출 곤란

하수도는 민간위탁이 활성화(75%)되어 있으나, 단기계약 및 소규모 영세업체 위탁 위주로 경쟁력 있는 기업 부족

- 대우건설, 환경시설관리공사, 태영, 서남환경, 탄천환경 외 대부분은 영세업체

막 여과 기술은 Eco-Star Project(환경부 '04~'11)를 통해 중대형 정수장용 막 국산화에 성공하였으나, 최적관리를 위한 공정 및 운영기술은 부족

153) 2013 국토교통 R&D 동향조사-수자원, 국토교통부, 2013. 6.

물재이용 산업은 기반이 미흡하며, 국내 물재이용 규모가 작고(수자원 이용량 2.6%) 청소용수, 하천유지 용수 등 그 용도가 제한적이며, 수익을 목적으로 하는 재이용 민간 공급업체나 전문 설계/시공업체 부족

- 수처리 기술분야에서 국내 기술수준은 52%이며, 기술격차는 6.1년

국내 기업은 증발식 담수화 기술로 해외 시장 1위에 올라 있으나, 최신 기술인 역삼투식 해수담수화 기술은 매우 미흡한 수준임

- 두산중공업은 전 세계 증발식 담수화 설비시장의 40%를 점유하고 있으며, 두산, 웅진, 효성 등이 이미 해외에 진출

- 역삼투식 해수담수화는 기술수준, 전문인력 보유, 시설 등 인프라 전반에 선진국 대비 약 50%미만 수준

국가연구개발사업을 통해 신소재 막여과 기술을 국산화하였으나, 핵심기술에서 기술 선도국인 일본과 격차 존재

불소필름(PVDF : Polyvinylidene Fluoride) 소재의 막여과 기술을 개발하고 현장 검증연구를 진행중에 있으나 최적 관리를 위한 공정 및 운영기술은 부족

- 친환경 저에너지 가압식·침지식 막여과 정수처리기술 개발과 Hybrid형 막여과 조합공정 및 전후처리 공정기술 개발

- 고투과성 국산 막모듈 제조기술 확보 및 막여과 시스템 최적공정 도출을 위한 자동제어기술 개발

- 우리나라는 10대 핵심소재(WPM) 가운데 다기능성 고분자막 소재를 선정하고 2010~2018년 동안 7,315억원 투자 계획 중

  · 수처리용 막은 한국화학연구원과 기업체에서는 효성, 삼원엔지니어링, 웰크론 등이 참여하여 개발하고 있으며 2018년까지 세계시장 점유율 30%를 목표로 함

  · 국내 원천기술로 개발된 국내 최대의 아리수정수센터의 PVDF 분리막/모듈 및 이를 응용한 고도정수처리 시스템이 2011년 4월 본격 가동되는 등 현재 6곳인 첨단 분리막 정수장을 2018년까지 200개 정도로 늘릴 계획임

환경부의 Eco-Star Project를 통해 중대형 정수장용 막 국산화에 성공하였으나, 일본 등 외국산이 국내 수처리막 시장의 60%이상 점유

- 공정설계 제작 등 100% 국산화를 달성하여 외국산 수처리막 대비 성능 가격면(30%정도 저렴)에서 경쟁력 확보

국내 기업은 독자적인 상하수처리 기법을 보유하고 있으며, 주로 막을 이용한 고도 수처리기술을 상용화함[154)]

GS건설에서는 오존 고도정수처리 기술, 막여과 고도정수처리 기술, 지하수 처리기술, 활성탄 재생 기술, 질소/인 제고 고도하수처리 기술, 슬러지 감량형 MBR기술, 활성슬러지 고액분리 기술, 악취처리 기술, 막여과 하수재이용 기술 등을 보유

금호건설에서는 처리효율을 개선한 KIDEA-AD기술, KUMHO-MBR 하수고도처리 공법, 막여과 정수처리 기술, 하수처리수 막여과 재처리 기술 등을 보유

수자원공사에서는 KSMBR 하수고도처리 공법, 수질 유해물질 고속 스크리닝 기술을 상용화함

대우건설은 막이용 고도 수처리 기술을 보유

한진중공업은 가입형평막과 오존UV 혼합시스템을 이용한 생활하수 처리기술(A.O.P)을 개발 중

코오롱 워터 앤 에너지에서는 ACS, AOSB Process, e-BNR Process, MEMSYS System, MS-BNR Process, OD-ATS, RABC System 등 하폐수 고도처리기술과 MEMSYS-DW System 간이 정수처리기술, RABC system 악취처리기술 등을 보유

해수담수화 플랜트 부문은 해수담수화 공정, 막오염 저감 및 세정, 고효율 역삼투 공법 연구가 진행 중

증류수 방식의 해수담수화 기술은 국내 두산중공업이 세계시장에서 점유율 40%로 1위를 하고 있음

해수담수화플랜트 분야 차세대 핵심기술 개발 및 고효율 운영 유지관리기술 개발

- 막중심 전처리 공정기술 개발, 네트워크 기반 관제시스템 개발 등 미래 해수담수화 원천기술 및 기반 기술 개발
- 대용량 펌프, 고기능 국산막 개발, 에너지 회수장치 등 해수담수플랜트 핵심건설소재 및 기기 개발
- 대용량 해수담수화 플랜트 설계기술 및 건설기술을 개발하고 실증규모 테스트베드(10MIGD급[155)])를 통해 검증

154) GS건설, 금호건설, 수자원공사, 대우건설, 한진중공업, 코오롱 워터 앤 에너지 홈페이지 (2013. 04)
155) 1MIGD(Million Imperial Gallon Per Day) : 하루에 약 4,56톤의 담수 생산량/약 1만 5천명이 하루에 사용할 수 있는 양

- 운전기술 및 유지관리 기술을 개발하여 에너지 및 운영비용 절감기술 개발

포스코건설은 Ceramic MF RO 공정 기술, 막오염 저감 및 세정 공정 설계 운영 기술을 개발 중[156]

GS건설은 해수담수화(해수 취수/배수, 막여과/부상 전처리, SWRO 및 FO, 후처리)기술을 개발 중[157]

금호건설은 고효율 역삼투법 해사담수화 공법(일반 역삼투법 해수담수화 공정을 전처리(MF) 최적화를 통해 회수율을 기존 30~40%에서 50~60%로 향상시킨 저에너지 고효율 해수담수화 기술)을 개발[158]

비소를 포함한 음이온 중금속과 카드뮴, 납 등을 포함한 양이온 중금속을 동시에 흡착처리할 수 있는 기술을 국토부 및 환경부의 정부연구개발사업을 통해 개발

2011년 종료된 국토교통과학기술원의 창업사업화 지원사업 “토양 및 지하수 처리기술 개발”과제를 통해 ICZ(Iron Coated Zeolite)를 개발

(주) 다산컨설턴트는 차세대환경기술개발사업 등을 통해 중금속 흡착 기술을 개발하였으며, 국내 폐광산 정비 사업에 적용한 사례 존재

강변여과 기술은 국토부의 연구개발사업을 통해 대용량 간접취수 시공 기술 연구 진행 중

현재 국토교통부의 “수변지하수 활용 고도화” 연구를 통해 대용량 강변여과처리가 가능한 방사형 집수정 기술개발 연구가 진행 중임

(주) 팬아시아워터에서는 우물통 침설공법 개발 시 벤토나이트 물질 이용 공기 단축 및 오염물 방지 기술을 확보하였으나 현장 실증 검증은 이루어지지 않은 상황임

- 유지관리 부분에서도 수평 집수관에 유량계를 설치하여 양수효율이 떨어지는 수평집수관 우물 재개발 기술 확보

156) 포스코건설 홈페이지(2013. 4)
157) GS건설 홈페이지(2013. 4)
158) 금호건설 홈페이지(2013. 4)

1.2.1 핵심과제: [아시아] 저비용 상하수처리 시스템 건설기술

가. 핵심과제 정의

수자원 공급이 안정적이지 못한 동남아시아 개발도상국가의 현지여건을 고려한 저비용 최적 상하수처리 및 공급시설 개발

국내 물기업 및 연구기관이 보유한 물기술을 기반으로 대상국가 현지여건을 고려한 현지 맞춤형 저비용 취수/정수/하수/관망시스템 구축기술 개발

- 현지 취득이 용이한 저비용 천연 여재, 응집제 발굴 및 상용화 기술
- 원수 탁도 변화가 큰 지역에서 저비용으로 안정적 수질 확보가 가능한 강변여과 등 투수층 개발과 원수 저장 기술의 취수건설기술
- 개발된 현지 여재를 처리공정에 최대한 활용하여 정수 및 하수처리 공정의 처리효율을 높이고 구조물을 단순화하여 건설비와 유지관리비를 저감하는 현지맞춤형 건설기술
- 처리과정 중 발생하는 슬러지는 폐기 여재와 함께 자연환원을 기반으로 하는 물 선순환 시스템 구축기술
- 지진·해일 등 지각변동에 의해 발생 가능한 관로시설의 파손 및 누수사고에 대비한 관로 통합/누수관리 시스템 현지화 건설기술

상기 기술의 실증 및 운영사업을 통해 동남아시아 국가 표준형 기술 확립

실증시설 구축 및 운영관리 기술의 경쟁력 확보와 사업수행 Protocol확립으로 대상국가와 주변국가에서의 물시장 거점 마련

후발 국내 물관련 전문기업의 해외진출시 Guider역할 수행과 실적확보에 의한 경쟁력 강화로 우리물 건설기술의 세계화 기반확보

나. 기술개발 필요성

아시아 물 문제 해결이 미래 물 시나리오 첫 번째 과제로 제기됨[159)]

전 세계 물 사용 증가량은 인구 증가 속도보다 빠르며, 특히 인구·농업생산량 증가가 빠르게 이루어지고 있는 아시아의 물문제를 고려한 해결책 필요

동남아시아 저소득 국가들은 국민복지를 위한 상하수도 공급에 대한 필요성은 인식하나, 예산확보 문제로 상하수도 시스템 구축 지연

동남아시아 지역은 홍수와 가뭄에 의한 물재해가 반복적이고 대형화되는 추세로 집중형보다는 분산형 물순환 시스템 구축이 고려되어야 함

수원은 풍부하나 잦은 Squall 등에 의한 원수 탁도 변화가 큰 지역에서 안정적인 취수원 확보, 저장 및 정수기술 등 원수 특성에 맞는 방식 필요

현지 수원 특성에 맞는 정수 처리방법 필요

분산형 현지 맞춤형 하수처리시설 구축 기술 확보 필요

동남아시아는 지진대 인근에 위치하여 지진으로 인한 관로 손상이 발생하는 지역으로, 내진성능을 갖춘 관로 시스템 구축 필요

기존에 부설되어 있는 관로의 경우 내진 설계가 되어 있지 않아, 관로의 손상으로 인한 물손실이 심각한 것으로 조사됨

관로의 내진성능을 향상시킬 경우 초기 건설비용은 다소 추가되나, 운영 및 유지관리 측면에서 누수 등 물손실로 인한 비용보다 적을 것으로 예상되며, 관로 손상 시 신속 대응 및 전반적인 관로 시설관리가 가능한 누수관리 시스템의 적용이 보다 경제적임

현지 맞춤형 물기술은 국내 상용화에 성공한 강소 물기업군의 해외진출 전략 사업으로 중소기업군의 운영기술 확립과 지속가능한 성공사업모델 확대 필요

Platform 구축사업으로 Channel형 중소 물기업 등의 해외진출 효과 극대화 실현

국가연구개발사업으로는 해외 현지화사업 기반의 최초 시범사업

159) 대구·경북 제7차 세계물포럼 준비 대토론회, 파벨 카바트 (Pavel Kabat) IIASA(국제응용시스템 분석연구소) 소장의 '물 시나리오'에 대해 기조연설

정수 및 하수처리장 시설 구축 및 일부 기자재의 해외진출은 있었으나, 국내 우수 기술을 기반으로 해외 현지 니즈에 부합하는 연구개발사업 추진 사례는 전무

정수장 및 하수처리장은 토목, 환경, 건축, 기계, 전기 및 계장, 조경, 경관 등 복합 공종의 플랜트로서 ICT 융합사업이며, 각 분야에 전문투입인력이 요구되는 플랜트 사업임

관로누수관리 시스템 구축 또한 GIS시스템과 연계하고 항시 모니터링하는 시스템으로 정수장 및 하수처리장에 연관되고 관로 설계, 기자재조달, 시공 및 운영 등 각 사업단계별 전문인력이 필요한 복합공정임

최근 국내 물산업 해외진출 기업의 평가는 흡족한 결과를 유발하지 못함

한국 기업의 가격경쟁력 악화 또는 적자 수주로 당해기업에 큰 부담을 주는 상황 전개

중소 물기업의 현실은 자체적으로 해외진출이 가능한 업체는 매우 제한적인 상황

강소 전문 물기업 해외진출 및 해외사업수행 기반구축 시급

중소 물기업은 각 분야별 제조, 건설 및 운영관리 기술력 및 경쟁력을 갖고 있으나 해외사업경험과 협력사업 방식의 사업수행 경험이 거의 전무

강소 전문 물기업 GROUP 해외진출 기반구축 기회로 활용

다. 기술개발 목표

현지 맞춤형 상하수시스템 구축

현지화 정수시스템 구축(1일 3000톤/일)

- 수변지하수 개발 조사/취수 및 저장 설계기술 현지표준화
- 철/망간, 비소 등 원수 특성물질 지중처리 시설 최적설계 및 운영기술 개발
- 현지화 약품침전지 공법 및 건설기술 개발
- 원수 특성에 맞는 여재 및 건설기술 개발

현지화 하수처리장 건설(1일 3000톤/일)

- 공정 단순화 기술 개발
- 자연에너지 활용 및 저에너지 기술 개발
- 고농도 미생물 확보기술

현지화 상하수도 관로 건설(송/배수, 하수관로 각 4km 누수관리시스템 구축)

- 현지화 상수도 설계/시공기술 개발
- 현지화 하수도 설계/시공기술 개발
- 현지화 관로 누수관리시스템 구축 시공기술

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
맞춤형 정수처리기술	- 현지 취수공법 선정기술 - 현지 수원에 따른 정수처리 시스템 개발 (강변여과수/지하수 등) - 낙후지역 고려 무동력(또는 저전력) 정수처리 시스템 개발 - 약품 침전지 대체/보강 기술 - 중금속 흡착여재 성능개선 기술 - 현지 여재 활용 기술	▪ 약품침전지 대체/강화 기술 ▪ 강변여과수 기술 ▪ 정수 시스템 현지화 건설기술
맞춤형 하수처리기술	- 공정 단순화 및 최적화 건설 기술 - 고농도 미생물 및 산소전달효율 증대 시공 기술 - 자연에너지 활용 기술 - 처리수 및 슬러지 재이용 기술	▪ 공정단순화 저비용 하수처리 시스템 ▪ 저에너지형 여재활용 공정개발
상하수도 관로 건설/관리기술	- 현지 지질조건 및 내진조건에 적합한 관자재 선정 기술 - 최적 매설과 건설 기술 - 내진 강화 누수 모니터링 계측 시스템 구축	▪ 상하수도 관로설계 기술 ▪ 상하수도 관로시공 기술 ▪ 상하수도관로 누수관리 시스템 구축

1.2.2 핵심과제: [중동·아프리카] 고효율 물공급시스템 건설기술

가. 핵심과제 정의

해수 간접취수 시스템 개발 및 실증

해안의 충적층을 통과하여 수질이 개선된 해수를 수평집수관에 연결된 수직집수정을 통해 양수하여 해수담수화 Plant에 투입함으로서 해수담수화의 전처리로 활용하거나 해수 이용 Plant에 공급하는 기술 개발 및 실증

- 해안에 Beach Well을 설치하고 수위차를 활용하여 수평집수관으로 해수를 취수하는 방식으로 해수가 충적층을 통과하면서 여과되는 이점을 활용

  · 해수 수평집수정 이론 정립을 통해 바다에 근접한 거리에 수직집수정과 수평집수관, 펌프 등의 장치를 갖춘 해수 수평 집수정(Seawater Collector)을 활용한 Colloids, NOM, Microbes 제거 효과를 기대

- 여과수를 활용하여 해수담수화 Plant 용수 등을 확보 할 수 있으며, 해안 모래층의 자정능력을 이용하여 화학약품의 사용과 슬러지의 발생 없이 용수를 확보할 수 있는 친환경적인 시설임

다양한 수원적용 분산형 소규모 용수 생산 시스템 개발 및 실증

사막지형 등 물이 부족하여 다양한 수원을 이용한 용수생산이 필요한 지역을 대상으로 다양한 수원의 변화에 대처가능한 패키지형의 정수처리 기술 개발

- 지표수, 지하수뿐만 아니라 하수재이용수, 해수 등을 적극적으로 수원으로 이용하여, 수량 부족 시기에도 다변화된 수원에 적용 가능한 정수처리 패키지 개발

- 사막지역 특성에 맞는 태양광 등 신재생에너지를 이용한 정수 설비의 운용 및 이를 이용한 정수소독 기술 개발

화학물질, 병원균 등의 리스크를 효과적으로 억제가능한 산화처리공정 복합기술

에너지 소비량 저감형 하수의 직접처리 기술 개발

물 부족지역에서의 요구수질 맞춤형 소규모 분산형 물재생 기술 개발

색도 유발물질 등의 화학물질 및 병원성 미생물 처리기능이 강화된 무기막 및 산화공정 기반 물재이용 복합처리기술 개발

- 유기막 대비 내구성 및 유지관리가 강화된 무기막 기반 물재생기술 개발
- 색도물질 등의 화학물질, 병원균 등의 리스크를 효과적으로 억제가능한 복합처리공정

나. 기술개발 필요성

세계 해수담수화 시장에서 해수 간접취수시설 적용이 50%이상 발주되는 상황

해수담수화 플랜트 건설비용을 분석해 보면 장치와 소재가 30%, 토목이 19%, 취수와 전처리가 11%, 역삼투공정이 15% 등을 차지

중동, 북아프리카 등 사막지역은 수자원이 부족하며, 해수담수화 등 기존 수자원 확보기술은 고에너지를 소모

중동, 북아프리카 등 사막지역을 중심으로 과거부터 근본적인 물확보에 어려움을 겪고 있으며, 물산업 또한 기술수준이 낮아서 물산업에 대한 시장은 지속적으로 확대되고 있는 상황임

해수담수화에 이어 하수 재생기술에의 관심 증대

- 해수담수화 기술이 고에너지 소모라는 측면에서 하수 재생기술에 대한 관심이 증대하고 있음

선진국은 이미 수처리분야 세계시장의 70%이상을 독식하고 있으나, 고가의 선진국 설비를 저개발국 및 개발도상국에서 사용하기는 부담

국내의 기술은 수처리 플랜트 등의 시공 능력이 뛰어나고 처리 공법 또한 선진국에 근접한 능력을 가지며, 수처리시장에 진출하기 위해서 지능형 서비스 기술을 확보한다면 선진국보다 가격경쟁력을 지닐 수 있음

중동·북아프리카 지역의 경우 환경이 국내와 상이하여 현지 환경조건에 적합한 재이용시스템 패키지 기술개발 필요

물이 절대적으로 부족한 중동·북아프리카 지역의 경우, 수질 및 수량 특성이 국내와는 상이할 것으로 예상

물순환이용 및 에너지 절감 측면에서 하수처리수의 재이용 등 물재이용 기술의 시장이 점진적으로 확대되어 가고는 있으나, 이에 대한 최적화 기술개발은 국내에서 수행된 바 없음

해외 물산업 분야의 경쟁국중 하나인 일본의 경우, 해수담수화에 이어 점차 시장수요가 증가하고 있는 하수재이용 분야의 기술개발 및 적용을 위해, 정부차원에서의 긴밀한 협조가 추진되고 있음

국내에서도 재이용 처리시스템이 개발되어 비교적 효율이 높은 편으로 알려졌지만 아직 운영시스템의 정립되지 않아 이의 개발이 시급

중동 및 아프리카 지역의 물부족국가를 대상으로 한 정수처리 패키지 기술 진출은 신규사업으로 국내 수처리기술을 끌어올릴 수 있는 기회임

분리막 기반의 물재이용 기술을 개발하여 개도국 시장부터 민관 협동모델로 진출하면서 경쟁력을 키워야할 필요성이 있음[160)]

중소기업은 막 기술을 포함한 오존, 자외선 등의 수처리 관련 요소기술을 제공하고, 대기업에서는 이러한 요소기술에 기반한 처리시설의 설계, 시공 및 유지관리기술을 제공함으로써 기업 상생효과 기대 가능

다. 기술개발 목표

다양한 수원으로부터 용수별 최적 정수처리 기술 개발

다양한 수원에 적용 가능한 정수처리 패키지 기술 개발 및 적용

- 1개국 이상의 정수처리 패키지 실증시설 구축
- 소독공정 4 log 이상의 불활성화 달성
- 지역 특성에 적합한 태양광 등 재생에너지 이용 정수기술 적용

160) 글로벌워터인텔리전스, GWI

재이용수의 용도에 적합한 수질 맞춤형 물재생 기술 개발

도시개발, 관개 및 녹화시설 등과 연계한 재이용수 생산 및 공급시스템 개발

- 요구수질의 물 재생 능력 100% 달성가능한 일 처리용량 5,000톤급 물재생 기술

해수 간접취수 시스템 개발

지역맞춤형 해수 간접취수 기술 개발을 통해 해수담수화 전처리공정 최적화

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
다양한 수원에 적용가능한 지역맞춤형 분산형 용수 생산 시스템 개발	다양한 수원에 적용가능한 정수처리 패키지 시스템 개발	• 다양한 수원에 적용가능한 지역맞춤형 소규모 정수처리 패키지 기술
		• 태양광 이용 저에너지형 정수소독기술
요구수질 맞춤형 소규모 분산형 물재생 기술 물수요에 탄력적으로 대응 가능한 하수 재이용기술 개발	하수로부터의 상수 대체용수 확보기술	• 무기막 기반 요구수질 맞춤형 물재생 기술
		• 에너지 절감형 하수 직접처리 기술
해수 간접취수 시스템 개발 및 구축 연구 / 해수담수화 최적 전처리공정 구축기술 개발	지역별 해수담수화 설비에 적합한 해수 간접취수 시스템 구축기술을 개발	• 지역맞춤형 해수 간접취수 패키지
		• 해수 간접취수 시스템의 여과수 수질에 적합한 해수담수화 전처리공정 구축기술

1.3 생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 개도국 공공주택시장에서의 수익확보, 기후에 관계없는 비용절감형 건축기술 개발

아프리카 아시아 극서·고온지역의 저가 주택시장에서 사업경제성 및 에너지 절감이 가능한 모듈주택 건설기술

동남아 건설 시, 강우환경에서 지속적 공사 진행을 가능하게 하는 건설기술

(범위) 극서고온환경, 우기환경에 적응성을 높인 건축 설계, 시공, 재료, 장비기술

모듈주택의 부재/접합부 단열 기술, 극서·고온 환경 공조 기술, 생산자동화 및 수송비 절감 기술

- 에너지 절감형 외단열벽체, 공조설비, 통합에너지관리시스템 개발
- 조립식 주택의 생산자동화라인 구축을 위한 접합/절삭/조립 무인화 기술 및 공장 내 물류체계 자동화 기술 개발
- 수송비 절감을 위한 Folding형 모듈, SIP(Structural Insulated Panel) 복합적용 기술개발

우기 타설 가능 콘크리트 및 철강재, 우기 터파기 공법 및 강우차단시스템, 공정/품질관리 시스템 개발

- 강우환경 콘크리트 양생기법 및 배합재료, 방수 거푸집, 철강재 및 도장재 개발
- 슬래브 역타설 공법, 가설지붕 및 흙막이 벽지지시스템 개발
- 통합공정관리시스템 및 현장타설 콘크리트 품질평가시스템 개발

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

(1) 해외

스마트 주택, U-Healthcare 주택 등 인간중심 주택기술과 에너지 절감형 주택기술을 개발[161]

유무선 통신과 디지털 통신을 기반으로 홈네트워킹과 인터넷 정보가전을 이용해 유비쿼터스 환경을 가정 내에 실현하는 지능화된 생활환경 구현기술을 개발

- EU는 세계 최초의 사이버아파트 및 홈네트워크 상용화 국가로, 사용자 대응형 IT 시스템이 구축된 주택 개발과 실제 가족을 대상으로한 실험 결과를 바탕으로 R&D를 통해 사용자 중심의 IT 제품을 개발(스웨덴 인터리빙 프로젝트)

- 일본은 멀티벤더에 의한 가전, 설비기기 통합 컨트롤 시스템 개발, 가정 내 기기의 계측, 관리, 제어에 관한 표준화 및 통신제어 I/F 장치 개발과 에코서버, 홈서버 공통 프레임워크 개발사업을 추진

- 미국은 IT 분야의 대기업을 중심으로 지능형홈 관련 기술이나 제품들의 연구 및 개발(인텔 : 디바이스나 서비스 개발/ 시스코 : 주택 내외부의 네트워킹/ MS : 소프트웨어 인프라 / HP : 모바일 디바이스)

사용자 중심의 시스템, 사회적 약자를 위한 지능형 홈, 스마트 에너지 관리등 관련기술개발

- Hochtief AG에서는 고령자 대상 주택의 신축, 리모델링 기술을 대학과 협력 통해 개발 중[162]

- Bouygues에서는 주택에 대한 인체공학적 디자인 연구 및 음향측정 연구와, 에코주택 건설을 위한 친환경 제품 및 건설장비 활용 연구를 진행[163]

미국, 유럽을 중심으로 패시브하우스 등과 같이 건축물 에너지소비량 저감기술개발 및 실용화가 활성화되고 있음

161) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA
162) Hochtief AG홈페이지
163) Bouygues 홈페이지

인간중심 첨단 주택기술과 더불어 모듈러 주택을 포함한 저비용 주택 기술개발이 추진되고 있음

선진국을 중심으로 주택건설 시 에너지, 이산화탄소의 저감, 노무 및 인건비 절감을 목적으로 유닛모듈러 주택 기술을 개발[164]

- 영국은 유럽에서 가장 활발하게 모듈공법을 보급하고 있는 국가로서 1990년대 말부터 유닛모듈러에 대한 연구가 시작했으며 최근 25층 기숙사 건물을 건설할수 있는 기술력 확보
- 미국의 유닛 모듈러 주택은 대체로 단층 목조구조로서 주택은 반나절에 완공가능
- 일본은 1950년 및 60년대에 이미 유닛하우징(공장에서 주택 제작) 연구를 시작햇으며 현재, 일본 전통주택(공기 120일, 프리패브율 40%)과 일반 프리패브 주택(공기 90일, 프리패브율 50%)에 비하여 유닛하우징은 공기 40일, 프리패브율 80%의 시스템기술을 확보

Bouygues에서는 저비용 공공주택 공급을 목적으로 주택건설기술개발을 진행 중[165]

선진국에서는 기능성 및 사용성, 경제성 개선이라는 사회적 욕구에 대응하기 위해 고성능 강재 개발 및 구조물 적용 기술 개발을 활발히 추진 중[166]

미국, 유럽 및 일본 등 선진국의 경우에는 1970년대부터 건설비용 절감, 건설 후 유지관리 비용 절감, 구조물의 안전성 및 내구성 증대 등을 위해 다양한 고성능 강재들을 구조물에 적용하기 시작하여 그 이용기술이 확립 단계에 이름

- 미국은 내후성을 갖는 교량용 고성능강을 개발 완료. 50mm 이하의 경우는 기본적으로 TMCP로 생산하며 50mm를 초과하는 경우는 담금질-뜨임 열처리로 생산
- EU는 후물화에 따라 강도를 차등적용 중이며 충격인성은 강종별로 고정된 규격을 제정
- 일본은 전두께에 걸쳐서 TMCP로 생산하면 두께에 따른 강도 및 충격인성치에 차등을 두지않고 동일기준을 적용

164) 건설혁신 생산체계, 모듈러 공법의 기술동향, 모듈러 건축물의 기술개발 현황과 향후 과제, 임석호, 한국건설기술연구원, 2012
165) Bouygues 홈페이지
166) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA

(2) 국내

주택부문에서 기업체는 신재생에너지 활용 및 패시브 하우스 등 에코주택 기술 개발에 주력하고 있음[167)]

삼성물산은 친환경 GB Slab 시스템, 지중열 활용 기술을 개발

SK건설은 Solar Heater & Cool Tube 시스템을 개발

대림산업은 Eco/Emotion House, Green Energy System, 및 저에너지 친환경 공동주택 관련기술을 개발

GS건설은 Energy(패시브 하우스, 지열 냉난방 시스템, 건물 에너지 최적설계, 그린 콘크리트), Nise(소음저감), Air Quality(실내공기 센서), Safety(인방형 제진장치, 대피 시뮬레이션) 관련 연구를 수행 중

금호건설은 복사냉난방 시스템(온돌구조체를 통하여 주택의 냉난방, 다기능 환기 유닛을 통한 환기와 제습, 공기청정 기능을 통합 및 제어하는 공법) 관련연구를 진행 중

건설 시, 공기단축 및 건설비 절감을 위해 연구기관을 중심으로 모듈러 건축시스템에 대한 연구가 활발히 진행중

한국건설기술연구원에서는 경량철골조를 활용한 모듈러 공법에 대해 연구 중이며, 해당연구가 완료될 경우, 세계 3위의 기술력 확보가 가능함

- 국내에서 개발되는 모듈러 공법은 주거환경성능에 대한 높은 기술력을 개발 중에 있기 때문에 세계 조립식 건축물 시장에서는 15%이상의 점유율을 확보할 것으로 예상함

- 물 시장에서는 15%이상의 점유율을 확보할 것으로 예상함

167) 삼성물산, SK건설, 대립산업,, GS건설, 금호건설, 현대건 홈페이지

1.3.1 핵심과제: [아시아·아프리카] 생산성 향상 모듈주택건설기술

가. 핵심과제 정의

모듈러 주택기술은 일정규모의 주택을 공장에서 제작하여 현장에서 조립하여 완성시키는 기술로써 공공주택건설시장에 적합한 기술임[168]

모듈러 주택은 매뉴팩쳐드 하우징(Manufactured housing)[169]과 구분하여 프리패브 하우징(Pre-fabricated housing)의 범주에 속하는 공업화 주택을 의미

- 모듈러 주택은 표준화된 규격의 모듈을 제작하여 현장으로 운송하여 설치하는 것으로서 주재료는 목재나 철재를 사용

모듈주택은 기존 주택 대비 저가, 신속시공이 가능하여 신흥국 공공주택건설시장에 적합함

- 기후조건과 관계없이 지상에서 대량생산이 가능하기 때문에 전통적 주택건설 방식에 비해 저가, 신속시공이 가능한 장점이 있음
- 소형 동일실내공간 소요 및 이동성이 강조되는 숙박기능 건축물에서 장점의 극대화가 가능하여, 이 때문에 기숙사, 비즈니스 호텔, 콘도, 소형원룸 주택, 군막사, 광산 Worker's Camp 등에 적용
- 반면 적정성능(단열, 차음, 내화) 확보나 임시건축물이라는 소비자 인식, 국내 시장 미성숙에 따른 산업기반이 취약한 것이 단점임

동 핵심과제는 모듈 주택의 극서·고온 기후 적용성을 제고하고 모듈생산 전자동화 및 Folding 구조 부재를 개발하여 생산/수송비용 절감에 기여함

모듈러 주택의 약점으로 단열이 지적되고 있고, 진출대상국의 대부분이 극서·고온 환경인 점을 고려하여 부재/접합부 단열, 보급형 실내공조기술을 개발함

공공주택 건설사업을 추진하는 국가가 신흥국으로서 국내 대비 사업비가 현저히 낮은 점을 고려하여 공장 생산, 수송, 조립(시공)등 생애주기 단계별 비용을 최소화하기 위한 건설기술임

168) Real Estate Issue & Market Trend vol.6 하나다올신탁
169) 매뉴팩쳐드 하우징(Manufactured housing)은 공장에서 100% 제작하여 이동 후, 정치하여 사용하며 모바일 홈이 이에 해당

- 기존 공장 수작업 생산에서 자동생산을 위한 기술개발

- Folding방식 모듈(모듈에 일부 벽체가 Folding방식으로 접합되어 현장에서 쉽게 설치 가능한 모듈)과 SIP(Structural Insulated Panel: 구조재가 단열재와 일체화된 바닥 및 벽체용 패널)을 복합 적용한 운송비 및 설치비용 절감이 가능한 저비용 조립식 주택 시스템 개발

나이지리아, 남아공, 리비아, 인도네시아, 베트남, 카자흐스탄 등 공공주택 건설사업 추진이 계획된 국가의 기후, 지질조건, 원자재 환경에 최적화된 모듈 주택건설기술을 개발

- 국가별 원자재 조건, 가격이 상이한 것을 고려하여 목재, 철재 등 다양한 구조부재를 활용한 벽체, 조립기법의 속성정보를 포함하는 BIM[170]기반 모듈 주택 표준 라이브러리를 개발

나. 기술개발 필요성

아시아, 아프리카 신흥국의 서민 주거안정, 전후복구 목적 공공주택 시장 활성화 전망

나이지리아 '20년까지 공공주택 1040만 채

알제리 '14년까지 매년 175,000호 주택 공급

인도네시아 수요 대비 공급 부족으로 공공주택 보급 확대 계획('11년 수요 43만 호 공급 24만 호 등)

국내 기업 해외 공공주택건설시장 진출 시, 수익성 불확실

최근 국내에 건설된 포스코A&C 모듈주택의 평당 건설단가는 500만원, 알제리 평당 건설단가는 200만원

모듈주택은 기존 주택건설대비 저가, 신속시공 특성으로 신흥국 공공주택시장에 적합한 기술

극서·고온 기후에 대응 단열/구조 기술개발 미흡

170) BIM(Building Information Modeling): 건축·토목·플랜트를 포함한 건설 전분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명주기 동안 의사결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 디지털 모델과 그의 작성을 위한 업무절차를 포함하여 지칭(국토해양부, 2010.1), 기존 2D도면은 2차원 평면 공간에 작성된 선들의 조합으로 선을 선택할 때 건물의 구성요소인 벽이나 기둥에 대한 정보를 파악할 수 없으나, 3차원 공간에 작성된 BIM 디지털 모델은 선이 아닌 3D 객체로 구성되어 벽을 선택 시 벽의 이름, 길이, 면적, 부피와 같이 속성정보를 확인하고 공사에 활용할수 있음(포스코 A&C)

모듈 주택기술은 단열/차음/내화 기능에 약점

해외에서는 극한지 대응 관련 기술만 개발, 국내 고온 기후 대응 관련기술 미확보(일반 공동주택의 경우 높은 기술수준)

공장 자동화 기술, 수송 최적화 기술 미확보로 건설단가 최적화 미흡

일본은 모듈주택의 공장 전자동화 기술 확보

영국 등 모듈주택 산업이 활성화된 국가는 수송최적화 기술 확보

다. 기술개발 목표

전자동 모듈 주택 생산/조립 자동화 시스템 기술 확보 및 해외 실증화

모듈주택 생산기술 자동화 기술확보 및 실증 Test-Bed 구축

기존의 볼륨형 모듈러 시스템 대비 운송부피 50% 절감이 가능한 Folding형 모듈 및 SIP복합 저비용 주거 시스템 개발

고온(다습/건조) 지역 적용, 모듈주택 단열벽체 및 공조설비 기술 실증화

30% 에너지 절감형 모듈러 주택모델 개발 및 실증 Test-Bed 구축

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
국가별 맞춤 조립식 보급형 주택 Proto-type 개발	- BIM기반 국가별 맞춤 조립식 주택 표준 모델 개발 - B1M기반 국가별 조립식 주택 부품 표준화 및 통합 설계 매뉴얼 개발	▪ 조립식 건축물 설계 및 유닛접합부 기준 상세 기술 ▪ 조립식 건축물 부품 및 부재 BIM 라이브러리 체계분류 기술 ▪ 조립식 건축물 BIM 설계 활용 유지관리 기술
국가별 맞춤 조립식 주택의 에너지 절감형 최적시스템 개발	- 국가별 기후 환경에 대응한 Passive 설계기법 활용 에너지 절감 설계 시스템 개발 - 국가별 기후 환경에 대응한 에너지 절감 시스템 개발	▪ 국가별 기후환경 대응 에너지 절감형 조립식 주택 적용 벽체(내단열·외단열)시스템 개발 ▪ 에너지 절감형 조립식 주택 공조 및 열원 설비 시스템 개발 ▪ 조립식 주택의 통합 에너지관리시스템(HEMS) 개발
조립식 주택 생산시공효율성 확보 기술	- 국가별 맞춤형 조립식 주택의 시공 및 관리 효율성 확보 기술 개발 - 공장제작 효율화를 위한 공장생산 관리모델 개발 - 현장조립 효율화를 위한 주택시공의 조립장치 개발	▪ 현장 조립 효율화를 위한 수직 수평 모듈 결합 건설 기계 개발 ▪ 공장 제작 효율화를 위한 공장 생산시스템 개발
Folding형 모듈 및 SIP(Structural Insulated Panel)복합적용 저비용 조립식 주거시스템 개발	- 저개발국가 적용을 위한 비용절감형 Folding모듈 및 SIP구조시스템 및 시공법 개발 - Folding모듈 및 SIP 이용 주거 표준형 평면 개발 - Folding 모듈 구조 및 접합 시스템 개발 - 벽체 및 바닥용 SIP 시스템 및 접합 시스템 개발가	▪ Folding 모듈 및 SIP활용 저개발국가용 주거 설계기술 ▪ Folding형 모듈 구조시스템 및 접합시스템 설계 기술 ▪ 현지 기후환경을 고려한 SIP 및 접합시스템 설계기술

1.3.2 핵심과제: [아시아] All-Weather Construction 기술

가. 핵심과제 정의

우기지역(동남아 등)의 해외공사 수주실적 향상 및 수익성 증가를 위해 우기지역 맞춤형 건설재료, 시공기술, 공정/품질관리 기법 개발에 관한 연구

우기지역 건설공사 시 공기(工期) 및 품질 확보를 위한 현장타설 콘크리트 생산, 타설, 양생에 관한 통합 기술 및 고성능 방식(Anticorrosive) 철강재 개발에 관한 기술

발우기지역 건설공사의 공기(工期) 확보, 공사 효율 증대, 안전성 향상을 위한 강우 차단 가시설, 터파기 기술 등의 첨단 선진 시공기술 개발에 관한 기술

우기지역 프로젝트의 기획 및 입찰 단계에 활용 가능한 국가별 강우 DB 및 작업일수 산정 모델 개발에 관한 기술

우기지역 건설공사 리스크 저감을 위한 강우를 고려한 통합공정관리 기술 및 품질평가 기술 개발에 관한 기술

나. 기술개발 필요성

우기지역(동남아 등) 발주 프로젝트의 증가에 따른 수주 경쟁력 확보 및 공사 효율성 확보 필요

최근 베트남, 라오스, 인도 등 동남 및 서남아시아의 우기지역 건설 공사 발주가 증가 추세에 있으나, 우기 환경으로 인한 공사 중단 일수의 증가로 공기(工期) 준수가 매우 어려운 실정임

우기 기간중 공사가 중단되기 때문에 이들 지역에서 수행되는 현장공사는 우기기간 만큼 공기(工期)가 늘어나고, 인건비 및 간접비 비용이 늘어나므로 공사 효율성이 낮은 실정임

해외 시공업체들의 경우, 비의 강도가 약해지면 가시설 설치, 목공, 포장공, 기초공 심지어 콘크리트 타설까지 전략적으로 수행하고 있지만, 기본적으로는 우기 시 공사 중단 현실

우기시 활용할 수 있는 건설기술이 개발되면, 전체공사비에서 우기기간의 비중인 30% 정도의 공기(工期), 인건비, 간접비 등의 절약이 기대되며, 이를 통한 공사 효율성 확보가 필요함

우기지역 공사의 공기(工期), 품질 및 안전성 확보를 위한 재료 및 시공기술, 공정관리 기술 확보가 필수

전체 구조물의 시공에 있어서 골조공사의 기후영향에 따른 작업 불가능 일수가 큰 비중을 차지하므로 골조공사의 시공효율성 향상이 필요함

우기시 굴착공사의 경우, 수위 상승에 따른 수위변화와 잦은 침수로 지반약화, 수압증대에 대한 예측이 어려우며, 안전율이 상대적으로 작은 가설구조물에 의존하고 있음

건설공사에서 공기(工期) 확보 및 안전성 향상은 필수적인 요건이며, 최근 우기지역 해외수주 확대 추세에 맞추어 필요성이 증가하고 있음

우기 지역 건설 공사의 효율성 향상 및 리스크를 저감할 수 있는 체계적 관리 시스템 및 기술 개발 필요

동남아지역 건설공사 비중 증가추세에 따른 우선적 투자 필요

국내 건설업체의 해외진출 비중이 중동 중심에서 동남아 지역으로 전환되고 있는 시점임

우기 기간에 따른 공사 중단일수의 증가로 인해 공사 수익성 악화 및 리스크 증가가 발생하고 있으므로, 국내 기업의 경쟁력 향상을 위해서는 국가차원의 범용적 기술 확보가 시급함

최근 국내 건설사의 해외 공사시 수익성 악화로 시평능력 150위 안의 업체중 25개 업체가 워크아웃이나 법정관리 중인 현실을 고려할 때, 시급한 연구개발을 통한 수익성 강화가 필요

해외건설시장에서 기업의 경쟁력 확보 필요 시점

최근 동남아 건설공사 수주에서 중국의 저가 입찰로 인해 국내 기업의 경쟁력이 감소하고 있는 시점이므로, 국내 업체의 전략을 비용 경쟁이 아닌 높은 수준의 기술력 확보를 통한 구조물의 고성능화, 장수명화, 유지관리 비용 절감으로의 전환이 필요한 시점임

우기지역 건설재료 기술 관련한 연구사례 및 시공사례가 전무한 실정이므로, 한 단계 빠른 투자를 통한 관련기술의 선점이 필요한 시점임

개발 기술의 조기 적용을 위한 정부지원 필요

건설재료 기술의 특성상 개발 기술의 현장 적용을 위해서는 법규화된 설계기준이 반드시 필요시 됨

이러한 설계기준은 재료, 구조 전 분야에서의 광범위한 연구 및 다수의 시공실적이 필수적이므로 개발기술의 조기 적용을 위해서는 정부지원이 필수적임

민간 건설사의 연구는 각 국가 해당프로젝트에 대한 독립적인 형태로만 이루어지므로, 광범위한 지역의 범용적으로 적용가능한 기술 개발을 위해서는 정부 지원이 필수적임

다. 기술개발 목표

우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 생산기술 개발 및 실용화

우기시, 골조공사 및 굴착공사 수행조건 제고를 통한 공기 20% 단축

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술 개발	- 우기지역 건설공사시 공기 및 품질 확보를 위한 현장 타설 콘크리트 생산(배합), 타설, 양생에 관한 통합 기술 및 고성능 방식(Anticorrosive) 철강재 개발에 관한 기술	▪ 기지역 맞춤형 현장타설 콘크리트 재료 및 배합기술 개발 - 우중(雨中) 현장타설 콘크리트를 위한 시멘트 개발 및 혼화재 적용기술 개발 - 우기 환경 대응형 특수 혼화제 개발 - 우중(雨中) 현장타설 콘크리트의 최적 배합설계 기술 개발 - 우중(雨中) 현장타설 콘크리트의 역학적 특성 및 내구성 평가 - 우기가 아닌 기간의 급속 시공을 위한 조기강도 발현 콘크리트 개발
		▪ 강우를 고려한 콘크리트의 타설, 마감 및 양생 기법 개발 - 강우 환경 구현 실내 실험 방법 개발- 강우량 및 강우강도에 따른 콘크리트 현장타설 및 표면마감 기술 개발 - 타설 중 또는 타설 후 강우를 고려한 콘크리트 양생 기술개발 - 이어치기 시공 관련 콘크리트 표면 취약부 평가 및 누수방지 처리 기법 개발 - 이어치기 시공 관련 콘크리트 차단 기술 개발 수축대(shrinkage strip) 시공기술 개발
		▪ 우기지역 맞춤형 방수방식형 거푸집 개발 - 기존 철재 및 목재 거푸집 대체 가능한 방수방식형 경량 FRP 거푸집 개발 - 방수방식용 피막으로 적용 가능한 초고성능콘크리트(UHPC) 영구거푸집 개발
		▪ 우기지역 맞춤형 고성능 방식(Anticorrosive) 철강재 개발 - 건설자재용 철강재의 부식방지를 위한 도장재 및 표면처리 기술 개발
우기지역 맞춤형 선진 시공기술 개발	- 우기지역 건설공사의 공기 확보, 공사 효율 증대, 안전성 향상을 위한 강우 차단 가시설, 터파	▪ 우기시 골조공사 생산성 향상 및 안전성 향상 기술 개발 - 강우량 및 강우강도에 따른 골조공사 매뉴얼 개발 - 우기시 건축구조물 시공성 향상을 위한 강우차단 (가설지붕) 시스템 및 활용기술 개발 - 우기시 교량등의 토목구조물 시공성 향상을 위한 강우차단(가설지붕) 시스템 및 활용기술 개발

	기 기술 등의 첨단 선진 시공기술 개발에 관한 기술	▪ 우기시 굴착공사(터파기) 효율 및 안전성 향상 기술 개발 - 우기시 지하수위 상승에 따른 수압 및 지반강도 계측 기술 개발 - 우기시 터파기 안전성 향상을 위한 슬래브 역타설 공법 개발 - 충분한 터파기 공간 확보를 통한 공기(工期) 단축 가능한 흙박이벽 지지 시스템 개발(PSC 활용) - 우기시 지하수위 상승을 고려한 터파기 및 흙막이벽 설치 매뉴얼 개발
우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질평가 기술 개발	- 우기지역 프로젝트의 기획 및 입찰 단계에 활용 가능한 국가별 강우 DB 및 작업일수 산정 모델 개발에 관한 기술과 우기지역 건설공사 리스크 저감을 위한 강우를 고려한 통합공정관리 기술 및 품질평가 기술 개발에 관한 기술	▪ 우기지역 국가별 강우 DB 구축 및 작업일수 산정 모델 개발 - 우기지역의 국가별, 도시별 기상관측 자료 수집 및 확률론적 분석 - 기상관측 열악한 지역의 강우 계측 모니터링 시스템 개발 - 우기 기간 및 강우량, 강우강도를 고려한 작업일수 산정모델 개발 및 국가별 리스크 등급 분류
		▪ 우기지역 맞춤형 공정관리 기술 개발- 우기지역의 특성을 고려한 비용, 노무, 안전, 성과 등 통합공정관리 기술 개발 - 우기지역 건설공사 리스크 저감을 위한 강우 고려 Risk Management(RM) 기술 개발
		▪ 우중(雨中) 현장타설 콘크리트와 강재의 품질 평가 및 보수 기법 개발 - 시공 중 굳지 않은 콘크리트의 안정성 평가 기술 개발(평가 항목, 방법 및 장비 개발) - 시공 후 경화 콘크리트의 품질 평가 기술 개발 (평가 항목, 방법 및 장비 개발) - 우기지역 시공 철강재의 품질 평가 기술 개발 (평가 항목, 방법 및 장비 개발) - 강우 피해에 따른 보수기술(재료 및 공법) 개발

2. 미래 해외시장 창출형 선도기술개발

2.1 산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발 기술

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 도시 마스터플랜 선제안, 도시계획단계 참여를 위한 GIS Toolbox, 도시계획 및 설계 · 운영관리 의사결정지원체계 개발

(범위) 신흥국 신도시개발 선제안을 위한 한국형 신도시 표준화 모형 기반 마스터플랜 및 도시계획 의사결정지원시스템 개발

국가경제개발계획 수립지원을 위한 개발전략 수립 프로그램 개발 및 개발 타당성 사전검증 가능 도시기본 구상 GIS Toolbox개발

한국형 스마트에코시티 표준화 모형개발

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

(1) 해외

도시분야 기술은 정보의 소통, 자연생태로의 접근이 원활한 스마트-에코도시 기술개발이 부각되고 있음[171)]

유무선 통신, 디지털 정보기술을 활용하여 인간 주거공간 및 수단을 Eco관점에서 관리하여 환경오염을 저감하고 탄소배출을 최소화하는 기술을 개발

- EU 업무용 빌딩 및 가정용 건물 전체의 에너지 공급이나 수요의 상황을 종합적으로 파악해 기기나 설비의 운전을 효율적으로 관리하는 에너지관리시스템(BEMS, HEMS) 기술을 활용
- 일본은 '09년 '미래 개척 전략'에 의해 '50년까지 CO_2배출량 50% 저감을 목표로 스마트 하우스 보급을 확대할 계획이며, 스마트하우스 실증프로젝트를 통해 가전 및 태양광 발전,

171) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA

연료전지, 축전지 등을 상호연계하여 시스템으로서 전체를 최적화하는 기술을 개발

- 영국 CASA(Center for Advanced Spatial Analysis)에서는 도시계획 및 설계에 이동통신 기술을 접목하여 도시공간 현상을 과학적으로 분석하고 시각화하는 기술을 개발 중

- 향후 도시 및 건축물 단위 에너지 사용량의 정보화, 가전·자동차 등 연계를 통한 스마트그리드, 신재생에너지 및 자원순환 시스템화, 환경오염 모니터링 기술개발이 활성화될 것으로 전망됨

도시지역 필요 자원 및 에너지 소비를 최소화하는 에너지관리기술·순환형 통합 공정기술을 개발[172)]

기존 에너지 유틸리티는 물론 신재생에너지에 의한 공급량과 도시 에너지 수요를 파악하여 미활용 에너지의 부존량을 파악하여 순환이용할 수 있는 에너지 공급·소비·수급제어·관리 기술을 개발

- EU는 분산형 에너지 유틸리티의 배치, 수요처 에너지 부하 대응을 위한 공급시스템 구축 기술을 실증

- 캐나다 벤쿠버시는 2020년까지 탄소발자국 감축을 위한 시스템 적용을 목표로 건물의 에너지 효율성을 모니터링하고 사람들이 사용하는 에너지 소비량을 실시간으로 볼 수 있는 시스템을 구축하기 위해 CISCO 및 Pulse Energy와 파트너쉽 체결

에너지 공급시설 및 환경기초시설 등 각종 도시기반 플랜트의 공정에 대한 정확한 에너지/물질수지 분석을 통해 부하량 및 부하패턴에 적합한 연계·복합공정을 구축

- 나고야시는 복합화에 의한 에너지의 유효이용 추진을 위한 도시기반시설의 복합화 모델 프로젝트를 추진하여 미이용에너지 활용을 위해 하수재생처리수로부터의 열이용을 패키지화하고 공공부문 인프라 정비사업에 온도차 에너지를 활용

- 요코하마시는 하수재생수를 하천변 경관과 치수에 활용하고 지역냉난방 시설에 연계하는 열원 네트워크를 구축하여 도시기반시설 복합기능화를 추진하고, 소각시설의 배열을 유효하게 이용하도록 기존 배관 등의 공간을 이용하는 차세대 에너지·사회시스템을 실증

기존 에너지 공급계통의 고효율화 및 에너지의 할리적 이용을 위하여 Trigeneration 시스템 및 열전공정 설계, 스마트 캐스케이드 발전공정 상용화 설계, 냉온열 생산공정의 상용화 설계기술을 개발

172) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA

에너지 및 도시자원 순환기술을 개발하여 도시 내 에너지 효율 향상[173)]

요구 온도수준이 다른 열수요처에 높은 온도수준으로부터 대기온도 주위의 낮은 온도수준까지 단계적으로 열을 회수·이용하는 다단계 열이용시스템 설계기술 및 이용 가능한 에너지의 사용에 대한 열에너지 시스템의 평가기술 및 도시지역 시스템 최적배치 기술을 개발

- EU는 다양한 열병합발전, 펠렛보일러, 다단계 히트펌프 시스템 등 근·원거리 에너지시스템을 통합하여 중앙 인프라 시설에 연계함으로써 안정적 공급보장 및 효율성을 제고

도시발생 유기성 폐기물 및 하수처리과정에서 이에 포함된 에너지자원을 회수·순환 이용하는 기술을 개발하여 폐기물 처리 및 에너지 소비에 따른 환경부하를 최소화하고, 환경처리시설과 에너지 공급계통의 연계를 통해 처리효율 및 에너지 이용효율을 개선함

- 일본은 자원순환형 생산활동을 전개하는 에코타운 건설을 위해 배출물을 연료 및 생산자원으로 이용하는 순환형, 자원절약형 커뮤니티 구축시술을 확보

Bouygues, Vinci 등 선진기업은 에코도시 시공뿐만 아니라 계획단계 선제안, 지속적 탄소추적이 가능한 유지관리 분야 활용 기술을 확보

Bouygues에서는 설계단계에서부터 프로젝트 종료 후 운영단계까지 탄소 추적이 가능한 CarbonEco 소프트웨어 패키지를 개발하여 현장에 적용[174)]

Vinci는 도시계획 수립단계에 참여하여 이후 Downstream 프로젝트 수주 가능성을 높일 수 있도록 지역 수명주기 평가/분석 툴을 개발하고 있음[175)]

(2) 국내

도시분야에서는 우리나라는 정책적 주도를 통한 u-City 건설 운영을 추진하여 관련 원천기술을 확보

국가차원에서 제4차 국가공간정보정책기본계획에 의해 공간정보의 상호운용 및 지능화를 추진하고 있으며, '유비쿼터스 도시의 건설 등에 관한 법률'에 의해 국내 u-City 건설 및 운영을 수행하고 있음

173) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA
174) Bouygues 홈페이지
175) Vinci 홈페이지

국내 u-City 추진과 국가연구개발사업을 통하여 지상 및 지하시설물의 센서 기반 모니터링 기술, 도시공간정보의 수집 및 이를 활용한 공간정보 플랫폼 운영기술, 모니터링된 정보를 기반으로 한 상황인식 기술 및 긴급상황 제어 등의 원천기술을 확보

LH를 중심으로 U-City, 저탄소 도시 모델 및 도시물순환 요소기술개발을 추진

LH공사는 U-City 모델구축 기초연구, 아산탕정지구 대상 물순환 조성방안 및 신재생에너지 활용 저탄소도시 조성방안 연구를 진행 중

도시재생사업 적용을 목적으로 현대건설은 오염토양 복원 기술을 개발하고 있으며, LH공사는 물순환을 위한 단지 내 포장 연구가 진행 중

2.1.1 핵심과제: [중동·아시아] 산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술

가. 핵심과제 정의

해외건설의 활성화와 신상품으로서의 비교우위를 가지는 한국형 신도시(에코시티) 수출 플랫폼 개발 기술임

신흥 개발도상국의 스마트 도시 개발시 인프라를 포함하는 도시계획부터 설계, 시공, 운영관리 등 전주기 가치사슬에 대한 투자개발형 사업모델을 지원하는 기술임

투자개발형 사업을 위한 사업성 분석, 건설환경 분석, 도시관리계획 표준화 기술, 건설비용 편익 산정 기술, 교통시스템, 행정시스템, 병원시스템 등 한국의 경쟁력 보유 상품과 신도시(에코시티) 건설을 결합하는 기술 등을 포함

도시건설 표준화 기술, 규모, 입지, 용도별도시건설표준 기술, 세계 도시시장 표준 선점 및 우위 확보 기술 등을 포함

나. 기술개발 필요성

해외 스마트 도시 관련시장의 증가에 따른 새로운 부가가치 영역으로 주목받고 있으나 국내 스마트 도시기술의 해외적용 미흡

최근 해외 부동산 개발 및 신도시 개발사업 등이 증가하고 있으며, 향후 건설사업이 창출할 수 있는 새로운 부가가치 영역으로 u-City 사업이 주목받고 있음

- 최근 국내건설경기 침체에 따른 해외건설시장 진출 활성화 및 동남아 지역발전에 따른 신도시 구축 증가

u-City 시장규모는 급속도로 성장하고 있으며, 이를 상품화하여 한국만의 새로운 브랜드화 할 경우 잠재적 시장규모는 대단히 클 것으로 예상됨

건설사업 및 첨단기술 관련사업의 동반 해외진출을 위한 현지화 기술개발 미흡

- 스마트 시티는 기존의 건설사업과 더불어 관련 첨단 기술이 복합되어 해외에 동반진출할 수 있어 한국의 신도시 개발 및 u-City 구축 경험의 현지화에 대한 기술개발이 필요

- 도시인프라시설물에 센서를 부착하여 공간정보기반 실시간 센싱을 수행하여 u-시설물관리기술 개발 필요

세계 각국이 도시개발모델의 선제안을 통해 도시개발사업에서 영향력을 제고하는 추세와 달리 한국은 수주사업에 집중하여 수익성 제고에 난항

일본은 인도 DMIC사업에 진출하여 공동 도시개발을 추진하면서, 스마트시티의 전 설비를 일괄수주

- 관련 산업단지에 일본기업을 유치하여 현지 산업에 대한 영향력을 제고함.

싱가포르는 중국의 경제발전 단계에 맞춰 수저우 공업도시, 톈진 환경도시, 광저우 지식도시로 이어지는 3단계의 사업을 전개하고 도시운영 기술을 전수함으로써 중국 정부의 적극적인 투자를 유도하고 있음

독일 지멘스는 아부다비 마스다르시와 전략적 제휴 체결, 첨단 생태도시개발 추진 중임

국내 건설사는 한국형 신도시건설이라는 강력한 비교우위를 지니고 있으면서도 “수주형 신도시건설사업”에 치중하여 선제안을 통한 도시모델/계획 단계 진입 미흡

- 2012년 5월 말 본계약이 체결된 한화건설의 이라크 비스마야 신도시사업의 경우는 성공적으로 진행된 가장 큰 규모의 해외도시개발로 여겨지고 있으나, 해외건설 수주형태의 해외도시개발사업임

- 대우, 포스코, GS, 한화 등 대기업들이 베트남, 카자흐스탄, 알제리 등지에서 대규모 신도시 사업을 진행하고 있지만 시공사업 진출실적만 보유

국내에서는 u-City 구현을 위한 단위기술은 갖추어져 있으나 패키징 기술 및 통합 운영 체계는 초기 단계

u-City 구축에 필요한 기술분야는 센서 및 어플라이언스, 유무선 네트워크, 어플리케이션, 플랫폼 및 보안 등으로 국내기업은 이에 대한 충분한 기술을 보유하고 있는 상황

단순 시공 이상의 전략적인 플랫폼 기술개발에 중장기적 투자 필요

현재 해외진출을 시도하는 기업들은 대부분 아파트 개발 경험을 활용하는 대형 건설회사들이지만, 투자형 신도시개발사업 추진을 위한 전략적 플랫폼 개발은 이루어진 바 없음.

상품화된 한국형 신도시 수출모델의 부재, 지역개발계획 수립을 위한 전문능력 및 전문기술의 부재, 싱가포르가 중국의 신도시수출을 수행할 수 있었던 도시관리능력을 신도시수출모델에 결합시킬 수 있는 연계상품 창출 능력 부재로 국제경쟁력에 취약성을 드러내고 있음.

투자형 도시개발사업의 전개를 위해서는 컨트리 마케팅이 필수적이지만, 이 경우 UN, 세계은행이나 아시아개발은행, 코이카 등의 국내외 해외개발지원기구 등과의 협력사업이 요구됨.

한국형 신도시 수출을 위한 플랫폼 개발은 해외개발기구와 연계되어 있다는 점에서 특정기업이 개발하기 어려우며, 국내 건설기업들에게 한국형 신도시 상품이라는 표준 레퍼런스를 제공한다는 점에서 개별기업이 개발할 수 있는 명분도 없음

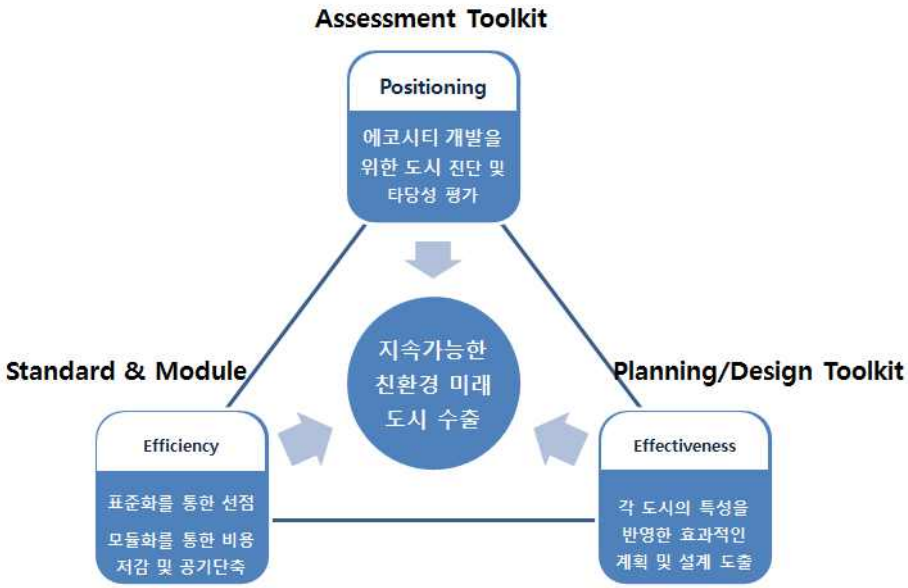
- 단순 신도시 수출이 아니라, 한국의 발전한 각종 제도나 산업을 연계시킨다는 측면에서 개별 기업이 개발하기도 어려운 항목임.

다. 기술개발 목표

최적의 신도시(에코시티) 수출 전략 도출 소프트웨어 개발

간단하고 빠른 의사결정을 위한 해외 신도시(에코시티) 개발 타당성 진단 Toolkit 개발

한국형신도시(에코시티) 계획 및 설계 Toolkit 개발



[그림 Ⅴ-3] 신도시 수출 전략 Toolkit

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
국가 경제개발계획 수립 지원 프로그램 개발	- 도시수출대상국가의 경제개발계획과 지역계획 수립을 지원하기 위한 제반 분석기법과 도구의 개발	▪ 산업/노동/자원 기반 국가발전 전망 알고리즘 및 S/W 개발
경제성장 잠재력 측정 및 개발전략 수립 프로그램 개발	- 국가기반시설이 건설될 경우 변모하게 될 경제사회개발과 국토공간발전을 전망할 수 있는 거시경제모형의 개발	▪ 경제성장 잠재력 측정 알고리즘 및 S/W 개발
지역경제개발계획과지역개발기본구상수립을 지원하는GISToolbox프로그램개발(AnEconomicDevelopmentToolbox: StrategiesandMethods)	- 공간 정보를 구축할 수 있는 GIS Toolbox를 구성	▪ 인구/토지/교통/도시시설 수요예측 알고리즘 및 S/W 개발
신도시(에코시티)건설결합상품개발을위한Big Data 시스템개발	- 국가의 문화적 역사적 배경에 대한 데이터 베이스, 그리고 해당 국가에 있었던 개발 사업에 대한 성공, 실패 등의 데이터 아카이브를 구성	▪ 도시 결합상품 도출 알고리즘 및 S/W 개발
한국형 신도시(에코시티)표준화 모형 개발	- 신도시건설 표준 모형을 개발	▪ 한국형 신도시 표준 DB 시뮬레이션 알고리즘 및 S/W 개발
신도시(에코시티) 건설비용, 편익 산정모형 개발	- 투자형 해외 도시개발사업에 있어, 세일즈를 위한 한국형 신도시상품개발	▪ 비용, 편익 산정 알고리즘 및 S/W 개발

2.2 그린에너지 인프라 건설기술

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 해외 지역적 특성을 반영한 저급탄, 지열 및 태양광 등 그린에너지 플랜트 건설기술

바이오매스를 활용한 저급탄 고부가가치화 플랜트 건설기술

화산지역 친환경 지열발전 시스템 건설기술

사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술

(범위) 요소기술 중심으로 개발된 저급탄 고부가가치화, 지열 및 태양광 플랜트 기술의 현지 Test-bed 구축을 통한 실증과제

저급탄의 저온 및 고온 열분해를 통한 고부가가치화 플랜트의 아시아 현지 20t/d 규모의 Test-bed 구축을 통한 실증

- 저급탄 저온 열분해를 통한 고열량 하이브리드 석탄 생산 플랜트 실증
- 저급탄 고온 열분해를 통한 고부가가치화(친환경 무연연료/성형 코크스/활성탄) 플랜트 및 동일 공정에서 부가적으로 발생되는 석탄가스(coal gas) 활용 기술 개발

화산지역 친환경 지열발전 시스템 pilot 플랜트 구축 및 실증

- 화산지역에서 지속가능한 고온형 지열발전이 가능하도록 지열자원 탐사 및 지열발전 타당성 정보화 평가, 친환경적 지열수 순환시스템 및 처리기술 개발 및 실증

공기단축형 사막지역 대규모 태양광 플랜트의 중동 현지 Test-bed 구축을 통한 실증

- 현지 공기단축을 위한 모듈화 공법 개발 및 고효율 대용량 전력변환장치 개발 및 실증
- 고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발 및 실증

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

지속적인 고유가 현상으로 저급탄을 고부가가치화 기술이 주목받고 있음

에너지 효율이 높은 고급탄은 수급불안 등으로 확보가 어려운 상황에서 갈탄 및 아역청탄을 포함하는 저등급 석탄의 발열량 향상 기술이 개발중임

※ 갈탄 및 아역청탄을 포함하는 저등급 석탄(LRC, Low Rank Coal)의 경우 가채년수가 300년으로 140년인 유연탄에 비해 매우 높음

저급탄은 수분함량이 높고 발열량이 낮다는 단점이 있어 이를 보완하는 기술이 주목받고 있음

- 저등급 석탄은 30~60%의 고수분, 2,500~5,000kcal/kg의 저발열량 및 높은 산소함량으로 자연발화 특성을 가지고 있음

- 발전소에서 설계탄(Design coal) 및 저급탄의 혼소 기술을 적용하는 경우 발전출력 저하 및 환경/설비 부하가 증가됨

국외에서는 높은 설비투자비 등 경제적 문제와 자연발화등의 기술적인 문제로 저급탄의 고부가가치화 기술 실용화에 어려움이 있음

미국 Western SynCoal LLC에서는 저급탄 단순건조 방식으로 SynCoal 생산 실증플랜트를 운영하였으나 자연발화 및 제진기술의 문제로 상용화에 실패함

일본 JGC그룹은 Hot Water Treating(HWT) 공법을 개발하였으나 설비투자비가 높아 상용화가 지연되고 있음

1993년부터 인도네시아 에너지광물부와 일본의 JCOAL(Japan Coal Energy Center)은 UBC(Upgrading Brown Coal) 공정 개발을 추진함

- Kobe steel사에서 인도네시아 현지에 600톤/일급 상용시설을 완공하여 2008년부터 가동하였으나, 2012년부터 유가 상승으로 인한 경제성 결여로 가동을 중단한 상태임

최근 유럽을 중심으로 비 화산지역 발전이 가능한 심부지열발전(EGS) 개발이 진행되고 있음

심부지열발전은 프랑스, 독일 및 스위스 등 유럽국가를 중심으로 기술개발이 진행되고 있음

지열 에너지 자원 개발 기술에는 고온 암체 발전 기술의 가능성이 가장 높은 것으로 평가됨

고온 암체 발전 기술은 지하에 존재하는 고온의 암반까지 굴착하고 물을 주입하여 수증기를 발생시켜 전기를 얻는 방식임

미국은 '70년대초부터 고온 암체 발전 기술의 개발에 착수하여 상당한 기술을 축적한 것으로 알려져 있고, 전형적인 화산 국가인 일본도 NEDO를 중심으로 고온 암체 발전 기술을 개발중임

고온 암체 발전과 비슷한 개념인 화산 발전은 마그마의 열을 이용하는 기술임

미국은 '70년대 중반부터 Sandia Lab.이 중심이 되어 기초 연구를 수행하고 있으며, 일본도 'Sun-Shine 계획'의 일부로 개발 연구를 추진하고 있음

화산지역 지열발전 국가에서는 지열수 고갈, 지열수 내 독성물질 처리 등 친환경적 건설기술이 필요함

신재생에너지로 주목받고 있는 지열발전 설비용량은 2050년 현재의 약 20배에 달할 것으로 예측되며, 화산지역 지열발전 국가의 비중이 높음

화산지역 장기 지열발전에 따른 지열수 고갈, 사용 후 지열수의 환경 위해성 증대 등으로 인한 환경 친화적 지열수 순환 시스템 확보 및 지열 발전 방식 건설요구가 증대되고 있음

화산지역의 지열발전에 대한 환경 문제의 접근이 엄격해지고 있는 실정으로 지열수의 무분별한 취수로 인한 고갈과 수자원 환경 피해, 지반 침하 등의 문제가 미국, 뉴질랜드, 인도네시아 및 필리핀 등에서 보고되고 있음

화산지역 지열발전의 친환경적 건설기술 분야는 국내외적으로 시작단계임

국외 태양광 관련 기업들은 저가/고효율 태양전지 연구개발에 집중하고 있음

미국의 대표적인 태양광 업체인 First Solar사는 저비용 태양전지(모듈)을 위한 연구를 진행중임

- 저비용 모듈개발을 통해 '10년 모듈 Cost $0.76/W를 달성함
- 원가 경쟁력이 상용 태양전지 중 가장 뛰어남 (결정질 태양전지 : $1.7/W, 비결정질 태양전지 : $1.3/W)

일본 Sharp사는 태양전지 시장지배력 강화를 위한 소재개발을 위한 연구에 집중하고 있음

중국 Suntech사는 저비용 태양전지 개발에 집중하고 있음

사막용 태양광 발전에 대한 관심이 높아짐에 따라 고온 사막환경에 대응가능한 기술개발이 요구되고 있음

MENA(Middle East & North Africa) 지역은 전 세계 신재생에너지의 45%를 차지하고, 태양광 제품시장은 연간 30~40%씩 성장하고 있음

보편화된 태양광발전 시스템의 중동 사막지역 적용시 온도, 내열, 분진, 일조량 등의 환경적인 요소에 의해 발전 효율이 저하되거나 전력손실을 겪고 있는 실정임

사막 환경의 온도에 적합한 시스템 방열구조 설계 기준 및 미세 분진에 대한 대응 설계 기준, 특정온도 이상에서 발전량을 제어기술 등의 기술개발이 필요함

중동지역 특성상 엔지니어들의 높은 인건비 등으로 현지에서의 시공기간 단축이 비용단축의 중요한 요소로 부각되고 있음

중국, 일본, 유럽 등 해외 업체들과의 가격경쟁력을 확보하기 위해 현재 $3.6/Wp 수준인 시스템 설치 단가를 국제적으로 경쟁력 있는 목표인 $2.2/Wp 수준까지 낮출 수 있는 단위 플랜트 건설기술 개발이 필요

시공시간 단축을 위해 태양광 모듈의 집합체인 Array Unit 모듈 개발이 필요

사막용 태양광 플랜트 시장은 아직 태동기로 주로 단편적인 요소기술들이 개발되고 있음

독일, 일본, 오스트리아, 중국 등은 주로 고온용 태양광 모듈 개발을 진행중임

(2) 국내

저급 갈탄의 고부가가치화를 위해 “초 청정 석탄 제조기술 개발”, “UBC (Upgrading Brown Coal) 공정 개발“ 및 ” 급속 열분해에 의한 저급탄 건조 기술 개발“ 등의 연구를 추진한 바 있음

한국지질자원연구원에서 미국 CarbonXT에서 수행하고 있는 Cenfuel 제조 기술과 같이 불산을 포함한 superacid로 회분 제거 연구를 수행한 바 있음

2012년 한국에너지기술연구원 자체 연구개발사업으로 “저급탄의 열분해에 의한 친환경 연료생산 및 고부가가치화 기술개발”을 추진중임

한국에너지기술연구원은 하이브리드 석탄 제조를 위한 액체 바이오매스의 석탄 기공으로의 함침 기술(Pore filling)과 관련된 핵심 원천기술을 확보함

- 석탄/액상 바이오매스 혼합에 의한 하이브리드 석탄 제조공정과 열분해 공정은 세계 최초 기술임

석탄 분쇄공정, 건조/탄화를 위한 간접식 로터리 킬른설비, 발전설비 및 통합 엔지니어링 기술분야는 높은 기술수준을 보유함

2012년 산업통상자원부 에너지자원기술개발사업의 일환으로 “미분탄 화력발전 효율개선 및 이산화탄소 감축을 위한 바이오매스/저급탄 하이브리드 연료(HCK) 제조 공정 개발” 연구를 수행하고 있음

기존 사업은 1t/d규모의 공정개발로 요소기술 개발에 초점이 맞추어져 있으며, 상용화를 위한 20t/d이상 현지 Test-Bed구축이 필요한 상황임

국내 지열발전은 화산지역이 아닌 비 화산지역에 초점이 맞추어져 있는 EGS(심부지열발전)으로 한국지질자원연구원에서 2003년 본격적으로 시작됨

경상북도 포항시 흥해읍에서 지하 2km 심도에서 75℃ 온도의 지열수를 개발하여 지역난방 및 시설영농, 양어 등에 활용을 목적으로 하는 연구가 시작됨

1.5km 심도 시험 시추공에서 온도 51℃, 하루 560톤의 지열수 개발에 성공하였고, 2,000 m 심도에서 91℃의 지온을 확인한 바 있음

에너지기술평가원이 전담하는 “MW급 지열발전 상용화 기술개발” 연구가 진행중임

‘MW,급 지열발전 상용화 기술 개발’ 개발 사업은 국내에서 EGS 방식의 지열발전 방식 실현을 위한 연구 개발 사업임

지열 발전 후보 부지의 탐사 및 평가 기술의 경우, 국내 기술 수준은 대규모 토목 구조물의 설계 및 시공, 광물 자원 탐사 등에서 세계적 수준의 우수한 탐사, 시험 능력을 보유하고 있음

지열수 생산 및 순환 시스템 기술의 경우, 가장 기본적인 기술인 대심도 시추 기술이 개발되었음

장비 개발 기술, 방향제어 시추 기술, 지열 저류층 활성화 기술 등은 국내 기술 수준이 낮은 상태이나, 기존 정부 지원 과제에서 개발 중임

국내에서는 3km 내외의 화산지역 열수형 지열 발전을 위한 시추 기술은 기 확보된 상태임

화산 지역에서 특수한 고농도 지열 수 조건과 유독 가스 발생 등과 같은 환경에서의 시추 중 조사 및 모니터링 기술과 180℃ 이상 250℃ 조건을 만족하는 고온형 공벽 안정화 기술이 추가 확보되어야 함

국내 태양전지 산업은 후발주자로 기술 및 가격경쟁력에서 어려움을 겪고 있음

경정질 실리콘 태양에너지를 중심으로 연구가 진행되고 있으나 글로벌 경쟁력은 약한 편임

연구개발을 통해 박막 태양전지 중 실리콘 박막 태양전지가 일부 상용화 됨

실리콘 태양광 분야는 세계최고수준의 88%까지 기술격차가 좁혀졌으나 박막 형 태양광은 61%로 낮은 수준임

국내에서는 태양전지 셀, 태양광 모듈 및 원부자재, 축전지 등의 연구가 진행중으로 주로 요소기술 개발에 초점이 맞추어져 있음

현대중공업, LG전자 등은 태양광 사업 Supply Chain의 수직계열화, OCI, 신성홀딩스, 웅진홀딩스 등은 폴리실리콘 및 잉곳/웨이퍼 연구에 집중하고 있음

국내에서는 사막용 태양광 플랜트와 관련한 연구개발이 진행되지 않고 있음

대규모 태양광 플랜트 공기단축을 위한 Array Unit 모듈, 사막지역 혹한환경 대응 전력변환장치 및 유지관리 시스템은 국내에서 개발된 적이 없음

2.2.1 핵심과제: [아시아] 바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산플랜트 건설기술

가. 핵심과제 정의

저급탄 저온 열분해를 통한 고열량 하이브리드 석탄생산 플랜트 실증 건설 기술 개발

국내 보유 원천기술(pore-filling method) 활용, 액체 바이오매스(사탕수수, 당밀 및 글리세롤) 기반의 하이브리드 석탄 제조를 통한 저급탄의 고열량 발전용 연료(5,500kcal/kg 이상) 생산 기술 실증

바이오매스 적용에 따른 온실가스(CO_2 등) 배출량 저감 및 RPS(Renewable Portfolio Standard) 적용을 통한 이산화탄소배출권 확보

수요처별(발전, 시멘트, 제철 등) 최적 바이오매스 선정 및 최적 공정 조건 개발

고수분 저급탄을 대체하는 고열량의 하이브리드 석탄 사용으로 발전효율 증가에 의한 CO_2 감축, 발전설비 수명 연장 방안 제시

저급탄 고온 열분해를 통한 고부가가치화(친환경 무연연료/성형 코크스/활성탄) 플랜트 및 동일 공정에서 부가적으로 발생되는 석탄가스(coal gas) 활용 기술 개발

국내 보유 원천기술 활용, 열분해를 통해 생산되는 촤(char)를 활용한 무연연료(smoke-free fuel), 성형 코크스(pelletized cokes), 활성탄(activated carbon) 생산

저급탄 열분해(Pyrolysis) 공정에서 발생되는 석탄가스(Coal gas) 활용 기술 실증

- 석탄가스 중에 포함되어 있는 고 부가가치의 석탄 타르(coal tar) 정제/회수 및 합성가스 전환 기술 실증
- 석탄가스(Coal gas)를 이용한 DME(Dimethylether) 생산 및 석탄가스 발전 실증
- 인도네시아와 같이 섬이 많은 국가 및 오지를 대상으로 기존 석탄 화력발전 대비 컴팩트한 분산형 발전용 석탄가스 발전으로 활용 가능성 평가

나. 기술개발 필요성

지속적인 고유가 현상으로 인해 대체자원으로 석탄이 주목받고 있으나 고급탄은 수급 불안 및 가격상승으로 사용의 어려움을 안고 있음

미국 DOE는 2030년 유가전망에서 최고 200$/bbl로서 지속적인 고유가로 인해 세계 경제에 큰 파급효과를 예상하고 있음

고급탄 보유국의 석탄 수출 감소 정책 및 가격상승 등은 국내 경제성장과 에너지안보에 지대한 영향을 끼치고 있음

전 세계적으로 매장량이 풍부하고 넓게 분포되어 있는 저급탄을 개발하려는 수요가 증가하고 있으며 기술 개발 니즈가 큼

갈탄 및 아역청탄을 포함하는 저등급 석탄(LRC, Low Rank Coal)의 경우 가채년수가 300년으로 140년인 유연탄에 비해 매우 높으며, 발전용 외에는 큰 수요가 없는 상태로서 석탄 확보의 용이성이 있고, 저가라는 장점을 가지고 있음

저급탄은 수분함량이 높고 발열량이 낮다는 단점이 있어 이를 보완하는 기술개발이 필요함

저등급 석탄은 30~60%의 고수분, 2,500~5,000kcal/kg의 저발열량 및 높은 산소함량으로 자연발화 특성을 가지고 있음

국내 발전소에서 설계탄(Design coal) 및 저급탄의 혼소 기술을 적용하는 경우 발전출력 저하 및 환경/설비 부하가 증가됨

저급탄의 고부가가치화 기술 개발의 경쟁사는 호주의 화이트에너지, 일본의 구리모토 등이 있으나, 이들의 핵심기술은 고수분탄의 건조기술에 집중됨

일본 Kobe steel의 UBC(Upgrading Brown Coal), JGC 그룹의 HWT(Hot Water Treatment) 등의 공정 개발이 추진된 바 있으나, 경제성과 기술적인 문제 등으로 개발이 중단된 상태임

일본 J-Coal 및 인도네시아 SUCOFINDO에서는 막대한 정부지원을 바탕으로 한국에너지기술연구원이 보유하고 있는 원천특허를 피하기 위한 방법으로 바이오매스의 다양화 및 제조공정비 절감을 주요 목표로 연구개발에 박차를 가하고 있는 상황임

저열량탄의 고열량화 원천기술의 데모 플랜트(Test-Bed) 건설 및 운전노하우 확보가 시급하나 자본력 부족 및 대기업의 초기투자 회피로 대모운전 및 상업운전 단계로 진입하지 못하고 있는 상황임

저급탄의 열분해를 통해 촤(char), 석탄가스(coal gas) 생산 및 발전, 액체 바이오매스를 활용한 저열량탄의 고열량화 원천기술을 2012년 한국에너지기술연구원을 중심으로 확보함

해당 기술들은 고급탄(고열량탄) 고갈로 인한 저급탄의 고열량화 및 저급탄 활용 청정연료 생산 등의 미래 에너지시장을 주도할 수 있을 것으로 기대되고 있음

저급탄 활용 친환경/고부가가치화 연료생산 Pilot Plant 구축을 통한 연료생산 기술 실증

액상 바이오매스 석탄기공 함침량 : 석탄의 15wt.%

무연연료 발열량 : 5,000 kcal/kg 이상

데모 플랜트 규모 저급탄 이용 고열량 하이브리드 석탄 생산 플랜트 개발

저급탄의 고부가가치화(친환경 무연연료/성형코크스/활성탄) 플랜트 개발

저급탄 이용 모듈화 석탄가스(Coal gas) 생산 플랜트 및 DME 생산 공정과의 연계 기술개발

인도네시아, 몽골 등에 국내 개발 기술의 기술이전을 통한 해외 광산 및 국가 에너지 안보 확보를 위한 전략적 자원 외교 추진 방안 제시

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
저급탄/바이오매스하이브리드 석탄 제조 공정 설계·시공기술개발	- 하이브리드 석탄은 저급탄과 액상 바이오매스(사탕수수, 당밀 및 글리세롤 등)를 혼합하여 상압, 250℃ 이하의 운전조건에서 단순히 저온탄화 처리함으로서 단일연료의 연소특성을 갖는 Two-in-One fuel을 제조하는 공정	▪ 액상 바이오매스 분무기술 ▪ 석탄 기공 내 액상 바이오매스 함침 공정 설계 및 시공기술
저급탄 고부가가치화를 위한 고효율 간접식 열분해 공정 설계·시공기술개발	- 간접식 열분해 공정의 온도를 500~800℃로 유지하여 석탄속에 포함되어 있는 휘발분을 제거한 후 생성되는 촤(char)를 이용하여 무연연료(smoke-free fuel), 활성탄(activated carbon) 및 성형 코크스(pelletized coke)를 제조하는 기술 - 석탄 탈휘발 과정에서 발생되는 가연성가스인 발열량 3,000~4,500kcal/Nm^3 정도의 석탄가스(coal gas) 분리기술	▪ 간접식 로터리 킬른 열분해 공정 설계/제작 및 시운전 기술 ▪ 고수분 저급탄 (수분함량 30% 이상) 정량 공급 기술 ▪ 석탄타르(coal tar) 분리 및 개질(reforming) 공정 설계 및 시공기술

2.2.2 핵심과제: [기타] 화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술

가. 핵심과제 정의

화산지역에서 지속가능한 고온형 지열발전이 가능하도록 화산지역 Eco 지열발전 시스템 pilot 플랜트 구축 및 실증 건설기술개발

화산지대에 부존되어 있는 고온의 지열수를 이용하여 지열수의 고갈 문제 해결과 환경 문제 최소화를 실현할 수 있는 지속가능한 지열발전소 건설기술 개발

특수 지반 조건 및 고온 조건에서의 지열 자원의 탐사 및 평가와 정보화 기술, 시추굴진 기술, 공벽안정 기술, 열수순환 시스템 및 발전플랜트 설계, 시공 기술 확보

전 세계적으로 폭발적인 성장세에 있는 "지속가능한 고온 화산지대 상용화 지열발전소 건설" 시장 진출을 위한 기반기술 확보와 확보된 기술을 적용한 Pilot Plant 건설을 통해 해외 지열발전 건설시장 선점

동 핵심과제는 화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술, 친환경적 지열수 순환 시스템 건설기술, 고온형 고효율 지열발전 실증 플랜트 구축기술로 구성됨

화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가 평가기술은 지열발전을 위한 지열자원 부존량 추정 및 지열발전소 건설을 위한 조사 및 사업 타당성 평가 기술과 환경성 평가 기술. 그리고 이를 정보화 기술 융합형으로 실현하는 기술임

- 화산지역의 고온의 지열수를 대상으로 지구물리 탐사, 지구화학 탐사, 지질 열물성 측정 및 DB 구축, 시추공 내 열적 정보 해석, 지열발전과 관련된 지하 및 지상의 환경적인 영향 평가 기술 포함

- 각종 조사 및 탐사 결과를 바탕으로 정보화 기술 연계 형의 사업 타당성 평가 및 환경성 평가와 사후 모니터링 및 검증 시스템을 포함

친환경적 지열수 순환 시스템 건설기술 개발은 지열수 순환 시스템기술, 지열수 수리화학적 제어 기술, 고온 공벽안정화 기술, 스케일링 제거 기술을 포함함

- 지열수 순환 시스템은 기확보된 대심도 시추 기술을 이용하여 고온 지열수 생산정을 구축하고, 사용된 지열수를 다시 지중으로 주입하여 지열수의 지속가능한 생산이 가능토록 하는 기술임

- 지열수의 수리화학적 제어 기술은 화산성 지열수 특유의 유독 및 환경 피해 물질을 수리화학적으로 제어 처리하는 기술로서 지열 발전의 환경 피해를 최소화 하는 기술임

- 고온 공벽 안정화 기술은 180℃ 이상의 고온 지열수의 생산 과정에서 공벽을 안정적으로 유지 지속적인 지열수가 생산될 수 있도록 해당 부지의 온도 조건과 압력 조건에 따라 안정적인 지열 발전정의 유지 기술임

- 스케일링 제거 기술은 지열수의 생산과정에서 케이싱 등에 부착되어 지열발전소의 효율을 떨어뜨리는 주요 원인이 되는 스케일링 제거 기술 개발임

- 친환경적 지열수 순환 시스템 건설 기술은 화산지역과 비화산 지역에서 크게 그 적용성의 차이가 나는 기술로서 안정적이며, 친환경적인 지속가능한 지열수 생산이 목표임

고온형 고효율 지열발전 실증 플랜트 구축기술 개발은 지중에서 생산된 지열수(증기)를 이용하여 터빈 구동을 통하여 전기를 생성하는 기술임

- 지열수의 형태 및 온도에 따라 건증기 지열발전, 플래쉬 증기 지열발전, 바이너리 사이클 지열발전 기술로 분류될 수 있음

- 플래쉬 증기 방식은 증기상태가 아닌 고온의 열수(hot water)를 뽑아 올려 압력을 낮춘 상태에서 기화된 수증기를 (70°C의 열수는 155°C 증기로), 터빈에 분사하여 발전을 하는 방법임

- 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 사이클 구성과 성능해석을 통한 최적화 기술을 도출하고, 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 실증 플랜트 유닛 제작, 최적 운전 제어 및 유지관리 기술을 개발함

- 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 플랜트 시공 및 운전성능평가를 통한 기술력을 확보함

나. 기술개발 필요성

IEA Geothermal road map(2011)에 의하면 2050년 전 세계 지열발전의 설비용량은 약 200GW로 2010년 10.7GW의 약 20배에 달하는 폭발적인 성장 예측됨

2010년 1월 기준으로 전 세계 지열 발전용량은 약 10.7 GWe의 발전시설을 갖추고 있고 전력생산량은 67,246 GWh 임

아시아 개발 도상국을 중심으로 전 세계적으로 성장을 할 것으로 예측되며, 2050년에는 전 세계 발전량 대비 3.5%에 이를 것으로 전망됨

인도네시아, 필리핀 등 전통적인 화산지대 지열발전 국가에서는 지열수 고갈, 지열수 내 독성물질의 처리 등 지속가능성 확보와 친환경적 건설을 요구함

화산지역 장기 지열발전에 따른 지열수 고갈, 사용 후 지열수의 환경 위해성 증대 등으로 인한 환경 친화적 지열수 순환 시스템 확보 및 지열 발전 방식 건설요구 증대

이를 타겟으로 하는 기술을 개발 보유할 경우, 향후 대규모 신규 지열 발전 시장에서 공격적인 시장 점유가 가능함

인도네시아 정부는 현재 지역의 사전타당성조사를 시행한 업체에게 사업우선권을 주는 제도를 시행 중임

2차 Crash Program에서 2014년까지 4,925MW의 지열발전 건설을 위해 인도네시아 정부는 140억 달러 이상의 투자가 필요할 것으로 예상하고 있으며, 2025년까지 12,000MW의 지열발전을 위해 국제적 협력이 필요하다고 발표함

국내기업은 독자적인 사업 발굴, 평가 및 해외 지열발전 건설 수주에 기술적 제약을 가지고 있음

현대건설은 최근 7500억원 규모의 인도네시아 지열발전소 개발공사사업을 수주하였으나, 해당 설계 및 시공 기술은 해외 의존도가 높은 현실로 국내기술은 발전플랜트 설치 공사에 치중되어 있음

화산지대 지열발전소 환경 친화적 건설 실증 기술 확보 필수

화산지대의 지열발전과 관련된 기술을 개발하기 위해서는 화산지대인 인도네시아, 필리핀 등 현지에 활용 가능한 기술개발이 필요한 실정이나, 실적이 없는 상태에서 화산지대 지열발전소 건설에 참여가 어려운 상황임

다. 기술개발 목표

친환경적인 지열발전기술력 해외 선진기술력 대비 90% 확보

화산지역 내 지열발전과정에서는 내부 고온열에 의해 대수층 내 지하수가 다양한 유독물질을 포함하고 있어 지열발전에 필수적인 지열수 순환 시스템에서 주변 환경뿐만 아니라 시스템 장비들의 내구성을 악화시키는 스케일링, 유독 가스 등이 발생됨

동 과업에서는 화산지역 내 친환경적인 지열발전 기술력 확보를 목표로 함

정보융합형 지열발전 해외 선진기술력 대비 90% 확보

현재 우리나라의 정보화 기술력은 최고 기술력을 확보하고 있음. 하지만 현재까지 화산지역 내에서 발생하는 자료들에 대한 정보화 기술력은 초보단계임

GT, ET, CT, BT, NT 및 GIS(geographic information system)기술 융합으로 정보융합형 지열발전 체계를 구축을 목표로 함

인도네시아 화산지역을 타겟으로 한 “화산지역 ECO 지열발전 시스템 건설 기술”을 위한 실증설비 구축

정보화 평가실현, 평가 신뢰도 제고, 탐사 및 정보화, 타당성 및 환경성 평가기술을 개발 하여 화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가 기술을 개발함

지열수 순환, 지열수 순환 시스템, 지열수 제어, 고온 공벽 안정화, 스케일링 제거기술로 화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술을 개발함

발전 플랜트 구성, 고온형 플랜트 유닛, 지상 플랜트 설계시공, 정보화 최적 운전기술을 개발하여 고온형 지열발전 플랜트를 구축함

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명 및 목표	중점과제 정의	구성기술
화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술	– 화산지역 내 지열발전 가능성 부지 선정을 위한 탐사 및 관련 자료들의 정보화 구축 및 주변 환경성 평가	▪ 화산 지열수 탐사 및 정보화 기술 ▪ 화산지역 지열발전 타당성 및 환경성 평가 기술
친환경적 지열수 순환시스템 건설기술 개발	– 화산지대에서 지속가능한 고온 지열수 지열수량 확보 및 고온, 고농도 환경에서 지열발전정의 안정적 유지 확보, 화산지역 내 발생 가능한 유독 지하수질에 대한 친환경적인 수처리 유지 방안 구축	▪ 지열수 순환 시스템 기술 ▪ 지열수 수리화학적 제어 기술 ▪ 고온 공벽 안정화기술(고온 열안정성 자기치유 시멘트 그라우팅재 개발) ▪ 스케일링 제거 기술
고온형 고효율 지열발전 실증플랜트 구축기술 개발	– 화산지대 고온 지열수에 적용가능한 플래쉬증기 지열발전 플랜트 설계 및 제작과 플랜트 시공 및 유지관리기술 확보를 위한 지열발전 플랜트 구축	▪ 고온형 지열발전 유닛 설계 및 시공기술 ▪ 플래쉬 증기 지열발전 플랜트 설계 및 시공기술 ▪ 플랜트 정보화 최적운전 기술

2.2.3 핵심과제: [중동] 사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술

가. 핵심과제 정의

사막 환경에 적합한 대규모 태양광 플랜트 건설기술 개발

동 과제는 사막지역 태양광발전 기술과 전력변환 기술, 전력 계통기술, 건설 기술을 융합하여 새로운 전력 수출시장을 개척을 목표로 함

대규모 단위 태양광 플랜트 건설 시간 30%단축을 위한 Array Unit 및 시공방법 개발

기존 태양광발전 플랜트 시공방법 대비 공사기간 및 비용 감축을 위한 새로운 시공방법 도출 및 해당지역에 대한 적용성 확립이 필요함

기술적 차별화를 위한 태양광모듈 Array Unit 개발 및 제반 기술 확보를 통한 시장선점이 가능함

PV Unit를 적정한 단위(100kW/500kW/1MW)로 모듈화 하여 최적 운전 조건과 설치 조건을 만족하는 단위 플랜트 모듈 건설기술 개발과 대규모 단위로 병렬 운전을 실시하여 건설 규격을 표준화 할 수 있는 방안을 모색함

고효율/대용량 전력 변환장치 개발 및 시스템 안정화 기술 개발

대규모 태양광발전 플랜트에 적용 가능하도록 전력변환장치의 대형화가 필요하며, 사막 환경에서도 고효율 전력변환이 가능하도록 하는 대용량 시스템

고효율/대용량 전력변환장치의 개발을 위해 고효율 전력변환 회로설계 기술개발, 사막 환경에 적합한 MPPT(Maximum Power Point Tracking)알고리즘 개발 및 계통연계 알고리즘 개발

대용량 전력변환 회로 설계에 있어 일사량의 가변에서도 고효율 전력변환 효율을 얻을 수 있는 모듈 형 방식의 설계와 개별 모듈의 동작은 EMS(Energy Management System)의 제어 동작을 포함

태양광모듈, Array, 전력변환장치 등 시스템 설계 Mismatch 최소화 및 구성 재료 선정 최적화 기술 개발

시스템 단위용량 규모 대응 계통연계 전압/전력 최적화 기술 개발 및 송배전 선로 손실 최소화 기술 개발

송배전 또는 태양광발전시스템의 사고 및 정전 발생 대응 전력 안정화 대책 기술 개발

고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발

사막 환경에서 요구되는 환경 신뢰성을 갖춘 고 내구성 발전시스템을 위해서 사막 환경조건이 고려된 주요 발전설비(태양전지모듈, 전력변환장치)에 대한 고 효율화 생산기술 개발 및 장 수명 내구성능 확보기술 개발

사막 환경의 온도에 적합한 시스템 방열구조 설계 기준 및 미세 분진에 대한 대응 설계 기준, 특정온도 이상에서 발전량을 제어하여 내부 발열이 일정수준 이상이 되지 않도록 하는 등 태양광발전시스템 성능진단 및 원격 감시시스템 운영 최적화 기술 개발

대상지역 대응 태양광 Array 최적설계 구성 및 고효율/고내구성 확보 기술 기준

대상지역 환경 대응 실증 시험으로 주요 구성기기의 평가기준 마련과 시스템에 대한 안전성 평가기준 및 시스템 성능을 정밀 분석할 수 있는 진단기술 개발

대상지역 환경에 적합한 사후관리 운영 매뉴얼 개발

나. 기술개발 필요성

전 세계 태양광시장은 2008년 5.6GW에서 2013년 22.3GW로 급성장하고 있음

이중 사막은 태양광 전력 생산 잠재량이 약 1,500TW로 미개척지로 남아있으며 약 4%만 태양광 발전으로 이용하여도 매년 전 세계의 에너지 사용량을 충족시킬 수 있음

MENA(Middle East & North Africa) 지역은 전 세계 신재생에너지의 45%를 차지하고, 태양광 제품시장은 연간 30~40%씩 성장함(Booz & Company사)

향후 전력수요가 매년 10년 동안 7%씩 성장할 것으로 예측됨에 따라 2017년까지 80~90GW의 추가 발전시설이 필요할 것으로 예측됨

사막 환경에 적용가능 한 태양광발전시스템 설치에 대한 사막 환경용 태양광 모듈 및 태양광 발전 BOS(PCS, DC 접속반 등) 시장은 꾸준히 증가할 것으로 예상됨

태양광 발전을 위해 넓은 면적의 저렴한 토지와 일사량이 높은 지역의 요구가 증가하고 있으며, 이러한 요구에 사막지역이 적합하므로, 사막지역 또는 특수한 환경지역에 대한 태양광발전에 대한 요구가 증가할 것으로 예상

중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 원천기술을 확보하고 제조 장비 및 구성 소재의 국산화 기술 개발 필요

중동환경에 적합한 태양전지 모듈을 위한 원・부자재 국산화 기술을 포함하여 모듈의 제작 기술, 풍부한 일조량을 효율적이고 지속적으로 이용 가능하도록 투과율이나 반사율을 향상시키는 방법을 포함함

중동환경에서 발전 시 가열되는 태양전지 모듈을 효과적으로 냉각할 수 있는 시스템기술의 개발을 포함함

공기 단축형 태양광 플랜트 건설기술개발 필요

중국, 일본, 유럽 등 해외 업체들과의 가격경쟁력을 확보하기 위해 현재 $3.6/Wp 수준인 시스템 설치 단가를 국제적으로 경쟁력 있는 목표인 $2.2/Wp 수준까지 낮출 수 있는 단위 플랜트 건설 기술 개발이 필요

중동 지역의 특성상 공사 현장에서 도면해독, 공사감리 및 시공현장 지휘가 가능한 엔지니어들의 인건비가 고액이므로 가급적 현지에서의 시공기간을 단축하는 것이 태양광발전 플랜트 건설 비용 절감기술개발 필요

고온 환경에 적합한 전력변환장치 기술개발 필요

넓은 온도범위를 가지고 있는 사막 환경에 96%이상의 전력변환 변환 효율을 유지하기 위해서 고효율 전력변환 회로 설계가 필요함

- 국내에서 개발된 전력변환장치는 사막지역의 고온환경에서의 안정성을 확보하지 못함

중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 건설기술개발을 위해 IT 기술(모바일 모니터링 및 제어 기술 등)과 융합 필요

모듈단위, 환경/상황요인 대응, 전력/환경 감시 및 제어기반의 태양광발전시스템 개발을 통해 현지 환경에 최적화 되면서 태양광 발전 효율을 향상시키고 원가절감의 효과를 제공하고자 함

다. 기술개발 목표

단위 Unit 3,600W / PV Unit 시공기술 및 시스템 설치단가 US$2.2 / Wp 기술 개발

PV Unit을 적정 단위(100kW/500kW/1MW)로 기준 모듈화 하여 최적 운전 조건과 설치 조건을 만족할 수 있는 단위 플랜트 모듈 건설기술을 개발

고온 환경에 적합한 정격효율 96% 이상 및 용량 1MW급 전력변환장치 기술 및 시공 기술 개발

사막 환경에 96%이상의 전력변환 변환 효율을 유지하기 위해서 고효율 전력변환 회로 설계가 필요하며, 사막지역 전력계통에 연계 가능한 계통연계 인증이 필수적으로 요구됨

시스템효율 85%이상 달성을 위한 고효율/고내구성 향상 기술 개발

태양광발전시스템 성능은 주요 구성제품에 대한 성능과 시스템 구성 방법에 따른 성능으로 좌우될 수 있으므로 제품에 대한 생산기술과 시스템 최적설계가 필수적임

대상지역 계통연계 기준 및 설치/시공/안전 및 운용 기준 개발

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명 및 목표	중점과제 정의	구성기술
대규모 단위 태양광 플랜트 건설 시간 30% 단축을 위한 Array Unit 및 시공방법 개발	- 대상지역 기후환경 및 플랜트 건설 인력 활용을 고려하여 태양광발전모듈 및 설치 구조물을 대용량 및 무게 감소를 통한 플랜트 건설 시간 단축유도	▪ 태양광발전모듈 Array Unit 설계 및 제조 기술 ▪ 고강도 light weight 구조물 설계 및 시공기술
	- 대규모 태양광플랜트는 설치 규모, 설비 이용률, 가동률에 따라 발전단가가 좌우되기 때문에 시스템에 대한 최적설계 및 설치가 요구됨	▪ 고 이용률 시스템 설계 및 관리기술 ▪ 시스템 가동률 최적화 기술
고효율/대용량 전력변환장치 개발 및 시스템 안정화 기술 개발	- 태양광모듈에서 생산된 전력을 교류전력으로 변환하여 손실을 최소화하고, 안정적으로 전력공급선에 연계 운전할 수 있도록 함	▪ 대용량 전력변환장치 설계 및 제조기술
	- 대상지역 전력계통선로의 길이에 따라 전력손실 최소화 및 품질 안정화 기술이 요구됨으로써, 송배전 선로의 최적설계 및 설치 기술 확보가 필수임	▪ 발전시스템 안정화 기술
고효율/고내구성 태양광발전시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발	- 태양광모듈은 대상 지역 기후환경에서 고효율/고내구성능이 확보되어야만 경제성 확보 가능함	▪ 시스템 성능 및 내구성능 평가 기술
	- 태양광모듈과 PCS 및 BOS를 최적 조건에서 구동되도록 시스템 설계를 위한 표준 제안 및 유진관리 기술이 필수적임	▪ 시스템 설치 및 운영 매뉴얼

3. 해외건설 R&D 인프라 구축

3.1 해외건설 정보 및 사업지원 시스템

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 국가별 건설시장, 발주트랜드 대응을 위한 기술협력 종합정보체계 및 사업지원체계개발

(범위) 고급 시장정보 관리 및 분석 시스템, 해외공사 수행역량 자기진단, 입찰 시뮬레이션, 리스크, 관리 등 중소건설업체 맞춤형 사업관리시스템

수주 및 입찰 단계에서 기초 정보를 바탕으로 리스크/리워드 수준 평가, 우량·악성 프로젝트 선별, 수익성 및 공사비 변동성 예측 등을 포함한 의사결정 고도화 기술 개발

- 빅데이터 기반 대화형 해외건설 데이터베이스 포털 구축

중소기업 해외진출 시, 우량 사업 선별 및 수행역량 강화를 위한 리스크 관리시스템 및 입찰의사결정 지원체계 개발

- 기업 자기진단 기반의 도급 직접진출, 국내기업과 연계진출, 해외기업 하청진출 등 입찰 시뮬레이션 모델 개발
- 정부 및 유관기관의 해외 보증·보험 지원 방안 등 중소기업의 해외진출 기반 강화를 위한 지원체계 개발

나. 전략프로젝트관련 국내외 연구동향

(1) 해외

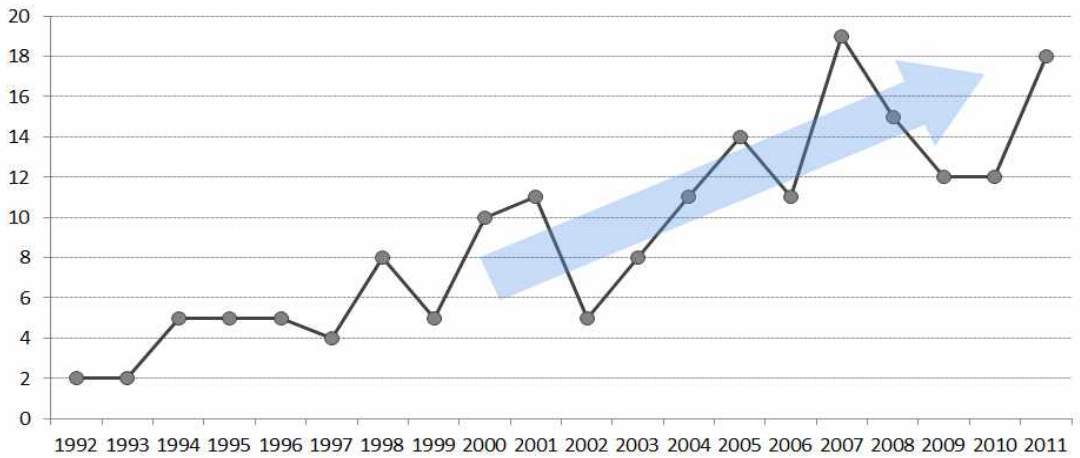
미국 텍사스 교통국에서는 발주유도형 사업수주를 위한 시공 이전 서비스(Pre-construction service)와 관련된 시공이전 업무매뉴얼을 제시한 바 있음

미국 텍사스 교통국(Texas Department of Transportation)은 건설계약관리 매뉴얼[176](Construction contract administration manual)발간을 통해 프로젝트 성과 향상을 위한 시공 이전의 최적 기술 및 자재 선정, 공기 산정, 예산검토 등 업무 가이드라인을 제시하였음

· 텍사스 교통국의 건설계약관리 매뉴얼은 수주가 결정된 낙찰이후를 적용범위로 함

최근 20년간 수행된 시스템 및 엔지니어링 분야의 연구는 상당수가 리스크 관련 연구임

최근 20년간 해외건설의 프로젝트 관리, 계약 및 클레임, 금융 및 법규 등 시스템 및 엔지니어링 분야의 학술논문 게재 수는 총 200여 편이며 이중 리스크 분석 및 대응을 주제로 한 연구는 50여 편으로 가장 많은 게재 수를 기록



[그림 Ⅴ-4] 지난 20년간 발표된 해외건설 분야 논문 (SCI급, 단위: 건)

미국의 CII 등 주요 대학 및 연구기관에서는 해외건설 특화 연구조직을 통해 건설리스크 관리 등 시스템 엔지니어링 관련 연구를 수행하고 있음

176) Texas Department of Transportation (2007) Construction Contract Administration Manual Section 3: Pre-construction Conference, http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/cah/pre_construction_conference.htm (2012-12-12)

미국 Stanford 대학의 Collaboratory for Research on Global Projects나 영국 Reading 대학의 ECERU (European Construction Research Unit) 등은 해외의 주요 연구기관들은 해외건설 분야에 특화된 연구조직의 운영을 통해 해외건설 분야의 정보화 및 사업관리기술 개발을 위한 노력을 지속적으로 수행

미국의 경우, 건설산업연구원(Construction Industry Institute, CII)에서 해외건설 사업의 리스크 관리를 위하여 2003년 IPRA(IPRA(International Project Risk Assessment) 모델을 개발함

- 총 82개의 리스크요인을 통해 건설 생애주기 전 단계에 걸친 리스크 평가 및 관리를 수행함
- IPRA는 리스크 요인들의 발생확률와 영향정도를 산정하고 리스크 매트릭스 상에 나타내어 상대적 차이 및 중요도를 확인 가능함
- IPRA를 활용하기 위해서는 사업 참여자간의 적극적인 협력이 전제되어야 함
- 리스크 요인의 변화 및 잔여리스크에 대한 고려가 부족하였고 리스크 요인간의 상호연관성에 대한 고려가 미흡한 것이 단점임

중국 칭화대에서는 해외시장에서 부상하고 있는 중국 건설기업의 경쟁력 강화를 위해 IIEPM(Institute of International Engineering Project Management)라는 해외건설 전문 연구기관을 설립하여 해외건설 사업관리를 위한 연구를 수행하고 있음

- IIEPM의 사업관리 연구는 실무자 및 학생을 대상의 교육 프로그램과 병행추진 중임

선진기업들은 해외건설사업 수행을 위해 전사적으로 예방적 리스크 관리체계를 구축하고, 이를 바탕으로 한 사업 의사결정을 수행하고 있음

Hochtief AG는 본사와 자회사 및 지사 간의 기업네트워크를 바탕으로 리스크 조기경보체계를 운영하고 있음

- Hochtief AG는 모든 자회사 및 지사를 통해 일 년에 세 번, 각종 리스크 인자를 검토하고 예측하며, 이를 그룹 차원의 수준에서 취합함
- 이 단계에서 검토되는 리스크는 발생가능성, 잠재적 영향수준 등의 항목을 통해 정량적으로 평가되며, 이후 Risk Management Steering Committee를 통해 매니지먼트 차원에서 논의됨

- Committee는 모든 사업부와 자회사의 대표들로 구성되어 각 사업부처의 측면에서 리스크 인자들을 검토하며, 이에 대한 대응방안을 모색하는데 목적을 둠

- 전사적인 관점에서 검토된 리스크 인자들과 그 대응방안들은 이사회 (Executive board) 를 통해 최종적으로 검토되어 적용됨



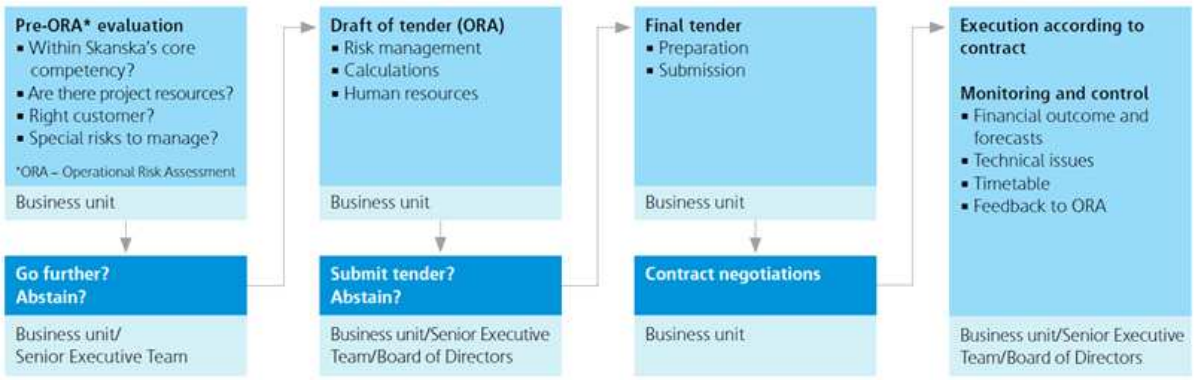
[그림 Ⅴ-5] Hochtief 社의 해외공사 리스크 조기경보체계

Skanska AB는 기업 내 SRA라는 리스크 전담부서를 운영하고 있으며 입찰 전 Core Competency Matrix라는 우수사업 선별모델과 Operational Risk Assessment라는 운영리스크 사전평가 체계를 활용하여 매달 50여개의 사업을 평가함

- 평가결과는 각 사업부와 SRA, 이사회를 통해 단계별로 검토되며, 입찰참가여부와 입찰가격의 결정기준으로 활용됨

- Skanska AB는 이러한 조직적인 리스크 관리체계를 사업 이전의 타당성분석 및 입찰전략 수립 단계에서 활용함에서 더 나아가 시공 및 사업완료 단계에서도 꾸준히 리스크 검토사항을 피드백함

- 이를 통해 Skanska AB는 리스크 평가뿐만 아니라 평가된 리스크에 대한 대응방안을 모색하는데 많은 노력을 기울이며, 각각의 리스크에 대한 지식전달체계를 구축하여 리스크 관리를 위한 지식을 축적해나가고 있음



[그림 Ⅴ-6] Skanska 社의 해외공사 전주기 사업관리 및 의사결정 체계

2000년대 중반부터 Skanska AB는 다양한 사업관리 기능을 강화하였는데, 대표적 사례로 무결점 제도(Zero defects)가 있음

- 무결점제도 도입을 통하여 품질관리의 수준을 향상시켰으며, 초기단계에서의 사업관리기능을 강조하여 사업과정에서 나타나는 낭비를 최소화함

- BIM (Building Information Modeling) 과 같은 사업관리 신기술을 적극적으로 도입하여 다수의 턴키사업 성공적으로 진행하였음

해외건설시장의 구매조달은 입찰경쟁력에 큰 영향을 미치는 요소로서, 미국 벡텔사의 경우 자체적인 전 세계 주문자재 데이터베이스를 구축하여 활용중임

건설 주요 기자재 공급과 관련한 Lead Time Report를 구축, 미 국방성에서도 활용될 만큼 전 세계 주요 기자재 공급정보를 활용하고 있음[177)]

· 사업수행을 위해 조달 가능한 주요 기자재 공급 정보를 언제 어디서나 접근 가능하게 함으로써 자국내 기자재 활용도 향상에도 기여하고 있음

(2) 국내

해외건설 관련 국내 학술 연구는 점진적인 증가를 보이고 있으며 진출국 동향 및 활성화 전략을 주제로 한 연구가 큰 부분을 차지하고 있음[178)]

177) 이복남 (2012) 해외건설 누적 수주액 1조달러 조기 달성 전략 과제, 한국건설산업연구원

37편의 논문 중 대부분은 단편적인 주요 진출국가의 동향이나 활성화 제언임

해외건설사업의 계약 및 클레임, 리스크관리 등 시스템 엔지니어링 관련 분야 논문은 10년간 9편임

국토부는 해외건설지원을 목적을 기업체 대상 정보서비스를 제공하고 있음

국토부는 해외건설협회의 해외건설종합정보서비스를 통한 국가별 사업 환경 및 발주정보, 관련 지침 등을 제공

- 해외건설종합정보서비스는 건설기업의 수주지원을 위한 국가별 일반 환경 및 시장동향, 프로젝트 발주정보, 국내기업의 해외건설 수주통계, 해외공사 절차·지침 정보를 제공함

해외건설종합정보서비스는 서비스 대상 기업이 신규 사업 탐색 및 구체적 사업계획 수립에 필요한 정보 중 일부 항목을 제공하지 못하는 한계 존재[179]

- 신뢰성 있는 신규사업 탐색 및 사업계획 수립을 위해서는 국가별 발주제도, 시장특성, 공급업체 현황 등의 정보가 추가적으로 제공하지 못하고 있음

해외시장 경쟁의 첨예화에 따라 계획단계 선제안을 통한 일괄 수주에 대한 관심이 높아지고 있으나 관련 인프라 구축은 미흡함

발주유도형 사업수주를 위한 주요기술로는 인프라 산업지도 구축기술과 시공전 기획 및 엔지니어링 기술 등이 있으나 해외 건설교통 인프라와 연계된 산업지도 구축사례 및 연구는 부재함

- 산업지도의 경우 국내 교통 DB, 광물자원 포털 등이 구축된 사례가 있음

- 시공전 기획 및 엔지니어링 서비스 제공을 통한 발주유도 확대를 목적으로한 계획단계·설계단계·계약단계 세부 업무의 파악 및 중요도 분석이 수행된 바 있으나[180], 관련 업무 역량의 개선 및 이를 통한 수주로의 연계 전략에 대한 연구는 부족한 실정임

국토해양부의 시스템 엔지니어링 분야 연구는 정책지원을 위한 단기적·일회성 연구에 한정

해외건설 관련 시스템 엔지니어링 분야에 해당되는 연구개발 사업은 국토해양부 용역사업이 가장 많은 비중을 차지하였고, 정부 지원체계와 비즈니스 전략을 다룬 연구가 대부분임

178) DBpia (2012) 누리미디어, (http://www.dbpia.co.kr)
179) 기업체 전문가 인터뷰
180) 변일우 및 김예상 (2012) 해외건설시장 진출을 위한 건설사의 Pre-construction Service 핵심역량 분석, 한국건설관리학회 논문집

- 국내의 연구개발 실적은 양적으로는 많은 것으로 조사되었으나 대부분의 연구가 현안 중심의 정부 행정지원을 위한 단기간의 사전조사 형식으로 수행되었으며, 유기적인 연계 없이 분산되어 산발적으로 진행되는 경향이 높았음

실제 해외건설을 수행하는 우리 건설기업의 사업수행 역량 및 내실 강화에 기여할 수 있는 사업관리 및 리스크 관리 관련 연구과제는 타 주제에 비해 연구개발 실적이 적은 것으로 나타나 건설기업의 니즈 반영에 한계가 있는 것으로 판단됨

- 국내 연구개발 사업은 양적인 측면에서 양호한 실적을 보였으나, 세부 주제별 구분 및 연구 성과의 활용도가 특정 주제에 편중되고 수요자의 니즈 반영이 미흡함

국내 일부 대기업에 한하여 자체적인 리스크 관리체계를 구축/운영하고 있음

건설기업의 리스크 관리는 대부분 사업 생애주기 중 입찰 단계에 초점을 두고 있으며, 생애주기기반 또는 전사차원의 통합적 리스크 평가관련 연구는 미흡

[표 V-1] 주요 국내 건설 기업의 리스크 평가 모델 운영 현황

구분	A기업	B기업	C기업	D기업
리스크 전담부서 보유현황	전사 및 플랜트 본부 내 조직보유	사업부 밖 전사차원 조직 보유	플랜트본부 내 조직 보유	없음
리스크 평가 모델	기업 자체모델	기업 자체모델	기업 자체모델	구축 예정
사업 생애주기 중 적용단계	ITB 전·후 단계 중심	ITB 전·후 단계 중심	ITB 전·후 단계 중심	-
평가 및 적용 방법	리스크 강도 산정 후 전문가 의견 반영(정성적 평가 중심)	리스크 강도 산정 후 전문가 의견과 함께 비용으로 추정	리스크 요인 도출 후 견적에 소극적으로 반영	-
모델 개선 의지	강함	강함	강함	강함

- 건설기업에서 실무적으로 활용하는 리스크관리는 대부분이 체크리스트 유형을 택하고 있어 성과 예측이나 프로젝트 전체적 관점, 기업 전사적 관점에서의 리스크 평가 및 관리가 불가능한 한계를 갖고 있음

- Kim et al. (2009)은 해외건설공사의 각 단계별 리스크 통합관리를 활용한 의사결정 지원의 필요성을 강조하였으며[181], 계획 단계, 입찰 단계, 사업수행 각 단계에서의 리스크 인자의 정량적 통합 방안을 제안하였음

- 해당 연구는 프로젝트 수준의 정량적 통합방법에 초점을 두어 전사적 차원의 관리 및 이를 활용한 실무적 의사결정에의 활용에는 한계가 있음

181) Kim et al. (2009) Total Risk Index for Assessing Risk Levels of Overseas Construction Projects, International Conference of Construction Engineering and Management

중소기업을 포함한 중견 및 하도급 기업의 경우, 리스크관리체계를 포함한 시스템 및 엔지니어링 분야 역량 강화를 위한 여력 부족

중견/중소/하도급 기업의 경우, 시스템 및 엔지니어링 분야의 역량강화를 위한 재무적/시간적/전문적 역량이 부족한 실정임

해외건설협회는 해외건설공사 리스크관리 기반 해외공사 계약 및 시공단계 의사결정 지원체계 서비스를 제공하고 있으나 활용도가 낮음

'05년 ' 국토해양부 건설교통기술연구개발사업 '을 통해 구축된 해외건설공사 통합 리스크관리 시스템(FIRMS; Fully Integrated Risk Management System)이 서비스 되고 있음

- '04년까지 국내기업이 수행한 126개 사업 데이터베이스를 기반으로 프로젝트 레벨의 입찰의사결정, 수익성 예측, 리스크 체크리스트 활용과 포트폴리오 관리를 통한 프로젝트의 현금흐름 및 리스크관리 기능을 지원

- 각 분석모듈별로 입력값은 조금씩 차이가 있으나, 평가를 위한 프로젝트 환경 및 특성, 64개 리스크 인자의 수준, 각 평가요소 간의 가중치 쌍대비교 등 상세정보입력을 통해 분석이 이루어짐

- 국내기업의 해외공사 수주가 '03년 이후 비약적이 성장을 보이고 있으며 수행한 공사의 리스크 및 수익특성, 글로벌 경제/건설시장 조건/환경이 변화하고 있으나, 해당 시스템은 ' 04년 이후 수주공사의 자료 업데이트가 이루어지지 않아 분석결과가 최근 경향성을 반영하지 못함

현재 제공되고 있는 해외건설 해외공사 계약 및 시공단계 의사결정 지원체계 서비스는 리스크 인자의 제한적 설정, 최근 정보 반영 미흡 등 문제점으로 활용도가 떨어짐

- 입찰, 계약, 시공 단계에 걸친 리스크 평가 및 대응 전략 수립 시스템이 구축되었으나 비즈니스 전략, 환경 및 제도, 거버넌스 등 시스템 엔지니어링 관련 고도화된 기능제공에 제약이 있음

- 해외건설수주가 급성장하기 시작한 2004년 이후의 데이터가 반영되지 않아 최근의 해외시장 경향을 반영하지 못함

- 기업규모, 공종, 진출 지역의 특성이 반영되지 않아 대기업과 중소기업, 엔지니어링 업체를 대상으로 한 지원이 어려움

3.1.1 핵심과제: 해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축

가. 핵심과제 정의

해외시장 국가별 상세 건설환경과 리스크, 현지 기자재·벤더를 종합적으로 파악할 수 있는 고급 시장분석 정보체계 구축

국가별 건설환경 및 거래문화, 계약관행 등 상세 현지정보와 해외시장의 글로벌·국가별 리스크를 종합 판단하여 고위험국가 · 악성 프로젝트에 대한 건설기업에의 사전적 알림 기능을 제공하는 경보체계를 구축하고 기자재 벤더 · 전문업체를 평가관리할 수 있는 솔루션을 구축

국가별 건설시장 정보 및 기존 국내기업 수행공사의 통계분석, 시뮬레이션을 기반으로 진출국가 선정, 입찰대상 프로젝트의 선별, 리스크 기반의 입찰의사결정 지원체계를 제공하여 개별기업의 수주 및 입찰역량을 향상시키는 기술

국내 건설기업이 수행한 과거 데이터를 기반으로 국가별/지역별/기업규모별 수익성과 영향인자를 도출하여 미래 프로젝트 수주를 위한 기반을 제공하는 기술

국내 건설기업의 주요 진출 국가를 선별하고 해당 국가별 리스크와 기회요소를 계량화/수치화 하여 해외진출 의사결정에 활용하는 기술

해외건설 정보를 바탕으로 입찰단계에서 악성프로젝트를 조기에 선별하고, 핵심 리스크의 회피를 위한 견적 알고리즘을 개발하는 기술

전략상품의 해외진출과 진출시장의 점유 확대를 위한 전략상품별 기업역량, 국가별 시장과 니즈 기반의 시장평가, 맞춤형 비즈니스모델, 현지 기자재·벤더, 현지화 전략을 종합적으로 평가 할 수 있는 알고리즘을 개발

전략기술 관련 해외진출 요구 역량의 분석을 통해 맞춤형 건설기업의 해외진출 지원을 유도하고, 타겟지역의 전략기술 관련 시장상황 및 건설수요를 분석하여 진출국가의 우선순위 분석과 개략 사업성 평가를 통해 전략기술을 고도화 하는 기술

전략기술이 선정한 지역별 세부공종에 대한 최적의 기자재 벤더 및 전문 업체를 평가 관리할 수 있는 솔루션 구축 및 전략기술의 특성을 반영한 현지화 솔루션을 개발하는 기술

나. 기술개발 필요성

국내시장의 한계로 건설기업이 해외진출을 모색하고 있는 상황에서 해외건설사업을 위해 특화된 정보관리 및 분석시스템은 국내건설기업의 해외 수익성 확보를 위해 필수적임

중소기업 및 대기업에 관련 기술을 이전하여 기업경쟁력 강화가 예상됨

해외건설사업 정보관리 및 분석시스템을 통해 수익성 높은 건설사업을 수주함에 따라 기업차원에서 재정건전성을 개선할 수 있으며, 국가차원에서 수출액 증가로 무역수지개선에 기여할 것으로 기대됨

본 연구를 통해 구축될 정보관리시스템은 향후 방대한 양의 해외건설관련 데이터를 보유하게 될 것이며 이를 활용하여 향후 해외건설관련 R&D를 수행시 다양한 분석연구에 활용이 가능할 것으로 예상됨

본 연구를 통해 배출될 인력은 해외건설관련 데이터의 축적·활용·분석 전문가로서 향후 해외건설관련 R&D연구에 중추적인 역할을 할 것으로 예상됨

현재 국내 건설기업의 해외수주는 시설물로는 플랜트, 지역으로는 중동 및 아시아에 편중되어 있어, 글로벌 경기변동에 매우 취약한 약점이 있음

해외건설 수행의 높은 리스크는 국가마다의 다른 정치, 사회, 경제, 제도, 문화, 산업구조에서 비롯되며, 국가마다 다른 환경에 적응하기 위해서는 인력, 자재, 장비 등 자원측면 뿐만 아니라 정치, 사회, 제도, 문화 등의 현지화가 필수적임

해외건설 미래 성장동력인 전략기술에 대한 기술경쟁력 강화로 인해 해외수주 확대 및 수익성 제고가 기대

건설분야 전략기술별 시장분석 및 사업성 분석에 관한 연구는 전무한 상태이며, 본 연구를 통해 개발될 다양한 분석 기법은 향후 국가별 지역시장 및 상세사업성 분석을 위한 R&D 연구의 기초가 될 것으로 기대됨

해외건설 지원을 위한 상세정보 지원 및 지식자산화 필요

해외건설협회의 해외건설종합정보서비스를 통한 국가별 사업환경 및 발주정보, 관련 지침 등이 제공되고 있으나 사업수행을 위한 상세정보 지원 및 지식자산화가 미흡한 실정

해외건설 통합리스크관리시스템의 조기경보 기능 강화 필요

해외건설협회를 통해 서비스되는 해외건설 통합리스크관리시스템은 선제적인 리스크 관리 및 체계적인 조정이 미흡하여 기업 간 과당경쟁, 공사 부실관리 등에 대한 조기경보 기능은 불가능한 실정임

해외건설사업 시공전 역량강화의 기반이 되는 정보시스템 개선 필요

국내 시장의 한계로 대기업 뿐만 아니라 중견 건설기업의 해외시장 진출 노력을 활발히 진행하고 있으나, 해외시장 진출정보 부족으로 많은 실패나 위험에 노출되어 있는 실정

중소·중견 건설기업의 신시장 개척을 위해서는 국가별 건설사업 수행절차, 발주제도 등 건설시장 환경과 국가별 투자여건, 건설시장 진출 제약요인 등 건설시장 정보, 현지 업체 및 노무인력의 특성 등 건설거래문화 및 계약관행 등에 대한 정보가 필요함

선제적인 리스크관리 및 조기경보가 가능한 리스크관리시스템 구축 필요

현재 해외건설협회가 제공중인 해외건설 통합리스크관리시스템은 선제적인 리스크 관리 및 체계적인 조정은 미흡하며, 기업 간 과당경쟁, 공사 부실관리 등에 대한 조기경보 기능은 불가능한 실정

정부 차원에서도 해외건설 및 국내기업의 수행공사 현황에 대한 리스크 모니터링 및 의사결정을 보조할 수 있는 체계의 마련이 필요

해외 경쟁력있는 기자재 벤더 및 전문업체 평가·관리역량은 수주경쟁력 제고 및 수익성 향상의 핵심 요인

다. 기술개발 목표

해외건설 기술협력 종합정보시스템 개발 및 운영

해외공사 수주 및 입찰단계에 가용한 기초 정보를 바탕으로 진출국가의 리스크/리워드 수준 평가, 리스크 기반의 우량·악성 프로젝트의 선별, 수익성 및 공사비 변동성 예측기능을 포함한 입찰의사결정 고도화 기술의 개발

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의 및 목표	구성기술 및 목표
인터랙티브 해외건설정보관리 시스템 개발	국가별 투자여건, 발주제도 등 건설시장 진출여건 및 제약요인 등 건설시장 정보와 공종별, 시설물별 건설 수요 및 니즈 등에 대한 동향정보 제공을 위한 대화형 데이터베이스 및 정보포털의 구축	중소 건설업체의 해외시장 정보수요 분석을 통한 시설물별, 공종별 해외건설시장 표준정보분류체계
		건설시장 정보 검색 및 맞춤형 정보 제공을 위한 인터랙티브 알고리즘 개발
		국가별, 공종별 정보서비스 제공을 위한 대화용 건설시장 데이터베이스 구축
		국내 건설기업이 수행한 과거 데이터(빅데이터)를 기반으로 국가별/지역별/기업규모별 수익성과 영향인자를 도출하여 미래 프로젝트 수주를 위한 기반을 제공하는 기술
해외건설 조기경보시스템 개발	리스크 기반의 해외건설시장 안정성 예측 및 위험수준 모니터링 체계 및 이를 기반으로 한 지역별 국가별 건설공사 위험 조기경보 시스템 개발을 목표함	해외건설시장의 지역·국가별, 공종별 수익악화 가능성을 판단하는 리스크 분석 및 경고 알고리즘
		해외 건설투자 및 사업성 악화위기와 인과관계 및 선행성 높은 실물·금융 변수 시뮬레이션 기술
		리스크 종합지수(조기경보지수) 개발 및 상시 모니터링 위한 실시간 정보 수집 및 분석 플랫폼 구축
		조기경보시스템을 활용한 위험수준 구분 및 수준별 위기대응체계 구축 기술
해외건설 국가별 리스크/리워드 예측시스템 개발	해외 국가별 건설시장의 기회요소 및 위험요소의 분석을 기반으로 한 주요국가 리스크/리워드 예측시스템	진출국의 수요변동과 경쟁자 진출현황, 발주자 리스크와 상품별 특성 등에 따른 기회요소 및 위험요소의 분석을 기반으로 한 국가별 건설리스크/리워드 산정기법을 개발
		국내업체의 개별국가 시장 진출여부 등 의사결정 지원뿐만 아니라 국가별 사업성 변동성을 예측할 수 있는 기초자료 제공
		리스크 기반의 해외공사 우량/악성 예측선별 모듈과, 유사사례 기반의 리스크 수준 및 공사비 변동 영향을 예측, 입찰관리 및 의사결정 지원을 위한 시스템 개발
전략기술별 맞춤형 해외건설 현지화 솔루션 개발	전략기술 관련 국내외 건설기업의 현지화 사례 분석 및 기술수준 및 국내 건설기업의 역량에 맞춘 해외건설 현지화 솔루션 개발	전략기술별 현지화관련 중장기 사업성과 분석 및 기업규모별, 지역별, 상품별 성공사례 조사를 통한 현지화 성공 알고리즘의 연구를 목표함
		해외시장의 핵심 기기별 공급업체, 주요 기술별 전문 업체의 벤더리스트 현황 및 관련기업 정보를 제공하고 해외시장 진출기업이 프로젝트별로 최적업체 선정을 지원하는 솔루션을 제공
		전략기술의 적극적인 해외진출을 위한 전략기술별 요구역량 및 진출 대상 국가별 전략기술관련 상세 시장분석 및 우선순위 평가 모듈의 개발
		전략기술별 사업의 국가별/유형별 비즈니스 모델 및 성공전략을 개발하고, 각 기술의 특성을 반영한 사업기획단계의 공종별 수익성 평가 및 사업성 분석 모듈의 개발
		전략기술의 특성과 건설기업의 기술역량에 기반 한 해외시장 현지화 솔루션 개발을 목표함

3.1.2 핵심과제: 중소·ENG사 해외사업 수행지원시스템 기술

가. 핵심과제 정의

투자개발/발주유도 등 선진 리더형 사업의 수주전략 달성을 위한 기반 기술을 개발

민간투자, 발주유도 사업 등 투자개발형 사업의 수행역량 확보 및 능동적·선제적 서비스 제공을 바탕으로 한 전략상품의 해외수출 확대를 위한 비즈니스 모델을 개발하고, 이를 성공적으로 수행하기 위한 기획협상 및 계약관리 지원 시스템을 개발하는 기술

건설기업에 적합한 해외공사 역량 평가 체계 및 건설 전 생애주기를 포괄하는 통합 리스크 기반의 사업성과 평가 시스템 구축

효율적이고 체계적인 해외건설 지원의 기반으로서 합리적이고 공신력 있는 해외건설기업의 사업수행역량 평가체계를 구축하되, 기업규모 및 특성을 고려하기 위해 대기업, 중소 및 전문건설업체, 엔지니어링업체에 특화된 평가체계를 개발함

해외공사의 기획 및 입찰단계, 계약 단계, 구매조달 및 시공단계 등 각 생애주기 리스크의 통합관리와, 개별 분산된 프로젝트 리스크의 전사적 통합관리가 가능한 기술을 개발하고, 이를 기반으로 프로젝트 리스크관리 의사결정지원(DSS) 기능을 갖춘 지능형 에이전트 시스템 기반의 관리모듈 개발중소/엔지니어링 기업의 자기진단 기반의 입찰 기술, 맞춤형 리스크 관리 기술의 고도화를 통한 글로벌 사업수행 기반 구축 및 이를 지원하기 위한 해외공사 보증 및 보험 개선체계 개발

해외공사 수행역량 자기진단, 입찰시뮬레이션, 리스크 관리 등 중소/엔지니어링 기업의 해외진출 역량 강화를 위한 목적으로 기업규모 및 사업영역을 고려한 맞춤형 사업관리시스템을 개발

시장개척·타당성 분석, 분쟁 및 클레임, 계약도서 분석 및 관리 등 중소업체의 수요 맞춤형 리스크 관리 역량 개선 기술의 개발

대기업과 비교해 해외공사 참여경험 및 수행역량이 부족한 중소기업의 지원을 효율화·다각화하기 위해 기업의 니즈와 현안에 따른 맞춤형 컨설팅 지원체계의 구축

나. 기술개발 필요성

중소/엔지니어링 기업의 해외시장 진출분야는 규모 및 사업영역이 대기업과 달라 차별화된 사업관리 및 현장조직관리, 리스크관리 등의 지원이 필요

중소/엔지니어링기업 진출 해외시장의 사업영역, 규모는 대기업과 상이하여 차별화된 사업관리 역량 필요

- 소기업의 해외시장 진출분야는 규모 및 사업영역이 대기업과 달라 차별화된 사업관리 및 현장조직관리, 리스크관리, 진출 비즈니스 전략 등의 지원이 필요하나, 조직적·재정적 역량의 한계로 자체적인 해외사업 수행역량 및 조직의 보완이 어려운 실정

중소/엔지니어링기업은 해외 사업수행을 사업관리 전반의 역량이 낮으며 통합 리스크 관리체계 필요

- 중소기업은 해외진출 전략, 재원확보, 정보획득, 리스크관리, 클레임 대응 등 전반적 사업관리 역량이 미흡하고 해외공사 노하우와 준비가 부족한 상황임

- 국내업체 해외수주 공사 중 적자공사의 비율은 대기업의 경우 약 전체사업의 20%이나 중소·엔지니어링업체의 경우 33%를 육박해[182] 해외사업 수행역량의 개선 및 지원이 필요함

- 중소기업들은 계약관리, 안전관리, 공정관리, 품질관리, 리스크관리 등 다양한 시스템엔지니어링 기술분야의 역량이 부족한 실정임[183]

중소/엔지니어링기업은 해외 사업수행을 사업관리 전반의 역량이 낮으며 통합 리스크 관리체계 필요

중소기업은 해외진출 전략, 재원확보, 정보획득, 리스크관리, 클레임 대응 등 전반적 사업관리 역량이 미흡하고 해외공사 노하우와 준비가 부족한 상황임

국내업체 해외수주 공사 중 적자공사의 비율은 대기업의 경우 약 전체사업의 20%이나 중소·엔지니어링업체의 경우 33%를 육박해[184] 해외사업 수행역량의 개선 및 지원이 필요함

중소기업들은 계약관리, 안전관리, 공정관리, 품질관리, 리스크관리 등 다양한 시스템엔지니어링 기술분야의 역량이 부족한 실정임[185]

182) 연세대학교 (2011) 해외공사 수행매뉴얼 작성연구, 국토해양부 용역보고서
183) 설계 · 시공 · 컨설팅 등 건설업계, 학계 및 연구소, 관련 금융 및 법률기관 실무자 80여명으로 구성된 민간조직
184) 연세대학교 (2011) 해외공사 수행매뉴얼 작성연구, 국토해양부 용역보고서

중소기업수주지원센터 지원 서비스는 일회성 상담서비스에 그치는 실정

해외건설협회의 중소기업수주지원센터는 중소 건설업체들의 해외진출을 정보입수와 프로젝트 발굴 및 수주활동과 계약, 시공, 준공 단계의 각종 업무 지원체계를 구축하고 있음

계약, 클레임, 안전관리, 공정관리, 품질관리 등 직접적인 중소업체의 확보필요역량 확보와 연결되지 못하는 한계 존재

중소업체의 사업수행역량 부족은 적자공사 비율 증가로 나타나고 있음

국내업체 해외수주 공사 중 적자공사의 비율은 대기업의 경우 약 전체사업의 20%이나 중소·엔지니어링업체의 경우 33%를 육박해[186] 해외사업 수행역량의 개선 및 지원이 필요함

중소기업들은 계약관리, 안전관리, 공정관리, 품질관리, 리스크관리 등 다양한 시스템엔지니어링 기술분야의 역량이 부족한 실정임[187]

일회성 지원활동에 그치고 있는 사업수행 지원체계 보완 필요

해외건설협회의 중소기업수주지원센터를 통한 지원은 분산적이고 일회성인 지원활동으로 중소기업들의 해외공사 사업수행 역량을 종합적으로 개선하기 위한 근본적 대책이 되기에는 한계가 있는 실정임

다. 기술개발 목표

중소 · ENG사 해외사업관리 및 의사결정지원시스템 구축 및 운영

중소 · ENG사 현장조직 관리, 공사 프로세스 최적화 알고리즘 개발 · 시스템 구축

분쟁사례/클레임 Classification, 수익성 기반 상시 리스크관리 및 의사결정지원시스템 구축

185) 설계 · 시공 · 컨설팅 등 건설업계, 학계 및 연구소, 관련 금융 및 법률기관 실무자 80여명으로 구성된 민간조직
186) 연세대학교 (2011) 해외공사 수행매뉴얼 작성연구, 국토해양부 용역보고서
187) 설계 · 시공 · 컨설팅 등 건설업계, 학계 및 연구소, 관련 금융 및 법률기관 실무자 80여명으로 구성된 민간조직

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의 및 목표	구성기술 및 목표
중소/엔지니어링 기업의 자기진단 기반 해외공사 입찰 시뮬레이터 개발	중소/엔지니어링 기업의 자기진단 기반의 도급 직접진출, 국내기업과 연계진출, 해외기업 하청진출 등 입찰 시뮬레이션 모델 개발을 목표함	중소/엔지니어링 기업의 과거 사례를 통한 해외공사 입찰 시뮬레이션 모델 개발
		중소/엔지니어링의 해외공사 자기진단을 위한 평가지표 도출 및 역량수준 분류기준 개발
		입찰 시뮬레이션과 자기진단 결과를 활용한 입찰 의사결정 시뮬레이터 개발
중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 통합 리스크 관리 시스템개발	중소/엔지니어링 기업의 해외 중점 진출 사업영역의 규모 및 밸류체인(value chain)을 고려한 시장개척·타당성 분석, 분쟁 및 클레임, 계약도서 분석 및 관리 등 중소업체의 수요 맞춤형 리스크 관리 역량 개선을 목표함	중소기업의 수요, 진출공종, 내부역량 등을 기반으로 해외공사의 공종별·생애주기별 리스크 관리 프로세스 개발
		중소기업의 수요, 진출공종, 내부역량 등을 반영한 해외공사의 공종별·생애주기별 리스크 요인 도출 및 요인별 영향정도 분석 알고리즘
		시장개척, F/S, 클레임, 계약서 분석/관리 등 중소업체 취약점 보완을 위한 리스크관리 프로세스 개발
		대기업과 차별화된 중소/엔지니어링 기업의 현안 해결을 위한 수요 분석 및 맞춤형 컨설팅 지원체계를 개발
중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 보증 및 보험 지원체계 개발	금융기관의 보증·보험 체계 개선, 정부 및 유관기관의 해외 보증·보험 지원 방안 도출 등 중소기업의 해외진출 기반 강화를 위한 보증 및 보험 지원체계 개선을 목표함	장기적 관점에서의 정부 및 유관기관의 해외 보증 및 보험 지원체계 개선 방안 수립
		중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외건설 보증 및 보험 지원체계 고도화 알고리즘 개발

3.2 글로벌 R&D 네트워크 구축

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 해외 건설기술 니즈 파악, 공동대응, 성과확산을 위한 기술협력 네트워크 구축

(범위) 국제공동연구 및 성과의 표준인증, 해외 지역거점 R&D 센터 구축

권역별 전략·수요 맞춤형 기술 개발을 산학연이 국제공동연구개발로 진행하여, 성과가 수주로 이어질 수 있도록 해외 표준 및 인증 방안 연구

- 해외 권역별 전략·수요 맞춤형 기술 개발 국제공동연구

성과물이 해외 시장에 진입할 수 있도록 해외 표준, 기술규정, 인증 대응방안 연구 및 절차 확립현지 기술협력을 위한 지역거점 R&D 센터 구축 및 공동연구개발 성과물의 표준화 방안 수립

- 정보수집, 인력교류 및 교육, 기술이전·확산 및 사업화 지원 등 지역거점 R&D센터를 통한 현지 기술협력 네트워크 구축

나. 전략프로젝트관련 국내외 연구동향

(1) 해외

미국, 유럽 등 선진국에서는 해외 진출을 위한 인력 교류, 공동연구 등을 활발히 추진

미국의 NSF(National Science Foundation)은 글로벌 과학자와 엔지니어 양성, 대학원생을 위한 동아시아·태평양 여름 강습회, 국제공동연구 및 교육, 박사 후 국제공동연구 프로그램 등의 고급인력 양성 및 고등학술교류 사업을 진행하고 있음

미국은 1960년대부터 지속적인 대 개도국 인력교류와 기술 및 학술교류를 통해 이후 지속적인 경제적 협력관계에서 우위를 유지하고 있음

파스퇴르 연구소에서는 지역별 질병 특성을 고려한 공동연구를 수행

해외 선진국은 국제공동연구로 인한 산출 성과물의 소유에 대한 규정을 제정/적용 중

FP6(EU Framework Programme) 에서는 연구개발의 성과물은 지식을 발생시킨 계약자에게 귀속되며, 공동연구의 성과물은 특별히 달리 정하지 않으면 공동소유를 원칙으로 하고 있음[188]

미국의 대학과 국제공동연구 결과 산출된 지식재산권을 우리나라의 연구기관에 소유권을 부여하지 않은 사례 존재[189]

- "상대기관이 자국의 연방 및 주의 법률에 따라 연방정부 자금이 지원되는 연구개발사업의 지식재산권은 내국인이 보유하여야 한다는 원칙이 있음

SIEMENS, 파스퇴르 연구소 등 해외 기업/기관에서는 해외국별 R&D 센터를 구축 기술교류 및 국제공동연구를 수행하고 있음

독일 SIEMENS의 해외R&D센터의 경우 타겟국가 유명 연구센터 등과 기술 교류 중

- 현지기술을 접목해 새로운 기술개발에 나서 현지화 진출 전략을 추진 중임

파스퇴르 연구소는 질병대응 이슈해결을 위해 국가별 R&D센터를 확장 운영 중임

- '97년 설립된 파스퇴르 연구소는 1120년간 연구개발을 통한 질병감염에방에 기여하고 있는 연구기관이며 전 세계적으로 32개의 Branch Network를 구축함
- 한국파스퇴르 연구소는 미생물학, 면역학, 기생충학, 분자생물학, 생물공학 분야의 과학적, 기술적 연구의 활성화와 관련 분야의 교육, 교습, 학습 및 그와 관련된 제반 활동을 추진하고 있음
- 아시아 태평양 지역의 IP 분소는 총 7개소이며, 이중 IP-Korea, IP-Shanghai, IP-Hongkong을 제외한 IP분소는 Test Bed의 역할을 수행

SIEMENS와 파스퇴르 연구소는 해외 권역별/국가별 기술적 이슈에 대응하기 위한 기술교류 및 국제공동연구를 추진하는 것이 특징임

- 파스퇴르 연구소는 권역별 국가별 차별화된 질병수요를 대응하기 위해 주요국별 R&D센터를 구축하고 있으며, 이중 아시아 4개 R&D센터는 Test-Bed 역할을 수행

188) EUROPEAN COMMISSION, Guide to Intellectual Property Rules for FP6 Projects, 2004.3.
189) 윤종민(2009), 국제공동연구 성과물 관리제도 개선방안, 기술혁신학회지

(2) 국내

국토교통부는 해외건설협회의 7개 지부를 통하여 권역별/국가별 건설시장 동향, 사업발주정보를 수집하고 있음

해외건설협회 지부의 역할은 해외건설 시장동향 파악, 공사수행 환경 등 현지진출 환경조사, 프로젝트 정보수집, 정부 및 주요발주처, 외국기업 동향파악, 제도관련 동향파악 등 조사업무 중심임

해외건설협회에서 조사한 해외건설정보는 해외건설종합정보서비스를 통해 국내 건설기업을 대상으로 서비스되고 있음

KOTRA는 해외무역관(KBC: Korea Business Center) 설립을 통하여 국별 정보 수집 및 국제협력을 추진하고 있음

KOTRA는 9개의 지역본부(아시아, 유럽, CIS, 북미, 중남미, 중동, 아프리카, 일본, 중국)와 113개의 KBC를 개설

KBC는 수출현안, 시장동향 정보수집 등 조사사업, 수출유망 품목 발굴 및 전략시장 선점, 내수시장 진출강화를 위한 마케팅 지원, 시장개척단 지원을 통한 사업진출 확대, 현지/글로벌 기업과의 협력, 투자유치사업 등의 역할을 수행

KIST는 기초과학분야에서 전략적 확보 필요기술의 국제공동연구 및 현지정보조사를 목적으로 유럽에 거점 R&D 센터를 설립/운영하고 있음

KIST Europe의 주요목표는 한-EU간 과학기술협력, 환경오염 대응을 위한 글로벌 네트워크 구축 등임

- 공공 복지의 증진을 목적으로 한 글로벌 연구개발활동에 기여
- 한-유럽 정부/산업/연구기관/기업의 기술협력 증진
- 한-유럽간 연구인력 교환을 지원

KIST Europe은 공공복지의 증진을 목적으로 한 글로벌 연구개발활동에 기여하며, 한-유럽 정부/산업/연구기관/기업의 기술협력 증진 및 한-유럽간 연구인력 교환을 지원함

연구소 조직은 연구부에 연구부장을 포함 주로 현지인으로, 파견된 국내 연구진의 현지기술 습득이 용이하게끔 구성되어 있음

3.2.1 핵심과제: 해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력

가. 핵심과제 정의

국내외 협력국가와 건설기술 니즈에 부합하는 공동연구 전략/기획, 공동연구, 모니터링/성과관리/성과확산 추진

국내 산학연 연구기관과 해외 연구기관이 상호간의 협의에 의해 공동기술개발을 위한 컨소시엄 구성과 공동기술개발 추진

- 선진기술 확보를 위한 선진국 전략기술 공동연구를 실시함

- 한국형 기술의 신흥국 이전 및 인지도 향상을 위한 권역별/국별 수요맞춤형 국제공동연구

국제공동연구 결과물의 글로벌 표준인증 방안 수립 연구

- 국제 공동연구 결과물의 글로벌 표준 및 기술인증, 국제공동연구 협력국 기술표준 채택을 위한 방안 수립

나. 기술개발 필요성

해외선진기술흡수-국내기술이전 및 인지도 향상을 목적으로 추진된 건설교통분야 국가연구개발사업 부재

국제공동연구개발을 통해 선진 해외기술을 흡수하여 개발하고, 개발된 기술의 재원을 국제표준 및 진출대상국의 표준에 맞추어 시장진입을 수월하게 하며 국내 건설업체의 해외 진출 확대 및 경쟁기술력 향상, 수주확대를 목표로 하는 국가연구개발 추진 필요

건설분야 국제공동연구의 관리, 성과 활성화에 대한 연구 사례 부재

국제공동연구의 성과를 해외건설수주 연계 필요

실질적 수주의 확대를 위해서는 공동연구 이후 실제 활용할 수 있도록 개발기술을 대상국내에서 표준으로 인정 또는 상용화 할 필요가 있음

국제공동연구 성과물은 그 소유와 연계하여 국내 과학기술 발전에 기여할 수 있도록 관리 및 활용

국제공동연구는 대개의 경우 선진 첨단기술의 습득을 통해 우리나라의 과학기술 수준을 높이는데 1차적인 목적이 있으며, 최근 들어 지식재산권 관리전략이 그 소유보다는 활용에 중점을 두고 있음을 유의하여야 함[190]

선진국 기술이전의 효율적 방안으로서 건설분야 국제공동연구 추진 필요

국제공동연구는 WTO 체제 이후, 선진국 기술을 지식재산권 분쟁없이 확보할 수 있는 유일한 방법으로 인식되고 있음

- 국제공동연구는 사업수주 시, 적시에 기술을 확보할 수 있는 방안으로 국내 기업체이 선호하는 방법임

기술의 복잡화, 융합화 및 기술수명 주기의 단축화 현상이 심화되는 상황에서, 단독개발 내지는 국내 공동연구만으로는 한계[191]

개발도상국과의 호혜적 연구 및 기술 수요에 따른 기술개발 필요

선진국과 달리 국내 주요기관/기업의 대 신흥국 기술협력 및 국제공동연구는 미미한 수준임

- 국내에서는 국제공동연구를 선진국기술을 확보하는 방안으로만 인식하고 있음
- 선진국의 경우 개도국 및 신흥국의 저렴하고 우수한 R&D인력활용, 기술이전 등을 목적으로 신흥국과의 국제공동연구를 추진

호혜적 관점의 대 신흥국 기술협력 및 국제공동연구는 한국형 기술의 이전 및 이전 대상국 내 사업화에 효과적인 방법임

기술개발성과의 현지 적용과 Test-Bed 구축, Track Record 확보 등을 위해 현지 협력 및 네트워크 구축이 반드시 필요하며, 중장기적 투자 요구됨

해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력 과제는 민간이 독자적으로 추진하기 어려우며, 정부의 중장기적 투자를 통해 해외건설 연구인프라를 구축하는 것이 매우 중요함

190) 윤종민(2009), 국제공동연구 성과물 관리제도 개선방안, 기술혁신학회지
191) 건설교통분야 국제기술협력 추진전략 수립, KICTEP, 2011

다. 기술개발 목표

권역별 해외진출 시장확대를 위한 전략/수요 맞춤형 기술 개발

산업계, 학계, 연구계의 국제공동연구개발을 통해 선진 해외기술을 흡수하고 개발하여 국내 건설업체의 해외 진출 확대 및 경쟁기술력을 높이는 것을 목표로 함

전략/수요 맞춤형 기술개발을 위한 국제공동연구 기획 및 정책수립, 국제공동연구 모니터링 및 성과관리체계 수립

공동연구를 통해 개발된 기술의 해외 표준, 기술규정, 인증 절차 확립

해외 국별 기술개발결과물의 소유권, 표준화/인증절차 조사분석

연구개발결과물의 해외 인증은 각국의 인증체계 절차에 따라 상이하므로 국별 인증체계를 수집하고 분류하여 대응방안을 수립

개발된 기술의 재원을 국제표준 및 진출대상국의 표준에 맞추어 시장진입을 수월하게 하고 해외의 표준, 기술규정, 인증 등 기술장벽 관련 규제를 뛰어넘어 해외 건설 수주확대 기여

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 목표	중점과제 정의	구성기술
전략/수요기술 개발 국제공동연구	권역별 해외진출 시장확대를 위한 전략/수요 맞춤형 기술 개발	국내 산학연 연구기관과 해외 연구기관이 상호간의 협의에 의해 공동기술개발을 위한 컨소시엄 구성과 공동기술개발 추진을 주도	국제공동연구 기획 및 정책연구
			전략기술개발 국제공동연구
			수요기술개발 국제공동연구
			국제공동연구 모니터링 및 성과관리체계 수립 연구
국제표준 및 기술인증방안 연구	공동연구를 통해 개발된 기술의 해외 표준, 기술규정, 인증 절차 확립	국제공동연구 결과물의 글로벌 표준인증 방안 수립 연구	국제표준 및 기술인증방안 연구

3.2.2 핵심과제: 글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영

가. 핵심과제 정의

해외건설 지원을 위한 인력교류, 현지 창구 및 실험시설, 등 건설기술 글로벌 네트워크 구축

지역 건설 R&D 거점센터 구축 및 운영/관리방안 및 네트워크화 연구

국가 간 기술의 확산, 한국형 기술인지도 향상을 유도하기 위한 국내외 건설연구인력 및 연구시설 교류/교육 프로그램 기획/운영 및 네트워크화 연구

나. 기술개발 필요성

현지 기술 협력 및 네트워크 구축을 위한 지역거점 R&D 센터 구축 필요

건설분야에서 해외 건설기술 이슈 대응 국제공동연구 수행을 위해 해외 R&D센터가 설립된 사례 없음

- KOTRA, 해외건설협회 해외지부 등 국내 유관 조직은 해외건설기술 관련 R&D 역할은 수행하고 있지 않으며, 해외건설과 관련된 국제 협력 및 네트워크 기능을 가진 관련 조직이 부재함

건설분야는 해외 건설환경에의 적합성 및 건설실적이 수주 성패의 주요한 원인이 되므로 현지 국제공동연구를 수행하면서 Test Bed 구축이 가능한 현지 R&D센터 구축 필요

해외건설 수주와 연계되는 현지 특화 정보 확보 및 기술마케팅 추진 현지 조직 필요

해외건설협회 지부의 수행역할은 시장, 수주, 발주 정보제공에 국한되고 있으나, 구체적 해외진출 사업전략 수립을 위해 발주자의 사업기획 및 발주 절차, 현지 업체 및 노무인력의 특성 등 건설거래문화 및 계약관행 등 제도(institution)적 정보까지 확보하는 것이 요구됨

현지에 우리 기술 수준을 홍보하고 우리 기술을 적용하기 위한 기술마케팅 추진 조직이 필요함

인력 교류를 통한 현지 대학 및 연구소와 기술 협력 기반 조성 필요

건설분야에서 해외 주요기관과 국내 산학연 기관의 중장기적 협력체계 구축 사례 부재

현지인력을 대상으로 우리 기술을 전수해주는 등의 전략적 현지인력 대상 교육 프로그램 부재

해외건설 인력의 역량강화를 위해서는 one-way적인 교육프로그램 외에 특성화된 해외건설 연구기능과의 결합을 통해 융합적인 교육이 필요

국가간 글로벌 실험시설 네트워크 구축을 통해 미래기술 변화에 대응하고 국내 기업들의 해외 신시장 개척의 기틀 마련 필요

글로벌 시장 공략을 위한 기술개발을 위해서는 미래 첨단기술 및 현지 타겟형 기술 개발을 위한 국제 공동연구가 필요하며 이를 원활히 추진하기 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축이 요구됨

국내 주요 실험시설과 해외 유수 실험시설간 국제 공동협력연구 체계를 구축하여 해외 선진기술의 국내 도입 확대와 국제 경쟁력 확보 필요

국내 대형 실험시설을 기반으로 한 글로벌 실험시설 네트워크는 선진 해외기술이 도입되는 창구이자, 개도국에 기술이전하는 창구로서, 향후 아시아 등 개발도상국들의 기술개발 선도와 국내 건설업체의 해외 진출 확대 및 국가 인지도를 높일 수 있음

국제적 인지도를 제고하고 글로벌 실험시설 네트워크 구축 및 국제 공동연구 활성화를 위해서는 국가 대형실험인프라의 역할 강화 필요

선진국의 해외시장 선점과 중국 등 개발도상국의 추격으로 국내 건설업체의 해외진출 시 경쟁력이 저하되고 있음

- 건설교통분야 최고기술보유국(EU) 대비 우리나라 수준은 78.4% 수준(2010 기술수준 평가 보고서, KISTEP, '10년)

해외시장의 경쟁력 제고를 위해서는 건설교통분야 미래기술에 대한 전략적 R&D 투자와 국제공동연구 등을 통한 시너지 창출 필요

- CO_2 저감, 신재생에너지, 이상기후와 자연재해, 건설기술의 융복합화 등

개발 기술/제품에 해외 경쟁력 확보를 위해서는 국제적 수준의 성능검증 및 기술 인증이 필요하며 이를 위해서는 실험・인증 인프라 강화가 필요함

건설교통 R&D 성과가 신뢰성 검증 및 R&D 이후 프로세스(실용화, 표준화) 미흡으로 현장적용이 매우 저조하며, 이는 실증실험/검증 과정의 미흡 때문

건설교통기술 및 제품의 성능 검증을 위한 공식적인 절차(성능평가 방법과 기준 등)와 담당 기관 부재로 공인 인증체계가 미미한 실정

- 신기술인증을 받더라도 입찰 참가시 현실적 장벽이 존재하며, 성능 검증자료 구비도 쉽지 않아 시험시공이 어려움

현행 기술기준은 재료 및 공법 중심으로 빠르게 변화하는 새로운 기술발전(신기술, 신공법 및 재료 등) 및 환경변화를 수용하는데 한계가 있음(새로운 기술활용에 대한 동기 부여 미흡)

- 세계 각국에서 추진하고 있는 녹색성장 기본개념 부재, Life cycle cost를 고려한 설계기법, 저에너지·저탄소 건축물 등의 설계, 시공 및 운영 기술의 기준이 미흡

국가 대형실험인프라를 활용한 건설교통 R&D 성과의 검·인증 및 신기술/신제품 개발 활성화와 실용화 지원체계 구축 필요

국내의 경우 각종 연구결과 및 신기술에 대한 실증실험/검증 여건 미비로 외국기준을 국내 여건에 부합하도록 검증하는 과정이 부족

- 도로설계기준: 운전자·보행자 등 이용자 조건, 자동차 조건, 기상자료 등 환경조건 등이 외국과 다름에도 불구하고 국내실정에 맞지 않는 외국 기술기준을 그대로 적용하는 경우 발생

글로벌 시장개척과 국내 건설업체의 해외시장 진출을 확대하기 위해서는 효율적인 국제협력 및 대응전략 수립을 위한 지속가능한 R&D 지원이 필요

해외 건설시장 확대에 대응하고, 건설교통 분야의 기술경쟁력 확보를 위해서는 국제협력 체계 구축 및 지원방안 구축 필요

- 중국·인도 등 아시아 신흥경제국은 인프라 확충으로 건설시장 규모가 지속 확대되고 있을 뿐 아니라, 나이지리아 등 아프리카 지역도 건설시장의 성장 잠재력이 큼(나이지리아의 건설 지출은 GDP의 3.2%에 불과)

해외 각 국은 해외 건설시장 변화에 대응할 수 있는 국제협력 네트워크 허브/거점 구축을 위해 자체적인 국제협력기관을 설립하고 국가 차원의 예산을 투입하고 있음

- 일본 JSPS(약 14억 달러, '03년), 미국 NSF(약 56억 달러, '06년), 독일 DFG(약 10억 달러, '03년)

- 미국, 일본, EU는 개도국의 건설시장 서장을 고려하여 인도, 베트남 등의 국가와 국제 기술협력 적극 추진

교육과학부, 지식경제부에서는 해외 각 국과의 국제협력 네트워크 구축을 위해 지속적인 예산을 투자하고 있으나, 건설교통 시장 개척을 위한 국토교통부의 예산 투자는 미흡한 실정임

- 교육과학부, 지식경제부는 국제공동연구사업, 해외 MOT 사업 등에 '11년 기준 297억 원, 102억 원을 투자하고 있으나, 국토교통부는 해양분야에 18억 원(국가 R&D 공동연구예산 3%) 투자

- 특히 국토교통부의 국제협력 사업은 허브/거점 구축 관련 투자는 이루어지지 않고 있음

미래 기술변화에 적극 대응하고 국제적 기술 선점을 위해서는 국가 실험인프라를 활용한 국제공동연구 기반 구축 필요

미래 기술 선도를 위해 해외 유수 연구기관과 정부차원의 지속적인 국제공동연구 지원 및 투자 필요

국가간 공동 네트워크 구축 및 국내에 국제공동연구 지원을 위한 Hub 센터 구축 필요

지식강국 도약을 위한 국가 표준 및 실험인증 인프라 강화 필요

미래 기술변화에 적극 대응하고 국제적 기술 선점을 위해서는 국가 실험인프라를 활용한 국제공동연구 기반 마련

미래 기술 선도를 위해 해외 유수 연구기관과 정부차원의 지속적인 국제공동연구 지원 및 투자 필요

원천기술, 표준 및 실험인증 확보를 위한 지원체계 개선 필요

- 세계 시장에서 반드시 준수해야 할 국제규범으로 작용하는 국제 표준 및 실험인증을 우리가 주도하는 생태계 조성 필요

- 기술개발이 표준화되지 않으면 다른 표준기술과 호환되지 않아 시장에서 사장됨

IT 등 기술 발전속도가 빠른 분야는 R&D 수행시 표준특허 획득 및 국제 표준화, 시험인증 등을 동시 추진

- 현재 산업원천기술개발사업 등 지경부 일부에서만 적용하는 국가 R&D-표준화 동시 연계 사업을 전부처로 확대, 매년 국가표준시행계획에 반영・이행('13~)

중소・중견기업 개발 기술 중 표준특허 및 표준화 필요성이 도출된 경우 국가 R&D 사업을 통해 지원

- 개발 기술의 표준화 연계 사업은 기존 국가표준기술력향상사업 예산을 확대하여 지원('13)

- 중소・중견기업이 개발한 신제품인증(NEP)・신기술인증(NET) 중 표준특허 창출 및 국제 표준화가 가능한 기술에 대해 표준화 추진

원천기술 표준 및 인증제도의 해외 신시장을 개척하여 국부를 창출하는 주요 국가 지식재산으로서의 위상 부여

- 국내 주요 인정제도(NEP, NET, KS 인증 등)의 글로벌화를 촉진함으로써 세계적인 인증 브랜드로 육성

다. 기술개발 목표

거점 R&D 센터 구축 및 네트워크화

해외건설 시장 진출 확대와 연계되는 최적의 현지 R&D 협력 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 기획 및 구축

정보수집, 인력교류 및 교육, 기술이전·확산 및 사업화 지원 기능 등 지역거점 R&D센터의 기능 및 역할 정립

지역거점 R&D센터를 통한 현지 기술협력 및 네트워크 구축

인력교육 및 교류 기반 현지 인적 네트워크 구축

진출국-국내와의 인력 교류를 통해 글로벌건설교통 부문 네트워크를 구축함

선진국 및 개발도상국과 우리나라의 건설교통 관련 인력교류 프로그램을 통해 선정된 인원이 대상국에서 기술수준과 능력에 상응한 대우로 자유롭게 고용되거나 또는 교환연구원 등으로 파견됨

양성한 인력들을 중심으로 대상국내의 한국에 대한 인지도를 높이고 네트워크기반을 구축함 - 친한파 세력구축

글로벌 실험인프라 네트워크 구축 및 인증/표준화 역량 확보

해외건설 검증실험 지원을 위한 국내 실험시설 클러스터/HUB센터 구축

국가 대형실험시설 기반 실험인증 인프라의 글로벌 네트워크 강화

해외시장 진출 지원을 위한 국제적 수준의 실험인증 전략 수립

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 목표	중점과제 정의	구성기술
해외건설 지역거점 R&D센터 구축·운영	거점 R&D 센터 구축 및 네트워크화	해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 기획 및 구축·운영 연구	해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D센터 기획-정책 연구
			지역거점 R&D센터 거버넌스 구축 연구
			해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 구축
현지-국내 인력교류/교육 프로그램 개발	인력교육 및 교류 기반 현지 인적 네트워크 구축	현지-국내 산학연관 인력 교류 및 교육 활동을 활성화하기 위한 기획 연구 수행 및 프로그램 개발 연구	현지-국내 인력교류/교육 기획 및 프로그램 개발 연구
대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구	글로벌 실험인프라 네트워크 구축 및 인증/표준화 역량 확보	실험인프라 분야의 국제네트워크를 구축하고 해외 요구 성능검증 및 표준화 방안 수립	대형실험시설 기반 해외공사 성능검증 실험 지원 국가 HUB 실험센터 구축
			해외건설 검증실험 및 국제공동연구를 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축
			국가간 상호 실험인증 및 실험관련 국제표준화 방안 연구

Ⅵ. 로드맵 및 소요예산

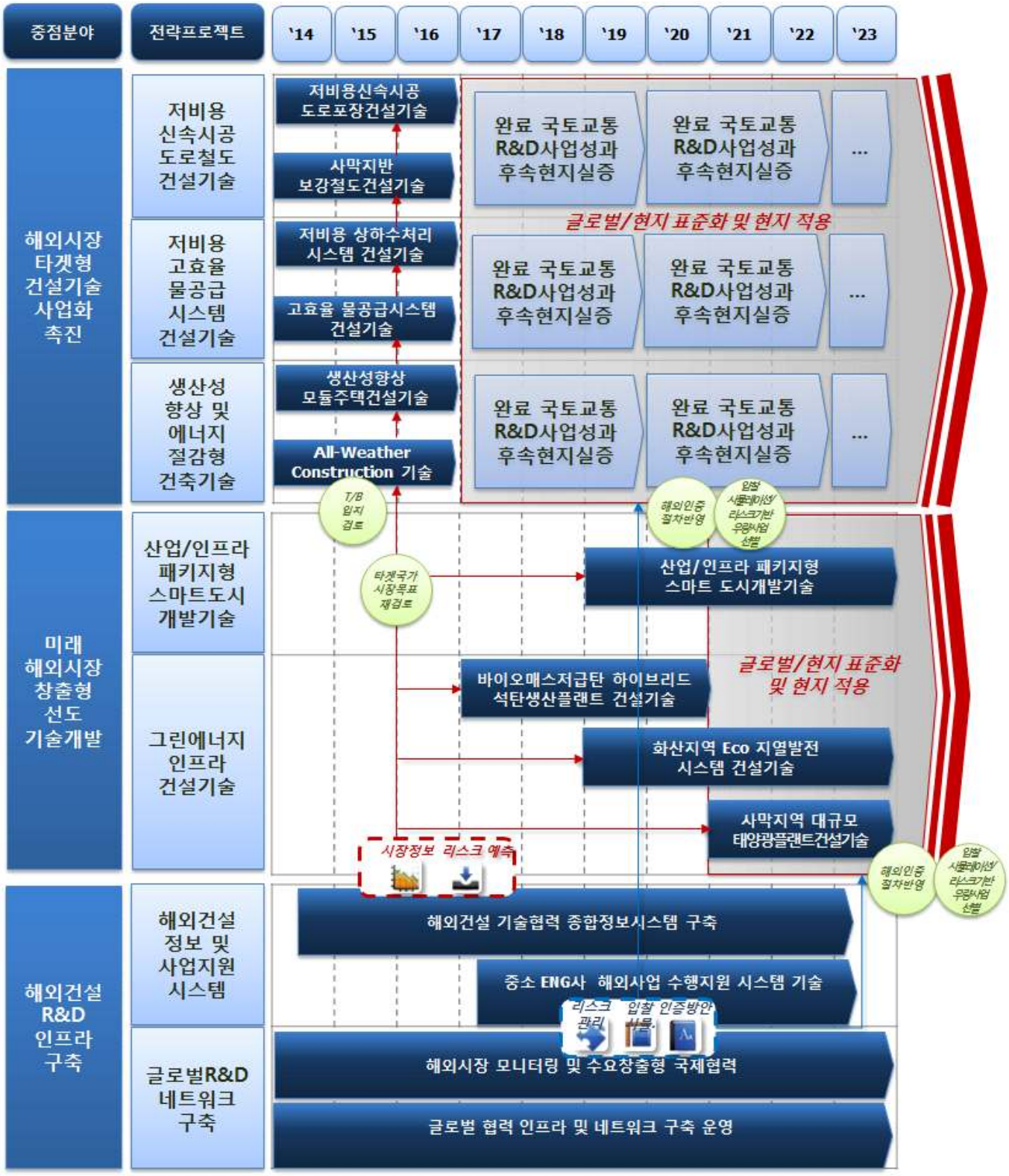
1. 기술로드맵
2. 사업 소요예산
3. 중점추진분야별 소요예산
4. 전략프로젝트별 소요예산
5. 소요인력

1. 기술로드맵

1.1 전략프로젝트 로드맵



1.2 핵심과제 로드맵


중점분야
전략프로젝트
'14
'15
'16
'17
'18
'19
'20
'21
'22
'23
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진
저비용 신속시공 도로철도 건설기술
저비용신속시공 도로포장건설기술
사막지반 보강철도건설기술
완료 국토교통 R&D사업성과 후속현지실증
완료 국토교통 R&D사업성과 후속현지실증
...
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
저비용 고효율 물공급 시스템 건설기술
저비용 상하수처리 시스템 건설기술
고효율 물공급시스템 건설기술
완료 국토교통 R&D사업성과 후속현지실증
완료 국토교통 R&D사업성과 후속현지실증
...
생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술
생산성향상 모듈주택건설기술
All-Weather Construction 기술
완료 국토교통 R&D사업성과 후속현지실증
완료 국토교통 R&D사업성과 후속현지실증
...
T/B 입지 검토
해외인증 절차반영
입찰 시뮬레이션/ 리스크기반 우량사업 선별
미래 해외시장 창출형 선도 기술개발
산업/인프라 패키지형 스마트도시 개발기술
타겟국가 시장목표 재검토
산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술
그린에너지 인프라 건설기술
바이오매스저급탄 하이브리드 석탄생산플랜트 건설기술
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술
사막지역 대규모 태양광플랜트건설기술
시장정보 리스크 예측
해외인증 절차반영
입찰 시뮬레이션/ 리스크기반 우량사업 선별
해외건설 R&D 인프라 구축
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
리스크 관리
입찰 인증방안 서류
글로벌R&D 네트워크 구축
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영

2. 소요예산

2.1 사업 소요예산

사업 소요예산

[표 Ⅵ-1] 연차별 소요예산(단위: 억 원)

구분	총사업비	연차별 투자계획									
		'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
합 계	3,289.9	360.4	662.6	537.0	133.8	211.4	263.4	254.1	301.4	292.4	273.4
공 공	2,636.4	275.4	494.9	409.9	119.7	178.9	223.7	219.7	247.4	243.4	223.4
민 간	653.5	85.0	167.7	127.1	14.1	32.5	39.7	34.4	54.0	49.0	50.0

예산확보방안(안)

동 사업 예산 중 정부 예산의 40%는 국토교통 R&D 예산 한도 내에서 확보하고, 나머지 60%는 한도 외로 예산 당국에 요청 및 기금 등으로부터 확보

민간 재원 확보 가능성을 타진하기 위하여 동 사업 참여 후보기업 10개 사로부터 '사업 참여 의향 확인서'를 확보했으며 추가 참여의사에 대해 동 사업발주 시까지 확인할 예정

- 사업발주 시, 참여의사가 있는 기관은 '[별첨 6] 기업체 사업 참여의향 확인서' 참조

2.2 중점추진분야별 소요예산

[표 Ⅵ-2] 중점추진분야별 소요예산(단위: 억 원)

구분		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	계
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진	정부	225.0	416.5	319.5	-	-	-	-	-	-	-	961.0
	민간	80.0	162.7	122.1	-	-	-	-	-	-	-	364.8
	계	305.0	579.2	441.6	-	-	-	-	-	-	-	1325.8
미래 해외시장 창출형 선도기술 개발	정부	0.0	0.0	0.0	28.3	73.5	105.3	104.9	144.0	132.0	116.0	704.0
	민간	0.0	0.0	0.0	12.1	31.5	38.7	33.4	54.0	49.0	50.0	268.7
	계	0.0	0.0	0.0	40.4	105.0	144.0	138.3	198.0	181.0	166.0	972.7
해외건설 R&D 인프라 구축	정부	50.4	78.4	90.4	91.4	105.4	118.4	114.8	103.4	111.4	107.4	971.4
	민간	5.0	5.0	5.0	2.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	20.0
	계	55.4	83.4	95.4	93.4	106.4	119.4	115.8	103.4	111.4	107.4	991.4
합계	정부	275.4	494.9	409.9	119.7	178.9	223.7	219.7	247.4	243.4	223.4	2636.4
	민간	85.0	167.7	127.1	14.1	32.5	39.7	34.4	54.0	49.0	50.0	653.5
	계	360.4	662.6	537.0	133.8	211.4	263.4	254.1	301.4	292.4	273.4	3289.9

2.3 전략프로젝트별 소요예산

해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진

저비용 신속시공 도로/철도 건설기술

(단위 : 억원)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[아프리카]저비용 신속시공 도로포장 기술	정부	23	39	16	-	-	-	-	-	-	-	78
	민간	7	11	5	-	-	-	-	-	-	-	24
	계	30	50	21	-	-	-	-	-	-	-	102
[중동]사막지반 보강 철도 건설기술	정부	29	40	19	-	-	-	-	-	-	-	88
	민간	13	18	8	-	-	-	-	-	-	-	39
	계	42	58	27	-	-	-	-	-	-	-	127
계	정부	52	79	35	-	-	-	-	-	-	-	166
	민간	20	29	13	-	-	-	-	-	-	-	62
	계	72	108	48	-	-	-	-	-	-	-	228

저비용 고효율 물공급시스템 건설기술

(단위 : 억원)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[아시아]저비용 상하수처리 시스템 건설기술	정부	27	107	103	-	-	-	-	-	-	-	237
	민간	12	46	44	-	-	-	-	-	-	-	101
	계	39	152	147	-	-	-	-	-	-	-	338
[중동-아프리카]고효율 물공급시스템 건설기술	정부	70	95	90	-	-	-	-	-	-	-	255
	민간	20	31	29	-	-	-	-	-	-	-	80
	계	90	126	119	-	-	-	-	-	-	-	335
계	정부	97	202	193	-	-	-	-	-	-	-	492
	민간	32	77	73	-	-	-	-	-	-	-	181
	계	129	278	266	-	-	-	-	-	-	-	673

생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술

(단위 : 억원)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[아시아-아프리카]생산성 향상 모듈주택 건설기술	정부	49	94	61	-	-	-	-	-	-	-	204
	민간	23	49	30	-	-	-	-	-	-	-	102
	계	72	143	91	-	-	-	-	-	-	-	306
[아시아]All-weather Construction 기술	정부	27	42	31	-	-	-	-	-	-	-	100
	민간	5	8	6	-	-	-	-	-	-	-	19
	계	32	50	37	-	-	-	-	-	-	-	119
계	정부	76	136	92	-	-	-	-	-	-	-	304
	민간	28	57	36	-	-	-	-	-	-	-	121
	계	104	193	128	-	-	-	-	-	-	-	425

미래 해외시장 창출형 선도기술개발

4. 산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술

(단위 : 억원)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[중동-아시아]산업/인프라 패키지형 스마트도시 개발기술	정부	-	-	-	-	-	22	35	49	36	15	157
	민간	-	-	-	-	-	5	8	18	12	5	48
	계	-	-	-	-	-	27	43	67	48	20	205
계	정부	-	-	-	-	-	22	35	49	36	15	157
	민간	-	-	-	-	-	5	8	18	12	5	48
	계	-	-	-	-	-	27	43	67	48	20	205

5. 그린에너지 인프라 건설기술

(단위 : 억원)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[아시아]바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술개발	정부	-	-	-	28	74	64	36	-	-	-	202
	민간	-	-	-	12	32	28	15	-	-	-	87
	계	-	-	-	40	105	92	51	-	-	-	289
[기타]화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술	정부	-	-	-	-	-	19	34	46	40	31	170
	민간	-	-	-	-	-	6	10	15	13	15	59
	계	-	-	-	-	-	25	44	61	53	46	229
[중동]사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술	정부	-	-	-	-	-	-	-	49	56	70	175
	민간	-	-	-	-	-	-	-	21	24	30	75
	계	-	-	-	-	-	-	-	70	80	100	250
계	정부	-	-	-	28	73	83	69	95	96	101	547
	민간	-	-	-	12	31	33	25	36	37	45	220
	계	-	-	-	40	105	117	95	131	133	146	767

해외건설 R&D 인프라 구축

6. 해외건설 정보 및 사업지원 시스템

(단위 : 억원)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축	정부	18	26	28	27	12	12	10	4	2	-	139
	민간	5	5	5	1	0	0	0	0	0	-	16
	계	23	31	33	28	12	12	10	4	2	-	155
중소·Eng사 해외사업 수행지원 시스템 기술	정부	-	-	-	2	6	9	7	2	2	-	28
	민간	-	-	-	1	1	1	1	0	0	-	4
	계	-	-	-	3	7	10	8	2	2	-	32
계	정부	18	26	28	29	18	21	17	6	4	-	167
	민간	5	5	5	2	1	1	1	0	0	-	20
	계	23	31	33	31	19	22	18	6	4	-	187

7. 글로벌 R&D 네트워크 구축

(단위 : 억원)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력	정부	15	35	35	35	60	60	60	60	60	60	480
	민간	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	계	15	35	35	35	60	60	60	60	60	60	480
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영	정부	17	17	27	27	27	37	38	38	48	48	324
	민간	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	계	17	17	27	27	27	37	38	38	48	48	324
계	정부	32	52	62	62	87	97	98	98	108	108	804
	민간	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	계	32	52	62	62	87	97	98	98	108	108	804

3. 소요인력

사업 소요인력

< 연구개발부문 인력투입계획 (단위: 명) >

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
책임연구원	47	64	56	24	32	42	39	40	42	40	426
연구원	77	105	80	22	36	47	47	47	51	52	564
연구보조원	146	191	155	40	53	72	65	59	67	72	920
계	270	360	291	86	121	161	151	146	160	164	1,910

해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진

저비용 신속시공 도로/철도 건설기술

(단위 : 명)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[아프리카]저비용 신속시공 도로포장 기술	책임연구원	3	6	3	-	-	-	-	-	-	-	12
	연구원	5	9	4	-	-	-	-	-	-	-	18
	연구보조원	9	13	4	-	-	-	-	-	-	-	26
	계	17	28	11	-	-	-	-	-	-	-	56
[중동]사막지반 보강 철도 건설기술	책임연구원	6	6	6	-	-	-	-	-	-	-	18
	연구원	12	14	6	-	-	-	-	-	-	-	32
	연구보조원	24	28	15	-	-	-	-	-	-	-	67
	계	42	48	27	-	-	-	-	-	-	-	117
계	책임연구원	9	12	9	-	-	-	-	-	-	-	30
	연구원	17	23	10	-	-	-	-	-	-	-	50
	연구보조원	33	41	19	-	-	-	-	-	-	-	93
	계	59	76	38	-	-	-	-	-	-	-	173

저비용 고효율 물공급시스템 건설기술

(단위 : 명)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[아시아]저비용 상하수처리 시스템 건설기술	책임연구원	7	9	9	-	-	-	-	-	-	-	25
	연구원	12	14	14	-	-	-	-	-	-	-	40
	연구보조원	32	35	36	-	-	-	-	-	-	-	103
	계	51	58	59	-	-	-	-	-	-	-	168
[중동-아프리카]고효율 물공급시스템 건설기술	책임연구원	8	10	9	-	-	-	-	-	-	-	27
	연구원	18	18	16	-	-	-	-	-	-	-	52
	연구보조원	35	40	40	-	-	-	-	-	-	-	115
	계	61	68	65	-	-	-	-	-	-	-	194
계	책임연구원	15	19	18	-	-	-	-	-	-	-	52
	연구원	30	32	30	-	-	-	-	-	-	-	92
	연구보조원	67	75	76	-	-	-	-	-	-	-	218
	계	112	126	124	-	-	-	-	-	-	-	362

생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술

(단위 : 명)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[아시아-아프리카]생산성 향상 모듈주택 건설기술	책임연구원	7	14	9	-	-	-	-	-	-	-	30
	연구원	11	23	15	-	-	-	-	-	-	-	49
	연구보조원	17	35	22	-	-	-	-	-	-	-	74
	계	35	72	46	-	-	-	-	-	-	-	153
[아시아]All-weather Construction 기술	책임연구원	4	4	3	-	-	-	-	-	-	-	11
	연구원	7	8	7	-	-	-	-	-	-	-	22
	연구보조원	12	14	12	-	-	-	-	-	-	-	38
	계	23	26	22	-	-	-	-	-	-	-	71
계	책임연구원	11	18	12	-	-	-	-	-	-	-	41
	연구원	18	31	22	-	-	-	-	-	-	-	71
	연구보조원	29	49	34	-	-	-	-	-	-	-	112
	계	58	98	68	-	-	-	-	-	-	-	224

미래 해외시장 창출형 선도기술개발

산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술

(단위 : 명)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[중동-아시아]산업/인프라 패키지형 스마트도시 개발기술	책임연구원	-	-	-	-	-	8	7	6	4	2	27
	연구원	-	-	-	-	-	10	11	8	10	10	49
	연구보조원	-	-	-	-	-	8	11	12	13	12	56
	계	-	-	-	-	-	26	29	26	27	24	132
계	책임연구원	-	-	-	-	-	8	7	6	4	2	27
	연구원	-	-	-	-	-	10	11	8	10	10	49
	연구보조원	-	-	-	-	-	8	11	12	13	12	56
	계	-	-	-	-	-	26	29	26	27	24	132

그린에너지 인프라 건설기술

(단위 : 명)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
[아시아]바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술개발	책임연구원	-	-	-	5	10	7	5	-	-	-	27
	연구원	-	-	-	7	14	12	7	-	-	-	40
	연구보조원	-	-	-	15	30	30	19	-	-	-	94
	계	-	-	-	27	54	49	31	-	-	-	161
[기타]화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술	책임연구원	-	-	-	-	-	3	4	5	5	5	22
	연구원	-	-	-	-	-	4	8	10	6	6	34
	연구보조원	-	-	-	-	-	10	14	16	14	12	66
	계	-	-	-	-	-	17	26	31	25	23	122
[중동]사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술	책임연구원	-	-	-	-	-	-	-	7	8	8	23
	연구원	-	-	-	-	-	-	-	12	15	18	45
	연구보조원	-	-	-	-	-	-	-	15	25	35	75
	계	-	-	-	-	-	-	-	34	48	61	143
계	책임연구원	-	-	-	5	10	10	9	12	13	13	72
	연구원	-	-	-	7	14	16	15	22	21	24	119
	연구보조원	-	-	-	15	30	40	33	31	39	47	235
	계	-	-	-	27	54	66	57	65	73	84	426

해외건설 R&D 인프라 구축

해외건설 정보 및 사업지원 시스템

(단위 : 명)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축	책임연구원	3	4	2	3	3	2	1	-	-	-	18
	연구원	6	7	6	4	4	3	3	1	1	-	35
	연구보조원	12	15	15	12	8	8	6	1	1	-	78
	계	21	26	23	19	15	13	10	2	2	-	131
중소·Eng사 해외사업 수행지원 시스템 기술	책임연구원	-	-	-	2	2	1	1	1	-	-	7
	연구원	-	-	-	-	2	2	2	-	1	-	7
	연구보조원	-	-	-	2	2	3	2	2	1	-	12
	계	-	-	-	4	6	6	5	3	2	-	26
계	책임연구원	3	4	2	5	5	3	2	1	-	-	25
	연구원	6	7	6	4	6	5	5	1	2	-	42
	연구보조원	12	15	15	14	10	11	8	3	2	-	90
	계	21	26	23	23	21	19	15	5	4	-	157

7. 글로벌 R&D 네트워크 구축

(단위 : 명)

핵심과제	구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	소계
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력	책임연구원	3	5	5	5	8	8	8	8	8	8	66
	연구원	2	8	6	6	10	10	10	10	10	10	82
	연구보조원	2	8	8	10	12	12	12	12	12	12	100
	계	7	21	19	21	30	30	30	30	30	30	248
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영	책임연구원	6	6	10	9	9	13	13	13	17	17	113
	연구원	4	4	6	5	6	6	6	6	8	8	59
	연구보조원	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	16
	계	13	13	19	15	16	20	20	20	26	26	188
계	책임연구원	9	11	15	14	17	21	21	21	25	25	179
	연구원	6	12	12	11	16	16	16	16	18	18	141
	연구보조원	5	11	11	11	13	13	13	13	13	13	116
	계	20	34	38	36	46	50	50	50	56	56	436

Ⅶ. 기대효과

1. 경제적 기대효과
2. 기술적 기대효과
3. 정책적 기대효과

1. 경제적 기대효과

해외건설촉진연구개발사업을 통해 유발되는 경제적 편익은 9,590억원으로 추정

[표 Ⅶ-1] 사업추진을 통한 경제적 편익

중점추진분야	전략프로젝트	핵심과제	편익	B/C
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	[아프리카]저비용 신속시공 도로포장 기술	763.8	8.05
		[중동]사막지반 보강 철도 건설기술	231.3	1.94
		소계	995.1	4.64
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	[아시아]저비용 상하수처리 시스템 건설기술	910.0	2.90
		[중동 · 아프리카]고효율 물공급 시스템 건설기술	1,230.6	3.93
		소계	2,140.6	3.42
	생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술	[아시아-아프리카]생산성 향상 모듈주택 건설기술	1,172.2	4.10
		[아시아]All-weather Construction 기술	856.4	7.69
		소계	2,028.6	5.10
	합계		5,164.3	4.17
미래 해외시장 창출형 선도기술 개발	산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	[중동-아시아]산업/인프라 패키지형 스마트도시 개발기술	1,507.7	9.52
		소계	1,507.7	9.52
	그린에너지 인프라 건설기술	[아시아]바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술	1,151.9	4.79
		[기타]화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술	795.8	4.54
		[중동]사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술	970.4	5.22
		소계	2,918.1	4.85
	합계		4,425.8	5.82
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축	0	0
		중소·ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술	0	0
		소계	0	0
	글로벌 R&D 네트워크 구축	해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력	0	0
		글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영	0	0
		소계	0	0
	합계		0	0
총 합계			**9,590.1**	**3.41**

해외건설 수주확대, 수익성 향상 및 진출유형/상품 다각화에 기여

수요 맞춤형 기술개발을 통해 해외 타겟 국가 시장 점유율 확대, 고부가가치 사업 추진으로 수익성 향상

핵심요소기술 개발, 종합적 사업관리 역량 강화에 따른 수익성 개선으로 지속가능한 경쟁력 확보

- 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술, 저비용 고효율 물공급 시스템 건설기술, 생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술, 해외 사업 F/S 및 사업관리 지원 체계를 확보하여 공기단축, 사업비 절감에 기여

플랜트, 단순 EPC 공사 수주구조에서 탈피, 포트폴리오 다각화

- 해외건설 정보 인프라 확충 및 해외사업관리 역량 향상으로 투자개발형 사업 수주 및 계획, F/S 등 고부가가치 시장 진입 확대

글로벌 기술경쟁력을 보유한 중소기업의 육성으로 해외건설 적자공사 해소에 기여

2. 기술적 기대효과

해외시장 타겟형 실증화 기술개발을 통한 글로벌 기술경쟁력 확보

저비용 교통인프라/주택, 저비용/고효율 수자원 통합관리를 위한 국가별 건설환경 특화 기술 확보

중소업체의 해외건설 핵심기술 확보 및 해외진출 대·중소업체 컨소시엄의 기술역량 강화

[표 Ⅶ-1] 중소기업주도 · 대-중소기업 협력 개발 필요 전략프로젝트

전략프로젝트 명	추진 형태	추진형태 설정 근거
저비용 신속시공 도로/철도 건설기술 (전체 예산 228억 원, 중소기업 참여부문 예산 161억 원 (전체 예산 대비 71%))	중소 기업 주도	Chip-seal* 도로 구조설계, 포장, 시공, 재활용 도로포장, 시공 품질관리 부분은 중소·ENG업체가 수행하는 영역으로 도포제, 혼화제 기술과 시공가이드라인 개발이 가능한 연구기관과 협업을 통해 중소기업 주도의 기술개발이 필요 * 비포장도로 개량을 위해, 상온 유화아스팔트로 표층을 포장하는 공법
		사막연약지반 처리 시 경제성 확보를 위한 토목섬유 재료, 시공, 장비, 엔지니어링 등 중소·ENG업체 주도의 연구개발 필요, 성토지지말뚝, 쇄석말뚝에 대한 이론, 사례연구 등은 연구기관 및 기업체 연구개발을 통해 기확보(수성엔지니어링 참여의사 확인)
저비용 고효율 물공급시스템 건설기술 (전체 예산 673억 원, 중소기업 참여부문 예산 545억 원 (전체 예산 대비81%))	중소 기업 주도	국내에서 수자원 취수, 정수, 하수처리 관로시설관리등 물기술보유기업은 중소기업으로서 중소기업 주도의 기술개발이 요구됨
	대중소 기업 협력	막기술*을 포함한 오존, 자외선 등 수처리 요소기술을 중소기업에서 개발하되, 대기업은 해수담수화시설 연계를 위한 설계/시공/유지관리기술제공 *물속의 콜로이드, 유기물, 이온같은 용존물질을 반투과성 분리막을 이용하여 여과하여 분리/제거하는 기술
생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술 (전체 예산 425억 원, 중소기업 참여부문 예산 296억 원 (전체 예산 대비69%))	중소 기업 주도	자재 생산, 조립, 패시브구조* 적용 설계는 중소기업 수행, 공장생산 자동화, 공정관리는 대기업에서 수행 필요 *첨단단열/공조공법을 활용 에너지낭비를 최소화한 건물
		우중작업환경에서 시공기법, 재료 기술은 전문건설업체에서 수행하는 분야로서 중소기업 주도 연구개발 필요
산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술 (전체 예산 205억 원, 중소기업 참여부문 예산 154억 원 (전체 예산 대비75%))	중소 기업 주도	GIS Toolbox 개발, 도시결합상품 제안을 위한 인공지능 소프트웨어 개발, 국가경제개발계획 수립지원 프로그램 등 알고리즘 개발 이후 프로그램 개발 단계에서 중소기업 주도 연구개발 필요
그린에너지 인프라 건설기술 (전체 예산 769억 원, 중소기업 참여부문 예산 377억 원 (전체 예산 대비49%))	대중소 기업 협력	현대/삼성/동부건설 등 대기업과 넥스지오, 이노지오, 한서엔지니어링, 지오그린 등 중소기업 등 연구참여의사 확인
	중소 기업 주도	국내 PV 모듈 및 시스템전문기업과 PSC 전문기업 중심의 컨소시엄을 통해 연구개발 필요

[표 Ⅶ-1] 전략프로젝트별 중소기업 · 대기업 · 학연 참여부분 예산

전략프로젝트 명	예산 (정부/민간 합계)	중소기업 참여부문 예산	대기업 참여부문 예산	학/연 참여부문 예산
저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	228억 원	161억 원 (71%)	20억 원 (9%)	45억 원 (20%)
저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	673억 원	545억 원 (81%)	68억 원 (10%)	60억 원 (9%)
생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술	425억 원	296억 원 (69%)	28억 원 (7%)	102억 원 (24%)
산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	205억 원	154억 원 (75%)	-	51억 원 (25%)
그린에너지 인프라 건설기술	769억 원	377억 원 (49%)	251억 원 (33%)	141억 원 (18%)
해외건설정보 및 사업지원시스템	187 억 원	67억 원 (36%)	-	120억원 (64%)
글로벌 R&D 네트워크 구축	804 억 원	-	-	804억 원 (100%)
합계	3,290억 원	1,600억 원 (49%)	367억 원 (11%)	525억 원 (16%)

ICT융합, 그린에너지 건설 등 고부가가치 미래 해외 신시장 선점을 위한 원천-실용화 기술 확보

도시계획 의사결정지원시스템 등 ICT 융합형 건설 기술 선점

선진국 대비 비교우위를 점하는 하이브리드 저급탄, 대규모 태양광, 화산지역 지열발전 플랜트 등 그린에너지 건설기술 선점

[표 Ⅶ-1] IT · SW 융합형 전략프로젝트

전략프로젝트 명	주요내용
저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	GPS 등 ICT 기술을 융합한 누수관리시스템 개발
생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술	BIM을 활용한 설계기술개발 및 표준화
산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	한국형 도시건설경험의 DB화 및 도시계획 의사결정지원시스템 개발
해외건설 정보 및 사업지원 시스템	해외건설 시장, 수주, 기준, 업체 등 정보의 DB화
	중소ENG사 지원을 위한 리스크관리시스템, 입찰의사결정지원시스템 개발

[표 Ⅶ-1] 전략프로젝트별 확보 원천기술

전략프로젝트 명	구분	주요내용
저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	장비, 소재	현장 콘크리트 재활용을 위한 혼화제와 혼합장비 개발
저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	소재, 공정	현지여재 활용을 위한 천연소재, 약품처리대체, 저에너지수처리 등 그린원천기술 개발
	공정	해수간접취수 · 검증, 하수처리 · 검증, 상수/하수블렌딩을 통한 고도수처리 공정 개발
생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술	설계	BIM을 활용한 설계기술개발 및 표준화
	장비 · 소재	우중작업환경개선을 위한 장비, 콘크리트 등 소재 개발
산업/인프라 패키지형 스마트도시 건설기술	설계	도시계획 · 설계 원천기술 확보
그린에너지 인프라 건설기술	탐사 · 평가 · 설계	화산지열수 탐사 및 환경성평가 기술 개발, 실증플랜트 설계기술개발
	설계 · 소재	태양광모듈 array 및 하부구조물 설계기술, 대용량 전력변환장치 기술개발

해외 기술협력 및 글로벌 R&D 네트워크 구축으로 선진기업 및 수요국 기술니즈에 부합한 전주기적 사업수행 역량확보

국제 공동연구·기술협력 기반 확보 및 건설기술 R&D의 글로벌 네트워크 강화

현지 해외건설 관련 DB를 구성하고 공유할 수 있는 '기업 활용 정보· 네트워크 플랫폼' 구축

중소업체의 체계적인 해외진출 지원을 위한 계약, 리스크, 조직, 사업관리 역량 강화

기술자립화 및 표준화 성과 달성

"저비용 신속시공 도로/철도 건설기술" 전략프로젝트 기술개발을 통해 저개발국 철도 건설 시 연약지반 처리의 경제성 확보와 독자적 연약지반 설계 및 시공기술 확보 가능

"생산성 향상 및 에너지 절감형 건축기술" 전략프로젝트 기술개발을 통해 해외 모듈 주택 건축 구성 자재 및 설계기술 표준화 가능

"저비용 고효율 물공급시스템 건설기술" 전략프로젝트 기술개발을 통해 지진 해일 다발지역 관로 손상 예방 · 관리, 누수발생 · 인지 기반의 관로건설 · 시설관리 기술 표준화 가능

해외진출 기반으로서, 건설교통 R&D기술협력을 위한 글로벌 네트워크 및 정보체계 구축

국제 공동연구·기술협력 기반 확보 및 건설기술 R&D 글로벌 네트워크 강화

권역별 국가별 기술협력을 위한 거점 R&D 센터 구축

고도화된 정보 · 지식기반을 구축, 지역별 · 국가별 시장/기준/규제/자재 정보 종합 DB 및 모니터링 시스템 구축을 통한 정보의 원활한 제공

3. 정책적 기대효과

해외건설정책 비전인 「해외건설 5대 강국 진입」 달성 기반 구축

해외 건설시장 진출을 위한 기술정책의 마스터플랜 마련

국내 기업 해외시장 진출 활성화 주도

국가차원의 기술 및 전략 시장 '선택 및 집중'을 위한 기반 마련

대 · 중소기업 해외건설 동반진출 생태계 조성 기여 및 중소 · 중견기업의 해외사업 역량 강화

현지 해외건설 관련 DB를 구성하고 공유할 수 있는 '기업 활용 정보·네트워크 플랫폼' 구축

리스크 관리 체계 구축을 통한 중소·중견기업의 적극적인 해외진출을 유도하고, 중소・중견업체의 전문공종별 기술역량 확보

중소・중견업체가 개별적으로 추진하기 어려운 R&D 국제협력 및 현지 정보 네트워크 구축 지원

건설교통 R&D의 결과물의 해외진출 연계 교두보 마련

해외진출이 미진한 기존 연구개발 수행 과제의 최적화 · 실용화 개발을 통해 R&D 성과의 해외 적용성 제고

추진과제 연관 산업분야의 동반성장 기반 마련

그린에너지, 도시계획 등 미래유망기술선점, 녹색기술확보, 저개발국/신흥국 기술적용으로 국격 제고

IT・SW 융합형 건설기술, 스마트 인프라, 대규모 태양광 등 그린에너지 기술확보를 통한 건설기술 선도국가 이미지 구축

[별첨]

[별첨 1] 사업관련 법령 및 정책계획

[별첨 2] 유망국가 선정 참고자료

[별첨 3] 기술수요조사

[별첨 4] 유망사업아이템-기술수요조사 결과 Matching 결과

[별첨 5] 전략프로젝트별 Working Group 회의 일지

[별첨 6] 기업체 사업 참여의향 확인서

[별첨 1] 사업관련 법령 및 정책 계획

(1) 사업관련 법령

「건설기술관리법」 제16조(공동연구・개발등)

「건설기술관리법」 제16조(공동연구・개발등)에서의 본 사업 관련 내용

제 16조 (공동연구·개발 등) ① 국토교통부장관은 건설기술의 연구・개발과 관련된 공공기관・법인・단체・대학(이들의 부설연구소 등을 포함한다. 이하 이 조에서 "건설기술연구기관"이라 한다)의 **인력・자금・시험시설 및 기술정보의 효율적 활용과 선진건설기술 획득을 촉진하기 위하여 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 건설기술연구・개발계획을 수립**하고, 이에 따라 **공동연구를 추진할 수 있게 하거나 연구・개발을 지원**할 수 있다.

제16조의 2 (건설기술 연구・개발사업) ① 국토교통부장관은 기본계획을 효율적으로 추진하기 위하여 대통령령으로 정하는 기관 또는 단체와 협약을 체결하여 **건설기술의 발전에 필요한 건설기술 연구・개발사업을 실시**할 수 있다.

제16조의 7 (국제교류 및 협력) 국토교통부장관은 건설기술 개발의 국제협력 및 해외진출을 촉진하기 위하여 필요한 경우에는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업을 추진할 수 있다.

1. **건설기술 개발의 국제협력을 위한 조사・연구**
2. **건설기술 개발을 위한 인력・정보의 국제교류**
3. 외국의 대학・연구기관 및 단체와 **건설기술의 공동개발**
4. **개발된 건설기술을 이용한 해외시장의 개척**
5. 그 밖에 건설기술 개발을 위한 국제교류・협력을 촉진하기 위하여 국토교통부령으로 정하는 사항

「해외건설 촉진법」 제16조(우수 해외건설업자 지정 등), 제18조(기술개발)

[「해외건설 촉진법」 제16조(우수 해외건설업자 지정 등), 제18조(기술개발)에서의 본 사업 관련 내용

제 16조 (우수 해외건설업자 지정 등) ① 국토교통부장관은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 해외건설업자를 우수 해외건설업자(이하 "우수업자"라 한다)로 지정할 수 있다.

1. 해외시장을 개척하거나 해외건설 수주 실적 등이 우수한 해외건설업자
2. 해외시장에 진출하려는 우수 중소건설업자

② 국토교통부장관은 새로운 해외건설시장의 개척이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 시장을 지정하여 해외건설업자로 하여금 개척하도록 권고할 수 있다.

③ 우수업자의 선정 기준 및 절차 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

④ 우수업자 또는 제2항에 따라 새**로운 해외건설시장을 개척하는 해외건설업자에게는 필요한 지원을 할 수 있다.**

제 18조 (공동연구·개발 등) ① 국토교통부장관은 대통령령으로 정하는 바에 따라 **일정 금액 이상의 해외공사를 수주한 해외건설업자에게 그 수주액의 일부를 건설기술의 선진화를 위한 기술개발에 투자하도록 권고**할 수 있다.

② 제1항에 따라 기술개발에 투자하는 해외건설업자에게는 제16조제4항에 준하여 지원할 수 있다.

(2) 사업관련 정책 계획

해외건설 지원 종합대책

「해외건설 지원 종합대책」의 주요지원대책

5대 추진분야	필요성 및 주요내용
1. 자원개발 + 인프라건설 패키지 딜	▪ 민관 공동으로 **2조원 규모**의 **'글로벌 인프라 펀드'**를 **조성**하여 **「자원개발+인프라 건설 패키지딜」 진출을 뒷받침함**
2. 중소기업 종합 대책 마련	▪ 주요 진출국가에 관한 **리스크, 조세, 투자제약** 등에 대한 정보를 **종합적으로 제공**하는 **시스템** 마련 및 **컨설팅 확대** ▪ **산업기능 요원** 및 **전문연구요원**을 활용범위를 확대하고 산학 합동으로 **연간 700명 규모**의 **해외건설 전문인력을 양성** ▪ 수출입은행의 **대외채무 보증**제도 도입, 수출보험공사의 **이행보증 확대** 등 중소기업에 대한 **금융 지원을 확대**
3. 해외건설산업 고부가가치화	▪ **해외건설산업의 고부부가치화**를 위해 **플랜트 분야 R&D** 및 초장대 교량, 초고층 빌딩, U-City 등 **미래형 해외건설 상품 개발을 위한 R&D 지원을 확대**

자료) 해외건설 지원 종합대책 보도자료

해외건설진흥계획

「해외건설진흥계획」의 5대 추진분야 및 주요내용

5대 추진분야	필요성 및 주요내용
1. 기업의 수주 경쟁력 강화	▪ 해외 건설시장에서 성장 발전하기 위해 해외건설에서의 '수주경쟁력'을 강화가 필요 - 중국 등 후발주자의 추격을 뿌리치고, 선지 해외건설 강국으로 진입하기 위해서는 원천기술 개발 등 고부가가치 영역의 경쟁력을 제고하는 것이 중요함
2. 해외건설지원 체제 강화	▪ 해외건설의 안정적 성장을 통해 선진 해외건설강국으로 진입하기 위한 지원체계 강화 필요 - 해외건설산업 발전을 위해 발생하는 여러 가지 비용과 함께 민간에서 수행하기 어려운 영역을 정부가 수행함으로써 효과 및 효율성을 제고
3. 해외건설 관리 체계의 선진화	▪ 해외건설의 가격 및 리스크관리를 통한 수익성을 공고히 하기 위해서는 해외건설 관리체계를 보다 선진화할 필요가 있음 - 우리업체간의 과당경쟁을 지양하고 품질 및 기술 중심의 경쟁을 유도 - 신규진출 시장의 경우, 선택과 집중을 통한 지역 및 공종특화를 추구 - 해외인력 정보에 대한 공동운영 풀 구축을 통해, 진출지역 및 국가단위로 공동인력의 활용이 가능하도록 인력관리체계를 개선 - 해외건설공사의 리스크관리를 통한 수익성 확보를 위해 리스크관리시스템을 더욱 발전 정비하는 등 해외진출업체의 시장진출에 따른 리스크를 체계적으로 관리
4. 해외건설 수주 기반 확대	▪ 해외건설 수주가 지속적으로 가증하도록 신시장개척, 건설외교의 확대, 중소건설업체의 해외진출활성화, 해외신상품의 개발 등 향후 수준기반을 확충할 필요성이 증가 - 대기업 중심의 해외진출과 더불어, 중소건설업체의 특화영역에서의 진출기반을 강화하고, 대-중소건설업체간 공동진 출을 적극모색 - 플랜트, 토목, 건축분야의 유망미래기술이 접목된 신상품을 개발하여, 해외시장에서의 경쟁력 우위를 확보
5. 해외건설산업의 부가가치 제고	▪ 해외건설 고부가가치화를 위해서 향후 유망성장동력분야(해외신도시 진출, 그린에너지, 환경플랜트 등)의 진출을 활성화하여 신성장동력 기반을 확충하고 비교적 고부가가치 영역인 플랜트 분야의 기술개발과 기자재 공급기반 강화 등을 통한 부가가치 창출이 요구됨 ▪ 설계-엔지니어링분야의 핵심기술과 이를 바탕으로 한 CM/PM분야 등 소프트한 관리기술의 향상이 요구됨

자료) 해외건설 진흥계획 수립연구, 해외건설협회, 국토해양부, 2009

「해외건설 현황 및 활성화 방안」

「해외건설 현황 및 활성화 방안」의 중점추진분야 및 주요내용

5대 추진분야	필요성 및 주요내용
1. 신시장·신상품개발	▪ 해외도시개발 등 축적된 경험을 활용하여 고수익을 창출할 수 있는 투자개발형사업 확대 - 한국의 신도시 개발경험을 기반으로 해외도시개발 참여 및 ITS, GIS 등 첨단기술 연계 수출 - KTX의 운영경험을 바탕으로 브라질 고속철도, 리비아 메트로사업 진출 추진 ▪ 대규모 프로젝트 수주를 위해 정부 주도의 중동/아프리카 국가와 선제적·포괄적 패키지 사업 추진 ▪ 기본설계, 친환경플랜트 등 핵심기술 확보를 위한 전략적 R&D 추진
2. 수주지원 역량강화	▪ UAE 원전과 같은 프로젝트 수주를 위해 관계기관 협의체 운영 ▪ 해외건설인력 수요조사를 통한 맞춤형 인재육성, 기본설계분야 등 전문인력 양성 ▪ 대규모 투자개발형 사업 지원을 위한 펀드 조성 및 다양한 금융기법을 활용 ▪ 외국공무원 초청연수 전문 프로그램 운영 및 해외 인적자원 DB(인력지도) 구축
3. 국산 기자재활용을 통한 외화가득률 제고	▪ 국산기자재 사용률 제고를 위해 기자재업체의 해외벤더등록 지원사업 강화 - 국내 EPC업체와 기자재업체간 해외동반진출 지원을 위해 대기업의 협력업체 벤더 등록 지원 모범사례 확산 추진

해외건설관련 정책 및 주요내용

해외건설관련 정책 및 주요내용

부처	정책 명	주요내용	비고
범부처	해외건설지원 종합대책 ('08)	▪ 해외시장 다변화를 위한 자원개발 인프라 패키지 진출 지원, 국내 건설 경험의 해외전수를 위한 홍보, 중점국 진출지원을 위한 자금을 지원 ▪ 중소기업 진출 지원을 위한 정보제공/컨설팅 서비스 제공/인력양성/금융지원을 포괄 ▪ 고부가가치화를 위한 플랜트 기술/미래형 기술 투자확대 및 국산기자재 사용확대 추진	▪ 사업모델제시 ▪ 미래기술개발 ▪ 홍보/마케팅 ▪ 중소기업대상 정보/컨설팅 ▪ 기자재국산화 ▪ 인력양성 ▪ 금융지원
	해외건설 현황 및 활성화 방안 ('10)	▪ 신시장 신상품 개발의 일환으로 투자개발형 사업 확대, 패키지형 전략 활용, 신시장 개척활동 강화, 전략적 R&D를 추진 ▪ 수주지원 역량 강화의 일환으로 정부수주지원 역량결집, 전문인력 집중육성, 금융지원 강화, 국외 인적 네트워크 강화를 추진 ▪ 외화가득률 향상을 위한 국산 기자재 활용률을 제고하고자 함	▪ 사업모델제시 ▪ 전략기술개발 ▪ 기자재국산화 ▪ 인력양성 ▪ 네트워크 구축 ▪ 금융지원
국토부	제1차 해외건설 진흥계획 ('04)	▪ 기업경쟁력 제고 관점에서 건설산업제도 개선, 중소/엔지니어링사 수주역량 제고, 플랜트 경쟁력 제고, Risk관리시스템 구축추진 ▪ 해외건설지원 및 수주지원기반 구축을 위한 금융지원 및 외교강화 ▪ 해외건설관리 선진화를 목적으로 정보/교육/Risk관리 선진화 추진	▪ 제도개선 ▪ 중소/ENG.지원 ▪ Risk Mgmt. ▪ 정보확보 ▪ 인력양성 ▪ 금융지원
	제2차 해외건설 진흥계획 ('10)	▪ 기업수주확대를 위한 정부/민간공동진출, 투자개발형사업 참여활성화 추진 ▪ 해외건설지원 및 수주기반 구축을 위한 정책개발/정보네트워크강화 ▪ 해외건설부가가치제고를 목적으로 현지화, 녹색시장진출 활성화, 한국형 도시개발 모델 진출확대 지원, CM 진출 지원 ▪ 해외건설관리 선진화를 목적으로 과당경쟁방지를 위한 민간자율 조정체계 확립	▪ 사업모델제시 ▪ 정책개발 ▪ 네트워크구축 ▪ 현지화 ▪ CM지원 ▪ 기업간 협력
	제5차 건설산업 진흥기본계획 (안) ('12)	▪ 전략국가선정, 법/제도연구, 기획/금융, F/S 역량강화를 포괄하는 전방위적 건설 엔지니어링 진출역량강화를 추진	▪ 전략국가선정(ENG.) ▪ F/S(ENG.) ▪ 사업기획(ENG.) ▪ 법/제도개선(ENG.)

해외건설 현황 및 활성화 방안

「해외건설 현황 및 활성화 방안」의 중점추진분야 및 주요내용

7개 세부사업	주요내용
1. 해외시장조사 및 프로젝트 발굴지원 사업	▪ 해외 유망국가 현지조사를 통해 신재생에너지 현황을 조사하고 잠재 프로젝트를 발굴하여 해외진출 유망 지역 및 프로젝트 선정을 지원하는 사업 ▪ 특히 ODA[192] 지원사업과 연계하기 위하여, ODA 협력국가를 대상으로 적극적으로 시장조사 및 프로젝트 발굴을 지원축적된 경험을 활용하여 고수익을 창출할 수 있는 투자개발형사업 확대
2. 해외인증 획득지원	▪ 해외인증 획득지원" 사업은 업체가 태양광모듈, 풍력부품·시스템 등을 수출할 경우 수출지역마다 상이한 해외인증마크(UL, TÜV 등)가 필요하며 이러한 해외인증마크 취득을 위해 필요한 고가의 시험·검사비를 지원
3. 해외시장개척 지원 사업	▪ 독일의 Intersolar展 등 해외 유명전시회 참가, 해외시장개척단 파견, 해외바이어초청 등 기업의 해외마케팅 사업을 지원
4. 해외연수/교육 사업	▪ 수출유망국의 정책, 기술을 습득하고 수출대상(기관, 기업)과 네트워크를 구축하는 전문인력을 양성하기 위해 업계 및 관련기관에 종사하는 전문가를 대상으로 함
5. 신재생에너지특화 국제전시회 개최	▪ 신재생에너지에 특화된 대규모 국제전시회를 국내에 개최하여 신재생에너지업계의 수출산업화를 지원
6. 신재생에너지 해외진출지원센터	▪ 중소·중견기업이 취약한 수출금융, 수출업무절차, 해외시장정보 등과 관련하여 종합적인 자문·지원 창구 역할 수행
7. 예비타당성조사 (Feasibility Study) 사업	▪ 수주가능성이 높은 신재생에너지 해외 프로젝트 개발을 적극 지원하고, 해외 프로젝트 개발 리스크를 최소화하기 위해 기업의 해외 프로젝트에 대한 예비타당성조사(Feasibility Study) 지원

192) Official Development Assistance(공적개발원조)

[별첨2] 유망국가 선정 참고자료

페루				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	574백만 달러	
		최근 5년 수주액	574백만 달러	
		'12년 수주액	1백만 달러	
		진출 수요조사 결과	0.4%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	150억 달러	성장률 4.7%
		인구 (백만명)	29	
		국내총생산 (GDP)	1,734억 달러	
		경제성장률	5.9%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	445억 달러	
		자원보유	금, 은, 구리, 아연, 원유, 천연가스 등	
		ODA 지원규모 (백만달러)	4.5	
		외환보유고 (백만달러)	426	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체의 경쟁력이 우리업체보다 미약	
		경쟁국 업체 대비	유럽업체 대비 경쟁력 떨어짐	
		우리 업체 간 경쟁	우리업체 진출이 활발, 경쟁은 미약	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모		
		협력수요	교통 및 에너지 인프라 위주 투자 요망	
		외교관계	여행단계 해당없음 (1963. 4. 1 수교)	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획	있음 (향후 18년간 약 300여개의 대규모 인프라 프로젝트 추진 예정)	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	다수의 수력발전소, 발전소 건설 예정	
		개발경험 공유가능성	유럽의 영향력이 큼	
		발주처 신뢰도		
		행정투명성	세계 80위	
	대외개방성	시장개방성	높음	
		자국기업보호제도	낮음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	안정적인 식수확보 및 지속가능 발전 위해 해수담수화 사업을 우선과제로 추진 중	
		수자원	국영 수처리 업체가 주별로 소규모 추진	
		상하수도	국영 수처리 업체가 주별로 소규모 추진	
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발	서민주택 사업 추진	
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	양허사업 추진	
		철도	105억 달러 규모 브라질-페루 철도사업 추진	
		항만	70억 달러 규모 Tacna 항만 건설 예정	
		공항	Cuzco 등 다수의 공항개발 양허사업 추진	
	그린에너지	신재생	대부분 개발 초기단계	
		원전	없음	
		수력	다수의 수력발전소 건설 추진중	
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트	국영석유회사(Petroperu)가 10억 달러 규모대형 석유화학공업단지 건설 추진 중	

		세일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	스페인어권 중남미 국가들과 접근성 높음	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	없음	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

브라질				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	5,000백만 달러	
		최근 5년 수주액	4,845백만 달러	
		'12년 수주액	198백만 달러	
		진출 수요조사 결과	2.3%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	1229억 달러	성장률 8.5%
		인구 (백만명)	191	
		국내총생산 (GDP)	25,390억 달러	
		경제성장률	1.4%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	8,226억 달러	
		자원보유	철광석, 임산자원, 보크사이트, 석유 등	
		ODA 지원규모 (백만달러)	3.4	
		외환보유고 (백만달러)	3,554	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체 경쟁력이 우리보다 일부 우수	
		경쟁국 업체 대비	유럽 업체 대비 경쟁력 떨어짐, 중국 업체 대비 가격 경쟁력 떨어짐	
		우리 업체 간 경쟁	우리 업체 진출 활발, 경쟁은 미약함	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모		
		협력수요	첨단산업 위주 투자 요망	
		외교관계	여행유의 일부 (1959. 10. 31 수교)	
		국가개발계획	있음 (PAC-II)	
		인프라투자계획	있음 (PAC-II)	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	원전 및 수력발전소 추진	
		개발경험 공유가능성	유럽 및 중국의 영향력이 큼	
		발주처 신뢰도		
		행정투명성	세계 73위	
	대외개방성	시장개방성	중간	
		자국기업보호제도	높음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트		
		수자원	국영 수처리 업체가 주별로 소규모 추진	
		상하수도	국영 수처리 업체가 주별로 소규모 추진	
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발		
		전후복구		
	주택		781억 달러 규모 주택 200만 세대 건설	
	교통인프라	도로	양허사업 추진	
		철도	150억 달러 규모 철도사업 추진	
		항만	'23년까지 항만 물동량 12억 톤 증대 계획	
		공항	향후 20년 동안 140~190억 달러 투자	
	그린에너지	신재생	3MW 태양광 발전소, 에탄올 발전소 추진	
		원전	59억 달러 규모 1,400MW급 원자력 발전소 추진	
		수력	발전용량 증설 10개년 계획('08~'17) 추진 중으로 수력발전소 프로젝트 다수 (170억 달러 규모 Belo Monte 수력발전소 건설 중)	
		풍력	풍력발전 단지 추진	
	플랜트	석유/가스플랜트	석유 및 가스 개발사업, 석유 화학시설 플랜트 투자가 대폭 증대 예상	500억 배럴 유전 발견

		세일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	포루투갈어권으로, 대부분 스페인어권인 타 중남미국가와는 다소 이질적	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	법인 : 9개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

콜롬비아				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	527백만 달러	
		최근 5년 수주액	506백만 달러	
		'12년 수주액	506백만 달러	
		진출 수요조사 결과	1.2%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	243억 달러	성장률 4.6%
		인구 (백만명)	46	
		국내총생산 (GDP)	2,880억 달러	
		경제성장률	3.1%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	732억 달러	
		자원보유	석탄, 석유, 천연가스 등	
		ODA 지원규모 (백만달러)	10.7	
		외환보유고 (백만달러)	278	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체의 경쟁력 우수, 우리 업체와 비슷	
		경쟁국 업체 대비	유럽 및 미국 업체가 시장 주도	
		우리 업체 간 경쟁	우리 업체 간 경쟁은 심하지 않음	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모		
		협력수요	한국을 발전 모델로 삼고, 협력증대 희망	FTA 체결
		외교관계	여행유의, 자제 및 제한국 (1962. 3. 10 수교)	
		국가개발계획	있음 (PND)	
		인프라투자계획	있음 (PND)	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	정유공장 건설 및 송유관설치, 항만건설 등	
		개발경험 공유가능성	도시개발 및 도로망 개선 노하우 전수	
		발주처 신뢰도	상	
		행정투명성	세계 80위	
	대외개방성	시장개방성	높음	
		자국기업보호제도	중간	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	보고타강 정화 및 침수예방 사업	
		수자원	하수처리장 공사 및 증설 사업	
		상하수도		
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발		
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	라 몬타냐 산악고속도로 건설 ('18년까지)	
		철도	Carare 철도 프로젝트 (12억 달러 규모)	
		항만	항만확장 기본원칙 수립 (18억 달러 투자)	
		공항	20억 달러 규모 공항 신축 및 증설 ('20년까지)	
	그린에너지	신재생	10년 내 바이오 연료 플랜트 20기 건설 추진 ('20년까지 바이오 연료 20% 사용 의무화)	
		원전	수력발전소 3기 건설예정 ('15년까지)	
		수력		
		풍력	200MW 풍력발전소 건설 추진	
	플랜트	석유/가스플랜트	석유 매장량 대비 생산인프라 열악, 정제 부문에 대한 투자 지속 증가 전망 (석유청 주관 하 탐사 및 생산계약 체결 시,	

			특정구역 석유 탐사, 생산 30년간 독점가능)	
		셰일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	접근성 높으며, 스페인어 사용	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	법인 : 1개, 지사 : 1개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

칠레				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	4,685백만 달러	
		최근 5년 수주액	4,235백만 달러	
		'12년 수주액	1,604백만 달러	
		진출 수요조사 결과		
	시장규모	'12년 건설시장 규모	215억 달러	
		인구 (백만명)	17	
		국내총생산 (GDP)	2,409억 달러	
		경제성장률	5.7%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	457억 달러	
		자원보유	동, 철광석, 몰리브덴 등	
		ODA 지원규모 (백만달러)	0.8	
		외환보유고 (백만달러)	374	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체 경쟁력이 우리 업체보다 미약	
		경쟁국 업체 대비	유럽 업체 대비 경쟁력 떨어짐	
		우리 업체 간 경쟁	우리 업체 진출 활발, 경쟁은 미약함	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모		
		협력수요	에너지 인프라 위주 투자 요망	
		외교관계	여행단계 해당없음 (1962. 6. 12 수교)	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	다수의 교통 및 에너지 인프라 사업 추진	
		개발경험 공유가능성	유럽의 영향력이 큼	
		발주처 신뢰도		
		행정투명성	세계 22위	
	대외개방성	시장개방성	높음	
		자국기업보호제도	낮음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트		
		수자원	국영 수처리 업체가 주별로 소규모 추진	
		상하수도	국영 수처리 업체가 주별로 소규모 추진	
	도시개발	신도시건설	관광업 성장을 위한 호텔 건설 추진	
		도시재개발		
		전후복구		
	주택		주택 30만호 건설 추진	
	교통인프라	도로	고속도로 사업 다수	
		철도	30억 달러 규모 안데스 철도터널 사업 추진	
		항만	'20년까지 6~10억 달러 투자 수요	
		공항	다수의 공항 양허사업 추진	
	그린에너지	신재생	에너지원 다변화 위해 신재생에너지 개발 적극 장려 (LNG, 지열, 풍력, 수력 등)	
		원전		
		수력	40억 달러 규모 Aysen 수력발전소 건설 추진	
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트	아르헨티나의 천연가스 공급에 종속되는 것을 막기 위해 LNG터미널 추가 건설 추진	
		셰일가스		
거점	주변국	주변국과의 지리, 언어,	스페인어권으로 대부분 스페인어권인	

국가 가능성	접근성	문화적 접근성	중남미 국가들과 높은 접근성 보유	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	지사 : 1개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

리비아				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	15,168백만 달러	
		최근 5년 수주액	6,826백만 달러	
		'12년 수주액	3백만 달러	
		진출 수요조사 결과	3.5%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	7억 달러	
		인구 (백만명)	6.6	
		국내총생산 (GDP)	792억 달러	
		경제성장률	-41.8%	내전 사태
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)		
		자원보유	매장량 기준 석유 9위, 가스 23위	
		ODA 지원규모 (백만달러)		
		외환보유고 (백만달러)	99,839	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체보다 우리업체 기술력 월등	
		경쟁국 업체 대비	고부가가치 사업부문에 높은 기술력 보유	
		우리 업체 간 경쟁	우리 업체 시공사 진출 포화로 경쟁 심화	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	308억불	
		협력수요	우리 건설업체들 선전, 신뢰도 높음	
		외교관계	정부대표단 방문, 재건사업 진출 관심	
		국가개발계획		
		인프라투자계획		
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부		
		개발경험 공유가능성	내전으로 파괴된 인프라 복구 사업 증대	
		발주처 신뢰도	중	
		행정투명성	사업수주 여부에 유력인사 영향력 큼	
	대외개방성	시장개방성	하	
		자국기업보호제도	없음 (현지인 고용의무 30~50%)	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	미수라타, 서트 담수 플랜트 추진 (3억 달러)	
		수자원		
		상하수도		
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발		
		전후복구	대다수 도시와 주요도로 보수공사 진행	
	주택			
	교통인프라	도로		
		철도	트리폴리, 벵가지 도시철도 계획 중	
		항만	서트(Sirte) 대규모 항만 건설 계획	
		공항	트리폴리 국제공항(8억 달러), 세바 국제공항 (14억 달러), 벵가지 국제공항 확장공사 추진	
	그린에너지	신재생	'20년까지 전력 10%를 태양광, 풍력 등 재생 에너지로 충당 계획 (2020 국가 재생에너지 계획)	정권교체로 추진 불확실
		원전		
		수력		
		풍력		

	플랜트	석유/가스플랜트	다수의 LNG플랜트 프로젝트 추진 중	
		셰일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	이슬람 국가, 지중해 연안 위치	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	지사 9개, 법인 8개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

알제리				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	8,839백만 달러	
		최근 5년 수주액	8,758백만 달러	
		'12년 수주액	2,758백만 달러	
		진출 수요조사 결과	1.2%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	183억 달러	
		인구 (백만명)	35	
		국내총생산 (GDP)	1,515억 달러	
		경제성장률	2.6%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)		
		자원보유	매장량 기준 석유 16위, 가스 10위	
		ODA 지원규모 (백만달러)		
		외환보유고 (백만달러)	162,915	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체보다 우리업체 기술력 월등	
		경쟁국 업체 대비	플랜트 등 고부가가치 분야 경쟁력 높음	
		우리 업체 간 경쟁	건설 엔지니어링 업체 진출 포화로 경쟁심화	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	400억 달러	
		협력수요		
		외교관계	안정적인 외교관계	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	수자원 분야 150~160억 달러 투자	
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	중	
		행정투명성	사회주의 체제 존속 및 관료주의 심함, 개헌 등 정치 상황에 따른 정국 불안정	
	대외개방성	시장개방성	상	
		자국기업보호제도	있음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	19개 댐, 해수화담수화 시설, 64개 하수처리장 신설 등에 150~160억 달러 투자	경제개발 5개년 계획
		수자원	심각한 물 부족 및 지역간 수자원 불균형 문제	
		상하수도		
	도시개발	신도시건설	저탄소도시 개발 중 (부그줄 신도시)	
		도시재개발		
		전후복구		
	주택		주택 2백만 호 건설 계획	
	교통인프라	도로	알제 제2차 순환도로 (8억 달러)	
		철도	철도부문 투자 강화, 모스타가넴시 트램 계획	
		항만	테니스(Tenes)에 신항만 건설 추진	
		공항	알제 국제공항 신규터미널 건설 ('18년까지)	
	그린에너지	신재생		
		원전		
		수력	Athmania Wadi 댐 건설 추진	
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트		

		세일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	이슬람국가임, 지중해연안 위치	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	지사 : 10개, 법인 : 8개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

나이지리아				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	8,757백만 달러	
		최근 5년 수주액	3,826백만 달러	
		'12년 수주액	754백만 달러	
		진출 수요조사 결과		
	시장규모	'12년 건설시장 규모	34억 달러	
		인구 (백만명)	158	
		국내총생산 (GDP)	1,937억 달러	
		경제성장률	7.0%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	206억 달러	
		자원보유	석유, 천연가스 등	
		ODA 지원규모 (백만달러)	18.6	
		외환보유고 (백만달러)	495	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체 경쟁력 우리 업체보다 미약	
		경쟁국 업체 대비	유럽 업체 대비 경쟁력 떨어짐, 중국 업체 대비 가격 경쟁력 떨어짐	
		우리 업체 간 경쟁	우리 업체 진출해 있으나, 경쟁 미약	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모		
		협력수요	해운협정('90년), 투자보장협정('99년)	
		외교관계	여행 유의 및 제한국 (1980. 2. 22. 수교)	
		국가개발계획		
		인프라투자계획		
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부		
		개발경험 공유가능성	유럽의 영향력이 큼	
		발주처 신뢰도		
		행정투명성	세계 143위	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도		
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트		
		수자원		
		상하수도		
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발	경제 성장에 따라 건축시장 성장 지속	
		전후복구		
	주택		주택 1,040만 호 건설 계획 ('12년~'20년)	
	교통인프라	도로	도로 확충 10개년 계획 (5,700km)	
		철도	신철도 개발 추진	
		항만		
		공항		
	그린에너지	신재생		
		원전		
		수력		
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트	LNG 플랜트 프로젝트 투자 활발	
		셰일가스		
거점 국가	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	영어 사용 가능	
	주변지역	우리기업 진출규모 및	법인 : 3개	

가능성	대표성	지역거점 소재여부		
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

남아프리카 공화국				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	8백만 달러	
		최근 5년 수주액	8백만 달러	
		'12년 수주액	8백만 달러	
		진출 수요조사 결과	1.5%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	360억 달러	
		인구 (백만명)	50	
		국내총생산 (GDP)	3,637억 달러	
		경제성장률	2.5%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	939억 달러	
		자원보유	금, 다이아몬드 등	
		ODA 지원규모 (백만달러)	13.7	
		외환보유고 (백만달러)	476	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체 경쟁력이 우리 업체보다 우수	
		경쟁국 업체 대비	유럽 업체 대비 경쟁력 떨어짐	
		우리 업체 간 경쟁	우리 업체 진출 미약함	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모		
		협력수요	원자력 평화적이용 협력협정 ('11년)	
		외교관계	여행 유의국 (1992. 12. 수교)	
		국가개발계획		
		인프라투자계획		
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	원전 6기 건설 계획	
		개발경험 공유가능성	유럽 및 자국기업 영향력이 큼	
		발주처 신뢰도		
		행정투명성	세계 64위	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도	흑인경제 육성정책	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트		
		수자원		
		상하수도		
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발	경기부양 위해 인프라, 호텔, 주택 등 확충 추진	
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로		
		철도		
		항만		
		공항		
	그린에너지	신재생		
		원전	원전 6기 건설 예정 ('30년까지 원자력 발전용량 9.3GW 계획)	
		수력		
		풍력	재생에너지 전력용량 1GW 개발 계획 (풍력 40%)	
	플랜트	석유/가스플랜트	이스턴 케이프 정유소 건설 사업 (90억 달러)	
		셰일가스	국영 석유/가스 회사(PetroSa)	1조㎥ 가스

			가스전 개발 10억 달러 투자 고려	매장 추정
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	영어 사용국, 정보 허브	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	3개 진출	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	△	

미국				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	3,517백만 달러	
		최근 5년 수주액	2,015백만 달러	
		'12년 수주액	19백만 달러	
		진출 수요조사 결과	0.4%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	8,156억 달러	성장률 4.8%
		인구 (백만명)	313	
		국내총생산 (GDP)	145,000억 달러	
		경제성장률	1.7%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	21,600억 달러	
		자원보유	원유 세계 13위, 천연가스 세계 5위 보유국	
		ODA 지원규모 (백만달러)	288	
		외환보유고 (백만달러)		
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체와의 경쟁력 비슷하나, 공종별 차이	
		경쟁국 업체 대비	유럽 업체 장기간 현지사업 실적 보유 및 뛰어난 기술력 보유로 경쟁 어려움	
		우리 업체 간 경쟁	진출 업체 미미	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	3,030억 달러	
		협력수요		
		외교관계	안정적 외교관계	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	고속철도, 교량, 도로 등 프로젝트 다수	
		개발경험 공유가능성	고속철도 등 현지 업체 경험이 미흡 분야	
		발주처 신뢰도	상	
		행정투명성	세계 24위	
	대외개방성	시장개방성	높음	
		자국기업보호제도	중간	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	Haverstraw 뉴욕 담수화 사업 ('15년까지)	
		수자원	물부족 대비하여 수도 정화사업 및 수자원 개발 사업 진행 ('25년까지, 150억 달러)	
		상하수도		
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발	Universal City Redelvelopment ('32년까지)	
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	하와이 도로 현대화 사업 ('15년까지)	
		철도	캘리포니아 고속철도 사업 ('20년까지)	
		항만	Middle Harbour Development ('19년까지)	
		공항	Dallas/Fort Worth 국제공항 ('17년까지)	
	그린에너지	신재생	Alta Wind I Project 예정 (1.4억 달러)	
		원전	조지아 Vogtle 원전 3,4기 예정 ('17년까지)	
		수력		
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트		
		세일가스	'35년까지 가스수요의 45% 충당 계획	세계 91%

				생산
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	중남미, 캐나다와 상호 접근용이	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	법인 : 58개, 지사 : 14개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	△	

터키				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	1,197백만 달러	
		최근 5년 수주액	989백만 달러	
		'12년 수주액	84백만 달러	
		진출 수요조사 결과	0.4%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	602억 달러	성장률 3.6%
		인구 (백만명)	78	
		국내총생산 (GDP)	7,433억 달러	
		경제성장률	1.4%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	1,590억 달러	
		자원보유	갈탄 세계 7위, 석유/가스 미미	
		ODA 지원규모 (백만달러)	95	
		외환보유고 (백만달러)	80,713	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	시공 부문은 가격경쟁력 열세	
		경쟁국 업체 대비	시공 및 기술능력은 대등하나 유럽 업체의 자금 및 설계 능력, 중국 업체의 중국정부지원 등에 열세	
		우리 업체 간 경쟁	단독경쟁보다 컨소시엄형태 경쟁 양상	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모		
		협력수요	정부의 한국 건설기업 선호도 높은 편	
		외교관계	한-터키 건설협력 포럼 등 협력논의 활발	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	고속철도, 고속도로(북말마라), 석유화학 등	
		개발경험 공유가능성	고속철도, 인프라, 석유화학 플랜트 분야 가능	
		발주처 신뢰도	중	
		행정투명성	중	
	대외개방성	시장개방성	상	
		자국기업보호제도	고급 엔지니어의 취업비자 취득은 어려움	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트		
		수자원		
		상하수도		
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발		
		전후복구	VAN지역 지진 이후 4억 달러 규모 도시 계획	
	주택		'23년까지 서민용 주택 50만호 건설	
	교통인프라	도로	'23년까지 36,500km 고속도로 구축 계획	
		철도	'23년까지 고속철도 계획 (450억 달러) '20년까지 선로, 역사 개선 계획 (88억 달러)	
		항만	이즈미르, 찬다라, 메르신 항만공사 추진	
		공항	이스탄불 인근 제3 국제공항 건설 예정	
	그린에너지	신재생	'23년까지 재생에너지 비율 30%까지 증대 계획	
		원전	'20년까지 원자력발전 5,000MW 증대 계획	
		수력	'15년까지 78억 달러 투자 수력발전 확충	

		풍력	풍력발전 능력 20,000MW까지 확충 예정	
	플랜트	석유/가스플랜트		
		셰일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	지리적(중동,CIS), 문화/언어적(CIS), 종교적(중동) 거점	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	법인 : 1개, 지사 : 1개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

베트남				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	18,049백만 달러	
		최근 5년 수주액	14,420백만 달러	
		'12년 수주액	3,417백만 달러	
		진출 수요조사 결과	11.2%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	104억 달러	
		인구 (백만명)	90.5	
		국내총생산 (GDP)	1,036억 달러	
		경제성장률	4.89%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	355억 달러	
		자원보유	석탄, 석유, 철광석	
		ODA 지원규모 (백만달러)	8,000	
		외환보유고 (백만달러)	13,500	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체의 경쟁력이 우리업체보다 미약	
		경쟁국 업체 대비	중국, 일본 등의 견제로 가격 경쟁력 약화	
		우리 업체 간 경쟁	우리업체 진출 포화로 경쟁격화	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모		
		협력수요	자체재원 부족으로 투자개발형 선호	
		외교관계	전략적동반자 관계으로 격상	2009년
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	총 300억불 규모의 원전 14기 건설추진	2014년
		개발경험 공유가능성	도시개발 확장으로 신도시개발 노하우 전수 가능	
		발주처 신뢰도	중	
		행정투명성	공무원 뇌물, 비리가 많음	
	대외개방성	시장개방성	높음	
		자국기업보호제도	낮음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	-	
		수자원	-	
		상하수도	도시상수도, 농촌지역 상수도 공급계획 추진	
	도시개발	신도시건설	하노이, 나베, 북안카잉 신도시 건설 추진	
		도시재개발	대도시 지역 재개발 계획 있음	
		전후복구	-	
	주택			
	교통인프라	도로	2,381km에 달하는 24개 고속도로건설 계획	
		철도	2020년까지 총수송인원과 수송물동량의 13% 및 14%담당 계획 추진	
		항만	물동량 5~21억톤으로 순차적 증설 추진	'15년~'20년
		공항	동남아3위 수준의 항공대국진입계획 수립	'20년까지
	그린에너지	신재생	전력개발계획2015 수립하여 연구 진행 중	
		원전	원전 14기 건설 예정(2030년까지)	
		수력	전력발전 마스터플랜VII 발표(14,370MW확충)	
		풍력	-	
	플랜트	석유/가스플랜트	'20년까지 48조8천억불 투자계획 수립	

		세일가스	-	
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	인도차이나 반도에 위치하여 접근성 용이	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	법인 122, 지사 20	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	가능	

인도네시아				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	6,810백만 달러	
		최근 5년 수주액	4,694백만 달러	
		'12년 수주액	1,710백만 달러	
		진출 수요조사 결과	6.5%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	994억 달러	
		인구 (백만명)	240	
		국내총생산 (GDP)	7,066억 달러	
		경제성장률	6.1%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	12억 달러	
		자원보유	석유생산량 23위, 가스생산량 12위	
		ODA 지원규모 (백만달러)	102	
		외환보유고 (백만달러)	89,970	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	토건 및 플랜트 부문 경쟁력 우위	현지 업체 경쟁력추격
		경쟁국 업체 대비	미국, 유럽, 일본 등과 경쟁구도 형성	
		우리 업체 간 경쟁	경쟁 심화 추세	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	토목사업 17건, PPP사업 16건, 발전소확충	총 523억불
		협력수요	제철소건설, 자동차수출 등으로 선호도 상승	
		외교관계	-우리나라 제10위 교역국	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	'11~'25경제개발계획을 추진중	198억 달러 규모
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	중	
		행정투명성	투명한 편이나, 투자자들의 신뢰를 얻지는 못하였음	
	대외개방성	시장개방성	보통(현지 합작건설사업 진행필수)	
		자국기업보호제도	보통	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트		
		수자원	Bantan 저수지 건설계획 추진중	
		상하수도	2억불규모의 건설계획 추진중 (PPP)	
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발		
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	10억불(PPP)3건, 순다대교 건설계획 추진중	280억불
		철도	철도구축 프로젝트에 343억달러 투자예정	25건
		항만	92개 프로젝트에 약 124억 달러 투자 예정	
		공항	총31억불, 3건	
	그린에너지	신재생	165MW 지열발전 (5억불)	
		원전	25년까지 6GW (80억불)	
		수력	10억불,1건/2.9억불,1건(포스코엔)	
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트	'25년까지 100만 배럴로 확대할 계획	

		세일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	비영어권으로 접근성 보통임	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	대표성:상, 법인:27개, 지사:4개 누계수주:12위, 매년수주 증가추세	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

인도				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	11,040백만 달러	
		최근 5년 수주액	6,514백만 달러	
		'12년 수주액	759백만 달러	
		진출 수요조사 결과	3.5%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	3,035억 달러	
		인구 (백만명)	1,189	
		국내총생산 (GDP)	16,840억 달러	
		경제성장률	4.5%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	1,854억 달러	
		자원보유	원유생산량 24위, 가스 생산량 세계 18위	
		ODA 지원규모 (백만달러)	265,182	
		외환보유고 (백만달러)		
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	대형 프로젝트 수행 및 관리능력 부족	
		경쟁국 업체 대비	플랜트분야 우리업체 기술력 좋음	
		우리 업체 간 경쟁	일부 프로젝트 국한 경쟁심화	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	DMIC: 1,000억불규모, 인프라1조불 규모	
		협력수요	DMIC의 인프라부분, 우리 업체의 참여희망	철도부분
		외교관계	적극적인 외교관계	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	Tata, Mundra에 800MW 발전소 2개 건설	12억불규모
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	상	
		행정투명성	중 (공무원 뇌물, 입찰 발표 지연 등)	
	대외개방성	시장개방성	상 (외국기업 진출 적극 장려)	
		자국기업보호제도	낮음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	뭄바이 2.6억불 담수화플랜트 건설추진	
		수자원		
		상하수도	갠지스,타밀나두 등 약 20억불규모 상하수도 개발추진	
	도시개발	신도시건설	900억불규모DMIC건설(총7개도시)	
		도시재개발		
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	2016년까지1,200억불투자 계획 추진중	
		철도	800억불규모6개고속철도사업추진중	
		항만	6.5억불파라딥항만개발	
		공항	23억불Navi공항건설추진중	
	그린에너지	신재생	Gujarat주 500MW 태양광 발전단지 구축	
		원전	1,750억불규모 원전건설추진	
		수력	9,500MW 급수력발전소건설위해220억불 투자예정	
		풍력	12th Five-Year Plan(2012-17)투자계획	2.97조달러
	플랜트	석유/가스플랜트	초대형화력발전소 건설프로젝트에 투자계획	
		세일가스		

거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	중국, 일본등과 접근성 높음	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	지사: 6, 법인: 23	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	△	

카자흐스탄				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	8,306백만 달러	
		최근 5년 수주액	7,305백만 달러	
		'12년 수주액	4,161백만 달러	
		진출 수요조사 결과	2.7%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	128억 달러	
		인구 (백만명)	16	
		국내총생산 (GDP)	1,377억 달러	
		경제성장률	3.9%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	49억 달러	
		자원보유	석유 생산량 19위, 우라늄 생산량 1위	
		ODA 지원규모 (백만달러)	29,100	
		외환보유고 (백만달러)	58,900	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	플랜트부문 가격 및 기술 경쟁력 우위	
		경쟁국 업체 대비	플랜트 부문 경쟁력 유지	
		우리 업체 간 경쟁	토목부문 경쟁 심화	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	플랜트부문 400억불 예상	'15년까지
		협력수요	다양한 건설부문에 우리 기업 진출을 희망	
		외교관계	양국간 전략적 동반자 관계 수립	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	원자력발전소 및 석유 화학단지 조성사업	80~90억불
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	중	
		행정투명성	공무원 뇌물, 입찰 절차 등 불투명	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도	낮음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	13년까지Magistau담수화프로젝트(3,200만불) 완공예정	
		수자원	Balkhash화력발전소(4억)건설등 신규발전소건설 및 현대화사업 지속 추진중	
		상하수도	상하수도시스템구축지속추진	
	도시개발	신도시건설	G4City신도시개발프로젝트추진	
		도시재개발	아스타나수도	
		전후복구	서유럽-서중국 국제도로 건설 추진	110억불
	주택		카자흐스탄 주택 건설프로그램'을 승인	'2011~14년
	교통인프라	도로	16,000Km의 고속도로를 2020년까지 건설	
		철도	2020년까지 매년 약3억달러의 투자예정	
		항만	아티라우 항만개발사업계획 추진중	
		공항	'15년까지 알마티신공항사업 추진중	47억불
	그린에너지	신재생	풍력발전소 10개, 태양력발전소 5개 건설계획 추진중	
		원전	'21년까지 악타우 원자력발전소 건설 계획	
		수력	'14년까지 Chizh강에 수력발전소 건설	1억불
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트	'카자흐스탄전력산업현대화프로그램' 추진	

		세일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	중국, 터키, 중앙아시아와 접근성 높음	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	법인 : 35개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	△	

태국				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	8,559백만 달러	
		최근 5년 수주액	4,388백만 달러	
		'12년 수주액	1,163백만 달러	
		진출 수요조사 결과	2.3%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	230억 달러	
		인구 (백만명)	66.7	
		국내총생산 (GDP)	3,560억 달러	
		경제성장률	18.9%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	581억 달러	
		자원보유	원유 생산량 33위, 가스 생산량 26위	
		ODA 지원규모 (백만달러)	20	
		외환보유고 (백만달러)	165,656	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	플랜트부문 가격 및 기술 경쟁력 우위	
		경쟁국 업체 대비	플랜트부문 경쟁력 유지	
		우리 업체 간 경쟁	경쟁 미미	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	4백억불 규모 투자 추진	
		협력수요	홍수 복구 및 치수사업 지원등의 수요 있음	
		외교관계	전통적인 우호관계 유지	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	2,030년까지 원전건설 추진	
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	하	
		행정투명성	공무원 부패도 높음	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도	낮음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트		
		수자원	'10년 홍수복구프로젝트 발주예정(33억불) 및 치수시설강화사업(190억불) 추진중	
		상하수도		
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발		
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	ADB추진GMS개발계획(250억불)	
		철도	복선철도건설계획, MRT건설 추진중	총 530억불
		항만		
		공항	Suvarnabhumi 공항 확장공사 추진중	54억불
	그린에너지	신재생		
		원전	'10-30에너지개발계획(원전5기 상용화 추진)	
		수력		
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트		
		셰일가스		
거점	주변국	주변국과의 지리, 언어,	GMS국가와 접근성 높음	

국가 가능성	접근성	문화적 접근성		
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	법인 35, 지사 3	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

싱가포르				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	19,152백만 달러	
		최근 5년 수주액	13,185백만 달러	
		'12년 수주액	3,345백만 달러	
		진출 수요조사 결과	0.8%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	202억 달러	
		인구 (백만명)	5.1	
		국내총생산 (GDP)	2,227억 달러	
		경제성장률	1.5%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	2.1억 달러	
		자원보유		
		ODA 지원규모 (백만달러)		
		외환보유고 (백만달러)	223,890	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체의 경쟁력이 우리업체보다 미약	
		경쟁국 업체 대비	한국 기업체 가격경쟁력 약화 추세	
		우리 업체 간 경쟁	경쟁 미미	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	518억불규모의 주거시설 및 철도사업 투자	
		협력수요	프로젝트 완수 능력 및 책임감 선호	
		외교관계	ASEAN 회원국 중 제1위 교역국	
		국가개발계획	없음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	복합개발사업 및 해저터널(도로)공사추진	67억불규모
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	상	
		행정투명성	투명함. 비리는 없는 편임	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도	낮음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	'60년까지 4기 확충계획	
		수자원	15억불규모 수처리 및 저수지	
		상하수도		
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발		
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	총440억불 규모 MRT 노선 확장 ('21)	
		철도	총440억불 규모 MRT 노선 확장 ('21)	
		항만	3억불 규모 창이 제4공항	
		공항		
	그린에너지	신재생		
		원전	1,000MW급 원자력발전소 건설 계획	
		수력		
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트		
		세일가스		
거점 국가	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	공영어로 영어사용, 중화권국가와 성향 유사하여 접근성 높음	

가능성	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	대표성:상,법인:15개,지사:14개,누계수주:5위최근3년간매년15억불이상수주	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

사우디				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	66,438백만 달러	
		최근 5년 수주액	54,613백만 달러	
		'12년 수주액	16,167백만 달러	
		진출 수요조사 결과	6.5%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	524억 달러	
		인구 (백만명)	26.1	
		국내총생산 (GDP)	4,347억 달러	
		경제성장률	5.87%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	1,440억 달러	
		자원보유	매장량 기준 석유 1위, 가스 4위	
		ODA 지원규모 (백만달러)		
		외환보유고 (백만달러)	445,137	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	플랜트 부문 기술력 월등	
		경쟁국 업체 대비	우리업체 경쟁력 높음	
		우리 업체 간 경쟁	우리업체간 경쟁 심화(플랜트 부문)	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	국가개발계획 및 인프라 투자계획	7,850억불
		협력수요	우리업체 선호도 높은 편	
		외교관계	수교 50주년으로 우호관계 돈독	'12년기준
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	16기의 원자로 보유 계획(약 1천억불 규모) 및 대규모 철도 건설 추진 예정	'30년까지
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	상	
		행정투명성	높음	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도	보통	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	세계 제1위의 담수 생산국으로 대부분의 담수시설을 IWPP 형태로 추진	
		수자원	2024년까지 463억 달러를 투자할 계획	
		상하수도	'20년까지 수처리분야에 660억불 투자 예정	
	도시개발	신도시건설	500억달러 규모의 10개 신도시 개발을 추진	
		도시재개발	젯다, 리야드 등 인프라 개발 추진 지속	
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	Dhahran과 Salwa, Al Qulaiba와 Abu Ajram연결 프로젝트 등 검토 중	약 50억달러
		철도	경전철, GCC철도망 계획등을 추진중	약400억달러
		항만	담맘, 얀부, 쥬베일 등 항만 확장에 약 6억불 투입 계획	
		공항	3단계에 걸쳐 KAIA공항을 확장할 계획	
	그린에너지	신재생	전력수요의 10%를 태양열로 사용할 계획	'20년까지
		원전	16기 원전건설 보유를 목표로 계획 추진중	'30년까지
		수력		
		풍력		

	플랜트	석유/가스플랜트		
		셰일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	아랍어와 영어 통용, GCC 지역내 위치해 접근성 높음	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	지사 16개, 법인 46개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	△	

카타르				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	13,459백만 달러	
		최근 5년 수주액	9,225백만 달러	
		'12년 수주액	1,842백만 달러	
		진출 수요조사 결과	4.6%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	95억 달러	
		인구 (백만명)	0.84	
		국내총생산 (GDP)	1,140억 달러	
		경제성장률	6.6%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	377억 달러	
		자원보유	매장량 기준 석유 12위, 가스 3위	
		ODA 지원규모 (백만달러)		
		외환보유고 (백만달러)	31,187	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지업체보다 우리업체 기술력 월등	
		경쟁국 업체 대비	기술집적,일반시공,가격부문 경쟁력 약화	
		우리 업체 간 경쟁	우리업체간 진출경쟁 심화	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	700억불	
		협력수요	우리건설 업체를 선호	
		외교관계	UN기후협약개최 경쟁에서 한국이 양보	'11년11월
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	월드컵 프로젝트 관련 700억불 투자계획	
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	상	
		행정투명성	높음	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도	낮음	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트		
		수자원	20억불 규모의 물저장시설 구축계획	'36년까지
		상하수도	27억불 규모 폐수처리망 도입	
	도시개발	신도시건설	루사일 신도시 구축 추진중	
		도시재개발	무쉐이렙 도하 구도심 재개발 추진중	
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	'19년까지 130억불 투자예정	
		철도	'20년까지 250억불 투자예정	
		항만	30년까지 도하신항만 확충계획	
		공항	50년까지 도하 신공항 3단계 확충예정	
	그린에너지	신재생	13년까지 10억불 규모 태양열발전소 구축	
		원전	원전 도입여부 검토 중	
		수력		
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트		
		세일가스		
거점 국가	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	GCC 지역내 위치해 접근성 높음	

가능성	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	지사 15개, 법인 11개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	△	

UAE				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	61,307백만 달러	
		최근 5년 수주액	51,388백만 달러	
		'12년 수주액	2,959백만 달러	
		진출 수요조사 결과	3.5%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	280억 달러	
		인구 (백만명)	6.7	
		국내총생산 (GDP)	2,947억 달러	
		경제성장률	4%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	118억 달러	
		자원보유	매장량 기준 석유 7위, 가스 7위	
		ODA 지원규모 (백만달러)		
		외환보유고 (백만달러)	42,785	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지 업체보다 우리업체 기술력 우위	
		경쟁국 업체 대비	중국,인도,남아공, 유럽 업체와의 경쟁 심화	
		우리 업체 간 경쟁	다수의 우리업체의 진출로 경쟁심화	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	아부다비 2030 계획(약 2천억불)	
		협력수요	가격대비 우수한 품질로 한국 업체 선호	
		외교관계	80년 외교관계 구축 이후 우호관계 유지	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	'12년 공항터미널, 2단계 철도건설 추진	130억달러
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	상	
		행정투명성	높음	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도	보통	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트		
		수자원		
		상하수도		
	도시개발	신도시건설	사디야트섬, 림섬 등 개발사업 추진중	
		도시재개발		
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	제2고속도로건설계획 추진중(아부다비-)	
		철도	철도건설,지하철과 경전철의 교통망 건설계획 추진중	
		항만		
		공항	아부다비공항 신터미널 입찰진행	
	그린에너지	신재생	재생에너지의 발전량비중 7%까지 증가계획	'20년까지
		원전	한국수주 원전 프로젝트 차질없이 진행중	
		수력		
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트		
		셰일가스		
거점 국가	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	아랍어와 영어 통용, GCC 지역내 위치해 접근성 높음	

가능성	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	지사 43개, 법인 35개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	△	

오만				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	6,831백만 달러	
		최근 5년 수주액	3,597백만 달러	
		'12년 수주액	33백만 달러	
		진출 수요조사 결과	0.4%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	37억 달러	
		인구 (백만명)	3	
		국내총생산 (GDP)	550억 달러	
		경제성장률	8.3%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	146달러	
		자원보유	석유 및 가스 매장량 미미함	
		ODA 지원규모 (백만달러)		
		외환보유고 (백만달러)	13,025	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	현지업체보다 우리업체 기술력 월등	
		경쟁국 업체 대비	유럽 및 인도업체와의 경쟁 심화. 선진국 기술력과 차이가 없으며 가격 경쟁력도 갖추고 있음	
		우리 업체 간 경쟁	우리업체간 진출 경쟁심화	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	310억불	
		협력수요	다양한 분야에서 협력 확대 희망	
		외교관계	수교 이후 우리나라와 우호적관계 유지	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	국가철도망사업, 발전 및 담수사업 추진중	
		개발경험 공유가능성	도시개발 부문에 신도시 개발 노하우 전수	
		발주처 신뢰도	상	
		행정투명성	낮음	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도		
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	약70억불 규모의 담수·발전사업 추진중	5년간
		수자원		
		상하수도		
	도시개발	신도시건설		
		도시재개발		
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로	주요 도로사업(7억불 이상) 추진중	
		철도	국가철도망사업(100억불) 추진중	
		항만	Hormuz에 세계 최대항구 건설 프로젝트를 추진중	120억달러
		공항	6개의 신공항 구축과 기존공항 확장을 계획중임	
	그린에너지	신재생		
		원전		
		수력		
		풍력		
	플랜트	석유/가스플랜트	천연가스를 적극 개발할 계획	

		세일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	GCC 회원국으로 사우디 및 UAE와 접하고있어 접근성 높음	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	지사6개,법인10개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	O	

쿠웨이트				비고
시장 매력도	우리기업 수주현황 및 진출수요	'98~'12년 수주액 누계	26,457백만 달러	
		최근 5년 수주액	18,386백만 달러	
		'12년 수주액	2,753백만 달러	
		진출 수요조사 결과	1.2%	
	시장규모	'12년 건설시장 규모	72억 달러	
		인구 (백만명)	2.6	
		국내총생산 (GDP)	1,275억 달러	
		경제성장률	5.7%	
	재원조달 가능성	재정규모 (예산)	475억 달러	
		자원보유	매장량 기준 석유 6위, 가스 21위	
		ODA 지원규모 (백만달러)		
		외환보유고 (백만달러)	21,362	
	우리기업 경쟁력	현지 업체 대비	대규모 플랜트 및 토목프로젝트 경쟁력있음	
		경쟁국 업체 대비	우리업체가 충분한 경쟁력을 가지고 있음	
		우리 업체 간 경쟁	우리업체간 경쟁 심화(플랜트 부문)	
상대국 협력 가능성	정부간 협력가능성	조달시장규모	국가개발계획(약 1천억불 규모)	
		협력수요	우리업체 선호도 높은 편	
		외교관계	최근 제3차 한-쿠웨이트건설 협력위원회를 개최하는등 정부간 교류지속	
		국가개발계획	있음	
		인프라투자계획 수립여부	있음	
	정부지원 효과성	메가프로젝트 추진여부	CFP(180억불), NRP(150억불)등 추진예정	
		개발경험 공유가능성		
		발주처 신뢰도	중	
		행정투명성	높음	
	대외개방성	시장개방성		
		자국기업보호제도	보통	
중점 지원 분야	물관리	담수화 플랜트	인프라 개발 위해 약 270억불 투입계획	'14년까지
		수자원	자연하천 無 대부분을 담수로 충당	
		상하수도	움 알-하이만 플랜트 건설 및 술라이비야 플랜트 확장 공사 건설계획 추진중	'17년까지
	도시개발	신도시건설	약 1천억불 규모 실크시티 개발 예정	
		도시재개발		
		전후복구		
	주택			
	교통인프라	도로		
		철도	대규모 철도프로젝트 추진중	약126억불
		항만	부비얀 항만 개발 프로젝트 추진중	'33년
		공항	국제공항 제3터미널건설프로젝트 추진예정	약30억불
	그린에너지	신재생	재생에너지 이용 전력을 10%까지 생산 할 계획	'20년까지
		원전	4기의 원전 건설계획 추진중	'22년까지
		수력		
		풍력		

	플랜트	석유/가스플랜트	'15년까지 약104억불을 투자할 계획	
		셰일가스		
거점 국가 가능성	주변국 접근성	주변국과의 지리, 언어, 문화적 접근성	아랍어와 영어 통용, GCC 지역내 위치해 접근성 높음	
	주변지역 대표성	우리기업 진출규모 및 지역거점 소재여부	지사 9개, 법인 0개	
	자원활용 가능성	건설인력, 장비, 자재의 인근지역 활용가능성	△	

[별첨3] 기술수요조사

(1) 수요조사 발송 및 응답 현황

유망건설기술 수요조사 발송 현황

국토교통분야의 종사 기업, 해외건설협회에 등록된 기업을 대상으로 총 18,656건의 수요조사서 발송

조사기간 : 2013년 4월 19일 ~ 5월 3일

조사방법 : 이메일 조사

조사대상 : 국토교통분야 종사 관련 기관 및 전문가

- 건설신기술 인증기업, '11년 건설교통기술연구개발활동조사, 국토교통과학기술진흥원(KAIA) 전문가 추천, 국내 기업 중 해외진출 실적 보유 및 해외건설협회 등록된 기업 대상 수요조사서 발송
- 국내 건설신기술인증 기업 693개 중 확인 가능 316개 기업 설문조사서 발송, 미확인 377개 기업 정보 확보 후 수요조사 추가 예정
- '11년 건설교통기술연구개발활동조사 설문조사 리스트를 대상으로 총 1,525개 설문조사서 발송
- 해외건설협회 등록 약 13,000개 기업, 국토교통과학기술진흥원(KAIA) 추천 전문가 대상 3,815개 설문조사서 발송

구분	기술수요조사(건)
건설신기술인증기업	316
'11년 건설교통기술연구개발활동조사 리스트	1,525
해외건설협회 해외지부 및 회원가입 기관	13,000
국토교통과학기술진흥원 전문가 추천	3,815
합계	18,656

유망건설기술 수요조사 응답 현황

유망건설기술 수요조사 응답 건수 : 총 159건

수요조사 응답은 교통인프라분야가 65건(41%)으로 가장 많으며, 응답 기관별로는 모든 분야에서 기업의 수요가 많은 것으로 나타남

교통인프라분야 65건 중 기업의 수요조사 응답건수는 29건(45%)으로 가장 높으며, 다음은 28건(43%)이 연구기관임

수자원분야 30건 중 기업의 수요조사 응답건수는 19건(64%)으로 가장 높으며, 그 다음은 8건(27%)이 대학

도시-빌딩분야 39건 중 기업 및 연구기관의 수요조사 응답건수는 각각 15건(38%)으로 가장 높으며, 그 다음은 9건(22%)이 대학

그린에너지분야 25건 중 기업의 수요조사 응답건수는 18건(72%)으로 가장 높으며, 그 다음은 4건(16%)인 연구기관임

구분	대학	중소기업	대기업	기업	연구기관	소계
교통인프라	8 (12%)	20 (31%)	9 (14%)	29 (45%)	28 (43%)	65 (100%)
수자원	8 (27%)	11 (37%)	8 (27%)	19 (64%)	3 (10%)	30 (100%)
도시-빌딩	9 (22%)	9 (23%)	6 (15%)	15 (38%)	15 (38%)	39 (100%)
그린에너지	3 (12%)	10 (40%)	8 (32%)	18 (72%)	4 (16%)	25 (100%)
합계	28 (18%)	50 (31%)	31 (19%)	81 (50%)	50 (31%)	159 (100%)

(2) 기술수요조사 결과

교통인프라(65), 물관리(30), 도시-주택(39), 플랜트(25)

분야	순번	수요조사 과제명
교통 인프라	1	• 차세대 차종 /교통량 온라인검지 및 데이터베이스 분석시스템 기술
	2	• 기후-도로환경을고려한맞춤형기능성중온아스팔트포장공법개발
	3	• 지역 맞춤형 중온 아스팔트 포장(warm mix asphalt) 기술 개발 • 기후환경맞춤형 저비용 재활용 중온아스팔트 포장기술개발
	4	• 노상토종류에 따른 노상안정 처리설계 및 시공기법 • 저교통용 표면처리공법의 배합 및 시공기법 개발
	5	• 스마트도로, 친환경도로
	6	• 중동 타겟형 고품질 스마트도로 건설기술
	7	• BIM 기반 설계 검토, 샵드로잉 제작
	8	• 중동 사막지반 및 극서지역 도로/철도건설기술 • 중남미-아시아기후-지역 타겟도로/철도건설기술 • 아프리카 저비용 신속시공도로/철도건설기술
	9	• Steel Confined Composite Girder Concrete Filled Tubular Arch Composite Girder Pretension and Post-tension PSC Girder
	10	• 고온 및 저온 지역에서 복합신소재를 활용한 급속시공용 모듈 교량 기술
	11	• 저개발국(혹서지) 건설공사를 위한 현지맞춤형 지반평가 기법 및 조사장비 개발
	12	• 도로교통관리 시스템
	13	• 측량지원 없이 정밀시공이 가능한 건설장비 자동화
	14	• 스마트 도로, 철도 건설기술
	15	• 기능성 폴리머 콘크리트 도로포장 시스템 개발
	16	• 저비용 도로 안전 시설 개발
	17	• 탄소를 저감할 수 있는 저비용 중온아스팔트 포장기술 개발
	18	• 동남아지역 대수층·연약지반 붕괴 문제 해결을 위한 굴착거리 1m/일급 간이동결 방식의 비개착 지하통로 구축 기술 개발
	19	• 탄소를 저감할 수 있는 저비용 중온아스팔트 포장기술 개발
	20	• 평탄성 측정장비 검수장비
	21	• 해외 교통시설 투자평가기법 개발
	22	• 지속가능형 저탄소 섬유보강 유황폴리머 콘크리트의 개발
	23	• 폐타이어 재활용 도로안전시설물 개발
	24	• 중남미-아시아기후-지역 타겟도로/철도건설기술 • 지하공간, 대공간구조물
	25	• 중남미-아시아 강진지역 내진성능 향상 도로-철도 시설물 건설기술

분야	순번	수요조사 과제명
	26	• 장대교량(현수교, 사장교, 현수사장교)의 해석 및 설계를 위한 첨단구조해석 소프트웨어 개발
	27	• 삼각공간 와이어 공법.
	28	• 홍수방지용 지하조절지/지하저류지 기술 • 교통터널과 지하조절지/지하저류지의 병용 활용기술 • 도심지(지하철) 교통터널의 첨단설계/시공/유지관리 기술
	29	• 프리캐스트 패널을 이용한 자전거도로구축
	30	• 프리캐스트 패널을 이용한 항만부두 시공법
	31	• 방재용 다목적 TBM터널 건설기술 해외시장 진출을 위한 기술개발/고도화 연구
	32	• 연약지반 개량이 필요없는 프리캐스트 도로포장 기술
	33	• 해외시장 진출을 위한 주요 해외 기술 기준 번역
	34	• 신속 시공이 가능한 저개발 국가용 경량 도로 건설 공법 개발
	35	• 기후 변화 대응형/수요 대응형 교통 시스템 예측 기술
	36	• 기후변화 대응형/국가 맞춤형 도로생태시설 조성기술
	37	• 기계화 시공(쉴드, TBM) 터널 세그먼트 라이닝 최적 설계 및 시공 기술 개발
	38	• 동남아시아 타겟 저비용-신속시공 도로건설 및 유지관리 기술 개발
	39	• 스마트하이웨이
	40	• 중동 타겟형 고품질 친환경도로 건설기술
	41	• 중동 타겟형 고품질 친환경 지하도로 건설기술
	42	• 저개발 국가 지원을 위한 현지토 활용 흙 포장 기술
	43	• 카쉐어링(전기차, 하이브리드차, 일반차)을 위한 무인화시스템 개발연구
	44	• 수요맞춤형 신도시개발 및 도시교통기반시설 건설을 위한 거점 R&D 센터 구축
	45	• 글로벌 교통DB 구축 및 관리기술 개발
	46	• 해외교통시장 진출 확대를 위한 ODA와 PPP 연계 모델 개발
	47	• 광물자원 육상수송비 절감과 환경영향 최소화를 위한 경량 무인수송 인프라 구축 및 시스템 운영기술
	48	• 저개발 국가 지원을 위한 현지토 활용 흙 포장 기술
	49	• 건설폐기물 재활용하여 골재재생산 하여 보조기층 활용 및 보도블록에 이용
	50	• 대심도 터널을 이용한 컨테이너 물류 수송
	51	• 비용효과적태양열가로등개발, • -비용효과적방호울타리개발 • -환경조건(고온,강수등)과경제성을고려한아스팔트포장기법개발 • -비용효과적발광표지판개발등

분야	순번	수요조사 과제명
	52	• 줄리텐토목시설
	53	• 첨단 친환경신교통시스템 - 친환경 고속철도, 일반철도, 지하철, 도시형 트램 등 • 교통인프라 등 - 역사와 도시가 어울리는 인프라 구축 등
	54	• 중남미-아시아 지역 대상 철도인프라 건설 및 철도 유지보수 기술개발
	55	• 철도교 급속시공 및 다목적용 임시거더 시스템 개발
	56	• 중남미-아시아 기후-지역 타겟 도로/철도 건설기술
	57	• 고속철도 타당성 및 경제성 연구
	58	• 스마트도로 철도 건설기술
	59	• 철도용 차세대 견인용 전동기 기술개발
	60	• 중동 사막지반 및 극서지역 도로/철도 건설기술
	61	• 중남미-아시아 기후-지역 타겟 도로/철도 건설기술
	61	• 아프리카 저비용 지하철 건설 기술
	63	• 철도신호시스템
	64	• 중남미-아시아기후-지역 타겟도로/철도건설기술 • 지하공간, 대공간구조물
	65	• 미국, 브라질로의 철도교통시설물 건설공사
물관리	1	• 고도정수처리 자동화 시스템
	2	• 강변여과를 이용한 먹는물 취수 및 정수 시스템
	3	• 하수도 시설 개선 기술
	4	• Compact/Package 형 대용량 자동화 폐/하수 공정개발
	5	• 상수도 누수관리시스템 구축
	6	• 집중형/분산형 용수공급시스템
	7	• 하천종합정비계획 수립
	8	• 홍수/ 이수/ 생태적 측면의 하천관리
	9	• 상수 및 하수 체계의 개선과 보급
	10	• 기후변화에 대응하는 도시물순환 회복기술
	11	• 자연재해를 방재하는 옹벽시스템의 개발
	12	• 취수원 다변화에 따른 강변여과수 개발
	13	• 소규모 상수원 공급을 위한 마을상수도 시스템 구축
	14	• 지능형 자동우량/자동수위 예경보시스템
	15	• de-centralized water supply and treatment system • early warning system(flood and drought management) • green urban planning
	16	• 지하수 처리를 포함한 안전한 식수 공급시스템 개발
	17	• 시장선도형 고도수처리 시스템 건설기술

분야	순번	수요조사 과제명
		• 아시아 타겟 상하수 도시스템 및 물저장시설 건설기술
	18	• 시장 선도형 해수담수화 시스템 건설
	19	• (필리핀)아시아 타겟 상하수도 시스템 및 물저장 시설 건설 기술
	20	• 동남아시아 메콩강 유역의 근 실시간 홍수 모니터링 기술 개발
	21	• 2중관 구조의 취수관과 역세척 장치를 갖는 매립식 해수취수 시설
	22	• 만성적인 물 부족국가의 성공적인 하천관리 기술 • 수자원은 풍부하나 미 하천관리로 집중 호우에 따른 피해저감기술 개발
	23	• 미계측 소유역의 국지홍수 심도예측
	24	• 아시아 타겟 상하수도 시스템 및 물저장 시설 건설 기술
	25	• 물리적 모델과 통계적 모델을 연계한 중장기 기상전망을 분석 및 신뢰성 있는 중장기 기상전망 제공 • 지속적인 가뭄모니터링, 평가 및 전망을 통한 가뭄피해 저감 및 수자원 운영 효율화 실현 • 각국 수자원 시설 운영 효율 증가 및 가뭄피해 저감을 통한 각국 자연재해 경감비용 절감
	26	• 각국의 특성이 고려된 국가통합물관리 의사결정지원시스템 개발
	27	• Global Korea New Town Construction Project(세계화 새마을사업) • (소수력발전, 댐, 상하수도, 공공주택, 신도시(도농/도공)개발 융복합 기술)
	28	• Block형 공간에너지를 활용한 하폐수처리기술
	29	• 개발도상국 수자원 관리 물공급 패키지 시스템 건설기술
	30	• 수자원 확보 및 하천관리를 위한 첨단 가동보 건설기술 개발
도시 주택	1	• 수출대상국 맞춤형 방범/방재/교통/시설물 통합적 관제 및 연계 기술 개발
	2	• 스마트시티 조성을 위한 계획지원시스템 개발
	3	• 전자동 스마트 고층 빌딩
	4	• 보급형 저에너지 공동주택개발(저비용/모듈화)
	5	• IT기술, 환경보호기술 및 재원재생기술이 융합된 체계화된 종합적 첨단신도시 개발기법
	6	• 맞춤 보급형 모듈러 주택 기술개발
	7	• 온실가스 최소화 빌딩 관리 시스템
	8	• 시장수요기반 저에너지 친환경 모듈러 상용화 기술개발
	9	• 커튼월 일체형/탈부착 가능형 외부차양장치
	10	• 첨단 스마트 그린빌딩 건설기술
	11	• 해외 건설시장 진출 확대를 위한 화학혼화제 합성 및 융합기술개발
	12	• 도시열섬 저감형 기능성 건설재료 개발 및 실용화

분야	순번	수요조사 과제명
	13	• 국제스포츠 개최국가 대상 능동형 에너지 제어가능 대공간 구조물 및 빌딩 건설기술
	14	• 아시아-아프리카 지역의 패시브하우스 및 그린에너지 활용 기술
	15	• 첨단 스마트 그린빌딩 건설기술
	16	• 초고층빌딩,그린빌딩,스마트시티,에코시티
	17	• KOICA 자금 활용 해외 저개발국가 구호용 모듈러 건축시스템 개발
	18	• 동남아시아 대규모 단지건설을 위한 모듈화 주택건설
	19	• 구조적으로 내진성능이 향상된 공동주택개발
	20	• 중동~아시아 스마트-에코 도시 건설기술
	21	• 태양광을 이용할 수 있는 지붕 모듈 개발
	22	• 유목민이 주류인 아프리카 지역을 감안하여 현지인 생활습성에 맞는 신도시 개발
	23	• 도심 녹색에너지 생산을 위한 그린박스
	24	• 블락형 무막힘 우수블락 (그린하마)
	25	• SingleLayer Free Form 구조 기술
	26	• 신속한 국가 기본도 구축 기술
	27	• 저비용 공기단축형 모듈주택 건설기술 • 친환경 저에너지 모듈화 주거단지
	28	• 저비용제로에너지공동주택 건설기술
	29	• 첨단 스마트 그린빌딩 건설기술
	30	• 냉방에너지 절감을 위한 일사차단 창호 기술 개발
	31	• 한영 그린빌딩인증제도 비교를 통한 그린빌딩시장의 확대 전략
	32	• 경제사회개발5개년계획수립을위한공간계량모형구축
	33	• 신도시 및 도시관리모형 개발
	34	• 신도시 건설 결합상품 개발
	35	• 수직농장 개발
	36	• 냉방에너지 절감을 위한 일사차단 창호 기술
	37	• 레고 조립체를 융합한 하니컴 구조체를 이용한 건축 공기 절감과 나노코팅을 통한 친환경 주택 제조
	38	• 융복합 도시개발 업무편람
	39	• Non-Newtonian 특성을갖는계면활성제계그라우트재개발
그린 에너지	1	• 플랜트부문 공기단축 및 원가절감을 위한 Module 제작 사업장 확장
	2	• 이산화 탄소 포집 실증 플랜트 프로젝트..
	3	• 신재생에너지변색, 변광, 전기생산, 단열이 결합된 스마트 창호 개발 (러시아 등 혹한기의 지방 및 폭열의 지방에서 사용)
	4	• 지속가능한 열수 지열발전 상용화 기술 개발
	5	• 특수환경(사막용) 태양광발전시스템 개발

분야	순번	수요조사 과제명
	6	• 중력식 해상풍력 지지구조 개발-미국, 칠레 • 유속강화형 조류발전 기술개발-미국, 칠레 • 소파잔교식 컨테이너 부두기술개발-싱가포르, 베트남 • 신형식 소파블록 기술개발-쿠웨이트, UAE • 소파부유식 원유저장시설 기술개발-싱가포르, 쿠웨이트, UAE
	7	• 사막형 태양광 발전시스템 개발
	8	• 1) Asphalt Plant 2) Baching Plant 3) Crushing Plant
	9	• 가스, 석유 저장탱크 부식방지 기술
	10	• 화력발전소 연소가스 처리설비 • 소각설비 연소가스 처리설비
	11	• 천연가스 다소비 공정 공급을 위한 저가형 석탄가스화 플랜트 개발
	12	• 저급탄을 이용한 저공해 무연연료 제조 플랜트 개발
	13	• 수직축 터보풍력발전기(중·소형 터보풍력발전시스템)
	14	• 극한지역 콘크리트 인프라 급속발열 양생시공기술
	15	• 산유지역 유류오염토 정화 및 복원기술
	16	• 입찰에 필요한 type별 bidding 표준화작업
	17	• 복합화력 발전의 효율개선
	18	• 아시아, 중남미 친환경 에너지 생산을 위한 하천 소수력 발전설비 건설기술
	19	• 융합(Hybrid) 석션 기초지지력 설계 및 최적화기술(MAT-석션, GBS석션, 말뚝-석션 융합구조) • 융합석션 기초설치 기술 • 복합 해양환경 하중에 대한 해석/모델링 기술
	20	• 지반-기초-구조물 상호작용(SFSI)이 고려된 토사지반 위에 건설된 원전구조물의 내진설계 기술
	21	• 중동-아시아 신재생에너지 연계형 복합 화력발전 플랜트 기술 개발
	22	• 수력발전시스템에 정보기술(IT) 접목
	23	• 동남아시아의 음식물류폐기물을 이용한 바이오가스 공정 기술개발
	24	• 동남아시아 - 고함수율 폐기물에 적합한 대용량 소각 및 열회수 시스템 개발
	25	• 수력발전용 터널기술

[별첨 4] 유망사업아이템-기술수요조사 결과 Matching 결과

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
1	수출대상국 맞춤형 방범/방재/교통/시설물 통합적 관제 및 연계 기술 개발 도시의 통합적 관제 및 각각의 관제 내용에 대한 연계를 통하여 도시를 안전하고 효율적으로 관리할 수 있는 기술개발 국내에서 개발된 U-City 통합 플랫폼의 보완 및 수출대상국 특성 파악을 통하여 맞춤형 플랫폼 도입		
2	스마트시티 조성을 위한 계획지원시스템 개발 스마트시티 조성을 위한 계획요소 발굴 및 계획기법 개발 계획수립 및 개발단계에서의 의사결정 지원시스템 구축 계획 매뉴얼, 법제도 또는 지침 등 조성기반 마련		
3	IT기술, 환경보호기술 및 재원재생기술이 융합된 체계화된 종합적 첨단신도시 개발기법 한국의 신도시는 수십년의 역사를 이어오면서 IT정보를 활용한 U-CITY, 환경보호 기술을 적용한 쓰레기 자동집하시설, 쓰레기전처리시설, 음식물자원화시설, 자원재생기술을 적용한 수처리시설, 태양광 등 각 분야별로 적용하고 있으나, 각기술이 상호 연계되어 종합적으로 체계화된 신기술이 없음 (기능 및 구성기술) - IT 기술이 적용된 정보기능(U-CITY) - 환경보호 기술이 적용된 첨단 환경기능 - 자원재활용에 따른 재생 순환기능 (성능목표) - IT적용에 따른 생활의 정보화와 편리성 - 환경보호 기술에 따른 환경보호 - 자원재순환		x

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
4	중동~아시아 스마트-에코 도시 건설기술 1. 도시계획설계 2. 스마트 통신 및 IT기술 3. 그린 신재생에너지 기술		x
5	유목민이 주류인 아프리카 지역을 감안하여 현지인 생활습성에 맞는 신도시 개발 기능상 유목민은 아파트 생활보다 천막을 치고 살며 넓은땅에서 넓게 살려는 욕구가 강하므로 도시화를 하되 성능목표는 이동이 쉬어서 양과 말 등을 목축업을 하는데 지장 없으면서 공간이 여유를 가질 수 있는 신도시가 필요함.	x	
6	도심 녹색에너지 생산을 위한 그린박스 음식물, 분뇨 등 도시 주거 밀집지역에서 발생하는 유기성 폐기물을 각 가정에서 이송해 고효율로 자원화 할 수 있는 설비 개발 (분산형 시스템) 및 이 설비를 를 중심으로 도시농장, 연료전지, 건강복지시설 등 다양한 녹색시설에 접목하는 시스템		x
7	블락형 무막힘 우수블락 (그린하마) 기존 투수형 시설들의 문제점인 표면막힘 현상을 해결한 무막힘 표면여과 탄성포장 기술개발 및 블락형 제작 기술		
8	도시 물순환을 위한 투수성 블록 적용기술 투수능력이장기간유지되면서블록자체에저류공간을확보하여빗물이유출되는것을최소화하는포장재료의개발.또한블록과블록의결합을통하여부등침하를억제하는기능을 함께갖도록함 성능목표 : 보도, 차도에 적용될 수 있는 제품이며, 빗물의 유출을 90%이상 저감할 수 있는 기술. 블록에 저장되거나 토양에 흡수된 물의 증발을 통하여 도시의 여름 온도를 2-3도 낮출 수 있는 기술		

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
9	경제사회개발5개년계획수립을위한공간계량모형구축 개발도상국의 경재사회개발 5개년 계획 수립을 위한 국민경제모형을 구축하고 이를 국토 및 도시계획으로 구체화시킬 수 있는 공간계량모형의 구축		
10	신도시 및 도시관리모형 개발 신도시개발시 토지이용수요를 추정할 수 있는 인구성장모형, 교통수요모형, 토지이용모형, 도시기반경제성장모형 등의 개발이 필요함		
11	신도시 건설 결합상품 개발 한국의 수출 경쟁력을 기반으로 신도시건설과 결합가능한 상품 및 서비스 개발		
12	수직농장 개발 시장수요예측모형 개발, 식물배양기술, 태양광 전달기술, 분뇨거름장치, 수직농장 모듈화 기술 등		
13	융복합 도시개발 업무편람 우리나라는 전세계적으로 규모나 속도면에서 인정받는 도시개발의 경험과 노하우를 축적하고 있으며 현재도 도시개발을 성공적으로 진행하고 있다. 도시개발은 공학적, 인문학적 모든분야의 집대성인 통섭적인 분야라는데에 이의를 제기할 수 없으며 어떻게 효율적으로 개발하느냐에 따라 한 국가의 흥망이 좌우되기도 한다. 국내의 발전적인 도시개발의 방향제시 뿐아니라 해외의 개발을 진행중인 국가들에서 우리의 도시개발 노하우는 분명 중요한 관심의 대상이다. 현재 국내 도시개발 경험과 지식을 정리하여 관리하면 해외시장 진출에 큰 지평이 될 수 있다.		x
14	전자동 스마트 고층 빌딩 국가적 위상, 미래를 위한 건축물	x	x

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
15	온실가스 최소화 빌딩 관리 시스템 건물내에너지사용모니터링,최적화,대체에너지발전등을종합적으로고려한온실가스 발생량산출등 관리 건물내 입주주체별 에너지 현황파악 및 통합 데이터 시스템		x
16	커튼월 일체형/탈부착 가능형 외부차양장치 커튼월을 수평 및 수직 멀리언에 탈부착이 가능한 외부차양장치를 결합하는 기술로 냉방부하가 높은 지역에 적합한 그린빌딩 기술이다. 자유롭게 탈부착이 가능하여 동절기에는 제거할 수 있고, 하절기에만 설치해 태양에너지의 이용을 극대화 할 수 있다. 기본구성은 수평 및 수직멀리언을 탈부착 가능한 형태로 디자인하고, 여기에 결합되는 적합한 길이의 외부차양장치로 구성된다. 차양장치의 경우 냉방부하를 최대10%까지 절감시킬 수 있는 그린빌딩의 마지막 남은 외피기술이다. 제품이 상용화되고 표준화 될 경우, 비교적 더운 기후 지역에 매우 효과적인 기술로 각광을 받을 수 있을것이다.	x	
17	첨단 스마트 그린빌딩 건설기술 도시농업을 빌딩에 접목하여 개발		x
18	해외 건설시장 진출 확대를 위한 화학혼화제 합성 및 융합기술개발 <연구내용> -차세대 혼화제개발에 필요한 원천재료특성 데이터베이스화 및 제조기술 개발 -화학혼화제 적합성 평가 시스템 구축 -화학혼화제 샘플생산 및 공정자동화에 의한 변동요인 분석을 위한 제반설비 공유 시스템 구축 <성능목표> -현선진국 대비 80%수준에서 105%수준으로 개발능력 향상		x

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
19	첨단 스마트 그린빌딩 건설기술 첨단 스마트 건축물에서의 안전/방재기술 - 첨단 IT기반 고층건축물 안전기술 - PBD중심 고층건축물 방재기술		x
20	첨단 스마트 그린빌딩 건설기술 - 그린빌딩 패시브 계획요소 기술개발 - 신재생에너지 융복합설계 및 제어기술 개발 - 스마트그리드 연계형 빌딩에너지 통합관리시스템 개발		
21	냉방에너지 절감을 위한 일사차단 창호 기술 개발 냉방에너지 절감을 위한 일사차단 창호 기술 잠열기능을 이용한 냉방에너지 저감형 창호 기술 기존창호의 일사차단을 위한 리트로피트 기술		
22	보급형 저에너지 공동주택개발(저비용/모듈화) 1.기능:Affordableprice/Lowenergy/Modular/Comfort 2.구성기술 - Passive + Low Exergy System(Active + Renewable Energy) - 최적화 모듈러 설계/시공기술 3.성능목표 - 기본 보급형 팩키지 (5리터 하우스/ 0% 비용 상승) - 플러스 팩키지 (3리터 하우스/ 10% 비용 상승) - 수퍼플러스 팩키지 (1리터 하우스/20% 비용 상승)		
23	맞춤 보급형 모듈러 주택 기술개발 1.개념:신도시및보급형주택계획이있는국가에맞는저렴하면서급속시공을위한국가별 자원보유특성,건설기술수준,기능인력숙련도,기후조건등을고려한공장생산기반모듈러주택기술개발 2.목표 1) 철근콘크리트 공동주택 공사기간 대비 50%단축		

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	2) 철근콘크리트 공동주택 공사비용 대비 20%절감 3) 60% 공장생산을 통한 일용직 현장인력 흡수로 정규일자리 7만 창출 3.구성기술 1) 설계/제작비 11%절감 및 공장생산율 60%를 위한 모듈러 주택의 설계 및 제작 표준화 기술 개발 2) Passive 설계 및 통합에너지 관리시스템을 활용한 냉난방 에너지 15%절감형 모듈러 건축 에너지 시스템 기술 개발 3) 12층 이상의 고층 모듈러 건축구조 시스템 기술개발 4) 제작 및 조립효율성 20%향상을 위한 모듈러주택 생산 및 조립, 양중 기술 개발		
24	시장수요기반 저에너지 친환경 모듈러 상용화 기술개발 해당국가의 기후, 건설 환경을 고려한 저비용, 저에너지 모듈러 건축 상용화 모델 개발 및 Pilot 프로젝트 수행		
25	아시아-아프리카 지역의 패시브하우스 및 그린에너지 활용 기술 아시아-아프리카 지역에서 냉난방 에너지 사용을 최소화하기 위한 패시브 하우스 건축 기술을 개발하고, 태양광, 태양열, 지열 등 신재생에너지의 활용을 위한 표준 설계 기술을 개발함		x
26	KOICA 자금 활용 해외 저개발국가 구호용 모듈러 건축시스템 개발 과제의 개념 : 해외저개발국가구호용병원및학교등에적용가능한수출용모듈러빌딩 기술개발 구성기술 : 시스템설계, 시공 및 운송기술 성능목표 : RC나 조적조 대비 공기를 70%이상 줄일 수 있는 모듈러빌딩 (학교 및 병원 등 원조용 시설물)시스템 개발		
27	동남아시아 대규모 단지건설을 위한 모듈화 주택건설 대규모주거단지의효율적건설을위해서공장가공에의한모뮬화주택조립이필요함. 모듈화건물의단열성능과현장시공의오차를방지하기위한		

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	3차원BIM설계도면을이용하여사전시뮬레이션필요		
28	구조적으로 내진성능이 향상된 공동주택개발 강진지역에서 건축물은 내진설계로 인한 공사비 및 공기측면에서 비용이 많이 소요됨. 따라서내진성능이향상된구조시스템,면진기술,댐퍼기술,내진성능이우수한 접합부와공사기술을통하여공기및공사비을20%이상 절감할 수 있는 기술개발		x
29	태양광을 이용할 수 있는 지붕 모듈 개발 태양광이건물의지붕이나벽에미칠때건물이발열되어내부온도여건이나빠진다. 이러한태양광을축척또는전기로바꾸면건물에발열이줄어들어서주거환경에도도움이 되며,에너지도절감할수있다.		x
30	저비용 공기단축형 모듈주택 건설기술, 친환경 저에너지 모듈화 주거단지 냉난방/급탕/조명등에서신재생에너지(패시브기술)를활용하고,저탄소친환경건축자 재를사용하여,조립식모듈화주택을완성하면 제로에너지(또는 저에너지) + 친환경자재(저탄소) + 조립식 모듈화(공기단축효용)의 융복합 구성기술이 완성되어 저에너지 에코 주거단지를 조성할 수 있음.		
31	저비용제로에너지공동주택 건설기술 -패시브 건축기법이 최적화 -고효율설비 및 신재생에너지 적용의 최적화 -비용과 절약효과를 고려한 복합기술의 모듈화 -모듈화 기술적용을 위한 설계기법 및 지침수립 -제로에너지 주거모델 구성 및 보급계획 수립		
32	개발도상국가에 저비용으로 신속하게 주택을 보급하는 모듈 연구 후진국으로 인구가 많은 나라를 대상으로 우리나라에서 경쟁력있는 집합주택 건설 모듈화를 개발하여 저렴하고 신속하고 많은 세대의 주택을 보급할수 있는 주택 보급 기술을 개발한다.		x
33	레고 조립체를 융합한 하니컴 구조체를 이용한 건축 공기 절감과 나노 코팅을 통한 친환경 주택 제조	x	

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	제안기술은 조립식구조물이며 육면체모양으로 규격화하여 대량생산할 수 있는 조립체로 견고하며 안정적인 구조로, 공장에서 만들어 주택 및 사무소, 전시관, 홀등으로 보급하는기술로 기능성, 구조성 및 형태성이 용이하다. -조립식구조물구조안전 내구성의성능기준개발 -내부시스템과내벽재코팅(CNT+TiO2+Urushiol) 실내등의광원에반응효율이좋은코팅기술개발 고효율나노코팅바인더개발 - 융합기술 -육면체조립식구조역학 -내벽재코팅기술(CNT+TiO2+Urushiol) -모바일을이용한홈오토메이션 외부에서 구조물안의 전기,보일러,잠금장치 등 모바일제어시스템디자인(설계,인테리어) -환기시스템(조립식구조체에적용가능) -설비시스템(조립식구조체에적용가능)		
34	도시열섬 저감형 기능성 건설재료 개발 및 실용화 <연구내용> -도시열환경개선형건설재료고효율화기술개발 -도시열환경개선형Active건설재료개발 -HighAlbedo구조재료개발 <성능목표> 건설자재측면에서고온환경에서도시중심부온도를1도이상낮출수있는건설자재개발		x
35	국제스포츠 개최국가 대상 능동형 에너지 제어가능 대공간 구조물 및 빌딩 건설기술 외부 기후조건에 따른 저에너지 친환경 건축물 설계 및 시공 기술을 개발함으로써 패시브 또는 액티브 기술을 바탕으로 건물의 에너지 수요 및 공급을 제어할 수 있도록 한다.		x

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
36	초고층빌딩,그린빌딩,스마트시티,에코시티 초고층이나 그린빌딩 등 기존의 연구내용을 업그레이드 한 후 설계기술을 수출할 수 있는 기반을 조성하거나, 거점지역에 현지화를 통한 엔지니어 및 기술의 수출방안 모색.		x
37	SingleLayer Free Form 구조 기술 -개념 기존의 무주 대공간 구조물에서는 트러서 형태의 Double Layer 구조를 사용하여 구조적 복잡 및 외부 조망 어려움 -> Single Layer를 이용하여 구조적 단순화 및 구조적 아름다움을 표현할 수 있는 고부가가치 구조물 구현 -구성기술 1) 접합부(Node) 구조성능 확보 기술 2) 지붕 외장재와 Single Layer 구조부재 연결 기술 3) Free Form 구조 형상 도출 기술 4) 구조물의 현장 설치 기술 -성능목표 1) 구조성능 : 필요한 하중에 대한 각 구조요소가 적정하게 저항하는지 평가 2) 외장재 연결 기술 : 접합부 기후성 실험을 통해 평가	x	
38	신속한 국가 기본도 구축 기술 <개념> -전국토에대한신속한지형도제작기술개발 <구성기술> -전국단위의국가기준점네트워크구축기술 -위성영상및항공사진을활용한신속한전국단위의지도제작기술 -지형도관리및활용시스템개발 <성능목표>	x	

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	-1:25000지형도전국작성 -지형도를기반으로국토개발계획수립지원시스템개발		
39	Non-Newtonian 특성을갖는계면활성제계그라우트재개발 1.기능 Non-Newtonian 특성을 갖는 계면활성제계 그라우트재 제품은 수중에서 계면활성제의 Micelle 고차구조체 형성으로 Non-Newtonian 특성을 나타냄. 즉 물에 희석되지 않으므로 다음과 같은 특성이 가능함. - 지하수 흐름 하에서도 재료분리가 없어 그라우트재의 유실 없음 - 조기강도 발현으로 공기 단축 가능(기존제품 7일, 개발 제품 2일) - 투수성이 높은 모래자갈층에 정착이 가능해 공사비 절감 - 시멘트에 함유된 6가 크롬 등의 수용성 중금속 용출 방지(약 25배) 2.구성기술 기존 고분자계인 셀룰로스계는 Newtonian 특성 즉 점성이 높은 면 유체의 흐름속도도 낮아짐. 일반적으로 고분자의 기본 특성을 나타냄. 그러나 양이온과 음이온 계면활성제의 나노 특성을 갖는 마이셀 구조체는 고분자도 아니면서 고분자의 특성도 갖는 Psudo-polymer(가짜 고분자) 특성을 나타냄 3.성능목표 Non-Newtonian 특성을 갖는 분말형 특수 첨가제 개발(반제품 1종 및 특수 시멘트 제품 5종) 세계 최초로 계면활성제계 그라우트재 제품(분말형) 개발 은 토목과 화학의 융합기술이므로 향후 제품 및 신공법 수출, 친환경 미래형 건설기술을 발굴하여 고부가가치 수익모델이 될 것으로 판단됨. 계면활성제계 그라우트재(분말형) 제품 개발은 세계 최초이므로 친환경 녹색성장에 Global 선도 국가로서 이미지 제고 가능하고 신재료 및 신공법을 이용한 해외 건설 수주 및 수출 활성화 기여할 것으로 판단됨.	x	

기술개발아이템	전략프로젝트 명
수출대상국 맞춤형 방범/방재/교통/시설물 통합적 관제 및 연계 기술 개발 도시의통합적관제및각각의관제내용에대한연계를통하여도시를안전하고효율적으로관리할수있는기술개발 국내에서개발된U-City통합플랫폼의보완및수출대상국특성파악을통하여맞춤형플랫폼도입 스마트시티 조성을 위한 계획지원시스템 개발 스마트시티조성을위한계획요소발굴및계획기법개발 계획수립및개발단계에서의의사결정지원시스템구축 계획매뉴얼,법제도또는지침등조성기반마련 블락형 무막힘 우수블락 (그린하마) 기존 투수형 시설들의 문제점인 표면막힘 현상을 해결한 무막힘 표면여과 탄성포장 기술개발 및 블락형 제작 기술 도시 물순환을 위한 투수성 블록 적용기술 투수능력이장기간유지되면서블록자체에저류공간을확보하여빗물이유출되는것을최소화하는포장재료의개발.또한블록과블록의결합을통하여부등침하를억제하는기능을함께갖도록함 3,성능목표:보도,차도에적용될수있는제품이며,빗물의유출을90%이상저감할수있는기술.블록에저장되거나토양에흡수된물의증발을통하여도시의여름온도를2-3도낮출수있는기술 경제사회개발5개년계획수립을위한공간계량모형구축 개발도상국의 경제사회개발 5개년 계획 수립을 위한 국민경제모형을 구축하고 이를 국토 및 도시계획으로 구체화시킬 수 있는 공간계량모형의 구축	**중동-아시아 스마트-에코도시건설기술**

신도시 및 도시관리모형 개발

신도시개발시 토지이용수요를 추정할 수 있는 인구성장모형, 교통수요모형, 토지이용모형, 도시기반경제성장모형 등의 개발이 필요함

신도시 건설 결합상품 개발

한국의 수출 경쟁력을 기반으로 신도시건설과 결합가능한 상품 및 서비스 개발

수직농장 개발

시장수요예측모형 개발, 식물배양기술, 태양광 전달기술, 분뇨거름장치, 수직농장 모듈화 기술 등

중동 진출 대상 도시 수직농장 기술

첨단 스마트 그린빌딩 건설기술

-그린빌딩패시브계획요소기술개발
-신재생에너지융복합설계및제어기술개발
-스마트그리드연계형빌딩에너지통합관리시스템개발

냉방에너지 절감을 위한 일사차단 창호 기술 개발

냉방에너지 절감을 위한 일사차단 창호 기술■ 잠열기능을 이용한 냉방에너지 저감형 창호 기술■ 기존창호의 일사차단을 위한 리트로피트 기술

중동-아시아 스마트-에코 빌딩 건설기술

보급형 저에너지 공동주택개발(저비용/모듈화)

1.기능:Affordableprice/Lowenergy/Modular/Comfort

2.구성기술

- Passive + Low Exergy System(Active + Renewable Energy)
- 최적화 모듈러 설계/시공기술

3.성능목표

- 기본 보급형 팩키지(5리터 하우스/ 0% 비용상승)
- 플러스 팩키지 (3리터 하우스/ 10% 비용상승)
- 수퍼플러스 팩키지(1리터 하우스/20% 비용상승)

맞춤 보급형 모듈러 주택 기술개발

1.개념:신도시및보급형주택계획이있는국가에맞는저렴하면서급속시공을위한국가별자원보유특성,건설기술수준,기능인력숙련도,기후조건등을고려한공장생산기반모듈러주택기술개발

2.목표:

1)철근콘크리트공동주택공사기간대비50%단축

2)철근콘크리트공동주택공사비용대비20%절감

3)60%공장생산을통한일용직현장인력흡수로정규일자리7만창출

3.구성기술

1)설계/제작비11%절감및공장생산율60%를위한모듈러주택의설계및제작표준화기술개발

2)Passive설계및통합에너지관리시스템을활용한냉난방에너지15%절감형모듈러건축에너지시스템기술개발

3)12층이상의고층모듈러건축구조시스템기술개발

4)제작및조립효율성20%향상을위한모듈러주택생산및조립,양중기술개발

시장수요기반 저에너지 친환경 모듈러 상용화 기술개발

해당국가의기후,건설환경을고려한저비용,저에너지모듈러건축

상용화모델개발및Pilot프로젝트수행

아시아-아프리카 신흥국 대상 저비용/공기단축형 모듈주택건설기술

KOICA 자금 활용 해외 저개발국가 구호용 모듈러 건축시스템 개발

과제의개념:해외저개발국가구호용병원및학교등에적용가능한수출용모듈러빌딩기술개발
구성기술:시스템설계,시공및운송기술
성능목표:RC나조적조대비공기를70%이상줄일수있는모듈러빌딩(학교및병원등원조용시설물)시스템개발

동남아시아 대규모 단지건설을 위한 모듈화 주택건설

대규모주거단지의효율적건설을위해서공장가공에의한모듈화주택조립이필요함.
모듈화건물의단열성능과현장시공의오차를방지하기위한
3차원BIM설계도면을이용하여사전시뮬레이션필요

저비용 공기단축형 모듈주택 건설기술, 친환경 저에너지 모듈화 주거단지

냉난방/급탕/조명등에서신재생에너지(패시브기술)를활용하고,저탄소친환경건축자재를사용하여, 조립식모듈화주택을완성하면 제로에너지(또는 저에너지) + 친환경자재(저탄소) + 조립식 모듈화(공기단축 효용) 의 융복합 구성기술이 완성되어 저에너지 에코 주거단지를 조성할수 있음.

저비용제로에너지공동주택 건설기술

-패시브건축기법이최적화
-고효율설비및신재생에너지적용의최적화
-비용과절약효과를고려한복합기술의모듈화
-모듈화기술적용을위한설계기법및지침수립
-제로에너지주거모델구성및보급계획수립

보급형 저에너지 공동주택개발(저비용/모듈화)

1.기능:Affordableprice/Lowenergy/Modular/Comfort

2.구성기술

- Passive + Low Exergy System(Active + Renewable Energy)
- 최적화 모듈러 설계/시공기술

3.성능목표

- 기본 보급형 팩키지(5리터 하우스/ 0% 비용상승)
- 플러스 팩키지 (3리터 하우스/ 10% 비용상승)
- 수퍼플러스 팩키지(1리터 하우스/20% 비용상승)

맞춤 보급형 모듈러 주택 기술개발

1.개념:신도시및보급형주택계획이있는국가에맞는저렴하면서급속시공을위한국가별자원보유특성,건설기술수준,기능인력숙련도,기후조건등을고려한공장생산기반모듈러주택기술개발

2.목표:

1)철근콘크리트공동주택공사기간대비50%단축

2)철근콘크리트공동주택공사비용대비20%절감

3)60%공장생산을통한일용직현장인력흡수로정규일자리7만창출

3.구성기술

1)설계/제작비11%절감및공장생산율60%를위한모듈러주택의설계및제작표준화기술개발

2)Passive설계및통합에너지관리시스템을활용한냉난방에너지15%절감형모듈러건축에너지시스템기술개발

3)12층이상의고층모듈러건축구조시스템기술개발

4)제작및조립효율성20%향상을위한모듈러주택생산및조립,양중기술개발

시장수요기반 저에너지 친환경 모듈러 상용화 기술개발

해당국가의기후,건설환경을고려한저비용,저에너지모듈러건축

상용화모델개발및Pilot프로젝트수행

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
1	차세대 차종/교통량 온라인 검지 및 데이터베이스 분석 시스템 기술 주요 인프라(물류기지, SOC시설 등)를 연결하는 도로망의 신설, 확장에 대한 의사결정지원시스템으로 도로망의 차종별 교통용량을 실시간으로 측정하여 분석하는 시스템 기술		
2	차세대 차종/교통량 온라인 검지 및 데이터베이스 분석 시스템 기술 주요 인프라(물류기지, SOC시설 등)를 연결하는 도로망의 신설, 확장에 대한 의사결정지원시스템으로 도로망의 차종별 교통용량을 실시간으로 측정하여 분석하는 시스템 기술		
3	기후-도로환경을 고려한 맞춤형 기능성 중온 아스팔트 포장 공법 개발 에너지절감 및 유해감스 배출을 절감효과를 가지고 있는 중온아스팔트 기술을 외국에 기후조건, 교통조건, 포장조건 등을 고려한 맞춤형 기능성 중온 아스팔트 포장 공법 개발 (동남아시아: 수분 저항성이 우수한 저가형 중온 아스팔트 포장 공법 개발, 선진국: 저비용 고효율 재활용 중온 아스팔트 포장 개발 등)		
4	지역 맞춤형 중온 아스팔트 포장(warm mix asphalt) 기술 개발 기후 환경 맞춤형 저비용 재활용 중온 아스팔트 포장 기술 개발 국가별 기후 및 지역 여건 등을 고려하여 일반 및 재활용으로 사용할 수 있는 중온 아스팔트 포장 기술을 개발하고 이를 현장에 적용할 수 있는 시공 기술을 지원함		
5	저교통용 고내구성 도로 포장공법		

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	적은 비용으로 많은 도로 연장을 건설하기 위한 시공 기법이 필요함. 이미 동남아시아 등에서는 이러한 기법들이 부분적으로 도입되고 있으나, 기술적으로/ 장비 측면 등에서 미비한 부분이 있어 활성화 연구		
6	IT융합 스마트도로, 친환경도로 기술 IT와 융합하여 도로의 정보활성화 (도로최적화) 및 기상, 교통량 등 기초자료 수집, 교통정보제공		
7	중동 타겟형 고품질 스마트도로 건설기술 지능형 교통시스템을 통하여 운전자에게 필요한 모든 정보를 제공해 운전자 과실사고 저감(30%)및 탄소저감(10%) 효과		
8	BIM 기반 설계 검토, 샵드로잉 제작 entley Microstation이나 Autodesk Revit과 같은 BIM S/W에 add-on 형태의 프로그램을 개발하여 현장 기술자가 설계 도면 검토, 간섭 사항 검토, 시각적 업무 협의, 시공에 필요한 정보 추출 등을 손쉽게 활용할 수 있도록 하여 IT 기반의 생산성 향상에 기여함		
9	중동 사막지반 및 극서지역 도로/철도 건설기술 각지역의 특화 된 토질연구 및 그지역의 도로, 철도건설에 필요한 시공재료로서 구하기 쉽고 원가가 싼 재료 연구나 발굴.		
10	Steel Confined Composite Girder Concrete Filled Tubular Arch Composite Girder Pretension and Post-tension PSC Girder 콘크리트와 강재를 합성한 중장경간 교량 거더프리텐션과 포스트텐션을 통해 효과적인		x

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	단면을 갖는 프리스트레스 콘크리트 교량거더		
11	고온 및 저온 지역에서 복합신소재를 활용한 급속시공용 모듈 교량 기술 고온 및 저온지역에 우수한 복합신소재를 활용하여 교량 구성별로 모듈화하여 공장제작후 현장에서 최소한의 작업인원(1-2인)을 한 후 교량을 완성하는 핵심 기술 본 교량의 성능은 1등교의 교량으로서 43.2 ton의 하중에 저항하도록 하는 기술		X
12	저개발국(혹서지) 건설공사를 위한 현지맞춤형 지반평가 기법 및 조사장비 개발 대상국가 시료(특수지반) 특성 분석 및 평가 • 현장 밀착형 지반조사 장비 설계 및 제작 • 대상국가 장비 개선 및 국내 장비 활용방안 마련 • 설계정수 도출이 가능한 시료채취 샘플러 개발 (회수율 최소 60%이상)		
13	도로교통관리 시스템 태국 방콕 등 주요도로의 신호주기 조정을 포함한 교통관리 및 관제시스템의 구축하는 과제임		
14	측량지원 없이 정밀시공이 가능한 건설장비 자동화 굴삭기에 관절부에 경사를 판독할 수 있는 센서를 장착하여 장비조종원이 조종실 안에서 별도의 측량지원없이 모니터를 보며 작업할수 있는 시스템이다. 1cm 이하 오차 편차를 좁혀서 정밀시공의 구현이 가능하다. “	X	
15	스마트 도로 철도 건설기술 중동 타켓형 스마트 도로 건설기술 사막 지역 지반을 고려한 고속 철도 기술 등	X	

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
16	기능성 폴리머 콘크리트 도로포장 시스템 개발 - 폴리머 재료를 사용한 기능성 친환경 도로포장, 교면포장 및 보도포장 시스템 - 대상 국가의 환경조건 및 기능조건 등을 만족하는 최적 pavement system 재료 및 시공방법	x	
17	저비용 도로 안전 시설 개발 개발도상국에서 적용할 수 있는 저비용 도로 안전시설의 개발 - eu cen 또는 북미 기준 만족할 수 있는 성능 유지	x	
18	탄소를 저감할 수 있는 저비용 중온아스팔트 포장기술 개발 기존의 아스팔트에 비해 낮은 온도에서 아스팔트 시공이 가능한 중온 아스팔트를 각 나라별 골재 특성에 맞게 개발 함으로써 탄소를 저감		
19	동남아지역 대수층·연약지반 붕괴 문제 해결을 위한 굴착거리 1m/일급 간이동결 방식의 비개착 지하통로 구축 기술 개발 간이동결 기술을 이용한 비개착 지하통로 구축시스템 개발을 통해 지반이 불안정하여 지하통로 구축이 난해한 대수층·연약지반에서도 지하통로 구축이 가능하도록 함		
20	평탄성 측정장비 검수장비 walking profile장비의 성능검수 장비 개발	x	
21	해외 교통시설 투자평가기법 개발		

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	해외 교통시설 유형 분류, 교통자료 확보기법, 교통수요 예측 기법, 경제성 및 재무성 평가 기법 등		
22	지속가능형 저탄소 섬유보강 유황폴리머 콘크리트의 개발 유황 폴리머 콘크리트의 취성적인 특징을 보완하기 위해 콘크리트 보강용 섬유를 유황폴리머에 혼입함으로써 균열에 대한 저항성과 안전성능 향상		x
23	폐타이어 재활용 도로안전시설물 개발 자동차의 폐타이어를 분쇄 또는 절편하여 콘크리트와 혼합된 RMC(rubber modified cobcrete)를 개발		x
24	중남미-아시아 기후-지역 타겟 도로/철도 건설기술 지하공간, 대공간구조물 신흥도시 및 산업단지와 대도시간의 교통인프라구축 도심지 대형지하쇼핑몰/하수처리장/스타디움(체육관)		
25	중남미-아시아 강진지역의 내진성능 향상 도로-철도 시설물 건설기술 기존 SOC구조물(교량 등)의 내진성능확보를 위한 유지관리 기술 개발		x
26	장대교량(현수교, 사장교, 현수사장교)의 해석 및 설계를 위한 첨단구조해석 소프트웨어 개발	x	

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	장대교량(현수교, 사장교, 현수사장교) 설계를 위한 IT기반의 첨단구조해석 소프트웨어 개발. 3차원 비선형 유한요소해석을 이용한 시공단계 시뮬레이션 기술 개발. 3차원 그래픽을 이용한 응용프로그램 개발로 실무사용성과 편의성을 극대화. 장대교량분야의 세계시장 진출.		
27	삼각공간 와이어 공법. 삼각공간와이어공법으로 제작하는 교량은 공장에서 완벽하게 제작할수 있고 ,현장으로 운송하여,현장에서는 조립설치만하기때문에 정밀시공이 가는한 공법임.		X
28	* 홍수방지용 지하조절지/지하저류지 기술 * 교통터널과 지하조절지/지하저류지의 병용 활용 기술 * 도심지 (지하철) 교통터널의 첨단 설계/시공/유지관리 기술 * 직경 6~8 m급 도심지 교통터널 대상 * 열대/아열대 기후를 고려한 지하조절지/지하저류지 용량	X	
29	프리캐스트 패널을 이용한 자전거도로구축 자전거의 활용이 높은 동남아 지역에 하천, 기존도로, 교량등에 자전거도로를 건설함으로써 차량에 의한 이산화탄소저감, 교통해소등의 기능을 부여		X
30	프리캐스트 패널을 이용한 항만부두 시공법 현장타설로 이루어지는 항만부두(잔교식, 돌핀식, 중력식)공법을 공장에서 부재의 생산으로 현장으로 운반하여 이를 설계에 맞게 시공하는 공법		X

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
31	방재용 다목적 TBM터널 건설기술의 해외 시장 진출을 위한 기술 개발/고도화 연구 아시아 홍수 지역의 주요 도시(방콕, 호치민 등)의 수해에 대응할 수 있는 다목적 도로/수로 겸용 인프라 구축 및 국내 TBM터널 관련 국내 기술의 고도화	X	
32	연약지반 개량이 필요없는 프리캐스트 도로포장 기술 프리캐스트 판넬과 프리캐스트 교각 개념의 콘크리트 부재를 사용한 급속 조립식 도로 건설 기술 연약지반에서 지지력을 확보할 수 있는 말뚝 시공 기술로 도로 기초 제공 장기적인 지반 침하에 대한 도로 노면 평탄성 확보 기술	X	
33	해외시장 진출을 위한 주요 해외 기술 기준 번역 해외 건설 시장에서 주로 적용되는 유럽의 ISO 및 영국과 미국의 건설 관련 주요 기술 기준 및 계약 법령 번역 주요한 기술 기준 및 계약 법령을 선정하고 이를 번역하여 원문과 같이 제공하고 검색 가능한 DB를 구축하며 국가별 주요 기준 및 법령의 상이점을 검토	X	
34	신속 시공이 가능한 저개발 국가용 경량 도로 건설 공법 개발 도로를 사용하는 차량의 하중 수준을 제한하는 대신 신속한 도로의 건설이 가능한 공법 개발 해외 기술 기준을 검토하여 적용 가능한 낮은 등급의 도로 설계 기술 기준 확보 도로포장 및 구조물에서 신속한 시공이 가능하도록 공법을 규격화하고 품질관리 수준을 낮춰 저가형 도로를 건설할 수 있는 기준 도입 국가가 위치한 지역별 기후, 지반, 교통량의 특성을 반영하여 사용 재료 및 하중 수준을 합리적으로 낮춰 저비용 신속 건설이 가능한 기술 개발	X	X

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
35	기후 변화 대응형/수요 대응형 교통 시스템 예측 기술 1. 토지이용을 고려한 교통 수요 및 교통시설 예측 기술 2. 돌발상황(재해/재난/사고 등) 교통 시스템 수요 및 용량 산정 기술 3. 교통 용량과 수요를 고려한 도로교통 탄소배출 산정 기술		
36	기후변화 대응형/국가 맞춤형 도로생태시설 조성기술 1. 기후변화 대응형 도시부 도로생태시설 조성기술 2. 국가/지역 맞춤형 친환경 도로 조성기술		
37	기계화 시공(쉴드, TBM) 터널의 세그먼트 라이닝 최적 설계 및 시공 기술 개발 세그먼트 라이닝의 보강재 개선을 통한 최적 설계법 개발 (철근 보강재 감소 및 각종 섬유 보강재를 이용한 단면 최적화 기법 등) 세그먼트 형상 개선을 통한 쉴드 TBM 굴진률 및 시공성 향상 기술 개발 (세그먼트 접합부 형상 개선을 통한 구조물 안정성 향상 및 TBM 시공성 향상)		X
38	동남아시아 타겟 저비용-신속시공 도로건설 및 유지관리 기술 개발 장경간 모듈형 PSC Girder(Simple or Splice Girder), Accelerated Pier(Column+Coping) PSC Half Slab(Pretension Base) IT융합 Smart 유지관리 기술		
39	스마트하이웨이 자연에너지를 활용한 도로시설물 활용방안연구		

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
40	튜브형 자전거고속도로 건설기술 공기 저항을 최소화하고 교차로에서도 서지 않고 달릴 수 있는 미래형 자전거고속도로. 신도시 중심으로 설치해 화석연료나 전기동력이 필요없는 자전거도시 건설. 가령 전체 둘레가 20㎞인 도시의 경우 자전거고속도로를 활용하면 30분 이내 주요 거점 어디든 자전거로 이동이 가능		
41	무탄소 교통수단(자전거, 공용전기자전거, 공용저속전기차)를 위한 사막의 지하고속도로 . 공기 저항을 최소화하고 교차로에서도 서지 않고 달릴 수 있는 미래형 친환경 지하고속도로. 무오염, 저탄소 도시 건설		
42	저개발 국가 지원을 위한 현지토 활용 흙 포장 기술 현지토양의 안정처리를 위한 친환경 재료의 최적 배합 설계 및 혼합 다짐 특성 분석 대상지역의 탐방도로 현장 시험시공 및 관리 방안 마련	X	
43	건설폐기물 재활용하여 골재재생산 하여 보조기층 활용 및 보도블록에 이용 각종 건설폐기물(자갈,모래 석분등)의 재활용 및 친환경 보도블록 생산으로 무분별한 골재 재취로 인한 환경파괴를 최소화 할 수있으며 안정적인 골재의 제공으로 건설단가를 저렴하게 할 수 있음	X	
44	대심도 터널을 이용한 컨테이너 물류 수송 대심도 터널 굴착기술, 대단면 수직터널 굴착기술, 컨테이너 자동 야적기술, 이동중 화물 스캔 기술		X
45	- 비용효과적 태양열 가로등 개발,	X	

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	- 비용효과적 방호울타리 개발 - 환경조건(고온, 강수 등)과 경제성을 고려한 아스팔트 포장기법 개발 - 비용효과적 발광 표지판 개발 등		
	개도국 산업개발 지원을 위한 도로인프라 구축사업이 증가하는 추세이나, 도로교통환경의 급격한 변화로 교통사고가 증가하는 추세임. 이는 지원국가이미지에 부정적 영향을 미칠 수 있음. 따라서 최소한의 안전성을 확보할 수 있는 시설의 설치가 필요하나 유지관리비 과다소요로 수원국에서는 교통안전이 방치되고 있는 실정. 따라서 상기한 바와 같은 연구도 필요할 것으로 판단됨		
46	줄리텐토목시설		
	사업이 진행되면서 기능과 구성기술, 목표 등이 제시되어야 할것임.	X	
47	카쉐어링(전기차, 하이브리드차, 일반차)을 위한 무인화시스템 개발연구		
	카쉐어링 무인 자동화시스템을 단계별 (요구분석, 설계, 개발, 시험운영, 상용화, 고도화) 기술개발		
48	수요맞춤형 신도시개발 및 도시교통기반시설 건설을 위한 거점 R&D 센터 구축		
	각 국가별로 지역적, 환경적 특성을 고려하여 최적의 신도시개발 및 도시교통수단 건설을 지원하기 위해 주요 미래 건설 시장의 주요 거점에 R&D 센터를 구축하고, 신도시 건설 및 도시교통 건설 사업이 효율적, 체계적으로 이루어질 수 있도록 지원	X	
49	글로벌 교통DB 구축 및 관리기술 개발		- 중동/동남아

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	국내 교통DB 구축 기술을 활용하여 국제적으로 표준화된 글로벌 교통DB 시스템을 구축하고 해외에 진출하는 국내 기업 및 개발도상국의 정부기관 및 기업들이 교통관련 정책 및 사업 추진 시 의사결정의 근거로 삼을 수 있는 기초자료 및 정보 제공		환경 맞춤형 스마트 교통기술
50	해외교통시장 진출 확대를 위한 ODA와 PPP 연계 모델 개발	X	
	DA와 PPP를 연계함으로 우리나라 민간기업이 해외에 진출할 수 기회를 크게 확대할 수 있을 것으로 보이며 이에 대한 모델 개발이 필요		
51	광물자원 육상수송비 절감과 환경영향 최소화를 위한 경량 무인수송 인프라 구축 및 시스템 운영기술		X
	○ 기관차(locomotive)를 이용하지 않고 레일과 선형모터(LIM) 만으로 연속적인 규격화차를 이동시키는 원리를 통해 기존 철도단선 대비 1/3수준의 활화중(live load)을 구현시켜 경량 무인수송 인프라 건설이 가능하고, 하역구간 궤도간격 조정과 화차 간 연결 빔(distance beam)으로 화차를 90도 회전시켜 하역장 면적도 1/2 이하로 축소시켜 광물자원 육상수송비를 절반수준으로 감축시킬 수 있는 신개념 자동수송 화물운송체계 개발		
52	현장작업을 최소화하는 현수교 케이블 설치공법 개발		X
	현수교 케이블을 사전제작하여 현장 작업부분을 최소화		
53	구조물 안전진단을 포함한 보수보강 공법에 관한 연구	X	

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	SOC의 성능을 평가하고 필요에 따라 보수보강 또는 축조를 목표로 한 시스템 기술을 개발해야 하며, 해당 수원국의 SOC수준 향상		
54	해저터널 화재안전 분야 초장대 해저터널에서의 화재시 터널 붕괴방지, 피난, 연기제어 등에 관한 기술	x	
55	해외 건설프로젝트용 Smart Project Management Program 개발 mobile device를 이용한 컴퓨터 통신과 3D 객체모델 기반의 BIM technology를 융합하여, 차세대 Project management tools을 개발	x	
56	ITS융합 및 운영 스마트도로 ITS의 도로와 철도, 항만 및 공항에 설치 운영		
57	초고성능콘크리트(UHPC)를 이용한 장대사장교 설계기술 강도180MPa의 초고성능 콘크리트를 이용한 사장교 설계기술로 기존 콘크리트 사장교의 중량을 줄여서 케이블, 기초규모를 축소함으로서 경제성을 확보하는 기술.	x	
58	대도시권역의 공항건설 소득 3000불 이상국가에 대한 공항을 건설하여 항공교통수단 제공과 국가 경쟁력 확보를 위하여 공항 건설	x	

기술개발아이템	전략프로젝트 명
기후-도로환경을 고려한 맞춤형 기능성 중온 아스팔트 포장 공법 개발	**중남미-아시아 기후-지역 타겟 도로건설 기술**
에너지절감 및 유해감스 배출을 절감효과를 가지고 있는 중온아스팔트 기술을 외국에 기후조건, 교통조건, 포장조건 등을 고려한 맞춤형 기능성 중온 아스팔트 포장 공법 개발 (동남아시아: 수분 저항성이 우수한 저가형 중온 아스팔트 포장 공법 개발, 선진국: 저비용 고효율 재활용 중온 아스팔트 포장 개발 등)	
지역 맞춤형 중온 아스팔트 포장(warm mix asphalt) 기술 개발	
기후 환경 맞춤형 저비용 재활용 중온 아스팔트 포장 기술 개발	
국가별 기후 및 지역 여건 등을 고려하여 일반 및 재활용으로 사용할 수 있는 중온 아스팔트 포장 기술을 개발하고 이를 현장에 적용할 수 있는 시공 기술을 지원함	
BIM 기반 설계 검토, 샵드로잉 제작	
entley Microstation이나 Autodesk Revit과 같은 BIM S/W에 add-on 형태의 프로그램을 개발하여 현장 기술자가 설계 도면 검토, 간섭 사항 검토, 시각적 업무 협의, 시공에 필요한 정보 추출 등을 손쉽게 활용할 수 있도록 하여 IT 기반의 생산성 향상에 기여함	
중동 사막지반 및 극서지역 도로/철도 건설기술	
각지역의 특화 된 토질연구 및 그 지역의 도로, 철도건설에 필요한 시공재료로서 구하기 쉽고 원가가 싼 재료 연구나 발굴.	
저개발국(혹서지) 건설공사를 위한 현지맞춤형 지반평가 기법 및 조사장비 개발	
대상국가 시료(특수지반) 특성 분석 및 평가 • 현장 밀착형 지반조사 장비 설계 및 제작 • 대상국가 장비 개선 및 국내 장비 활용방안 마련 • 설계정수 도출이 가능한 시료채취 샘플러 개발 (회수율 최소 60%이상)	

탄소를 저감할 수 있는 저비용 중온아스팔트 포장기술 개발
기존의 아스팔트에 비해 낮은 온도에서 아스팔트 시공이 가능한 중온 아스팔트를 각 나라별 골재 특성에 맞게 개발 함으로써 탄소를 저감
동남아지역 대수층·연약지반 붕괴 문제 해결을 위한 굴착거리 1m/일급 간이동결 방식의 비개착 지하통로 구축 기술 개발
간이동결 기술을 이용한 비개착 지하통로 구축시스템 개발을 통해 지반이 불안정하여 지하통로 구축이 난해한 대수층·연약지반에서도 지하통로 구축이 가능하도록 함
동남아시아 타겟 저비용-신속시공 도로건설 및 유지관리 기술 개발
장경간 모듈형 PSC Girder(Simple or Splice Girder), Accelerated Pier(Column+Coping) PSC Half Slab(Pretension Base) IT융합 Smart 유지관리 기술
저교통용 고내구성 도로 포장공법
적은 비용으로 많은 도로 연장을 건설하기 위한 시공 기법이 필요함. 이미 동남아시아 등에서는 이러한 기법들이 부분적으로 도입되고 있으나, 기술적으로/ 장비 측면 등에서 미비한 부분이 있어 활성화가 저조연구
BIM 기반 설계 검토, 샵드로잉 제작
entley Microstation이나 Autodesk Revit과 같은 BIM S/W에 add-on 형태의 프로그램을 개발하여 현장 기술자가 설계 도면 검토, 간섭 사항 검토, 시각적 업무 협의, 시공에 필요한 정보 추출 등을 손쉽게 활용할 수 있도록 하여 IT 기반의 생산성 향상에 기여함

저비용 신속시공 도로건설 기술

중동 사막지반 및 극서지역 도로/철도 건설기술

각지역의 특화 된 토질연구 및 그지역의 도로, 철도건설에 필요한 시공재료로서 구하기 쉽고 원가가 싼 재료 연구나 발굴.

저개발국(혹서지) 건설공사를 위한 현지맞춤형 지반평가 기법 및 조사장비 개발

대상국가 시료(특수지반) 특성 분석 및 평가

- 현장 밀착형 지반조사 장비 설계 및 제작
- 대상국가 장비 개선 및 국내 장비 활용방안 마련
- 설계정수 도출이 가능한 시료채취 샘플러 개발 (회수율 최소 60%이상)

지역 맞춤형 중온 아스팔트 포장(warm mix asphalt) 기술 개발

기후 환경 맞춤형 저비용 재활용 중온 아스팔트 포장 기술 개발

국가별 기후 및 지역 여건 등을 고려하여 일반 및 재활용으로 사용할 수 있는 중온 아스팔트 포장 기술을 개발하고 이를 현장에 적용할 수 있는 시공 기술을 지원함

BIM 기반 설계 검토, 샵드로잉 제작

entley Microstation이나 Autodesk Revit과 같은 BIM S/W에 add-on 형태의 프로그램을 개발하여 현장 기술자가 설계 도면 검토, 간섭 사항 검토, 시각적 업무 협의, 시공에 필요한 정보 추출 등을 손쉽게 활용할 수 있도록 하여 IT 기반의 생산성 향상에 기여함

중동 사막지반 및 극서지역 도로/철도 건설기술

각지역의 특화 된 토질연구 및 그지역의 도로, 철도건설에 필요한 시공재료로서 구하기 쉽고 원가가 싼 재료 연구나 발굴.

중동 사막 지반 및 극서 지역 도로 건설기술

저개발국(혹서지) 건설공사를 위한 현지맞춤형 지반평가 기법 및 조사장비 개발

대상국가 시료(특수지반) 특성 분석 및 평가

- 현장 밀착형 지반조사 장비 설계 및 제작
- 대상국가 장비 개선 및 국내 장비 활용방안 마련
- 설계정수 도출이 가능한 시료채취 샘플러 개발 (회수율 최소 60%이상)

차세대 차종/교통량 온라인 검지 및 데이터베이스 분석 시스템 기술

주요 인프라(물류기지, SOC시설 등)를 연결하는 도로망의 신설, 확장에 대한 의사결정지원시스템으로 도로망의 차종별 교통용량을 실시간으로 측정하여 분석하는 시스템 기술

IT융합 스마트도로, 친환경도로 기술

IT와 융합하여 도로의 정보활성화 (도로최적화) 및 기상, 교통량 등 기초자료 수집, 교통정보제공

중동 타겟형 고품질 스마트도로 건설기술

지능형 교통시스템을 통하여 운전자에게 필요한 모든 정보를 제공해 운전자 과실사고 저감(30%)및 탄소저감(10%) 효과

도로교통관리 시스템

태국 방콕 등 주요도로의 신호주기 조정을 포함한 교통관리 및 관제시스템의 구축하는 과제임

해외 교통시설 투자평가기법 개발

해외 교통시설 유형 분류, 교통자료 확보기법, 교통수요 예측 기법, 경제성 및 재무성 평가 기법 등

중동-동남아 환경 맞춤형 스마트 교통기술

중남미-아시아 기후-지역 타겟 도로/철도 건설기술 지하공간, 대공간구조물
신흥도시 및 산업단지와 대도시간의 교통인프라구축 도심지 대형지하쇼핑몰/하수처리장/스타디움(체육관)
기후 변화 대응형/수요 대응형 교통 시스템 예측 기술
1. 토지이용을 고려한 교통 수요 및 교통시설 예측 기술 2. 돌발상황(재해/재난/사고 등) 교통 시스템 수요 및 용량 산정 기술 3. 교통 용량과 수요를 고려한 도로교통 탄소배출 산정 기술
기후변화 대응형/국가 맞춤형 도로생태시설 조성기술
1. 기후변화 대응형 도시부 도로생태시설 조성기술 2. 국가/지역 맞춤형 친환경 도로 조성기술
스마트하이웨이
자연에너지를 활용한 도로시설물 활용방안연구
튜브형 자전거고속도로 건설기술
공기 저항을 최소화하고 교차로에서도 서지 않고 달릴 수 있는 미래형 자전거고속도로. 신도시 중심으로 설치해 화석연료나 전기동력이 필요없는 자전거도시 건설. 가령 전체 둘레가 20㎞인 도시의 경우 자전거고속도로를 활용하면 30분 이내 주요 거점 어디든 자전거로 이동이 가능
무탄소 교통수단(자전거, 공용전기자전거, 공용저속전기차)를 위한 사막의 지하고속도로
. 공기 저항을 최소화하고 교차로에서도 서지 않고 달릴 수 있는 미래형 친환경 지하고속도로. 무오염, 저탄소 도시 건설
카세어링(전기차, 하이브리드차, 일반차)을 위한 무인화시스템 개발연구
카쉐어링 무인 자동화시스템을 단계별 (요구분석, 설계, 개발, 시험운영, 상용화, 고도화) 기술개발

글로벌 교통DB 구축 및 관리기술 개발
국내 교통DB 구축 기술을 활용하여 국제적으로 표준화된 글로벌 교통DB 시스템을 구축하고 해외에 진출하는 국내 기업 및 개발도상국의 정부기관 및 기업들이 교통관련 정책 및 사업 추진 시 의사결정의 근거로 삼을 수 있는 기초자료 및 정보 제공
ITS융합 및 운영 스마트도로
ITS의 도로와 철도, 항만 및 공항에 설치 운영

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
1	철도교 급속시공 및 다목적용 임시거더 시스템 개발 < 기능 > 급속가설가능, 저형고장지간거더, 다목적용, 기후대응형 < 구성기술 > 조립식부재개발, 구조해석, 내부식성재료, 급속운송설치 < 성능목표 > 1시간내가설, 철도운송가능, 장지간, 고습도부식대응, 부재별조립가능	X	
2	중남미-아시아 기후-지역 타겟 도로/철도 건설 기술 도로밑의 지하철이나 도로위의 경전철시스템 필요 자카르타 교통쨈 최악		X
3	고속철도 / 일반철도 고속철도 타당성 및 경제성 연구 수송수요에 따른 속도, 편성수, 정거장 수 등에 대한 검토 연구	X	X
4	스마트 도로/철도 건설 기술 중동 타겟형 스마트도로 건설기술 사막지역 지반을 고려한 고속철도 기술 등 위 추천 기술들은 이미 국내시장에서 그 성능이 입증되었으므로 수요국가에 진출할 때, 풍부한 운영경험 등을 제공하여 안정된 신뢰성을 제공할 수 있는 장점이 있으며, 수요국가의 도로, 철도선진화에 우리나라 기술기여도를 높일 수 있는 이점이 있음, 또한, 국가인프라기술분야의 시장은 후속적인 부품 부분품 기술시장이 지속적으로 열리므로 국내 중소기업의 해외시장 진출기회 확보에 기여할 수 있음.		X
5	철도용 차세대 견인용 전동기 기술개발	X	

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	철도차량용 구동 전동기를 보다 고효율화 하여 에너지저감 및 비용절감 효과를 가져옴		
6	중동 사막지반 및 극서지역 도로/철도 건설기술 사막지역 및 혹한/혹서지역에서의 고속철도 인프라 및 차량/시스템 기술 모래폭풍 및 극저온 및 극상온에서의 300km/h이상 운행 가능 조기기술 개발을 통하여 중동지역 철도사업 선점가능		X
7	중남미-아시아 기후-지역 타겟 도로/철도 건설기술 430km/h급 초고속철도 기술제공 430km/h급 차량기술 보유로 중남미 고속철도 시장선점		X
8	아프리카 저비용 지하철 건설 기술 선진 철도 운영기술 접목한 첨단 최신기술인 열차자동운전장치 기술을 활용한 1인 자동운전체계 구축	X	
9	철도신호시스템 지하철 및 철도에서 사용할 수 있는 지상신호(ATP/ATO)시스템, 관제시스템, 차상제어장치로 200Km/h 속도에 적용할 수 있는 신호시스템 일체	X	
10	동남아시아와 중동 사막지반 철도/지하철 건설기술 1.기술개발 과제의 개념 및 연구내용 - 무가선 트램개발 및 지하철 겸용 전철 개발필요 2.구성기술 - 도로망도 좋지 않고 인구는 밀집되어 있어 이에 적합한 전철을 개발할 필요가 있다고 판단 됨 3.성능목표 - 도로사정정도 좋지 않으므로 도로 아래로 지하철을 운영하는데는 한계가 있으므로		X

No	기술개발아이템	전략프로젝트 정합성 (기술분야/타겟국가)	기술개발아이템 구체화 불가
	고가 구조의 전철망 개발이 필요하다고 판단됨		
11	교통인프라 미국,브라질로의 철도교통시설물 건설공사 미국,브라질의 경우 광대한 영토와 이에 대한 물류시스템의 최적화 효율화가 시급한 상태임. 철도시설 공사는 가장 이국가들에 유망하고 중요한 분야임		X
12	중남미-아시아 강진지역의 내진성능 향상 도로-철도 시설물 건설기술 기존 SOC구조물(교량등)의 내진성능확보를 위한 유지관리 기술개발 국내는 시특법에 따른 기존SOC구조물(교량등)의 유지관리 수준이 최상위 그룹에 속해있으나, 중남미-동남아시아 국가들은 시설물 유지관리에 대한 관심도가 상대적으로 낮은 단계이므로, 향후 내진성능확보를 위한 유지관리기술을 전파하여 시장 선점하는 것이 필요함.		X
13	홍수방지용 지하조절지/지하저류지 기술 교통터널과 지하조절지/지하저류지의 병용활용 기술 도심지(지하철) 교통터널의 첨단설계/시공/유지관리기술 직경6~8m급 도심지 교통터널 대상 열대/아열대 기후를 고려한 지하조절지/지하저류지 용량	X	X

[별첨 5] 전략프로젝트 도출 사전회의 및 상세기획Working Group 회의 일지

(1) 교통인프라(도로)

① 전략프로젝트 도출을 위한 사전회의

- 전략프로젝트별 기술개발과제화 검토, 현지 기술니즈 검토, 상세기획참여연구진 구성 논의

일시/장소	2013.5.8., 10:00, 날리지웍스
참석자	황성도(건기연), 김균태(건기연), 조성한(GS건설), 황재웅(아이디엠이엔씨), 백남철(건기연), 백승걸(도로공사)
주요내용	□ 수요조사 참여 전문가 대상으로 본사업의 개요 및 일정 설명 ○ 5월 14일까지 참여의사 및 전략프로젝트명 / 연구내용 / 참여연구원 확정 요청

일시/장소	2013.5.8., 15:00, 날리지웍스
참석자	류승기(건기연), 이유화(건기연), 이상희(동서울대학), 황종덕(장원)
주요내용	□ 수요조사 참여 전문가 대상으로 본사업의 개요 및 일정 설명 ○ 5월 14일까지 참여의사 및 전략프로젝트명 / 연구내용 / 참여연구원 확정 요청

일시/장소	2013.5.8 (수) 10시~12시 날리지웍스 회의실
참석자	두산인프라코어 기술전략팀 한승호 차장 수성엔지니어링 조재환 상무 한터기술 엔지니어링 사업본부 강성구 부사장 한국철도대학 이승일 박사
주요내용	1) 사업 안내 - 사업명 : 해외건설촉진 연구개발사업 - 발주처 : 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원 - 주관연구기관 : 날리지웍스 - 목적 : 해외건설시장에서 우리기업의 권역별/국가별 유망시장을 선점하기 위한 기술개발과제 도출 및 추진전략 수립 2) 전문가 참여 안내 - 전문가들의 수요조사 제안 과제를 바탕으로 전문가 선정 및 참석 요청함 - 제안 과제 분야 및 각 전문가들의 전문분야를 바탕으로 Working Group 구성 - 전략 프로젝트 보완 및 확정 단계에서 전문가 구성 변경 및 추가 가능 - 5월 말까지 기술과제 도출 및 6월 말까지 상세기획 일정 3) 전략 프로젝트(안) - 중동 사막지반 및 극서지역 철도 건설기술 개발 - 아시아 및 중남미 기후-지역 타겟형 철도 도시설물 건설기술 개발 4) 회의 안건 - 철도분야 전략 프로젝트(안)에 대한 보완 의견 및 방향성 검토 - 새로운 전략 프로젝트(안) 제안 - 전략프로젝트 확정 및 구체화 논의건설기술 개발 - 아프리카 저비용 신속시공 철도건설 기술개발 - 중남미-아시아 타겟형 강진지역 내진성능 향상 철 - Working Group 구성 및 역할 논의 - 기타 본 연구 사업에 관련한 브레인스토밍
향후진행	1) 1차(오전), 2차(오후) 회의 전문가들의 의견 및 제안분야, 전문분야 공유 요청 2) 일정 템플릿으로 각 전문가들 의견 취합하여 공유 예정 - 현 전략 프로젝트(안) 보완의견, 필요 기술분야, 각 전문가들의 전문분야, 새로운 전략 프로젝트(안) 제안 3) 의견 취합 후, 전략 프로젝트 별 Working Group 구성 및 회의 진행 예정

일시/장소	2013.5.8 (수) 15시~17시 날리지웍스 회의실
참석자	한국철도기술연구원 고속철도연구본부 이일화 한국철도기술연구원 고속철도연구본부 심형보 선임연구원 한국건설기술연구원 Geo 인프라연구실 이대영 수석연구원 포스코건설 오명환 부장 포스코건설 정영도 과장 포스코건설 전진택 차장 SQ엔지니어링 송준민 본부장
주요내용	1) 사업 안내 - 사업명 : 해외건설촉진 연구개발사업 - 발주처 : 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원 - 주관연구기관 : 날리지웍스 - 목적 : 해외건설시장에서 우리기업의 권역별/국가별 유망시장을 선점하기 위한 기술개발과제 도출 및 추진전략 수립 2) 전문가 참여 안내 - 전문가들의 수요조사 제안 과제를 바탕으로 전문가 선정 및 참석 요청함 - 제안 과제 분야 및 각 전문가들의 전문분야를 바탕으로 Working Group 구성 - 전략 프로젝트 보완 및 확정 단계에서 전문가 구성 변경 및 추가 가능 - 5월 말까지 기술과제 도출 및 6월 말까지 상세기획 일정 3) 전략 프로젝트(안) - 중동 사막지반 및 극서지역 철도 건설기술 개발 - 아시아 및 중남미 기후-지역 타겟형 철도 건설기술 개발 - 아프리카 저비용 신속시공 철도건설 기술개발 - 중남미-아시아 타겟형 강진지역 내진성능 향상 철도시설물 건설기술 개발 4) 회의 안건 - 철도분야 전략 프로젝트(안)에 대한 보완 의견 및 방향성 검토 - 새로운 전략 프로젝트(안) 제안 - 전략프로젝트 확정 및 구체화 논의 - Working Group 구성 및 역할 논의 - 기타 본 연구 사업에 관련한 브레인스토밍
향후진행	1) 1차(오전), 2차(오후) 회의 전문가들의 의견 및 제안분야, 전문분야 공유 요청 2) 일정 템플릿으로 각 전문가들 의견 취합하여 공유 예정 - 현 전략 프로젝트(안) 보완의견, 필요 기술분야, 각 전문가들의 전문분야, 새로운 전략 프로젝트(안) 제안 3) 의견 취합 후, 전략 프로젝트 별 Working Group 구성 및 회의 진행 예정

일시/장소	2013. 5. 16. 목. 15시~17시 / 날리지웍스 회의실
참석자	한국철도기술연구원 고속철도연구본부 이일화 박사 한국건설기술연구원 Geo인프라연구실 이대영 수석연구원 두산인프라코어 기술전략팀 한승호 차장 수성엔지니어링 조재환 상무
주요내용	1)회의안건 - 전략 프로젝트(안)에 대한 전문가 취합 의견을 바탕으로 Working Group1의 전략 프로젝트 확정 - 전략프로젝트 하위 중점 프로젝트 및 기술 분류 체계 구성 - Working Group1 구성 및 역할 논의 - 추후 진행 일정 조율 2)진행내용 - 현재의 전략 프로젝트(안)에 대한 보완 의견 공유 - 전략 프로젝트(안) 통합 및 재구성 - 우선 권역별 기후에 따른 철도기술 / 권역별 지형에 따른 철도기술 / 개량기술로 전략 프로젝트 분류하여 진행하기로 논의 - 전문가 별 중점 프로젝트 구성에 대한 의견 작성하여 메일로 공유 후 추후 진행하면서 전략 프로젝트 재조율 예정 - 두산인프라코어 한승호 차장은 집필 참여는 어려울 것으로 이야기 함 - 회의 내에서 전략프로젝트 합의 도출 실패
향후진행	철도기술연구원 이일화 박사가 전문가들의 중점 프로젝트 구성에 대한 의견 취합하여 공유 예정 (화요일까지)

<table>
<tr><td>일시/장소</td><td colspan="4">2013.5.13., 날리지웍스</td></tr>
<tr><td>참석자</td><td colspan="4"><table>
<tr><th>전략 프로젝트 (안)</th><th>성명</th><th>기관</th><th>직위</th></tr>
<tr><td>< Working Group 1 >
1) 중동 사막지반 및 극서지역 철도 건설기술 개발</td><td>한승호</td><td>두산인프라코어
기술전략팀</td><td>차장</td></tr>
<tr><td></td><td>조재환</td><td>수성엔지니어링</td><td>상무</td></tr>
<tr><td>2) 아시아 중남미 기후 지역 타겟형 철도 건설기술 개발</td><td>이대영</td><td>한국건설기술연구원
Geo인프라연구실</td><td>수석연구원</td></tr>
<tr><td>3) 아프리카 저비용 신속시공 철도 건설기술 개발</td><td>이일화</td><td>한국철도기술연구원
고속철도연구본부</td><td></td></tr>
<tr><td>< Working Group 2 ></td><td>심형보</td><td>한국철도기술연구원
고속철도연구본부</td><td>선임연구원</td></tr>
<tr><td>중남미-아시아 타겟형 강진지역 내진성능 향상 철도시설물 건설기술 개발</td><td>이승일</td><td>한국철도대학</td><td></td></tr>
<tr><td>< Working Group 3 ></td><td>정영도</td><td>포스코건설</td><td>과장</td></tr>
<tr><td rowspan="2">중동 도심지 지역의 특성을 고려한 저진동, 저소음 트램 궤도시스템 설계 및 시공기술 개발</td><td>오명환</td><td>포스코건설</td><td>부장</td></tr>
<tr><td>전진택</td><td>포스코건설</td><td>차장</td></tr>
<tr><td>신호분야 전문가 필요시 참여</td><td>강성구</td><td>(주)한터기술
엔지니어링사업본부</td><td>부사장</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td colspan="4">- Working Group 2, 3 는 추가 회의 없이, Working Group 별로 진행
- Working Group 1은 전략 프로젝트 도출을 위하여 회의 예정</td></tr>
</table>

일시/장소	2013.5.14., 14:00, 건기연
참석자	류승기(건기연), 이유화(건기연), 이상회(동서울대학), 황종덕(장원), 백남철(건기연)
주요내용	□ 스마트도로 전략프로젝트 개념 및 연구내용 논의 ○ 스마트도로 전략프로젝트 개념 및 중점과제 논의 ○ 스마트도로 타겟 권역 및 국가 설정 ○ 향후 일정 및 총괄 집필진 선정(이유화 박사)

일시/장소	2013.5.16., 14:00, 건기연
참석자	황성도(건기연), 권수안(건기연), 백철민(건기연), 문성호(한국과학기술대학교), 이재준(전북대), 박대욱(군산대)
주요내용	□ 도로인프라 2차 회의 ○ 도로인프라 중동, 중남미-아시아, 아프리카 니즈 및 총괄간사 선정회의 ○ 중동 총괄간사 : 문성호, 박대욱 ○ 아프리카 총괄간사 : 권수안, 이재준 ○ 중남미-아시아 : 황성도, 백철민

② 상세기획을 위한 전략프로젝트별 Working Group회의

일시/장소	2013.5.15., 14:00, 날리지웍스
참석자	신상훈(케이블브릿지), 태기호(인우기술)
주요내용	□ 장대교량, 터널 및 도로 구조물 1차 회의 ○ 사업소개 및 향후 일정 설명 ○ 장대교량 권역별 국가별 니즈파악 ○ 구체적인 니즈 파악 불가하여 기획 미 참여

일시/장소	2013.5.21., 15:00, 날리지웍스
참석자	김정호(건기연), 곽수현(지에스씨건설), 김석태(오케이컨설턴트)
주요내용	□ 장대교량, 터널 및 도로 구조물 2차 회의 ○ 사업소개 및 향후 일정 설명 ○ 장대교량 권역별 국가별 니즈파악 ○ 구체적인 니즈 파악 불가하여 기획 미 참여

일시/장소	2013.5.29., 11:00, 날리지웍스
참석자	이유화(건기연), 이상회(동서울대학)
주요내용	□ 스마트도로 전략프로젝트 명 및 연구내용 논의 ○ 스마트도로 전략프로젝트명 변경 : 스마트도로에서 모듈형 터널 ITS 건설기술 ○ 현지 니즈 구체화 및 연구내용 변경 ○ 황종덕(장원) 니즈 제시 및 집필에 어려움으로 기획연구진에서 제외 : 유선으로 참여의사 확인함

③ 전략프로젝트 상시 Monitoring 및 Feedback 협의 결과

튜브형 유니모달 자전거 고속도로 건설기술	
진행상황	[5.29] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 스마트토탈 솔루션-모듈형 터널 ITS 건설기술 □ 진출대상국가 ○ 아시아(인도네시아), 중동(UAE, 카타르) □ 사업의 목표 ○ 개패 및 폐쇄형 터널 건설기술로 변경 □ 기술개발 내용 ○ 중동지역의 열악한 자연환경을 극복하기 위한 교통체계 기술개발 ○ 개패 및 폐쇄형 터널 건설기술 개발, 유지보수 및 운영으로 포커싱하여 진행함 [5.31] : 논의사항 □ 연구내용은 현지의 기술니즈 중심으로 이를 해결하기 위한 기술개발 관점으로 변경 □ 본 사업에서 하려고 하는 기술개발 내용에 대한 서술 보완 필요 □ 기존 국가연구개발사과의 중복성 및 차별성 보완 필요 [6.4] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 ○ 연구기간 및 연구비 논의 ○ 연구개발 목표 및 기대효과 구체화 [6.11] : 논의사항 □ 전략프로젝트 명 변경 : 튜브형 유니모달 자전거 고속도로 건설기술 [6.12] : 논의사항 □ 국내 기술 수준, 국내 인프라 수준 구체적 서술 ○ 기술분류체계상에서 본 사업을 통한 개발대상기술이 아닌 부분도 기술수준이 낮은 것으로 보이는데 이 부분에 대해서는 왜 기술개발이 필요하지 않은지 등에 대한 서술이 필요 ○ 인프라 부분도 표에서 제시된 표를 바탕으로 인력, 장비, 실험시설 등 관련 인프라에 대한 상세기술 필요 □ 연구개발목표, 연구내용 구체적 서술

저비용 신속시공 도로포장 건설기술(칩씰 및 상온 재활용 아스팔트)	
진행상황	[5.29] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 스마트토탈 솔루션-모듈형 터널 ITS 건설기술 □ 진출대상국가 ○ 아프리카(나이지리아, 가나 코트디부아르 등) □ 사업의 목표 ○ 사업목표 구체화 및 타겟 국가의 니즈 제시 요청 □ 기술개발 내용 ○ 중동지역에서 칩씰 및 상온 재활용 아스팔트 니즈 해결 관점의 연구내용 보완 논의 [5.31] : 논의사항 □ 연구내용은 현지의 기술니즈 중심으로 이를 해결하기 위한 기술개발 관점으로 변경 □ 본 사업에서 하려고 하는 기술개발 내용에 대한 서술 보완 필요 □ 기존 국가연구개발사과의 중복성 및 차별성 보완 필요 [6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 ○ 연구기간 및 연구비 논의 ○ 연구개발 목표 및 기대효과 구체화 [6.5] : 논의사항 □ 연구기간 및 연구비 논의 ○ 연구기간 10년에서 4~5년으로 연구기간 조정 검토 요청(단기적으로 현지 국가 니즈 해결을 위해 단기성 연구개발 아이템임) ○ 연구비는 실증 및 테스트 베드 구축 관점의 연구비를 고려하여 제시하고 구체적인 근거 제시를 요청함 [6.12] : 논의사항 □ TRM 수정 요청 ○ 단계별 목표 제시 및 기술수준을 단계별(연도별)로 제시 요청함 □ 연구개발목표, 연구내용 구체적 서술 ○ 연구목표 및 연구내용을 국가연구개발사업과의 중복성 및 차별성 부각될 수 있도록 연구내용 제시 요청함

박층 및 저소음 도로포장 건설기술	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 박층 및 저소음 도로포장 건설기술 변경함 □ 진출대상국가 ○ 타겟 국가 제시 요청 □ 사업의 정의 ○ 물류 수송 및 이동수단을 위한 고속도로 포장률 향상 및 도심주변 교통소음 해소 도로포장 기술 □ 사업의 목표 ○ 사업의 목표 설정 요청 □ 기술개발 내용 ○ 박층아스팔트 및 저소음 도로포장, 폐골재 재활용 도로포장 연구내용의 구체화 요청 [5.31] : 논의사항 □ 본 사업에서 하려고 하는 기술개발 내용에 대한 서술 보완 필요 ○ 전략프로젝트(본 사업)을 구성하는 중점과제와 중점과제를 구성하는 구성기술 및 각각의 정의에 대한 서술보완 필요 □ 중동국가에서 박층아스팔트 및 저소음 도로포장 기술을 개발하면 현지 진출이 가능한 이유에 대해 제시 요청함 ○ 박층아스팔트 개발시 도심주변의 소음저감이 얼마나 되는지? 또는 소음이 얼마나 발생하고 있는지 구체적인 제시 요청함 [6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등 [6.7] : 논의사항 □ 전략프로제트 정의 ○ 기존 중점과제 정의가 추가된 것처럼 전략프로젝트 전체 관점에서의 정의가 필요 ○ 또한 기존 중점과제가 9개에서 2개로 변경됨에 따라 이 부분도 반영이 필요 □ 국내외 기술수준 및 인프라

	○ 사업을 통한 개발 대상 기술이 아닌 부분에 대한 높은 기술수준 상세 제시 필요 ○ 인프라 부분도 표에서 제시된 표를 바탕으로 인력, 장비, 실험시설 등 관련 인프라에 상세 기술 필요 □ 연구개발전략 ○ 본 사업의 성공적인 수행을 위한 전략 부분 작성 □ 연구내용 보완 요청 ○ 국가연구개발사업과의 차별성 및 구체적인 연구내용 보완 요청함 □ 기술로드맵 ○ 연구기간 및 연구내용 요청(10년에서 4~5년으로 축소: 단기성 과제) [6.9] : 논의사항 □ 구체적인 연구비 산정 제시 요청 [6.14] : 논의사항 □ 국토교통부 및 KAIA 담당자와 논의를 통하여 박층아스팔트 및 저소음 도로포장 건설기술 제외 ○ 국가연구개발사업과의 차별성, 현지 니즈 해결을 위한 구체적인 연구내용 및 근거 제시 미흡

프리캐스트 및 중온아스팔트 도로포장 건설기술	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 프리캐스트 및 중온아스팔트 도로포장 건설기술 변경 □ 진출대상국가 ○ 중남미 및 아시아 타겟국가 제시 요청 □ 사업의 목표 ○ 프리캐스트 및 중온아스팔트 도로포장 건설기술 실용화 확보 □ 기술개발 내용 ○ 저비용 신속 시공을 위한 프리캐스트 도로포장 건설기술 개발 ○ 지역 및 기후 맞춤형 다기능 중온 아스팔트 및 혹한 지역 고기능성 포장 공법 개발 [5.31] : 논의사항 □ 기술개발 필요성 보완 ○ 전략프로젝트 기술개발 필요성 제시, 중점과제 및 구성기술 수준으로 제시 필요 □ 기술개발 내용에 대한 서술 보완 필요 ○ 중점과제와 중점과제를 구성하는 구성기술 및 각각의 정의에 대한 서술보완 필요 □ 사업의 기술개발 내용 중 혹한 지역 타겟형 아스팔트 개발 이유에 대한 보완 요청 ○ 영하 30도 이하 도로포장 건설기술 개발이 중남미 및 아시아에서 필요한 것인지 그 이유 등 보완 요청 □ 기대효과 작성 요청 ○ 기술/정책/경제적 과점의 기대효과 작성을 요청함 [6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용 추가 보완 논의 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 전략프로젝트 연구예산 설정 근거 제시 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등 [6.10] : 논의사항 □ 전략프로젝트 목표 및 연구내용 구체화 보완 □ 연구개발전략 및 기대효과 보완

	[6.11] : 논의사항 □ 기존 연구과의 중복성/차별성 ○ 프리캐스트 및 중온아스파트의 기존 국가연구개발사업과의 중복성/차별성 보완 요청 □ 연구의 필요성 ○ 기 연구개발 된 프리캐스트와 중온아스팔트와의 차이점 부각시키기 위한 현지 니즈 해결을 통한 수주경쟁력 확보 가능하다는 관점에서의 기술개발 필요성 제시 필요 [6.14] : 논의사항 □ 국토교통부 및 KAIA 담당자와 논의를 통하여 박층아스팔트 및 저소음 도로포장 건설기술 제외 ○ 국가연구개발사업과의 차별성, 현지 니즈 해결을 위한 구체적인 연구내용 및 근거 제시 미흡

중동 사막지반 및 극서지역 철도 건설기술 개발 아시아 중남미 기후 지역 타겟형 철도 건설기술 개발 아프리카 저비용 신속시공 철도 건설기술 개발	
진행상황	[5.22] : 논의사항 □ 연구진간 협의를 통해 Working Group 확정하고상세기획안 전체 작성 요청 ○ Working Group 별 상세기획안 1.1, 1.6 내용 받음 ○ 상세기획안 전체내용 추가 보완 요청 (5/27까지) [5.27] : 논의사항 □ Working Group 1의 “사막지반 보강 철도 건설기술”과 “저비용 철도건설 선로단면 최적화 기술”의 2개 전략프로젝트 상세기획 진행 [6.10] : 논의사항 □ “저비용 철도건설 선로단면 최적화 기술”에 중점과제 추가 제안(철도연 이일화 박사) [6.13] : 논의사항 □ 중점과제 추가 제안 내용 포함하여 “저비용 철도건설 선로단면 최적화 기술” 상세기획안 전체 재작성하여 송부(철도연 이일화 박사) [6.14] : 논의사항 □ “저비용 철도건설 선로단면 최적화 기술” 상세기획 중단 - 열차 교행시의 풍압, 고속주행시의 횡압, 터널 주행시의 풍압 등의 명확한 분석 연구가 없어 선로단면이 선진국에 비해 넓었고, 선진국의 사례를 그대로 따라 적용하였기 때문에철도 건설 사업비 절감을 위해 선로단면 최적화 연구가 필요하다는 근거로 추진 - ‘13. 5. 10 국토교통부 철도건설과 “철도의 건설기준에 관한 규정” 개정 철도시설공단, 한국건설기술연구원, 한국철도기술연구원, 대학토목공학회 연구로 선진국 수준의 시공기면, 중심간격으로 개정됨 - 철도 선진국과의 경쟁을 위해서 그 이상으로 선로단면 폭을 줄일 필요는 있으나 상기 연구개발과제와의 차별성 및 추진 필요성 근거 부족 - ‘철도시스템 최적화 시스템 엔지니어링 기술 개발’, ‘가혹 환경조건 저비용 궤도구조 기술 개발’, ‘토공노반 교량대체기술 개발’, ‘궤도개량 최적화 기술 개발’ 등 저비용철도 관련 기술아이템을 제안하였으며 기존 타 연구개발 사업과의 차별성 및 해외건설을 위한 차별성 부족 및 중점 타겟 해외권역 미제시로 상세기획 추가 진행 중단

중남미-아시아 타겟형 강진지역 내진성능 향상 철도시설물 건설기술 개발	
진행상황	- 참여전문가 : 철도연 심형보(총괄), 교통대학 이승일 - 5/22(수) 상세기획안 일부 송부 받음 (중점 프로젝트 구성 및 기술체계 부분) - 5/27(월) 상세기획안 송부 받음 - 5/28(화) 해외건설 차별화 근거 제시 어려움으로 진행 중단

중동 도심지 지역의 특성을 고려한 저진동, 저소음 트램 궤도시스템 설계 및 시공기술 개발	
진행상황	- 포스코건설 정영도(총괄), 오명환, 전진택 - 5/22(수) 상세기획안 일부 송부 받음 (중점 프로젝트 구성 및 기술체계 부분) - 5/27(월) 오전까지 상세기획안 전체 송부 예정 - 5/27(월) 상세기획 참여불가 통보

(2) 수자원

① 전략프로젝트 도출을 위한 사전회의

- 전략프로젝트별 기술개발과제화 검토, 현지 기술니즈 검토, 상세기획참여연구진 구성 논의

일시/장소	2013.5.7. / 날리지웍스
참석자	유광태(유앤유소프트), 유순영(한국수리과학기술연구원)
주요내용	□ 기존 전략프로젝트 제안자 대상으로 본 사업의 추진경과 및 향후 일정 설명 ○ 5월 10일까지 기존 작성내용 업데이트하여 송부하고, 5월 16일까지 나머지 부분 작성 요청 ○ 건조지역 분산형 수자원 공급 및 저전력 수처리 기술개발은 유광태, 전환돈 (서울과학기술대학교) 2명이 기획 작성 ○ 동남아시아 및 남태평양 지역 홍수태풍 수해방어시스템 구축 과제는 유순영 1명이 작성

일시/장소	2013.5.8. / 양재역 토즈
참석자	오홍석(경호엔지니어링), 정근진(한라산업개발), 백승혁(현대엔지니어링), 최경영(에코탑), 정재훈(팬아시아워터), 박준규(다산컨설턴트), 김형건(포스코건설), 조용완(GCUS-ES), 지홍기(영남대학교), 추태호(부산대학교), 홍일표, 윤준희(이상 한국건설기술연구원)
주요내용	□ 수요조사 참여 전문가 대상으로 본사업의 개요 및 일정 설명 ○ 5월 13일까지 참여의사 및 전략프로젝트명 / 연구내용 / 참여연구원 확정 요청 ○ 최경영(에코탑)은 물관리분야보다는 도시건축분야에서 연구하기를 희망하여 도시건축으로 이관 ○ 해수담수화플랜트 분야는 거대 연구분야이며, 이미 정부연구개발사업으로 진행된 바 본 기획에서는 제외하는 방안 제안(김형건(포스코건설)) ○ 사막지역 분산형 상하수처리 시스템과 아시아지역 저비용 상하수처리 시스템은 동일 기술분야로 하나의 과제로 논의하여 구체화하기로 함

일시/장소	2013.5.15.

주요내용

※ 3개 과제 참여의사 확인

	성명	기관	직위
다우지역 하천유역의 지능형 홍수예경보 및 재해관리 시스템	지홍기	영남대학교	교수
	최현일	영남대학교	교수
	홍일표	한국건설기술연구원/GGGI	연구위원
	윤준희	한국건설기술연구원	수석연구원
	이주헌	중부대학교	교수
	이경래	한성전자산업	연구원
	강부식	단국대학교	교수
	추태호	부산대학교	교수
아시아 다우지역 저비용 상하수처리 시스템개발	조용완	GCUS-ES	대표
	정근진	한라산업개발	부장
	박준규	다산컨설턴트	전무
	김태형	팬아시아워터	차장
	지홍기	영남대학교	교수
	추태호	부산대학교	교수
	홍일표	한국건설기술연구원/GGGI	연구위원
시장 선도형 고도정수처리시스템 개발	오홍석	경호엔지니어링	선임연구원
	김형건	포스코건설	부장
	백승혁	현대엔지니어링	차장
	김형진	수원과학대학교	교수
	오현제	한국건설기술연구원	선임연구위원

□ 다우지역 하천유역의 지능형 홍수예경보 및 재해관리 시스템

○ 하천규모별 하천 지능화 및 홍수예경보

- 중소하천 유역의 홍수예경보 시스템
- 대유역(Trans Boundary River) 홍수예경보 시스템

○ 유역단위 홍수 재해관리 시스템

□ 아시아 다우지역 저비용 상하수처리 시스템 개발

○ 수자원 조사, 개발, 유지관리, 활용(신재생에너지)

○ 용수공급, 이송, 처리

○ 하폐수처리 및 재이용

○ 통합 물관리 시스템 개발

○ 새마을 정신의 세계화

□ 시장 선도형 고도 수처리시스템 건설기술

○ 기후변화 대응 현지 맞춤형 고도 정수처리 자동제어 감지 기술

○ Compact/Package형 대용량 자동화 폐/히수 공정 개발

② 상세기획을 위한 전략프로젝트별 Working Group회의

일시/장소	2013.5.20.
주요내용	□ 건조지역 분산형 수자원 공급 및 저전력 수처리 기술개발 과제는 1차 초안 완성 ○ 상세내용 작성 및 보완은 5월 27일까지 송부해 주기로 함 □ 동남아시아 및 남태평양 지역 홍수태풍 수해방어시스템 구축 과제는 다른 연구진 의뢰 ○ 작성 담당자인 유순영 박사의 경우, 수치해석 전공자로 재해 및 건설에 대한 지식이 부족하여 더 이상 과제 진행이 어렵다는 의견을 회신하였으며, 웹솔루스의 김태원박사 추천

과제명	시장선도형 고도 정수처리 시스템 건설 기술
일시/장소	2013.5.20
참석자	오홍석(경호엔지니어링), 정진홍(한국건설기술연구원)
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 ○ 5월 27일까지 상세기획 템플릿 작성 요청 □ 과제내용 논의 ○ 하폐수처리분야는 과제 제안자 및 참여 연구진(백승혁, 김형준)이 기획 일정에 맞춰 연구진행이 어렵다는 의사를 사전에 밝힘에 따라 본 과제에서는 고도 정수처리분야만 다루는 것으로 함 □ 상세기획 진행결정 ○ 기획 연구진(오홍석, 정진홍)의 작업 업무 분담 ○ 김형건(포스코건설)은 출장으로 회의에 불참하였으며, 추후에도 출장이 잦아 기획작업 수행이 어려울 것으로 판단되어 기획 연구진에서 제외

과제명	아시아 다우지역 저비용 상하수처리 시스템 개발 사막지역 분산형 상하수처리 및 통합수자원관리기술 개발
일시/장소	2013.5.20
참석자	조용완(GCUS-ES), 정근진(한라산업개발), 박성우(다산컨설턴트), 맹승규(세종대학교), 김일호(한국건설기술연구원), 송경근(한국과학기술연구원), 김태형(팬아시아워터), 김형준(한국환경산업기술원)
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 ○ 5월 27일까지 상세기획 템플릿 작성 요청 □ 과제내용 논의 ○ 아시아 다우지역 타겟으로는 현지여재, 강변여과수, 지하수취수, 공정간소화 저비용 상하수처리 시스템 기술분야를 다루는 것으로 합의 ○ 사막지역 타겟으로는 해수간접취수, 물재이용 기술분야를 다루는 것으로 합의 □ 상세기획 진행결정 ○ 아시아 다우지역 타겟 과제 집필진으로 조용완(현지여재, 저비용 상하수처리 시스템), 김태형(강변여과수), 박성우(지하수취수), 맹승규(총괄), 김형준(총괄 검토) 설정 ○ 사막 지역 타겟 과제 집필진으로 정근진(해수간접취수), 김일호(물재이용), 송경근(상하수처리 시스템) 설정

과제명	다우지역 하천유역의 지능형 홍수 예경보 및 재해관리 시스템
일시/장소	2013.5.20
참석자	지홍기(영남대학교), 추태호(부산대학교), 윤준희(한국건설기술연구원)
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 ○ 5월 27일까지 상세기획 템플릿 작성 요청 □ 과제내용 논의 ○ 과제 내용에 돌발홍수 예경보 내용 추가 ○ 3개 중점과제(위성데이터 활용 대유역 홍수예경보, 중소유역 돌발홍수 예경보, 재해관리시스템)으로 추진

③ 전략프로젝트 상시 Monitoring 및 Feedback 협의 결과

건조지역 분산형 수자원 공급 및 저전력 수처리 기술개발	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 평지형 저수지 활용 소규모 수자원 공급 및 저에너지 수처리 시스템 건설기술 □ 진출대상국가 ○ 중동(사우디, UAE, 카타르, 쿠웨이트, 오만), 북아프리카(리비아, 알제리), 중앙아시아(카자흐스탄)의 넓은 평야지대를 가진 건조기후 국가 □ 사업의 목표 ○ 평지형 저수지 건설기술 및 저비용 저에너지 수처리 및 수자원 공급 시스템 건설 □ 기술개발 내용 ○ 평지형 저수지 위치결정 기술, 유출수 방지기술 ○ 요구수질 맞춤형 에너지 절감형(기존 대비 50%절감) 수자원 공급 시스템 건설 기술 [5.31] : 논의사항 □ 본 사업에서 하려고 하는 기술개발 내용에 대한 보완 필요 ○ 구체적인 연구내용 보완 필요(예 : 평지형 저수지 개념, 저비용 수처리 시스템 개념 등) □ 본 기술개발 추진 필요성 보완 필요 ○ 기존 기술과 차별화되는 점은 무엇인지, 해외진출을 위해 필요한 기술인지 등에 대한 서술 필요 [6.12] : 논의사항 □ 상세기획 중단, 후보과제로 결정 ○ 해수간접취수, 하수재이용 기술 과제와 내용 및 타겟국가 중복 ○ 연구개발 추진 필요성 미흡 ○ 연구내용 구체화 미흡 ○ 과다 연구기간 수정 및 연구내용 보완에 대한 진행(집필진의 부재)이 어려움

동남아시아 및 남태평양 지역 홍수태풍 수해방어시스템	
진행상황	[5.22] : 논의사항 □ 과제 담당자가 일정상 참여가 어려워 상세기획 중단 ○ 새로운 과제 담당자로 추천받은 김태원 박사의 사업 일정으로 인해 더 이상 과제 참여가 어려운 관계로 웹솔루스 기업을 추천 ○ 웹솔루스에서는 과업기간 및 기획내용을 검토 후 참여가 어렵다고 통보 ○ 참여 연구진 부재로 상세기획 중단

시장선도형 고도 정수처리 시스템 건설 기술	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 신규 오염물질 규제 대응 지능형 고도 정수처리기술 □ 진출대상국가 ○ 고소득 국가(미국, 싱가포르) □ 사업의 목표 ○ ICT기반 유입 수질에 따른 최적 공정 자동제어 비용절감기술 및 고도수처리 기술 확보 □ 기술개발 내용 ○ ICT기반 유입 수질에 따른 최적 공정 연구 ○ 유입 수질에 따라 최적 공정 자동제어 시스템 구축 ○ 병원성 세균 등 신규 오염물질 처리 고도 정수처리 기술 확보 [5.31] : 논의사항 □ 보고서 내 연구내용 구체화 필요 □ 국내 적용 건설기술과 차별성 보완 필요 □ 기존 기술과 차별성 보완 필요 ○ 기존 고도 정수처리 시스템에 비해 고도화 되는 부분이 무엇인지, 보완필요 [6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등

	[6.10] : 논의사항 □ 연구비 산정관련 [6.12] : 논의사항 □ 상세기획 중단, 후보과제로 결정 ○ 기존 추진 국가연구개발사업과 차별성 제시 미흡 ○ 해외 연구개발 추진 필요성 미흡 ○ 연구내용 구체화 미흡 ○ 과다 연구기간 수정 및 연구내용 보완에 대한 진행(집필진의 부재)이 어려움

아시아 타겟 분산형 상하수도 시스템 건설 기술	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 현지여재 활용 저비용 상하수처리 및 내진 성능 강화 관로 기술 □ 진출대상국가 ○ 저개발 다우 동남아시아 국가(인도네시아, 말레이시아, 태국, 베트남, 인도) □ 사업의 목표 ○ 현지 맞춤형 여재 개발 및 공정 단순화를 통한 비용절감형 상하수시스템 구축 ○ 내진성능 강화 관로 기술 개발 □ 기술개발 내용 ○ 현지여재 개발 ○ 현지 맞춤형 취수 및 저비용 정수처리 기술 개발 ○ 현지 맞춤형 저비용 하수처리 기술개발 ○ 누수관리 시스템 및 내진성능 관로 기술 [5.31] : 논의사항 □ 보고서 내 연구내용 구체화 필요 □ 국내 적용 건설기술과 차별성 보완 필요 □ 기존 기술과 차별성 보완 필요 ○ 기존 강변여과수 기술, 지하수 취수 기술과 차별화 되는 부분은 무엇인지 보완 필요

	[6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등 [6.14] : 논의사항 □ 과제 명칭에 대한 보완 필요 □ 기존 유사 연구개발 사업과의 중복성 검토 필요

사막지역 분산형 하수처리 및 통합 수자원 관리 시스템 건설기술	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 해수간접취수 하수 재이용 수원 다변화 및 물손실 최소화 기술 □ 진출대상국가 ○ 중동(사우디, UAE, 카타르, 쿠웨이트, 오만), 북아프리카(리비아, 알제리) 등 수자원 부족국가 □ 사업의 목표 ○ 수자원 확보를 위한 해수간접취수 및 하수처리 재이용 등 수원 다변화 기술 확보 □ 기술개발 내용 ○ 해수담수화플랜트와 연계된 해수 전처리 및 해수간접취수 기술 실증화 연구 ○ 물재이용률을 높이고 비용을 절감하기 위한 하수직접 처리 기술 개발 ○ 현지 이슈를 해결하기위한 태양광 활용 색도 처리 기술 개발 [5.31] : 논의사항 □ 보고서 내 연구내용 구체화 필요 □ 국내 적용 건설기술과 차별성 보완 필요 □ 기존 기술과 차별성 보완 필요 ○ 기존 강변여과수 기술, 지하수 취수 기술과 차별화 되는 부분은 무엇인지 보완 필요 [6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의

	○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등 [6.14] : 논의사항 □ 기존 유사 연구개발 사업과의 중복성 검토 필요 ○ 해수간접취수기술, 하수재이용 기술 관련 선행 국가연구개발사업 중복성 검토 필요 ○ 기존 연구개발 사업 및 본 연구개발사업의 기술 현황 및 수준비교를 통해 기존 연구개발사업과의 차별성 제시 필요

다우지역 하천유역의 지능형 홍수 예경보 및 재해관리 시스템	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 다우 하천 유역 돌발홍수 예경보 및 재해관리 시스템 건설 기술 □ 진출대상국가 ○ 동남아시아(인도네시아, 태국, 베트남, 인도) 및 중남미(콜롬비아, 브라질) 다우지역 국가 □ 사업의 목표 ○ 홍수피해 빈번 국가의 강우, 유량, 수위, 위성 데이터를 기반으로 현지에 적합한 홍수 예측모형 개발 및 홍수예경보 시스템 개발 ○ 현지에 적합한 재해피해 산정 모델 및 의사결정 지원 모델 개발 □ 기술개발 내용 ○ 현지 계측 시스템 구축 및 현지 지형, 지질, 강우량, 수위, 유량을 기반으로 중소유역의 홍수예측기술 개발 ○ 계측시스템 구축이 불가능한 지역을 대상으로 위성데이터 기반 홍수예측 기술 개발 ○ 현지에 적합한 홍수예측기술을 기반으로 홍수예경보 시스템 구축 ○ 현지에 적합한 재해 피해 산정 모델 및 의사결정 지원 모델 개발 [5.31] : 논의사항 □ 보고서 내 연구내용 구체화 필요 □ 국내 적용 건설기술과 차별성 보완 필요 □ 기존 기술과 차별성 보완 필요 ○ 기존 홍수 예경보 기술, 재해관리 시스템 기술과의 차별성은 무엇인지 보완 필요 □ 기술개발 추진 필요성 보완 필요

	[6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등 [6.14] : 논의사항 □ 기존 유사 연구개발 사업과의 중복성 검토 필요 ○ 홍수 예경보 및 재해관리시스템 관련 선행 국가연구개발사업 중복성 검토 필요 ○ 기존 연구개발 사업 및 본 연구개발사업의 기술 현황 및 수준비교를 통해 기존 연구개발사업과의 차별성 제시 필요 ○ 태국 물관리 사업 진출 관련 기존 기술과 중복되는 부분은 없는 지 확인 필요

(3) 도시건축

① 전략프로젝트 도출을 위한 사전회의

- 전략프로젝트별 기술개발과제화 검토, 현지 기술니즈 검토, 상세기획참여연구진 구성 논의

<table>
<tr><td>일시/장소</td><td colspan="3">2013.5.8.~10, 날리지웍스</td></tr>
<tr><td rowspan="14">참석자</td><td>구분</td><td>성명</td><td>기관</td></tr>
<tr><td rowspan="3">모듈러 주택관련</td><td>이병윤</td><td>도가종합건축사사무소</td></tr>
<tr><td>조봉호</td><td>아주대학교</td></tr>
<tr><td>배상환</td><td>대림산업(주) 기술개발원</td></tr>
<tr><td rowspan="7">스마트 도시 관련</td><td>정창무</td><td>서울공대 건설환경공학부</td></tr>
<tr><td>이재용</td><td>국토연구원 국토정보연구본부</td></tr>
<tr><td>정원식</td><td>건설연</td></tr>
<tr><td>임주호</td><td>LH공사</td></tr>
<tr><td>손성구</td><td>SK건설</td></tr>
<tr><td>변영민</td><td>현대건설,건축해외영업실</td></tr>
<tr><td>박시삼</td><td>GS건설</td></tr>
<tr><td rowspan="6">스마트 빌딩 관련</td><td>최원기</td><td>자산유리 기술연구소</td></tr>
<tr><td>황태연</td><td>(주)솔루티스</td></tr>
<tr><td>장동운</td><td>쌍용건설(주) R&D팀</td></tr>
<tr><td>이석진</td><td>한국전자통신연구원, 무선전송연구부</td></tr>
<tr><td>황하진</td><td>한국토지주택공사/기술기준처</td></tr>
<tr><td>정상화</td><td>한국건설생활환경시험연구원 첨단건설재료센터</td></tr>
<tr><td>아프리카 스포츠스타디움 관련</td><td>임재한</td><td>이화여자대학교 건축공학과</td></tr>
<tr><td>주요내용</td><td colspan="3">※ 총 4개 과제 참여의사 확인, 3개과제 Drop
□ 아시아-아프리카 대상 모듈러 건축기술
○ 수송효율화(아주대학교 조봉호), 패시브구조(대림 배상환), 제안기술 미정(도가 이병윤)
- 패시브 구조, 수소효율화
○ 1차기획과제와 병합 고려
□ 중동-아시아 스마트-에코도시건설기술
○ 패키지형 도시계획(서울대 정창무, GS 박시삼)
○ 시설물관리(국토연 이재용)
○ 1차기획과제와 병합 고려</td></tr>
</table>

	□ 중동-아시아 대상 스마트 빌딩 건설기술 ○ 저가 고효율 외피 시스템(LH황하진, SK손성구) □ 테러 및 방폭시설물 상용화 ○ 포항산업과학연구원 임현창 박사(조봉호 교수 추천) □ 아프리카 능동형 에너지 제어 스포츠 스타디움(Drop) ○ 임재한 교수 상세기획 구체화 불가 □ 남미 고지대 주택건설기술 개발(Drop) ○ 구체화 가능 전문가 부재 □ 돈망아시아 지진/홍수 대응 도시건설기술(Drop) ○ 구체화 가능 전문가 부재

일시/장소	2013.5.7., 날리지웍스
참석자	임석호, 이원학(건설연), 이주하(수원대), 신현오(고려대),
주요내용	□ 스마트 도시, 우기시 건설재료 및 시공기술, 테러 및 분쟁지역 방폭시설물 상용화, 모듈주택 2차 상세기획 참여 요청 ○ 신현오 연구원, 테러 및 분쟁지역 방폭시설물 상용화 참여 거부, 우기시 건설재료 및 시공과제에 참여 희망 ○ 임석호, 이원학 모듈러 주택 참여 희망

② 상세기획을 위한 전략프로젝트별 Working Group회의

과제명	아시아-아프리카 대상 모듈러 건축기술
일시/장소	2013.5.15
참석자	대림 배상환, 도가 이병윤
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 ○ 촉박한 기획일정 대비 과다한 작성수준으로 계속 진행이 어려움 ○ 내용을 구체화 하기에는 3~4개월 정도 시간이 필요함

과제명	중동-아시아 스마트-에코도시건설기술
일시/장소	2013.5.16
참석자	GS 박시삼, 국토연 이재용
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 □ 과제내용 논의 ○ Concession 모델에 대한 고려 필요 ○ 시설물 관리 시설의 해외 차별화 필요 □ 상세기획 진행결정

과제명	중동-아시아 대상 스마트 빌딩 건설기술
일시/장소	2013.5.16
참석자	LG 황하진
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 ○ 촉박한 기획일정 대비 과다한 작성수준으로 계속 진행이 어려움

③ 전략프로젝트 상시 Monitoring 및 Feedback 협의 결과

중동-아시아 스마트 에코 도시 건설기술	
진행상황	[5.27] : 논의사항 □ Concession Bisiness 부분 상세기획 배제 ○ 담당자인 박시삼 박사 구체화 아이디어 미재안 □ 시설물관리(이재용 박사) 중점과제 수준에서 기술개발과제 제안 후, 구성기술 구체화 불가로 해당 분야 배제 □ 패키지형 도시기술분야 개념 제안(정창무 교수) -> 상세기획 추진 요청 ○ 구체화된 구성기술 및 기술개발필요성 제시요청 □ U-city 관련 공급처리부분 상세기획 추진 요청(건설연 황인주 박사) ○ 구체화된 구성기술 및 기술개발필요성 제시요청 [6.3] : 논의사항 □ “산업/인프라 패키지형 도시개발기술”로 과제명 변경에 따른 후속작업 진행요청 □ 기술개발 방향성 설정에 다른 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 □ 1차기획 참여자 시설물관리(건설연 김태훈 박사) 상세기획 참여요청 [6.10] : 논의사항 □ 연구비 및 TRM 작성 요청 [6.12] : 논의사항 □ 기존기술과의 중복성, 국가별 최적화 기술개발 가능성 검토를 통해 중점과제 배제 ○ 시설물관리기술, 공급처리기술, 국가별 최적화 기술로서의 필요성 제시 미흡, 국내기술 수준향상의 연장선상에서 기술개발과제 제안으로 배제 [6.14] : 논의사항 □ 패키지형 도시개발기술분야 기술동향 재정리 요청, 예산(안) 구체화 요청 ○ 예산산정 근거 제시 요청

아시아 및 아프리카 신흥국 대상 저비용 공기단축형 모듈 주택 건설기술	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ Fully-Automated 패시브 모듈 주택건설기술 □ 사업의 목표 ○ 모듈러 공장생산 전자동화, 패시브 기술 확보 □ 기술개발 내용 ○ 고층 구조,리모델링 배제 검토 ○ 국가별 부재에 최적화된 BIM Library ○ 패시브 구조 반영 ○ 전자동화 및 수송효율화를 통한 비용 절감에 방점 [5.31] : 논의사항 □ 본 사업에서 하려고 하는 기술개발 내용에 대한 서술 보완 필요 ○ 전략프로젝트(본 사업)을 구성하는 중점과제와 중점과제를 구성하는 구성기술 및 각각의 정의에 대한 서술보완 필요 □ 본 기술개발을 통한 시장선점 가능성, 차별성에 대한 서술 보완 필요 ○ 국내에서 관련기술을 독자 개발한다고 하면 미국, 일본 기업들과 경쟁이 되는지? 차별화 Point는 무엇인지에 대한 서술 필요 □ 도가 이병윤 대표 기술개발 아이템 구체화 미흡으로 상세기획 연구진에서 배제 [6.3] : 논의사항 □ 상세기획 구체화 요청 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등 [6.7] : 논의사항 □ 전략프로젝트/중점과제/구성기술에 대한 기술개발 내용 구체화 요청 □ 예산 및 TRM 작성 요청 [6.10] : 논의사항 □ 연구비 산정 근거 제시 요청 [6.14] : 논의사항 □ 신흥국 고층 모듈 주택 필요성, 리모델링 필요성 확인 후, 중점과제에서 배제

첨단 스마트 그린빌딩 건설기술	
진행상황	[5.27] : 논의사항 □ 상세기획 항목별 개략적 내용 제시 요청 ○ 국토교통부 보고 대비 상세기획보고서에 개괄적 내용 제시 요청 [5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ Hybrid C/wall을 적용 패시브 빌딩 건설기술) □ 사업의 목표 ○ CCF 방식 외피 방식에 상응하는 기능을 갖춘 보급형 외피 기술 확보 [5.31] : 논의사항 □ 기술개발 내용 및 기술동향 보완 요청 ○ 특히 전략프로젝트(본 사업)을 구성하는 중점과제와 중점과제를 구성하는 구성기술 및 각각의 정의에 대한 서술보완 필요 ○ 개괄적으로 제시된 기술동향, 기술수준 보완 요청 ○ 중점과제, 구성기술 구체화 요청 [6.10] : 논의사항 □ 연구비 및 TRM 작성 요청 [6.11] : 논의사항 □ 상세기획 중단 ○ Hybrid 외피 개발 필요성 제시 미흡

테러 및 분쟁지역 방폭시설물 상용화	
진행상황	[5.20] : 논의사항 □ 상세기획 템플릿 및 일정안내 [5.28] : 논의사항 □ 상세기획 중단 결정(RIST 임현창) ○ 기 추진중인 국토교통부 연구개발사업과 중복성 회피 논리 제시 미흡

동남아 우기지역 맞춤형 건설재료 및 시공기술	
진행상황	[5.10] : 논의사항 □ 집체작업 ○ 1차 기획 대상과제로서 빠른 상세기획보고서 완성을 위해 날리지웍스에서 집체작업 추진 [6.3] : 논의사항 □ 연구개발 예산 및 TRM 작성 요청 [6.10] : 논의사항 □ 연구개발비 구체화 요청 ○ 연구개발비 산정 근거 요청 □ 연구개발성과지표 요청

(4) 그린에너지

① 전략프로젝트 도출을 위한 사전회의

- 전략프로젝트별 기술개발과제화 검토, 현지 기술니즈 검토, 상세기획참여연구진 구성 논의

일시/장소	2013.5.10
참석자	박찬규(삼성물산), 강동환(한국서부발전), 고광오(현대건설), 이구(에스에너지), 윤운상(넥스지오), 정석우(고등기술연구원), 이용진(GS건설), 민준기(다쓰테크)
주요내용	□ 수요조사 참여 전문가 대상으로 본사업의 개요 및 일정 설명 ○ 5월 14일까지 참여의사 및 전략프로젝트명 / 연구내용 / 참여연구원 확정 요청 ○ 이용진(GS건설) 등은 일정의 촉박함과 작성요구수준 과도함으로 참여거부의사 개진

일시/장소	2013.5.14., 날리지웍스			
참석자		성명	기관	직위
	태양광발전 관련	이 구	(주)에스에너지	수석
		조용현	(주)에스에너지	선임
		민준기	(주)다쓰테크	박사
		강기환	한국에너지기술연구원	박사
		김경수	한국에너지기술연구원	박사
		장효식	충남대학교	교수
		이동준	KD Power	상무
		임수봉	TUV 라인란드 코리아	팀장
	화산지역 지열	윤운상	넥스지오	대표이사
		우상균	한국전력	부장
		이세진	현대건설	차장
		이종대	한국전력기술(주)	책임기술원
		이상돈	이노지오테크놀로지	대표이사
		민기복	서울대학교	교수
		김형수	중원대학교	교수
		이윤	대전대학교	교수
		김광염	한국건설기술연구원	수석연구원
		장기창	한국에너지기술연구원	책임연구원
		이태종	한국지질자원연구원	책임연구원
	아시아 및 중남미 지역 해양에너지	고광오	현대건설(주)	차장
		조철희	인하대학교	교수
		신성원	관동대학교	조교수
	중동 및 아시아 소파 부유식 원유저장 시설	고광오	현대건설(주)	차장
		지광습	고려대학교	교수
		박철우	강원대학교	교수
	유럽 및 아시아 지역 해상풍력 개발 사업	고광오	현대건설(주)	차장
		이창훈	세종대학교	교수
		오정배	GL-Garrad Hassan	지사장
		박원경	대영엔지니어링	이사
	저급탄 관련	이진욱	고등기술연구원	수석연구원
		최영찬	한국에너지기술연구원	책임연구원
		이찬	수원대학교	교수
		오명숙	홍익대학교	교수
		정석우	고등기술연구원	수석연구원

주요내용	※ 총 8개 과제 참여의사 확인 □ 중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 건설 ○ 중동 국가 대상 태양광 플랜트 사업화 모델 개발 ○ 실질적 사업화 도출 네트워크 구성 안 확립 ○ 해당 지역 대규모 태양광플랜트 건설 기술 개발 □ 아시아-중남미지역 저비용 태양광발전 플랜트 건설 ○ 아시아-중남미 국가 대상 태양광 플랜트 사업화 모델 개발 ○ 해당 지역 저비용 태양광플랜트 건설 기술 개발 ○ 중남미 환경 대응 내구성 향상/출력저하 방지 기술 개발 □ 화산지역의 지속가능한 지열발전 실증 플랜트 건설 기술 ○ 중점과제 1: 화산 지역 지열 발전 타당성 평가 기술 ○ 중점과제 2: 지속가능한 지열수 생산 시스템 구축 기술 ○ 중점과제 3: 고온형 지열발전 지상 플랜트 시공 기술 ○ 중점과제 4: 친환경적 지열수 처리 및 유지 관리 기술 □ 아시아 및 중남미 지역 해양에너지 개발 사업 ○ 중점과제 1: 유속강화형 조류발전 기술 개발 ○ 중점과제 2: 케이슨 장착형 파력발전 기술 개발 ○ 중점과제 3: 해상풍력-조류, 해상풍력-파력 복합발전 기술 개발 □ 중동 및 아시아 소파 부유식 원유저장 시설 기술개발 사업 ○ 중점과제 1: 소파 부유식 콘크리트 원유저장시설 기술 개발 ○ 중점과제 2: 부유식 원유저장시설 설계 및 해상 시공 기술 개발 □ 유럽 및 아시아 지역 해상풍력 개발 사업 ○ 중점과제 1: 중력식 해상풍력 지지구조 기술 개발 ○ 중점과제 2: 중력식 해상풍력 지지구조 설계 및 시공 기술 개발 □ 저급탄 고효율화/모듈화 석탄가스화 플랜트 기술 개발 ○ 저급탄 컴팩트화/모듈화 건식 가스화 기술 개발 ○ 저온 탈황 기술 개발 ○ 모듈화 설계 및 시스템 통합 패키지화 설계 기술 개발 □ 저급탄 이용 친환경 연료생산 및 고부가화 플랜트 개발 ○ 저급탄 이용 성형강도 및 열강도 높은 무연연료(smoke-free fuel) 제조 기술 개발 ○ Pore filling method를 이용한 Hybrid coal 제조 기술 개발 ○ Compact화를 통한 저가형 플랜트 설계 기술

② 상세기획을 위한 전략프로젝트별 Working Group회의

과제명	저급탄 고효율화/모듈화 석탄가스화 플랜트 기술 개발
일시/장소	2013.5.15
참석자	이진욱(고등기술연구원)
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 ○ 촉박한 기획일정 대비 과다한 작성수준으로 계속 진행이 어려움 ○ 내용을 구체화 하기에는 3~4개월 정도 시간이 필요함 □ 상세기획 중단

과제명	화산지역의 지속가능한 지열발전 실증 플랜트 건설 기술
일시/장소	2013.5.16
참석자	윤운상(넥스지오)
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 □ 과제내용 논의 ○ 국내에서 진행된 심부지열발전(EGS) 기술개발과의 차별성 ○ 화산지역 지열발전의 시장성 □ 상세기획 진행결정

과제명	아시아 및 중남미 지역 해양에너지 개발 사업 중동 및 아시아 소파 부유식 원유저장 시설 기술개발 사업 유럽 및 아시아 지역 해상풍력 개발 사업
일시/장소	2013.5.16
참석자	고광오(현대건설), 오정배(gl-garradhassan), 조철희(인하대학교)
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 ○ 촉박한 기획일정 대비 과다한 작성수준으로 계속 진행이 어려움 □ 상세기획 중단

과제명	저급탄 이용 친환경 연료생산 및 고부가화 플랜트 개발
일시/장소	2013.5.21
참석자	최영찬(한국에너지기술연구원)
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 □ 과제내용 논의 ○ 국내에서 진행된 저급탄 고부가가치화 사업과의 차별성 ○ 인도네시아 테스트배드 구축 후 관련플랜트 진출 가능성 □ 상세기획 진행결정

과제명	중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 건설 아시아-중남미지역 저비용 태양광발전 플랜트 건설
일시/장소	2013.5.22
참석자	이구(에스에너지), 이일교(에스에너지), 장효식(충남대), 이동준(케이디파워), 김경수(한국에너지기술연구원)
주요내용	□ 상세기획 템플릿 및 일정안내 □ 과제내용 논의 ○ 요소기술개발 성격 배제(기존 연구개발과제와의 중복성 회피) ○ 테스트배드 구축을 통한 실증 연구 위주의 구성 □ 상세기획 진행결정 ○ 중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 건설

③ 전략프로젝트 상시 Monitoring 및 Feedback 협의 결과

화산지역의 지속가능한 지열발전 실증 플랜트 건설 기술	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술 □ 진출대상국가 ○ 아시아(인도네시아, 필리핀), 중남미(칠레) 등 화산지역 보유국가 □ 사업의 목표 ○ 화산지역 고온형 지열발전 Pilot Plant 구축을 통한 화산지역 지열자원 탐사, 지열수 순환시스템 및 독성물질 처리기술 실증 □ 기술개발 내용 ○ 화산지역 지열발전시 주요 지열수 고갈문제 해결을 위한 지열수 순환시스템 기술개발, 사용 후 지열수 내 독성물질(유황 등) 해결을 위한 처리기술개발 ○ 화산지역 지열발전 타당성평가(탐사, 평가의 정보화, 신뢰도 제고) 기술개발 ○ 화산지역 고온형 지열발전 Pilot Plant 구축(인도네시아) [5.31] : 논의사항 □ 보고서 내 EGS관련내용은 화산지역 지열발전 내용위주로 서술 필요 □ 본 사업에서 하려고 하는 기술개발 내용에 대한 서술 보완 필요 □ 화산지역 지열발전과 기존 비화산지역 EGS발전과의 차별성에 대한 보완 필요 ○ 특히 화산지역 지열발전과 기존 비화산지역 EGS발전과의 큰 차별성은 지열수 순환시스템, 지열수 오염 제어관리기술로 판단됨 □ 본 기술개발을 통한 시장선점 가능성에 대한 서술 보완 필요 ○ 국내에서 관련기술을 독자 개발한다고 하면 미국, 일본 기업들과 경쟁이 되는지? 차별화 Point는 무엇인지에 대한 서술 필요 [6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등

	[6.10] : 논의사항 □ 연구비 산정관련 [6.12] : 논의사항 □ 국내 기술 수준, 국내 인프라 수준 구체적 서술 ○ 기술분류체계상에서 본 사업을 통한 개발대상기술이 아닌 부분도 기술수준이 낮은 것으로 보이는데 이 부분에 대해서는 왜 기술개발이 필요하지 않은지 등에 대한 서술이 필요 ○ 인프라 부분도 표에서 제시된 표를 바탕으로 인력, 장비, 실험시설 등 관련 인프라에 대한 상세기술 필요 □ 연구개발목표, 연구내용 구체적 서술 [6.14] : 논의사항 □ 기술개발 목표 ○ 정성적 목표 제안 □ 연구개발 목표 ○ 전체 전략프로젝트 단위의 정량목표 설정이 필요 □ 연구개발전략 ○ 본 사업의 성공적인 수행을 위한 방법 작성 ○ Test-bed 인도네시아 현지구축을 위해 어떤 방법이 필요하고 누구와 어떤 부분에 대한 협의가 필요하며 실질적인 연구수행조직은 어떻게 구성할 것인지, T/B구축 이후 해외 이전 및 기술료는 어떻게 확보가 가능한지 등에 대한 서술 ○ 기 개발되었던 연구내용(EGS기술 등)을 어떤 식으로 연계하여 연구를 추진할지 □ 시장동향 ○ 경제성 분석에 활용할만한 시장데이터 부족

저급탄 이용 친환경 연료생산 및 고부가화 플랜트 개발	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ 바이오매스-저급탄 친환경/고부가가치화 연료생산 플랜트 건설기술 개발 □ 진출대상국가 ○ 아시아(인도네시아, 몽골) 등 대규모 저급탄 보유국가 □ 사업의 목표 ○ 저급탄 활용 친환경/고부가가치화 연료생산 Pilot Plant 구축을 통한 연료생산기술 실증 □ 기술개발 내용 ○ 액체 바이오매스(사탕수수, 당밀 및 글리세롤) 활용 고수분 저급탄의 친환경 Hybrid Coal 생산 플랜트 개발 ○ 열분해 기술 활용 고수분 저급탄의 고부가가치 연료(Coal gas, Coal tar, Char) 생산 플랜트 개발 ○ 저급탄 활용 친환경/고부가가치화 연료생산 Pilot Plant구축(인도네시아) [5.31] : 논의사항 □ 본 사업에서 하려고 하는 기술개발 내용에 대한 서술 보완 필요 ○ 전략프로젝트(본 사업)을 구성하는 중점과제와 중점과제를 구성하는 구성기술 및 각각의 정의에 대한 서술보완 필요 □ 본 기술개발을 통한 시장선점 가능성, 차별성에 대한 서술 보완 필요 ○ 국내에서 관련기술을 독자 개발한다고 하면 미국, 일본 기업들과 경쟁이 되는지? 차별화 Point는 무엇인지에 대한 서술 필요 ○ 특히 일본의 관련기술(오일활용) [6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등

[6.7] : 논의사항

□ 전략프로제트 정의

○ 기존 중점과제 정의가 추가된 것 처럼 전략프로젝트 전체 관점에서의 정의가 필요

○ 또한 기존 중점과제가 3개에서 2개로 변경됨에 따라 이 부분도 반영이 필요

□ 국내외 기술수준 및 인프라

○ 기술수준은 일부 제시는 되어있으나 기술분류체계상에서 본 사업을 통한 개발 대상 기술이 아닌 부분에 대한 높은 기술수준 상세 제시 필요

○ 인프라 부분도 표에서 제시된 표를 바탕으로 인력, 장비, 실험시설 등 관련 인프라에 상세 기술 필요

□ 연구개발전략

○ 본 사업의 성공적인 수행을 위한 전략 부분 작성

□ 기술로드맵

○ 각 단계별 기술수준을 제시

□ 기대효과

[6.10] : 논의사항

□ 연구비 산정관련

[6.14] : 논의사항

□ 국내 인프라 수준

○ 정성적 목표 제안

□ 경제적 기대효과

○ B/C분석을 위한 해당시장 및 점유율 논의

중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 건설	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 사업명(변경안) ○ Desertitan 태양광 플랜트 건설기술 개발 (* : Desert + Titan) □ 진출대상국가 ○ 중동(사우디, UAE, 쿠웨이트, 카타르, 오만 등) □ 사업의 목표 ○ 사막용 태양광 플랜트 발전성능, 신뢰성 향상기술, 유지관리기술 및 대규모 태양광 공기단축 건설기술 확보 □ 기술개발 내용 ○ 사막용 태양광 플랜트의 내구성확보기술, 모니터링 분석기술, 청정화 유지장치, 유지관리기술 개발을 통한 사막지역 혹한환경(고온, 사막먼지)대응 ○ 대규모 태양광 모듈 Array기술, 고강도 Light weight 구조물 설계제작기술 개발을 통한 대규모 태양광 건설공기 단축 [5.31] : 논의사항 □ 본 사업에서 하려고 하는 기술개발 내용에 대한 서술 보완 필요 ○ 특히 전략프로젝트(본 사업)을 구성하는 중점과제와 중점과제를 구성하는 구성기술 및 각각의 정의에 대한 서술보완 필요 □ 본 사업의 기술개발 내용은 중동지역 대규모 플랜트 건설을 위해 필요한 연구인지에 대한 서술 보완 필요 ○ 특히 태양광 모듈 Array기술, 고강도 Light weight 구조물 설계기술은 태양광 플랜트의 근본적인 문제해결을 위한 연구는 아닌지? □ Pilot Plant 구축계획은 없는지? ○ 제시된 기술을 개발하면 해외진출이 바로 가능한지? 추가적으로 필요한 부분은 무엇인지? □ 본 사업의 목표(정량적 목표)는 무엇인지? ○ 본 기술개발을 통한 성능관점의 지표설정이 필요 □ 본 기술개발을 통한 시장선점 가능성에 대한 서술 보완 필요 ○ 국내에서 관련기술을 독자 개발한다고 하면 중동지역에 진출하려하는 미국, 일본 기업들과 경쟁이 되는지? 차별화 Point는 무엇인지에 대한 서술 필요

[6.3] : 논의사항

□ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완

○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의

○ 전략프로젝트의 목표 설정

○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등

[6.10] : 논의사항

□ 연구비 산정관련

[6.11] : 논의사항

□ 기술분류체계상 개발대상의 위치

○ 체크되어있는 개발대상 기술에 대해 정의, 개발기술의 현재수준, R&D가 필요한 부분에 대한 서술 필요

□ 기존 연구과의 중복성

○ 기존 연구와의 차별성 구체적 서술 필요, 차이점으로 서술된 “개발대상기술의 원부자재”, “개발대상기술의 구성품”이 구체적으로 어떻게 다fms지

○ 특히 “고온 사막용 PV모듈 및 고이용률 시스템 개발” 과제는 본 과제와 매우 유사해 보임

□ 연구의 필요성

○ “DATA를 바탕으로 한 개발과 사업화가 이루어져야하기 때문”에 중장기적 투자가 필요한 이유

○ 민간이 추진하기 어렵고 정부의 예산을 받아야 하는 이유

[6.14] : 논의사항

□ 기술개발 목표

○ 전체 전략프로젝트의 목표(MW급 Array 모듈화, system&인버터 기술 최적화)가 언급필요

□ 중점과제 및 구성기술체계

	□ 기술동향 ○ 해당하는 “전력변환장치 시스템 건설기술”은 국내 기술수준이 매우 낮아 이번 연구에서의 개발 필요성이 크다 등의 서술 필요

아시아-중남미지역 저비용 태양광발전 플랜트 건설	
진행상황	[5.28] : 논의사항 □ 상세기획 중단 결정 ○ “아시아-중남미 지역 현지화 태양에너지 플랜트 건설기술”의 연구내용이 건설기술쪽 보다는 태양광 발전 기술에 가깝고, 독립형발전 및 계통연계발전과 연료저장장치 등은 해외 타겟형이라기보다 태양광 발전이 근본적으로 해결해야 하는 문제

셰일가스 환경오염 저감방지	
진행상황	[5.10] : 논의사항 □ 상세기획 템플릿 및 일정안내 [6.3] : 논의사항 □ 전략프로젝트의 기술개발로드맵 작성을 위한 내용보완 ○ 전략프로젝트 - 중점과제 - 구성기술의 정의 ○ 전략프로젝트의 목표 설정 ○ 중점과제별 연구기간 및 선후행관계 등 [6.10] : 논의사항 □ 연구비 산정관련 [6.12] : 논의사항 □ 연구 필요성 ○ “셰일가스 환경오염 방지기술” 연구를 통한 선점이 가능하다는 부분은 납득이 되나 다른분야 기술(시추, 수압파쇄, 플랜트시스템) 개발은 제외한 이유(국내에서는 셰일가스 환경오염 방지기술만 개발하면 사업에 참여할 수 있는가? 에 대한 답), 연계방안 등이 같이 서술될 필요 ○ 본 전략프로젝트를 국토교통부에서 지원해야하는 이유와 중장기지원 필요성, 국고지원 필요성 부분의 보완이 필요 □ 과다한 연구개발기간(10년)에 대한 조정 필요

	-> 이후 진행된바 없음 [6.14] : 논의사항 □ 상세기획 중단, 후보과제로 결정 ○ 셰일가스 환경오염 방지기술의 시장적 측면?(경제적 타당성 부족) ○ 연구내용이 국토교통부 성격 연구개발과제와 상이(국토교통부 연구개발 지원 필요성이 낮음) ○ 과다 연구기간 수정 및 연구내용 보완에 대한 진행(집필진의 부재)이 어려움 ○ 셰일가스 환경오염 방지기술만 개발하면 셰일가스 사업에 참여가 가능한지에 대한 논리 부족(시추, 수압파쇄, 플랜트시스템 등과의 연계방안 부족)

[별첨 6] 기업체 사업 참여의향 확인서

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 김 학 은
- 부서/직함 : 대표이사
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) 031-783-3970/010-5264-4776/nwsystem@chol.com

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	저비용 신속시공 도로포장 기술
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	(주)뉴월시스템	업태	건설업
주 소	경기도 성남시 분당구 정자일로 248 파크뷰타워 13층 1303호		
종업원 수	13명	'12년 매출액	6,391,000,000
연구조직	연구조직 유/무: (유)/ 무 연구조직명 : 기술연구개발팀 연구인력 수: 2명(연구원: 2명, 기능원: 명)		

2013. 7. 22 .

참여기업명: (주)뉴월시스템 대표: 김 학 은 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 조 명 환
- 부서/직함 : 기술개발연구원/책임연구원
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 02-6323-3352/010-8717-2085/dragonjo@dohwa.co.kr

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	저비용 신속시공 도로포장 기술
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	㈜도화엔지니어링	업태	서비스, 건설업, 부동산
주 소	서울특별시 강남구 삼성로 438 (대치동)		
종업원 수	1966명	'12년 매출액	282,716,000,000원
연구조직	연구조직 유/무: 유 연구조직명 : 기술개발연구원 연구인력 수: 16명(연구원: 14명, 기능원: 2명)		

2013. 7. .

참여기업명: ㈜도화엔지니어링 대표: 이 윤 한 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 성 기 훈
- 부서/직함 : 공무부 / 부장
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 02-593-7114/010-8707-5290/jungam04@hanmail.net

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	저비용 신속시공 도로포장 기술
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	(주)정암이앤씨	업태	건설
주 소	서울특별시 서초구 방배동 810-3 정암B/D		
종업원 수	107 명	'12년 매출액	785 억
연구조직	연구조직 유/무: (유)/ 무 연구조직명 : jungam R&D center 연구인력 수: 5 명(연구원: 5 명, 기능원: 0명)		

2013. 7. 22.

참여기업명: 주식회사 정암이앤씨 대표: 심 영 우 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 배 상 환
- 부서/직함 : 기술개발원 책임연구원
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) 01-369-4194/010-4038-5994/sanghwan@daelim.co.kr

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	○ (생산성 향상 모듈주택건설기술)
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	대림산업	업태	건설업
주 소	서울시 종로구 율곡로 6 트윈트리 타워		
종업원 수		'12년 매출액	
연구조직	연구조직 유/무: 유 연구조직명 : 기술개발원 연구인력 수: 000명(연구원: 00명, 기능원: 00명)		

2013. 7. 23.

참여기업명: 대림산업 대표: 김 윤 (인)
(직인 추후 날인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 박 준 규
- 부서/직함 : 기술연구소/전무
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 02-2222-4451 / 010-2322-1090 /parkjk@dasan93.co.kr

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	○
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	(주)다산컨설턴트	업태	공학관련서비스
주 소	서울특별시 송파구 송이로 30길 (문정동 다산빌딩)		
종업원 수	387 명	'12년 매출액	507.57억
연구조직	연구조직 유/무 : 유 연구조직명 : 부설기술연구소	연구인력 수 : 18명 (연구원 : 18명, 기능원 : 0명)	

2013. 7. .

참여기업명 : (주) 다산컨설턴트 대표 : 이 해 경 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 이동호
- 부서/직함 : 지반환경사업팀/팀장
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : (02)876-1702/010-3695-6551/dhlee@geoworks.co.kr

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	○ (중동-아프리카 고효율 물공급시스템 건설기술)
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	(주)지오웍스	업태	건설업
주 소	서울시 송파구 오금동 81-5 삼보빌딩 4층		
종업원 수	22명	'12년 매출액	107억원
연구조직	연구조직 유/무: 유 연구조직명 : 기술연구소	연구인력 수 : 5명 (연구원: 5명)	

2013. 7. 19.

참여기업명: (주)지오웍스 대표: 김 영 환 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 안 주 희
- 부서/직함 : 기술연구소 / 연구원
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 02-406-5746/010-4617-0721/kara0721@nate.com

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	○ (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술)
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	(주)한서엔지니어링	업태	서비스 / 기술용역
주 소	서울시 송파구 동남로 9길 14		
종업원 수	21	'12년 매출액	2,344,368,073원
연구조직	연구조직 유/무: 유 연구조직명 :(주)한서엔지니어링 기업연구소 연구인력 수: 3명(연구원: 3명)		

2013. 7. 19 .

참여기업명: ㈜한서엔지니어링 대표: 김 춘 식 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 이구
- 부서/직함 : 연구소 모듈개발팀 / 연구소장
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) :
  042-717-7194 / 019-245-9593 / engine29@s-energy.com

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	○ (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	(주)에스에너지	업태	제조
주 소	경기도 성남시 분당구 삼평동 685번지 미래에셋타워 3층		
종업원 수	194명	'12년 매출액	204,481백만원
연구조직	연구조직 유/무: 유 연구조직명 : 모듈개발팀	연구인력 수: 8명(연구원: 8명, 기능원: 00명)	

2013. 7. 22.

참여기업명: (주)에스에너지 대표: 홍 성 민 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 김 형 수
- 부서/직함 : 신성장동력실 / 실장
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 02-448-6952 / 010-8266-6788 / free0160@gmail.com

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	○ (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술)
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	주식회사 넥스지오	업태	건설업
주 소	서울특별시 송파구 양재대로 66길 39 5층		
종업원 수	70 명	'12년 매출액	11,359,468,678 원
연구조직	연구조직 유/무: 유 연구조직명 : (주) 넥스지오 기업부설연구소 연구인력 수: 11명(연구원 : 11명, 기능원 : 0명)		

2013. 7. 19.

참여기업명: (주)넥스지오 대표: 윤 운 상 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 나 종 환
- 부서/직함 : 에너지 사업부 / 총괄본부장
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : (본사): 063-212-3200 (안산사업소: 031-408-3260)
  휴대폰 : 010-6331-1667
  E-mail : la6212 @ naver.com

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	그린에너지 인프라 건설기술	○ (바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)

o 참여기업

기업명	(주) 동 명 기 계	업태	제조업
주 소	전라북도 전주시 덕진구 팔복동 1가 263-1		
종업원 수	65 명	'12년 매출액	16.337.822.335 원
연구조직	연구조직 유/무: 유 / 무 연구조직명 :	연구인력 수:	5명(연구원: 2명, 기능원: 3명)

2013. 7.

참여기업명 : (주) 동 명 기 계 대표이사 강 성 록 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 이 명국
- 부서/직함 : 대표
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 031 717 9830/010 2704 4589/mk.lee@metalkat.co.kr

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	● (바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	메탈켓코리아 주식회사	업태	제조, 도소매, 서비스
주 소	경기 성남 분당 수내동 16-2 동부루트빌딩 602		
종업원 수	2	'12년 매출액	25억원
연구조직	연구조직 유/무: 유 / (무) 연구조직명 : 연구인력 수: 000명(연구원: 00명, 기능원: 00명)		

2013. 7. 22.

참여기업명: 메탈켓코리아 주식회사 대표: 이명국 (代表理事)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 정 석 우
- 부서/직함 : 플랜트공정개발팀 수석연구원
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 031-219-1946 / 010-3488-1946 / swchung@iae.re.kr

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	그린에너지 인프라 건설기술	○ (바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)

o 참여기업

기업명	고등기술연구원	업태	서비스
주 소	경기도 용인시 처인구 백암면 고안리 633-2		
종업원 수	105	'12년 매출액	21,002 백만원
연구조직	연구조직 유/무 : 유 연구조직명 : 플랜트엔지니어링본부 외 3개 센터 연구인력 수 : 93명 (연구원: 93명, 기능원: 00명)		

2013. 7.

참여기관명 : 고등기술연구원 대표 : 이사장 김 덕 중 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 이임락
- 부서/직함 : 기술사업부/이사
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 02-456-4900/011-696-1905/irlee@geosko.com

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	○ (핵심과제 명 : [중동] 사막지반 배수 철도 건설기술)
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	(주)대한아이엠	업태	제조, 건설업, 도매, 서비스
주 소	충청북도 음성군 대소면 대동로 756		
종업원 수	36명	'12년 매출액	16,559,000,000원
연구조직	연구조직 유/무: 유 연구조직명 :기술연구소 연구인력 수 : 5명(연구원: 3명, 기능원: 2명)		

2013. 7. 22.

참여기업명:(주)대한아이엠 대표:윤윤모, 조관영 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 조 용완
- 부서/직함 : 대표
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 010-5254-4953 / namasitee@naver.com

o 참여분야

중점추진분야	선략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	○ 핵심과제: [아시아]저비용 상하수처리 시스템 건설기술
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	GCUS Engineering Studio	업태	제조, 서비스
주 소	경기도 김포시 통진읍 옹정리 15-19		
종업원 수	5명	'12년 매출액	-
연구조직	연구조직 : **무(사업 착수 이전 연구개발 조직 보강 예정)** 연구조직명 : 연구인력 수: 000명(연구원: 00명, 기능원: 00명)		

2013. 7. 22 .

참여기업명: GCUS Engineering Studio 대표: 조 용완 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성　　명 : 조 재 환
- 부서/직함 : 철 도 부/상무
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 02-2142-9196/010-8551-4868/chcho0@empal.com

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
해외시장 타겟형 건설기술사업화 촉진	저비용 신속시공 도로/철도 건설기술	○ (핵심과제명 : [중동] 사막지반 보강 철도 건설기술)
	저비용 고효율 물공급시스템 건설기술	
	생산성향상 및 에너지절감형 건축기술	
미래 해외시장 창출형 신도기술개발	산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술	
	그린에너지 인프라 건설기술	
해외건설 R&D 인프라 구축	해외건설 정보 및 사업지원 시스템	
	글로벌 R&D 네트워크 구축	

o 참여기업

기업명	(주)수성엔지니어링	업태	서비스(종목:학술및연구)
주 소	경기도 안양시 만안구 안양동 528-13 호정타워 903		
종업원 수	80명	'12년 매출액	74,682,547,684원
연구조직	연구조직 유/무: (유)/ 무 연구조직명 : 수성기술연구소 연구인력 수 : 40명 (연구원 : 39명, 기능원 : 1명)		

2013. 7. 19.

참여기업명 : (주)수성엔지니어링회사　　대표 : 박 미 례 (인)

해외건설촉진연구개발사업 참여의향서

수신 : 국토교통과학기술진흥원 원장 귀하

국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 계획 중인 해외건설촉진연구개발사업이 추진될 경우, 하기와 같이 적극 참여할 것을 확약합니다.

o 담당기술전문가

- 성 명 : 문 장 수
- 부서/직함 : 기술연구소/연구소장
- 연락처(회사전화/휴대폰/이메일) : 031-433-5921/ 010-2252-1567
  moonjangsoo@hanmail.net

o 참여분야

중점추진분야	전략프로젝트	참여의사
미래 해외시장 창출형 선도기술개발	그린에너지 인프라 건설기술	○ (바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)

o 참여기업

기업명	동원엔지니어링(주)	업태	제조업, 건설업
주 소	경기도 시흥시 정왕동 1244-14(시화공단 1나-707-7)		
종업원 수	30명	'12년 매출액	139.4억원
연구조직	연구조직 유/무: (유) 무 연구조직명 : 부설 기술연구소 연구인력 수: 12명(연구원: 12명, 기능원: 명)		

2013. 7. 19 .

참여기업명: 동원엔지니어링주식회사 대표이사: 박 진 회 (인)

건설교통기술촉진연구사업 R&D-12TRPI-C063337-01

건설교통분야 해외시장진출 확대를 위한 R&D로드맵 및 추진전략 수립 최종보고서(별권)

2014. 3. 28.

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / ㈜날리지웍스
공동연구기관 / 연세대학교
한국건설기술연구원
해외건설협회
위탁연구기관 / 동국대학교

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "건설교통분야 해외진출 확대를 위한 R&D 로드맵 및 추진전략 수립" 과제의 보고서로 제출합니다.

2014 . 3 . 28

주관연구기관명 : ㈜날리지웍스
주관연구책임자 : 류형근
연 구 원 : 이철원
연 구 원 : 이재희
연 구 원 : 조승철
연 구 원 : 김황만
연 구 원 : 최미옥
연 구 원 : 박창현
연 구 원 : 김희진
연 구 원 : 손창수
연 구 원 : 장재빈
연 구 원 : 우지은
공동연구기관명 : 연세대학교
공동연구책임자 : 한승헌
공동연구기관명 : 한국건설기술연구원
공동연구책임자 : 박환표
위탁연구기관명 : 동국대학교
위탁연구책임자 : 김상범

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>R&D-12TRPI-C063337-01</td><td>해당단계 연구기간</td><td>1년 5개월</td><td>단계구분</td><td></td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="5">건설교통기술촉진연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="6">연구과제명</td><td>최상위 과제명</td><td colspan="4">건설교통분야 해외시장 진출 확대를 위한 R&D 로드맵 및 추진전략 수립</td></tr>
<tr><td rowspan="5">단위과제명</td><td>구분</td><td>(세부)과제명</td><td colspan="2">기관명</td></tr>
<tr><td rowspan="3">공동</td><td>해외시장 진출 확대를 위한 시스템엔지니어링 분야 R&D 로드맵 구축 연구</td><td colspan="2">연세대학교</td></tr>
<tr><td>해외시장 진출 확대를 위한 H/W 부문 R&D 로드맵 구축 연구</td><td colspan="2">한국건설기술연구원</td></tr>
<tr><td>해외시장 진출 확대를 위한 지역/네트워크 R&D 로드맵 구축 연구</td><td colspan="2">해외건설협회</td></tr>
<tr><td>위탁</td><td>해외시장 진출 확대를 위한 S/W 부문 및 네트워크 R&D 로드맵 구축 연구</td><td colspan="2">동국대학교</td></tr>
<tr><td>연구책임자</td><td>류형근</td><td>총연구기간 참여 연구원수</td><td>총 : 30명
내부 : 30명
외부 : 명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 250,000 천원
기업 : 천원
계 : 250,000 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속부서명</td><td colspan="2">㈜날리지웍스</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td colspan="3">요약</td><td colspan="2">보고서면수</td><td>본권 516,
별권 577</td></tr>
<tr><td colspan="6">- 지역별 기술수요 조사, 해외 권역별 시장/기술 수요 맞춤형 기술개발 및 기존 R&D성과를 해외 시장/기술수요에 적용하기 위한 실용/실증 연구과제 발굴
- 해외건설 프로젝트 수행을 위한 기획, 계약, 금융, 리스크 관리, 사업관리 등 시스템 엔지니어링분야 및 해외 건설교통기술 네트워크 구축 연구방안 마련</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색인어
(각 5개 이상)</td><td>한글</td><td colspan="4">해외건설시, R&D로드맵, 추진전략, 기획, 건설프로젝트</td></tr>
<tr><td>영어</td><td colspan="4">International Construction Market, R&D roadmap, Strategy, Planning, Construction Project</td></tr>
</table>

Table of Contents

I. R&D area for promoting commercialization of Overseas Market-specific construction technologies ····· 1

1. Roal/Railway construction technology for low-cost & rapid construction ····· 3
2. Water supply system construction technology for low-cost & high efficiency ····· 85
3. Construction technology for productivity improvement & retrenchment of energy · 174

II. R&D area that is specified future technological needs in overseas construction market ····· 255

1. Smart city construction package technology ····· 257
2. Green energy infrastructure construction technology ····· 307

III. Infrastructure for overseas construction R&D facilitating ····· 473

1. System of overseas construction information & business support ····· 475
2. Network for global R&D ····· 519

목 차

I. 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진 ····· 1

1. 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술 ····· 3

1.1 [아프리카]저비용 신속시공 도로포장 기술 ····· 3

1.2 [중동]사막지반 보강 철도 건설기술 ····· 48

2. 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술개발 ····· 85

2.1 [아시아]저비용 상하수처리 시스템 건설기술 ····· 93

2.2 [중동-아프리카]고효율 물공급시스템 건설기술 ····· 131

3. 생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술 ····· 174

3.1 [아시아-아프리카]생산성 향상 모듈주택 건설기술 ····· 178

3.2 [아시아] All-weather Construction 기술 ····· 228

Ⅱ. 미래 해외시장 창출형 선도기술개발 ····· 255

1. 산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술 ····· 257

1.1 [중동-아시아]산업/인프라 패키지형 스마트도시개발기술 ····· 261

2. 그린에너지 인프라 건설기술 ····· 307

2.1 [아시아]바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술 ····· 314

2.2 [기타]화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술 ····· 367

2.3 [중동]사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술 ····· 425

Ⅲ. 해외건설 R&D 인프라 구축 ····· 473

1. 해외건설 정보 및 사업지원 시스템 ····· 475

1.1 해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축 ····· 483

1.2 중소·ENG사 해외사업 수행 지원시스템 구축 ····· 504

2. 글로벌 R&D 네트워크 구축 ····· 519

2.1 해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력 ····· 522

2.2 글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영 ····· 544

표 목 차

[표 I-1] 아프리카 주요국가의 비포장도로 현황 ····· 14
[표 I-2] 아프리카 주요국가의 도로 포장률 ····· 20
[표 I-3] 아프리카 국가의 비포장/포장도로 시장 전망 ····· 20
[표 I-4] 유화아스팔트 개발/판매업체 ····· 22
[표 I-5] 유사 국가연구개발사업 검토(저비용 신속시공 도로포장 기술) ····· 23
[표 I-6] 유사 민간연구개발사업 검토(저비용 신속시공 도로포장 기술) ····· 23
[표 I-7] 주요 특허 출원인 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술) ····· 28
[표 I-8] 아프리카 주요국가의 도로포장률 ····· 44
[표 I-9] 아프리카 도로개선 시장 규모 ····· 45
[표 I-10] 편익 산정(저비용 신속시공 도로포장 기술) ····· 46
[표 I-11] 중동 주요 국가 철도건설 내용 및 발주 예상금액 ····· 51
[표 I-12] 국내 건설업체 해외 토목 및 철도사업 수주 비중 추이 ····· 61
[표 I-13] 유사 국가연구개발사업 검토(사막지반 보강 철도 건설기술) ····· 63
[표 I-14] 유사 해외연구개발사업 검토(사막지반 보강 철도 건설기술) ····· 64
[표 I-15] 주요 특허 출원인 현황(사막지반 보강 철도 건설기술) ····· 67
[표 I-16] 중동 철도 노반 시장 규모 전망 ····· 81
[표 I-17] 편익 산정(사막지반 보강 철도 건설기술) ····· 83
[표 I-18] 동남아시아 국가 상하수도 시장 규모 전망 ····· 102
[표 I-19] 유사 국가연구개발사업 검토(저비용 상하수처리 시스템 건설기술) ····· 105
[표 I-20] 주요 특허 출원인 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술) ····· 111
[표 I-21] 동남아시아 국가 수자원 시장 규모 전망 ····· 127
[표 I-22] 동남아시아 국가 상하수도 시장 규모 전망 ····· 127
[표 I-23] 편익 산정(저비용 상하수처리 시스템 건설기술) ····· 129
[표 I-24] 중동 및 북아프리카 지역 해수간접취수 시장 전망 ····· 141
[표 I-25] 중동 및 북아프리카 지역 물재이용 시장 전망 ····· 142
[표 I-26] 유사 국가연구개발사업 검토(고효율 물공급시스템 건설기술) ····· 145
[표 I-27] 유사 해외연구개발사업 검토(고효율 물공급시스템 건설기술) ····· 148
[표 I-28] 주요 특허 출원인 현황(고효율 물공급시스템 건설기술) ····· 152
[표 I-29] 중동 및 북아프리카 해수간접취수 시장 규모 전망 ····· 168
[표 I-30] 편익 산정(고효율 물공급시스템 건설기술(해수간접취수 분야)) ····· 170
[표 I-31] 중동 및 북아프리카 물재이용 시장 규모 전망 ····· 171
[표 I-32] 편익 산정(고효율 물공급시스템 건설기술(물재이용기술 분야)) ····· 172
[표 I-33] 편익 산정(고효율 물공급시스템 건설기술) ····· 172
[표 I-34] 유사 국가연구개발사업 검토(생산성 향상 모듈주택 건설기술) ····· 188
[표 I-35] 유사 민간연구개발사업 검토(생산성 향상 모듈주택 건설기술) ····· 190
[표 I-36] 유사 해외연구개발사업 검토(생산성 향상 모듈주택 건설기술) ····· 193
[표 I-37] 국내외 조립식 건축 시스템 비교 ····· 194
[표 I-38] Value Chain 별 국내외 조립식 건축 시스템 비교 - 모듈러 주택 계획 및 설계 ····· 195

[표 I-39] Value Chain 별 국내외 조립식 건축 시스템 비교 - 모듈러 주택 시공 및 재료기술 ····· 196
[표 I-40] Value Chain 별 국내외 조립식 건축 시스템 비교 - 운송기술 ····· 197
[표 I-41] 모듈화 연구 관련 국내 주요기관 보유 연구개발 장비 ····· 202
[표 I-42] 주요 특허 출원인 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술) ····· 205
[표 I-43] 아시아 및 아프리카 주택건설 시장규모 전망 ····· 224
[표 I-44] 편익산정(생산성 향상 모듈주택 건설기술) ····· 226
[표 I-45] 동남아시아 건설시장 규모추이 (단위 : 십억달러) ····· 235
[표 I-46] 동남아시아 건설 시장 전망 ····· 236
[표 I-47] 유사 국가연구개발사업 검토 (All-Weather Construction 기술) ····· 239
[표 I-48] 주요 특허 출원인 현황 (All-Weather Construction 기술) ····· 242
[표 I-49] 동남아시아 건설 시장 전망 ····· 252
[표 I-50] 편익 산정 (All-Weather Construction 기술) ····· 253
[표 Ⅱ-1] 국내 기업의 해외 부동산개발사업 진출 실적 ····· 263
[표 Ⅱ-2] 국내 기업의 해외부동산 개발시장 진출분야 ····· 264
[표 Ⅱ-3] 국내 기업의 해외 부동산개발사업 진출 실적 ····· 264
[표 Ⅱ-4] 개발도상국 도시 개발 사업의 규모(2010년 기준) ····· 268
[표 Ⅱ-5] 일본의 미래 도시 모델 프로젝트 테스트베드 현황 ····· 280
[표 Ⅱ-6] 주요 특허 출원인 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술) ····· 287
[표 Ⅱ-7] 편익 산정 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술) ····· 305
[표 Ⅱ-8] 유사 연구개발사업 검토 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술) ····· 333
[표 Ⅱ-9] Hybrid Coal Plant 수주금액 ····· 364
[표 Ⅱ-10] 편익산정 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술) ····· 365
[표 Ⅱ-11] 국내 지열발전 관련 연구개발 현황(2008~2011)> ····· 376
[표 Ⅱ-12] 국가별 지열발전 용량계획 및 예상 개발비용 ····· 383
[표 Ⅱ-13] 2015년까지 계획된 인도네시아 지열발전소 건설계획 현황 ····· 387
[표 Ⅱ-14] 2012년 10월 기준 칠레 ERNC 프로젝트 현황 ····· 388
[표 Ⅱ-15] 니카라과의 지열발전 잠재력 분석표 ····· 391
[표 Ⅱ-16] 국가별 지열발전소 건설 전망 (자료:WGC2010, Bertani) ····· 392
[표 Ⅱ-17] 유사 연구개발사업 검토 (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술) ····· 395
[표 Ⅱ-18] 국가별 지열발전 증설량 ····· 420
[표 Ⅱ-19] 화산지역 지열발전 시장 ····· 420
[표 Ⅱ-20] 편익 산정 (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술) ····· 422
[표 Ⅱ-21] 세계 지열발전 설비 추이 및 예측(출처: IPCC Report (2008))> ····· 423
[표 Ⅱ-22] 태양광발전 주요 수요처 현황 ····· 441
[표 Ⅱ-23] 중동 주요국가 태양광 개발 PLAN 발표 ····· 442
[표 Ⅱ-24] 중동 - 아프리카 사막용 태양광 시장 전망치 (Base line) (출처: EPIA(2012)) ····· 442
[표 Ⅱ-25] 유사 민간연구개발사업 검토 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술) ····· 443
[표 Ⅱ-26] 선진국 대비 국내 태양광 기술 수준 및 개발 목표 ····· 444

[표 Ⅱ-27] 유사 국가연구개발사업 검토 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술) ····· 446
[표 Ⅱ-28] 유사 국외 연구개발사업 검토 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술) ····· 447
[표 Ⅱ-29] 주요 특허 출원인 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술) ····· 450
[표 Ⅱ-30] 중동지역 태양광시장 규모 ····· 470
[표 Ⅱ-31] 2009년 태양광 시장 분야별 규모 ····· 470
[표 Ⅱ-32] 중동지역 태양광 시스템/발전소 시장규모 ····· 470
[표 Ⅱ-33] 편익 산정 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술) ····· 472
[표 Ⅲ-1] 주요 국내 건설 기업의 리스크 평가 모델 운영 현황 ····· 481
[표 Ⅲ-2] 유사 국가연구개발사업 검토(해외건설 정보 및 사업지원 시스템) ····· 492
[표 Ⅲ-3] 유사 국가연구개발사업 검토(중소·ENG사 해외사업 수행 지원시스템 구축) ····· 509
[표 Ⅲ-4] 국제공동연구 특허 취득실적 ····· 528
[표 Ⅲ-5] 유사 국가연구개발사업 검토(해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력) ····· 529
[표 Ⅲ-6] 건설교통분야 해외인력 지원사업 현황 ····· 553
[표 Ⅲ-7] 유사 국가연구개발사업 검토(글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축·운영) ····· 560

그 림 목 차

[그림 I-1] 중국의 아프리카의 매출비중 ····· 18
[그림 I-2] 아프리카 르완다 지역의 현지토와 유기계열 혼합토의 강도 샘플 제작 ····· 21
[그림 I-3] 국가별 칩씰 적용 연장 ····· 24
[그림 I-4] 연도별 특허출원 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술) ····· 27
[그림 I-5] 국가별 특허출원 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술) ····· 28
[그림 I-6] 연도별 논문게재 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술) ····· 30
[그림 I-7] 국가별 논문게재 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술) ····· 30
[그림 I-8] 유화아스팔트 스프레이 장비 ····· 34
[그림 I-9] 골재 스프레더 장비 ····· 34
[그림 I-10] 골재가 많이 포설된 사진 ····· 35
[그림 I-11] 유화아스팔트 ····· 35
[그림 I-12] 저비용 도로안정처리 과정 ····· 37
[그림 I-13] 상온 재활용 장비에서 기존 도로 파쇄 ····· 37
[그림 I-14] 상온재생아스팔트 시공 현장 ····· 38
[그림 I-15] 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 비교 ····· 49
[그림 I-16] 성토지지말뚝 위 지반아치의 형상 ····· 49
[그림 I-17] 성토지지말뚝 예시도 ····· 50
[그림 I-18] 전세계 철도시장 전망 (UNIFE World Rail Market Study 2012) ····· 58
[그림 I-19] 지역별 철도시장 성장전망 (UNIFE World Rail Market Study 2012) ····· 58
[그림 I-20] GCC 6개국 철도 프로젝트 노선도 ····· 60
[그림 I-21] Applications of GEC in traffic load (Brokemper, 2006) ····· 64
[그림 I-22] 연도별 특허출원 현황(사막지반 보강 철도 건설기술) ····· 66
[그림 I-23] 국가별 특허출원 현황(사막지반 보강 철도 건설기술) ····· 66
[그림 I-24] 연도별 논문게재 현황(사막지반 보강 철도 건설기술) ····· 69
[그림 I-25] 국가별 논문게재 현황(사막지반 보강 철도 건설기술) ····· 69
[그림 I-26] 대륙별 물 사용량 ····· 95
[그림 I-27] 연도별 특허출원 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술) ····· 109
[그림 I-28] 국가별 특허출원 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술) ····· 110
[그림 I-29] 연도별 논문게재 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술) ····· 113
[그림 I-30] 국가별 논문게재 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술) ····· 114
[그림 I-31] Slant(Directed Horizontal Drilling) Well 취수 방법 ····· 147
[그림 I-32] Seabed Well 취수 방법 ····· 148
[그림 I-33] 연도별 특허출원 현황(고효율 물공급시스템 건설기술) ····· 151
[그림 I-34] 국가별 특허출원 현황(고효율 물공급시스템 건설기술) ····· 152
[그림 I-35] 연도별 논문게재 현황(고효율 물공급시스템 건설기술) ····· 154
[그림 I-36] 국가별 논문게재 현황(고효율 물공급시스템 건설기술) ····· 155
[그림 I-37] 정수처리 시스템 패키지 구성 예 ····· 160
[그림 I-38] 사우디아라비아 주택건설 사업 ····· 180

[그림 I-39] 패시브하우스 개념도 ····· 193
[그림 I-40] 40~100% 에너지절감형 공동주택 상용화모델 구축사례-그린홈플러스, 2010 ····· 199
[그림 I-41] 패시브하우스 수준의 대규보 공동주택단지 설계사례-보금자리 A7시범지구, 2011 ····· 200
[그림 I-42] 연도별 특허출원 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술) ····· 203
[그림 I-43] 국가별 특허출원 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술) ····· 204
[그림 I-44] 연도별 논문게재 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술) ····· 207
[그림 I-45] 국가별 논문게재 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술) ····· 207
[그림 I-46] BIM 부품 패밀리 구축 예 ····· 211
[그림 I-47] 표준모델을 통한 건축물 조합의 예 ····· 211
[그림 I-48] 모듈외피시스템 ····· 212
[그림 I-49] 조립식 주택의 에너지통합관리시스템 개념도 (이미지 출처: 웨일즈3R운동, 구글 이미지) ····· 213
[그림 I-50] 구조접합부 공구활용 결합의 예 ····· 214
[그림 I-51] 조립식 주택의 전동공구 예 ····· 214
[그림 Ⅱ-1] 신도시(에코시티) 계획 및 설계 Toolkit ····· 266
[그림 Ⅱ-2] 선진국과 개도국의 도시인구 전망 (단위: 100만 명) ····· 268
[그림 Ⅱ-3] 세계의 주요 탄소제로 도시 프로젝트 ····· 271
[그림 Ⅱ-4] 지역혁신체계 구축 모형 ····· 274
[그림 Ⅱ-5] EFFECT의 분석 예시 ····· 275
[그림 Ⅱ-6] TRACE 분석 예시 ····· 276
[그림 Ⅱ-7] HEAT의 Framework ····· 277
[그림 Ⅱ-8] LEAP분석사례 ····· 278
[그림 Ⅱ-9] The Erie-Niagara Planning & Development application 프로그램 ····· 279
[그림 Ⅱ-10] HUD's GIS Analysys 자료화면 ····· 279
[그림 Ⅱ-11] 도시열섬효과 ····· 281
[그림 Ⅱ-12] 택시들의 현 위치 ····· 281
[그림 Ⅱ-13] MACTool 분석 예시 ····· 282
[그림 Ⅱ-14] 연도별 특허출원 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술) ····· 286
[그림 Ⅱ-15] 국가별 특허출원 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술) ····· 287
[그림 Ⅱ-16] 연도별 논문게재 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술) ····· 288
[그림 Ⅱ-17] 국가별 논문게재 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술) ····· 288
[그림 Ⅱ-18] 저급탄 이용 친환경적 연료생산 및 고부가가치화 공정의 흐름도 ····· 315
[그림 Ⅱ-19] 2011년 3월 한-몽골 정부간 "청정석탄 이용기술 및 자원협력"에 관한 MOU 체결 ····· 317
[그림 Ⅱ-20] 저급탄 고부가가치화 기술의 해외 사업화를 위한 흐름도 ····· 323
[그림 Ⅱ-21] 미국 DOE의 2030년 유가전망 ····· 327
[그림 Ⅱ-22] 석탄 종류별 가채매장량 현황 ····· 328
[그림 Ⅱ-23] 석탄가격의 변동 및 우리나라 발전사의 저급탄 수입 추이 ····· 328
[그림 Ⅱ-24] 인도네시아 저급탄 직접 수출의 법적 제한에 관한 보도자료 ····· 330
[그림 Ⅱ-25] UBC(Upgrading Brown Coal) 공정의 흐름도 ····· 335

[그림 Ⅱ-26] HWT(Hot Water Treatment) 공정의 흐름도 ····· 335
[그림 Ⅱ-27] 차세대 코크스 제조 공정(SCOPE21) ····· 336
[그림 Ⅱ-28] 미국 Western SynCoal LLC의 SynCoal 공정도 ····· 337
[그림 Ⅱ-29] 중국 Shenmu에 건설한 석탄 열분해 장치 (DG process) ····· 338
[그림 Ⅱ-30] Haycarb사의 활성탄 ····· 339
[그림 Ⅱ-31] 국가별 특허출원 현황 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술) ····· 342
[그림 Ⅱ-32] 연도별 논문게재 현황 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술) ····· 343
[그림 Ⅱ-33] 국가별 논문게재 현황 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술) ····· 344
[그림 Ⅱ-34] 참여기업의 연구수행 내용 ····· 350
[그림 Ⅱ-35] 한국에너지기술연구원 및 인도네시아 기관의 MOU 체결을 위한 회의 장면 ····· 351
[그림 Ⅱ-36] 하이브리드 석탄 제조를 위한 원천기술 ····· 353
[그림 Ⅱ-37] 핵심과제 개념도 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술) ····· 354
[그림 Ⅱ-38] ERIA(동아시아, 아세안) 지역 Brown coal 수요량 ····· 363
[그림 Ⅱ-39] 신재생에너지 유용성 상대적 비교 ····· 380
[그림 Ⅱ-40] 국가별 지열발전 용량(Bertani, 2010) ····· 380
[그림 Ⅱ-41] 국가별 지열발전 용량(Bertani, 2010) ····· 381
[그림 Ⅱ-42] 국가별 지열발전 개발 증가량 2020-2030-2050년 (IEA, 2011) ····· 382
[그림 Ⅱ-43] 연도별-지열발전 기술별 지열발전량 예측(IEA, 2011) ····· 382
[그림 Ⅱ-44] 연도별 지열발전 설비용량 (자료: Bertani, 2010) ····· 383
[그림 Ⅱ-45] 미국 지열발전 시장 성장 전망 (자료: DOE, 2009) ····· 384
[그림 Ⅱ-46] 필리핀 지열발전 연도별 건설 계획 (자료: 필리핀 DOE, 2011) ····· 385
[그림 Ⅱ-47] 인도네시아 지열발전 개발구역 현황 (자료: 인니 에너지광물자원부, 2012) ····· 386
[그림 Ⅱ-48] 칠레 지역별 지열 프로젝트 수 ····· 389
[그림 Ⅱ-49] 일본 지열개발 촉진 조사 현황 (자료: NEDO, 2007) ····· 390
[그림 Ⅱ-50] 포항 지열발전소 부지 대심도 지열발전정 설치 공사 전경 ····· 394
[그림 Ⅱ-51] 미국의 지열발전 7개년 연구개발 로드맵 ····· 398
[그림 Ⅱ-52] 국내 보유 대심도 시추기 사양 ····· 401
[그림 Ⅱ-53] 연도별 논문 게재 현황 (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술) ····· 403
[그림 Ⅱ-54] 국가별 논문 게재 현황 (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술) ····· 404
[그림 Ⅱ-55] 인도네시아 지열발전 사업 진행절차 ····· 410
[그림 Ⅱ-56] 인도네시아 지열에너지 개발 지침 (2006-2025) ····· 422
[그림 Ⅱ-57] 세계 지역별 태양광발전 설치 전망치_출처: EPIA ····· 428
[그림 Ⅱ-58] 중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 건설 기술을 위한 보완요소 ····· 429
[그림 Ⅱ-59] 티베트 사막 지역의 일사 조건 비교(출처: 에너지기술연구원 2007) ····· 431
[그림 Ⅱ-60] 세계의 태양광발전 잠재량 (출처: http://www.desertec.org) ····· 436
[그림 Ⅱ-61] Desertec Project 신재생에너지 발전소 설치계획 ····· 437
[그림 Ⅱ-62] 세계의 각 사막지역 별 연간 발전 가능량 ····· 438
[그림 Ⅱ-63] 사우디아라비아의 전력수요 증대 추이 (출처 : OPWPC) ····· 439

[그림 Ⅱ-64] 아부다비와 두바이의 전력수요 추이(출처 : OPWPC, DEWA, MEED) ····· 439
[그림 Ⅱ-65] 고온 사막용 태양전지 모듈 대상기술의 구성도 ····· 444
[그림 Ⅱ-66] ESS 시스템 구성도 ····· 445
[그림 Ⅱ-67] 연도별 특허출원 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술) ····· 449
[그림 Ⅱ-68] 국가별 특허출원 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술) ····· 449
[그림 Ⅱ-69] 연도별 논문게재 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술) ····· 452
[그림 Ⅱ-70] 국가별 논문게재 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술) ····· 452
[그림 Ⅱ-71] 사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술 개발 컨소시엄 구성(안) ····· 459
[그림 Ⅱ-72] 전세계 태양광 시장규모 ····· 469
[그림 Ⅲ-1] 지난 20년간 발표된 해외건설 분야 논문 (SCI급, 단위: 건) ····· 476
[그림 Ⅲ-2] Hochtief 社의 해외공사 리스크 조기경보체계 ····· 478
[그림 Ⅲ-3] Skanska 社의 해외공사 전주기 사업관리 및 의사결정 체계 ····· 478
[그림 Ⅲ-4] 국제공동연구 추진방식 결정기준 ····· 531
[그림 Ⅲ-5] 국제공동연구 추진절차 ····· 532
[그림 Ⅲ-6] 신시장 점유율 확대형 전략기술개발 업무추진체계 ····· 532
[그림 Ⅲ-7] 신시장 점유율 확대형 전략기술개발 추진절차 ····· 533
[그림 Ⅲ-8] 기존시장 점유율 확보형 수요기술개발 업무 추진체계 ····· 534
[그림 Ⅲ-9] 기존시장 점유율 확보형 수요기술개발 추진절차(중소형과제) ····· 534
[그림 Ⅲ-10] 기존시장 점유율 확보형 수요기술개발 추진절차(중대형과제) ····· 535
[그림 Ⅲ-11] 건설교통 기술분야 R&D 글로벌화 투자 수준 ····· 554
[그림 Ⅲ-12] 건설교통 R&D투자 대비 건설신기술인증 현황 ····· 555
[그림 Ⅲ-13] 해외건설 거점 R&D 센터 조직(안) ····· 563
[그림 Ⅲ-14] 해외건설 Hub 센터 조직(안) ····· 564
[그림 Ⅲ-15] 거점 R&D센터의 단계별 발전전략 ····· 564
[그림 Ⅲ-16] 거점 R&D 센터의 유관기관 연계전략 개념도 ····· 565
[그림 Ⅲ-17] 현지 인력 초빙 교류/교육 프로그램 추진 체계 ····· 566
[그림 Ⅲ-18] 현지 인력 초빙 교류/교육 프로그램 추진 절차 ····· 567
[그림 Ⅲ-19] 국내 HUB 센터 기반의 글로벌 실험시설 네트워크 구축 ····· 568

Ⅰ. 해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진

1. 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술
2. 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술개발
3. 생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술

1. 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 현지 기후 및 지반 조건, 경제 여건에 부합하는 저비용 신속시공 도로/철도 건설기술

아프리카 지역의 기후 특성과 열악한 도로 여건에 적합한 저비용 신속시공 도로 건설기술

사막 연약지반의 안정성 확보 및 경제적 건설이 가능한 철도 건설기술

(범위) 현지 여건에 부합하는 도로/철도 건설 재료 및 경제적 설계/시공 기술

재활용 아스팔트 및 칩씰을 이용한 도로 포장 재료 배합 및 시공 속도 향상 기술

- 비포장도로 개량을 위한 칩씰 시공 속도 향상 및 재료 배합 기술
- 노후도로 개량을 위한 현장상온 재활용 아스팔트 도로 포장 설계, 시공 기술

철도 건설 시 연약지반 보강을 위한 경제적 말뚝공법 및 배수시스템 기술

- 고효율 저비용 연약지반 배수시스템 설계, 시공 기술
- 지반 침하 억제가 가능한 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 설계, 시공 기술
- 아칭효과 분석을 통한 성토지지 말뚝공법의 경제적 설계, 시공 기술

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

(1) 해외

도로 선진국은 타 교통수단과 연계체계 구축, 친환경성, 연속적인 도로망 구축, IT기술 접목을 통한 도로 지능화 기술 개발 중

미국의 Trans-Texas Corridor Project는 이동 가능한 모든 교통수단을 연결하여 수송효율을 극대화함

- 초고속도로의 설계속도 160km/h에 적합한 차선 폭, 횡단구성과 횡단경사, 편경사, 램프 설계속도와 차로폭, 중앙분리대, 노변 안전장치 기준을 정립함

- 초고속도로 설계기준을 고려하여 노변 안전 특징을 평가하고 160km/h의 속도환경에서 안전한 주행을 확보하는 기술을 개발함

미국 Big-Dig은 지하에 8~10차선의 대규모 고속도로를 건설하여 도심 교통난을 해소하고, 지하 고속도로의 매연 및 교통소음을 저감함

- 지하 고속도로의 매연 등 세계 최대의 터널 환기 시스템과 최신 전자교통통제 시스템이 마련됨

유럽은 도로의 원래 기능인 교통통행뿐만 아니라 도로 공간 활용 및 환경 오염 저감을 위한 연구가 진행 중에 있음

- 도로 하부의 공간을 다양하게 활용하는 도로설계 기술에 중점을 두고 있으며, "New road construction concept vision 2040"을 미래 도로의 새로운 개념인 고품질, 비용효과, 저소음, 친환경, 안전, 위험 완화, 낮은 유지보수, 교통 이동성을 개발을 제안함

- 교통통행으로 인해 유발되는 각종 오염과 먼지, 진동, 소음 등의 환경공해들을 줄일 수 있는 "Ecotechnic road system"과 같은 환경대응 도로체계 연구가 진행 중에 있음

일본은 차세대 도로사업으로 설계속도 상향이라는 목표아래 수퍼하이웨이 사업을 추진하고 횡단폭원을 확대하는 등 도로기반 시설의 고규격화와 최신 포장기술을 적용함

IT 기반의 지능형교통체계 및 미래형교통시스템 기술 개발

차량-차량, 차량-노변간 통신 등을 활용하여 운행·보행자의 안전성을 확보할 수 있는 인프라 연계형 안전지원시스템 CS(Cooperative System)을 개발함

- CS 기술은 ITS 기술간 융복합을 통해 새로운 교통패러다임을 구현이 가능하고, 유럽, 미국, 일본 등에서는 CS 관련 요소기술 대부분을 개발·검증이 완료됨

교통수단 및 시설의 운영 효율화 및 최적화를 위한 교통계획 및 운영기술, 교통안전 및 환경개선에 필요한 교통안전시설의 설치 및 관리 기술, 환경영향 저감 기술, 복합교통연계기술 등을 개발함

- 미국 및 독일은 교통이용자들에게 실시간으로 다양한 대중교통 및 주차 정보 제공, 타교통수단 예약이 가능한 어플리케이션을 개발함

- 미국은 개인승용차와 철도와 연계시키기 위해 철도역의 환승주차장 안내 서비스를 제공 중에 있음

탄소 저감을 위한 도로 재료 재활용 기술, 저에너지형 포장재료 및 공법 개발

국외에서는 시멘트 제조와 관련하여 이산화탄소 배출량을 줄이기 위한 기술개발에 노력을 기울이고 있음

- 시멘트 1톤을 생산하기 위해서는 약 1톤의 이산화탄소가 발생하고 전세계적으로 발생하는 탄소량 중 약 5~10%를 차지함

- 아일랜드 회사인 Ecocem은 세계 최초로 탄소중립 콘크리트 생산에 성공하였으며, 기존 시멘트 대비 16배 적은 탄소량만을 배출함

- 미국의 ChK 그룹은 쌀겨를 800℃ 이상 가열함으로써 탄소 배출 없이 다량의 순도 높은 실리카를 생산할 수 있는 기술을 개발하여, 콘크리트에 혼화제로 첨가할 경우 시멘트량의 20% 감소가 가능함

미국의 경우 환경보호청(EPA, Environmental Protection Agency) Cool Pavement 관련 보고서는 반사율이 아스콘보다 높은 기존 콘크리트 포장을 열섬현상 저감을 위해 추천하고 있으며 보다 효과적인 신규 포장개발을 위한 연구를 수행

- 도시에서 도심의 온도를 상승시키는 주된 원인 중 하나이며, 특히 아스팔트 포장은 하절기에 60℃ 이상까지 상승함으로써 열섬현상이 발생하는 주된 요인임

일본의 경우에도 보수/투수성 포장이나 적외선 반사포장 등 신규 포장재 개발 관련 연구가 진행 중에 있음

도로망 건설을 위하여 신속시공을 통한 교통지체 또는 차단 최소화 도로, 공용수명 확보, 유지보수 최소화 등 조립식 도로 포장 기술 개발

네덜란드의 조립식(Rollpave) 아스팔트 도로포장기술은 세계최초로 개발된 기술로서, 2006년에 최초 시험시공 이후(500m) 공용성능 평가단계를 통하여 기술의 경제성, 적용 유효성 및 장기 공용성능이 검증되어, 현재 일반도로 및 고속국도 현장에 시공 되고 있음

- 3cm 두께의 얇은 층 시공으로 표층장기수명 10년 이상, 일반 포장대비 공기 50% 단축, 비용 절감 등의 장점이 있음

미국은 프리캐스트 콘크리트 포장은 고성능의 슬래브를 공장에서 제작함으로써 우수한 내구성을 가지게 되며 미리 제작한 슬래브를 손상된 슬래브와 교체하기 때문에 신속하게 콘크리트 포장의 보수를 수행할 수 있음

- 뉴욕주 Schenectady Watt street 지역의 교차로 아스팔트 포장 구간을 보수하기 위하여 프리캐스트 콘크리트 포장 공법을 이용하였으며 13시간 만에 보수를 완료함

기존 일반가열아스팔트보다 온도를 낮춰서 생산하는 중온아스팔트(Warm-Mix Asphalt)개발 연구 진행 중

교토의정서와 함께 지구온실가스를 줄이기 위한 노력이 진행되고 있으며, 이러한 시대의 흐름에 맞춰서 도로포장분야에서는 아스팔트 생산온도를 낮추는 연구가 진행되고 있음

- 일반아스팔트 보다 30℃ 생산온도를 낮춘 중온 아스팔트 개발연구가 세계적으로 활발히 진행되고 있으며, 많은 회사들이 제품을 개발함

- 제품 개발과 함께 성능평가 연구가 진행되고 있으며, 시험포장을 통하여 현장공용성을 평가하는 연구도 진행중에 있음

- 중온아스팔트 기술이 개발되면서 점차 아스팔트 생산온도를 낮추기 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있으며, 현재 130℃인 아스팔트 생산온도를 100℃까지 낮추기 위한 연구가 진행됨

저비용 고효율 포장 및 유지보수를 위해 포장공법에 관한 연구가 활발히 진행

기 구축된 도로네트워크를 효과적으로 유지관리하기 위하여, 저비용 고효율 포장 유지보수 공법 기술 개발 및 개선 연구가 요구되고 있음

- 예방적 유지보수공법들에는 칩씰을 비롯하여, 슬러리씰, 마이크로서페이싱공법, 포그씰 공법들이 있음

칩씰의 공용수명을 연장하고 사용영역을 넓히기 위하여 칩씰에 사용되는 유화아스팔트 성능 개선 연구가 진행되고 있음

- 일반 유화아스팔트보다 점성을 개선한 폴리머 유화아스팔트 개발과 함께 AADT(연평균 일일교통량)가 더 높은 도로에도 칩씰을 시공하고 있음

  · 기존 AADT 2,000 이하 도로에서만 칩씰을 사용하였으나, 최근에는 AADT 5,000 이하까지 확대 적용되고 있음

  · 칩씰은 상온 유화아스팔트를 사용함으로써, 지구온실가스 발생 억제 효과 높음

미국은 칩씰 배합설계와 성능 평가를 위해 10억 원 규모의 R&D 투자 및 시공성 향상을 위한 연구를 진행함

- National Cooperative Highway Research Program에서는 “Chip Seal Best Practices” 연구보고서를 통하여 미국만을 고려하지 않고, 호주, 뉴질랜드, 영국과 남아프리카 공화국에서의 칩씰 기술과 비교를 통하여 아래와 같이 7 분야로 나누어 정리하였음

  · 칩씰 배합설계, 계약 절차, 재료선택, 장비운용, 시공기술, 성능평가, 우수하고 새로운 시범연구 등

재활용 재료 및 아스팔트 활용을 높이기 위한 연구 진행 중

미국은 현장에서 적용된 포장재료를 재활용하는 기술을 확보함

- 버지니아주의 고속도로(3.7mile) 복원사업에서 기존의 포장재료를 재활용하여 기존 공법 대비 공기 2/3단축(7개월 단축)하고, 공사비 감소와 교통체증을 최소화화는 성과를 보임

  · 기존 포장재료를 재활용하고 포장의 표면은 아스팔트로 덧씌우기함

  · 기존 포장 재료를 재활용함으로써 재료를 운반하는 트럭의 사용 최소화와 이로 인한 연료소모량 감소 등 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있는 환경친화적인 공법임

자원보호와 환경보호를 위하여 노후도로에서 발생되는 폐아스팔트(Reclaimed asphalt pavement, RAP)를 재활용하기 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있음

- 현재 일반 가열아스팔트 생산에 RAP을 10~20% 첨가하여 사용하고 있으며, RAP 50% 이상 사용한 아스팔트 생산을 위한 기술 개발 연구가 꾸준히 진행되고 있음

- RAP 이외에도 Reclaimed Asphalt Shingles(RAS)을 아스팔트 생산시 사용하기 위한 연구도 진행 중에 있음

※ Asphalt Shingles은 미국에서 주택에 사용하는 재료

철도는 초기 인프라 구축에 막대한 투자비가 소요되어 건설비용 절감을 위한 기술개발이 지속되고 있음

막대한 투자비가 프로젝트 추진의 중요 요소이며, 비용을 절감할 수 있는 철도 건설 기술은 사업 수주의 큰 경쟁력으로 작용

중국 철도부 자료에 의하면 고속철도 총사업비 중 철도기초건설투자가 약 40~60%로 가장 높은 비중을 차지[1)]

고속철도 선진국인 독일, 프랑스, 일본을 중심으로 토공단면적 저감 기술, 강성 보강 노반 기술, 연약지반 처리기술 분야에 대한 연구 활발히 진행

독일, 프랑스, 일본 고속철도는 선로 중심 간격을 4.2~4.7m 수준으로 최적화하여 토공단면적을 저감하여 왔으며, 우리나라는 최근 고속철도 건설 경험을 바탕으로 선진국 수준에 근접

독일의 경우 지지층의 강성에 따라 강화노반의 두께를 다르게 적용하고 있으며, 독일의 상부 노반 층 두께는 일본 및 한국과 비교하여 작음

중국은 넓은 국토에 고속철도를 건설하고 있으므로, 연약지반을 포함한 다양한 지형 및 지질 조건에 적응성이 높은 원지반 처리기술인 CFG(Cement Flyash Gravel) 말뚝 및 토목섬유 공법을 적용하여 궤도의 침하를 관리

1) 2013 국토교통 R&D 동향조사 (국토교통부, 국토교통과학기술진흥원)

철도 기술 선진국인 독일에서는 철도노반 연약지반 보강공사에 토목섬유를 적용하여 기존공법 대비 공사비를 30%이상 절감

지반의 지지력 증가를 위해 모래말뚝이나 쇄석말뚝을 토목섬유로 감싸 지반의 지지력을 증가시키고 상부 벌징파괴 및 침하를 감소시키는 공법에 관한 기술개발 수행 및 현장 적용

연약지반 보강기술은 노반 부문의 비용 절감을 좌우하는 기술임

- 철도 노선이 연약지반을 통과하는 경우, 연약지반 보강을 통해 교량 건설을 대체하게 되면 사업비의 막대한 절감이 가능하나, 기술력 부족으로 연약지반을 우회하게 되는 경우에는 노선 길이가 연장되어 사업비가 증가하게 됨

(2) 국내

저탄소 포장기술 국산 상용화 원천기술이 개발되고 있으나, 현장 적용은 활발하지 못한 상황임

첨단소재 기술의 발달로 재생 아스콘 성능 향상이 가능해 졌으며 재생 아스콘 활용성 제고를 위한 기술적 수요가 급증하고 있음

최근 금호석유화학(2010)에서 '아스팔트 중온화 첨가제'의 국산화 개발에 성공하여, 현장 적용을 위한 연구가 활발히 진행되고 있음

최근에는 폴리머 콘크리트 등과 같은 신재료 개발 및 현장 적용을 통해 기존 재료보다 생산 단계 및 시공 시에도 탄소 배출을 저감할 수 있는 연구 진행중

국내 신속시공 조립식 도로포장 기술은 기초연구 단계임

국내 조립식 포장 기술은 매우 기본적인 연구만 진행된 상태이며, 줄눈 콘크리트 포장 형식의 구조 형식만 이용되고 있음

- 다수의 구조적 검증과 시공 사례를 통해 여러 구조 형식과 기능성을 가지는 조립식 포장의 적용 가능성은 검증된 상태임

칩씰포장이 실제 적용된 사례는 없었으나, 민간 중소기업 독자 연구를 통해 칩씰포장의 핵심기술인 유화아스팔트 제조 및 공용특성에 대한 기초기술을 확보함

'07년 SK에너지에서 칩씰용 개질 유화아스팔트를 개발하고 물리적 특성에 대한 평가연구를 수행

- 국내도로의 유지보수에 적용 가능성이 클 것으로 예상되는 Chip Seal용 유화아스팔트의 제조방법 및 물성평가 방법 연구하고, 일반유화아스팔트와 개질유화아스팔트의 혼합물 성능을 비교 평가함

- 일반 및 SBR 개질 유화아스팔트와 특별한 공정이 필요한 SBS 개질 유화아스팔트를 제조하여 유화아스팔트 물성을 분석한 결과, 미국 AASHTO 규격을 모두 만족하며 일반과 개질 유화아스팔트간 바인더 물성차이는 크지 않은 것으로 나타남

- Chip Seal 적용 초기의 골재 부착성능을 모사한 Sweep Test결과 SBR 개질유화아스팔트 및 SBS 개질유화아스팔트가 일반유화아스팔트에 비해 부착성능이 우수한 것으로 나타남

세종대학교와 인성산업의 공동으로 유화 아스팔트를 개발하고 다양한 골재와의 조합에 따른 공용특성을 연구함

- 칩씰용 유화아스팔트와 골재가 칩씰포장의 공용성에 미치는 영향을 평가하고 국내 유화 아스팔트 3종을 선택하여 양생시간에 따른 물리 역학적 시험을 실시함

최근 유무기계열의 복합재료를 활용한 도로하부안정처리 기술이 연구되고 있음

한국건설기술연구원에서는 "흙 시멘트 혼합재료의 표면 침식 방지 기술(한국건설기술연구원)", "다기능 복합폴리머를 이용한 도로하부지반 안정처리기술 개발에 관한 연구(APW)"를 수행함

국가 R&D 사업으로 "탄소저감형 흙 포장 기술(국토교통부, 국토교통과학기술원)"에서 현지토에 대한 현장안정처리 기술을 개발하고 있음

도로 포장재료와 관련하여 기존의 내구성 향상 등에 치중되어 있던 연구개발은 재활용 아스팔트 재료 개발에 집중하고 있음

탄소배출 저감을 위한 시멘트 소비량 감소를 위하여 건설 폐자재 또는 기존 포장재료를 재활용하는 기술을 개발하고 있음

- 포장 보수 시, 재생아스파트 혼합물을 활용하는 유지보수용 포장공법 개발

- 폐기물 등을 활용한 포장용 콘크리트 재료 개발

국내의 도로/철도 건설 시 지반 특성에 따라 Pre-loading, 치환공법, 약액주입공법, 동압밀공법, 말뚝보강공법 등 다양한 연약지반 보강기술 적용

국내에서 적용된 연약지반 보강공법은 지반특성이 다른 사막지반에는 적용이 곤란함

국내는 지하수위가 높은 실트질 퇴적층 연약지반이 대부분이나, 중동 사막 모래지반과 같은 조건에서는 말뚝체 강성 부족으로 기존의 모래 또는 쇄석말뚝 공법으로는 성토노반을 지지하는데 한계가 있음

성토지지 말뚝공법은 국내 시공사례가 극히 드물며, 현재 우리나라는 설계 및 시방기준이 정립되어 있지 않음

성토지지 말뚝공법은 철도 노반 성토층을 직접 지지하므로 중동 사막지반 특성에 부합되는 공법임

호남고속철도 연약지반 구간 성토지지 말뚝공법 적용이 국내 유일 사례이며, 기술 수준이 낮아 경제성 확보되지 않음

아칭효과 분석 및 말뚝 간격 설계에 대한 기술 수준이 낮아, 아칭효과를 제외한 말뚝지지력만을 고려하고 설계되어 말뚝간격이 1.6m~3.4m임

아칭효과 분석 기술이 부족한 경우, 경제적인 말뚝 개수 및 간격을 설계하지 못하고 비효율적으로 말뚝 개수를 증가시키게 되어 공사비가 증가함

미국의 경우 아칭효과 발현을 위한 최소 말뚝간격을 8.5ft(약 2.6m)로 규정하고 있으며, 북유럽의 경우 최소 말뚝 간격을 2.5m로 규정

1.1. 핵심과제: [아프리카] 저비용 신속시공 도로포장 기술

1.1.1 개요

가. 핵심과제 정의

기존의 아스팔트포장 도로는 시공에 많은 시간과 건설비용이 요구되어 아프리카와 같은 저개발국의 교통 및 기후조건, 경제여건을 감안했을 때 적합하지 않은 공법임

아프리카 국가의 경우 70~80%는 비포장도로이며 노후화로 인해 자원 수송에 어려움을 겪고 있으며, 넓은 국토 면적으로 인해 공사 구간이 길기 때문에 도로 포장 확대 및 개보수를 신속하게 시공할 수 있는 도로포장 기술이 필요함

기존의 아스팔트 도로는 노상과 보조기층, 아스팔트 기층, 아스팔트 표층 등으로 구성되며, 도로 구조를 단순화 시킬 경우 시공 시간 및 건설비용 절감됨

아프리카의 도로 포장 확대 및 개보수에 적합한 도로포장 공법은 침씰 도로포장 공법과 현장 상온 재활용 아스팔트 도로포장 기술이며, 세부 기술은 다음과 같음

침씰 도로포장 공법 기술 개발

- 현지 노상토 자원의 종류에 따른 유·무기계 안정처리 재료 및 배합설계 기술 개발
- 노상 안정처리 시공의 시공 속도 향상을 위한 장비 개발
- 기후 조건에 따른 침씰 시공을 위한 결합재 및 배합설계 기술 개발
- 침씰 시공 성능 향상을 위한 장비 개발
- Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장단면 설계 및 시공 기술 개발

현장 상온 재활용 아스팔트 포장 도로 기술 개발

- 상온 현장 재활용을 위한 첨가제 개발
- 기존 아스팔트 포장 상온 재활용을 위한 배합설계 기술 개발
- 현장 상온 재활용 아스팔트 포장 시공 장비 개발
- Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장 단면 설계 및 시공 기술 개발

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

중분류	소분류	개발대상 기술
도로 설계/구조 기술	도로 설계 기술	O
	도로 구조 기술	O
도로 재료기술	현지 재료 활용 기술	-
	비포장 재료기술	O
	아스팔트 재료기술	O
	콘크리트 재료기술	-
	특수(기능성) 재료기술	O
도로 시공기술	비포장 시공기술	O
	아스팔트 시공기술	O
	콘크리트 시공기술	-
	특수(기능성) 시공기술	O
	장비 개량/개발기술	O

상세기획 참여자

소속기관분류	성명	기관명	직위
산	진정훈	㈜도화엔지니어링	수석연구원
	조명환	㈜도화엔지니어링	책임연구원
	김학은	뉴월드시스템	대표
	이주희	㈜에이피더블유	대표
	심영우	㈜정암이앤씨	대표
학	이현종	세종대학교	교수
	이재준	전북대학교	교수
	문성호	서울과학기술대학교	교수
연	권수안	한국건설기술연구원	선임연구위원
	이용수	한국건설기술연구원	연구위원
	백철민	한국건설기술연구원	수석연구원
	김용주	한국건설기술연구원	수석연구원

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

아프리카의 물류수송 인프라 부족으로 다수의 도로 SOC 사업 진행 중

아프리카는 대규모 건설관련 차관 도입으로 다량의 SOC 사업을 진행

- 에디오피아는 도로 및 사회 기반 인프라 부족이 경제발전을 저해하는 주요 요인임
- 코트 디부아르의 국가 개발 계획(2012~2015)에는 도로인프라 구축 프로젝트가 8건, 민관협력프로젝트(PPP)사업도 4건의 투자를 계획함
- 카메룬은 Sangmelima와 콩고의 Ouesso간 700㎞ 도로건설에 필요한 자금은 아프리카개발은행(AfDB)을 포함한 국제기구가 지원할 예정임

아프리카 국가는 국내와 같이 고급도로의 포장을 원하지 않고 있으며, 현지에 맞는 도로포장을 원하고 있음

저개발국가에서는 국내 비포장도로의 포장수준을 요구함

아프리카의 경우 70~80%는 비포장도로이며, 나머지 포장도로의 경우도 도로포장의 체계적 관리시스템 부재 및 유지관리 보수비 부족으로 도로의 기능을 상실함

[표 I-4] 아프리카 주요국가의 비포장도로 현황

국가	도로 총연장(km)	비포장도로	
		연장(km)	비중
나이지리아	200,000	122,000	61%
앙골라	62,560	56,304	90%
남아프리카공화국	525,000	388,500	74%
카메룬	33,000	29,700	90%
카보베르데	5,615	1,741	31%
콩고	4,800	4,320	90%
코트디부아르	50,000	45,000	90%
지부티	3,065	1,686	55%
에디오피아	46,812	40,726	87%
가봉	9,170	8,253	90%
잠비아	80,000	52,000	65%
가나	39,409	33,498	85%
기니	44,348	39,026	88%
케냐	133,800	117,744	88%
합계	1,237,579	940,498	76%

(2) 기술적 필요성

아프리카의 현실에 맞는 경제적 도로건설 기술 확보 필요

아프리카의 건설시장 진출을 위한 현지 조건을 고려한 경재성과 공용성이 확보된 비포장도로 및 노후도로 개선 포장공법 개발이 필요함

선진국의 경우 고가의 시험장비를 통해 도로 유지보수 방법을 결정하지만 아프리카에서는 관련 시험장비가 전무하며 관련 기술이 부족함

국제적으로 공신력을 확보한 간단하고 경제적인 포장평가 방법 및 관련 기준 개발이 필요함

비포장도로는 비산먼지 발생, 주행속도 저하 등 많은 문제점을 가지고 있지만 비포장도로 개선에 관련된 국가 재원 확보가 어려움

아프리카에 국내 건설 및 Engineering 회사의 해외 기술 경쟁력 확보 및 기술 마케팅 실시

중소·중견기업과 Engineering 기업들의 아프리카 시장 개척을 위한 정부 지원을 통하여 국내 건설업체에 부흥기를 제공함

국내 중소·중견기업과 Engineering 기업들은 해외 국가에 널리 알려져 있지 않으며, 동 연구를 통하여 국내 중소·중견 건설 및 엔지니어링 기업의 기술력 홍보 및 이미지 개선이 필요함

(3) 기술개발 시급성

아프리카 등 저개발국가 도로 포장 확대 및 보수가 시급한 실정

아프리카 국가의 경우 70~80%는 비포장도로이며 노후화로 인해 자원 수송에 어려움을 겪고 있으며, 넓은 국토 면적으로 인해 공사 구간이 길기 때문에 도로 포장 확대 및 보수를 신속하게 시공할 수 있는 도로포장 기술이 필요함

저개발국에서는 선진국의 원조와 차관을 활용하여 중요도로 건설과 함께 기존도로의 개선 사업이 늘어나고 있는 추세이나 재원 및 기술력 부족으로 도로 건설 사업이 원활이 진행되고 있지 못함

- 천연자원의 개발의 수송로나 고속도로 및 국도 등과 같은 주요도로의 경우 해외의 도움으로 가능하지만 지방도와 같은 생활도로의 경우에는 계획은 있지만 투자재원의 확보와 저가 포장에 대한 기술부족 등으로 기존도로의 개보수 등의 사업은 시행되지 못하고 있음

도로의 70% 이상을 차지하고 있는 비포장도로에 대한 미세먼지 및 우기시의 도로기능 상실 등에 대한 심각한 문제점을 인식하고 있음

도로 노후화로 인해 저비용 신속 유지보수 공법 개발 필요

최근 국내도로포장에서 도로 노후화 및 이상기온 현상으로 인한, 도로포장의 조기파손이 많이 발생하고 있으며 이를 예방하고 보수비용의 효율화를 위한 도로포장기술 개발이 필요함

- 기존 도로의 급격한 노후화 및 도로 신규건설 감소로 인해 도로를 효율적으로 유지관리 하는 시스템이 필요함

- 국내 도로는 교통량 및 대형 화물차의 급격한 증가로 인하여 심각한 파손이 발생함

(4) 국고지원 적합성

해외건설시장 다각화를 위한 정부 차원의 지원 필요

해외건설 수주현황 통계자료에 의하면, 2012년 현재 플랜트분야가 395억 달러로 전체의 61%를 차지하고 있으며, 건축분야는 143억불(22%), 토목분야는 86억불(13%)로 여전히 플랜트 분야 수주가 압도적임

2012년 지역별 수주 현황을 분석하면, 중동 369억불(57%). 아시아 194억불(30%), 중남미 62억(9.5%), 유럽 16억불(2.5%), 아프리카 5억불(0.8%), 태평양 및 북미 2억불(0.3%) 차지함

- 중동(50%) 편중은 다소 심화, 유럽은 확대(0.6%), 아시아를 제외한 이외 지역은 소폭 침체임

중동지역 고유가에 기인한 중동위주 건설수주가 당분간 지속될 것으로 예상되고 있으나, 동시에 아프리카와 중남미 등 신시장에서의 수주활동을 활발히 하여 수주시장 다변화가 절실히 필요함

아프리카의 신시장에 적극적으로 대처하기 위한 신속시공 도로건설 기술개발을 통하여 국내 해외건설시장의 다각화가 필요함

중소기업의 해외건설시장 참여를 위한 주춧돌 역할 마련

지금까지 해외건설은 경험이 풍부한 일부 대기업을 중심으로 이루어져 왔고, 상대적으로 기술력과 자본력이 취약한 중소건설업체들의 해외진출은 실패 리스크가 크고 장애요인이 많아 활발하지 못했음

- 최근 일부 해외진출에 성공한 중소건설업체는 대기업이 수주한 공사의 하도급으로 참여하거나, 특정 연고를 통한 수주가 대부분이었음

정부지원으로 원천기술을 확보함으로써 향후 국부(國富) 창출 가능

국내에서는 저탄소 중온 아스팔트 기술을 한국건설기술연구원에서 개발하여 원천기술을 보유하고 있으며, 해외 시험시공을 통하여 공용성을 인정받음

원천기술 확보를 위한 초기 연구비가 많이 필요하나, 현재 건설경기 침체로 인하여 기업체에서 모든 연구비를 지원하기엔 부담이 큼

- 정부지원을 통하여 원천 기술을 개발하여 해외시장 개척을 통한 시장 확보 및 기술료 취득 등이 필요함

도로 시공장비는 고가이므로 국내 기술력을 활용하여 저렴한 도로포장 장비 개발을 통한 예산 절감이 가능함

중국의 아프리카 건설인프라에 대한 외교 및 지원 활발

중국은 고위급 인사들의 아프리카 방문 외교, 다자포럼 내 아프리카 정상과의 교류를 활용하여 대규모의 원조 제공을 약속하고 이를 통해 인프라개발 및 자원 확보를 위한 협력 기반을 구축으로 중국은 아프리카 건설시장을 확보하고 있음

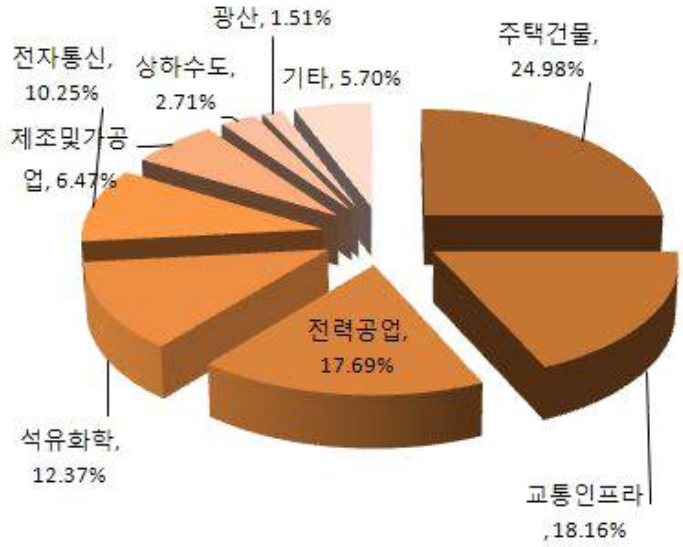
ENR 보고서에 따르면 중국의 해외건설 진출은 주로 아시아와 아프리카 신흥국가들에 집중되고, 특히 아프리카에 대한 해외건설 매출은 208억 달러로 중국 전체 해외 매출액의 41.1%에 달함

- 아시아 지역(36.0%)을 상회하는 수준으로, 중국의 최대 해외건설 진출 지역은 아프리카임

중국의 대대적인 아프리카 건설시장 진출은 중국 건설기업들의 저가 수주 전략과 막대한 자금지원이 있었기에 가능한 것으로 평가됨

특히 중국은 인프라 개발에 중점을 두고 아프리카 인프라 분야에 대해 막대한 규모의 원조 및 우대차관을 제공하였음

- 원조 및 우대차관과 같은 직접적이고 공식적인 지원이외에도 중국은 아프리카와의 전통적인 우호관계, 정부 고위급 인사들의 아프리카에 대한 적극적인 외교 공세 등을 활용한 측면 지원을 강화함



[그림 I-2] 중국의 아프리카의 매출비중

다. 기술개발 목표

아프리카에 적합한 신속시공도로 기술 개발 후 아프리카 해외건설 수주량 10% 확보

비포장도로 및 노후도로 개량을 위한 저비용 신속시공 Pilot 및 Test-bed 구축을 통한 검증 및 현장적용

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
칩씰 도로포장 공법 기술	- 비포장도로 개량을 위한 칩씰 신속시공 도로 건설 기술	▪ 유·무기계 노상 안정처리 재료 및 배합설계 기술 ▪ 골재 스프레더 및 유화아스팔트 스프레이 장비 기술 ▪ 유화아스팔트 제조 기술 ▪ Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장단면 설계 기술
현장 상온 재활용 아스팔트 포장 도로 기술	- 노후도로 개량을 위한 현장 상온 재활용 아스팔트 포장 도로 건설 기술	▪ 상온 현장 재활용 첨가제 개발 ▪ 기존 아스팔트 포장 상온 재활용 배합설계 기술 ▪ 현장 상온 재활용 아스팔트 포장 시공 장비 기술 ▪ Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장 단면 설계 기술

마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

중분류	소분류	구성기술
저비용-신속시공 도로 설계기술	도로 설계 기술	▪ Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장단면 설계 기술
	도로 구조 기술	▪ 유·무기계 노상 안정처리 배합설계 기술
국가별 최적화 도로 재료기술	현지 재료 활용 저비용 자재 생산 기술	-
	비포장 재료기술	▪ 유화아스팔트 제조 기술 ▪ 유·무기계 노상 안정처리 재료 기술
	아스팔트 재료기술	-
	콘크리트 재료기술	-
	특수(기능성) 재료기술	▪ 상온 현장 재활용 첨가제 개발 ▪ 기존 아스팔트 포장 상온 재활용 배합설계 기술
저비용-신속시공 도로 시공기술	비포장 시공기술	▪ 칩씰 신속시공 도로 시공기술 개발
	아스팔트 시공기술	-
	콘크리트 시공기술	-
	특수(기능성) 시공기술	-
	장비 개량/개발기술	▪ 골재 스프레더 및 유화아스팔트 스프레이 장비 개발 ▪ 현장 상온 재활용 아스팔트 포장 시공 장비 기술

1.1.2 기술 및 시장동향

가. 시장동향

아프리카 도로포장율은 20% 수준으로 도로 포장 및 유지보수 시장이 성장할 것으로 전망됨

아프리카의 경우 대부분의 국가는 약 20% 정도의 포장률을 가지고 있으며, 아프리카의 도로 포장률은 다음과 같음

[표 I-5] 아프리카 주요국가의 도로 포장률

국가	도로 총연장		비포장도로		포장도로	
	연장(Km)	비중*	연장(Km)	비중	연장(Km)	비중
아프리카	1,237,579	100%	940,498	76%	297,081	24%

* 아프리카 도로 총연장(1,237,579km)에서 국가별 도로 총연장 비중을 의미함

남아공 토목공학회는 국가도로를 제외한 주요도시 및 지방도시의 도로 상태는 열악함

- 도로시설의 경우 국가도로(B grade)와 지방의 비포장도로(E grade)의 등급 격차가 심하며, 그 외의 주요도시(C-) 혹은 지방도시(D)의 도로들도 통행에 불편함을 주는 상태이거나, 즉각적인
- 보수를 하지 않으면 통행에 위험을 주는 수준임

아프리카 국가의 비포장/포장 도로시장은 2024년 48,325억 원에서 2033년 138,323억 원까지 성장할 것으로 예상됨

[표 I-6] 아프리카 국가의 비포장/포장도로 시장 전망

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
아프리카 도로 (비포장/포장도로) 개선시장 (억원)	48,325	54,663	61,001	68,923	77,637	87,144	97,443	109,513	123,078	138,323

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

(가) 국내 기술개발동향

최근 유무기계열의 복합재료를 활용한 도로하부안정처리 기술이 연구되고 있음

국가 R&D 사업으로 “탄소저감형 흙 포장 기술(국토교통부, 국토교통과학기술원)”에서 현지토에 대한 현장안정처리 기술을 개발하고 있음

- 아프리카 현지 토양안정처리 파일럿 테스트를 아프리카의 르완다 현지에 적용하는 시험을 실시하여, 점토와 첨가제(ASP)를 이용한 지반개량 및 흙 포장, 화산재와 점토를 혼합처리 방법, 화산재를 파쇄하여 활용하는 방안을 도출함



[그림 I-3] 아프리카 르완다 지역의 현지토와 유기계열 혼합토의 강도 샘플 제작

한국건설기술연구원에서는 “흙 시멘트 혼합재료의 표면 침식 방지 기술(한국건설기술연구원)”, “다기능 복합폴리머를 이용한 도로하부지반 안정처리기술 개발에 관한 연구(APW)”를 수행함

특히 비포장 노상 안정처리를 위한 폴리머 소일 바인더 계열 개발과 혼합-다짐을 정량적으로 시행하는 전용장비는 부재함

[표 I-7] 유화아스팔트 개발/판매업체

구분	업체명	개발 및 판매 제품
유화 아스팔트	인성산업	▪ 라텍스 유화아스팔트 ▪ 시멘트 몰타르용 유화아스팔트 ▪ 무색 유화아스팔트
	명신유화	▪ - RSC-3, RSC-4
	(주)신성유화	▪ - SBS개질 유화아스팔트
	(주)서원인더스트리	▪ - 상온유화아스팔트

칩씰포장의 핵심기술인 유화아스팔트 제조 및 공용특성에 대한 기초기술 확보

'07년 SK에너지에서 칩씰용 개질 유화아스팔트를 개발하고 물리적 특성에 대한 평가연구를 수행

- 국내도로의 유지보수에 적용 가능성이 클 것으로 예상되는 Chip Seal용 유화아스팔트의 제조방법 및 물성평가 방법 연구하고, 일반유화아스팔트와 개질유화아스팔트의 혼합물 성능을 비교 평가함

- 일반 및 SBR 개질 유화아스팔트와 특별한 공정이 필요한 SBS 개질 유화아스팔트를 제조하여 유화아스팔트 물성을 분석한 결과, 미국 AASHTO 규격을 모두 만족하며 일반과 개질 유화아스팔트간 바인더 물성차이는 크지 않은 것으로 나타남

- Chip Seal 적용 초기의 골재 부착성능을 모사한 Sweep Test결과 SBR 개질유화아스팔트 및 SBS 개질유화아스팔트가 일반유화아스팔트에 비해 부착성능이 우수한 것으로 나타남

세종대학교와 인성산업의 공동으로 유화 아스팔트를 개발하고 다양한 골재와의 조합에 따른 공용특성을 연구함

- 칩씰용 유화아스팔트와 골재가 칩씰포장의 공용성에 미치는 영향을 평가하고 국내 유화아스팔트 3종을 선택하여 양생시간에 따른 물리 역학적 시험을 실시함

도로 포장재료와 관련하여 기존의 내구성 향상 등에 치중되어 있던 연구개발은 재활용 아스팔트 재료 개발 집중

탄소배출 저감을 위한 시멘트 소비량 감소를 위하여 건설 폐자재 또는 기존 포장재료를 재활용하는 기술을 개발하고 있음

- 포장 보수 시, 재생아스파트 혼합물을 활용하는 유지보수용 포장공법 개발

- 폐기물 등을 활용한 포장용 콘크리트 재료 개발

[표 I-8] 유사 국가연구개발사업 검토(저비용 신속시공 도로포장 기술)

부처명	사업명	과제명	기술개발목표	산출물	개발대상기술과 차이점
국토교통부	한국형 포장설계법 개발 및 포장성능 개선 방안 연구	-	• 노상안정처리를 위한 지침 개발	• 노상 안정처리를 위한 배합설계 지침 개발	• 흙의 종류에 따른 다양한 첨가제에 대한 내용이 없으며, 안정처리를 위한 장비 개발 부분이 없음
국토교통부	-	탄소저감형 흙 포장 기술	• 흙 포장 기술 및 도로하부지반 안정처리 기술	• 설계매뉴얼	• 유기계열과 무기계열을 이용한 현장토 안정처리 및 흙 포장 설계지침
지식경제부	저탄소 저비용 아스팔트 포장 공법 개발	-	• 중온형 재활용 아스팔트 포장 공법 개발	• 재활용을 위한 첨가제 개발 및 지침 개발	• 중온형 포장 공법에서 재활용 포장용 첨가제 개발

[표 I-9] 유사 민간연구개발사업 검토(저비용 신속시공 도로포장 기술)

기업명	기술개발내용	기술개발목표	성과	개발대상기술과 차이점
㈜인성	폴리머 슬러리실 기술 확보	-	-	-
APW	ASP 도로안정처리 기술 확보	도로하부지반 강화	특허	유기계열임

(나) 국외 기술개발동향

외국은 비포장도로 및 노후도로 개량 관련 사업이 매우 활성화되었음

미국, 유럽, 호주 등 선진국을 비롯한 여러 국가에서 노상 안정처리 공법에 대한 연구 및 사업이 매우 활성화되어 있는 상황임. 또한, 칩씰(Chip seal) 공법 역시 다양한 종류의 연구 및 사업이 실시되고 있는 실정임

미국에서는 칩씰을 활용한 기존도로포장 유지보수 연장이 점차 증가하고 있으며, 꾸준한 연구개발로 인하여 칩씰의 공용수명이 점차 증가하고 있는 실정임

미국과 뉴질랜드에서는 칩씰 관련 연구 결과를 바탕으로 매뉴얼을 발간하였으며, 미네소타 교통국(Department of Transportation)에서는 칩씰 배합설계 관련 프로그램을 개발하여 공개함

기존 노후화된 아스팔트 포장을 현장에서 재활용하기 위한 공법 관련 사업은 최근 들어 연구가 진행되고 있는 실정이며 특히, 미국은 교통량이 적은 구간을 대상으로 현장 상온 재활용 포장 공법에 대한 연구가 활발히 진행 중임

현재 미국은 박층 포장에 대한 세계적인 회사가 존재하고 있으며 이는 교면 포장용으로 개발 사용되고 있음

[그림 I-4] 국가별 칩씰 적용 연장

저비용 고효율 포장 및 유지보수를 위해 포장공법에 관한 연구가 활발히 진행

기 구축된 도로네트워크를 효과적으로 유지관리하기 위하여, 저비용 고효율 포장 유지보수 공법 기술 개발 및 개선 연구가 요구되고 있음

- 예방적 유지보수공법들에는 칩씰을 비롯하여, 슬러리씰, 마이크로서페이싱공법, 포그씰 공법들이 있음

칩씰의 공용수명을 연장하고 사용영역을 넓히기 위하여 칩씰에 사용되는 유화아스팔트 성능 개선 연구가 진행되고 있음

- 일반 유화아스팔트보다 점성을 개선한 폴리머 유화아스팔트 개발과 함께 AADT(연평균 일일교통량)가 더 높은 도로에도 칩씰을 시공하고 있음
  - 기존 AADT 2,000 이하 도로에서만 칩씰을 사용하였으나, 최근에는 AADT 5,000 이하까지 확대 적용되고 있음
  - 칩씰은 상온 유화아스팔트를 사용함으로써, 지구온실가스 발생 억제 효과 높음

미국은 칩씰 배합설계와 성능 평가를 위해 10억 원 규모의 R&D 투자 및 시공성 향상을 위한 연구를 진행함

- National Cooperative Highway Research Program에서는 “Chip Seal Best Practices” 연구 보고서를 통하여 미국만을 고려하지 않고, 호주, 뉴질랜드, 영국과 남아프리카 공화국에서의 칩씰 기술과 비교를 통하여 아래와 같이 7 분야로 나누어 정리하였음

  · 칩씰 배합설계, 계약 절차, 재료선택, 장비운용, 시공기술, 성능평가, 우수하고 새로운 시범연구 등

재활용 재료 및 아스팔트 활용을 높이기 위한 연구 진행 중

미국은 현장에서 적용된 포장재료를 재활용하는 기술을 확보함

- 버지니아주의 고속도로(3.7mile) 복원사업에서 기존의 포장재료를 재활용하여 기존 공법 대비 공기 2/3단축(7개월 단축)하고, 공사비 감소와 교통체증을 최소화화는 성과를 보임

  · 기존 포장재료를 재활용하고 포장의 표면은 아스팔트로 덧씌우기함

  · 기존 포장 재료를 재활용함으로써 재료를 운반하는 트럭의 사용 최소화와 이로 인한 연료소모량 감소 등 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있는 환경친화적인 공법임

자원보호와 환경보호를 위하여 노후도로에서 발생되는 폐아스팔트(Reclaimed asphalt pavement, RAP)를 재활용하기 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있음

- 현재 일반 가열아스팔트 생산에 RAP을 10~20% 첨가하여 사용하고 있으며, RAP 50% 이상 사용한 아스팔트 생산을 위한 기술 개발 연구가 꾸준히 진행되고 있음

- RAP 이외에도 Reclaimed Asphalt Shingles(RAS)을 아스팔트 생산시 사용하기 위한 연구도 진행 중에 있음

  ※ Asphalt Shingles은 미국에서 주택에 사용하는 재료

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

우리나라 저비용-신속시공 도로포장 기술은 선진국에 근접한 수준이나, 관련 장비 및 실증 실험 연구시설 미흡

우리나라는 고급 포장도로를 원하고 있기 때문에 저렴한 포장도로 기술 니즈는 없었으나, 최근 도로 노후화 등 도로 유지보수 관심 증대로 인해 관련 요소기술 연구가 진행됨

- 노상안정처리 기술은 아프리카 르완다 현지 실증을 통하여 노상안정처리 첨가제 배합 설계 핵심기술을 확보함

- 유화아스팔트 및 첨가제 관련 연구는 국내에서 많은 연구 성과를 보유하고 있으나, 유화아스팔트 살포 장비 및 첨가제 혼합 장비는 부재함

칩씰 공법 및 재활용 아스팔트 도로 포장 관련 산학연 연구진은 풍부하나 관련 장비 및 시스템 형태의 검증 연구는 미흡함

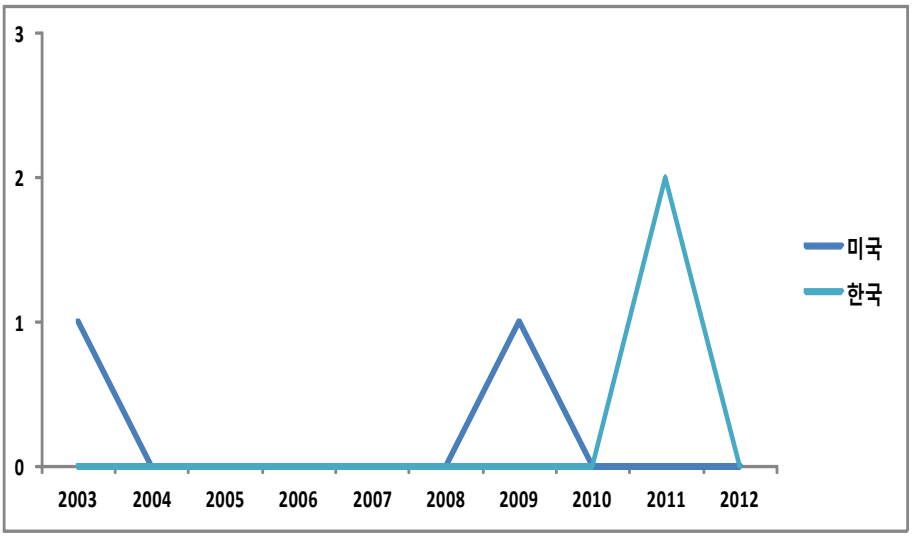
- 칩씰 공법 및 재활용 아스팔트는 관련 국내 핵심연구진을 보유하고 있으나 연구성과 적용 및 실증을 위한 장비 및 Pilot 및 Test-bed 시설은 미흡함

중분류	소분류	국내기술 수준 (%)	기술성숙도(TRL)		인프라 수준		
			국내	해외	상	중	하
저비용-신속시공 도로 설계기술	도로 설계 기술	80	9	9	o		
	도로 구조 기술	80	9	9		o	
국가별 최적화 도로 재료기술	현지 재료 활용 기술	-	-	-		-	
	비포장 재료기술	70	6	9		o	
	아스팔트 재료기술	-	-	-		-	
	콘크리트 재료기술	-	-	-		-	
	특수(기능성) 재료기술	80	8	9		o	
저비용-신속시공 도로 시공기술	비포장 시공기술	80	6	9		o	
	아스팔트 시공기술	-	-	-		-	
	콘크리트 시공기술	-	-	-		-	
	특수(기능성) 시공기술	-	-	-		-	
	장비 개량/개발 기술	70	8	9		o	

(3) 특허 및 논문동향

연도별 특허출원 현황(출원 특허청 기준[2])

저비용 신속시공 도로포장 기술은 분야는 주로 미국과 한국에서 연구개발이 진행되고 있으며, 특허 출원실적은 전반적으로 저조함



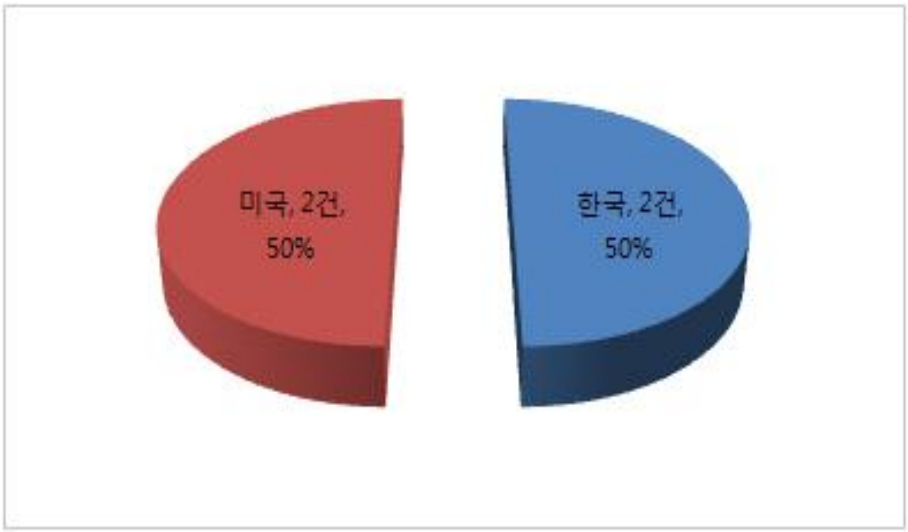
[그림 I-5] 연도별 특허출원 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술)

국가별 특허출원 현황

저비용 신속시공 도로포장 기술의 특허는 2003년부터 2011년까지 출원은 총 4건으로 관련 특허 출원이 저조함

- 우리나라는 2011년 2건이 출원됨
- 미국은 2003년 1건 출원된 이후 실적이 없다가 2009년에 1건이 출원됨

2) 특허가 출원된 특허청을 기준으로 함. 예를들어 일본에서 개발된 특허가 일본특허청과 미국특허청에 출원됐다면 일본 출원과 미국출원에 각각 특허건수가 합산됨



[그림 I-6] 국가별 특허출원 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술)

저비용 신속시공 도로포장 기술에서는 (주)한동알앤씨 외 3개 기업, (주) 한동아스콘에서 2건의 특허를 보유하고 있음

미국은 SemMaterials, L.P., Zhang A.L.M. HOLDING COMPANY에서 2건의 특허를 보유함

[표 I-10] 주요 특허 출원인 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술)

순번	미국		대한민국	
	출원인	건수	출원인	건수
1	Cold in-place recycling of bituminous material	1	황성혁; 김종문	2
2	STABLE EMULSIONS FOR PRODUCING POLYMER MODIFIED ASPHALT	1	(주)한동알앤씨; 주식회사 한동아스콘; 한국신기술산업(주); 에스씨종합건설(주)	1

특허출원 주요 내용

국내에서는 주로 상온 재생 아스팔트에 관한 특허와 미국에서는 에멀젼 및 유화아스팔트 바인더에 관한 특허가 주를 이루고 있음

- 국내 특허는 상온에서의 재생 아스팔트의 재생골재, 폐아스콘 골재 및 제조방법에 관한 연구가 진행되고 있음

- 미국에서는 아스팔트 에멀젼 혼합 및 유화아스팔트 바인더 관련 연구가 진행되고 있음

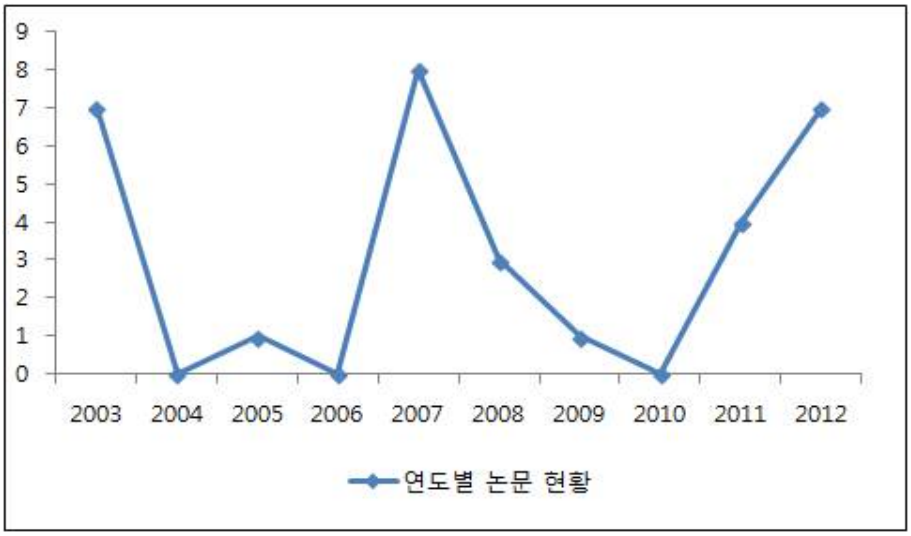
등록번호	US7275890	등록일	2007.10.02
출원인	SemMaterials, L.P.	출원번호	US10/601614
발명자	Thomas; Todd, Kadrmas; Arlis	출원일	2003.06.23
특허명칭	Cold in-place recycling of bituminous material		
특허내용	A method of reconstructing a road is provided. This method includes taking representative cores of the road, analyzing the cores, selecting a substantially solvent-free emulsion based on climate history, mixing the emulsion and reclaimed asphalt pavement particles to form an asphalt emulsion mix, testing the asphalt emulsion mix for performance using a raveling test, a thermal cracking prediction test by an indirect tensile testing, a moisture susceptibility test utilizing vacuum saturation, and a dry Marshall stability test. It also includes designing a CIR layer based on this test data. It further includes grinding off a layer of the existing asphalt road leaving at least about an inch, adding an emulsion to the reclaimed asphalt pavement particles, applying the designed cold in-place recycling layer to the road, and compacting it.		

등록번호		등록일	
출원인	A.L.M. HOLDING COMPANY	출원번호	US13/121817
발명자	Baumgardner; Gaylon L., Reinke; Gerald H.	출원일	2009.10.01
특허명칭	STABLE EMULSIONS FOR PRODUCING POLYMER MODIFIED ASPHALT		
특허내용	An acid modified asphalt binder is combined with an emulsifier solution to produce an emulsified asphalt binder. The acid modified asphalt binder may be formed by combining an asphalt binder, a phosphorous-based acid, and, optionally, a polymer modifier. The emulsifier solution may be produced by forming an aqueous solution of an amine and a phosphorous-based acid, which forms an aqueous solution comprising an amine phosphate. The emulsified asphalt binder may be combined with an aggregate to form a paving material. In other examples, the emulsified asphalt binder may be used alone, for example in a chip seal application, or in a diluted form, for example in a fog seal application.		

연도별 논문 게재 현황

해외 도로 관련 논문 발표는 2010년 이후 증가하고 있음

- 2006년 8건에서 2010년 0건으로 급속히 감소하는 추세이나. 2011년 이후부터는 급격히 증가하는 추세임

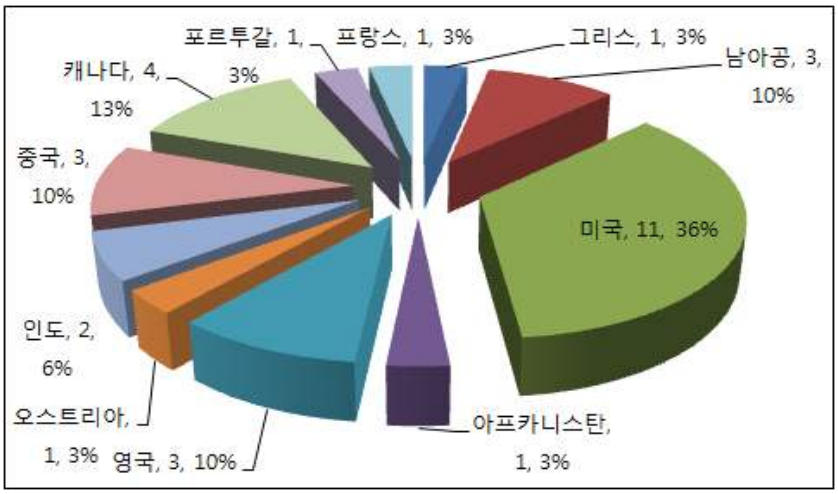


[그림 I-7] 연도별 논문게재 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술)

국가별 논문 게재 현황

국가별로는 미국이 도로 관련 연구가 활발한 것으로 나타남

- 미국 11건(36%)이며, 그 다음으로는 캐나다 4건(13%), 남아공, 영국, 중국 등 3건(10%) 순으로 나타남



[그림 I-8] 국가별 논문게재 현황(저비용 신속시공 도로포장 기술)

논문게재 주요 내용

도로 관련 주요 연구 주제 및 키워드는 비포장 도로, 재활용, 유지보수인 것으로 나타남

- 비포장 도로의 주요 연구내용은 비포장 도로 시공, 유지관리 등 임
  - · 비포장 도로 연구는 주로 비포장 도로 비중이 높은 남아공에서 연구가 활발한 것으로 나타남
  - · 비포장 도로 유지관리는 선진국인 미국, 캐나다, 유럽에서 활발하게 연구가 진행되고 있음
  - · 미국에서는 저비용 아스팔트 관련 연구가 최근에 연구가 진행되고 있음
- 도로 재활용은 첨가제 및 산업부산물 활용하여 노후도로 유지보수 연구가 전 세계적으로 진행되고 있음
  - · 미국, 영국, 포르투갈, 그리스, 인도, 중국 등에서 연구가 진행되고 있는 것으로 확인됨
  - · 도로상태 탐지, 첨가제, 아스팔트 유제 첨가 등에 관련 연구가 진행되었음
  - · 특히 중국은 영구적 아스팔트 포장에 관한 연구가 진행된 사례가 있음

저자	Lee, J ¦ Lee, J¦ Kim, YR ¦ Mun, S	게재일	
기관	¦ Indiana Dept Transportat ¦Korea Inst Construct Technol N Carolina State Univ ¦ Seoul Natl Univ Sci & Technol ¦ Off Res & Dev ¦ Dept Highway Div Dept Civil Construct & Environm Engn ¦ Sch Civil Engn		
논문명	A Comprison Study of Friction Measurements for Chip Seal		
논문내용	This paper presents a development in measuring skid resistance in a laboratory performance test for chip seal. It is important to develop a relationship between the British pendulum test (BPT) and the locked-wheel skid test (LWST), or grip tester (GT). The chip seal is a typical pavement preservation treatment used by the North Carolina Dept. of Transportation (NCDOT). In North America, loss of skid resistance is a common road condition that indicates the need for a chip seal, as one of the major advantages of chip seal is an increase in skid resistance. Most agencies have a specified cycle in which skid resistance is measured as a part of their pavement-management system. These skid resistance measurements are invaluable when deciding which roads require chip seal [Gransberg, D. D. and James, D. M. B., “Chip Seal Best Practices,“ NCHRP Synthesis of Highway Practice 342, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2005]. In this study, skid resistance was evaluated on 14 selected chip seals using three different tests: the BPT, LWST, and GT. The correlation between British pendulum number (BPN) and skid number (SN) was relatively strong with an R-2 value of 0.74. This finding indicated that the BPN measured in the laboratory could be utilized for predicting the SN, which cannot be measured in the laboratory.		

1.1.3 사업내용

가. 연구개발목표

아프리카에 적합한 신속시공도로 기술 개발 후 아프리카 해외건설 수주량 10% 확보

저비용 신속시공 도로포장 기술은 아프리카 국가 니즈에 적합한 기술로서 현지 도로건설 수주 확대에 기여함

저개발국가 비포장도로 시장점유 확보를 위한 비포장도로 및 노후도로 개량을 위한 저비용 신속시공 Pilot 및 Test-bed 구축을 통한 검증 및 현장적용

기존 비포장 도로 자체의 지지력을 강화할 수 있는 저가의 노상강화기술 및 공법개발

저가의 도로포장재료(저가의 바인더) 및 현장의 골재를 사용하여 마찰력을 확보할 수 있는 표층 재료 및 시공기술공법(아스팔트 혼합물 생산 플랜트 시설 불필요한 기술 및 공법)개발

개발도상국형의 비포장 도로포장용 시공장비에 대한 효율적인 이동 및 시공을 위한 시공장비 개선 기술과 모듈화기술 기술개발

성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계 (2014)	2단계 (2015)	3단계 (2016)
칩씰시공장비 개발 및 유화아스팔트 개발	• 70%	• 100%(교통국/미국)	• 노상 안정처리 및 배합 설계	• 유화아스팔트 및 장비 모듈화	• Test-bed 구축 및 검증
재활용 아스팔트 첨가제 및 장비개발	• 70%	• 100%(교통국/미국)	• 재활용 아스팔트 첨가제 및 배합설계	• 재활용 아스팔트 장비모듈화	• Test-bed 구축 및 검증

나. 연구개발전략

대학 및 산업체와의 공동연구 추진

재료의 개발위한 대학 및 산업체, 재료의 물성을 현장 및 실내 실험을 할 수 있는 대학 및 연구소, 포장의 구조설계 및 감리를 할 수 있는 학교 및 산업체, 포장 시공을 할 수 있는 산업체, 시공 장비의 모듈을 개발할 수 있는 대학 및 산업체 등의 협력 추진

개발의 주도적인 역할은 해외진출을 하고 있는 산업체의 연구소에서 주관하여 개발된 재료 및 공법과 유지관리기술등을 해외의 현지조건에 맞게끔 지속적인 수정보완

세부타겟 설정으로 대상지역 요건에 맞는 공법 및 시공장비 개발

개발대상지역의 조건에 부합되는 노상강화 재료 및 박층표층 재료 개발과 그 재료를 최적의 조건으로 시공할 수 있는 공법 개발

개발대상지역의 기준 및 법규에 대한 분석을 통해 국내에서는 물론 해외에서 사용가능한 도로포장 시공장비 개선 및 모듈화

비포장도로 및 노후도로의 재료 및 시공에 대한 품질을 확보를 위한 대상국가에 맞는 도로포장 설계 및 시공, 유지관리지침서 작성

테스트베드 등을 통한 검증 및 제품화

국내 비포장도로 및 노후도로에 대한 Pilot test를 실시하고 이에 대한 시험결과를 분석하고 재료 및 시공법 수정보완 후 국외 대상지역에 테스트베드 시행

해외지역의 테스트베드의 경우 비포장도로와 포장이 필요한 노후도로 각 2개씩 선정하여 정부기관 중 해외건설 관련 부처 및 KOICA를 통하여 연구 진행

다. 연구내용 및 범위

(중점과제 1) 칩씰 도로포장 공법 기술

(구성기술 1-1) 칩씰 공법 시공 장비 개발

- 급속 시공인 칩씰공법에 필요한 장비는 유화아스팔트 스프레이, 골재를 살포하는 골재 스프레더임



[그림 I-9] 유화아스팔트 스프레이 장비



[그림 I-10] 골재 스프레더 장비

- 골재 스프레더의 가장 중요한 부분은 시공하고자 하는 전 차선에 골재를 균등하게 살포하는 것이며, 기존도로 상태에 따라 살포해야하는 골재 적용양이 변화하기 때문에 이를 잘 컨트롤 할 수 있는 장비를 개발함
- 교차로와 차선폭이 변화하는 구간에 대처하기 위하여 골재 살포하는 면적을 조절할 수 있는 기능을 확보함

· 아래 그림과 같이 골재가 기준보다 많이 살포가 되어서 골재가 유화아스팔트와 접촉을 하지 못하고 골재 위에 자리를 잡는 경우가 발생하여, 주행차로 인하여 다른 차량 파손을 일으키는 문제 야기 가능성이 있음

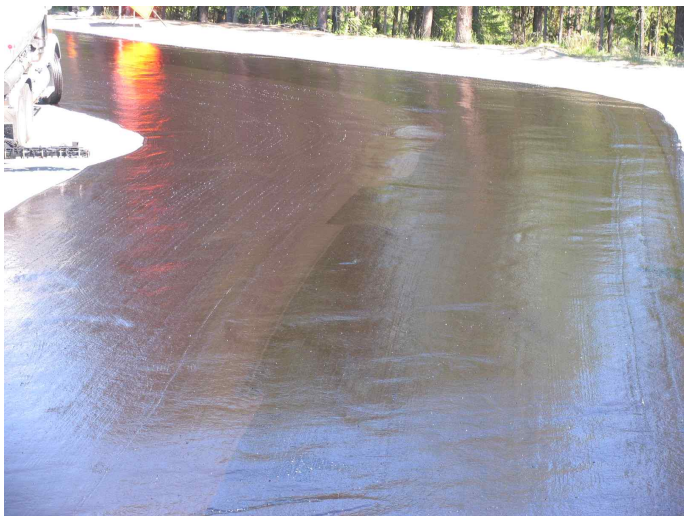


[그림 I-11] 골재가 많이 포설된 사진

- 유화아스팔트 스프레이 장비는 일정한 두께로 유화아스팔트를 살포할 수 있는 시스템을 구축함

· 유화아스팔트 스프레이 장비는 컴퓨터 시스템을 통해 유화아스팔트 살포량을 조절함

· 유화아스팔트를 채우는 곳에는 히팅시스템을 구축하여, 유화아스팔트의 온도가 떨어져서 점성의 증가로 인하여 유화아스팔트 스프레이의 노즐이 막히는 문제가 발생하지 않는 장비를 개발함



[그림 I-12] 유화아스팔트

(구성기술 1-2) 유화아스팔트 재료 개발

- 주행하는 차량에 의하여 골재가 떨어지지 않도록 우수한 점성을 지니고 유화아스팔트 살포시 유화아스팔트 스프레이어 노즐이 막히지 않는 제품을 개발함

(구성기술 1-3) 유·무기계 복합 도로 노상안정처리 기술

- 동 연구에서는 아스팔트 층 및 쇄석보조 기층 등 교통하중의 대부분을 지지는 구조층을 생략하였기 때문에 유·무기계 재료를 이용한 도로 노상 지지력을 강화하는 기술을 개발함

  · 특히 고분자 폴리머는 유기 및 무기 고분자 물질로 구성되어 있고, 투수성과 소성지수는 감소시키는 반면, 토양의 강도 및 지지력은 증가시킴

  · 고분자 폴리머 계열은 흙 입자사이의 필름막을 형성하고, 필름막이 지반의 압축·인장강도 및 부착성능을 향상시키는 역할을 수행함

  · ASP의 효소 습윤제는 물의 표면장력을 감소시킴으로써 수분이 빠르게 확산 증진하여 고분자 용액을 토양으로 더 빨리 흡수하도록 돕고 이는 ASP를 사용한 토양의 필름막이 형성되는 동시에 망상구조를 갖게 됨

  · 이에 따라 흙 입자들이 더욱 견고하게 결합되어, 시멘트 모르타르와 같이 우수한 성능을 가지고 있음

- 동 연구에서는 국가 R&D 사업인 “탄소 저감형 흙 포장 기술 (국토교통부, 국토교통과학기술원)”을 통해 확보한 노상안정처리 기술을 연계하여 아프리카 현지 적합성 연구를 수행함

  · “탄소 저감형 흙 포장 기술”에서 보유한 노상안정처리 기술은 90% 기술력을 확보한 상태이며, 국내에 적합하게 유기계열과 무기계열을 활용하는 것으로 아프리카 현지 토질 특성에 적합한 경제적인 유·무기계 복합재료 개발 연구를 수행함

  · 아프리카 현지 적용을 위해 알카리성분이 많은 토질자원을 확보 또는 일부 첨가제를 혼합하여 복합안정처리 재료의 현지화 연구를 수행함



[그림 I-13] 저비용 도로안정처리 과정

(구성기술 1-4) Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장 성능 검증

- 개발된 장비와 재료를 이용한 시험포장 성능 검증

(구성기술 1-5) 칩씰 도로포장 기술 설계 및 시공 기준 개발

- 포장설계에 적용하기 위한 상온 재활용 아스팔트 포장 기술 설계 시공 기준(안) 제공

(중점과제 2) 노후도로 개량을 위한 현장 상온 재활용 아스팔트 도로포장 기술 개발

(구성기술 2-1) 상온 재활용 포장을 위한 장비 개발

- 아래와 같은 파쇄된 재생아스팔트를 혼합하여 포설하는 장비 개발



[그림 I-14] 상온 재활용 장비에서 기존 도로 파쇄

(구성기술 2-2) 상온 재활용을 위한 첨가제 개발

- 상온재활용 아스팔트 성능 개선을 위한 첨가제 개발

  · 재생 아스팔트의 성능 개선을 위하여 아스팔트 혼합시 첨가하는 첨가제 개발 필요

- 상온 재활용 아스팔트 혼합물 생산을 위한 배합설계 개발



[그림 I-15] 상온재생아스팔트 시공 현장

(구성기술 2-3) Pilot 및 Test-bed 검증을 통한 포장 성능 검증

- 개발된 장비와 첨가제를 이용한 시험포장 성능 검증

(구성기술 2-4) 현장 상온 재활용 아스팔트 포장 기술 설계 및 시공 기준 개발

- 포장설계에 적용하기 위한 상온 재활용 아스팔트 포장 기술 설계 시공 기준(안) 제공

중점과제	구성기술	Activity		
		1단계 (2014)	2단계 (2015)	3단계 (2016)
칩씰 도로포장 공법 기술	시공 장비 개발	• 골재 스프레더 및 유화아스팔트 살포기 제작 • 노상안정화 장비 개량	• 배합시공기술	• 국내 Pilot Test-bed & 모니터링 • 노상안정처리 시공장비 성능평가
	유화아스팔트 개발	• 유화아스팔트 개발	• 유화아스팔트 개발 및 검증	• 국내 Pilot Test-bed를 통한 유화아스팔트 검증
	유무기계열 노상 안정처리 기술	• 노상 혼합 배합 설계	• 노상안정처리 평가	• 시험시공을 통한 내구성평가
상온 재활용 아스팔트 도로포장 기술	재활용 아스팔트 시공 장비 개발	• 재활용 아스팔트 재활용 혼합/파쇄 시공 장비 개발	• 재활용 아스팔트 혼합/파쇄 시공장비 검증	• 국내 Pilot Test-bed & 모니터링 시공장비 성능평가
	재활용 아스팔트 첨가제 개발	• 첨가제 개발 • 배합설계 기준 개발	• 첨가제 검증 • 배합설계 기준 개발	• 국내 Pilot Test-bed를 통한 첨가제 검증

라. 연구개발비

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		748	1,256	516	2,520	24.8%	책임연구원급 : 12.3인 연구원급 : 17.5인 연구보조원급 : 26.2인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	1,120	1,841	746	3,706	36.5%	-
		시작품 제작비	311	525	216	1,052	10.4%	
		재료비	436	720	292	1,448	14.3%	
	연구 활동비	여비	56	93	38	187	1.8%	
		수용비및수수료	6	9	4	19	0.2%	
		기술정보활동비	76	127	52	255	2.5%	
	연구수당		160	268	110	538	5.3%	
	직접비 합계		2,164	3,583	1,458	7,205	71.0%	-
3) 간접비			128	211	86	425	4.2%	인건비+직접비의 5.1%
4) 합 계		정부	2,338	3,883	1,584	7,805	76.9%	-
		민간	702	1,167	476	2,344	23.1%	-
		총계	3,040	5,050	2,060	10,149	100.0%	-

1중점과제(칩씰 도로포장 공법 기술) 예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		422	666	262	1,350	21.6%	책임연구원급 : 6.7인 연구원급 : 9.2인 연구보조원급 : 14.2인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	801	1,265	497	2,562	41.1%	유화아스팔트 개발, 유화아스팔트 스프레이 및 골재 스프레더 장비 개발, Test-bed 구축
		시작품 제작비	164	259	102	525	8.4%	
		재료비	297	469	184	950	15.2%	
	연구 활동비	여비	39	62	24	125	2.0%	
		수용비및수수료	4	6	2	12	0.2%	
		기술정보활동비	45	72	28	145	2.3%	
	연구수당		89	140	55	285	4.6%	
	직접비 합계		1,439	2,272	893	4,604	73.8%	-
3) 간접비			89	141	55	286	4.6%	인건비+직접비의 4.6%
4) 합 계			1,950	3,080	1,210	6,240	100.0%	-

2중점과제(현장 상온 재활용 아스팔트 도로포장 기술) 예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		326	589	254	1,170	29.9%	책임연구원급 : 5.6인 연구원급 : 8.3인 연구보조원급 : 12.0인
2) 직접비	연구장비 재료비	연구기자재 및 시설비	319	546	249	1,144	29.3%	재생 아스팔트 첨가제 개발 및 포설 장비 개발, Test-bed 구축
		시작품 제작비	147	286	115	527	13.5%	
		재료비	139	261	108	498	12.7%	
	연구활동비	여비	17	31	13	62	1.6%	
		수용비및수수료	2	4	1	7	0.2%	
		기술정보활동비	31	55	24	110	2.8%	
	연구수당		71	118	55	254	6.5%	
	직접비 합계		725	1,301	565	2,601	66.5%	-
3) 간접비			39	80	30	139	3.6%	인건비+직접비의 3.5%
4) 합 계			1,090	1,970	850	3,910	100.0%	-

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
칩씰 도로포장 공법 기술	칩씰 공법 시공 장비 개발	골재 스프레더 개발	장비개발 건수
			현장적용 건수
		유화아스팔트 살포기 개발	장비개발 건수
			현장적용 건수
		Test-bed 구축	Test-bed 구축건수
	유화아스팔트 개발	유화아스팔트 개발	매뉴얼 작성 건수
			현장적용 건수
	유무기계열 안정처리 재료 개발	노상 혼합 및 배합 설계	설계 기준 작성 건수
현장 상온 재활용 아스팔트 도로포장 기술	상온 재활용 시공 장비 개발	재생아스팔트 혼합/포장 장비 개발	장비개발 건수
			현장적용 건수
		Test-bed 구축	Test-bed 구축건수
	재활용 아스팔트 첨가제 개발	첨가제 개발 및 배합 설계	설계 기준 작성 건수

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
칩씰 도로포장 공법기술
저비용 신속 칩씰포장 공법개발
시공장비개발
골재스프레더 및 유화 아스팔트 살포기 개발
국내 Pilot Test & 모니터링
노상안정화 장비개발
IT기반배합 시공기술
노상안정처리 시공장비성능 평가
70%
80%
90%
유화아스팔트 개발
유화아스팔트 개발 및 검증
국내 Pilot Test & 모니터링
75%
80%
90%
유무기계열 안정처리 재료 개발
노상혼합 배합설계
노상안정 처리모의 평가
시험시공 내구성평가
75%
80%
90%
글로벌/현지 표준화 및 현지적용
현장상온 재활용 아스팔트 도로포장 기술
현장상온 재활용 아스팔트 포장기술 개발
시공장비개발
재생아스팔트 혼합/포설 장비개발
국내 Pilot Test & 모니터링
65%
80%
90%
재활용 아스팔트 첨가재개발
첨가재 개발및검증
첨가재 배합설계 기준개발
국내 Pilot Test & 모니터링
60%
75%
90%
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
시장정보 리스크 예측
T/B 입지 검토
해외인증 절차반영
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
(전략프로젝트)
글로벌 R&D 네트워크 구축
리스크 관리
입찰 인증방안
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

1.1.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

도로 건설 산업 및 기술력 확보

해외 건설현장을 고려한 경제적 도로포장 공법을 개발하고 요소 기술 및 유지보수 기술개발 완료시 선진국 수준 이상의 비포장도로 및 노후도로 개선관련 기술을 보유할 수 있음

동 연구개발로 인해 개발도상국의 비포장 도로 및 노후도로 개선에 대한 기술을 선점하여 해외 건설시장 확보 가능

한국 및 국내 건설기업에 대한 기술 브랜드 가치 제고

개발도상국의 지역경제 및 현장의 환경을 고려한 포장의 설계, 시공, 유지관리에 대한 시스템을 제공함으로서 한국 및 국내 건설기업에 대한 기술 브랜드 가치 제고

아프리카 SOC 구축 사업 경쟁력 확보

아프리카는 광물들이 많이 매장되어 있으나, 도로와 철도의 네트워크 구축이 미흡하여 경제 성장에 많은 걸림돌이 되고 있음

네트워크 부족의 문제점을 해결하고 도로 철도 등의 SOC 구축사업을 위해서 선진국으로부터 자금지원을 받는 국가들이 증가하고 있음

국내 기업의 이미지 확보 후 향후 아프리카 내 건설시장 선점 우위 확보

저교통량 급속시공 기술 원천 기술 개발

아프리카 저개발국가의 도로 포장률을 높이기 위하여 저교통량역에 급속 시공을 할 수 있는 칩씰 공법과 현장 상온 재생아스팔트 포장 기술 특허 출원

특허 출원을 통하여 국제적인 원천시공기술 확보

나. 경제적 기대효과

‘저비용 신속시공 도로포장 건설기술(칩씰 및 상온 재활용 아스팔트 도로포장 건설기술)’의 시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 764억 원으로 분석됨

‘저비용 신속시공 도로포장 건설기술(칩씰 및 상온 재활용 아스팔트 도로포장 건설기술)’은 아프리카 비포장/포장도로 시장을 대상으로 함

- 아프리카 국가의 비포장/포장도로 개선 시장 규모는 아프리카 국가의 비포장/포장도로 연장을 파악하고, 남아프리카 공화국의 비포장도로 연장 대비 비포장/포장도로 개선 투입 예산규모 비중을 동일하게 적용하여 산정함

[표 I-11] 아프리카 주요국가의 도로포장률

국가	도로 총연장		비포장도로		포장도로	
	연장(Km)	비중*	연장(Km)	비중	연장(Km)	비중
나이지리아	200,000	16%	122,000	61%	78,000	39%
앙골라	62,560	5%	56,304	90%	6,256	10%
남아프리카공화국	525,000	42%	388,500	74%	136,500	26%
카메룬	33,000	3%	29,700	90%	3,300	10%
카보베르데	5,615	0%	1,741	31%	3,874	69%
콩고	4,800	0%	4,320	90%	480	10%
코트디부아르	50,000	4%	45,000	90%	5,000	10%
지부티	3,065	0%	1,686	55%	1,379	45%
에디오피아	46,812	4%	40,726	87%	6,086	13%
가봉	9,170	1%	8,253	90%	917	10%
잠비아	80,000	6%	52,000	65%	28,000	35%
가나	39,409	3%	33,498	85%	5,911	15%
기니	44,348	4%	39,026	88%	5,322	12%
케냐	133,800	11%	117,744	88%	16,056	12%
합계	1,237,579	100%	940,498	76%	297,081	24%

* 아프리카 도로 총연장(1,237,579km)에서 국가별 도로 총연장 비중을 의미함

- 아프리카의 도로 총연장은 1,237,579km로 이중 비포장도로는 940,498km(76%), 포장도로는 297,081km(24%)임
- 남아프리카공화국의 도로 연장은 아프리카의 도로 총연장의 42%(525,000km)를 차지함

· 남아프리카공화국의 국가도로청은 도로 관련 예산 중 도로 개보수(비포장/포장도로)에 15%의 예산을 사용함

· 아프리카 국가의 비포장/포장도로 개선 시장 규모는 남아프리카 공화국의 도로 개보수 예산 비율을 동일할 것으로 가정하여 산정함

[표 I-12] 아프리카 도로개선 시장 규모

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
아프리카 도로개선 시장(억원)	48,325	54,663	61,001	68,923	77,637	87,144	97,443	109,513	123,078	138,323

기술개발을 통한 추가적인 시장점유는 2024년 11.0%에서 2033년 14.7%까지 증가하는 것으로 설정함

- 기술개발을 통해 현지에 칩씰 및 상온 재활용 아스팔트 도로포장 기술을 적용하여 2024년 11.0%에서 2033년 14.7%까지 점유율을 향상시키는 것을 목표로 제시함[3)]

· 점유율은 매년 일정한 비율로 증가하는 것으로 가정함

· 칩씰 및 상온 재활용 아스팔트 도로포장 기술은 아프리카 도로시장 진출한 사례는 전무함

기술비중은 선행연구결과를 준용하여 33%를 적용함

- 기술비중을 일률적으로 적용 시 일반적으로 33%나 25%를 적용하며, 본 분석에서는 33%를 적용함[4)]

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 “09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구”의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

3) 현지 건설경험이 많은 기업체 전문가 인터뷰

4) 기술가치 평가과정에서 기술비중 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술비중을 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술비중)를 29.7%로 산출한바 있음. 기술비중을 일률적으로 적용하는 방법은 일반적으로 33%나 25%를 적용함.

기술개발은 테스트베드 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 본 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

부가가치율은 한국은행에서 발간한 '2009년 산업연관표'의 건설산업 부가가치율인 40.1%를 적용함

기술개발을 통한 아프리카 칩씰 및 상온 재활용 아스팔트 도로포장 시장의 매출 편익은 764억 원임

[표 I-13] 편익 산정(저비용 신속시공 도로포장 기술)

구분	2024	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2033	계
아프리카 도로 (비포장/포장도로) 개선시장 (억원)	48,325	54,663	61,001	68,923	77,637	87,144	97,443	109,513	123,078	138,323	
국내 기업의 아프리카 도로 (비포장/포장도로) 개선시장 점유율 (%)	11.0	11.3	11.7	12.1	12.5	12.8	13.2	13.7	14.2	14.7	
기술비중(%)	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 완성도(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
부가가치율(%)	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	
편익(억원)	61.3	71.3	82.4	96.2	112.0	128.7	148.4	173.1	201.7	234.6	1,309.7
편익의 현재가치(억원)	42.9	48.2	53.9	61.0	68.7	76.4	85.3	96.3	108.6	122.3	763.8

건설시간 단축 및 자재절감을 통한 시공비 절감

해외 시장의 건설현장과 건설재료 공급지간의 노후도로를 정비함으로서 건설시간 단축 등으로 건설 사업비를 줄일 수 있음

비포장도로 및 노후도로 개선시 원지반을 강화하고 위에 박층포장 및 저가포장으로 시공하여 수급이 어려운 포장 재료의 사용량을 획기적으로 절감

도로 관련 기업들의 기술력 확보를 통한 아프리카 국가의 건설 공사 수주 확대 및 점유율 향상 기대

다. 정책적 기대효과

저개발국 도로 포장 건설 추진을 통한 KOICA 사업 지원

저개발국가의 가장 큰 어려움인 경제적인 면을 해결하기 위하여, KOICA 지원금을 이용하여, 개발된 기술을 해외 저개발국가에 무상시공해줌으로써, 국내 기술의 우수성을 널리 알림

국내 건설회사의 시공능력 인정을 받음으로써, 해외진출 초기의 국내시공사들의 해외경쟁력 확보

1.2 핵심과제: [중동]사막지반 보강 철도 건설기술

1.2.1 개요

가. 핵심과제 정의

중동 지역의 철도 인프라 구축을 위한 사막 연약지반의 안정성 확보 및 경제적 철도 건설기술 개발

사막 연약지반 철도 건설을 위한 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 및 성토지지 말뚝공법의 설계, 시공 기술과 고효율 저비용 배수시스템 기술 확보

토목섬유를 적용한 연약지반 보강공법의 개발을 통해 지반의 안정성 확보는 물론, 지반의 조기 안정화를 위한 압밀촉진 배수시스템을 개발하여 시공 기간을 단축하고, 아칭효과 분석을 통한 말뚝간격 설계 기술을 확보하여 공법의 경제성 확보

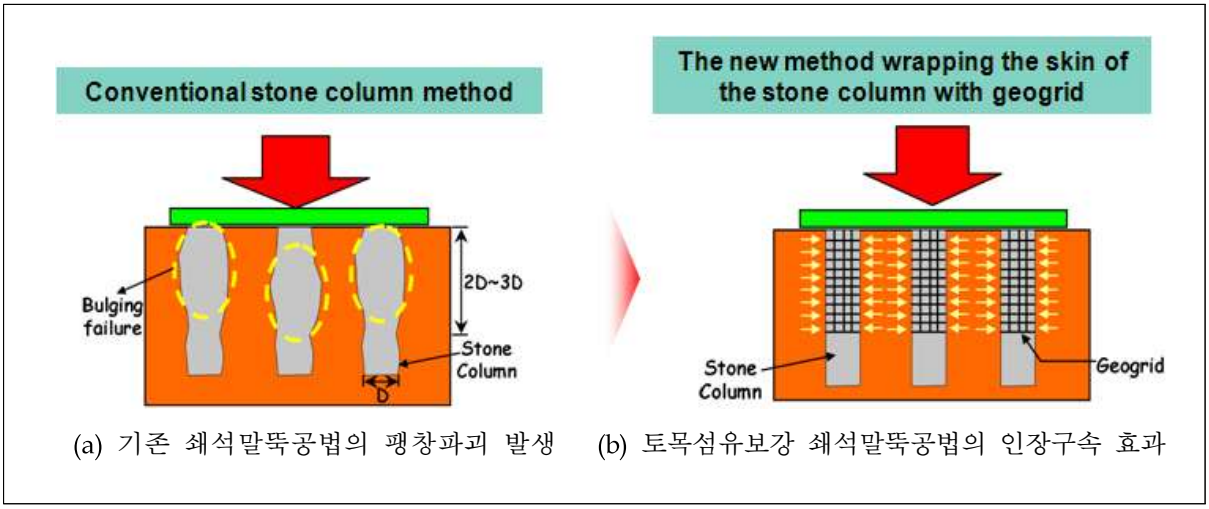
사막 연약지반 철도 건설 시 연약구간을 우회하지 않음은 물론, 지반의 지지력 확보를 위한 교량 등의 구조물을 줄일 수 있기 때문에 공사비의 절감과 시공기간의 단축이 가능함

지지력 증가, 물량 절감 및 시공기간 단축의 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 개발

토목섬유보강 쇄석말뚝공법(Geosynthetic Encased Stone Column)은 고강성의 토목섬유를 사용하여 지반구속력을 증가, 침하를 감소시켜 안정성을 확보하는 공법임

고속철도 콘크리트 궤도노반과 같이 잔류침하를 엄격히 제한하여야 하는 경우, 기존 공법 대비 2배 이상의 지지력 증가를 통해 30%이상의 시공물량 절감이 가능하며, 조립토 재료를 사용하므로 배수효과를 통한 압밀촉진이 되어, 시공기간 단축이 가능함

이 공법의 현장적용을 위해 보강재인 토목섬유의 인장강도, 보강길이, 시공방법 등을 고려한 설계, 시공, 유지관리 기술 개발 목표

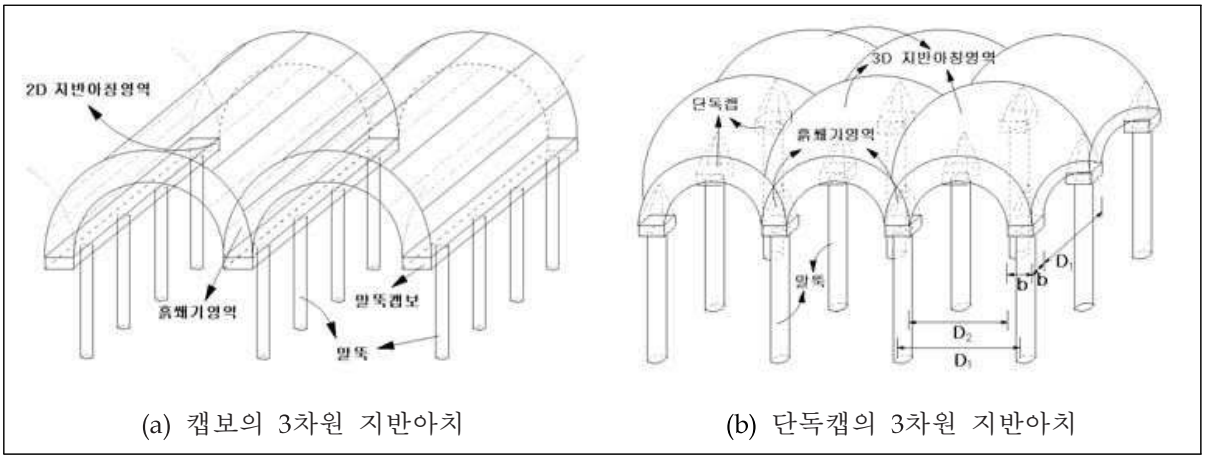


(a) 기존 쇄석말뚝공법의 팽창파괴 발생 (b) 토목섬유보강 쇄석말뚝공법의 인장구속 효과

[그림 I-16] 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 비교

사막 연약지반 지지력 확보 및 구조물 안전성 도모 성토지지 말뚝공법 개발

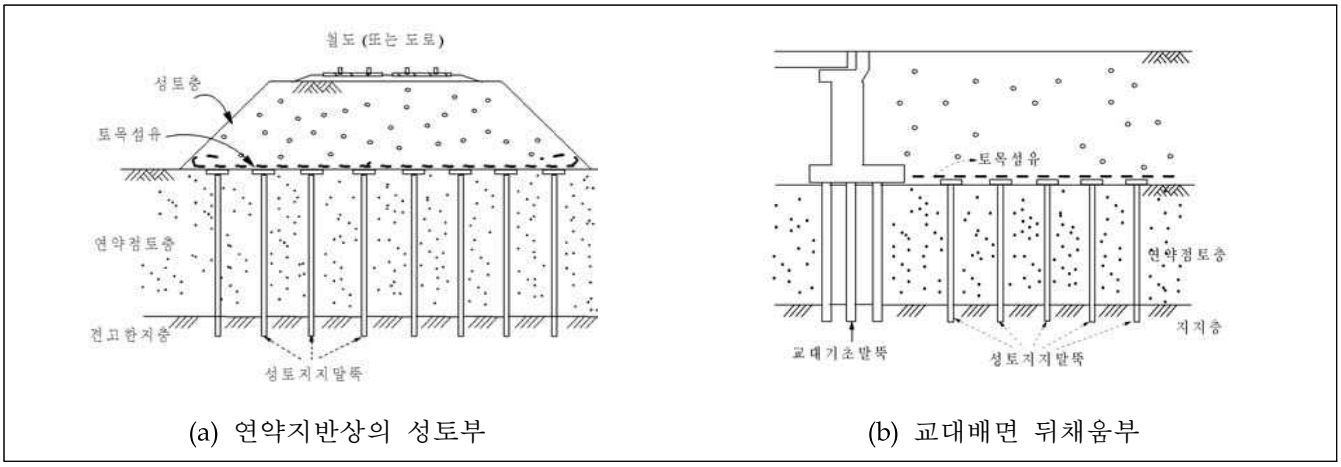
성토지지 말뚝공법은 말뚝 위 성토층의 지반 아칭현상을 이용하여 성토하중을 말뚝을 통해 직접 지지층에 전달시킴으로써 구조물의 안전성을 도모하고, 연약지반의 측방유동을 적극 억지시킬 수 있는 공법임



(a) 캡보의 3차원 지반아치 (b) 단독캡의 3차원 지반아치

[그림 I-17] 성토지지말뚝 위 지반아치의 형상

성토지지 말뚝공법은 철도 토공 노반 건설시 양질의 토사로 치환하여 지지력을 확보하는 치환공법 적용이 곤란한 대심의 사질토, 세립토 등의 분포지역에 적용하기 매우 우수한 공법임



(a) 연약지반상의 성토부 (b) 교대배면 뒤채움부

[그림 I-18] 성토지지말뚝 예시도

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

중분류	소분류	개발대상 기술
궤도노반 설계 기술	연약지반 배수시스템 설계 기술	O
	토목섬유보강 연약지반 보강공법 설계 기술	O
	성토지지말뚝 설계 프로세스 기술	O
궤도노반 시공 기술	연약지반 수직, 수평 배수시스템 연결 시공 기술	O
	토목섬유보강 쇄석말뚝 신속시공 기술	O
	성토지지말뚝-토목섬유 시공 기술	O
궤도노반 유지관리 기술	연약지반 궤도노반 배수시스템 유지관리 기술	O
	연약지반 궤도노반 하부지반 유지관리 기술	O

상세기획 참여자

소속기관분류	성명	기관명	직위
산	조재환	수성엔지니어링	상무
	이정현	수성엔지니어링	이사
연	이대영	한국건설기술연구원	수석연구원

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

세계 각국은 고효율 친환경 교통수단으로서 철도 투자를 확대하고 있으나, 초기 인프라 구축에 막대한 사업비가 소요되어, 비용 절감을 위한 노력 지속

특히 개발도상국에서는 경제 성장을 위한 인프라 구축을 위해 다수의 철도 프로젝트를 추진중이나, 자금 조달이 어려운 국가의 경우 프로젝트의 실제 추진이 지연되는 경우가 많음

선진국 고속철도 건설의 경우에도 막대한 투자비가 사업 추진의 중요 요소이며, 비용을 절감할 수 있는 철도 건설기술은 사업 수주의 큰 경쟁력으로 작용

중동 국가들은 오일머니를 바탕으로 대규모의 철도건설사업 계획을 발표하고 있으나[5], 이들 국가의 대다수는 사막지형임

[표 I-14] 중동 주요 국가 철도건설 내용 및 발주 예상금액

국가	철도건설 수요	거리 (km)	금액 (억불)
쿠웨이트	GCC 철도 네트워크와 연계하여 2020년까지 철도망 구축	676	240
카타르	철도개발공사(Qrail)가 2022년 월드컵까지 철도 및 지하철에 투자	325	360
UAE	사우디, 오만과 연결하는 대규모 철도공사 및 주요도시 연결 철도 계획	1500	206
사우디	GCC 철도 네트워크와 연계 및 젯다-리야드 간 철도 구축	2400	256
오만	100억불 규모 국가철도망 사업 및 바티나 철도 네트워크 구축	900	100

중동 사막지역 철도건설의 가장 큰 장애물은 철도 노반을 지지할 수 없는 지반 조건이며, 이를 해결하는 철도 건설기술이 요구됨

상기 국가의 철도건설 사업 참여 시 유럽 등 선진국 대비 연약지반 관련 기술 경쟁력 낮음으로 장거리 우회 고비용 철도노선을 제시하는 경우 사업 수주 어려움

5) 중동철도시장의 향후 전망과 철도사업 리스크 분석사례연구, 한국철도학회, 2012

(2) 기술적 필요성

철도 건설 사업비 중 가장 많은 비중을 차지하는 노반 부문의 비용을 절감할 수 있는 기술의 확보가 중요

철도 건설 사업비에서 노반 부문은 64.3%로 가장 높은 비중을 차지함 (국토교통부, 교통시설투자평가지침, 2009)

최근 급성장하고 있는 고속철도 건설의 경우 안전성 확보를 위한 궤도/노반의 침하 제어가 매우 중요하여, 기존의 자갈 궤도가 콘크리트 궤도로 대체되면서 건설비는 점차 증가

철도 노선이 연약지반을 통과하는 경우, 연약지반 보강공법 기술 확보를 통해 교량 건설을 대체하는 경우 사업비의 막대한 절감이 가능함

반면 연약지반 보강공법 기술 부족으로 연약지반을 우회하게 되는 경우에는 노선 길이의 연장으로 사업비가 증가하게 됨

사막지반 및 석회암지반이 존재하는 연약구간에 철도 건설 시 지반의 안정성 확보를 위한 연약지반 처리기술이 중요

중동은 사막지반 및 석회암지반의 연약지반 지역, 걸프만 해안의 초연약지반 등이 혼재한 지반조건을 지니고 있음

사막지반은 국내 연약지반과 달리 느슨한 사질토나 연약한 실트질로 구성되며, 깊이 10m~30m로 지하수가 거의 없는 지반조건임

또한, 사막지반의 모암(Cap rock)은 주로 Caliche나 석회사암(Calcarenite) 성분을 많이 갖고 있고, 깊이에 따른 강도변화와 모래에 대한 N치도 변화가 거의 없음

국내에서 사용되는 연약지반 보강공법인 Pre-loading, 치환공법, 약액주입공법, 동압밀공법 등은 지반특성이 다른 중동국가에는 적용이 곤란함

기존의 모래다짐말뚝, 쇄석말뚝공법 적용 시 지반의 구속력 부족으로 인한 과도한 침하, 재료유실, 하중 증가시 벌징파괴 등이 발생하여 공사기간이 증가하고 안정성에 영향을 미치게 됨

중동 사막지반 및 연약지반의 특성에 맞게 배수효과와 잔류침하 문제를 해결할 수 있는 신개념의 연약지반 개량 공법이 필요

중동 사막과 걸프만 인근 연약지반의 경우 퇴적층의 발달로 연약층이 형성된 지형 특성상 신속배수를 통한 연약지반 처리공법의 적용이 필요

따라서 건설공사 시 연약지반 개량 기간을 단축시켜 비용을 절감할 수 있는 수평배수재 및 배수시스템의 개발 및 적용이 필요

토목섬유보강 쇄석말뚝공법은 고강성의 토목섬유를 사용하여 지반구속력을 증가, 침하를 감소시켜 안정성을 확보하는 공법임

토목섬유보강 쇄석말뚝공법(Geosynthetic Encased Stone Column)은 쇄석 등의 조립토 재료를 사용하므로 배수효과를 통한 압밀촉진이 되어 시공기간 단축이 가능함

말뚝과 성토지반 사이에 토목섬유(지오그리드)를 보강한 형태의 복합시공으로 말뚝의 설치 간격을 넓혀 경제성을 확보 가능

말뚝의 벌징파괴를 방지하고, 지지력을 증가시켜 잔류 침하를 억제할 수 있으며, 지진 시 액상화 저항성도 우수함

고강성의 내시공성 우수 토목섬유 사용으로 암버럭, 재활용 골재 등을 사용할 수 있음에 따라 천연골재 대체로 인한 시공비 절감이 가능하며 친환경적인 공법임

해외 선진국에 비해 기술경쟁력이 떨어지고 있으며, 독일 등 철도 선진국과의 경쟁을 위해서는 차별화된 기술 개발이 필요

독일에서는 초연약지반(Cu≤15kN)의 지반침하 방지 공법으로 토목섬유를 이용한 모래말뚝 시스템(Geotextile Encased Column)을 개발하여 플랜트, 철도 연약지반 보강공법으로 사용한 사례가 있음

이보다 성능과 경제성이 우수한 토목섬유보강 쇄석말뚝공법(Geosynthetic Encased Stone Column)의 개발 및 적용이 필요

성토지지 말뚝공법은 철도노반 성토체를 직접 지지하므로 중동국가 사막지반 특성에 부합되는 공법임

그러나 성토지지 말뚝공법은 타 연약지반 보강공법에 비해 시공비용이 고가이므로 시공사례가 극히 드물며, 현재 국내는 설계 및 시방기준이 정립되어 있지 않아 연구개발이 추진되어야 함

국내 성토지지 말뚝공법 기술은 아칭효과 분석 및 말뚝 간격 설계에 대한 기술 수준이 낮아 선진국 대비 경제성 확보가 어려움

말뚝 간격이 넓으면 말뚝 개수 감소로 공사비는 낮아지지만, 성토지반의 아칭효과가 나타나지 않아 말뚝으로의 하중 집중 작용이 미발생하므로 연약지반 보강 효과가 감소

아칭효과 분석이 부족한 경우, 비효율적으로 말뚝 개수가 증가하여 공사비 증가

성토지지 말뚝공법의 경제성을 확보하기 위해서는 말뚝간격이 최대 5m로 이격되어야하며, 이는 동 과제의 기술개발 목표임

미국의 경우 아칭효과 발현을 위한 최소 말뚝간격을 8.5ft(약 2.6m)로 규정하고 있으며, 북유럽 기준의 경우 최소 말뚝 간격을 2.5m로 규정

국내 철도 노반건설에서 유일하게 적용된 호남고속철도에는 아칭효과를 제외한 말뚝지지력만을 고려하고 설계되어 말뚝간격이 1.6m~3.4m임

(3) 기술개발 시급성

걸프협력회의(GCC) 국가들이 추진 중인 8300km 규모의 철도망 구축 사업과 같은 대규모 사업을 수주하기 위해서는 동 과제의 기술개발이 시급함

현재 사용되고 있는 성토지지 말뚝공법은 확실한 연약지반의 지지력 확보에도 불구하고 소요되는 비용이 큰 특성으로 인해 특수한 지형여건의 지반지지력 확보를 위한 대체공법이 없을 시에만 주로 사용되고 있음

연약지반 회피로 인한 노선연장 추가 건설비용 대비, 경제성이 확보된 연약지반 보강공법의 기술 확보는 핵심과제의 대상 국가에 절실한 기술임

이 핵심과제가 목표로 하는 중동 국가들은 넓은 사막지역을 갖고 있어 철도 건설 시 우회노선을 적용하여도 막대한 비용이 발생하기 때문에 성토지지 말뚝공법과 같은 연약지반 보강 공법이 필요

이 핵심과제는 해외에서 추진 중인 철도건설 프로젝트 수주를 통한 수익창출, 건설경기 활성화에 기여할 것임

개발기술 적용 건설재료(토목섬유 등) 및 기자재 국산화 촉진 등 전후방산업 경쟁력 제고, 신규고용 창출

국내 관련 중소기업의 활성화 및 해외진출 기회 제공

중동지역 철도건설 사업 수주에 큰 도움이 될 뿐 아니라 아프리카 사막지역에도 응용 가능함

성토지지 말뚝공법은 호남고속철도 연약지반 일부 구간에 적용된 적이 있으나, 아칭효과 분석 기술 부재로 말뚝의 지지효과만 고려하여 설계되어 경제성이 낮았음

이 핵심과제를 통해 아칭효과 분석 기술을 확보한다면, 경제적 말뚝 간격의 산정 및 공사비 절감이 가능하며, 다른 연약지반 보강공법에도 응용 가능

(4) 국고지원 적합성

이 핵심과제는 공공성이 높은 기술 개발로 민간기업 단독수행이 어렵기 때문에 반드시 국가 연구개발사업으로 우선 투자되어야 함

철도 기술은 특성상 철도공사 등 관련 기관과 엔지니어링 기업, 건설사, 연구소 등이 공동으로 협력해야 함

토목섬유보강 쇄석말뚝 연약처리공법의 경제성 확보를 위해서는 적용 대상국가의 지반조건을 고려한 최적 설계, 시공방법 개발이 필요하며, 토목섬유 재료업체, 시공업체, 장비회사, 엔지니어링 기업과 공공연구기관의 공동 연구개발이 필요

다수의 철도 프로젝트를 수행하며 기술적 노하우를 갖춘 국내 연구기관과 철도 설계 및 시공 실무에 노하우를 가진 민간업체 참여

개발된 기술의 시험을 위한 현지 Test-Bed 구축, 지지력 검증을 위한 Track Record 확보 등 중장기적으로 추진되어야 가시적인 목표 달성이 가능함

이 핵심과제의 기술개발은 사막지역의 현지 Test-Bed 구축, Track Record 확보, 지속적 기술개선이 있어야만 선진기술 보유국가와의 경쟁이 가능하므로 중장기 투자가 반드시 필요

다. 기술개발 목표

연약지반 배수시스템 : 초기 배수성능 감소량 5% 이내

장기 배수성능 발현 수평배수재 개발

- 기존 배수시스템 대비 배수성능 1.5배 증대

경제적인 배수재 설치 간격 산정 설계 프로세스 정립

토목섬유보강 쇄석말뚝공법 : 기존 쇄석말뚝 대비 지지력 1.5배 증대

쇄석말뚝 배치간격에 따른 토목섬유 소요 인장력 산정식 개발

지반조건(사막 연약지반)을 고려하여 경제적 설계가 가능한 설계차트 제시

- 사막지반 철도노반 보강용 토목섬유보강 쇄석말뚝 설계/시공지침 제시

지오그리드 감쌈 슬리브 제작 설계기술 개발

성토지지 말뚝공법 경제성 확보 : 말뚝 간격을 5m 수준으로 이격

경제적인 말뚝 간격 산정을 위한 아칭효과 분석 및 설계 프로세스 정립

- 국내 철도 노반건설에서 유일하게 적용된 호남고속철도에는 아칭효과를 제외한 말뚝지지력만을 고려하고 설계되어 말뚝간격이 1.6m~3.4m임

토목섬유 손상을 방지하기 위한 토목섬유와 말뚝 사이의 최소 간격 결정

- 토목섬유의 배치 방법에 따른 토목섬유 소요 인장강도 계산 방법 정립

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
연약지반 배수시스템 기술 개발	- 고효율 저비용 배수시스템 설계, 시공 기술 개발	▪ 친환경 수평배수재 기술 ▪ 수평, 수직배수재 연결구조 기술 ▪ 배수시스템 설계, 시공 기술 ▪ 잔류침하 모니터링 및 예측기술
토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술 개발	- 압밀촉진, 액상화 방지, 잔류침하 억제를 위한 토목섬유 보강 쇄석말뚝공법 최적 설계, 시공, 유지관리 기술 개발	▪ 토목섬유 감쌈 슬리브 제작, 설계기술 ▪ 토목섬유 보강 쇄석말뚝 시스템 설계 기술 ▪ 토목섬유 보강 쇄석말뚝 시공 기술
성토지지 말뚝공법 기술 개발	- 중동 사막 연역지반 적용을 위한 성토지지 말뚝공법의 설계, 시공 기술 개발 및 경제성 확보	▪ 경제적 말뚝간격 산정을 위한 아칭효과 분석 및 설계 기술 ▪ 궤도노반 장기침하 거동 분석기술 ▪ 지오그리드 토목섬유 배치 및 강도 설계 기술 ▪ 토질조건을 고려한 말뚝 및 토목섬유 대체 재료 기술

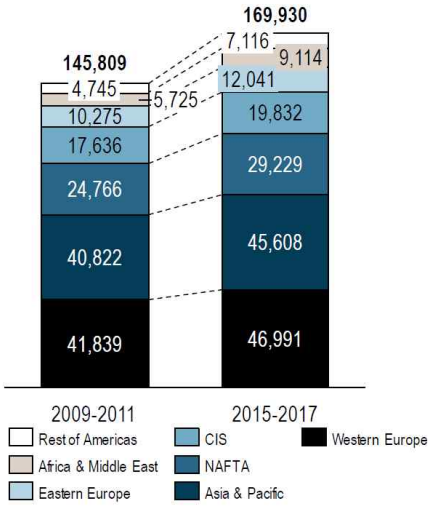
마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

중분류	소분류	구성기술
궤도노반 설계 기술	연약지반 배수시스템 설계 기술	▪ 배수시스템 설계 기술
	토목섬유보강 연약지반 보강공법 설계 기술	▪ 토목섬유 감쌈 슬리브 설계기술 ▪ 토목섬유 보강 쇄석말뚝 시스템 설계 기술
	성토지지말뚝 설계 프로세스 기술	▪ 경제적 말뚝간격 산정을 위한 아칭효과 분석 및 설계 기술 ▪ 지오그리드 토목섬유 배치 및 강도 설계 기술
궤도노반 시공 기술	연약지반 수직, 수평 배수시스템 연결 시공 기술	▪ 친환경 수평배수재 기술 ▪ 수평, 수직배수재 연결구조 기술 ▪ 배수시스템 시공 기술
	토목섬유보강 쇄석말뚝 신속시공 기술	▪ 토목섬유 감쌈 슬리브 제작기술 ▪ 토목섬유 보강 쇄석말뚝 시공 기술
	성토지지말뚝-토목섬유 시공 기술	▪ 토질조건을 고려한 말뚝 및 토목섬유 대체 재료 기술
궤도노반 유지관리 기술	연약지반 궤도노반 배수시스템 유지관리 기술	▪ 잔류침하 모니터링 및 예측기술
	연약지반 궤도노반 하부지반 유지관리 기술	▪ 궤도노반 장기침하 거동 분석기술

1.2.2 기술 및 시장동향

가. 시장동향

전 세계 철도시장은 지속적인 성장추세이며, 향후 6년간 연평균 2.6%로 성장하여 2017년에는 1,700억 유로 규모로 확대될 것으로 전망

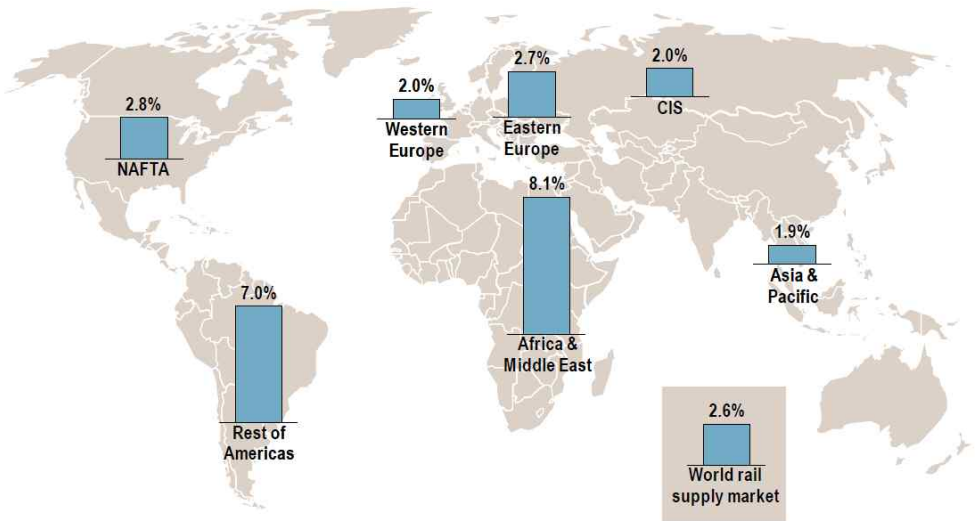


	2009 - 2011	2015 - 2017	CAGR[1)]
Total market volume	**145,809**	**169,930**	**2.6%**
Integrated projects	687	817	2.9%
Rail control	12,037	14,351	3.0%
Infrastructure	30,220	34,320	2.1%
Rolling stock	47,705	54,791	2.3%
Services	55,158	65,651	2.9%

Rounding differences apply

[그림 I-19] 전세계 철도시장 전망 (UNIFE World Rail Market Study 2012)

중동, 아프리카 지역의 경우 전 세계 철도시장 평균을 웃도는 8.1%의 성장률로 빠르게 성장할 전망



[그림 I-20] 지역별 철도시장 성장전망 (UNIFE World Rail Market Study 2012)

GCC 걸프협력회의 회원국(사우디, UAE, 쿠웨이트, 오만, 카타르, 바레인)은 향후 15년간 철도 네트워크 구축에 1,241억불 투자 예정[6)]

국가	주요 건설사업계획 유무	주요 건설사업계획 리스트
사우디	유	GCC 철도망 일환으로 695km의 동부 연안철도 개발 계획
		리야드-젯다간 950km 동서횡단철도 100억불 투자 계획
		젯다 경전철 70억불 투자 계획
UAE	유	GCC 철도 연계 및 주요도시 연결철도에 206억불 투자 계획
쿠웨이트	유	GCC 철도 네트워크와 연계해 676km, 240억불 규모 투자 계획
카타르	유	'22까지 철도 네트워크 확충에 360억불 투자 예정
		358km의 도하 도시철도 프로젝트 추진 중
오만	유	국가 철도망 사업 100억불 투자 계획
바레인	유	GCC 철도망 구축에 79억불 투자 계획

중동 국가들은 오일머니를 기반으로 한 자금력을 바탕으로, 대대적인 철도 인프라 건설 사업을 추진 중이며, 급격한 인구증가로 철도 인프라 수요가 증가하고 있음

GCC 사무국은 2012년 완료된 GCC 철도망 연결사업의 Feasibility Study 결과에 근거하여 각 국의 재무장관들로부터 사업 승인을 받아 건설 추진

현재 각 회원국들 중 사우디아라비아와 카타르의 사업 진도가 가장 빠르며, 일반적으로 중동지역(특히 GCC 6개국)은 대부분의 철도 프로젝트를 국가 재정발주를 통해 진행

- 사우디 철도공사(SAR)의 경우 정부의 재정을 바탕으로 Design, Build, Operate, Maintain 으로 분할발주

- 카타르의 경우에는 국가가 51%를 투자하고, 해외 투자가가 49%를 투자하는 모델 추진

카타르는 2022년 월드컵의 준비를 위해 철도 인프라에 가장 많은 투자를 희망하고 있으며, 360억불 규모(약 40조원), 350km의 철도 네트워크 건설을 계획하고 있음

- 계획 중인 철도사업은 크게 3개 영역으로, GCC 철도의 카타르 간선철도 부분, 4개 라인과

6) 중동철도시장의 향후 전망과 철도사업 리스크 분석사례연구, 한국철도학회, 2012

98개의 도시철도 메트로 건설, Lusail 및 West bay 지역의 경전철 건설 사업이 있음



[그림 I-21] GCC 6개국 철도 프로젝트 노선도

사우디아라비아는 총 23개 프로젝트, 256억 달러 규모의 철도사업을 계획하고 있음

- 투자 계획 프로젝트 중 메카~메디나를 연결하는 Haramain 고속철도 사업은 60억불 규모

UAE는 총 8개의 철도 프로젝트가 계획되어 있으며, 총 투자비용은 206억불로 추정

- GCC 국가들과 UAE를 연결하는 총 연장 1,200km 철도의 투자 계획이 있으며, 6개의 터널과 300여개의 구조물이 설치될 예정으로, 투자 예정금액은 110억불 규모임

오만은 총 100억불 규모의 화물철도 및 여객철도 투자 사업 진행 중

쿠웨이트는 GCC 철도 네트워크와 메트로 시스템에 투자 예정

- 타당성 조사와 마스터 플랜에 대한 검토가 진행 중에 있으며, 프로젝트 추진 조직으로 기술협력사무국(PTB)이 설립, 프로젝트 수행을 위한 컨설팅사(PMC)를 선정하였음

- 쿠웨이트 철도는 사우디아라비아와 국경에서 접속을 해야하므로, 차량 동력방식이나 전철화 등의 문제는 사우디 및 UAE등 관련국가와 같은 사양으로 발주 예상

- 쿠웨이트 내 메트로 프로젝트는 171km, 70억불 규모의 메트로 철도망을 건설하는 것으로, 증가하는 교통량과 일반 서민 사용자층을 고려하여 사업 추진

바레인은 총 79억불 규모의 철도 사업을 계획 중

- 4개 교통수단(LRT, TRAM, MONORAIL, BRT)을 복합적으로 구성하여 바레인 내부를 6개 노선으로 연계할 계획

중동 국가들은 철도망 구축을 통해 최대 현안인 산업 다각화를 이끌어갈 계획으로, 관련 프로젝트는 지속 확대될 것으로 예상됨

하지만 사업 규모가 크고 일부 국가는 BOT 형태로 진행되어 단기간 내 추진은 어려울 것으로 보임

국내 건설업체의 해외수주 중 철도분야의 비중은 최근 급속도로 확대되고 있음

[표 I-15] 국내 건설업체 해외 토목 및 철도사업 수주 비중 추이

금액 단위 : 백만 달러

		년도	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	합계
해외 전체	토목 전체	금액	806	836	1,422	5,232	9,463	6,017	4,123	5,857	8,795	10,759	109,621
		건수	29	36	45	86	119	86	60	78	67	33	1910
	철도	금액	71	69	37	228	51	1,191	220	830	1,081	8,463	16,559
		건수	0	1	0	5	1	5	3	7	5	5	66
	철도 비중		8.8%	8.3%	2.6%	4.4%	0.5%	19.8%	5.3%	14.2%	12.3%	78.7%	15.1%
중동	토목 전체	금액	120	274	427	1,820	3,543	1,925	1,562	2,431	4,935	2,967	55,800
		건수	1	8	8	28	47	17	9	12	13	11	760
	철도	금액	0	0	0	15	0	0	0	114	0	2,171	3,688
		건수	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	11
	철도 비중		0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	4.7%	0.0%	73.2%	6.6%

해외건설협회 공종별 수주통계, '13. 6. 26

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

(가) 국내 기술개발동향

기존에 연구되었던 “연약지반 측방유동 판정기법 및 토목섬유/말뚝 복합보강공법” 은 지하수위가 높고 실트질 퇴적층이 분포된 국내 지반에 유효한 공법으로 사막지반 적용이 곤란함

기존 연구의 지반보강재로 사용한 재료는 모래 또는 쇄석말뚝으로 지하수위가 높은 실트질 퇴적층 지반에 유효한 공법이며, 중동 사막 모래지반과 같은 조건에서는 말뚝체 강성 부족으로 성토노반을 지지하는데 한계가 있음

기존 기술개발은 주로 갯벌과 같은 실트질 퇴적층 구간에 적용 가능한 성토지지 말뚝공법이 중심이었으며, 사막 연약지반 보강공법을 확보하기 위해서는 지반특성의 상이함으로 인해 본 핵심과제가 추진되어야 함

기존 연구에서 지반고결층 형성 후의 아칭효과 규명에 대한 부분은 성토지지 말뚝의 경제적 간격 설계를 위한 아칭효과 분석 기술에 연계 가능한 연구성과로 판단됨

기존 “고강도 지오그리드보강 Stone Column 공법의 실용화 연구”는 단일 말뚝에 대한 실내시험과 현장시험을 통한 개발공법의 검증에 국한되어 있음

설계 및 시공 기술이 부족하며, 해외진출을 위해서는 군말뚝 배치에 따른 지지력 평가 기술, 토목섬유 제작/설계 기술의 추가 확보, 현장 시험시공을 통한 설계 및 시공 기술 개발 연구가 반드시 필요

기존 “지오그리드 보강 Stone Column 공법의 실용화 연구” 는 고강성의 지오그리드 보강 기술로 국한되어 있으나, 본 연구에서는 국내 연약지반 뿐 아니라 중동 사막 연약지반의 지질조건에 적합한 최적의 토목섬유 설계 및 시공기술을 개발하고자 함

기존 연구에서는 인장강도 최대 10ton/m의 지오그리드를 적용하였으나, 동 과제에서 제시하는 추가 연구부분의 목표는 인장강도 15ton/m 이상의 토목섬유 설계 및 제작임

동 과제에서 제시하는 추가 연구개발의 핵심은 기존 대비 말뚝의 지지력을 1.5배 이상 증가시키고, 점성질 연약지반이 아닌 사막 연약지반의 보강에 적합한 토목섬유의 적용을 통해 신속시공이 가능한 공법을 개발하는 것임

기존 연구에서는 토목섬유 보강 길이가 최대 말뚝직경의 4.6D로 개발되었으나, 사막지반 철도 노반의 안정성 확보와 비용절감을 위해서는 보강길이를 말뚝직경의 10.0D 이상으로 하는 토목섬유 슬리브 설계 및 제작기술 필요

기존 기술의 말뚝 극한하중은 40~50ton으로 사질토 지반의 안정성 확보 및 시공비 절감을 위해 본당 지지력 50~ 70ton 이상으로 기술 개발이 필요하며, 추가 연구를 통해 하중분담율 조건에 따른 말뚝 설계기술 확보 목표

[표 I-16] 유사 국가연구개발사업 검토(사막지반 보강 철도 건설기술)

부처명	사업명	과제명	기술개발목표	산출물	개발대상기술과 차이점
한국건설기술연구원	건설기술혁신사업	고강도 지오그리드보강 Stone Column 공법의 실용화 연구	- 연약지반 보강 메카니즘 고찰 - 토목섬유 보강 stone column 공법 개발	- 토목섬유 감쌈 stone column 공법 개발 - 현장시험시공 및 적용성 평가	- 사막 연약지반 토질조건 고려 - 현장적용이 가능한 설계, 시공법 개발 - 저비용 신속 시공 가능
한국건설기술연구원	건설기술혁신사업	연약지반 측방유동 판정기법 및 토목섬유/말뚝 복합보강공법 개발	- 공사기간을 획기적으로 단축시킬 수 있는 토목섬유보강 성토지지 말뚝시스템(GRPS 성토시스템)의 실용화	- GRPS 성토시스템의 설계법 및 설계 프로그램 개발 - GRPS 성토시스템의 현장 적용성 검증 - 경전선 및 부산신항 배후 철도 제 1공구 적용('06)	- 사막 연약지반 토질조건 고려 - 아칭효과에 대한 분석 및 기술수준 상향 - 토목섬유 강도 상향

(나) 국외 기술개발동향

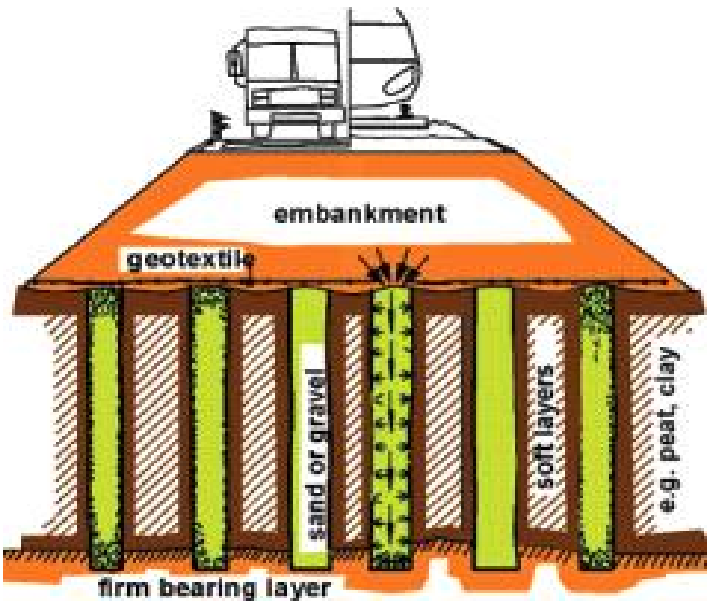
[표 I-17] 유사 해외연구개발사업 검토(사막지반 보강 철도 건설기술)

국가명	기업명	기술개발 내용	성과	개발대상기술과 차이점
독일	Huesker	토목섬유로 모래말뚝을 보강하여 지지력을 증가시키는 연약지반 보강 공법 개발	- 연약지반의 지지력 증가 - 침하감소를 통한 구조물 안정성 확보	- 사막 연약지반 대상 - 기존 기술에 비해 상부 취약 부분만을 부분적으로 보강함에 따른 시공비 절감 - 기존기술에 비해 지지력을 30%이상 증가

독일에서 토목섬유로 모래말뚝을 보강하여 철도노반 연약지반 보강공사에 적용한 사례가 있음

독일에서는 연약지반 내에서 지반의 지지력 증가를 위해 모래말뚝이나 쇄석말뚝을 토목섬유로 감싸 지반의 지지력을 증가시키고 상부 벌징파괴 및 침하를 감소시키는 공법(Geotextile Encased Column)에 관한 기술개발이 수행되었음

이처럼 개발된 기술을 철도노반 연약지반 보강공사에 적용되어 기존공법 대비 공사비를 30%이상 절감한 사례가 보고되었음



[그림 I-22] Applications of GEC in traffic load (Brokemper, 2006)

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

국내에서도 연약지반 보강용 배수재 개발이 수행되어 국내 연약지반에 적용되고 있으나, 중동 사막 연약지반에 적합한 배수시스템의 원천 및 설계기술은 현재 선진국에 비해 매우 부족한 실정임

국내에서는 연약지반 개량을 위해 수평배수재로 Sand Mat 공법 적용

Sand Mat 공법은 양질의 모래 부족으로 인해 환경파괴 문제가 발생하여, 모래를 대체할 수 있는 수평배수재 개발이 필요한 상황임

성토지지 말뚝공법이 국내에 적용된 호남고속철도 일부 구간의 경우 설계 및 시방 기준 미흡으로 유럽과 미국의 사례를 근거로 적용

설계 및 시공 실적은 최근에 시공된 호남고속철도 김제구간 1건에 불과하며, 설계와 시공은 해외의 시공 사례를 근거로 적용하였음

이는 단지 교량기초 말뚝 설계기법을 적용하여 말뚝 간격을 산출하여 적용한 것으로, 성토지지 말뚝공법의 아칭효과를 배제한 것이며, 정확한 설계기법이라 할 수 없음

이로 인해 건설비용은 상승하고, 성토지지 말뚝공법의 효과를 제대로 얻지 못함

성토지지 말뚝공법의 국내 설계기술 수준은 해외 선진기술에 비해 10%정도에도 미치지 못하는 것으로 판단되며, 현재 국내 설계 및 시방기준이 정립되어 있지 않음

철도 노반분야의 최고 기술 보유국은 독일이며, 우리나라는 노반분야 기초기술에 대한 연구 부족으로 선진기준을 준용[7)]

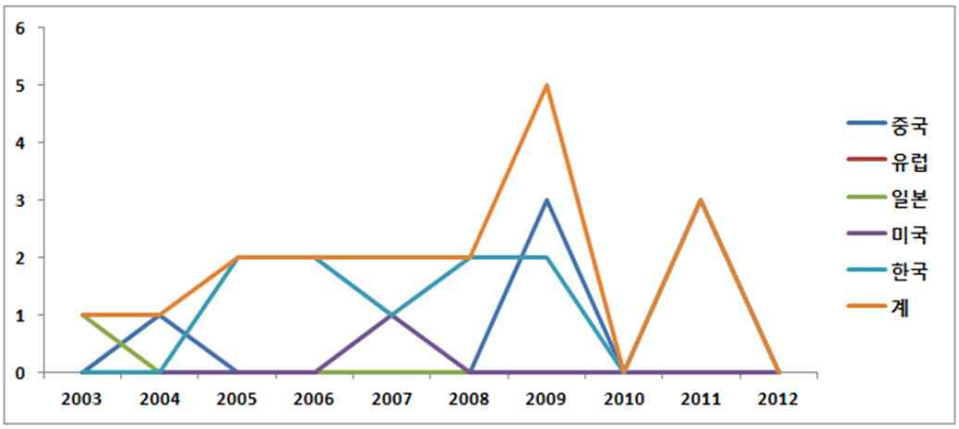
노반분야 전반의 우리나라 상대기술수준은 80.5%, 기술격차는 3.9년임

중분류	소분류	국내기술수준 (%)	기술성숙도(TRL)	
			국내	해외
궤도노반 설계 기술	배수시스템 설계 기술	50	5	9
	토목섬유보강 쇄석말뚝 설계 기술	60	6	9
	성토지지말뚝 설계 기술	10	2	8
궤도노반 시공 기술	토목섬유보강 쇄석말뚝 신속시공 기술	40	4	9
	성토지지말뚝-토목섬유 시공 기술	30	3	9
궤도노반 유지관리 기술	연약지반 배수시스템 유지관리 기술	30	3	9
	쇄석말뚝보강 연약지반 유지관리 기술	40	4	9

7) 2013 국토교통 기술수준분석 총괄보고서, 국토교통과학기술진흥원

(3) 특허 및 논문 동향

연도별 특허출원 현황 (출원 특허청 기준[8])



[그림 I-23] 연도별 특허출원 현황(사막지반 보강 철도 건설기술)

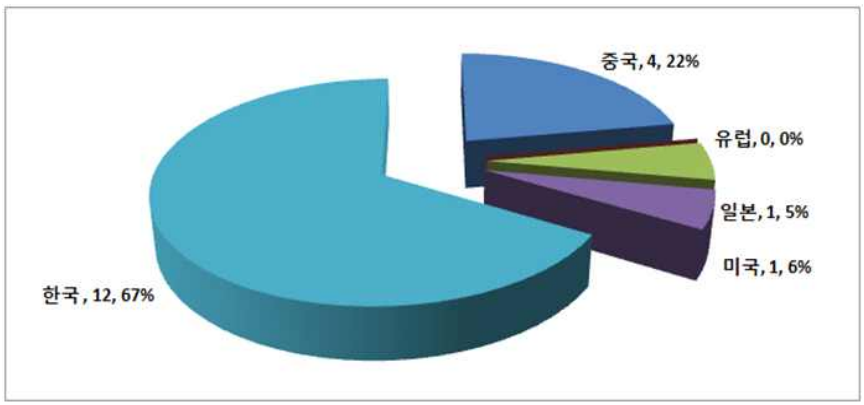
현재 널리 실용화되지는 않은 기술들로, 관련 특허 건수가 많지 않음

연약지반 배수시스템 분야의 특허는 2003년부터 꾸준히 출원이 이루어졌으나 다른 분야의 경우 출원이 적음

※ 2011년 이후 출원 건수가 감소하는 것은 특허제도상 특허관련 정보가 특허출원 후 18개월이 경과된 후에 공개되어 이 기간동안 미공개 특허가 존재하기 때문임

국가별 특허출원 현황

연약지반 배수시스템 분야의 특허 출원은 한국에서 가장 활발함



[그림 I-24] 국가별 특허출원 현황(사막지반 보강 철도 건설기술)

8) 특허가 출원된 특허청을 기준으로 함. 예를들어 일본에서 개발된 특허가 일본특허청과 미국특허청에 출원됐다면 일본 출원과 미국출원에 각각 특허건수가 합산됨

주요 특허출원인 현황

사막지반 보강 철도 기술분야에서는 우리나라의 김용묵이 3건으로 가장 많은 특허를 출원하였으며, 한국건설기술연구원, GS건설, 일양산업 등에서 2건의 특허를 출원함

[표 I-18] 주요 특허 출원인 현황(사막지반 보강 철도 건설기술)

순위	일본		중국		한국	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	Mimura Mamoru; Kokudo Sogo Kensetsu kk; Taiyo Kiso kk; Maeda Corp; Toyo Constr Co Ltd	1	Shanghai Harbour Soft Soil Treatment Engineering Co. Ltd.	1	김용묵	3
2			Tianjin University	1	한국건설기술연구원	2
3			Xie Jing, Xie Qingdao, Chen Dongshu	1	GS건설	2
4			Chen Jiede, Wu Mingjiang	1	일양산업	2
5			Ren Zaiyong	1	지구환경전문가그룹	1

특허 출원 주요내용

토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술 분야의 경우 국내 연구진이 일부 핵심 특허를 보유하고 있음

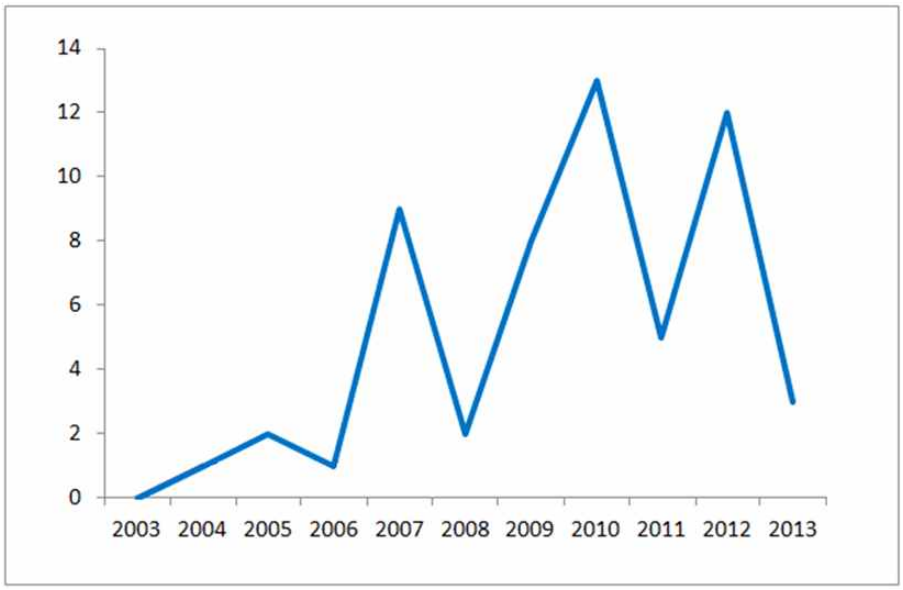
등록번호		**등록일**	
출원인	GS ENGINEERING & CONSTRUCTION CORP.; IL YANG IND CO., LTD.; DONG-A GEOLOGICAL ENGINEERING CO., LTD.; KOREA INSTITUTE OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY; SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY FOUNDATION FOR CORPORATE COLLABORATION	**출원번호**	WO2008KR004769
발명자	YOO, Chung Sik, LEE, Dae Young, JUNG, Sun Tae, LEE, Boo Rak, PARK, Si Sam	**출원일**	2008.08.16
특허명칭	GEOGRID STRUCTURE PREVENTING BULGING FAILURE OF STONE COLUMN AND METHOD CONSTRUCTING THE STONE COLUMN BY THE GEOGRID STRUCTURE		
특허내용	The present invention is provided to construct a geogrid-attached structure to prevent bulging failure in a process of forming a uniform stone column to provide an economical reinforcement construction because the geogrid-attached structure for preventing bulging failure is simple and a reinforcement work and drawing-out work is easy and efficient and to surely prevent bulging failure and shear failure of the stone column by reinforcing only the shallow layer of 2.5D-5D under an upper end of the stone column with a circular geogrid having a high rigidity, easily inducing the geogrid into a ground and placing the geogrid in a predetermined position. The present invention relates to a geogrid-attached structure for preventing bulging failure of a stone column wherein a circular geogrid is contacted to an outer circumference of a round hollow pipe, a fixing portion of a hook shape is formed in a lower end of the circular geogrid towards an inner circumference of the round hollow pipe, the diameter of the round hollow pipe is larger than that of the auger casing, and the length of the round hollow pipe is 2.5D-5D when the diameter of the stone column is D.		

등록번호	KR0603140B1	등록일	2006.07.13
출원인	지에스건설 주식회사	출원번호	KR20060005614A
발명자	유충식, 이대영, 정선태, 이부락, 박시삼	출원일	2006.01.19
특허명칭	지오그리드 보강 쇄석기둥과 이를 이용한 구조물 시공방법 [The structure construction method of having used geogrid reinforced stone column]		
특허내용	본 발명은 기성의 콘크리트 말뚝, H-pile 등의 대체재료인 천연자갈, 쇄석, 폐콘크리트, 재생골재 등을 사용하여 쇄석기둥을 형성하고, 기둥 주변을 고강도 그리드로 감싸 보강함으로써, 상재하중 및 주변연약지반의 강도 감소 등에 의해 결정되는 쇄석기둥의 팽창파괴(bulging failure)를 방지하므로, 이로 인해 본당 지지력 상승효과가 예상되며, 따라서 공기단축, 구조적 안정성 확보, 지반침하량 감소, 주변지반의 강도증진, 액상화 방지 효과 등이 있는 지오그리드 보강 쇄석기둥 및 이의 시공방법을 제공하는데 그 목적이 있다.상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 지오그리드 보강 쇄석기둥은 소정의 깊이 및 직경을 갖는 지중 천공홀에 고정 설치되는 종횡으로 섬유가 격자 형상으로 이루어진 지오그리드와; 상기 지오그리드내에 충전됨과 동시에 소정의 재질로 이루어진 채움재로 구성됨을 특징으로 한다.또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 지오그리드 보강 쇄석기둥을 이용한 구조물 시공방법은 지반을 천공하여 일정한 직경 및 깊이를 갖도록 천공홀을 형성하거나, 천공 없이 채움재의 설치를 위한 장치의 압입 단계; 상기 천공홀내에 소정의 길이를 갖는 지오그리드를 삽입 설치하는 단계; 상기 지오그리드내에 소정의 재질을 갖는 채움재로 충전하여 쇄석기둥을 형성하는 단계; 상기 쇄석기둥상의 지표면을 정리하거나, 표면부에 지오그리드를 설치하는 단계로 이루어짐을 특징으로 한다.		

연도별 논문 게재 현황

2007년 이후부터 토목섬유보강 쇄석말뚝공법, 성토지지 말뚝공법 관련 논문 실적이 증가

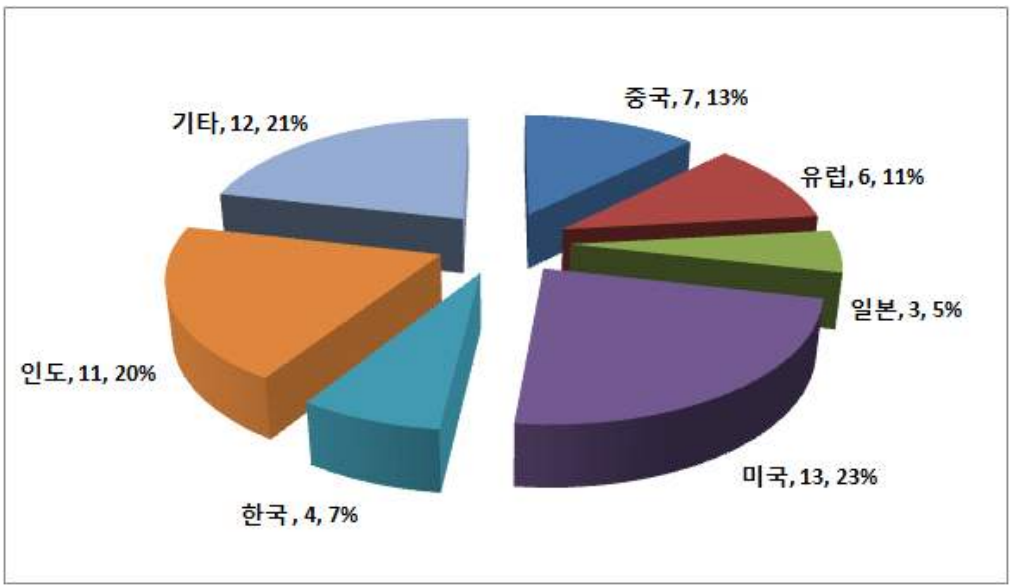
- 최근 동향으로는 2010년 미국, 2012년 중국의 논문 실적이 증가



[그림 I-25] 연도별 논문게재 현황(사막지반 보강 철도 건설기술)

국가별 논문 게재 현황

유럽, 미국 등 철도기술 선진국 외에도 인도의 논문 실적이 많음



[그림 I-26] 국가별 논문게재 현황(사막지반 보강 철도 건설기술)

논문 게재 주요내용

철도 노반분야 최고 기술 보유국인 독일에서 토목섬유보강공법 연구가 가장 앞서 진행되었으며, 국내 연구진도 논문 실적 보유

저자	Heitz. C, Kempfert. HG	게재일	2007. 9. 1
기관	Univ Kassel, Fachgebiet Geotech, Inst Geotech & Geohydraul		
논문명	Geosynthetic-reinforced and pile-supported earth structures under static and cyclic loading		
논문내용	The paper focuses on the soil improvement system “geosynthetic-reinforced and pile-supported embankment“. The phenomenon of soil arching in cohesionless soils under static and cyclic loading and the stabilization of the soil arching by means of geosynthetic reinforcement (geogrids) has been investigated using experimental, numerical and analytical methods. Whereas the system behaviour (soil arching and membrane effect in geosynthetic reinforcement) under static loading is well-known, the bearing behaviour and the settlements expected under cyclic loading is not yet fully explained and cannot be predicted. Under cyclic loading the arching effect can only be formed in a very limited extent and part of the load carried directly by the piles can decrease remarkably, which results in an increase of the load on the soft soil and on the reinforcement. Due to the reduction of the soil arching, the strains in the geogrid and the surface settlements increase considerably. Based on the results of model tests and numerical investigations, the main parameters which cause a reduction of the arching effect has been identified. Critical geometrical and loading limits were worked out. For system values beyond these limits a modified calculation procedure is proposed which takes a soil arching reduction and an increase of the geosynthetic strains into account.		

저자	Yoo. C, Lee. D	게재일	2012. 12. 1
기관	Sungkyunkwan Univ, Korea Inst Construct Technol, Geotech Engn Div		
논문명	Performance of geogrid-encased stone columns in soft ground: full-scale load tests		
논문내용	The geogrid-encased stone column (GESC) system, which increases the confinement effect, has been developed to improve the load-carrying capacity of stone columns. This paper presents the results of an investigation on improvement in load-carrying capacity and settlement reduction of a GESC using field-scale load tests. Also, the effect of the geogrid encasement length and column strain is investigated. In addition, isolated GESC behaviour was compared to rammed-aggregate pier (RAP) and conventional stone column (CSC) behaviour. The results show that additional confinement provided by the geogrid encasement increased the stiffness of the stone column and reduced the settlement of the soft ground. Also, bulging of the GESC was observed to occur directly beneath the base of the geogrid encasement. The improvement in the performance of GESC was found to be significant, even with partial encasement.		

1.2.3 사업내용

가. 연구개발목표

연약지반 배수시스템 기술 개발

초기 배수성능 감소량 5% 이내 저비용 고효율 수평배수재 개발

장기 배수성능 발현 수평배수재 개발

- 기존 배수시스템 대비 배수성능 1.5배 증대

경제적인 배수재 설치 간격 산정 설계 프로세스 정립

- 수평, 수직배수재 연결구조 기술 개발

사막 연약지반 신속배수를 위한 배수시스템 설계/시공 기술 개발

토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술 개발

기존 쇄석말뚝 대비 지지력 1.5배 증대

쇄석말뚝 배치간격에 따른 토목섬유 소요 인장력 산정식 개발

지반조건(사막 연약지반)을 고려하여 경제적 설계가 가능한 설계차트 제시

- 사막지반 철도노반 보강용 토목섬유보강 쇄석말뚝 설계/시공지침 제시

고강도 토목섬유 제작 기술 개발

- 지오그리드 감쌈 슬리브 제작 설계기술 개발

저비용 신속시공이 가능한 잔류침하 제어용 토목섬유보강 쇄석말뚝시스템 개발

- 지반조건에 따른 궤도노반 장기침하 거동 평가/해석 기술 도출

성토지지 말뚝공법 기술 개발

경제적인 말뚝 간격 산정을 위한 아칭효과 분석 및 설계 프로세스 정립

- 말뚝 간격을 5m 수준으로 이격
- 국내 철도 노반건설에서 유일하게 적용된 호남고속철도에는 아칭효과를 제외한 말뚝지지력만을 고려하고 설계되어 말뚝간격이 1.6m~3.4m임

토목섬유 손상을 방지하기 위한 토목섬유와 말뚝 사이의 최소 간격 결정

- 토목섬유의 배치 방법에 따른 토목섬유 소요 인장강도 계산 방법 정립

현지의 토질조건을 고려한 말뚝과 토목섬유의 대체 재료 연구 개발

성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계	2단계	3단계
수평배수재 및 배수시스템	50%	일본	수평배수재 개발	수직/수평 배수시스템 시공법 개발	수평배수재 배수시스템 설계, 유지관리기술 개발
토목섬유 소요 인장강도 해석 기술	10%	일본	토질조건별 토목섬유 적용성 검증	성토지지말뚝-토목섬유 아칭효과 시뮬레이션	토질조건별 소요인장강도 검증 및 해석기술 개발
말뚝과 토목섬유의 대체 재료 기술	10%	독일	적용지역 대체 재료조사	대체재료의 소요강도 검증	대체재료 실용화 방안 개발 및 시공기술 개발
토목섬유보강 쇄석말뚝 설계기술	60%	독일	토목섬유 제작 방법 구축	토목섬유 보강 쇄석말뚝 공법 개발	설계/시공법, 유지관리방안 구축
성토지지말뚝 설계 프로세스 기술	10%	영국	성토지지말뚝의 토질조건별 적용성 검증	경제성을 고려한 성토지지말뚝 간격 설계 개발	토질조건에 따른 성토지지말뚝 간격 설계프로세스 개발
철도노반 침하예측 기술	40%	미국	철도노반 침하데이터베이스 구축	침하예측 모델링 기법 구축	궤도노반 인접건물 안정성 평가 모델링 기법 확립

나. 연구개발전략

핵심요소기술개발 후 현장적용 및 테스트를 통한 기술검증 평가 추진

해외진출을 위한 핵심과제의 특성상 전반기 중에 핵심요소기술에 대한 개발이 이루어진 후 후반기에 현장적용 및 테스트를 통해 기술에 대한 검증과 평가가 이루어지는 과정을 수행

연구개발 수행 단계는 3단계로 나누어 요소기술검증(1차년도) → 핵심기술개발(1~2차년도) → 핵심기술적용(2~3차년도) → 개발기술 Test-Bed 구축, 모니터링 및 검증(3차년도)을 거쳐 핵심기술을 확보

다. 연구내용 및 범위

(중점과제 1) 연약지반 배수시스템 기술 개발

(구성기술 1-1) 저비용 고효율 수평배수재 개발

- 기초 물성 테스트
- 초기, 장기 배수성능 평가
- 실내모형실험을 통한 배수성능 및 압밀도 평가

(구성기술 1-2) 수평, 수직배수재 연결구조 기술 개발

- 상재하중에 따른 배수성능 형성 수준 분석
- 배수효율을 고려한 Core 구조단면검토 설계

(구성기술 1-3) 배수시스템 설계/시공기술 개발

- Test-Bed 구축을 통한 현장시험시공
- 현장 장, 단기 계측 및 모니터링을 통한 배수 성능 및 침하특성 평가
- Sand mat 대비 개량효율 및 경제성 분석

(중점과제 2) 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술 개발

(구성기술 2-1) 지반의 지지력 증가를 위한 토목섬유 보강 쇄석말뚝 개발

- 수치해석을 통한 설계차트 개발
- 지반조건에 따른 노반 잔류침하 평가기법 정립
- 지반조건에 따른 궤도노반 장기침하 거동 분석 기술
- 국내외 사질토 및 연약지반 판정기준 정립

(구성기술 2-2) 잔류침하 제어 쇄석말뚝시스템 시공 및 설계기술 개발

- 토목섬유 보강 쇄석말뚝 공법 시공법 및 시공방안 마련
- 실내모형실험을 통한 보강 메커니즘 평가 및 시작품 제작
- 현장 장, 단기 계측 및 모니터링을 통한 배수, 잔류 침하특성 평가
- 현장 Test-Bed 구축 및 현장시험시공

(구성기술 2-3) 지반의 지지력 확보를 위한 토목섬유 제작 기술 도출

- 토목섬유 겹침 이음구조 설계기술 도출

(중점과제 3) 성토지지 말뚝공법 기술 개발

(구성기술 3-1) 토목섬유의 배치 방법에 따른 토목섬유 소요 인장강도 해석기술 개발

- 막(membrane)과 같이 변형된 인장응력의 수직성분을 통해 말뚝으로의 성토하중 전달 해석 향상기술 개발
- 궤양질의 조립토 재료와 토목섬유로 이루어진 일정두께 이상의 하중전달층 내 아칭효과를 통한 보, 슬래브 효과 기술의 정립

(구성기술 3-2) 경제적인 말뚝 간격 산정을 위한 설계 프로세스 기술 개발

- 성토지지말뚝의 아칭효과를 감안한 설계프로세스 개발
- 개발기술의 경제성 확보

(구성기술 3-3) 토목섬유 인장강도를 고려한 재료 및 설계, 시공 기술 개발

- 현지의 여건과 토질조건을 고려한 말뚝과 토목섬유의 대체 재료 개발
- 사막지반 토질의 모래를 기둥형태로 고결하는 지지력 확보 기술 개발
- 성토하중 전달 해석 및 아칭효과 고려 시공기법 개발

중점과제	구성기술	Activity		
		1단계 (2014)	2단계 (2015)	3단계 (2016)
사막지반 보강 철도 건설기술	연약지반 배수시스템 개발	요소기술 정립	배수시스템 설계기술 개발	현장적용 및 실용화
	토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술 개발	핵심요소기술 및 메커니즘 정립	토목섬유 보강 쇄석말뚝공법 기술개발	현장적용 및 시공 설계 지침 개발
	성토지지 말뚝공법 기술 개발	핵심요소기술 개발	공법 및 설계기술 개발	시공기술 개발 및 시험시공
연약지반 배수 시스템 기술 개발	수평배수재 개발	배수재 재료 기초연구	배수성능 구조 설계	배수성능 검증
	배수재 연결구조 기술	배수 메커니즘 연구	수직, 수평 배수 시스템 연결구조 설계	현장적용 효율성 향상
	배수시스템 설계, 시공 기술	연약지반 배수 시스템 개념 설계	지반조건에 따른 배수시스템 구축	현장적용 및 설계, 시공지침 개발
토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술 개발	토목섬유보강 쇄석말뚝 개발	핵심요소기술조사	토목섬유 보강 방법 및 제작기술 확보	공법 검증
	쇄석말뚝 설계, 시공기술 개발	하부구조 기초지반 설계정수	지반조건을 고려한 설계, 시공방법 개발	현장적용 및 설계, 시공지침 개발
	토목섬유 감쌈 슬리브 기술	토목섬유 기초연구	토목섬유 감쌈제작 기술 개발	성능검증 및 현장 적용 효율성 향상
성토지지 말뚝공법 기술 개발	토목섬유 인장강도 해석 기술 개발	토질조건별 토목 섬유 적용 해석기술	성토지지말뚝-토목 섬유 아칭 효과 시뮬레이션 기술개발	토질조건별 소요 인장강도 검증 및 해석기술 개발
	성토지지말뚝 설계 프로세스 개발	성토지지말뚝 토질조건별 적용성 분석	토질조건별 성토지지말뚝 간격 설계 프로세스 개발	경제성을 고려한 성토지지말뚝 간격 설계 기술 개발
	말뚝 및 토목섬유 대체 재료 기술	토질조건을 고려한 말뚝 및 토목섬유 대체 재료 개발	현지조달 가능 재료 개발	-
	토목섬유 배치 및 강도 설계 기술	성토 하중 전달 해석 향상기술 개발	성토지지말뚝의 아칭효과를 감안한 설계 프로세스 개발	Test-Bed 구축 및 개발기술 경제성 평가

라. 연구개발비 및 소요인력

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비목			2014	2015	2016	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		1,740	1,960	1,170	4,870	38%	책임연구원급 : 18인 연구원급 : 32인 연구보조원급 : 67인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	747	1,142	179	2,070	16%	-
		시작품 제작비	293	734	440	1,468	12%	
		재료비	620	861	396	1,878	15%	
	연구 활동비	여비	84	116	54	254	2%	
		수용비및수수료	42	58	27	127	1%	
		기술정보활동비	168	232	108	508	4%	
	연구수당		336	464	216	1,016	8%	
	직접비 합계		2,292	3,608	1,422	7,322	58%	-
3) 간접비			168	232	108	508	4%	-
4) 합계	정부		2,900	4,000	1,900	8,800	70%	-
	민간		1,300	1,800	800	3,900	30%	-
	총계		4,200	5,800	2,700	12,700	100%	-

1중점과제(연약지반 배수 시스템 기술) 예산

(단위 : 백만원)

비목			2014	2015	2016	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		520	580	330	1,430	39%	책임연구원급 : 6인 연구원급 : 10인 연구보조원급 : 17인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	186	416	24	627	17%	수평/수직배수재, 실내 배수성능 평가모형, 실증시설
		시작품 제작비	62	156	94	313	8%	
		재료비	203	304	118	626	17%	
	연구 활동비	여비	24	36	14	74	2%	
		수용비및수수료	12	18	7	37	1%	
		기술정보활동비	48	72	28	148	4%	
	연구수당		96	144	56	296	8%	
	직접비 합계		632	1,148	342	2,122	57%	-
3) 간접비			48	72	28	148	4%	인건비+직접비의 4.1%
4) 합 계			1,200	1,800	700	3,700	100%	-

2중점과제(토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술) 예산

(단위 : 백만원)

비목			2014	2015	2016	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		610	690	420	1,720	38%	책임연구원급 : 6인 연구원급 : 11인 연구보조원급 : 25인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	297	384	88	770	17%	지반조사, 지오그리드 토목섬유, 쇄석말뚝, 실증시설, 표준화
		시작품 제작비	115	288	173	577	13%	
		재료비	192	256	128	577	13%	
	연구 활동비	여비	30	40	20	90	2%	
		수용비및수수료	15	20	10	45	1%	
		기술정보활동비	60	80	40	180	4%	
	연구수당		120	160	80	360	8%	
	직접비 합계		830	1,230	540	2,600	58%	-
3) 간접비			60	80	40	180	4%	인건비+직접비의 4.1%
4) 합 계			1,500	2,000	1,000	4,500	100%	-

3중점과제(성토지지 말뚝공법 기술) 예산

(단위 : 백만원)

비목			2014	2015	2016	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		610	690	420	1,720	38%	책임연구원급 : 6인 연구원급 : 11인 연구보조원급 : 25인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	264	341	67	673	15%	지반조사, 아칭효과 시뮬레이션, 말뚝재료, 실증시설, 표준화
		시작품 제작비	115	288	173	577	13%	
		재료비	224	299	149	673	15%	
	연구 활동비	여비	30	40	20	90	2%	
		수용비및수수료	15	20	10	45	1%	
		기술정보활동비	60	80	40	180	4%	
	연구수당		120	160	80	360	8%	
	직접비 합계		830	1,230	540	2,600	58%	-
3) 간접비			60	80	40	180	4%	인건비+직접비의 4.1%
4) 합 계			1,500	2,000	1,000	4,500	100%	-

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
연약지반 배수 시스템 기술 개발	수평배수재 기술	PBD 수평드레인 개발	통수능 50% 개선
	배수재 연결구조 기술	사막지반 배수시스템 개발	수직/수평배수재 결합 시스템 개발
	배수시스템 설계, 시공 기술		
토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술 개발	토목섬유보강 쇄석말뚝 기술	고강도 지오그리드 보강 쇄석말뚝 개발	인장강도 150kN
	토목섬유 감쌈 슬리브 기술	지오그리드 체결법 개발	봉합강도 100kN
	쇄석말뚝 설계, 시공 기술	시공장비/매뉴얼 개발	현장적용
		현장시공성 평가	현장 시험시공 2회
		Test-Bed 구축	Test-Bed 2site
성토지지 말뚝공법 기술 개발	토목섬유 인장강도 해석 기술	토목섬유 소요 인장강도 해석기술 개발	인장강도 150kN
	성토지지말뚝 설계 프로세스 기술	설계기준 정립	현 공사비(30백만원/m) 50% 감축
	말뚝 및 토목섬유 대체 재료 기술	사막 모래지반 고결 기술 개발	현장적용
		고결강도 평가	현장 시험시공 2회
	토목섬유 배치 및 강도 설계 기술	Test-Bed 구축	Test-Bed 2site

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
연약지반 배수시스템 기술 개발
고효율 저비용 배수시스템 설계, 시공 기술 개발
수평배수재 기술
배수재 재료 기초 연구
배수 구조 설계
배수 성능 검증
배수재 연결구조 기술
배수 메커니즘 연구
수직,수평 배수 시스템 연결
현장 적용 효율성 향상
배수시스템 설계,시공 기술
연약지반 배수시스템 설계
현장 적용 설계, 시공지침 개발
30%
50%
90%
30%
60%
95%
40%
95%
토목섬유 보강 쇄석말뚝공법 기술 개발
토목섬유 보강 쇄석말뚝 공법 최적 설계, 시공, 유지관리 기술 개발
토목섬유보강 쇄석말뚝 개발
토목섬유 보강 방법 및 제작 기술
토목섬유 보강 공법 검증
쇄석말뚝 설계, 시공 기술
하부구조 및 기초지반 설계
현장적용 및 설계, 시공 지침
토목섬유 감쌈 슬리브 기술
토목섬유 감쌈 제작 기술
성능검증 및 현장적용 효율성 향상
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
30%
60%
90%
40%
90%
30%
50%
90%
성토지지 말뚝공법 기술 개발
성토지지 말뚝공법의 설계, 시공 기술 개발 및 경제성 확보
토목섬유 인장강도 해석 기술
토질조건별 토목섬유 적용 해석
아칭 효과 시뮬레이션
성토지지말뚝 설계
토질조건별 적용성 분석
말뚝 간격 설계 프로세스
경제성 고려 말뚝 설계
토목섬유 배치, 강도 설계
성토 하중 전달 해석
아칭효과 고려 말뚝 설계
T/B 구축 및 경제성 확보
30%
50%
90%
30%
60%
90%
30%
50%
95%
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
(전략프로젝트)
글로벌 R&D 네트워크 구축
시장정보 리스크 예측
T/B 입지 검토
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
해외인증 절차반영
입찰 시뮬레이션/ 리스크기반 우량사업 선별
리스크 관리
입찰 인증방안
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

1.2.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

배수성능향상, 시공기간 단축, 공사비 절감, 친환경 연약지반 배수시스템 기술 개발

기존 대비 연약지반 배수성능 50% 향상

압밀촉진으로 지반 조기안정화가 가능하여, 시공기간 단축 및 공사비 절감 가능

수평배수재 적용을 통한 성토재(모래, 골재)를 대체하는 친환경 기술

지지력 증가 및 안정성 확보 토목섬유보강 쇄석말뚝공법 기술 개발

기존 공법에 비해 지반의 지지력을 2배 이상 증가시켜 잔류침하를 억제하여 안정성 확보

고효율 신속시공이 가능한 잔류침하 제어형 연약지반 설계, 시공 독자기술 확보

경제적인 쇄석말뚝 시공물량 산정을 위한 설계 프로세스 확보

토목섬유의 배치 방법에 따른 토목섬유 소요 인장강도 계산 기술 확보

Test-Bed 운영기반 마련을 통한 성능개선 토대 조성

현지 토질조건 고려 및 경제성 확보 성토지지 말뚝공법 기술 개발

아칭효과 분석 기술 확보를 통한 최적 말뚝 간격 설계기술 개발

토목섬유의 합리적, 경제적 배치 프로세스 확보

토목섬유 손상을 방지하기 위한 토목섬유와 말뚝 사이의 최소간격 설계기술 확보

현지 토질조건을 고려한 말뚝 및 토목섬유의 대체 재료 개발

나. 경제적 기대효과

GCC 철도 프로젝트에는 향후 15년간 1,341억불(약 151조원) 규모의 금액 투자 예상

독일의 철도 통계 전문기관인 SCI VERKEHR에 따르면

- 2010년 세계 철도시장은 1310억 유로(약 210조원) 규모이며, 세계 철도시장은 고속철도 수요 증대와, 환경보호, 고유가 등으로 향후 연간 4.5% 성장 전망
- 중동 지역은 GCC 철도 프로젝트 추진으로 시장 급성장이 예상되며, 향후 연간 5.8%의 높은 성장세를 유지할 전망

시장은 중동지역 철도 시장 중 노반 부문을 대상으로 함

- 철도 시장은 차량 부문이 56.8%로 가장 많은 비중을 차지하고, 인프라는 32.1%, 시스템은 11.1%의 비중을 차지함
- 노반, 궤도, 전력, 전차선 등의 인프라 부문 중 노반 부문은 70.1%를 차지하며, 전체의 22.8%를 차지함

[표 I-19] 중동 철도 노반 시장 규모 전망

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	계
중동 철도 시장규모 (억불)	58.5	61.9	65.5	69.3	73.3	77.6	82.0	86.8	91.8	97.2	102.8	108.8	115.1	121.8	128.8	1341
노반 부문 비중 (%)	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	
중동 철도 노반 부문 시장 (억불)	13.3	14.1	14.9	15.8	16.7	17.7	18.7	19.8	20.9	22.2	23.4	24.8	26.2	27.8	29.4	305.7

‘사막지반 보강 철도 건설기술’이 중동지역 철도 시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 231.3억 원으로 분석됨

이번 연구를 통해 중동 사막지역 철도시장 진출을 가정하고, 예상 시장 점유율을 보수적으로 접근하여, 2024년 중동 철도시장의 노반 부문 중 5%를 점유하고, 2033년 20%를 점유하는 것으로 가정함

기술비중은 선행연구결과를 준용하여 33%를 적용함

- 기술비중을 일률적으로 적용 시 일반적으로 33%나 25%를 적용하며, 본 분석에서는 33%를 적용함[9)]

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 “09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구”의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

본 기술개발은 Test-Bed 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 본 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

9) 기술가치 평가과정에서 기술비중 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술비중을 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술비중)를 29.7%로 산출한바 있음. 기술비중을 일률적으로 적용하는 방법은 일반적으로 33%나 25%를 적용함.

부가가치율은 한국은행에서 발간한 '2009년 산업연관표'의 건설산업 부가가치율인 40.1%를 적용함

본 연구개발을 통한 중동 철도 시장의 매출 편익은 231.3억원임

[표 I-20] 편익 산정(사막지반 보강 철도 건설기술)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
중동 철도 시장(억원)	113,116	119,677	126,618	133,962	141,731	141,731	141,731	141,731	141,731	141,731	
궤도/노반 인프라 분야 비중	22.8%	22.8%	22.8%	22.8%	22.8%	22.8%	22.8%	22.8%	22.8%	22.8%	
예상점유율(%)	5.0%	5.8%	6.8%	7.9%	9.3%	10.8%	12.6%	14.7%	17.1%	20.0%	
R&D 기여율(%)	10.90%	10.90%	10.90%	10.90%	10.90%	10.90%	10.90%	10.90%	10.90%	10.90%	
기술개발 성공률(%)	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	
기술비중(%)	33.0%	33.0%	33.0%	33.0%	33.0%	33.0%	33.0%	33.0%	33.0%	33.0%	
부가가치비중(%)	40.1%	40.1%	40.1%	40.1%	40.1%	40.1%	40.1%	40.1%	40.1%	40.1%	
편익(억원)	14.9	18.4	22.7	28.0	34.5	40.3	47.0	54.8	63.9	74.6	399.0
현재가치(억원)	10.4	12.4	14.8	17.7	21.2	23.9	27.0	30.5	34.4	38.9	231.3

※ 환율 : 1달러 = 1,100.3원 (2013년 5월 평균, KB투자증권)

중동 지역에서 추진 중인 철도 건설 프로젝트 수주를 통한 수익 창출

중동 철도 프로젝트 수주 및 건설경기 활성화

핵심 개발기술 적용을 통한 대외 기술경쟁력 선점

고효율 신속시공 공법의 적용으로 인한 사업 추진시의 공사비 및 유지관리비 절감

철도 건설 시, 우회노선 방지 및 교량 등의 구조물을 줄일 수 있기 때문에 시공기간 단축 및 공사비 절감 가능

핵심기술의 자립화로 해외기술료 비용 절감 및 기술 수출을 통한 외화 획득

다. 정책적 기대효과

사막지반 철도 건설의 안정성 확보 및 저비용 신속시공 기술 개발을 통한 철도 기술 선진국 이미지 제고

연악지반 처리 공법의 개발을 통한 설계기준 정립과 시공방법 개발은 사막지대 등의 연약지반 구간을 우회하지 않고 철도 노선을 구축함으로써, 교량 등의 구조물을 줄여 공사비를 절감할 수 있기 때문에 해당 국가들의 건설 시장 진출에 긍정적 효과

중동지역 철도건설 사업 수주에 큰 도움이 될 뿐 아니라 아프리카 사막지역 연약지반 구간에도 응용 가능

국내 관련 중소기업의 활성화 및 해외진출 기회 제공

이 핵심과제 기술의 특성상 엔지니어링 기업, 건설사, 중소기업, 연구소 등이 공동으로 협력해야 하며, 토목섬유, 수평배수재 관련 건설재료 및 기자재 국산화 촉진으로 전후방산업 경쟁력 제고, 신규고용 창출

신개념 연약지반 보강공법, 배수 시스템 개발을 통한 SOC 건설 및 유지관리 분야에 파급효과 예상

연약지반 보강과 관련한 국내 철도 설계기준 및 시방기준 정립

성토지지 말뚝공법의 경우 기술력 부재로 호남고속철도 일부 구간에 선진국의 시공 사례에 근거하여 비경제적으로 공법 적용

2. 저비용 고효율 물공급시스템 건설기술개발

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 현지 수질기준에 부합하는 저비용 고효율 상하수처리시설 및 물재이용 시스템 건설기술

국내 보다 낮은 수질기준에 최적화된 저비용 상하수처리 공정 및 시설물 건설기술

보유 수자원을 최대한 활용하는 고효율 물공급 시설 건설 기술

(범위) 현지 여건에 부합하는 저비용 취수/상수처리/하수처리 등 물공급 시스템 및 해수, 하수 등 다양한 원수로부터 수자원 확보 기술

현지 여건에 부합하는 저비용 취수/상수처리/하수처리 등 물공급 시스템 기술

- 강변여과, 지하수 취수 등 현지 여건에 부합하는 다양한 최적 취수 기술
- 현지 수질기준에 부합하는 공정 간소화 및 저가의 현지 여재 활용 수처리 공정 기술
- 현지에서 빈번하게 발생하는 지진 등 자연재해에 대응 가능한 관로 기술

해수처리, 하수처리 효율성 제고를 통한 수자원 확보 기술

- 해수담수 효율성 증대를 위한 해수 간접취수 및 해수담수 전처리 기술
- 물재이용률을 높이기 위한 하수직접처리 기술

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

(1) 해외

물관리분야 기술은 환경에 대한 관심 증대와 막기술 발전에 따라 고도 수처리 기술개발이 이루어지고 있음

최근의 수처리 공정은 기존 화학처리나 증류 방식에서 막분리 방식으로 대체[10)]

- 수처리막은 산업용수, 상하수, 담수, 초순수, 배수 시설 제조 및 처리 등 대상 시장이 넓음
- 성장률 측면에서 고성능막 수요 증가에 따라 50%비중을 차지하던 MF막 비중은 점차 감소하는 반면 UF막과 RO막은 증가 추세임
- 분리막 성능은 제올라이트 막에 의한 유기수용액 탈수나 세라믹막에 의한 정수처리 등과 같이 재료가 큰 비중을 차지하므로 막재료 연구에 대한 많은 투자가 예상
  - 특히 PA계 하이브리드에 의한 RO막 및 PS나 PVDF와의 하이브리드화에 의한 MF/UF막이 주목받고 있음

고도 수처리에는 많은 에너지와 비용이 수반되어, 고효율 수처리 기술에 대한 관심 부각

하수처리에 있어서 수처리 효율성 향상을 위하여 막분리 고도처리 공정 도입 증가 추세

- 생물학적 활성오니법과 분리막 기술의 장점을 결합한 막분리 활성오니법(MBR : Membrane Bio-Reactor)이 대표적인 기술로 부상하고 있음
  - 생물학적 활성오니법의 최종 처리 단계인 침전·여과 공정 대신 MF/UF막을 사용하여 활성오니를 직접 여과하는 방법 이용
  - 최근 MF/UF막보다 분리성능이 우수한 NF막을 사용하는 방법도 검토중임
- MBR공정은 부유물질 100%제고, 침전조가 필요없어 활성오니법 대비 25% 공간절감 가능, 생물학적 활성오니법보다 미생물의 농도를 3~4배 높게 유지할 수 있어 유기물 분해에 효과적임

10) KISTI 미리안 2011-05-21

- 물부족 현상이 심각한 이스라엘, 싱가포르 등은 정책적으로 하수의 재활용 막분리 공정 적용

  · 이스라엘은 2020년까지 전체 용수 수요량의 23%를 MBR 공정을 통해 공급할 예정

  · 싱가포르는 2011년까지 자립 가능한 수자원 확보 정책 하에 'NEwater'

미국, 일본 등에서는 적용범위 확대를 위한 저비용 고효율 막분리 공정이 지속적으로 개발 중

- MBR공정과 RO막, 오존살균, 자외선살균 등 다양한 요소기술의 효과적 조합을 통한 공정의 효율성 제고에 관한 연구가 진행 중이며 나노복합막, 기능성 항균막 등 여과성능을 극대화하기 위한 기능성 분리막 제조 연구 활발히 진행

- 제올라이트 분리막은 고도의 기술로 주목받고 있음[11)]

  · 화학적 안정성 증가와 분자크기 범위의 기공이 정확한 결정성 물질인 제올라이트 분리막은 기공의 분자인식을 기반으로 탈수나 용매 분리 등 고도의 선택적 분리 가능

  · Miyake에서는 제올라이트 막화, 촉매이용, 석회석의 제올라이트화에 대한 연구 수행

  · 수처리 및 폐수처리 분야 등의 환경 문제와 관련된 천연 제올라이트 응용은 아직 기초적인 이온교환 연구가 진행

기후변화에 따라 물부족 현상이 심화되고 있으며, 해수담수화, 물재이용 등 다수원 수자원 확보 기술이 부상[12)]

담수화 방식은 증류식과 막분리식으로 구분되고 있으나 최근에는 에너지 소모량과 비용 부담이 적은 막분리 공정 도입 확대 추세

- 다단플래시증류법(MSF:Multi-Stage Flash Disillation)공정은 현재 대용량 담수화 설비에 가장 널리 사용되는 기술로 전 세계 담수화 용량의 약 60% 차지

  · 바닷물을 끓여 물성분만 증발시킨 후 다시 응축시켜 분리하는 기술임

- 에너지 소모량과 비용 부담이 적은 막분리 공정 도입이 확대되는 추세임

  · 막분리식은 물은 통과시키고 염분은 통과시키지 않는 특성을 가진 RO막에 압력을 가하여 물만 분리하는 방식임

- 담수화 전처리 공정에도 막분리 공정 적용을 확대 중에 있음

  · 분리막 기술의 발달로 MF막, UF막, NF막을 이용한 전처리 공정이 다양화하고 있으며, 기존 전처리 공정과 NF막을 조합하여 적용한 결과 40% 이상 생산성이 향상됨

11) 한국과학기술정보연구원 전문연구위원 김용환

12) 물산업/고도 물 처리산업의 기술현황과 국내외 시장전망, 지식산업정보원 R&D정보센터, 2012. 10.

미래지향형 하수처리기술로 고성능/고집적 Membrane Bioreactor 기술, 정삼투(Forward Osmosis)기술, 혐기성 하수처리 기술, 고도산화분해기술(AOP), 세라믹 막 수처리 기술, 흡착기술 등이 부각되고 있음

- 기존 활성슬러지 공법을 대체할 수 있는 대안으로 MBR공법이 각광받고 있음

  · 기존 중력식 침전조에서 수행하고 있는 고액분리기능을 다공성 분리막으로 대체함으로써 보다 우수한 수질의 처리수를 효율적으로 생산 가능

  · 분리막의 운용과정에서 분리막 오염(fouling), 이를 제어하기 위해 투입되는 에너지 소모 과다, 대용량 분리막 운전에 필요한 모듈 제작 및 유지관리 기술의 부재 등이 문제점으로 지적됨

  · 문제 해결을 위한 기술로 플럭스 향상 및 막 오염 저감 기술, 저에너지 소비형 고집적화 기술 등이 제안되고 있음

- 정삼투 막여과 기술은 삼투압을 원동력으로 사용하는 공정으로 삼투압 최대 발생 전용막 개발 중요

- 혐기성 하수처리 기술은 용해성 유기물의 혐기성 처리를 통한 폭기 에너지 감소(전체 하수처리장 에너지 사용량의40% 이상) 및 메탄 생성을 통한 에너지 자립에 강점이 있음

- AOP기술은 오존, 오존/H2O2(peroxone AOP), UV/오존, UV/오존 + H2O2(과산화수소), UV/H2O2, H2O2/철염(Fenton 산화), 광촉매 등의 고상 촉매를 이용하는 방법 등을 의미

  · 강력한 산화력을 가진 OH radical 생성을 극대화하여 유기물을 처리하는 것으로 UV를 오존 또는 H2O2와 동시에 이용하거나 Fenton 산화를 이용하는 방안이 있음

  · UV 산화법의 경우 UV발생장치 설치비 및 운영비, Fenton산화법의 경우 지속적인 약품 투입 및 슬러지 발생 문제

  · 고상고도산화 촉매의 경우 Fenton 산화법에 비해 처리 효율이 떨어질 수 있는 점과 장기간 촉매의 안정성을 유지시켜야 하는 문제가 있으나, 개선이 이루어진다면 슬러지발생이 없고 운전비도 저렴할 것으로 기대되어 다른 방법에 비해 경쟁력이 있는 것으로 평가됨

- 세라믹 막 수처리 기술은 무기소재(산화알루미늄이나 산화지르코늄)를 이용하여 만든 세라믹 막을 이용한 수처리 기술로 내열성, 내약품성, 내유기용매성 등이 우수하며 기계적 강도도 강함

  · 세라믹 막은 고분자로 만들어진 유기막에 비하여 고온의 가혹한 조건에서도 사용될 수 있으므로 다양한 하폐수 처리에 적용 가능

- 흡착기술은 유체상의 특정 성분들을 고체 흡착제 표면에 부착시켜 분리시키는 공정의 하나이며, 혼합물 내에 존재하고 있는 원하지 않거나 독성을 가진 물질의 분리를 목적으로 하는 기술임

경제성장에 따라 물사용이 급증하고 있는 아시아 신흥국을 중심으로 저비용 물공급에 대한 기술니즈 부각

각종 질병 방지를 위해 최소한의 수처리가 이루어질 수 있도록 공정을 간소화하는 기술개발이 이루어지고 있음

- 침전지, 수처리 방식, 여재 등을 달리하여 공정을 간소화하는 연구가 이루어지고 있음

고가의 분리막을 대체하여 저가의 천연 재료들의 여재로서 활용 가능성을 검증하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있음

동남아시아 지역은 비소를 비롯한 중금속 오염도가 높은 지역으로 독성물질을 처리한 물 공급 사업에 국가의 우선순위를 두고 있음

(2) 국내

인프라 시공, 상하수도, 해수담수화 플랜트 분야는 경쟁력이 있으나, 상하수도 운영, 물재이용 등은 기술수준 미흡[13)]

국내 물관리 기술 수준은 최고 기술보유국 대비 평균 70%이하로 인프라 건설 시공, 상하수도, 해수담수화 등은 선진국과 경쟁가능한 수준이나, 신소재 막 분야 등은 핵심기술에서 차이

- 물공급 관로의 설계와 운영 및 유지분야는 68.2%로 조사

지자체와 공기업 위주로 상하수도가 운영됨에 따라 민간참여 제한적이며, 사업규모 영세성, 비효율적 운영, 전문성 부족 등으로 국제 경쟁력 미흡

- 민간 기업은 상수도 운영관리 실적 부족으로 해외 진출 곤란

하수도는 민간위탁이 활성화(75%)되어 있으나, 단기계약 및 소규모 영세업체 위탁 위주로 경쟁력 있는 기업 부족

- 대우건설, 환경시설관리공사, 태영, 서남환경, 탄천환경 외 대부분은 영세업체

막 여과 기술은 Eco-Star Project(환경부 '04~'11)를 통해 중대형 정수장용 막 국산화에 성공하였으나, 최적관리를 위한 공정 및 운영기술은 부족

13) 2013 국토교통 R&D 동향조사-수자원, 국토교통부, 2013. 6.

물재이용 산업은 기반이 미흡하며, 국내 물재이용 규모가 작고(수자원 이용량 2.6%) 청소용수, 하천유지 용수 등 그 용도가 제한적이며, 수익을 목적으로 하는 재이용 민간 공급업체나 전문 설계/시공업체 부족

- 수처리 기술분야에서 국내 기술수준은 52%이며, 기술격차는 6.1년

국내 기업은 증발식 담수화 기술로 해외 시장 1위에 올라 있으나, 최신 기술인 역삼투식 해수담수화 기술은 매우 미흡한 수준임

- 두산중공업은 전 세계 증발식 담수화 설비시장의 40%를 점유하고 있으며, 두산, 웅진, 효성 등이 이미 해외에 진출

- 역삼투식 해수담수화는 기술수준, 전문인력 보유, 시설 등 인프라 전반에 선진국 대비 약 50%미만 수준

국가연구개발사업을 통해 신소재 막여과 기술을 국산화하였으나, 핵심기술에서 기술 선도국인 일본과 격차 존재

불소필름(PVDF : Polyvinylidene Fluoride) 소재의 막여과 기술을 개발하고 현장 검증연구를 진행중에 있으나 최적 관리를 위한 공정 및 운영기술은 부족

- 친환경 저에너지 가압식·침지식 막여과 정수처리기술 개발과 Hybrid형 막여과 조합공정 및 전후처리 공정기술 개발

- 고투과성 국산 막모듈 제조기술 확보 및 막여과 시스템 최적공정 도출을 위한 자동제어기술 개발

- 우리나라는 10대 핵심소재(WPM) 가운데 다기능성 고분자막 소재를 선정하고 2010~2018년 동안 7,315억원 투자 계획 중

  · 수처리용 막은 한국화학연구원과 기업체에서는 효성, 삼원엔지니어링, 웰크론 등이 참여하여 개발하고 있으며 2018년까지 세계시장 점유율 30%를 목표로 함

  · 국내 원천기술로 개발된 국내 최대의 아리수정수센터의 PVDF 분리막/모듈 및 이를 응용한 고도정수처리 시스템이 2011년 4월 본격 가동되는 등 현재 6곳인 첨단 분리막 정수장을 2018년까지 200개 정도로 늘릴 계획임

환경부의 Eco-Star Project를 통해 중대형 정수장용 막 국산화에 성공하였으나, 일본 등 외국산이 국내 수처리막 시장의 60%이상 점유

- 공정설계 제작 등 100% 국산화를 달성하여 외국산 수처리막 대비 성능 가격면(30%정도 저렴)에서 경쟁력 확보

국내 기업은 독자적인 상하수처리 기법을 보유하고 있으며, 주로 막을 이용한 고도 수처리기술을 상용화함[14)]

GS건설에서는 오존 고도정수처리 기술, 막여과 고도정수처리 기술, 지하수 처리기술, 활성탄 재생 기술, 질소/인 제고 고도하수처리 기술, 슬러지 감량형 MBR기술, 활성슬러지 고액분리 기술, 악취처리 기술, 막여과 하수재이용 기술 등을 보유

금호건설에서는 처리효율을 개선한 KIDEA-AD기술, KUMHO-MBR 하수고도처리 공법, 막여과 정수처리 기술, 하수처리수 막여과 재처리 기술 등을 보유

수자원공사에서는 KSMBR 하수고도처리 공법, 수질 유해물질 고속 스크리닝 기술을 상용화함

대우건설은 막이용 고도 수처리 기술을 보유

한진중공업은 가입형평막과 오존UV 혼합시스템을 이용한 생활하수 처리기술(A.O.P)을 개발 중

코오롱 워터 앤 에너지에서는 ACS, AOSB Process, e-BNR Process, MEMSYS System, MS-BNR Process, OD-ATS, RABC System 등 하폐수 고도처리기술과 MEMSYS-DW System 간이 정수처리기술, RABC system 악취처리기술 등을 보유

해수담수화 플랜트 부문은 해수담수화 공정, 막오염 저감 및 세정, 고효율 역삼투 공법 연구가 진행 중

증류수 방식의 해수담수화 기술은 국내 두산중공업이 세계시장에서 점유율 40%로 1위를 하고 있음

해수담수화플랜트 분야 차세대 핵심기술 개발 및 고효율 운영 유지관리기술 개발

- 막중심 전처리 공정기술 개발, 네트워크 기반 관제시스템 개발 등 미래 해수담수화 원천기술 및 기반 기술 개발
- 대용량 펌프, 고기능 국산막 개발, 에너지 회수장치 등 해수담수플랜트 핵심건설소재 및 기기 개발
- 대용량 해수담수화 플랜트 설계기술 및 건설기술을 개발하고 실증규모 테스트베드(10MIGD급[15)])를 통해 검증
- 운전기술 및 유지관리 기술을 개발하여 에너지 및 운영비용 절감기술 개발

14) GS건설, 금호건설, 수자원공사, 대우건설, 한진중공업, 코오롱 워터 앤 에너지 홈페이지 (2013. 04)
15) 1MIGD(Million Imperial Gallon Per Day) : 하루에 약 4,56톤의 담수 생산량/약 1만 5천명이 하루에 사용할 수 있는 양

포스코건설은 Ceramic MF RO 공정 기술, 막오염 저감 및 세정 공정 설계 운영 기술을 개발 중[16)]

GS건설은 해수담수화(해수 취수/배수, 막여과/부상 전처리, SWRO 및 FO, 후처리)기술을 개발 중[17)]

금호건설은 고효율 역삼투법 해사담수화 공법(일반 역삼투법 해수담수화 공정을 전처리(MF) 최적화를 통해 회수율을 기존 30~40%에서 50~60%로 향상시킨 저에너지 고효율 해수담수화 기술)을 개발[18)]

비소를 포함한 음이온 중금속과 카드뮴, 납 등을 포함한 양이온 중금속을 동시에 흡착처리할 수 있는 기술을 국토부 및 환경부의 정부연구개발사업을 통해 개발

2011년 종료된 국토교통과학기술원의 창업사업화 지원사업 “토양 및 지하수 처리기술 개발”과제를 통해 ICZ(Iron Coated Zeolite)를 개발

(주) 다산컨설턴트는 차세대환경기술개발사업 등을 통해 중금속 흡착 기술을 개발하였으며, 국내 폐광산 정비 사업에 적용한 사례 존재

강변여과 기술은 국토부의 연구개발사업을 통해 대용량 간접취수 시공 기술 연구 진행 중

현재 국토교통부의 “수변지하수 활용 고도화” 연구를 통해 대용량 강변여과처리가 가능한 방사형 집수정 기술개발 연구가 진행 중임

(주) 팬아시아워터에서는 우물통 침설공법 개발 시 벤토나이트 물질 이용 공기 단축 및 오염물 방지 기술을 확보하였으나 현장 실증 검증은 이루어지지 않은 상황임

- 유지관리 부분에서도 수평 집수관에 유량계를 설치하여 양수효율이 떨어지는 수평집수관 우물 재개발 기술 확보

16) 포스코건설 홈페이지(2013. 4)
17) GS건설 홈페이지(2013. 4)
18) 금호건설 홈페이지(2013. 4)

2.1. 핵심과제: [아시아]저비용 상하수처리 시스템 건설기술

2.1.1 개요

가. 핵심과제 정의

수자원 공급이 안정적이지 못한 동남아시아 개발도상국가의 현지여건을 고려한 저비용 최적 상하수처리 및 공급시설 개발

국내 물기업 및 연구기관이 보유한 물기술을 기반으로 대상국가 현지여건을 고려한 현지 맞춤형 저비용 취수/정수/하수/관망시스템 구축기술 개발

- 현지 취득이 용이한 저비용 천연 여재, 응집제 발굴 및 상용화 기술
- 원수 탁도 변화가 큰 지역에서 저비용으로 안정적 수질 확보가 가능한 강변여과 등 투수층 개발과 원수 저장 기술의 취수건설기술
- 개발된 현지 여재를 처리공정에 최대한 활용하여 정수 및 하수처리 공정의 처리효율을 높이고 구조물을 단순화하여 건설비와 유지관리비를 저감하는 현지맞춤형 건설기술
- 처리과정 중 발생하는 슬러지는 폐기 여재와 함께 자연환원을 기반으로 하는 물 선순환 시스템 구축기술
- 지진·해일 등 지각변동에 의해 발생 가능한 관로시설의 파손 및 누수사고에 대비한 관로 통합/누수관리 시스템 현지화 건설기술

상기 기술의 실증 및 운영사업을 통해 동남아시아 국가 표준형 기술 확립

실증시설 구축 및 운영관리 기술의 경쟁력 확보와 사업수행 Protocol확립으로 대상국가와 주변국가에서의 물시장 거점 마련

후발 국내 물관련 전문기업의 해외진출시 Guider역할 수행과 실적확보에 의한 경쟁력 강화로 우리물 건설기술의 세계화 기반확보

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

중분류	소분류	개발대상 기술
맞춤형 취수기술	지표수 및 복류수 취수 기술	O
	강변여과수 기술	O
맞춤형 정수처리기술	정수 시스템 현지화 건설기술	O
	약품침전지 대체/강화 기술	O
맞춤형 하수처리기술	공정단순화 저비용 하수처리 시스템	O
	저에너지형 여재활용 공정개발	O
상하수도 관로 건설/관리기술	상하수도 관로설계 기술	O
	상하수도 관로시공 기술	O
	상하수도 관로 누수관리 시스템 구축	O

상세기획 참여자

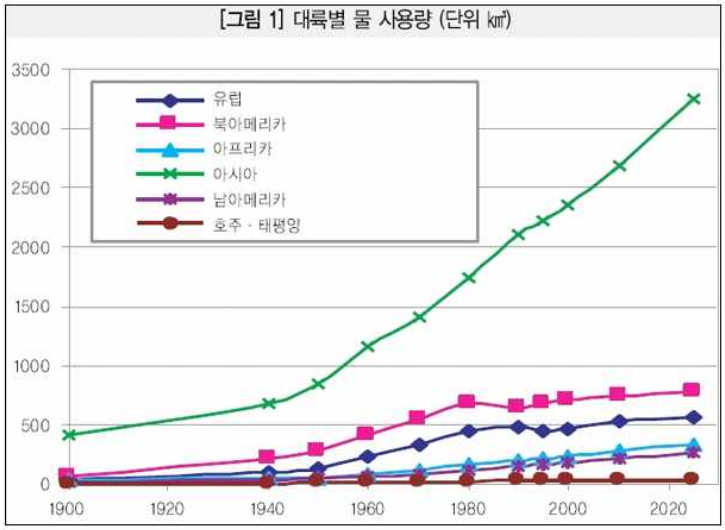
소속기관분류	성명	기관명	직위
산	조 용완	GCUS Engineering Studio	대표
	박 준규	(주)다산컨설턴트	전무
	김 태형	(주)팬아시아워터	차장
학	맹 승규	세종대 건설환경공학과	교수

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

아시아 물 문제 해결이 미래 물 시나리오 첫 번째 과제로 제기됨[19)]

전 세계 물 사용 증가량은 인구 증가 속도보다 빠르며, 특히 인구·농업생산량 증가가 빠르게 이루어지고 있는 아시아의 물문제를 고려한 해결책 필요



[그림 I-27] 대륙별 물 사용량

동남아시아 저소득 국가들은 국민복지를 위한 상하수도 공급에 대한 필요성은 인식하나, 예산확보 문제로 상하수도 시스템 구축 지연

현지 음용수질 및 하수처리수 방류수질 기준에 적합한 정수 및 하수처리가 가능하도록 개발 여재의 활용을 극대화한 공정 단순화, 저에너지 시스템 검토 및 자연에너지를 활용한 저비용 저에너지 시스템 등 경제적인 건설기술 요구

현지에서 저렴하고 쉽게 구할 수 있는 굴패각, 야자수 껍질 활성탄, 현지 모래 및 천연 제올라이트 등 여재 개발과 활용을 통하여 저비용 건설기술 개발 필요

- 국내의 멤브레인이나 인공 제올라이트 여재를 활용할 경우 정수 및 하수처리시설 건설비와 유지관리비의 부담으로 운영상 어려움이 예상됨

19) 대구 · 경북 제7차 세계물포럼 준비 대토론회, 파벨 카바트 (Pavel Kabat) IIASA(국제응용시스템 분석연구소) 소장의 '물 시나리오' 에 대해 기조연설

동남아시아 지역은 홍수와 가뭄에 의한 물재해가 반복적이고 대형화되는 추세로 집중형보다는 분산형 물순환 시스템 구축이 고려되어야 함

수원은 풍부하나 잦은 Squall 등에 의한 원수 탁도 변화가 큰 지역에서 안정적인 취수원 확보, 저장 및 정수기술 등 원수 특성에 맞는 방식 필요

- 하천 인근 지역은 지표수 취수 및 저수방법, 강변여과 방법 등 검토
- 하천에서 멀리 떨어진 지역에서는 대수층 조사 후 지하수 취수 방법도 고려

현지 수원 특성에 맞는 정수 처리방법 필요

- 원수 내 철, 망간 및 비소 등 중금속 함유 등을 대비한 정수처리 공법
- 현지 여재 개발과 연관해서 원수 내 특정물질의 최적 처리가 가능한 현지화 기술 고려

분산형 현지 맞춤형 하수처리시설 구축 기술 확보 필요

- 반복되는 홍수 및 가뭄 재해이후 발생하는 해충 및 수인성 전염병 등에 대한 근본적인 대책으로 하수 및 분뇨처리 필요
- 기후 및 지역 특성상 소규모 분산형으로 주거지역 주변 환경개선이 시급히 요구됨

동남아시아는 지진대 인근에 위치하여 지진으로 인한 관로 손상이 발생하는 지역으로, 내진성능을 갖춘 관로 시스템 구축 필요

기존에 부설되어 있는 관로의 경우 내진 설계가 되어 있지 않아, 관로의 손상으로 인한 물손실이 심각한 것으로 조사됨

관로의 내진성능을 향상시킬 경우 초기 건설비용은 다소 추가되나, 운영 및 유지관리 측면에서 누수 등 물손실로 인한 비용보다 적을 것으로 예상되며, 관로 손상 시 신속 대응 및 전반적인 관로 시설관리가 가능한 누수관리 시스템의 적용이 보다 경제적임

(2) 기술적 필요성

현지 맞춤형 물기술은 국내 상용화에 성공한 강소 물기업군의 해외진출 전략 사업으로 중소기업군의 운영기술 확립과 지속가능한 성공사업모델 확대 필요

Platform 구축사업으로 Channel형 중소 물기업 등의 해외진출 효과 극대화 실현

- 검증된 중소기업 물기술과 국가연구개발사업의 현지화 기술개발로 성공적 성과 도출 및 사업확대
- 해외사업 수행능력 배양 및 실적확보, 조정기관의 육성 등 경쟁력 강화

국가연구개발사업으로는 해외 현지화사업 기반의 최초 시범사업

- 지역 여건에 최적화를 위한 대상국 수준의 제조, 공급 및 처리, 관리시스템의 저비용, 저에너지형 시스템 구축
- 현지 전문가와 긴밀한 현지화 기술협조체제 구축
- 지질 및 측량분야, 소재 및 가격정보, 친 자연 여재, 응집제 발굴 및 관련 실험, 관련법규 및 인허가 전문가 등

정수 및 하수처리장 시설 구축 및 일부 기자재의 해외진출은 있었으나, 국내 우수 기술을 기반으로 해외 현지 니즈에 부합하는 연구개발사업 추진 사례는 전무

정수장 및 하수처리장은 토목, 환경, 건축, 기계, 전기 및 계장, 조경, 경관 등 복합 공종의 플랜트로서 ICT 융합사업이며, 각 분야에 전문투입인력이 요구되는 플랜트 사업임

관로누수관리 시스템 구축 또한 GIS시스템과 연계하고 항시 모니터링하는 시스템으로 정수장 및 하수처리장에 연관되고 관로 설계, 기자재조달, 시공 및 운영 등 각 사업단계별 전문인력이 필요한 복합공정임

(3) 기술개발 시급성

최근 국내 물산업 해외진출 기업의 평가는 흡족한 결과를 유발하지 못함

한국 기업의 가격경쟁력 악화 또는 적자 수주로 당해기업에 큰 부담을 주는 상황 전개

- 주요 원인으로 한국 물기업의 자체 브랜드 물 기술력이 없거나 인정되지 못하고 단순 물 관련 국제 건설입찰에 참여하는 형태로 사업 추진
- 전반적인 해외사업 수행 PM급 및 유경험 기술자 부족에 따른 적정 입찰 경쟁력 부족 및 수주 후 수행능력 확보에 어려움

중소 물기업의 현실은 자체적으로 해외진출이 가능한 업체는 매우 제한적인 상황

- 주택건설 또는 특정분야에 한해서 해외진출이 가능한 상황
- 물환경 중소기업체 대부분은 주로 KOICA 무상원조 사업 또는 수출입은행 발주의 주로 한국업체들간의 경쟁 체제하에서 해외진출이 시도되어 국제 물시장에서의 자체적인 해외진출 및 해외사업 수행은 실질적으로 매우 어려운 상황

강소 전문 물기업 해외진출 및 해외사업수행 기반구축 시급

중소 물기업은 각 분야별 제조, 건설 및 운영관리 기술력 및 경쟁력을 갖고 있으나 해외사업경험과 협력사업 방식의 사업수행 경험이 거의 전무

- 해외사업 수행시 Guider 및 조정자 역할기관 필요
- 해외사업 수행능력 강화를 위한 실질적 사업관리자 및 관련기술자의 조기양성

강소 전문 물기업 GROUP 해외진출 기반구축 기회로 활용

(4) 국고지원 적합성

지속가능한 물시장 확대를 위한 정부의 중장기 지원 정책 절대 필요

물부족 국가는 물안보 차원에서, 물기술 보유국은 신산업 육성차원에서 정부가 적극지원

- 일본은 2011년부터 민간투자제도(PEI)를 수정하여 상하수도시설의 민간운영과 민간기업의 육성 법적 근거 마련하였으며, 현재 해외 물시장 6% 점유
- 프랑스는 IOW(International Office for Water)를 설립하여, 개발 도상국의 경제 원조시 물기업 동반 진출을 지원
- 싱가포르는 2006년 'Hydrohub' 정책 수립, 2015년까지 17억 싱가포르 달러의 부가가치와 1만1천 명의 고용 창출을 목표로 함

해외유수 기업들과의 경쟁에서 생존하기 위해서는 정부의 강력한 지원 필요

- Pinsent Marsons(2010)자료에 의하면, 각국의 물산업 육성정책에 따라 1999년 70개 물기업이 2010년 164개로 2배 이상 확장세 보임
  - · 중국(41개), 미국(22개), 영국(17개), 말레이시아(11개) 및 이탈리아(8개)로 증가
  - · 중진국 24개, 개도국 65개 업체 보유, 브라질(7개)과 인도(6개) 물기업 보유

물산업은 대부분 정부 주도로 수행되는 사업

4개 대상국은 최근 홍수와 가뭄 등 발생빈도 증가 및 규모 확대 양상의 물재난이 매우 극심한 지역으로 당사국 정부의 적극적인 관리정책을 실시하나 재정상 어려움이 많은 실정임

개도국 및 중도국 수준의 대상국에서 필요로 하는 정수 및 하수처리는 기초적 단계로 수인성 전염병 예방, 적정수질의 정수량 확보 및 자연 정화기능을 넘지 않는 하수 처리 수준으로 파악

중소기업 역량강화에 기여하는 핵심과제로써, 국가 전략적 추진 필요성

취수, 정수 및 하수처리, 관로시설관리 등 물기술 보유 중소기업의 해외진출 역량과 의지가 충만한 기업의 선발

국가연구개발 지원의 현지화 기술확립 Guide Line 및 절차를 확립하고 사업추진 진도관리 및 평가에 의한 Risk 관리로 중소기업의 해외진출 경쟁력 강화 필요

최근 국내 대기업과 공공기관에서 추진해 온 물 산업 해외진출의 성과가 보여 주 듯 물 산업은 중장기적 관점에서 당해 물시장의 정서에 맞는 전략적 접근 방법을 현지 조력자와 개발 필요

다. 기술개발 목표

현지 맞춤형 상하수시스템 구축

현지화 정수시스템 구축(1일 3000톤/일)

- 수변지하수 개발 조사/취수 및 저장 설계기술 현지표준화
- 철/망간, 비소 등 원수 특성물질 지중처리 시설 최적설계 및 운영기술 개발
- 현지화 약품침전지 공법 및 건설기술 개발
- 원수 특성에 맞는 여재 및 건설기술 개발

현지화 하수처리장 건설(1일 3000톤/일)

- 공정 단순화 기술 개발
- 자연에너지 활용 및 저에너지 기술 개발
- 고농도 미생물 확보기술

현지화 상하수도 관로 건설(송/배수, 하수관로 각 4km 누수관리시스템 구축)

- 현지화 상수도 설계/시공기술 개발
- 현지화 하수도 설계/시공기술 개발
- 현지화 관로 누수관리시스템 구축 시공기술

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
맞춤형 정수처리기술	- 현지 취수공법 선정기술 - 현지 수원에 따른 정수처리 시스템 개발 (강변여과수/지하수 등)	▪ 약품침전지 대체/강화 기술
	- 낙후지역 고려 무동력(또는 저전력) 정수처리 시스템 개발 - 약품 침전지 대체/보강 기술	▪ 강변여과수 기술
	- 중금속 흡착여재 성능개선 기술 - 현지 여재 활용 기술	▪ 정수 시스템 현지화 건설기술
맞춤형 하수처리기술	- 공정 단순화 및 최적화 건설 기술 - 고농도 미생물 및 산소전달효율 증대 시공 기술	▪ 공정단순화 저비용 하수처리 시스템
	- 자연에너지 활용 기술 - 처리수 및 슬러지 재이용 기술	▪ 저에너지형 여재활용 공정개발
상하수도 관로 건설/관리기술	- 현지 지질조건 및 내진조건에 적합한 관자재 선정 기술	▪ 상하수도 관로설계 기술
	- 최적 매설과 건설 기술	▪ 상하수도 관로시공 기술
	- 내진 강화 누수 모니터링 계측 시스템 구축	▪ 상하수도관로 누수관리 시스템 구축

마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

중분류	소분류	구성기술
맞춤형 취수기술	지표수 및 복류수 취수 기술	▪ 정수 시스템 현지화 건설기술
	강변여과수 기술	▪ 강변여과수 기술
맞춤형 정수처리기술	정수 시스템 현지화 건설기술	▪ 정수 시스템 현지화 건설기술
	약품침전지 대체/강화 기술	▪ 약품침전지 대체/강화 기술
맞춤형 하수처리기술	공정단순화 저비용 하수처리 시스템	▪ 공정단순화 저비용 하수처리 시스템
	저에너지형 여재활용 공정개발	▪ 저에너지형 여재활용 공정개발
상하수도 관로 건설/관리기술	상하수도 관로설계 기술	▪ 상하수도 관로설계 기술
	상하수도 관로시공 기술	▪ 상하수도 관로시공 기술
	상하수도 관로 누수관리 시스템 구축	▪ 상하수도관로 누수관리 시스템 구축

2.1.2 기술 및 시장동향

가. 시장동향

아시아지역은 과거부터 세계적으로 물소비 비중이 가장 큰 지역으로, 그 비중은 점차 확대될 것으로 예상되며, 관련 투자 역시 활발[20)]

세계 물소비에서 아시아 지역이 차지하는 비중은 1980년 54.9%, 1995년 58.9%, 2025년에는 62.2%까지 증가

이와 같은 수요을 반영 2000년에서 2008년 사이 세계 개발도상국의 상하수도 민간 투자 가운데 동아시아, 태평양 지역의 비중이 50.7%에 달함

인도네시아, 태국, 베트남, 말레이시아, 필리핀 등 동남아시아 국가의 경우 향후 도시화로 인한 수자원 공급문제 발생 예상

인도네시아, 태국, 베트남, 말레이시아, 필리핀은 하수도 보급률이 낮아 투자잠재력이 높으며, 민영화를 통한 투자 유치가 진행되어 시장진출 기회의 확대가 예상됨[21)]

- 베트남은 2020년까지 도시/농촌에 상하수도 공급 및 배수발전 계획 수립 추진
- 인도 갠지스, 타밀나두 등에 20억불 규모 상하수도 개발 추진
- 인도네시아는 상하수도 보급률을 (20%(2010) → 60%(2015)) 높이기 위해 2억불 사업 추진

[표 I-21] 동남아시아 국가 상하수도 시장 규모 전망

(단위 : 백만 달러)

구분	소재공급 건설 컨설팅 설계		운영 관리 서비스		합계	
	2007년	2025년	2007년	2025년	2007년	2025년
인도네시아	301	1,035	390	738	690	1,832
태국	128	418	233	491	361	907
베트남	88	402	85	159	173	561
말레이시아	336	1,178	895	1,337	1,230	2,516
필리핀	193	697	244	448	437	1,145
합계	1,046	3,730	1,847	3,173	2,891	6,961

20) 현대경제연구원, 아시아 물시장 전망과 시사점, VIP REPORT, 제437호 2010.03. 23.
21) GWI, Global Water Market 2008

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

(가) 국내 기술개발동향

우리나라는 10대 핵심소재(WPM) 가운데 다기능성 고분자막 소재를 선정하고 2010~2018년 동안 7,315억원 투자 계획 중

수처리용 막은 한국화학연구원과 기업체에서는 효성, 삼원엔지니어링, 웰크론 등이 참여하여 개발하고 있으며 2018년까지 세계시장 점유율 30%를 목표로 함

국내 원천기술로 개발된 국내 최대의 아리수정수센터의 PVDF 분리막/모듈 및 이를 응용한 고도정수처리 시스템이 2011년 4월 본격 가동되는 등 현재 6곳인 첨단 분리막 정수장을 2018년까지 200개 정도로 늘릴 계획임

동 사업을 통해 지속적으로 소모되는 응집제를 대신하여 응집제 활용 시보다 수질은 떨어지나, 현지 요구 수질을 달성할 수 있는 저비용화 기술 개발 추진

불순물 처리를 위해 기존에는 약품 침전기술을 활용하여 불순물을 침전시키는 과정을 거침

동 사업에서는 응집제 투입없이 경사판, 유출트라프의 위치 및 구조를 변경하여 침전효율을 증대시킬 수 있는 정수처리 기술 개발

응집제를 대체하여 현지에서 쉽게 구할 수 있는 여재를 활용하여 침전효율을 강화하는 기술 개발

국토교통부의 '수변지하수 활용 고도화 연구단'을 통해 수변지하수 취수 효율을 높일 수 있는 기술개발을 추진 중이며, 관련 성과를 활용하여 현지에 적용할 수 있는 기술 개발추진

'수변지하수 활용 고도화 연구단' 연구는 기존 국내 수평정호 기술수준을 향상시키는 것을 목적으로 함

- 현재 : 수평정호 단위길이당 30톤/일/m -> 기술개발 후 : 수평정호 단위길이당 66톤/일/m

대상 국가의 수질 및 지형조건이 국내와 상이하기 때문에, 국내 개발기술의 현지 적용성 검토 및 현지에 최적화된 수변지하수 취수 기술개발 필요

- 2,000톤 규모의 수자원 공급을 위한 강변여과 시설물 최적 시공기술 개발
- 특히 동남아시아 국가의 지질은 비소 등 중금속 성분이 높아 강변 여과수에 독성물질 함량이 높으므로, 독성물질을 제거할 수 있는 별도의 정수처리 과정이 필요

국토교통부 및 환경부의 국가연구개발사업을 통해 비소 등 중금속을 처리할 수 있는 기술개발이 수행되었으며, 관련 성과를 고도화하여 현지에 최적화할 수 있는 기술개발 추진

국토교통부 연구개발 사업을 통해 비소, 납, 구리, 카드뮴, 아연 등의 중금속을 흡착할 수 있는 ICZ(Iron Coated Zeolite)개발

- ICZ의 비소 최대 흡착량은 600mg/kg Absorbent 수준임

동남아시아 국가는 국내보다 비소함량이 매우 높아, 기존 제품 성능을 향상시킬 필요가 있음

- 현재 ICZ을 기반으로 Alum Sludge(7,680mg/kg Absorbent)가 개발 중에 있으나, 현재 상용화 단계에는 이르지 못함
- 동 사업을 통해 동남아시아 지역에 분포되어 있는 독성이 강한 3가 비소 처리가 가능한 기술개발 필요

하수처리 공정을 간소화하여, 국내 하수처리 공정보다 수질은 떨어지나, 현지 요구 수질을 달성할 수 있는 저비용화 기술을 개발

국내 하수처리는 유입하수관로 -> 유입수 -> 균등조 -> 최초 침전지 -> 혐기조 -> 무산소조 -> 호기조 -> 최종 침전지 -> 소독조 등의 과정을 거쳐 이루어짐

최초침전지 및 최종 침전지, 소독조 공정을 생략하여, 관련 시설 구축 비용 및 처리 및 유지관리비용 절감하는 하수처리 공정기술 개발 및 현지 적용 검토

하수처리 공정 상 현지 여재를 활용하여 침전지 공정을 생략하면서도, 침전효율을 높이고, 고농도 미생물을 활용한 하수처리 공정 검토

환경부 및 산업통상자원부, 중소기업청 국가 연구개발사업을 통해 다양한 여재 개발 및 수처리 공정 연구가 수행됨

- 환경부 : 가변적 처리용량을 고려한 농촌 단위형 연속식 전해/세라믹 분리막 하폐수 처리 시스템 개발
- 산업통상자원부 : 기능성 활성탄 적층 여과제 제조 및 공정 기술 개발, 입체 공극구조를 갖는 고속 대용량 여과용 Pallet형 수처리 섬유 여재개발
- 중소기업청 : 친환경성 기능성물질을 이용한 광범위 고효율 소독제의 개발, 수처리용 고기능성 알루미늄계 응집제 개발 및 상용화, 활성탄 자동 재생 오폐수 처리 시스템 개발

대상국가의 경제력을 고려한 비용이 저렴한 누수관리 시스템 기술개발 추진

국토교통부에서는 노후화된 상수도관망의 정비 및 개량을 위해 관망 로봇 및 GIS, RFID 등 첨단 RT/IT기술을 활용한 고도화된 누수관리 시스템 기술 개발 수행

2,000톤/일 규모의 상수공급을 고려한 상수관로에 최적화된 누수관리 시스템 기술 개발 추진

- 상수관에 저가의 센서케이블을 구축하고 파장분석을 통한 누수감지 기술개발
- GIS 및 GPS측량 정보 활용 누수지점을 파악하고 신속하게 보수할 수 있는 누수관리 시스템 기술개발

[표 I-22] 유사 국가연구개발사업 검토(저비용 상하수처리 시스템 건설기술)

부처명	사업명	과제명	기술개발목표	산출물	개발대상 기술과 차이점
국토 교통부	- 건설기술 혁신사업	- 누수저감 최적운영 시스템의 실용화 및 현장적용성 기술 개발	- 누수저감 최적운영 시스템의 현장적용 사업 확대 및 성능향상	- 상수도 관망 GIS 구축 - RFID 이용 상수도 맨홀 정보화 시스템고려 - 누수방지 및 저감기술 지원센터의 운용 및 기술보급	- 대상국가 경제적 조건이 고려되지 않은 고도화 기술
국토 교통부	- 건설기술 혁신사업	- 관망 진단시스템의 시범사업 및 상용화 기술 개발	- 누수관리, 상수도 관망의 정비 및 개량 계획 프로그램 구축	- 목적맞춤형 유수율 제고사업시스템 구축 - 상수도관망의 정비 및 개량 계획 프로그램 - Multiplex Pipe Diagnosis Robot	- 대상국가 경제적 조건이 고려되지 않은 고도화 기술

국토 교통부	- 물관리연구사업	- 수변지하수 활용 고도화 연구단	- 국가 지하수자원의 활용 고도화를 통한 건전한 물순환 구축	- 대용량 강변여과 시설 시스템 구축	- 대상국가 수질 및 지질 조건 적용성 여부 미검토
국토 교통부	- R&D 정책인프라사업	- 중금속으로 오염된 토양 및 지하수 처리기술 개발	- 여재의 선택적 코팅 방법 도출 - 여재를 이용한 분야의 사업화 준비	- ICZ	- 비소를 포함한 양이온중금속 처리 가능
환경부	- 폐광산 주변 지역 복원/관리기술	- 폐광산 지역 지하수 및 하천의 비소오염 복원/처리 시스템 개발	- 비소 처리를 위한 경제적 방법 개발 - 폐광산 적용 기술 도출	- ICS, MCS	- 비소처리에만 국한됨
환경부	- 미래유망 녹색환경기술 산업화촉진사업	- 가변적 처리용량을 고려한 농촌 단위형 연속식 전해/세라믹 분리막 하폐수 처리 시스템 개발	- 가변적 처리용량 단위형 연속식 분리막 하폐수 처리시스템 개발	- 연속식 전해 하폐수처리 장치 개발 및 제작 - 멤브레인 융합 침전설비 개발 및 제작 - 시스템내 중간 폭기조 개발 및 제작 - 맥동가압식 세라믹 분리막 개발 및 제작	- 현지 수처리시설 시스템 시공 시 적용성 검토 - 대상국가 요구 수질 적용성 여부 미검토
환경부	- 차세대핵심환경기술개발	- 저에너지형 소규모 광전기소독 정수시스템 개발	- 시스템별 운영상 문제점,경제성 및 해결방안 도출	- 실규모 일체형 간이정수처리시스템의 구축 및 검증 - 공정감시 및 자동제어 기술개발	- 정수처리 용량이 50톤/일 규모로 개발대상기술(2,000톤/일)과 차이
산업 통상 자원부	- 투자연계형 부품소재기술개발사업	- 기능성 활성탄 적층 여과제(Activated Carbon Block) 제조 및 공정 기술 개발	- 연속적이고 효율적인 압출 방식으로 대체하고 공정의 최적화를 이루어 블록 활성탄의 가격인하	- 바인더개발 및 압출공정 기술 개발 - 활성탄 개질및 촉매제 개발 - 카본블록 적용용 ACF 개발	- 현지 여재기술 개발 시 관련 기술 적용 여부 검토 - 대상국가 수질 적용성 여부 미검토
산업 통상 자원부	- 한국생산기술연구원	- 입체 공극구조를 갖는 고속 대용량 여과용 Pallet형 수처리 섬유 여재개발	- 복합방사에 의한 이성분 복합섬유 제조 기술 개발	- 부상형 및 침전형 섬유 여재 부직포 제조기술	- 소규모 처리 - 메디아 + 생물막
중소 기업청	- 중소기업기술개발사업	- 친환경성 기능성물질을 이용한 광범위 고효율 소독제의 개발	- 친환경, 무독, 무자극성의 새로운 살균 소독제를 개발하고 이를 제품화	- 낮은 농도에서 강력한 살균력, - 자극성 냄새없고, 세정이 필요 없는 낮은 부식력 소독제	- 소독제품 개발에 국한
중소 기업청	- 창업성장기술개발사업	- 수처리용 고기능성 알루미늄계 응집제 개발 및 상용화	- 저장안정성의 향상 및 실제 공정 적용	- 저렴하고 안전한 고기능성 응집제 개발	- 현지 여재기술 개발 시 관련 기술 적용 여부 검토 - 대상국가 수질 적용성 여부 미검토
중소 기업청	- 중소기업이전기술개발사업	- 활성탄 자동 재생 오폐수 처리 시스템 개발	- 활성탄 자동 오·폐수 처리 시스템 개발 및 상용화	- 전체 시스템의 공정 및 설계도면 제작 - 열재생시스템 구조 설계 및 개발 - 전처리시스템 구조 설계 및 개발 - 국내 활성탄 가공처리기술개발	- 현지 여재기술 개발 시 관련 기술 적용 여부 검토 - 대상국가 수질 적용성 여부 미검토

(나) 국외 기술개발동향

최근의 수처리 공정은 기존 화학처리나 증류 방식에서 막분리 방식으로 대체[22)]

수처리막은 산업용수, 상하수, 담수, 초순수, 배수 시설 제조 및 처리 등 대상 시장이 넓음

성장률 측면에서 고성능막 수요 증가에 따라 50%비중을 차지하던 MF막 비중은 점차 감소하는 반면 UF막과 RO막은 증가 추세임

분리막 성능은 제올라이트 막에 의한 유기수용액 탈수나 세라믹막에 의한 정수처리 등과 같이 재료가 큰 비중을 차지하므로 막재료 연구에 대한 많은 투자가 예상

- 특히 PA계 하이브리드에 의한 RO막 및 PS나 PVDF와의 하이브리드화에 의한 MF/UF막이 주목받고 있음

미국, 일본 등에서는 고효율, 에너지 절약을 위한 연구 활발

기존 열에 의한 분리공정을 더 효율적인 기술로 대체하기 위한 연구 진행

제올라이트 분리막은 고도의 기술로 주목받고 있음[23)]

- 화학적 안정성 증가와 분자크기 범위의 기공이 정확한 결정성 물질인 제올라이트 분리막은 기공의 분자인식을 기반으로 탈수나 용매 분리 등 고도의 선택적 분리 가능
- Miyake에서는 제올라이트 막화, 촉매이용, 석회석의 제올라이트화에 대한 연구 수행
- 국내에도 상당량 매장되어 있는 천연 제올라이트는 비료 또는 토양개량제로 사용되고 있음
- 수처리 및 폐수처리 분야 등의 환경 문제와 관련된 천연 제올라이트 응용은 아직 기초적인 이온교환 연구가 진행

22) KISTI 미리안 2011-05-21
23) 한국과학기술정보연구원 전문연구위원 김용환

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

용수이용 분야 최고 기술국은 미국이며, 한국의 상하수도 관망 및 관로설계/시공/유지보수, 상하수 처리 등 기술분야의 기술수준은 약 70%수준으로 다소 낮은편임[24)]

수자원 용수이용 분야 중 상하수도관망 및 관로설계/시공 유지보수, 상하수처리의 기술수준은 비교적 높은 편으로 기술개발을 통해 선진국 수준에 도달 가능

- 용수이용 분야 기술수준은 72.5%임에 반해, 상하수 과도 관망 및 관로설계/시공/유지보수 분야는 73.5%, 상하수처리는 78.9%인 것으로 조사됨

상하수처리 및 관로 기술 관련 인력과 장비 구축은 비교적 우수한 편임

국내 수자원공사를 중심으로, 상하수처리 및 관로 기술 연구가 활발하게 수행되고 있으며, 관련 연구인력 및 장비도 풍부한 편임

- 국토교통부 및 환경부 등을 통해 상하수처리 및 관로 기술 관련 연구개발사업이 다수 수행되고 있으며, 중소기업에서 관련 요소기술 및 연구인력 보유

- 한국건설기술연구원은 수자원환경 관련 연구인력 및 관련 실험시설 보유

중분류	소분류	국내 기술 수준 (%)	기술성숙도(TRL)		인프라 수준		
			국내	해외	상	중	하
맞춤형 취수기술	지표수 및 복류수 취수 기술	73	7	8	o		
	강변여과수 기술	73	8	9	o		
맞춤형 정수처리기술	정수 시스템 현지화 건설기술	79	7	8	o		
	약품침전지 대체/강화 기술	79	8	9	o		
맞춤형 하수처리기술	공정단순화 저비용 하수처리 시스템	79	7	8	o		
	저에너지형 여재활용 공정개발	79	7	8	o		
상하수도 관로 건설/관리기술	상하수도 관로설계 기술	74	8	9	o		
	상하수도 관로시공 기술	74	8	9	o		
	상하수도 관로 누수관리 시스템 구축	74	7	9	o		

24) 2013 국토교통 기술수준조사 보고서, 국토교통부, 2013. 6.

(3) 특허 및 논문동향

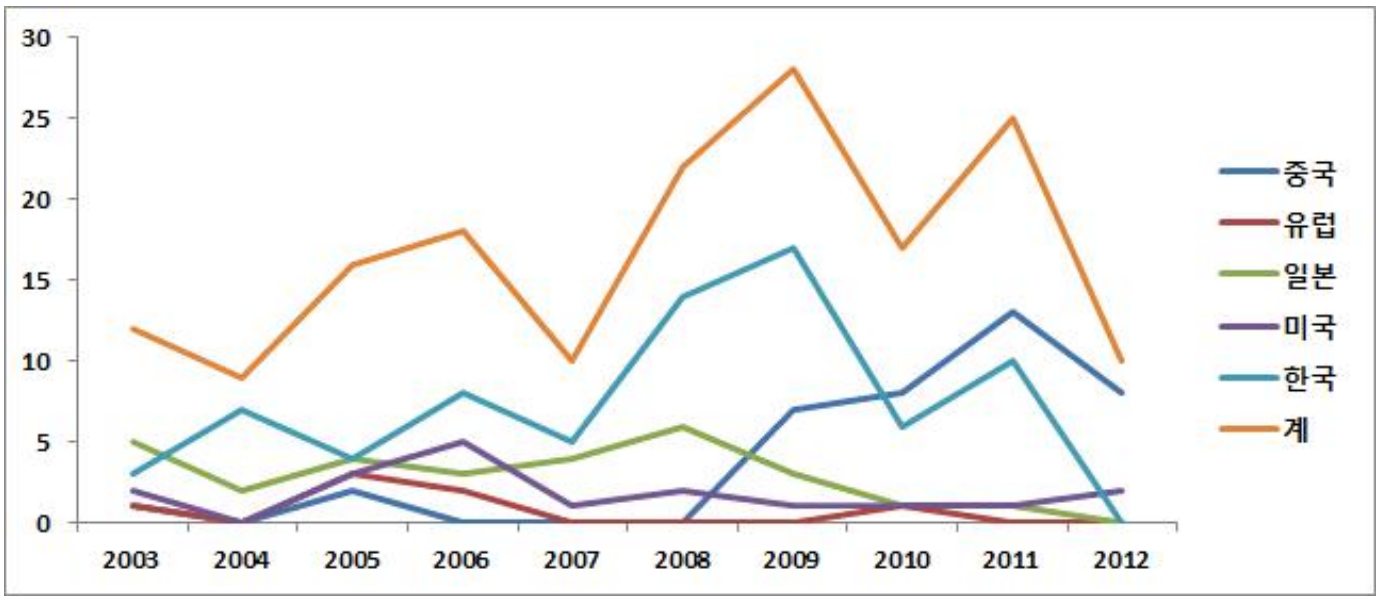
연도별 특허 출원 현황(출원 특허청 기준[25])

저비용 상하수처리 시스템 건설기술 분야의 특허는 2007년 감소한 이후 증가하여 2009년 가장 활발하게 특허 출원이 이루어지고 있음

※ 2011년 이후 출원 건수가 감소하는 것은 특허제도상 특허관련 정보가 특허출원 후 18개월이 경과된 후에 공개되어 이 기간동안 미공개 특허가 존재하기 때문임

우리나라는 2009년까지 관련 특허 출원을 주도하였으며, 2010년 이후에는 중국이 관련 특허 출원을 주도하고 있음

- 중국은 2008년이후 특허출원이 지속적으로 증가하고 있음
- 일본은 2008년까지는 관련 특허를 평균적으로 3건 이상 출원하였으나, 2008년을 정점으로 특허출원이 하락세에 있음



[그림 I-28] 연도별 특허출원 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술)

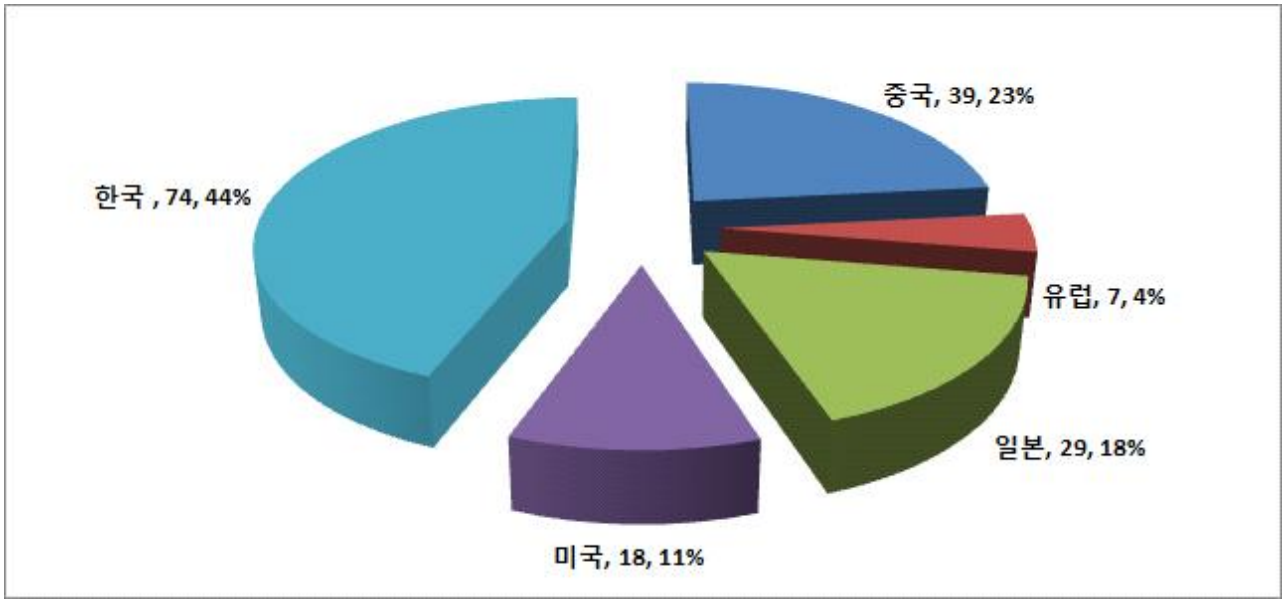
25) 특허가 출원된 특허청을 기준으로 함. 예를들어 일본에서 개발된 특허가 일본특허청과 미국특허청에 출원됐다면 일본 출원과 미국출원에 각각 특허건수가 합산됨

국가별 특허 출원 현황

저비용 상하수처리 시스템 건설기술 분야의 특허 출원은 우리나라에서 가장 활발함

- 우리나라는 전체 특허의 44%인 74건의 특허에 우선권을 가지고 있음

우리나라 다음으로는 중국, 일본, 미국 순으로 특허를 많이 출원하고 있음



[그림 I-29] 국가별 특허출원 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술)

주요 특허 출원인 현황

저비용 상하수처리 시스템 건설기술 분야에서는 우리나라의 범한엔지니어링이 9건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있음

- 한국수자원공사(5건), 성신엔지니어링(4건), 워터러브(3건) 등에서도 많은 특허를 보유

유럽의 Unilever N.V.와 Unilever PLC, 미국의 Headwaters Research & Development, Inc 에서는 3건의 특허를 보유하고 있음

이어, 중국의 China First Metallurgical Construction Co., Ltd., 일본의 TORAY IND INC, TOSHIBA CORP 등에서 2건의 특허를 보유하고 있음

[표 I-23] 주요 특허 출원인 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술)

순위	미국		일본		중국		유럽		대한민국	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	Headwaters Research & Development, Inc	3	TORAY IND INC	2	China First Metallurgical Construction Co., Ltd.	2	Unilever N.V.; Unilever PLC	3	범한엔지니어링	9
2	FKA DISTRIBUTING CO. D/B/A HOMEDICS, INC.	1	TOSHIBA CORP	2	Wang Fang	2	SKAGIT FARMERS SUPPLY	2	한국수자원공사	5
3	Haudenschild; Chris	1	OTIS:KK	2	Gansu Golden Bridge Water Supply & Drainage Design and Engineering (Group) Co., Ltd.	1	C.A.C. ENGINEERING CONSTRUCTION SDN BHD	1	성신엔지니어링	4
4	MS Filter Inc.	1	LONSEAL CORP	2	Kunshan Shengguang New Energy Technology Co., Ltd.	1	GTH WATER SYSTEMS, INC.	1	워터러브	3
5	Skagit Farmers Supply	1	SEKISUI CHEM CO LTD	1	Center for Hydrogeology and Environmental Geology, CGS	1	-	-	영남대학교	2

특허출원 주요내용

최근에는 내진설계 관로, 생물막 여과 관련 기술분야의 특허 출원·등록이 활발하게 이루어지고 있음

등록번호	KR1077284B1	등록일	2011.06.03
출원인	한국종합기술	출원번호	KR20110054188A
발명자	이지원, 박병재, 권재종	출원일	2011.06.03
특허명칭	내진 구조가 구비된 맨홀과 하수관의 연결 구조{CONNECTING STRUCTURE OF MANHOLE EQUIPPED WITH QUAKEPROOF STRUCTURE AND SEWAGE PIPE}		
특허내용	본 발명은 내진 구조가 구비된 맨홀과 하수관의 연결구조에 관한 것으로, 하수관이 연결되는 집수정의 양측면에 형성된 입수홀과 배수홀에 각각 완충대를 설치 구성하고, 그 완충대와 하수관의 사이에 고정관을 결합함으로서, 상기 완충대에 의해 내진에 의해 집수정 및 하수관이 파손되는 것을 방지할 수 있으며 또한, 집수정와 하수관에 비틀림방지 부재를 설치 구성하여 상기 비틀림방지 부재로 인하여 좌우로 진동이 발생되는 지진에 의해 집수정 및 하수관이 파손되는 것을 최대한으로 방지할 수 있도록 한 내진 구조가 구비된 맨홀과 하수관의 연결구조에 관한 것이다.		

등록번호		등록일	
출원인	권순일	출원번호	KR20110035757A
발명자	권순일	출원일	2011.04.18
특허명칭	내진보강구조를 갖는 플렉시블형 관 연결구{Joint of pipe with earthquake-resistant forced constitution}		
특허내용	본 발명은 내진보강구조를 갖는 플렉시블형 관 연결구에 관한 것이다. 이에 본 발명의 기술적 요지는 기체 또는 액체 등의 유체를 이송하기 위한 가스관, 하수관, 송유관, 정유관 등의 다양한 연결관들을 서로 연결하도록 하는 관 연결구 즉, 조인트에 관한 것으로 재질은 고압, 고온용의 합성수지 또는 고무재로 형성되는 플렉시블관 형태의 내측에 금속 또는 섬유재로 이루어진 메쉬망을 내입하여 사출 성형하도록 하고, 양측 단부에는 체결구에 의해 다양한 연결관들과 조립되도록 하는 플렌지를 각각 형성하여 지진 발생 시 연결관들의 뒤틀림, 진동, 피로파괴 등으로부터 조인트된 연결부위가 파손되지 않고 이음 상태를 계속 유지할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다. 이때, 본 발명의 관 연결구는 다른 실시예로서, 플렉시블관의 내부 통로에 유체의 원활한 흐름을 보장하되, 지진 발생 시에는 횡방향(길이방향) 신장에 따른 주름의 펼쳐짐, 뒤틀림 작용 시 절개홈으로 하여금 용이하게 찢어지도록 하는 마감면이 형성되도록 하여 평상시 유속의 흐름은 일반관처럼 원활하게 유도하되, 지진 시에는 플렉시블관의 다방향 신축, 변형에 능동적으로 대처할 수 있도록 한 것을 특징으로 한다. 또한, 본 발명은 이음되는 연결관의 직경 크기, 현장 특성 및 설계값에 따라 내장된 메쉬망을 포함한 플렉시블관의 직경 등의 설계 변형이 용이하도록 함은 물론 상기 플렉시블관의 외주면에는 1차 외피 보호를 위해 별도의 보호커버가 더 부설되어 관 연결구가 외부로부터 노출되는 것을 미연에 방지할 수 있도록 하는 특징이 있다.		

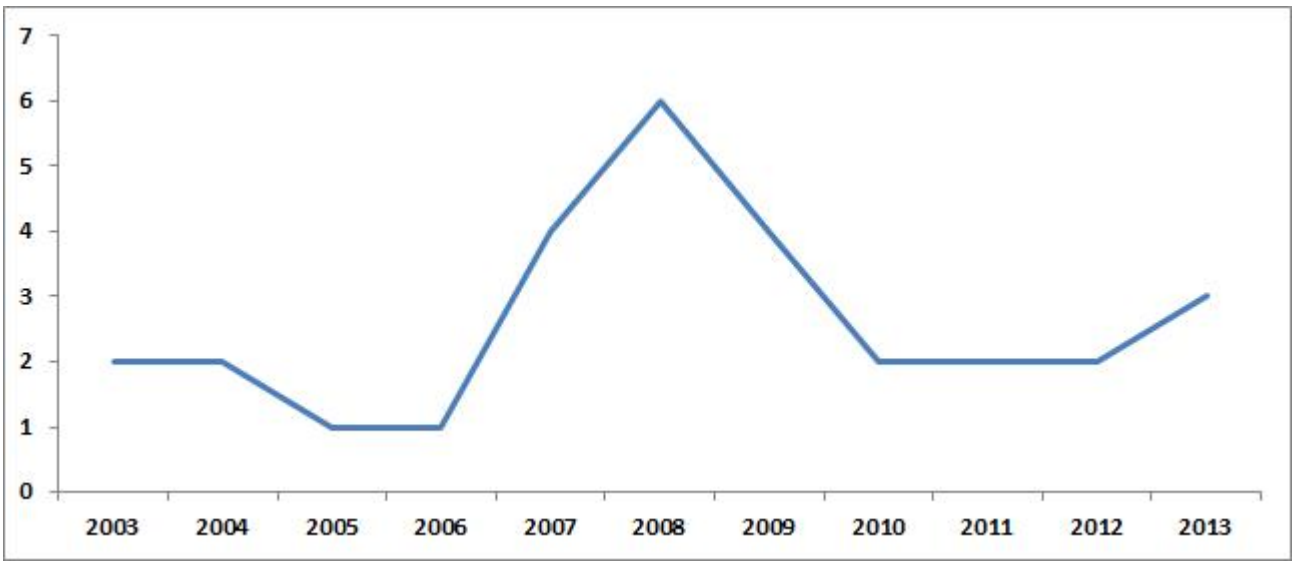
등록번호		등록일	
출원인	주식회사 대상엔지니어링; 동아대학교 산학협력단	출원번호	KR20110062525A
발명자	강종현, 강용태, 송근관, 박경덕, 장성부	출원일	2011.06.27
특허명칭	2단 생물막 여과조를 이용한 고도정수처리장치{Advanced drinking water treatment using two stage biofilter}		
특허내용	본 발명은 제1 생물막 여과조 및 제2 생물막 여과조로 이루어진 2단 생물막 여과조를 이용한 고도정수처리장치에 관한 것으로, 컴팩트한 고도정수처리장치로서, 응집·침전, 오존처리, 활성탄처리 등의 공정을 실시하지 않고서도 상수원수 중의 암모니아성 질소나 유기오염물질의 제거 효과가 탁월하고, 특히 오존처리를 하지 않음에 따라 발암물질인 트리할로메탄(THM)이 생성되지 않는 장점이 있다. 그리고 본 발명은 본 발명에 따른 생물막 여과공정만의 대체로 기존의 정수처리시스템의 개선이 가능하며, 응집·침전, 모래여과, 오존 및 입상활성탄 공정의 생략 또는 축소로 정수장 설치 소요면적이 작게 소요되므로 건설비 및 시설유지비의 절감효과가 있으며, 또한 2단 생물막 여과조를 사용함에 따라 생물막 여과조의 역세척 주기가 길어져서 동력비용이 절감되고, 응집·침전 공정이 생략되어 슬러지 발생량이 줄어 슬러지의 처리비용이 절감되어 운전비용이 절감되는 효과가 있으므로 정수처리에 널리 적용할 수 있을 것으로 기대된다.		

등록번호	KR0994259B1	등록일	2010.11.08
출원인	주식회사 한미엔텍	출원번호	KR20100044626A
발명자	정관호	출원일	2010.05.12
특허명칭	생물막 여과기를 이용한 고도 수처리 장치{SEWAGE TREATMENT APPARATUS USING BIO-FILM FILTER}		
특허내용	본 발명은 생물막 여과기를 이용한 고도 수처리 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 유입부와, 상기 유입부에 의하여 공급되는 유입수를 여재와 접촉시켜 생물학적 처리 및 물리적 여과과정에 의하여 정수 처리시키기 위한 생물막여과수단과, 상기 생물막여과수단에 산화공기를 공급하기 위한 에어레이션(aeration)과, 상기 생물막여과수단에 의하여 정수된 처리수를 유출시키기 위한 처리수배출부를 포함하여 이루어져, 하수나 오폐수 등의 오염수를 정수하기 위해 다공성 및 미세공을 갖는 여재를 도입하여 미생물 부착 성능을 향상시켜 여재에서 미생물의 유실을 방지하고, 아울러 여재에 부착된 다량의 미생물에 의하여 생물학적 유기물 및 질소 제거와, 물리, 화학적 부유물질 및 인 등의 제거 효율을 높여 줌으로써 여재의 단기 체류에도 불구하고 최대의 처리 효율을 얻을 수 있어 경제적이면서도 신뢰성을 확보할 수 있는 생물막 여과기를 이용한 고도 수처리 장치를 제안하고자 한다.		

연도별 논문 게재 현황

저비용 상하수처리 시스템 건설기술 분야의 논문은 2006년 이후 증가하여 2008년 정점에 도달한 후 매년 감소하였으며, 2013년 다시 증가하는 것으로 조사됨

- 2008년 발간된 논문 수는 6건임

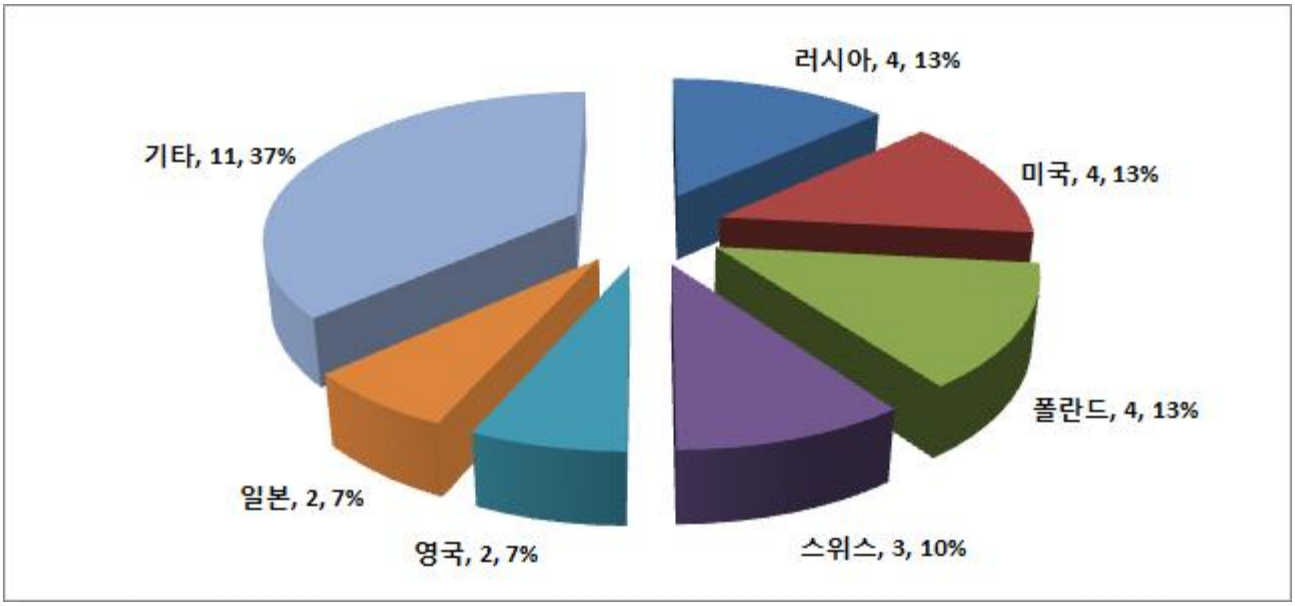


[그림 I-30] 연도별 논문게재 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술)

국가별 논문 게재 현황

저비용 상하수처리 시스템 건설기술 분야의 논문 게재는 러시아, 미국, 폴란드에서 가장 활발하며, 스위스, 영국에서도 다수 게재되고 있음

- 러시아, 폴란드 등 동유럽 국가에서 8건을 비롯하여 유럽국가에서 전체 과반에 가까운 수가 게재됨



[그림 I-31] 국가별 논문게재 현황(저비용 상하수처리 시스템 건설기술)

논문 게재 주요내용

최근에는 관로 누수, 저비용 여재, 지하수취수 관련 기술분야의 논문게재가 활발하게 이루어지고 있음

저자	Guo, S, Zhang, TQ, Shao, WY, Zhu, DZ, Duan, YY	게재일	2013.05.01
기관	Zhejiang University		
논문명	Two-dimensional pipe leakage through a line crack in water distribution systems		
논문내용	In water distribution systems, water leakage from cracked water pipes is a major concern for water providers. Generally, the relationship between the leakage rate and the water pressure can be modeled by a power function developed from the orifice equation. This paper presents an approximate solution for the computation of the steady-state leakage rate through a longitudinal line crack of a water distribution pipe considering the surrounding soil properties. The derived solution agrees well with results of numerical simulations. Compared with the traditional models, the new solution allows assessment of all the parameters that related with leakage including the pressure head inside the pipe, hydraulic conductivity, crack size and its position, and pipe size and its depth.		

저자	Bohringer, B, Gonzalez, OG, Eckle, I, Muller, M, Giebelhausen, JM, Schrage, C, Fichtner, S	게재일	2011.01.01
기관	Blucher GmbH		
논문명	Polymer-based Spherical Activated Carbons-From Adsorptive Properties to Filter Performance		
논문내용	Polymer-based spherical activated carbon (PBSAC), produced by means of carbonization and subsequent activation of a polymeric precursor in a batch process represent adsorbents with adjustable pore size distribution and adsorption characteristics. This flexibility results from batch operation and from the possibility to combine different activation media, therefore controlling the mechanisms of pore generation. The geometry and the mechanical properties of PBSAC allow for structuring of filter media e.g., for adsorbent enlargement or fixation. Other intrinsic product properties such as roundness, high crush strength and high abrasion resistance of PBSAC offer advantages in various adsorption applications.		

저자	Borevskii, BV, Kozak, NS, Chernyak, AG	게재일	2012.11.01
기관	Hydrogeol & Geoecol Co CJSC HYDEC		
논문명	The enhancement of dependable water supply to Vladivostok City by using groundwater in dry period with forced water withdrawal		
논문내용	The forced regime of groundwater development is an efficient method of enhancing the reliability of water supply to cities, where it is based on the joint use of surface water and groundwater and suffers from their deficiency in dry years that occur with certain probability. To solve the problem of water supply to Vladivostok, it is planned to use groundwater of the Razdol'ninskii Area of the Pushkinskoe Groundwater Deposit. The possibility to cover water deficiency by changing the operation regime of water intake is proved. The total reserves explored in 1983 are 124.5 thous. m(3)/day. Mathematical modeling was used to substantiate the possibility of the use of periodic forced regime of water intake operation with the capacity of 250 thous. m(3)/day with its subsequent decrease to 60 thous. m(3)/day.		

2.1.3 사업내용

가. 연구개발목표

맞춤형 정수처리 건설기술 개발

현지 여재 활용 약품침전지 대체 및 보강을 통한 저비용 정수처리 기술 개발

- 현지에서 구입이 용이한 응집제 대체 재료활용 및 여과기능을 추가한 기술개발
- 경사판, 유출트라프 위치 및 침전지 구조검토 등을 통한 침전효율증대 기술개발

현지에 최적화된 취수기술 선정 및 시공 기술 개발

- 주변에 풍부한 양질의 수원이 있고 대수층이 발달해 있는 경우에 적용 가능한 공법 개발
- 여과기능 또는 소독기능 정도만 추가하여 공급하는 정수시스템 개발

현지특성을 고려한 저에너지형 정수처리 기술 개발

- 원수 특성에 맞는 유입수 저류 및 침전, 현지 여재개발을 통한 저에너지형 정수처리 개발
- 현지 소독제 대용 재료 등 개발에 의한 저렴한 원가 상수도 시스템 개발

맞춤형 하수처리 건설기술 개발

현지 맞춤형 단순화를 통한 저비용 하수처리 기술 개발

- 처리공정 단순화를 통한 근본적인 에너지 저감형의 저개발국가에 맞는 Simple한 기술개발

저에너지형 선순환 물처리 공정 현지화 기술 개발

질소인 동시 제거하는 생물학공법 기반의 에너지 저감형 맞춤형 하수처리기술의 개발

발생슬러지와 폐여재의 농지환원 및 토지개량 등 물 선순환 효과가 큰 현지 맞춤형 시스템 개발

상하수도 관로 건설 및 시설관리기술 개발

내진실증플랜트 건설을 위한 현지 표준화 설계 및 시공기술 정립

압송관로 대상의 누수관리 시스템 구축기술 정립

성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계 (2014)	2단계 (2015)	3단계 (2016)
약품침전지 대체/강화 기술	70%	• CH2M HILL /미국 • URS Corp./미국 • Veolia Environnement S.A/미국 • Bechtel Corp/미국 • BTetra Tech Inc./미국	• 약품침전지 대체기술개발 • 약품침전지 강화기술개발	• 실증 플랜트 설계/건설	• 현지화기술 표준화
강변여과수 기술	70%	• GSI Water Solutions, Inc./미국 • Ranney Collector Wells,Inc./미국	• 현지맞춤형 강변여과수 시설의 구축 기술 개발	• 실증플랜트 설계/건설	• 현지화기술 표준화
정수 시스템 현지화 건설기술	70%	• CH2M HILL /미국 • URS Corp./미국 • Veolia Environnement S.A/미국 • Bechtel Corp/미국 • BTetra Tech Inc./미국	• 맞춤형 여재/공정개발	• 실증플랜트 설계/건설	• 운영기술기반 표준화
공정단순화 저비용 하수처리 시스템	70%	• CH2M HILL /미국 • URS Corp./미국 • Veolia Environnement S.A/미국 • Bechtel Corp/미국 • BTetra Tech Inc./미국	• 공정 단순화 기술 • 생물반응조 고농도 미생물 유지설비 기술 개발 • 자연 에너지 활용 기술 개발	• 하수처리 시스템 설계 및 실증 Plant	• 현지화기술 표준화
저에너지형 여재활용 공정개발	70%	• CH2M HILL /미국 • URS Corp./미국 • Veolia Environnement S.A/미국 • Bechtel Corp/미국 • Tetra Tech Inc./미국	• 산소공급효율 향상 구조개선 기술 개발 • 처리수 및 발생슬러지 재이용 기술 개발 • 여재 재탄화 설비 기술 개발	• 현지여재를 활용한 하수처리 시스템 설계 및 실증Plant	• 현지화기술 표준화
상하수도 관로 통합 / 누수관리 시스템 구축	70%	• SMART PIPE/미국	• 현지 지질조건 적합 관자재 선정 • 매설관 최적설계 및 건설기술 개발 • 내진 강화 관로 통합관리 시스템 구축기술개발	• 실증플랜트 설계/건설	• 급수관망 현지화 설계기술 표준화

나. 연구개발전략

현지 관계자/협력자들과의 사업추진 Network구축 및 강화

맞춤형 취수기술 분야는 대상국 선정 후 해당국가 및 지역 간의 연구수행 협의(MOU 체결 등) 예정, 이후 취수시설의 현지구축으로 인한 안정적인 수량 확보 예상

맞춤형 정수처리분야는 대상지역 주민의 관심과 수혜적 차원에서 호혜적 관계가 예상

하폐수 처리시스템분야는 혐오시설 및 악취에 대한 편견적 차별화가 예상

상하수 관로기술분야는 기술이전에 대한 기대치로 호의적 관심을 가질 것으로 보이므로, 실질적으로 사회적, 경제적으로 본 사업이 성공하기 위한 기본적인 지역사회와의 친화 및 관계자 인적네트워크가 매우 중요한 요소가 될 것으로 전망

- 특히 본 사업의 성공적 추진을 위해 평가 및 자문단이 형식적이지 않고 실질적으로 대상국 대상지역을 잘 아는 기술자로 구성하여 상호 도움이 되는 조직운영

현지 조사, 개발 예정기술인 여재발굴, 여재 합성 및 성능테스트, 시스템 시뮬레이션 및 테스트 등 철저한 실험 분석관리, 대상지역과 취수 및 정수/하수처리장 답사 등 사전 준비 이행관리

상세 사업추진 일정계획(진도)관리 및 실증 플랜트 건설을 위한 현지 표준화 설계, 시방 및 운영지침 작성 및 검토 수행

대상지역에서의 실증플랜트 건설을 위한 참여업체그룹 조직강화 및 평가관리

맞춤형 취수분야, 맞춤형 정수처리분야, 하수처리분야 및 상하수관로 분야 참여업체그룹의 일사분란한 조직력을 발휘하기 위해 상호 지원 및 정보교류를 일상화하고 엄격한 성과관리를 공개, 공익적 차원의 사업관리 추구

준공 및 시운전 예정인 년도에 대비한 사전 체크리스트 및 문제점들을 평가관리팀과 공유하며 대상지역 현지 전문가(지역 교수 등)와 문제해결

민원발생 제로화 운동 추진, 지역주민 대상 분기별 보고회, 새마을 운동 홍보 및 친목회 추진, 문제의식 및 해결 공동협력구축

실증플랜트 또는 설비의 성능보증, 유지관리 지침서 등 현지 표준화 성과물 제작, 최종 평가관리 및 기술이전 추진

최종 평가관리의 정확성, 합리성 유지

분기별 교육 지속(한국 물산업 기술 홍보, 본 사업 기술이전, 새마을 정신의 한국의 신화 창조 역사 홍보) 관리

대상국 전역 사업확대 Road Show 계획

다. 연구내용 및 범위

(중점과제 1) 맞춤형 정수처리 건설기술

(구성기술 1-1) 약품침전지 대체/보강 기술

- 약품침전지 보강기술 : 현지 구입이 용이한 응집제 대체 재료활용 및 흡착여과기능을 추가한 기술개발
- 경사판, 유출트라프 위치 및 침전지 구조검토 등을 통한 침전효율증대 기술

(구성기술 1-2) 강변여과수 기술

- 풍수기와 갈수기에 관계없이 연중 일정한 수량 및 수질 확보 가능 기술
- 급수인구 증가에 따른 취수시설 확충에 효율적 및 경제적 시공 기술
- 현지맞춤형 강변여과수 시공 및 관리, 운영기술 표준화 개발

(구성기술 1-3) 현지특성을 고려한 저에너지형 정수처리 기술

- 원수 특성에 맞는 유입수 저류 및 침전, 현지 여재개발을 통한 저에너지형 정수처리 기술개발
- 현지 소독제 대용 재료 등 개발에 의한 저렴한 원가의 상수도 시스템 구축기술

(중점과제 2) 맞춤형 하수처리 건설기술

(구성기술 2-1) 공정단순화 저비용 하수처리 시스템

- 공정 단순화 기술 : 병합 가능한 처리공정 단순화를 통해 근본적으로 저비용의 Simple한 공정구축
- 생물 반응조 고농도 미생물 유지설비 기술 : 질소인 동시 제거하는 미생물을 고농도로 확보하고 조정하기 위한 여재활용 및 유지관리 기술, 저에너지형 선순환 물처리 공정 현지화 기술
- 자연 에너지 활용 기술 : 위치에너지, 수류 이동에너지, 수온차에 의한 대류, 풍력 및 태양광 등 가용 에너지활용

(구성기술 2-2) 저에너지형 여재활용공정개발

- 산소공급효율 향상 구조개선 기술 : 하수처리장의 3~40%의 전력을 필요로 하는 송풍전력을 최소화하고 공급 산소효율을 극대화 하는 기술

- 처리수 및 발생슬러지 재이용 기술 : 처리수 및 발생하수슬러지를 농지환원 및 토지개량제로 재사용하는 기술

- 여재 재탄화 설비 기술 : 현지 여재활용을 효과적으로 사용하고 운영비용 절감에 필요한 최적 설비 기술

(중점과제 3) 상하수도 관로 건설/시설관리 시스템 구축

(구성기술 3-1) 상하수도 관로 설계기술

- 송배수관망 및 공동급수시스템 설계기술 : 현지 특성에 따라 내진 강화 시설물 구축 및 단계별 관망구축 표준화설계, 개별 급수이전 공동 급수전에 대한 검토 및 표준화 설계, 실증관로 구간에 대한 상세설계

- 공공하수도 설계기술 : 도시화 정도에 따라 분류식 또는 합류식 하수배제 시스템에 대한 검토와 미래 지향형의 분산식 처리 시스템을 고려한 표준화 설계

(구성기술 3-2) 상하수도 관로 시공기술

- 송배수관망 및 공동급수시스템 시공기술 : 기자재, 공사 및 유지관리 시방을 표준화하고 현지 특성을 고려한 관종 선정 및 기계화 시공 등 시공방법에 대한 기술 표준화

- 공공하수도 시공기술 : 상하수도 관 배치에 대한 표준화 작업을 통해 이중 삼중 관로 터파기가 발생치 않도록 시공 절차 수립 등 시공 기술 표준화

(구성기술 3-3) 상하수도 관로 누수관리 시스템 구축

- 누수측점 추적기술 : 사고 발생전 예방 경보 시스템 가동에 따른 관로 보호 및 누수사고 발생 즉시 경보발령 및 위치 추적하는 기술로 사고 피해규모의 최소화 효과 큼

- GIS연계 관리기술 : 정확한 누수관리 시스템 구축은 GIS 기반기술과 연관하여 시스템 구축이 되나, 현지 사정을 감안하여 실 측량 자료와의 연계 활용을 우선 적용토록 하고 장래에 시스템 보강하는 형식으로 검토

- 관로 통합관리기술 : 본 연구에 적용돠는 시스템은 관로공사 시에는 공사관리용, 준공시에는 준공 검사용, 이후 시설관리 시에는 관로에 대한 내진반응 결과 및 누수사고예방 효과 분석 등으로 활용하는 관로 통합관리시스템 개발 및 시공 기술 표준화

중점과제	구성기술	Activity		
		1단계 (2014)	2단계 (2015)	3단계 (2016)
맞춤형 정수처리기술	약품침전지 대체 / 강화 기술	• 약품침전지 대체기술개발 • 약품침전지 강화기술개발	• 실증 플랜트 설계/건설	• 현지화기술 표준화 • 기술이전
	강변여과수 기술	• 현지맞춤형 강변여과수 시설의 구축 기술 개발	• 실증플랜트 설계/건설	• 현지화기술 표준화 • 기술이전
	정수시스템 현지화 건설기술	• 맞춤형 여재/공정개발	• 실증플랜트 설계/건설	• 운영기술기반 표준화 • 기술이전
맞춤형 하수처리기술	공정단순화 저비용 하수처리시스템	• 공정 단순화 기술 • 생물반응조 고농도 미생물 유지설비 기술 • 자연 에너지 활용 기술	• 하수처리 시스템 설계 및 실증 Plant 공사	• 현지화기술 표준화 • 기술이전
	저에너지형 여재활용 공정개발	• 산소공급효율 향상 구조개선 기술 • 처리수 및 발생슬러지 재이용 기술 • 여재 재탄화 설비 기술	• 현지여재를 활용한 하수처리 시스템 설계 및 실증Plant 공사	• 현지화기술 표준화 • 기술이전
상하수도 관로 건설/관리 시스템 구축	상하수도 관로 설계기술	• 송배수관망 및 공동급수시스템 설계기술 • 공공하수도 설계기술	• 급수관망 현지화 설계기술 표준화 • 오수연결관 현지화 설계기술 표준화	• 기술이전
	상하수도 관로 시공기술	• 송배수관망 및 공동급수시스템 시공기술 • 공공하수도 시공기술	• 실증관로 건설	• 급수관망 현지화 시공기술 표준화 • 오수연결관 현지화 시공기술 표준화 • 기술이전
	상하수도 관로 통합 / 누수관리 시스템 구축	• 누수측점 추적기술 • GIS연계 관리기술 • 관로 통합관리기술	• 실증플랜트 설계/건설	• 현지화기술 표준화 • 기술이전

라. 연구개발비

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비	목		1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		2,050	2,380	2,410	6,840	20.2%	책임연구원급 : 25인 연구원급 : 40인 연구보조원급 : 103인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	300	10,000	9,500	19,800	58.6%	-
		시작품 제작비	230	670	690	1,590	4.7%	
		재료비	290	480	430	1,200	3.6%	
	연구 활동비	여비	183	213	216	612	1.8%	
		수용비및수수료	19	23	23	65	0.2%	
		기술정보활동비	204	237	240	681	2.0%	
	연구수당		410	476	482	1,368	4.0%	
	직접비 합계		1,636	12,099	11,581	25,316	74.9%	-
3) 간접비			174	741	709	1,624	4.8%	인건비+직접비의 5.1%
4) 합계	정부		2,700	10,650	10,300	23,650	70.0%	-
	민간		1,160	4,570	4,400	10,130	30.0%	-
	총계		3,860	15,220	14,700	33,780	100.0%	-

1중점과제(맞춤형 정수처리 기술) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		595	765	780	2,140	22.2%	책임연구원급 : 8인 연구원급 : 13인 연구보조원급 : 31인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	50	3,000	2,500	5,550	57.6%	응집제/여재, 활성로, 지질조사, 수질조사, 실증시설, 표준화
		시작품 제작비	50	150	140	340	3.5%	
		재료비	40	130	120	290	3.0%	
	연구 활동비	여비	53	68	70	191	2.0%	
		수용비및수수료	5	7	7	19	0.2%	
		기술정보활동비	59	76	78	2313	2.2%	
	연구수당		119	153	156	428	4.4%	
	직접비 합계		376	3,584	3,071	7,031	72.9%	-
3) 간접비			49	221	199	469	4.9%	인건비+직접비의 5.1%
4) 합 계			1,020	4,570	4,050	9,640	100.0%	-

2중점과제(맞춤형 하수처리 기술) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		915	915	915	2,745	16.0%	책임연구원급 : 10.5인 연구원급 : 15인 연구보조원급 : 42인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	200	5,500	5,500	11,200	65.3%	여재, 활성로, 수질조사, 실증시설, 공정실험, 표준화
		시작품 제작비	130	170	350	650	3.8%	
		재료비	200	200	250	650	3.8%	
	연구 활동비	여비	82	82	82	246	1.4%	
		수용비및수수료	9	9	9	27	0.2%	
		기술정보활동비	91	91	91	273	1.6%	
	연구수당		183	183	183	549	3.2%	
	직접비 합계		895	6,235	6,465	13,595	79.2%	-
3) 간접비			80	370	370	820	4.8%	인건비+직접비의 5.0%
4) 합 계			1,890	7,520	7,750	17,160	100.0%	-

3중점과제(상하수도 관로 건설/관리 시스템 기술) 예산

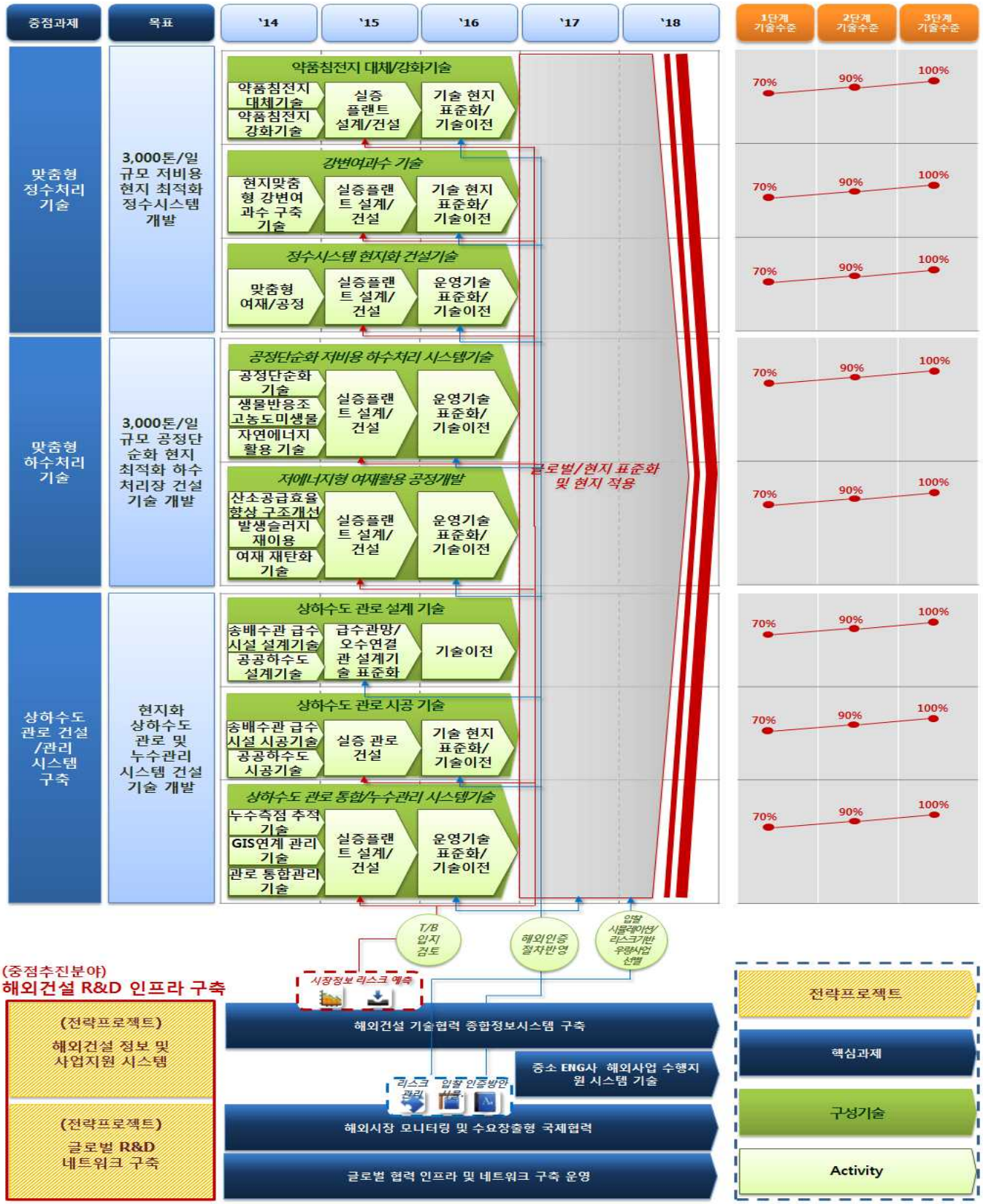
(단위 : 백만원)

비	목		1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		540	700	715	1,955	28.0%	책임연구원급 : 6.5인 연구원급 : 12인 연구보조원급 : 30인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	50	1,500	1,500	3,050	43.7%	지질조사, 상수관로/하수관로(각 3Km) 실증시설, 표준화
		시작품 제작비	50	350	200	600	8.6%	
		재료비	50	150	60	260	3.7%	
	연구 활동비	여비	48	63	64	175	2.5%	
		수용비및수수료	5	7	7	19	0.3%	
		기술정보활동비	54	70	71	195	2.8%	
	연구수당		108	140	143	391	5.6%	
	직접비 합계		365	2,280	2,045	4,690	67.2%	-
3) 간접비			45	150	140	335	4.8%	인건비+직접비의 5.0%
4) 합 계			950	3,130	2,900	6,980	72.4%	-

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
맞춤형 정수처리기술 개발	약품침전지 대체 / 강화 기술	약품침전치 대체 정수처리 기법 개발	기술이전
			수질
	강변여과수 기술	강변여과수 기법 개발	기술이전
			수질
	정수시스템 현지화 건설기술	정수시스템 개발	기술이전
			수질
맞춤형 하수처리기술 개발	공정단순화 저비용 하수처리시스템	공정단순화 하수처리 시스템 개발	기술이전
			수질
	저에너지형 여재활용 공정개발	여재활용 하수처리 시스템 개발	기술이전
			수질
		여재 개발	제품상용화
상하수도 관로 건설/관리 기술	상하수도 관로 설계기술	설계기법 개발	설계기준 현지표준화
			기술이전
	상하수도 관로 시공기술	시공방법 개발	시방서 현지 표준화
			기술이전
	상하수도 관로 통합 / 누수관리 시스템 구축	누수관리 시스템 개발	누수탐지율
			기술이전

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
맞춤형 정수처리 기술
3,000톤/일 규모 저비용 현지 최적화 정수시스템 개발
약품침전지 대체/강화기술
약품침전지 대체기술
약품침전지 강화기술
실증 플랜트 설계/건설
기술 현지 표준화/ 기술이전
강변여과수 기술
현지맞춤형 강변여과수 구축 기술
실증플랜트 설계/ 건설
기술 현지 표준화/ 기술이전
정수시스템 현지화 건설기술
맞춤형 여재/공정
실증플랜트 설계/ 건설
운영기술 표준화/ 기술이전
맞춤형 하수처리 기술
3,000톤/일 규모 공정단순화 현지 최적화 하수처리장 건설 기술 개발
공정단순화 저비용 하수처리 시스템기술
공정단순화 기술
생물반응조 고농도미생물
자연에너지 활용 기술
실증플랜트 설계/ 건설
운영기술 표준화/ 기술이전
저에너지형 여재활용 공정개발
산소공급효율 향상 구조개선
발생슬러지 재이용
여재 재탄화 기술
실증플랜트 설계/ 건설
운영기술 표준화/ 기술이전
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
상하수도 관로 건설 /관리 시스템 구축
현지화 상하수도 관로 및 누수관리 시스템 건설 기술 개발
상하수도 관로 설계 기술
송배수관 급수시설 설계기술
공공하수도 설계기술
급수관망/ 오수연결관 설계기술 표준화
기술이전
상하수도 관로 시공 기술
송배수관 급수시설 시공기술
공공하수도 시공기술
실증 관로 건설
기술 현지 표준화/ 기술이전
상하수도 관로 통합/누수관리 시스템기술
누수측점 추적 기술
GIS연계 관리 기술
관로 통합관리 기술
실증플랜트 설계/ 건설
운영기술 표준화/ 기술이전
70%
90%
100%
T/B 입지 검토
해외인증 절차반영
입찰 시뮬레이션/ 리스크기반 우량사업 선별
시장정보 리스크 예측
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
(전략프로젝트)
글로벌 R&D 네트워크 구축
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
리스크 관리
입찰 인증방안
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

2.1.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

맞춤형 취수기술개발을 통한 개발도상국 및 저개발국가의 새로운 취수기술 표준화

기존의 강변여과수 기술에서 응용한 방사형집수정을 이용하여 풍부한 양질의 원수 확보와 정수비용을 최소화 하는 현지화 기술 확보

국내와는 다른 환경에서의 취수기술을 적용하여 국내 강변여과수 기술의 잠재적 발전 기대

맞춤형 정수처리기술개발을 통해 현지에서 가용한 재료원과 한국의 물기술을 병합한 새로운 현지형 물기술 표준화

풍부한 수원의 기술적 확보와 안정적 정수처리를 위한 물기술 기반 저비용 저에너지의 여재활용 현지화 기술을 확보

전 세계 MF, UF,NF 및 RO 등 Membrane Trend 정수기술의 고가 가격 및 고도기술의 장벽을 넘는 틈새 대안 기술로 육성

맞춤형 하수처리기술개발을 통해 에너지 확보가 어려운 저개발국가 지역에 최적 하수처리 기술 표준화

공정 병합 단순화기술 기반으로 근본적인 저비용 저에너지의 처리공정 확보

고농도 MLSS 유지기술 및 공급 산소효율 향상으로 저비용 하수처리 현지화 기술 개발

고에너지, 고비용, 고도기술을 요구하는 Membrane활용 하수처리의 대안 기술 검증

지진해일 다발지역 관로손상 사전예방, 시설관리, 누수발생 인지 및 위치추적 기반의 관로 건설/시설관리 기술 표준화

우리나라의 선진화된 관로 설계기술과 공사중 시공관리가 가능한 관로시설 통합관리기술의 현지 기술표준화

지진해일 다발지역에서 빈번히 발생하는 관로손상에 대한 사전예방, 사고 발생시 즉시 통보 및 정확한 발생위치 추적이 가능한 시스템구축으로 국내 관로 통합관리 시스템의 우리 기술 세계화에 기여

나. 경제적 기대효과

‘저비용 상하수처리 시스템 건설기술’이 동남아시아 상하수도 시스템시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 910억원으로 분석됨

‘저비용 상하수처리 시스템 건설기술’은 동남아시아의 저개발 다우국가의 상하수도 시스템 시장을 대상으로 하고 있음

- GWI, Global Water Market 2008 자료를 토대로 동남아시아(인도네시아, 태국, 베트남, 말레이시아, 필리핀) 국가의 상하수도 시장을 추정한 결과 2024년 5조6천억원에서 2033년 8조7천억원으로 성장할 것으로 예상됨[26)]

  · GWI, Global Water Market 2008에 따르면, 2007년 동남아시아 5개국가의 수자원 시장은 3조2천억원에서 2025년 7조 7천억원으로 성장할 것으로 전망함

[표 I-24] 동남아시아 국가 수자원 시장 규모 전망

(단위 : 백만달러)

구분	2007	2025	성장률
인도네시아	690	1,832	5.6%
태국	361	907	5.3%
베트남	173	561	6.8%
말레이시아	1,230	2,516	4.1%
필리핀	437	1,145	5.5%
합계	2,891	6,961	5.0%

  · 동기간 연평균 성장률 5.0%로 매년 성장하는 것을 가정하고 2024년부터 2035년간 동남아시아 국가의 시장규모를 산정함

[표 I-25] 동남아시아 국가 상하수도 시장 규모 전망

(단위 : 백만달러)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
인도네시아	1,735	1832	1,934	2,042	2,156	2,276	2,403	2,537	2,678	2,828
태국	862	907	955	1,005	1,058	1,113	1,172	1,233	1,298	1,366
베트남	526	561	599	639	683	729	778	830	886	946
말레이시아	2,418	2516	2,618	2,724	2,835	2,950	3,069	3,194	3,323	3,458
필리핀	1,085	1145	1,208	1,274	1,344	1,418	1,496	1,579	1,665	1,757
합계	6,629	6961	7,309	7,675	8,059	8,462	8,885	9,330	9,797	10,287

26) 환율은 2013년 5월 평균 환율인 1,100.3원/달러를 적용함

· 동남아시아 상하수도 시장은 동남아시아 수자원 시장에 76.8%를 곱하여 산정함

※ 상하수도 시장은 전체 수자원시장의 76.8%를 차지하는 것으로 조사됨[27)]

본 기술개발을 통한 추가적인 시장점유는 2024년 10.0%에서 2033년 30.0%까지 증가하는 것으로 설정함

- 현재 국내기업의 동남아시아 상하수 시스템시장 진출은 일부 중소기업 제품위주로 진출하고 있어, 현지 시장 점유는 5%미만으로 확인됨

- 본 기술개발을 통해 현지에 적합한 상하수 시스템을 구축할 경우 2024년 10.0%에서 2033년 30.0%까지 점유율을 향상시키는 것을 목표로 제시함[28)]

  · 점유율은 매년 일정한 비율로 증가하는 것으로 가정함

  · 현지 맞춤형 상하수 시스템으로 동남아시아 현지에 진출한 사례는 전무함

  · 동남아시아 국가에서는 한국의 경제성장을 긍정적으로 받아들이며, 한국을 벤치마킹하여 자국의 경제성장을 이루기를 원함

기술비중은 선행연구결과를 준용하여 33%를 적용함

- 기술비중을 일률적으로 적용 시 일반적으로 33%나 25%를 적용하며, 본 분석에서는 33%를 적용함[29)]

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 "09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구"의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

본 기술개발은 테스트베드 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 본 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

27) GWI, Global Water Market 2008

28) 현지 건설경험이 많은 기업체 전문가 인터뷰

29) 기술가치 평가과정에서 기술비중 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술비중을 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술비중)를 29.7%로 산출한바 있음. 기술비중을 일률적으로 적용하는 방법은 일반적으로 33%나 25%를 적용함.

부가가치율은 한국은행에서 발간한 '2009년 산업연관표'의 건설산업 부가가치율인 40.1%를 적용함

본 연구개발을 통한 동남아시아 상하수도 시장의 추가 매출 편익은 910억원임

[표 I-26] 편익 산정(저비용 상하수처리 시스템 건설기술)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
동남아시아 수자원시장(억원)	72,943	76,592	80,424	84,447	88,672	93,108	97,766	102,657	107,793	113,186	
상하수도 시장 비중(%)	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	
예상 점유율(%)	10.0	11.3	12.8	14.4	16.3	18.4	20.8	23.5	26.6	30.0	
기술비중(%)	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 완성도(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
부가가치율(%)	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	
편익(억원)	64.6	76.7	91.0	107.9	128.0	151.9	180.2	213.8	253.7	300.9	1,568.8
편익의 현재가치(억원)	**45.2**	**51.9**	**59.6**	**68.4**	**78.6**	**90.2**	**103.6**	**119.0**	**136.6**	**156.9**	**910.0**

다. 정책적 기대효과

대상국의 물환경산업 분야 Capacity Building에 기여

1970년대부터 현재까지 발전해 온 한국의 수준 높은 상하수도 처리 및 관로기술에 대한 신뢰형성

한국 물기술을 쉽게 이해하는 기회를 직접 체험하므로 한국 기술의 현지표준화가 용이

한국의 중소 물기업Group 해외 진출 교두보 확보

ICT분야를 포함한 강소 물기업 사업단 구성으로, 사전 현지화 기술 및 사업수행계획서 구축, 우호 현지 자문단 구성 등 직접적인 물산업 파급효과 기대

- 실제적으로 대기업위주의 물산업 해외진출 추진결과가 크게 기대되지 않은 시점에서 물 관련 중소기업 중심 연구단 구성의 해외진출 시도는 국내에서 최초로 시도되는 효시적 사업

- 중소기업 단독 해외진출의 어려운 현실과 중국의 지배력에 배타적 정서가 살아나는 현 시점에서 본 연구의 사업화 검증에 이르기까지 장기간 예상되는 관점에서 물기업체의 해당 지역해외진출시도는 매우 유효적이고 적기적임

한국 물 기술 수출뿐만 아니라 본 실증시설 건설의 정수장 및 하수처리장의 관리 본관 내에 잘 살아보기movement(새마을 운동) 작업공간을 포함하여, 주민과 함께하는 사회운동으로 확대

한국의 물관련 기업체 및 연구기관의 국제협력 기회 마련

해외진출 통합 플랫폼 구축을 위한 민간전문가, 진출 희망 중소 물기업, 파이낸싱 관련업체, 물환경 관련 학회 및 협회, 정부 관련부처 등의 협동체제 구축을 위한 다양한 물산업의 간접 파급효과 기대

인도, 인도네시아, 태국 및 베트남 물시장에서의 현지 맞춤형 물기술은 현지에 대한 많은 진출경험과 사전 검토에 의해 지역사회 공헌에 이바지 예상

2.2. 핵심과제: [중동-아프리카]고효율 물공급시스템 건설기술

2.2.1 개요

가. 핵심과제 정의

해수 간접취수 시스템 개발 및 실증

해안의 충적층을 통과하여 수질이 개선된 해수를 수평집수관에 연결된 수직집수정을 통해 양수하여 해수담수화 Plant에 투입함으로서 해수담수화의 전처리로 활용하거나 해수 이용 Plant에 공급하는 기술 개발 및 실증

- 해안에 Beach Well을 설치하고 수위차를 활용하여 수평집수관으로 해수를 취수하는 방식으로 해수가 충적층을 통과하면서 여과되는 이점을 활용
  - 해수 수평집수정 이론 정립을 통해 바다에 근접한 거리에 수직집수정과 수평집수관, 펌프 등의 장치를 갖춘 해수 수평 집수정(Seawater Collector)을 활용한 Colloids, NOM, Microbes 제거 효과를 기대
- 여과수를 활용하여 해수담수화 Plant 용수 등을 확보 할 수 있으며, 해안 모래층의 자정능력을 이용하여 화학약품의 사용과 슬러지의 발생 없이 용수를 확보할 수 있는 친환경적인 시설임

다양한 수원적용 분산형 소규모 용수 생산 시스템 개발 및 실증

사막지형 등 물이 부족하여 다양한 수원을 이용한 용수생산이 필요한 지역을 대상으로 다양한 수원의 변화에 대처가능한 패키지형의 정수처리 기술 개발

- 지표수, 지하수뿐만 아니라 하수재이용수, 해수 등을 적극적으로 수원으로 이용하여, 수량 부족 시기에도 다변화된 수원에 적용 가능한 정수처리 패키지 개발
- 사막지역 특성에 맞는 태양광 등 신재생에너지를 이용한 정수 설비의 운용 및 이를 이용한 정수소독 기술 개발

물 부족지역에서의 요구수질 맞춤형 소규모 분산형 물재생 기술 개발

색도 유발물질 등의 화학물질 및 병원성 미생물 처리기능이 강화된 무기막 및 산화공정 기반 물재이용 복합처리기술 개발

- 유기막 대비 내구성 및 유지관리가 강화된 무기막 기반 물재생기술 개발
- 색도물질 등의 화학물질, 병원균 등의 리스크를 효과적으로 억제가능한 복합처리공정

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

대분류	중분류	소분류	개발대상 기술
고효율 물공급 시스템 건설기술	물부족 국가 정수처리시스템	정수처리 공정 기술	○
		해수 간접취수 기술	○
		저비용 저전력 정수처리 시스템 건설기술	○
		저비용 저전력 급수처리 시스템 건설기술	-
	하수처리기술	자동 하폐수 처리 시스템	○
		대용량 자동화 하폐수 공정개발	-
	상하수도 관로 기술	상하수관로 설계기술	-
		상하수 관로 시공기술	-
		상하수관로 누수관리 시스템 구축	-

상세기획 참여자

소속기관분류	성명	기관명	직위
산	정근진	한라산업개발	부장
학	맹승규	세종대학교	교수
연	김일호	한국건설기술연구원	수석연구원
	송경근	한국과학기술연구원	책임연구원

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

세계 해수담수화 시장에서 해수 간접취수시설 적용이 50%이상 발주되는 상황

해수담수화 플랜트 건설비용을 분석해 보면 장치와 소재가 30%, 토목이 19%, 취수와 전처리가 11%, 역삼투공정이 15% 등을 차지

해수취수에 적용되고 있는 다양한 방법들은 전체 플랜트의 안정성과 직결되는 안정적인 공급에 중점을 두고 있으며, 안정적인 공급을 위한 인자로는 크게 수량, 수질 그리고 온도로 볼 수 있음

취수공정은 해수담수화 플랜트에 있어서 가장 최초의 공정으로써 최근에는 취수공정의 설계 및 시공이 전체 플랜트 건설에 있어서 근간으로 여겨질 만큼 중요한 공정으로 인식되고 있음

간접취수 방법은 유공관(수평집수관)을 해변 모래층에 설치함으로서, 모래(해변)여과를 통해 부유물질 및 고형물, 병원생 미생물 등의 제거효과로 전처리공정을 단순화시키고 이를 통해 비용 절감

최근 들어 해수 직접 취수방법은 전 세계적으로 적용이 감소하고 있는 실정이며 상기의 장점으로 인하여 해수 간접취수로 적용이 증가하고 있는 실정임

중동, 북아프리카 등 사막지역은 수자원이 부족하며, 해수담수화 등 기존 수자원 확보기술은 고에너지를 소모

중동, 북아프리카 등 사막지역을 중심으로 과거부터 근본적인 물확보에 어려움을 겪고 있으며, 물산업 또한 기술수준이 낮아서 물산업에 대한 시장은 지속적으로 확대되고 있는 상황임

- 물 재이용분야는 최근 들어 심화되고 있는 기후변화에 따른 수자원 부족과 에너지 소요비용 상승에 대응할 수 있는 대안으로 부상하고 있는 실정이며, 이에 선진국들은 MBR 기반의 패키지 시스템을 이용하여 시장에 진출

해수담수화에 이어 하수 재생기술에의 관심 증대

- 만성적으로 물이 부족한 중동에서는 해수담수화와 재생수 등의 생산에 대한 니즈가 높음
- 해수담수화 기술이 고에너지 소모라는 측면에서 하수 재생기술에 대한 관심이 증대하고 있음

선진국은 이미 수처리분야 세계시장의 70%이상을 독식하고 있으나, 고가의 선진국 설비를 저개발국 및 개발도상국에서 사용하기는 부담

국내의 기술은 수처리 플랜트 등의 시공 능력이 뛰어나고 처리 공법 또한 선진국에 근접한 능력을 가지며, 수처리시장에 진출하기 위해서 지능형 서비스 기술을 확보한다면 선진국보다 가격경쟁력을 지닐 수 있음

우리나라는 IT역량을 충분히 보유하고 있어 실증플랜트를 통한 설비 제어시스템의 개발 및 운영 관리 경험만 갖춘다면 수처리 시장에 충분히 진출 가능

대표적인 예로 프랑스 에서는 자국 물기업의 해외 진출을 측면 지원. 물산업 관련 국제표준 제정 작업을 진행

- 기술표준화를 주도하면 시장 장악력을 높일 수 있다는 계 프랑스 정부의 견해이며, 아직 표준화가 진행되지 않고 신 시장인 패키지형 정수처리 분야에서 빠른 성과를 낸다면 시장 주도권을 확보 가능

(2) 기술적 필요성

국내 물공급 관련 기업은 해외진출 경험 및 정보수집, 운영 경험 등이 부족

국내 기업의 상하수도 서비스 제공을 위한 해외진출 경험 및 자본·기술력이 메이저 물 전문기업에 비해 취약

- 환경부에 따르면 우리나라는 선진국에 비해 상수 75%, 하수80%수준으로 단위공정에서는 경쟁력이 있음

  · 국내 설비시공능력과 기술인력 등의 인프라의 경쟁력은 높은 수준을 보여주고 있음

- IT를 활용한 스마트상수도는 65%, 지능형 상수관망은 55%이며 시스템의 운영관리 해외진출 사업화에서 경쟁력이 낮은 모습을 보여주고 있음

- 해외 시장현황, 위탁관리 방식·절차, 관련 법규 등 해외진출에 필요한 정보의 수집 및 지원체계가 미흡한 실정

- 해외사업 추진 메커니즘의 부재로 인하여 국내 물기업의 해외 시장 진출은 조사·설계, 시공, 플랜트 등 특정 분야에 국한되어 있고, 이마저도 중동 등 일부 국가에만 한정되어 있는 실정

중동·북아프리카 지역의 경우 환경이 국내와 상이하여 현지 환경조건에 적합한 재이용시스템 패키지 기술개발 필요

물이 절대적으로 부족한 중동·북아프리카 지역의 경우, 수질 및 수량 특성이 국내와는 상이할 것으로 예상

고에너지 소모형 해수담수화에 대한 대안으로 재이용에 대한 관심이 점차 증대하고 있어, 현지 사정을 고려한 재이용 기술을 패키지화하는 기술개발이 시기적으로 매우 적절함

중동국가에서는 수자원 확보기술로는 분리막을 이용한 해수담수화 관련 기술개발 수행

물순환이용 및 에너지 절감 측면에서 하수처리수의 재이용 등 물재이용 기술의 시장이 점진적으로 확대되어 가고는 있으나, 이에 대한 최적화 기술개발은 국내에서 수행된 바 없음

해외 물산업 분야의 경쟁국중 하나인 일본의 경우, 해수담수화에 이어 점차 시장수요가 증가하고 있는 하수재이용 분야의 기술개발 및 적용을 위해, 정부차원에서의 긴밀한 협조가 추진되고 있음

- 민관합동으로 현지현황을 지속적으로 조사, 파악해오고 있으며, 이러한 정보들을 자국 내 기업들에 전파, 현지 적합형 기술을 개발하도록 독려하고 있음

국내에서도 재이용 처리시스템이 개발되어 비교적 효율이 높은 편으로 알려졌지만 아직 운영시스템의 정립되지 않아 이의 개발이 시급

대상지역 하수성상, 적용 처리공정, 운영현황 등을 토대로 한 기술 최적화 수행실적 부족

국내의 하폐수 재이용 분야에서 분리막 소재의 수준은 세계수준의 60%로 미량오염물질 등 극한처리기술이 미흡한 실정

중동 및 아프리카 지역의 물부족국가를 대상으로 한 정수처리 패키지 기술 진출은 신규사업으로 국내 수처리기술을 끌어올릴 수 있는 기회임

현재 국내에서 개발된 기술은 국내 수질환경에 맞게 개발된 기술이며, 특히 지표수 등에 국한되어 있는 기술이 많음

해외의 경우 다양한 수원이 존재할 수 있으며, 물부족 지역에서는 지표수가 아닌 대체수자원을 활용한 지역별 용수처리 패키지 시스템이 필요함

최근 기후변화에 따른 에너지 비용 상승에 따라 전 세계가 에너지의 중요성에 대해서 많은 관심을 가지고 있으며, 수처리 분야에서도 에너지 절감 기술 개발 등이 반드시 필요함

기존 정수처리 기술의 경우 에너지 소모량에 대해서는 고려를 하지 않고 처리수질 위주의 기술개발이 진행되었으며, 본 사업에서는 이러한 부분을 개선하고자 현지에서 얻을 수 있는 신재생에너지를 결합한 패키지 시스템을 개발

분리막 기반의 물재이용 기술을 개발하여 개도국 시장부터 민관 협동모델로 진출하면서 경쟁력을 키워야할 필요성이 있음[30)]

중소기업은 막 기술을 포함한 오존, 자외선 등의 수처리 관련 요소기술을 제공하고, 대기업에서는 이러한 요소기술에 기반한 처리시설의 설계, 시공 및 유지관리기술을 제공함으로써 기업 상생효과 기대 가능

물 재생기술의 경우, 처리 대상수의 수질 및 수량 등에 대한 정보가 확보되면 요구되는 재이용수 수질에 따라 다양한 형태의 처리기술들이 개발될 수 있으므로, 각 요소기술을 확보하고 있는 기업은 제한없이 참여가능

- 처리 대상수의 수질 및 수량 등에 대한 정보 확보 및 현지에서의 실증연구는 민간 단독 추진이 어려운 분야로 우선적으로는 정부주도로 이러한 정보확보 및 기반 구축이 이루어져야 함

분산형 정수처리 패키지 기술은 환경기술(ET)과 정보통신기술(ICT)의 융합을 통하여 이루어지는 통합 제어시스템 개발

기존 정수처리 기술의 경우 에너지 소모량에 대해서는 고려를 하지 않고 처리수질 위주의 기술개발이 진행되었으며, 본 사업에서는 이러한 부분을 개선하고자 현지에서 얻을 수 있는 신재생에너지를 결합한 패키지 시스템을 개발

현지 수자원상황과 그 성상 등에 대한 사전조사가 필요하므로 현지 연구기관, 협력기관과 연계한 글로벌 산학연 협력 추진 가능

국내 우수 ICT 기술수준을 고려하였을 때, ICT융합 분산형 정수처리 통합 제어시스템 기술은 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 예상됨

30) 글로벌워터인텔리전스, GWI

(3) 기술개발 시급성

선진국의 세계 물시장 진출 및 경쟁 심화

현재 국제적 수처리 관련 산업은 미국, 프랑스, 독일, 일본 등 선진국이 시장을 독식하고 있음

- 특히 프랑스는 세계 수처리 운영서비스회사 1, 2위인 Veolia, Suez가 있으며, 민관협력 수출주도형 수처리 서비스 사업을 펼치고 있음

시스템의 운영관리 측면에서 중앙제어식 솔루션의 개발이 미진한 관계로 국외기업과의 경쟁에서 약한 모습을 보임

개별공정에 대한 선진국형 수처리 기술에 대한 투자도 중요하지만 수처리 종합 서비스에 대한 기술을 확보할 수 있으면 저개발국, 개발도상국에 대한 시장을 선점할 수 있으며, 해외시장 진출 경험을 쌓아 선진국들과의 경쟁력을 향상시킬 수 있음

해외 물산업 진출시기 지연 극복 필요

경쟁국인 일본의 경우 물재이용 기술 중 핵심인 막 분야에서 두각을 보이는 등 개별 제품들에 대한 높은 기술력을 강력한 장점으로 내세워 해외 물산업 시장에서 경쟁력을 확보

국내기업의 경우 아직까지 체계적인 기술개발 등이 미흡한 상태에서 해외시장에 성급하게 진출하고자 하는 경향이 있음

기술개발에 필요한 충분한 시간 및 예산의 부족 등이 가장 큰 원인이며, 정부차원에서 예산 지원 등 중장기적 지원뿐만 아니라 해외 물산업 진출을 위한 외교적 지원 역시 필요함

국내업체 해수간접취수 실적 및 기술 검증 미확보로, 해외 해수간접취수 기술 보유기업이 시장 독점

세계 해수담수화 시장에서 점유율 40%로 1위인 두산중공업은 국내업체의 해수간접취수 실적 미비와 기술 검증 미확보로 해외 해수간접취수 기술 보유 기업과 컨소시엄으로 시장 진출하고 있으나, 해외 기업의 고비용으로 수익성 확보에 장애요인으로 작용하고 있음

- 현재 세계 해수담수화 시장에서 입찰조건에 해수간접취수 시설 적용 발주가 50%를 상회하고 있음

- 국내 해수간접취수 기업은 기술실적 미비, 기술검증 미확보 등으로 해외 진출이 불가능한 상황임

선진국의 경우, 수처리 관련 선진기술을 기반으로 한 물재이용 분야 시장 참여 의지 증대

일본 등 선진국의 경우, 국내외 인적, 물적 네트워크를 활용한 공동기술개발 등 실시

공동기술개발시 자국 및 적용대상국가의 관련기업 및 연구기관의 공동참여 유도 등을 통한 기술최적화 추구

(4) 국고지원 적합성

국가차원의 체계적 투자 및 지원전략 필요

우리나라는 아시아 경쟁국에 비해 비교적 늦지 않은 시기에 국가 전략이 수립되었지만, 실행 측면에서 체계적인 투자 등 적극적인 관리 부재로 추진상황이 상당히 미흡

아시아의 주요 경쟁국(일본, 싱가포르 등)과 전반적인 물 산업 육성 전략과 해외 진출 지역이 유사하여 국가 간의 치열한 경쟁이 예상됨

국가차원의 체계적인 투자와 지원을 통한 해외진출의 걸림돌 제거 필요, 특히 시장진입을 위한 적용 실적으로서의 실증시설 구축 및 운영은 시장에서의 경쟁력 확보와 거점역할이 가능함

개발된 시스템 등 중점과제 관련 기술성과는 해외 물관련 기업체와 공유가 가능

본 사업은 수원 부족국가의 고효율 물공급 기술의 설계, 시공, 운영기술의 확보를 목표로 하고 있으며, 사업수행으로 얻어진 기술적 성과들은 표준화되어 관련 기업체간에 공유가 가능할 것으로 보임

- 개발사업 진행 후 얻어진 성과는 우리나라 산간 도서지역이나 이나 오지 등 상수도 인프라가 쉽게 도달할 수 없는 지역에도 적용할 수 있는 정수처리 패키지 기술로서 기업체는 이를 토대로 국내 상황에 적용할 수 있는 기술을 공유할 수 있음

물 재생기술 분야의 경우, 적용 대상지역의 수질 및 수량조건 등에 탄력적으로 대응 가능한, 단위공정들로 구성된 최적 처리시스템 개발을 목표로 하고 있으며, 각각의 단위공정들에 대해서는 일정 수준 이상의 성능이 확보될 경우, 유사 공정으로 대체도 가능함

현지 상황에 익숙한 대기업은 사업유치/기반시설 시공 및 운영을 담당하고, 중소기업은 보유한 요소기술을 제공하여 대기업과 중소기업이 해외건설 사업에 동반 진출하여 공생할 수 있는 사업모델 제시

본 사업을 통하여 중동·북아프리카 지역의 고효율 물공급 관련 정책 및 기술 협력 네트워크를 구축하고 이러한 협력체계를 기반으로 맞춤형 고효율 물공급 시스템 개발에 대한 공동 연구 및 사업을 수행할 필요가 있음

공동 사업 결과를 활용하여 대상국의 물 산업 시장 선도 및 해외 사업 추진 메커니즘을 구축하고, 우리나라의 첨단 물관련 기술을 보급 및 확대함으로서 국제사회에서 물선진국의 위치를 확립하는 것이 필요함

핵심과제를 진행하여 얻어진 성과로 사업범위를 확장한다면 세계 고효율 물공급 시장에서 경쟁력을 갖게 될 것임

다. 기술개발 목표

다양한 수원으로부터 용수별 최적 정수처리 기술 개발

다양한 수원에 적용 가능한 정수처리 패키지 기술 개발 및 적용

- 1개국 이상의 정수처리 패키지 실증시설 구축
- 소독공정 4 log 이상의 불활성화 달성
- 지역 특성에 적합한 태양광 등 재생에너지 이용 정수기술 적용

재이용수의 용도에 적합한 수질 맞춤형 물재생 기술 개발

도시개발, 관개 및 녹화시설 등과 연계한 재이용수 생산 및 공급시스템 개발

- 요구수질의 물 재생 능력 100% 달성가능한 일 처리용량 5,000톤급 물재생 기술

해수 간접취수 시스템 개발

지역맞춤형 해수 간접취수 기술 개발을 통해 해수담수화 전처리공정 최적화

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
다양한 수원에 적용가능한 지역맞춤형 분산형 용수 생산 시스템 개발	다양한 수원에 적용가능한 정수처리 패키지 시스템 개발	• 다양한 수원에 적용가능한 지역맞춤형 소규모 정수처리 패키지 기술
		• 태양광 이용 저에너지형 정수소독기술
요구수질 맞춤형 소규모 분산형 물재생 기술 물수요에 탄력적으로 대응 가능한 하수 재이용기술 개발	하수로부터의 상수 대체용수 확보기술	• 무기막 기반 요구수질 맞춤형 물재생 기술
		• 에너지 절감형 하수 직접처리 기술
해수 간접취수 시스템 개발 및 구축 연구 / 해수담수화 최적 전처리공정 구축기술 개발	지역별 해수담수화 설비에 적합한 해수 간접취수 시스템 구축기술을 개발	• 지역맞춤형 해수 간접취수 패키지
		• 해수 간접취수 시스템의 여과수 수질에 적합한 해수담수화 전처리공정 구축기술

마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

중분류	소분류	구성기술
물부족 국가 정수처리시스템	정수처리 공정 기술	• 다양한 수원에 적용가능한 지역맞춤형 소규모 정수처리 패키지 기술
	해수 간접취수 기술	• 지역맞춤형 해수 간접취수 패키지
		• 해수 간접취수 시스템의 여과수 수질에 적합한 해수담수화 전처리공정 구축기술
	저비용 저전력 정수처리 시스템 건설기술	• 태양광 이용 저에너지형 정수소독기술
	저비용 저전력 급수처리 시스템 건설기술	-
하수처리기술	자동 하폐수 처리 시스템	• 무기막 기반 요구수질 맞춤형 물재생 기술
		• 에너지 절감형 하수 직접처리 기술
	대용량 자동화 하폐수 공정개발	-
상하수도 관로 기술	상하수관로 설계기술	-
	상하수 관로 시공기술	-
	상하수관로 누수관리 시스템 구축	-

2.2.2 기술 및 시장동향

가. 시장동향

중동 및 북아프리카 국가의 해수간접취수 시장은 2024년 4조원에서 2033년 7조6천억원으로 성장할 것으로 예상됨(GWI, Global Water Market 2008 자료) 31)

GWI, Global Water Market 2008에 따르면, 2007년 해수담수화 시장은 120억달러에서 2025년 440억달러로 성장할 것으로 전망함

GWI, Global Water Market 2008에 따르면, 해수담수화 중 해수간접취수 비중은 11%를 차지하는 것으로 조사됨

해수담수화 시장의 68% 이상이 중동 및 북아프리카 지역에 위치함32)

동기간 연평균 성장률 7.5%로 매년 성장하는 것을 가정하고 2024년부터 2035년간 중동 및 북아프리카 국가의 해수간접취수 시장규모를 산정함

[표 I-27] 중동 및 북아프리카 지역 해수간접취수 시장 전망

(단위 : 백만달러)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
해수담수화 시장	40,936	44,000	47,293	50,833	54,638	58,728	63,124	67,849	72,928	78,386
해수간접취수 시장	4,503	3,840	5,202	5,592	6,010	6,460	6,944	7,463	8,022	8,622
중동 및 북아프리카 해수간접취수 시장	3,062	3,291	3,538	3,802	4,087	4,393	4,722	5,075	5,455	5,863

31) 환율은 2013년 5월 평균 환율인 1,100.3원/달러를 적용함
32) 2013 물산업 실태와 사업전망, 임팩트

중동 및 북아프리카 국가의 물재이용 시장은 2024년 9조8천억원에서 2033년 44조7천억원으로 성장할 것으로 예상됨(GWI, Global Water Market 2008 자료)[33]

GWI, Global Water Market 2008에 따르면, 2007년 물재이용 시장은 10억달러에서 2025년 210억달러로 성장할 것으로 전망함

물 재이용 시장의 50%가 중동 및 북아프리카 지역에 위치함[34]

동기간 연평균 성장률 18.4%로 매년 성장하는 것을 가정하고 2024년부터 2035년간 중동 및 북아프리카 국가의 물재이용 시장규모를 산정함

[표 I-28] 중동 및 북아프리카 지역 물재이용 시장 전망

(단위 : 백만달러)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
물재이용 시장	17,732	21,000	24,870	29,453	34,881	41,309	48,922	57,937	68,614	81,259
중동 및 북아프리카 물재이용 시장	8,866	10,500	12,435	14,727	17,441	20,655	24,461	28,969	34,307	40,630

사막지역의 경우, 물 부족 문제에의 대응책으로써 해수담수화에 주로 의존해 왔으나, 비용 및 에너지 소비량이 높다는 점과 지구온난화에 대한 인식제고로 하수재이용을 적극적으로 도입하려는 추세임

물재이용 시장은 2007년 10억달러에서 2025년 210억달러로 고성장할 것으로 전망됨[35]

33) 환율은 2013년 5월 평균 환율인 1,100.3원/달러를 적용함
34) 2013 물산업 실태와 사업전망, 임팩트
35) GWI, Global Water Market 2008

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

(가) 국내 기술개발동향

환경부 차세대 EI사업 등을 통해 소규모 정수처리 시스템 기술이 개발되었으나, 다수원 정수처리 기술개발은 수행된 바 없음

중동 및 북아프리카 사막지역에서는 가용 가능한 수원 부족하므로, 다수원으로부터 정수처리 기술 개발 추진이 필요함

- 상수원수와 함께 하수재이용수를 블랜딩하여 정수처리를 수행하기 위해서는 고도화된 수처리 및 살균처리 기술 개발이 필요함
- 수원에 염분이 포함되어 있는 경우 이를 제어할 수 있는 기술이 필요함
  - 대상 국가의 경우 해안가를 중심으로 도시가 형성되어 있으며, 수원에 따라 해수의 침투 등으로 염분을 포함한 경우가 많음

단일 수원으로부터 최적화된 정수처리 기술은 환경부 차세대 EI사업등에서 다수 수행된 바 있음

기존에 수행된 다양한 정수처리 기술에 대한 검토를 통해 다수원 처리에 적합한 정수처리 방안을 도출하고 이에 대한 현지 실증실험 연구 수행

기존 하수 재이용 기술의 경우 전처리를 거쳐 막여과를 통해 재이용하고 있으며, 재이용률을 높이기 위해 하수를 직접 처리하는 기술개발 추진

물재생 기술의 핵심은 막 기술이나, 국내에서는 주로 유기막을 중심으로 연구가 진행되고 있음

- 물 재생기술 분야의 연구개발 사업은 현재 “차세대 에코이노베이션 사업(글로벌 탑)”으로 일부 추진 중이나, 대부분 분리막 기술에 의존하고 있으며, 특히 고분자막만을 핵심기술로 다루고 있음
- 최근 주목받고 있는 무기막의 경우는 그 제조 및 하수처리에의 응용기술은 아직까지 일본 등과 격차가 상당히 크며 미흡한 수준임

하수를 직접처리 하는 경우 부하량이 높아 막이 손상될 가능성이 높으며, 동 사업에서는 내구성 및 유지관리가 강화된 무기막 기반 하수직접처리 기술 개발을 추진

환경부 차세대 EI사업에서 하폐수 방류수질 고품질화 및 재이용수 생산을 위한 시스템 구축 연구가 수행된 바 있으나, 해당 기술은 처리공정이 막에 국한됨

기존 연구개발을 통해 개발한 무기막 하수직적처리 공정과 산화처리 공정(AOP: Advanced Oxidation Process)을 결합한 기술개발 추진

- 중동지역에서 이슈가 되고 있는 색도물질 등의 화학물질, 병원성 미생물 처리기능이 강화된 복합처리 공정 기술 개발

국토교통부의 '수변지하수 활용 고도화 연구단' 연구를 통해 담수 대상 간접취수기술은 확보되었으나, 해수 대상 간접취수 기술은 미확보

'수변지하수 활용 고도화 연구단'에서는 수변지하수 대용량 간접취수 시공기술 선진화를 목표로 수변충적층에서의 지반조사기술, 모델링 기술을 통한 최적화 설계기술, 방사형 집수정 시공기술, 대용량 취수시설의 유지관리 기술, 철/망간 지중처리 기술, 수량 및 수질을 고려한 간접취수 모델링 평가 기술 등을 연구함

- 기술개발을 통해 시공 및 설계기술의 선진화를 통해 수평정호 단위 길이당 취수가능량을 기존 30m3/일/m에서 66m3/일/m로 증대

해수 간접취수에 적용하기 위해서는 기술적 관점에서 다음의 기술개발이 필요함

- 해변의 최적 조사기법 도출
- 해수여과수의 적정 취수 가능량 모델링기술 개발
- 해수여과수의 수질예측(염분농도, TDS 등) 모델링기술 개발
- 염분농도에 의한 부식방지 기자재 선정
- 지역 맞춤형 간접취수시설 시공기술 개발
  - 최적의 수평집수관 시공기술 개발(직천공, 이중관 스크린, 경사 천공, 최적 수평집수관의 직경 및 굴착길이)
- 해수여과수의 수량과 수질 모니터링
- 수량과 수질 모니터링 결과분석을 통한 해수담수화 전처리시스템 설계기법 도출

국토교통부의 ‘해수담수화 플랜트 사업단’ 연구를 통해 취수시스템 설계 및 시공기술을 개발하였으나, 취수시스템 설계 및 시공기술의 테스트베드를 통한 실증검증은 이루어지지 않음

기존 연구에서는 대형 역삼투 해수담수화 플랜트에 적합한 취수시스템 설계 및 시공기술 개발을 목표로 연구를 수행하였으나, 암반지역이 테스트베드로 선정됨에 따라 해수 간접취수 시스템에 대한 테스트베드 실증이 이루어지지 않음

동 사업에서는 중동 및 북아프리카 현지 사막지역에 적합한 해수간접취수 시스템을 개발하고 실증플랜트 구축 및 운영을 통해 개발기술의 실증 및 실적확보를 추진할 계획임

- 실증플랜트 운영을 통해 확보한 D/B를 기반으로 해수담수화 최적 전처리 공정을 도출하고, 이를 표준화할 계획임

[표 I-29] 유사 국가연구개발사업 검토(고효율 물공급시스템 건설기술)

부처명	사업명	과제명	기술개발목표	산출물	개발대상 기술과 차이점
국토교통부	- 물관리연구사업	- 수변지하수 활용고도화 연구	- 국가 지하수자원의 활용 고도화를 통한 건전한 물순환 구축	- 대용량 강변여과시설 시스템 구축	- 부지 조건, 시스템 설계, 시공방법, 부식방지 자재, 전/후처리 방법 등 상이
국토교통부	- 해수담수화 플랜트사업단	- 대용량 해수담수화 플랜트 설계 및 건설기술	- 테스트베드 플랜트의 설치부지 및 대형 역삼투 해수담수화 플랜트에 적합한 취수시스템 설계 및 시공기술 개발	- 국내외 사례 조사	- 선정된 테스트베드 부지가 암반지역으로 취수시스템 설계 및 시공 미진행
환경부	- 차세대 에코이노베이션 사업 (글로벌 탑)	- 다목적(저개발국, 재난대비, 분산화) 소규모 정수처리 패키지 개발	- 맞춤형 정수처리 패키지 시스템 개발 - 원격 통합관리 시스템 네트워크 설계	- 이동형, 맞춤형 정수처리패키지 - 분산형 통합관리 시스템	- 상수처리 패키지의 기후적/ 지역적 차이에 의한 단위기술
환경부	- 차세대 에코이노베이션 사업 (글로벌 탑)	- 토탈솔루션 형태의 지능형 상수도 통합관리 시스템 설계/시공/운영	- 막여과 정수처리 최적 시스템 설계, 시공 및 운영 기술 개발과 지능형 상수도 운영관리시스템 핵심요소 확보, 설계, 시공 및 운전 기술을 개발 - 운영관리 실적을 확보하고 시스템의 상용화를 추진	- 상수도 설계/시공/운영 토탈솔루션 - 지능형 통합관리 시스템	- 상수도 시설의 시공 중심에서 설계/시공/운영의 토탈솔루션 형태의 상수도 통합 시스템 기술 개발 - 막여과 중심의 시스템 기술 개발
환경부	- 차세대 핵심환경 기술개발 사업	- 소규모 정수처리용 기능성 나노막 제조 및 상용화 기술개발	- 전처리 및 막여과 시스템을 조합한 하이브리드 정수처리 설비	- 상용화 멤브레인 제품 및 수처리 - pilot 장치	- 정수처리용 막여과 소재 개발에 집중

환경부	- 차세대 에코이노베이션 사업 (글로벌 탑)	- UF/NF 분리막 기반의 하수 재이용 공정기술 표준화와 실증화 기술개발	- Test bed 확장 및 사업모델 제시 - 맞춤형 하·폐수 처리공정 개발 - 융합형 전·후 처리공정 개발 - 고내구성 및 고기능성 UF/NF 분리막 소재 및 모듈 개발	- 고내구성 및 고기능성 UF/NF 분리막 소재 및 모듈 개발	- 처리공정이 막에 국한 - 하수처리수의 재처리를 통한 물재생
환경부	- 차세대 에코이노베이션 사업 (글로벌 탑)	- 하·폐수 방류수질 고품질화 및 재이용수 생산을 위한 시스템 구축	- MBR 설계 표준화 구축 및 실증플랜트 구축 - 알칼리슬러지 및 pH조정 관련 메카니즘 도출 - UF 중공사 분리막 모듈/카세트 시작품 제작, 수투과도 및 세정용 공기소비량 검증	- UF 중공사 분리막 모듈 - 카세트 시작품	- 처리공정이 막에 국한

(나) 국외 기술개발동향

해수담수화 플랜트 기술은 최근 대두되기 시작한 물 부족 문제를 해결할 수자원 확보기술로 부각되고 있음

최근 해수담수화 기술은 기존방식인 증발법에서 대용량 역삼투막(Reverse Osmosis Membrane ; ROM)법으로 전환되는 시점에 있기 때문에 미래의 세계시장에 진출하기 위해서는 관련 기술의 개발이 시급하게 요구됨

해수 취수방법은 크게 직접취수(Surface) 방법과 간접취수(Sub-surface) 방법으로 구분됨

- 직접취수 방법은 Near-shore Intake 방법과 Off-shore Intake 방법으로 구분되며, Near-shore Intake 방법은 Lagoon과 Channel에 의한 방법으로, Off-shore Intake 방법은 Pipe와 Passive에 의한 방법으로 구분

- 간접취수 방법은 Vertical Well, Radial Well, Slant(Directed Horizontal Drilling) Well, Seabed Well로 구분

  · 유공관(수평집수관)을 해변 모래층에 설치함으로서, 모래(해변)여과를 통해 부유물질 및 고형물, 병원성 미생물 등의 제거효과로 전처리공정을 단순화시키고 이를 통해 비용 절감

  · 최근 들어 해수 직접 취수방법은 전 세계적으로 적용이 감소하고 있으며, 해수 간접취수로 적용이 증가하고 있는 실정임

해수간접취수 기술은 최근 Slant Well 및 Seabed Well을 중심으로 연구 활발

해수담수화 시스템은 증발법의 낮은 효율성과 Membrane과 RO System의 발전으로 최근에는 역삼투막(ROM)법으로 공정이 변화하고 있으며, 해수의 오염, 해수온도의 상승 등 해수원수를 직접 취수하여 해수담수화 공정을 설계하는데 어려움을 겪고 있음

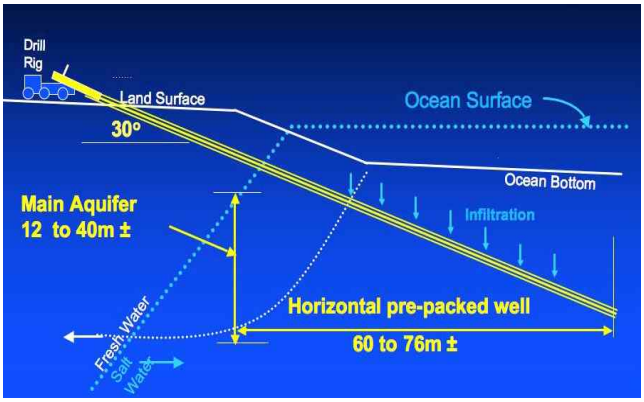
- 이러한 가운데 해수 간접취수(Sub-surface Intake) 방법이 해외 민간기업에서 기술개발이 진행 중이며 실증역량을 확보한 2~3개 업체가 많은 주목을 받고 있음

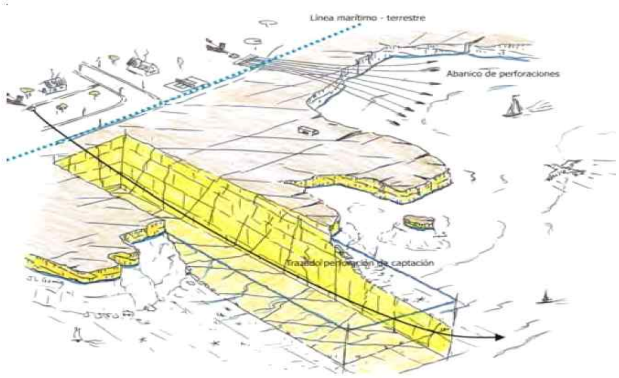
Slant(Directed Horizontal Drilling) Well

- Slant Well 취수방법은 최근에 개발된 방법으로 해안에서 수평굴착장비를 활용하여 암반층을 굴착하여 Screen을 매설하는 것으로, Beach Well을 적용하지 못할 경우나 암반층에 집수관을 매설하여 해일 등의 경우에도 유실의 우려가 없음

- 본 방법을 적용하려면 우선 굴착이 가능하도록 적정한 석회암층이 형성되어 있어야 하며, 석회암층 밑에는 투수성이 매우 작은 Silt나 Clay층 충분히 형성되어 있어야 함

- 석회암층에서 집수를 하는 만큼 장기간 운전할 경우 Screen(집수관)에 Fouling(막힘/폐색)의 주기가 짧다는 단점이 있으며, 그 원리는 <그림>과 같음



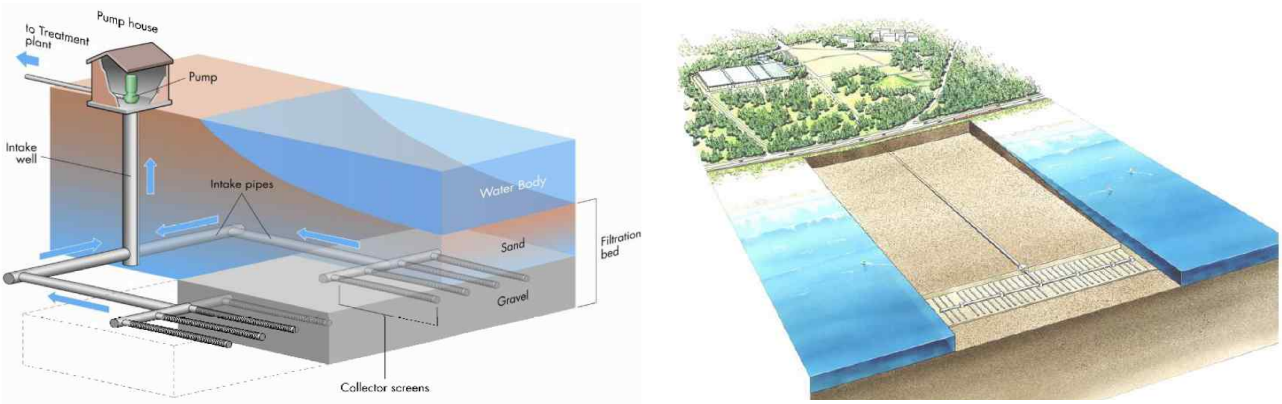


[그림 I-32] Slant(Directed Horizontal Drilling) Well 취수 방법

Seabed Well

- Seabed Well Intake 방법은 일본에서 시도된 것으로 Fukuoka 지역의 급수를 위해 50,000 ㎥/day 규모의 해수담수화시설의 Intake 방법으로 고완된 것으로 Sub-surface Seawater Intake 방법 중 가장 이상적인 방법이며, 집수량도 대규모 플랜트에 안정적으로 공급할 수 있을 만큼 우수할 것으로 판단됨

- 시공비가 과대하고 시공방법이 어려워 쉽게 접근할 수 없으며, 유지관리시 관 내부를 모니터링 할 수 없다는 점에서 Screen의 Fouling(막힘/폐색)현상이 발생할 경우 유지관리에 어려움이 매우 크며, 그 원리는 <그림>과 같음



[그림 I-33] Seabed Well 취수 방법

[표 I-30] 유사 해외연구개발사업 검토(고효율 물공급시스템 건설기술)

국가명	기업명	기술개발 내용 및 목표	성과	개발대상기술과 차이점
일본	히타치플랜트	- MBR과 RO 처리에 의해 수질 분류	MBR-RO 시스템	- 요구수질이 단순히 2가지만으로 분류됨
일본		- Seabed Well - 대용량 해수간접취수	실증 Plant	- 시공비 과대 - Fouling(막힘/폐색)현상이 발생할 경우 유지관리에 어려움
스페인	Catalana de Perforacions S.A.	- Slant Well - 대용량 해수간접취수	실증 Plant	- 석회암층이 형성 필요 - Fouling(막힘/폐색)의 주기가 짧음
한국	GS건설	- 역삼투막 농축수와 경제적 세정주기 자동산정기법을 이용한 하수 재이용 기술 - 농축수 과다발생 억제 및 펌프의 전력사용량 최소화	녹색기술 인증	- 처리공정은 분리막에 국한

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

우리나라 정수처리 능력은 선진국에 근접한 기술을 가지고 있지만 사업지역 맞춤형 소규모 정수처리 패키지개발과 태양광 이용기술의 경우 시스템기술의 부재로 국내기술 수준이 다소 낮음

국내 기업은 단위공정 기술에 대한 기술력은 해외와 비교할 때 어느 정도 수준을 만족하고 있으나, 공정 패키지화 및 모듈화 기술은 다소 부족한 상황임

국내 하수재이용 기술분야는 기 완료 또는 진행 중인 연구개발사업의 성과물을 토대로 한 성능시험을 주로 진행하는 단계

해외 물산업에 비교적 일찍 관심을 갖기 시작한 유럽, 일본 등에서는 개발된 기술을 유사현장에 적용하여 테스트 과정을 거치고 있거나 또는 대상국가에서의 모델 사업 등으로 추진 중임

물재생 기술의 핵심은 막 기술이며, 최근 주목받는 무기막의 경우 아직까지 인력과 장비 구축은 미진한 수준임

국내에서는 주로 유기막을 중심으로 연구가 진행되고 있으며, 현재 이에 대한 인력 및 장비 등의 구축수준은 선진국 수준임

무기막의 경우는 그 제조 및 하수처리에의 응용기술이 일본 등과 격차가 상당히 커 인프라 구축이 어려우며, 산화처리공정에 대해서도 아직까지 많은 인력과 장비 구축은 미진한 수준임

중분류	소분류	국내기술 수준 (%)	기술성숙도(TRL)		인프라 수준		
			국내	해외	상	중	하
물부족 국가 정수처리 시스템	정수처리 공정 기술	80	6	9		○	
	해수 간접취수 기술	80	6	9		○	
	저비용 저전력 정수처리 시스템 건설기술	70	6	8		○	
	저비용 저전력 급수처리 시스템 건설기술	70	6	8		○	
하수처리 기술	자동 하폐수 처리 시스템	80	6	8		○	
	대용량 자동화 하폐수 공정개발	70	4	6		○	
상하수도 관로 기술	상하수관로 설계기술	70	8	9		○	
	상하수 관로 시공기술	70	8	9		○	
	상하수관로 누수관리 시스템 구축	70	7	9		○	

(3) 특허 및 논문동향

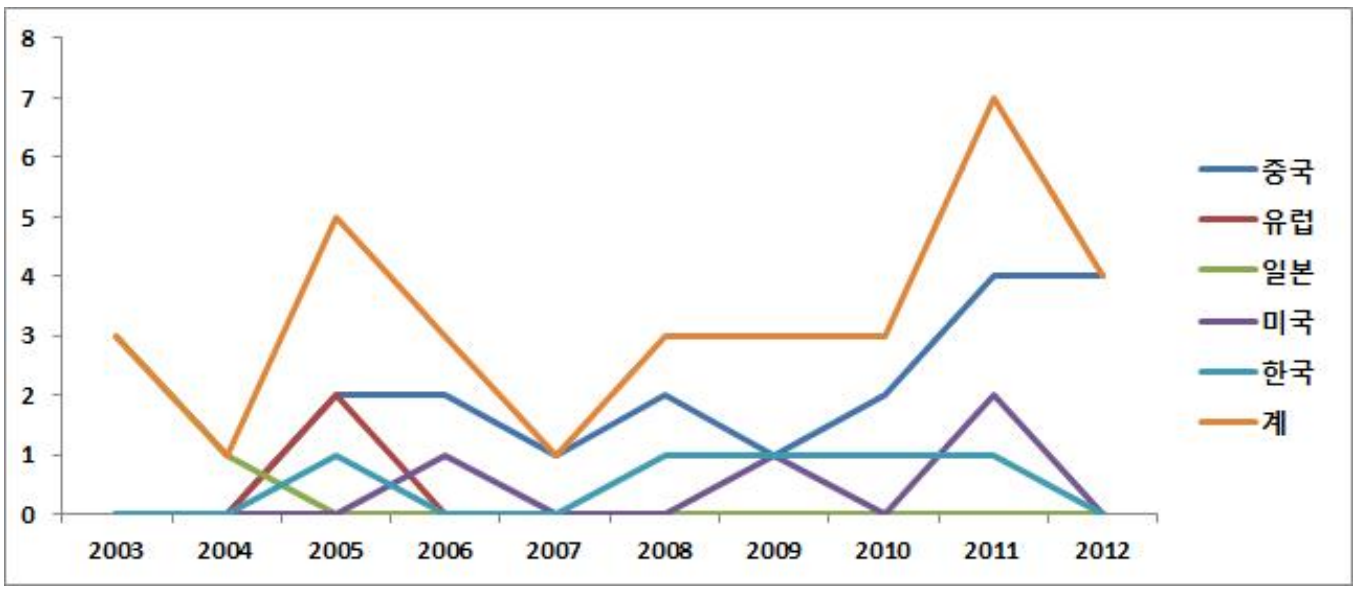
연도별 특허출원 현황(출원 특허청 기준[36])

고효율 물공급시스템 건설기술 분야의 특허는 2006년부터 2007년까지 출원 건수가 감소하였으나, 2008년 이후 꾸준히 증가하여 2011년에 출원이 가장 활발함

※ 2011년 이후 출원 건수가 감소하는 것은 특허제도상 특허관련 정보가 특허출원 후 18개월이 경과된 후에 공개되어 이 기간동안 미공개 특허가 존재하기 때문임

중국은 2005년 이후 매년 1건 이상 출원하고 있으며, 2011, 2012년에는 각각 4건의 특허를 출원함

- 우리나라는 2008년 이후 매년 1건이상 특허를 출원함



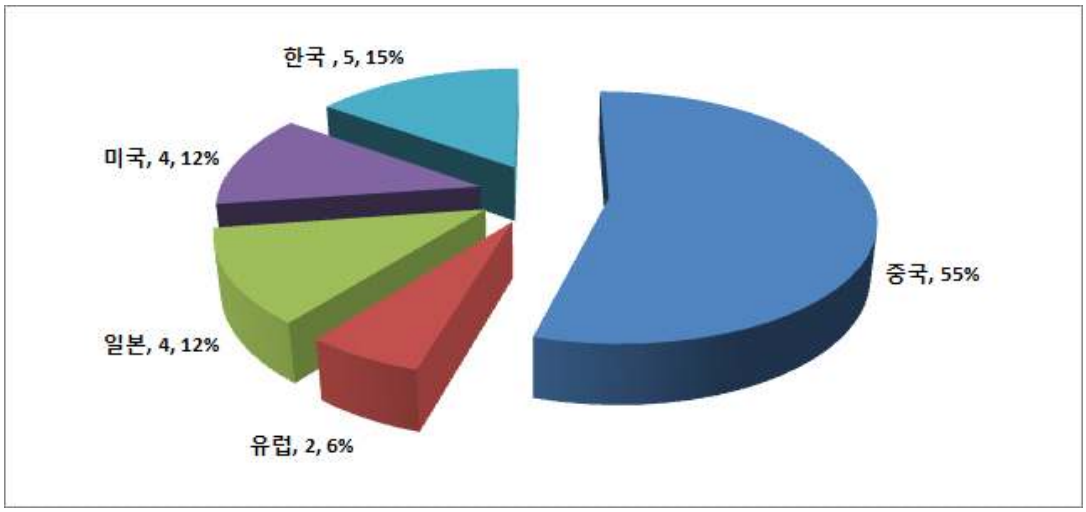
[그림 I-34] 연도별 특허출원 현황(고효율 물공급시스템 건설기술)

36) 특허가 출원된 특허청을 기준으로 함. 예를들어 일본에서 개발된 특허가 일본특허청과 미국특허청에 출원됐다면 일본출원과 미국출원에 각각 특허건수가 합산됨

국가별 특허출원 현황

고효율 물공급시스템 건설기술 분야의 특허 출원은 중국에서 가장 활발함

한국은 전체 특허의 15%인 5개 특허에 우선권을 가지고 있음



[그림 I-35] 국가별 특허출원 현황(고효율 물공급시스템 건설기술)

주요 특허출원인 현황

고효율 물공급시스템 건설기술 분야에서는 중국의 Tongji University에서 2건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있음

[표 I-31] 주요 특허 출원인 현황(고효율 물공급시스템 건설기술)

순위	미국		일본		중국		유럽		대한민국	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	Williams; John, Williamson, JR.; Daniel R., Dickerson; J. Rodney, Marchesseault; Guy, Fisher; Robert C.	1	HOTSUMA KOBO KK	1	Tongji University	2	WATER AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES PTE. LTD	1	(주)지구사랑	1
2	McKinney; Jerry L.	1	FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE	1	Beijing Yipu International Water Affairs Co., Ltd.	1	VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH ONDERZOEK (VITO)	1	금호산업, 한국종합기술	1
3	Earth Renaissance Technologies, LLC	1	MATSUNAGA TADASHI	1	Fanrunsi (Shanghai) Fluid Technology Co.,Ltd.	1	-	-	김현호	1
4	Vlaamse Instelling Voor Technologisch Onderzoek (VITO)	1	PENTEL CORP	1	Nanjing University	1	-	-	코오롱글로벌 주식회사	1
5	-	-	KYUSHU ELECTRIC POWER CO INC	1	Nanjing Danheng Technology Co., Ltd.	1	-	-	시노펙스	1

특허출원 주요내용

최근에는 개선된 산화반응법 및 tubular micro-filtration membrane하수처리를 통한 물재이용 관련 기술분야의 특허 출원이 활발하게 이루어지고 있음

등록번호		**등록일**	
출원인	Fanrunsi (Shanghai) Fluid Technology Co.,Ltd.	**출원번호**	CN201210225598
발명자	Li Dawei, Chen Yuefeng	**출원일**	2012.07.02
특허명칭	Advanced oxidation reactor and method for treating organic wastewater by advanced oxidation reactor		
특허내용	The invention belongs to the technical field of environmental engineering and industrial wastewater reuse and discloses an advanced oxidation reactor and a method for treating organic wastewater by the advanced oxidation reactor. The reactor comprises a first area, a second area and a third area, the first area, the second area and the third area are formed by dividing a reactor case (5) through an upper pipe plate (2) and a lower pipe plate (6), the fires area is defined by the upper pipe plate (2) and the reactor case (5), the second area is defined by the upper pipe plate (2), the lower pipe plate (6) and the reactor case (5), and the third area is defined by the lower pipe plate (6) and the reactor case (5). The advanced oxidation reactor has the advantages of being small in occupied area, wide in application range, high in treatment efficiency, low in energy consumption and the like.		

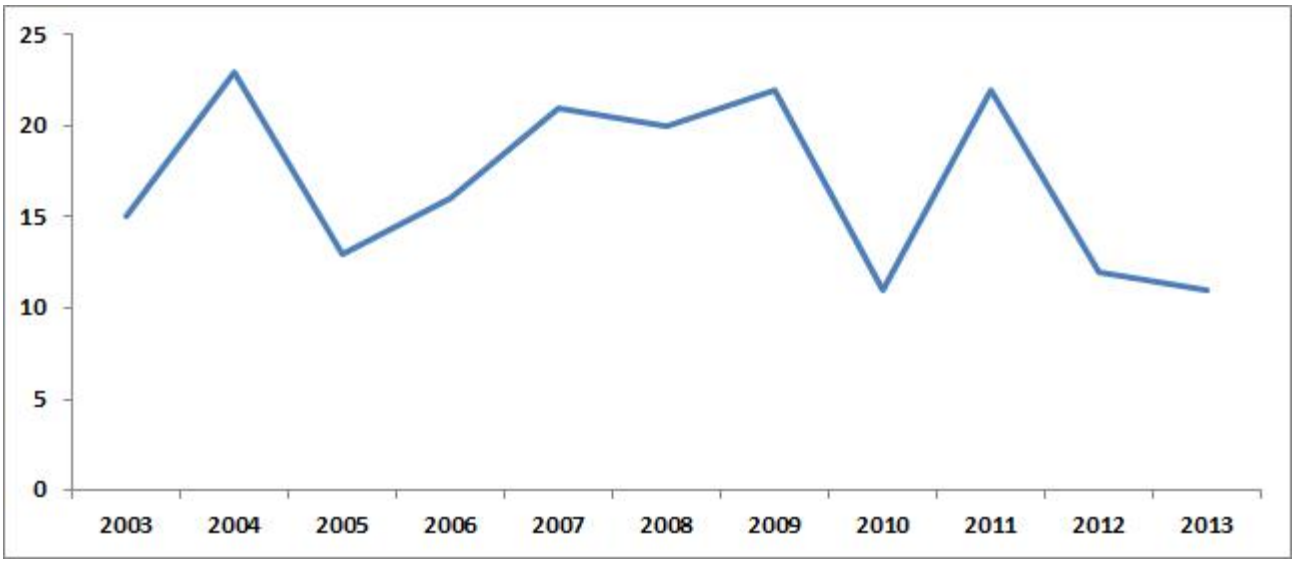
등록번호		**등록일**	
출원인	Nanjing Danheng Technology Co., Ltd.	**출원번호**	CN201210007737
발명자	Yue Liyi, Yang Jinglin, Wang Xiaofei, Qi Jingkai, Bai Ping, Guo Min, Sun Mutian, Zhang Xilu	**출원일**	2012.01.12
특허명칭	Industrial wastewater reuse and treatment equipment with tubular micro-filtration membrane and process flow thereof		
특허내용	The invention relates to wastewater reuse and treatment equipment for filtering sewage by means of a tubular micro-filtration membrane and a process flow for treating industrial wastewater by means of the tubular micro-filtration membrane. The wastewater reuse and treatment equipment comprises a wastewater concentration tank, a tubular micro-filtration membrane component unit, an automatic control cabinet, a rinsing water tank, a cleaning water tank, a water supply circulation pump and a cleaning pump, wherein the tubular micro-filtration membrane component unit is fixedly connected with the wastewater concentration tank through a pipeline to form a water circulation loop; the inlet of the water circulation loop is fixed to the lower end of the wastewater concentration tank and is provided with the water supply circulation pump; the tail end of the water circulation loop is provided with a concentrated water return pipe; the water outlet of the concentrated water return pipe is fixed to the upper end of the wastewater concentration tank; the tubular micro-filtration membrane component unit is communicated with a water producing tube through a pipeline; the cleaning water tank and the rinsing water tank are communicated with the wastewater inlet end of the tubular micro-filtration membrane component unit through pipelines; the cleaning pump is arranged on a connecting pipeline; and the automatic control cabinet is electrically connected with a control regulating valve, a controller and a measuring instrument which are fixedly connected to the pipelines through circuits.		

연도별 논문게재 현황

고효율 물공급시스템 건설기술 분야의 논문게재는 2005년 이후 증가추세를 보이다가 2010년 크게 감소하였으나, 2011년 다시 증가함

- 연간 꾸준히 10건이상의 논문이 게재되고 있으며, 2010년도를 제외한 2007~2011년간 연간 20건 이상이 게재됨

- 2013년은 상반기까지 11건의 논문이 게재됨



[그림 I-36] 연도별 논문게재 현황(고효율 물공급시스템 건설기술)

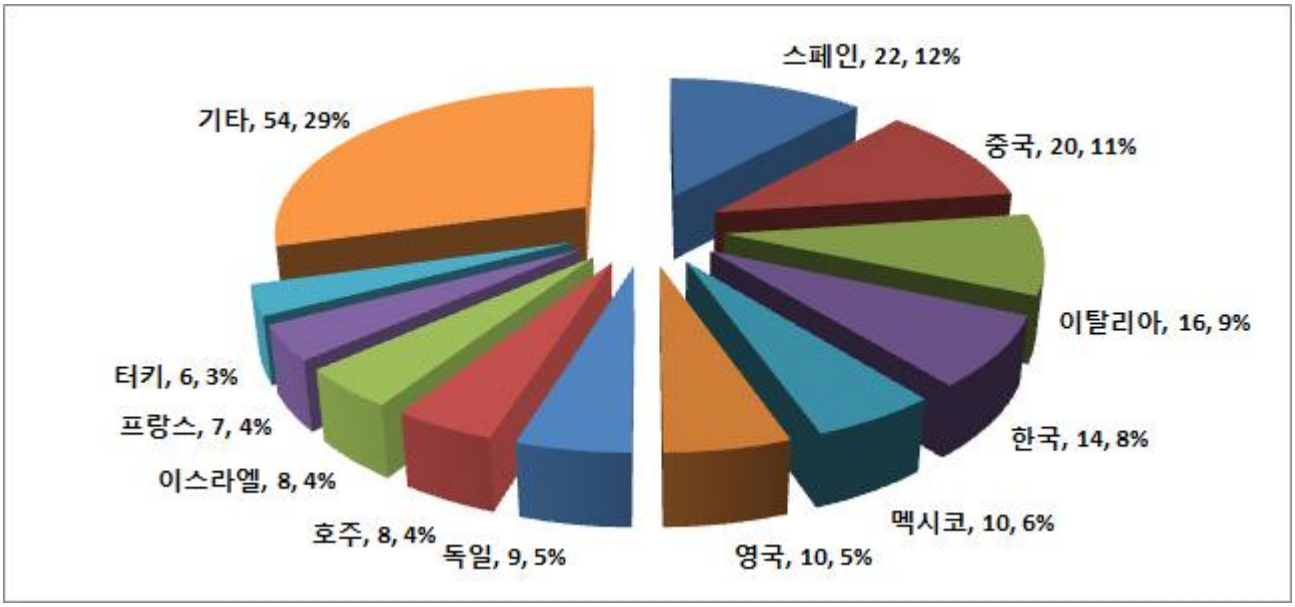
국가별 논문게재 현황

고효율 물공급시스템 건설기술 분야의 논문게재는 스페인, 중국에서 활발함

- 스페인을 비롯하여 이탈리아, 영국, 독일, 프랑스 등 유럽 국가에서 관련 논문저서 활동이 활발한 것으로 조사됨

한국은 10년간 14건의 논문이 게재되었으며, 국가순으로는 전체 4위에 해당됨

5건 이하를 게재한 기타 국가에는 쿠웨이트, 사우디, 알제리, 이집트 등 중동 및 북아프리카 국가가 포함되어 있어 중동 및 북아프리카 지역에서는 관련 연구가 진행되고 있는 것으로 보임



[그림 I-37] 국가별 논문게재 현황(고효율 물공급시스템 건설기술)

최근에는 NF/RO membrane, 하수처리 여재 관련 기술분야의 논문 게재가 활발하게 이루어지고 있음

저자	Alzahrani, S, Mohammad, AW, Hilal, N, Abdullah, P, Jaafar, O	**발간일**	2013.04.15
기관	University of Kebangsaan Malaysia, Swansea University		
논문명칭	Comparative study of NF and RO membranes in the treatment of produced water II: Toxicity removal efficiency		
논문내용	This study compared the filtration of produced water using two new and highly hydrophilic NF and RO membranes to assess toxicity removal efficiency in pre- and post-filtration samples for reuse as indirect potable water. The toxicity test was conducted using marine luminescent bacterium Vibrio fischeri to monitor changes in the level of light emission during exposure to unknown toxic substances present in the tested pre- and post-filtration samples of produced water. The results show that the quality of water obtained using the NF membrane was toxic at an effective concentration of 13.65% (EC50). However, the performance of NF membrane in rejecting 48% of total organic carbon indicates that it has high potential for use as a pretreatment for the RO membrane in treating produced water because this configuration will decrease the rate of fouling by organics. Toxicity test analysis further revealed that the RO-treated produced water was free of toxicity, whereby 100% of the effective concentration (EC50) caused no effects when exposed to V. fischeri. Therefore, converting produced water from a pollution source into a new water resource has been conclusively shown to be readily achievable, especially through the use of a combined membrane system rather than a single membrane. (C) 2012 Elsevier B.V. All rights reserved.		

저자	Pau, C, Serra, T, Colomer, J, Casamitjana, X, Sala, L, Kampf, R	발간일	2013.01.01
기관	Univ Girona, Consorci Costa Brava, Waterboard Hollands Noorderkwartier		
논문명칭	Filtering capacity of Daphnia magna on sludge particles in treated wastewater		
논문내용	A great challenge in water reuse is the reduction of suspended particle concentration in wastewater. In particular the reduction of the presence of small particles in suspension which cause a cloudy appearance in the water and, which also make disinfection difficult. The present study evaluates the filtering capacity of a population of Cladodera (Daphnia magna) in secondary effluents from a wastewater plant. The study was performed in both a mesocosm and the laboratory, in an effort to compare the grazing on sludge particles by Daphnia versus the settling rate of those sludge particles. The particle volume concentration of small particles (with a diameter below 30 gm) was used to evaluate the efficiency of the proposed biotreatment system for small particles. Both laboratory and mesocosm results showed that the suspended particle volume concentration decreased with time due to the Daphnia filtration, with the highest reduction in experiments carried out with the highest Daphnia concentration. In the mesocosm experiments, the Daphnia diameter was also found to play an important role, with an allometric relationship between the filtering rate of Daphnia and the Daphnia nondimensional diameter. In laboratory experiments, the effect of D. magna in the suspended concentration of small particles was in the range of 10.1-29.4%, according to the range of Daphnia concentration of 10-50 ind/l. For laboratory experiments, sedimentation was responsible for 62.2% of the suspended particle concentration reduction. For the mesocosm experiments, the reduction in the particle concentration attributed to the Daphnia filtration ranged between 2.5 and 39%, corresponding to Daphnia concentrations of between 5 and 100 ind/l (i.e. biovolumes of 8-60 ind/l). (C) 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.		

2.2.3 사업내용

가. 연구개발목표

다양한 수원으로부터 용수별 최적 정수처리 기술 개발

다양한 수원에 적용 가능한 정수처리 패키지 기술 개발 및 적용

- 1개국 이상의 정수처리 패키지 실증시설 구축
- 소독공정 4 log 이상의 불활성화 달성
- 지역 특성에 적합한 태양광 등 재생에너지 이용 정수기술 적용

다양한 용수를 처리하여 음용 가능한 수준으로 처리하는 단계를 통합적으로 제공할 수 있는 패키지형 시스템으로 개발

재이용수의 용도에 적합한 수질 맞춤형 물재생 기술 개발

도시개발, 관개 및 녹화시설 등과 연계한 재이용수 생산 및 공급시스템 개발

- 요구수질의 물 재생 능력 100% 달성가능한 일 처리용량 5,000톤급 물재생 기술

해수 간접취수 시스템 개발

지역맞춤형 해수 간접취수 기술 개발을 통해 해수담수화 전처리공정 최적화

성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계 (2014)	2단계 (2015)	3단계 (2016)
정수처리 패키지 기술	세계최고 수준 대비 80%	베올리아/프랑스	수원별 적정 패키지 기술 도출 및 표준화	정수처리 패키지 실증플랜트 구축	정수처리 패키지 실증플랜트 운영 및 유지관리 기술 도출
태양광이용 소독기술	세계최고 수준 대비 70%	베올리아/프랑스	태양광 이용 소독기술 현장화 기술 개발	태양광 이용 소독기술 적용 표준화 기술 도출	태양광 이용 소독기술 실증
요구수질의 물 재생능력	세계최고 수준 대비 75%	베올리아/프랑스	무기막 개발 하수직접처리 공정 구성	실증플랜트 설계 및 구축기술 개발	실증플랜트 운영 및 유지관리 최적화 기술 개발
해수 간접취수 기술	세계최고 수준 대비 80%	카타라나/스페인	해수간접취수 실증플랜트 설계 및 전처리공정 사례분석	해수 간접취수 실증플랜트 구축 및 전처리공정 표준화	해수 간접취수 실증플랜트 운영 및 설계 및 최적 전처리공정 도출

나. 연구개발전략

적용 대상국가의 지역별, 수원별 수처리 특성에 대한 사전조사를 통하여 전략적 접근방안 수립 후 시장진입 가능한 기술 위주로 연구개발

지역특성에 적합한 기술을 현지화하며, 현지화 기술을 토대로 실증형 플랜트 구축

현지시험운영을 통하여 운영기술을 확보하고 이를 대상국에서 인정할 수 있는 reference로 개발하여 수출사업화 전략 완성

대상국의 연구기관 및 협력기관과의 공동연구를 추진하여 시장진입의 장벽 제거

현지의 기술수요에 맞는 기술로 조합이 가능한 맞춤형 기술위주 연구개발

대상지역의 경제수준에 맞춘 기술구성 및 패키지화 개발

대상지역의 지역적 특성을 최대한 이용하여 저에너지 저비용형의 수처리 기술 확보

다양한 용수를 처리하여 음용 가능한 수준으로 처리하는 단계를 통합적으로 제공할 수 있는 패키지형 시스템으로 개발

다양한 용도로 이용가능한 재이용수를 생산하는 물 재이용기술 개발

지역맞춤형 해수 간접취수 패키지 - 해수 간접취수 시스템의 여과수 수질에 적합한 해수담수화 전처리공정 구축기술 개발 - ICT 기반 해수 간접취수 시설 무인 관리기술의 절차로 추진

다. 연구내용 및 범위

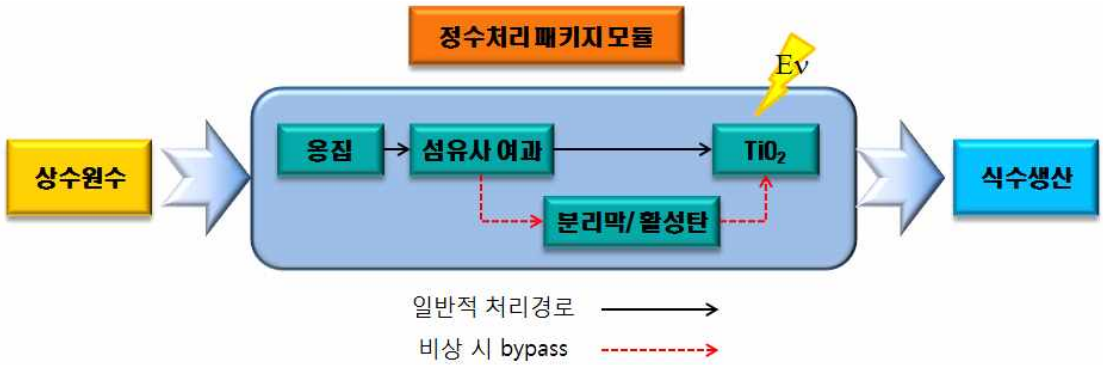
(중점과제 1) 다양한 수원적용 분산형 소규모 용수 생산 시스템 개발

(구성기술 1-1) 수원부족 지역 맞춤형 정수처리 패키지 개발

- 지역별, 수원별 수질특성 및 상수도 시스템 특성 분석
- 지역맞춤형 상수처리 패키지 개발 및 표준화
- 대상지역 맞춤형 실증플랜트 구축 및 운영

(구성기술 1-2) 태양광 이용 저에너지형 정수소독기술 개발

- 태양광 이용 소독기술 프로토 타입 도출
- 태양광 이용 소독기술 현장화 기술 구축
- 태양광 이용 소독기술 적용 및 실증



[그림 I-38] 정수처리 시스템 패키지 구성 예

(중점과제 2) 요구수질 맞춤형 소규모 분산형 물재생 기술

(구성기술 2-1) 무기막 기반 물재생 기술 개발

- 수원별 원수의 수질 및 수량 특성 조사
- 요구수질에 따른 처리공정 조합(무기막, 산화처리 공정(AOP : Advanced Oxidation Process) 등), 성능시험 및 최적 공정 도출
- 실증플랜트 구축 및 성능평가 등

(구성기술 2-2) 에너지 절감형 하수 직접처리 기술 개발

- 하수 발생량 및 수질 특성 조사
- 에너지 저감효과 및 처리성능을 고려한 처리시스템 최적화
- 실증플랜트 구축 및 성능평가 등

(중점과제 3) 해수 간접취수 시스템 개발 및 구축 연구

(구성기술 3-1) 지역맞춤형 해수 간접취수 패키지

- 해당 지역에 적합한 해수 간접취수 시스템 타당성 조사 및 설계
- 해당 지역에 적합한 해수 간접취수 시스템 Testbed 시공
- 해수 간접취수 시스템 Monitoring(수량, 수질 변화)

(구성기술 3-2) 해수 간접취수 시스템의 여과수 수질에 적합한 해수담수화 전처리공정 구축기술

- 해수 간접취수 Testbed Monitoring 분석 및 검토
- 해수 담수화 시스템 전처리공정 최적 설계안 도출

중점과제	구성기술	Activity		
		1단계 (2014)	2단계 (2015)	3단계 (2016)
다양한 수원적용 분산형 소규모 용수생산 시스템 기술 개발	지역맞춤형 소규모 정수처리 패키지 개발	지역별, 수원별 적정 패키지 기술 도출 및 표준화	정수처리 실증플랜트 구축	정수처리 실증플랜트 운영 및 유지관리 기술 도출
	태양광 이용 정수소독 기술 개발	태양광 이용 소독기술 현장화 기술 구축	태양광 이용 소독기술 적용 표준화 기술 도출	태양광 이용 소독기술 실증
요구수질 맞춤형 소규모 분산형 물재생 기술	무기막 기반 물 재생기술 개발	무기반 기반 물재이용 시스템 구축	실증플랜트 구축 및 운영	실증플랜트 운영 및 기술 최적화
	에너지 절감형 하수 직접처리 기술 개발	저에너지 단위공정 기반 물재이용 시스템 구축	실증플랜트 구축 및 운영	실증플랜트 운영 및 기술 최적화
해수 간접취수 시스템 개발 / 해수담수화 최적 전처리공정 구축기술 개발	지역맞춤형 해수 간접취수 시스템 개발	실증플랜트 설계	실증플랜트 구축	실증플랜트 운영
	해수담수화 최적 전처리공정 구축기술 개발	문헌 및 사례분석	수질 맞춤형 공정 표준화 및 운영 Data 분석	운영 Data 분석 및 검토를 통한 최적 전처리공정 구축안 도출

라. 연구개발비

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		2,510	2,800	2,630	7,940	23.7%	책임연구원급 : 27인 연구원급 : 52인 연구보조원급 : 115인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	2,250	6,600	7,050	15,900	47.5%	-
		시작품 제작비	2,200	800	250	3,250	9.7%	
		재료비	600	700	400	1,700	5.1%	
	연구 활동비	여비	225	251	232	708	2.1%	
		수용비및수수료	23	27	26	76	0.2%	
		기술정보활동비	249	278	257	784	2.3%	
	연구수당		501	558	514	1,573	4.7%	
	직접비 합계		6,048	9,214	8,729	23,991	71.6%	-
3) 간접비			442	586	541	1,569	4.7%	인건비+직접비의 4.9%
4) 합계	정부		7,000	9,500	9,000	25,500	76.1%	-
	민간		2,000	3,100	2,900	8,000	23.9%	-
	총계		9,000	12,600	11,900	33,500	100.0%	-

1중점과제(분산형 소규모 용수생산 시스템 기술 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		737	817	776	2,330	23.3%	책임연구원급 : 8인 연구원급 : 15인 연구보조원급 : 34인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	150	1,800	2,550	4,500	45.0%	소독제, 분리막, 분산형 용수시설, 지질조사, 수질조사, 공정실험, 표준화
		시작품 제작비	1,000	200	100	1,300	13.0%	
		재료비	200	200	100	500	5.0%	
	연구 활동비	여비	66	73	68	207	2.1%	
		수용비및수수료	7	8	8	23	0.2%	
		기술정보활동비	73	81	75	229	2.3%	
	연구수당		147	163	150	460	4.6%	
	직접비 합계		1,643	2,525	3,051	7,219	72.2%	-
3) 간접비			120	158	173	451	4.5%	인건비+직접비의 4.7%
4) 합 계			2,500	3,500	4,000	10,000	100.0%	-

2중점과제(요구수질 맞춤형 소규모 분산형 물재생 기술) 예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		778	879	823	2,480	24.8%	책임연구원급 : 9인 연구원급 : 16인 연구보조원급 : 35인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	100	1,800	2,500	4,400	44.0%	무기막, 분산형 물재생시설, 지질조사, 수질조사, 공정실험, 표준화
		시작품 제작비	1,000	100	50	1,150	11.5%	
		재료비	200	200	100	500	5.0%	
	연구 활동비	여비	70	79	74	223	2.2%	
		수용비및수수료	7	8	8	23	0.2%	
		기술정보활동비	77	87	82	246	2.5%	
	연구수당		155	175	164	494	4.9%	
	직접비 합계		1,609	2,449	2,978	7,036	70.4%	-
3) 간접비			113	172	199	484	4.8%	인건비+직접비의 5.1%
4) 합 계			2,500	3,500	4,000	10,000	100.0%	-

3중점과제(해수 간접취수 시스템 개발 / 해수담수화 최적 전처리공정 구축기술 개발) 예산

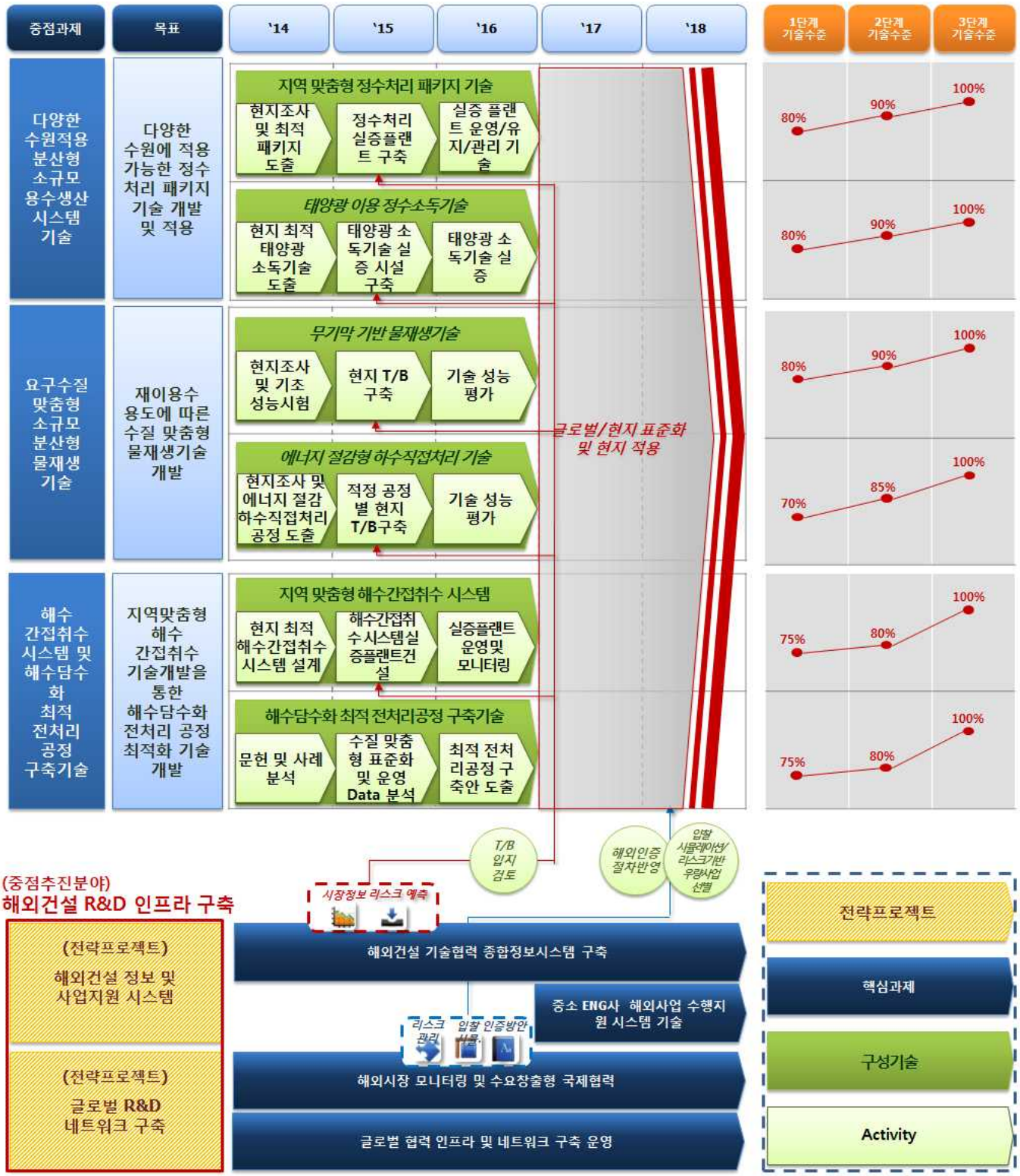
(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		995	1,104	1,031	3,130	23.2%	책임연구원급 : 10인 연구원급 : 21인 연구보조원급 : 46인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	2,000	3,000	2,000	7,000	51.9%	해수간접취수 시설, 지질조사, 수질조사, 공정실험, 표준화
		시작품 제작비	200	500	100	800	5.9%	
		재료비	200	300	200	700	5.2%	
	연구 활동비	여비	89	99	90	278	2.1%	
		수용비및수수료	9	11	10	30	0.2%	
		기술정보활동비	99	110	100	309	2.3%	
	연구수당		199	220	200	619	4.6%	
	직접비 합계		2,796	4,240	2,700	9,736	72.1%	-
3) 간접비			209	256	169	634	4.7%	인건비+직접비의 4.9%
4) 합 계			4,000	5,600	3,900	13,500	100.0%	-

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
다양한 수원적용 분산형 소규모 용수생산 시스템 기술 개발	지역맞춤형 소규모 정수처리 패키지 개발	소규모 정수처리 기법	기술이전
			기술표준화
			수질
	태양광 이용 정수소독 기술 개발	태양광 이용 정수소독 기법	기술이전
			수질
요구수질 맞춤형 소규모 분산형 물재생 기술	무기막 기반 물 재생기술 개발	무기막 기반 하수처리 기법	기술이전
			수질
		하수직접처리용 무기막	기술표준화
	에너지 절감형 하수 직접처리 기술 개발	에너지 절감형 하수직접처리 시스템	기술이전
			수질
해수 간접취수 시스템 개발 / 해수담수화 최적 전처리공정 구축기술 개발	지역맞춤형 해수 간접취수 시스템 개발	사막지역 해수 간접 취수 시스템	기술이전
			수질
	해수담수화 최적 전처리공정 구축기술 개발	해수담수화 전처리공정시설 시공법	시방서
			기술이전

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
다양한 수원적용 분산형 소규모 용수생산 시스템 기술
다양한 수원에 적용 가능한 정수처리 패키지 기술 개발 및 적용
지역 맞춤형 정수처리 패키지 기술
현지조사 및 최적 패키지 도출
정수처리 실증플랜트 구축
실증 플랜트 운영/유지/관리 기술
태양광 이용 정수소득기술
현지 최적 태양광 소득기술 도출
태양광 소득기술 실증 시설 구축
태양광 소득기술 실증
80%
90%
100%
요구수질 맞춤형 소규모 분산형 물재생 기술
재이용수 용도에 따른 수질 맞춤형 물재생기술 개발
무기막 기반 물재생기술
현지조사 및 기초 성능시험
현지 T/B 구축
기술 성능 평가
에너지 절감형 하수직접처리 기술
현지조사 및 에너지 절감 하수직접처리 공정 도출
적정 공정별 현지 T/B구축
기술 성능 평가
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
80%
90%
100%
70%
85%
100%
해수 간접취수 시스템 및 해수담수화 최적 전처리 공정 구축기술
지역맞춤형 해수 간접취수 기술개발을 통한 해수담수화 전처리 공정 최적화 기술 개발
지역 맞춤형 해수간접취수 시스템
현지 최적 해수간접취수 시스템 설계
해수간접취수 시스템실증플랜트건설
실증플랜트 운영및 모니터링
해수담수화 최적 전처리공정 구축기술
문헌 및 사례 분석
수질 맞춤형 표준화 및 운영 Data 분석
최적 전처리공정 구축안 도출
75%
80%
100%
T/B 입지 검토
해외인증 절차반영
입찰 시뮬레이션/리스크기반 우량사업 선별
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
시장정보 리스크 예측
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
(전략프로젝트)
글로벌 R&D 네트워크 구축
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
리스크 관리
입찰 인증방안 마련
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

2.2.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

기존 지표수원 중심 정수기술에서 다양한 수원 대상 새로운 개념의 패키지형 용수공급 시스템 기술 확보 및 보급

수처리 시설의 설계와 운영관리 기술에 IT 기술을 적극적으로 도입함으로써, 양질의 수질을 확보하고, 에너지를 절감하는 정수처리 패키지형 플랜트 기술 확보

지표수원이 부족한 사막국가에 특화된 다양한 수원을 대상으로 하는 용수공급 시스템을 개발하고 사막국가 표준기술로 인접국가에 보급

고에너지 소모형 해수담수화에 대한 대안으로, 요구 수질에 따른 다양한 형태의 처리기술을 적재적소에 적용한 하수재이용 기술 확보

현지에서의 하수재이용을 위한 다양한 수처리 공정 적용연구를 통한 다방면으로 응용 가능한 연구결과 확보

도시개발, 관개 및 녹화시설 등과 연계한 재이용수 생산 시스템 구축기술 확보

친환경적이고, 효율성이 높은 해수담수화 전처리 기술 개발을 통해 해수담수화 보급 확대 및 관련 기술력 향상에 기여

물과 공기를 이용하여 세척이 가능하고, 해안가의 시설 설치로 인한 생태계 파괴가 전혀 없음

해수간접 취수를 사용할 경우 Colloids, NOM, Microbes 등의 제거효율이 높고, 막(Membrane) 막힘 현상 등 부하율이 감소하는 장점이 있음

나. 경제적 기대효과

‘해수간접취수 기술’이 중동 및 북아프리카 해수간접취수 시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 755억원으로 분석됨

‘해수간접취수 기술’은 중동 및 북아프리카 시장을 대상으로 하고 있음

- GWI, Global Water Market 2008 자료를 토대로 중동 및 북아프리카 국가의 해수간접취수 시장을 추정한 결과 2024년 4조원에서 2033년 7조6천억원으로 성장할 것으로 예상됨[37)]

  · GWI, Global Water Market 2008에 따르면, 2007년 해수담수화 시장은 120억달러에서 2025년 440억달러로 성장할 것으로 전망함

  · GWI, Global Water Market 2008에 따르면, 해수담수화 중 해수간접취수 비중은 11%를 차지하는 것으로 조사됨

  · 해수담수화 시장의 68% 이상이 중동 및 북아프리카 지역에 위치함[38)]

  · 동기간 연평균 성장률 7.5%로 매년 성장하는 것을 가정하고 2024년부터 2035년간 중동 및 북아프리카 국가의 해수간접취수 시장규모를 산정함

[표 I-32] 중동 및 북아프리카 해수간접취수 시장 규모 전망

(단위 : 백만달러)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
해수담수화 시장	40,936	44,000	47,293	50,833	54,638	58,728	63,124	67,849	72,928	78,386
해수간접취수 시장	4,503	3,840	5,202	5,592	6,010	6,460	6,944	7,463	8,022	8,622
중동 및 북아프리카 해수간접취수 시장	3,062	3,291	3,538	3,802	4,087	4,393	4,722	5,075	5,455	5,863

37) 환율은 2013년 5월 평균 환율인 1,100.3원/달러를 적용함
38) 2013 물산업 실태와 사업전망, 임팩트

본 기술개발을 통한 추가적인 시장점유는 2024년 10%에서 2033년 40.0%까지 증가하는 것으로 설정함

- 현재 국내기업은 관련 기술실적 부재로 해외에 진출하지 못하고 있는 상황임
- 해수담수화 시장의 경우 두산중공업이 전체 시장의 40.0%를 점유하고 있으며, 해수간접취수시장 점유율은 2024년 10.0%에서 두산중공업이 차지하고 있는 해수담수화 시장점유인 40.0%까지 향상시키는 것으로 가정함
  - 점유율은 매년 일정한 비율로 증가하는 것으로 가정함

기술비중은 선행연구결과를 준용하여 33%를 적용함

- 기술비중을 일률적으로 적용 시 일반적으로 33%나 25%를 적용하며, 본 분석에서는 33%를 적용함[39)]

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 "09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구"의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

본 기술개발은 테스트베드 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 본 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

39) 기술가치 평가과정에서 기술비중 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술비중을 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술비중)를 29.7%로 산출한바 있음. 기술비중을 일률적으로 적용하는 방법은 일반적으로 33%나 25%를 적용함.

부가가치율은 한국은행에서 발간한 '2009년 산업연관표'의 건설산업 부가가치율인 40.1%를 적용함

본 연구개발을 통한 중동 및 북아프리카 해수간접취수 시장의 매출 편익은 755억원임

[표 I-33] 편익 산정(고효율 물공급시스템 건설기술(해수간접취수 분야))

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
중동 및 북아프리카 해수간접취수 시장(백만달러)	3,062	3,291	3,538	3,802	4,087	4,393	4,722	5,075	5,455	5,863	
중동 및 북아프리카 해수간접취수 시장(억원)	33,691	36,213	38,924	41,837	44,969	48,335	51,953	55,841	60,021	64,514	
예상 점유율(%)	10.0	11.7	13.6	15.9	18.5	21.6	25.2	29.4	34.3	40.0	
기술비중(%)	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 완성도(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
부가가치율(%)	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	
편익(억원)	38.9	48.7	61.1	76.6	96.1	120.5	151.1	189.4	237.5	297.8	1,317.7
편익의 현재가치(억원)	**27.2**	**33.0**	**40.0**	**48.6**	**59.0**	**71.6**	**86.8**	**105.4**	**127.9**	**155.3**	**754.7**

'물재이용 기술'이 중동 및 북아프리카 물재이용 시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 476억원으로 분석됨

'물재이용 기술'은 중동 및 북아프리카 시장을 대상으로 하고 있음

- GWI, Global Water Market 2008 자료를 토대로 중동 및 북아프리카 국가의 물재이용 시장을 추정한 결과 2024년 9조8천억원에서 2033년 44조7천억원으로 성장할 것으로 예상됨[40)]

  · GWI, Global Water Market 2008에 따르면, 2007년 물재이용 시장은 10억달러에서 2025년 210억달러로 성장할 것으로 전망함

  · 물 재이용 시장의 50%가 중동 및 북아프리카 지역에 위치함[41)]

40) 환율은 2013년 5월 평균 환율인 1,100.3원/달러를 적용함

· 동기간 연평균 성장률 18.4%로 매년 성장하는 것을 가정하고 2024년부터 2035년간 중동 및 북아프리카 국가의 물재이용 시장규모를 산정함

[표 I-34] 중동 및 북아프리카 물재이용 시장 규모 전망

(단위 : 백만달러)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
물재이용 시장	17,732	21,000	24,870	29,453	34,881	41,309	48,922	57,937	68,614	81,259
중동 및 북아프리카 물재이용 시장	8,866	10,500	12,435	14,727	17,441	20,655	24,461	28,969	34,307	40,630

본 기술개발을 통한 추가적인 시장점유는 2024년 1.0%에서 2033년 5.0%까지 증가하는 것으로 설정

- 현재 국내기업은 관련 기술 부재로 해외에 진출하지 못하고 있는 상황이며, 특히 중동의 경우 해수담수화를 제외한 물산업 수주 실적은 저조함[42)]
- 기술개발 이후 테스트베드가 구축되는 지역을 기반으로 개발기술을 확산하여 해당 지역의 점유율을 5.0%까지 높이는 것을 목표로 함

· 점유율은 매년 일정한 비율로 증가하는 것으로 가정함

기술비중, R&D기여율, 기술개발 완성도, 부가가치율은 해수간접취수 편익 산정 시 고려하였던 값을 동일하게 적용함

41) 2013 물산업 실태와 사업전망, 임팩트
42) 2013 물 산업 실태와 사업전망, 임팩트

본 연구개발을 통한 중동 및 북아프리카 물재이용 시장의 매출 편익은 476억원임

[표 I-35] 편익 산정(고효율 물공급시스템 건설기술(물재이용기술 분야))

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
중동 및 북아프리카 물재이용 시장(백만달러)	8,866	10,500	12,435	14,727	17,441	20,655	24,461	28,969	34,307	40,630	
중동 및 북아프리카 물재이용시장(억원)	97,554	115,532	136,822	162,037	191,898	227,262	269,143	318,743	377,482	447,047	
예상 점유율(%)	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.4	2.9	3.5	4.2	5.0	
기술비중(%)	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 완성도(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
부가가치율(%)	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	
편익(억원)	11.3	15.9	22.6	32.0	45.0	64.1	90.8	128.6	182.1	257.9	350.6
편익의 현재가치(억원)	**7.9**	**10.8**	**14.8**	**20.3**	**27.8**	**38.1**	**52.2**	**71.6**	**98.1**	**134.5**	**475.9**

‘해수간접취수 및 물재이용 기술’이 중동 및 북아프리카 해수간접취수 및 물재이용 시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 1,231억원으로 분석됨

[표 I-36] 편익 산정(고효율 물공급시스템 건설기술)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
해수간접취수시장 매출편익의 현재가치(억원)	**27.2**	**33.0**	**40.0**	**48.6**	**59.0**	**71.6**	**86.8**	**105.4**	**127.9**	**155.3**	**754.7**
하수재이용시장 매출편익의 현재가치(억원)	**7.9**	**10.8**	**14.8**	**20.3**	**27.8**	**38.1**	**52.2**	**71.6**	**98.1**	**134.5**	**475.9**
계	**35.0**	**43.8**	**54.8**	**68.8**	**86.7**	**109.6**	**139.0**	**177.0**	**226.0**	**289.7**	**1,230.6**

다. 정책적 기대효과

세계 물 산업에서 가장 큰 시장이 될 물부족국 시장에 진출함으로써 우리나라가 세계적인 물 기업국가로서 기술 위상을 한 단계 올리는 계기 마련

다양한 수원을 이용할 수 있어 안정적 용수공급원으로 지역적인 물 부족 해소를 위한 정책적 기반 마련

상하수분야의 글로벌 경쟁력 확보 및 미래 물시장의 진입을 통한 세계적 선도국으로서의 역할

적용 대상지역의 수질 및 수량조건 등에 탄력적으로 대응 가능한, 단위공정들로 구성된 최적 처리시스템 개발을 통한 물순환이용 촉진

하수재이용기술 적용에 대한 Case Study를 통한 하수재이용의 제도적 기반 마련

자연환경을 활용한 해수처리 공정으로 환경파괴 최소화 및 해수담수화 시설에 안정적인 해수 공급으로 지역주민의 안정적인 수자원확보에 기여

해수를 직접 취수할 경우 고농도 Colloids, NOM, Microbes의 유입, 빈번한 Membrane Fouling 발생, 취수시설의 해안 노출로 자연재해(태풍 등)의 경우에 대비하여야 하는 문제점 발생

본 기술은 해안가 지하에 대용량의 간접취수시설 설치로 안정적인 농도의 여과된 해수를 연속적으로(지속적으로) 용수공급 가능, 해수담수화 전처리공정의 안정성 확보, 지하시설로 자연재해에도 거의 영향을 받지 않는 효과 발생

해외 물산업 진출을 위한 교두보 마련

본 사업을 통하여 국내 물산업 기업이 다양한 해외 환경에 적응할 수 있는 지역별 핵심기술을 확보함으로서, 해외시장 개척 및 진출에 도움이 예상됨

본 사업을 통하여 현지의 실증시설을 구축하고, 현지 산ㆍ학ㆍ연 연구진과의 협력연구를 수행한다면 시장진입의 어려움을 극복할 수 있으며, 이를 통한 해외 건설시장에서 국내 기업 이미지 제고 가능

3. 생산성 향상 및 에너지절감형 건축기술

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 개도국 공공주택시장에서의 수익확보, 기후에 관계없는 비용절감형 건축기술 개발

아프리카 아시아 극서·고온지역의 저가 주택시장에서 사업경제성 및 에너지 절감이 가능한 모듈주택 건설기술

동남아 건설 시, 강우환경에서 지속적 공사 진행을 가능하게 하는 건설기술

(범위) 극서고온환경, 우기환경에 적응성을 높인 건축 설계, 시공, 재료, 장비기술

모듈주택의 부재/접합부 단열 기술, 극서·고온 환경 공조 기술, 생산자동화 및 수송비 절감 기술

- 에너지 절감형 외단열벽체, 공조설비, 통합에너지관리시스템 개발
- 조립식 주택의 생산자동화라인 구축을 위한 접합/절삭/조립 무인화 기술 및 공장 내 물류체계 자동화 기술 개발
- 수송비 절감을 위한 Folding형 모듈, SIP(Structural Insulated Panel) 복합적용 기술개발

우기 타설 가능 콘크리트 및 철강재, 우기 터파기 공법 및 강우차단시스템, 공정/품질관리 시스템 개발

- 강우환경 콘크리트 양생기법 및 배합재료, 방수 거푸집, 철강재 및 도장재 개발
- 슬래브 역타설 공법, 가설지붕 및 흙막이 벽지지시스템 개발
- 통합공정관리시스템 및 현장타설 콘크리트 품질평가시스템 개발

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

(1) 해외

스마트 주택, U-Healthcare 주택 등 인간중심 주택기술과 에너지 절감형 주택기술을 개발[43)]

유무선 통신과 디지털 통신을 기반으로 홈네트워킹과 인터넷 정보가전을 이용해 유비쿼터스 환경을 가정 내에 실현하는 지능화된 생활환경 구현기술을 개발

- EU는 세계 최초의 사이버아파트 및 홈네트워크 상용화 국가로, 사용자 대응형 IT 시스템이 구축된 주택 개발과 실제 가족을 대상으로한 실험 결과를 바탕으로 R&D를 통해 사용자 중심의 IT 제품을 개발(스웨덴 인터리빙 프로젝트)

- 일본은 멀티벤더에 의한 가전, 설비기기 통합 컨트롤 시스템 개발, 가정 내 기기의 계측, 관리, 제어에 관한 표준화 및 통신제어 I/F 장치 개발과 에코서버, 홈서버 공통 프레임워크 개발사업을 추진

- 미국은 IT 분야의 대기업을 중심으로 지능형홈 관련 기술이나 제품들의 연구 및 개발(인텔 : 디바이스나 서비스 개발/ 시스코 : 주택 내외부의 네트워킹/ MS : 소프트웨어 인프라 / HP : 모바일 디바이스)

사용자 중심의 시스템, 사회적 약자를 위한 지능형 홈, 스마트 에너지 관리등 관련기술개발

- Hochtief AG에서는 고령자 대상 주택의 신축, 리모델링 기술을 대학과 협력 통해 개발 중[44)]

- Bouygues에서는 주택에 대한 인체공학적 디자인 연구 및 음향측정 연구와, 에코주택 건설을 위한 친환경 제품 및 건설장비 활용 연구를 진행[45)]

미국, 유럽을 중심으로 패시브하우스 등과 같이 건축물 에너지소비량 저감기술개발 및 실용화가 활성화되고 있음

43) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA
44) Hochtief AG홈페이지
45) Bouygues 홈페이지

인간중심 첨단 주택기술과 더불어 모듈러 주택을 포함한 저비용 주택 기술개발이 추진되고 있음

선진국을 중심으로 주택건설 시 에너지, 이산화탄소의 저감, 노무 및 인건비 절감을 목적으로 유닛모듈러 주택 기술을 개발[46)]

- 영국은 유럽에서 가장 활발하게 모듈공법을 보급하고 있는 국가로서 1990년대 말부터 유닛모듈러에 대한 연구가 시작했으며 최근 25층 기숙사 건물을 건설할수 있는 기술력 확보
- 미국의 유닛 모듈러 주택은 대체로 단층 목조구조로서 주택은 반나절에 완공가능
- 일본은 1950년 및 60년대에 이미 유닛하우징(공장에서 주택 제작) 연구를 시작햇으며 현재, 일본 전통주택(공기 120일, 프리패브율 40%)과 일반 프리패브 주택(공기 90일, 프리패브율 50%)에 비하여 유닛하우징은 공기 40일, 프리패브율 80%의 시스템기술을 확보

Bouygues에서는 저비용 공공주택 공급을 목적으로 주택건설기술개발을 진행 중[47)]

선진국에서는 기능성 및 사용성, 경제성 개선이라는 사회적 욕구에 대응하기 위해 고성능 강재 개발 및 구조물 적용 기술 개발을 활발히 추진 중[48)]

미국, 유럽 및 일본 등 선진국의 경우에는 1970년대부터 건설비용 절감, 건설 후 유지관리 비용 절감, 구조물의 안전성 및 내구성 증대 등을 위해 다양한 고성능 강재들을 구조물에 적용하기 시작하여 그 이용기술이 확립 단계에 이름

- 미국은 내후성을 갖는 교량용 고성능강을 개발 완료. 50mm 이하의 경우는 기본적으로 TMCP로 생산하며 50mm를 초과하는 경우는 담금질-뜨임 열처리로 생산
- EU는 후물화에 따라 강도를 차등적용 중이며 충격인성은 강종별로 고정된 규격을 제정
- 일본은 전두께에 걸쳐서 TMCP로 생산하면 두께에 따른 강도 및 충격인성치에 차등을 두지않고 동일기준을 적용

46) 건설혁신 생산체계, 모듈러 공법의 기술동향, 모듈러 건축물의 기술개발 현황과 향후 과제, 임석호, 한국건설기술연구원, 2012
47) Bouygues 홈페이지
48) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA

(2) 국내

주택부문에서 기업체는 신재생에너지 활용 및 패시브 하우스 등 에코주택 기술 개발에 주력하고 있음[49)]

삼성물산은 친환경 GB Slab 시스템, 지중열 활용 기술을 개발

SK건설은 Solar Heater & Cool Tube 시스템을 개발

대림산업은 Eco/Emotion House, Green Energy System, 및 저에너지 친환경 공동주택 관련기술을 개발

GS건설은 Energy(패시브 하우스, 지열 냉난방 시스템, 건물 에너지 최적설계, 그린 콘크리트), Nise(소음저감), Air Quality(실내공기 센서), Safety(인방형 제진장치, 대피 시뮬레이션) 관련 연구를 수행 중

금호건설은 복사냉난방 시스템(온돌구조체를 통하여 주택의 냉난방, 다기능 환기 유닛을 통한 환기와 제습, 공기청정 기능을 통합 및 제어하는 공법) 관련연구를 진행 중

건설 시, 공기단축 및 건설비 절감을 위해 연구기관을 중심으로 모듈러 건축시스템에 대한 연구가 활발히 진행중

한국건설기술연구원에서는 경량철골조를 활용한 모듈러 공법에 대해 연구 중이며, 해당연구가 완료될 경우, 세계 3위의 기술력 확보가 가능함

- 국내에서 개발되는 모듈러 공법은 주거환경성능에 대한 높은 기술력을 개발 중에 있기 때문에 세계 조립식 건축물 시장에서는 15%이상의 점유율을 확보할 것으로 예상함

- 물 시장에서는 15%이상의 점유율을 확보할 것으로 예상함

49) 삼성물산, SK건설, 대립산업,, GS건설, 금호건설, 현대건 홈페이지

3.1 핵심과제: [아시아-아프리카] 생산성 향상 모듈주택 건설기술

3.1.1 개요

가. 핵심과제 정의

모듈러 주택기술은 일정규모의 주택을 공장에서 제작하여 현장에서 조립하여 완성시키는 기술로써 공공주택건설시장에 적합한 기술임[50]

모듈러 주택은 매뉴팩쳐드 하우징(Manufactured housing)[51]과 구분하여 프리패브 하우징(Pre-fabricated housing)의 범주에 속하는 공업화 주택을 의미

- 모듈러 주택은 표준화된 규격의 모듈을 제작하여 현장으로 운송하여 설치하는 것으로서 주재료는 목재나 철재를 사용

모듈주택은 기존 주택 대비 저가, 신속시공이 가능하여 신흥국 공공주택건설시장에 적합함

- 기후조건과 관계없이 지상에서 대량생산이 가능하기 때문에 전통적 주택건설 방식에 비해 저가, 신속시공이 가능한 장점이 있음

- 소형 동일실내공간 소요 및 이동성이 강조되는 숙박기능 건축물에서 장점의 극대화가 가능하여, 이 때문에 기숙사, 비즈니스 호텔, 콘도, 소형원룸 주택, 군막사, 광산 Worker's Camp 등에 적용

- 반면 적정성능(단열, 차음, 내화) 확보나 임시건축물이라는 소비자 인식, 국내 시장 미성숙에 따른 산업기반이 취약한 것이 단점임

동 핵심과제는 모듈 주택의 극서·고온 기후 적용성을 제고하고 모듈생산 전자동화 및 Folding 구조 부재를 개발하여 생산/수송비용 절감에 기여함

모듈러 주택의 약점으로 단열이 지적되고 있고, 진출대상국의 대부분이 극서·고온 환경인 점을 고려하여 부재/접합부 단열, 보급형 실내공조기술을 개발함

50) Real Estate Issue & Market Trend vol.6 하나다올신탁
51) 매뉴팩쳐드 하우징(Manufactured housing)은 공장에서 100% 제작하여 이동 후, 정치하여 사용하며 모바일 홈이 이에 해당

공공주택 건설사업을 추진하는 국가가 신흥국으로서 국내 대비 사업비가 현저히 낮은 점을 고려하여 공장 생산, 수송, 조립(시공)등 생애주기 단계별 비용을 최소화하기 위한 건설기술임

- 기존 공장 수작업 생산에서 자동생산을 위한 기술개발
- Folding방식 모듈(모듈에 일부 벽체가 Folding방식으로 접합되어 현장에서 쉽게 설치 가능한 모듈)과 SIP(Structural Insulated Panel: 구조재가 단열재와 일체화된 바닥 및 벽체용 패널)을 복합 적용한 운송비 및 설치비용 절감이 가능한 저비용 조립식 주택 시스템 개발

나이지리아, 남아공, 리비아, 인도네시아, 베트남, 카자흐스탄 등 공공주택 건설사업 추진이 계획된 국가의 기후, 지질조건, 원자재 환경에 최적화된 모듈 주택건설기술을 개발

- 국가별 원자재 조건, 가격이 상이한 것을 고려하여 목재, 철재 등 다양한 구조부재를 활용한 벽체, 조립기법의 속성정보를 포함하는 BIM[52]기반 모듈 주택 표준 라이브러리를 개발

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

중분류	소분류	개발대상 기술
모듈러 주택 계획 및 설계	BIM을 활용한 모듈러 주택 설계기술	O
	설계기준 및 가이드라인 개발	O
국가별 최적화 모듈러 주택 시공 및 재료기술	모듈러 주택 재료의 접합 및 조립개선 기술	O
	내화/열성능 향상 재료기술	O
	현지 재료 활용 저비용 자재 생산 기술	-
	양중방식 개선 기술	-
	모듈러 조립공구 개선 기술	-
	Folding형 모듈/SIP활용 저비용 주택 설계기술	O
국가별 최적화 전략 및 경제성 제고기술	국가별 주택 건설 기준제도 분석	-
	시공 경제성분석 및 VE	-
	모듈러주택 성능평가 기술	-

상세기획 참여자

소속기관분류	성명	기관명	직위
산	배상환	대림산업	책임연구원
학	조봉호	아주대학교	교수
연	임석호	한국건설기술연구원	선임 연구위원
	이원학	한국건설기술연구원	전임연구원

52) BIM(Building Information Modeling): 건축 · 토목 · 플랜트를 포함한 건설 전분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명주기 동안 의사결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 디지털 모델과 그의 작성을 위한 업무절차를 포함하여 지칭(국토해양부, 2010.1), 기존 2D도면은 2차원 평면 공간에 작성된 선들의 조합으로 선을 선택할 때 건물의 구성요소인 벽이나 기둥에 대한 정보를 파악할 수 없으나, 3차원 공간에 작성된 BIM 디지털 모델은 선이 아닌 3D 객체로 구성되어 벽을 선택 시 벽의 이름, 길이, 면적, 부피와 같이 속성정보를 확인하고 공사에 활용할수 있음(포스코 A&C)

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

동남아시아, 아프리카 신흥국 중심 공공주택 건설수요 급증

'11년 10월 인도네시아 공공주택부(Public Housing Ministry)는 '12년까지 11억 달러를 East Nusa Teggara 지역의 주택건설에 투자 계획을 발표

알제리에서는 주택, 도로, 수자원개발, 신도시, 신항만 건설에 '10년부터 '14년까지 총 1,500억 달러를 투자할 계획임

- 알제리의 경우, 매년 175,000호의 신규주택 공급 및 노후화된 주택 재건축이 필요한 상황임

나이지리아의 경우 '12년부터 '20년까지 1,040만개의 주택이 건설될 계획

사우디아라비아의 경우 500만호 주택건설사업이 추진주이며, 정부주도의 주택공급이 증가되는 추세임. 현재 사우디 내 주택부족분이 약 200만호에 달하며 사우디 정부는 중동 민주화 사태 이후 민심을 달래기 위해 향후 500만호 주택건설을 발표한 바 있음.

- 2012년 국토해양부에서는 사우디 주택부장관과 한국기업의 50만호 주택사업 참여문제를 논의하고 한국기업의 사우지 주택사업 참여제한을 완화하였으나, 사우디 주택공급전략 및 경제성 미흡 등으로 가시적인 성과가 나타나고 있지 못함



[그림 I-39] 사우디아라비아 주택건설 사업

(2) 기술적 필요성

모듈 주택 고유 특성인 단열성능 개선과 국내 주택 Track Record 확보가이루어지지 않아 진출대상국에 즉각적 적용이 어려움

극서·고온다습 국가에 적용하기 단열/공조 기술개발이 추진된 바 없음

국내 모듈 주택건설시장의 활성화가 더디고 국내외 모듈러 주택 Test-Bed를 통한 기술검증이 이뤄지지 않아 해외의 많은 시장이 열렸음에도 불구하고 진출을 못하고 있음.

- 국내 기업의 모듈러 공법 기술은 군부대시설 건물에 한정이 되어 있어, 해외수출하기에는 아직 기술적 한계를 갖고 있음.

(3) 기술개발 시급성

서민 주거안정 및 전후 복구를 목적으로 추진되는 신흥국 공공주택사업은 국내 건설기업 진출 시 수익성 확보에 어려움 예상

최근 국내에 건설된 포스코 A&C 모듈주택의 평당 건설단가는 500만원, 알제리 평당 건설단가는 200만원임

국내 모듈 주택 생산은 공장 수작업 방식을 사용하여 일본, 영국 등 자동화 생산기술을 보유한 국가 대비 비용절감 미흡

수송최적화 기술개발이 이루어지지 않아 수송 비용 절감 미흡

- 모듈러 주택의 해외 적용을 위해서는 장거리 운송(해상 및 육상) 및 현지 조립을 위한 대형 크레인 등의 장비가 요구되나, 인프라가 부족한 저개발 국가에서는 운송 및 현장조립에 요구되는 비용이 과다하게 소요됨

국내 모듈러 공법 기술 홍보 부족 및 현지 Test-Bed를 통한 기술검증이 이뤄지지 않아 해외의 많은 시장이 열렸음에도 불구하고 진출을 못하고 있음

(4) 국고지원 적합성

신흥국 대상 모듈러 현지생산 및 건축자재 시장 개척이 가능하여 국내 관련 기업의 산업적 파급효과가 큼

저비용·고효율 모듈러 주택 활성화에 따른 관련 건축자재 산업 활성화

모듈러시스템 해외수출(국내생산 후 운송시) 및 현지 생산공장 설립을 통한 해외시장 개척가능

모듈주택의 자재생산, 조립(시공)공법 등은 시공현장에서 전문건설업체가 수행하는 분야로서 모듈주택분야의 중소기업 역량/산업기반 강화에 기여함

저비용고효율 건설기술 해외수출을 통한 국내 건축자재 시장활성화 및 국가 이미지 제고

국내 건축 시장의 한계를 고려했을 때 해외 수출을 통해 국내 건축자재 기업의 활로 마련 기대

휴대폰, TV, 조선과 같이 모듈러 주택이 해외 수출의 대표적 상품으로 자리매김하여 국가 이미지 제고 기대

다. 기술개발 목표

전자동 모듈 주택 생산/조립 자동화 시스템 기술 확보 및 해외 실증화

모듈주택 생산기술 자동화 기술확보 및 실증 Test-Bed 구축

기존의 볼륨형 모듈러 시스템 대비 운송부피 50% 절감이 가능한 Folding형 모듈 및 SIP복합 저비용 주거 시스템 개발

고온(다습/건조) 지역 적용, 모듈주택 단열벽체 및 공조설비 기술 실증화

30% 에너지 절감형 모듈러 주택모델 개발 및 실증 Test-Bed 구축

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
국가별 맞춤 조립식 보급형 주택 Proto-type 개발	- BIM기반 국가별 맞춤 조립식 주택 표준 모델 개발 - B1M기반 국가별 조립식 주택 부품 표준화 및 통합 설계 매뉴얼 개발	▪ 조립식 건축물 설계 및 유닛접합부 기준 상세 기술 ▪ 조립식 건축물 부품 및 부재 BIM 라이브러리 체계분류 기술 ▪ 조립식 건축물 BIM 설계 활용 유지관리 기술
국가별 맞춤 조립식 주택의 에너지 절감형 최적시스템 개발	- 국가별 기후 환경에 대응한 Passive 설계기법 활용 에너지 절감 설계 시스템 개발 - 국가별 기후 환경에 대응한 에너지 절감 시스템 개발	▪ 국가별 기후환경 대응 에너지 절감형 조립식 주택 적용 벽체(내단열·외단열)시스템 개발 ▪ 에너지 절감형 조립식 주택 공조 및 열원 설비 시스템 개발 ▪ 조립식 주택의 통합 에너지관리시스템(HEMS) 개발
조립식 주택 생산시공효율성 확보 기술	- 국가별 맞춤형 조립식 주택의 시공 및 관리 효율성 확보 기술 개발 - 공장제작 효율화를 위한 공장생산 관리모델 개발 - 현장조립 효율화를 위한 주택시공의 조립장치 개발	▪ 현장 조립 효율화를 위한 수직 수평 모듈 결합 건설 기계 개발 ▪ 공장 제작 효율화를 위한 공장 생산시스템 개발
Folding형 모듈 및 SIP(Structural Insulated Panel)복합적용 저비용 조립식 주거시스템 개발	- 저개발국가 적용을 위한 비용절감형 Folding모듈 및 SIP구조시스템 및 시공법 개발 - Folding모듈 및 SIP 이용 주거 표준형 평면 개발 - Folding 모듈 구조 및 접합 시스템 개발 - 벽체 및 바닥용 SIP 시스템 및 접합 시스템 개발가	▪ Folding 모듈 및 SIP활용 저개발국가용 주거 설계기술 ▪ Folding형 모듈 구조시스템 및 접합시스템 설계 기술 ▪ 현지 기후환경을 고려한 SIP 및 접합시스템 설계기술

마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

중분류	소분류	구성기술
모듈러 주택 계획 및 설계	BIM을 활용한 모듈러 주택 설계기술	▪ 조립식 건축물 부품 및 부재 BIM 라이브러리 체계분류 기술 ▪ 조립식 건축물 BIM 설계 활용 유지관리 기술
	설계기준 및 가이드라인 개발	▪ 조립식 건축물 설계 및 유닛접합부 기준 상세 기술
국가별 최적화 모듈러 주택 시공 및 재료기술	모듈러 주택 재료의 접합 및 조립개선 기술	▪ 현장 조립 효율화를 위한 수직 수평 모듈 결합 건설기계 개발 ▪ 공장 제작 효율화를 위한 공장 생산시스템 개발
	내화/열성능 향상 재료기술	▪ 국가별 기후환경 대응 에너지 절감형 조립식 주택 적용 벽체(내단열·외단열)시스템 개발 ▪ 에너지 절감형 조립식 주택 공조 및 열원 설비 시스템 개발 ▪ 조립식 주택의 통합 에너지관리시스템(HEMS) 개발
	현지 재료 활용 저비용 자재 생산 기술	-
	양중방식 개선 기술	-
	모듈러 조립공구 개선 기술	-
	Folding형 모듈/SIP활용 저비용 주택 설계기술	▪ Folding 모듈 및 SIP활용 저개발국가용 주거 설계기술 ▪ Folding형 모듈 구조시스템 및 접합시스템 설계 기술 ▪ 현지 기후환경을 고려한 SIP 및 접합시스템 설계기술
국가별 최적화 전략 및 경제성 제고기술	국가별 주택 건설 기준제도 분석	-
	시공 경제성분석 및 VE	-
	모듈러주택 성능평가 기술	-

3.1.2 기술 및 시장동향

가. 시장동향

신흥국의 건설시장에서는 급속한 도시화와 주거인프라 안정을 목적의 정부사업 추진에 의한 공공주택 건설시장의 급격한 성장이 예상됨

'11년 10월 인도네시아 공공주택부(Public Housing Ministry)는 '12년까지 11억 달러를 East Nusa Teggara 지역의 주택건설에 투자 계획을 발표

2011년 3월 카자흐스탄 정부에서 '2011~14년 카자흐스탄 주택 건설프로그램'을 승인하여, 3년간 5.5억불의 중앙정부 예산과 약 2억불의 지방정부 예산이 투자할 예정

2012년 1월 우즈베키스탄 대통령 신년연설에서 농촌지역 주택보급사업을 통해 8,510동(연면적 120만㎡)을 건축할 예정이며, 2015년까지 총 22억불을 투자할 것으로 발표함

리비아에서는 전략적 프로젝트 개발 5개년 프로그램을 통해 주택, 학교, 상하수도 처리시설 등에 5년간 1,234억달러를 투자할 계획임

알제리에서는 주택, 도로, 수자원개발, 신도시, 신항만 건설에 '10년부터 '14년까지 총 1,500억 달러를 투자할 계획임

- 알제리의 경우, 매년 175,000호의 신규주택 공급 및 노후화된 주택 재건축이 필요한 상황임

나이지리아의 경우 12년부터 '20년까지 1,040만개의 주택이 건설될 계획

아프리카의 경우, 자원개발과 연계된 숙소 건설, 서민주택 제공을 위해 아파트 건설 사업이 발주되고 있음

알제리에서 발주되는 서민주택사업은 아파트 건설사업으로 발주되었으나 가격경쟁력 및 아프리카 네트워크를 확보한 중국업체가 독식

르완다는 한정된 국토 및 급격한 도심화로 인해 아파트 비중을 2040년까지 50%까지 늘리는 정책을 수립하였음. 이에따라 최근 유럽권 국가 건설업체에서 사업을 수주하고 있음.

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

(가) 국내 기술개발동향

' 11년부터 지식경제부에서 발주한 "탈현장 초고속 주택 건설기술 개발" 을 통해 4층이상 철골조 모듈러 공동주택의 BIM활용 설계, 제작, 시공기술 연구

국내최초로 BIM을 활용한 4층형 철골조 모듈러 주택의 설계기술 및 고층화를 위한 구조결합기술을 확보하였음

철골조 모듈러 주택의 바닥충격음 저감 바닥구조시스템을 완성해 중량충격음 3등급, 경량충격음 1등급의 성능을 확보함

현재는 BIM활용 표준화 설계기술의 완성도를 높이고 있으며, 12층이상 고층화가 가능한 철골조 모듈러 구조기술을 실험을 통해 검증하고 있음

기밀성능 향상을 위한 에너지절약형 외벽체 기술과 모듈러 공법에 맞는 공구를 개발하고 있음.

위 연구에서 진행되고 BIM활용 설계기술 및 주거환경개선 기술을 적극적으로 연계하여 극서지 혹은 극한지에서 요구하는 급속 시공 및 쾌적한 주거환경의 문제를 해결할 수 있을 것으로 예상함

' 11년부터 국토교통부에서 발주한 "재난재해대비 임시거주공간 시스템 개발" 을 통해 철골조 및 목조 모듈러 공법을 활용한 임시주택의 설계, 제작, 시공기술 연구

' 13년 개발된 철골조 및 목조 모듈러 임시주택의 시작품을 완성하였으며, 분리·해체 및 이동이 용이한 해당 기술은 단기간 사용이 요구되는 ' 13년 인천실내·무도 아시아경기대회에 활용할 계획임

극빈국 및 개도국을 대상으로 보급형 주거로 본 연구의 결과를 적극적으로 활용할 필요가 있음. 또한 나무가 풍부한 국가에 목조 모듈러 공법의 개발이 요구될때에는 본 연구의 결과를 활용할 필요가 있음

' 07년 국내최초 철골조 모듈러 단독주택 개발 성공

2004년부터 2007년까지 국토교통부에서 발주한 "자원순환형 철골조 유닛모듈러 주택 개발 연구"를 통해 철골조 모듈러 공법을 활용한 단독주택 설계, 제작, 시공기술을 개발 완료함

국내최초로 2007년 개발된 철골조 모듈러 단독주택 기술을 강원도 평창에 시범사업으로 50평 단독주택을 내부마감을 제외하고 모듈러 시공만 2시간 45분에 완공하였으며, 1개 유닛 모듈간 12분만에 조립을 완료함

2007년 시범사업으로 완공된 철골조 모듈러 단독주택은 구조안정성 및 주거환경의 완성도가 높아 개인이 분양받아 거주하고 있어, 철골조 모듈러 단독주택의 해외수출시 본 연구사업의 결과를 추가 연구를 통해 진출국가 맞춤형 기술이 확보될 수 있음

중동 및 아프리카 등의 고온지역 특성을 고려한 조립식 건축공법 기술개발 부재

중동 및 아프리카 등의 고온건조 지역은 콘크리트 양생 및 외부 근로환경이 열악한 지역으로 PC, 모듈러 등의 공장제작-현장조립이 적합한 건축공법임

일부국가의 경우, PC제조업체가 조립-시공을 겸하고 있어, 국내기업이 해당국 건설시장 진입시 제조-시공업체 대비 가격경쟁력이 낮아 시장개척이 어려운 상황이며, 이에따라 모듈러 시스템 현지생산체계 구축 및 현장설치 간소화 등으로 가격경쟁력 제고가 가능할 것임

국내환경에 적합한 친환경 저에너지 설계, 시공분야 기술경쟁력을 바탕으로 해당국에 적합한 모델개발 및 성능검증 필요

'저에너지 친환경 공동주택 기술개발(연구단)', '시장수요기반 신축건축물 녹색화 확산연구(연구단)' 등을 통해 저에너지 건축물 통합설계, 구축에 관한 기술경쟁력 확보

연구수행 경험 및 결과물을 기초로 해당국 기후에 적합한 에너지 저감모델 도출 등의 추가적인 연구개발이 필요함

건축물에 적용되는 시스템은 통합성능 평가 및 검증이 이루어져야하므로 건설시장 개척을 목표로 하는 신흥국을 대상으로 Pilot Project를 수행하고 일정기간 성능검증/모니터링 과정이 필수적임

[표 I-37] 유사 국가연구개발사업 검토(생산성 향상 모듈주택 건설기술)

부처명	사업명	과제명	기술개발목표	산출물	개발대상기술과 차이점
지식경제부	주요사업	탈현장 초고속 주택 건설 기술 개발	현장시공속도가 기존공법 대비 50%향상된 탈현장 초고속 주택건설 기술 개발	4층형 모듈러 도시형생활주택 실시설계도서, 구조안정 및 주거환경 향상기술 특허, 모듈러 조립공구 특허	단독주택부터 고층화(12층) 모듈러 주택 구현
국토교통부	첨단도시사업	재난재해대비 임시거주공간 시스템 개발	재난재해 발생에 따른 피해자에게 신속하고 안락한 임시주거 제공	지자체 보급형 임시거주주택 설계도서	분양 및 임대주택을 상품화한 모듈러 설계 및 제작시스템을 개발
국토교통부	첨단도시사업	초고속 탈현장 신한옥 유닛모듈개발	신한옥의 BOX 유닛화를 통하여 고품질, 공기 단축, 경제성 있는 신한옥 건설산업 창출	한옥의 유닛화 시스템 특허, 생산 및 제작도서 특허	진출국가에 맞춤형 주거 (한옥은 한국만의 전통주택임)
국토교통부	첨단도시사업	자원순환형 철골조 유닛모듈러 주택 개발 연구	유닛모듈러 주택 설계의 용이성 확보를 위한 설계 및 구조시스템 개발. 설계 및 공장생산 자동화	유닛 모듈러공법활용 단독주택 설계지침서 및 구조안정성확보 시스템기술 특허	단독주택부터 고층화(12층) 모듈러 주택 구현

포항산업과학연구원 군부대 및 학교 시설관련 모듈러공법 기술 확보

2012년 국방부 BOQ 턴키사업을 위해 2005년 개발하였던 모듈러공법 활용 군부대시설의 제작 및 시공기술을 보완하여 대량생산 및 시공용이한 군부대시설물의 표준설계도를 완성하였으며, 국방부에서 제시한 BOQ 주거성능확보를 위해 연구개발을 완료하였음.

2003년 학교시설에 대한 설계 및 시공기술 개발을 통해 국내최초로 신기초등학교를 완공하였음.

' 09년 국내최초 포항산업과학연구원 철골조 모듈러 병원 수출

2009년 포항산업과학연구원은 철골조 모듈러 병원 건설 기술을 통해 러시아에 국내최초로 수출함. 러시아에 수출을 위해 진출국가의 건설관련 기준에 맞추어 기술을 개발하였으며, 향후 해당 노하우를 통해 해외건설시장진출의 리스크를 줄일 수 있음

' 10년 ㈜유창건설 철골조 모듈러 숙소 개발 후 수출

2010년 ㈜유창건설은 괌 건설현장 숙소 사업을 위해 현지 건설관련 기준에 맞게 기술을 개발하여 해당 사업을 수주하여 수출하였음. 향후 해당 노하우를 활용하여 해외건설시장진출의 리스크를 줄일 수 있음.

' 11년 아주대학교는 극한지용 모듈러 건축기술을 개발함

2011년 아주대학교는 포스코 및 금강공업과 함께 극한지용 모듈러 건축기술을 개발하여 남극 장보고기지의 모듈러 시스템 구조 및 단열성능 확보 등과 관련한 연구를 수행하고, 실제 프로젝트에 적용하였음

' 12년 아주대학교는 해외 장거리 운송용 모듈 운송최적화 기술을 개발함

2012년 아주대학교는 RIST와 함께 모듈과 패널의 복합 적용이 가능한 해외 장거리 운송용 모듈러 시스템 및 포장 기술을 개발함

[표 I-38] 유사 민간연구개발사업 검토(생산성 향상 모듈주택 건설기술)

기업명	기술개발내용	기술개발목표	성과	개발대상기술과 차이점
RIST	러시아 수출용 초대형 모듈러 건축물 구조시스템 개발	러시아 병원모듈 수출을 위한 현지기준 대응 설계 및 실대형 내화실험결과 취득	러시아 병원 모듈 수출	병원을 대상으로한 모듈러 공법과 주거를 대상으로 하는 모듈러 공법은 다름
RIST	모듈러 공법 적용 군 시설 주거성능 평가 및 개선기술 개발	모듈러 군시설 대량발주에 따른 성능확보를 위해 설계 및 현장설치 모니터링	국방부 BOQ 턴키사업 수주	군시설물과 주택과는 설계 및 제작시스템은 다름
RIST	이동 및 재사용이 가능한 모듈러 군대 막사 개발	모듈러 군시설 도입을 위한 BOQ 및 병영생활관 표준설계도서 작성	국방부 BOQ 턴키사업 수주	군시설물과 주택과는 설계 및 제작시스템은 다름
RIST	모듈러 학교 건축물 시범건립을 위한 설계기술 개발	모듈러 학교건축물 시범건립(신기초)을 위한 설계도서 작성 및 현장시공 모니터링	신기초등학교 건립	초등학교 교사와 주택과는 설계 및 제작시스템은 다름
유창	해외 수출용 모듈러 건축물 성능평가 및 대안 설계	괌 수출용 모듈러 시스템의 내진성능 평가 및 공장 생산성 향상 기술 개발	괌 건설현장 직원숙소 모듈 수출	국내와 건설환경이 다르며, 괌에 한정된 시스템으로 제작되어 수출되었던 과제로 항구주택을 개발하려는 과제와는 다름
아주 대학교	제 2 남극기지 적용 극한지용 모듈러 건축기술 개발	극한지 적용 모듈러 시스템의 구조성능 및	장보고 기지 적용	남극이라는 특수성을 고려한 극한지 적용 모듈러 시스템 기술개발 과제로, 저개발국의 다양한 기후에 대응하는 과제와는 성격이 다름
아주 대학교	해외 수출용 모듈 운송 최적화 기술 개발	모듈 패널 복합적용을 통한 운송 최적화 기술	표준형 접합시스템 개발	해외 장거리 운송비 절감을 위한 연구로, 실제 실증사업 등을 통한 기술의 완성도가 부족함

(나) 국외 기술개발동향

해외 선진국의 국가 정책적·전략적인 모듈러 공법 기술개발 추진

영국, 미국, 일본 등 선진국에서는 친환경성 확보 및 환경부하저감이라는 사회적 문제를 해결하고자 탄소 및 폐기물저감과 자원의 재활용이 가능한 모듈러 건축시스템에 대한 국가차원의 정책적으로 기술개발이 활발하게 진행되고 있음

또한 안정된 일자리 창출 및 신사업 개척을 위해 공장생산기반의 모듈러 공법 기술개발 및 건설을 적극적으로 장려함

일본은 세계 최고의 경량 목조 모듈러 단독주택 기술 확보

일본은 세키스이하임이나 토요타 홈즈와 같은 대형 모듈러 건축시스템들은 완벽한 CAD/CAM 시스템을 갖추고, 구조체를 공장 내에서 박스형으로 조립하고 외벽과 내장의 마감, 마감재와 천장 및 부품을 조립한 상태에서 현장에 반입하는 형태임

- 100% 완전 자동화 설비를 갖추고 자동차 생산 공장과 같은 컨베이어 시스템을 통해 대량생산체제를 기 보유하고 있어, 박스형 형태의 유닛을 만들고 이것에 벽체나 바닥, 각종 부품을 설치하는 형태임

- 공장에서 부품들을 이용한 다양한 조합을 통해 모듈 유닛을 소품종 대량생산하고 있음

- 일본은 북해도 혹한지역 맞춤형 목조 모듈러 혹은 목조 패널 공법의 적정 외벽체 기술 확보

유럽 및 미주는 하이브리드 모듈러 주택 기술개발을 통한 주택 공급

영국은 기존의 도시주거공간설계의 경험을 바탕으로 “유틸리티(Utility)요소”를 수용하여 주거공간과 유기적으로 결합하고 모듈러 구조체로 기둥과 보의 접합 형상에 스틸 스터드를 사용하여 내력벽체와 혼합한 복합구조시스템을 적용하고 있음

- 영국은 철골조 패널공법을 활용한 25층 기숙사 완공

스웨덴의 거대 가구제조회사인 이케아(IKEA)는 손쉬운 조립식 주택을 만들기 위해 자신들의 ’손쉬운 조립식 가구’라는 핵심 내부 역량을 활용

- 이케아는 현재 보클록(BoKlok)이라는 원룸형 주택을 수천 채 판매했음

- 일본에서는 도요타(Toyota)가 지진에도 견딜 수 있을 만큼 강한 내구성을 지닌 조립식 주택의 대량생산을 물색하기 위해 자사의 효율적인 자동차 생산 기술을 활용하고 있음

미국은 기본적으로 미국의 유닛모듈러 주택은 대규모 모듈유닛을 바탕으로 1개 주호를 종방향으로 2개의 모듈유닛으로 구분하여 폭 4m, 길이 20여 m의 모듈유닛을 공장에서 제작

캐나다는 일반적으로는 각형강관, 목재, 스틸 스터드를 작용하는 하중에 따라 적절하게 사용

- 일반 강재(각형강관, WF 기둥 등의 강 부재)는 비싸고 접합시 볼트와 용접 등을 사용하여야 하기 때문에 많은 인력과 시간이 필요하기 때문에 일반적인 모듈에서는 스틸 스터드를 가장 많이 사용하고 있음

유럽 및 일본, 미국 등의 모듈러 선진국에서의 주거시장은 단독주택이 가장 활발

유럽 및 미주지역의 모듈러 공법을 활용한 주택은 단독주택형으로 공동주택에 대한 기술개발은 미흡

PC 조립식 주택은 유럽을 비롯 태국/멕시코/중동 지역에서 공급 활성화

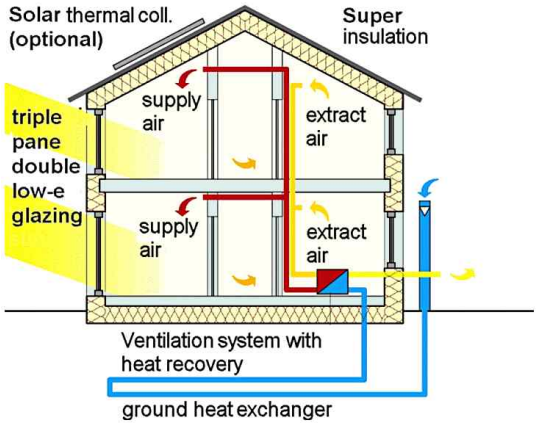
스마트 패시브 모듈러 주택상품은 국내에서 개발사례가 없음

현재까지 저에너지 건축물, 패시브하우스 등은 독일, 영국 등 난방부하 저감이 중시되는 기후영역대에서 주로 연구개발 및 상용화 되었으나, 본 핵심과제에서 고려하고 있는 극서ㆍ고온 환경에 대한 연구개발 및 실용화 사례는 극히 제한적임

미국, 유럽을 중심으로 패시브하우스 등과 같이 건축물 에너지소비량 저감 기술개발 및 실용화가 활성화되고 있으나, 동 핵심과제의 진출대상국에 적용 가능한 경제적, 실용적 주택상품에 대한 연구개발 실적은 미흡함

유럽의 경우 2020년까지 에너지 소비의 20%를 줄이고자 '20% Energy Savings by 2020'을 슬로건으로 걸고 구체적인 Action Plan을 작성하여 시행하여 매년 600억 유로를 절감할 수 있을 것으로 예측함

ISIS Demonstration Housing(Freiburg, 독일)은 주거세대의 대부분이 세분화되어 있는 난방시스템으로 연결되어 있으며, 고단열외피와 창호를 가지고 있으며 환기시스템의 열 회수와 기밀성능 측면에서 열적요구가 낮고, 온수난방과 최소화된 에너지는 가능한 재생에너지를 통해 제공됨

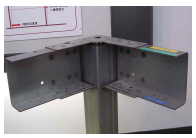
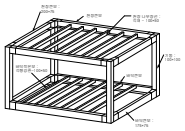
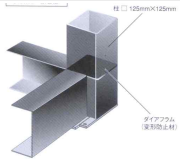
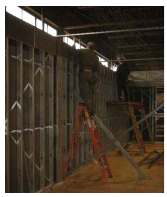
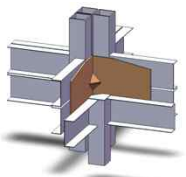


[그림 I-40] 패시브하우스 개념도

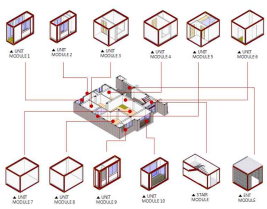
[표 I-39] 유사 해외연구개발사업 검토(생산성 향상 모듈주택 건설기술)

국가명	기업명	기술개발 내용	성과	개발대상기술과 차이점
영국	Yorkon	기둥-보 스틸프레임 방식	NHS Treatment Centre외 다수	학교 교육 시설, 의료시설 (병원/실험실)에 기술이 한정되어 있음
	Vision Modular	기둥-보 스틸프레임 방식	Wolverhampton외 다수	영국 건설기준의 주거시설 및 학생건물(기숙사)에 기술이 한정되어 있음
	Tempo Housing	컨테이너 시스템	Hotel Yenagoa외 다수	
	Advanced Housing	콘크리트 복합 모듈 및 SIP활용 Affordable Housing개발	영국내에서의 Affordable Housing 시스템 대량 공급	Advanced Housing은 영국의 건설환경 및 기후에 적합한 시스템을 개발하였음. 저개발국가에 적용하기 위해서는 추가적인 비용절감기술이 필요함
독일	Cadolto	기둥-보 스틸프레임 방식	Dermatological University Hospital Essen외 다수	의료시설 및 연구시설의 모듈러 기술로 주거용 모듈러 공법 기술은 부족함
	Alho	기둥-보 스틸프레임 방식	Administration building, Strassen, Lusembourg외 다수	오피스 시설, 학교 교육 시설, 의료 및 실험 시설의 모듈러 공법 기술로 주거용 모듈러 공법 기술은 부족함
미국	AMS	기둥-보 스틸프레임 방식	Belmont-Redwood Shores USD외 다수	학교건물 및 상업건물의 모듈러 공법 기술로 주거용 모듈러 공법 기술은 부족함
일본	도요타홈	기둥-보 스틸프레임 방식	Kitakyushu City외 다수	일본 건설기준의 철골조 모듈러 단독주택 및 오피스시설 기술에 한정되어 있음
	미사와홈	목조 및 철골조, Hybrid(목조+철골조)의 유닛형 모듈러	Asahikawa City외 다수	모듈러 단독주택에 한정되어 있어 고층형 혹은 공동주택형의 모듈러 공법 기술은 한계가 있음
	세키스이하임	기둥-보 스틸프레임방식	東京都台東区東上野외 다수	

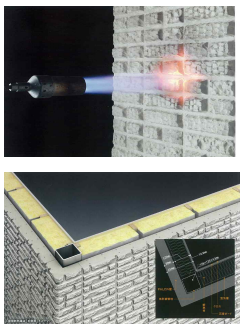
[표 I-40] 국내외 조립식 건축 시스템 비교

국가 / 항목	일 본		영 국	미 국	캐나다	한국 (개발중)
	세끼스이 하임	도요타 홈				
유닛 크기	·폭: 2224mm ·높이: 2830mm ·길이: 2700-5400mm	·폭: 2250mm ·높이: 2880mm ·길이: 3000-6000mm	·폭: 4-4.5m ·높이: 4m ·길이: 8-12m	·폭: 4m 내외 ·길이: 20m내외 ·호당 종방향 2개	·폭: 4-4.5m내외 ·높이: 4m ·길이: 12-18m내외	·폭: 3000mm ·높이: 3000mm ·길이: 3000-6000mm
주요 부재	각형강관, ㄷ-형강	각형강관, ㄷ-형강	강관, 스틸스터드	형강, 목재 등	강관, 목재, 스틸스터드 등	각형강관, ㄷ-형강
구조 형식	라멘조	라멘조	라멘조/ 벽식 혼용	골조식	골조/벽식 혼용	라멘조
접합 방법	용접방식	용접 및 볼트	나사못, 볼트	용접	용접, 나사못, 볼트 등	용접 및 볼트
유닛 및 접합부 형상	 	 	 	 	 	 
치수 설정	450 모듈, 안목치수	500 모듈, 안목치수	없음, 안목치수	없음, 안목치수	없음, 안목치수	300 모듈, 안목치수
생산 방식	공장 자동생산	공장 자동생산	공장 반자동 생산	공장 수작업	공장 수작업	공장 수작업

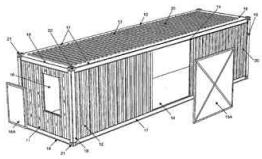
[표 I-41] Value Chain 별 국내외 조립식 건축 시스템 비교 - 모듈러 주택 계획 및 설계

기술 분류명	모듈러 주택 계획 및 설계			
해외 기술	(영국 Unite) 자체 설계 및 엔지니어링 인력보유로 모듈의 최적설계 가능. 다양한 내외장재 적용으로 외관 개선	(캐나다 Habitat 67) 미리 제작한 콘크리트 박스 354개를 적층하여 145세대 규모 모듈러 건축물 실현	(미국 Triumph) 자립형 설비시스템이 구축된 단위모듈의 재사용으로 재사용성 90~100% 수준 달성	(일본 SEKISUI HEIM) 반자동화 시스템 기반으로 90% 공업화율로 ISO9001 품질매니지먼트시스템으로 운용 함
				
국내 기술	(POSCO A&C) 입체적인 입면구성 및 다양한 마감 재료의 선택을 통해 주거시설분야에서 일부 디자인 개선	(KICT) BIM 기반 중고층 유닛 주택 개발: 설계 process, 부품 패밀리, 역리브형 바닥, 유닛 기초접합 등 개발	(유창) 전기 및 설비, 외장재 일부 등을 모듈화하는 공장제작으로 재사용성 70% 수준	(포스코 A&C) 반자동화 시스템 기반으로 80% 공업화율로 10유닛/1일, 300유닛/1달의 생산량을 확보 함
				

[표 I-42] Value Chain 별 국내외 조립식 건축 시스템 비교 - 모듈러 주택 시공 및 재료기술

기술 분류명	모듈러 주택 시공 및 재료 기술			
해외 기술	(영국 Vision Modular) 콘크리트 코어 + 모듈 복합 구조를 활용한 24층 규모 모듈러 시스템 적용	(일본 MISAWA) PALC 외벽과 석고보드를 활용한 천정 및 주요부재 내화구조 확보	(영국 Unite) 전기 및 냉난방, 급배수용 배관 일체화를 통해 공장에서 제작하고 현장 연결만으로 건물완공 가능	(영국 Yorkon) 바닥진동 및 차음성능, 내구성능, 내화성능, 단열성능 등의 성능인증을 통해 균일한 주거성능 제공
				
국내 기술	(유창) 최대 4층 규모의 모듈러 빌딩 시공 경험 보유(방위사업 청사)	(리스트) 석고보드를 활용한 바닥구조 부재 내화구조 확보	(유창) 전기 및 설비시설 등 일부를 공장에서 제작하고 있으나 발주방법 및 비용 등의 문제로 현장설치분이 많음	(POSCO A&C) 바닥차음성능(중량충격음) 열위, 모듈러 건축물에 적합한 내화상세 없음. 모듈간 접합부 단열성능 열위
				

[표 I-43] Value Chain 별 국내외 조립식 건축 시스템 비교 - 운송기술

기술 분류명	모듈러 주택 전략 및 경제성 제고 기술			
해외 기술	■ 영국 Verbus - 화물 운송용 컨테이너와 호환되는 모듈러 시스템 적용.	■ 독일 ALHO - Flatpack시스템을 이용하여 기존 모듈 대비 운송 부피를 1/6으로 절감함.	■ 독일 Cadolta - 방수기능이 포함된 벽체 일체형 금속 포장재를 이용해 터키 생산 및 러시아 수출 모듈 적용.	■ 호주 RHS - 모듈 부착형 패널을 이용해 운송부피 절감 및 현장 시공 용이형 모듈러 시스템 적용.
				
국내 기술	(유창) - 컨테이너와 호환되지 않는 모듈 적용으로 일반 벌크선을 이용해 모듈을 괌지역으로 수출함	(POSCO A&C) - 러시아 지역 작업자 숙소용으로 6개 패널을 현지에서 조립하는 기술을 적용함	(유창) - 방습지 등을 이용해 해외 수출용 모듈 포장 - 운송 중 누수 등의 일부 문제 발생	(유창) - 룸 모듈과 복도패널을 복합 적용하여 괌 수출용 모듈에 적용함
				

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

국내에서 개발 중인 경량철골조 활용 모듈러 공법은 높은 성능과 기술력으로 세계 조립식 건축물 시장에서 높은 경쟁력을 보일 것임

현재 국내에서 개발되는 조립식 주택은 경량철골조를 활용한 모듈러 공법이며, 다른 국가와 달리 국내 주택법에서 제시하고 있는 구조안정성, 내화, 음환경, 열환경 등 높은 성능을 만족할 수 있는 기술이 개발되고 있음

- 군막사, 기숙사 등에 철골조 모듈러 공법 기술 활용 중

국내에서 기술개발이 완료되면, 경량철골조를 활용한 모듈러 공법에서는 세계 3위의 기술력 확보가 가능함

국내에서 개발되는 모듈러 공법은 주거환경성능에 대한 높은 기술력을 개발 중에 있기 때문에 세계 조립식 건축물 시장에서는 15%이상의 점유율을 확보할 것으로 예상함

중고층형 모듈러 건축기술은 최고기술보유국(100%)대비 40~55% 수준임[53)]

중고층형 모듈러 주택 설계 및 환경성능의 최고기술 보유국은 캐나다로 'Habitat 67'은 미리 제작한 콘크리트 박스 354개를 적층하여 145세대 규모 모듈러 건축물 실현함

고층형 모듈러 공법의 최고기술 보유국은 영국으로 'Vision Modular'은 콘크리트 코어와 모듈 복합 구조를 활용한 24층 규모 모듈러 시스템 적용하여 영국 wolverhampton에 시공하였음

현재 국내 모듈러 기술은 한국건설기술연구원의 4층형 도시형생활주택, ㈜유창건설의 4층형 방위사업 청사, 포스코 A&C의 3층 사원숙소의 건설기술이 확보되어 있는 상태로 중고층형 모듈러 건축기술 수준은 40~55%로 해외 최고기술과 약 3~4년의 기술격차를 보임

고효율 외벽체 및 단열재료 기술, PC 벽체패널 등은 최고기술보유국(100%)대비 50~62.5% 수준임[54)]

최고기술 보유국은 일본 및 캐나다로 한랭지역에서도 쾌적한 주거환경성능 확보와 에너지 절감이 가능한 외벽 및 설계기술을 확보하여 해외최고기술수준 대비 국내기술은 50~62.5% 수준으로 약 2~3년의 기술격차를 보임.

53) 건설교통기술연구개발사업 중장기계획수립연구, 한국건설교통기술평가원, 국토해양부, 2012. 6
54) 건설교통기술연구개발사업 중장기계획수립연구, 한국건설교통기술평가원, 국토해양부, 2012. 6

국내외 현장에서 PC주택에 대한 설계, 생산, 운반, 시공 기술 확보되었으나, 현재 기술개발이 답보되어 있음.

일본 및 캐나다의 외벽체에 비하여 국내 경량 철골조 모듈러 공법의 외벽체는 한랭지대응이나 에너지절감이 불가능한 샌드위치 패널 수준으로 기술수준이 미비함

공동주택 유형의 저에너지 친환경 주택(패시브하우스) 통합구축 기술력은 최고기술보유국(100%) 대비 85% 수준

저비용・고효율 대규모 공동주택단지 구축 노하우와 연계한 패시브 모듈러주택상품 개발시 핵심과제의 진출대상국 시장에서 높은 경쟁력을 보일 것임



[그림 I-41] 40~100% 에너지절감형 공동주택 상용화모델 구축사례-그린홈플러스, 2010



[그림 I-42] 패시브하우스 수준의 대규보 공동주택단지 설계사례-보금자리 A7시범지구, 2011

국내 모듈러 주택 시장 성숙도 미비로 인한 전문인력 미비로 인한 인력양성 시급

2010년 100억원 규모의 모듈러 주택 시장은 250억 규모 수출용 시장(괌 작업자 숙소)이 신규 형성되면서 시장이 확대되기 시작하여, 2012년 약 2,000억원 시장으로 급격한 상승세임에도 불구하고 2010년이전 모듈러 주택 시장 성숙도 미비로 인해 모듈러 전문인력이 부족함

- 시장확대 및 해외건설시장에서 기술우위로 시장을 선점하기 위해서는 모듈러 공법 건설기술의 전문인력양성이 시급함

국내 모듈러 공법 주택 성능테스트 인프라 구축 및 공장자동생산화 필요

한국건설기술연구원 및 포항산업과학연구원에서 주로 모듈러 공법의 기술성능 테스트가 가능 장비는 다양하게 보유하고 있으나, 연구소 중심의 장비보유로 산업계에서의 인프라 확충필요

국내 모듈러 공법 제작기술은 수공업기반으로 되어 있어, 일본 및 영국과 같이 공장 자동생산기반 기술을 구축하여 대량생산을 통한 경제성 확보를 통한 경쟁력 우위 필요

중분류	소분류	국내기술 수준 (%)	기술성숙도(TRL)		인프라 수준		
			국내	해외	상	중	하
모듈러 주택 계획 및 설계	BIM을 활용한 모듈러 주택 설계기술	80	5	7		o	
	설계기준 및 가이드라인 개발	80	5	7		o	
국가별 최적화 모듈러 주택 시공 및 재료기술	모듈러 주택 재료의 접합 및 조립기능 개선 기술	85	6	8		o	
	내화/열성능 향상 재료기술	85	6	8		o	
	양중방식 개선 기술개발	85	6	8		o	
	모듈러 조립공구 개선 기술개발	80	5	7		o	
	Folding형 모듈 및 SIP(Structural Insulated Panel)복합적용 저비용 조립식 주거시스템 개발	60	2	9		o	
국가별 최적화 전략 및 경제성 제고기술	국가별 주택 건설 기준제도 분석	85	6	7		o	
	시공 경제성분석 및 VE	85	6	7		o	
	모듈러주택 성능평가 기술	85	6	7		o	

[표 I-44] 모듈화 연구 관련 국내 주요기관 보유 연구개발 장비

기관명	연구기자재 및 연구시설명	규격	수량	활용용도
포항산업과학연구원	100톤 만능시험기	식	1	압축, 인장시험(100톤) 및 휨시험 (100톤)의 최대하중 재하가능
	300톤 만능시험기	식	1	압축, 인장시험(300톤) 및 휨시험(-150톤)의 최대하중 재하가능
	1000톤 만능시험기	식	1	금속압축, 인장시험(1000톤) 및 콘크리트 압축시험의 최대하중 재하가능
	200톤 피로시험기	식	1	압축, 인장시험(200톤) 및 휨시험(-50톤, +25톤)의 최대하중 재하가능
	100톤 피로시험기	식	1	압축, 인장시험 (100톤) 및 휨시험 (-50톤, +25톤)의 최대하중 재하가능
	반력벽, 반력바닥	식	1	전단력, 휨모멘트에 대한 정적, 동적시험 가능
	단열, 결로 시험장치	식	1	항온항습실 (10~50◦C), 저온실 (-20~20◦C) 측정가능
	볼트 측력시험기	식	1	축력 50톤, 체결토크 200kgm 이상 측정 가능
	열전도율측정기	식	1	열전도율 ±2%. 열확산율 ±5% 측정가능
	잔류응력 측정기	식	1	±1600~16000 마이크로 스트레인 측정가능
협동 - 한국건설기술연구원	열환경 실험실	3m × 3m × 2.3m	1실	대형항온항습챔버
	음향실험동	30m × 24m × 8m	1실	건축음향계측시스템
	열환경 실험실	18m × 13m × 9m	1실	항온항습실
	다목적 실물실험동	연면적 366.3㎡ (2층)	1실	정밀분석실
	열관류율 및 결로방지성능 측정장치	6.7m×3.3m×3.6m	1대	실외 20~-20℃ 범위 단열/결로측정
	창호성능측정장치	5.2m×3.0m	1대	창호 기밀, 수밀, 내풍압 측정
	열전도율 측정장치	측정범위 : 0.005~0.5 W/mK	1대	열전도율 측정
	적외선 열화상 측정장치	640×480 pixe.l	1대	TH9260E 적외선 표면온도 측정
	실시간 다채널 주파수 분석기	주파수 분석 1Hz~100kHz, FFT & 1/N Octave band 분석) SA-01, RION	1대	건축음향계측시스템
	바닥충격음 측정장비	경량충격원 : FI-01, 일본 RION사 중량충격원 : Bang Machine-T형, 일본 사쯔끼사	1대	건축음향계측시스템
	실내공기질 측정장치	멀티가스모니터 소형챔버시스템	1대	휘발성유기화합물 측정기
	이동식 작업크레인	2ton	1대	실험용
	고정식 작업크레인	2ton	1대	실험용
	유압파워유니트	가솔린엔진식	1대	실험용
	3D 모델링 시스템	3D	1대	실험용
	Sensor & Sensor Network Module	계측용	2set	실험용
	RFID 리더기,안테나	UHF 902-928 MHz	1set	실험용

(3) 특허 및 논문동향

연도별 특허출원 현황(출원 특허청 기준[55])

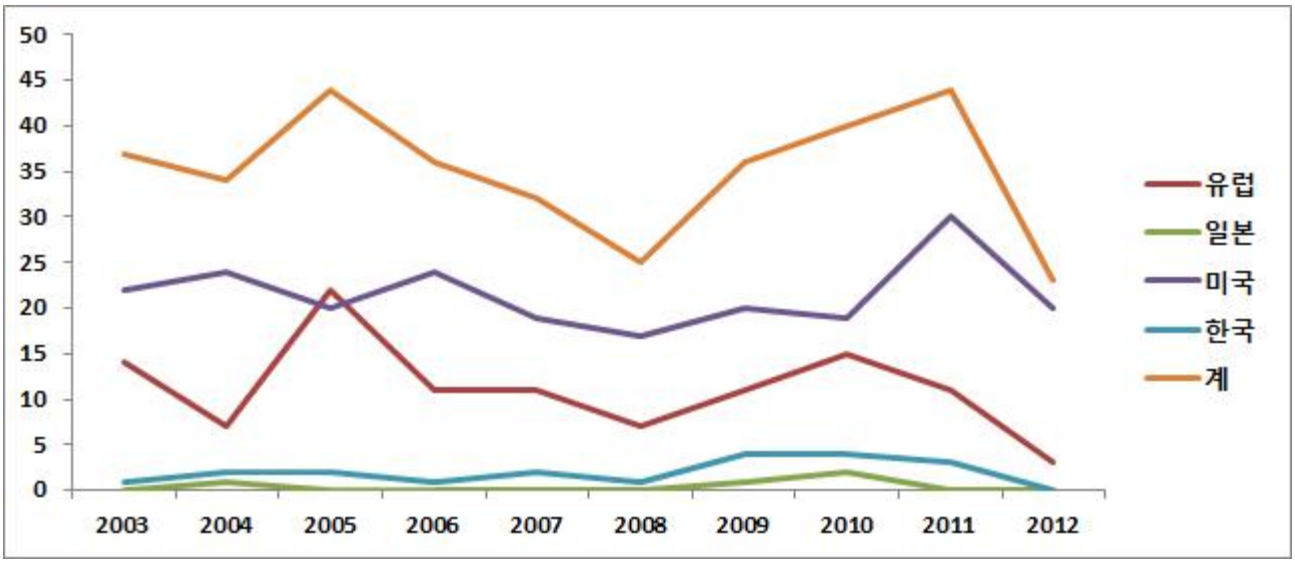
모듈러 주택 분야의 특허는 지난 10년간 매년 25건 이상 출원되고 있으며, 2008년 이후 매년 지속적으로 출원 건수가 증가하고 있음

※ 2011년 이후 출원 건수가 감소하는 것은 특허제도상 특허관련 정보가 특허출원 후 18개월이 경과된 후에 공개되어 이 기간 동안 미공개 특허가 존재하기 때문임

미국은 가장 많은 특허를 출원한 국가로 지난 10년간 연평균 20건 이상의 특허를 출원함

- 유럽은 미국 다음으로 특허를 많이 출원하였으며, 2005년 22건을 제외하면 연평균 10건 안팎의 특허를 출원하고 있음

- 우리나라는 2009년 이후 3건 이상의 특허를 출원함



[그림 I-43] 연도별 특허출원 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술)

55) 특허가 출원된 특허청을 기준으로 함. 예를들어 일본에서 개발된 특허가 일본특허청과 미국특허청에 출원됐다면 일본출원과 미국출원에 각각 특허건수가 합산됨

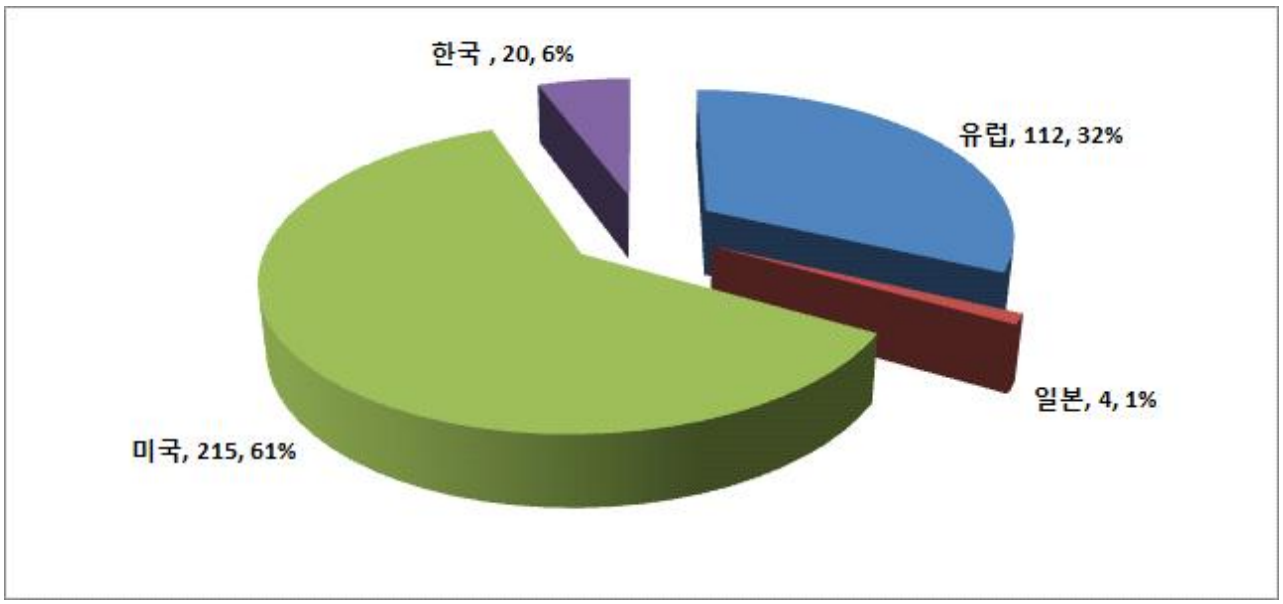
국가별 특허출원 현황

모듈러 주택건설 기술 분야의 특허 출원은 미국에서 가장 활발함

- 미국은 지난 10년간 전체 특허의 61%인 215건의 특허를 출원함

유럽에서는 지난 10년간 112건의 특허를 출원하여 미국 다음으로 특허를 많이 출원하고 있음

일본의 모듈러 주택관련 특허는 미국, 유럽에 비해 상대적으로 저조한 편이며, 중국은 지난 10년간 관련 특허 출원 건수가 전무함



[그림 I-44] 국가별 특허출원 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술)

주요 특허출원인 현황

모듈러 주택건설 기술 분야에서는 미국의 Performance Contracting, Inc.에서 22건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있음

[표 I-45] 주요 특허 출원인 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술)

순위	미국		일본		유럽		대한민국	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	Performance Contracting, Inc.	22	SEKISUI CHEM CO LTD	1	Ulgumer, Ercument, Fevzi	4	탁승호	2
2	Global Building Modules, Inc.	3	ASAI TAKEYOSHI	1	Olesch, Grzegorz	4	-	-
3	Project FROG, Inc.	3	PHOTOWATT INTERNATL	1	Hourihan, Kevin James	3	-	-
4	Parrish; Malcolm	3	MISAWA HOMES CO LTD	1	Henley Consultants Ltd.	3	-	-

특허출원 주요내용

최근에는 경량화 패널 모듈, 시공기간 단축 및 효율화 부재 관련 분야의 특허 출원·등록이 활발하게 이루어지고 있음

등록번호		등록일	
출원인	MORROW, Brian, D.	출원번호	WO2012US058344
발명자	MORROW, Brian, D.	출원일	2012. 10. 01
특허명칭	MODULAR BUILDING CONSTRUCTION SYSTEM USING LIGHT WEIGHT PANELS		
특허내용	Light-weight modular panel systems including a plurality of panels formed of a cementitious material, with a fiber-reinforced shell layer and an adjacent substrate layer. The panels employ a light-weight aggregate that provides the panels with the ability to be cut, sanded, drilled, screwed, and otherwise shaped using common wood working tools. A dual panel thickness wall construction may be formed by using the panels to provide interior and exterior portions of a wall construction. Seams between adjoining panels may be spanned with fiberglass mesh and bonded with polymer modified cementitious adhesive, providing excellent strength in that the joints between adjacent modular panels do not represent a weak point of the wall construction. The resulting wall provides greater strength than the individual panels, and results in a monocoque structure in which interior and exterior panels, and their respective fiber reinforced layers are spaced apart from one another.		

등록번호		등록일	
출원인		출원번호	US13/270911
발명자	Pyo; John M.	출원일	2011.10.11
특허명칭	Modular building block system and method of manufacture		
특허내용	A block for use in a building panel includes a plurality of layer components. Each of the layer components is separately formed from the others. Each of the layer components provides a load-bearing support function, an environmental protection function, and/or a utility function. The constructive material used to form each of the layer components and a configuration of each of the layer components are selected so as to allow the building panel to meet at least one predetermined criteria when the block is disposed in the building panel and coupled to other blocks.		

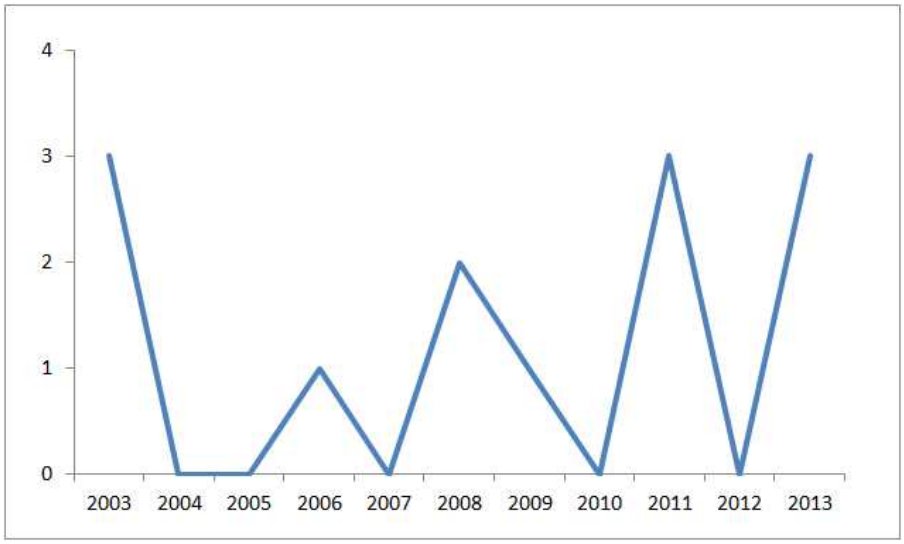
등록번호		등록일	
출원인		출원번호	EP2011804627
발명자	MASELLI, Joseph, B., BLESSINGTON, Scot, STEIN, Robert, J.	출원일	2011. 06. 28.
특허명칭	MODULAR DATA CENTER		
특허내용	A building system for housing electronic equipment is described. The building system includes a building stack that includes an instrumentation modular building unit, with an internal configuration of space in the instrumentation modular building unit configured to house electronics equipment, a power modular building unit, with an internal configuration of space in the power modular building unit storing power distribution equipment, power filtering equipment and uninterruptable power supplies and further configured to deliver electronic power to the instrumentation modular building unit; and a cooling modular unit comprising an air conditioner unit and a water chiller unit, with the instrumentation modular building unit, the power unit modular building unit and the cooling modular unit stacked together.		

등록번호		등록일	
출원인	이정엽	출원번호	KR20110034973A
발명자	이정엽	출원일	2011.04.15
특허명칭	조립식 건축물용 ㄷ자형 유닛 및 이를 이용한 조립식 주택의 건축 방법{ㄷ type unit for prefabricated buildings and constructing method using the same}		
특허내용	본 발명은 조립식 건축물을 짓기 위한 단위 유닛 및 상기 유닛을 이용한 조립식 건축물의 건축 방법에 관한 기술로서, 본 발명의 유닛은 6면체 중 3면에만 패널이 구비되어 있으며, 이러한 유닛을 원하는 방향으로 돌려서 서로 조립함으로써, 다양한 형태 및 크기의 건축물을 조립할 수 있으며, 일정한 크기를 지닌 각각의 프레임이 결합하여 생기는 공간을 이용하여 건출물의 유틸리티를 설치할 수 있는 것을 특징으로 한다.		

연도별 논문 게재현황

모듈러 주택 분야의 논문은 2006년, 2008년, 2011년, 2013년에 게재되었으며, 지난 10년간 연평균 1건 정도로 게재되는 것으로 조사됨

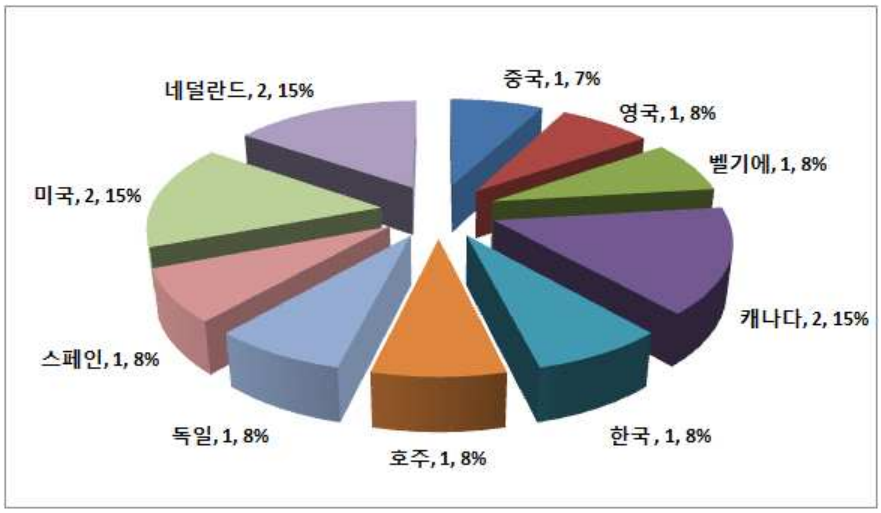
- 2013년 상반기에만 이미 3건이 게재되어 지난 10년간 가장 많은 논문이 게재될 것으로 보임



[그림 I-45] 연도별 논문게재 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술)

국가별 논문 게재 현황

모듈러 주택 분야의 논문 게재는 미국, 캐나다, 네덜란드에서 2건이 게재되었으며, 그 외 영국, 벨기에, 독일, 스페인 등 유럽국가 및 중국, 한국, 호주 등에서 각 1건이 게재됨



[그림 I-46] 국가별 논문게재 현황(생산성 향상 모듈주택 건설기술)

논문 게재 주요내용

최근에는 모듈러주택건설의 시공기간 시뮬레이션 기술과 관련된 논문게재가 활발하게 이루어지고 있음

저자	Moghadam“ M, Al-Hussein M, Al-Jibouri S, Telyas	게재일	2013.
기관	University of Alberta, University of Twente		
논문명	“ost simulation visualization model for effective scheduling of modular building construction		
논문내용	DuraKit Shelters Inc. has developed a modular house for emergency“ temporary or semipermanent occupation that uses corrugated fibreboard as the main structural material. The houses are marketed internationally and so must resist tropical cyclone wind loadings. Two full-scale shelters measuring 4.9 m x 6.1 m in plan were subjected to static forces equivalent to loads caused by wind acting normal to the ridge of the roof. Five areas of each full-size specimen were independently loaded using a large test facility built in 5 days on a rural outdoor site for a cost of approximately Cdn$8000. The testing illustrated strengths and weaknesses in the design and construction of both the shelter and the testing apparatus. The shelter generally performed well but was susceptible to premature local failures in regions where tension was applied through the thickness of corrugated fibreboard panels or where the quality of construction was imperfect. The testing apparatus also generally performed well once its connections to the specimen were modified to eliminate localized areas of high stress and the relatively large deformation of the specimen were accommodated. Failure of the second specimen initiated at the roof-to-wall connection of the windward wall when the applied load reached 73% of the pressures caused by tropical cyclone winds. Roof deflections observed on the full-scale shelter agree reasonably with those predicted using finite element analysis. The observed deflections were greater than the predicted values and the discrepancy can be attributed to creep and other effects not considered in the finite element analysis. This suggests that finite element modeling is an appropriate tool for investigating the behaviour of corrugated fibreboard structures.		

저자	Nasereddin“ M, Mullens MA, Cope	게재일	2006. 03.07
기관	Penn State University, University of Central Florida		
논문명	Automated simulator development: A strategy for modeling modular housing production		
논문내용	This paper describes an automated approach for developing discrete event simulation models for the modular housing industry. A modular home is produced in a factory and is transported to the construction site in modules. The manufacturing process is complex“ combining line flow product movement with a complex precedence network and physical constraints. This paper describes elements commonly found in modular manufacturing and summarizes an approach for automating the model development process using ProModel and Visual Basic. A case study is presented to verify advantages which include a substantial reduction in model development time and improved modeling consistency and quality.		

3.1.3 사업내용

가. 연구개발목표

전자동 모듈 주택 생산/조립 시스템 기술 확보 및 해외 실증화

모듈주택 생산기술 자동화 기술확보 및 실증 Test-Bed 구축

- 공장생산기반의 제작 프로세스를 통한 수작업 생산방식 대비 제작효율성 20% 증가
- 공장생산 시스템 개발 및 조립효율화 기술개발로 생산성 10% 향상 및 공기 50%단축을 통한 경제성 20% 절감효과 확보

기존의 볼륨형 모듈러 시스템 대비 운송부피 50% 절감이 가능한 Folding형 모듈 및 SIP복합 저비용 주거 시스템 개발

- 기존 볼륨형 모듈 대비 운송비용 50% 이상 절감

고온(다습/건조) 지역 적용, 모듈주택 단열벽체 및 공조설비 기술 실증화

단열, 기밀, 환기기술과 통합에너지관리 시스템(HEMS) 개발을 통한 냉방에너지 15% 절감

성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계 (2014)	2단계 (2015)	3단계 (2016)
BIM활용 통합 표준화 설계 시스템 구축	비표준화된 CAD기반 설계	반자동화 시스템 기반으로 90% 공업화율로 ISO9001 품질매니지먼트시스템으로 운용 (SEKISUI HEIM/일본)	모듈러 주택 부재의 BIM기반 라이브러리 구축	BIM기반 통합 표준화 설계 시스템 완성	BIM기반 설계 및 공장생산라인 연계 시스템 구축
공장생산 시스템 및 조립효율화 향상 기술 개발	수작업 생산방식	반자동화 시스템 기반으로 90% 공업화율로 ISO9001 품질매니지먼트시스템으로 운용 (SEKISUI HEIM/일본)	반자동화 시스템 구축을 통한 70%이상 공업화율 확보	반자동화 시스템 구축을 통한 90%이상 공업화율 확보	완전 자동생산설비 및 시스템 구축
SIP활용 운송비용 절감	50% 수준	Advanced Housing/영국	기존 볼륨형 모듈 대비 Cost 10% 절감	기존 볼륨형 모듈 대비 Cost 25% 절감	기존 볼륨형 모듈 대비 Cost 30% 절감
모듈러 주택 맞춤형 냉난방 절감형 외벽체 및 통합에너지관리시스템 개발	모듈러 주택 맞춤형 외벽체 및 에너지관리시스템 부재	바닥진동 및 차음성능, 내구성능, 내화성능, 단열성능 등의 성능인증을 통해 균일한 주거성능 제공 (Yorkon/영국)	에너지 절감형 조립식 주택 외벽체 시스템 시작품 완성 및 에너지 절감 시스템설계 기술 확보	에너지 절감형 조립식 주택 외벽체 시스템 공법 완성 및 에너지관리 시스템 구축	조립식 주택의 에너지절약을 위한 통합 시스템 설계 구축 및 보급형 에너지관리 시스템 구축

나. 연구개발전략

아프리카 및 아시아 지역 맞춤형 개발 기술 및 세부타겟 선정

국가별 맞춤형 공업화 조립식 건축 기술 개발을 통해 저비용 주택 Proto-type 제안

아프리카 및 아시아 지역의 기후환경 분석을 통한 조립식 건축형 에너지 절감형 최적 설계 시스템 구축

국가 맞춤형 조립식 주택공급 활성화를 위한 제도 및 정책개발

해외 시범사업 추진 및 국내 기업 기술협력

국내 조립식 건축 기술 보유 회사와 협력으로 기술경쟁력확보와 시장선점 목표를 위해 현지에서 시범사업 실시

다. 연구내용 및 범위

(중점과제 1) 국가별 맞춤 조립식 보급형 주택 Proto-type 개발

(구성기술 1-1) BIM 기반 국가별 설계 및 부품 표준화 개발

- 조립식 주택은 공장생산기반으로 생산성을 극대화하기 위해서는 모든 자재 및 부품을 표준화하여 설계해야함.
- 이에 따라 BIM기반으로 조립식 주택의 자재 및 부품을 표준화 Library를 구축하고자 하며, BIM기반 설계기법에 대한 연구를 진행하고자 함.

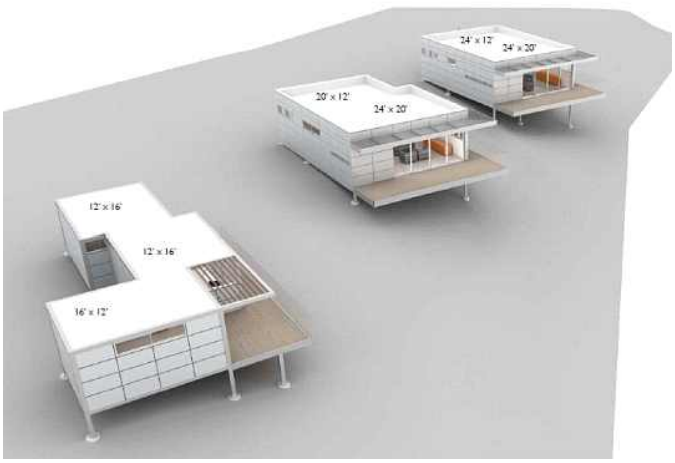


[그림 I-47] BIM 부품 패밀리 구축 예

(구성기술 1-2) 국가별 맞춤 표준 모델 개발

- 국가별 주요 구조부재 및 환경, 건축법에 따라 설계에서 차이가 있으므로 타켓으로 하고 있는 아시아 및 아프리카 국가 맞춤형 표준 모델 개발하고자 함.

- 표준모델 개발을 통해 대량생산으로 경제적인 주택보급이 가능함.



[그림 I-48] 표준모델을 통한 건축물 조합의 예

(중점과제 2) 국가별 맞춤 조립식 주택의 에너지 절감 시스템 개발

(중점과제 2-1) 에너지 절감형 조립식 주택 적용 외단열 시스템 개발

- 철근콘크리트구조 공동주택은 일반적으로 내단열로 에너지 효율적인 측면에서 불리하게 되어있는 구조형식이므로 최근 단열성 효과를 증대하기 위해 철근콘크리트구조의 공동주택도 외단열 기술이 개발되고 있으나, 부착성 등 해결해야할 문제가 많음.

- 조립식 주택의 구조적 특성으로 외단열공법이 적용될 수 밖에 없어 에너지 절감형 조립식 주택 맞춤형 외단열 시스템 및 구조체와 외단열시스템과의 결합 및 기밀성확보를 위한 시스템 개발을 개발하고자 함.



[그림 I-49] 모듈외피시스템

(중점과제 2-2) 에너지 절감형 조립식 주택 설비 시스템 개발

- 일반적으로 설비공사는 현장에서 이뤄지고 있음. 이로인해 건축설계도면에 따른 골조공사 완료 후 설비도면과의 불일치 문제가 발생함.

- 위와 같은 문제를 해결하고자 공장에서 설비를 시공하고 현장에서는 조립만 이뤄질 수 있는 방법의 설비시스템을 개발하고자 함.

- 또한 에너지 효율이 높은 설비와 조립식주택 맞춤형 설비 시스템 개발을 통한 최적화로 에너지 절감형 조립식 주택 설비 시스템을 개발하고자 함

(중점과제 2-3) 조립식 주택의 통합 에너지관리시스템 개발

- 철근콘크리트구조의 일반 공동주택 및 단독주택 등은 일반적으로 내재에너지가 큰 시멘트, 콘크리트, 철근 등를 주요 부재로 사용하고 있으며 이로 인해 환경부하가 높고 자재생산단계 및 시공, 폐기, 재활용 단계에서 많은 내재·외재 에너지를 소비하고 온실가스를 배출하고 있음. 또한 콘트리트 벽식구조로써 열용량이 큼에 따라 외기의 냉난방부하에 빠르게 대응하지 못함

- 설계에서부터 시공, 운영, 유지관리, 폐기, 재활용의 주택의 전생애동안의 에너지 소비를 효율화하고 전생애단계에 걸친 통합 관리로 에너지 절감 및 환경부하를 줄이는 지속가능한 통합 관리시스템을 개발하고자 함

  · 조립식 주택은 목조, 철골조, 하이브리드 모듈화로 구성됨으로써 주요 건설자재가 갖는 내재에너지가 작고 또한 3R(Reuse, Recycle, Reduce)개념의 환경부하 저감형 시스템 개발이 가능함. 에너지 고효율화 및 최적화를 위해서는 운영단계(난방, 냉방, 급탕, 환기 등)에서 사용되는 에너지의 효율적인 관리가 필요함



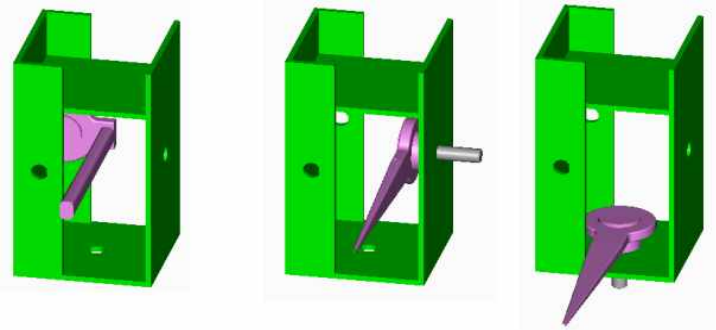
[그림 I-50] 조립식 주택의 에너지통합관리시스템 개념도 (이미지 출처: 웨일즈3R운동, 구글 이미지)

(중점과제 3) 조립식 주택 시공효율성 확보

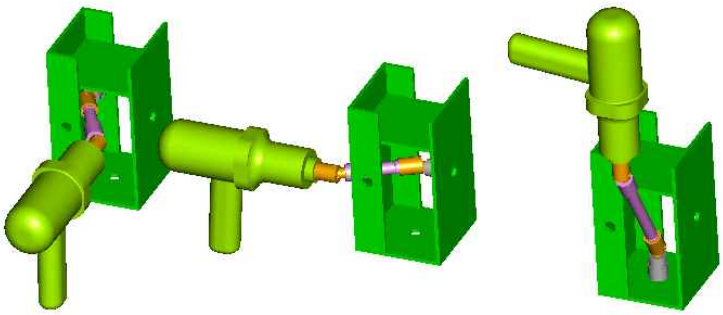
(구성기술 3-1) 현장 조립효율화를 위한 수직·수평 모듈 결합 건설기계 개발

- 고층에서 사람이 안전하고 손쉽게 모듈간 수직·수평 조립할 수 있는 전동 공구를 개발하고자 함

- 특히 4개 모듈간 내부 결합시 작업자가 편리하게 결합할 수 있는 자동 결합기계를 개발하고자 함



[그림 I-51] 구조접합부 공구활용 결합의 예



[그림 I-52] 조립식 주택의 전동공구 예

(구성기술 3-2) 공장 제작효율화를 위한 공장생산시스템 개발

- 현재 조립식 주택은 공장에서 생산되지만, 사람이 대부분 공정을 맡고 있어 생산효율성이 제한되어 있음
- 제조생산라인을 통해 조립식 주택의 공장 자동생산 시스템을 개발하여 생산효율성을 극대화 하고자 함

(중점과제 4) Folding형 모듈 및 SIP(Structural Insulated Panel)복합적용 저비용 조립식 주거시스템 개발

(구성기술 4-1) 운송비 및 현장시공비 절감을 위한 Folding모듈 및 SIP 이용 주거 표준형 평면 개발

- 구조재 일체형 패널과 Folding형 모듈을 이용한 단층형 주거평면 개발
- 국가별 기후 및 주거환경을 고려한 최적 주거평면 프로토타입 개발
- 폴딩형 모듈 적층 방식의 중층형 주거평면 개발

(구성기술 4-2) Folding 모듈 구조 및 접합 시스템 개발

- 폴딩형 모듈 프레임 및 프레임간 접합부 개발
- 콘크리트, 스틸, 목재 복합 폴딩형 모듈 구조시스템 개발
- 모듈 및 폴딩 패널간 접합부 상세 개발 및 구조성능 평가

(구성기술 4-3) 벽체 및 바닥용 SIP 시스템 및 접합 시스템 개발

- 스틸, 목재, 콘크리트 복합 바닥 및 천장 패널용 SIP개발
- 국가별 기후조건을 고려한 벽체용 SIP 개발
- SIP 바닥-벽체 및 벽체-벽체 접합 상세 개발 및 성능 평가

(구성기술 4-4) 저개발국가 건설환경을 고려한 접합용이형 조립법 개발 및 성능 평가

- 해외 장거리 운송을 위한 폴딩형 모듈 및 SIP 패킹 기술 개발
- 저개발 국가 인력을 활용한 인력기반 시공법 개발
- 폴딩모듈 및 SIP 활용 실대형 주거시설의 주거성능 평가

<table>
<tr><th rowspan="2">중점과제</th><th rowspan="2">구성기술</th><th colspan="3">Activity</th></tr>
<tr><th>1단계
(2014)</th><th>2단계
(2015)</th><th>3단계
(2016)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">국가별 맞춤 조립식 보급형 주택 proto-type 개발</td><td>B1M기반 타겟 국가별 조립식 주택 부품 표준화 기술 개발</td><td>조립식 건축물 부품 및 부재 BIM 라이브러리 체계분류 기술 개발</td><td>조립식 건축물 BIM 설계 활용 유지관리 기술 개발</td><td rowspan="2">BIM기반 통합 설계 매뉴얼과 공장자동생산 프로세스 연계 시스템 구축</td></tr>
<tr><td>국가별 BIM기반 통합 설계 매뉴얼 개발</td><td>조립식 건축물 설계 및 유닛접합부 기준 상세 기술 개발</td><td>BIM기반 통합 설계 매뉴얼 개발</td></tr>
</table>

국가별 맞춤 조립식 주택의 에너지 절감형 최적 시스템 개발	에너지 절감형 조립식 주택 적용 외단열 시스템 개발	국가별 기후 능동형 조립식 주택의 최적 외벽체 시작품 제작	국가별 기후 능동형 조립식 주택의 최적 외벽체 공법 개발 및 적용	국가별 기후 능동형 조립식 주택의 최적 외벽체 시스템 Test-bed 적용 및 모니터링
	에너지 절감형 조립식 주택 설비 시스템 개발	국가별 기후 능동형 조립식 주택의 공조 및 열원 설비 최적화 설계기술 개발	국가별 기후 능동형 조립식 주택의 공조 및 열원 설비 시스템 기술 개발 및 적용	기후 능동형 조립식 주택의 에너지 절감을 위한 통합설계 및 실증 기술 실용화 및 보급형 시스템 개발
	조립식 주택의 통합 에너지관리시스템 개발	국가별 기후환경 대응 조립식 주택의 에너지 절감 설계 (단열, 기밀, 환기, 접합부, 창호) 및 시스템 기술 개발	국가별 기후 능동형 조립식 주택의 에너지관리(HEMS) 시스템 및 적용기술 개발	
조립식 주택 시공효율성 확보 기술	현장 조립효율화를 위한 수직·수평 모듈 결합 건설기계 개발	조립효율화를 위한 모듈 결합 건설기계 시작품 제작	모듈 결합 건설기계 현장적용 및 모니터링	반자동 모듈 결합 건설기계 개발
	공장 제작효율화를 위한 공장생산시스템 개발	반자동화 시스템 및 생산라인 구축	반자동화 시스템 및 생산라인 구축 및 시작품 테스트 생산	완전 공장생산시스템 구축
Folding형 모듈 및 SIP(Structural Insulated Panel)복합적용 저비용 조립식 주거시스템 개발	운송비 및 현장시공비 절감을 위한 Folding모듈 및 SIP 이용 주거 표준형 평면 개발	저개발 국가별 기후, 주거환경 분석	Folding 모듈 및 SIP활용 단층형 주거 평면 개발	Folding 모듈 및 SIP활용 중층형 주거 평면 개발
	Folding 모듈 구조 및 접합 시스템 개발	콘크리트, 스틸 ,목재 복합 Folding 모듈 구조시스템 개발	Folding 패널 접합상세 개발	Folding 모듈 구조성능 확보
	벽체 및 바닥용 SIP 시스템 및 접합 시스템 개발	스틸, 목재 복합 SIP 구조시스템 개발	SIP 접합상세 개발	SIP 및 Folding형 모듈 복합 실대형 구조물 성능 확보
	저개발국가 건설환경을 고려한 접합용이형 조립법 개발 및 성능 평가	Folding형 모듈 및 SIP Packing기술 개발	중장비 미활용 형장 시공공법 개발	저개발 국가 기후조건을 고려한 주거성능 평가

라. 연구개발비

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		1,587	3,163	2,020	6,770	22.1%	책임연구원급 : 30인 연구원급 : 49인 연구보조원급 : 74인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	1,270	2,490	1,580	5,340	17.5%	-
		시작품 제작비	2,100	4,210	2,680	8,990	29.4%	
		재료비	1,270	2,490	1,580	5,340	17.5%	
	연구 활동비	여비	142	288	184	614	2.0%	
		수용비및수수료	14	32	20	66	0.2%	
		기술정보활동비	157	320	204	681	2.2%	
	연구수당		315	644	408	1,367	4.5%	
	직접비 합계		5,268	10,474	6,656	22,398	73.2%	-
3) 간접비			345	663	424	1,432	4.7%	인건비+직접비의 4.9%
4) 합계	정부		4,900	9,400	6,100	20,400	66.7%	-
	민간		2,300	4,900	3,000	10,200	33.3%	-
	총계		7,200	14,300	9,100	30,600	100.0%	-

1중점과제(국가별 맞춤 조립식 보급형 주택 Proto-type 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		403	806	514	1723	22.2%	책임연구원급 :7.7인 연구원급 : 12.4인 연구보조원급 : 18.8인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	320	630	400	1350	17.4%	BIM프로그램 구매비, D/B구축비, 모듈 유닛 시제품 제작비, 표준화비 등
		시작품 제작비	530	1070	680	2280	29.4%	
		재료비	320	630	400	1350	17.4%	
	연구 활동비	여비	36	72	46	154	2.0%	
		수용비및수수료	4	8	5	17	0.2%	
		기술정보활동비	40	80	51	171	2.2%	
	연구수당		80	161	102	343	4.4%	
	직접비 합계		1330	2651	1684	5665	73.1%	-
3) 간접비			91	166	108	365	4.7%	인건비+직접비의 4.9%
4) 합 계			1824	3623	2306	7753	100.0%	-

2중점과제(국가별 맞춤 조립식 주택의 에너지 절감형 최적시스템 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		403	806	514	1,723	22.2%	책임연구원급 : 7.7인 연구원급 : 12.4인 연구보조원급 : 18.8인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	320	630	400	1,350	17.4%	구조해석 프로그램 구매비, 단열재 재료비, 열원설비 제작비, 테스트베드 구축비 등
		시작품 제작비	530	1,070	680	2,280	29.4%	
		재료비	320	630	400	1,350	17.4%	
	연구 활동비	여비	36	72	46	154	2.0%	
		수용비및수수료	4	8	5	17	0.2%	
		기술정보활동비	40	80	51	171	2.2%	
	연구수당		80	161	102	343	4.4%	
	직접비 합계		1,330	2,651	1,684	5,665	73.1%	-
3) 간접비			91	166	108	365	4.7%	인건비+직접비의 4.9%
4) 합 계			1,824	3,623	2,306	7,753	100.0%	-

3중점과제(조립식 주택 생산시공효율성 확보 기술) 예산

(단위 : 백만원)

비목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		292	581	362	1,235	22.1%	책임연구원급 : 5.5인 연구원급 : 8.9인 연구보조원급 : 13.5인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	230	430	280	940	16.8%	모듈결합기계 시제품 제작비, 공장생산라인 시제품 제작비 등
		시작품 제작비	390	720	460	1,570	28.1%	
		재료비	230	430	280	940	16.8%	
	연구 활동비	여비	26	72	46	144	2.6%	
		수용비및수수료	2	8	5	15	0.3%	
		기술정보활동비	29	80	51	160	2.9%	
	연구수당		58	161	102	321	5.7%	
	직접비 합계		965	1,901	1,224	4,090	73.3%	-
3) 간접비			57	127	74	258	4.6%	인건비+직접비의 4.8%
4) 합 계			1,314	2,609	1,660	5,583	100.0%	-

4중점과제(Folding형 모듈 및 SIP복합적용 저비용 조립식 주거시스템 개발) 예산

(단위 : 백만원)

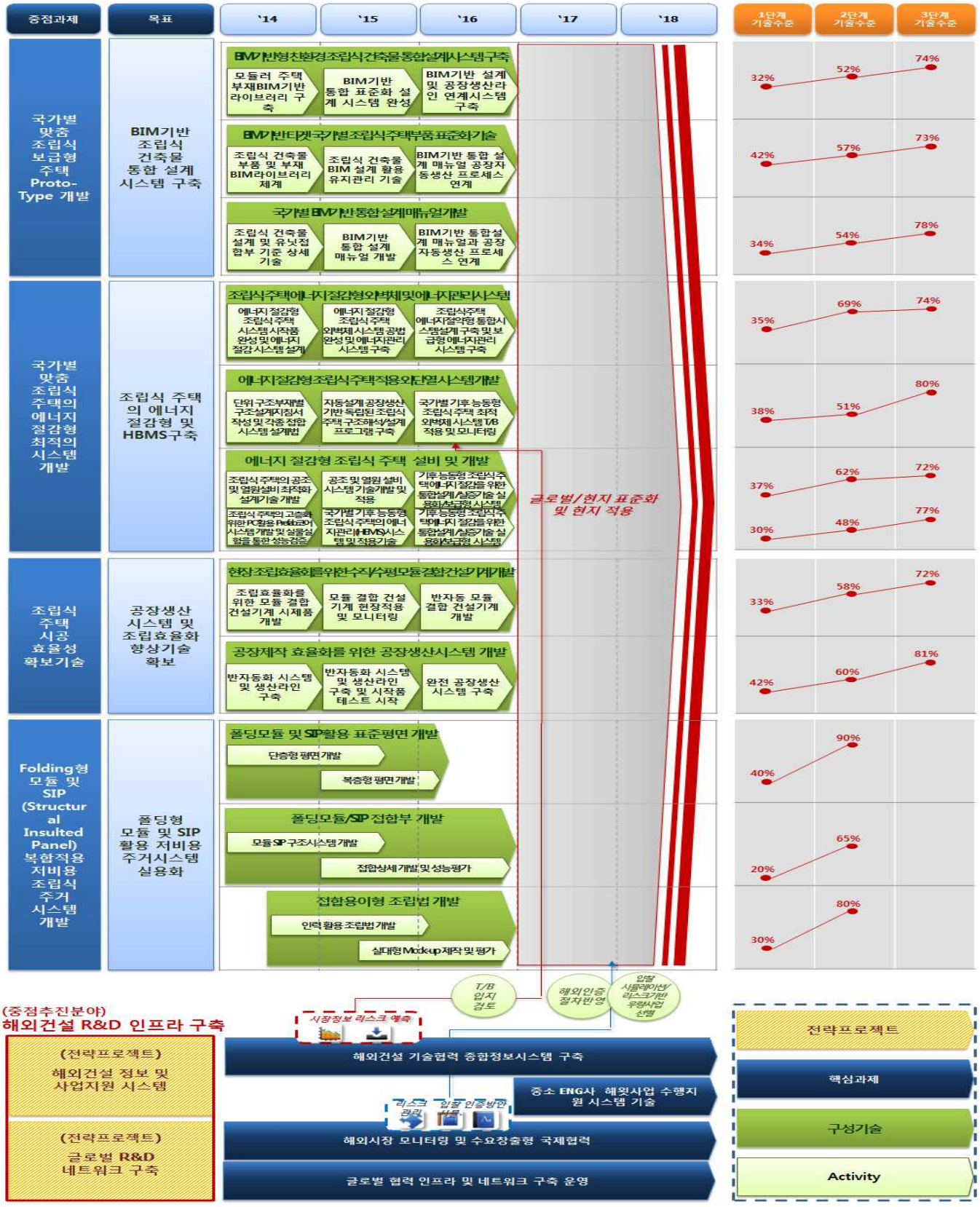
비	목		1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		489	970	630	2,089	22.0%	책임연구원급 : 9.1인 연구원급 : 15.3인 연구보조원급 : 22.9인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	400	800	500	1,700	17.9%	판넬 재료비, 실물모듈 모형 제작비 등
		시작품 제작비	650	1,350	860	2,860	30.1%	
		재료비	400	800	500	1,700	17.9%	
	연구 활동비	여비	44	72	46	162	1.7%	
		수용비및수수료	4	8	5	17	0.2%	
		기술정보활동비	48	80	51	179	1.9%	
	연구수당		97	161	102	360	3.8%	
	직접비 합계		1,643	3,271	2,064	6,978	73.4%	-
3) 간접비			106	204	134	444	4.7%	인건비+직접비의 4.9%
4) 합 계			2,238	4,445	2,828	9,511	100.0%	-

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
국가별 맞춤 조립식 보급형 주택 Proto-type 개발	조립식 건축물 설계 및 유닛접합부 기준 상세 기술	주요 국가별 조립식 건축물 표준화 설계도서 및 설계가이드라인 개발	표준화 설계도서, 설계가이드라인
	조립식 건축물 부품 및 부재 BIM 라이브러리 체계분류 기술	조립식 건축물 부품 및 부재 BIM 기반 Library 개발	BIM 기반 Library 특허
	조립식 건축물 BIM 설계 활용 유지관리 기술	BIM 기반 조립식 건축물 유지관리 기술 개발	BIM 기반 조립식 건축물 유지관리 프로세스 및 운영 시스템 가이드라인
국가별 맞춤 조립식 주택의 에너지 절감형 최적시스템 개발	국가별 기후환경 대응 에너지 절감형 조립식 주택 적용 벽체(내단열·외단열)시스템 개발	극서, 극한지역 기후환경 대응 조립식주택의 5% 에너지 절감형 벽체 시스템 개발	에너지 절감 조립식 주택 벽체 시스템 국가별 기술인증, 특허 및 기술이전
	에너지 절감형 조립식 주택 공조 및 열원 설비 시스템 개발	10% 에너지 절감 공조 및 열원 설비 시스템 개발	특허 및 기술인증, 기술이전
	조립식 주택의 통합 에너지관리시스템(HEMS) 개발	에너지 30% 절감 통합에너지관리시스템(HEMS) 개발	통합에너지관리시스템 특허 및 기술이전

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
조립식 주택 생산시공효율성 확보 기술	전자조달시스템 모델 개발을 위한 Big Data, 클라우드 컴퓨팅, 웹가시화 기술	전자조달시스템 모델 개발	기술특허 및 기술 인증
	현지 공장생산 효율성 향상을 위한 생산관리기법	생산율 20%향상 공장생산관리기법 개발	기술특허 및 기술 인증, 기술이전 건수, 표준화성과
	양중·조립효율화 장치 개발을 위한 TRIZ기법	양중·조립효율화 15%향상 장치 개발	기술특허 및 기술 인증, 기술이전
	무용접·무볼팅, 원격 조립 등 모듈조립 효율화기술	100% 전자동 모듈조립기술 개발	기술특허 및 기술 인증, 기술이전
Folding형 모듈 및 SIP 복합적용 저비용 조립식 주거시스템 개발	Folding 모듈 및 SIP활용 저개발국가용 주거 설계기술	Folding모듈 및 SIP활용 주택 세대당 운송부피를 기존 볼륨형 모듈 대비 50% 절감	설계도서 및 시제품 제작을 통한 검증
	Folding형 모듈 구조시스템 및 접합시스템 설계 기술	반응수정계수 4.5수준의 Folding 형 모듈 내진성능 확보	실대형 구조실험을 통한 내진성능 검증
	현지 기후환경을 고려한 SIP 및 접합시스템 설계기술	압력차 50Pa을 기준으로 시간당 3.0회 이하의 기밀성능 확보가 가능한 접합부 개발	실대형 주택 시험시공 및 실험을 통한 기밀성능 검증
	양중장비 최소화가 가능한 모듈 및 SIP조립 기술	인력 조립을 위한 분리가능 SIP의 중량 50kgf이하 확보 및 조립기술 개발	저개발국가 시공을 위한 2인 일반 노무자 기준 조립실증을 통한 시공성 검증

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
국가별 맞춤 조립식 보급형 주택 Proto-Type 개발
BIM기반 조립식 건축물 통합 설계 시스템 구축
BIM기반친환경조립식건축물통합설계시스템구축
모듈러 주택 부재BIM기반 라이브러리 구축
BIM기반 통합 표준화 설계 시스템 완성
BIM기반 설계 및 공장생산라인 연계시스템 구축
32%
52%
74%
BIM기반타겟국가별조립식주택부품표준화기술
조립식 건축물 부품 및 부재 BIM라이브러리 체계
조립식 건축물 BIM 설계 활용 유지관리 기술
BIM기반 통합 설계 매뉴얼 공장자동생산 프로세스 연계
42%
57%
73%
국가별BIM기반통합설계매뉴얼개발
조립식 건축물 설계 및 유닛접합부 기준 상세 기술
BIM기반 통합 설계 매뉴얼 개발
BIM기반 통합설계 매뉴얼과 공장자동생산 프로세스 연계
34%
54%
78%
국가별 맞춤 조립식 주택의 에너지 절감형 최적의 시스템 개발
조립식 주택의 에너지 절감형 및 HBMS구축
조립식주택에너지절감형외부체및에너지관리시스템
에너지 절감형 조립식 주택 시스템시작품 완성 및 에너지 절감 시스템 설계
에너지 절감형 조립식 주택 외부체 시스템 공법 완성 및 에너지관리 시스템구축
조립식주택 에너지절약형 통합시스템설계 구축 및 보급형 에너지관리 시스템 구축
35%
69%
74%
에너지절감형조립식주택적용외단열시스템개발
단위 구조부재별 구조설계지침서 작성 및 각종 접합 시스템 설계법
자동설계 공장생산 기반 독립된 조립식 주택 구조해석/설계 프로그램 구축
국가별 기후 능동형 조립식 주택 최적 외부체 시스템 T/B 적용 및 모니터링
38%
51%
80%
에너지 절감형 조립식 주택 설비 및 개발
조립식 주택의 공조 및 열원설비 최적화 설계기술 개발
공조 및 열원 설비 시스템 기술개발 및 적용
기후 능동형 조립식 주택에너지 절감을 위한 통합설계/성능기술 실용화/보급형 시스템
조립식 주택의 고효율 외단열 PCM활용 Prefab외피 시스템 개발 및 실물실험을 통한 성능검증
국가별 기후 능동형 조립식 주택의 에너지관리(HEMS)시스템 및 적용기술
기후 능동형 조립식 주택에너지 절감을 위한 통합설계/성능기술 실용화/보급형 시스템
37%
62%
72%
30%
48%
77%
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
조립식 주택 시공 효율성 확보기술
공장생산 시스템 및 조립효율화 향상기술 확보
현장조립효율화를위한수직/수평모듈결합건설기계개발
조립효율화를 위한 모듈 결합 건설기계 시제품 개발
모듈 결합 건설기계 현장적용 및 모니터링
반자동 모듈 결합 건설기계 개발
33%
58%
72%
공장제작 효율화를 위한 공장생산시스템 개발
반자동화 시스템 및 생산라인 구축
반자동화 시스템 및 생산라인 구축 및 시작품 테스트 시작
완전 공장생산 시스템 구축
42%
60%
81%
Folding형 모듈 및 SIP (Structural Insulted Panel) 복합적용 저비용 조립식 주거 시스템 개발
폴딩형 모듈 및 SIP 활용 저비용 주거시스템 실용화
폴딩모듈 및 SIP활용 표준평면 개발
단층형 평면개발
복층형 평면개발
40%
90%
폴딩모듈/SIP 접합부 개발
모듈 SIP 구조시스템 개발
접합상세 개발 및 성능평가
20%
65%
접합용이형 조립법 개발
인력활용 조립법 개발
실대형 Mockup제작 및 평가
30%
80%
T/B 입지 검토
해외인증 절차 반영
입찰 시뮬레이션/ 리스크개반 우량사업 선별
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
(전략프로젝트)
글로벌 R&D 네트워크 구축
시장정보 리스크 예측
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
리스크 관리
입찰 인증방안
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

3.1.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

유사 관련 복합화 기술 개발 파급 효과 기대

공업화 건축의 활성화 건축구성재의 표준화·부품화 촉진

고성능 경량 유닛 모듈러 복합시스템 주택 건설 기술의 선진화 및 공업화

구조 및 경량형 강재와 데크 플레이트 수요 증가로 철강산업 발전

친환경 그린건축물 구현 기술 확보

건축폐기물과 이산화탄소 저감 및 골조 재활용으로 에너지 50% 절감으로 친환경의 그린건축물 구현 가능

경제적·친환경적인 그린 홈의 증층형 및 저층 고밀형 주택 공급 기반 구축

나. 경제적 기대효과

‘Fully Automated 패시브 모듈 건축기술’이 아프리카, 동남아시아 주택건축시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 1,172억원으로 분석됨

‘Fully Automated 패시브 모듈 건축기술’은 태국, 인도네시아, 베트남, 싱가포르, 리비아, 알제리, 나이지리아, 남아프리카 공화국을 적용 대상국가로 함

- 태국, 인도네시아, 베트남, 싱가포르, 리비아, 알제리, 나이지리아, 남아프리카 공화국은 서민주거 안정 및 전후복구를 목적으로 정부주도의 공공주택건설사업에 계획된 국가임
- 태국, 인도네시아, 베트남, 싱가포르, 남아프리카공화국은 Global Insight의 ‘20년 국가별 주택건설시장을 ’10년부터 ‘20년까지 연평균증가율을 기준으로 외삽하여 시장규모를 예측

- 나이지리아 주택시장은 공공주택건설사업인 Shlter afrique housing project 규모(10억달러)에 나이지리아 연평균 경제성장률을 기준으로 외삽하여 예측

- 알제리 경제개발 5개년 계획에서 '10년부터 '14년까지 주택건설에 500억달러 투자가 예정되어 있으므로 1년 투자액을 120억 달러로 가정하여 알제리의 연평균 경제성장률을 기준으로 '33년까지 외삽하여 주택시장을 추정

- 리비아 전후재건사업 중 주택건설사업에 향후 5년간 130억 달러가 투자되는 것으로 발표되었으므로, 1년 32.5억달러가 지속적으로 투자되는 것으로 가정

  · 리비아 경제가 내전이후 - 성장인점을 고려하여 투자액의 증가를 고려하지 않음

[표 I-46] 아시아 및 아프리카 주택건설 시장규모 전망

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	CAGR	비고
태국	100.4	103.9	107.5	111.3	115.2	119.2	123.4	127.7	132.2	136.8	3.5%	Global Insight
인도네시아	193.9	203.2	212.9	223.2	233.9	245.1	256.9	269.2	282.1	295.7	4.8%	Global Insight
베트남	97.1	103.6	110.5	118.0	125.9	134.3	143.3	152.9	163.1	174.1	6.7%	Global Insight
싱가포르	106.4	116.7	128.1	140.5	154.1	169.0	185.4	203.4	223.2	244.8	9.7%	Global Insight
리비아	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	-	리비아 전후재건사업 중 주택건설사업
알제리	123.1	126.3	129.6	133.0	136.4	140.0	143.6	147.4	151.2	155.1	2.6%	알제리 경제개발 5개년 계획(10-14),
나이지리아	18.4	19.7	21.0	22.5	24.1	25.8	27.6	29.5	31.6	33.8	7.0%	BMI
남아공	119.1	121.2	123.4	125.7	127.9	130.2	132.6	134.9	137.4	139.9	1.8%	Global Insight
아시아 주택건설시장	497.8	527.4	559.1	592.9	629.0	667.7	709.0	753.2	800.6	851.4		
아프리카 주택건설시장	293.1	299.7	306.6	313.7	320.9	328.5	336.3	344.3	352.7	361.3		

본 개발기술의 대상 시장은 동남아시아 및 아프리카 주택건설 시장 중 공공주택 건설시장으로 한정

- 동남아시아의 경우, 공공주택 건설시장은 전체 주택건설시장 중 10%를 차지하는 것으로 가정
- 아프리카의 경우, 공공주택 건설시장은 전체 주택건설시장 중 20%를 차지하는 것으로 가정

동남아시아 및 아프리카에서 국내 건설기업의 점유율과 동일한 비율로 공공주택 건설시장을 점유하는 것으로 가정함

- 동남아시아에서 국내 건설기업의 점유율은 2024년 12.4%에서 2033년 18.4%를 점유할 것으로 전망됨
- 아프리카에서 국내 건설기업의 점유율은 2024년 3.0%에서 2033년 6.0%를 점유할 것으로 전망됨

기술비중은 선행연구결과를 준용하여 33%를 적용함

- 기술비중을 일률적으로 적용 시 일반적으로 33%나 25%를 적용하며, 본 분석에서는 33%를 적용[56)]

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 "09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구"의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

본 기술개발은 테스트베드 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 본 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

56) 기술가치 평가과정에서 기술비중 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술비중을 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술비중)를 29.7%로 산출한바 있음. 기술비중을 일률적으로 적용하는 방법은 일반적으로 33%나 25%를 적용함.

부가가치율은 한국은행에서 발간한 '2009년 산업연관표'의 건설산업 부가가치율인 40.1%를 적용함

본 연구개발을 통한 매출 편익은 1,172억원임

[표 I-47] 편익산정(생산성 향상 모듈주택 건설기술)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
동남아시아 공공주택건설시장(조원)	5.5	5.8	6.2	6.5	6.9	7.3	7.8	8.3	8.8	9.4	
아프리카 공공주택건설 시장(조원)	6.4	6.6	6.8	7.0	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	
국내기업의 동남아 시아 건설시장 점유율(%)	12.4	13	13.5	14.1	14.8	15.4	16.1	16.8	17.6	18.4	
국내기업의 아프리카 건설시장 점유율(%)	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	1
기술비중(%)	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 완성도(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
부가가치율	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	
편익(억원)	100.7	109.9	127.0	138.0	150.8	172.3	187.6	204.4	232.6	253.9	1,677.2
편익의 현재가치(억원)	70.4	76.8	88.7	96.5	105.4	120.4	131.1	142.9	162.6	177.5	1,172.2

공업화 건축 기술의 정착화 및 세계화로 대폭적인 비용 절감

50% 이상 자재·부품을 공장에서 제작하여 공사기간을 대폭 단축

- 단위모듈 조립화로 중개축이 용이하며 신속한 주택공급(40일 공정) 가능

인건비 대폭 절감을 통한 약 25% 공사비 절감

북미식 스틸하우스 대비 호당 약 310만원 절감(45평 기준 - 골조 공사비용)

저개발 국가의 부족한 운송 및 장비 인프라를 고려한 운송비 및 조립비용 절감형 조립식 공법 개발을 통해 저비용 주택 공사비용 30% 절감

다. 정책적 기대효과

국토교통부 주요정책목표 달성 시너지효과 발생

국토교통부의 주요 정책 중 “서민에게 적합한 실용주택”, “임대단지 여유부지에 임대주택 건설”, “해외건설 5대강국 진입”, “청년층 주거지원 강화”, “주택건설공급 활성화를 위한 규제 완화”등은 공통적으로 모듈러 시스템을 활용한 소형주택을 이용해 정책목표를 달성하는데 활용될 수 있음.

미래성장위원회의 맞춤형 주택 공급 및 구호주택 등 정책 달성 기여

미래성장위원회(2012.9)의 보고에 따르면 주택 등 건설산업이 미래에 적극 대처해야할 분야로는 복지수요 증가, 자연재해 대비, 노후건축개량 등이 선정됨

복지수요에 따른 맞춤형 주택의 공급, 자연재해 등에 대비한 구호주택 등의 정책적 중요성은 매우 큰 것으로 평가됨.

ODA사업에 적극적인 활용을 통해 국가이미지 격상

저개발국의 병원이나 학교 등의 시설물 지원과 해외 재난 발생시 구호주택 등 다양한 유형의 모듈러 건축 수요 발생

KOICA의 해외구호사업과 연계하여 적합한 모듈러 시스템의 공급을 통해 단순한 기금지원을 넘어 국내 건설제품의 해외 수출효과 기대

3.2 핵심과제: [아시아] All-Weather Construction 기술

3.2.1 개요

가. 핵심과제 정의

우기지역(동남아 등)의 해외공사 수주실적 향상 및 수익성 증가를 위해 우기지역 맞춤형 건설재료, 시공기술, 공정/품질관리 기법 개발에 관한 연구

우기지역 건설공사 시 공기(工期) 및 품질 확보를 위한 현장타설 콘크리트 생산, 타설, 양생에 관한 통합 기술 및 고성능 방식(Anticorrosive) 철강재 개발에 관한 기술

발우기지역 건설공사의 공기(工期) 확보, 공사 효율 증대, 안전성 향상을 위한 강우 차단 가시설, 터파기 기술 등의 첨단 선진 시공기술 개발에 관한 기술

우기지역 프로젝트의 기획 및 입찰 단계에 활용 가능한 국가별 강우 DB 및 작업일수 산정 모델 개발에 관한 기술

우기지역 건설공사 리스크 저감을 위한 강우를 고려한 통합공정관리 기술 및 품질평가 기술 개발에 관한 기술

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

중분류	소분류	개발대상 기술
우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술	우중(雨中) 현장타설 콘크리트 재료 및 배합 기술	O
	우중(雨中) 현장타설 콘크리트 타설 및 관리 기술	O
	방수/방식형 거푸집 및 고성능 방식 철강재 개발	O
우기지역 맞춤형 시공기술	강우차단 시스템 기술	O
	우기시 터파기 및 흙막이 벽 설치 기술	O
	호우 시, 수압/지반강도 모니터링 기술	O
우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질 평가기술	국가별 강우 DB 구축 및 작업일수 산정 모델 개발	O
	국가별 강우 조건별 공정관리 기술개발	O
	콘크리트, 강재 품질평가 및 보수기법 개발	O

상세기획 참여자

소속기관분류	성명	기관명	직위
학	윤영수	고려대학교	교수
학	신현호	고려대학교	연구원
학	이주하	수원대학교	교수

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

우기지역(동남아 등) 발주 프로젝트의 증가에 따른 수주 경쟁력 확보 및 공사 효율성 확보 필요

최근 베트남, 라오스, 인도 등 동남 및 서남아시아의 우기지역 건설 공사 발주가 증가 추세에 있으나, 우기 환경으로 인한 공사 중단 일수의 증가로 공기(工期) 준수가 매우 어려운 실정임

우기 기간중 공사가 중단되기 때문에 이들 지역에서 수행되는 현장공사는 우기기간 만큼 공기(工期)가 늘어나고, 인건비 및 간접비 비용이 늘어나므로 공사 효율성이 낮은 실정임

해외 시공업체들의 경우, 비의 강도가 약해지면 가시설 설치, 목공, 포장공, 기초공 심지어 콘크리트 타설까지 전략적으로 수행하고 있지만, 기본적으로는 우기 시 공사 중단 현실

우기시 활용할 수 있는 건설기술이 개발되면, 전체공사비에서 우기기간의 비중인 30% 정도의 공기(工期), 인접비, 간접비 등을 절약이 기대되며, 이를 통한 공사 효율성 확보가 필요함

(2) 기술적 필요성

우기지역 공사의 공기(工期), 품질 및 안전성 확보를 위한 재료 및 시공기술, 공정관리 기술 확보가 필수

전체 구조물의 시공에 있어서 골조공사의 기후영향에 따른 작업 불가능 일수가 큰 비중을 차지하므로 골조공사의 시공효율성 향상이 필요함

우기시 굴착공사의 경우, 수위 상승에 따른 수위변화와 잦은 침수로 지반약화, 수압증대에 대한 예측이 어려우며, 안전율이 상대적으로 작은 가설구조물에 의존하고 있음

건설공사에서 공기(工期) 확보 및 안전성 향상은 필수적인 요건이며, 최근 우기지역 해외수주 확대 추세에 맞추어 필요성이 증가하고 있음

우기 지역 건설 공사의 효율성 향상 및 리스크를 저감할 수 있는 체계적 관리 시스템 및 기술 개발 필요

(3) 기술개발 시급성

동남아지역 건설공사 비중 증가추세에 따른 우선적 투자 필요

국내 건설업체의 해외진출 비중이 중동 중심에서 동남아 지역으로 전환되고 있는 시점임

우기 기간에 따른 공사 중단일수의 증가로 인해 공사 수익성 악화 및 리스크 증가가 발생하고 있으므로, 국내 기업의 경쟁력 향상을 위해서는 국가차원의 범용적 기술 확보가 시급함

최근 국내 건설사의 해외 공사시 수익성 악화로 시평능력 150위 안의 업체중 25개 업체가 워크아웃이나 법정관리 중인 현실을 고려할 때, 시급한 연구개발을 통한 수익성 강화가 필요

해외건설시장에서 기업의 경쟁력 확보 필요 시점

최근 동남아 건설공사 수주에서 중국의 저가 입찰로 인해 국내 기업의 경쟁력이 감소하고 있는 시점이므로, 국내 업체의 전략을 비용 경쟁이 아닌 높은 수준의 기술력 확보를 통한 구조물의 고성능화, 장수명화, 유지관리 비용 절감으로의 전환이 필요한 시점임

우기지역 건설재료 기술 관련한 연구사례 및 시공사례가 전무한 실정이므로, 한 단계 빠른 투자를 통한 관련기술의 선점이 필요한 시점임

개발 기술의 조기 적용을 위한 정부지원 필요

건설재료 기술의 특성상 개발 기술의 현장 적용을 위해서는 법규화된 설계기준이 반드시 필요시 됨

이러한 설계기준은 재료, 구조 전 분야에서의 광범위한 연구 및 다수의 시공실적이 필수적이므로 개발기술의 조기 적용을 위해서는 정부지원이 필수적임

민간 건설사의 연구는 각 국가 해당프로젝트에 대한 독립적인 형태로만 이루어지므로, 광범위한 지역의 범용적으로 적용가능한 기술 개발을 위해서는 정부 지원이 필수적임

(4) 국고지원 적합성

범용적 활용 가능 기술 개발

우기지역 현장타설 콘크리트 재료선정 지침서, 배합설계 가이드라인 및 시공가이드라인 개발을 통한 국내 민간 건설사의 기술 공유 및 범용적 활용

국가별 강우 DB, 작업 산업일수 산정 모델 등 공공 성격의 자료에 대한 방대한 D/B를 구축함으로써 관련 민간 업체의 해외시장 진출 계획 시 활용 가능

대형 건설사 및 중소업체의 동반성장에 기여

우기지역 현장타설 콘크리트 재료의 핵심기술 개발의 요소기술인 시멘트, 혼화제, 거푸집, 레미콘, 철강재 등은 중소기업에서 담당을 하고 있음

개발 기술을 통합하여 실제 구조물을 설계 및 시공하는 역할은 대기업에서 담당하고 있음

따라서 우기지역 건설재료 및 시공기술은 대기업 및 중소기업이 동시에 관련 기술 경쟁력 확보 및 해외시장 진출이 가능하게 하므로 동반성장에 기여함

연구를 통해 공인된 기술표준 및 기준 수립 필요

우기지역 현장타설 콘크리트 재료선정 지침서, 배합설계 가이드라인 및 시공가이드라인 개발을 통한 국내 민간 건설사의 기술 공유 및 범용적 활용

우기지역 건설공사 선점을 위해서는 현지 정부기관, 연구기관, 업체와의 유대관계 형성 및 기술 공유가 필수적이며 이러한 관계는 정부주도의 접근이 필요함

개발기술의 검증, 실용화 및 사후관리를 위한 중장기 투자 필요

우기지역 건설재료 기술 및 시공기술의 검증을 위한 Test-Bed 구축, 설계기준 반영을 위한 다수의 시공실적 확보는 단기적인 이익 창출이 필요한 민간 업체에서는 수행하기 어려우며, 정부주도의 연구개발을 통한 범용적인 연구결과의 확보가 필요함

다. 기술개발 목표

우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 생산기술 개발 및 실용화

우기시, 골조공사 및 굴착공사 수행조건 제고를 통한 공기 20% 단축

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술 개발	- 우기지역 건설공사시 공기 및 품질 확보를 위한 현장 타설 콘크리트 생산(배합), 타설, 양생에 관한 통합 기술 및 고성능 방식(Anticorrosive) 철강재 개발에 관한 기술	▪ 기지역 맞춤형 현장타설 콘크리트 재료 및 배합기술 개발 - 우중(雨中) 현장타설 콘크리트를 위한 시멘트 개발 및 혼화재 적용기술 개발 - 우기 환경 대응형 특수 혼화제 개발 - 우중(雨中) 현장타설 콘크리트의 최적 배합설계 기술 개발 - 우중(雨中) 현장타설 콘크리트의 역학적 특성 및 내구성 평가 - 우기가 아닌 기간의 급속 시공을 위한 조기강도 발현 콘크리트 개발
		▪ 강우를 고려한 콘크리트의 타설, 마감 및 양생 기법 개발 - 강우 환경 구현 실내 실험 방법 개발- 강우량 및 강우강도에 따른 콘크리트 현장타설 및 표면마감 기술 개발 - 타설 중 또는 타설 후 강우를 고려한 콘크리트 양생 기술개발 - 이어치기 시공 관련 콘크리트 표면 취약부 평가 및 누수방지 처리 기법 개발 - 이어치기 시공 관련 콘크리트 차단 기술 개발 수축대(shrinkage strip) 시공기술 개발
		▪ 우기지역 맞춤형 방수방식형 거푸집 개발 - 기존 철재 및 목재 거푸집 대체 가능한 방수방식형 경량 FRP 거푸집 개발 - 방수방식용 피막으로 적용 가능한 초고성능콘크리트(UHPC) 영구거푸집 개발
		▪ 우기지역 맞춤형 고성능 방식(Anticorrosive) 철강재 개발 - 건설자재용 철강재의 부식방지를 위한 도장재 및 표면처리 기술 개발
우기지역 맞춤형 선진 시공기술 개발	- 우기지역 건설공사의 공기 확보, 공사 효율 증대, 안전성 향상을 위한 강우 차단 가시설, 터파	▪ 우기시 골조공사 생산성 향상 및 안전성 향상 기술 개발 - 강우량 및 강우강도에 따른 골조공사 매뉴얼 개발 - 우기시 건축구조물 시공성 향상을 위한 강우차단 (가설지붕) 시스템 및 활용기술 개발 - 우기시 교량등의 토목구조물 시공성 향상을 위한 강우차단(가설지붕) 시스템 및 활용기술 개발

	기 기술 등의 첨단 선진 시공기술 개발에 관한 기술	▪ 우기시 굴착공사(터파기) 효율 및 안전성 향상 기술 개발 - 우기시 지하수위 상승에 따른 수압 및 지반강도 계측 기술 개발 - 우기시 터파기 안전성 향상을 위한 슬래브 역타설 공법 개발 - 충분한 터파기 공간 확보를 통한 공기(工期) 단축 가능한 흙막이벽 지지 시스템 개발(PSC 활용) - 우기시 지하수위 상승을 고려한 터파기 및 흙막이벽 설치 매뉴얼 개발
우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질평가 기술 개발	- 우기지역 프로젝트의 기획 및 입찰 단계에 활용 가능한 국가별 강우 DB 및 작업일수 산정 모델 개발에 관한 기술과 우기지역 건설공사 리스크 저감을 위한 강우를 고려한 통합공정관리 기술 및 품질평가 기술 개발에 관한 기술	▪ 우기지역 국가별 강우 DB 구축 및 작업일수 산정 모델 개발 - 우기지역의 국가별, 도시별 기상관측 자료 수집 및 확률론적 분석 - 기상관측 열악한 지역의 강우 계측 모니터링 시스템 개발 - 우기 기간 및 강우량, 강우강도를 고려한 작업일수 산정모델 개발 및 국가별 리스크 등급 분류
		▪ 우기지역 맞춤형 공정관리 기술 개발- 우기지역의 특성을 고려한 비용, 노무, 안전, 성과 등 통합공정관리 기술 개발 - 우기지역 건설공사 리스크 저감을 위한 강우 고려 Risk Management(RM) 기술 개발
		▪ 우중(雨中) 현장타설 콘크리트와 강재의 품질 평가 및 보수 기법 개발 - 시공 중 굳지 않은 콘크리트의 안정성 평가 기술 개발(평가 항목, 방법 및 장비 개발) - 시공 후 경화 콘크리트의 품질 평가 기술 개발 (평가 항목, 방법 및 장비 개발) - 우기지역 시공 철강재의 품질 평가 기술 개발 (평가 항목, 방법 및 장비 개발) - 강우 피해에 따른 보수기술(재료 및 공법) 개발

마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

중분류	소분류	구성기술
우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술	우중(雨中) 현장타설 콘크리트 재료 및 배합 기술	▪ 우기지역 맞춤형 현장타설 콘크리트 재료 및 배합기술 개발
	우중(雨中) 현장타설 콘크리트 타설 및 관리 기술	▪ 강우를 고려한 콘크리트의 타설, 마감 및 양생 기법 개발
	방수/방식형 거푸집 및 고성능 방식 철강재 개발	▪ 우기지역 맞춤형 방수방식형 거푸집 개발 ▪ 우기지역 맞춤형 고성능 방식(Anticorrosive) 철강재 개발
우기지역 맞춤형 시공기술	강우차단 시스템 기술	▪ 우기시 골조공사 생산성 향상 및 안전성 향상 기술 개발
	우기시 터파기 및 흙막이 벽 설치 기술	▪ 우기시 굴착공사(터파기) 효율 및 안전성 향상 기술 개발
	호우 시, 수압/지반강도 모니터링 기술	▪ 우기시 굴착공사(터파기) 효율 및 안전성 향상 기술 개발
우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질 평가기술	국가별 강우 DB 구축 및 작업일수 산정 모델 개발	▪ 우기지역 국가별 강우 DB 구축 및 작업일수 산정 모델 개발
	국가별 강우 조건별 공정관리 기술개발	▪ 우기지역 맞춤형 공정관리 기술 개발
	콘크리트, 강재 품질평가 및 보수기법 개발	▪ 우중(雨中) 현장타설 콘크리트와 강재의 품질 평가 및 보수 기법 개발

3.2.2 기술 및 시장동향

가. 시장동향

우리나라는 우천 시 공사를 중단하기 때문에 상시 우천 시 공사 진행 관련 기술개발은 고려 대상이 아니었음

우리나라는 비가오면 안전과 품질상의 이유로 현장에서 공사를 안하는게 원칙이기 때문에 이러한 기술이 적용된 시장이 없었음

한국건설기술연구원에서 '우기시 콘크리트 시공요령 지침서'를 제공하고 있음

- 지침서에서는 우천시 콘크리트를 시공하지 않는 것을 기본 원칙으로 하고 있고 타설 중 비가 올 경우에 대해서 시공요령을 제시하고 있음

우리기업들은 우기 시, 양수작업 및 천막설치 등으로 가시설, 기초공사, 콘크리트 타설등을 수행하고 있기 때문에 특별히 우기 시공을 위한 공사기술을 보유하고 있다고 할 수 없음

- 우기시 적용될 수 있는 안전기술 또는 내구성 향상 기술도 필요함

우기기간이 긴 지역에서는 해당 기간동안 공사를 진행할 수 있는 기술이 개발될 경우 상당한 비용 절감 및 생산성 향상이 기대됨

우기기간이 공사가 중단되기 때문에 이들 지역에서 수행되는 현장공사는 우기기간 만큼 공기가 늘어나고, 인건비 및 간접비 비용이 늘어나고 있음

해외시공업체들은 우기 시에도 비의 강도가 약해지면, 가시설 설치, 목공, 포장공, 기초공 심지어 콘크리트 타설까지 전략적으로 수행하고 있거나 공사가 중단되는 것이 현실임

따라서, 우기시 활용할 수 있는 건설기술이 개발되면, 전체공사비에 우기기간의 비중에 대하여 30% 정도의 공기, 인접비, 간접비 등을 절약을 기대함

[표 I-48] 동남아시아 건설시장 규모추이 (단위 : 십억달러)

국가	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bangladesh	16.6	17.8	19.0	20.3	21.5	22.8	24.1	25.6	27.1
Indonesia	94.4	99.8	106.2	112.3	117.4	122.8	128.4	134.3	140.5
Malaysia	17.3	17.8	18.5	19.2	20.1	20.9	21.9	22.8	23.8
Philippines	10.1	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0	12.3	12.7
Singapore	20.2	21.5	22.8	23.9	24.7	25.5	26.4	27.3	28.3
Thailand	23.0	23.9	24.7	25.7	26.6	27.5	28.4	29.3	30.3
Vietnam	10.4	11.1	11.9	12.7	13.5	14.4	15.4	16.4	17.5

[표 I-49] 동남아시아 건설 시장 전망

구분	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
방글라데시 건설시장(억달러)	323	342	363	385	408	432	458	486	515	546
인도네시아 건설시장(억달러)	1,607	1,681	1,758	1,838	1,922	2,010	2,103	2,199	2,300	2,405
말레이시아 건설시장(억달러)	270	282	294	307	320	334	349	364	380	396
필리핀 건설시장 (억달러)	137	140	144	148	152	155	160	164	168	172
싱가폴 건설시장(억달러)	313	324	335	347	359	371	384	397	411	425
태국 건설시장(억달러)	334	345	357	369	381	393	406	420	434	448
베트남 건설시장(억달러)	211	225	240	256	273	291	310	331	352	376
동남아시아 건설시장(억달러)	3,196	3,340	3,491	3,649	3,815	3,988	4,170	4,360	4,559	4,768
동남아시아 건설시장(조원)	343	359	375	392	409	428	448	468	489	512
국내기업의 동남아시아 건설시장 점유율 (%)	12.4	13.0	13.5	14.1	14.8	15.4	16.1	16.8	17.6	18.4
본 연구개발을 통한 추가 시장매출 비중(%)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
본 연구개발을 통한 추가 시장매출 (조원)	8.5	9.3	10.1	11.1	12.1	13.2	14.4	15.7	17.2	18.8

※ 환율 : 1달러 = 1073.5원(2012년 12월 환율)

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

고성능・다기능 콘크리트 및 활용기술 개발(콘크리트 코리아 연구단)

국토해양부 및 한국건설교통평가원에서 시행하는 건설기술 혁신 사업의 일환으로 2006년 3월~2012년 12월까지 총 6년간 국내 콘크리트 기술수준을 선진국 대비 동등 혹은 그 이상으로 확보하고, 실용화를 달성하기 위한 연구가 진행되었음

상기 과제의 연구목표는 콘크리트 관련 핵심 기술인 초유동성, 고내구성, 초고강도 및 각종 다기능 콘크리틀 개발하고, 이를 실용화하여 구조물의 성능을 향상시킴으로서 건설 유지관리 비용 등을 절감하는 것임

상기 과제를 통해 국내 콘크리트 기술수준이 한 단계 진보하였으며, 고내화성 콘크리트, 슬럼프 자동측정 장치, 초고성능 콘크리트 제조 기술, 고성능 콘크리트 현장타설 프로세서 관기 프로그램 개발 등 다수의 실용화 실적을 확보하였음

상기의 연구개발 과제에서 우기지역 콘크리트 타설기술 개발은 별도로 이우어지지 않았으므로 동 연구가 기존의 연구과제와 차별성을 확보할 수 있음

고성능・다기능 콘크리트의 개발 및 활용기술 사업을 통해 콘크리트 전반에 걸친 고성능화가 이루어 졌으며, 이의 실용화 기술까지 확보된 상태임

- 동 연구개발에 활용할 경우, 단기에 해외 현지공사에 적용가능한 기술을 개발할 수 있으며, 이에 대한 상세는 아래와 같음

- 고성능·다기능 콘크리트의 개발 및 활용기술 과제중 “열화 및 부식평가 시스템 개발”, “개량철근 및 방청제 사용 부식제어 시스템 개발” 과제의 결과를 활용하여, 본 연구의 핵심 목표인 “고성능 방식 철강재 개발” 기술을 단기간 확보 및 해외 현지 적용이 가능함

- 고성능·다기능 콘크리트의 개발 및 활용기술 과제중 “고성능 콘크리트의 설계·시공 지침 및 매뉴얼 작성”, “고성능 콘크리트 구조물의 구조설계기준 개발” 과제를 통해 고성능 콘크리트에 대한 설계기준 및 설계·시공 지침에 대한 기술을 확보함

  · 상기의 결과를 본 연구과제에 활용하여 우기지역 콘크리트의 타설 및 관리기술 확보, 관련 매뉴얼 작성, 시공지침서 작성을 단기간에 수행 가능함

- 고성능·다기능 콘크리트의 개발 및 활용기술 과제의 핵심 목표는 고성능 콘크리트의 현장타설 프로세스 관리 프로그램 개발을 통해 콘크리트의 품질관리의 선진화 및 개발기술의 실용화를 달성함

· 현장타설 프로세스 관리 프로그램을 본 연구에 활용하여 우기지역 콘크리트의 현장타설 프로세스를 효율적으로 관리할 수 있으며, 이를 통해 공기절감 및 시공효율성이 증가됨

크라이밍 유압로봇 및 건설공장 구조체 기술개발(고층건물 시공 자동화 연구단)

세계 최고 수준의 상용화된 건축시공 자동화 시스템 개발이라는 목표로 추진된 고층건물 시공 자동화 연구단 과제의 일환으로 “크라이밍 유압로봇 및 건설공장 구조체 기술개발”이 이루어 졌음

상기 과제를 통해 외부 기후변화에 영향을 받지않고 건설공사를 진행할수 있는 건설공장 구조체 기술이 개발이 되었으며, 이러한 기술을 활용한 구조물의 시공실적(고려대 고층건물 시공 자동화 연구동)을 확보하였음

시공자동화를 위한 기술과의 연관성으로 인하여 구조체의 규모가 크고, 구조체 설치 및 제작에 많은 비용이 발생하므로, 본 연구에서 타겟으로 하고 있는 동남아 등의 개발도상 국가의 공사에서는 적용하기에 어려움이 있음

따라서, 본 연구에서는 상기의 기술을 바탕으로 건설공장 구조체를 가설지붕 형태로 단순화 하여 비용 및 시공성을 향상시켜 우기시에도 건설공사가 가능하면서, 타겟 국가에도 적용이 가능한 형태로 개발하고자 함

또한, 기존의 기술이 건축구조물인 고층건물의 시공에만 활용되고 있지만, 이를 FCM 교량 등 토목구조물에도 적용 가능한 형태의 기술을 개발하고자 함

이러한 기술 개발에 필요한 핵심적인 요소 기술들은 기존의 연구개발 사업(크라이밍 유압로봇 및 건설공장 구조체 기술개발)에서 기확보된 상태이므로, 이를 활용하여 해외 타겟국가에 적용 가능한 기술을 단기에 개발할 수 있음

[표 I-50] 유사 국가연구개발사업 검토 (All-Weather Construction 기술)

부처명	사업명	과제명	기술개발목표	산출물	개발대상기술과 차이점
국토교통부	콘크리리트 코리아 연구단	고성능·다기능 콘크리트의 개발 및 활용기술	구조물의 초고층화/장대화/해양공간 활용 등 건설환경의 변화에 대응하기 위한 고성능·다기능 콘크리트의 개발 및 실용화	폴리론 하이브리드 화이버(내화성능향상), 슬럼프 플로우 자동 측정 장치, 초고강도 콘크리트 전용 믹서, 고성능 콘크리트 현장타설 프로세서 관리 프로그램	콘크리트 코리아 연구단 개발사업을 통해 고내구성/초유동성/다기능성등 콘크리트의 성능을 세계최고수준으로 향상시키기 위한 연구가 진행이 되었으며, 이의 실용화를 위한 기반을 마련
	고층건물 시공 자동화 연구단	크라이밍 유압로봇 및 건설공장 구조체 기술개발	세계 최고수준의 상용화된 시공 자동화 시스템 개발	건설공장구조체, 크라이밍 유압로봇, 볼트체결로봇 등	고층건물 시공 자동화 연구단의 건설공장 구조체는 시공자동화를 위한 기술과의 연관성으로 인하여 구조체의 규모가 크고, 구조체 설치 및 제작에 많은 비용이 발생
	고층건물 시공 자동화 연구단기술개발 (두산건설)	크라이밍 유압로봇 및 건설공장 구조체 기술개발	시공 자동화 시스템 개발	시공 자동화 시스템	두산건설은 고층건물 시공 자동화 연구단에 참여하면서 건설공장 구조체를 실제 현장에 적용하였으나, 이러한 기술은 구조체의 규모가 크고, 구조체 설치 및 제작에 많은 비용이 발생,

(나) 국외 기술개발동향

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

국내외적으로 우기 시 콘크리트 공사 기술 개발은 확인된 바 없음

국내외 모두 기본적으로는 우기시 콘크리트 타설 및 골조 공사등을 진행하지 않는 소극적 형태의 시공 수행하고 있음

국내·외 모두 극한 환경 적응형 재료기술 대한 연구 수행실적은 있으나, 우기지역에 적용 가능한 맞춤형 재료 개발 연구 사업은 전무한 실정임

방수성능을 지니는 거푸집의 개발은 일부 특허 출원됨

강우시 시공 주의사항 등에 대한 원론적인 지침만 있을 뿐 우기지역 건설공사를 위한 선제적 대응 기술은 전무함

부득이 공사가 필요할 경우 양수작업 및 천막설치 등으로 공사를 진행하며, 따라서 특별한 시공기술 보유하고 있지 않음

특히, 우기지역의 현지 업체의 공사 기술은 국내 업체에 비해서도 낮은 수준임

중국, 일본 등이 우기지역(동남아 등)의 건설공사에 관심을 보이고 있으며, 건설수주를 위해 노력하고 있으나, 관련 보유기술에 대한 정보는 부족한 실정임

국외의 경우 기후요소에 따른 시공성 향상을 위한 건설공장 구조체 개발 및 적용 사례 있음 (ABCS, SMART, Canopy System 등)

터파기시 연약지반의 개량 및 사보강재 설치 등을 통해 안정성을 확보하기 위한 노력 등이 시도되고 있으나 갑작스런 수위 변화에는 적절히 대처하지 못하고 있는 실정임

선진국들은 Risk Management에 대한 중요성을 인식, 여러 기법들을 선진화시키고 있으나, 우기지역에 특화된 RM이나 공정관리 기술은 전무한 실정임

국내외 우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술 기반 유사 수준

국내외 모두 기본적으로는 우기시 콘크리트 타설 및 골조 공사등을 진행하지 않는 소극적 형태의 시공을 수행하고 있으므로, 국내외 관련 연구 기반 수준은 비슷한 실정임

국내의 우기지역 맞춤형 시공기술 기반은 해외 선진국 대비 부족

국외의 경우 기후요소에 따른 시공성 향상을 위한 건설공장 구조체 개발 및 적용 사례(ABCS, SMART, Canopy System 등) 있으며, 국내에서도 일부 소규모 현장 적용 사례있으나, 해외 선진국 대비 기반 연구 수준은 부족한 실정임

국내외 우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질 평가기술은 도입 단계

선진국들은 Risk Management에 대한 중요성을 인식, 여러 기법들을 선진화시키고 있으나, 국내의 경우는 이러한 기술의 도입단계임

그러나 국내외 모두 우기지역에 특화된 RM이나 공정관리 기술은 전무한 실정임

중분류	소분류	국내기술 수준 (%)	기술성숙도(TRL)	
			국내	해외
우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술	우중(雨中) 현장타설 콘크리트 재료 및 배합 기술	90	1	1
	우중(雨中) 현장타설 콘크리트 타설 및 관리 기술	90	1	1
	방수/방식형 거푸집 및 고성능 방식 철강재 개발	90	2	2
우기지역 맞춤형 시공기술	강우차단 시스템 기술	80	6	7
	우기시 터파기 및 흙막이 벽 설치 기술	80	6	7
	호우 시, 수압/지반강도 모니터링 기술	60	1	2
우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질 평가기술	국가별 강우 DB 구축 및 작업일수 산정 모델 개발	70	4	5
	국가별 강우 조건별 공정관리 기술개발	70	4	5
	콘크리트, 강재 품질평가 및 보수기법 개발	70	4	5

(3) 특허동향

연도별 특허출원 현황 (출원 특허청 기준[57])

최근 10년간, 우기 대응 건설시공 및 재료기술관련 출원된 국내외 특허는 해외 특허 3건 존재함

국가별 특허출원 현황

'06년부터 '09년까지 일본특허 3건이 출원되었으며 특허는 우기시 재료, 방수처리 시트 등에 한정되고 있음

주요 특허출원인 현황

[표 I-51] 주요 특허 출원인 현황 (All-Weather Construction 기술)

순위	일본	
	출원인	건수
1	ONODA CHEMICO CO LTD; DAI NIPPON CONSTRUCTION	1
1	HAYAKAWA RUBBER CO LTD	1
1	SUMITOMO FORESTRY CO LTD; SUMITOMO RINGYO RYOKUKA KK	1

57) 특허가 출원된 특허청을 기준으로 함. 예를들어 일본에서 개발된 특허가 일본특허청과 미국특허청에 출원됐다면 일본출원과 미국출원에 각각 특허건수가 합산됨

3.2.3 사업내용

가. 연구개발목표

우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 생산기술 개발 및 실용화

우기시, 골조공사 및 굴착공사 수행조건 제고를 통한 공기 20% 단축

성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계 (2015)	2단계 (2017)	3단계 (2019)
우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술	-	-	우기지역 맞춤형 콘크리트 재료, 배합 및 타설 기술 개발	방수/방식형 거푸집 및 고성능 방식 철강 개발	우기지역 맞춤형 콘크리트 재료, 시공 매뉴얼 개발
우기지역 맞춤형 시공기술	-	-	강우차단(가설지붕) 시스템 및 활용기술 개발	착공사(터파기) 효율 및 안전성 향상 기술 개발	우기지역 골조공사 및 굴착공사 매뉴얼 개발
우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질 평가기술	-	-	우기지역 국가별 강우 DB 구축 및 작업일수 산정 모델 개발	우기지역 맞춤형 공정관리 기술 개발	우중(雨中) 현장타설 콘크리트와 강재의 품질 평가 및 보수 기법 개발
우기지역 공사기간 20% 단출	-	-	-	-	20%

나. 연구개발전략

지역별 강우량 및 강우 기간을 고려한 맞춤형 기술 개발

지역별 강우 DB구축을 통해 현지화가 가능한 재료 및 시공기술 개발

재료, 시공기술, 공정 및 품질관리 기술 전반에 걸쳐 체계화된 기술 개발

기존의 단품위주의 수주방식에서 탈피하여 여러 제품이나 서비스를 결합시켜 묶음의 형태로 거래하는 Package Deal 방식으로 접근

현지 적용성 평가 및 개발기술의 검증을 위한 Test-bed 적용

개발된 연구성과물의 적용 가능성을 테스트할 수 있도록 연구결과를 확장하고, 개발된 성과물의 제품화 가능성을 타진

기술 실용화를 위한 현지 진출 국내기업과의 기술교류

현지 정착의 용이성 확보를 위하여 지역 대학, 연구소간 공동연구 추진

현재까지 추진된 유사/중복 국가연구개발사업이 없으므로 차별화방안을 제시하지 않음

다. 연구내용 및 범위

중점과제는 우기지역 맞춤형 고성능 건설재료, 선진 시공기술, 공정관리 및 품질평가기술 관련 과제로 구성

우기지역의 건설 수주 및 공사시 해결해야 할 최우선 과제는 공기(工期) 와 품질 확보임

우중(雨中)에는 콘크리트 현장타설이 불가하며, 토공 및 골조공사 등 시공이 어려움

이에 따라, 우기에도 공사가 가능토록 할 수 있는 건설재료 및 시공법 개발이 필요

개발된 공법과 우기의 특수환경을 반영한 공정관리와 품질관리 기법 개발을 통해 비용 및 리스크 절감이 요구됨

우기지역맞춤형 고성능 건설재료기술개발

공법/기법: 강우환경 고려한 콘크리트 양생 기법, 우기 환경 대응형 콘크리트 배합 재료 기법

재료/자재: 우중(雨中)환경 대응형 현장타설 콘크리트, 우기지역 맞춤형 방수/방식형 거푸집, 고성능 방식(Anticorrosive) 철강재, 도장재

장비/장치: 강우환경 구현 실내 실험 장치

우기지역맞춤형 선진시공 기술개발

공법/기법: 우기시 수압 변화 및 지반강도 계측 기법, 우중(雨中) 터파기 안전성 확보 가능한 슬래브 역타설 공법

시스템: 우중(雨中) 건설공사 가능한 가설지붕 시스템, 흙막이벽지지 시스템

우기지역맞춤형 공정관리 및 품질평가 기술개발

시스템: 우기지역 국가별 강우 DB 및 작업일수 산정모델, 강우고려 RM/통합공정관리 시스템, 우중(雨中) 현장타설 콘크리트 품질평가 시스템

중점과제	구성기술	Activity		
		1단계 (2014)	2단계 (2015)	3단계 (2016)
우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술 개발	우기지역 맞춤형 현장타설 콘크리트 재료 및 배합기술 개발	우중(雨中) 현장타설 콘크리트를 재료기술 및 최적 배합설계기술 개발	우중(雨中) 현장타설 콘크리트의 역학적 특성 및 내구성 평가	현지 Test-Bed 적용 및 매뉴얼 개발
	강우를 고려한 콘크리트의 타설, 마감 및 양생 기법 개발	강우 환경 구현 실내 실험 방법 및 표면마감/양생기술 개발	이어치기 시공 관련 콘크리트 차단 기술 개발 및 수축대(shrinkage strip) 시공기술 개발	현지 Test-Bed 적용 및 매뉴얼 개발
	우기지역 맞춤형 방수/방식형 거푸집 개발	기존 철재 및 목재 거푸집 대체 가능한 방수/방식형 경량 FRP 거푸집 개발	방수/방식용 피막으로 적용 가능한 초고성능 콘크리트(UHPC) 영구거푸집 개발	현지 Test-Bed 적용 및 매뉴얼 개발
	우기지역 맞춤형 고성능 방식 (Anticorrosive) 철강재 개발	고성능 방식 철강재 개발	철강재의 부식방지를 위한 도장재 및 표면처리 기술 개발	현지 Test-Bed 적용 및 매뉴얼 개발
우기지역 맞춤형 선진 시공기술 개발	우기시 골조공사 생산성 향상 및 안전성 향상 기술 개발	강우차단(가설지붕) 시스템 및 활용기술 개발	강우량 및 강우강도에 따른 골조공사 매뉴얼 개발	현지 Test-Bed 적용
	우기시 굴착공사(터파기) 효율 및 안전성 향상 기술 개발	우기시 지하수위 상승에 따른 수압 및 지반강도 계측 기술 개발	우기시 터파기 안전성 향상을 위한 슬래브 역타설 공법 및 흙박이벽 지지 시스템 개발(PSC 활용)	현지 Test-Bed 적용 및 매뉴얼 개발

우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질평가 기술 개발	우기지역 국가별 강우 DB 구축 및 작업일수 산정 모델 개발	우기지역 기상관측 자료 분석 및 우계측 모니터링 시스템 개발	우기조건 고려한 작업일수 산정모델 개발 및 국가별 리스크 등급 분류	개발 모델의 실제 프로젝트 적용성 평가
	우기지역 맞춤형 공정관리 기술 개발	우기지역의 특성을 고려한 비용, 노무, 안전, 성과 등 통합공정관리 기술 개발	우기지역 건설공사 리스크 저감을 위한 강우 고려 Risk Management(RM) 기술 개발	개발 기술의 실제 프로젝트 적용성 평가
	우중(雨中) 현장타설 콘크리트와 강재의 품질 평가 및 보수 기법 개발	우기지역 콘크리트의 시공중/시공후 품질평가 및 안정성 기술 개발	우기지역 시공 철강재의 품질 평가 기술 개발 및 보수기술 개발	현지 Test-Bed 적용 및 매뉴얼 개발

라. 연구개발비

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		990	1,100	920	3,010	25%	책임연구원급 : 11인 연구원급 : 22인 연구보조원급 : 38인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	485	1,001	1,073	2,559	22%	-
		시작품 제작비	346	864	518	1,728	15%	
		재료비	771	1,084	486	2,341	20%	
	연구 활동비	여비	64	100	74	238	2%	
		수용비및수수료	32	50	37	119	1%	
		기술정보활동비	128	200	148	476	4%	
	연구수당		256	400	296	952	8%	
	직접비 합계		2,082	3,700	2,632	8,414	71%	-
3) 간접비			128	200	148	476	4%	-
4) 합 계			3,200	5,000	3,700	11,900	100%	-

1중점과제(우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		520	550	470	1,540	30%	책임연구원급 : 6인 연구원급 : 11인 연구보조원급 : 19인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	152	424	465	1,042	20%	현장타설 콘크리트 재료, 방수/방식형 거푸집 및 철강재
		시작품 제작비	104	260	156	521	10%	
		재료비	338	507	197	1,042	20%	
	연구 활동비	여비	28	43	32	102	2%	
		수용비및수수료	14	22	16	51	1%	
		기술정보활동비	55	86	64	205	4%	
	연구수당		110	172	127	409	8%	
	직접비 합계		801	1,514	1,057	3,372	66%	-
3) 간접비			55	86	64	205	4%	인건비+직접비의 4.1%
4) 합 계			1,376	2,150	1,591	5,117	100%	-

2중점과제(우기지역 맞춤형 선진 시공기술 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비목			2014	2015	2016	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		260	290	260	810	22%	책임연구원급 : 3인 연구원급 : 6인 연구보조원급 : 10인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	195	348	328	871	24%	흙막이벽, 강우차단시설
		시작품 제작비	131	327	196	653	18%	
		재료비	218	290	145	653	18%	
	연구 활동비	여비	20	31	23	74	2%	
		수용비및수수료	10	16	11	37	1%	
		기술정보활동비	40	62	46	148	4%	
	연구수당		79	124	92	295	8%	
	직접비 합계		692	1,198	841	2,731	74%	-
3) 간접비			40	62	46	148	4%	인건비+직접비의 4.1%
4) 합 계			992	1,550	1,147	3,689	100%	-

3중점과제(우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질평가 기술 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비목			2014	2015	2016	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		210	260	190	660	21%	책임연구원급 : 2인 연구원급 : 5인 연구보조원급 : 9인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	138	229	279	646	21%	국가별 우기 DB 구축
		시작품 제작비	111	277	166	554	18%	
		재료비	215	287	144	646	21%	
	연구 활동비	여비	17	26	19	62	2%	
		수용비및수수료	8	13	10	31	1%	
		기술정보활동비	33	52	38	124	4%	
	연구수당		67	104	77	248	8%	
	직접비 합계		589	988	734	2,310	75%	-
3) 간접비			33	52	38	124	4%	인건비+직접비의 4.1%
4) 합 계			832	1,300	962	3,094	100%	-

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술 개발	우중(雨中) 현장타설 콘크리트 재료 및 배합 기술	▪ 우기 환경 대응형 현장타설 콘크리트 배합 재료 및 배합 기술 개발 ▪ 강우 환경 구현 실내 실험 방법 개발 ▪ TEST-BED 적용을 통한 우기 환경 대응형 현장타설 콘크리트 실용화	(기법/공법)우기 환경 대응형 콘크리트 배합 재료 기법 (장비/장치)강우환경 구현 실내 실험 장치, (재료/자재) 우중(雨中)환경 대응형 현장타설 콘크리트
	우중(雨中) 현장타설 콘크리트 타설 및 관리 기술	▪ 우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 적용을 위한 시공 지침 개발	(기법/공법)강우환경 고려한 콘크리트 양생 기법, 콘크리트 타설 공법
	방수/방식형 거푸집 및 고성능 방식 철강재 개발	▪ 우기 환경 대응형 거푸집 및 방식 철강재 개발 ▪ 우기 환경 대응형 도장재 개발 ▪ TEST-BED 적용을 통한 방수/방식 거푸집 및 철강재 실용화	(재료/자재) 우기지역 맞춤형 방수/방식형 거푸집, 고성능 방식 철강재, 도장재
우기지역 맞춤형 선진 시공기술 개발	강우차단 시스템 기술	▪ 강우차단 시스템의 구조 안전성 평가 기술 개발 ▪ 강우차단 시스템의 내구성 향상, 경량화 기법 개발 ▪ TEST-BED 적용을 통한 강우차단 시스템 실용화	(시스템) 우중(雨中) 건설공사 가능한 가설지붕 시스템
	우기시 터파기 및 흙막이 벽 설치 기술	▪ 터파기 안전성 향상을 위한 슬래브 역타설 공법 개발 ▪ 터파기 안전성 향상을 위한 흙막이벽지지 시스템 개발 ▪ TEST-BED 적용을 통한 터파기 및 흙막이벽 시스템 실용화	(시스템) 우중(雨中) 건설공사 가능한 흙막이벽 지지 시스템 (공법/기법) 우중(雨中) 터파기 안전성 확보 가능한 슬래브 역타설 공법
	호우 시, 수압/지반강도 모니터링 기술	▪ 우기시 수압 변화 및 지반강도 계측 기술 개발	(공법/기법) 우기시 수압 변화 및 지반강도 계측 기법
우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질평가 기술 개발	국가별 강우 DB 구축 및 작업일수 산정 모델 개발	▪ 우기지역 국가별, 도시별 기상자료 확보 및 계측 모니터링 시스템 구축	(시스템) 우기지역 국가별 강우 DB 및 작업일수 산정모델
	국가별 강우 조건별 공정관리 기술개발	▪ 우기지역 맞춤형 공정관리 기술 개발	(시스템) 강우고려 RM/통합공정관리 시스템
	콘크리트, 강재 품질평가 및 보수기법 개발	▪ 우중(雨中) 현장타설 콘크리트와 강재의 품질 평가 및 보수 기법 개발	(시스템) 우중(雨中) 현장타설 콘크리트 및 강재 품질평가 시스템

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
우기지역 맞춤형 고성능 건설재료 기술
우중 현장타설 콘크리트 재료 및 배합 기술 개발
우중현장타설 콘크리트 재료 및 배합기술
우중 콘크리트 재료 개발
우중 콘크리트 타설 기술
강우구현 시험법 개발
우중 현장타설 콘크리트 타설 및 관리기술
우중 현장타설 콘크리트 지침서 개발
Test Bed 적용
방수/방식형 거푸집 및 고성능 방식철강재개발
방식형 도장재, 철강재 개발
Test Bed 적용
방수/방식형 거푸집 개발
30%
80%
100%
10%
30%
80%
30%
60%
90%
우기지역 맞춤형 선진 시공 기술
우기시 생산성 및 안전성 향상 시공기술 개발
강우차단 시스템 기술
강우차단 시스템 기술 개발
Test Bed 적용
시스템 내구성 향상, 안전성 평가 기술
우기시 터파기 및 흙막이 벽 설치기술
흙막이벽 지지시스템 개발
Test Bed 적용
슬래브 역타설 공법 개발
호우시 수압/지반강도 모니터링 기술
우기시 수압변화 및 지반강도 계측기술 개발
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
30%
70%
85%
20%
50%
85%
20%
50%
80%
우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질평가 기술
우기지역 맞춤형 공정관리 및 품질평가 기술 개발
국가별 강우DB 구축 및 기상계측 시스템 개발
우기지역 강우DB 구축
우기지역 국가, 도시별 기상 계측 시스템
국가별/강우조건별 공정관리 기술 개발
강우DB 및 작업일수 산정 모델
강우고려 통합공정관리 시스템
콘크리트, 강재 품질평가 및 보수기법 개발
콘크리트 및 철강재 품질평가
Test Bed 적용
콘크리트 및 철강재 보수기술
20%
50%
75%
20%
50%
80%
10%
70%
85%
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
시장정보 리스크 예측
T/B 입지 검토
타겟국가 시장목표 재검토
해외인증 절차반영
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
리스크 관리
입찰 인증방안
(전략프로젝트)
글로벌 R&D 네트워크 구축
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

3.2.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

우기지역 공기 단축을 위한 재료, 시공기술확보 및 해외 T/B 구축

우기지역 콘트리트, 혼화제, 공사시 품질평가 핵심기술 확보

재료 및 시공가이드라인 배포를 통한 관련 산업 기술 파급

우기지역 현장타설 콘크리트 재료 및 시공기술 개발에 따른 시멘트, 혼화제, 레미콘 등 관련 산업에 대한 기술적 파급효과

관련 기술의 선진국과 격차 해소와 동시에 부분적 기술 우위를 통해 건설 관련 국가 이미지 제고

나. 경제적 기대효과

'우기지역 맞춤형 건설재료 및 시공기술' 이 동남아시아 건설시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 2,640억원으로 분석됨

'우기지역 맞춤형 건설재료 및 시공기술'은 우기가 긴 동남아시아의 방글라데시, 인도네시아, 말레이시아, 필리핀, 싱가폴, 태국, 베트남의 건설시장을 대상으로 함

- '우기지역 맞춤형 건설재료 및 시공기술'을 통해 동남아시아 국가의 건설시장 수주규모 확대에 기여하는 것으로 설정하고, Global Insight 2011의 시장자료를 토대로 관련 동남아시아 국가의 건설시장을 예측함

  · Global Insight 2011에서는 방글라데시, 인도네시아, 말레이시아, 필리핀, 싱가폴, 태국, 베트남의 건설시장이 각각 2013년 178억달러, 998억달러, 178억달러, 105억달러, 228억달러, 247억달러, 119억달러에서 2020년 271억달러, 1,405억달러, 248억달러, 130억달러, 293억달러, 303억달러, 175억달러까지 성장할 것으로 전망하고 있음

  · 외삽을 통해 동남아시아 각국의 시장규모를 기술개발 완료후인 2023년부터 2032년까지 시장규모를 예측함

  · 2015~2020년의 연평균 성장률과 동일한 성장률로 지속적으로 성장하는 것으로 가정함

[표 I-52] 동남아시아 건설 시장 전망

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
방글라데시 건설시장(억달러)	342	363	385	408	432	458	486	515	546	579
인도네시아 건설시장(억달러)	1,681	1,758	1,838	1,922	2,010	2,103	2,199	2,300	2,405	2515
말레이시아 건설시장(억달러)	282	294	307	320	334	349	364	380	396	413
필리핀 건설시장 (억달러)	140	144	148	152	155	160	164	168	172	176
싱가폴 건설시장(억달러)	324	335	347	359	371	384	397	411	425	440
태국 건설시장(억달러)	345	357	369	381	393	406	420	434	448	463
베트남 건설시장(억달러)	225	240	256	273	291	310	331	352	376	401
동남아시아 건설시장(억달러)	3,340	3,491	3,649	3,815	3,988	4,170	4,360	4,559	4,768	4985
동남아시아 건설시장(조원)	367.5	384.1	401.5	419.8	438.8	458.8	479.7	501.6	524.6	548.5

※ 환율 : 1달러 = 1100.3원(2013년 6월 환율)

동남아시아 건설시장에서 국내기업의 점유율은 해외건설협회에서 제공한 국내기업의 동남아시아 건설시장 점유율을 고려하여 산정함

- 국내기업의 동남아시아 건설시장 점유율은 2024년 10.0%에서 2033년 13.0%까지 증대될 것으로 전망됨

동남아시아 건설시장 진출을 통한 국내기업의 이익은 동남아시아 건설시장 매출액에 해외건설 영업이익률 4.7%를 곱하여 산정함

동남아시아 우기재료 맞춤형 건설재료 및 시공기술 개발을 통해 기존 동남아시아 건설시장 수주액의 20%를 추가적으로 수주하는 것으로 가정

우기재료 맞춤형 건설재료 및 시공기술로 인한 추가 매출은 전적으로 기술적 요인으로 발생하게 되므로, 기술비중을 100%로 설정함

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 “09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구”의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

본 기술개발은 테스트베드 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 본 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

본 연구개발활동을 통한 동남아시아 건설시장의 추가 매출 편익은 2,640억원임

[표 I-53] 편익 산정 (All-Weather Construction 기술)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
동남아시아 건설시장규모(조원)	367.5	384.1	401.5	419.8	438.8	458.8	479.7	501.6	524.6	548.5	
국내기업의 동남아시아 건설시장 점유율 (%)	10.0	11.0	11.0	11.0	12.0	12.0	12.0	12.0	13.0	13.0	
해외건설 영업이익률(%)	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	
동남아 건설시장에서 국내기업의 영업이익액(억원)	17,199.0	19,774.2	20,669.2	21,609.5	24,643.0	25,767.6	26,941.7	28,171.4	31,918.1	33,368.7	
개발기술 적용을 통한 추가 영업이익액(억원)	3,439.8	3,954.8	4,133.8	4,321.9	4,928.6	5,153.5	5,388.3	5,634.3	6,383.6	6,673.7	
기술비중(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 완성도(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
편익(억원)	300.0	344.9	360.5	376.9	429.8	449.4	469.9	491.3	556.7	582.0	5,490.1
편익의 현재가치(억원)	**212.2**	**236.4**	**239.4**	**242.5**	**268.0**	**271.6**	**275.1**	**278.8**	**306.1**	**310.1**	**2,640.2**

국내 건설업체의 우기지역 해외시장 진출을 위한 수주경쟁력 강화

관련 기술 수출 및 콘크리트 기술의 국가 경쟁력 강화로 해외수주 기술경쟁력 강화에 기여

건설 구조물의 고성능화, 장수명화, 유지관리 비용 절감 및 공사기간 단축 등의 高부가가치 기술로 국가산업발전에 공헌

다. 정책적 기대효과

중견 · 중소 건설기업의 해외 공사 수익성 제고 및 진출 확대 기대

재료, 시공 등 전문건설업체 기술역량 향상으로 해외사업 수익성제고 기대

건설공사기간 확보를 통한 건설경기 활성화

우기시 공사 기간 확보를 통한 노동인력 일자리 창출

콘크리트의 고성능화, 고내구화 및 시공성 향상으로 열악한 환경하에서의 구조물 건설 기회 증가로 건설경기 활성화 기여

Ⅱ. 미래 해외시장 창출형 선도기술개발

1. 산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설기술
2. 그린에너지 인프라 건설기술

1. 산업/인프라 패키지형 스마트 도시건설 기술

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 도시 마스터플랜 선제안, 도시계획단계 참여를 위한 GIS Toolbox, 도시계획 및 설계 · 운영관리 의사결정지원체계 개발

(범위) 신흥국 신도시개발 선제안을 위한 한국형 신도시 표준화 모형 기반 마스터플랜 및 도시계획 의사결정지원시스템 개발

국가경제개발계획 수립지원을 위한 개발전략 수립 프로그램 개발 및 개발 타당성 사전검증 가능 도시기본 구상 GIS Toolbox개발

한국형 스마트에코시티 표준화 모형개발

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

(1) 해외

도시분야 기술은 정보의 소통, 자연생태로의 접근이 원활한 스마트-에코도시 기술개발이 부각되고 있음[58)]

유무선 통신, 디지털 정보기술을 활용하여 인간 주거공간 및 수단을 Eco관점에서 관리하여 환경오염을 저감하고 탄소배출을 최소화하는 기술을 개발

- EU 업무용 빌딩 및 가정용 건물 전체의 에너지 공급이나 수요의 상황을 종합적으로 파악해 기기나 설비의 운전을 효율적으로 관리하는 에너지관리시스템(BEMS, HEMS) 기술을 활용
- 일본은 '09년 '미래 개척 전략'에 의해 '50년까지 CO_2배출량 50% 저감을 목표로 스마트 하우스 보급을 확대할 계획이며, 스마트하우스 실증프로젝트를 통해 가전 및 태양광 발전, 연료전지, 축전지 등을 상호연계하여 시스템으로서 전체를 최적화하는 기술을 개발

58) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA

- 영국 CASA(Center for Advanced Spatial Analysis)에서는 도시계획 및 설계에 이동통신 기술을 접목하여 도시공간 현상을 과학적으로 분석하고 시각화하는 기술을 개발 중

- 향후 도시 및 건축물 단위 에너지 사용량의 정보화, 가전·자동차 등 연계를 통한 스마트그리드, 신재생에너지 및 자원순환 시스템화, 환경오염 모니터링 기술개발이 활성화될 것으로 전망됨

도시지역 필요 자원 및 에너지 소비를 최소화하는 에너지관리기술·순환형 통합 공정기술을 개발[59)]

기존 에너지 유틸리티는 물론 신재생에너지에 의한 공급량과 도시 에너지 수요를 파악하여 미활용 에너지의 부존량을 파악하여 순환이용할 수 있는 에너지 공급·소비·수급제어·관리 기술을 개발

- EU는 분산형 에너지 유틸리티의 배치, 수요처 에너지 부하 대응을 위한 공급시스템 구축 기술을 실증

- 캐나다 벤쿠버시는 2020년까지 탄소발자국 감축을 위한 시스템 적용을 목표로 건물의 에너지 효율성을 모니터링하고 사람들이 사용하는 에너지 소비량을 실시간으로 볼 수 있는 시스템을 구축하기 위해 CISCO 및 Pulse Energy와 파트너쉽 체결

에너지 공급시설 및 환경기초시설 등 각종 도시기반 플랜트의 공정에 대한 정확한 에너지/물질수지 분석을 통해 부하량 및 부하패턴에 적합한 연계·복합공정을 구축

- 나고야시는 복합화에 의한 에너지의 유효이용 추진을 위한 도시기반시설의 복합화 모델 프로젝트를 추진하여 미이용에너지 활용을 위해 하수재생처리수로부터의 열이용을 패키지화하고 공공부문 인프라 정비사업에 온도차 에너지를 활용

- 요코하마시는 하수재생수를 하천변 경관과 치수에 활용하고 지역냉난방 시설에 연계하는 열원 네트워크를 구축하여 도시기반시설 복합기능화를 추진하고, 소각시설의 배열을 유효하게 이용하도록 기존 배관 등의 공간을 이용하는 차세대 에너지·사회시스템을 실증

기존 에너지 공급계통의 고효율화 및 에너지의 합리적 이용을 위하여 Trigeneration 시스템 및 열전공정 설계, 스마트 캐스케이드 발전공정 상용화 설계, 냉온열 생산공정의 상용화 설계기술을 개발

59) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA

에너지 및 도시자원 순환기술을 개발하여 도시 내 에너지 효율 향상[60)]

요구 온도수준이 다른 열수요처에 높은 온도수준으로부터 대기온도 주위의 낮은 온도수준까지 단계적으로 열을 회수·이용하는 다단계 열이용시스템 설계기술 및 이용 가능한 에너지의 사용에 대한 열에너지 시스템의 평가기술 및 도시지역 시스템 최적배치 기술을 개발

- EU는 다양한 열병합발전, 펠렛보일러, 다단계 히트펌프 시스템 등 근·원거리 에너지시스템을 통합하여 중앙 인프라 시설에 연계함으로써 안정적 공급보장 및 효율성을 제고

도시발생 유기성 폐기물 및 하수처리과정에서 이에 포함된 에너지자원을 회수·순환 이용하는 기술을 개발하여 폐기물 처리 및 에너지 소비에 따른 환경부하를 최소화하고, 환경처리시설과 에너지 공급계통의 연계를 통해 처리효율 및 에너지 이용효율을 개선함

- 일본은 자원순환형 생산활동을 전개하는 에코타운 건설을 위해 배출물을 연료 및 생산자원으로 이용하는 순환형, 자원절약형 커뮤니티 구축시술을 확보

Bouygues, Vinci 등 선진기업은 에코도시 시공뿐만 아니라 계획단계 선제안, 지속적 탄소추적이 가능한 유지관리 분야 활용 기술을 확보

Bouygues에서는 설계단계에서부터 프로젝트 종료 후 운영단계까지 탄소 추적이 가능한 CarbonEco 소프트웨어 패키지를 개발하여 현장에 적용[61)]

Vinci는 도시계획 수립단계에 참여하여 이후 Downstream 프로젝트 수주 가능성을 높일 수 있도록 지역 수명주기 평가/분석 툴을 개발하고 있음[62)]

(2) 국내

도시분야에서는 우리나라는 정책적 주도를 통한 u-City 건설 운영을 추진하여 관련 원천기술을 확보

국가차원에서 제4차 국가공간정보정책기본계획에 의해 공간정보의 상호운용 및 지능화를 추진하고 있으며, '유비쿼터스 도시의 건설 등에 관한 법률'에 의해 국내 u-City 건설 및 운영을 수행하고 있음

60) 2011 건설교통기술 글로벌동향 보고서, 2011, KAIA
61) Bouygues 홈페이지
62) Vinci 홈페이지

국내 u-City 추진과 국가연구개발사업을 통하여 지상 및 지하시설물의 센서 기반 모니터링 기술, 도시공간정보의 수집 및 이를 활용한 공간정보 플랫폼 운영기술, 모니터링된 정보를 기반으로 한 상황인식 기술 및 긴급상황 제어 등의 원천기술을 확보

LH를 중심으로 U-City, 저탄소 도시 모델 및 도시물순환 요소기술개발을 추진

LH공사는 U-City 모델구축 기초연구, 아산탕정지구 대상 물순환 조성방안 및 신재생에너지 활용 저탄소도시 조성방안 연구를 진행 중

도시재생사업 적용을 목적으로 현대건설은 오염토양 복원 기술을 개발하고 있으며, LH공사는 물순환을 위한 단지 내 포장 연구가 진행 중

1.1 핵심과제: [중동-아시아] 산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술

1.1.1 개요

가. 핵심과제 정의

해외건설의 활성화와 신상품으로서의 비교우위를 가지는 한국형 신도시(에코시티) 수출 플랫폼 개발 기술임

신흥 개발도상국의 스마트 도시 개발시 인프라를 포함하는 도시계획부터 설계, 시공, 운영관리 등 전주기 가치사슬에 대한 투자개발형 사업모델을 지원하는 기술임

투자개발형 사업을 위한 사업성 분석, 건설환경 분석, 도시관리계획 표준화 기술, 건설비용 편익 산정 기술, 교통시스템, 행정시스템, 병원시스템 등 한국의 경쟁력 보유 상품과 신도시(에코시티) 건설을 결합하는 기술 등을 포함

도시건설 표준화 기술, 규모, 입지, 용도별도시건설표준 기술, 세계 도시시장 표준 선점 및 우위 확보 기술 등을 포함

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

중분류	소분류	개발대상 기술
중동 스마트 도시 건설 기술	스마트 도시계획 기술	O
	스마트 도시 서비스 개발 기술	O
	도시기반 시설 및 설비 통합 기술	-
	정보 인프라 도시통합 기술	-

상세기획 참여자

소속기관분류	성명	기관명	직위
학	정창무	서울대학교	교수
	임재빈	서울대학교	연구원
	강명구	서울시립대	교수
	송재민	서울시립대	교수

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

스마트 도시 분야는 해외 관련시장의 증가로 새로운 부가가치 영역으로 주목받고 있으나 국내 스마트 도시기술의 해외적용은 미흡

최근 해외 부동산 개발 및 신도시 개발사업 등이 증가하고 있으며, 향후 건설사업이 창출할 수 있는 새로운 부가가치 영역으로 u-City 사업이 주목받고 있음

- 최근 국내건설경기 침체에 따른 해외건설시장 진출 활성화 및 동남아 지역발전에 따른 신도시 구축 증가

u-City 시장규모는 급속도로 성장하고 있으며, 이를 상품화하여 한국만의 새로운 브랜드화할 경우 잠재적 시장규모는 대단히 클 것으로 예상됨

건설사업 및 첨단기술 관련사업의 동반 해외진출을 위한 현지화 기술개발 미흡

- 스마트 시티는 기존의 건설사업과 더불어 관련 첨단 기술이 복합되어 해외에 동반진출 할 수 있어 한국의 신도시 개발 및 u-City 구축 경험의 현지화에 대한 기술개발이 필요
- 도시 인프라 시설물에 센서를 부착하여 공간정보기반 실시간 센싱을 수행하여 u-시설물관리기술 개발 필요

한국은 단기적으로 수주사업에 집중하여 수익성 제고에 난항

2012년 5월 말 본계약이 체결된 한화건설의 이라크 비스마야 신도시사업의 경우는 성공적으로 진행된 가장 큰 규모의 해외도시개발로 여겨지고 있으나, 해외건설 수주형태의 해외도시개발사업임

현지국의 사업공고가 이루어진 뒤 해당 국가의 정치외교적 인사와 한국의 대통령 또는 건설회사의 고위간부가 만나 사업수주를 이루는 기존의 방식은 기술이전 등을 이용하여 성립되었고, 단일사업으로서 효용이 있었음

해외건설 수주형태의 해외도시개발 외에도 복합적인 해외부동산 개발의 형태, 국가발전계획수립을 바탕으로 진행되는 범국가적인 해외도시개발 등의 방식이 있으나, 현재까지의 해외도시개발은 해외건설 수주가 대다수를 이룸

해외부동산 개발시장 진출은 1989년 첫 진출이후 2010년 5월까지 총 169건 197억 불을 기록하였으며 해외건설에서 약 5.2%의 비중을 차지하는 것으로 나타남

우리 기업의 해외 부동산개발사업 수주실적을 분야별로 살펴보면 주택, 아파트, 빌라 등 주거시설이 39%(73억불, 85건)로 가장 큰 비중을 차지하였고, 도로, 발전시설, 항만 등 인프라시설이 28%(54억불, 14건)로 뒤를 이었음

[표 Ⅱ-1] 국내 기업의 해외 부동산개발사업 진출 실적

(단위: 백만 불)

연도	'65~'88	'89~'04	2005	2006	2007	2008	2009	2010	합계
개발사업 (A)	0	10,458 (155)	533 (7)	2,074 (9)	2,924 (12)	2,987 (16)	450 (7)	243 (3)	19,669 (169)
해외건설 (B)	84,163 (2,733)	101,204 (2,043)	10,859 (281)	9,530 (59)	39,788 (617)	47,640 (642)	49,148 (559)	31,926 (185)	381,196 (7,377)
비중 (A/B)	-	10.3%	4.9%	21.8%	7.3%	6.3%	0.9%	0.8%	5.2%

자료: 해외건설협회 DB / 주: 괄호 안은 사업건수

또한, 우리나라의 개발사업은 대부분 국내 건설회사를 중심으로 진행되어 장기 투자 유형인 임대사업보다 비교적 단기 투자성격의 분양사업 위주의 부동산 개발이 주를 이루고 있는 것으로 나타남

[표 Ⅱ-2] 국내 기업의 해외부동산 개발시장 진출분야

(단위: 백만 불)

진출분야	건수	금액
주거시설	85	7,345
상업시설	8	1,386
사무시설	27	3,085
위락시설	16	875
인프라	14	5,426
산업시설	11	890

자료 : LH(2010), "해외도시개발활성를 위한 정책 및 제도 연구

한편, 초기 도시개발의 추진형태와 계획수립에 있어서 종합계획, 설계, 시장분석 등의 용역부문의 진출실적은 2005년부터 2010년까지 19건에 불과한 실정임

[표 Ⅱ-3] 국내 기업의 해외 부동산개발사업 진출 실적

(단위: 백만 불)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	합계
건수	1	0	2	5	8	3	19,669 (169)
금액	1,192	0	2,509	25,474	208,011	364,258	381,196 (7,377)

자료: 해외건설협회 DB

국내의 현황을 분석해보면 아직까지는 해외도시개발의 의미가 해외건설수주의 영역으로 협소하게 설정되어 있는 상황임

반면 선진국은 도시개발모델의 선제안을 통해 도시개발사업에서 영향력 제고

일본은 인도 DMIC사업에 진출하여 공동 도시개발을 추진하면서, 스마트시티의 전 설비를 일괄수주

- 관련 산업단지에 일본기업을 유치하여 현지 산업에 대한 영향력을 제고함

싱가포르는 중국의 경제발전 단계에 맞춰 수저우 공업도시, 톈진 환경도시, 광저우 지식도시로 이어지는 3단계의 사업을 전개하고 도시운영 기술을 전수함으로써 중국 정부의 적극적인 투자를 유도하고 있음

독일 지멘스는 홀리스틱 접근으로 메가 이벤트를 중심으로 해당 국가에 총체적인 개발프로젝트를 제시하고 이에 따라 도시 수출을 이룩하고 있음

- 도시매니저를 세계 도시에 두어서 현지 대상국의 정보를 분석하고 총괄하는 부서가 따로 존재함

- 아부다비 마스다르시와 전략적 제휴 체결, 첨단 생태도시개발 추진 중임

Bouygues, Vinci 등 선진기업은 에코도시 시공뿐만 아니라 계획단계 선제안, 지속적 탄소추적이 가능한 유지관리 분야 활용 기술을 확보

- Bouygues에서는 설계단계에서부터 프로젝트 종료 후 운영단계까지 탄소 추적이 가능한 CarbonEco 소프트웨어 패키지를 개발하여 현장에 적용[63)]

- Vinci는 도시계획 수립단계에 참여하여 이후 Downstream 프로젝트 수주 가능성을 높일 수 있도록 지역 수명주기 평가/분석 툴을 개발하고 있음

(2) 기술적 필요성

한국형 신도시(에코시티) 개발사례에 대한 표준화 및 상품화 미비

한국이 가지는 독특한 도시개발의 경험은 해외도시개발에 상당히 유리함. 해외도시개발 영역에 있어 한국은 충분한 잠재력을 갖추고 있음. 개발도상국 엘리트들이 한국에 방문하여 한국의 신도시(에코시티)를 높게 평가하고 자국에의 진출을 요청하고 있음

한국의 강점은 개발되는 도시의 규모가 크고 속도감 있게 사업이 진행되며, 전후 탈식민지 개발도상국으로서 많은 신도시(에코시티) 건설 경험의 축적임

- 국내에는 산업도시(구미, 창원, 거제), 행정중심도시(과천, 세종), 기업도시, 혁신도시(에코시티), 수도권 위성도시(분당, 평촌, 산본), U-City, 생태도시 등 많은 개발사례가 있음

그러나 신도시(에코시티) 개발사례를 상품으로 표준화하지 못하여, 해외에 도시 수출시 Reference Model로 제시해주기 어려움

63) Bouygues 홈페이지

(3) 기술개발 시급성

해외건설의 활성화와 신상품으로서의 비교우위를 가지는 한국형 신도시(에코시티) 수출 플랫폼 개발 기술 시급

한국의 해외건설은 주로 수주위주의 사업형태인 반면 주요국들의 해외건설 진출 전략은 패키지형으로 총체적인 도시개발에 초점이 맞추어져 있고, 각 사업별 포트폴리오를 구성할 수 있는 기술력과 정보력을 바탕으로 사업을 수행함

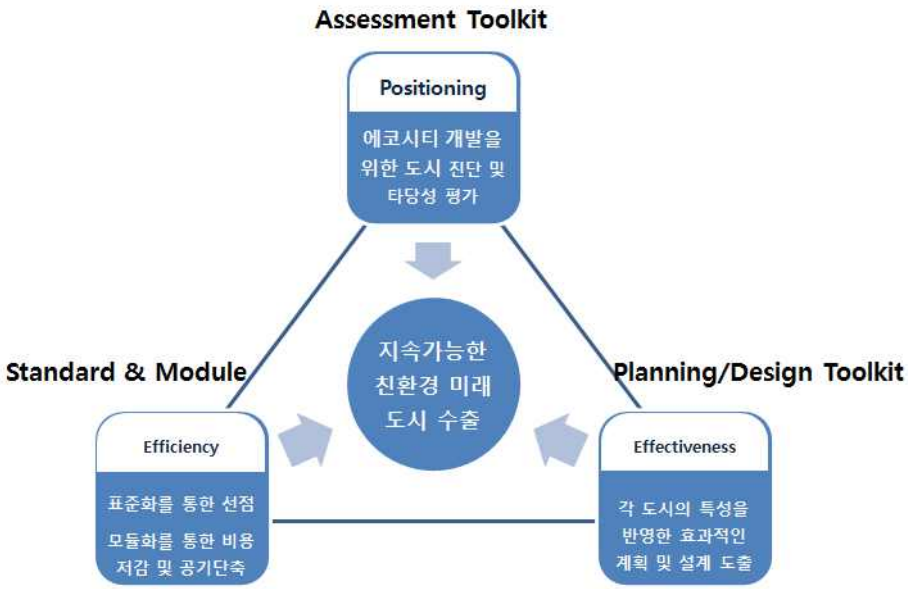
- 정보력과 기술력을 담을 수 있는 최초의 플랫폼 조성이 시급함

다. 기술개발 목표

최적의 신도시(에코시티) 수출 전략 도출 소프트웨어 개발

간단하고 빠른 의사결정을 위한 해외 신도시(에코시티) 개발 타당성 진단 Toolkit 개발

한국형신도시(에코시티) 계획 및 설계 Toolkit 개발



[그림 Ⅱ-1] 신도시(에코시티) 계획 및 설계 Toolkit

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
국가 경제개발계획 수립 지원 프로그램 개발	- 도시수출대상국가의 경제개발계획과 지역계획 수립을 지원하기 위한 제반 분석기법과 도구의 개발	▪ 산업/노동/자원 기반 국가발전 전망 알고리즘 및 S/W 개발
경제성장 잠재력 측정 및 개발전략 수립 프로그램 개발	- 국가기반시설이 건설될 경우 변모하게 될 경제사회개발과 국토공간발전을 전망할 수 있는 거시경제모형의 개발	▪ 경제성장 잠재력 측정 알고리즘 및 S/W 개발
지역경제개발계획과지역개발기본구상수립을 지원하는GISToolbox프로그램개발(AnEconomicDevelopmentToolbox: StrategiesandMethods)	- 공간 정보를 구축할 수 있는 GIS Toolbox를 구성	▪ 인구/토지/교통/도시시설 수요예측 알고리즘 및 S/W 개발
신도시(에코시티)건설결합상품개발을위한Big Data 시스템개발	- 국가의 문화적 역사적 배경에 대한 데이터 베이스, 그리고 해당 국가에 있었던 개발 사업에 대한 성공, 실패 등의 데이터 아카이브를 구성	▪ 도시 결합상품 도출 알고리즘 및 S/W 개발
한국형 신도시(에코시티)표준화 모형 개발	- 신도시건설 표준 모형을 개발	▪ 한국형 신도시 표준 DB 시뮬레이션 알고리즘 및 S/W 개발
신도시(에코시티) 건설 비용, 편익 산정모형 개발	- 투자형 해외 도시개발사업에 있어, 세일즈를 위한 한국형 신도시상품개발	▪ 비용, 편익 산정 알고리즘 및 S/W 개발

마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

중분류	소분류	개발대상 기술
중동 스마트 도시 건설 기술	스마트에코 도시계획 기술	▪ 산업/노동/자원 기반 국가발전 전망 알고리즘 및 S/W 개발
		▪ 경제성장 잠재력 측정 알고리즘 및 S/W 개발
		▪ 인구/토지/교통/도시시설 수요예측 알고리즘 및 S/W 개발
		▪ 비용, 편익 산정 알고리즘 및 S/W 개발
	스마트에코 도시 서비스 개발 기술	▪ 도시 결합상품 도출 알고리즘 및 S/W 개발
		▪ 한국형 신도시 표준 DB 시뮬레이션 알고리즘 및 S/W 개발
	도시기반 시설 및 설비 통합 기술	-
	정보 인프라 도시통합 기술	-

1.1.2 기술 및 시장동향

가. 시장동향

아시아, 중남미, 아프리카의 신흥국에서는 급속한 도시화 진행

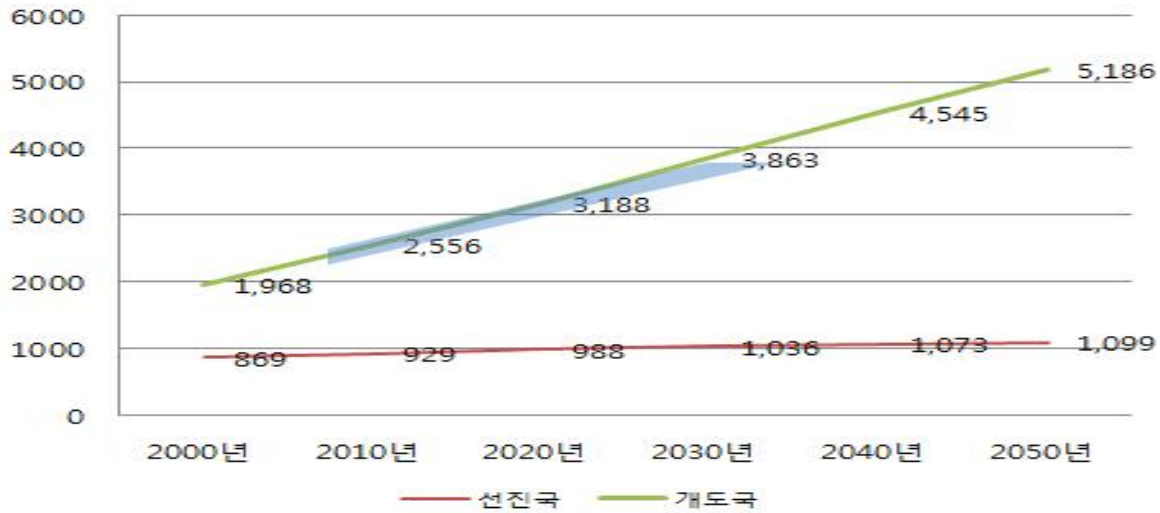
UN 인구예측에 의하면 2050년까지 도시인구가 약 26억 명 증가하며, 대부분은 신흥국에서 발생

- 인구 1백만의 도시가 일주일마다 새로 생기는 것과 같은 규모로서, 도시건설에 대한 폭발적인 공급 필요성 예상
- 급속한 도시화에 대응하기 위하여 도시건설의 공기 단축이 필요하고, 신흥국의 경우 특히 재원이 부족하므로 비용 저감 필요

[표 Ⅱ-4] 개발도상국 도시 개발 사업의 규모(2010년 기준)

지 역	투자규모		계획인구		면적	
	억불	%	만 명	%	㎢	%
중동/북아프리카	7,520	80	1,483	75	1,373	61
아시아*	463	5	115	6	105	5
CIS	827	9	52	3	97	4
아프리카	513	6	324	16	681	30
합계	8,810	100	1,650	100	1,575	100

*중국 제외. 자료: 해외건설협회



[그림 Ⅱ-2] 선진국과 개도국의 도시인구 전망 (단위: 100만 명)

자료: UN

수주형 건설사업의 경쟁 과열로 패키지 형태의 투자형 해외개발사업 증가

기존의 해외건설 사업은 수주형으로 전개되었으나, 수주형 시장경쟁의 과열로 투자형 개발사업으로 변모하고 있음

- 도시 및 기반시설 건설은 그 자체의 비용이나 편익보다는 국가경제발전이나 국토균형발전 전략에 성패가 달려 있음
- 일본의 인도 DMIC 프로젝트와 같이 대상국가의 경제개발계획 수립을 지원할 수 있는 분석기법의 개발과 이를 국토공간상에 구현하는 공간계량모형은 투자형 개발사업의 기초가 됨
- 투자형 개발사업 진출을 위해서는 도시 및 기반시설이 건설될 경우 변모하게 될 국토공간과 사회경제적 발전을 전망할 수 있는 거시경제모형의 개발이 필요

한국형 신도시 개발사례에 대한 표준화 및 상품화 미비

- 국내에는 산업도시(구미, 창원, 거제), 행정중심도시(과천, 세종), 기업도시, 혁신도시, 수도권 위성도시(분당, 평촌, 산본), U-City, 생태도시 등 많은 개발사례가 있음
- 신도시 개발사례를 상품으로 표준화하지 못하여, 해외에 도시 수출시 Reference Model로 제시해주기 어려움

우리나라의 경쟁력 있는 산업부문을 신도시 건설과 결합하는 상품 니즈

- 한화건설의 이라크 신도시 건설사업에서 이라크 정부는 한화에 신도시에 적용될 수 있는 스마트교통시스템 개발과 신도시 기반산업으로의 증권거래사업 진출을 요청
- 신도시 결합 상품 개발을 위한 아이디어 창출 및 상품 조직화 등에 대한 공공의 정책지원 전무
- 미국에서는 신도시 건설 결합상품 개발을 위한 AI시스템(Cyberquest, John W. Dickey) 개발

도시 개발 시, 에너지 이용의 고효율화, 도시 탄소 제로화 등 스마트 시티, 탄소 제로 도시 프로젝트, U-city 건설 사업이 증가하고 있음

최신 기술을 활용하여 에너지 이용의 고효율화나 자원 절약을 철저하게 추구하는 환경배려형 도시 건설을 지향하는 '스마트 시티' 시장도 세계적으로 급성장 하는 추세임

- 2030년까지 스마트시티 누계 시장 규모는 총 12조 8,000억 ~ 51조 3,000억 달러가 될 전망[64)]

望月洋介（2010）. "中國で動きだすエコ・シティー計劃 13モデル都市を選定し,實證スタート."
64) 『日經エレクトロニクス』, 1032, 19-22.

- 전 세계 국가들이 스마트시티 계획 수립과 시범사업을 활발하게 추진하고 있으며 스마트시티로 지정된 도시를 대상으로 하는 테스트 프로젝트가 최근 1~2년 사이에 200개를 상회

  · 미국에서는 스마트미터를 이용한 스마트 그리드 관련 프로젝트가 100개 이상 추진

  · 일본은 차세대 에너지·사회 시스템 분야의 4개 시범지역을 지정하고 테스트를 시작

중국의 급속한 도시화로 인해 스마트시티, 에코시티와 같은 첨단건설분야에서 막대한 수요가 창출되고 있음

- 1996년부터 중국이 도시인구가 폭발적으로 증가하여 2010년에는 도시화율이 49.7%를 기록, 전체 인구 중 절반 정도가 도시에 거주[65)]

- 중국의 도시화율(%): 19.8(1960년) → 17.9(1978년) → 29.0(1995년) → 49.7(2010년)[66)]

- 중국 정부는 도시의 무분별한 확산(Urban Sprawl), 과밀-혼잡, 난개발 등 대도시 증후군을 우려하여 기존 도시를 확장하기보다는 신도시 건설을 선호

- 중국 정부는 급속한 도시화로 인한 환경오염과 난개발을 방지하고 에너지를 절감하기 위해 '에코시티(Eco-city)'와 '에코공업단지' 조성계획을 발표[67)]

전 세계에 '탄소제로' 도시 프로젝트가 동시 다발적으로 진행 중이며, 선진국은 주로 도심 재개발, 개도국 및 중동지역은 신도시 개발에서 탄소제로 도시의 개념을 적용[68)]

- 탄소 제로 도시[69)]는 '이산화탄소(CO2) 순배출량이 0(Zero)인 도시[70)]로서, 에너지효율화[71)], 친환경 교통체계 도입, 폐기물 재활용 등을 통해 탄소배출량을 최대한 줄이고, 나머지는 식수, 탄소배출권 구입 등을 통해 상쇄함으로써 도시의 탄소수지를 제로화함

- 화석연료 기반의 전기를 사용함으로써 발생하는 간접적 탄소배출은 신재생에너지로 대체하여 감축

- UAE의 마스다르(Masdar) 프로젝트는 아부다비 인근에 2016년까지 총 220억달러를 투입해 인구 5만 명 규모의 신도시를 건설하는 초대형 프로젝트임 (2008년 착공)

---

65) 馬兹暉 (2011). "중국의 도시화 과정과 향후 전망" (SERI China Review 제11-12호). 중국삼성경제연구원.

66) '12차 5개년 규획'에 따르면 충칭 도시화 시범정책 등이 완료되는 2015년에는 도시화율이 55%에 달하고 2050년에는 70%를 상회할 전망
望月洋介 (2010). "中國で動きだすエコ・シティー計劃 13モデル都市を選定し,實證スタート."

67) 『日經エレクトロニクス』, 1032, 19-22.

68) '탄소제로' 도시의 확산, SERI 경영노트, 삼성경제연구소, 2009

69) 탄소중립(Carbon-neutral) 도시, Zero Emission City와 같은 의미

70) 저탄소 도시도 궁극적인 목표는 '탄소제로'이므로 본 보고서에서는 엄밀한 의미의 '탄소제로'가 아닌 적극적으로 탄소 감축을 추진하는 도시를 '탄소제로 도시'의 범주에 포함

71) 단열강화, 고에너지효율 제품 사용 등을 통해 에너지 사용량을 줄이는 활동을 의미

- 캐나다 Dockside Green 프로젝트는 벤쿠버 인근 빅토리아 내항에 위치한 구공업단지 부지 (면적 12만m2)를 탄소제로 복합단지로 재개발하는 프로젝트임

- 중국의 동탄 프로젝트는 2050년까지 상하이 인근 총밍섬(맨하탄 3/4 크기인 86km2)에 인구 50만 명을 수용하는 탄소제로 신도시를 건설하는 장기 프로젝트임

u-City 해외시장 규모는 2005년 252억 달러에서 2010년 이후 700억 달러로 급팽창할 것으로 예상[72]되고 있으며, 세계 유비쿼터스 관련 시장 규모는 2005년 2,525억 달러에서 2010년 7,025억 달러에 이를 것으로 예측됨[73]



[그림 Ⅱ-3] 세계의 주요 탄소제로 도시 프로젝트

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

(가) 국내 기술개발동향

도시분야에서는 우리나라는 정책적 주도를 통한 u-City 건설 운영을 추진하여 관련 원천기술을 확보

국가차원에서 제4차 국가공간정보정책기본계획에 의해 공간정보의 상호운용 및 지능화를 추진하고 있으며, '유비쿼터스 도시의 건설 등에 관한 법률'에 의해 국내 u-City 건설 및 운영을 수행하고 있음

72) 일본 통산성, 2006
73) 일본 총무성, 2006

국내 u-City 추진과 국가연구개발사업을 통하여 지상 및 지하시설물의 센서 기반 모니터링 기술, 도시공간정보의 수집 및 이를 활용한 공간정보 플랫폼 운영기술, 모니터링된 정보를 기반으로 한 상황인식 기술 및 긴급상황 제어 등의 원천기술을 확보

시설물 관리 기술과 관련하여 시설물 센서, GIS S/W, 통합관리기술 등에서 한국은 선진국 수준에 비하여 미흡한 수준임

국토해양부는 국내 u-City 사업의 경험을 해외시장 진출에 접목시키기 위한 전략을 추진 중

「지능형 국토정보 기술혁신사업」을 통하여 도시지역을 대상으로 도시시설물 통합관리를 위한 H/W 및 S/W 기반기술을 개발함

「u-Eco City 사업」을 통하여 생태도시 보존·관리, 도시인프라 및 도시통합운영센터 구현, 지능형 도시관리체계 개발, 도시 생태환경 보전 모니터링 체계 개발 등을 추진

「제4차 국가공간정보정책 기본계획」을 통하여 '녹색성장을 위한 그린(GREEN) 공간정보 사회의 실현'의 비전 하에, '녹색성장의 기반이 되는 공간정보', '어디서나 누구라도 활용 가능한 공간정보', '개방·연계·융합 활용 공간정보'의 목표를 설정함

국내에서는 선진국에서 실증된 분산형 CES의 도입과 플랜트 기능 복합화 등에 관한 연구개발이 진행 중임

분산형 CES 및 플랜트 시설 기능 연계 추진

- 에너지시스템의 효율 및 낭비적인 에너지공급구조를 보완하고자 단지 규모를 대상으로 하는 분산형 CES(community energy supply system)가 도입되어 운용중
- 소각시설의 발생열을 지역난방으로 활용을 위한 시설 연계, 하수처리장 내 슬러지 소화가스를 이용한 열병합발전 등 사례 증가

그린타운 개발사업(1997-2000)

- 도시나 단지 규모의 물, 에너지 공급처리를 위한 개념이 정립됨
- 신재생에너지의 획득과 활용 가능성을 평가

순환형 공급처리기술 개발(2003-2007)

- 도시 및 단지에서 에너지자원의 복합화를 위한 방법론 개발

- 지열과 태양열원을 복합 이용하는 기술을 개발하여 시범 적용

- 수요측 부하관리 및 공급측 운전제어를 통한 효율적 관리방안을 제시

지하공간을 이용한 협오시설의 복합화 개발 (2002)

- 지하공간에 플랜트시설을 복합적으로 적용하기 위한 방안 연구

(나) 국외 기술개발동향

선진국을 중심으로 친환경 도시, U-city 요소기술 개발이 적극적으로 추진되고 있음

북유럽, 일본에서는 단지 구성 시, 열회수, 하수슬러지 소각 등을 연계한 사례가 다수 있으며, 연료전지 폐열회수 등 복합화를 꾀하고 있음

- 향후 아시아, 중동 등 신·구도시 개발/정비 시 환경규제 등으로 인하여 관련 수요가 증가할 것으로 전망되고 있음

미국 ESRI, Intergraph, Bentley 등은 U-City 구축 시, 시설물 관리에 필요한 GIS, Computer Graphics System, 건설 S/W 등에서 국내기술 대비 1-2년 정도 앞선 기술을 보유

시설물 관리 기술은 선진국이 국내기술 대비 1-2년 정도 앞선 기술 보유

미국 ESRI, Intergraph, Bentley 등은 시설물 관리에 필요한 GIS, Computer Grphics System, 건설 S/W 등에서 국내기술 대비 1-2년 정도 앞선 기술을 보유

시설물 관리 기술과 관련하여 시설물 센서, GIS S/W, 통합관리기술 등에서 한국은 선진국 수준에 비하여 다소 부족한 상태

패키지형 공급처리기술은 북유럽, 일본 등에서 앞서가고 있으며, 주로 CES 개념의 도입이 이루어지고 있음

국제에너지기구(International Energy Agency): 주변의 저위열원의 합리적 이용 촉진

- Low Exergy 시스템 개발 및 평가기술, tool 개발

- 온도차 에너지 이용: 지열, 공기열, 하천수열 등을 heat pump 이용 회수

뉴욕시(미국) 하수처리장 내 에너지 생산시설 등 다목적화

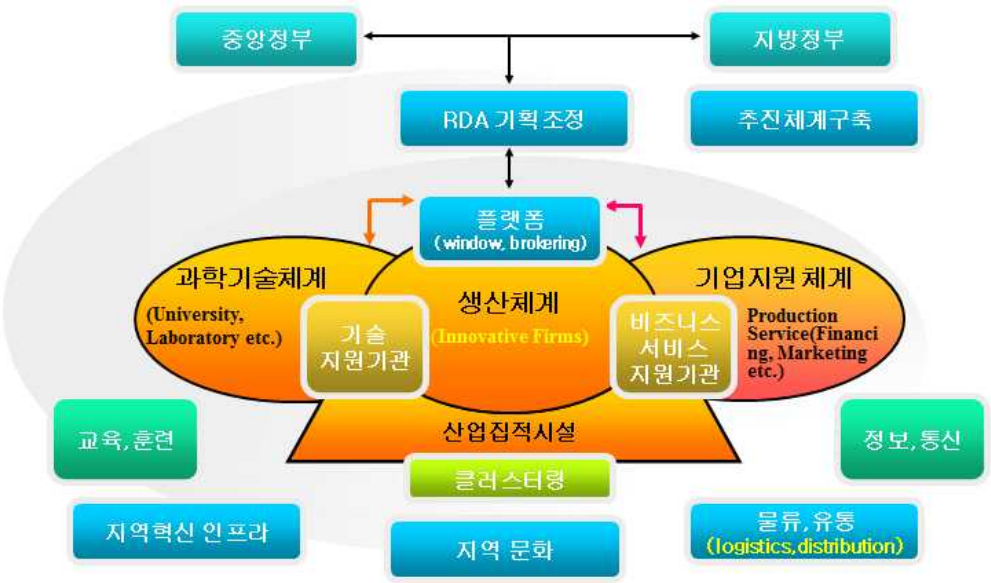
- 시설내에서 소요되는 동력원으로 일반전력, 소화가스 및 LNG 등 복합화하고, 소요 동력원의 약 42%를 자체공정에서 발생하는 소화가스로 충당

도쿄도(일본) 지하공간 내 지역냉난방공급시설의 복합 운용

- 지역의 난방, 냉방, 급탕, 증기를 공급하기 위하여 열병합발전설비, 보일러, 이중효용 흡수식 냉동기, 전기식 터보냉동기 등으로 구성됨. 최근에는 연료전지발전시스템을 도입

웁살라시(스웨덴)의 에너지 자립도시

- 열수요의 약 98%를 하수열원 열펌프 시스템, 쓰레기 소각/폐열회수 플랜트, 고체연료 등을 이용하는 복합에너지시스템으로 공급



[그림 Ⅱ-4] 지역혁신체계 구축 모형

출처: 한국경제연구학회. 2005. 지역혁신체계하에서의 중소기업 지원기관 간 역할과 지원모형에 관한 연구

World Bank는 EFFECT를 활용하여 경제발전 시나리오에 따른 온실가스 배출추세 예측 결과를 도시 정책 및 사업개발에 활용

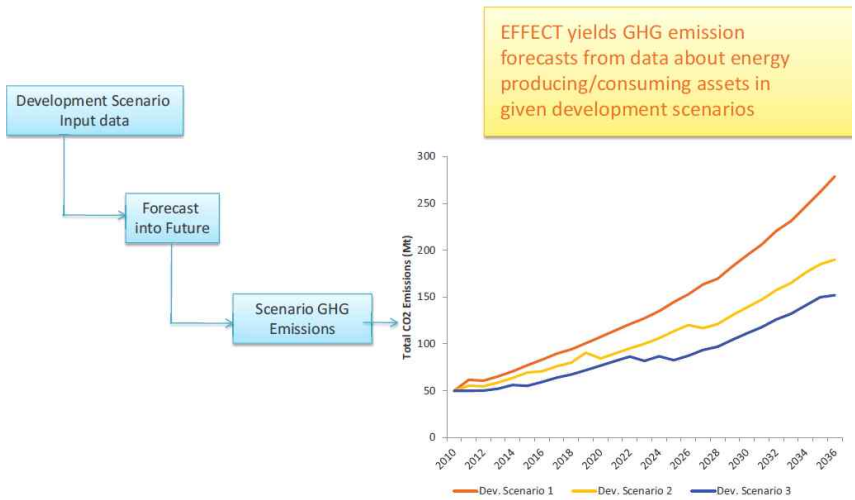
다양한 사회 및 경제 발전 시나리오에 따라 온실가스 배출 추세를 예측할 수 있는 분석도구로 온실 가스 주요 배출 분야인 교통(도로 및 철도), 농업, 발전, 산업, 주거, 비주거 분야 등에서의 예상 온실가스를 산출

- 현재 브라질, 폴란드, 나이지리아 및 베트남을 포함한 11개 국가에서 본 분석도구를 이용한 정책 결정 및 사업 개발에 활용

  · 인도의 경우 본 분석도구의 결과가 국가 저탄소 개발 정책의 바탕으로 이용되어졌으며, 분석을 통하여 저탄소 개발에 있어 지역 전력 공급 및 수력 발전의 중요성이 도출되었음

  · 폴란드의 경우, 에너지 효율의 중요성과 재생 에너지 공급이 기후변화 대응 비용 저감에 효율적인 분야로 예측되어 이 분야의 사업이 World Bank에 의해 진행 중

※ EFFECT: Energy Forecasting Framework and Emissions Consensus Tool



[그림 Ⅱ-5] EFFECT의 분석 예시

World Bank는 도시 에너지 이용 및 효율 등 도시 친환경성 분석 도구인 TRACE를 개발하여 도시 에너지 분석 및 관련 정책 수립에 활용[74)]

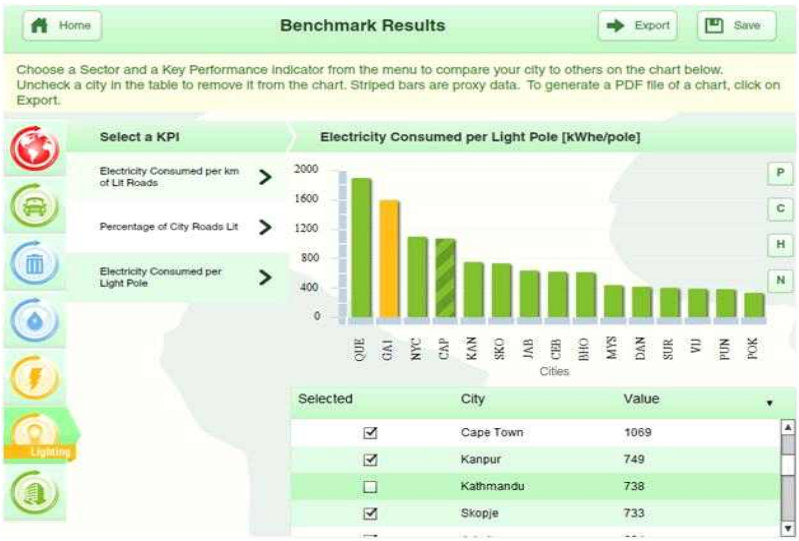
TRACE는 공공교통, 공공건물, 상수 및 하수, 공공 조명, 폐기물, 전력의 친환경 성능 지표를 규정하고 인구, 기후, 경제 규모별 도시의 상대적 에너지 효율성을 비교분석 함

74) World Bank, 2012

- 터키의 경우 이스탄불시의 통합적인 에너지 및 환경 영향 평가를 실시, 2012-15년동안 World Bank에서 US $4.45 billion의 지원을 받아 지속가능도시 사업 추진 중

- 인도네시아: 본 소프트웨어를 이용한 에너지 및 온실가스 지속가능 계획(Energy and Emissions Sustainability Plan) 가이드라인 수립

- 마케도니아: 분석 결과를 이용하여 녹색 성장 아젠다 (Green Growth Agenda)를 수립하고, 도시 인프라 투자 사업의 기초 자료로 활용



[그림 Ⅱ-6] TRACE 분석 예시

에너지 생산, 공급 및 분배 등 에너지 공급·수요에 미치는 현재 및 미래의 영향을 고려하여 에너지 분야 리스크 분석 도구인 HEAT를 개발

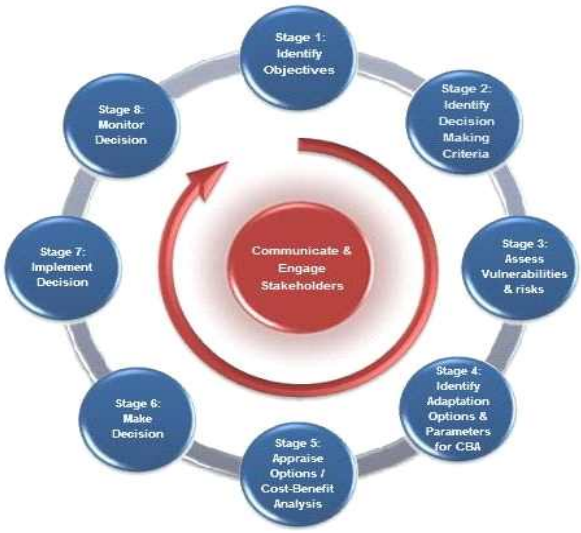
기후변화의 영향으로 다수의 도시들이 기후변화, 이상 기온 등에 취약함에 따라 동 소프트웨어는 에너지 생산, 공급 및 분배 등 에너지 공급·수요에 미치는 현재 및 미래의 영향을 고려하여 에너지 분야 리스크를 분석하는 분석도구임

- 전반적인 취약성 감소를 위한 적응 방안에 대한 도출

- 각 방안별 비용 편익 분석을 가능하게 함

- 현재 알바니아와 우즈베키스탄에서 성공적으로 파일럿 스케일로 이용되어지고 있음

- 두 나라의 경우, 본 분석 결과를 통하여 에너지 수요 및 공급의 주요 직, 간접적 리스크를 파악하고 각 경우에 대한 심도있는 대응 방안 분석을 수립함



[그림 Ⅱ-7] HEAT의 Framework

스웨덴 스톡홀름 환경 연구소(SEI)가 운영하는 COMMEND는 LEAP을 개발하여 중장기 시나리오에 따른 에너지 소비, 생산과 온실가스 예측으로 의사결정을 지원[75]

멕시코는 2009년 World Bank 주도로 이루어진 "멕시코의 저탄소 개발 (Low-carbon Development for Mexico)" 연구에서 LEAP을 활용하여 장기적 기후변화 정책 실행에 의한 주요 온실가스 배출 분야에 대한 효과를 분석하고 이에 대한 방안 제시

뉴질랜드의 에너지 관련 이니셔티브인 "Energy Scape"을 통하여 뉴질랜드의 2030년과 2050년의 에너지 시스템에 대해 예측하고 이를 LEAP을 통하여 비쥬얼 이미지화하여 일반 대중 및 정책자들의 이해 증진에 도움

※ LEAP: the Long range Energy Alternatives Planning system

※ COMMEND: Community for Energy, Environment and Development

75) http://www.energycommunity.org/default.asp?action=47



[그림 Ⅱ-8] LEAP분석사례

출처 : http://www.energycommunity.org/default.asp?action=47

캐나다가 중심이 되어 만들어진 국제연구소인 IISD는 CRiSTAL을 개발하여 커뮤니티 단위 기후적응을 위한 활동계획 설계에 활용

커뮤니티의 거주 환경과 기후 자료를 입력하면 기후 위협을 분석하고 적절한 활동 전략을 제시하도록 구성

※ IISD(International Institute for Sustainable Development)

※ CRiSTAL(Community-based Risk Screening Tool Adaptation & Livelihoods)

미국 지리정보 소프트웨어 업체는 ESRI는 GIS Tool Box for Economic Development[76]을 개발하여 지역경제개발계획 수립을 지원

- The Erie-Niagara Planning & Development application 프로그램은 정책이 지역성장에 미치는 영향을 구체화하며, 이를 통해 사용자는 정책시행지역을 이해하는데 도움을 받게 됨

76) 출처: http://www.esri.com/industries/economic-dev



[그림 Ⅱ-9] The Erie-Niagara Planning & Development application 프로그램

- HUD GIS Web Service는 해당지역의 수요와 시장상황에 대한 평가를 통해서 Housing and Urban Development(HUD)와 Community Planning and Development(CPD)와 관련된 재정정책 수립에 도움을 줌

- 실제 Los Angeles에서는 주택재개발투자의 수요 파악을 위한 HUD 맵을 사용하고 있으며, 사용자들은 인구정보와 환경정보를 통해서 지역별 수요를 파악할 수 있음



[그림 Ⅱ-10] HUD's GIS Analysys 자료화면

일본은 ICT를 활용한 도시계획을 추진하고 있으며, 15년 10개소의 실증프로젝트를 추진할 예정[77)]

주민 참여나 센서 등을 통해 수집한 다종 다량의 정보(빅 데이터)를 지역 간이나 복수의 이용 분야 사이에서 유통・연계함으로써, 도시 기능의 효율화, 도시의 매력 향상, 새로운 비즈니스나 산업의 창출 등에 기여하며, 안심・안전하고, 탄력적・영속적으로 진화하는 도시를 실현

각각의 도시가 안고 있는 과제나 그 해결을 위한 자원 등이 다양한 가운데, ICT를 활용한 새로운 도시 계획의 방향은 중복 투자의 회피나 재해시의 대응 강화 등의 관점에서 도시간 광역적인 제휴나 상호 보완의 가능성을 내포함

일본은 2015년경의 선행 모델의 실현을 위해, 국내 10개소 정도에서 실증 프로젝트를 실시하는 것을 목표함

- 2012년 가을 무렵부터 전국 몇 개 지역에서 “ICT 스마트 타운”의 실제 환경에서의 유효성을 검증하기 위한 지역 실증 프로젝트를 실시
- 2020년경의 “ICT 스마트 타운” 전개를 목표로, 2015년경까지 재해에 강한 네트워크 및 빅 데이터의 수집・분석 등에 관한 기술의 연구개발 및 표준화를 추진

미래 도시 모델 프로젝트 진척 보고서[78)]

- 일본경제단체연합회는 2011년 3월, 세계를 선도하는 사회적 과제의 해결을 목표로 하는 “미래 도시 모델 프로젝트”를 발표하고, 이의 실현을 위한 프로젝트를 10개 도시지역에서 추진하고 있음

[표 Ⅱ-5] 일본의 미래 도시 모델 프로젝트 테스트베드 현황

프로젝트명	지역명
순환형 바이오매스 도시	이와테 남부
의료 케어 서비스 도시	후쿠시마
스마트 공업도시	히타치
캠퍼스 시티	카시와노하
환경 창조 도시	후지사와
차세대 에너지 모빌리티 도시	토요타
e-BUS 네트워크 도시	교토
액티브 에이징 시티	야마구치
아시아 전략.환경 거점 도시	키타큐슈
물류 거점 도시	오키나와

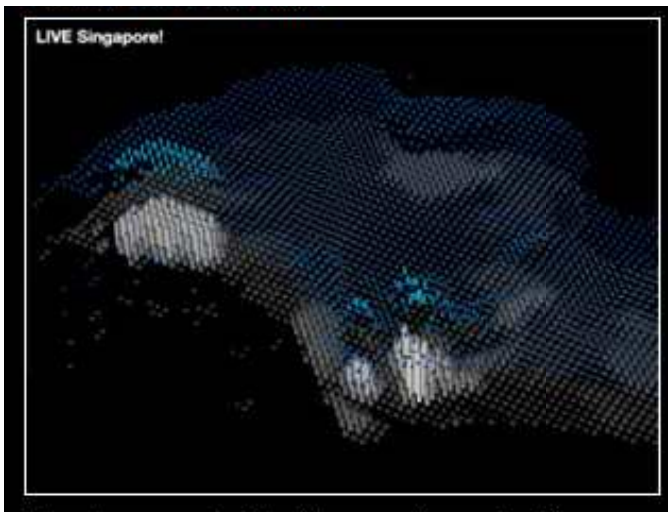
77) 출처: http://www.soumu.go.jp/main_content/000166764.pdf
78) 출처: http://www.landmark.re.kr/jsp/report/all_view.jsp?re_seqno=2289&re_type=0503

싱가포르는 빅데이터 기반 Live City를 도시계획[79]에 활용

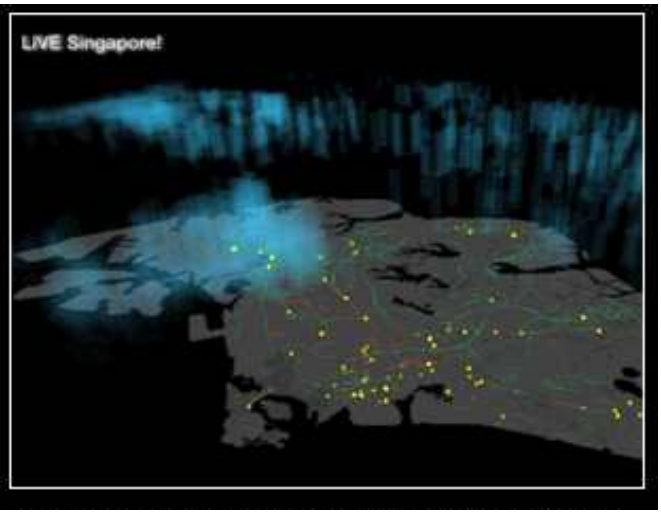
싱가포르 Live City는 시민들에게 도시활동과 관련된 정보를 실시간으로 수집・가공・제공해주는 Open Platform이자 빅데이터임

- 시민들의 활동과 도시와의 Feedback Loop가 형성되고, Open Platform은 이러한 정보들은 즉각적으로 수집하여 제공해줌으로써, 시민들은 이 빅데이터에 근거하여 그들의 의사결정을 수행할 수 있게 됨

- Open Platform은 에코시스템 및 도시정책 구현에 적용될 수 있을 뿐만 아니라, 개발가들이 이러한 실시간 데이터로부터 시민들의 창조적 잠재력을 강화시킬 수 있는 가능성을 열어줌으로써 궁극적으로 이를 통해서 시민들의 행복증진을 도모할 수 있음



[그림 Ⅱ-11] 도시열섬효과



[그림 Ⅱ-12] 택시들의 현 위치

저탄소 도시 구축을 위한 탄소 저감의 다양한 방안에 대하여 국가 및 도시 차원의 비용・편익 분석 도구인 MACTool 개발

탄소 저감 방안의 실행을 위 한 비용 및 경제적 편익, 실행을 통해 예상되는 온실가스 저감양을 산출하여 경제적, 환경적으로 가장 우수한 방안을 도출하는 소프트웨어임

79) 출처: http://senseable.mit.edu/livesingapore/

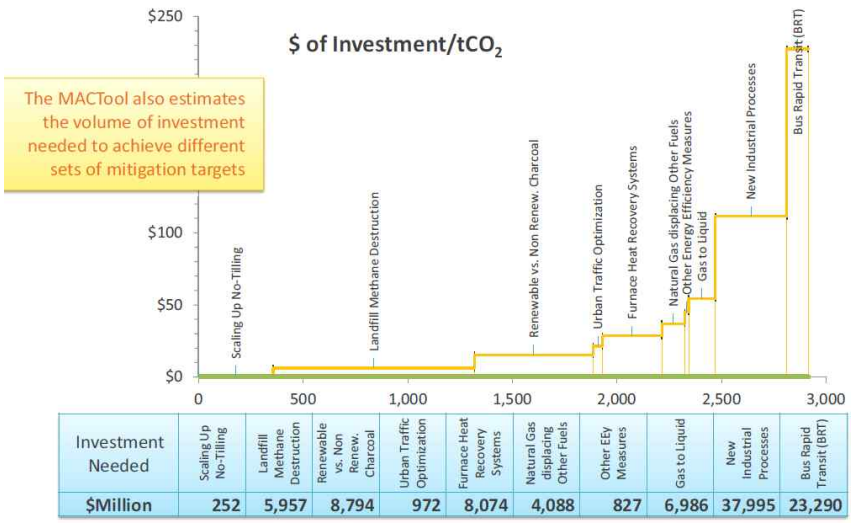
- 온실가스 저감에 유용한 툴로 널리 이용되는 시장 기반 메카니즘 활용을 위한 배출권 거래제의 영향 및 가격 산정이 가능

- 배출권 거래시 가장 적합한 분야 도출 가능

- 이와 함께 다양한 경제 및 사회 변화에 따른 시나리오 설정을 통하여, 시나리오별 온실 가스 배출 추세 및 비용 및 편익의 변화 도출 가능

- 브라질: 정부에서 국가의 배출권 거래제 설계에 본 소프트웨어를 사용하여 다양한 탄소 가격하의 탄소 수요 공급 분석 실시.

- 마케도니아의 지속 가능 개발 전략 실행을 위해 교통 부문에서 예상되는 투자 비용 산출



Investment Needed	Scaling Up No-Tilling	Landfill Methane Destruction	Renewable vs. Non Renew. Charcoal	Urban Traffic Optimization	Furnace Heat Recovery Systems	Natural Gas displacing Other Fuels	Other EEy Measures	Gas to Liquid	New Industrial Processes	Bus Rapid Transit (BRT)
$Million	252	5,957	8,794	972	8,074	4,088	827	6,986	37,995	23,290

[그림 Ⅱ-13] MACTool 분석 예시

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

국내에서는 u-City 구현을 위한 단위기술은 갖추어져 있으나 패키징 기술 및 통합 운영 체계는 초기 단계

u-City 구축에 필요한 기술분야는 센서 및 어플라이언스, 유무선 네트워크, 어플리케이션, 플랫폼 및 보안 등으로 국내기업은 이에 대한 충분한 기술을 보유하고 있는 상황

국내 u-City 추진과 국가연구개발사업을 통하여 지상 및 지하시설물의 센서 기반 모니터링 기술, 도시공간정보 수집 및 플랫폼 운영기술, 모니터링된 정보를 기반으로 한 상황인식 및 긴급상황 제어 등의 원천기술을 개발·보유

반면에 이를 하나의 기술로 패키지화하고 공급처리시설 등을 포함한 도시계획 전반으로 통합·운영할 수 있는 체계는 초기 단계임

미래 첨단 도시 건설 기술의 최고기술보유국 대비 우리나라 기술수준은 79.8%임[80)]

미래 첨단 도시 건설기술의 최고기술보유국 기술수준 79.3%이며 우리나라 기술수준 63.3%임

최고기술보유국 대비 우리나라 기술 기술격차는 4.6년임

u-City 개발모델이 해외시장에 적용되기 위해서는 해당 국가별, 지역별 요구사항에 대한 사전분석이 필요

국내에서 개발한 성공적인 한국형 신도시 및 u-City 개발모델이 해외시장 적용 불가

- 해외 시장 수요에 맞게 적절하게 가변적으로 적용되어야 하므로 해당 국가별 또는 지역별 요구사항에 대한 사전분석 작업이 선행되어야 함
- 투자환경 및 진출여건 등을 조사·분석, 우선순위를 부여하여 중점 진출지역을 선정하고 해당 지역에 맞는 유비쿼터스 서비스 개발, 미래 시나리오 도출 및 대응전략을 수립하여야 함
- 해당 국가, 도시의 특성을 고려하여 맞춤형 의료, 교육, 관광 등 특화된 유비쿼터스 서비스 제공 방식으로 진행해 나가야 함
- 개별업체의 진출보다는 전략적 제휴에 의한 합자 및 합작 형태의 진출로서 현지 유력기업을 모색하여 공동 투자형태로 추진

기존의 단품 위주의 수주방식에서 탈피하여 여러 제품이나 서비스를 결합시켜 묶음의 형태로 거래하는 방식인 Package Deal 방식의 접근이 필요한 상황임

80) 2010년 기술수준평가 보고서, 한국과학기술기획평가원, 교육과학기술부, 2011. 2.

국내에서는 공간정보관련 개별기술의 수준은 높은 편이나 통합기술 및 검증사례 부재

GIS, ITS, LBS, GPS, USN 기술을 융합하여 다양한 국토공간정보 관련 기반기술 확보

- 특히 지능형국토정보기술혁신사업(국토해양부, 2007-2012)을 통하여 지능형 국토정보 구축 및 활용, 공간정보 기반 도시 시설물 관리 지능화, 실내 공간정보 관리 지능화, u-GIS 융합 분석 엔진 등의 공간정보 지능화를 위한 기반기술을 개발함

공간정보와 민간정보의 융합 서비스를 지원하기 위한 국가 공간정보유통센터 기반 공간정보 서비스와 공간정보산업진흥원을 통한 3차원 공간정보 서비스를 위한 기반기술 확보

- 현재 국내에서는 GPS를 탑재한 다양한 스마트폰이 사용됨에 따라 모바일 서비스 관련 애플리케이션 부분에 많은 관심을 가지고 있음

- 스마트폰 기반 행정정보서비스 및 시설물현장관리지원 시스템 개발사례도 있음

USN 센서노드의 원천 기술은 미국, 일본 등에 비해 뒤처져 있으나, 옥타콤, 맥스포 등은 ETRI나 KETI로부터 관련 기술을 이전 받아 센서 노드를 자체 생산·판매 중임

국내는 공간정보 개별기술들의 수준은 높은 반면, 이 기술들을 통합 연계하고 도시규모의 단위에서 실증하여 해외 진출시 보여줄 수 있는 검증사례가 필요하며, 세부 기술들은 다음과 같음

- 공간정보 기반 실시간 시설물 통합관리 및 플랫폼 기술

- 다양한 이기종 센서의 Geo-Sensing 기술

- 사고발생 등 위급상황 긴급 대처를 위한 상황인식 및 의사결정지원기술

- 사용자가 원하는 형태로 제공 가능한 맞춤형 u-시설물관리 패키지 제품화 개발

- 개발된 기술들을 도시단위에서 테스트 및 검증할 수 있는 인증기술

미국은 기업 및 대학에서 공간정보 관련 실용화, 상용화 연구가 활발히 추진 중

구글 맵/어스, 마이크로소프트 빙 맵, ESRI ArcGIS Online 기반의 공간정보 개방·공유 서비스 플랫폼 기술 실용화를 통하여 세계 시장을 선점하고 있음

- Google Fusion Table, ESRI ArcGIS Online 서비스 등과 같이 클라우드 컴퓨팅 인프라를 활용한 GeoWeb 서비스 실용화를 추진 중임

- 센서노드와 관련하여 Berkely 대학을 중심으로 TinyOS를 활용한 시스템 개발(Crossbow 사의 MICA 시리즈, Moteiv 사의 Telos)한 바 있음

- 네트워크 미들웨어로서는 Cornell 대학의 Cougar, Delaware 대학의 SINA, Rochester 대학의 MiLAN, Virginia 대학의 DSWare, UCLA의 SensorWare 등이 있음

도시나 단지의 물 및 에너지 수요와 공급을 효율적으로 조절·관리할 수 있도록 다중시설을 패키지 형태로 묶어 운용할 수 있는 기술 필요

기존의 광역단위 물 및 에너지공급체계에서 지역 및 단지별 부하패턴을 고려한 적정 규모의 시설계획과 공급처리계통 구성이 필요

물 및 에너지 등 수요측 부하프로파일을 예측하여 조절이 가능한 스마트 그리드 시스템을 운용할 수 있도록 공급처리계통을 구축

스마트도시 서비스기술과 정보인프라 통합기술은 수준이 높은 편임

국내에 우수한 IT인력과 정보통신망 등 개발인프라를 구축하고 있으며, 교통 및 물류, 시설관리 등에 있어 사업화가 진전되고 있어 인프라

스마트도시계획기술은 현재 연구인력 위주로 형성되어 있어 기업이나 사업분야의 저변 확대 필요

공간정보구현기술은 IT기반 개발인력은 수준이 높으나 새로운 서비스 연구 및 설계에 관한 인력 및 지원체계는 보통으로 평가됨

도시 유틸리티관련 모듈화 및 패키지형 설계, 운용기술 등은 연구개발단계로서 인력 및 장비 측면의 구축수준은 보통으로 평가됨

에코도시건설에 있어서 신재생에너지, 실내공기질, 열 및 빛환경 등에 관한 연구개발 및 장비수준은 그동안 국가적인 투자를 통하여 수준이 크게 향상

그 외에 공간계획이나 생태계보전, 자원 재이용, 유지관리기술 등은 상대적으로 투자가 미흡하여 관련 인력 및 장비의 구축이 보통으로 평가됨

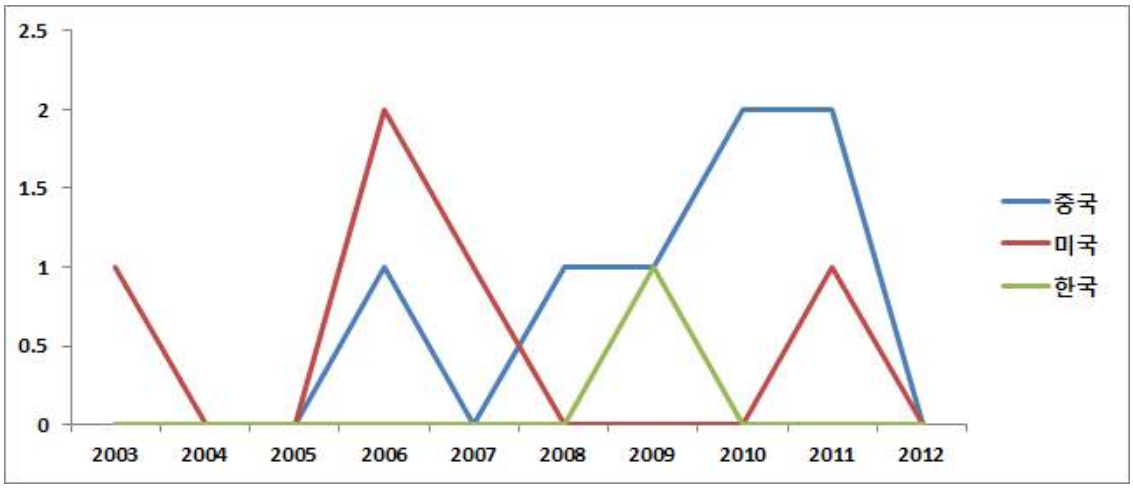
중분류	소분류	국내기술 수준 (%)	기술성숙도(TRL)	
			국내	해외
중동 스마트 도시 건설 기술	스마트 도시계획 기술	80	7	8
	스마트 도시 서비스 개발 기술	80	8	8
	도시기반 시설 및 설비 통합 기술	80	6	7
	정보 인프라 도시통합 기술	80	7	7

(3) 특허동향

연도별 특허출원 현황(출원 특허청 기준[81])

산업/인프라 패키지형 도시개발분야 특허는 07년 이후 중국에서 가장 많이 출원되고 있음

- 중국은 06년 1건, 08년 1건 09년 1건 10년 2건, 11년 2건으로 총 7건 출원
- 우리나라는 09년 1건 출원



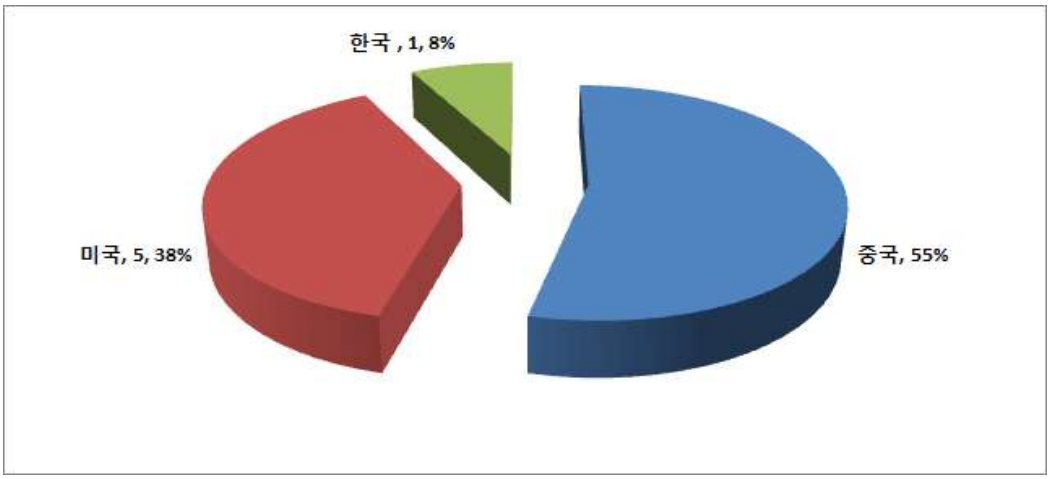
[그림 Ⅱ-14] 연도별 특허출원 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술)

81) 특허가 출원된 특허청을 기준으로 함. 예를들어 일본에서 개발된 특허가 일본특허청과 미국특허청에 출원됐다면 일본출원과 미국출원에 각각 특허건수가 합산됨

국가별 출원 현황

산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술 분야는 주로 중국에서 특허 출원을 주도하고 있음

- 미국은 지난 10년간 5건의 특허를 출원
- 우리나라는 1건의 특허를 출원



[그림 Ⅱ-15] 국가별 특허출원 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술)

주요 출원인 현황

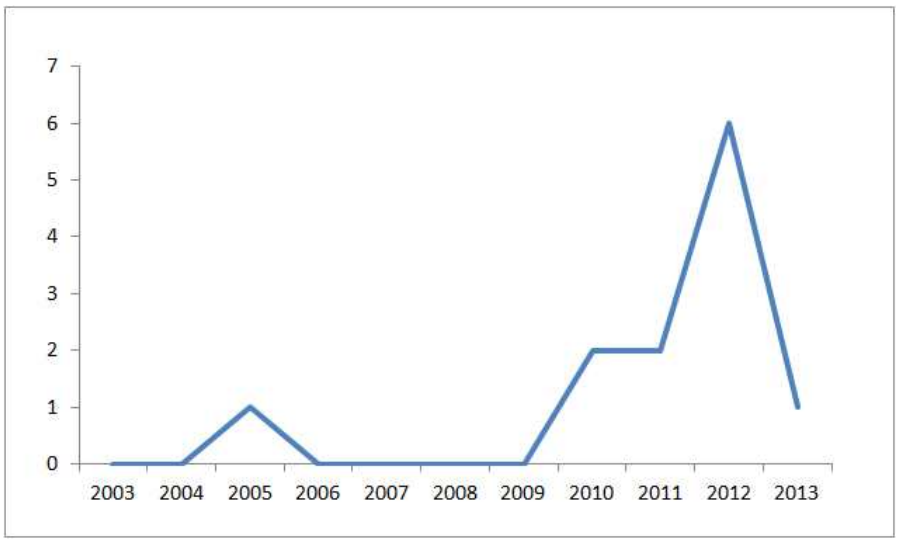
최근 해외에서는 도시내 건축물 배치, 교통시설 배치, 3차원 도시계획 소프트웨어 등 분야의 특허 출원 활발

[표 Ⅱ-6] 주요 특허 출원인 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술)

순위	미국		중국		한국	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	Google Inc.	1	Center for Earth Observation and Digital Earth,Chinese Academy of Sciences	1	연세대학교 산학협력단	1
2	Formisano; Robert	1	Institute of Policy and Management, Chinese Academy of Science	1		
3	Chen; Lin	1	Zhenjiang Jinruan Computer Technology Co., Ltd.	1		
4	Allen; Matthew Emmerson	1	Nanjing Institute of City & Transport Planning Co., Ltd.	1		
5	TARAS; H. Elizabeth, EDWARDS; Brenda J.	1	China University of Geosciences (Beijing); Zheng Xinqi	1		
6			Shanghai Tongsheng Engineering Construction Management Co., Ltd.	1		

연도별 논문 현황

2009년 이후부터 친환경, 에코시티에 대한 논문 실적이 증가

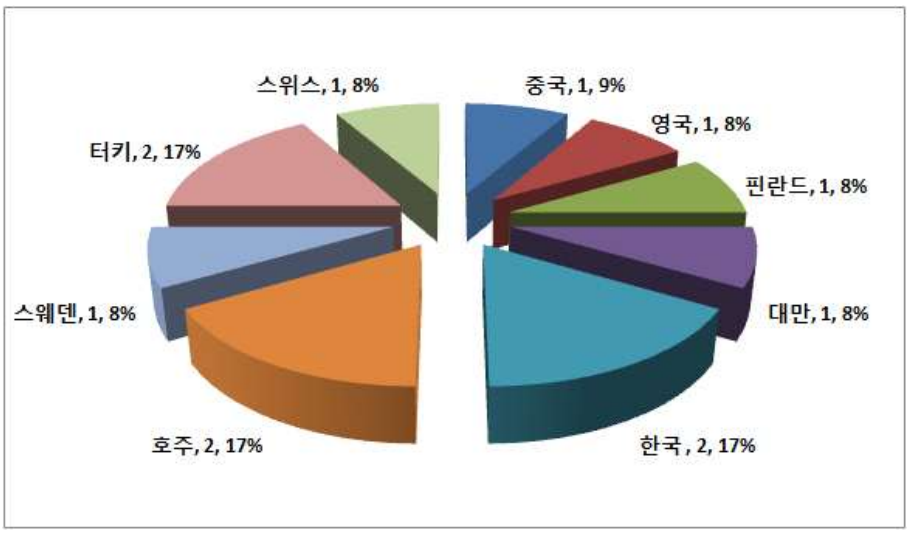


[그림 Ⅱ-16] 연도별 논문게재 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술)

국가별 논문 현황

친환경 도시계획 관련하여 비슷한 논문 실적을 보이고 있음

- 한국, 터키 및 호주는 2건, 스위스, 영국 등의 1건의 논문 실적을 보유



[그림 Ⅱ-17] 국가별 논문게재 현황 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술)

논문 게재 주요내용

도시계획분야는 주로 친환경 도시 관련 연구가 진행되고 있으며, 우리나라는 U-eco City 논문 실적 보유

저자	Yeang, K | Lehmann, S	게재일	2010
기관	TR Hamzah & Yeang | Univ Newcastle | University of Newcastle		
논문명	MEETING WITH THE GREEN URBAN PLANNER A Conversation Between Ken Yeang and Steffen Lehmann on Eco-Masterplanning for Green Cities		
논문내용	INTRODUCTION Malaysian architect Dr. Ken Yeang is an architect-planner and is frequently described as one of the foremost designers, theoreticians, theoreticians, and thinkers in the field of green design. He has been described as one of the world's leading advocates in ecological and passive low-energy design. He has designed over one hundred projects, and his theory of "bio-climatic" towers has had an impact around the world, fusing high-tech with organic principles. He was born in Penang, Malaysia, in 1948, and was educated in Penang, the United States, and at the Architectural Association in London. He received his doctorate in Architecture from Cambridge University in 1974. He is the author of a number of books on the topic of ecological planning and high-rise design (e.g., The Skyscraper: Bio-climatically Considered, 1996; Eco-Masterplanning, 2009). According to Yeang, the "bioclimatic" high-rise tower is a low-energy tower that is based on bioclimatic design principles and designed as a vertical urban design typology crossed by air and light wells and protected by sun shading devices. Bio-climatic in architecture means responding to the climate with minimal reliance on fossil-fuel energy for achieving comfort. Ken Yeang's definition of bio-climatic is based on the following concepts: The integration of the grey (engineering), blue (water), red (human), and green (landscape) infrastructures in projects of all scales; the bio-integration of the building as an artificial element into the biosphere; the eco-mimesis, repeating nature's patterns such as solar energy and waste equals food; the re-linking of ecosystems by bridging the existing natural areas; and, finally, the monitoring for rectifying and improving the existing built environment. His single-minded pursuit of eco-design through his own architectural practice and writing for over 35 years has influenced countless architects around the world. Major works by Ken Yeang include: The IBM Malaysia Tower in Kuala Lumpur (1989-1992) The National Library Building in Singapore (2000-2005) The National Library is the first building in Singapore to obtain the Green Mark Platinum award. It incorporates many passive and active design strategies, e.g., a large naturally-ventilated and lit atrium space; the use of external sun-shading louvers; and integrated greenery for thermal benefits. The total embodiment of the building (being its first costs) was calculated to be 17GJ/m2, an impressive result achieved through carbon footprint considerations in the selection of all building materials. The author met with Ken Yeang at the SASBE Conference in Delft, in June 2009, to discuss the future of sustainable urbanism and why our cities need to change. Here are excerpts from their conversation.		

저자	Kim, SA | Shin, D | Choe, Y | Seibert, T | Walz, SP	게재일	2012.3.1
기관	Swiss Fed Inst Technol | Swiss Federal Institute of Technology Zurich | Sungkyunkwan Univ | Sungkyunkwan University | RMIT Univ | Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT)		
논문명	Integrated energy monitoring and visualization system for Smart Green City development Designing a spatial information integrated energy monitoring model in the context of massive data management on a web based platform		
논문내용	U-Eco City is a research and development project initiated by the Korean government. The project's objective is the monitoring and visualization of aggregated and real time states of various energy usages represented by location-based sensor data accrued from city to building scale. The platform's middleware will retrieve geospatial data from a GIS database and sensor data from the individual sensory installed over the city and provide the browser-based client with the accommodated information suitable to display geo-location characteristics specific to the respective energy usage. The client will be capable of processing and displaying real time and aggregated data in different dimensions such as time, location, level of detail, mode of visualization, etc. The platform's middleware has been developed into an operative, advanced prototype, providing information to a Web-based client that integrates and interfaces with the Google Earth and Google Maps plug-ins for geospatially referenced energy usage visualization and monitoring. (C) 2011 Elsevier B.V. All rights reserved.		

저자	Kilkis, S	게재일	2012.11.1
기관	KTH Royal Inst Technol | Royal Institute of Technology | Sci & Technol Res Council Turkey | Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) | Sch Architecture & Built Environm | Div Bldg Technol		
논문명	A net-zero building application and its role in exergy-aware local energy strategies for sustainability		
논문내용	Platinum rating in Leadership in Energy and Environmental Design. A net-zero exergy building (NZEXB) is a building that has an annual sum of net-zero exergy transfer across the building-district boundary. This new target is made possible by lowered annual exergy consumption, (AEXC), and increased on-site production from a bundle of sustainable energy technologies. The modeled results of the building indicate that the reduced AEXC of 60 kW h/m(2) yr is met with on-site production of 62 kW h/m(2) yr. On-site production includes PV and building integrated PV, a micro-wind turbine, combined heat and power, GSHP, and solar collectors. Diversified thermal energy storage tanks further facilitate the exergy supply to meet with the exergy demand. The results of this case study provide key lessons to structure an energy value chain that is more aware of exergy, which are up-scalable to the district level when the bundle of sustainable energy technologies is zoomed out across a larger spatial area. These key lessons are then compared with the second case study of two districts in the south heating network of the city of Stockholm, which was the European Green Capital in 2010. The levels of exergy match in these districts of Stockholm, namely the districts of Hogdalen and Hammarby, is found to be 0.82 and 0.84, respectively. However, there remain several bottlenecks for these districts to reach net-zero targets at the community level. The paper concludes that the NZEXB case study has much to offer as a "building block" to reform the way energy is converted and managed and in this way, to structure an exergy-aware energy value chain for greater sustainability in green cities of the future. (C) 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.		

1.1.3 사업내용

가. 연구개발목표

최적의 신도시(에코시티) 수출 전략 도출 소프트웨어 개발

간단하고 빠른 의사결정을 위한 해외 신도시(에코시티) 개발 타당성 진단 Toolkit 개발

한국형신도시(에코시티) 계획 및 설계 Toolkit 개발

성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계	2단계	3단계
맞춤형 도시개발 패키지 제안 기반기술 확보	-	독일, 일본	GIS Toolbox 구축	도시계획 프로그램 구축	-

나. 연구개발전략

해외진출 신도시(에코시티) 건설 사례(성공, 실패)의 적극적 활용

해외건설 및 도시수출 관련 국내 민간 건설기업 또는 디벨로퍼 등의 다양한 성공 및 실패 사례를 바탕으로 성공 요인, 실패 요인 등의 자료를 구축해 데이터베이스화하여 신도시(에코시티) 건설 결합상품 개발을 위한 빅데이터 시스템 구축에 활용

국내에서 추진되고 있는 신도시(에코시티) 건설 및 테스트베드의 성과물에 대하여 지속적인 모니터링을 실시하여 추진과정에서의 문제점을 도출하고 개선방안 마련

조직, 인력, 교육 추진체계 구축

도시수출 활성화 위한 해외 종합정보 체계의 구축. 해외 도시개발 정보원(Source)의 발굴 및 입수체계 구축, 해외도시 관련 동향의 주기적인 모니터링 체계 구축

한국의 수출경쟁력 확보가 가능한 신도시(에코시티) 건설 결합 상품 및 서비스 분석

국내외 신도시(에코시티)개발 성공 및 실패사례 분석: 사업추진의 성공 및 실패요인 분석, 한국 도시개발 성공모델 발굴 및 벤치마킹 신도시(에코시티) 선정, 한국 도시개발 사업 부문의 경쟁력 항목 도출

한국형 신도시(에코시티)건설 결합 상품 및 서비스 분석: 지역별, 소득수준별 상품 및 서비스시장 분석, 국가별 IT, 건설엔지니어링(타당성조사, 설계, 감리 등), 시공 기술수준 조사

개발기술별 수요조사 실시

해외건설산업 전문가들과 실무진들을 대상으로 기술 탐색조사를 위한 개별 심층인터뷰 및 설문조사를 실시하여 연구개발기술의 효과 극대화 도모

관련분야의 국내기업과 정부 종사자들뿐만 아니라 외국의 기업 및 정부 인력들을 대상으로도 기술수요를 조사하여, 연구개발기술의 국제수요를 충족시킬 수 있도록 함

해외적용 가능 성과의 추출 및 현지화

진출 대상국을 2-3개 정도로 압축하고 국가별 특성에 따른 투자환경 및 진출여건을 조사 및 분석하여 중점 진출지역을 선정

현지의 시장, 기술, 정책, 사업환경 등 영향요인을 분석하여 개연성있는 한국형 신도시(에코시티) 건설사업의 미래상황에 대한 시나리오를 도출

해외진출과정에서의 리스크를 최소화하기 위하여 진출대상국에서 선호하는 서비스를 발굴하고 지하자원 등 현물을 확보해 위험요소를 줄이는 방안 등을 적극적으로 강구

개별업체의 진출보다는 전략적 제휴에 의한 합자 및 합작 형태의 진출을 우선적으로 고려

- 시설물 관리기술 분야의 경우 전략상품의 해외진출시 공공(연구원)+민간(건설사+SI사+통신회사 등) 복합 컨소시엄 결성을 통한 진출로 경쟁력 확보 필요
- 패키지형 공급처리기술 분야의 경우 국내 전문성을 갖춘 한국건설기술연구원, 가스안전공사 등과 현지 건설사업수행을 위한 건설 및 엔지니어링사, 건설유관 출연 연구소의 컨소시엄 추진

해외 상황에 맞는 결합상품 패키지화 및 세부 목표 선정

기존의 개별 사업 위주의 수주방식에서 탈피하여 여러 산업이나 서비스를 결합시켜 묶음의 형태로 거래하는 Package Deal 방식으로 접근

중동, 동남아, 아프리카, 남미 등 신도시(에코시티) 수요가 많은 국가를 대상으로 선정하며, 해외건설협회나 해외에 이미 진출한 건설사와의 협력을 통해 세부 대상 타겟으로 선정

다. 연구내용 및 범위

(중점과제1) 국가 경제개발계획 수립 지원 프로그램 개발

일본의 인도 DMIC프로젝트와 같이 도시수출대상국가의 경제개발계획과 지역계획 수립을 지원하기 위한 제반 분석기법과 도구의 개발

- 국토공간상에 구현할 수 있는 공간계량모형의 개발은 수주형 해외개발사업 전개를 위한 기초가 됨

(구성기술 1-1) 산업/노동/자원 기반 국가발전 전망 알고리즘 및 S/W 개발

- 현지 대상국 산업 분석: 현지의 경제, 노동, 인프라 등의 데이터를 바탕으로 산업의 구조를 분석할 수 있음
- 현재 대상국 노동시장 분석 : 현지 대상국은 대부분 통계자료의 부족으로 대체자료를 이용하여 노동시장에 대한 단서를 얻음
- 지역별 경쟁력 분석 및 특산물 분석 : 지역별로 비교우위 산업을 조사하여 특성을 파악할 수 있음
- 국가경제개발계획 수립 프로그램 : 앞서 조사한 자료를 바탕으로 경제개발계획을 수립할 수 있으며 이러한 전략은 전체 거시경제 지표, 사회경제적 자료들을 바탕으로 지역분석기법 등을 이용하여 경제발전전략을 수립할 수 있음

(중점과제2) 경제성장 잠재력 측정 및 개발전략 수립 프로그램 개발

투자형 건설사업의 경우 국가기반시설이 건설될 경우 국가기반시설이 건설될 경우 변모하게 될 경제사회개발과 국토공간발전을 전망할 수 있는 거시경제모형의 개발이 필요함

- 국가 단위의 국가기반시설 – 수력댐, 고속철도, 고속도로, 산업단지건설 등-에 대한 사업타당성검토는 국가경제발전과 국토개발과 연계된 사업으로 사업 그 자체의 비용이나 편익에 좌우되기 보다 국가경제발전과 국토균형발전전략에 성패가 달려 있음

대규모 국가기반시설 건설의 타당성을 검토하기 위해서는 국가기반시설이 건설될 경우 국가기반시설이 지역의 산업구조, 노동력, 자원 등에 미칠 영향을 통해 국가기반시설의 편익을 추정할 수 있음

(구성기술 2-1) 경제성장 잠재력 측정 알고리즘 및 S/W 개발

- 투입산출 모형 및 생산성 분석 :생산함수를 바탕으로 투입산출 모형 작성
- 도시 사회 지표 분석 : 도시 사회의 지표를 관련 문헌을 통해 얻을 수 있으며 해당지역 전문가의 도움을 얻을 수 있음
- 무역수출품 및 현지 특산물 분석 :무역 수출품 자료 바탕으로 현지에서 가장 비교강점이 되는 상품들을 분석할 수 있음
- 인구 분포 및 인구 구성 분석 : 인구 분포 및 인구 구성을 바탕으로 노동력에 대한 자료를 구축할 수 있으며 생산함수와 결합하여 잠재적 경제성장률을 측정할 수 있음

(중점과제 3) 국가 개발 기본 구상용 GIS Toolbox 프로그램 개발

해외 도시 개발을 위한 초석으로서 국토 및 도시개발의 타당성을 사전에 검증할 수 있는 경제개발계획 수립과 도시기본구상을 위한 Toolbox 프로그램 개발

- 해외도시개발사업의 대상국의 대부분은 지도 및 공간정보에 대한 취약성을 가지고 있음. 이를 위해 공간 정보를 구축할 수 있는 GIS Toolbox를 구성하는 것은 사업 구상의 기본에 해당함

(구성기술 3-1) 인구/토지/교통/도시시설 수요예측 알고리즘 및 S/W 개발

- Basic/non-basic industry 분석
- 기반산업유치에 따른 인구, 토지, 교통계획, 도시기반시설 수요예측 프로그램
- 도시기반시설의 비용편익분석
- 지역발전에 따른 지방재정예측 프로그램: 인구, 부동산 가치, 경제성장률, 교육 수준 등의 변수를 구축하고 이를 바탕으로 지역 발전에 따른 지방재정 시퀀스를 그릴 수 있음
- 환경영향평가 분석 프로그램 : 해당 개발 사업이 미치는 환경영향을 평가할 수 있음
- 현지정보, 항공사진, 인공위성사진을 이용한 국토 또는 지역 토폴로지 형상정보 구축
- 지역개발을 위한 GIS 프로그램 개발

(중점과제 4) 신도시(에코시티) 건설 결합상품 개발을 위한 Big Data System 개발

해당 국가의 문화적 역사적 배경에 대한 데이터 베이스, 그리고 해당 국가에 있었던 개발 사업에 대한 성공, 실패 등의 데이터 아카이브를 구성하는 것을 목표로 함

- 구축된 DB를 바탕으로 신도시 건설하려는 지역의 종합적인 정보를 보유하여 건설하려는 지역에 대한 논리적 질의 응답이 가능하여 결국 한국의 경쟁력 있는 산업을 신도시와 연계할 수 있는 시스템 구축을 목표로 함

- 신도시 건설 결합상품개발을 위한 AI 시스템은 현재 미국에서 개발되어 세계에 보급중인 Cyberquest(invented by John W. Dickey)의 논리연산알고리즘을 근간으로 구축되며, 구체적인 시스탬개발 모듈은 논리연산엔진, 루브릭(Rubric), citation generator, Citation Machine, Landmark Project 등임.

(구성기술 4-1) 도시 결합상품 도출 알고리즘 S/W 개발

- 신도시(에코시티) 건설 결합상품 요소 수집 및 정리

- 신도시(에코시티) 건설 결합상품 DB정리 및 분류- 인프라, 산업경제, 제도 등

- 신도시(에코시티) 건설 결합상품 개발을 위한 알고리즘 개발

  · 논리적 데이터 베이스 구성으로 새로운 발상을 착념할 수 있도록 함

  · 인간 사고 구조의 흐름을 데이터 베이스에 삽입

- 신도시(에코시티) 건설 결합상품 개발을 위한 인공지능 소프트웨어 구축

(중점과제 5) 한국형 신도시(에코시티) 표준화 모형 개발

신도시건설 표준 모형을 개발하는 것을 목표로 함

- 규모별: 5만명, 10만명, 20만명, 50만명, 100만명

- 입지별: 도시권 차원에서 도시내, 근교, 외곽; 국토 차원에서 2nd tier, 3rd tier

- 용도별: 주거 및 생활, 산업 및 생산, 행정 및 오피스, 교통 및 무역 중심 등

신흥국의 급속한 도시화로 인하여 급증하게 되는 탄소배출에 대응하기 위하여 과거와 같은 도시건설이 아닌, 전지구적 도시화의 시대에 부합하는 새로운 에코시티 도시건설 표준화 기술 개발

- 신흥국의 급속한 도시화에 대한 대응의 일환으로 도시건설의 비용저감 및 공기단축을 위하여 모듈화 기술 개발

(구성기술 5-1) 한국형 신도시 표준 DB 시뮬레이션 알고리즘 및 S/W 개발

- 현지적응형 한국형 신도시(에코시티) 상품 개발
- 현지 자원을 활용한 주택, 유통, 사무, 공업용 부동산에 대한 건설비용예측 프로그램
- 도시기반시설에 대한 적정기술 수집 및 정리 - 식량, 물, 에너지, 교통, 통신, 정보 등
- 집합주택, 공동주택건설에 대한 적정기술 수집 및 정리
- 도시기반시설과 주택건설에 대한 적정기술 개발
- 도시기반시설과 주택건설에 대한 도시건설 모듈화 공법 개발

(중점과제 6) 신도시(에코시티) 상품기반 건설비용, 편익 산정 모형 개발

신도시 상품별 개발과정, 개발규모, 인구성장모형, 토지이용계획, 교통계획, 기업유치계획, 상하수도계획, 전력공급계획, 폐기물처리계획, 정보통신계획, 도시관리계획 등 상품별 건설비용과 편익산정 모형 개발

개도국 현지 적용을 위한 개략적 사업타당성검토 모형

신도시상품개발 및 타당성검토 소프트웨어 작성

(구성기술 6-1) 비용, 편익 산정 알고리즘 및 S/W 개발

- 신도시(에코시티)건설비용추정프로그램
  - 신도시 건설 비용을 추정하기 위해 현지 물가 및 자재 가격을 바탕으로 추정할 수 있음
- 주택, 유통, 사무, 공업용 부동산에 대한 유효 수요-공급 예측 프로그램
  - 회귀 분석 및 계량 경제 기법을 사용해 해당 국가의 자료를 바탕으로 예측 할 수 있음
- 주택, 유통, 사무, 공업용 부동산에 대한 가격예측 프로그램
  - 해당 국가의 현황을 바탕으로 가격을 예측 할 수 있음. 외삽법, 회귀분석 등 다양한 통계적 분석기법이 사용됨
- 현지 자원을 활용한 주택, 유통, 사무, 공업용 부동산에 대한 건설비용예측 프로그램

중점과제	구성기술	Activity		
		1단계 2014~2015	2단계 2016~2017	3단계 2018~2020
국가 경제개발계획 수립 지원 프로그램 개발	산업/노동/자원 기반 국가발전 전망 알고리즘 및 S/W 개발	사례 수집 및 조사 현지가용DB조사 지역별 자료조사 국가 발전 예시 및 이론 탐색	테스트 베드선정 및 적용	소프트웨어 제작 및 판매 보급
경제성장 잠재력 측정 및 개발전략 수립 프로그램 개발	경제성장 잠재력 측정 알고리즘 및 S/W 개발	사례 수집 및 조사 현지가용DB조사 결합상품개발을 위한 앨고리즘 개발 자료 가공 및 구성 기법 연구	테스트 베드선정 및 적용	소프트웨어 제작 및 판매 보급
지역경제개발계획과 지역개발 기본구상 수립을 지원하는 GISToolbox 프로그램개발(AnEconomic Development Toolbox :Strategies and Methods)	인구/토지/교통/도시시설 수요예측 알고리즘 및 S/W 개발	프로그램 개발 사례지역 자료 수집 및 프로그램 개발 GIS Tool kit 개발	테스트베드 기술적용	소프트웨어 제작 및 판매 보급
신도시(에코시티)건설결합상품개발을위한Big Data 시스템개발	도시 결합상품 도출 알고리즘 및 S/W 개발	사례 수집 및 조사 현지가용DB조사 결합상품개발을 위한 앨고리즘 개발 해외 현지 금기 및 선호도 조사	소프트웨어 구축 테스트 베드선정 및 적용	소프트웨어 제작 및 판매 보급
한국형 신도시(에코시티)표준화 모형 개발	한국형 신도시 표준 DB 시뮬레이션 알고리즘 및 S/W 개발	사례 수집 및 조사 현지 부동산시장 조사체계 구축 적정기술 및 개발항목 조사 현지가용DB조사 현지 소득과 적정기술간의 적정성 조사 해외 현장 시공법 조사 및 신기술 적용	소프트웨어 구축 테스트 베드선정 및 적용 적정 기술개발 테스트 베드선정 및 적용	소프트웨어 제작 및 판매 보급 적정 기술 매뉴얼 및 보급
신도시(에코시티) 건설 비용, 편익 산정모형 개발	비용, 편익 산정 알고리즘 및 S/W 개발	현지가용DB조사 현지 부동산시장 조사체계 구축 현지 부동산시장 조사체계 구축 현지 부동산시장 조사체계 구축	테스트 베드선정 및 적용 테스트 베드선정 및 적용	소프트웨어 제작 및 판매 보급

라. 연구개발비

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비	목		2019	2020	2012	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		1,300	1,370	1,180	1,170	1,000	6,020	29%	책임급 : 27인 연구원급 : 49인 보조원급 : 56인
2) 직접비	연구 장비 재료 비	연구기자재 및 시설비	671	1,769	3,711	2,334	460	8,945	44%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구 활동 비	여비	270	430	670	480	200	2,050	10%	
		수용비 및 수수료	27	43	67	48	20	205	1%	
		기술정보 활동비	108	172	268	192	80	820	4%	
	연구수당		216	344	536	384	160	1,640	8%	
	직접비 합계		1,292	2,758	5,252	3,438	920	13,660	67%	
3) 간접비			108	172	268	192	80	820	4%	
4) 합 계		정부	2,200	3,500	4,900	3,600	1,500	15,700	76.6%	
		민간	500	800	1,800	1,200	500	4,800	23.4%	
		총계	2,700	4,300	6,700	4,800	2,000	20,500	100%	

1중점과제(국가 경제개발계획 수립 지원 프로그램 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2019	2020	2012	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		150	150	150	130	110	690	29%	책임급 : 3인 연구원급 : 6인 보조원급 : 6인
2) 직접비	연구 장비 재료 비	연구기자재 및 시설비	81	217	423	280	61	1,062	44%	소프트웨어 제작 및 Test-bed 구축
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구 활동 비	여비	32	50	79	56	23	240	10%	
		수용비 및 수수료	3	5	8	6	2	24	1%	
		기술정보 활동비	13	20	31	22	9	96	4%	
	연구수당		25	40	63	45	19	192	8%	
	직접비 합계		153	333	604	410	115	1,614	67%	
3) 간접비			13	20	31	22	9	96	4%	
4) 합 계			316	503	785	562	234	2,400	100%	

2중점과제(경제성장 잠재력 측정 및 개발전략 수립 프로그램 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2019	2020	2012	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		150	180	150	160	110	750	27%	책임급 : 3인 연구원급 : 6인 보조원급 : 8인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	119	249	518	319	89	1,294	46%	소프트웨어 제작 및 Test-bed 구축
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	37	59	92	66	27	280	10%	
		수용비 및 수수료	4	6	9	7	3	28	1%	
		기술정보 활동비	15	23	37	26	11	112	4%	
	연구수당		30	47	73	52	22	224	8%	
	직접비 합계		204	384	728	470	152	1,938	69%	
	3) 간접비		15	23	37	26	11	112	4%	
	4) 합 계		369	587	915	656	273	2,800	100%	

3중점과제(지역경제개발계획과 지역개발기본구상 수립을 지원하는 GIS Toolbox 프로그램 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2019	2020	2012	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		350	380	260	260	260	1,510	31%	책임급 : 7인 연구원급 : 12인 보조원급 : 14인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	122	370	909	577	89	2,067	42%	소프트웨어 제작 및 Test-bed 구축
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	65	103	160	115	48	490	8%	
		수용비 및 수수료	6	10	16	11	5	49	1%	
		기술정보 활동비	26	41	64	46	19	196	4%	
	연구수당		52	82	128	92	38	392	8%	
	직접비 합계		270	607	1,277	841	199	3,194	65%	
	3) 간접비		26	41	64	46	19	196	4%	
	4) 합 계		646	1,028	1,601	1,147	478	4,900	100%	

4중점과제(신도시 건설 결합상품 개발을 위한 Big Data 시스템 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2019	2020	2012	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		150	200	180	180	160	870	33%	책임급 : 4인 연구원급 : 7인 보조원급 : 8인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	100	198	441	265	25	1,028	40%	소프트웨어 제작 및 Test-bed 구축
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	34	55	85	61	25	260	5%	
		수용비 및 수수료	3	5	9	6	3	26	1%	
		기술정보 활동비	14	22	34	24	10	104	4%	
	연구수당		27	44	68	49	20	208	8%	
	직접비 합계		178	323	636	405	84	1,626	63%	
	3) 간접비		14	22	34	24	10	104	4%	
	4) 합 계		342	545	850	609	254	2,600	100%	

5중점과제(한국형 신도시 표준화 모형 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2019	2020	2012	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		300	280	260	260	230	1,330	28%	책임급 : 6인 연구원급 : 11인 보조원급 : 12인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	152	440	861	543	105	2,101	45%	소프트웨어 제작 및 Test-bed 구축
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	62	99	154	110	46	470	3%	
		수용비 및 수수료	6	10	15	11	5	47	1%	
		기술정보 활동비	25	39	61	44	18	188	4%	
	연구수당		50	79	123	88	37	376	8%	
	직접비 합계		294	667	1,215	796	211	3,182	68%	
	3) 간접비		25	39	61	44	18	188	4%	
	4) 합 계		619	986	1,536	1,100	459	4,700	100%	

6중점과제(신도시 건설비용, 편익 산정모형 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2019	2020	2012	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		200	180	180	180	130	870	28%	책임급 : 4인 연구원급 : 7인 보조원급 : 8인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	98	295	559	350	90	1,393	45%	소프트웨어 제작 및 Test-bed 구축
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	41	65	101	73	30	310	3%	
		수용비 및 수수료	4	7	10	7	3	31	1%	
		기술정보 활동비	16	26	41	29	12	124	4%	
	연구수당		33	52	81	58	24	248	8%	
	직접비 합계		192	445	792	517	160	2,106	68%	
	3) 간접비		16	26	41	29	12	124	4%	
	4) 합 계		408	651	1,013	726	302	3,100	100%	

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
'19
'20
'21
'22
'23
'24 이후
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
국가 경제 개발계획 수립 지원 프로그램 개발
국가발전 예측 프로그램 상용화
산업/노동/자원 기반 국가발전 전망 알고리즘 및 S/W 개발
사례수집 및 조사
현지가용 DB조사
지역별 자료조사
국가발전 이론 탐색/연구
S/W제작 및 판매 보급
30%
40%
80%
경제성장 잠재력측정 및 개발전략 수립 프로그램
민감도 분석 프로그램 상용화
경제성장 잠재력 측정 알고리즘 및 S/W 개발
도시, 사회 지표 분석 및 사례 조사
민감도 분석 알고리즘 개발
S/W제작 및 판매 보급
30%
40%
80%
지역경제개발 계획과 지역 개발기본구상 수립을 지원하는 GIS Toolbox 프로그램 개발
공간정보 기반 도시구상 GIS Tool Box 개발 및 상용화
인구/토지/교통/도시시설 수요예측 알고리즘 및 S/W 개발
지역발전, 지방재정 예측 알고리즘 개발
GIS Tool Box 알고리즘 통합 개발
S/W제작 및 판매 보급
30%
40%
80%
신도시(에코시티) 건설 결합 상품개발을 위한 Big Data 시스템 개발
인공지능형 도시상품 제시 프로그램 상용화
도시 결합상품 도출 알고리즘 및 S/W 개발
도시 결합상품 DB 구축
도시 결합상품 알고리즘 개발
S/W제작 및 판매 보급
30%
60%
80%
한국형 신도시(에코시티) 표준화 모형 개발
에코도시 표준화 모형 및 구역/인프라 모델링 프로그램 상용화
한국형 신도시 표준 DB 시뮬레이션 알고리즘 및 S/W 개발
한국형 도시 DB구축
도시 표준화 모델 개발
시뮬레이션 알고리즘 개발
S/W제작 및 판매 보급
30%
50%
90%
한국형 신도시 도시건설 비용 편익 산정 모형 개발
비용, 편익 모형 개발
비용, 편익 산정 알고리즘 및 S/W 개발
도시 건설 비용 추정 프로그램 개발
주택, 유통, 사무, 공업용 부동산 수요·공급 예측 프로그램 개발
S/W제작 및 판매 보급
30%
40%
60%
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
T/B 입지 검토
타겟국가 시장목표 재검토
시장정보 리스크 예측
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
(전략프로젝트)
글로벌 R&D 네트워크 구축
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
리스크 관리
입찰 인증방안
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
해외인증 획득반영
입찰 사전예비성 리스크기반 우량사업 선별
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

1.1.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

한국형 신도시 수출 플랫폼 개발로 한국형 신도시에 대한 계획과정, 추진과정, 공간개발 성과측정, 정책평가를 위한 tool box 제공

한국형 신도시 건설에 대한 cost-benefit, feasibility study software

한국형 신도시 상품목록과 결합상품 개발을 위한 AI

건설, IT, 장비, 통신 인프라 분야의 첨단기술발전 및 세계기술 선도

u-City 산업 활성화를 통하여 건설산업, IT산업, 장비산업, 통신인프라 구축 등의 분야에서 첨단기술발전 및 세계기술 선도가 가능

ICT(Information & Communication Tech.) 기반의 UUC 컨텐츠 팽창 및 개발 솔루션을 이용한 컨설팅 확산

고부가가치 복합 플랜트의 독자 설계기술 및 설치 운영기술 확보

나. 경제적 기대효과

'산업/인프라 패키지형 스마트도시개발기술' 핵심과제가 도시건설시장 수주 규모 확대에 기여하는 편익은 4,792억원임

'산업/인프라 패키지형 스마트도시개발기술'은 신흥국 도시건설계획/설계시장을 진출대상으로 함

- 신흥국 도시건설시장은 '30년까지 매년 2.7조달러 규모에 이를 것으로 전망됨[82)]
- 도시건설시장 중 도시계획/설계시장 비중은 약 5%를 차지하며, 신흥국의 도시계획/설계시장은 매년 약 1,350억달러 규모에 이를 것으로 전망됨

82) 해외건설의 블루오션, 도시개발사업, POSRI 2013

본 연구개발 사업을 통해 2024년 신흥국 도시계획/설계시장의 3.0%를 점유하고, 2033년까지 5.0%까지 점유하는 것으로 가정함

기술비중은 선행연구결과를 준용하여 33%를 적용함

- 기술비중을 일률적으로 적용 시 일반적으로 33%나 25%를 적용하며, 본 분석에서는 33%를 적용함[83)]

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 "09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구"의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

본 기술개발은 테스트베드 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 본 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

부가가치율은 한국은행에서 발간한 '2009년 산업연관표'의 건설산업 부가가치율인 40.1%를 적용함

본 연구개발활동을 통한 신흥국 도시계획/설계시장의 매출 편익은 4,792억원임

83) 기술가치 평가과정에서 기술비중 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술비중을 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술비중)를 29.7%로 산출한바 있음. 기술비중을 일률적으로 적용하는 방법은 일반적으로 33%나 25%를 적용함.

[표 Ⅱ-7] 편익 산정 (산업/인프라 패키지형 스마트 도시개발기술)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
신흥국도시건설시장(억달러)	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	
신흥국도시계획/설계시장(억달러)	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	
신흥국도시계획/설계시장(조원)	148.5	148.5	148.5	148.5	148.5	148.5	148.5	148.5	148.5	148.5	
신흥국도시건설시장 점유율	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	
신흥국도시건설시장 국내기업 매출액(억원)	44,562	44,562	44,562	59,416	59,416	59,416	59,416	74,270	74,270	74,270	
기술비중(%)	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 성공률(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
부가가치율	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	
편익(억원)	514.2	514.2	514.2	685.6	685.6	685.6	685.6	857.0	857.0	857.0	6,856.1
편익의 현재가치(억원)	**401.5**	**392.6**	**383.9**	**500.5**	**489.3**	**478.4**	**467.8**	**571.8**	**559.0**	**546.6**	**4,791.5**

IT산업, 유비쿼터스 산업 등 이종업계간의 동반상승 및 일자리 창출 효과

u-City 건설사업은 국가 GDP의 약 14%를 차지하는 IT산업과 약 17%를 차지하는 건설산업의 융합을 통해 이종업계간 동반 상승 기대

- 다중 기능 유틸리티 모듈계통의 독자 설계기술 및 설치 운영기술 확보를 통하여 해외도시개발사업 진출시 시너지 효과 제고

- ICT(Information & Communication Tech.) 기반의 UUC 컨텐츠 및 통합솔루션을 이용한 컨설팅 확산

유비쿼터스 관련 시장 또한 향후 급속한 성장과 함께 한국의 새로운 수출전략상품으로 부각되고 있어 시너지 효과 창출 가능

유틸리티 복합플랜트 엔지니어링 및 민간운영사업 전개

신기술, 엔지니어링분야 등 국내외 신사업 창출로 일자리 창출 등 고용여건 개선

다. 정책적 기대효과

한국형 신도시 수출을 통한 제3세계에 대한 한국의 영향력 제고

주거용 신도시가 아니라, 산업단지공단 건설의 경우에는 지역의 경제개발을 견인할 수 있는 핵심기반산업으로 한국의 경제개발경험을 전수하는 유용한 도구로써 작동할 수 있음

2. 그린에너지 인프라 건설기술

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 해외 지역적 특성을 반영한 저급탄, 지열 및 태양광 등 그린에너지 플랜트 건설기술

바이오매스를 활용한 저급탄 고부가가치화 플랜트 건설기술

화산지역 친환경 지열발전 시스템 건설기술

사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술

(범위) 요소기술 중심으로 개발된 저급탄 고부가가치화, 지열 및 태양광 플랜트 기술의 현지 Test-bed 구축을 통한 실증과제

저급탄의 저온 및 고온 열분해를 통한 고부가가치화 플랜트의 아시아 현지 20t/d 규모의 Test-bed 구축을 통한 실증

- 저급탄 저온 열분해를 통한 고열량 하이브리드 석탄 생산 플랜트 실증
- 저급탄 고온 열분해를 통한 고부가가치화(친환경 무연연료/성형 코크스/활성탄) 플랜트 및 동일 공정에서 부가적으로 발생되는 석탄가스(coal gas) 활용 기술 개발

화산지역 친환경 지열발전 시스템 pilot 플랜트 구축 및 실증

- 화산지역에서 지속가능한 고온형 지열발전이 가능하도록 지열자원 탐사 및 지열발전 타당성 정보화 평가, 친환경적 지열수 순환시스템 및 처리기술 개발 및 실증

공기단축형 사막지역 대규모 태양광 플랜트의 중동 현지 Test-bed 구축을 통한 실증

- 현지 공기단축을 위한 모듈화 공법 개발 및 고효율 대용량 전력변환장치 개발 및 실증
- 고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발 및 실증

나. 전략프로젝트관련 국내외 기술개발 동향

(1) 해외

[저급탄 고부가가치화 플랜트 분야]

지속적인 고유가 현상으로 저급탄을 고부가가치화 기술이 주목받고 있음

에너지 효율이 높은 고급탄은 수급불안 등으로 확보가 어려운 상황에서 갈탄 및 아역청탄을 포함하는 저등급 석탄의 발열량 향상 기술이 개발중임

※ 갈탄 및 아역청탄을 포함하는 저등급 석탄(LRC, Low Rank Coal)의 경우 가채년수가 300년으로 140년인 유연탄에 비해 매우 높음

저급탄은 수분함량이 높고 발열량이 낮다는 단점이 있어 이를 보완하는 기술이 주목받고 있음

- 저등급 석탄은 30~60%의 고수분, 2,500~5,000kcal/kg의 저발열량 및 높은 산소함량으로 자연발화 특성을 가지고 있음

- 발전소에서 설계탄(Design coal) 및 저급탄의 혼소 기술을 적용하는 경우 발전출력 저하 및 환경/설비 부하가 증가됨

국외에서는 높은 설비투자비 등 경제적 문제와 자연발화등의 기술적인 문제로 저급탄의 고부가가치화 기술 실용화에 어려움이 있음

미국 Western SynCoal LLC에서는 저급탄 단순건조 방식으로 SynCoal 생산 실증플랜트를 운영하였으나 자연발화 및 제진기술의 문제로 상용화에 실패함

일본 JGC그룹은 Hot Water Treating(HWT) 공법을 개발하였으나 설비투자비가 높아 상용화가 지연되고 있음

1993년부터 인도네시아 에너지광물부와 일본의 JCOAL(Japan Coal Energy Center)은 UBC(Upgrading Brown Coal) 공정 개발을 추진함

- Kobe steel사에서 인도네시아 현지에 600톤/일급 상용시설을 완공하여 2008년부터 가동하였으나, 2012년부터 유가 상승으로 인한 경제성 결여로 가동을 중단한 상태임

[지열발전 플랜트 분야]

최근 유럽을 중심으로 비 화산지역 발전이 가능한 심부지열발전(EGS) 개발이 진행되고 있음

심부지열발전은 프랑스, 독일 및 스위스 등 유럽국가를 중심으로 기술개발이 진행되고 있음

지열 에너지 자원 개발 기술에는 고온 암체 발전 기술의 가능성이 가장 높은 것으로 평가됨

고온 암체 발전 기술은 지하에 존재하는 고온의 암반까지 굴착하고 물을 주입하여 수증기를 발생시켜 전기를 얻는 방식임

미국은 '70년대초부터 고온 암체 발전 기술의 개발에 착수하여 상당한 기술을 축적한 것으로 알려져 있고, 전형적인 화산 국가인 일본도 NEDO를 중심으로 고온 암체 발전 기술을 개발중임

고온 암체 발전과 비슷한 개념인 화산 발전은 마그마의 열을 이용하는 기술임

미국은 '70년대 중반부터 Sandia Lab.이 중심이 되어 기초 연구를 수행하고 있으며, 일본도 'Sun-Shine 계획'의 일부로 개발 연구를 추진하고 있음

화산지역 지열발전 국가에서는 지열수 고갈, 지열수 내 독성물질 처리 등 친환경적 건설기술이 필요함

신재생에너지로 주목받고 있는 지열발전 설비용량은 2050년 현재의 약 20배에 달할 것으로 예측되며, 화산지역 지열발전 국가의 비중이 높음

화산지역 장기 지열발전에 따른 지열수 고갈, 사용 후 지열수의 환경 위해성 증대 등으로 인한 환경 친화적 지열수 순환 시스템 확보 및 지열 발전 방식 건설요구가 증대되고 있음

화산지역의 지열발전에 대한 환경 문제의 접근이 엄격해지고 있는 실정으로 지열수의 무분별한 취수로 인한 고갈과 수자원 환경 피해, 지반 침하 등의 문제가 미국, 뉴질랜드, 인도네시아 및 필리핀 등에서 보고되고 있음

화산지역 지열발전의 친환경적 건설기술 분야는 국내외적으로 시작단계임

[태양광 발전 플랜트 분야]

국외 태양광 관련 기업들은 저가/고효율 태양전지 연구개발에 집중하고 있음

미국의 대표적인 태양광 업체인 First Solar사는 저비용 태양전지(모듈)을 위한 연구를 진행중임

- 저비용 모듈개발을 통해 '10년 모듈 Cost $0.76/W를 달성함
- 원가 경쟁력이 상용 태양전지 중 가장 뛰어남 (결정질 태양전지 : $1.7/W, 비결정질 태양전지 : $1.3/W)

일본 Sharp사는 태양전지 시장지배력 강화를 위한 소재개발을 위한 연구에 집중하고 있음

중국 Suntech사는 저비용 태양전지 개발에 집중하고 있음

사막용 태양광 발전에 대한 관심이 높아짐에 따라 고온 사막환경에 대응가능한 기술개발이 요구되고 있음

MENA(Middle East & North Africa) 지역은 전 세계 신재생에너지의 45%를 차지하고, 태양광 제품시장은 연간 30~40%씩 성장하고 있음

보편화된 태양광발전 시스템의 중동 사막지역 적용시 온도, 내열, 분진, 일조량 등의 환경적인 요소에 의해 발전 효율이 저하되거나 전력손실을 겪고 있는 실정임

사막 환경의 온도에 적합한 시스템 방열구조 설계 기준 및 미세 분진에 대한 대응 설계 기준, 특정온도 이상에서 발전량을 제어기술 등의 기술개발이 필요함

중동지역 특성상 엔지니어들의 높은 인건비 등으로 현지에서의 시공기간 단축이 비용단축의 중요한 요소로 부각되고 있음

중국, 일본, 유럽 등 해외 업체들과의 가격경쟁력을 확보하기 위해 현재 $3.6/Wp 수준인 시스템 설치 단가를 국제적으로 경쟁력 있는 목표인 $2.2/Wp 수준까지 낮출 수 있는 단위 플랜트 건설기술 개발이 필요

시공시간 단축을 위해 태양광 모듈의 집합체인 Array Unit 모듈 개발이 필요

사막용 태양광 플랜트 시장은 아직 태동기로 주로 단편적인 요소기술들이 개발되고 있음

독일, 일본, 오스트리아, 중국 등은 주로 고온용 태양광 모듈 개발을 진행중임

(2) 국내

[저급탄 고부가가치화 플랜트 분야]

저급 갈탄의 고부가가치화를 위해 “초 청정 석탄 제조기술 개발”, “UBC (Upgrading Brown Coal) 공정 개발 “ 및 ” 급속 열분해에 의한 저급탄 건조 기술 개발 “ 등의 연구를 추진한 바 있음

한국지질자원연구원에서 미국 CarbonXT에서 수행하고 있는 Cenfuel 제조 기술과 같이 불산을 포함한 superacid로 회분 제거 연구를 수행한 바 있음

2012년 한국에너지기술연구원 자체 연구개발사업으로 “저급탄의 열분해에 의한 친환경 연료생산 및 고부가가치화 기술개발” 을 추진중임

한국에너지기술연구원은 하이브리드 석탄 제조를 위한 액체 바이오매스의 석탄 기공으로의 함침 기술(Pore filling)과 관련된 핵심 원천기술을 확보함

- 석탄/액상 바이오매스 혼합에 의한 하이브리드 석탄 제조공정과 열분해 공정은 세계 최초 기술임

석탄 분쇄공정, 건조/탄화를 위한 간접식 로터리 킬른설비, 발전설비 및 통합 엔지니어링 기술분야는 높은 기술수준을 보유함

2012년 산업통상자원부 에너지자원기술개발사업의 일환으로 “미분탄 화력발전 효율개선 및 이산화탄소 감축을 위한 바이오매스/저급탄 하이브리드 연료(HCK) 제조 공정 개발” 연구를 수행하고 있음

기존 사업은 1t/d규모의 공정개발로 요소기술 개발에 초점이 맞추어져 있으며, 상용화를 위한 20t/d이상 현지 Test-Bed구축이 필요한 상황임

[지열발전 플랜트 분야]

국내 지열발전은 화산지역이 아닌 비 화산지역에 초점이 맞추어져 있는 EGS(심부지열발전)으로 한국지질자원연구원에서 2003년 본격적으로 시작됨

경상북도 포항시 흥해읍에서 지하 2km 심도에서 75℃ 온도의 지열수를 개발하여 지역난방 및 시설영농, 양어 등에 활용을 목적으로 하는 연구가 시작됨

1.5km 심도 시험 시추공에서 온도 51℃, 하루 560톤의 지열수 개발에 성공하였고, 2,000 m 심도에서 91℃의 지온을 확인한 바 있음

에너지기술평가원이 전담하는 “MW급 지열발전 상용화 기술개발” 연구가 진행중임

‘MW,급 지열발전 상용화 기술 개발’ 개발 사업은 국내에서 EGS 방식의 지열발전 방식 실현을 위한 연구 개발 사업임

지열 발전 후보 부지의 탐사 및 평가 기술의 경우, 국내 기술 수준은 대규모 토목 구조물의 설계 및 시공, 광물 자원 탐사 등에서 세계적 수준의 우수한 탐사, 시험 능력을 보유하고 있음

지열수 생산 및 순환 시스템 기술의 경우, 가장 기본적인 기술인 대심도 시추 기술이 개발되었음

장비 개발 기술, 방향제어 시추 기술, 지열 저류층 활성화 기술 등은 국내 기술 수준이 낮은 상태이나, 기존 정부 지원 과제에서 개발 중임

국내에서는 3km 내외의 화산지역 열수형 지열 발전을 위한 시추 기술은 기 확보된 상태임

화산 지역에서 특수한 고농도 지열 수 조건과 유독 가스 발생 등과 같은 환경에서의 시추 중 조사 및 모니터링 기술과 180℃ 이상 250℃ 조건을 만족하는 고온형 공벽 안정화 기술이 추가 확보되어야 함

[태양광 발전 플랜트 분야]

국내 태양전지 산업은 후발주자로 기술 및 가격경쟁력에서 어려움을 겪고 있음

경정질 실리콘 태양에너지를 중심으로 연구가 진행되고 있으나 글로벌 경쟁력은 약한 편임

연구개발을 통해 박막 태양전지 중 실리콘 박막 태양전지가 일부 상용화 됨

실리콘 태양광 분야는 세계최고수준의 88%까지 기술격차가 좁혀졌으나 박막 형 태양광은 61%로 낮은 수준임

국내에서는 태양전지 셀, 태양광 모듈 및 원부자재, 축전지 등의 연구가 진행중으로 주로 요소기술 개발에 초점이 맞추어져 있음

현대중공업, LG전자 등은 태양광 사업 Supply Chain의 수직계열화, OCI, 신성홀딩스, 웅진홀딩스 등은 폴리실리콘 및 잉곳/웨이퍼 연구에 집중하고 있음

국내에서는 사막용 태양광 플랜트와 관련한 연구개발이 진행되지 않고 있음

대규모 태양광 플랜트 공기단축을 위한 Array Unit 모듈, 사막지역 혹한환경 대응 전력변환장치 및 유지관리 시스템은 국내에서 개발된 적이 없음

2.1 [아시아]바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술

2.1.1 개 요

가. 핵심과제 정의

저급탄 저온 열분해를 통한 고열량 하이브리드 석탄생산 플랜트 실증 건설 기술 개발

국내 보유 원천기술(pore-filling method) 활용, 액체 바이오매스(사탕수수, 당밀 및 글리세롤) 기반의 하이브리드 석탄 제조를 통한 저급탄의 고열량 발전용 연료(5,500kcal/kg 이상) 생산 기술 실증

바이오매스 적용에 따른 온실가스(CO_2 등) 배출량 저감 및 RPS(Renewable Portfolio Standard) 적용을 통한 이산화탄소배출권 확보

수요처별(발전, 시멘트, 제철 등) 최적 바이오매스 선정 및 최적 공정 조건 개발

고수분 저급탄을 대체하는 고열량의 하이브리드 석탄 사용으로 발전효율 증가에 의한 CO_2 감축, 발전설비 수명 연장 방안 제시

저급탄 고온 열분해를 통한 고부가가치화(친환경 무연연료/성형 코크스/활성탄) 플랜트 및 동일 공정에서 부가적으로 발생되는 석탄가스(coal gas) 활용 기술 개발

국내 보유 원천기술 활용, 열분해를 통해 생산되는 촤(char)를 활용한 무연연료(smoke-free fuel), 성형 코크스(pelletized cokes), 활성탄(activated carbon) 생산

저급탄 열분해(Pyrolysis) 공정에서 발생되는 석탄가스(Coal gas) 활용 기술 실증

- 석탄가스 중에 포함되어 있는 고 부가가치의 석탄 타르(coal tar) 정제/회수 및 합성가스 전환 기술 실증
- 석탄가스(Coal gas)를 이용한 DME(Dimethylether) 생산 및 석탄가스 발전 실증
- 인도네시아와 같이 섬이 많은 국가 및 오지를 대상으로 기존 석탄 화력발전 대비 컴팩트한 분산형 발전용 석탄가스 발전으로 활용 가능성 평가



[그림 Ⅱ- 18] 저급탄 이용 친환경적 연료생산 및 고부가가치화 공정의 흐름도

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

중분류	소분류	개발대상 기술
석탄 전처리부 건설기술	석탄 분쇄공정 설계 및 시공기술	-
	저급탄 투입장치 및 막힘 방지기술	-
	기류 수송 방식에 의한 저급탄 정량 공급 기술	O
	저급탄(수분함량 30wt.% 이상) 건조 기술	-
하이브리드 석탄 제조용 저온 탄화 및 열분해부 건설기술	석탄/액상 바이오매스 혼합 및 함침 공정 설계 및 시공기술	O
	하이브리드 석탄 제조용 간접식 로터리 킬른 공정 설계 및 시공기술	O
	고온 열분해용 간접식 로터리 킬른 설계 및 시공기술	O
석탄가스 정제 및 석탄타르 분리/전환 기술	미연 탄소분 제거를 위한 cyclone 설계 기술	-
	습식 석탄가스 정제시스템 개발 기술	-
	분리막형 타르 개질공정 설계 및 시공기술	O
석탄가스 발전부 건설기술	증기터빈 설계 및 시공기술	-
	전력연계장치(변·배전설비 등) 구축기술	-
저급탄 고부가가치화 플랜트 건설기술	무연연료, 코크스, 활성탄 생산공정 시공기술	-
	DME 생산 공정과의 연계기술	한국가스공사의 DME 공정과의 연계
통합 엔지니어링 및 공정 격상기술	운전제어 시스템 구축 및 공정 최적화 기술	-
	단위공정 BOP(유틸리티 포함) 및 공정 연계기술	-
	통합공정 격상 상세 설계기술	-

상세기획 참여자

소속기관분류	성명	기관명	직위
산	정석우	고등기술연구원	수석연구원
	박진희	동원엔지니어링	대표이사
	이명국	(주)메탈켓코리아	대표이사
	나종환	동명엔지니어링	본부장
학	전충환	부산대학교	부교수
연	최영찬	한국에너지기술연구원	책임연구원

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

우리나라는 에너지 자원의 97%를 수입하는 세계 10위의 에너지 다소비 국가로 안정적인 에너지자원 공급원 확보가 필수적임

국내 순수 R&D에 의해 개발된 기술의 해외 기술이전 및 설비 구축을 통해 국내 발전용 연료의 1/3을 차지하는 저급탄의 안정적 확보가 가능함

정부의 "신재생 에너지 의무할당제"에 국내 발전사들은 특별한 대책이 없는 실정임

- 정부의 RPS 적용기준은 각 발전사에서의 신재생에너지 사용을 2030년 까지 20% 달성을 목표로 하고 있어 각 발전사의 경우 특별한 대책을 마련하지 못하고 해외에서 우드펠렛 확보를 위한 각축전이 벌어지고 있는 실정임

동 사업을 통해 개발되는 기술은 풍부한 자원을 보유하고 있는 타 중앙아시아 국가에 적용 가능함

최근 몽골, 카자흐스탄, 키르키즈스탄 등의 중앙아시아 지역에서는 저급탄의 가정용 연료 사용으로 인한 심각한 대기오염을 격고 있는 상황임

2011년 3월 한-몽골 정부간 "청정석탄 이용기술 및 자원협력"에 관한 MOU를 체결한 바 있음

- 한-몽골 정부간 MOU가 원활하게 이루어지는 경우, 몽골 정부의 최우선 정책 과제인 수도 울란바토르 대기오염 저감 사업을 위한 국내 기업의 몽골 진출 교두보를 확보할 수 있으며 석탄 청정이용 기술의 이전을 통한 정부의 전략적 자원외교 수행이 가능할 것으로 평가됨



[그림 Ⅱ-19] 2011년 3월 한-몽골 정부간 "청정석탄 이용기술 및 자원협력"에 관한 MOU 체결

국내로 석탄 수출량이 가장 많은 인도네시아는 2014년 이후 저급탄의 직접 수출을 금지하는 방안을 모색하고 있음

인도네시아 정부 및 민간기업에서는 동 연구를 통해 개발하고자 하는 저급탄 이용 친환경적 연료생산 및 고부가가치화 공정의 인도네시아 현지 Test-Bed 설비 구축에 의한 실증을 지속적으로 요구하고 있음

인도네시아 및 관련 국가 현지에서 해당 설비 구축 후 안정적인 운전을 위하여 해당국의 전문 인력양성 사업 등의 추진, 석탄 및 기타 자원의 공동개발 등 국제협력 사업을 위한 촉매 역할을 기대할 수 있을 것으로 판단됨

동 사업을 통한 Test-bed 실증이 이루어질 경우 전략적 자원외교 추진이 가능함

인도네시아 현지에 Test-Bed 설비 구축을 통해 국가기관인 SUCOFINDO 및 민간기업인 MEDCO 등 막대한 양의 탄광을 보유하고 있는 기관과의 협력체계 구축이 가능함

국내 R&D를 통해 개발된 기술 관련 설비 수출, 국내 발전사 공급용 저급탄 확보 및 기타 해외 자원확보 및 개발과정에 우선 참여할 수 있는 전략적 자원외교 추진이 가능함

건조/탈휘발/하이브리드석탄 생산/친환경 무연연료 생산/석탄가스 생산 설비에 대한 compact 플랜트 설계 기술 및 운전 노하우 확보를 통해 세계 시장에서의 저급탄 전처리 및 고부가가치화 기술 관련 경쟁력 확보 및 핵심설비 수출역량 제고가 가능할 것으로 판단됨

Compact형 데모플랜트 운전 노하우 확보를 통해 인니, 몽골, 중앙아시아, 러시아, 르완다 등 저급탄(저열량, 고수분, 고휘발분) 매장량이 많은 국가들의 저급탄 개발계획 및 발전/청정연료 생산 계획에 주도적으로 참여할 수 있는 기회 창출이 가능할 것으로 판단됨

(2) 기술적 필요성

지속적인 고유가 현상으로 인해 대체자원으로 석탄이 주목받고 있으나 고급탄은 수급 불안 및 가격상승으로 사용의 어려움을 안고 있음

미국 DOE는 2030년 유가전망에서 최고 200$/bbl로서 지속적인 고유가로 인해 세계 경제에 큰 파급효과를 예상하고 있음

고급탄 보유국의 석탄 수출 감소 정책 및 가격상승 등은 국내 경제성장과 에너지안보에 지대한 영향을 끼치고 있음

전 세계적으로 매장량이 풍부하고 넓게 분포되어 있는 저급탄을 개발하려는 수요가 증가하고 있으며 기술 개발 니즈가 큼

갈탄 및 아역청탄을 포함하는 저등급 석탄(LRC, Low Rank Coal)의 경우 가채년수가 300년으로 140년인 유연탄에 비해 매우 높으며, 발전용 외에는 큰 수요가 없는 상태로서 석탄 확보의 용이성이 있고, 저가라는 장점을 가지고 있음

저급탄은 수분함량이 높고 발열량이 낮다는 단점이 있어 이를 보완하는 기술개발이 필요함

저등급 석탄은 30~60%의 고수분, 2,500~5,000kcal/kg의 저발열량 및 높은 산소함량으로 자연발화 특성을 가지고 있음

국내 발전소에서 설계탄(Design coal) 및 저급탄의 혼소 기술을 적용하는 경우 발전출력 저하 및 환경/설비 부하가 증가됨

동 사업을 통해 개발한 기술의 해외 기술이전을 통해 국내 중소기업 활성화에 기여할 것으로 판단됨

동 사업을 통해 실증하고자 하는 핵심기술은 로터리킬른(Rotary kiln) 제조 기술, 석탄 분쇄기술, 성형연료 제조 기술, 석탄가스 정제 기술, 석탄타르 분리기술 등의 다양한 기술을 포함하고 있으며, 다수의 국내 기업이 각 기술에 대한 핵심 특허 및 노하우를 보유하고 있음

국내 개발 기술의 해외 기술 이전을 통해 국내 중소기업 활성화에 크게 기여할 것으로 판단됨

Test-bed 구축을 통한 실증이 성공적으로 끝날 시 관련 후속 연구들의 연구가 활발해 질것으로 판단됨

저급탄의 고발열량 연료 생산을 위한 하이브리드 석탄 제조 공정 개발을 통한 액체 바이오매스(사탕수수, 당밀 및 글리세롤 등) 활용으로 이산화탄소배출권(CDM) 및 RPS(신재생에너지의무사용) 인증 관련 기술 개발에 대한 수요가 증가할 것으로 판단됨

저급탄의 열분해 공정에서 발생되는 촤(char)를 이용한 무연연료 생산을 위한 다양한 종류의 유기 및 무기 바인더 관련 기술개발 및 특수 목적용 활성탄 제조 기술 개발에 대한 수요가 확대될 것으로 판단됨

저급탄의 열분해 공정에서 발생되는 석탄가스(coal gas)의 정제, 석탄가스 중의 석탄타르 정제 및 분리, 정제된 석탄가스를 원료로 하는 DME 생산 기술, 석탄타르를 이용한 음극재 원료 생산, carbon black 생산 및 다양한 chemicals 생산 공정에 대한 기술 개발 수요가 급증할 것으로 판단됨

동 사업을 통해 2세대, 3세대 당 추출 기술을 이용한 바이오디젤 생산공정 기술 개발 투자 유도가 가능함

저급탄을 이용한 하이브리드 석탄 생산을 위해 사용되는 사탕수수 및 당밀의 경우 식량 논제에서 자유롭지 못함

동 기술의 실증을 통해 하이브리드 석탄의 RPS 적용에 따른 성공적인 시장 진입이 가능한 경우 식량 논쟁에서 자유로운 제 2 세대 당 추출 기술인 목질계 바이오매스로부터의 당 추출 기술 및 제 3 세대 당 추출 기술인 algae를 이용한 바이오디젤 생산 공정에서 발생되는 당 추출 기술 개발에 적극적인 투자를 유도할 수 있을 것으로 판단됨

(3) 기술개발 시급성

저급탄의 고부가가치화 기술 개발의 경쟁사는 호주의 화이트에너지, 일본의 구리모토 등이 있으나, 이들의 핵심기술은 고수분탄의 건조기술에 집중됨

일본 Kobe steel의 UBC(Upgrading Brown Coal), JGC 그룹의 HWT(Hot Water Treatment) 등의 공정 개발이 추진된 바 있으나, 경제성과 기술적인 문제 등으로 개발이 중단된 상태임

일본 J-Coal 및 인도네시아 SUCOFINDO에서는 막대한 정부지원을 바탕으로 한국에너지기술연구원이 보유하고 있는 원천특허를 피하기 위한 방법으로 바이오매스의 다양화 및 제조공정비 절감을 주요 목표로 연구개발에 박차를 가하고 있는 상황임

저열량탄의 고열량화 원천기술의 데모 플랜트(Test-Bed) 건설 및 운전노하우 확보가 시급하나 자본력 부족 및 대기업의 초기투자 회피로 대모운전 및 상업운전 단계로 진입하지 못하고 있는 상황임

저급탄의 열분해를 통해 촤(char), 석탄가스(coal gas) 생산 및 발전, 액체 바이오매스를 활용한 저열량탄의 고열량화 원천기술을 2012년 한국에너지기술연구원을 중심으로 확보함

해당 기술들은 고급탄(고열량탄) 고갈로 인한 저급탄의 고열량화 및 저급탄 활용 청정연료 생산 등의 미래 에너지시장을 주도할 수 있을 것으로 기대되고 있음

저급탄의 액체 바이오매스 활용 고열량화를 통한 CO_2 배출량 감소, RPS 및 탄소배출권 거래제도의 대응책 마련 등 친환경적 청정 석탄이용기술 관련 미래에너지 시장 선점 가능

저열량탄 사용의 증가는 온실가스(CO_2) 배출량 증가, 잦은 발전설비 고장 및 발전효율 저하를 초래하고 있으며 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 저급탄의 고열량화 기술개발은 CO_2 배출량 저감 및 발전효율 제고를 위해서도 시급히 추진되어야 하는 기술임

동 사업에서 개발하고자 하는 기술은 기존 공정과 달리 저온, 상압하에서 액체 바이오매스를 활용하여 RPS 적용 등 온실가스 배출 억제 등의 부가효과도 기대할 수 있는 기술임

인도네시아 정부에서는 한국측 컨소시엄이 인도네시아 현지에 하이브리드 석탄(HCK) 공정에 대한 데모 플랜트(Test-Bed) 건설 및 운전을 요구하고 있음

데모 플랜트(Test-Bed) 건설 및 운전노하우 확보 시 몽골 등 중앙아시아 지역 진출 가능성이 높아짐

2013년 2월 국내의 핵심기술 보유 업체간의 컨소시엄을 구성하여 몽골정부에 20만톤/년 규모의 무연연료 생산 사업제안서를 제출하고 사업 추진을 협의하고 있으나, 몽골 정부에서 지속적으로 데모 플랜트(Test-Bed) 건설 및 운전과 관련된 자료를 요청하고 있는 상황임

동 사업을 통해 청정 무연연료/활성탄 원료 생산과 관련된 데모 플랜트(Test-Bed) 건설 및 실증이 완료되는 경우 저급탄 사용에 의한 대기오염으로 심각한 사회문제를 겪고 있는 몽골 뿐만 아니라 키르키즈스탄, 카자흐스탄 등과 같은 자원부국의 중앙아시아 지역의 국내 기술 수출 및 전략적인 자원외교 수행이 가능할 것으로 판단됨

현재, 저급탄 탈휘발에 의한 무연연료 및 석탄가스 생산 공정과 관련하여 2015~2017년 내에 실행될 다양한 사업이 추진 중임

몽골 정부와의 석탄가스 발전 사업 구축, 20만톤/년 규모의 무연연료 생산 설비 구축사업, 석탄가스 이용 DME 생산 공정 구축 사업 등이 추진되고 있음

인도네시아 정부와는 석탄가스 이용 DME 생산 공정 구축 사업, 저급탄 촤(char)를 이용한 활성탄 생산 공정 구축 사업 등을 추진하고 있음

상기 프로젝트들은 2015~2017년 내 실행될 가능성이 매우 큰 사업들이며, 사업 성공시 미래 에너지 시장의 선점을 통한 막대한 기술료 및 해외 건설 사업에 따른 이익을 창출할 수 있을 것으로 판단됨

동 사업의 추진을 위한 국내 연구인력 및 인프라를 충분히 보유하고 있음

저급탄 이용 친환경적 연료생산 및 고부가가치화 공정의 해외 사업화를 위한 흐름도 및 참여기관은 저급탄 열분해 공정과 관련한 핵심 요소기술 보유 중소기업 및 각 기술의 통합을 위한 EPC(Engineering, Procurement & Construction) 업체를 포함하고 있음

핵심기술 보유기업간의 협력을 통해 2013년 2월 몽골 정부에 제출된 20만톤/년 규모 무연연료 제조 설비에 대한 기초설계를 완료한 바 있으며, 향후 하이브리드 석탄 제조 공정, 석탄가스 발전 및 DME 연계를 위한 각 기관의 적극적인 협조가 가능함



[그림 Ⅱ-20] 저급탄 고부가가치화 기술의 해외 사업화를 위한 흐름도

(4) 국고지원 적합성

동 사업은 저급탄의 안정적 확보를 위한 미래선점 기술로서 중소업체 단독 추진이 어려움

석탄 소비 대국인 우리나라는 고급탄을 보유하고 있는 나라들의 석탄 수출 감소 정책, 최근의 석탄가격 상승 및 수급 불안으로 국가 경제성장과 에너지안보에 지대한 영향을 끼치고 있음

세계 각국은 저급탄을 고급화 또는 청정연료로 전환하여 안정적인 에너지자원 확보를 위해 적극적인 노력을 기울이고 있는 실정임

동 사업은 국내에서의 사업추진이 곤란하며, 아울러 각 석탄 매장 국가에서는 미래 에너지 자원 보호 및 확보로 중소업체 단독 추진이 어려운 상황임

동 사업은 발전소 효율 개선을 통한 CO_2 저감이 가능하여 공공성이 매우 우수하며 정부의 적극 지원시 사업화가 조기에 이루어질 수 있어 향후 막대한 기술료 수입이 가능할 것으로 판단됨

기 확보된 기술의 개선 및 Test-Bed 구축을 통해 상업규모로 확대 필요

기 확보된 저급탄을 이용한 하이브리드 석탄 제조 기술, 무연연료 제조 및 석탄가스 발전 및 DME 공정과의 연계시스템 구축을 위한 데모플랜트(Test-Bed) 규모 설비 설계, 건설 및 실증 필요 기술의 상업 규모로의 확대, 공정의 안정성 및 효율성을 개선시킬 수 있을 것으로 판단됨

관련 기술간의 융합 및 상호발전이 가능함

액체 바이오매스 대량 생산기술 및 저급탄 기공에 액체 바이오매스 함침 기술

CO_2 배출량 저감 및 RPS 대응 기술

저급탄 열분해를 위한 로타리킬른의 직/간접 통합기술 및 로터리 킬른 설계 및 운전기술

유기/무기 바인더에 따른 성형강도/열강도 조절 기술

공정상 발생하는 석탄분진 포집 및 재활용 기술

석탄가스 발전 및 DME 연계기술 : 생산된 석탄가스의 활용을 위한 분리 및 정제 기술

친환경 청정연료 생산으로 온실가스 및 대기오염 개선효과가 있음

동 사업의 생산품 중 액체 바이오매스를 이용한 하이브리드 석탄은 저급탄 사용대비 CO_2 배출량을 약 30%, 무연연료는 원탄사용 대비 약 80% 수준의 대기오염 개선효과가 예상됨

- 석탄 사용으로부터 발생되는 온실가스 및 대기오염을 근본적으로 개선할 수 있어 직/간접적인 사회/경제적 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대됨

동 사업을 통해 저급탄 사용에 의한 대기오염으로 심각한 사회문제를 겪고 있는 몽골, 키르키즈스탄, 카자흐스탄 등과 같은 자원부국의 중앙아시아 지역의 국내 기술 수출 및 전략적인 자원외교 수행이 가능할 것으로 판단됨

미래 에너지 자원 확보로 저급탄 시장선점 및 안정적 에너지원 공급이 가능함

단기적으로 석유 및 원자력에너지를 석탄이 대체할 것으로 전망되고 있으며, 특히 수급이 원활하고 가격이 저렴한 저급탄에 대한 수요가 급증하고 있음

선진국에서는 저급탄의 적극적인 활용을 위하여 저급탄 전처리 기술 개발에 많은 연구비를 투입하고 있는 실정임

동 기술에서 실증하고자 하는 저급탄 전처리 기술은 기술 선도형 기술로서 실증이 성공적으로 완료되는 경우 향후 막대한 기술료 수입과 저급탄 시장의 선점 효과를 동시에 기대할 수 있음

다. 기술개발 목표

저급탄 활용 친환경/고부가가치화 연료생산 Pilot Plant 구축을 통한 연료생산 기술 실증

액상 바이오매스 석탄기공 함침량 : 석탄의 15wt.%

무연연료 발열량 : 5,000 kcal/kg 이상

데모 플랜트 규모 저급탄 이용 고열량 하이브리드 석탄 생산 플랜트 개발

저급탄의 고부가가치화(친환경 무연연료/성형코크스/활성탄) 플랜트 개발

저급탄 이용 모듈화 석탄가스(Coal gas) 생산 플랜트 및 DME 생산 공정과의 연계 기술개발

인도네시아, 몽골 등에 국내 개발 기술의 기술이전을 통한 해외 광산 및 국가 에너지 안보 확보를 위한 전략적 자원 외교 추진 방안 제시

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의	구성기술
저급탄/바이오매스하이브리드 석탄 제조 공정 설계·시공기술개발	- 하이브리드 석탄은 저급탄과 액상 바이오매스(사탕수수, 당밀 및 글리세롤 등)를 혼합하여 상압, 250℃ 이하의 운전조건에서 단순히 저온탄화 처리함으로서 단일연료의 연소특성을 갖는 Two-in-One fuel을 제조하는 공정	▪ 액상 바이오매스 분무기술 ▪ 석탄 기공 내 액상 바이오매스 함침 공정 설계 및 시공기술
저급탄 고부가가치화를 위한 고효율 간접식 열분해 공정 설계·시공기술개발	- 간접식 열분해 공정의 온도를 500~800℃로 유지하여 석탄속에 포함되어 있는 휘발분을 제거한 후 생성되는 촤(char)를 이용하여 무연연료(smoke-free fuel), 활성탄(activated carbon) 및 성형 코크스(pelletized coke)를 제조하는 기술 - 석탄 탈휘발 과정에서 발생되는 가연성가스인 발열량 3,000~4,500kcal/Nm^3 정도의 석탄가스(coal gas) 분리기술	▪ 간접식 로터리 킬른 열분해 공정 설계/제작 및 시운전 기술 ▪ 고수분 저급탄 (수분함량 30% 이상) 정량 공급 기술 ▪ 석탄타르(coal tar) 분리 및 개질(reforming) 공정 설계 및 시공기술

마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

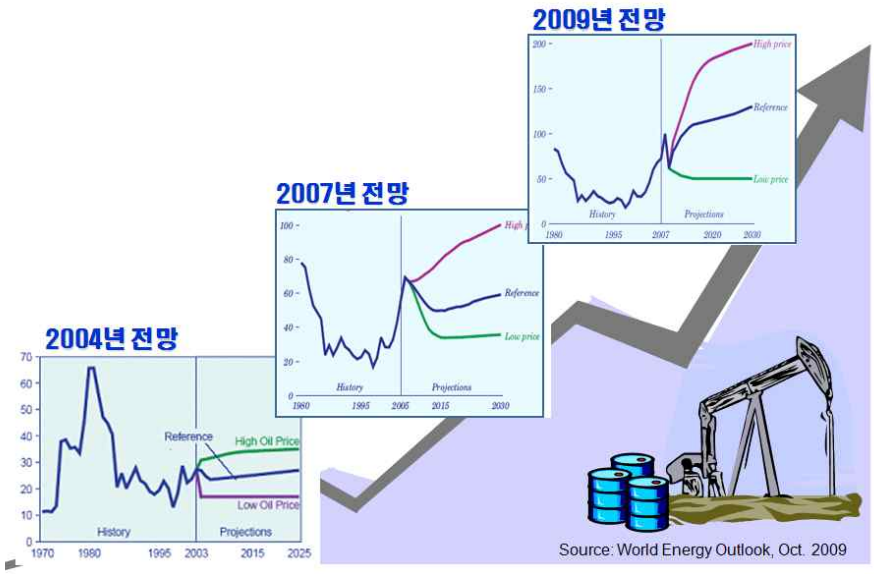
중분류	소분류	구성기술
석탄 전처리부 건설기술	석탄 분쇄공정 설계 및 시공기술	-
	저급탄 투입장치 및 막힘 방지기술	-
	기류 수송 방식에 의한 저급탄 정량 공급 기술	▪ 고수분 저급탄 (수분함량 30% 이상) 정량 공급 기술공급기술
	저급탄(수분함량 30wt.% 이상) 건조 기술	-
하이브리드 석탄 제조용 저온탄화 및 열분해부 건설기술	석탄/액상 바이오매스 혼합 및 함침 공정 설계 및 시공기술	▪ 액상 바이오매스 분무기술 ▪ 석탄 기공 내 액상 바이오매스 함침 공정 설계 및 시공기술
	하이브리드 석탄 제조용 간접식 로터리 킬른 공정 설계 및 시공기술	▪ 간접식 로터리 킬른 열분해 공정 설계/제작 및 시운전 기술
	고온 열분해용 간접식 로터리 킬른 설계 및 시공기술	
석탄가스 정제 및 석탄타르 분리/전환 기술	미연 탄소분 제거를 위한 cyclone 설계 기술	-
	습식 석탄가스 정제시스템 개발 기술	-
	분리막형 타르 개질공정 설계 및 시공기술	▪ 석탄타르(coal tar) 분리 및 개질(reforming) 공정 설계 및 시공기술
석탄가스 발전부 건설기술	증기터빈 설계 및 시공기술	-
	전력연계장치(변·배전설비 등) 구축기술	-
저급탄 고부가가치화 플랜트 건설기술	무연연료, 코크스, 활성탄 생산공정 시공기술	-
	DME 생산 공정과의 연계기술	-
통합 엔지니어링 및 공정 격상기술	운전제어 시스템 구축 및 공정 최적화 기술	-
	단위공정 BOP(유틸리티 포함) 및 공정 연계기술	-
	통합공정 격상 상세 설계기술	-

2.1.2 기술 및 시장동향

가. 시장동향

미국 DOE는 2030년 유가전망에서 최고 200$/bbl로서 지속적인 고유가로 인해 세계 경제에 큰 파급효과를 예상하고 있음

1970년대 이후 에너지전문가 및 지질학자들 사이에서 논의된 바 있는 Peak-oil theory에 의하면 이후 자원의 고갈과 인구증가, 경제문제 및 사회적인 복잡한 요인 등으로 석유생산은 급격히 감소할 것이며, 반대로 석유가격은 폭등할 것으로 전망하고 있음



[그림 Ⅱ-21] 미국 DOE의 2030년 유가전망

석탄은 석유를 대체할 유망한 에너지로 재조명 받고 있으나 자원으로서 가치가 있는 고급탄은 수급 불안 및 가격상승으로 확보가 어려움

우리나라는 일본, 중국에 이은 세계 3번째 석탄 수입 국가이며, 소비는 9위로서 발전용 석탄 수입 6,800만톤(2010), 제철용 석탄 2,200만톤(2010)으로서 석탄 소비 대국의 하나임

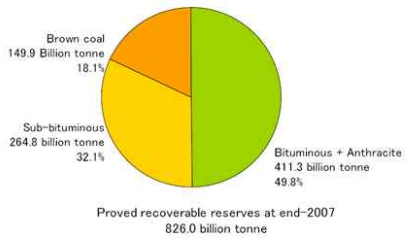
고급탄을 보유하고 있는 나라들의 석탄 수출 감소 정책, 최근의 석탄가격 상승 및 수급 불안은 에너지 원료의 상당부분을 수입하고 있는 우리나라의 경우 국가 경제성장과 에너지안보에 지대한 영향을 끼치고 있음

최근 고열량탄을 주로 수출하고 있는 호주의 기상 상황 악화, 중국의 석탄 수출 금지조치 등에 따른 수급 불안정 및 점차적인 고갈로 장기적이고 안정적인 수급이 불안한 실정임

최근 석유 대체를 위한 에너지원의 개발을 위해 전 세계적으로 매장량이 풍부하고 넓게 분포되어 있는 저급탄의 청정 석탄이용기술 개발에 대한 관심이 증가함

갈탄 및 아역청탄을 포함하는 저등급 석탄(LRC, Low Rank Coal)의 경우 가채년수가 300년으로 140년인 유연탄에 비해 매우 높으며, 발전용 외에는 큰 수요가 없는 상태로서 석탄 확보의 용이성이 있고, 저가라는 장점을 가지고 있음

저등급 석탄은 30~60%의 고수분, 2,500~5,000kcal/kg의 저발열량 및 높은 산소함량으로 자연발화 특성을 갖고 있는 것이 단점임



(million tonne)

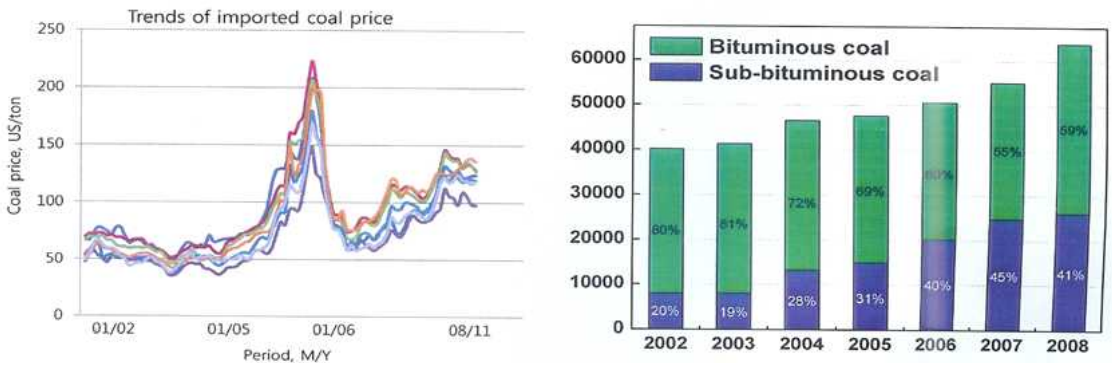
ERIA Member Countries	Bituminous + Anthracite	Sub-bituminous	Brown coal	Total
Brunei	n.a.	n.a.	n.a.	-
Cambodia	n.a.	n.a.	n.a.	-
Indonesia	1,721	1,809	798	4,328
Laos	n.a.	n.a.	n.a.	-
Malaysia	4	0	0	4
Myanmar	2	0	0	2
The Philippines	41	170	105	316
Singapore	n.a.	n.a.	n.a.	-
Thailand	0	0	1,354	1,354
Vietnam	150	0	0	150
China	62,200	33,700	18,600	114,500
Japan	355	0	0	355
South Korea	133	0	0	133
Australia	36,800	2,100	37,300	76,200
New Zealand	33	205	333	571
India	54,000	0	4,600	58,600
Total	155,439	37,984	63,090	256,513
World Total	411,321	264,818	149,862	826,001

[그림 Ⅱ-22] 석탄 종류별 가채매장량 현황

Source : WEC, "Survey of Energy Resources, Interim Update 2009"

국내 발전사의 석탄화력 발전소는 석탄가격의 지속적인 상승으로 인해 인도네시아의 저급 갈탄의 사용량이 크게 증가되고 있는 실정임

발전소에서 설계탄(Design coal) 및 저급탄의 혼소 기술을 적용하는 경우 발전출력 저하 및 환경/설비 부하가 증가되며, 혼소에 따른 잦은 고장으로 특히 여름철 전력수요의 폭발적인 증가로 인한 전력예비율 감소에 대한 우려가 증가하고 있음



[그림 Ⅱ-23] 석탄가격의 변동 및 우리나라 발전사의 저급탄 수입 추이

국내에서는 신재생에너지 보급 촉진 및 CO_2 저감을 위하여 2012년부터 신재생 에너지 의무할당제(RPS, Renewable Portfolio Standard)를 시행하고 있음

장기적으로 신재생에너지 보급 확대로 화석연료의 수입비용이 감소하고 CO_2 절감에 따른 추가적인 편익을 기대하고 있는 상황임

정부의 RPS 적용기준은 각 발전사에서의 신재생에너지 사용을 2012년 발전출력의 3%, 2030년 까지 20% 달성을 목표로 하고 있음

각 발전사의 경우 특별한 대책을 마련하지 못하고 해외에서 우드펠렛 확보를 위한 각축전이 벌어지고 있는 실정임

- 2030년까지 현재의 기술 수준으로는 목표 달성이 어려운 것으로 전문가들은 예상하고 있어 특별한 대책 마련이 시급한 실정임

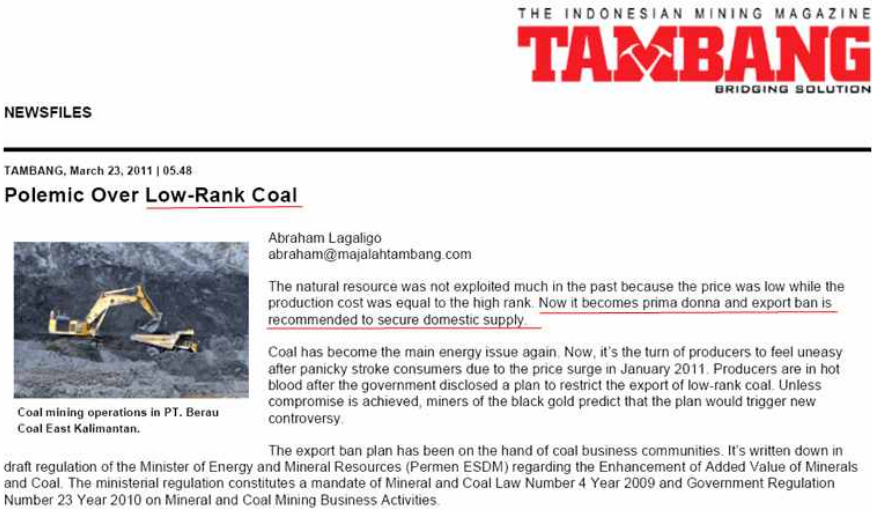
최근 인도네시아 ESDM(에너지 광물자원부)가 2014년부터 저급탄 수출을 법적으로 제한하기 위한 정책을 추진중임

인도네시아로부터의 저급탄 수입이 점차 증가(전체 연료탄의 50%에 육박)하고 있는 상황이나, 인도네시아의 저급탄 직수출 금지 법안 발효(2013년 발효 예정이었으나 1년 유예하여 2014년 발효 계획)에 따라 상대적으로 저렴한 저급탄 수급에도 어려움이 예상됨

15,000여개에 달하는 섬으로 구성되어 있어 소규모 분산형 발전설비에 대한 수요가 급증하고 있어 동 연구를 통해 실증하고자 하는 기술에 대한 상업화 플랜트 건설/운전 의지가 매우 높은 국가임

- 인도네시아는 IUP(Coal Mining Business License) 및 IUPK (Special Mining Business License) 광업권 보유회사들에게 저급탄의 upgrading 기술을 도입하는 정책을 추진하고 있음

한해 7,000만톤에 달하는 발전용 석탄을 수입하고 있는 우리나라의 경우 원활한 석탄 수급, 발전효율 향상 및 CO_2 발생 저감을 위해 다양한 저급탄 활용기술 개발을 통한 원천기술 확보가 필요함



THE INDONESIAN MINING MAGAZINE
TAMBANG
BRIDGING SOLUTION

NEWSFILES

TAMBANG, March 23, 2011 | 05.48

Polemic Over Low-Rank Coal

Abraham Lagaligo
abraham@majalahtambang.com

The natural resource was not exploited much in the past because the price was low while the production cost was equal to the high rank. Now it becomes prima donna and export ban is recommended to secure domestic supply.

Coal has become the main energy issue again. Now, it's the turn of producers to feel uneasy after panicky stroke consumers due to the price surge in January 2011. Producers are in hot blood after the government disclosed a plan to restrict the export of low-rank coal. Unless compromise is achieved, miners of the black gold predict that the plan would trigger new controversy.

Coal mining operations in PT. Berau Coal East Kalimantan.

The export ban plan has been on the hand of coal business communities. It's written down in draft regulation of the Minister of Energy and Mineral Resources (Permen ESDM) regarding the Enhancement of Added Value of Minerals and Coal. The ministerial regulation constitutes a mandate of Mineral and Coal Law Number 4 Year 2009 and Government Regulation Number 23 Year 2010 on Mineral and Coal Mining Business Activities.

[그림 Ⅱ-24] 인도네시아 저급탄 직접 수출의 법적 제한에 관한 보도자료

인도네시아 정부는 저급탄 이용 친환경적 연료생산 및 고부가가치화 공정의 인도네시아 현지 Test-Bed 설비 구축에 의한 실증을 지속적으로 요구하고 있음

동 사업을 통한 저급탄 이용 연료생산(하이브리드 석탄, char 등) 및 고부가가치화(무연연료, 활성탄 및 성형코크스)를 위한 Test-Bed 설비에 대한 성공적인 실증이 완료되는 경우, 인도네시아 저급탄 전처리 기술 분야 선점이 가능

- 국내 발전사에 안정적인 저급탄 공급, 인도네시아 현지에 분산형 소규모 석탄발전 설비 구축을 통한 저급탄 고부가가치화 기술의 현지 이전을 통한 방대한 기술료 수익이 가능할 것으로 판단됨

동 사업을 통해 중앙아시아, 아프리카 등에 CO_2 저감 및 RPS 대응방안 제시가 가능할 것으로 판단됨

몽골, 우즈베키스탄/카자흐스탄 등 중앙아시아, 르완다 등 아프리카 여러 국가들은 휘발분이 많이 함유된 저급탄 매장량이 많음

최근 무분별한 경제개발 및 급작스런 도시화로 저소득층을 중심으로 가정용(취사/난방 등)으로 값싼 저급탄(고수분, 고휘발분) 사용량이 많아졌음

저급탄 연소시 함유된 휘발분이 그대로 대기중으로 방출되어 특히 겨울철 대기오염이 심각한 수준에 달하고 있음

더욱이 급격한 기후변화에 의해 농·축산업이 점차 어려워지고 있고, 이에 따른 농축산 인

구의 도시유입으로 이어져 저급탄 사용량이 계속 증가하고 있으며, 이러한 저소득 도시인구의 증가는 저급탄 사용량 증가로 이어져 대기오염 악화의 악순환이 이어지고 있는 실정임

이에 몽골 정부 등 각국 정부는 대기오염 개선을 위해 보일러 개선, 연탄공급, 수분건조 등의 방안을 제시하고 있지만 근본적인 대안부족으로 그 효과는 미미한 실정임

동 사업을 통해 실증된 설비는 중앙아시아(몽골, 카자흐스탄 등), 아프리카(르완다 등)등에 무연연료 및 석탄가스 발전설비 수출, 국내 발전사의 저급탄 수급 안정화, 발전소 효율 개선을 통한 CO_2 저감 및 RPS 대응방안 제시가 가능할 것으로 판단됨

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

(가) 국내 기술개발동향

국내에서는 저급 갈탄의 고부가가치화를 위해 “초 청정 석탄 제조기술 개발”, “UBC(Upgrading Brown Coal) 공정 개발 “ 및 ” 급속 열분해에 의한 저급탄 건조 기술 개발 “ 등의 연구를 추진함

한국지질자원연구원에서 미국 CarbonXT에서 수행하고 있는 Cenfuel 제조 기술과 같이 불산을 포함한 superacid로 회분 제거 연구를 수행함

2010년 “해외 석탄 광산 확보를 위한 광물자원 조사 및 청정석탄 이용기술 개발” 및 “해외 탄광 개발을 위한 저급탄 개질에 의한 석탄가스 발전 기술 개발” 연구를 수행함

동 연구팀을 중심으로 몽골의 대기오염 저감을 위한 저급탄 열분해에 의한 무연연료 생산 및 열분해 공정에서 발생되는 석탄가스(coal gas)를 이용한 발전 공정에 대한 연구를 수행함

2012년 한국에너지기술연구원에서 자체연구개발사업의 일환으로 “저급탄 열분해에 의한 친환경적 연료생산 및 고부가가치화 기술 개발” 연구를 수행함

동 연구를 통해 하이브리드 석탄 제조를 위한 액체 바이오매스의 석탄 기공으로의 함침 기술(Pore filling)과 관련된 핵심 원천기술을 확보함

하이브리드 석탄은 대기압에서 친수성의 석탄 기공내로 바이오매스(사탕수수, 당밀, 글리세롤 등)의 확산, 저온 탄화(300℃ 이하)에 의한 바이오 매스와 저급탄 결합 two-in-one fuel임

2012년 한국에너지기술연구원에서 지식경제부 에너지자원기술개발사업의 일환으로 “미분탄 화력발전 효율개선 및 이산화탄소 감축을 위한 바이오매스/저급탄 하이브리드 연료 제조 공정 개발” 연구를 수행중임

[표 Ⅱ-8] 유사 연구개발사업 검토 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)

구분	바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술개발 (제안과제, 국토해양부)	미분탄 화력발전 효율개선 및 이산화탄소 감축을 위한 바이오매스/저급탄 하이브리드 연료(HCK) 제조 공정 개발 (산업통상자원부)	저급탄 열분해에 의한 친환경적 연료생산 및 고부가가치화 기술 개발 (KIER 자체연구사업)
총사업비(억원)	288.7	26.5	13.6
기투자액 ('11년까지)	-	-	-
사업기간	2015~2018(계획)	2012~2015	2012~2015
사업목적	▪ 바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 실증플랜트 구축을 통한 성능검증	▪ 미분탄 화력발전 효율개선 및 이산화탄소 감축을 위한 bioliquid(당밀 또는 글리세롤) 기반의 바이오매스/저급탄 two-in-one 연료 제조공정 개발	▪ 저급탄 열분해에 의해 생산되는 촤(char)를 이용한 smoke-free fuel 및 활성탄(Activated Carbon) 제조를 위한 혁신 원천 기술 확보
세부내용	▪ 인도네시아 현지에 20t/d 규모의 test-bed 구축을 통한 저급탄 고부가가치화 기술의 현장 실증 및 사업화 추진	▪ 1t/d 규모의 하이브리드 석탄 제조 공정 개발 및 바이오매스의 다양화	▪ 1t/d 규모의 저급탄 고부가가치화(무연연료 및 활성탄) 공정 개발
세부요소기술비교	▪ 저급탄 저온 열분해를 통한 고열량 하이브리드 석탄생산 플랜트 실증 건설기술개발 ▪ 저급탄 고온 열분해를 통한 고부가가치화(무연연료/성형 코크스/활성탄) 플랜트 및 동일 공정에서 부가적으로 발생되는 석탄가스(coal gas) 활용 기술 개발	▪ 바이오매스 활용 저급탄의 고부가가치화를 위한 공정개발 ▪ 실험실 수준의 수치모사 평가 ▪ 하이브리드 석탄 제조 사업의 기초 경제성 평가 ▪ 사업화를 위한 실증규모의 설계자료 확보 등	▪ 저급탄 촤(char) 생산기술 확보 ▪ 저급탄 촤를 이용한 무연연료 제조기술 개발 ▪ 저급탄 촤를 이용한 고정탄소 75% 이상의 활성탄 제조 ▪ 사업화를 위한 실증규모의 설계자료 확보 등

동 사업은 산업통상자원부 및 KIER에서 추진 중인 기존연구 종료 후 개발된 기술을 연계, 활용하여 20t/d 규모의 인도네시아 현지 Test-bed 구축 및 핵심공정 설계・시공기술을 개발하는 것임

기존 사업은 1t/d규모의 공정개발, 사업성 평가, 요소기술개발에 초점이 맞추어짐

액상 바이오매스 분무기술은 다양한 변수를 고려하여 scale-up에 따른 설계 및 제작 표준화가 test-bed 사업을 통해 추가적으로 개발되어야 함

액상 바이오매스 분무기술은 기존 1t/d규모의 공정개발 사업을 통해 핵심 기술을 개발할 예정이나, 적용되는 바이오매스의 종류, 제작되는 반응기의 크기, 분무액의 점도, 분무각도 및 적용 대상 탄종에 따라 분무 특성이 크게 바뀔 수 있음

개발되는 건조/함침 기술은 실제 test-bed 규모의 설비 운영을 통해 기술적, 경제적 변수들을 고려하여 최종 상용화를 위한 적절한 기술의 선정 및 설계/제작이 필요함

저급탄의 저온 열분해를 통한 하이브리드 석탄 제조 기술의 핵심 요소기술인 액상 바이오매스 함침(pore filling)은 기존 1t/d규모의 공정개발 사업을 통해 단일 건조/함침 또는 2단 건조/함침 공정을 개발할 예정임

분리막 제조 기술이 아직은 대용량으로 적용이 어려운 상황으로서 동 연구를 통해 개발된 분리막을 test-bed에 적용하여 상용화를 위한 기초 성능 평가가 이루어져야 할 것으로 판단됨

석탄타르(coal tar) 분리 및 개질(reforming) 기술은 CO2 분리를 위해 한국에너지기술연구원에서 자체 개발한 분리막 기술을 적용하는 기술 선도형 기술로서 석탄타르(coal tar) 분리 및 개질(reforming) 기술로의 분리막 적용은 기술 융복합 사례의 하나임

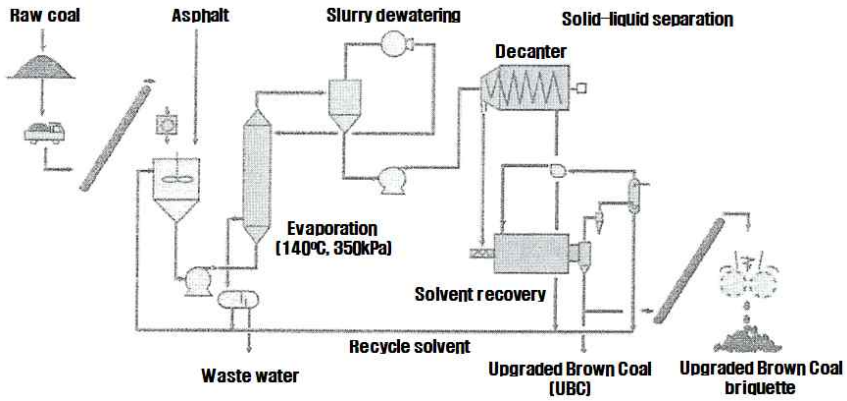
상업용 규모의 설비가 대략 500t/d 규모로 운영되는 것을 감안할 때 중간 규모인 20 ~ 50t/d 규모의 test-bed를 이용한 설계 및 공정 운전표준화가 반드시 필요할 것으로 판단됨

고수분 저급탄 (수분함량 30% 이상) 정량 공급 기술, 간접식 로터리 킬른 열분해 공정 구축 기술은 국내의 경우 1t/d 규모로 성능 평가가 진행되고 있음

(나) 국외 기술개발동향

1993년부터 인도네시아 에너지광물부와 일본의 JCOAL(Japan Coal Energy Center)은 UBC(Upgrading Brown Coal) 공정 개발을 추진함

Kobe steel사에서 인도네시아 현지에 600톤/일급 상용시설을 완공하여 2008년부터 가동하였으나, 2012년부터 유가 상승으로 인한 경제성 결여로 가동을 중단한 상태임

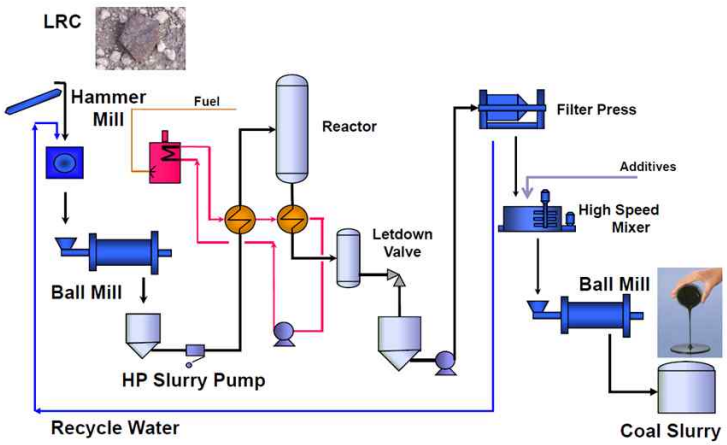


[그림 Ⅱ-25] UBC(Upgrading Brown Coal) 공정의 흐름도

일본 JGC그룹은 Hot Water Treating(HWT) 공법을 개발함

석탄을 300~330℃에서 열수처리 하여 석탄에 포함되어 있는 타르가 기공을 막아 소수성의 특성을 갖도록 하는 기술임

동 공정은 300~330℃, 120~150bar의 운전조건으로 운영되고 있어 설비투자비가 매우 높다는 단점으로 상용화가 지연되고 있음



[그림 Ⅱ-26] HWT(Hot Water Treatment) 공정의 흐름도

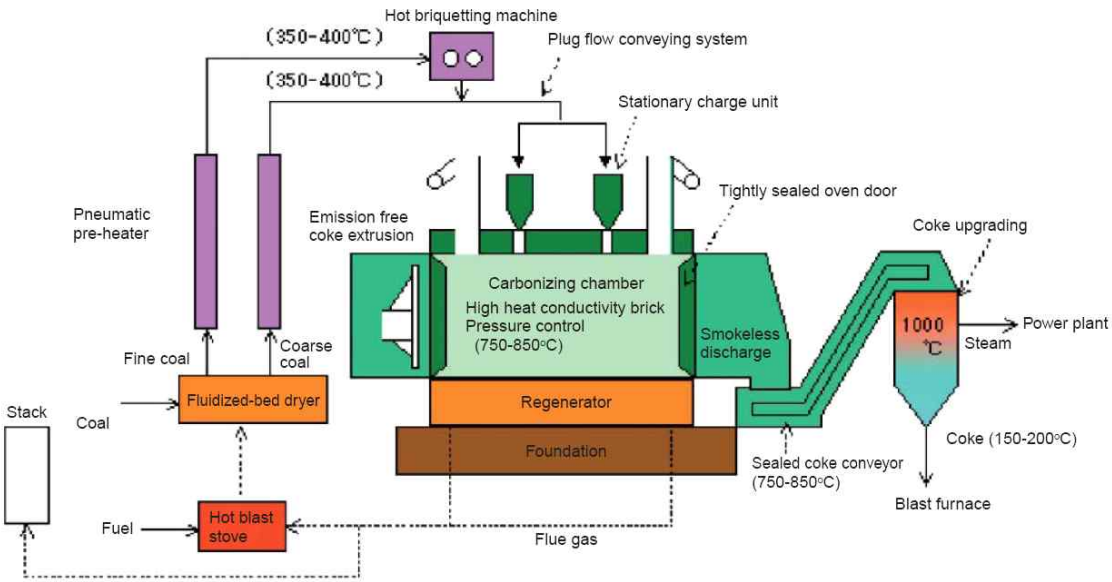
일본에서는 Nippon Steel Corp.에서 2003년 파일럿 규모(100톤/일)의 석탄 flash pyrolysis 장치의 운전을 완료하고, 상용급 탈휘발 장치의 설계인자를 도출함

합성가스와 경질유를 동시에 생산하기 위한 partial hydropyrolysis 시스템을 개발하여 파일럿 실증규모의 연구를 마쳤고, 파일럿 규모의 시스템개발을 계획 중임

일본의 JCEC[84]와 JISF[85]에서는 1994년부터 2003년까지 10년간 "Coal Production and Utilization Technology Promotion Grant" 라는 프로젝트를 수행하여 SCOPE21 공정을 개발함

약 400℃의 유동층 건조기를 통과한 조분쇄탄은 750~850℃ 온도 영역의 탄화로로 이송되고 미분탄은 고온 성형장치를 통하여 탄화로로 이송됨

탄화 공정을 거쳐 업그레이드된 코크스는 약 1,000℃까지 온도가 상승하여 스팀을 생산하게 되고, 스팀터빈을 통하여 전력을 생산할 수 있으며, 탄화로 내의 폐열은 유동층 건조기의 열원으로 재생됨



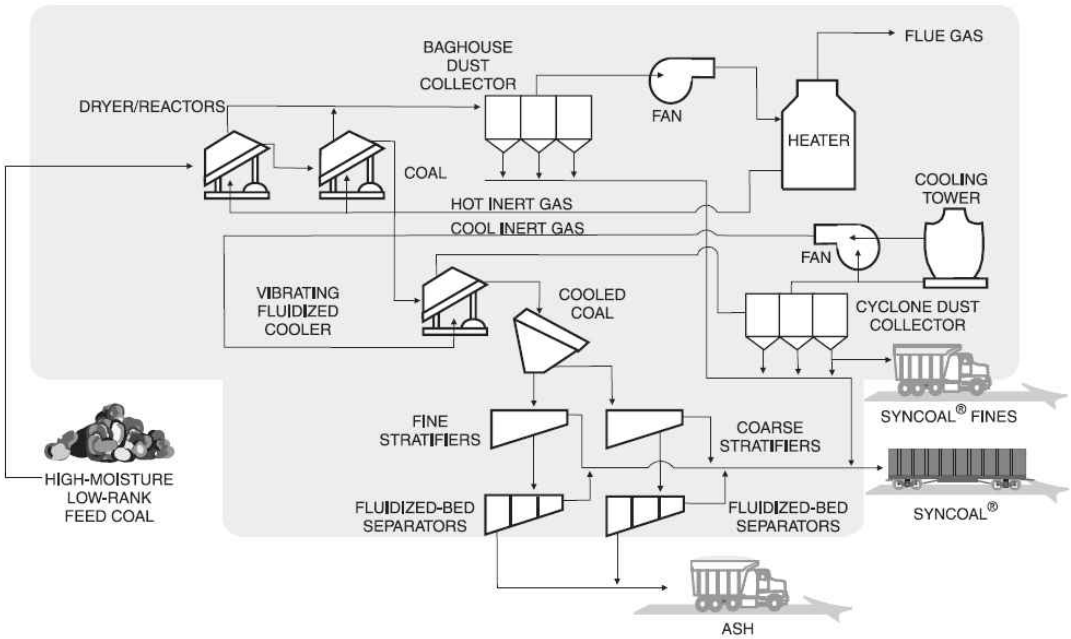
[그림 Ⅱ-27] 차세대 코크스 제조 공정(SCOPE21)

84) JCEC :Japan Coal Energy Center
85) JISF : Japan Iron and Steel Federation

미국 Western SynCoal LLC에서는 DOE와 참여기관으로부터 1억달러 이상을 투자하여 지난 1992~2001년까지 45톤/h급의 SynCoal 생산 실증플랜트를 운영함

저급탄을 250~300℃ 사이에서 단순 건조처리 하여 회분을 제거하고 소수성의 석탄을 생산하는 공정으로 당시에는 혁신적인 기술이었음

NETL에 의하면 생산공정에서 발생하는 자연발화 문제와 제진기술이 취약하여 상용화는 실패하였다고 보고함



[그림 Ⅱ-28] 미국 Western SynCoal LLC의 SynCoal 공정도

미국 Ambre Energy에서는 수직형 저온 열분해(건류) 설비를 운영 중에 있으며, 운전 온도는 660℃임

석탄의 수분과 휘발분을 탄화수소 증기로 전환하여 응축시킴으로서 원유와 비슷한 성상의 물질을 생산함과 동시에 char를 회수하여 성형 코크스를 제조함으로서 제철용 공정에 사용함

용량은 24톤/일 규모의 pilot-plant이며, 현재 경제성 평가를 완료하여 North Americaln Coal Corporation(NAC)와 협력하여 미시시피주의 Red Hills 탄광에 실증설비를 구축하고 있음

중국 Shenmu에서는 석탄 탈휘발 설비인 DG process를 개발함

고체 열 운반체를 이용하여 석탄과 함께 유동화시킴으로써 석탄의 휘발분을 제거하고 char는 사이클론을 통해 회수하게 되며, 탈휘발된 석탄가스와 타르는 냉각장치를 통해서 분리되어 회수하게 됨

DG process의 처리용량은 0.8~1.0Mt/year이고, 생성물의 수율은 char 40~50%, 타르 5~8%, 석탄가스 10%, crude benzene 0.2~0.4% 정도인 것으로 나타남

생성된 char와 석탄가스의 발열량은 각각 5,500~6,300kcal/kg과 4,000kcal/Nm3인 것으로 확인되었으며 석탄가스의 조성은 메탄 23.82%, 일산화탄소 13.71%, 수소 21.31%, 이산화탄소 29.90%, 에틸렌 1.49%, 기타 9.77%인 것으로 나타남

DG process는 1983년에 10kg/h 정도의 실험실 규모로 제작되어 1986년까지 10가지 종류의 갈탄 및 아역청탄을 이용하여 테스트를 하였고, 1990년 4월에서 1992년 5월까지 150톤/일 규모의 파일럿 플랜트를 건설하여 시운전을 하였으며, 현재 Shemnu에 실증규모로 건설되어 시운전 중임

이 설비에서 생산된 char는 활성탄소 제조, 발전, 가스화를 통한 액체연료, DME 및 SNG 생산 등 다양한 공정으로 적용할 계획을 하고 있음



[그림 Ⅱ-29] 중국 Shenmu에 건설한 석탄 열분해 장치 (DG process)

Haycarb와 같은 국외 유수의 활성탄 제조 기업에서는 구조가 간단하고 대용량화가 가능한 rotary kiln형 탈휘발 공정과 활성화 공정을 채택하고 있으며, 고기능, 고부가가치의 점착 활성탄 개발에 몰두하고 있음



[그림 Ⅱ-30] Haycarb사의 활성탄

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

국내에서 석탄 분쇄공정, 건조/탄화를 위한 간접식 로터리 킬른설비, 발전설비 및 통합 엔지니어링 기술분야는 최고 기술수준에 도달함

동 프로젝트에서 중점과제로 추진하고자 하는 석탄/액상 바이오매스 혼합에 의한 하이브리드 석탄 제조공정과 열분해 공정은 세계 최초 기술임

- 촤(char)를 생산하는 공정에서 발생되는 석탄가스(coal gas)를 이용한 발전 플랜트, 석탄가스(coal gas)를 원료로 함

이 분야의 세계 최고 수준의 기술력을 가지고 있는 한국가스공사의 DME 생산 플랜트와의 연계, 석탄가스로부터 회수되는 타르를 합성가스로 개질하는 공정의 사례는 세계 최초 기술임

동 사업의 핵심요소기술에는 저급탄의 건조/탄화, 열분해, 액체 바이오매스의 저급탄 기공 내 함침, 석탄가스 정제, 석탄가스 회수, 석탄가스 이용 발전 및 DME 연계 기술 등을 포함하고 있음

저급탄의 건조/탄화 및 열분해를 위해 로터리킬른(Rotary Kiln)을 적용할 예정임

- 국내 최대의 로터리 킬른 업체인 동원엔지니어링은 로터리 킬른의 제작 및 운전과 관련한 다양한 노하우를 보유하고 있으며, 포스코 및 현대제철 등에 500톤/일 규모 상용급 설비를 납품한 바 있음

한국에너지기술연구원에서 2010년 지식경제부 에너지자원기술개발 사업을 통해 저급탄 탈휘발 관련 Pilot(3톤/일) 규모의 로터리 킬른 제작, 운전 경험 및 노하우를 확보한 상태임

중분류	소분류	국내기술 수준 (%)	기술성숙도(TRL)		인프라 수준		
			국내	해외	상	중	하
석탄 전처리부 건설기술	석탄 분쇄공정 설계 및 시공기술	100	9	9	O		
	저급탄 투입장치 및 막힘 방지기술 개발	80	7	8		O	
	기류 수송 방식에 의한 저급탄 정량 공급 기술 개발	80	8	8		O	
	저급탄(수분함량 30wt.% 이상) 건조 기술	90	7	7	O		
저온탄화/열분해부 건설기술	석탄/액상 바이오매스 혼합 및 함침 공정 설계 및 시공기술	70	6	1		O	
	하이브리드 석탄 제조용 간접식 로터리 킬른 공정 설계 및 시공기술	70	6	6		O	
	고온 열분해용 간접식 로터리 킬른 설계 및 시공기술	70	6	6		O	
석탄가스 정제 및 석탄타르 분리/전환 기술	미연 탄소분 제거를 위한 cyclone 개발 기술	100	9		O		
	습식 석탄가스 정제시스템 개발 기술	100	9		O		
	분리막형 타르 개질공정 설계 및 시공기술	70	6	5		O	
석탄가스 발전부 건설기술	증기터빈 설계 및 시공기술	100	7	9	O		
	전력연계장치(변·배전설비 등) 구축기술	100	9	9	O		
저급탄 고부가가치화 플랜트 건설기술	무연연료, 코크스, 활성탄 생산공정 시공기술	70	8	8	O		
	DME 생산공정 시공기술	100	8	7	O		
통합 엔지니어링 및 공정 격상기술	운전제어 시스템 구축 및 공정 최적화 기술	100	9	9	O		
	단위공정 BOP(유틸리티 포함) 및 공정 연계기술	100	9	9	O		
	통합공정 격상 상세 설계기술	100	9	9	O		

(3) 특허 및 논문동향

연도별 특허출원 현황(출원 특허청 기준[86])

저급탄 고부가 가치화 기술은 일본, 미국의 주도하에 연구개발이 진행되고 있으며, 2000년 이후로 중국이 대학 및 업체 위주로 연구개발 진행 중으로 조사 됨

국가별 특허출원 현황

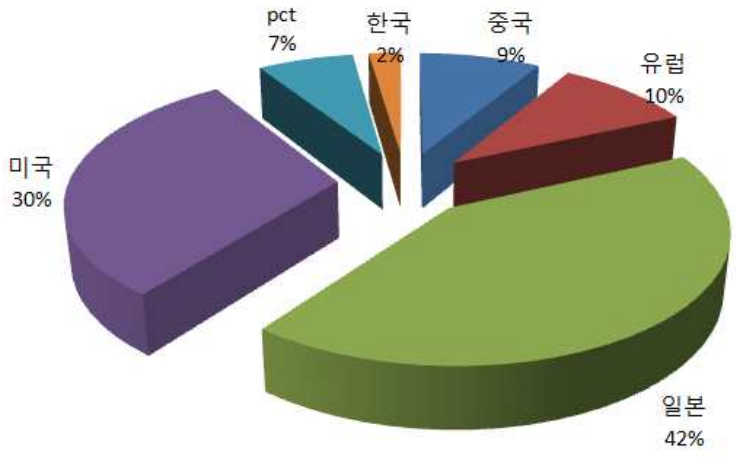
저급탄 고부가 가치화 기술 분야의 국가별 특허출원 점유율을 살펴보면, 일본특허가 42%의 비중을 나타내고 있음

다음으로 미국특허가 전체의 30%의 점유율을 보이고 있으며, 유럽특허 10%, 중국특허 9%,

86) 특허가 출원된 특허청을 기준으로 함. 예를들어 일본에서 개발된 특허가 일본특허청과 미국특허청에 출원됐다면 일본 출원과 미국출원에 각각 특허건수가 합산됨

PCT특허 7%, 한국특허 2%의 점유율을 나타내고 있는 것으로 조사됨

한국특허의 경우 저급탄 고부가 가치화 기술 관련 특허가 초기 단계임



[그림 Ⅱ-31] 국가별 특허출원 현황 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)

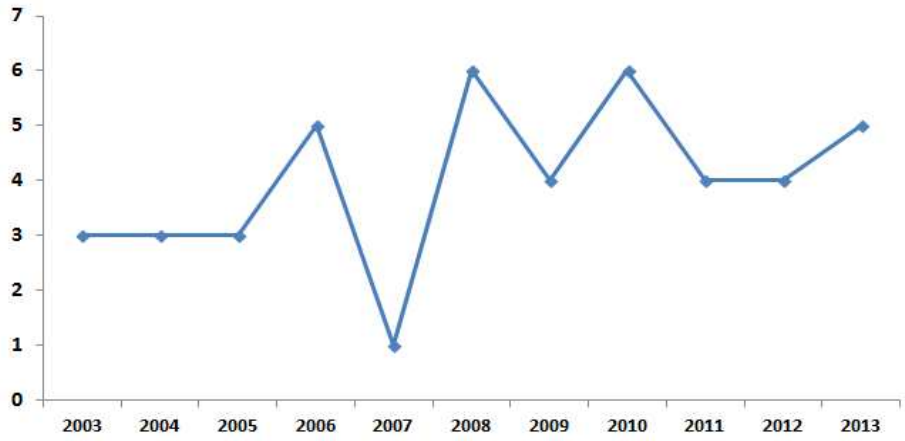
특허 출원 주요내용

Hybrid coal(coal에 biomass 등이 혼합되어 생성되거나 biomass 활용 char를 포함) 기술 분야 관련 특허는 일본, 미국 주도하에 연구 개발이 진행

hydrothermal carbonization process에 의한 algal synthetic coal에 대한 특허가 출원되었으며, biomass에서 유래하여 polymerization initiator를 첨가함으로써 coal-like material를 생성하는 특허, woody biomass를 탄화하여 발전 연료로 사용하는 특허 등이 출원되고 있는 것으로 조사됨

연도별 논문 게재 현황

저급탄의 저온 및 고온 열분해를 통한 고부가가치화 공정 관련 논문은 전반적으로 증가 추세에 있음

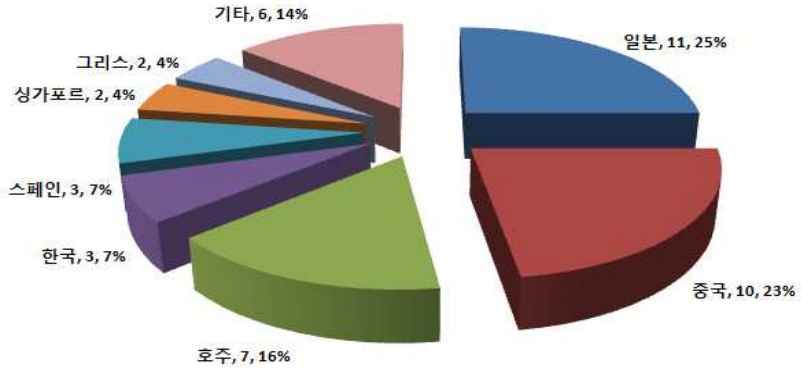


[그림 Ⅱ-32] 연도별 논문게재 현황 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)

국가별 논문 게재 현황

저급탄 고부가가치화 기술 분야의 국가별 논문게재 건수는 일본, 중국, 호주, 한국 및 스페인 순으로 나타남

- 일본의 논문게재 건수가 전체 25%로 가장 높게 나타났으며, 저급탄 자원 보유국인 중국, 호주가 각각 23%, 16%로 높은 비중을 나타냄
- 한국의 경우 Kier, 부산대, Kaist에서 관련논문을 게재함



[그림 Ⅱ-33] 국가별 논문게재 현황 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)

논문 게재 주요내용

바이오매스의 혼합에 의한 저급탄 열분해 관련 논문은 2003년부터 꾸준히 게재되었으나, 2010년 이후 KIER를 포함한 국내 대학 및 연구기관의 관련논문 게재가 활발해 지고 있음

저자	Moon, C | Sung, Y | Ahn, S | Kim, T | Choi, G | Kim, D	**게재일**	2013. 5
기관	Pusan Natl Univ | Pusan National University | Sch Mech Engn | Pusan Clean Coal Ctr		
논문명	Effect of blending ratio on combustion performance in blends of biomass and coals of different ranks		
논문내용	Combustion measurements were conducted to investigate the combustion characteristics of blends of biomass and coals of different ranks. A laboratory-scale slit burner, which more accurately represents the conditions for a practical flame with a high heating rate and jet velocity, was adopted in the present work based on thermal analytical results. The results of a thermogravimetric analysis revealed that the great amount of volatile matter in the biomass and the rapid emission of this volatile matter under low temperature, which contribute to the accelerated ignition at a lower temperature, increased the particle surface temperature and enhanced the reactivity on the surface of a low-rank coal. The combustion performance of a low-rank coal could be improved with a biomass addition, while the biomass addition had no apparent impact on the combustion performance of a high-rank coal. In addition, combustion characteristics such as the mean flame temperature and reaction region were investigated using a laboratory-scale slit burner. Adding 10% biomass to the blends improved the combustion efficiency of a low-rank coal. In the co-combustion of a low-rank coal and biomass, this 10% biomass addition enhanced the ignition and promoted reactivity in the volatile reaction region through a synergetic effect between the low-rank coal and biomass.		

저자	Seo, MW | Kim, SD | Lee, SH | Lee, JG	게재일	2010. 6
기관	Korea Adv Inst Sci & Technol | Korea Advanced Institute of Science & Technology (KAIST) | KIER | Dept Chem & Biomol Engn | Energy & Environm Res Ctr | Gasificat Res Ctr		
논문명	Pyrolysis characteristics of coal and RDF blends in non-isothermal and isothermal conditions		
논문내용	Pyrolysis characteristics of the sub-bituminous coal, Refuse Derived Fuel (RDF) and their blends were determined at non-isothermal (15 degrees C/min) and isothermal (500-800 degrees C) conditions in thermogravimetric analyzer (TGA) and a thermobalance reactor. The decomposition rates of coal and RDF blends are higher than the calculated values of each fuel at the lower temperature ranges (300-385 degrees C). In the isothermal condition, activation energies of coal and RDF blends are lower and the pyrolysis reactivity is higher than the calculated values of each fuel. The synergistic effect exhibits remarkably with the RDF blend ratio of 50% at 700 degrees C. The structural variation and inorganic matters of chars from coal and RDF were determined by using BET, SEM, and XRD techniques. Surface area of the blend char increases and the average pore size decreases with pyrolysis. The addition of RDF into coal produces sulfur fixation of CaS and CaSO3 based on the XRD data.		

저자	Vamvuka, D | Troulinos, S | Kastanaki, E	게재일	2006. 9
기관	Univ Crete | University of Crete | Dept Mineral Resources Engn		
논문명	The effect of mineral matter on the physical and chemical activation of low rank coal and biomass materials		
논문내용	The effect of inorganic constituents on the thermal behaviour of low rank coals, as well as agricultural and forestry by-products, during pyrolysis and combustion processes was investigated. Selective demineralization of each fuel with acids was used. Raw and demineralized samples were analyzed for ash content and composition (mineralogical and chemical). surface area and porosity. as well as thermal conversion characteristics in inert and air atmospheres. Reactivity and kinetic experiments were performed by non-isothermal thermogravimetry, over the temperature range of 25-850 degrees C, at a heating rate of 10 degrees C/min and with a material particle size of -250 mu m. The extent of mineral matter removal from the materials studied, ash composition and structural characteristics depended upon the type of the fuel and the method of acid treatment. Generally, calcium, magnesium, potassium and silicon minerals acted as inert materials. inhibiting the pyrolysis and combustion rates of the samples. However, they increased the sensitivity of the reactions. by lowering the peak temperatures. A first-order parallel reactions model for pyrolysis and a power low model for combustion fitted the experimental results accurately. Mineral matter had a small influence on the kinetic parameters of biomass samples, but appeared to hinder the overall process in the case of the coals		

저자	Blesa, MJ | Miranda, JL | Moliner, R | Izquierdo, MT | Palacios, JM	게재일	2003. 12
기관	CSIC | Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC) | Inst Carboquim | Inst Catalisis & Petr Quim		
논문명	Low-temperature co-pyrolysis of a low-rank coal and biomass to prepare smokeless fuel briquettes		
논문내용	Smokeless fuel briquettes have been prepared with low-rank coal and biomass. These raw materials have been mixed in different ratios and have been pyrolysed at 600degreesC with the aim to reduce both the volatile matter and the sulphur content, and to increase the high calorific value (HCV). The co-pyrolysis of coal and biomass has shown a synergetic effect. The biomass favours the release of hydrogen sulphide during the thermal treatment. This fact can be explained in terms of the hydrogen-donor character of the biomass. Moreover, the optimisation of the amount of binder and the influence of different types of biomass in the blend have been studied with respect to the mechanical properties of the briquettes (impact resistance, compression strength and abrasion). Briquettes prepared with sawdust (S) present better mechanical properties than those with olive stones (O) because of its fibrous texture.		

2.1.3 사업내용

가. 연구개발목표

액상 바이오매스 석탄기공 함침량 : 석탄의 15wt.%

동 핵심과제를 통하여 구축하고자 하는 Demo. plant 규모의 설비에서 lab-scale 실험과 마찬가지로 최대 15wt.%의 바이오매스를 함침할 수 있는 공정 설계 및 시공기술을 개발하고자 함

- Lab-scale 실험에서는 기초 데이터 확보를 위해 친수성의 액상 바이오매스를 물에 희석하여 in-situ 방법으로 석탄과 혼합하여 확산에 의해 석탄기공에 바이오매스를 함침하는 방법(pore filling method)을 적용하여 실험을 수행함

- 이 방법은 과량의 물이 첨가되어 하이브리드 석탄 제조시 효율을 떨어뜨리는 큰 요인으로 작용하기 때문에 실증규모의 설비에서는 지양하고자 함

탄종별 기공률에 따라 액상 바이오매스의 함침량이 다르며, 현재 lab-scale 실험을 통하여 최대 15wt.%의 바이오매스가 함침됨을 규명함

동 실증 플랜트에서는 하이브리드 석탄 제조 공정을 건조, 바이오매스 함침, 탄화의 3단으로 구성함

- 하이브리드 석탄(HCK) 제조기술은 한국에너지기술연구원에서 세계 최초로 개발한 원천기술임

- 1차적으로 저급탄을 건조 처리하여 석탄 기공내 수분을 제거한 후 액상 바이오매스 원액의 가열을 통한 분사 가능한 점도를 확보하여 노즐을 통해 석탄 표면에 분사하여 모세관 현상(capillary phenomenon)에 의한 바이오매스를 함침 방법(pore filling method)을 적용하고자 함

- 이때 액상 바이오매스가 석탄 표면에 고루게 분사되지 않고, 일부 영역에 편중되어 분사되는 문제점 해결이 매우 중요하며, 한국에너지기술연구원에서 함침을 위한 기초 데이터를 확보한 바 있음

무연연료 발열량 : 5,000 kcal/kg 이상

저급탄 열분해 공정에 의해 생성된 촤(char)는 저급탄 고유의 점성을 잃게 되어 무연연료로의 성형이 어려움

- 이와 같은 촤(char)를 이용하여 본 연구에서는 가정용(나방/취사) 연료로 사용이 가능한 성형강도 및 열강도, 최대 5,000kcal/kg 이상의 발열량을 갖는 무연연료를 제조하고자 함

- 촤(char는 추가적인 열처리를 통해 부가가치가 매우 높은 성형 코크스 및 활성탄을 제조하기 위한 원료로 사용하여 공정의 경쟁력을 확보할 수 있음

한국에너지기술연구원에서 2011년 10월에 “해외탄광개발을 위한 저급탄 개질에 의한 석탄가스 발전 기술 개발”과제 수행을 통해 저급탄 촤(char)를 이용한 4,000kcal/kg 이상의 발열량을 갖는 무연연료를 제조한 바 있음

하이브리드 석탄의 기공 비표면적 원탄대비 10% 이상 감소

탄종별 기공률에 따라 액상 바이오매스의 함침량이 다르며, 이때 함침량에 따라 하이브리드 석탄의 기공 비표면적 감소율이 다르게 나타암

실제 석탄 기공내에 함침된 액상 바이오매스의 양을 최대화 시켜 하이브리드 석탄의 기공 비표면적 감소율을 원탄대비 최대 10%까지 도달하고자 함

하이브리드 석탄의 발열량 원탄대비 1,300kcal/kg 이상 개선

수분 30% 이상의 고수분 저급탄을 건조 및 액체 바이오매스와 혼합하여 하이브리드 석탄를 제조하는 경우 원탄 대비 약 1,300kcal/kg 이상의 발열량 증가를 목표로 함

석탄가스(coal gas) 발열량 4,000 kcal/Nm3 이상

한국에너지기술연구원에서 2011년 10월에 “해외탄광개발을 위한 저급탄 개질에 의한 석탄가스 발전 기술 개발”과제를 수행완료 하였고, 200~300kg/h 규모의 석탄 열분해 설비를 이용하여 3,000~4,000 kcal/Nm^3의 석탄가스를 생산한 바 있음

석탄 열분해 분야에서 세계 최고수준이라 할 수 있는 중국 Dalian University of Technology(DUT)에서는 DG 프로세스(상용급, 0.8~1.0Mt/년)를 통하여 4,000 kcal/Nm^3의 석탄가스를 생산하였다고 발표함

동 핵심과제에서 구축하고자 하는 석탄 열분해설비의 단계적 기술개발을 통하여 4,000 kcal/Nm^3 이상의 석탄가스를 생산하고자 함

석탄타르(coal tar)의 합성가스 전환율 80% 이상

분리막 기술을 이용한 석탄타르의 합성가스($CO+H_2$) 전환 기술 개발을 통해 장치의 안정적인 연속운전, 고부가가치의 석탄타르 분리 및 석탄가스의 품질을 개선하고자 함

성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계 (2017)	2단계 (2018~2019)	3단계 (2020)
액상 바이오매스 석탄기공 함침량	• Lab-scale15%	• 15%(KIER/한국)	• 석탄의 10wt.%	• 석탄의 15wt.%	• 석탄의 15wt.%
저급탄 이용 무연연료 발열량	• 4,000 kcal/kg	• 4,000kcal/kg(KIER /한국)	-	• 4,000 kcal/kg	• 5,000 kcal/kg
하이브리드 석탄의 기공 비표면적 감소율	• Lab-scale15%	• 15%(KIER/한국)	• 원탄 대비 10% 이상	• 원탄 대비 15% 이상	-
하이브리드 석탄의 발열량 개선량	• 원탄 대비 1,000kcal/kg	• 원탄 대비 1,000kcal/kg(KIE R/한국)	• 원탄 대비 1,000kcal/kg 이상	• 원탄 대비 1,300kcal/kg 이상	-
석탄가스 발열량	• 3,000 kcal/Nm3	• 4,000 kcal/Nm3(DUT/ 중국)	-	• 3,000 kcal/Nm3	• 4,000 kcal/Nm3
석탄타르(coal tar)의 합성가스 전환율	-	-	-	• 50%	• 80% 이상

나. 연구개발전략

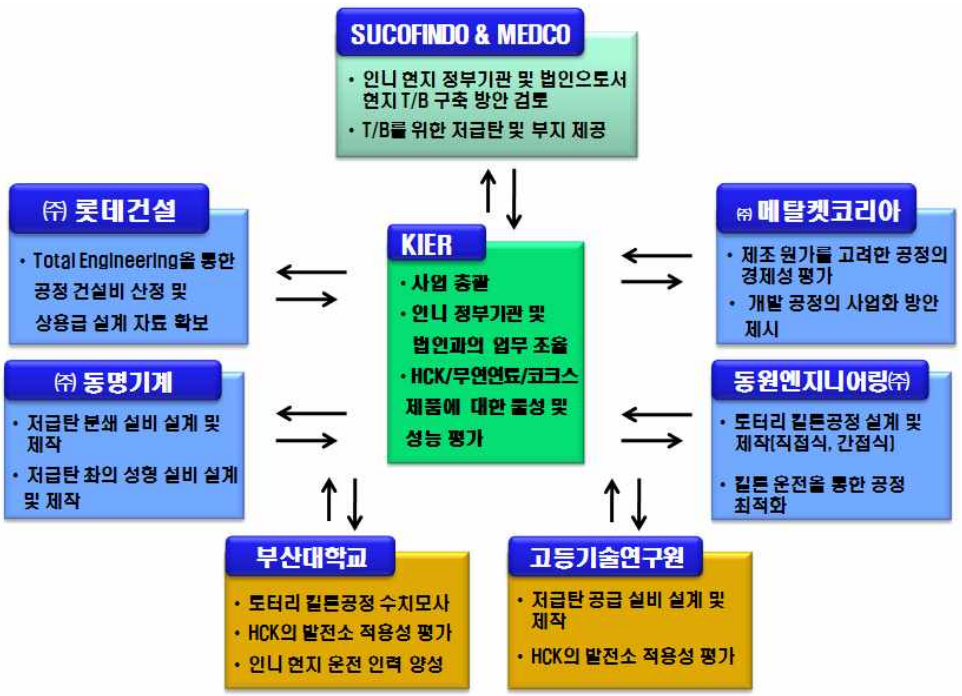
동 연구 사업은 2013년 2월 몽골의 대기오염 저감을 위한 사업으로 추진된 바 있는 20만톤/년 규모 무연연료 제조 설비에 대한 기초설계 자료 활용 및 사업에 참여했던 핵심기술 보유기업간의 협력을 통해 추진 가능함

동 사업에 참여하는 핵심기술 보유기업간의 협력을 통해 저급탄을 이용한 하이브리드 석탄 제조 공정 확보, RPS 적용 인증, 저급탄 탈휘발에 의한 무연연료 제조 및 석탄가스 발전 기술을 확보가 필요함

동 사업에 참여하는 핵심기술 보유기업의 연구수행 내용은 아래와 같음

- KIER에서는 동 사업의 총괄, 인도네시아 정부기관인 SUCOFINDO 및 다수의 저급탄 탄광을 보유하고 있는 MEDCO 등과 협력 방안 도출, 동 사업을 통해 건설되는 demo plant 운전 결과 발생되는 제품에 대한 성능 평가 등을 통해 사업화를 위한 기초 데이터를 확보가 가능함

- KIER는 현재 SUCOFINDO 및 MEDCO 등과 동 사업을 통해 추진하고자 하는 T/B 및 상업용 설비 구축을 위한 MOU를 추진함



[그림 Ⅱ-34] 참여기업의 연구수행 내용

- MOU 체결 후 SUCOFINDO 및 MEDCO에서는 협약 내용에 맞추어 동 사업 추진을 위한 적절한 저급탄 탄광의 선정, 원탄 제공 및 부지를 제공할 예정임

- (주) 메탈켓코리아에서는 동 사업의 경제성 평가를 통해 사업화 방안을 제시할 예정이며, (주) 동원엔지니어링은 간접식 로터리 킬른을 이용한 저급탄의 건조, 하이브리드 석탄 제조를 위한 혼합기, 저온 열분해 및 고온 열분해 공정의 설계 및 제작을 수행할 예정임

- (주) 동명기계에서는 저급탄 열분해를 통해 생산되는 촤(char)를 활용하여 무연연료 제조를 위한 성형설비의 설계 및 제작을 추진할 예정임

- 고등기술연구원에서는 30% 이상의 수분을 포함하고 있는 고수분 저급탄의 원활한 공급 방안을 제시할 예정이며, EPC(Engineering, Procurement & Contruction) 업체인 (주) 롯데건설에서는 각 기술의 통합을 통한 통합공정 설계 및 제작을 추진할 예정임

- Clean Coal Center를 운영하고 있는 부산대학에서는 인도네시아 현지 공장의 안정적인 운전 및 원활한 기술이전을 위해 필요한 현지인력 양성 및 동 사업을 통해 생산된 제품의 적용성을 평가하여 사업화를 위한 기초 데이터를 주관기관에 제공할 예정임




[그림 Ⅱ-35] 한국에너지기술연구원 및 인도네시아 기관의 MOU 체결을 위한 회의 장면

국내 5개 발전사 및 민간발전사 등에 RPS 및 2015년부터 추진 예정인 탄소거래제의 대응 방안 제시를 통하여 안정적인 국내 시장 확보 추진

2012년부터 추진되고 있는 RPS 및 2015년부터 추진 예정인 탄소거래제에 대응하기 위해 국내 5개 발전사 및 민간발전사 등에 인도네시아 현지에서 제조된 저급탄 고품위화를 통한 고열량탄을 안정적으로 공급 가능함

저급탄 고온 열분해를 통해 생산되는 촤(char)는 반응성이 매우 높아 국내 5개 발전사의 발전용 연료로 공급이 가능함

인도네시아, 몽골 등에 국내 개발 기술의 기술이전을 통한 해외 광산 및 국가 에너지 안보 확보를 위한 전략적 자원 외교 추진 방안 제시

국내에서 개발된 세계 최초(하이브리드 석탄(HCK) 제조 기술), 선도기술(저급탄 고부가가치화 기술)의 해외 이전을 통한 기술료 확보 및 능동적 자원외교 추진 가능

확보된 하이브리드 석탄 제조 공정은 인도네시아 현지의 타 지역에 추가적인 상업용 설비를 구축하여 타 RPS 적용국가 및 저급탄 활용을 추진하고 있는 국가에 수출이 가능함

호주, 중국 및 러시아 등과 같은 풍부한 저급탄을 보유하고 있는 국가에 추가적인 공정 수출을 추진할 예정

저급탄 고부가가치화 기술의 경우, 저급탄 고온 열분해를 통해 생산되는 촤(char) 생산과정에서 발생되는 석탄가스를 활용하여 인도네시아와 같이 섬이 많은 국가 및 오지를 대상으로 기존 석탄 화력발전 대비 컴팩트한 분산형 발전용 석탄가스 발전으로 활용 예정

대기오염이 심각한 사회문제로 대두되고 있는 몽골 및 중앙아시아 지역에 동 기술을 통해 개발되는 저급탄 무연연료 제조 공정의 기술이전이 성공적으로 추진되는 경우 자원 부국을 대상으로 국가 에너지 안보 확보를 위한 전략적 자원 외교 추진이 가능함

국내 개발 기술의 해외 기술이전을 통한 기술료 확보 및 핵심기술을 보유하고 있는 국내 중소기업의 플랜트 수출가능

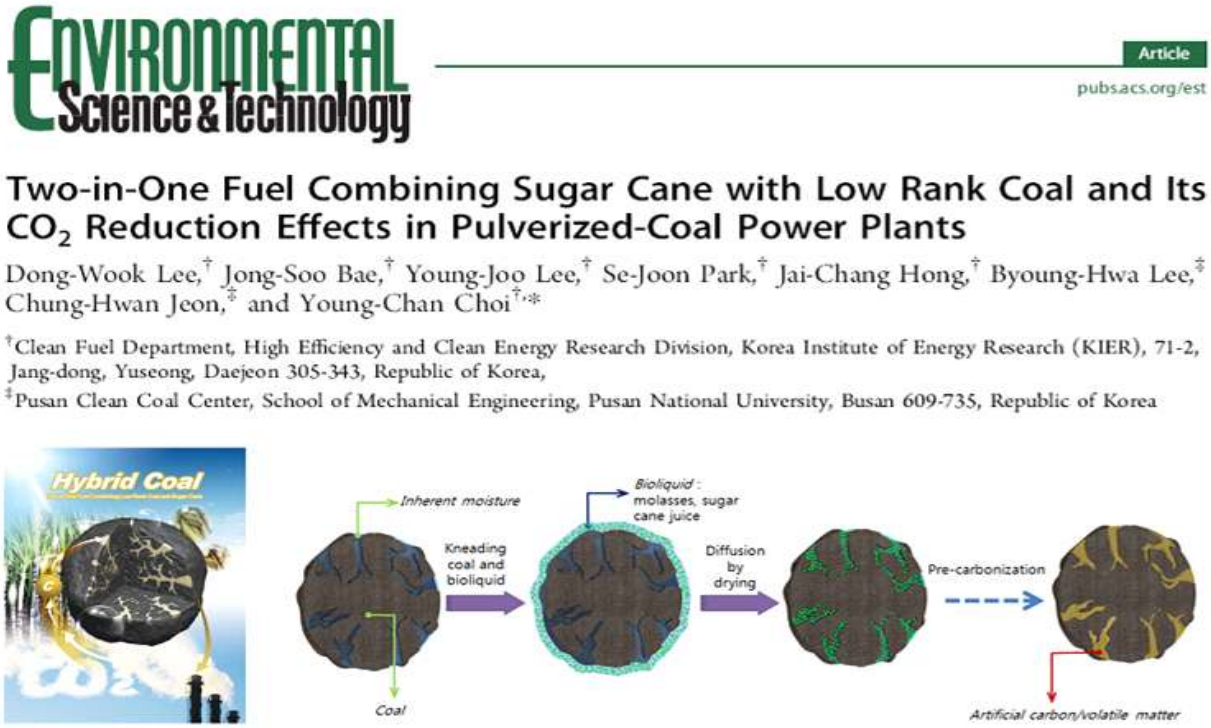
동 사업과 관련하여 핵심기술을 보유하고 있는 다수의 국내 중소기업에서 각 기업이 보유하고 있는 기술의 기술료 수입 및 관련 기술의 플랜트 제작 및 수출을 통해 막대한 수익 확보 가능

다. 연구내용 및 범위

동 핵심과제에서는 간접식 로터리 킬른 장치를 활용한 “저급탄 이용 하이브리드 석탄 제조, 무연연료 제조 및 석탄가스 활용” 실증 플랜트 구축 건설기술 개발을 목표로 함

한국에너지기술연구원에서는 바이오매스와 석탄을 결합시켜 하나의 연료로(two-in-one fuel) 만든 하이브리드 석탄(HCK) 제조를 위한 원천기술을 개발함

- 하이브리드 석탄의 경우 국내 신재생에너지 의무할당제도(RPS)에 대한 대응이 가능하며, 기술의 우수성을 인정받음

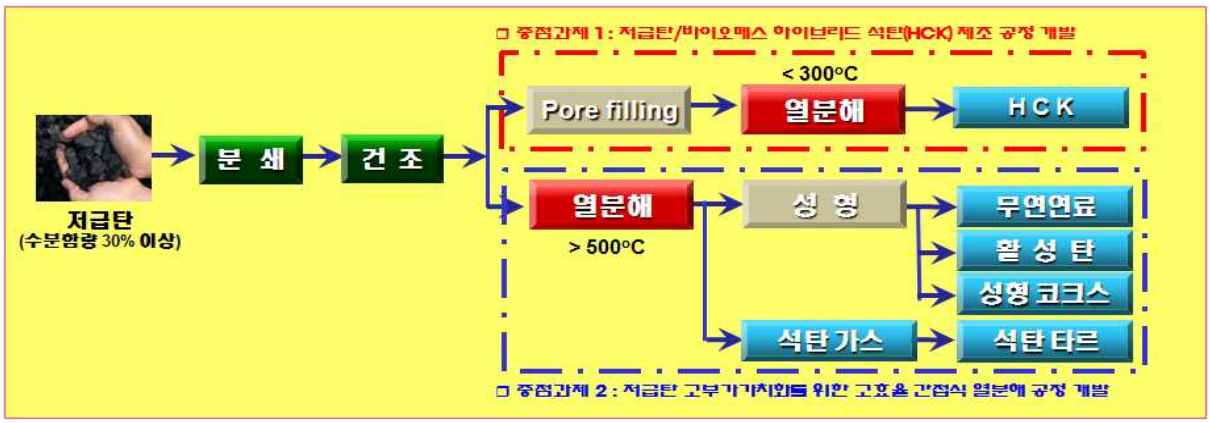


[그림 Ⅱ-36] 하이브리드 석탄 제조를 위한 원천기술

해외탄광의 전략적 확보 및 개발을 목표로 석탄청정이용기술, 즉 저급탄 열분해에 의한 대기오염 저감을 위한 무연연료 생산 및 열분해 공정에서 발생되는 석탄가스(coal gas)를 활용한 발전 기술을 2차례의 정부과제 수행을 거쳐 개발한 바 있음

- 석탄 열분해에 의하여 생성된 촤(char), 석탄가스, 타르를 정량화하였고, 석탄가스 발전을 위한 석탄 열분해-보일러 연계 공정을 구축함(1t/d 규모)

동 핵심과제에서 중점적으로 추진해야할 세부 핵심 기술은 아래의 내용을 포함하며, 동일한 열분해 장치의 온도조절을 통해 두 개의 중점과제를 동시에 추진할 수 있음



[그림 Ⅱ-37] 핵심과제 개념도 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)

(중점과제 1) 저급탄/바이오매스 하이브리드 석탄 제조 공정 설계·시공 기술개발

동 중점과제는 저급탄과 액상 바이오매스(사탕수수, 당밀 및 글리세롤 등)를 혼합하여 상압, 250℃의 운전조건에서 단순히 저온탄화 처리함으로서 단일연료의 연소특성을 갖는 Two-in-One fuel을 제조하는 공정을 개발하여 실증하는데 목적이 있음

- 하이브리드 석탄은 고수분 저급탄의 분쇄, 건조된 석탄 표면에 액체 상태의 바이오매스를 분무하여 수분으로 차 있던 석탄 기공을 채워 250℃ 이하에서 저온 탄화하는 열처리 과정을 거쳐 제조될 수 있음

- 하이브리드 석탄 제조 공정의 핵심기술은 액상 바이오매스 분무기술 및 석탄 기공 내 액상 바이오매스 함침 기술을 포함함

(구성기술 1-1) 액상 바이오매스 분무기술

- 액상 바이오매스의 범위는 사탕수수 원액이나 당밀, 글리세롤 등을 포함하는 친수성계 액상 바이오매스와 자트로파 오일, 팜오일, 아보카도 오일 등 식물성 소수성계 액상 바이오매스를 포함함

- 상기의 액상 바이오매스는 일반적으로 점성을 가지고 있기 때문에 상온에서 석탄 기공 내로 함침하기가 어려우며, 물질의 표면장력을 약화시키고, 유동성 확보, 그리고 석탄과의 고른 혼합을 위해 용매를 사용하여 희석하거나 열을 가해 주어야 함

- 용매를 사용함으로써 친수성계 바이오매스의 경우 수분이 과량으로 포함될 수 있고, 소수성계인 경우 사용된 용매를 회수해야 한다는 취약점을 가지고 있기 때문에 용매를 최소한으로 사용한다거나 원천적으로 사용하지 않고 석탄에 분무하는 방식이 바람직하다고 판단됨

- 바이오매스와 석탄의 최적 혼합을 위한 원료별 전처리 기술과 다양한 설계인자를 적용하여 액상의 바이오매스를 미립화 할 수 있는 노즐을 활용한 액상 바이오매스 분무 기술을 개발하고자 함

(구성기술 1-2) 석탄 기공 내 액상 바이오매스 함침 공정 설계 및 시공기술

- 건조 처리된 석탄에 액상 바이오매스를 분사하여 고르게 혼합될 수 있는 장치를 개발, 평가 및 보완함으로써 하이브리드 석탄 제조를 위한 최적의 바이오매스 함침기술을 확보하고자 함

- 가령, 복합비료 제조공정에서와 같이 로터리 킬른 내부에서 액상의 물질을 분사할 수 있는 노즐을 설치하여 석탄이 건조됨과 동시에 바이오매스가 모세관 현상이나 확산현상으로 인해 석탄 기공 내부로 함침될 수 있는 기술이 하이브리드 석탄 제조공정의 핵심기술이라 판단됨

(중점과제 2) 저급탄 고부가가치화를 위한 고효율 간접식 열분해 공정 설계·시공기술개발

동 중점과제는 저급탄/바이오매스 하이브리드 석탄 제조 공정에 적용되는 간접식 열분해 공정의 온도를 500～800℃로 유지하여 석탄 속에 포함되어 있는 휘발분을 제거한 후 생성되는 촤(char)를 이용하여 무연연료(smoke-free fuel), 활성탄(activated carbon) 및 성형 코크스(pelletized coke)를 제조하는 기술임

- 특히 석탄 탈휘발 과정에서 발생되는 휘발분은 3,000～4,500kcal/Nm^3 정도의 가연성가스로서 석탄가스(coal gas)라고 불리며, 주로 CO, H_2, CH_4, CO_2 및 타르 등으로 구성됨

- 석탄가스는 열분해 장치 후단부에서 2차 연소를 통해 발전용 연료로 사용될 수 있으며, 석탄가스 중에 포함되어 있는 syngas($CO+H_2$)를 활용하여 DME(Dimethylether) 및 CTL(Coal To Liquid) 공정과의 연계를 통한 합성연료 생산이 가능함

- 석탄가스 중에 포함되어 있는 석탄타르는 분리 정제되어 고부가가치를 갖는 원료로 사용될 수 있음

- 이와 같은 저급탄 고부가가치화를 위한 고효율 간접식 열분해 공정은 간접식 로터리 킬른 열분해 공정 설계/제작 및 시운전 기술, 고수분 저급탄 정량 공급 기술 및 석탄타르(coal

tar) 분리 및 개질(reforming) 기술을 포함함

(구성기술 2-1) 간접식 로터리 킬른 열분해 공정 설계/제작 및 시운전 기술

- 로터리 킬른은 최종 생산물의 종류에 따라 직접 가열식과 간접 가열식으로 나뉘는데, 저급탄을 열분해하여 양질의 석탄가스와 촤(char)를 생산하는 설비는 간접가열식이 적합함
- 직접가열식의 경우 탈휘발을 통해 발생되는 석탄가스의 일부를 연소시켜 열원을 공급하는 방식이므로, 석탄가스 발전, DME(Dimethylether) 및 CTL(Coal To Liquid) 공정과의 연계하기에는 충분하지 않은 가스 발열량을 갖게 되어 동 핵심과제에 적합하지 않음
- 열분해 공정의 효율은 열원 공급방식에 의해 좌우된다고 할 수 있으며, heat & mass balance나 공정 설계 및 시공에 대한 기술적 데이터는 참여기관인 (주) 동원엔지니어링으로부터 제공받아 효율개선을 위한 연구를 수행하고자 함
- 탈휘발 과정에서 생산되는 석탄가스는 정제 후에 전기를 생산하는 발전블록 및 청정연료 생산을 위한 DME(Dimethylether) 및 CTL(Coal To Liquid) 공정과의 연계기술을 확보하여 고효율 저급탄 열분해 공정을 개발하고자 함

(구성기술 2-2) 고수분 저급탄 정량 공급 기술

- 동 중점과제에서는 간접 가열식 로터리 킬른 열분해 공정을 적용하므로, 석탄가스의 폭발을 방지하기 위하여 외부로부터 공기 유입이 차단되어야 하며, 이에 따라 석탄 공급방식에 대하여 각별한 주의가 요구됨
- 현재 석탄을 공급하기 위한 일반적인 방법으로 스크류 피더를 사용하는데, 분탄을 공급하는 경우 석탄 입자에 의한 브릿지나 막힘 현상으로 인해 장기적인 설비운전에 어려움이 따르게 됨
- 장기운전에 대한 신뢰성 확보를 하여 안정되게 석탄을 공급할 수 있는 기술이 필요
- 동 기술과 관련하여 석탄가스화 연구를 통하여 미분탄 공급에 많은 노하우를 가지고 있는 고등기술연구원의 기술을 활용할 예정임
- 동 중점과제에서는 기존 과제에서는 고수분 저급탄의 정량 공급 기술을 개발하기 위하여 저급탄 투입장치 및 막힘 방지기술 개발 및 기류 수송 방식에 의한 저급탄 정량 공급 기술 개발을 추진할 예정임

(구성기술 2-3) 석탄타르(coal tar) 분리 및 개질(reforming) 공정 설계 및 시공기술

- 탈휘발을 통해 발생되는 석탄가스는 다량의 미연 탄소분 및 석탄타르를 포함하고 있음
- 간접 가열식 로터리 킬른 열분해 공정의 장기 운전을 위해서는 석탄가스 중에 포함되어 있는 다량의 미연 탄소분 및 석탄타르의 분리가 필요함
- 석탄가스 내에 포함되어 있는 미연 탄소분은 타르와 함께 후단 공정의 배관이나 싸이클론, 스크러버 등에 부착되어 결과적으로 가스의 흐름을 방해하여 설비의 정상적인 운전을 불가능하게 함
- 석탄 미립자의 거동을 시뮬레이션 함으로서 도출된 인자를 제진설비 설계시에 반영하고, 집진필터개발 및 개선연구를 통하여 장기운전에 대한 방안을 마련하고자 함
- 석탄타르(coal tar)의 분리 및 개질(reforming)을 위해 최근 이산화탄소 분리를 위해 많은 연구가 진행되고 있는 분리막 기술을 활용함
- 석탄타르를 합성가스($CO+H_2$)로 전환하기 위한 기술 개발을 통해 장치의 안정적인 연속운전, 고부가가치의 석탄타르 분리 및 석탄가스의 품질을 개선하고자 함

중점과제	구성기술	Activity		
		1단계 (2017)	2단계 (2018~2019)	3단계 (2020)
저급탄/바이오매스 하이브리드 석탄 제조 공정 설계·시공기술 개발	액상 바이오매스 분무 기술	• 원료별 전처리 기술 및 분무 노즐 개발	• 유동성 확보 및 미립화 기술 개발 • 액상 바이오매스 분무기술 최적화	-
	석탄 기공 내 액상 바이오매스 함침 공정 설계 및 시공기술	• 함침 방식 선정 및 장치 설계 기술 개발	• 장치 설계 보완 및 시운전 기술 개발 • 함침 기술 및 장치운전 최적화	-
저급탄 고부가가치화를 위한 고효율 간접식 열분해 공정 설계·시공기술 개발	간접식 로터리 킬른 열분해 공정 설계/제작 및 시운전 기술	-	• 열원 공급방식 선정 및 공정 설계 기술 개발	• 공정 시운전 기술 및 타 공정과의 연계 기술 개발
	고수분 저급탄 (수분함량 30% 이상) 정량 공급 기술	-	• 저급탄 투입장치 및 막힘 방지기술 개발	• 기류 수송 방식에 의한 저급탄 정량 공급 기술 개발
	석탄타르(coal tar) 분리 및 개질(reforming) 공정 설계 및 시공기술	-	• 분리막에 의한 타르 개질 기술 개발	• 타르 회수 및 개질 기술 최적화

라. 연구개발비

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비	목		2017	2018	2019	2020	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		1,150	2,300	1,990	1,270	6,710	23.2%	책임연구원급 : 27인 연구원급 : 40인 연구보조원급 : 94인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	1,213	3,150	2,655	1,282	8,300	28.7%	-
		시작품 제작비	606	1,575	1,485	513	4,179	14.5%	
		재료비	404	2,100	1,861	1,384	5,750	19.9%	
	연구 활동비	여비	104	207	179	114	604	2.1%	
		수용비및수수료	12	23	20	13	67	0.2%	
		기술정보활동비	115	230	199	127	671	2.3%	
	연구수당		230	460	398	254	1,342	4.6%	
	직접비 합계		2,684	7,746	6,797	3,686	20,912	72.4%	-
3) 간접비			209	455	413	170	1,248	4.3%	-
4) 합계	정부		2,823	7,351	6,400	3,616	20,200	70.0%	-
	민간		1,220	3,150	2,800	1,510	8,670	30.0%	-
	총계		4,043	10,501	9,200	5,126	28,870	100.0%	-

1중점과제(저급탄/바이오매스 하이브리드 석탄 제조 공정 설계 · 시공기술개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2017	2018	2019	2020	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		1,150	2,300	1,536	0	4,986	23.0%	책임연구원급 : 20.2인 연구원급 : 30.0인 연구보조원급 : 70.5인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	1,213	3,150	2,130	0	6,493	30.0%	설비/시설* 원부자재(석탄, 바이어매스, 바인더 등)
		시작품 제작비	606	1,575	1,065	0	3,247	15.0%	
		재료비	404	2,100	1,420	0	3,925	18.1%	
	연구 활동비	여비	104	207	138	0	449	2.1%	
		수용비및수수료	12	23	15	0	50	0.2%	
		기술정보활동비	115	230	154	0	499	2.3%	
	연구수당		230	460	307	0	997	4.6%	
	직접비 합계		2,684	7,746	5,229	0	15,659	72.3%	-
3) 간접비			209	455	335	0	1,000	4.6%	인건비+직접비의 4.8%
4) 합 계			4,043	10,501	7,100	0	21,644	100.0%	-

* : Receiving/Crushing system, Drying system, Filling/Carbonizing system, Auxilary system, Hot gas production system, Transfer system, Delivery & Installation etc, Crushing system, Briquetteting system, Cleaning system(exhaust gas/waste water)

2중점과제(저급탄 고부가가치화를 위한 고효율 간접식 열분해 공정 설계·시공기술개발) 예산

(단위 : 백만원)

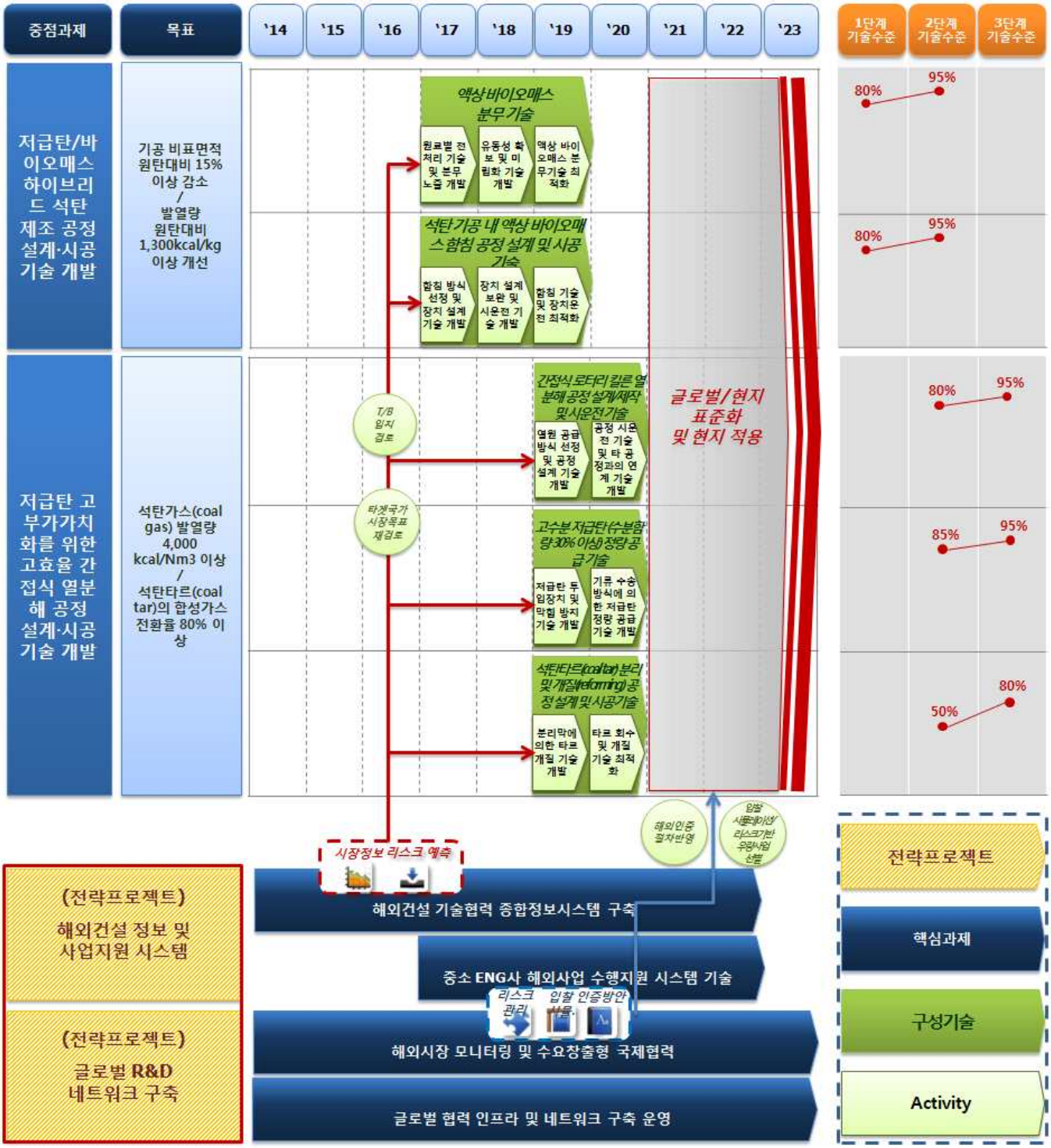
비	목		2017	2018	2019	2020	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		0	0	454	1,270	1,724	23.9%	책임연구원급 : 6.8인 연구원급 : 10.0인 연구보조원급 : 23.5인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	0	0	525	1,282	1,807	25.0%	설비/시설** 원부자재(석탄, 바이어매스, 바인더 등)
		시작품 제작비	0	0	420	513	933	12.9%	
		재료비	0	0	441	1,384	1,825	25.3%	
	연구 활동비	여비	0	0	41	114	155	2.1%	
		수용비및수수료	0	0	5	13	17	0.2%	
		기술정보활동비	0	0	45	127	172	2.4%	
	연구수당		0	0	91	254	345	4.8%	
	직접비 합계		0	0	1,568	3,686	5,254	72.7%	-
3) 간접비			0	0	78	170	248	3.4%	인건비+직접비의 3.6%
4) 합 계			0	0	2,100	5,126	7,226	100.0%	

** : Coal gas/tar separation/purifying system, Gas tank/piping etc, Mech. & Elec. Installation, Civil & Building work, Heavy duty vehicles, Instrument & office supplies

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
저급탄/바이오매스하이브리드 석탄 제조 공정 설계·시공기술 개발	액상 바이오매스 분무 기술	하이브리드 석탄의 기공 비표면적 원탄대비 10% 이상 감소	하이브리드 석탄의 기공 비표면적 감소율
	석탄 기공 내 액상 바이오매스 함침 공정 설계 및 시공기술	하이브리드 석탄의 발열량 원탄대비 1,300kcal/kg 이상 개선	하이브리드 석탄의 발열량 개선 량
저급탄 고부가가치화를 위한 고효율 간접식 열분해 공정 설계·시공기술 개발	간접식 로터리 킬른 열분해 공정 설계/제작 및 시운전 기술	석탄가스(coal gas) 발열량 4,000 kcal/Nm^3 이상	석탄가스 발열량
	고수분 저급탄 (수분함량 30% 이상) 정량 공급 기술	수분 30% 이상 저급탄의 정량 공급	저급탄의 연속적 정량 공급 시간
	석탄타르(coal tar) 분리 및 개질(reforming) 공정 설계 및 시공기술	석탄타르(coal tar)의 합성가스 전환율 80% 이상	석탄타르(coal tar)의 합성가스 전환율

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
'19
'20
'21
'22
'23
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
저급탄/바이오매스 하이브리드 석탄 제조 공정 설계·시공 기술 개발
기공 비표면적 원탄대비 15% 이상 감소 / 발열량 원탄대비 1,300kcal/kg 이상 개선
액상바이오매스 분무기술
원료별 전처리 기술 및 분무 노즐 개발
유동성 확보 및 미립화 기술 개발
액상 바이오매스 분무기술 최적화
석탄가공 내 액상 바이오매스 함침 공정 설계 및 시공 기술
합침 방식 선정 및 장치 설계 기술 개발
장치 설계 보완 및 시운전 기술 개발
합침 기술 및 장치운전 최적화
80%
95%
80%
95%
저급탄 고부가가치화를 위한 고효율 간접식 열분해 공정 설계·시공 기술 개발
석탄가스(coal gas) 발열량 4,000 kcal/Nm3 이상 / 석탄타르(coal tar)의 합성가스 전환율 80% 이상
T/B 입지 검토
타겟국가 시장목표 재검토
간접식 로타리 킬른 열분해 공정 설계/제작 및 시운전 기술
열원 공급 방식 선정 및 공정 설계 기술 개발
공정 시운전 기술 및 타 공정과의 연계 기술 개발
고수분 저급탄(수분함량 30% 이상) 정량공급 기술
저급탄 투입장치 및 막힘 방지 기술 개발
기류 수송 방식에 의한 저급탄 정량 공급 기술 개발
석탄타르(coal tar) 분리 및 개질(reforming) 공정 설계 및 시공기술
분리막에 의한 타르 개질 기술 개발
타르 회수 및 개질 기술 최적화
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
80%
95%
85%
95%
50%
80%
시장정보 리스크 예측
해외인증 절차반영
입찰 사업제안서 리스크기반 유형사업 선별
(전략프로젝트) 해외건설 정보 및 사업지원 시스템
(전략프로젝트) 글로벌 R&D 네트워크 구축
해외건설 기술협력 증합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
리스크 관리
입찰 인증방안 마련
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

2.1.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

저급탄 고부가가치화 통합 플랜트 건설 및 운전기술 확보

하이브리드 석탄 생산 원천기술 개선 및 상업규모 플랜트

분산발전형 석탄가스 생산 원천기술 개선 및 상업규모 플랜트

청정연료(브리켓화 무연연료) 상업규모 플랜트

석탄가스발전, DME, SNG 생산을 위한 down-stream 공정 및 연계 시스템

바이오매스 적용 저급탄 격상기술 분야 선도적 원천기술 확보

바이오매스와 결합한 신개념의 저급탄 고품위화 원천기술 확보

에너지원으로서 바이오매스 이용기술 효율성 제고 및 기술 선점

바이오매스 특성별(친・소수성, 연소특성 등) 적용 기술 확보

석탄가스 및 석탄타르 분리/정제 기술 개선 및 석탄화학 관련 기술 확보

석탄 dust 및 자연발화를 억제기술 확보

나. 경제적 기대효과

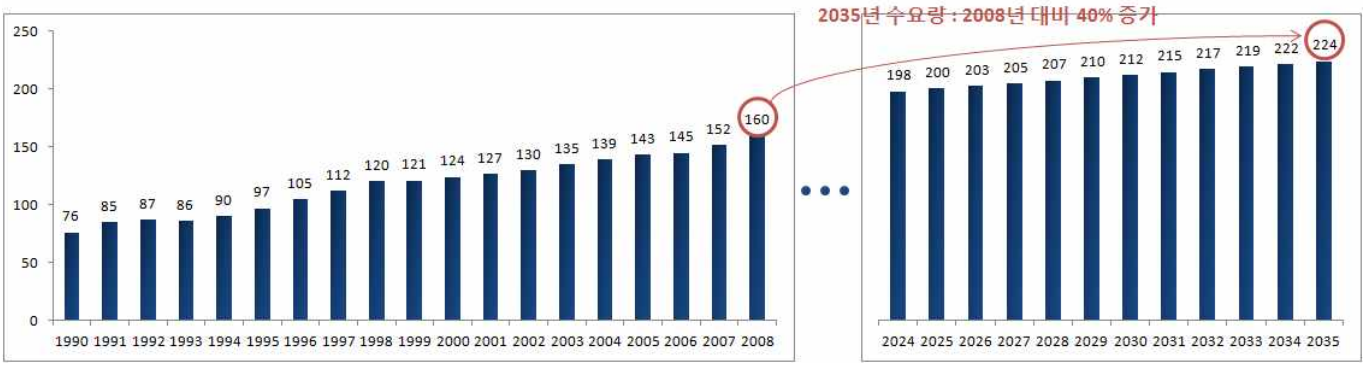
‘바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄 생산 플랜트 건설기술’ 이 저급탄 고부가가치화 시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 1,151.9억원으로 분석됨

‘바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄 생산 플랜트’를 통해 생산되는 Hybrid coal로 대체될 수 있는 석탄은 Brown Coal이라고 가정하고, Brown Coal 수요량, Hybrid Coal 대체가능비중과 이에 따른 플랜트 수요량, 건설비용을 분석하였음

- Hybrid Coal은 ‘바이오매스-저급탄 하이브리드 석탄 생산 플랜트’의 생산품을 의미함

ERIA(동아시아, 아세안) 지역 Brown coal 수요량은 1990년 76 Mil ton에서 2008년 160 Mil

ton까지 증가하였으며, 2035년까지 세계 석탄수요량은 2008년 대비 40% 증가할것으로 예상됨에 따라 Brown coal의 수요도 동일한 비중으로 증가할 것으로 가정함[87]



[그림 Ⅱ-38] ERIA(동아시아, 아세안) 지역 Brown coal 수요량

Brown Coal 중 Hybrid Coal로 대체가능한 비율(점유율)을 2024년 1%에서 2033년까지 10%로 가정함

Hybrid Coal의 열량이 Brown Coal 열량 대비 약 30% 이상 증가 가정하여, 실제 Hybrid Coal 의 수요량은 Brown Coal 수요량의 70% 로 가정하였음

- 즉 2024년 Hybrid Coal로 대체가능한 Brown Coal이 2.0톤이라 가정하면, 실제 대체되는 Hybrid Coal은 1.4톤임

연도별로 필요로 하는 Hybrid Coal을 생산하기 위한 플랜트는 0.25mil ton/unit을 기준으로 산정하며 unit당 단가는 약 0.5억$ 로 가정함

- 2013년 2월 국내의 핵심기술 보유 업체간의 컨소시엄을 구성하여 몽골정부에 20만톤/년 규모의 무연연료 생산 사업제안서를 제출시 저급탄 촤(char)를 이용한 성형연료 제조 공정 플랜트를 0.25mil ton/unit 기준 약 0.5억$ 로 제안한 바 있음

- Hybrid Coal을 생산하기위한 플랜트도 저급탄 촤(char)를 이용한 성형연료 제조 공정 플랜트의 unit당 단가가 유사할 것으로 판단됨

87) IEEJ Asia/World Energy Outlook, Oct. 2009 / IEA, "Coal Information 2009"

[표 Ⅱ-9] Hybrid Coal Plant 수주금액

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
ERIA(동아시아; 아세안) 지역 Brown coal 수요량(백만톤)	197.9	200.3	202.7	205.0	207.4	209.8	212.1	214.5	216.9	219.3
하이브리드석탄으로 대체되는 Brown coal 비율(점유율)(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
하이브리드석탄으로 대체되는 Brown coal 량(백만톤)	2.0	4.0	6.1	8.2	10.4	12.6	14.9	17.2	19.5	21.9
Brown Coal 대체 하이브리드석탄 생산량(백만톤)	1.4	2.8	4.3	5.7	7.3	8.8	10.4	12.0	13.7	15.3
Hybrid Coal Plant(Unit, 0.25백만톤/unit)	5	11	17	23	29	35	41	48	54	61
Hybrid Coal Plant Exp. Amount(억달러)	2.5	5.5	8.5	11.5	14.5	17.5	20.5	24.0	27.0	30.5

기술비중은 선행연구결과를 준용하여 33%를 적용함

- 기술비중을 일률적으로 적용 시 일반적으로 33%나 25%를 적용하며, 동 분석에서는 33%를 적용함[88)]

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 “09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구”의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

동 기술개발은 테스트베드 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 동 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

88) 기술가치 평가과정에서 기술비중 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술비중을 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술비중)를 29.7%로 산출한바 있음. 기술비중을 일률적으로 적용하는 방법은 일반적으로 33%나 25%를 적용함.

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

부가가치율은 한국은행에서 발간한 '2009년 산업연관표'의 건설산업 부가가치율인 40.1%를 적용함

[표 Ⅱ-10] 편익산정 (바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 플랜트 건설기술)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
Hybrid Coal Plant Exp. Amount(억달러)	2.5	5.5	8.5	11.5	14.5	17.5	20.5	24.0	27.0	30.5	
기술비중(%)	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 완성도(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
부가가치율(%)	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	
편익(억원)	31.7	69.8	107.9	146.0	184.1	222.2	260.3	304.7	342.8	387.2	2,056.8
편익의 현재가치(억원)	21.5	45.7	68.4	89.6	109.3	127.7	144.8	164.1	178.7	201.9	**1,151.9**

※ 환율 : 1달러 = 1,100.3원(2013년 5월 평균)
10년만기 국고채이자율 : 3.31%(파이낸스뉴스, 2013.06.15)

발전단가 절감 및 발전효율 증대

저급탄의 고열량화로 고부가가치 실현

고열량탄 사용으로 발전효율 증대 및 설비 수명 연장 가능

수분 재흡착 방지로 인한 석탄 수송비용 절감

RPS를 위한 발전설비 건설비용 및 충당금 절감

석탄산업 활성화 및 사회적 비용 절감

석탄산업 활성화 및 관련 산업체 매출증대, 투자확대, 세급증가

대기오염 개선으로 인한 사회적 비용 절감

석탄 관련 분야/산업체 인력고용 증대

바이오매스 산업 활성화 및 비식량 자원 이용으로 인한 윤리적 문제 해결 가능

다. 정책적 기대효과

미래 청정에너지원인 저급탄 선점으로 에너지 안보 제고

CO_2 배출량 저감 및 RPS 시행 적극 추진 가능함으로써 국제사회 발언권 강화

DME 생산 또는 석탄가스 발전으로 저급탄을 활용한 새로운 청정 석탄이용기술 시장 진입

기타 자원 부국의 저급탄을 고급화시킴으로써 해당국가의 경제개발 견인, 이에 따른 아국과의 우호 외교관계 구축

무연연료, 코크스탄 등 중앙아시아 국가 대상 전략적 에너지자원 확보

국내 R&D를 통해 개발된 청정 석탄이용기술의 해외이전을 통해 인니, 몽골, 호주, 러시아, 중앙아시아, 아프리카 등의 전략적 해외자원 확보 방안 제시

산/학/연 융합의 모범적 협력사례 조성

석탄산업 안전성 및 신뢰성 재확인을 통한 전력 예비율 제고

2.2 [기타] 화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술

2.2.1 개 요

가. 핵심과제 정의

화산지역에서 지속가능한 고온형 지열발전이 가능하도록 화산지역 Eco 지열발전 시스템 pilot 플랜트 구축 및 실증 건설기술개발

화산지대에 부존되어 있는 고온의 지열수를 이용하여 지열수의 고갈 문제 해결과 환경 문제 최소화를 실현할 수 있는 지속가능한 지열발전소 건설기술 개발

특수 지반 조건 및 고온 조건에서의 지열 자원의 탐사 및 평가와 정보화 기술, 시추굴진 기술, 공벽안정 기술, 열수순환 시스템 및 발전플랜트 설계, 시공 기술 확보

전 세계적으로 폭발적인 성장세에 있는 "지속가능한 고온 화산지대 상용화 지열발전소 건설" 시장 진출을 위한 기반기술 확보와 확보된 기술을 적용한 Pilot Plant 건설을 통해 해외 지열발전 건설시장 선점

동 핵심과제는 화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술, 친환경적 지열수 순환 시스템 건설기술, 고온형 고효율 지열발전 실증 플랜트 구축기술로 구성됨

화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가 평가기술은 지열발전을 위한 지열자원 부존량 추정 및 지열발전소 건설을 위한 조사 및 사업 타당성 평가 기술과 환경성 평가 기술. 그리고 이를 정보화 기술 융합형으로 실현하는 기술임

- 화산지역의 고온의 지열수를 대상으로 지구물리 탐사, 지구화학 탐사, 지질 열물성 측정 및 DB 구축, 시추공 내 열적 정보 해석, 지열발전과 관련된 지하 및 지상의 환경적인 영향 평가 기술을 포함

- 각종 조사 및 탐사 결과를 바탕으로 정보화 기술 연계 형의 사업 타당성 평가 및 환경성 평가와 사후 모니터링 및 검증 시스템을 포함

친환경적 지열수 순환 시스템 건설기술 개발은 지열수 순환 시스템기술, 지열수 수리화학적 제어 기술, 고온 공벽안정화 기술, 스케일링 제거 기술을 포함함

- 지열수 순환 시스템은 기확보된 대심도 시추 기술을 이용하여 고온 지열수 생산정을 구축하고, 사용된 지열수를 다시 지중으로 주입하여 지열수의 지속가능한 생산이 가능토록 하는 기술임

- 지열수의 수리화학적 제어 기술은 화산성 지열수 특유의 유독 및 환경 피해 물질을 수리화학적으로 제어 처리하는 기술로서 지열 발전의 환경 피해를 최소화 하는 기술임

- 고온 공벽 안정화 기술은 180℃ 이상의 고온 지열수의 생산 과정에서 공벽을 안정적으로 유지 지속적인 지열수가 생산될 수 있도록 해당 부지의 온도 조건과 압력 조건에 따라 안정적인 지열 발전정의 유지 기술임

- 스케일링 제거 기술은 지열수의 생산과정에서 케이싱 등에 부착되어 지열발전소의 효율을 떨어뜨리는 주요 원인이 되는 스케일링 제거 기술 개발임

- 친환경적 지열수 순환 시스템 건설 기술은 화산지역과 비화산 지역에서 크게 그 적용성의 차이가 나는 기술로서 안정적이며, 친환경적인 지속가능한 지열수 생산이 목표임

고온형 고효율 지열발전 실증 플랜트 구축기술 개발은 지중에서 생산된 지열수(증기)를 이용하여 터빈 구동을 통하여 전기를 생성하는 기술임

- 지열수의 형태 및 온도에 따라 건증기 지열발전, 플래쉬 증기 지열발전, 바이너리 사이클 지열발전 기술로 분류될 수 있음

- 플래쉬 증기 방식은 증기상태가 아닌 고온의 열수(hot water)를 뽑아 올려 압력을 낮춘 상태에서 기화된 수증기를 (70℃의 열수는 155℃ 증기로), 터빈에 분사하여 발전을 하는 방법임

- 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 사이클 구성과 성능해석을 통한 최적화 기술을 도출하고, 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 실증 플랜트 유닛 제작, 최적 운전 제어 및 유지관리 기술을 개발함

- 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 플랜트 시공 및 운전성능평가를 통한 기술력을 확보함

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

중분류	소분류	개발 대상기술
지열발전 후보부지 탐사 및 평가 기술	후보부지 심부 지열 자원 탐사 기술	O
	후보부지 심부 지층 물성 평가 기술	-
	후보부지 지열발전 정보화 구축 기술	O
	대심도 응력 측정 및 해석 기술	-
	후보부지 사업성 평가 및 모니터링 기술	O
	심부 지열 활용 환경영향 평가 기술	O
지열수 생산 및 순환 시스템 건설 기술	대심도 시추 기술	-
	시추 중 조사 및 모니터링 기술	O
	대심도 시추 장비 및 관련 요소 기술	-
	방향제어 시추 기술	-
	대심도 지열발전정 공벽 안정화 기술	O
	지열발전정 단열 및 열교환 기술	-
	지열저류층 활성화 기술	-
	지열 순환수 지화학 특성 평가 및 처리 기술	O
	스케일링 생성 기작 규명 및 제거 기술	O
	미소진동 모니터링/계측/해석기술	-
	지열수 순환 시스템 설계 및 시공기술	O
	지열수 활용 시뮬레이션 기술	-
지열발전 지상 플랜트 건설 기술	바이너리 사이클 설계 및 제작 기술	-
	고온형 지열발전 사이클 설계 및 제작 기술	O
	차세대 지열발전 사이클 기술	-
	지열발전플랜트 최적 구성 및 상용화 기술	O
	지열발전플랜트 시공 및 유지관리기술	O
	지열 열병합 발전 플랜트 기술	-
	지열 발전 플랜트 계통 연계 기술	-

상세기획 참여자

소속기관분류	성명	기관명	직위
산	윤운상	넥스지오	대표이사
	이세진	현대건설	차장
	이종대	한국전력기술(주)	책임기술원
	이상돈	이노지오테크놀로지	대표이사
학	민기복	서울대학교	교수
	김형수	중원대학교	교수
	이윤	대전대학교	교수
연	김광염	한국건설기술연구원	수석연구원
	장기창	한국에너지기술연구원	책임연구원
	이태종	한국지질자원연구원	책임연구원

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

IEA Geothermal road map(2011)에 의하면 2050년 전 세계 지열발전의 설비용량은 약 200GW로 2010년 10.7GW의 약 20배에 달하는 폭발적인 성장 예측됨

2010년 1월 기준으로 전 세계 지열 발전용량은 약 10.7 GWe의 발전시설을 갖추고 있고 전력생산량은 67,246 GWh 임

- 이는 총 307.8백만 배럴(46.2백만 TOE)의 석유대체효과 및 148백만톤의 이산화탄소 배출 절감효과에 해당됨

아시아 개발 도상국을 중심으로 전 세계적으로 성장을 할 것으로 예측되며, 2050년에는 전 세계 발전량 대비 3.5%에 이를 것으로 전망됨

인도네시아, 필리핀 등 전통적인 화산지대 지열발전 국가에서는 지열수 고갈, 지열수 내 독성물질의 처리 등 지속가능성 확보와 친환경적 건설을 요구함

화산지역 장기 지열발전에 따른 지열수 고갈, 사용 후 지열수의 환경 위해성 증대 등으로 인한 환경 친화적 지열수 순환 시스템 확보 및 지열 발전 방식 건설요구 증대

이를 타겟으로 하는 기술을 개발 보유할 경우, 향후 대규모 신규 지열 발전 시장에서 공격적인 시장 점유가 가능함

인도네시아 정부는 현재 지역의 사전타당성조사를 시행한 업체에게 사업우선권을 주는 제도를 시행 중임

2차 Crash Program에서 2014년까지 4,925MW의 지열발전 건설을 위해 인도네시아 정부는 140억 달러 이상의 투자가 필요할 것으로 예상하고 있으며, 2025년까지 12,000MW의 지열발전을 위해 국제적 협력이 필요하다고 발표함

지열 에너지 발전 사업에 관련된 외국인 최대 소유 지분은 95%로 경영권 확보엔 문제가 없으며, 현재 총 13개(입찰 준비 중 9곳, 입찰 실패 4곳) 프로젝트에 대한 사업 참여가 가능한 상태로 입찰 완료 프로젝트에도 하도급 업체로 진출이 가능할 것으로 판단됨

자바 섬 외 지역에 주로 많은 5MW 미만의 소규모 지열발전소(예: NTT 지역에 있는

Mataloko)의 건설을 한국기업에서 참여하기 원하고 있으며 ㈜넥스지오는 인도네시아 Aceh 주 Berner Meriah 군으로부터 지열발전소 건설 사업에 참여 요청을 받아 사전 타당성 조사를 위한 인허가 중에 있음

화산지대 상용지열발전소 건설을 통한 증기 지열발전 시장 진출 교두보 확보가 가능함

동 사업을 통한 현지 Test Bed를 성공적으로 구축할 경우 인도네시아 외에도 다른 화산지대(필리핀, 칠레, 과테말라, 케냐 등) 지열발전소 건설 시장진입에 유리함

화산지역 지열자원의 개발 및 활용을 위한 핵심기술의 개발로 향후 전 세계 화산지역 지열발전을 통한 창조경제 시장 창출이 가능함

(2) 기술적 필요성

국내기업은 독자적인 사업 발굴, 평가 및 해외 지열발전 건설 수주에 기술적 제약을 가지고 있음

현대건설은 최근 7500억원 규모의 인도네시아 지열발전소 개발공사사업을 수주하였으나, 해당 설계 및 시공 기술은 해외 의존도가 높은 현실로 국내기술은 발전플랜트 설치 공사에 치중되어 있음

지열발전 사업의 사업성 평가 능력(F/S)의 부족으로 수많은 해외 민자 지열발전 사업에 참여할 기회를 놓치는 경우가 많음

단순 발전 플랜트 건설 사업 외에 지열발전소 건설에 핵심기술이라 할 수 있는 지열자원의 탐사/평가, 대심도 시추, 설계, 지열수 순화시스템 구축 등의 기술을 해외업체에 의존함으로써 단순 시공 및 설치 형태로 부가가치가 낮음

개발기술들은 상호 융·복합적으로 해당 관련 정부연구기관 및 기업들 간의 협력을 통한 국가적인 공통 활용 기술로서 발전이 가능한 산업임

지열 발전소의 건설은 지반 조사 및 탐사 기업, 지반 및 플랜트 설계 엔지니어링 기업, 종합건설기업, 보링그라우팅, 기계제작 및 설비 등 전문 건설업 등이 총 망라된 융합형 사업임

- 지열발전소 조사 및 탐사 : 지질 및 지반 엔지니어링 주체

- 지열발전소 설계 : 토목 (지반), 플랜트 엔지니어링 기업
- 지열발전정 시추 및 설치 : 보링 및 그라우팅 전문건설업
- 지열수 생산 : 지하수 영향 조사 기관 및 지하수 시공업
- 지열발전 플랜트 제작 및 설치 : 기계제작 및 설비업 등

화산 지역 지열발전 타당성 평가 기술, 지속가능한 지열수 생산 시스템 구축기술, 고온형 지열발전 유닛 제작 및 지상 설비 시공기술, 친환경적 지열수 처리 및 유지 관리 기술은 지질, 자원, 토목, 플랜트, 화학 등 다양한 산학연 공동 연구 개발이 되어야 하는 사업임

화산지대 지열발전소 환경 친화적 건설 실증 기술 확보 필수

화산지대의 지열발전과 관련된 기술을 개발하기 위해서는 화산지대인 인도네시아, 필리핀 등 현지에 활용 가능한 기술개발이 필요한 실정이나, 실적이 없는 상태에서 화산지대 지열발전소 건설에 참여가 어려운 상황임

따라서 기존 방식과 차별화되는 환경 친화적이며, 발전 생애 주기를 연장할 수 있는 지열수 순환 시스템이 구축된 지열 발전 방식을 통한 차별화 기술 전략 필요

지열발전소 건설 수주를 위한 PQ(Pre-Qualification) 통과를 위해서는 지열발전소 건설경험이 가장 중요한 요소임

부족한 기술력을 극복하고 국산화하기 위해서는 현재 국내 개발 중인 EGS(Enhanced Geothermal System)지열 발전 개념을 기존 열수형 지열발전에 접목하여, 친환경적인 지속가능한 지열발전 건설 기술력을 확보하는 것이 시급함

이러한 핵심기술역량을 국가적으로 축적된다면 현재 시행되는 화산 지역에서의 EGS 발전소 개발 관련 건설 시장에 기술 수출 및 사업 수주 등 정부 중심의 해외사업 참여 및 신규 시장 확대할 수 있을 것으로 예측됨

정부차원의 대폭적인 지원을 바탕으로 관련 신규 시장의 핵심 요구 사항인 지속가능한 친환경 지열 발전 기술에 대한 미래 선점적 기술 조기 획득이 필요함

현재 뉴질랜드와 같이 고온성 지열자원으로 지열발전을 하고 있는 국가에서도 수자원 보호 및 지반침하 방지 등의 환경보전을 위한 규제가 강화됨

- 친환경적인 지열발전건설 기술개발을 적극 추진하고 있는 추세로서 이후 전통적 지열 발전 시장은 친환경 및 지속가능성 여부가 핵심적 기술 수요로 떠오르고 있음

호주 연방정부는 지열발전산업 활성화를 위해 총 5천만불의 “Geothermal Drilling Program(GDP)"을 마련하여 Geodynamics와 다른 지열발전사업자의 지열발전 개념의 입증(proof-of-concept) 프로젝트를 지원함

- 호주는 지열발전 기술 개발에 박차를 가하고 있으며 이에 따라 Panax사와 Petratherm사와 같은 심부탐사 성공기업들이 출현하고 있음

독일 연방정부는 지열발전 산업을 활성화시키기 위하여 Market Incentive Program제도를 만들어 연방환경청과 연방 산업은행을 통해 프로젝트 당 최대 일천만유로까지 지원함

국내는 지열발전을 시작하는 단계로서 관련 특허가 미미하며 동 연구개발을 통해 특허 등 원천기술 확보가능성이 큼

지열분야에서 추출된 대부분의 특허는 히트펌프를 이용한 지열 냉난방관련 특허로서 지열발전소 건설을 위한 핵심기술에 해당되지 못하며 해외수주 경쟁 우위에 있는 원천기술이 아님

화산지역 Eco 지열발전 기술 개발은 지열발전뿐만이 아니라 석유 및 천연가스, 셰일가스 개발 등의 원천기술로 활용이 가능한 복합기술이며 향후 CCS 등의 친환경 에너지자원개발 기술로 확장하는 파급효과가 있음

화산지대 지열발전소 건설에 필요한 기본기술은 대부분 확보되어 있으나, 화산지대에 맞는 특화된 연계기술의 개발과 실적이 필요한 시점임

그동안 환경문제에 대해 상대적으로 무관심했던 동남아사아(인도네시아, 필리핀 등), 남미(칠레, 과테말라 등) 및 아프리카(케냐 등)의 화산지대 지열발전에서도 지열수의 직접이용에 따른 환경문제의 피해를 저감하기 위한 노력을 진행 중에 있음

화산지대에서의 지속가능한 친환경적 지열발전 건설기술을 확보할 시에는 전 세계적으로 많은 지열발전 시장을 선점할 수 있을 것으로 판단됨

(3) 기술개발 시급성

최대 지열발전국인 미국은 자국의 기술을 동남아국가 등에 투입할 가능성이 매우 높아 우리나라의 기술력을 시급히 확보할 필요가 있음

미국을 포함한 북아메리카와 동남아 국가 등 각 국가별 지열 발전량 로드맵을 보면 2050년까지 전세계 발전량 대비 3.5%에 이를 것으로 판단됨

현재 지열발전 용량 세계 1위인 미국 및 2, 3위인 필리핀, 인도네시아에서는 지열발전기술 중 세부요소기술들에 대해 국가적인 대규모 투자 및 기술개발을 진행하고 있음

국내에서도 범 국가지원으로 대규모 연구 프로젝트 및 적극적인 정부지원금 출현으로 관련 기업의 기술역량을 강화하는 것이 우선적으로 필요함

최근 인도네시아는 지열발전분야 투자 비중을 확대 중이며, 일본의 경우 인도네시아 지역 화산지역 지열발전 투자를 늘리고 있음

세계 지열 발전용량은 약 10.7 GWe의 발전시설을 갖추고 있고 전력생산량은 67,246 GWh에 달함

최대 이용국가는 미국(3,093 MWe)이며, 필리핀(1,904 MWe), 인도네시아(1,197 MWe), 멕시코(958 MWe), 이탈리아(843 MWe), 뉴질랜드(628 MWe), 아이슬란드(575 MWe), 일본(536 MWe)의 순서임

- 보수적인 전망을 따르더라도 현재 진행 중인 Project를 합산하면 2015년에는 18.5 GWe에 달할 것으로 예상되며 일본, 호주, 독일 등 각국의 지열발전 전망을 고려하면 더 높은 수치도 가능할 것으로 예측됨

화산지역의 지열발전에 대한 환경 문제의 접근이 엄격해지고 있는 실정으로 지열수의 무분별한 취수로 인한 고갈과 수자원 환경 피해, 지반 침하 등의 문제가 미국, 뉴질랜드, 인도네시아 및 필리핀 등에서 보고되고 있어 환경 친화적 기술을 앞세워 신규 지열 발전 시장의 빠른 접근이 가능한 시점임

세계은행은 신재생에너지를 사용하는 국가 지원을 위해 4억 달러를 책정했으며, 인도네시아의 지열발전 선정 가능성이 높은 것으로 전망하고 있음

일본 JBIC(Japan Bank for International Cooperation)의 Fumio Hoshi 이사는 인도네시아를 방문 지열 등 신재생에너지 발전에 적극 협조하기로 언급

- JBIC은 일본 기업들이 프로젝트에 관여했을 경우 인도네시아 지열 발전에 투자를 확대할 것이라고 언급함

- JBIC은 이미 북 Sumatera Sarulla 지열발전소 건설에 8억 달러를 투자

최근 국내 대형 건설 엔지니어링사를 중심으로 대규모 해외 지열발전 사업 참여와 사업 추진이 적극적으로 이루어지고 있음

현대 엔지니어링은 일본의 Toshiba 및 Toyota상사와 컨소시엄을 구성하여 2011년 11월 7일 3억 7.300만불 규모의 케냐 '올카리아(Olkaria) 지열발전소 1, 4호기'설비에 대한 설계, 구매, 공사 및 시운전 등 턴키 계약 체결함

현대 엔지니어링은 국내에서 지열발전 실적이 있는 기업으로서, 그동안 일본과 미국, 유럽이 주도해오던 지열발전 분야 해외수주에 성공함

현대건설은 2012년 6월 19일 인도네시아 사룰라(Sarulla) 지열발전소 공사 낙찰통지서를 접수했으며, 다음해인 2013년 4월 15일 사룰라 운영회사와 7,448억원 규모의 인도네시아 사룰라 지열발전소 공사 계약을 체결함

(4) 국고지원 적합성

국내에서는 인도네시아 등 지열발전 최대시장인 화산지대에 최적화된 기술개발이 수행된 적이 없음

인도네시아 정부는 현재 추진 중인 발전증강프로그램에서 47.3%는 지열발전으로 충족시키겠다는 계획을 추진하고 있음.

한국은 지열분야에 많은 기업들이 참여하고 있지는 않으나, 현지 에너지산업 진출 차원과 더불어 클린에너지 CDM(청정개발체계: Clean Development Mechanism) 사업으로 연계시키는 전략과 더불어 적극적으로 화산지역 지열발전 사업에 참여가 필요.

화산지역 지열발전은 초기 탐사비와 투자비가 커 개발 및 건설 과정에서 위험 부담이 있음

발전 세부 기술들에 대한 수준이 해외 경쟁 국가 및 기업들에 비해 낮기 때문에 민간 단독 추진이 매우 어려운 실정

현재 수천억~수조 단위의 해외 지열 발전 사업이 진행되고 있음에도 실제 전문 건설 및 설계의 경우는 대부분 외국 기술에 의존하고 있음

정부중심의 장기적이고 지속적인 우선 투자를 통한 산학연 공동 연구 및 시범 보급이 필요함

화산지역 지열개발 가능성을 홍보하고 민간의 자발적 참여에 의한 자생적으로 경쟁력을 가질 수 있는 시장 형성을 통해 관련 전문기술인력을 양성하는 것이 필요함

기술의 습득 및 선진화를 위해 정부가 적극적으로 주도하에 국제적으로 우리보다 먼저 선진화된 지열 발전을 진행하고 있는 미국, 유럽, 호주 등 과 국제적 교류 및 협력을 추진해야함

지열발전플랜트 분야는 정부연구개발투자가 지속적으로 추진되었으며, 특히 화산지역 지열발전 플랜트 건설은 국토교통부 차원의 지원이 필요한 분야임

국내 심부지열 개발은 2003년에 이르러서 본격적으로 시작되어 현재 순수 국내 기술로 2.384km 심도까지 대구경 개발시추공의 시추가 완료된 상태임

지열발전 분야 외의 국내의 플랜트 설계 및 시공 기술은 화학 및 발전 분야에서 이미 세계적 수준으로, 적절한 투자 및 지원이 뒷받침 된다면 지열발전 플랜트 설계 기술 분야에서도 단기간 내에 세계수준의 기술력을 확보할 수 있으리라 예상됨

국내 지열발전의 기술개발에 있어서 핵심요소는 심부 시추 및 EGS를 위한 인공 저류층 생성기술과 지상 플랜트 기술로서 이와 같은 기술개발이 완성되면 국내에서도 지열 발전이 가능할 것으로 예상됨

- 2010년 12월부터 2015년까지 MW급 이상의 지열발전소 건설 및 가동을 목표로 “MW급 지열발전 상용화 기술 개발” 사업이 진행 중임

국내 지열발전과는 달리 화산지역 지열발전 플랜트 연구는 진행된 바 없으며, 화산지역 지열발전에 필요한 기술 및 Pilot Plant 구축을 위해서는 국토교통부 차원의 지원이 필요함

[표 Ⅱ-11] 국내 지열발전 관련 연구개발 현황(2008~2011)>

과제 시작연도	과제명
2008	· 한국형 지열발전 시스템의 기술개발 타당성 연구(1년)
2010	· MW급 지열발전 상용화 기술 개발(5년)
2011	· 저온 지열원 100 kW급 ORC 발전 기술 개발(5년)

동 연구는 “MW급 지열발전상용화 기술개발“ 성과와 국내 우수한 ICT 기술을 화산 지대의 특수한 지반조건(고온, 고압, 가스 등)에 활용가능하게 개선시켜, 지속가능한 친환경 지열발전을 건설하는 것이 주요 목표임

화산지대 지열자원에 대한 평가 시 필요한 Modelling 기술에는 3차원 지중 시뮬레이션 기술, 저류층 평가기술, 경제성 평가 등 많은 분야에서 ICT와의 융합기술이 필요하며, 지질/지반 외에 토목, 발전플랜트, 수처리, 경제성 분석 등 다른 기술 분야와 융합이 필요함

이러한 기술 융합으로 화산지역 최대 이슈인 지열수 고갈 및 유독물질 배출 문제를 해결하는 것이 기술 개발의 주요 목표임

동 연구를 통한 시장 개척 시 국내 많은 중소기업에서 해외 지열발전사업에 참여할 기회를 얻을 수 있을 것으로 예상됨

동 연구는 건설대기업의 EPC와 전문중소기업(조사, 탐사, simulation, 시추, 기계장비, 자원환경, 그라우팅 등)의 협업 없이는 불가능한 사업임

인도네시아 현지 탐사 및 건설을 위해서 인도네시아 지자체 및 관련 현지업체(PT. Resource Jaya Teknik Management Indonesia 등) 협력방안을 논의 중에 있음

지열발전에 대한 학부와 대학원 과정이 있는 Bandung Institute of Technology와의 인도네시아 지열자원의 연구에 대해서 공동 연구방안을 모색 중에 있음

동 연구에 의해 개발되는 기술은 관련 정부연구기관 및 기업들 간의 협력을 통해 국가적인 공통 활용 기술로서 지속적으로 발전

화산 지역 지열발전 타당성 평가 기술은 현재 국내 지질 및 지반 전문 조사, 물리탐사 등을 중심으로 하는 중소 엔지니어링 기업들과 협력할 수 있음

지속가능한 지열수 생산 시스템 구축 기술은 설계전문기업, 보링 그라우팅 전문건설업, 지하수 개발업, 지하수영향평가 기관, 상하수도 관련 기업 등과 협력할 수 있음

고온형 지열발전 유닛 설계 및 지상 설비 시공 기술은 설계전문 기업, 토목 및 건설기업, 설비 시공업 등 기업 등과 협력할 수 있음

친환경적 지열수 처리 및 유지 관리 기술은 수처리 전문업, 설계전문업, 토목 및 건설 시공업 등과 협력할 수 있음

다. 기술개발 목표

친환경적인 지열발전기술력 해외 선진기술력 대비 90% 확보

화산지역 내 지열발전과정에서는 내부 고온열에 의해 대수층 내 지하수가 다양한 유독물질을 포함하고 있어 지열발전에 필수적인 지열수 순환 시스템에서 주변 환경뿐만 아니라 시스템 장비들의 내구성을 악화시키는 스케일링, 유독 가스 등이 발생됨

동 과업에서는 화산지역 내 친환경적인 지열발전 기술력 확보를 목표로 함

정보융합형 지열발전 해외 선진기술력 대비 90% 확보

현재 우리나라의 정보화 기술력은 최고 기술력을 확보하고 있음. 하지만 현재까지 화산지역 내에서 발생하는 자료들에 대한 정보화 기술력은 초보단계임

GT, ET, CT, BT, NT 및 GIS(geographic information system)기술 융합으로 정보융합형 지열발전 체계를 구축을 목표로 함

인도네시아 화산지역을 타겟으로 한 “화산지역 ECO 지열발전 시스템 건설 기술”을 위한 실증설비 구축

정보화 평가실현, 평가 신뢰도 제고, 탐사 및 정보화, 타당성 및 환경성 평가기술을 개발 하여 화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가 기술을 개발함

지열수 순환, 지열수 순환 시스템, 지열수 제어, 고온 공벽 안정화, 스케일링 제거기술로 화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술을 개발함

발전 플랜트 구성, 고온형 플랜트 유닛, 지상 플랜트 설계시공, 정보화 최적 운전기술을 개발하여 고온형 지열발전 플랜트를 구축함

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명 및 목표	중점과제 정의	구성기술
화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술	– 화산지역 내 지열발전 가능성 부지 선정을 위한 탐사 및 관련 자료들의 정보화 구축 및 주변 환경성 평가	▪ 화산 지열수 탐사 및 정보화 기술 ▪ 화산지역 지열발전 타당성 및 환경성 평가 기술
친환경적 지열수 순환시스템 건설기술 개발	– 화산지대에서 지속가능한 고온 지열수 지열수량 확보 및 고온, 고농도 환경에서 지열발전정의 안정적 유지 확보, 화산지역 내 발생 가능한 유독 지하수질에 대한 친환경적인 수처리 유지 방안 구축	▪ 지열수 순환 시스템 기술 ▪ 지열수 수리화학적 제어 기술 ▪ 고온 공벽 안정화기술(고온 열안정성 자기치유 시멘트 그라우팅재 개발) ▪ 스케일링 제거 기술
고온형 고효율 지열발전 실증플랜트 구축기술 개발	– 화산지대 고온 지열수에 적용가능한 플래쉬증기 지열발전 플랜트 설계 및 제작과 플랜트 시공 및 유지관리기술 확보를 위한 지열발전 플랜트 구축	▪ 고온형 지열발전 유닛 설계 및 시공기술 ▪ 플래쉬 증기 지열발전 플랜트 설계 및 시공기술 ▪ 플랜트 정보화 최적운전 기술

마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

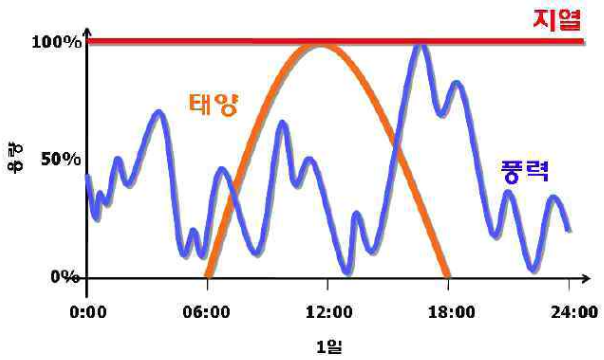
중분류	소분류	구성기술
지열발전 후보부지 탐사 및 평가 기술	후보부지 심부 지열 자원 탐사 기술	▪ 화산 지열수 탐사 및 정보화 기술
	후보부지 심부 지층 물성 평가 기술	-
	후보부지 지열발전 정보화 구축 기술	▪ 화산 지열수 탐사 및 정보화 기술
	대심도 응력 측정 및 해석 기술	-
	후보부지 사업성 평가 및 모니터링 기술	▪ 화산지역 지열발전 타당성 및 환경성 평가 기술
	심부 지열 활용 환경영향 평가 기술	
지열수 생산 및 순환 시스템 건설 기술	대심도 시추 기술	-
	시추 중 조사 및 모니터링 기술	▪ 지열수 순환 시스템 기술
	대심도 시추 장비 및 관련 요소 기술	-
	방향제어 시추 기술	-
	대심도 지열발전정 공벽 안정화 기술	▪ 고온 공벽 안정화기술(고온 열안정성 자기치유 시멘트 그라우팅재 개발)
	지열발전정 단열 및 열교환 기술	-
	지열저류층 활성화 기술	-
	지열 순환수 지화학 특성 평가 및 처리 기술	▪ 지열수 수리화학적 제어 기술
	스케일링 생성 기작 규명 및 제거 기술	▪ 스케일링 제거 기술
	미소진동 모니터링/계측/해석기술	-
	지열수 순환 시스템 설계 및 시공기술	▪ 지열수 순환 시스템 기술
	지열수 활용 시뮬레이션 기술	-
지열발전 지상 플랜트 건설 기술	바이너리 사이클 설계 및 제작 기술	-
	고온형 지열발전 사이클 설계 및 제작 기술	▪ 고온형 지열발전 유닛 설계 및 시공기술
	차세대 지열발전 사이클 기술	-
	지열발전플랜트 최적 구성 및 상용화 기술	▪ 고온형 지열발전 유닛 설계 및 시공기술 ▪ 플래쉬 증기 지열발전 플랜트 설계 및 시공기술
	지열발전플랜트 시공 및 유지관리기술	▪ 플랜트 정보화 최적운전 기술
	지열 열병합 발전 플랜트 기술	-
	지열 발전 플랜트 계통 연계 기술	-

1.2.2 기술 및 시장동향

가. 시장동향

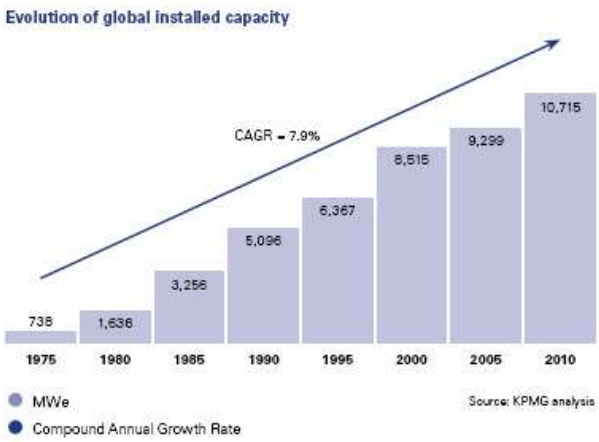
2010년 현재 전 세계 24개국에서 10,715MW의 지열발전설비가 가동 중에 있으며 2015년에는 35개국으로 확산, 총 18,500MW 증축이 예측됨[89)]

지열은 계절과 날씨 등에 영향을 받지 않고 365일 24시간 가동할 수 있어 기저부하를 담당할 수 있는 유일한 신재생에너지 자원이기 때문에 태양광, 풍력 등 다른 신재생에너지 시장들에 비해 향후 그 시장 유지 및 확대가 가장 확실한 시장임



[그림 Ⅱ-39] 신재생에너지 유용성 상대적 비교

지열발전시장은 1975년부터 35년 동안 연 7.9%의 발전설비 증가율을 보이고 있는데 이는 동기간 세계 경제 성장율의 2~3배에 이르는 고성장 산업임[90)]



[그림 Ⅱ-40] 국가별 지열발전 용량(Bertani, 2010)

89) Ruggero Bertani, WGC, 2010
90) World geothermal Market & Outlook, KPMG, 2011

지열발전시장의 성장은 화산지대 국가에서 주도하고 있으며 설비용량 증가 기준으로는 미국에 이어 인도네시아, 아이슬란드, 뉴질랜드 순이며, 설비 증가율 기준으로는 독일, 파푸아뉴기니, 호주, 터키의 순으로 성장세를 보이고 있음

최근 후쿠시마 원전사태의 여파로 일본과 독일을 비롯한 많은 국가에서 지열발전에 대한 지원정책을 발표하면서 기존의 지열발전 국가는 물론 중남미와 아프리카까지 지열발전시장 확대가 빠른 속도로 이루어지고 있음

2010년 1월 기준으로 연간 지열에너지 활용 전력생산량은 67,246 GWh임

발전설비용량 기준으로 주요 지열발전 시장 규모는 미국(3,093 MWe)에 이어 필리핀(1,904 MWe), 인도네시아(1,197 MWe), 멕시코(958 MWe), 이탈리아(843 MWe), 뉴질랜드(628 MWe), 아이슬란드(575 MWe), 일본(536 MWe)의 순서임

- 총 307.8백만 배럴(46.2백만 TOE)의 석유대체효과 및 148백만톤의 이산화탄소 배출 절감 효과를 보임

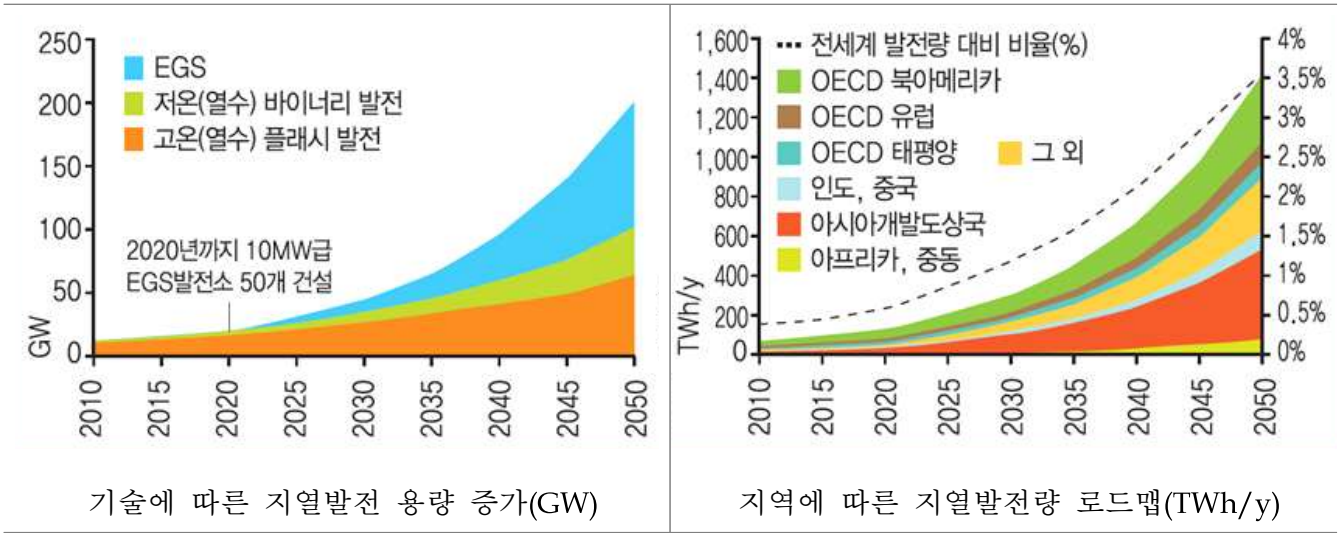
[그림 Ⅱ-41] 국가별 지열발전 용량(Bertani, 2010)

2050년 지열발전을 통한 전기생산량은 전 세계 총 발전량 대비 3.5%에 이를 것으로 전망됨[91)]

2050년 전 세계 지열발전의 설비용량은 약 200GW로 2010년 10.7GW의 약 20배에 달하는 폭발적인 성장을 보일 것으로 예측되며, 이는 화산지대뿐만 아니라 비화산지대를 포함하여 전 세계적으로 고른 성장을 할 것으로 예측됨

	Africa and Middle East	Developing Asia	India and China	OECD Pacific	OECD Europe	OECD North America	Other	World
2020	1	5	0	2	3	7	2	22
2030	2	14	2	3	5	13	7	46
2050	12	64	15	11	14	49	35	200

[그림 Ⅱ-42] 국가별 지열발전 개발 증가량 2020-2030-2050년 (IEA, 2011)

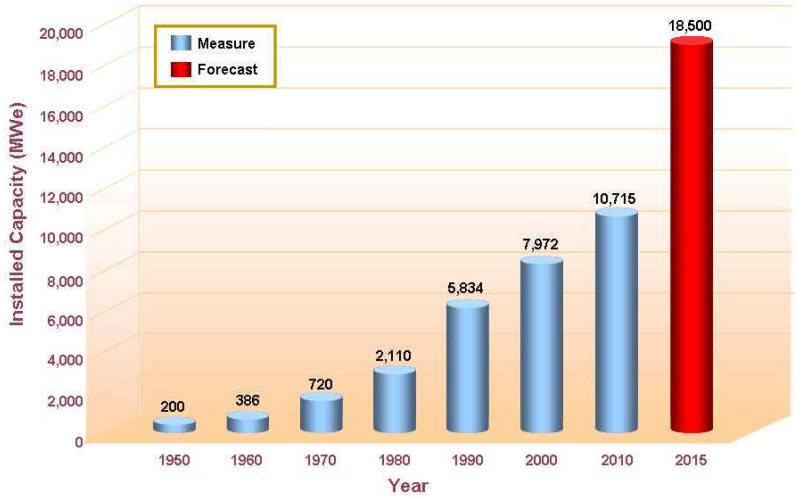


기술에 따른 지열발전 용량 증가(GW)　　지역에 따른 지열발전량 로드맵(TWh/y)

[그림 Ⅱ-43] 연도별-지열발전 기술별 지열발전량 예측(IEA, 2011)

2015년까지의 단기 전망에서도 전 세계 지열 발전 설비 설치 용량은 현재 증가 추세에 있으며 이에 따른 지열 발전 사업 관련 분야(특히 플랜트)의 수요 또한 급격히 증가할 전망됨

91) IEA Geothermal road map, 2011



[그림 Ⅱ-44] 연도별 지열발전 설비용량 (자료: Bertani, 2010)

지열발전은 이산화탄소 및 독성가스의 배출이 거의 없는 청정 에너지 자원으로, 2050년 전 세계 지열발전에 따른 이산화탄소 감축효과는 약 5억톤에 달할 것으로 예측됨(IPCC, 2008)

[표 Ⅱ-12] 국가별 지열발전 용량계획 및 예상 개발비용

미국		2009년	2020년	2030년	2040년	2050년
	발전 목표량(MW)	3,087	10,000	30,000	80,000	100,000
	증설량(MW)	-	6,913	20,000	50,000	20,000
	기간내연간증설량(MW)		719	2,000	5,000	2,000
필리핀		2010년	2015년	2020년	2025년	2030년
	발전 목표량(MW)	1,966	2,186	3,286	3,381	3,461
	증설량(MW)	-	220	1,100	95	80
	기간내연간증설량(MW)		44	220	19	16
인도네시아		2008년	2012년	2016년	2020년	2025년
	발전 목표량(MW)	2,000	3,442	4,600	6,000	9,500
	증설량(MW)	-	1,442	1,158	1,400	3,500
	기간내연간증설량(MW)		361	290	350	700
케냐		2010년	2014년	2016년	2030년	-
	발전 목표량(MW)	1,195	2,200	4,400	9,900	-
	증설량(MW)	-	1,005	2,200	5,500	-
	기간내연간증설량(MW)		251	1,100	393	

※ 출처
미국 : 미국 지열발전 시장 성장전망(DOE, 2009)
필리핀 : 필리핀 신재생 에너지 공급계획(DOE, 2008)
인도네시아 : 인도네시아 에너지 광물자원부, 한-인니 경협 TF 세미나, 2012
케냐 : 지열발전개발, Africa Investment Conference, 2011

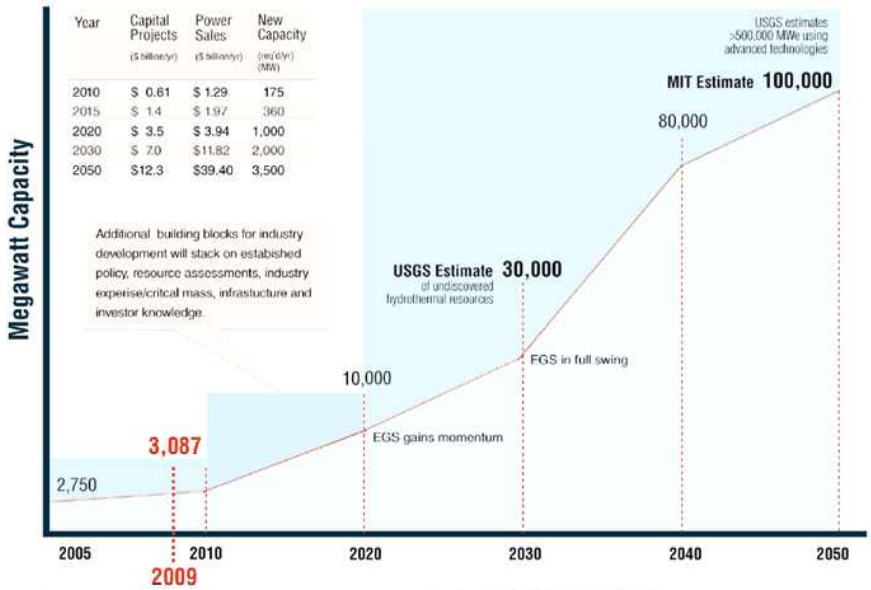
- 필리핀 지열발전소(열수방식) 건설비용은 3.34M US$/1MW(50MW급), 4.5M US$/1MW(20MW급)임[92)]

- 인도네시아 지열발전소(화산지대) 건설비용은 1.5M US$/1MW(15MW급)임[93)]

92) 「필리핀 지열발전 타당성조사」 사업에 관한 보고서, ㈜넥스지오, 2011

세계 1위의 지열발전 용량을 보유하고 있는 미국에서는 2050년까지 미국 전기 수요의 10%인 100 GWe의 지열발전설비 구축 계획을 수립함

미국 에너지부(DOE)는 Geothermal Technologies Program (GTP)에 2009년 기준 338백만불 등 매년 막대한 연구비를 투자하고 있음



[그림 Ⅱ-45] 미국 지열발전 시장 성장 전망 (자료: DOE, 2009)

2012년 4월 현재 기준으로 미국 전체 면적의 1/3이 넘는 지역인 중서부의 15개주에서 총 147개의 지열발전 프로젝트가 개발 중이며 1단계 개발이 완료되면 총 5,836MW의 지열발전 설비가 증가될 것으로 예상됨[94]

세계 2위의 지열발전 용량을 보유하고 있는 필리핀은 2010년 기준 전체 전력 생산량의 14.7%를 지열발전이 담당하고 있음

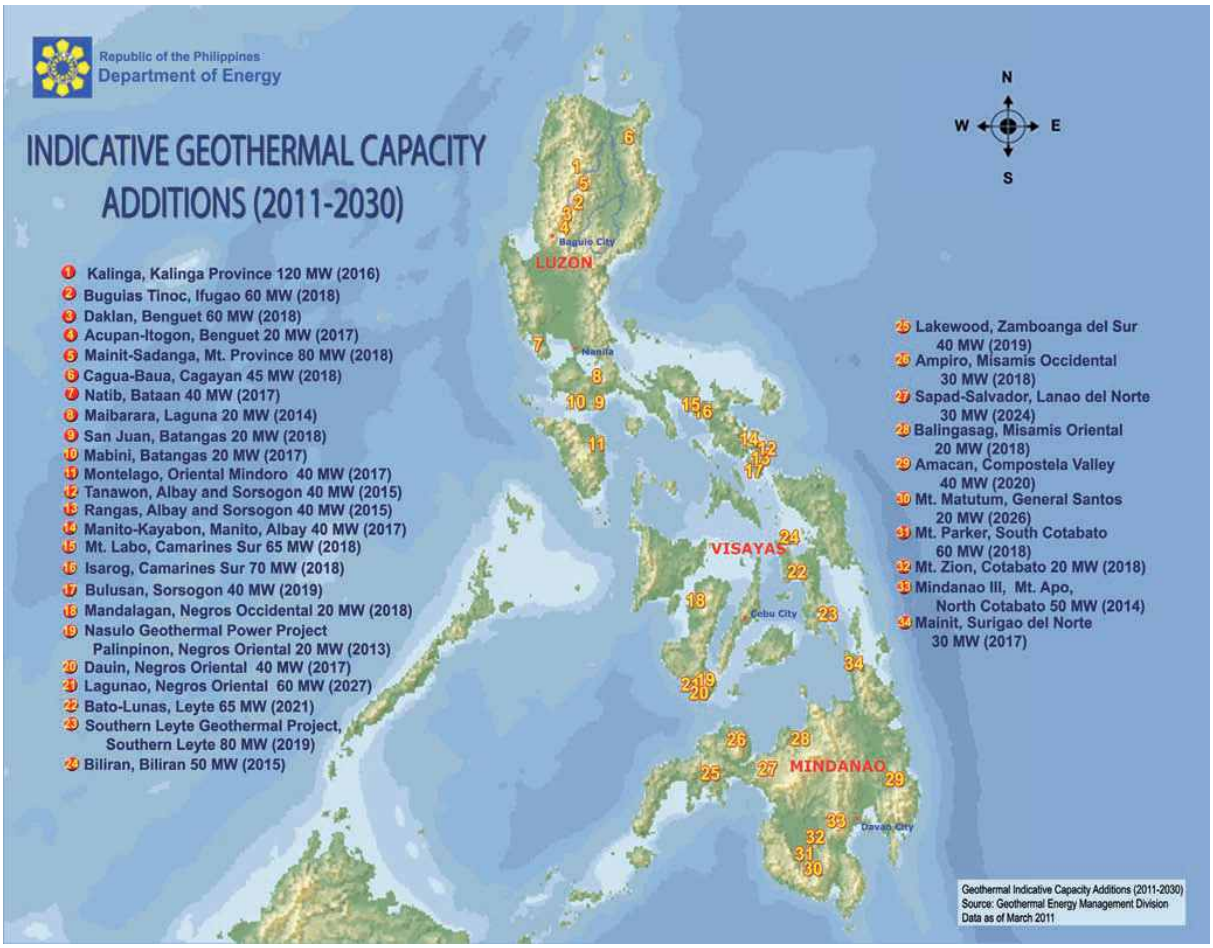
2010년 말 기준 필리핀 지열발전 설비총량은 1,966MW로서 12개의 지열발전소를 가동하고 있는 세계2위의 지열발전시장임

EDC(Energy Development Corporation)는 최대 규모인 Malitbog 플랜트를 포함해 현재 5개의 지열 발전소를 운영하고, 필리핀 전체 지열발전 설비총량의 약 60%인 1177.9MW를 보유하고 있는 메이저기업임

93) MW급 지열발전 상용화 기술개발, 한국에너지 기술평가원, 2011
94) Geothermal : International Market Overview Report, Geothermal Energy Association, 2012

필리핀의 지열에너지산업은 EDC와 미국 석유회사인 UNOCAL의 자회사인 PGI(Philippine Geothermal Incorporated) 2개 업체가 독점하고 있으며, PNOC(필리핀석유공사)가 EDC를 민간 독립시키면서, PNOC-RC를 새롭게 출범하여 지열에너지사업에 동참하고 있음

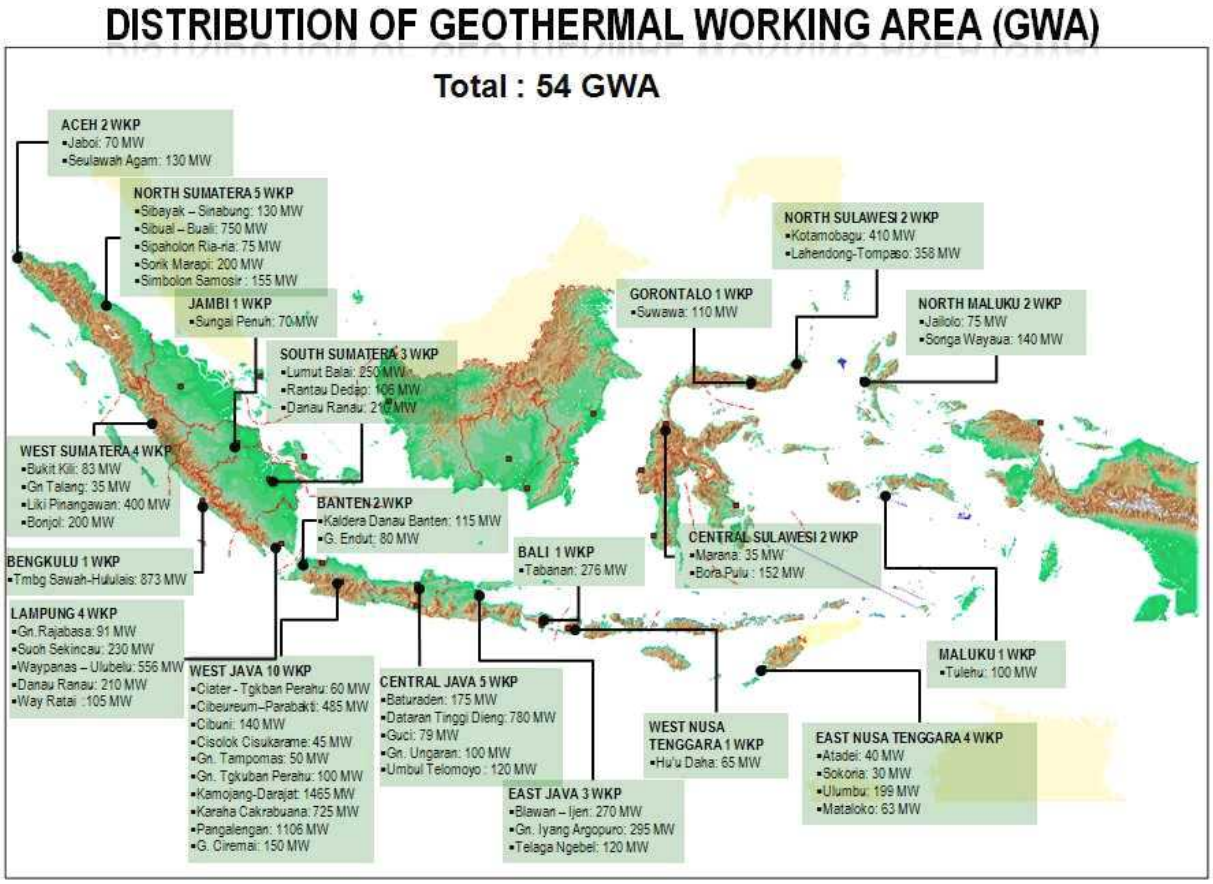
필리핀 정부는 2030년까지 지열발전소를 약 3,500MW 용량으로 증설하기 위하여 외국기업을 비롯한 민간 투자자들에게 지열발전시장을 개방하는 정책을 펴고 있음



[그림 Ⅱ-46] 필리핀 지열발전 연도별 건설 계획 (자료: 필리핀 DOE, 2011)

세계 3위의 지열발전 시장인 인도네시아는 전체 253개소의 지열지역을 선택하여 개발가능성을 검토하였으며 JICA(2007)는 이들 중 유망한 73개 지역을 대상으로 지열발전 개발계획을 지원하였음

국영 석유회사인 Pertamina의 계획에 의하면 2010년 기준 1,197MW의 지열발전을 2025년까지 총 9,000MW 규모로 증설할 계획을 발표하였으며, 이를 위한 해외 투자유치를 위해 적극적인 투자유인책을 발표함



[그림 Ⅱ-47] 인도네시아 지열발전 개발구역 현황 (자료: 인니 에너지광물자원부, 2012)

인도네시아 지질 조사청에 따르면 인도네시아의 총 지열자원 부존량은 27,000MW로서 현재 지열발전 용량 1,197MW는 부존량의 4.4%에 불과하여 향후 지열발전 시장 성장잠재력이 전 세계에서 가장 우수한 것으로 평가되고 있음

이러한 우수한 지열 잠재량을 바탕으로 인도네시아 정부는 2025년까지 총 전력 공급량의 5.7%를 지열발전을 통해 공급할 계획(대통령령 No.5/2006)이며, 이 목표를 달성하기 위해 2025년까지 총 9,500MW의 지열발전 설비 용량을 확보할 계획임

인도네시아 정부는 지열발전 건설 목표를 달성하기 위하여 2003년의 지열에너지법 제정(No.27/2003)과 전기법(No.30/2009)을 개정함

- 그동안 국영석유회사인 Pertamina사의 독점적 권한이던 지열개발권을 해외기업 및 민간기업에 개방함으로써 적극적인 투자유치를 통해 단기적인 성과를 기대하고 있음

[표 Ⅱ-13] 2015년까지 계획된 인도네시아 지열발전소 건설계획 현황

No	Geothermal Working Area		Developer	Current Status	Development (MW)			
	Issued < 2003	Issued > 2003			2012	2013	2014	2015
1	Ulubelu		PGE	Development of Unit 1 & 2 (110 MW)	110			110
2	Ulumbu		PLN	Commisioning Unit 1 & 2 (5 MW)	5			
3		Mataloko		Finalizing, *commissioning* 1,7 MW		2.5		
4	Pangalengan		Geo Dipa	In developing			55	55
5			PGE-StarEnergy	Operates 2 Unit (227 MW), extra 187 MW			60	127
6	Cibuni		KJK Teknosa	Exploiting			10	
7	Sarulla		PGE-SOL	Asset ownership finalization, amandement JOC & ESC			110	
8		Jaboi	PT Sabang Geo Energy	Exploration			10	
9		Cisolok-Cisukarame	PT Jabar Rekind	Exploration			40	
10		Tampomas	PT Wijaya Karya Jabar	Exploration			45	
11		Jailolo	PT Star Energy Hal	Exploration			10	
12		Hu'u Daha	PT Pacific Geo Energy	Exploration			20	
13		Sokoria	PT Sokoria Geo Ind	Exploration			10	
14		Atadei	PT Westindo Utama	Exploration			5	
15	Lahendong		PGE	Operates 4 Unit (80 MW), extra 40 MW				40
16	Kamojang-Darajat		PGE	Operates 3 Unit (200 MW) from Kamojang, extra 30 MW				30
17	Lumut Balai		PGE	Exploration				110
18	Karaha		PGE	Exploiting				30
19	Hululais		PGE	Exploiting				55
20	Sungai Penuh		PGE	Exploration				55
21	Tulehu		PLN	Exploration				20
22		Liki Pinawangan Muaralaboh	PT Supreme E M	Negotiating PPA & *Govt. Guarantee*				220
23		Rantau Dadap	PT Supreme E R D	Negotiating PPA & *Govt. Guarantee*				220
24		Gn. Rajabasa	PT Supreme E R	Negotiating PPA & *Govt. Guarantee*				220
25		Tangkuban Perahu	PT Tangkuban Perahu	Exploration				110
26	Dieng		Geo Dipa	Operates 60 MW (Unit 1)				110
27	T. Perahu Clater		PT WSS	Exploration				30
28		Marana		GWA tender failed				20
29		Songa Wayaua		GWA tender process				5
30		Sembalun		GWA establishment process				10
31	Buyan Bratan (Bedugul)		PGE-Bali Energy	Awaiting Governor's recommendation				30
32		Sorik Merapi-Roburan	PT Sorik Merapi Geo	Negotiating PPA				80
33		Guci	PT Spring Energi Sentosa	Negotiating PPA				55
34		Baturaden	PT Sejahtera Alam Energi	Negotiating PPA				55
Total development until 2015 (MW)					115	3	375	1797

<자료: 인도네시아 에너지광물자원부, 한-인니 경협 TF세미나, 2012>

최근 현대건설은 인도네시아 북 수마트라 따빠눌리(Tapanuli Utara)지역 Sarulla geothermal IPP 시공계약을 체결함

- Sarulla 운영회사 지분율은 Medco Energi International TBK(37.25%), Itochu Corporation(25%), Kyushu Electric Power Co. Inc.(25%), Ormat Technology(12.75%)로 구성

- 설계사는 Ormat Technology, 시공사는 현대건설임

  · 330MW(110MW×3개)발전소, 150kV 송전선 14km 건설공사(6억 5,400만 달러 규모)

- 공사기간은 총 46개월(2013년 공사계약 - 현대건설)로, 2016년 제1단계(110MW) 운영, 2, 3

단계는 1단계 착수 후 18개월 안에 가동을 목표로 함

- 전력 판매금액은 6.76cents/kWh(2013년 4월 기준)로 예상됨
- PT Pertamia Geothermal Energy와 공동 운영 계획, PT PLN과 에너지 판매 계약
- 연간 CO2 감축량은 약 1백만톤 이상 예상됨

칠레는 약 2,900개의 화산 중 80개는 활화산이고 약 270개 정도는 온천을 보유하고 있어 지열에너지 잠재력이 매우 높으며 추정 용량은 16,000MW 수준으로, 현재 활발히 탐사가 진행 중임

칠레의 영토는 나스카 해양판이 남아메리카 대륙 판 밑으로 섭입하는 압축 공간 위에 위치하여 지면의 영구적인 움직임을 통해 안데스 산맥이 형성되었으며 많은 양의 에너지를 방출하고 있음

칠레의 지열발전에 의한 전력 생산 잠재력은 16,000MW가 전력 개발이 가능할 것으로 추정되며, 이 수치는 시간의 흐름에 따른 기술 개선과 저엔탈피 저류부 활용이 가능해짐에 따라 지속적으로 증가할 전망임

현재 운영 중이거나 건설 단계에 있는 지열 프로젝트는 없으나, 6건의 프로젝트가 개발권을 취득하였고 26건의 탐사가 진행 중임

현재 칠레 내에서 신재생에너지 관련 계획 프로젝트들의 총 발전 능력 및 발전소 유형에 따라 분류하여 현재 건설 절차가 시작된 프로젝트, 환경 평가 서비스의 승인을 받은 프로젝트 및 심사 절차 중에 있는 프로젝트는 다음 표와 같음

[표 Ⅱ-14] 2012년 10월 기준 칠레 ERNC 프로젝트 현황

상태	건설[MW]	RCA승인, 건설 이전[MW]	심사 중[MW]
소수력	110	187	121
풍력	100	2,853	2,174
바이오매스	51	38	7
태양	3.9	2,050	1,289
지열	0	50	70
총계	264	5,177	3,660

칠레 지역별 지열 프로젝트의 수는 아래 그림과 같음



[그림 Ⅱ-48] 칠레 지역별 지열 프로젝트 수

(자료: CER 보고서를 토대로 작성)

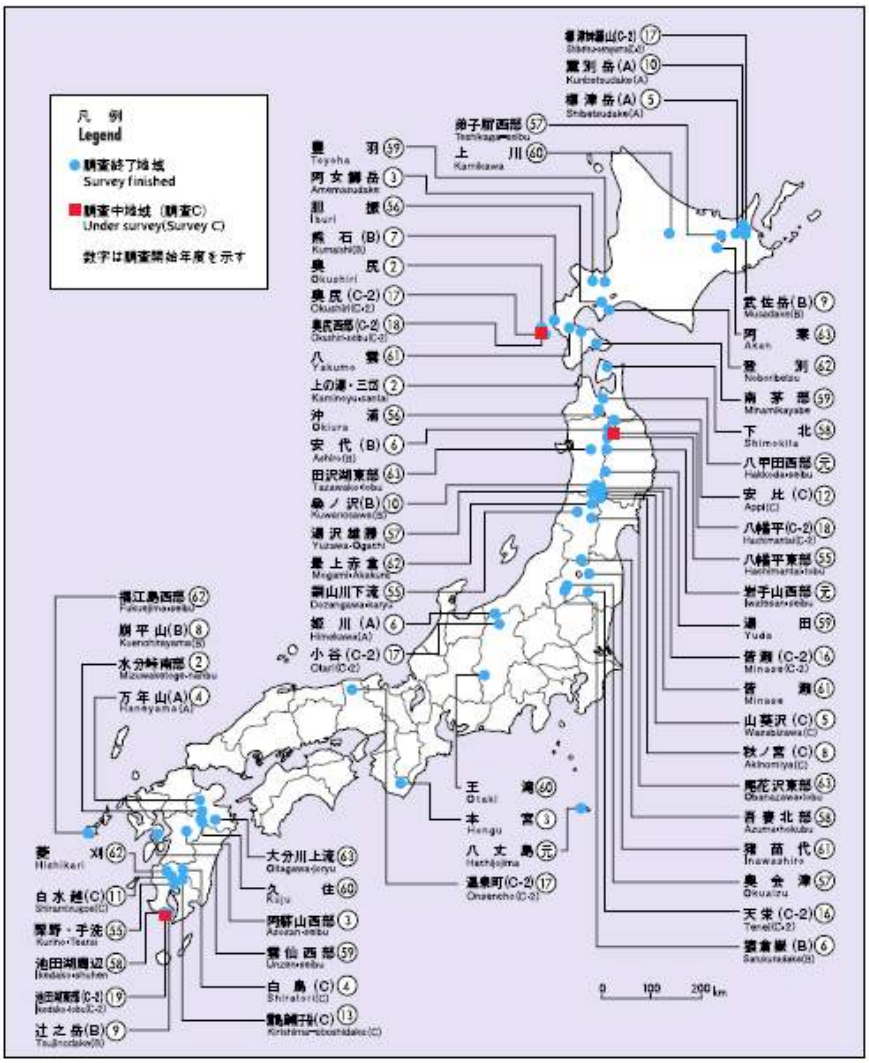
세계 8위의 지열발전 시장인 일본은 2011년의 동일본 대지진의 여파로 인한 후쿠시마 원전사태 이후 지열발전소 건설계획이 급증하고 있음

일본 경제산업성 자원에너지청은 2012년 7월부터 지열발전에 대한 Feed in Tariff를 15MW 미만은 42엔(487원)/kWh, 15MW이상의 지열발전은 27.3엔(317원)/kWh으로서 세계 최고 수준임

일본 산업기술 종합연구소에 따르면 일본의 개발가능한 지열에너지자원 부존량은 세계 3위인 23,470MW로 평가되고 있으며 현재 지열발전 설비총량 550MW의 약43배에 달하는 지열발전소 건설이 가능할 것으로 추정하였음

일본에서는 1999년 도쿄 하치조지마섬에 건설한 지열발전소를 마지막으로 최근15년간 지열발전소 건설이 정체되었으나 원전가동 중단에 따른 대체 기저부하 전력원으로 지열발전소 건설을 추진하고 있음

지열발전소 건설의 걸림돌이었던 자연공원법 개정 등의 법제화 지원과 지열발전의 고정가격 구매제도(FIT) 시행에 따라 최근 후쿠시마현에 270MW, 아키타현에 42MW 등 대규모 지열발전 프로젝트 개발이 활발히 진행되고 있음



[그림 Ⅱ-49] 일본 지열개발 촉진 조사 현황 (자료: NEDO, 2007)

니카라과에서는 지열을 통해 최소 약 1,519㎿급의 전력생산이 가능한 것으로 분석됨(지열에너지 잠재력 조사연구)

니카라과 정부와 아이슬란드 국제개발 협력기관(The Icelandic International Development Agency, 이하 ICEDIA)이 공동으로 5년 동안 총 400만 달러를 투자해 진행한 프로젝트인 지열 잠재력 조사를 통해 최소 약 1,519㎿급의 전력생산이 가능할 것으로 분석되었음

특히 니카라과 태평양 연안 Los Maribios 화산 산맥 지역에서 지열에너지 잠재력이 큰 것으로 분석됨

- Los Maribios 화산 산맥 북동쪽의 Consiguina 화산부터 남동쪽 Ometepe 섬의 Maderas 화산까지 총 12개의 화산에서 지열 발전이 가능한 것으로 분석됨

지열 발전소가 운영 중인 Momotombo, San Jacinto-Tizate 화산 지역을 제외한 나머지 10개의 화산지역 중 3개 지역(Hoyo-Monte Galan, Managua-Chiltepe, V.casita-San Cristobal)은 현재 탐사작업 중임

- 나머지 7개 지역은 예비타당성 조사(Prefeasibility) 혹은 탐사작업 허가를 받은 상태임

[표 Ⅱ-15] 니카라과의 지열발전 잠재력 분석표

	지열발전 지역	발전단계	잠재력(㎿)
1	Momotombo	운행 중(Operation)	154.0
2	San Jacinto-Tizate	운행 중(Operation)	167.0
3	Hoyo-Monte Galan	지열 탐사 중 (Exploration)	159.0
4	Managua-Chiltepe	지열 탐사 중(Exploration)	111.0
5	V.casita-San Cristobal	지열 탐사 중 (Exploration)	225.0
6	V.Telica-El Najo	예비타당성 조사(Prefeasibility)	78.0
7	Caldera de Apoyo	탐사 허가 (Concession of exploration)	153.0
8	Volcan Mombacho	탐사 허가 (Concession of exploration)	111.5
9	Caldera de Masaya	탐사 허가 (Concession of exploration)	99.5
10	Tipitapa	탐사 허가 (Concession of exploration)	9.0
11	Volcan Cosiguina	탐사 허가 (Concession of exploration)	106.0
12	Isla de Ometepe	탐사 허가 (Concession of exploration)	146.0
	총 잠재 지열에너지량		1,519

자료: 니카라과 국영 에너지 회사(ENEL), 파나마 무역관 자체 편집

전 세계적으로 현재 진행되고 있는 지열발전소 건설 프로젝트가 완성된다면 2015년에는 2010년 대비 73%의 지열발전 설비용량 증가가 전망됨

World Geothermal Congress 2010에서 밝힌 2015년 지열발전 프로젝트 계획에 따르면 그동안 지열발전소가 없었던 11개 국가에서 새로 지열발전소가 건설될 예정이며 중남미와 유럽지역에서 성장세가 두드러질 것으로 전망됨

[표 Ⅱ-16] 국가별 지열발전소 건설 전망 (자료:WGC2010, Bertani)

COUNTRY	Installed in 2005	Energy in 2005	Installed in 2010	Energy in 2010	Forecast for 2015	Increase since 2005			
	MW	GWh	MW	GWh	MW	MW	GWh	Capacity %	Energy %
ARGENTINA	0	0	0	0	30	0	0		
AUSTRALIA	0.2	0.5	1.1	0.5	40	1	0	633%	-5%
AUSTRIA	1.1	3.2	1.4	3.8	5	0	1	27%	19%
CANADA	0	0	0	0	20	0	0		
CHILE	0	0	0	0	150	0	0		
CHINA	28	96	24	150	60	-4	54	-13%	57%
COSTA RICA	163	1,145	166	1,131	200	3	-14	2%	-1%
El SALVADOR	151	967	204	1,422	290	53	455	35%	47%
ETHIOPIA	7.3	0	7.3	10	45	0	10	0%	
FRANCE	15	102	16	95	35	2	-7	10%	-7%
GERMANY	0.2	1.5	6.6	50	15	6	49	2,774%	3,249%
GREECE	0	0	0	0	30	0	0		
GUATEMALA	33	212	52	289	120	19	77	58%	36%
HONDURAS	0	0	0	0	35	0	0		
HUNGARY	0	0	0	0	5	0	0		
ICELAND	202	1,483	575	4,597	800	373	3,114	184%	210%
INDONESIA	797	6,085	1,197	9,600	3,500	400	3,515	50%	58%
ITALY	791	5,340	843	5,520	920	52	180	7%	3%
JAPAN	535	3,467	536	3,064	535	1	-404	0%	-12%
KENYA	129	1,088	167	1,430	530	38	342	29%	31%
MEXICO	953	6,282	958	7,047	1,140	5	766	1%	12%
NEVIS	0	0	0	0	35	0	0		
NEW ZEALAND	435	2,774	628	4,055	1,240	193	1,281	44%	46%
NICARAGUA	77	271	88	310	240	11	39	14%	15%
PAPUA-NEW GUINEA	6.0	17	56	450	75	50	433	833%	2547%
PHILIPPINES	1,930	9,253	1,904	10,311	2,500	-26	1,058	-1%	11%
PORTUGAL	16	90	29	175	60	13	85	78%	94%
ROMANIA	0	0	0	0	5	0	0		
RUSSIA	79	85	82	441	190	3	356	4%	419%
SPAIN	0	0	0	0	40	0	0		
SLOVAKIA	0	0	0	0	5	0	0		
THAILAND	0.3	1.8	0.3	2.0	1	0	0	0%	11%
THE NETHERLAND	0	0	0	0	5	0	0		
TURKEY	20	105	82	490	200	62	385	308%	368%
USA	2,564	16,840	3,093	16,603	5,400	530	-237	21%	-1%
TOTAL	**8,933**	**55,709**	**10,715**	**67,246**	**18,500**	**1,783**	**11,538**	**20%**	**21%**

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

(가) 국내 기술개발동향

국내 지열자원 부존 정보 DB는 미국 및 유럽의 선진국 수준으로 구축되어 지열자원 부존량 평가에 활용되고 있음

1970년대까지 국내 지열연구는 주로 온천조사였으며, 1980년대 들어서면서 관련 연구소와 학계가 온천조사뿐만 아니라 지열류량에 대한 연구도 비로소 수행하기 시작하였음

2003년 한국지질자원연구원에서 기존의 온천시추 등의 자료를 수집하고 암석의 열물성을 측정하여 2007년 기준으로 총 359개의 지열류량 시료와 580개의 지온증가율 자료, 남한 지온증가율 분포도, 지열류량 분포도, 암석의 열전도도 분포가 작성되었음

경상북도 포항시 흥해읍에서 지하 2km 심도에서 75℃ 온도의 지열수를 개발하여 지역난방 및 시설영농, 양어 등에 활용을 목적으로 하는 연구가 시작되었음

1.5km 심도 시험 시추공에서 온도 51℃, 하루 560톤의 지열수 개발에 성공하였고, 2,000 m 심도에서 91℃의 지온을 확인한 바 있음

㈜넥스지오는 포항시 흥해읍 지열발전소 건설부지에서 4.5km 심도의 지열정을 시추 중에 있으며 4km 이상 시추가 가능한 대형 시추기의 운영기술과 공벽안정화 기술 등 시추 관련 기술을 확보하고 있음

현재 심부지열 개발은 포항 지열발전소 부지를 대상으로 시추가 진행되고 있음

지열발전을 위한 대심도 지열(생산)정 설치 기술은 (주)넥스지오에서 국내 포항 지열발전소 부지를 대상으로 2013년 4~5km 심도를 지열정 설치를 목표로 개발 중이며, 현재 2.5km 수준의 지열발전정의 시추가 진행되고 있음



[그림 Ⅱ-50] 포항 지열발전소 부지 대심도 지열발전정 설치 공사 전경

지열발전 분야 외의 국내의 플랜트 설계 및 시공 기술 수준은 화학 및 발전 분야에서 이미 세계적 수준에 도달해 있음

두산중공업은 대형 증기터빈-발전기 설계 및 제작기술을 보유

- 지열발전 플랜트의 핵심 요소 설비는 주로 증기터빈-발전기(및 제어계), 열교환기, 작동유체 펌프 및 저장 용기, 냉각 시스템 등임
- 중소형 증기터빈의 경우에는 경제성 문제로 제작 및 상용화 사례가 전무한 상태임

포스코에서는 포항지열발전에 사용할 바이너리 방식의 Kalina Cycle의 발전플랜트의 개발을 진행 중에 있음

적절한 투자 및 지원이 뒷받침 된다면 화산지역 지열발전 플랜트 설계 기술 분야에서도 단기간 내에 세계수준의 기술력을 확보할 수 있으리라 판단됨

“MW급 지열발전 상용화 기술개발” 연구를 통해 지열 발전 관련 기본 연구인력과 인프라가 구성됨

‘MW급 지열발전 상용화 기술 개발’ 개발 사업은 국내에서 EGS 방식의 지열발전 방식 실현을 위한 연구 개발 사업임

주관기관인 (주)넥스지오를 포함하여, 포스코, 이노지오테크놀로지, 한국지질자원연구원, 한국건설기술연구원, 서울대학교 등이 참여하고 있으며, 지열 자원 탐사 및 평가를 위한 기본 탐사 장비와 대심도 지열정 설치를 위한 시추기 등을 확보하고 있음

[표 Ⅱ-17] 유사 연구개발사업 검토 (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술)

구분	화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술 (제안과제, 국토해양부)	MW급 지열발전 상용화 기술개발 (산업통상자원부)
총사업비(억원)	288.7	430억
기투자액('11년까지)	-	113억원(지열발전의 경제적 타당성 확인을 위해 지하 3km(100℃)까지 시추
사업기간	2015~2018	2010~2015
사업목적	▪ 바이오매스-저급탄하이브리드 석탄생산 실증플랜트 구축을 통한 성능검증	▪ 최고 온도 160℃의 고온 지열수를 생산하여 MW급 지열발전소 구축, 운영
세부내용	▪ 화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술 개발 ▪ 친환경적 지열수 순환 시스템 건설기술 개발 ▪ 고온형 고효율 지열발전 실증 플랜트 구축기술 개발	▪ 인공저류층 생성기술(EGS)개발
세부요소기술비교	▪ 지열수를 직접 활용하는 화산지역 지열발전 ▪ (인도네시아 현지 실증플랜트 건설)	▪ 지열수를 직접 활용하지 않는 비화산지대 EGS(인공저류층 생성기술) 지열발전기술 ▪ (경북 포항 1.5MW급 지열발전소를 건설)

동 연구는 기존 시행중인 “MW급 지열발전 상용화기술개발(5년, 430억원)”의 성과와 연계 추진함

화산지역 지열발전 타당성 평가기술은 신규개발이 필요함

- 화산지역의 고온의 지열수를 대상으로 지구물리 탐사, 지구화학 탐사, 지질 열물성 측정 및 DB 구축, 시추공 내 열적 정보 해석, 지열발전과 관련된 지하 및 지상의 환경적인 영향 평가 기술을 포함함

- 지열 저류층 탐사시 MT 탐사, Well logging 등 국내 기술 및 장비 적용이 가능함

  · 국내에서 개발된 심부 지열자원의 탐사기술은 세계적인 수준에 도달해 있으며, 이 기술은 지질 및 지열 특성 조사, 지표 혹은 시추공을 이용한 물리탐사 기술을 포함함

  · 지표 및 시추공을 이용한 고분해능 심부 탐사기술은 전자탐사 기술과 탄성파 탐사 기술, 심부 물리검층을 포함한 시추공 물리탐사 기술을 포함함

  · 이들을 통한 고분해능 3차원 영상화 기술은 탐사단계 뿐만 아니라 지열 저류층의 개발 및 활용 단계까지 활용되는 기술로서 화산지역 지열자원의 탐사에도 적용 가능함

- 각종 조사 및 탐사 결과를 바탕으로 정보화 기술 연계 형의 사업 타당성 평가 및 환경성 평가와 사후 모니터링 및 검증 시스템을 포함함

친환경적 지열수 순환 시스템 건설 기술은 화산지역과 비화산 지역에서 크게 그 적용성의 차이가 나는 기술로서 안정적이며, 친환경적인 지속가능한 지열수 생산이 목표임

- 지열수 순환 시스템은 기확보된 대심도 시추 기술을 이용하여 고온 지열수 생산정을 구축하고, 사용된 지열수를 다시 지중으로 주입하여 지열수의 지속가능한 생산이 가능토록 하는 기술임

- 국내에서 개발중인 4 ~ 5 km 대심도 시추기술의 적용이 가능함

  · 지열발전정 설치기술은 대심도 시추 기술과 지열정 공벽안정화 기술로 구분할 수 있음

  · 국내에서 개발 중인 EGS 지열발전의 대심도 시추 기술은 시추 깊이가 4~5 km에 달하므로 이 기술을 화산지역 지열발전의 지열발전정(시추 깊이 2~3 km)에 적용하여 성공적으로 시추를 마무리할 수 있음

- 지열수의 수리화학적 제어 기술은 화산성 지열수 특유의 유독 및 환경 피해 물질을 수리화학적으로 제어 처리하는 기술로서 지열 발전의 환경 피해를 최소화 하는 기술임

- 고온 공벽 안정화 기술은 180℃ 이상의 고온 지열수의 생산 과정에서 공벽을 안정적으로 유지 지속적인 지열수가 생산될 수 있도록 해당 부지의 온도 조건과 압력 조건에 따라 안정적인 지열 발전정의 유지 기술임

- 대심도 시추공 공벽안정화기술의 적용(케이싱설치 및 시멘테이션 기술 등)이 가능함

  · 대심도 지열정 공벽안정화는 케이싱 설치 기술과 cementing 기술로 세분할 수 있음

  · 지열정 공벽안정화에 커다란 영향을 주는 주요 인자는 지열수 온도, 지열수의 pH 조건 및 H2S 농도임

  · EGS 지열발전은 지열수 온도가 160 ℃, 지열수의 pH는 중성에서 약산성이고, 케이싱의 부식에 영향을 주는 H2S가 거의 분포하지 않는 경우에 대한 케이싱 설계와 시멘팅 프로그램을 적용하였음

  · 화산지역 지열발전의 경우 지열수의 온도가 200 ~ 300 ℃, 지열수의 pH는 약산성에서 산성이며, 케이싱 부식에 영향을 주는 H2S가 지열수에 포함되어 있음

  · 케이싱 설계와 시멘팅 프로그램 작성에 이를 고려하여 EGS 기술에서 개발한 대심도 시추공 공벽안정화 기술을 개발할 계획임

- 스케일링 제거 기술은 지열수의 생산과정에서 케이싱 등에 부착되어 지열발전소의 효율을 떨어뜨리는 주요 원인이 되는 스케일링 제거 기술 개발임

고온형 고효율 지열발전 실증 플랜트 구축 기술은 기존 개발중인 EGS방식이 아닌 플래쉬 증기방식임

- 지열수의 형태 및 온도에 따라 건증기 지열발전, 플래쉬 증기 지열발전, 바이너리 사이클 지열발전 기술로 분류될 수 있음

- 플래쉬 증기 방식은 증기상태가 아닌 고온의 열수(hot water)를 뽑아 올려 압력을 낮춘 상태에서 기화된 수증기를 (70oC의 열수는 155oC 증기로), 터빈에 분사하여 발전을 하는 방법

- 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 사이클 구성과 성능해석을 통한 최적화 기술을 도출하고, 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 실증 플랜트 유닛 제작, 최적 운전 제어 및 유지관리 기술을 개발함

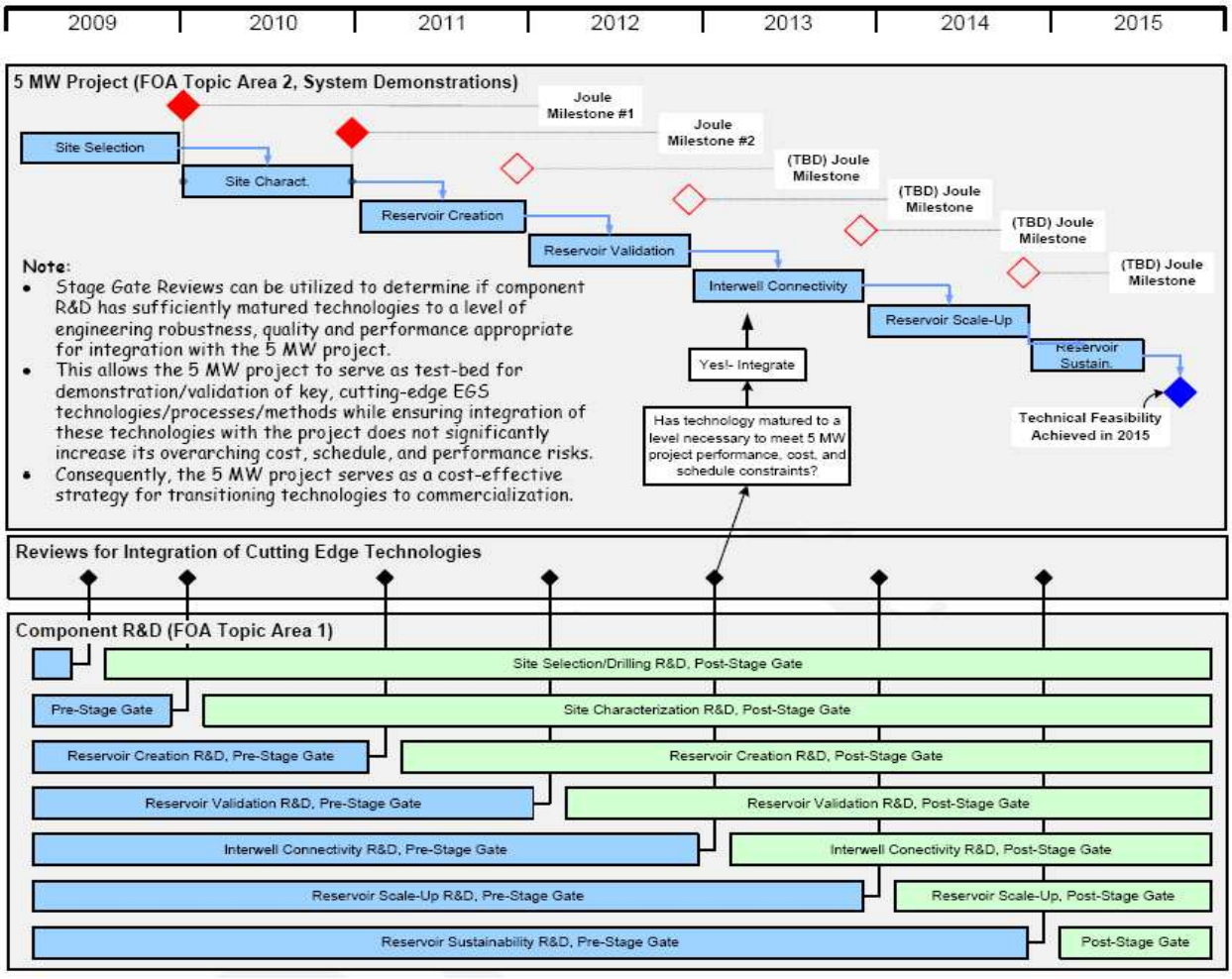
- 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 플랜트 시공 및 운전성능평가를 통한 기술력을 확보함

(나) 국외 기술개발동향

미국은 DOE 지원을 중심으로 지열발전에 대한 연구개발이 이루어지고 있음

2013년부터 미국 DOE는 연방 및 지열발전이 활발한 8개의 주정부 환경 규제기관과의 긴밀한 협조 하에 지속가능한 지열발전의 인허가 과정 효율화를 위한 로드맵(Regulatory Roadmap to spur geothermal energy development)을 제시함

지열발전의 단점으로 지적되어 온 지열개발의 소요시간 단축을 위한 행정적 지원을 적극적으로 시행하고 있음



[그림 Ⅱ-51] 미국의 지열발전 7개년 연구개발 로드맵

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

지열 발전 후보 부지의 탐사 및 평가 기술의 경우, 국내에서는 대규모 토목 구조물의 설계 및 시공, 광물 자원 탐사 등에서 세계적 수준의 우수한 탐사, 시험 능력을 보유하고 있음

지열 발전의 경우, 국내 EGS 지열 발전 후보 부지를 대상으로 한 탐사 및 평가 경험만을 보유하고 있어 화산 지역 고온형 지열수를 주요 타겟으로 하는 탐사 및 평가에 대한 기술적 경험이 일천한 상태임

국가 R&D 지원을 통한 화산 지역 지열 발전 후보 부지의 탐사 및 평가 프로세스를 확보한다면, 그 수준은 세계적 수준으로 도달 가능함

화산 지역의 ECO 지열 발전을 위한 탐사 및 평가 기술의 경우는 고부가가치의 엔지니어링 서비스 기술임

- 화산 지역의 특수성을 감안한 현장 적용성 평가와 검증 등을 주요 연구 내용으로 하는 지열자원 평가 기술, 정보화 구축 기술, 사업 타당성 평가와 환경성 평가 기술이 주요 개발 대상 기술임

이외 지층 물성 평가 기술, 대심도 응력 측정 및 해석 기술은 기존 정부 지원 연구 과제를 통하여 확보 예정

지열수 생산 및 순환 시스템 기술의 경우, 가장 기본적인 기술인 대심도 시추 기술은 이미 지식경제부 “MW급 지열 발전 상용화 기술” 사업을 통하여 4km 이상의 대심도 지열정 설치 기술이 확보된 상태임

대체로 3km 내외의 화산지역 열수형 지열 발전을 위한 시추 기술은 기확보된 상태임

화산 지역에서 특수한 고농도 지열 수 조건과 유독 가스 발생 등과 같은 환경에서의 시추 중 조사 및 모니터링 기술과 180℃ 이상 250℃ 조건을 만족하는 고온형 공벽 안정화 기술이 추가 확보되어야 함

국내의 기술 수준은 유사한 환경 지하수 인공 함양, 광산 배수 수처리, 일반 스케일링 제거 기술 등 발달해 있으므로, 화산 지역의 지열수 조건에 대한 분석을 통하여 조기에 세계적 수준에 도달할 것으로 예측됨

장비 개발 기술, 방향제어 시추 기술, 지열 저류층 활성화 기술 등의 국내 기술 수준은 다소 낮음

중분류	소분류	국내기술 수준 (%)	기술성숙도(TRL)		인프라 수준		
			국내	해외	상	중	하
지열발전 후보부지 탐사 및 평가 기술	후보부지 심부 지열 자원 탐사 기술	60	6	8	○		
	후보부지 심부 지층 물성 평가 기술	70	7	8	○		
	후보부지 지열발전 정보화 구축 기술	70	6	6	○		
	대심도 응력 측정 및 해석 기술	30	3	9		○	
	후보부지 사업성 평가 및 모니터링 기술	40	2	7			○
	심부 지열 활용 환경영향 평가 기술	40	2	7			○
지열수 생산 및 순환 시스템 건설 기술	대심도 시추 기술	80	7	9	○		
	시추 중 조사 및 모니터링 기술	50	4	8	○		
	대심도 시추 장비 및 관련 요소 기술	10	2	8		○	
	방향제어 시추 기술	10	2	8			○
	대심도 지열발전정 공벽 안정화 기술	50	3	6	○		
	지열발전정 단열 및 열교환 기술	30	2	5			○
	지열저류층 활성화 기술	30	2	5			○
	지열 순환수 지화학 특성 평가 및 처리 기술	50	2	6		○	
	스케일링 생성 기작 규명 및 제거 기술	40	1	6			○
	미소진동 모니터링/계측/해석기술	60	4	6		○	
	지열수 순환 시스템 설계 및 시공기술	60	3	6		○	
	지열수 활용 시뮬레이션 기술	60	3	5		○	
지열발전 지상플랜트 건설 기술	바이너리 사이클 설계 및 제작 기술	70	5	7		○	
	고온형 지열발전 사이클 설계 및 제작 기술	60	2	8		○	
	차세대 지열발전 사이클 기술	50	2	4			○
	지열발전플랜트 최적 구성 및 상용화 기술	50	4	6		○	
	지열발전플랜트 시공 및 유지관리기술	50	4	8		○	
	지열 열병합 발전 플랜트 기술	20	2	6		○	
	지열 발전 플랜트 계통 연계 기술	20	2	9		○	

화산지역 ECO 지열 발전을 위해 국내의 발달된 플랜트 기술을 접목하여 효율적인 고온형 지상 플랜트 구성과 시공 및 관리 기술을 개발함

그 외 접근 방식과 활용 형태가 다른 바이러니 발전플랜트 및 열병합 발전 형태와 계통 연계 기술은 동 기획에서 제외함

화산지역 지열발전 기술 개발을 위한 국내 인프라 수준은 탐사 및 평가, 지열수 생산 및 순환 기술 등에서 비교적 안정적임

지상 플랜트의 경우, 직접적인 지열발전 플랜트 제작 시설을 갖추고 있지는 않으나, 관련 플랜트 제작 기술과 시설 수준의 기초가 확보되어 있음

후보 부지의 탐사 및 평가 기술의 주요 인프라는 지반 조사 시추기, 물리 탐사 장비, 각종 지반 특성 및 열물성 시험 및 측정 시험기 등은 국내 각 전문 기업과 대학, 특히 한국건설기술연구원, 한국지질자원연구원 등 정부 출연 연구소 등에 우수한 인프라를 확보하고 있음

지열수 생산 및 순환 기술의 주요 인프라는 대심도 지열정을 설치할 수 있는 대심도 시추 장비와 순환 펌프로서 현재 국내에는 5km이내의 지열발전정을 시공할 수 있는 대심도 시추기와 5km 심부의 지열수를 순환 시킬 수 있는 장비가 확보되어 있음

건설 재료에 관련된 배합과 시험, 환경 피해 저감을 위한 실험 시설 등 대형 연구동이 건설기술연구원, 지질자원연구원 등 정부출연연구원 등에 구축되어 있어 기본적인 연구 개발의 인프라는 조성되어 있음

Item	Spec.
Nominal drilling depth	~5,000 m
Max. hook load	3,150 kN
Nominal class	1,500 HP
Drawworks max. input power	1,500 HP
Substructure height	7.62 m
Rotary/setback loading	3,150/1,800 kN
Mast height	45 m
Sheave dia. of crown block	1,270 mm
Wireline diameter	35 mm
Rotary table drive	800 kW
Open dia. of rotary table	37 1/2"
Max. pressure of mud pump	5,000 psi
Total volume of mud tank	250 m^3
Annular BOP(boresize/pressure)	13-5/8"/ 5,000 psi



[그림 Ⅱ-52] 국내 보유 대심도 시추기 사양

(3) 특허 및 논문 동향

화산지역 지열발전 관련연구는 시작단계로서 관련 특허가 극히 희박하며 동 연구개발을 통해 특허 등 원천기술 확보가능성이 큼

화산지역에 국한된 국내외 특허는 없는 것으로 나타남

지열분야에서 추출된 대부분의 특허는 히트펌프를 이용한 지열 냉난방관련 특허로서 지열발전소 건설을 위한 핵심기술에 해당되지 못하며 해외수주 경쟁 우위에 있는 원천기술이 아님

저류층 생성기술, 계측 모니터링 관련 특허는 미국의 출원인들이 이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남

지열 저류층 생성, 계측 모니터링 분야에서 미국이 두각을 나타내는 것으로 분석됨

이는 지열 발전 관련 지중 굴착 및 탐사 분야 기술은 유전 서비스 제공 기업이 오래전부터 개발해온 기술들과 맞닿아 있기 때문인 것으로 파악되므로, 석유 기업이 축적해온 기술을 파악하는 것을 기초로 연구개발 및 개량 특허출원을 진행할 필요가 있음

화산지역에 초점이 맞추어진 특허는 검색되지 않음

관리, 예측 기술분야 관련특허 역시 미국의 출원인들이 이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남

계측/모니터링 분야와는 달리, 명확하게 관련성이 있는 특허가 검색되지 않음

저류층 생성 전에 지중 암반 또는 저류층의 거동을 미리 예측하거나 미소 진동을 제어하는 기술은 현재로서는 구현되기 어려운 측면이 많은 분야이기 때문에 관련도 높은 특허출원이 적은 것으로 판단됨

화산지역에 초점이 맞추어진 특허는 검색되지 않음

외국의 공개된 기술에만 의존하지 않고 자체적인 기술개발이 필수적으로 이루어져야 할 것으로 판단됨

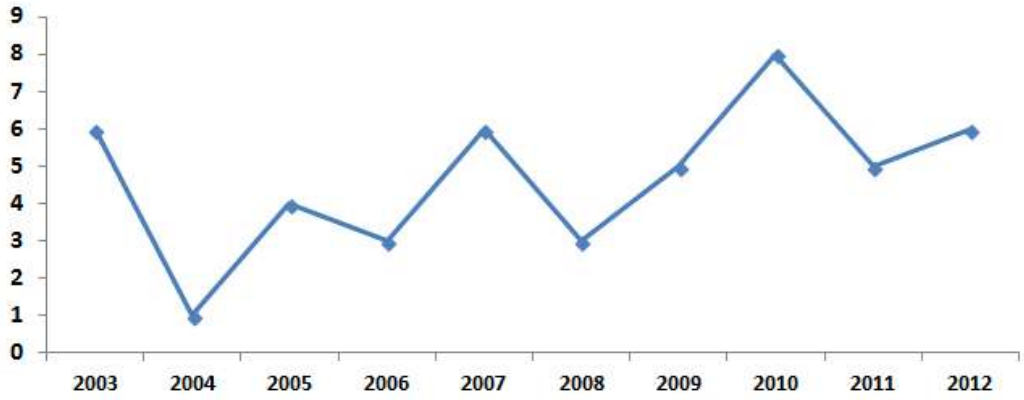
이를 위해서는 큰 비용 및 인력이 소요될 것으로 예상되기 때문에 범정부, 범 기업적인 지원이 이루어져야 향후 경쟁력을 갖춘 기술을 통한 지재권확보가 가능할 것임

당 기술 분야는 석유 기업들이 오랜 시간에 걸쳐 특허를 확보하고 공개해서는 안되는 핵심 기술 부분은 미공개 노하우로 축적하고 있는 분야로서 기술 개발이 쉽지는 않을 것으로 판단

미공개 노하우의 경우에는 공개된 기술이 아니어서 이를 국내에서 자체개발할 경우 충분히 지재권확보가 가능한 측면이 있음

연도별 논문 게재 현황

화산지역 지열발전 관련 논문은 전반적으로 증가추세에 있음



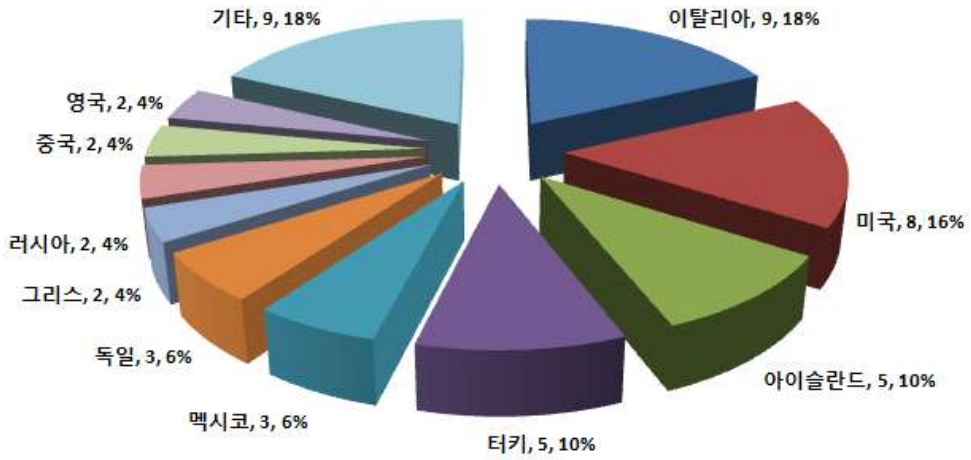
[그림 Ⅱ-53] 연도별 논문 게재 현황 (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술)

국가별 논문 게재 현황

화산지역 지열발전 국가별 논문게재 건수는 이탈리아, 미국, 아이슬란드, 터키 순으로 나타남

이탈리아의 논문게재 건수가 전체 18%로 가장 높게 나타났으며, 최대 지열플랜트 보유국인 미국이 16%로 높은 비중을 나타냄

- 이탈리아의 경우 주로 잠재적 지열 에너지 평가와 관련된 논문이 대다수임
- 미국의 경우 지열의 흐름 및 시스템 관련 논문이 대다수임



[그림 Ⅱ-54] 국가별 논문 게재 현황 (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술)

논문게재 주요 현황

화산지역 지열발전 관련 논문은 주로 지열자원 탐사 관련 주제가 대다수임

- 3D 지역 단층 촬영 및 Curie Point Depth analysis, GIS 기반 지열 잠재력 평가 관련 연구가 진행중인 것으로 분석됨

- 지열 발전소의 CO2 배출 관련 연구가 일부 진행중임

저자	Armannsson, H | Fridriksson, T | Kristjansson, BR	게재일	2005. 6
기관	ISOR | Iceland GeoSurvey		
논문명	CO2 emissions from geothermal power plants and natural geothermal activity in Iceland		
논문내용	The ratio of CO2 emissions from power plants to natural emissions is a measure of the environmental impact associated with geothermal power production. Emissions from Icelandic geothermal power plants amounted to 1.6 x 10(8) kg year(-1) in 2002. Two independent estimates of natural CO2 emissions range between 1 x 10(8) and 2 x 10(9) kg year(-1). Thus, power plant emissions are significant compared to estimated total emissions (i.e., not less than 8-16%). However, direct CO2 flux measurements from four of the approximately 40 geothermal/volcanic systems in the country amounted to 3 x 108 kg year(-1), indicating that these estimates of the total natural flux may be too low. (c) 2004 CNR. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.		

저자	Carlino, S | Somma, R | Troise, C | De Natale, G	게재일	2012.1
기관	Osserv Vesuviano | Ist Nazl Geofis & Vulcanol | Sez Napoli		
논문명	The geothermal exploration of Campanian volcanoes: Historical review and future development		
논문내용	Since Roman time, the heat produced by Neapolitan volcanoes was an appeal for people living in and outside the area, for the fruition of the famous thermal baths. This very large area, which spans from Campi Flegrei and Ischia calderas to Somma-Vesuvius volcano, is characterized by high temperature at shallow depth and intense heat flow, and is yet utilized for the bathing and spa treatment industry, while only in the middle of the 20th century a tentative of geothermal exploitation for energy production was performed. Pioneering researches of geothermal resource were carried out in Campanian region since 1930, until 1985, during which a large amount of geological data were collected. In this paper, we make for the first time a review of the history of geothermal explorations in the active Campanian volcanic area. By the analysis of a great amount of literature data and technical reports we reconstruct the chronology and the main information of the drillings performed since 1930 by the SAFEN Company and successively in the framework of the ENEL-AGIP Joint Venture for geothermal exploration. The available data are utilized to correlate the temperatures measured within the deeper wells with the possible sources of geothermal heat in the shallow crust, down to about 8-10 km of depth. Finally, we assess the geothermal potential of the hottest areas, Ischia Island and Campi Flegrei, which have shown the best data and favorable physical conditions for a reliable, and cost-effective, exploitation for thermal and electric purposes.		

저자	Tufekci, N | Suzen, ML | Gulec, N	게재일	2010.1
기관	Middle E Tech Univ | Orta Dogu Teknik University		
논문명	GIS based geothermal potential assessment: A case study from Western Anatolia, Turkey		
논문내용	Potential geothermal areas are identified through investigation of spatial relations between geothermal occurrences and their surrounding geological phenomena in western Anatolia, Turkey. The identification is based on only publicly available data. It is expected that the study will guide further preliminary investigations performed for large areas having limited information. Magnetic anomaly, Bouger gravity anomaly, earthquake epicenter and lineament datasets are used for the analysis. The first is used without any modification whereas the rest are utilized to extract three evidence maps: distance to major grabens, Gutenberg-Richter b-value and distance to lineaments, respectively. Predictor maps are produced from these evidence maps as well as from the unprocessed magnetic anomaly map by applying two different binarization procedures. From each binarization procedure a favorability map is produced separately using Index Overlay (IO) and Weights of Evidence (WofE) methods. The findings reveal that weighting predictor maps according to spatial association between evidence maps and training points lead to more accurate prediction in both WofE and IO methods. The potential areas in the final maps are Aydin, Denizli, Manisa, Balikesir and Kutahya of which first two have been explored and exploited, and thus found to be favorable, while the rest are nearly unexplored.		

저자	Karastathis, VK | Papoulia, J | Di Fiore, B | Makris, J | Tsambas, A | Stampolidis, A | Papadopoulos, GA	게재일	2011.10
기관	Natl Observ Athens | Hellen Ctr Marine Res | GeoPro GmbH | Aristotle Univ Thessaloniki | Aristotle University of Thessaloniki | Geodynam Inst		
논문명	Deep structure investigations of the geothermal field of the North Euboean Gulf, Greece, using 3-D local earthquake tomography and Curie Point Depth analysis		
논문내용	New findings on the deep origin of the geothermal field and volcanic centres at the North Euboean Gulf (or North Evian Gulf), Central Greece, were obtained by combining a three-dimensional traveltime inversion of microseismic data recorded by an on/offshore local seismic network with a Curie Point Depth analysis based on aeromagnetic data. A magma chamber was detected from low seismic P-wave velocity values and high Poisson ratios at depths below 8 km also coincident with a Curie surface estimated at 7-8 km depth. Furthermore, it was also observed that local geothermal anomalies are generated by hydrothermal flux facilitated by NW-SE and NE-SW oriented faults. Microseismic activity is also associated with these fault systems		

2.2.3 사업내용

가. 연구개발목표

친환경적인 지열발전기술력 해외 선진기술력 대비 90% 수준 확보

화산지역 내 지열발전 개발 시 타당성 조사, 환경성 평가 및 관련 시설물 설치 시 대규모 시추 및 주변 지열수 활용 등 인위적인 활동에 의해 대기, 지질(토양) 및 수리 환경 등에 오염을 발생시킬 가능성이 있음

화산지역 내 지열발전과정에서는 내부 고온열에 의해 대수층 내 지하수가 다양한 유독물질을 포함하고 있어 지열발전에 필수적인 지열수 순환 시스템에서 주변 환경뿐만 아니라 시스템 장비들의 내구성을 악화시키는 스케일링, 유독 가스 등이 발생됨

또한 플랜트 건설 시 하부 토대가 되는 토질/암반 환경이 매우 불안정하기 때문에 설계 및 시공 시 충분한 조사 및 탐사 결과를 토대로 플랜트 시설과 주변 화산환경과 상호간의 안정성 및 친환경적인 개발이 필요함

동 과업에서는 화산지역 내 친환경적인 지열발전 독보적인 핵심역량 확보를 목표로 함

정보융합형 지열발전 체계 구축 해외 선진기술력 대비 90% 수준 확보

현재 우리나라의 정보화 기술력은 최고 기술력을 확보하고 있음. 하지만 현재까지 화산지역 내에서 발생하는 자료들에 대한 정보화 기술력은 초보단계임

동 과업 중 화산지역 내 지열발전개발 과정 중 조사/탐사, 타당성/환경영향평가, 지열수 순환시스템 및 실증 플랜트 구축 시 방대한 자료들이 발생함

이러한 자료들의 정보화 구축 및 분석을 통해 동 과업 수행 후 향후 해외 지열발전개발사업의 시장 진입 시 다른 나라 컨소시엄과 차별화할 수 있는 독보적인 기술력으로 적용할 수 있음

동 과업 수행시 포함되어 있는 GT(geological technology), ET(environmental technology), CT(chemical technology), BT(bio technology) 및 NT(nano technology) 등을 GIS(geographic information system)기술 등과 융합하여 정보융합형 지열발전 체계를 구축하여 해외 선진기술력 대비 90%이상을 목표로 함

화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술을 선진 해외 기술력 대비 현재 50%에서 90%로 향상

현재 국내에서는 화산지역 지열발전 관련 직접적으로 해당되는 평가기술들은 거의 초기 상태지만 이에 필요한 지구물리 탐사, 지구화학 탐사 및 지열 발전과 관련된 지질, 수리지질 환경영향 평가 기술들은 선진국에 비교하여 상당한 수준에 근접하여있음

최종 3단계에서는 해외 선진기술 대비 90% 이상까지 도달하고자 함

지열수 순환시스템 건설기술의 친환경적인 요소를 강화하여 선진 해외 기술력 대비 90% 이상 향상을 목표로 함

친환경적 지열수 순환시스템 건설기술 개발은 지열수 순환 시스템기술, 지열수의 수리화학적 제어 기술, 고온 공벽안정화 기술 및 스케일링 제거 기술로 나눌 수 있음

지열수 순환 시스템기술은 지속가능한 지열수 활용을 위해 재주입량의 확보가 중요하며, 현재 미국이 최고 기술력을 보유하고 있음

동 과업을 통해서 최고 수준인 재주입량의 50% 증대 기술력 확보를 목표로 함

지열수 수리화학적 제어 기술과 스케일링 제거 기술은 서로 지열수의 수질과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 지열수의 수리화학적 제어 기술은 현재 국내에서도 해당 수처리 관련 상당한 수준의 기술력을 가지고 있음

스케일링 제거 기술은 아직 국내에서 본격적으로 시작되지 않았고, 주로 화산지역 지열발전을 시행하는 미국, 필리핀, 인도네시아에서 최고 수준의 기술력을 보유하고 있음

동 과제 수행 시 해당 국가의 기술력과 협력하여 친환경적이고 경제적인 스케일링 기술을 확보하여 현장에 가장 적합한 기술력 확보를 목표로 함

공벽안정화 기술은 현재 국내에서도 MW급 지열발전 상용화 기술 개발(2010~2015) 등에서 활발히 연구 중이며 이러한 기술력을 토대로 화산지역에 적합한 기술력을 확보하여 선진 해외기술 대비 90%이상수준 확보를 목표로 함

고온형 고효율 지열발전 실증 플랜트 구축기술을 선진 해외기술력 대비 최대 90~95%이상 수준 확보

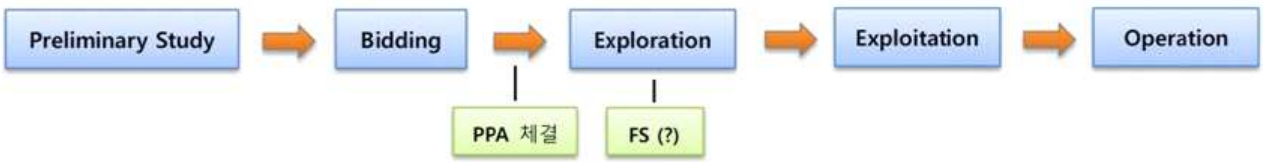
현재 국내에서는 고온형 지열발전 실증 플랜트 구축사례가 없으나, 국내 기업들은 해외 지열발전 수주에 적극적으로 참여하여 플랜트 관련 기술력을 향상시키고 있음

화산지역에 적합한 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 사이클 구성, 성능 해석을 통한 최적화 기술 확보, 플래쉬 증기 지열발전 실증 플랜트 유닛 시작품 제작 및 실증 플랜트 정보화 최적 운전성능평가를 통한 선진 해외 기술력 대비 최대 90~95% 기술력을 확보함

성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계 (2019~2020)	2단계 (2021~2022)	3단계 (2023)
친환경적 지열발전 기술	**40%**	• BESTEC/독일	**50%**	**70%**	**90%**
정보융합형 지열발전체계 구축	**50%**	• USGS/미국	**60%**	**80%**	**90%**
화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술	50%	• USGS/미국	60%	80%	90%
친환경적 지열수 순환시스템 건설 기술	50%	• BESTEC/독일	70%	80%	90%
고온형 고효율 지열발전 실증플랜트 구축기술	40%	• USGS/미국	60%	80%	90%

나. 연구개발전략

인도네시아 지열발전 사업 진행 절차는 다음과 같음



[그림 Ⅱ-55] 인도네시아 지열발전 사업 진행절차

지열에너지 사업 참여 기회 확대

- 2009년 지열에너지 개발에 대한 법률 Law No. 27 개정
- 지방정부의 허가를 득한 기관(민간기업 포함)도 Preliminary Study 수행 가능

지열발전 사업 수행 절차

- 관할 지방정부(Butapi)에 LOI (Letter of Intent) 제출
- 지방정부에서 SKIP(Surat Keterangan Ijin Peninjauan) 즉, 부지 조사허가서(Permission Letter for Site Investigation) 발급
- Preliminary Study 조사결과 보고서 제출 → 추천서 발급(Butapi)
- Minister of Energy에 추천서 제출 및 LOA (Letter of Appointment) 취득 → 입찰 참여
- 인도네시아전력공사(PLN, Perusahaan Listrik Negara)과 전력판매계약 (PPA, Power Purchase Agreement) 체결
- Exploration 수행 (Feasibility Study 포함)
- Exploitation (생산정 시추 및 플랜트 건설)
- Operation (발전소 운영 및 유지관리)

연구 수행 조직 구성은 다음과 같음

화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가 기술 개발

- 산 : Pertamina(인도네시아 국영석유기업)

- 학 : 서울대, 한양대, 강원대 등

- 연 : 한국지질자원연구원 등

친환경적 지열수 순환 시스템 건설 기술 개발

- 산 : 현대건설, 삼성물산, 동부건설 등

넥스지오, 이노지오, 한서엔지니어링, 지오그린 등

- 학 : 서울대, 고려대, 연세대, 중원대, 대전대 등

- 연 : 한국건설기술연구원 등

고온형 고효율 지열발전 실증 플랜트 구축 기술 개발

- 산 : 한국전력, 동서발전 등

포스코. 현대건설, 삼성물산, 대우인터내셔널, BHI, 성진지오텍 등

- 학 : 서울대, 고려대, 한밭대 등

- 연 : 한국에너지기술연구원 등

해외이전 및 기술료 확보는 직접 운영 또는 특수목적 법인 이전을 고려할 수 있음

다. 연구내용 및 범위

해외 화산지역에서 지열발전 조사/설계/시공/운영과정 중 주변 대기/지질/수리환경 등에서 보다 친환경적이고 고효율적인 기술력 확보를 목표로 함

국내의 강점인 정보화 기술력을 동 과제에 도입하여 화산지대 지열발전 개발 내 발생하는 모든 지질/수리지질/지질역학/지구물리/장비제어/기계설비/성능시험 등 다양한 자료들에 대한 정보화를 구축하여 정보융합형 기술력을 확보하려고 함

“친환경적인 지열발전기술 개발”, “정보융합형 지열발전 체계 구축”을 목표로 하여 친환경적인 지열발전기술 개발은 해외 선진기술력 대비 50%에서 90%까지, 정보 융합형 지열발전 체계 구축은 현재 60%에서 90%까지 확보하는 것을 목표로 함

(중점과제 1) 화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가 기술 개발

(구성기술 1-1) 화산 지열수 탐사 및 정보화기술

- 화산지역 내 고온의 지열수를 대상으로 지구물리탐사, 지구화학 탐사, 지질 열물성 측정 및 DB구축 등 각종 조사 및 탐사 결과를 바탕으로 정보화 기술력 확보를 목표로 함
- 화산지역 내 정밀 탐사 및 자원량 확보, 지열 저류층 정보화 등 화산지역 내 지열발전을 위한 최적 위치를 파악하기 위한 평가 기술의 오차 범위를 최대 ±5%이하로 줄이는 것과 정보화율 100%을 목표로 함

(구성기술 1-2) 화산지역 지열발전 타당성 및 환경성 평가 기술

- 화산지역 내 지열발전에 적합한 지질, 수리지질, 지질역학, 지온 및 지열 상태를 파악하여 지열발전 플랜트 시공을 위한 타당성 평가 기술 및 이러한 개발에 따른 주변 대기, 기상, 수질 등 환경에 대한 합리적이고 친환경적인 평가 기술개발을 목표로 함

(중점과제 2) 친환경적 지열수 순환 시스템 건설 기술 개발

(구성기술 2-1) 지열수 순환 시스템 기술

- 지열수 순환 시스템은 현재 상당한 기술력을 가지고 있는 대심도 시추 기술을 이용하여 고온 지열수 생산정을 구축하고, 사용된 지열수를 친환경적으로 다시 지중으로 주입하여 지속가능한 생산이 가능토록 하는 기술임

- 해당 기술에 대한 순환시스템 설계, 지열수 생산 및 순환을 통해 현재 주입율(30%)기준 최대 50% 증대를 목표로 함

(구성기술 2-2) 지열수 수리화학적 제어기술

- 지열수 수리화학적 제어기술은 화산지역 대수층 내 함유되어 있는 지열수가 고온에 의해 주변 지질물질 및 광물질 등을 녹여 유황, 황산 등 특유의 유독 및 환경 피해 물질을 포함하고 있음

- 이러한 물질들을 친환경적으로 수처리하는 기술로서 지열 발전의 환경 피해를 최소화 하는 기술이며, 장애 물질 90% 이상 제거를 목표로 함

(구성기술 2-3) 고온 공벽 안정화기술(고온 열안정성 자기치유 시멘트 그라우팅재 개발)

- 고온 공벽 안정화기술은 지열발전용 고온 공벽 안정화를 위한 고온 열안전성 자기치유 시멘트 그라우팅재 개발임

- 이 목표를 달성하기 위한 세부 기술요소의 범위 및 구성은 고온 열안전성 및 고기밀성 확보, 공벽내 균열 및 내부 손상 발생 시 자기치유 능력 확보로 250℃ 조건에서 안정성을 확보하는 것을 목표로 함

(구성기술 2-4) 스케일링 제거기술

- 스케일링 제거기술은 지열수 내 녹아 있는 광물질, 미네랄 등이 케이싱 등에 부착되어 지열발전소의 효율을 떨어뜨리는 주요 원인이 되는 스케일링을 제거하는 기술임

- 스케일링 제거기술은 현재 국내 기술력의 초보적인 단계이기 때문에 선진 해외 기술에 대한 사례 및 기술 분석, 기작 규명 및 제거기술개발 및 현장적용에 의해 최대 90%이상 처리 기술을 목표로 함

(중점과제 3) 고온형 지열발전 플랜트 구축 기술개발

(구성기술 3-1) 고온형 지열발전 유닛 설계 및 시공기술

- 화산지대 고온 지열수에 적용 가능한 플래쉬 증기 지열발전 사이클 구성과 성능해석을 통한 Lab. Scale 설계, 최적의 시작품 제작 및 성능평가로 구분할 수 있음

- 이를 위해 지열수 내식성 재질 조사분석, 플래쉬 증기 지열발전 사이클론 분리기 및 복수기 설계, Lab. Scale 플래쉬 증기 지열발전 플랜트 설계/구성/성능평가 등을 통해 해외 선진 기술력 대비 90%까지 목표로 함

(구성기술 3-2) 지상 플랜트 설계 및 시공기술

- 최종 시공 설치하여야 할 5MW급 플래쉬 증기 지열발전 실증 플랜트 설계, 제작 및 최적 운전 제어 및 유지관리 기술을 도출하기 위해 냉각탑, 터보 제너레이터 등 설계 및 제작 등 관련 건설기술을 확보하여 실제 시공을 목표로 함

(구성기술 3-3) 플랜트 정보화 최적운전 기술

- 실증 플랜트 정보화 최적운전을 위해서 실증 플랜트 최적 운전 제어기술 및 유지관리 기술을 도출하고 정보화 운영체계에 대한 구성이 필요함

- 설계된 플래쉬 증기 지열발전 지상 플랜트 시공과 더불어 지열발전소 정보화 운영기술에 대한 현장 검증 확보 등 관련된 기술을 통해 90% 이상 정보화 운영 체제 구축

중점과제	구성기술	Activity		
		1단계 (2019~2020)	2단계 (2021~2022)	3단계 (2023)
화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가 기술 개발	화산 지열수 탐사 및 정보화기술	• 탐사 및 자원량 확보	• 지열저류층 정보화	-
	화산지역 지열발전 타당성 및 환경성 평가 기술	• 예비타당성평가	• 5MW급 FS/EA	• 평가 결과 검증
친환경적 지열수 순환 시스템 건설 기술 개발	지열수 순환 시스템 기술	• 설계 및 현장 시험	• 생산-주입정 설치	• 순환시스템 실증
	지열수 수리화학적 제어기술	• 지열수 특성평가	• 처리기술개발	• 현장 적용 및 검증
	고온 공벽 안정화기술(고온 열안정성 자기치유 시멘트 그라우팅재 개발)	• 재료 및 공법 개발	• 현장 적용	• 성능평가
	스케일링 제거기술	• 사례 분석	• 기작 규명, 기술개발	• 현장적용 및 검증
고온형 지열발전 플랜트 구축 기술개발	고온형 지열발전 유닛 설계 및 시공기술	• 사이클 해석	• 시작품 제작	• 성능평가
	플래쉬 증기 지열발전 플랜트 설계 및 시공기술	• 핵심요소기기 설계	• 지상플랜트 설계	• 5MW급 실증 시공
	플랜트 정보화 최적운전 기술	-	• 최적운전 제어기술	• 성능 평가

라. 연구개발비

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비목			2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		710	1,100	1,330	1,070	1,010	5,220	22.8%	책임연구원급 : 22인 연구원급 : 34인 연구보조원급 : 66인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	750	1,370	2,080	1,825	1,810	7,835	34.2%	-
		시작품 제작비	475	950	1,490	1,447	905	5,267	23.0%	
		재료비	125	220	280	242	208	1,075	4.7%	
	연구 활동비	여비	64	99	120	96	91	470	2.1%	
		수용비및수수료	7	11	13	11	10	52	0.2%	
		기술정보활동비	71	110	133	107	101	522	2.3%	
	연구수당		142	220	266	214	202	1,044	4.6%	
	직접비 합계		1,634	2,980	4,382	3,941	3,327	16,264	71.0%	-
3) 간접비			156	320	388	289	263	1,416	6.2%	-
4) 합계	정부		1,900	3,400	4,600	4,000	3,100	17,000	74.2%	-
	민간		600	1,000	1,500	1,300	1,500	5,900	25.8%	-
	총계		2,500	4,400	6,100	5,300	4,600	22,900	100.0%	-

1중점과제(화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비목			2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		142	250	131	101	66	690	23.8%	책임연구원급 : 2.8인 연구원급 : 4.3인 연구보조원급 : 8.4인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	150	300	180	150	90	870	30.0%	지열탐사기기, 지열 DB구축비, 지열 타당성 평가 프로그램 구축비 등
		시작품 제작비	75	150	90	75	45	435	15.0%	
		재료비	25	50	30	25	15	145	5.0%	
	연구 활동비	여비	13	23	12	9	6	62	2.1%	
		수용비및수수료	1	3	1	1	1	7	0.2%	
		기술정보활동비	14	25	13	10	7	69	2.4%	
	연구수당		28	50	26	20	13	138	4.8%	
	직접비 합계		307	600	352	290	176	1,726	59.5%	-
3) 간접비			51	150	117	109	58	485	16.7%	인건비+직접비의 20%(연구기관 및 대학)
4) 합 계			500	1,000	600	500	300	2,900	100.0%	-

2중점과제(친환경적 지열수 순환 시스템 건설 기술 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비목			2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		284	488	545	474	483	2,274	22.7%	책임연구원급 : 9.6인 연구원급 : 14.8인 연구보조원급 : 28.8인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	400	780	1,000	940	880	4,000	40.0%	고온 열안정성 자기치유 시멘트 그라우팅재 개발비, 고온 지열수 생산정 구축비 등
		시작품 제작비	100	293	500	588	440	1,920	19.2%	
		재료비	50	98	100	94	88	430	4.3%	
	연구 활동비	여비	26	44	49	43	43	205	2.0%	
		수용비및수수료	3	5	5	5	5	23	0.2%	
		기술정보활동비	28	49	55	47	48	227	2.3%	
	연구수당		57	98	109	95	97	455	4.5%	
	직접비 합계		664	1,365	1,818	1,811	1,601	7,259	72.6%	-
3) 간접비			52	98	137	64	116	467	4.7%	인건비+직접비의 4.9%
4) 합 계			1,000	1,950	2,500	2,350	2,200	10,000	100.0%	-

3중점과제(고온형 고효율 지열 발전 실증 플랜트 구축 기술 개발) 예산

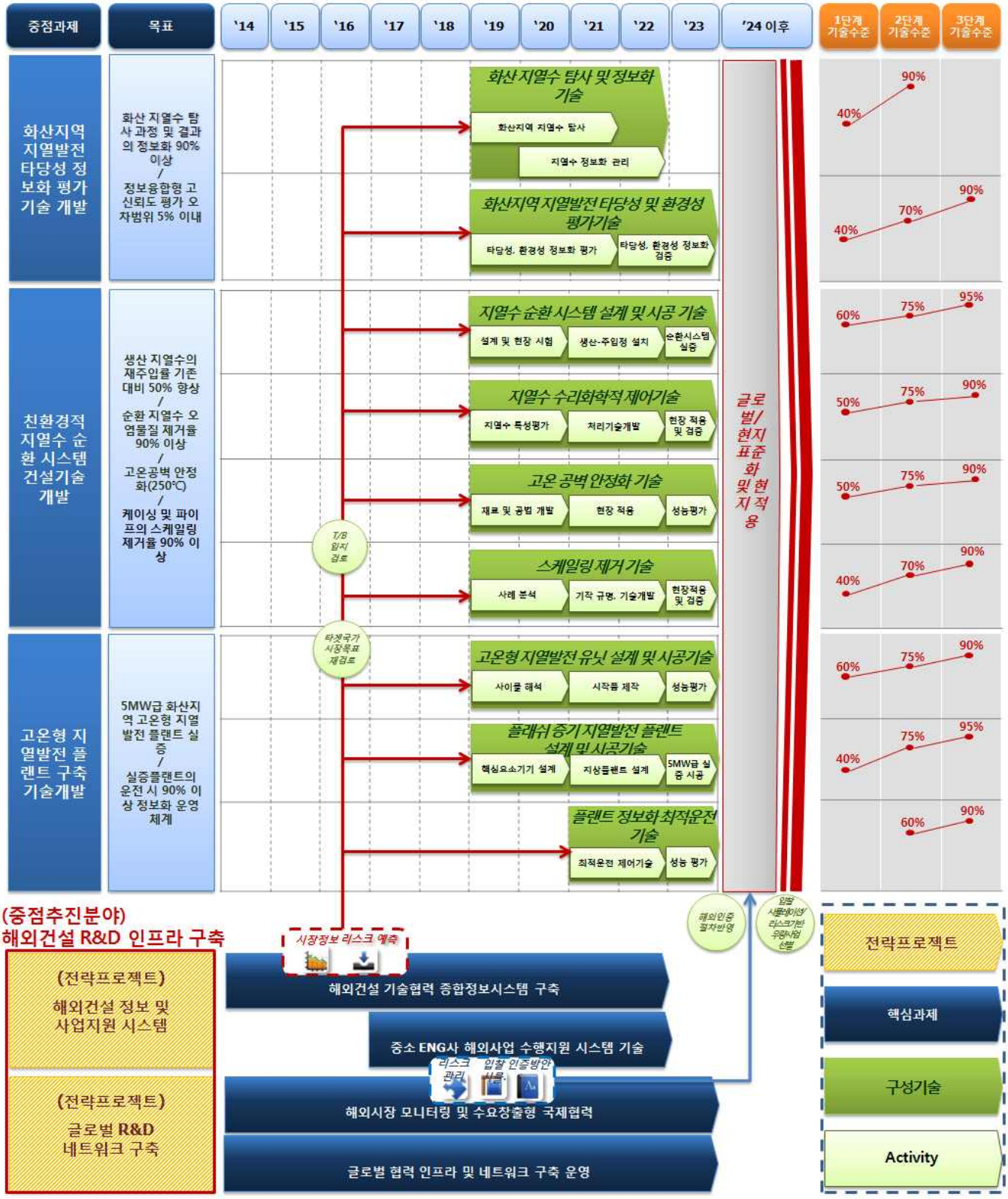
(단위 : 백만원)

비목			2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		284	363	654	495	461	2,256	22.6%	책임연구원급 : 9.6인 연구원급 : 14.8인 연구보조원급 : 28.8인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	200	290	900	735	840	2,965	29.7%	고온형 플래쉬증기 지열발전 유닛 시작품 제작비, 냉각탑, 터보 제너레이터 제작비 등
		시작품 제작비	300	508	900	784	420	2,912	29.1%	
		재료비	50	73	150	123	105	500	5.0%	
	연구 활동비	여비	26	33	59	45	41	203	2.0%	
		수용비및수수료	3	4	7	5	5	23	0.2%	
		기술정보활동비	28	36	65	49	46	226	2.3%	
	연구수당		57	73	131	99	92	451	4.5%	
	직접비 합계		664	1,015	2,212	1,839	1,549	7,279	72.8%	-
3) 간접비			52	73	134	116	89	465	4.6%	인건비+직접비의 4.9%
4) 합 계			1,000	1,450	3,000	2,450	2,100	10,000	100.0%	-

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가기술	화산 지열수 탐사 및 정보화기술	화산 지열수 탐사 과정 및 결과의 정보화 90% 이상 실현	정보화율
	화산지역 지열발전 타당성 및 환경성 평가 기술	화산지역 지열발전 타당성 및 환경성 평가 오차 ±5% 실현	오차 범위
친환경적 지열수 순환시스템 건설기술 개발	지열수 순환 시스템 기술	생산 지열수의 재주입률 기존 재주입률 기준 50% 상향	재 주입률
	지열수 수리화학적 제어기술	순환 지열수의 장애 물질 제거율 90% 이상 실현	제거율
	고온 공벽 안정화기술(고온 열안정성 자기치유 시멘트 그라우팅재 개발)	250℃ 조건에서 공벽을 안정적으로 유지할 수 있는 재료 및 공법 개발	온도
	스케일링 제거기술	케이싱 및 파이프의 스케일링 제거율 90% 이상 실현	제거율
고온형 고효율 지열발전 실증플랜트 구축기술 개발	고온형 지열발전 유닛 설계 및 시공기술	플래쉬 증기 지열발전 사이클 구성 및 시작품 제작	시작품 효율
	플래쉬 증기 지열발전 플랜트 설계 및 시공기술	5MW급 발전용량의 실증 플랜트 설계 및 시공	시설용량
	플랜트 정보화 최적운전 기술	실증플랜트의 운전 시 90% 이상 정보화 운영 체계 구축	정보화율

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
'19
'20
'21
'22
'23
'24 이후
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
화산지역 지열발전 타당성 정보화 평가 기술 개발
화산 지열수 탐사 과정 및 결과의 정보화 90% 이상 / 정보융합형 고신뢰도 평가 오차범위 5% 이내
화산 지열수 탐사 및 정보화 기술
화산지역 지열수 탐사
지열수 정보화 관리
화산지역 지열발전 타당성 및 환경성 평가기술
타당성, 환경성 정보화 평가
타당성, 환경성 정보화 검증
90%
40%
70%
90%
40%
친환경적 지열수 순환 시스템 건설기술 개발
생산 지열수의 재주입율 기존 대비 50% 향상 / 순환 지열수 오염물질 제거율 90% 이상 / 고온공벽 안정화(250℃) / 케이싱 및 파이프의 스케일링 제거율 90% 이상
지열수 순환 시스템 설계 및 시공 기술
설계 및 현장 시험
생산-주입정 설치
순환시스템 실증
지열수 수리화학적 제어기술
지열수 특성평가
처리기술개발
현장 적용 및 검증
고온 공벽 안정화 기술
재료 및 공법 개발
현장 적용
성능평가
스케일링 제거 기술
사례 분석
기작 규명, 기술개발
현장적용 및 검증
T/B 완지 검토
타겟국가 시장목표 재검토
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
60%
75%
95%
50%
75%
90%
50%
75%
90%
40%
70%
90%
고온형 지열발전 플랜트 구축 기술개발
5MW급 화산지역 고온형 지열발전 플랜트 실증 / 실증플랜트의 운전 시 90% 이상 정보화 운영 체계
고온형 지열발전 유닛 설계 및 시공기술
사이클 해석
시작품 제작
성능평가
플래쉬 증기 지열발전 플랜트 설계 및 시공기술
핵심요소기기 설계
지상플랜트 설계
5MW급 실증 시공
플랜트 정보화 최적운전 기술
최적운전 제어기술
성능 평가
60%
75%
90%
40%
75%
95%
60%
90%
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
(전략프로젝트)
글로벌 R&D 네트워크 구축
시장정보 리스크 예측
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
리스크 관리
입찰 인증방안 마련
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
해외인증 절차반영
입찰 사물에이전시 리스크기반 우량사업 선별
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

2.2.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

신규 지열발전 시장이 폭발적으로 증가할 화산지역 및 준화산 지역에 지열수 고갈 문제 해결 및 친환경적 지열발전 기술을 선점

지열발전 가능지역의 지질학, 지구물리학, 지화학 및 지열원 평가 결과를 바탕으로 정보화된 사업 타당성 및 환경성 평가 시스템을 구축하여 국내 기업의 Needs에 맞는 정보제공을 통해 정밀한 사업 진행 방향을 모색할 수 있는 교두보 마련

지질/토목/기계/플랜트/에너지 분야 기술의 융·복합을 통한 타 분야 기술고도화 및 가치창출의 파급효과 기대

에너지 분야 : 개발될 지열발전 관련 특허기술을 활용하여 신산업 창출

토목 및 지질분야 : 심부 지질/지열 탐사 및 모니터링 기술은 국제적으로 사업성을 가지게 되며 국내외의 향후 지열 활용에 필수적인 기반기술 제공

플랜트 분야 : 국내에서 상용화되는 플랜트 기술이 개발되면 국제적으로 다양한 발전 플랜트 건설 사업 진출

자원환경 분야 : CO2 지중저장, 지하 방사성폐기물 처분장 건설, 자원 개발, 육상 석유시추 등 중요 지질자원 환경 사업과 관련된 산업기술의 향상

기계 분야 : 유체 제어기술을 확보하고 사이클 제어기술 및 관련 요소부품 및 제어기기 등에 대한 국제적인 사업성을 갖고 있으며 국내의 향후 지열 자원 개발에 필수적인 기반기술 제공

타 사업분야 : 기타 자원 개발 등의 타 분야로의 접목이 가능하여 국가자원 경쟁력 확보

나. 경제적 기대효과

‘화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술’이 화산지역 지열발전 플랜트 시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 795.8억원으로 분석됨

대상시장은 개략적인 계획이 확인 가능한 미국, 필리핀, 인도네시아, 케냐 등 화산지역 지열발전 시장을 대상으로 하였으며, 전세계 화산지역 지열발전 시장으로 확대한다면 더 큰 경제적 편익이 도출될 것으로 예상함

시장동향에서 언급한바와 같이 미국, 필리핀, 인도네시아, 케냐의 연도별 연간 증설량은 다음과 같음

- 미국의 경우 대부분이 화산지대 지열발전으로 추정되나 보수적 시장산정을 위해 전체 증설계획 중 약 70%만 화산지역 지열발전 증설계획으로 가정함

[표 Ⅱ-18] 국가별 지열발전 증설량

(단위 : MW)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
미국 (화산지역 지열발전 : 전체 70%)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	3,500	3,500	3,500
필리핀	19	16	16	16	16	16	16	16	16	16
인도네시아	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
케냐	393	393	393	393	393	393	393	393	393	393
계	2,512	2,509	2,509	2,509	2,509	2,509	2,509	4,609	4,609	4,609

MW당 화산지역 지열발전 플랜트 단가는 세 가지 사례의 중간값인 3.34 백만$로 가정함

- 필리핀 지열발전소(열수방식) 건설비용은 3.34M US$/1MW(50MW급), 4.5M US$/1MW (20MW급) (「필리핀 지열발전 타당성조사」 사업에 관한 보고서, ㈜넥스지오, 2011)

- 인도네시아 지열발전소(화산지대) 건설비용은 1.5M US$/1MW(15MW급) (MW급 지열발전 상용화 기술개발, 한국에너지 기술평가원, 2011)

[표 Ⅱ-19] 화산지역 지열발전 시장

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
화산지역 지열발전 증설계획 (MW)	2,512	2,509	2,509	2,509	2,509	2,509	2,509	4,609	4,609	4,609
화산지역 지열발전 플랜트당 단가(억 달러/MW)	0.0334	0.0334	0.0334	0.0334	0.0334	0.0334	0.0334	0.0334	0.0334	0.0334
화산지역 지열발전 시장 (억 달러)	83.9	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	153.9	153.9	153.9

연구개발 종료 후 인도네시아 Test-bed 실증이 성공적으로 수행되면 화산지역 지열발전 플랜트를 2024년 5%에서 2033년 15%까지 점유할 수 있을 것으로 예상함

기술비중은 선행연구결과를 준용하여 33%를 적용함

- 기술비중을 일률적으로 적용 시 일반적으로 33%나 25%를 적용하며, 동 분석에서는 33%를 적용[95)]

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 "09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구"의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

동 기술개발은 테스트베드 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 동 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

부가가치율은 한국은행에서 발간한 '2009년 산업연관표'의 건설산업 부가가치율인 40.1%를 적용

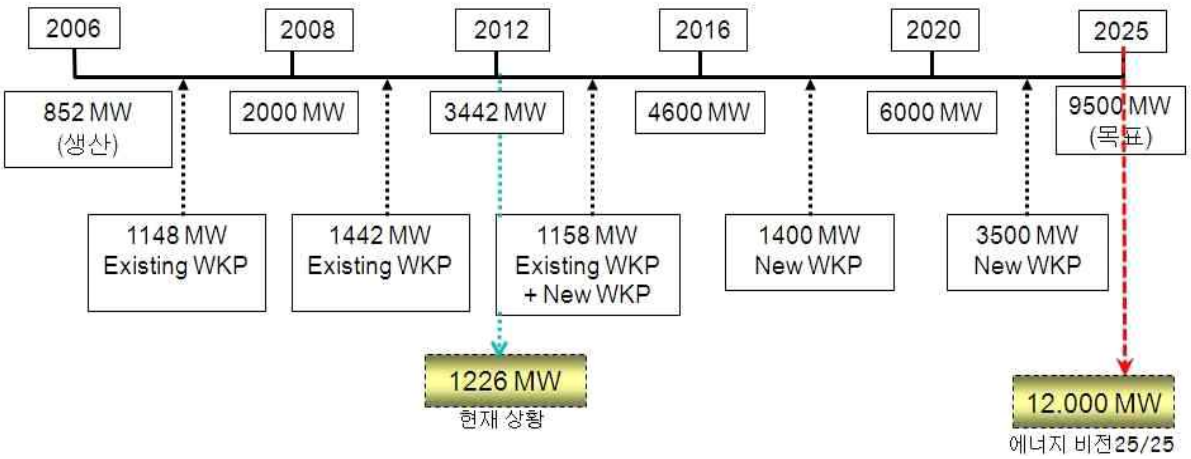
95) 기술가치 평가과정에서 기술비중 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술비중을 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술비중)를 29.7%로 산출한바 있음. 기술비중을 일률적으로 적용하는 방법은 일반적으로 33%나 25%를 적용함.

[표 Ⅱ-20] 편익 산정 (화산지역 Eco 지열발전 시스템 건설기술)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
화산지역 지열발전 시장 (억 달러)	83.9	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	153.9	153.9	153.9	
점유율	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.5	13.0	14.0	15.0	
기술비중(%)	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 완성도(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
부가가치율(%)	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	
편익(억원)	53.3	63.8	74.5	85.1	95.8	106.4	122.4	254.1	273.6	293.2	1,422.1
편익의 현재가치(억원)	36.0	41.8	47.2	52.2	56.9	61.2	68.1	136.9	142.7	152.9	795.8

※ 환율 : 1달러 = 1,100.3원(2013년 5월 평균)
10년만기 국고채이자율 : 3.31%(파이낸스뉴스, 2013.06.15)

인도네시아의 '국가에너지 정책(National Energy Policy 2006-2025)'에 따르면 현재 도입 초기 단계에 머물러 있는 신재생에너지 비중을 2025년에는 약 25% 수준까지 대폭 확대할 계획임('에너지 비전 25/25' 발표)



[그림 Ⅱ-56] 인도네시아 지열에너지 개발 지침 (2006-2025)
자료 : 환경산업 수출지원 상담센터

인도네시아 대통령은 제4차 세계 지열 회의(4. 25~30, 발리)에서 5년 내 지열에너지 생산량을 4,600MW, 2025년까지 9,500MW로 증대하여 인도네시아를 세계 최대 지열에너지 생산국으로 만들겠다고 발표함

- 단기목표로는 2014년까지 총 4,600MW의 지열발전소를 확보할 계획을 가지고 있음

인도네시아는 285개 사이트에 29GWe 이상의 지열에너지를 보유하고 있으나 단지 5% 미만

이 실용화 됐으며, 2012년 기준 실용화 된 총 용량은 1226MW임

인도네시아 정부는 2012년까지 54개의 지열발전건설 가능지역(GWA: Geothermal Working Area)을 결정하였으며, 이 프로젝트 개발을 위해 총 140억 달려 이상의 비용이 소요될 것으로 판단하여 지열발전 개발을 위한 정책과 규제를 개정 노력 중에 있음

인도네시아 정부는 지열발전 용량을 2012년에 3,924MW, 2025년까지 9,500MW로 확대해 2025년에는 전체 에너지 수요의 5%를 지열발전으로 충당할 계획으로 시장을 선점하여 해외 진출, 건설 수주 증대에 기여할 수 있음

지열발전 시장 진입에 의한 CDM 사업 추진으로 탄소배출권 획득 가능성 제고를 통해 지열발전소 운영 수익과 더불어 탄소배출권 판매에 따른 부가 수익을 기대할 수 있음

50MW급 지열발전으로 해마다 약 23억원의 부가수익을 기대

연간 온실가스 저감량은 156,366 tCO_2 /year 으로 CERs 거래가격을 10€/CER이라고 가정

IPCC Report (2008)에 따르면 2005년 세계 지열발전 설비용량은 8.9 GWe, 지열발전량은 연간 57,000 GWh이나 2050년에는 지열발전 설비용량이 140 GWe, 지열발전량은 연간 약 1,103,000 GWh로 예측

[표 Ⅱ-21] 세계 지열발전 설비 추이 및 예측(출처: IPCC Report (2008))>

Year	Installed Capacity (GW)	Electricity Production (GWh/yr)	Capacity Factor (%)
1995	6.0	38,035	64
2000	8.0	49,261	71
2005	8.9	56,786	73
2010	11.0	74,669	77
2020	24.0	171,114	81
2030	46.0	343,685	85
2040	90.0	703,174	89
2050	140.0	1,103,760	90

- 동 보고서는 또 2050년 전 세계 지열발전 시장은 약 1,760억 달러에 이를 것이며 지열발전에 따른 이산화탄소 감축효과는 약 5억 톤에 달할 것으로 예측

다. 정책적 기대효과

동 사업을 성공적으로 수행하면 인도네시아 정부로부터 신뢰를 쌓아 미개발지역에 대한 입찰 참여가 확대되어 수주할 가능성이 높아짐

2차 Crash Program에서 2014년까지 4,925MW의 지열발전 건설을 위해 인도네시아 정부는 140억 달러 이상의 투자가 필요할 것으로 예상하였으며, 2025년까지 12,000MW의 지열발전을 위해 국제적 협력이 필요하다고 발표하였음

지열 에너지 발전 사업에 관련된 외국인 최대 소유 지분은 95%로 경영권 확보엔 문제가 없으며, 현재 총 13개(입찰 준비 중 9곳, 입찰 실패 4곳) 프로젝트에 대한 사업 참여가 가능한 상태임

입찰 완료 프로젝트에도 하도급 업체로 진출이 가능할 것으로 판단됨

지열 에너지 관련 투자 기회로는 직접 지열 에너지 활용 방안과 저열의 지열에너지 활용 방안이 있음

직접적인 활용 방안으로는 지열에서 나오는 스팀 활용 사업을 한국기업에서 참여해 주길 원하며, 현재까지 비경제적인 분야인 저열의 지열발전 사업 개발을 한국기업에 요청한 상태임

또한 자바 섬 외 지역에 주로 많은 5MW 미만의 소규모 지열발전소(예: NTT 지역에 있는 Mataloko)의 건설을 한국기업에서 참여하기 원함

인도네시아 정부는 지역의 사전타당성 조사를 기업이 해주길 원하며 이 조사를 수행한 기업은 향후 사업우선권을 받을 전망임

신재생에너지 이용 발전기술 개발을 통해 지속가능 건설기술 확보

기존의 화석연료를 사용하여 전기를 생산할 때와 비교하여 화석연료를 사용하지 않으므로 온실가스 배출이 없어 친환경적이고 연료 공급이 필요 없으므로 운영비를 절감하는 효과가 있음

부존자원이 빈약한 우리나라에서는 에너지 독립성을 강화함으로써 국제정세에 따라 급변하는 연료비의 영향을 저감시키는 효과가 있음

기후변화 협약(UNFCCC)와 이에 따른 교토의정서가 국제질서에 영향을 주는 시대 상황에서 국내에서 개발될 지열발전기술은 신재생에너지 기술을 선점하고 국가경쟁력을 강화하는 효과가 있음

2.3 [중동]사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술

2.3.1 개 요

가. 핵심과제 정의

사막 환경에 적합한 대규모 태양광 플랜트 건설기술 개발

동 과제는 사막지역 태양광발전 기술과 전력변환 기술, 전력 계통기술, 건설 기술을 융합하여 새로운 전력 수출시장을 개척을 목표로 함

대규모 단위 태양광 플랜트 건설 시간 30%단축을 위한 Array Unit 및 시공방법 개발

기존 태양광발전 플랜트 시공방법 대비 공사기간 및 비용 감축을 위한 새로운 시공방법 도출 및 해당지역에 대한 적용성 확립이 필요함

기술적 차별화를 위한 태양광모듈 Array Unit 개발 및 제반 기술 확보를 통한 시장선점이 가능함

PV Unit를 적정한 단위(100kW/500kW/1MW)로 모듈화 하여 최적 운전 조건과 설치 조건을 만족하는 단위 플랜트 모듈 건설기술 개발과 대규모 단위로 병렬 운전을 실시하여 건설 규격을 표준화 할 수 있는 방안을 모색함

고효율/대용량 전력 변환장치 개발 및 시스템 안정화 기술 개발

대규모 태양광발전 플랜트에 적용 가능하도록 전력변환장치의 대형화가 필요하며, 사막 환경에서도 고효율 전력변환이 가능하도록 하는 대용량 시스템

고효율/대용량 전력변환장치의 개발을 위해 고효율 전력변환 회로설계 기술개발, 사막 환경에 적합한 MPPT(Maximum Power Point Tracking)알고리즘 개발 및 계통연계 알고리즘 개발

대용량 전력변환 회로 설계에 있어 일사량의 가변에서도 고효율 전력변환 효율을 얻을 수 있는 모듈 형 방식의 설계와 개별 모듈의 동작은 EMS(Energy Management System)의 제어 동작을 포함

태양광모듈, Array, 전력변환장치 등 시스템 설계 Mismatch 최소화 및 구성 재료 선정 최적화 기술 개발

시스템 단위용량 규모 대응 계통연계 전압/전력 최적화 기술 개발 및 송배전 선로 손실 최소화 기술 개발

송배전 또는 태양광발전시스템의 사고 및 정전 발생 대응 전력 안정화 대책 기술 개발

고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발

사막 환경에서 요구되는 환경 신뢰성을 갖춘 고 내구성 발전시스템을 위해서 사막 환경조건이 고려된 주요 발전설비(태양전지모듈, 전력변환장치)에 대한 고 효율화 생산기술 개발 및 장 수명 내구성능 확보기술 개발

사막 환경의 온도에 적합한 시스템 방열구조 설계 기준 및 미세 분진에 대한 대응 설계 기준, 특정온도 이상에서 발전량을 제어하여 내부 발열이 일정수준 이상이 되지 않도록 하는 등 태양광발전시스템 성능진단 및 원격 감시시스템 운영 최적화 기술 개발

대상지역 대응 태양광 Array 최적설계 구성 및 고효율/고내구성 확보 기술 기준

대상지역 환경 대응 실증 시험으로 주요 구성기기의 평가기준 마련과 시스템에 대한 안전성 평가기준 및 시스템 성능을 정밀 분석할 수 있는 진단기술 개발

대상지역 환경에 적합한 사후관리 운영 매뉴얼 개발

기술분류체계상 개발대상기술의 위치

중분류	소분류	개발대상 기술
태양광발전 시스템 건설기술	태양광발전 시스템 설계 기술	O
	태양광발전 시스템 시공 기술	O
축전기 시스템 건설기술	축전기 시스템 설계 기술	-
	축전기 시스템 제조 기술	-
전력변환장치 시스템 건설기술	전력변환장치 시스템 설계 기술	O
	전력변환장치 시스템 시공 기술	O
태양광 Array Unit화 건설기술	태양광 Array Unit화 설계기술	O
	태양광 Array Unit화 시공기술	O
태양광발전 시스템 모니터링 기술	태양광발전 시스템 조합 및 해석기술	O
	태양광발전 시스템 감시 및 진단기술	O
	태양광발전 전력연계장치 및 요소기술	O

상세기획 참여자

소속기관분류	성명	기관명	직위
산	이 구	(주)에스에너지	수석
	이일교	(주)에스에너지	선임
	민준기	(주)다쓰테크	팀장
학	권정민	한밭대학교	교수
연	강기환	한국에너지기술연구원	박사
	김경수	한국에너지기술연구원	박사

나. 기술개발 필요성

(1) 사회경제적 필요성

전 세계 태양광시장은 2008년 5.6GW에서 2013년 22.3GW로 급성장하고 있음

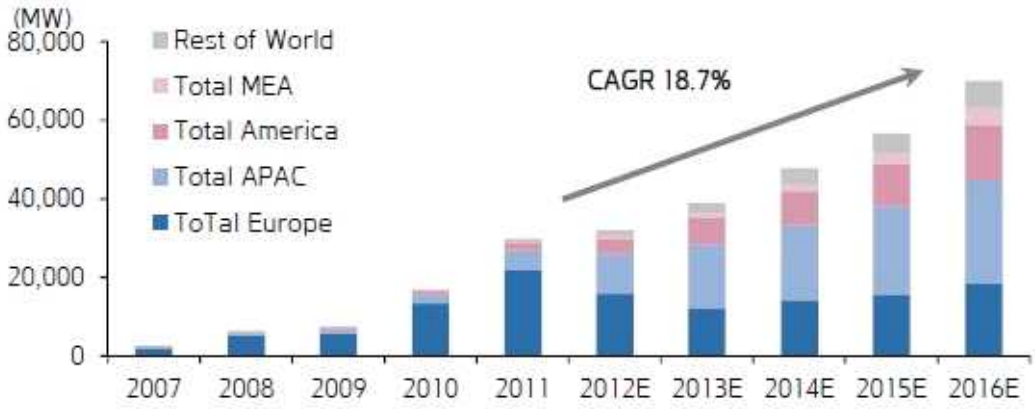
이중 사막은 태양광 전력 생산 잠재량이 약 1,500TW로 미개척지로 남아있으며 약 4%만 태양광 발전으로 이용하여도 매년 전 세계의 에너지 사용량을 충족시킬 수 있음

MENA(Middle East & North Africa) 지역은 전 세계 신재생에너지의 45%를 차지하고, 태양광 제품시장은 연간 30~40%씩 성장함(Booz & Company사)

향후 전력수요가 매년 10년 동안 7%씩 성장할 것으로 예측됨에 따라 2017년까지 80~90GW의 추가 발전시설이 필요할 것으로 예측됨

EPIA(유럽태양광발전산업협회)의 Policy driven scenario와 Display bank의 시장 성장 전망치를 참고하여, 2014년 태양광 세계시장 규모 30GW에 2015년 사막용 시장 예상치를 비교하면, 약 7.3% 비율로 성장이 전망됨

EPIA의 2020년 보수적인 태양광 시장 전망치인 약 40GW 규모에 비교하여 2020년 사막용 태양광 시장인 3.7GW를 대입하면 약 9.2% 정도의 시장 점유율을 나타낼 것으로 전망되어 지속적으로 성장할 가능성이 있는 시장으로 평가됨



[그림 Ⅱ-57] 세계 지역별 태양광발전 설치 전망치_출처: EPIA

GCC(Gulf Cooperation Council) 국가의 전력 소비량은 2002년부터 연간 약 9% 증가하여 2020년 현재의 2배로 증대될 전망임

GCC 국가들은 2015년까지 450억 달러를 투자해 총 32GW 규모의 발전용량을 확충할 계획이며 신재생에너지 관련 프로젝트 또한 증가하는 추세임

사우디아라비아와 UAE가 GCC 전체 전력 소비량의 약 25%를 차지하였음

사막 환경에 적용가능 한 태양광발전시스템 설치에 대한 사막 환경용 태양광 모듈 및 태양광 발전 BOS(PCS, DC 접속반 등) 시장은 꾸준히 증가할 것으로 예상됨

태양광 발전을 위해 넓은 면적의 저렴한 토지와 일사량이 높은 지역의 요구가 증가하고 있으며, 이러한 요구에 사막지역이 적합하므로, 사막지역 또는 특수한 환경지역에 대한 태양광발전에 대한 요구가 증가할 것으로 예상



[그림 Ⅱ-58] 중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 건설 기술을 위한 보완요소

(2) 기술적 필요성

중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 원천기술을 확보하고 제조 장비 및 구성 소재의 국산화 기술 개발 필요

중동환경에 적합한 태양전지 모듈을 위한 원·부자재 국산화 기술을 포함하여 모듈의 제작 기술, 풍부한 일조량을 효율적이고 지속적으로 이용 가능하도록 투과율이나 반사율을 향상시키는 방법을 포함함

중동환경에서 발전 시 가열되는 태양전지 모듈을 효과적으로 냉각할 수 있는 시스템기술의 개발을 포함함

장기적으로 모래바람, 고온에 견딜 수 있도록 하는 내구성 향상 및 평가기반 구축 등의 내용이 종합적으로 개발되어야 하는 대상 기술 영역으로서 시장 및 기술을 선점한 기업이 없는 블루오션 시장 적용 기술로 전망됨

공기 단축형 태양광 플랜트 건설기술개발 필요

중국, 일본, 유럽 등 해외 업체들과의 가격경쟁력을 확보하기 위해 현재 $3.6/Wp 수준인 시스템 설치 단가를 국제적으로 경쟁력 있는 목표인 $2.2/Wp 수준까지 낮출 수 있는 단위 플랜트 건설 기술 개발이 필요

중동 지역의 특성상 공사 현장에서 도면해독, 공사감리 및 시공현장 지휘가 가능한 엔지니어들의 인건비가 고액이므로 가급적 현지에서의 시공기간을 단축하는 것이 태양광발전 플랜트 건설 비용 절감기술개발 필요

- 현장 공사기간 단축과 시공비를 절감할 수 있도록 국내 공장에서 Pre assembly된 PV module Array Unit(PV Unit)을 개발이 고려될 수 있음
- 공장에서 제작된 Array Unit(PV Unit)을 수출용 40ft 컨테이너에 최적으로 적재/운송 할 수 있는 Packaging 기술의 개발이 고려되어야 함

고온 환경에 적합한 전력변환장치 기술개발 필요

넓은 온도범위를 가지고 있는 사막 환경에 96%이상의 전력변환 변환 효율을 유지하기 위해서 고효율 전력변환 회로 설계가 필요함

- 국내에서 개발된 전력변환장치는 사막지역의 고온환경에서의 안정성을 확보하지 못함

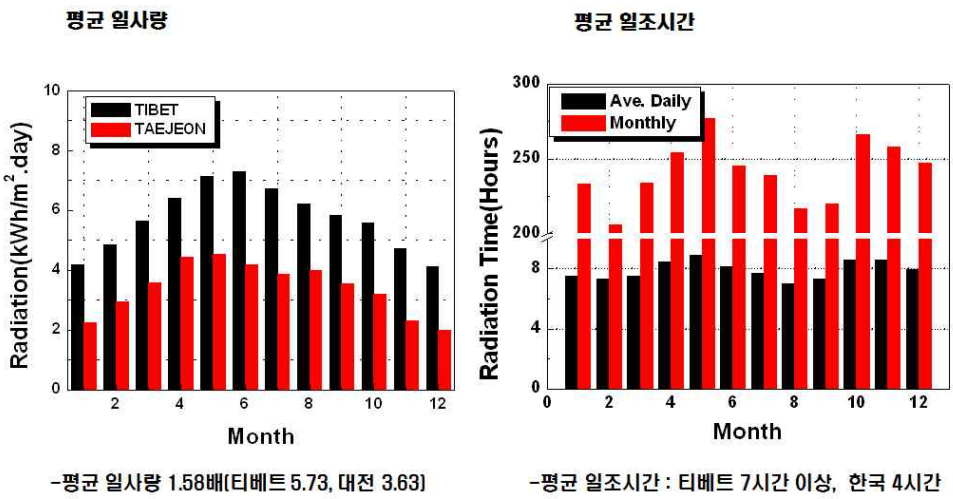
중동지역 대규모 태양광발전 플랜트 건설기술개발을 위해 IT 기술(모바일 모니터링 및 제어 기술 등)과 융합 필요

모듈단위, 환경/상황요인 대응, 전력/환경 감시 및 제어기반의 태양광발전시스템 개발을 통해 현지 환경에 최적화 되면서 태양광 발전 효율을 향상시키고 원가절감의 효과를 제공하고자 함

(3) 기술개발 시급성

한국에너지기술연구원에서 한 - 중 국제협력 사업의 일환으로 2004년 ~ 2007년에 걸쳐 중국 티베트의 사막 지역에 100kW급의 발전소를 건설하였음

국내 중소기업 컨소시엄 등이 참여하여 실증연구를 수행하였으며, 주로 시스템 이용률 중심의 실증연구가 진행됨



[그림 Ⅱ-59] 티베트 사막 지역의 일사 조건 비교(출처: 에너지기술연구원 2007)

국내 사막용 태양전지 모듈에 필요한 기술이 적용 된 구성 재료는 대부분 수입에 의존하고 있는 실정임

태양전지 모듈에 대한 가혹한 사막 환경과 같은 강화된 기준에서의 내구성, 기계적 강도 및 내마모성 등과 같은 장기 신뢰성 관련 특성에 대한 객관적인 검증 기준 및 상용화 기반이

마련되어 있지 않음

국내 유수의 PV 모듈 및 시스템 전문기업과 PCS 전문기업이 중소기업 중심으로 활발한 연구개발이 이루어지고 있음

계통연계 태양광 인버터의 알고리즘 개발과 제어기 설계 경험 및 기술을 보유하여 전반적인 시스템 구성의 최적화를 실현화 하고 있음

계통연계 태양광 인버터 기술은 국내를 위해서 개발된 기술로서 해외 계통 연계를 위한 추가적이고 새로운 연계 기술의 개발이 필요한 시점

이와 더불어 신뢰성 향상에 대한 기술개발이 필요하며, 태양광 발전 플랜트의 설계 및 건설에 대한 신뢰성 향상에 대한 기술개발이 요구되고 있음

국내에서 유일하게 태양광모듈, 인버터 및 시스템을 동시에 시험할 수 있는 인증시험기관(CBTL) 등은 실증 데이터의 분석과 시스템 내구성에 대한 개선방향 도출 역할을 함

중동지역 환경에서의 태양광발전시스템에 대한 설치 기준과 안전 기준에 대한 기술개발 및 연구가 활발한 상태임

(4) 국고지원 적합성

정부는 국제사회의 패러다임 변화에 맞춰 신재생 에너지 중에서 가장 시장성을 확보하고 있는 태양광 에너지 등을 중점 육성테마로 설정함

향후 우리나라의 신 성장산업으로 육성하기 위한 정책과제를 제시하고 있으며, 이에 따라 기존의 정부주도의 산업 체제에서 민간의 참여를 통한 시장 경쟁체제로 전환 및 경쟁요인의 도입을 확대될 예정임

중동 지역의 태양광발전 플랜트 건설은 미래 선점형 기술로서 민간차원의 연구개발이 어려운 분야임

중동 지역은 태양광발전에 최적의 환경으로 풍부한 일조량을 보유하고 있어 중동지역에 적합한 태양광 발전 시스템 개발 및 플랜트 건설기술 개발을 통해 중동지역(사막지역)에 태양광발전 시장진출이 필요함

사막과 같은 특수 환경에 대한 태양광발전 플랜트 구성 요소 기술 및 플랜트 건설 기술은

기저에 장기 신뢰성을 바탕으로 하고 있어, 동종 분야 및 태양광 발전 플랜트 구성 요소 기술에 대해 신뢰성 기술 향상에 대한 기술적 파급이 가능할 것으로 판단

현지 실증으로 얻어진 Data를 바탕으로 한 기술개발과 사업화는 중장기적 접근이 필요함

현재 보편화된 태양광발전 시스템은 온도, 내열, 내습, 분진, 일조량 등의 환경적인 요소에 의해 발전 효율이 저하되거나 전력손실을 겪고 있는 실정임

태양광 발전 시스템을 관리/유지하기 위해서는 막대한 비용이 들어가고 있는 상황으로 단기적인 기술 개발로 인한 추후 문제점을 고려하여 장기적 관점의 기술개발을 목적으로 해야함

중동지역의 태양광발전 플랜트 건설 기술은 해당 지역에 대규모 전력 시스템의 구축을 목표로 진행되기 때문에, 국내 시장에 대한 내용은 없는 상태임

향후 대규모로 구상 중인 중동지역(사막 지역) 발전 시스템 건설을 위해선 꼭 필요한 기술로 시장 선점을 위해서는 시급히 이루어져야 하는 개발 내용임

동 과제는 현지에 적합한 대규모 태양광발전 플랜트 건설을 기존 태양광발전 플랜트 건설 방법 대비 적은 비용과 공사기간 단축을 목표로 하고, 고 신뢰성 시스템 및 시공 기준을 바탕으로 한 새로운 태양광모듈 시공방법 및 플랜트 건설 기술이 뒷받침되어져야 함

동 과제를 통하여 국내 중소기업 컨소시엄으로 하여금 해당 구성소재의 국산화를 통해 수출 시장을 창출을 목적으로 함

해외 시장에서의 판매를 통하여 외화 획득 및 전 세계 태양광 업체에서의 국내 업체 위상을 높일 수 있을 것으로 판단됨

국내 개발 제품의 중동지역 진출을 적극적으로 지원할 수 있는 체계 구축 필요

중동지역(사막 등)과 같은 환경에 부합하는 태양광발전시스템을 구현 할 수 있는 PV모듈 내구성능 평가기법을 개발 및 중동 현지의 인증센터와 상호 인증체계 확립이 필요

해당 기술의 현지 보급/시범 사업과 시장 확대 정책 개발이 필요한 사항

국내의 대표적인 태양광사업 모델인 그린홈 100만호 보급(주택보급)사업, 일반보급(시범)사업, 설치의무화사업 등과 같은 비즈니스 모델 확립

Residential 사업으로 태양광발전시스템의 보편화를 진행 후 Commercial 사업으로 확대, 최종 Industrial 사업으로 진행하는 일련의 수순으로 사업모델이 완성되기까지 오랜 기간이 소요됨

동 사업의 사업성 검증 및 실증 연구에 소요되는 경제적 부담이 작용함

소규모 사업 단계(Residential 사업 및 Commercial 사업)를 거치지 않으므로 사업성 검증 및 실증 연구에 소요되는 경제적 부담이 작용 할 것으로 보임

현지 정책상황에 부합한 사업모델 체계 구축을 위한 연구개발 비용 지원, 실질적인 사업화를 위한 국책사업으로서의 정체성 확립 등 국가적 지원이 필요함

동 과제를 통하여 진행되는 플랜트 사업은 최종 Industrial 사업을 목표로 하고 있는바 대규모 사업모델 구축에 시간을 절약할 수 있는 장점이 있음

동 사업을 통해 주변 산업의 동반성장 및 고용창출 효과가 기대됨

녹색성장, 고용창출 및 미래성장 동력확보를 중점으로 해당 과제는 연구개발로 인해 사막환경에 적합한 태양광 핵심부품/모듈/인버터/시스템/건설기술 등 각 부분에 국내 및 해외 신규 사업을 도출할 수 있음

다. 기술개발 목표

단위 Unit 3,600W / PV Unit 시공기술 및 시스템 설치단가 US$2.2 / Wp 기술 개발

PV Unit을 적정 단위(100kW/500kW/1MW)로 기준 모듈화 하여 최적 운전 조건과 설치 조건을 만족할 수 있는 단위 플랜트 모듈 건설기술을 개발

고온 환경에 적합한 정격효율 96% 이상 및 용량 1MW급 전력변환장치 기술 및 시공 기술 개발

사막 환경에 96%이상의 전력변환 변환 효율을 유지하기 위해서 고효율 전력변환 회로 설계가 필요하며, 사막지역 전력계통에 연계 가능한 계통연계 인증이 필수적으로 요구됨

시스템효율 85%이상 달성을 위한 고효율/고내구성 향상 기술 개발

태양광발전시스템 성능은 주요 구성제품에 대한 성능과 시스템 구성 방법에 따른 성능으로 좌우될 수 있으므로 제품에 대한 생산기술과 시스템 최적설계가 필수적임

대상지역 계통연계 기준 및 설치/시공/안전 및 운용 기준 개발

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명 및 목표	중점과제 정의	구성기술
대규모 단위 태양광 플랜트 건설 시간 30% 단축을 위한 Array Unit 및 시공방법 개발	- 대상지역 기후환경 및 플랜트 건설 인력 활용을 고려하여 태양광발전모듈 및 설치 구조물을 대용량 및 무게 감소를 통한 플랜트 건설 시간 단축유도	▪ 태양광발전모듈 Array Unit 설계 및 제조 기술 ▪ 고강도 light weight 구조물 설계 및 시공기술
	- 대규모 태양광플랜트는 설치 규모, 설비 이용률, 가동률에 따라 발전단가가 좌우되기 때문에 시스템에 대한 최적설계 및 설치가 요구됨	▪ 고 이용률 시스템 설계 및 관리기술 ▪ 시스템 가동률 최적화 기술
고효율/대용량 전력변환장치 개발 및 시스템 안정화 기술 개발	- 태양광모듈에서 생산된 전력을 교류전력으로 변환하여 손실을 최소화하고, 안정적으로 전력공급선에 연계 운전할 수 있도록 함	▪ 대용량 전력변환장치 설계 및 제조기술
	- 대상지역 전력계통선로의 길이에 따라 전력손실 최소화 및 품질 안정화 기술이 요구됨으로써, 송배전 선로의 최적설계 및 설치 기술 확보가 필수임	▪ 발전시스템 안정화 기술
고효율/고내구성 태양광발전시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발	- 태양광모듈은 대상 지역 기후환경에서 고효율/고내구성능이 확보되어야만 경제성 확보 가능함	▪ 시스템 성능 및 내구성능 평가 기술
	- 태양광모듈과 PCS 및 BOS를 최적 조건에서 구동되도록 시스템 설계를 위한 표준 제안 및 유진관리 기술이 필수적임	▪ 시스템 설치 및 운영 매뉴얼

마. 기술분류체계상 구성기술의 위치

중분류	소분류	구성기술
태양광발전 시스템 건설기술	태양광발전 시스템 설계 기술	▪ 고 이용률 시스템 설계 및 관리기술 ▪ 시스템 가동률 최적화 기술
	태양광발전 시스템 시공 기술	▪ 고 이용률 시스템 설계 및 관리기술 ▪ 시스템 가동률 최적화 기술
축전기 시스템 건설기술	축전기 시스템 설계 기술	-
	축전기 시스템 제조 기술	-
전력변환장치 시스템 건설기술	전력변환장치 시스템 설계 기술	▪ 대용량 전력변환장치 설계 및 제조기술
	전력변환장치 시스템 시공 기술	▪ 대용량 전력변환장치 설계 및 제조기술
태양광 Array Unit화 건설기술	태양광 Array Unit화 설계기술	▪ 태양광발전모듈 Array Unit 설계 및 제조 기술 ▪ 고강도 light weight 구조물 설계 및 시공기술
	태양광 Array Unit화 시공기술	▪ 태양광발전모듈 Array Unit 설계 및 제조 기술 ▪ 고강도 light weight 구조물 설계 및 시공기술
태양광발전 시스템 모니터링 기술	태양광발전 시스템 조합 및 해석기술	▪ 발전시스템 안정화 기술 ▪ 시스템 설치 및 운영 매뉴얼
	태양광발전 시스템 감시 및 진단기술	▪ 시스템 성능 및 내구성능 평가 기술
	태양광발전 전력연계장치 및 요소기술	▪ 발전시스템 안정화 기술 ▪ 시스템 설치 및 운영 매뉴얼

2.3.2 기술 및 시장동향

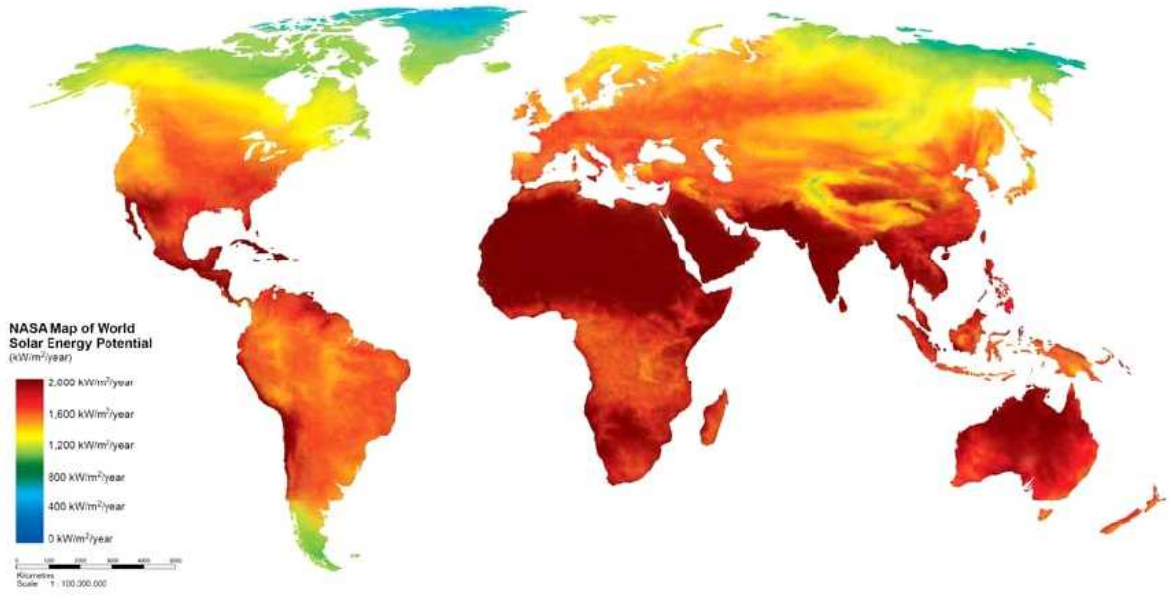
가. 시장동향

전 세계 태양광시장은 2008년 5.6GW에서 2013년 22.3GW로 급성장하고 있음

전체 육지 면적 중 1/3에 해당하는 지역(사막지역)은 태양에너지를 이용하여 전력 생산을 하기 위해 필요한 넓은 면적의 장소제공이 가능함

태양광 발전 미개척지로 남아있는 사막 용지 중 약 4%만 태양광 발전으로 이용하여도 매년 전 세계의 에너지 소요량을 충족시킬 수 있는 잠재시장임

- 태양광 전력 생산 잠재량은 약 1,500TW 임



[그림 Ⅱ-60] 세계의 태양광발전 잠재량 (출처: http://www.desertec.org)

MENA(Middle East & North Africa) 지역은 전 세계 신재생에너지의 45%를 차지하고, 태양광 제품시장은 연간 30~40%씩 성장함(Booz & Company사)

향후 전력수요가 매년 10년 동안 7%씩 성장할 것으로 예측됨에 따라 2017년까지 80~90GW의 추가 발전시설이 필요할 것으로 예측됨

EPIA의 2020년 보수적인 태양광 시장 전망치인 약 40GW 규모에 비교하여 2020년 사막용 태양광 시장인 3.7GW를 대입하면 약 9.2% 정도의 시장 점유율을 나타낼 것으로 전망되어 세계시장 대비 지속적으로 성장할 가능성이 있는 시장으로 평가



[그림 Ⅱ-61] Desertec Project 신재생에너지 발전소 설치계획

출처: http://www.desertec.org

중동 산유국들은 에너지 자원 고갈에 대비해 제조업 투자를 늘리고 신 성장 산업 육성에 적극 나서고 있음

글로벌 금융위기에 따른 세계 경기침체로 대부분 국가의 경제성장률이 크게 후퇴하고 있는 상황이지만 중동 특히, GCC국가들은 풍부한 오일머니를 바탕으로 타 지역에 비해 양호한 성적을 거둘 것으로 전망됨

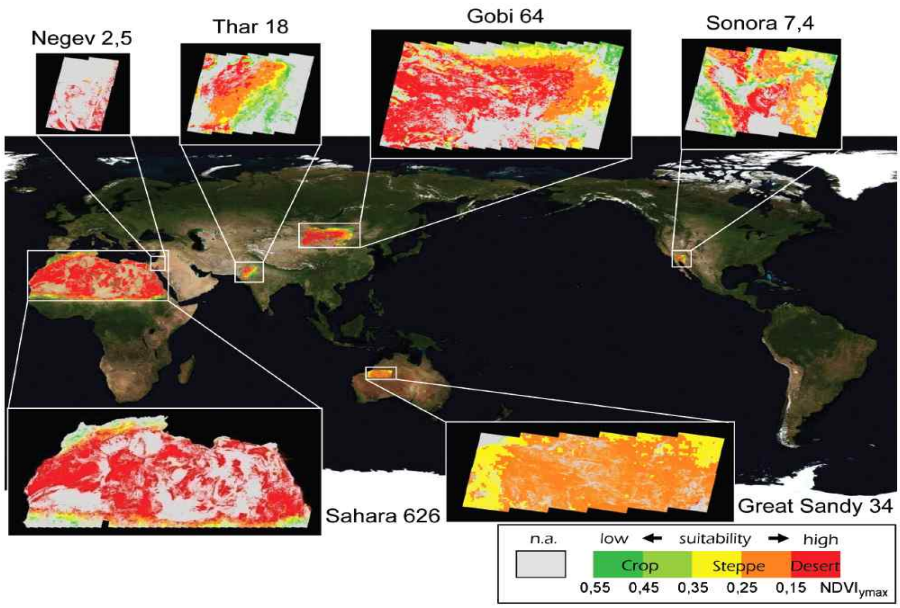
해당 지역의 공공 프로젝트를 중심으로 국내 신 성장 산업의 진출이 적극적으로 모색 됨

해당 지역의 각 주요 국별 국영 전력회사로는 사우디전력회사(SEC), 오만수전력청(PAEW), 두바이수전력청(DEWA) 등이 있음

지역 전력회사는 오만의 마잔전력회사(Majan Electricity Co), 아부다비의 국영에너지공사(MASDAR) 등이 있음

사업 참여현황은 MASDAR에서 U.A.E 최대 규모인 10MW(Nour1:총100MW계획) 규모의 PV 발전소 설치 실적을 가지고 있으며, 사우디 지역 국영 정유회사인 ARAMCO사가 진행

한 총 규모 13.5MW(10MW, 3.5MW 2개 프로젝트) PV 발전소 사례가 있음

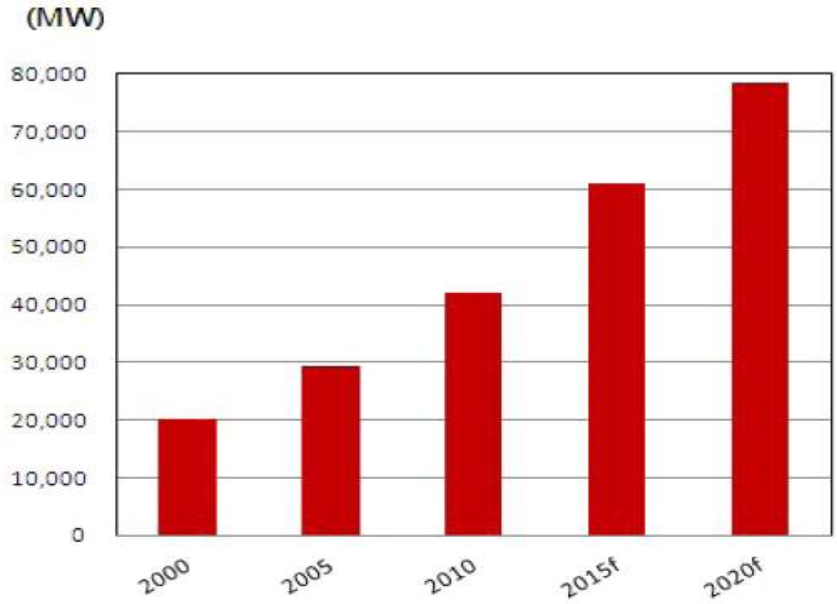


[그림 Ⅱ-62] 세계의 각 사막지역 별 연간 발전 가능량

사우디아라비아는 세계 최대 산유국으로서, 1천90억 달러(약 126조원)을 투입해 대대적인 태양광 발전 프로젝트를 추진

사우디는 2032년 국가 소비 에너지의 3분의 1인 41GW를 태양광 발전으로 충당하겠다는 목표임

사우디의 KAUST대학 내에 1MW 용량의 태양광 발전소(연구용)를 건설 중이며, 사우디 국영석유회사 아람코(Saudi Aramco)는 일본 쇼와셀 석유회사와 10MW급의 시범적 태양광 발전소 건설을 추진 중임

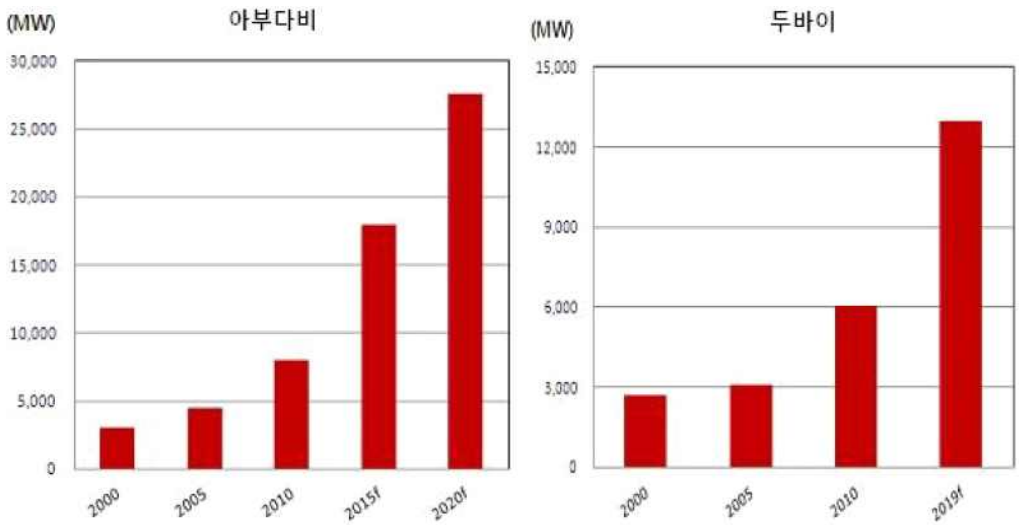


[그림 Ⅱ-63] 사우디아라비아의 전력수요 증대 추이 (출처 : OPWPC)

UAE는 중동의 신재생 허브로 육성하기 위해 2008년부터 '마스다르 시티 건설 프로젝트'를 추진중임

아부다비 정부는 2020년가지 총 전력소비량의 7%(약 1,500MW)를 신재생에너지로 충당하기 위해, 향후 10년간 GDP의 10%를 신재생에너지 분야에 투자할 전망임

아부다비는 Solar Park(10MW)와 소규모 태양광 발전 설비를 갖추고 있고, 각 종 태양광 발전 프로젝트를 활발하게 진행하고 있음



[그림 Ⅱ-64] 아부다비와 두바이의 전력수요 추이(출처 : OPWPC, DEWA, MEED)

이집트는 2008년에 MENA 지역의 재생에너지 총생산량 중 63%를 차지할 정도로 재생에너지 개발이 활발한 국가임

연간 약 7.5%인 전력소비량 증가율을 충족시키기 위해서는 2020년 경에 약 5MW의 발전설비 용량이 필요할 전망이며 정부는 필요전력의 20%를 재생에너지(태양 에너지 8%, 풍력 12%)로 충당할 계획임

모르코는 석탄, 석유, 가스 매장량이 거의 전무하여 발전용 에너지원의 95%를 수입에 의존하고 있음

전력수요 증가에 대응해 전력을 안정적이고 경제적으로 공급하기 위해 재생에너지 개발 프로젝트 추진에 적극적임

2008년에 10MW 규모의 태양광 발전소가 건설되었고, 2009년부터 태양광, 화력 복합 발전 프로젝트를 시작하였으며, 2010년에는 태양광과 태양열을 접합한 470MW 규모의 태양 하이브리드 발전소를 모로코 북서부 아인 베니 마사(Ain Beni Mather) 지역에 설치하였음

정부는 2020년까지 재생에너지를 이용한 전력 생산 비중을 42%로 높이기 위해, 태양광 및 태양열 발전설비 규모를 2,000MW로 확대하는 장기계획을 발표하였는데, 소요 예산은 약 90억 달러로 예상 됨

사막 지역에서의 경제성 변화로 과거 태양열 발전, CSP, Utility PV 순서에서 가격 경쟁력 확보로 Utility PV의 적용 가능성이 높아짐

현재에도 풍력발전 단가의 50%, CSP의 30% 정도로 가장 유리하며, 추후 현재 가격의 약 30~40%까지 가격 하락 가능성을 보유함

태양광 발전은 사막지역에서 가장 강력한 경쟁력을 보유하고 있는 신재생에너지원임

[표 Ⅱ-22] 태양광발전 주요 수요처 현황

수요처	국명(국외)	수요량	진행사항
Majan Electricity (오만 배전회사)	오만	5MW	- 38kW 태양광모듈 발주 (에스에너지) - 2013년 에스에너지 공장검수 실시
PAEW (오만 수전력청)			
NSS(National Solar System LLC) (사우디 EPC업체)	사우디아라비아	1,100MW (입찰방식)	- 현지 테스트베드 운용으로 에스에너지 태양광모듈 성능검증 중 - NSS社를 통한 현지 보급을 위한 네트워크 구축 중
K.A.CARE (원자력,재생에너지원)			
SEC (사우디 전력청)		-	
ARAMCO (사우디 국영정유사)			
DEWA (두바이 수전력청)	DUBAI(UAE)	1000MW (입찰방식)	- 현지 네트워크 구축을 통한 사업 입찰 준비 중
MASDAR (국영에너지공사)	ABU DHABI(UAE)	100MW (입찰방식)	

[표 Ⅱ-23] 중동 주요국가 태양광 개발 PLAN 발표

국가	용량 (MW)	내용
 사우디아라비아	- 2032년까지 전체 전력 생산의 30% 신 재생 에너지로 충당 목표 (126조원 규모의 시장 창출) - 2014년 FIT 발표 예정.	
	1,100	2013년 1분기 (IPP : Individual Power Producer)
	1,300	2014년 하반기
 U.A.E	- 2020년까지 전체 전력 생산의 1%, 2030년까지 전체 전력 생산의 5% 신 재생 에너지 충당 목표 - FIT 제도 도입 검토	
	10	2013년까지 PV발전소 구축 (First Solar 13MW 프로젝트 수주 및 2013년까지 시운전 목표)
	1,000	2030년까지 두바이 PV발전소 구축 목표
	100	Masdar 프로젝트(10MW 기 설치)
 이라크	-2016년까지 전체 전력 생산의 2% 신 재생 에너지로 충당 목표	
	50	2013년 $200 MIL 투입, PV 발전소 설립 예정 (사막, 국경)
	400	2013~16년까지 $1.6 BIL 투입, (WIND + PV) 발전소 설립 목표.
 오만	- 2020년까지 전체 전력 생산의 10% 신 재생 에너지로 충당 목표 - 오만 수전력청 2012년까지 동 프로젝트 승인 예상.	
	200	오만 수전력 조달청(OPWP), (PV + CSP) 프로젝트 200 MW (PV + CSP) 개발 착수
 쿠웨이트	- 정부는 2030년까지 전체 전력생산량의 8%를 재생에너지로 생산할 계획	
	60	기술협력국(PTB) 700백만달러 프로젝트 발주대기
	280	2011년 입찰 실시, 수전력청(MEW) 태양광복합발전소 건립 추진

[표 Ⅱ-24] 중동 - 아프리카 사막용 태양광 시장 전망치 (Base line) (출처: EPIA(2012))

국가	'12	'13	'14	'15	'16
Rest of MEA(단위 MW)	95	420	660	990	1,740
Total MEA	453	1,070	1,785	2,625	4,290

나. 기술동향

(1) 기술개발동향

(가) 국내 기술개발동향

현재까지 국내외적으로 사막용 시장이 태동기에 있으며 주로 단편적인 요소기술들이 개발되고 있는 실정임

[표 Ⅱ-25] 유사 민간연구개발사업 검토 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)

기업명	기술개발내용	기술개발목표	성과	개발대상기술과 차이점
에스에너지	사막용 태양광모듈	사막용 태양광 모듈개발	사막용 태양광 모듈	사막용 태양광 Array Unit화 및 시스템에 대한 단편적 요소기술
엘스콤	태양광모듈용 정션박스	Fire free 정션박스 개발	Fire free 정션박스	
한국유리	사막용 모듈 후면재	고반사율/고내구성 후면재 개발	고반사율/고내구성 후면재	
SKC	사막용 모듈 충진재	YI free 충진재 개발	YI free 충진재	
우주 일렉트로닉스	태양광모듈용 정션박스	-	-	

국내에서는 개발대상기술의 원부자재인 태양전지 셀(Cell) 개발이 진행중임 (2010.6~2013.8)

일반적으로 결정질 태양전지 모듈에서의 Modulation 비용이 20%를 상회하는 바, 고효율 태양전지의 모듈화에서 비용절감을 위한 공정성능 향상은 모듈의 저 가화를 위하여 필수적인 과제임

태양광 산업의 국제 경쟁력 확보를 위해 상업용 태양전지의 성능을 향상시키고 제조원가를 낮출 수 있는 기술력 확보가 필요함

기존의 상업용 스크린 프린팅 구조의 태양전지를 대체할 변환효율이 21%인 고효율 태양전지의 핵심기술과 양산기술 개발로 태양전지의 성능향상과 원가절감을 도모를 목표로 함

고효율 결정질 실리콘 태양전지의 기반기술 (핵심기술과 양산기술)을 확보하여 국내 태양광 산업의 국제 경쟁력 우위를 점해야함. 기존 태양전지 라인을 기반으로 경제성 있는 고효율

의 태양전지를 개발하여 watt.당 비용을 세계 최저 수준으로 달성하고자 함

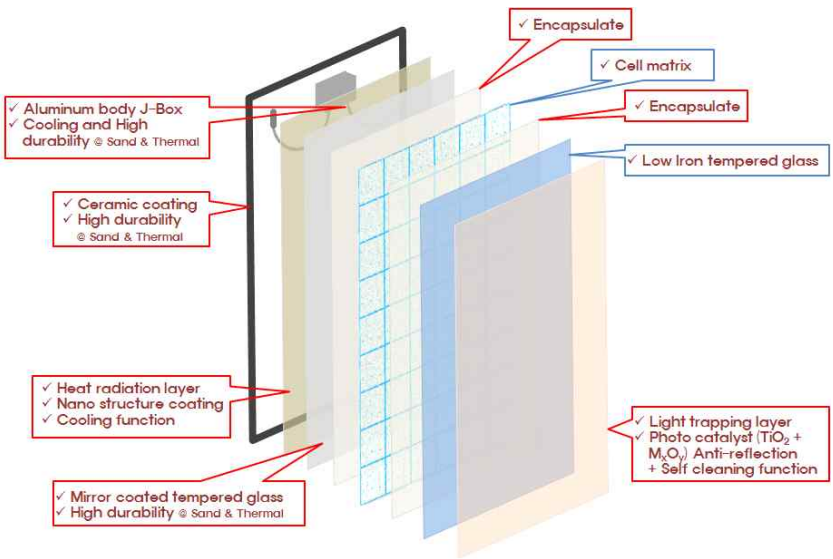
[표 Ⅱ-26] 선진국 대비 국내 태양광 기술 수준 및 개발 목표

기술내용	개발목표		선진국 최고수준 ('15년)	선진국대비 목표달성도 [%]
	현재 수준	2015년		
단결정 실리콘 태양전지 (효율)	17.5%	22%	23%	96%
다결정 실리콘 태양전지 (효율)	15.8%	19%	20%	95%
태양전지용 웨이퍼 두께	200㎛	130㎛	120㎛	92%
태양전지 생산 수율	95%	98%	98%	100%
태양전지 제조 원가	1.1$/Wp	0.5$/Wp	0.45$/Wp	90%

(참조 : 신재생 에너지 R&D 전략 2030)

국내에서는 태양광모듈(Module) 및 원부자재(BOM) 연구가 진행되고 있음 (2011.7~2015.6)

사막용 태양광 모듈은 사막의 극한 환경을 극복하기 위하여 모듈을 구성하는 각 부자재들의 특성을 향상시키기 위한 기술을 개발하는 내용들과, 해당 기술들을 접목시킨 기술 내용들이 해당됨



[그림 Ⅱ-65] 고온 사막용 태양전지 모듈 대상기술의 구성도

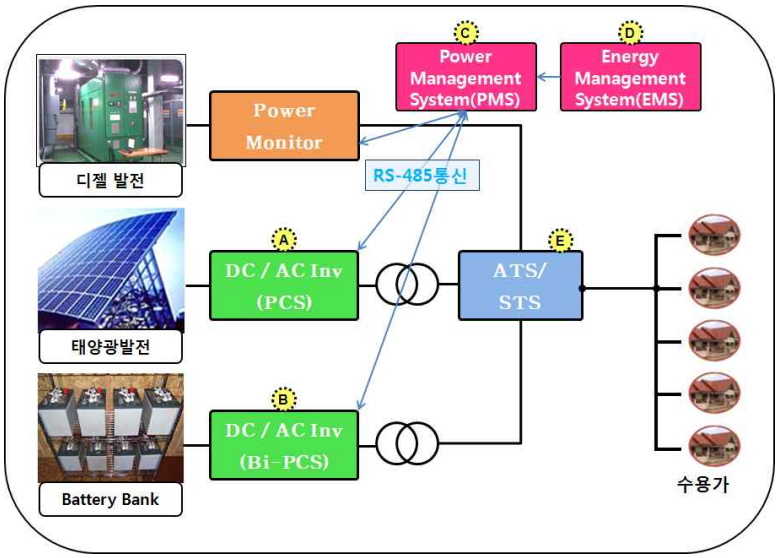
구성 재료 국산화로 상세하게는, 표면재의 투과율 향상과 Self cleaning 및 내구성 향상기술,

고온 내구성이 향상 된 충진재의 국산화 개발을 포함

후면재의 마모와 파손을 방지하며 고온 환경으로부터의 모듈 가열을 차단하여 모듈 자체의 온도 상승을 방지하기 위한 기술, 프레임의 모래 바람 등의 외부 마모요인과 모래 속에 섞인 염분 등으로부터의 부식 방지를 통한 내구성 향상기술

고온 환경에서 발생된 열의 냉각을 원활히 하기 위한 Junction Box 기술 등의 개발

국내에서는 축전지(ESS: 에너지저장시스템) 개발연구가 시작되었음(2013.6 ~2016.5)



[그림 Ⅱ-66] ESS 시스템 구성도

부하패턴, 자연조건 등을 고려한 최적 에너지 조합 설계 기술 개발 및 안정적이고 효율적인 운전과 관리를 위한 EMS, PMS 개발을 목표로 하고 있음

모듈형 설계를 통한 용량 확장성 제고, 패키지 설계를 통한 공사 및 시공의 단기화, 저가화 기술 개발과 정전시간 최소화를 통한 신뢰성 제고를 위한 Master-slave 구조의 계통형성 기술 개발, 고장 시 백업발전기로의 신속하고 자동화된 절체를 위한 절체시스템 개발을 진행 중임

[표 Ⅱ-27] 유사 국가연구개발사업 검토 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)

구분	사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술 개발 (제안과제, 국토해양부)	초저가 고효율 WT-PERL 결정질 실리콘 태양전지 개발 (산업통상자원부)	고온 사막용 PV모듈 및 고 이용률 시스템 개발 (산업통상자원부)	모듈형 복합 분산전원 시스템 개발 및 실증 (산업통상자원부)
총사업비(억원)	250.0	33.4	96.0	45.0
기투자액('11년까지)	-	-	-	-
사업기간	2017~2019	2010～2013	2011～2015	2013～2016
사업목적	▪ 개발된 제품을 활용하여 현지 실정에 맞는 시스템으로의 최적 구성과 시공방법을 개발하여 테스트베드를 통한 Data를 바탕으로 고 신뢰성 플랜트 건설	▪ 고효율 실리콘 태양전지 개발	▪ 고온환경에 적합한 태양광모듈 개발	▪ ESS 기술개발
세부내용	▪ 대규모 단위 태양광 플랜트 건설 시간 30%단축을 위한 Array Unit 및 시공방법 개발 ▪ 고효율/대용량 전력 변환장치 및 시스템 안정화 기술 개발 ▪ 고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발	▪ 고효율 실리콘 태양전지 개발	▪ 사막용 PV모듈 개발	▪ ESS 개발
세부요소기술비교	▪ 원부자재 및 구성품을 활용하여 대규모 태양광 플랜트 실증 Test-bed 구축	▪ 개발대상 기술의 원부자재임	▪ 개발대상기술의 구성품임	▪ 개발대상기술의 구성품임

기존 사업은 태양광 플랜트의 구성품 개발에 초점이 맞추어져 있으며, 동 과제는 기존 연구 성과를 연계, 활용하여 중동 현지 Test-bed 구축을 추진함

고온 사막용 PV모듈 및 고이용률 시스템 개발사업에서 개발된 '사막용 PV모듈'은 건설공기 최적화를 위한 단위모듈(Array Unit)개발에 활용함

동 과제는 PV Unit 기술 및 구조물 개발을 바탕으로 대규모 플랜트 건설기술을 개발하고 건설 기준 확립으로 시스템의 고 신뢰성을 확보

동 과제의 대규모 태양광발전 플랜트 건설 기술에 적용 가능할 것으로 판단되는 현 국내기술로는 사막용 태양광 모듈 및 그 모듈을 구성하는 원부자재 등임

동 과제는 기존 연구개발이 진행 중이거나 완료된 원부자재 및 구성 기자재를 활용하여 대규모 플랜트 건설 기술의 최적화를 목적으로 함

해당 지역(중동 사막 지역 등)에 적용 가능한 시스템 단위의 기술을 개발하고 나아가 플랜

트 건설 기술과 융합된 최적화 기술을 도출하는데 그 목적이 있음

(나) 국외 기술개발동향

국외는 사막용 시장이 태동기에 있으며 주로 단편적인 요소기술들이 개발되고 있음

[표 Ⅱ-28] 유사 국외 연구개발사업 검토 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)

국가명	기업명	기술개발 내용	성과	개발대상기술과 차이점
오스트리아	Lisec	박형 Glass 기술 개발	1.9~2.1mm Low Iron Tempered glass	사막용 태양광 Array Unit화 및 시스템에 대한 단편적 요소기술
독일	Lapp	Heat sink를 적용 J-Box 개발	Aluminum J-Box	
독일	Schott solar	G2G 모듈 개발	G2G 모듈	
일본	Mitsubishi	Half cell 태양광모듈 개발	Half cell 모듈	
중국	Renesola	고온용 태양광모듈 개발	고온용 태양광모듈	

(2) 국내외 기술수준 및 인프라

중분류	소분류	국내기술 수준 (%)	기술성숙도(TRL)		인프라 수준		
			국내	해외	상	중	하
태양광발전 시스템 건설기술	태양광발전 시스템 설계 기술	85	6	7	O		
	태양광발전 시스템 시공 기술	70	5	7	O		
축전기 시스템 건설기술	축전기 시스템 설계 기술	100	9	9			
	축전기 시스템 시공 기술	100	9	9			
전력변환장치 시스템 건설기술	전력변환장치 시스템 설계 기술	25	2	8	O		
	전력변환장치 시스템 시공 기술	25	2	8	O		
태양광 Array Unit화 건설기술	태양광 Array Unit화 설계기술	30	2	6		O	
	태양광 Array Unit화 시공기술	30	2	6		O	
태양광발전 시스템 모니터링 기술	태양광발전 시스템 조합 및 해석기술	70	5	7	O		
	태양광발전 시스템 감시 및 진단기술	70	5	7	O		
	태양광발전 전력연계장치 및 요소기술	70	5	7	O		

전력변환장치의 경우 국내 개발은 활발히 이루어지고 있으나, 고온 사막 등의 환경에 적합한 전력변환장치는 아직까지 현지 실증을 거친 국산화 미비

국내 전력변환장치는 사막 환경에서의 내구성 및 신뢰성에 대한 선행연구가 이루어진 사례가 없으므로 동 과제를 통하여 전력변환장치의 개발로 사막용 전력변환장치 국산화 기술개발을 선도하는 역할을 수행 할 수 있음

국내 태양광발전 시스템 산업은 단 시간 내 많은 기술발전을 이루었고, 다양한 연구 및 개발이 이루어질 정도로 충분한 인프라를 보유하고 있음

전 세계 태양광 시장은 '13년 22.3GW로 급성장하고 있으며 이에 발맞추어 국내 시장도 기술개발 및 연구를 바탕으로 꾸준히 성장하고 있음

국내는 충분한 인프라를 보유한 상태에서 고온 사막에 적합한 태양광발전 시스템 플랜트 건설기술 개발을 이루어 국가경쟁력을 키울 수 있을 것임

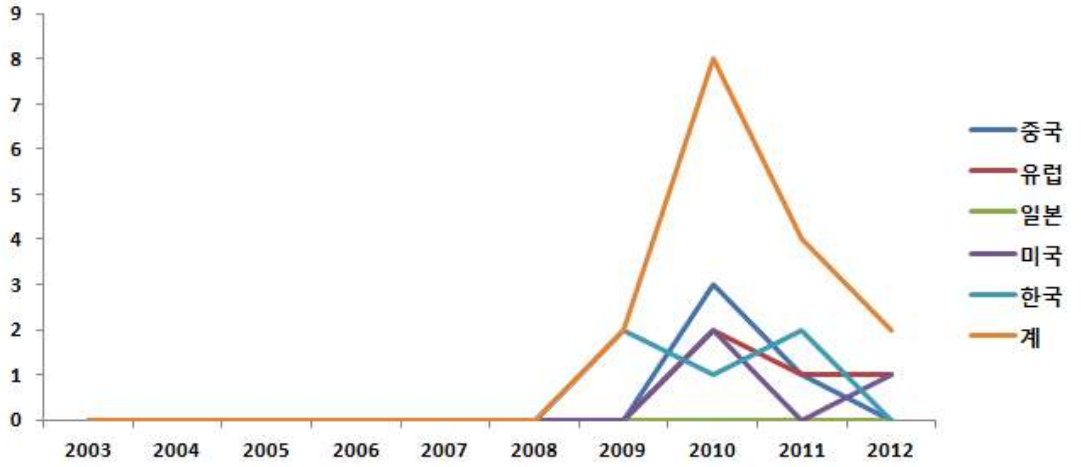
(3) 특허 및 논문동향

연도별 특허출원 현황(출원 특허청 기준[96])

사막지역 대규모 태양광 플랜트 관련 분야의 특허는 2009년부터 출원되기 시작하여 본격적인 연구가 진행된지 얼마 되지 않았음을 알 수 있음

국내에서도 2009년 이후 매년 1~2건 특허를 출원함

96) 특허가 출원된 특허청을 기준으로 함. 예를들어 일본에서 개발된 특허가 일본특허청과 미국특허청에 출원됐다면 일본출원과 미국출원에 각각 특허건수가 합산됨

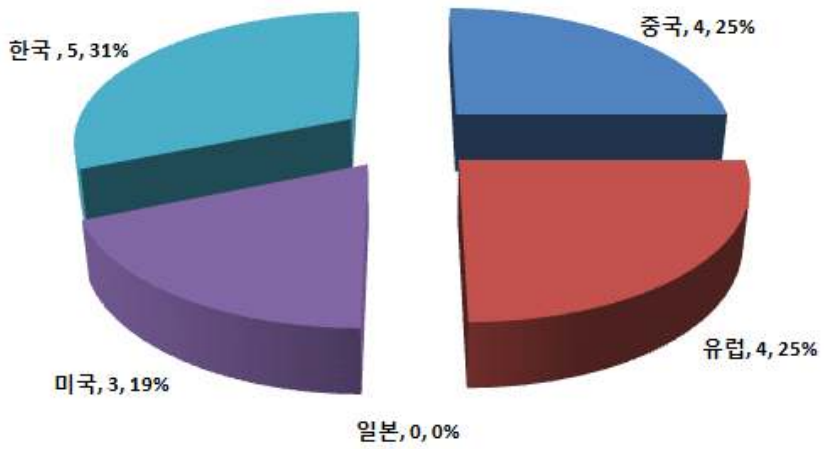


[그림 Ⅱ-67] 연도별 특허출원 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)

국가별 특허출원 현황

사막지역 대규모 태양광 플랜트 관련 분야의 특허 출원은 한국, 중국, 유럽, 미국이 모두 근소한 차이를 보임

한국은 전체 특허의 31%인 5개 특허에 우선권을 가지고 있음



[그림 Ⅱ-68] 국가별 특허출원 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)

주요 특허 출원인 현황

사막지역 대규모 태양광 플랜트 관련 분야에서는 국내기업인 솔라원(유럽 1, 국내 2)과 해인에너텍(미국 1, 유럽 1, 국내 1)이 각각 3건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있음

[표 Ⅱ-29] 주요 특허 출원인 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)

순위	미국		일본		중국		유럽		대한민국	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	HAEINENERTECH CO.,LTD.	1	-	-	Wen Yi	1	KING ABDULLAH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	1	SOLAR-ONE CO.,LTD.	2
2	TEXTRON SYSTEMS CORPORATION	1	-	-	Ningxia Branch Company, China Huadian Corporation	1	KIM, Han Sik	1	HAEINENERTECH CO.,LTD.	1
3	-	1	-	-	Zhejiang University	1	HAEINENERTECH CO.,LTD.	1	전북대학교산학협력단	1
4	-	-	-	-	Wu Dengqing	1	SOLAR-ONE CO.,LTD.	1	테크원 주식회사	1

특허출원 주요내용

최근 출원된 내용은 태양광 모듈 관련 내용이 가장 보편적이며, 사막지역 태양광 내구성 시험, 유지관리, 강관말뚝 등의 특허가 출원됨

- 국내에서는 사막기후 환경에 따른 태양광 내구성 시험장치에 대한 특허가 출원됨

- 해외의 경우 사막환경(수분결핍, 모래먼지 등)에서의 유지관리(청소 등)기법, 사막지역 태양광 말뚝 공법 등이 출원되었음

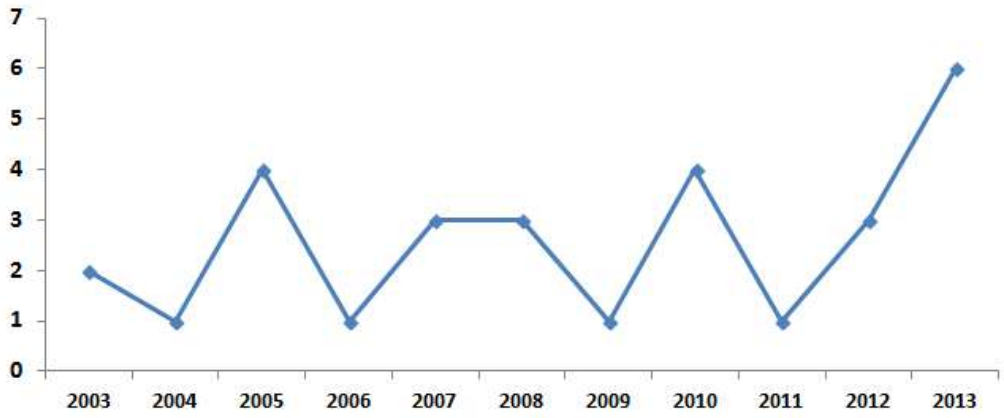
출원인	전북대학교산학협력단	**출원번호**	KR20110022269A
발명자	김종일, 이범수, 정인성	**출원일**	2011.03.14
특허명칭	사막기후 환경에 따른 내구성 시험장치{DURABILITY TESTING DEVICE ACCORDING TO THE DESERT CLIMATE, ENVIRONMENT}		
특허내용	동 발명은 사막기후 환경에 따른 내구성 시험장치에 관한 것으로써, 먼지 또는 모래 등을 포함한 입자를 태양광모듈을 포함한 대상물로 분사하는 분사부를 통해 태양광모듈을 포함한 대상물 주변환경을 사막기후와 같은 환경으로 보다 용이하게 조성할 수 있음은 물론 이 상태에서 특히 태양광모듈로 먼지를 분사하여 먼지에 따른 태양광모듈의 전기발생성능을 보다 용이하게 시험할 수 있을 뿐만 아니라 태양광모듈로 모래를 분사하여 태양광모듈의 강도 등을 포함한 내구성을 보다 용이하게 시험할 수 있는 효과가 있다.		

출원인	-	**출원번호**	US13/567205
발명자	Eitelhuber; Georg	**출원일**	2012.08.06
특허명칭	Apparatuses, Systems and Methods for Cleaning Photovoltaic Devices		
특허내용	Embodiments of solar panel cleaning apparatuses, solar panel cleaning systems, and solar panel cleaning methods are disclosed. In certain embodiments, the disclosed solar panel cleaning apparatuses, systems and methods do may not require any water or other cleaning liquids in the whole cleaning process, which makes them prominent well suited in for water-deficit environments such as deserts. In one embodiment, the solar panel cleaning apparatus comprises one or more rotatable brushes each having a rotational axis and a drive configured to move each of the one or more rotatable brushes in a direction that is not perpendicular to the rotational axis. The solar panel cleaning apparatus is may be configured such that the angle of the rotational axis of at least one of the one or more rotatable brushes is adjustable relative to the direction of travel.		

출원인	Zhejiang University	**출원번호**	CN201010265388
발명자	Wang Huifen, Xu Xiaoxin, Ye Jianfeng, He Shan, Wu Mingguang	**출원일**	2010.08.24
특허명칭	Desert synchronization photovoltaic power generating system with solar azimuth tracking device and tracking method thereof		
특허내용	The invention discloses a desert synchronization photovoltaic power generating system with a solar azimuth tracking device and a tracking method thereof. The system comprises a local range ZigBee wireless network, a TD-SCDMA (Time Division-Synchronization Code Division Multiple Access) public network and a remote monitoring center. The ZigBee wireless network comprises 1-N ZigBee nodes of a photovoltaic power generating subsystem and a ZigBee coordinator of a photovoltaic power generating main system, and the ZigBee coordinator is also used as a ZigBee/TD-SCDMA gateway; working condition data of a power generating system are classified according to the operation and maintenance requirements or uploaded through a TD-SCDMA in real time or temporarily stored in the coordinator to be acquired in an off-line way by an inspector during the inspection; the remote monitoring center sets sunny, cloudy and rainy working modes of the tracking device and the rough and fine tracking accuracy in the sunny mode; astronomy tracking and tracking on generated energy of the photovoltaic power generating system are adopted in the solar azimuth tracking device; and a stepping motor and a step subdividing technology are adopted in the mechanical drive of the solar azimuth tracking device. The tracking device is merged into the photovoltaic power generating system, therefore, the reliability and the tracking accuracy of the system are improved and the operation and maintenance cost is lowered.		

연도별 논문 게재 현황

사막지역 태양광 발전 관련 논문은 최근 높은 증가추세를 보임

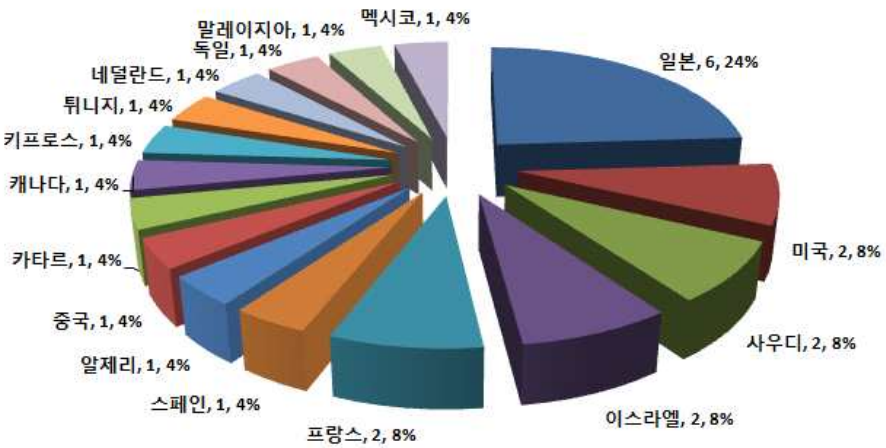


[그림 Ⅱ-69] 연도별 논문게재 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)

국가별 논문 게재 현황

사막지역 태양광 발전 관련 국가별 논문게재 건수는 일본이 가장 높은 비중을 보이나 다수의 국가에서 관련 논문을 게재하는 것으로 나타남

- 일본은 태양광 분야 강국으로 전체 논문의 24%로 가장 높은 비중을 보이고 있음
- 사막지역 보유국인 미국, 사우디, 이스라엘 등도 관련 논문을 꾸준히 게재하고 있는 것으로 나타남



[그림 Ⅱ-70] 국가별 논문게재 현황 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)

논문 게재 주요내용

사막지역 태양광 발전 관련 논문은 주로 PV모듈 및 먼지 등 오염 관련 주제가 대다수임

일본의 경우 사막지역 대규모 태양광 PV모듈 관련 연구가 활발한 것으로 나타남

사막먼지 등으로 인한 오염과 PV 성능 관계, 극단적 사막 조건에서의 AC모듈 인버터 관련 연구가 진행중인 것으로 나타남

저자	Kalogirou, SA | Agathokleous, R | Panayiotou, G	**게재일**	2013.1
기관	Cyprus Univ Technol | Archimedes Solar Energy Lab | Mech Engn & Mat Sci & Engn Dept		
논문명	On-site PV characterization and the effect of soiling on their performance		
논문내용	This paper presents a study of the characteristics of three types of PV panels: monocrystalline, polycrystalline and amorphous silicon and the effects of soiling on their performance using on-site measurements. The total system consists of the three types of panels in pairs. Initially, the characterization of the PV panels is carried out to prove the similarity of the two pairs. Another test performed is the degradation of PV's performance under extreme soiling conditions caused by the artificial deposition of dust on the panels when their surface was dry and when it was wet before the dust deposition. The results showed that especially the artificial soiling on the wet PV surface presents a serious degradation of the PV performance. Finally, the effect of natural dust deposition on the panel's surfaces for a year is investigated. During this period a total of three dust episodes were recorded. These dust episodes concern the transfer of dust from the Sahara desert and these episodes usually end with a light rain which sticks the dust on exposed surfaces including PVs. Due to the exceptionally wet weather that we had during the testing period all episodes were followed by heavy rain, but even in this case a serious degradation of the performance of about 13% of the affected PV panels was recorded. The first finding of this study is that in winter the occasional rain is adequate to keep the PV surfaces clean whereas when a dust episode occurs, the panels should be cleaned manually. This is not the case for the summer time, which for Cyprus lasts for more than 8 months. The recommended cleaning is immediately after a dust episode and every 2-3 weeks in summer time according to how much loss the owner of the PV is willing to accept and the associated cleaning cost		

저자	Adiyabat, A | Kurokawa, K | Otani, K | Enebish, N | Batsukh, G | Battushig, M | Ochirvaani, D | Ganbat, B	게재일	2006.9
기관	Tokyo Univ Agr & Technol | Tokyo University of Agriculture & Technology | Natl Inst Adv Ind Sci & Technol | National Institute of Advanced Industrial Science & Technology (AIST) | Natl Univ Mongolia | Interuniv Solar Energy Res Net Ctr		
논문명	Evaluation of solar energy potential and PV module performance in the Gobi Desert of Mongolia		
논문내용	Here, we present the results of evaluation of solar energy potential and photovoltaic (PV) module performance from actual data measured over a period of more than 2 years in the Gobi Desert of Mongolia. To allow estimation of solar energy potentials and durability of PV systems in the Gobi Desert area, a data acquisition system, including crystalline silicon (c-Si), polycrystalline silicon (p-Si) modules, and two sets of precision pyranometers, thermometers, and anemometer, was installed at Sainshand City in October 2002. This system measures 23 parameters, including solar irradiation and meteorological parameters, every 10 min. High output gain was observed due to operation at extremely low ambient temperatures and the module performance ratios (PRs) were high (> 1.0) in winter. In summary, the present study showed that a PV module with a high temperature coefficient, such as crystalline silicon, is advantageous for use in the Gobi Desert area		

저자	Touati, FA | Al-Hitmi, MA | Bouchech, HJ	게재일	2013.1
기관	Qatar Univ | ENIM | Coll Engn		
논문명	Study of the Effects of Dust, Relative Humidity, and Temperature on Solar PV Performance in Doha: Comparison Between Monocrystalline and Amorphous PVS		
논문내용	The sensitivity of various solar photovoltaic technologies to dust, temperature, and relative humidity is investigated for Doha's environment. Results obtained show that monocrystalline photovoltaics (PVs) have efficiencies as high as 85% compared to 70% for amorphous ones. Also, dust accumulation degrades more critically the efficiency of amorphous and monocrystalline silicon PVs than the panel's temperature or relative humidity. In addition, the results show that amorphous PVs are more affected by temperature and relative humidity than monocrystalline PVs. However, amorphous PVs prove to be more robust against dust settlement than monocrystalline PVs and hence are more suitable for implementation in desert climates like Doha unless cleaning strategies are devised. It was estimated that 100 days of dust accumulation over monocrystalline PV panels, caused the efficiency to decrease by around 10%. This limitation makes solar PVs to represent an unreliable source of power for unattended or remote devices and thus strongly suggests the challenge of cleaning the panel's surface regularly or injecting technical modifications. Furthermore, the study suggests operating solar PV plants in Doha from 11:00 am to 02:00 pm to optimize production.		

저자	Ito, M | Komoto, K | Kurokawa, K	게재일	2010.3
기관	Tokyo Inst Technol | Tokyo Institute of Technology | Mizuho Informat & Res Inst		
논문명	Life-cycle analyses of very-large scale PV systems using six types of PV modules		
논문내용	The authors have been studied the life-cycle analysis of the VLS-PV systems installed in desert area using sc-Si, mc-Si, a-Si/sc-Si, a-Si/mu c-Si, CdTe, and CIS PV modules The sc-Si and a-Si/sc-Si, a-Si/mu c-Si are new items from the last studies [1] It is assumed 1 GW system in Gobi desert including transmission lines We estimated energy requirement, energy pay-back time. CO(2) emissions, and CO(2) emissions rate Concerning the energy requirement, the CIS is the smallest, and biggest energy requirement is the sc-Si The mc-Si, a-Si/sc-Si. thin-film Si and CdTe ale average The energy pay-back time of the CIS's VLS-PV system is approximately 18 years, and sc-Si is 2 5 years The others are approximately 20-23 years. Characteristics of the CO(2) emissions rate are almost same as energy pay-back time. The CO(2) emission rate is 43-54 g-O(2)/kW h The mc-Si, a-Si/sc-Si, and CIS shows lower CO(2) emissions rate		

저자	Faiman, D | Berman, D | de Held, E | Oldenkamp, H	게재일	2003.2
기관	Faiman, D | Berman, D | de Held, E | Oldenkamp, H		
논문명	Study of AC-module inverters under extreme desert conditions		
논문내용	We present some results of a high-statistics study of the performance and characteristics of NKF OK4E-100 "AC-module"-type inverters under extreme desert conditions. The work was carried out at the Ben-Gurion National Solar Energy Center, located in the Negev Desert. Twenty inverters were monitored for one complete year. Ten of them were each fed by pairs of 40W Solarex SX146 PV modules, in order to provide a set of "normal operation" systems. The other 10 were fed by quartets of similar 40 W PV modules, in order to create frequent situations of extreme overload. The paper addresses hourly, daily and seasonal inverter efficiencies; optimal module sizing; overload penalties; temperature effects; light-threshold effects; quality control issues and failure rates		

2.3.3 사업내용

가. 연구개발목표

단위 Unit 3,600W / PV Unit 시공기술 및 시스템 설치단가 US$2.2 / Wp 기술 개발

PV Unit을 적정 단위(100kW/500kW/1MW)로 기준 모듈화 하여 최적 운전 조건과 설치 조건을 만족할 수 있는 단위 플랜트 모듈 건설기술을 개발하고 대규모 단위로 병렬 운전하여 건설 규격을 표준화 할 수 있는 방안을 강구 할 필요가 있음

중국, 일본, 유럽 등 해외 업체들과의 가격경쟁력을 확보하기 위해 현재 $3.6/Wp 수준인 시스템 설치 단가를 국제적으로 경쟁력 있는 목표인 $2.2/Wp 수준까지 낮출 수 있는 단위 플랜트 건설 기술 개발이 필요

이와 더불어, 고정식에서 현재 18%정도인 이용률을 22% 이상으로, 90% 수준인 가동률을 95%이상으로 끌어올릴 수 있는 고효율, 고 신뢰성 플랜트 건설기술 개발이 필요함

해당 지역의 특성상 공사 현장에서 도면해독, 공사감리 및 시공현장 지휘가 가능한 엔지니어들의 인건비가 고액이므로 가급적 현지에서의 시공기간을 단축하는 것이 태양광발전 플랜트 건설 비용을 절감하는 Key Point임

현장 공사기간 단축과 시공비를 절감할 수 있도록 국내 공장에서 Pre assembly된 PV module Array Unit(PV Unit)을 개발하여 현장에서 장비를 이용하여 획기적으로 공사기간을 단축시킬 수 있는 기술개발이 필요

아울러, 공장에서 제작된 PV Unit을 수출용 40ft 컨테이너에 최적으로 적재/운송 할 수 있는 Packaging 기술의 개발도 부가되어야 할 것임

고온 환경에 적합한 정격효율 96% 이상 및 용량 1MW급 전력변환장치 기술 및 시공 기술 개발

넓은 온도범위를 가지고 있는 사막 환경에 96%이상의 전력변환 변환 효율을 유지하기 위해서 고효율 전력변환 회로 설계가 필요하며, 사막지역 전력계통에 연계 가능한 계통연계 인증이 필수적으로 요구됨

이러한 계통연계 인증의 확보를 위해 해당지역의 계통연계 기술 기준을 확보하여 계통연계 인증 획득 또한 필수적인 사항임

송배전 고압/저압과 연계한 최적 시스템 구성을 위하여 태양전지모듈, 어레이, 전력변환장치 등 주요 발전설비의 설계 Mismatch 최소화 및 최적 구성 재료의 선정기술을 개발코자 함

시스템 단위용량 규모별 계통연계 전압/전력 최적화 기술 개발 및 송배전 선로 손실 최소화 기술을 개발함

특정 사고 및 정전 시 발생될 수 있는 산업 피해를 최소화하기 위하여 스마트 전력 안정화 기술을 개발하고, 송배전 전압변동률 대응 태양광발전시스템의 안정화 기술을 개발함

시스템효율 85%이상 달성을 위한 고효율/고내구성 향상 기술 개발

태양광발전시스템 성능은 주요 구성제품에 대한 성능과 시스템 구성 방법에 따른 성능으로 좌우될 수 있으므로 제품에 대한 생산기술과 시스템 최적설계가 필수적임

주요 구성제품의 고 효율화 및 고 내구성능 확보기술은 대상 지역 환경에 적합한 재료 선정 및 구조설계 필수적이며, 기존의 국내 생산기반 및 기술력을 토대로 고성능/고내구성 제품을 개발함

태양광발전시스템의 효율 향상은 제품의 성능뿐만 아니라 어레이의 구성, 시스템 설계 최적화에 의해 좌우될 수 있으므로 대상 지역 환경에 적합한 최적 설계가 필요함

시스템 종합효율은 이용에너지와 발전설비 설계계수를 토대로 연간 생산전력에 따라 산정됨으로, 고장/진단의 신속대응 및 운전상황 실시간 감시체제를 구축코자 함

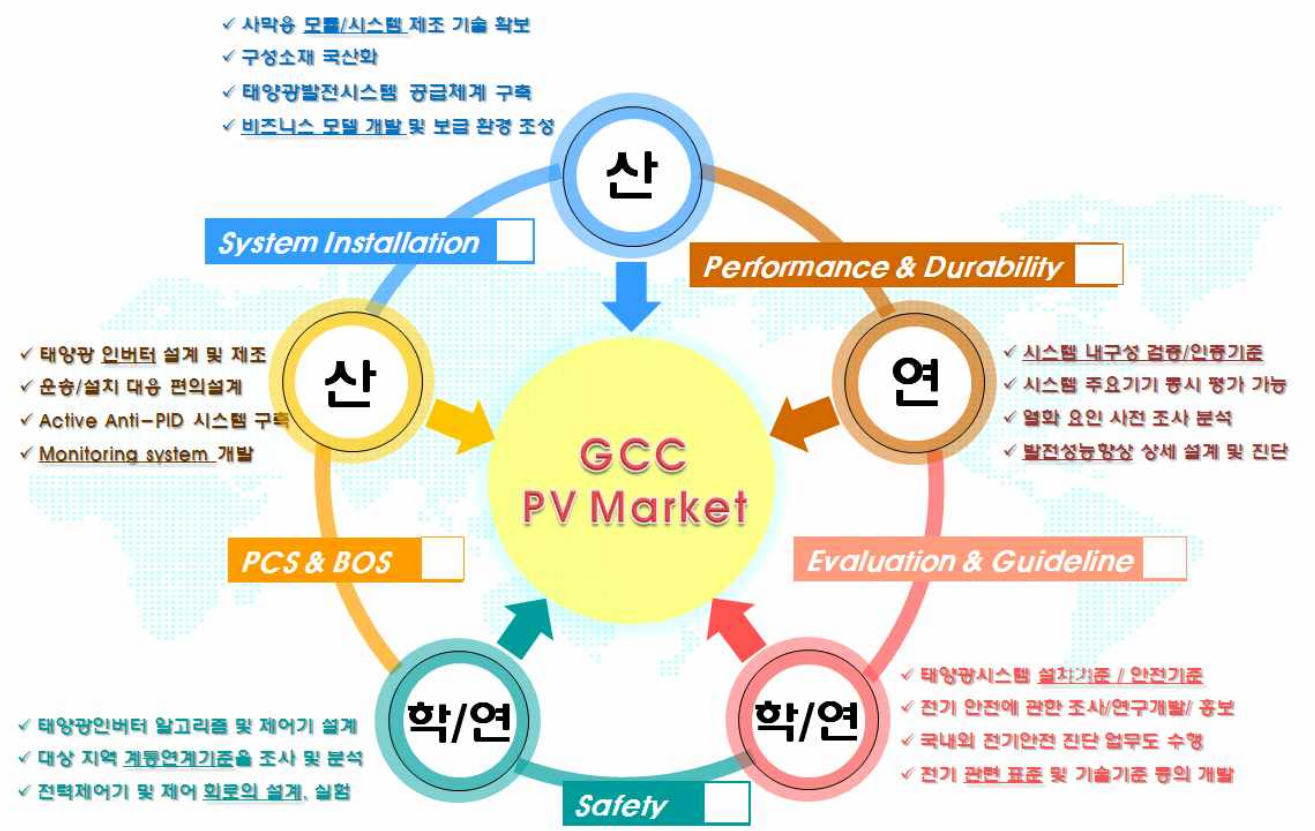
성능지표	현재기술수준		기술개발목표		
	국내	세계최고 (기관명/국가)	1단계 (2021)	2단계 (2022)	3단계 (2023)
MW급 Array 모듈화	-	-	100kW급 Array 모듈화	500kW급 Array 모듈화	1MW급 Array 모듈화
MW급 System & 인버터 최적화	-	-	100kW급 System & 인버터 기술 최적화	500kW급 System & 인버터 기술 최적화	1MW급 System & 인버터 기술 최적화
kW/Unit 시공기술	-	3kW/Unit (- /일본)	1.8kW/Unit 및 Packaging 개발	단위 Unit 3.6kW/Unit 및 Packaging 개발	단위 Unit 3.6kW/Unit 시공기술 개발
시스템 설치단가	시스템 설치단가 3.6US$/Wp 단위용량 500kW급 이용률 18% 가동률 90%	시스템 설치단가 2.5US$/Wp(중국) 단위용량 1MW급(미국) 이용률 20%(독일) 가동률 92%(독일)	시스템 설치단가 3.0US$/Wp	시스템 설치단가 2.6US$/Wp	시스템 설치단가 2.2US$/Wp
전력변환장치 정격효율	95%	96% (SMA/독일)	고온 환경에서 정격효율 93% 이상	고온 환경에서 정격효율 95% 이상	고온 환경에서 정격효율 96% 이상, 용량 1MW급
시스템 효율	82%	85% (Solar city/ 미국)	시스템효율 82%이상	시스템효율 84%이상	시스템효율 85%이상

나. 연구개발전략

태양광발전 플랜트건설 기술 개발 및 기술 표준을 개발함으로써 최적화된 플랜트 건설 기술 확보

국내 유수의 PV모듈 및 시스템 전문기업과 PCS 전문기업, 태양광발전 플랜트 건설 경험이 있는 기업 중심의 컨소시엄으로 구성

계통연계 태양광 인버터의 알고리즘 개발과 제어기 설계 경험 및 기술을 보유한 학교가 참여하여 전반적인 태양광발전 플랜트 구성의 최적화를 담당함



[그림 Ⅱ-71] 사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술 개발 컨소시엄 구성(안)

국내에서 유일하게 태양광모듈, 인버터 및 시스템을 동시에 시험할 수 있는 인증시험기관(CBTL)을 함께 구성하여 실증 플랜트의 발전량 데이터 분석과 내구성에 대한 개선방향 도출 역할을 하며, 태양광발전 플랜트 건설 기준과 안전 기준에 대한 기술적 제안을 하게 됨

사막 환경의 태양광발전 플랜트는 고온과 광물성 모래먼지에 대한 대응 설계가 필요하며, 이를 위하여 최적 방열 구조 설계와 광물성 모래먼지의 영향을 줄일 수 있는 구조물 설계/

제어기술개발이 진행되어야 함

열화현상의 분석과 더불어 태양광발전 플랜트의 주요 자재 및 소재에 대한 수명 예측, 열화 진행 예측 및 고 신뢰성 기술을 확보하며, 대규모 플랜트를 단기간/저가화로 설치 할 수 있는 건설 기술을 확보하는데 목적을 둠

다. 연구내용 및 범위

사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술개발

현재 태양광발전소가 다수 설치되는 일반적인 환경이 아니라 태양에너지 밀도가 가장 높은 사막지역을 타깃으로 하는 태양광발전 플랜트 건설기술 개발을 목적

플랜트 공사 기간 단축을 위한 PV Unit 기술 개발 및 시공 기술 개발, 고온 환경에서 내구성 및 신뢰성을 높이기 위한 기술 등이 접목된 복합기술의 개발이 요구됨

태양광발전 플랜트를 구성하는 전반적인 시스템에 대한 시공 기준 및 운용 기준 확보를 통하여 전체 플랜트의 장기 신뢰성을 높일 수 있음

(중점과제 1) 대규모 단위 태양광 플랜트 건설 시간 30%단축을 위한 Array Unit 및 구조물 설계/시공 기술개발

현 태양광발전시스템 및 발전소 건설 시 태양광모듈, 구조물, 지반공사 등 일련의 태양광발전소 구축에 필요한 구성품을 개별적으로 제작, 운송을 진행하여 현장에서 설치하는 과정으로 진행하게 됨

이를 하나의 Unit로 구성하는 기술을 개발함에 따라 공사기간 및 공사비용 감축 결과를 가져올 수 있음

(구성기술 1-1) 태양광발전모듈 Array Unit 설계 및 제조기술

- 태양광모듈(PV)을 Unit로 구성 시 기존 모듈에 비해 복합적으로 개선되어져야 할 항목(정션박스, 프레임 등)들에 대한 설계 안 도출 및 제조기술에 확립이 필요하며 플랜트 시공에 적합한 PV Array 구성 기술 개발로 공사비용 및 공사기간 단축을 목적으로 함
- PV Array Unit 설계 시 Unit 해외 배송방안 및 시공방법 개발도 고려되어져야 함

(구성기술 1-2) 고강도 light weight 구조물 설계 및 시공기술

- PV Array Unit를 지지하게 되는 구조물은 기계적 하중(Unit 적재 하중) 및 모래폭풍 등의 환경적 요소에 대응 가능한 높은 강도로 이루어 질 수 있는 소재 및 기술이 필요

- 또한 light weight 구조물은 결국 건설기술의 편이성 및 운반비용 절감 등의 효과로 전체 플랜트 건설의 공사기간을 감축하는 효과를 가져 올수 있음

(구성기술 1-3) 고 이용률 시스템 설계 및 관리기술

- 시스템 이용률을 높이기 위해 시스템 설계 기술 및 시스템 관리 기술의 개발이 필요하며, 이러한 기술은 대규모 태양광발전 플랜트의 발전효율 극대화를 위해 필요한 기술로 전체 플랜트의 효율을 결정하는 요소 기술임

(구성기술 1-4) 시스템 가동률 최적화 기술

- 대규모 단위 태양광발전 플랜트에서 시스템 가동률 최적화를 위해 설계 기술 및 유지 보수 기술이 중요하며, 이러한 기술에 선행하여 진단기술의 개발이 필요함

- 모든 시스템들은 문제 발생 전 전조현상을 보이는 특성을 가지고 있으므로, 이러한 전조현상을 미리 검출하여 선행적으로 진단할 수 있는 진단 기술의 개발이 필요함

(중점과제 2) 고효율/대용량 전력변환장치 기술 개발 및 시스템 안정화 기술 개발

태양광발전시스템의 발전효율 향상을 위해 고효율의 전력변환기술이 요구되고 있는데 반하여, 사막과 같은 고온의 특수 환경은 이러한 고효율 전력변환에 악영향을 미쳐, 효율 저하 및 신뢰성 저하를 발생시키고 있음

사막 환경 지역에 설치 가능하도록 PCS의 전력회로 설계 기술, 방열설계 기술 및 기구 설계 기술을 개발하여 전력변환 효율 및 환경 신뢰성을 가지도록 하는 데에 필요성이 있음

국가별로 통일된 계통연계 기준이 마련되어 있지 않아 태양광시스템의 계통연계 시 시공/안전/운용 기준 등이 확립되어져야 하며, 나아가 다양한 국가들에 적용 될 수 있는 편리한 국가 선택형 시스템 개발이 이루어져야 함

시스템 설치 기준과 안전기준에 대한 표준을 제안하여 현재의 설치 기준은 지반의 견고성, 주변 온도 및 분진에 대한 영향 등 사막과 같은 특수 환경에 대한 고려가 되어 있지 않음

해당 지역 환경에 대응한 시공기준, 안정성 평가기준 및 사후 운영관리 기준을 실증 데이터를 통해 제안 되어져야 함

(구성기술 2-1) 대용량 전력변환장치 설계 및 제조기술

- 대용량 전력변환장치를 제조하기 위한 필요한 기술은 대용량 전력변환장치 설계 기술 및 대용량 시험설비 구축 및 시험 절차에 대한 관련 기술의 개발이 필요하며, 특히 대용량 전력변환장치의 제조에 있어 제품 품질 유지를 위한 제조 품질 유지 기술 개발이 필요함

(구성기술 2-2) 발전시스템 안정화 기술

- 대상지역 대응 시스템 단위용량 규모별 계통연계 전압/전력을 최적화하고 송배전 선로 손실을 최소화함으로써, 시스템의 안정화를 확립할 수 있음

- 송배전 설비 규모에 적절한 시스템의 설계 최적화와 태양전지모듈, Array, 전력변환장치 등 주요 발전설비의 설계 Mismatch를 최소화함으로써, 수용가 전력의 안정화를 꾀함

- 시스템의 특정 사고 및 불가피한 정전으로 발생될 수 있는 산업 피해를 최소화하기 위해 스마트 전력 안정화 기술을 개발함으로써, 최소한의 피해를 예방함으로써 태양광발전 플랜트의 신뢰성을 향상 시키는 기술을 개발함

(중점과제 3) 고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발

동 중점과제는 특정 대상지역 환경에 적합한 태양광발전 주요 구성기기 및 시스템의 고 효율화/장수명화를 목적으로 하는 기술개발 과제임

(구성기술 3-1) 시스템 성능 및 내구성능 평가 기술

- 주요 구성제품에 대한 성능 및 내구성능 확보를 위해서는 대상 지역의 기후환경에 적합한 제품의 설계 및 제조기술이 개발되어야 하며, 설치환경에 적합한 시스템 개발이 필요함

- 시스템 고 효율화 및 고 내구성 기술 확보를 위해서는 특정 발전설비의 부분 고장에 의한 열화가속을 최소화함으로써, 시스템 종합효율 및 내구성능을 확보할 수 있으므로 고장/진단의 신속대응 및 운전상황 실시간 감시체제 시스템 개발이 요구됨

(구성기술 3-2) 시스템 운전 및 유지관리 기술

- 대상지역 환경에 대응 가능한 단위 플랜트 모델별 시스템 설치시공기준을 개발함으로써, 현지인을 활용한 설치시공 수행으로 설치단가를 절감함

- 대상지역 환경 대응 실증실험을 수행함으로써, 주요 구성기기의 평가기준을 마련하고, 시스템에 대한 안전성 평가기준 및 시스템 성능을 정밀 분석할 수 있는 진단기술을 개발함

- 대상지역 환경에 적합한 사후관리 운영 매뉴얼을 개발함으로써, 현지인을 활용한 신속한

A/S등 문제를 해결함

- 운전 상황을 실시간 감시할 수 있는 체제를 구축함으로써, 주요기기 및 시스템 등 특정부분 고장에 대해 신속 대응함

- 사용자를 위한 운영 매뉴얼 및 Guideline을 작성하고 실무자 교육을 통하여, 안정적 시스템 운전 및 유지관리 방법을 전파함으로써, 국내 기술의 선진화 및 국가 위상을 확보함

중점과제	구성기술	Activity		
		1단계 (2021)	2단계 (2022)	3단계 (2023)
대규모 단위 태양광 플랜트 건설 시간 30%단축을 위한 Array Unit 및 시공방법 개발	태양광발전모듈 Array Unit 설계 및 제조기술	• 100kW Array Unit 설계 및 실증	• 500kW Array Unit 설계 및 실증	• 1MW Array Unit 설계 및 실증
	고강도 light weight 구조물 설계 및 시공기술	• Unit 구조물 설계	• Unit 구조물 제작 실증테스트	• Unit 구조물 최적 안 도출
	고 이용률 시스템 설계 및 관리기술	• 이용률 20%이상	• 이용률 21%이상	• 이용률 22%이상
	시스템 가동률 최적화 기술	• 가동률 91%이상	• 가동률 93%이상	• 가동률 95%이상
고효율/대용량 전력변환장치 개발 및 시스템 안정화 기술 개발	대용량 전력변환장치 설계 및 제조기술	• 100kW 전력변환장치 설계 및 실증	• 500kW 전력변환장치 설계 및 실증	• 1MW 전력변환장치 설계 및 실증
	발전시스템 안정화 기술	• 전압변동률 최소화 기술	• 전력품질 안정화 기술	• 전력 계통 최적 설계 및 설치 시공 기술
고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발	시스템 성능 및 내구성능 평가 기술	• 시스템 성능 및 내구성능 평가기법 개발	• 시스템 성능 및 내구성능 평가기법 적용	• 시스템 성능 및 내구성능 평가기법 도출
	시스템 설치 및 운영 매뉴얼	• 시스템 설치 기준 개발	• 시스템 안전 기준 개발	• 시스템 운용기준 개발

라. 연구개발비

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비	목		2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		1,540	2,060	2,510	6,110	24.4%	책임연구원급 : 23인 연구원급 : 45인 연구보조원급 : 75인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	2,420	2,600	3,500	8,520	34.1%	-
		시작품 제작비	1,700	1,700	1,900	5,300	21.2%	
		재료비	450	500	600	1,550	6.2%	
	연구 활동비	여비	139	185	226	550	2.2%	
		수용비및수수료	15	21	25	61	0.2%	
		기술정보활동비	154	206	251	611	2.4%	
	연구수당		308	412	502	1,222	4.9%	
	직접비 합계		5,186	5,624	7,004	17,814	71.3%	-
3) 간접비			274	316	486	1,076	4.3%	-
4) 합계	정부		4,900	5,600	7,000	17,500	70.0%	-
	민간		2,100	2,400	3,000	7,500	30.0%	-
	총계		7,000	8,000	10,000	25,000	100.0%	-

1중점과제(대규모 단위 태양광 플랜트 건설 시간 30%단축을 위한 Array Unit 및 시공방법 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		660	1,030	1,506	3,196	24.6%	책임연구원급 : 12.0인 연구원급 : 23.4인 연구보조원급 : 39.0인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	1,500	1,800	2,700	6,000	46.2%	Array Unit 시작품 개발비, 고강도 구조물 개발비, 크레인 등 장비 대여비
		시작품 제작비	300	400	600	1,300	10.0%	
		재료비	150	200	300	650	5.0%	
	연구 활동비	여비	59	93	136	288	2.2%	
		수용비및수수료	7	10	15	32	0.2%	
		기술정보활동비	66	103	151	320	2.5%	
	연구수당		132	206	301	639	4.9%	
	직접비 합계		2,214	2,812	4,202	9,228	71.0%	-
3) 간접비			126	158	292	576	4.4%	인건비+직접비의 4.6%
4) 합 계			3,000	4,000	6,000	13,000	100.0%	-

2중점과제(고효율/대용량 전력변환장치 개발 및 시스템 안정화 기술 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비목			2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		440	515	502	1,457	24.3%	책임연구원급 : 5.5인 연구원급 : 10.8인 연구보조원급 : 18.0인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	300	200	200	700	11.7%	고온사막용 전력변환장치 시제품 개발비, 사막용인버터 및 제어장치 개발비, 안정성평가비 등
		시작품 제작비	800	800	800	2,400	40.0%	
		재료비	200	200	200	600	10.0%	
	연구 활동비	여비	40	46	45	131	2.2%	
		수용비및수수료	4	5	5	15	0.2%	
		기술정보활동비	44	52	50	146	2.4%	
	연구수당		88	103	100	291	4.9%	
	직접비 합계		1,476	1,406	1,401	4,283	71.4%	-
3) 간접비			84	79	97	260	4.3%	인건비+직접비의 4.5%
4) 합 계			2,000	2,000	2,000	6,000	100.0%	

3중점과제(고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비목			2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		440	515	502	1,457	24.3%	책임연구원급 : 5.5인 연구원급 : 10.8인 연구보조원급 : 18.0인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	620	600	600	1,820	30.3%	시스템 개발비 등
		시작품 제작비	600	500	500	1,600	26.7%	
		재료비	100	100	100	300	5.0%	
	연구 활동비	여비	40	46	45	131	2.2%	
		수용비및수수료	4	5	5	15	0.2%	
		기술정보활동비	44	52	50	146	2.4%	
	연구수당		88	103	100	291	4.9%	
	직접비 합계		1,496	1,406	1,401	4,303	71.7%	-
3) 간접비			64	79	97	240	4.0%	인건비+직접비의 4.2%
4) 합 계			2,000	2,000	2,000	6,000	100.0%	

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
대규모 단위 태양광플랜트 건설 시간 30%단축을 위한 Array Unit 및 시공방법 개발	태양광발전모듈 Array Unit 설계 및 제조기술	단위 Unit 3.6kW/Unit 시공기술 개발	태양광발전모듈 Array Unit 시작품 및 테스트베드 확보
	고강도 light weight 구조물 설계 및 시공기술		고강도 구조물 시작품 및 테스트베드 확보
	고 이용률 시스템 설계 및 관리기술	저비용 태양광플랜트 건설기술 (시스템 설치단가 2.2US$/Wp)	시스템 구성 계통도/실증 DATA 및 분석보고서
	시스템 가동률 최적화 기술		실증 테스트베드 DATA 및 분석보고서
고효율/대용량 전력변환장치 개발 및 시스템 안정화 기술 개발	대용량 전력변환장치 설계 및 제조기술	고효율 전력변환장치 제조 기술(정격효율 96% 이상, 용량 MW급)	고온 사막용 전력변환장치 시제품
	발전시스템 안정화 기술	시스템 표준안 도출	태양광발전 시스템 시공/안전/운용 기준 안 제시
고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발	시스템 성능 및 내구성능 평가 기술	태양광발전시스템 효율 85%이상	태양광발전 시스템 최적 안 설계 안
	시스템 설치 및 운영 매뉴얼		발전량 및 신뢰성 DATA 및 분석보고서

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
'19
'20
'21
'22
'23
'24 이후
1단계 기술수준
2단계 기술수준
3단계 기술수준
대규모 단위 태양광 플랜트 건설 시간 30%단축을 위한 Array Unit 및 구조물 설계/시공 기술개발
3.6kW/Unit 시공기술 & 시스템 설치단가 2.2US$/Wp 확보
고효율/대용량 전력변환장치 개발 및 시스템 안정화 기술 개발
정격효율 96% 이상, 용량 MW급 고효율 전력변환장치 개발
고효율/고내구성 태양광발전 시스템 기술/표준 및 유지관리 기술 개발
시스템효율 85%이상 확보 & 시스템 표준안 도출
태양광발전 모듈 Array Unit 설계 및 제조 기술
100kW Array Unit 설계 및 실증
500kW Array Unit 설계 및 실증
1MW Array Unit 설계 및 실증
고강도 light weight 구조물 설계 및 시공 기술
Unit 구조물 설계
Unit 구조물 제작 실증테스트
Unit 구조물 최적안 도출
고 이용률 시스템 설계 및 관리기술
이용률 20%이상
이용률 21%이상
이용률 22%이상
시스템 가동률 최적화 기술
가동률 91%이상
가동률 93%이상
가동률 95%이상
T/B 입지 검토
타겟국가 시장목표 재검토
대용량 전력변환장치 설계 및 제조기술
100kW 전력변환장치 설계 및 실증
500kW 전력변환장치 설계 및 실증
1MW 전력변환장치 설계 및 실증
발전시스템 안정화 기술개발
전압변동률 최소화 기술
전력품질 안정화 기술
전력계통 최적설계 및 설치시공 기술
시스템 성능 및 내구성 평가기술
시스템 성능 및 내구성능 평가기법 개발
시스템 성능 및 내구성능 평가기법 적용
시스템 성능 및 내구성능 평가기법 도출
시스템 설치 및 운영 매뉴얼
시스템 설치 기준 개발
시스템 안전 기준 개발
시스템 운용기준 개발
글로벌/현지 표준화 및 현지 적용
30%
50%
70%
40%
65%
95%
35%
75%
100%
90%
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
(전략프로젝트)
글로벌 R&D 네트워크 구축
시장정보 리스크 예측
해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축
중소 ENG사 해외사업 수행지원 시스템 기술
리스크 관리
입찰 인증방안 마련
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 운영
해외인증 절차반영
입찰 시뮬레이션/리스크기반 유망사업 선별
전략프로젝트
핵심과제
구성기술
Activity

2.3.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

기존 일반 태양광 시장에서도 기술적 우위를 바탕으로 국가 브랜드 가치 향상으로 인해 수출 증대 효과 기대

해당 과제의 목표 기술 개발이 성공적으로 수행 될 경우 해외 박막 모듈과 비교우위의 기술력과 장기 신뢰성을 가지고, 설치 및 물류비를 포함한 Total cost 측면에서 충분한 가격경쟁력을 갖는 국내 모듈 기술이 개발 될 수 있음

신규 거대 시장에서 시장 선점을 위한 경쟁의 우위를 점할 수 있을 것으로 판단

해당 과제의 수행을 통해서 중동 사막 태양광 발전시스템에 사용되는 태양광 인버터와 같은 BOS 기술의 발전 및 중동지역 환경에 대한 제품의 내구성 및 신뢰성 향상을 통해서, 기존 선진사와의 기술적 격차를 줄이고 비교우위를 달성할 수 있을 것으로 판단

중동지역 태양광발전 플랜트 건설 기술 개발을 통해 국가 전략 수출산업 기술역량을 선진국과 동등한 수준으로 확보

중동지역 태양광발전 플랜트 시장은 아직까지 전 세계 태양광 시장의 미개척지로서 유럽이나 일본 등 기술 선진국과 동등한 입장에서 기술개발을 선도

고온 환경에 적합한 Market orient 제품을 통해 중동 지역에서 Post oil 시대의 가장 강력한 대안으로 제시되고 있는 태양광 산업에서 국가적 차원의 선도적 역할을 할 수 있을 것으로 기대

중동 사막지역 태양광 시장의 경우 풍부한 일조 여건과 부지 확보 용이성으로 말미암아 향후 개발이 기대되는 분야

현재 유럽, 일본 등 선진사에서도 관심을 갖고 MENA 지역의 국가들과 국책 프로젝트를 진행하는 등 아직까지 시장 형성의 진입 단계에 있는 기술로서 가능성이 큰 분야임

나. 경제적 기대효과

‘사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술’이 중동지역 태양광 플랜트 시장 수주규모 확대에 기여하는 편익은 970.4억원으로 분석됨

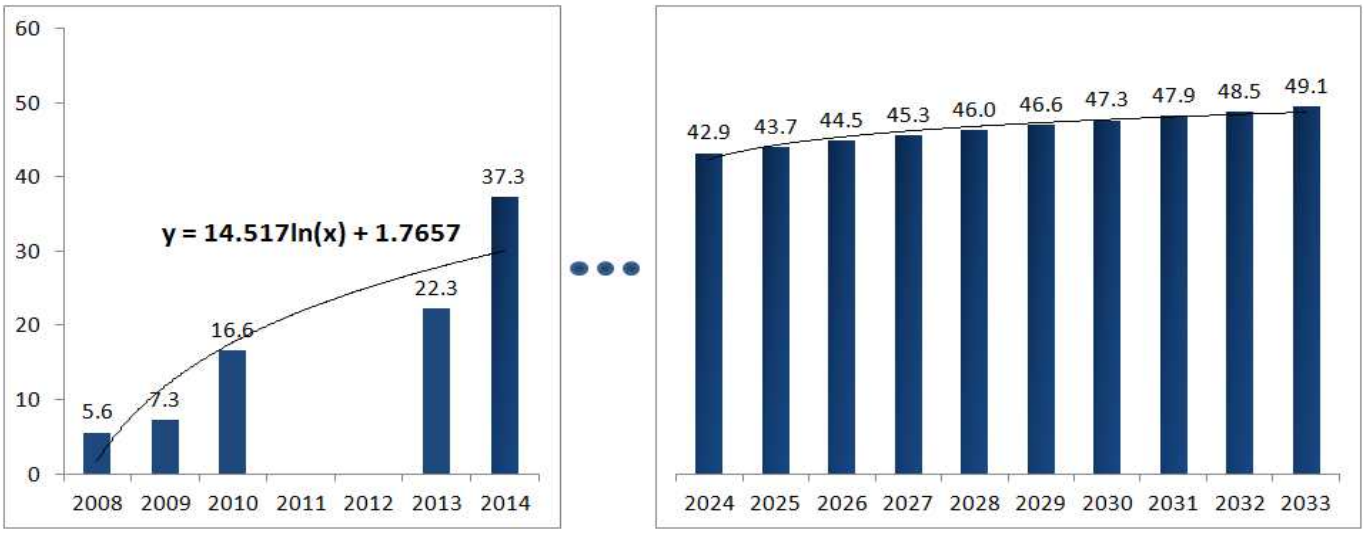
이번 연구를 통해 중동 사막지역 태양광 플랜트시장 진출을 가정하여 분석하였으며, 전 세계 태양광 시장 및 중동시장 비중은 보수적으로 접근하였음

시장은 중동지역 태양광 시장 중 시스템/발전소 시장을 대상으로 함

- 전세계 태양광 시장은 2010년 16.6GW에서 2014년 37.3GW까지 확대될 전망이며[97], 이를 바탕으로 2024년~2033년 시장을 산정함

- 2010년~2014년 연평균 30% 이상의 시장세 지속이 예상되나 추후 증가폭이 감소될 것으로 예상하여 로그함수 형태의 추세식을 활용함

(단위 : GW)



[그림 Ⅱ-72] 전세계 태양광 시장규모

- EPIA 자료에 따르면 2014년 중동지역 태양광 시장비중은 전 세계의 7.3%, 2020년에는 전 세계의 9.2% 정도의 시장 비중을 나타낼 것으로 전망하고 있으며 이는 연평균 4% 증가폭으로 비중이 늘어가는 추세임

97) 자료 : http://www.desertec.org

[표 Ⅱ-30] 중동지역 태양광시장 규모

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
전 세계 태양광 시장규모(GW)	42.9	43.7	44.5	45.3	46.0	46.6	47.3	47.9	48.5	49.1
중동지역 태양광 시장 비중(%)	10.8	11.3	11.7	12.2	12.7	13.2	13.7	14.3	14.9	15.4
중동지역 태양광 시장(GW)	4.7	4.9	5.2	5.5	5.8	6.2	6.5	6.8	7.2	7.6

- 태양광 시장은 폴리실리콘, 잉곳/페이퍼, 태양전지 셀, 태양전지 모듈, 시스템/발전소 시장으로 구분되며 이번연구는 시스템/발전소 시장을 타겟으로 함

[표 Ⅱ-31] 2009년 태양광 시장 분야별 규모

구분	폴리실리콘	잉곳/페이퍼	태양전지 셀	태양전지 모듈	시스템/발전소
2009년 전세계 태양광 시장규모 (억달러)	50(9%)	95(17%)	109(20%)	145(26%)	158(28%)

- 2009년 당시 전세계 태양광 시장 규모 7.3GW 당 시스템/발전소 시장은 158억 달러로 1GW당 약 21.6억달러로 가정할 수 있음

  · 폴리실리콘, 잉곳/페이퍼, 태양전지 셀, 태양전지 모듈의 단가는 2000년 중반이후 급격하게 감소하였으나 2014년 이후 안정세를 보일 것으로 예상[98)]

  · 시스템/발전소 부문의 GW당 단가는 유지 또는 증가할 것으로 예상되나 보수적인 시장산정을 위해 2024년~2033년 단가는 2009년 단가를 유지하는 것으로 가정함

[표 Ⅱ-32] 중동지역 태양광 시스템/발전소 시장규모

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
중동지역 태양광 시스템/발전소 시장 규모 (억달러)	100.6	106.6	112.9	119.4	126.2	133.2	140.5	148.0	155.9	164.1

이번 연구를 통해 2024년 중동지역 태양광시장(시스템/발전소) 중 5%를 점유하고 2033년 15%를 점유하는 것으로 가정함

- 2009년 국내 태양광시장 매출액은 2조 3,700억원(20.9억달러)로 같은해 전세계 태양광 시장규모인 557억달러의 3.75%를 차지함

98) LS 경제연구원, 하나금융경영연구소, 솔라앤에너지

기술비중은 선행연구결과를 준용하여 33%를 적용함

- 기술비중을 일률적으로 적용 시 일반적으로 33%나 25%를 적용하며, 동 분석에서는 33%를 적용함[99)]

R&D기여율은 KISTEP에서 작성된 "09 R&D분야 예비타당성 조사 수행을 위한 지침연구"의 R&D사업의 효과분석 사례를 준용하여 10.9%를 적용함

동 기술개발은 테스트베드 실증을 통한 신기술 검증/인증 및 표준화 단계까지 추진할 예정으로 미국 국방부의 TRLs을 기준으로 하였을 때 기술 완성도는 80% 수준임

- 개발기술의 산출물은 상용화가 되었을 때 편익을 발생시킬 수 있으며, 상용화 수준을 100% 기준으로 삼고, 개발기술 산출물의 완성도를 산출하여, 동 사업을 통해 달성된 편익만을 분리하여 산정함

구분	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술 수준	기초 이론 /실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 평가	실험실 규모의 핵심 성능평가	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	시제품 신기술 검증/ 인증 및 표준화	사업화
단계별 기술 완성도	-	5%	~20%	~30%	~45%	~60%	~70%	~90%	~100%

부가가치율은 한국은행에서 발간한 '2009년 산업연관표'의 건설산업 부가가치율인 40.1%를 적용함

99) 기술가치 평가과정에서 기술비중 적용방법은 전문가의 주관적 판단에 의하거나 관행적으로 적용하는 방법이 있음. 전문가 판단법의 일종인 AHP를 적용하여 기술비중을 산정한 이영찬(2006)의 연구에서는 사업가치 구성요소를 기술자산, 시장자산, 인적자산으로 구분하고 이중 기술자산의 상대적 중요도(기술비중)를 29.7%로 산출한바 있음. 기술비중을 일률적으로 적용하는 방법은 일반적으로 33%나 25%를 적용함.

[표 Ⅱ-33] 편익 산정 (사막지역 대규모 태양광 플랜트 건설기술)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
중동지역 태양광 시스템/발전소 시장 규모 (억달러)	100.6	106.6	112.9	119.4	126.2	133.2	140.5	148.0	155.9	164.1	
점유율 (%)	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.5	13.0	14.0	15.0	
기술비중(%)	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	
R&D 기여율(%)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
기술개발 완성도(%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
부가가치율(%)	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	
편익(억원)	63.8	81.2	100.4	121.3	144.2	169.1	205.1	244.3	277.1	312.5	1,719
편익의 현재가치(억원)	43.2	53.2	63.6	74.4	85.6	97.2	114.1	131.6	144.5	162.9	970.4

※ 환율 : 1달러 = 1,100.3원(2013년 5월 평균)
10년만기 국고채이자율 : 3.31%(파이낸스뉴스, 2013.06.15.)

다. 정책적 기대효과

태양광발전 플랜트 건설 기술 확보를 통한 현지 독립적 전원 공급으로 국내 기술력 향상 및 수출 네트워크 형성 등 정부의 외교적·정책적 연결고리 형성

중동 GCC 국가 에너지관리 정부기관(수전력청 등) 및 민간 발전사업자, 신재생에너지 정책 수립이 가능한 정부기관 및 정부연구기관과 같이 신기술 사업화 추진이 가능한 기관/기업들을 대상으로 기술 우수성 홍보가 가능

중동 현지 Local business partner를 통해 배급 및 설치, 현지 O&M 등의 진행으로 현지 환경에 적합한 기술 선정 및 사업화 모델 도출이 가능할 것으로 판단됨

상기 Business Model을 이용한 보급(시범)사업을 통해 중동지역에 태양광특수발전 시스템 홍보, 판로확보 등의 사업화 추진 및 마케팅을 진행한다면 중동지역 태양광 발전 플랜트 Business Model로써, 추후 국내기업들 시장진출에 중요한 자산이 될 것으로 기대함

Ⅲ. 해외건설 R&D 인프라 구축

1. 해외건설 정보 및 사업지원 시스템
2. 글로벌 R&D 네트워크 구축

1. 해외건설 정보 및 사업지원 시스템

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 국가별 건설시장, 발주트렌드 대응을 위한 기술협력 종합정보체계 및 사업지원체계개발

(범위) 고급 시장정보 관리 및 분석 시스템, 해외공사 수행역량 자기진단, 입찰 시뮬레이션, 리스크, 관리 등 중소건설업체 맞춤형 사업관리시스템

수주 및 입찰 단계에서 기초 정보를 바탕으로 리스크/리워드 수준 평가, 우량·악성 프로젝트 선별, 수익성 및 공사비 변동성 예측 등을 포함한 의사결정 고도화 기술 개발

- 빅데이터 기반 대화형 해외건설 데이터베이스 포털 구축

중소기업 해외진출 시, 우량 사업 선별 및 수행역량 강화를 위한 리스크 관리시스템 및 입찰의사결정 지원체계 개발

- 기업 자기진단 기반의 도급 직접진출, 국내기업과 연계진출, 해외기업 하청진출 등 입찰 시뮬레이션 모델 개발

- 정부 및 유관기관의 해외 보증·보험 지원 방안 등 중소기업의 해외진출 기반 강화를 위한 지원체계 개발

나. 전략프로젝트관련 국내외 연구동향

(1) 해외

미국 텍사스주 교통국에서는 발주유도형 사업수주를 위한 시공 이전 서비스(Pre-construction service)와 관련된 시공이전 업무매뉴얼을 제시한 바 있음

미국 텍사스 교통국(Texas Department of Transportation)은 건설계약관리 매뉴얼[100]

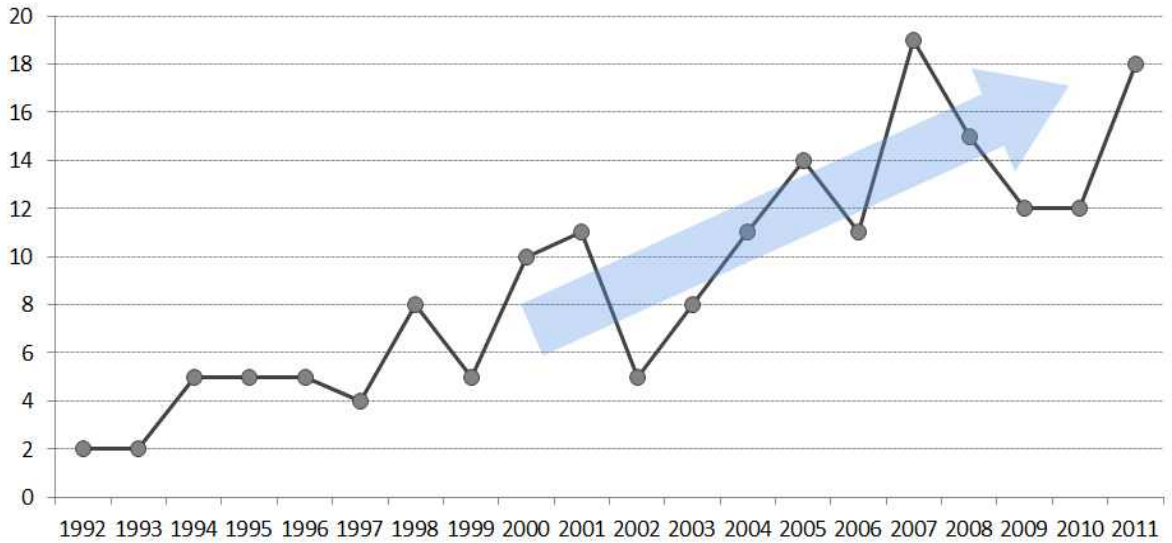
100) Texas Department of Transportation (2007) Construction Contract Administration Manual Section 3: Pre-construction Conference, http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/cah/pre_construction_conference.htm

(Construction contract administration manual)발간을 통해 프로젝트 성과 향상을 위한 시공 이전의 최적 기술 및 자재 선정, 공기 산정, 예산검토 등 업무 가이드라인을 제시하였음

- 텍사스 교통국의 건설계약관리 매뉴얼은 수주가 결정된 낙찰이후를 적용범위로 함

최근 20년간 수행된 시스템 및 엔지니어링 분야의 연구는 상당수가 리스크 관련 연구임

최근 20년간 해외건설의 프로젝트 관리, 계약 및 클레임, 금융 및 법규 등 시스템 및 엔지니어링 분야의 학술논문 게재 수는 총 200여 편이며 이중 리스크 분석 및 대응을 주제로 한 연구는 50여 편으로 가장 많은 게재 수를 기록



[그림 Ⅲ-1] 지난 20년간 발표된 해외건설 분야 논문 (SCI급, 단위: 건)

미국의 CII 등 주요 대학 및 연구기관에서는 해외건설 특화 연구조직을 통해 건설리스크 관리 등 시스템 엔지니어링 관련 연구를 수행하고 있음

미국 Stanford 대학의 Collaboratory for Research on Global Projects나 영국 Reading 대학의 ECERU (European Construction Research Unit) 등은 해외의 주요 연구기관들은 해외건설 분야에 특화된 연구조직의 운영을 통해 해외건설 분야의 정보화 및 사업관리기술 개발을 위한 노력을 지속적으로 수행

(2012-12-12)

미국의 경우, 건설산업연구원(Construction Industry Institute, CII)에서 해외건설 사업의 리스크 관리를 위하여 2003년 IPRA(International Project Risk Assessment) 모델을 개발함

- 총 82개의 리스크 요인을 통해 건설 생애주기 전 단계에 걸친 리스크 평가 및 관리를 수행함
- IPRA는 리스크 요인들의 발생확률과 영향정도를 산정하고 리스크 매트릭스 상에 나타내어 상대적 차이 및 중요도를 확인 가능함
- IPRA를 활용하기 위해서는 사업 참여자간의 적극적인 협력이 전제되어야 함
- 리스크 요인의 변화 및 잔여리스크에 대한 고려가 부족하였고 리스크 요인간의 상호연관성에 대한 고려가 미흡한 것이 단점임

중국 칭화대에서는 해외시장에서 부상하고 있는 중국 건설기업의 경쟁력 강화를 위해 IIEPM(Institute of International Engineering Project Management)라는 해외건설 전문 연구기관을 설립하여 해외건설 사업관리를 위한 연구를 수행하고 있음

- IIEPM의 사업관리 연구는 실무자 및 학생을 대상의 교육 프로그램과 병행추진 중임

선진기업들은 해외건설사업 수행을 위해 전사적으로 예방적 리스크 관리체계를 구축하고, 이를 바탕으로 한 사업 의사결정을 수행하고 있음

Hochtief AG는 본사와 자회사 및 지사 간의 기업네트워크를 바탕으로 리스크 조기경보체계를 운영하고 있음

- Hochtief AG는 모든 자회사 및 지사를 통해 일 년에 세 번, 각종 리스크 인자를 검토하고 예측하며, 이를 그룹 차원의 수준에서 취합함
- 이 단계에서 검토되는 리스크는 발생가능성, 잠재적 영향수준 등의 항목을 통해 정량적으로 평가되며, 이후 Risk Management Steering Committee를 통해 매니지먼트 차원에서 논의됨
- Committee는 모든 사업부와 자회사의 대표들로 구성되어 각 사업부처의 측면에서 리스크 인자들을 검토하며, 이에 대한 대응방안을 모색하는데 목적을 둠
- 전사적인 관점에서 검토된 리스크 인자들과 그 대응방안들은 이사회(Executive board)를 통해 최종적으로 검토되어 적용됨



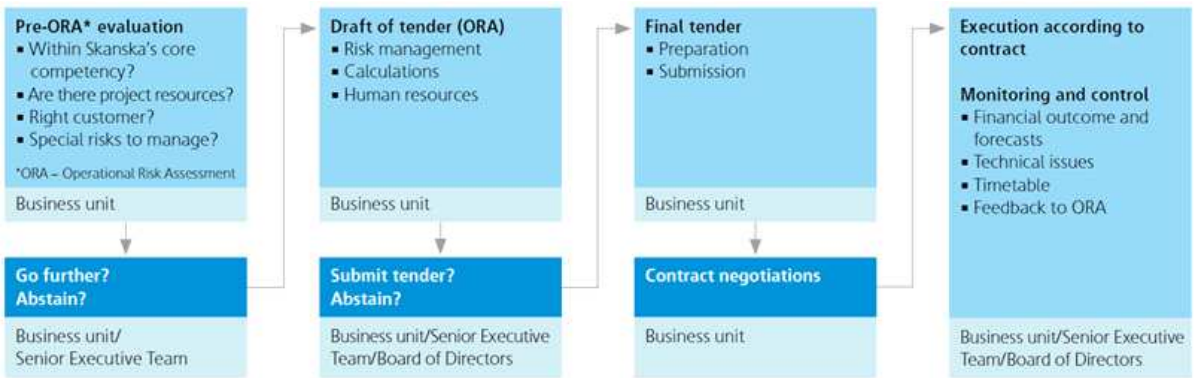
[그림 Ⅲ-2] Hochtief 社의 해외공사 리스크 조기경보체계

Skanska AB는 기업 내 SRA라는 리스크 전담부서를 운영하고 있으며 입찰 전 Core Competency Matrix라는 우수사업 선별모델과 Operational Risk Assessment라는 운영리스크 사전평가 체계를 활용하여 매달 50여개의 사업을 평가함

- 평가결과는 각 사업부와 SRA, 이사회를 통해 단계별로 검토되며, 입찰참가여부와 입찰가격의 결정기준으로 활용됨

- Skanska AB는 이러한 조직적인 리스크 관리체계를 사업 이전의 타당성분석 및 입찰전략 수립 단계에서 활용함에서 더 나아가 시공 및 사업완료 단계에서도 꾸준히 리스크 검토사항을 피드백함

- 이를 통해 Skanska AB는 리스크 평가뿐만 아니라 평가된 리스크에 대한 대응방안을 모색하는데 많은 노력을 기울이며, 각각의 리스크에 대한 지식전달체계를 구축하여 리스크 관리를 위한 지식을 축적해나가고 있음



[그림 Ⅲ-3] Skanska 社의 해외공사 전주기 사업관리 및 의사결정 체계

2000년대 중반부터 Skanska AB는 다양한 사업관리 기능을 강화하였는데, 대표적 사례로 무결점 제도(Zero defects)가 있음

- 무결점제도 도입을 통하여 품질관리의 수준을 향상시켰으며, 초기단계에서의 사업관리기능을 강조하여 사업과정에서 나타나는 낭비를 최소화함
- BIM(Building Information Modeling)과 같은 사업관리 신기술을 적극적으로 도입하여 다수의 턴키사업 성공적으로 진행하였음

해외건설시장의 구매조달은 입찰경쟁력에 큰 영향을 미치는 요소로서, 미국 벡텔사의 경우 자체적인 전 세계 주문자재 데이터베이스를 구축하여 활용중임

건설 주요 기자재 공급과 관련한 Lead Time Report를 구축, 미 국방성에서도 활용될 만큼 전 세계 주요 기자재 공급정보를 활용하고 있음[101)]

- 사업수행을 위해 조달 가능한 주요 기자재 공급 정보를 언제 어디서나 접근 가능하게 함으로써 자국 내 기자재 활용도 향상에도 기여하고 있음

(2) 국내

해외건설 관련 국내 학술 연구는 점진적인 증가를 보이고 있으며 진출국 동향 및 활성화 전략을 주제로 한 연구가 큰 부분을 차지하고 있음[102)]

37편의 논문 중 대부분은 단편적인 주요 진출국가의 동향이나 활성화 제언임

해외건설사업의 계약 및 클레임, 리스크관리 등 시스템 엔지니어링 관련 분야 논문은 10년간 9편임

국토부는 해외건설지원을 목적을 기업체 대상 정보서비스를 제공하고 있음

국토부는 해외건설협회의 해외건설종합정보서비스를 통한 국가별 사업 환경 및 발주정보, 관련 지침 등을 제공

101) 이복남 (2012) 해외건설 누적 수주액 1조달러 조기 달성 전략 과제, 한국건설산업연구원
102) DBpia (2012) 누리미디어, (http://www.dbpia.co.kr)

- 해외건설종합정보서비스는 건설기업의 수주지원을 위한 국가별 일반 환경 및 시장동향, 프로젝트 발주정보, 국내기업의 해외건설 수주통계, 해외공사 절차·지침 정보를 제공함

해외건설종합정보서비스는 서비스 대상 기업이 신규 사업 탐색 및 구체적 사업계획 수립에 필요한 정보 중 일부 항목을 제공하지 못하는 한계 존재[103)]

- 신뢰성 있는 신규사업 탐색 및 사업계획 수립을 위해서는 국가별 발주제도, 시장특성, 공급업체 현황 등의 정보가 추가적으로 제공하지 못하고 있음

해외시장 경쟁의 첨예화에 따라 계획단계 선제안을 통한 일괄 수주에 대한 관심이 높아지고 있으나 관련 인프라 구축은 미흡함

발주유도형 사업수주를 위한 주요기술로는 인프라 산업지도 구축기술과 시공전 기획 및 엔지니어링 기술 등이 있으나 해외 건설교통 인프라와 연계된 산업지도 구축사례 및 연구는 부재함

- 산업지도의 경우 국내 교통 DB, 광물자원 포털 등이 구축된 사례가 있음

- 시공 전 기획 및 엔지니어링 서비스 제공을 통한 발주유도 확대를 목적으로 한 계획단계·설계단계·계약단계 세부 업무의 파악 및 중요도 분석이 수행된 바 있으나[104)], 관련 업무역량의 개선 및 이를 통한 수주로의 연계 전략에 대한 연구는 부족한 실정임

국토해양부의 시스템 엔지니어링 분야 연구는 정책지원을 위한 단기적 · 일회성 연구에 한정

해외건설 관련 시스템 엔지니어링 분야에 해당되는 연구개발 사업은 국토해양부 용역사업이 가장 많은 비중을 차지하였고, 정부 지원체계와 비즈니스 전략을 다룬 연구가 대부분임

- 국내의 연구개발 실적은 양적으로는 많은 것으로 조사되었으나 대부분의 연구가 현안 중심의 정부 행정지원을 위한 단기간의 사전조사 형식으로 수행되었으며, 유기적인 연계 없이 분산되어 산발적으로 진행되는 경향이 높았음

실제 해외건설을 수행하는 우리 건설기업의 사업수행 역량 및 내실 강화에 기여할 수 있는 사업관리 및 리스크 관리 관련 연구과제는 타 주제에 비해 연구개발 실적이 적은 것으로 나타나 건설기업의 니즈 반영에 한계가 있는 것으로 판단됨

103) 기업체 전문가 인터뷰
104) 변일우, 김예상 (2012) 해외건설시장 진출을 위한 건설사의 Pre-construction Service 핵심역량 분석, 한국건설관리학회 논문집

- 국내 연구개발 사업은 양적인 측면에서 양호한 실적을 보였으나, 세부 주제별 구분 및 연구 성과의 활용도가 특정 주제에 편중되고 수요자의 니즈 반영이 미흡함

국내 일부 대기업에 한하여 자체적인 리스크 관리체계를 구축/운영하고 있음

건설기업의 리스크 관리는 대부분 사업 생애주기 중 입찰 단계에 초점을 두고 있으며, 생애주기기반 또는 전사차원의 통합적 리스크 평가관련 연구는 미흡

[표 Ⅲ-1] 주요 국내 건설 기업의 리스크 평가 모델 운영 현황

구분	A기업	B기업	C기업	D기업
리스크 전담부서 보유현황	전사 및 플랜트 본부 내 조직보유	사업부 밖 전사차원 조직 보유	플랜트본부 내 조직 보유	없음
리스크 평가 모델	기업 자체모델	기업 자체모델	기업 자체모델	구축 예정
사업 생애주기 중 적용단계	ITB 전·후 단계 중심	ITB 전·후 단계 중심	ITB 전·후 단계 중심	-
평가 및 적용 방법	리스크 강도 산정 후 전문가 의견 반영 (정성적 평가 중심)	리스크 강도 산정 후 전문가 의견과 함께 비용으로 추정	리스크 요인 도출 후 견적에 소극적으로 반영	-
모델 개선 의지	강함	강함	강함	강함

- 건설기업에서 실무적으로 활용하는 리스크관리는 대부분이 체크리스트 유형을 택하고 있어 성과 예측이나 프로젝트 전체적 관점, 기업 전사적 관점에서의 리스크 평가 및 관리가 불가능한 한계를 갖고 있음

- Kim et al. (2009)은 해외건설공사의 각 단계별 리스크 통합관리를 활용한 의사결정 지원의 필요성을 강조하였으며[105], 계획 단계, 입찰 단계, 사업수행 각 단계에서의 리스크 인자의 정량적 통합 방안을 제안하였음

- 해당 연구는 프로젝트 수준의 정량적 통합방법에 초점을 두어 전사적 차원의 관리 및 이를 활용한 실무적 의사결정에의 활용에는 한계가 있음

중소기업을 포함한 중견 및 하도급 기업의 경우, 리스크관리체계를 포함한 시스템 및 엔지니어링 분야 역량 강화를 위한 여력 부족

중견/중소/하도급 기업의 경우, 시스템 및 엔지니어링 분야의 역량강화를 위한 재무적/시간적/전문적 역량이 부족한 실정임

105) Kim et al. (2009) Total Risk Index for Assessing Risk Levels of Overseas Construction Projects, International Conference of Construction Engineering and Management

해외건설협회는 해외건설공사 리스크관리 기반 해외공사 계약 및 시공단계 의사결정 지원체계 서비스를 제공하고 있으나 활용도가 낮음

'05년 국토해양부 건설교통기술 연구개발사업을 통해 구축된 해외건설공사 통합 리스크관리 시스템(FIRMS; Fully Integrated Risk Management System)이 서비스 되고 있음

- '04년까지 국내기업이 수행한 126개 사업 데이터베이스를 기반으로 프로젝트 레벨의 입찰의사결정, 수익성 예측, 리스크 체크리스트 활용과 포트폴리오 관리를 통한 프로젝트의 현금흐름 및 리스크관리 기능을 지원

- 각 분석모듈별로 입력값은 조금씩 차이가 있으나, 평가를 위한 프로젝트 환경 및 특성, 64개 리스크 인자의 수준, 각 평가요소 간의 가중치 쌍대비교 등 상세정보입력을 통해 분석이 이루어짐

- 국내기업의 해외공사 수주가 '03년 이후 비약적이 성장을 보이고 있으며 수행한 공사의 리스크 및 수익특성, 글로벌 경제/건설시장 조건/환경이 변화하고 있으나, 해당 시스템은 '04년 이후 수주공사의 자료 업데이트가 이루어지지 않아 분석결과가 최근 경향성을 반영하지 못함

현재 제공되고 있는 해외건설 해외공사 계약 및 시공단계 의사결정 지원체계 서비스는 리스크 인자의 제한적 설정, 최근 정보 반영 미흡 등 문제점으로 활용도가 떨어짐

- 입찰, 계약, 시공 단계에 걸친 리스크 평가 및 대응 전략 수립 시스템이 구축되었으나 비즈니스 전략, 환경 및 제도, 거버넌스 등 시스템 엔지니어링 관련 고도화된 기능제공에 제약이 있음

- 해외건설수주가 급성장하기 시작한 2004년 이후의 데이터가 반영되지 않아 최근의 해외시장 경향을 반영하지 못함

- 기업규모, 공종, 진출 지역의 특성이 반영되지 않아 대기업과 중소기업, 엔지니어링 업체를 대상으로 한 지원이 어려움

1.1 핵심과제: 해외건설 기술협력 종합정보시스템 구축

1.1.1 개요

가. 핵심과제 정의

해외시장 국가별 상세 건설환경과 리스크, 중장기 건설경기 예측 및 위험국가 조기경보 등 해외 건설시장을 종합적으로 파악할 수 있는 고급 시장정보 관리 및 분석시스템 구축

국가별 건설환경 및 거래문화, 계약관행, 프로젝트 현황, 경쟁기업 정보 등 상세한 현지정보를 관리 및 분석하여 해외시장의 글로벌·국가별 리스크를 종합적으로 판단함으로서 고위험 국가 또는 프로젝트에 대한 경보시스템을 구축

국가별 건설시장 정보 및 기존 국내기업 수행공사의 통계분석, 시뮬레이션을 기반으로 진출국가 선정, 입찰대상 프로젝트의 선별, 리스크 기반의 입찰의사결정 지원체계를 제공하여 개별기업의 수주 및 입찰역량을 향상시키는 기술

국내 건설기업이 수행한 과거 데이터를 기반으로 국가별/지역별/기업규모별 수익성과 영향인자를 도출하여 미래 프로젝트 수주를 위한 기반을 제공하는 기술

국내 건설기업의 주요 진출 국가를 선별하고 해당 국가별 리스크와 기회요소를 계량화/수치화 하여 해외진출 의사결정에 활용하는 기술

해외건설 정보를 바탕으로 입찰단계에서 악성프로젝트를 조기에 선별하고, 핵심 리스크의 회피를 위한 견적 알고리즘을 개발하는 기술

전략상품의 해외진출과 진출시장의 점유 확대를 위한 전략상품별 기업역량, 국가별 시장과 니즈 기반의 시장평가, 맞춤형 비즈니스모델, 현지 기자재・벤더, 현지화 전략을 종합적으로 평가 할 수 있는 알고리즘을 개발

전략기술 관련 해외진출 요구 역량의 분석을 통해 맞춤형 건설기업의 해외진출 지원을 유도하고, 타겟지역의 전략기술 관련 시장상황 및 건설수요를 분석하여 진출국가의 우선순위 분석과 개략 사업성 평가를 통해 전략기술을 고도화 하는 기술

전략기술이 선정한 지역별 세부공종에 대한 최적의 기자재 벤더 및 전문 업체를 평가 관리할 수 있는 솔루션 구축 및 전략기술의 특성을 반영한 현지화 솔루션을 개발하는 기술

나. 기술개발 필요성

국내시장의 한계로 건설기업이 해외진출을 모색하고 있는 상황에서 해외건설사업을 위해 특화된 정보관리 및 분석시스템은 국내건설기업의 해외 수익성 확보를 위해 필수적임

중소기업 및 대기업에 관련 기술을 이전하여 기업경쟁력 강화가 예상됨

해외건설사업 정보관리 및 분석시스템을 통해 수익성 높은 건설사업을 수주함에 따라 기업차원에서 재정건전성을 개선할 수 있으며, 국가차원에서 수출액 증가로 무역수지개선에 기여할 것으로 기대됨

본 연구를 통해 구축될 정보관리시스템은 향후 방대한 양의 해외건설관련 데이터를 보유하게 될 것이며 이를 활용하여 향후 해외건설관련 R&D를 수행시 다양한 분석연구에 활용이 가능할 것으로 예상됨

본 연구를 통해 배출될 인력은 해외건설관련 데이터의 축적·활용·분석 전문가로서 향후 해외건설관련 R&D연구에 중추적인 역할을 할 것으로 예상됨

현재 국내 건설기업의 해외수주는 시설물로는 플랜트, 지역으로는 중동 및 아시아에 편중되어 있어, 글로벌 경기변동에 매우 취약한 약점이 있음

해외건설 수행의 높은 리스크는 국가마다의 다른 정치, 사회, 경제, 제도, 문화, 산업구조에서 비롯되며, 국가마다 다른 환경에 적응하기 위해서는 인력, 자재, 장비 등 자원측면 뿐만 아니라 정치, 사회, 제도, 문화 등의 현지화가 필수적임

해외건설 미래 성장동력인 전략기술에 대한 기술경쟁력 강화로 인해 해외수주 확대 및 수익성 제고가 기대

건설분야 전략기술별 시장분석 및 사업성 분석에 관한 연구는 전무한 상태이며, 본 연구를 통해 개발될 다양한 분석 기법은 향후 국가별 지역시장 및 상세사업성 분석을 위한 R&D연구의 기초가 될 것으로 기대됨

해외 기자재 벤더 및 전문업체 평가/관리 솔루션 개발을 통해 향후 해외건설사업 조달시스템 연구개발을 위한 기반기술이 될 것으로 기대됨

해외사업 관련 정보수집 및 사업선별, 기획 역량의 개선

해외공사 발주정보 및 해외건설시장 동향 변화에 대한 신속한 정보 입수는 건설기업의 해외건설 수주 및 수행을 위한 필수 요소이며, 국내기업은 글로벌 시장에서 발주되는 다양한 사업 중 우량·악성 사업의 선별역량이 부족

해외건설 지원을 위한 상세정보 지원 및 지식자산화 필요

해외건설협회의 해외건설종합정보서비스를 통한 국가별 사업환경 및 발주정보, 관련 지침 등이 제공되고 있으나 사업수행을 위한 상세정보 지원 및 지식자산화가 미흡한 실정

향후 축적될 대량의 해외건설관련 정보를 분석할 수 있는 시스템이 전무한 실점임

해외건설 통합리스크관리시스템의 조기경보 기능 강화 필요

해외건설협회를 통해 서비스되는 해외건설 통합리스크관리시스템은 선제적인 리스크 관리 및 체계적인 조정이 미흡하여 기업 간 과당경쟁, 공사 부실관리 등에 대한 조기 발견이 어려운 실정임

일부공종/권역에 집중된 국내 건설기업의 해외수주는 글로벌 경기변동에 취약

국내 건설기업의 해외수주는 플랜트(75%), 지역별로는 중동 및 아시아(90%)에 편중[106]

지역 및 상품다각화를 통한 사업영역 확장 및 특정시장 의존도 저감을 통한 안정성 확보가 필요하며, 이를 위해 새로운 비즈니스모델 모색이 필요

해외시장 경쟁의 첨예화에 따라 시공이전 단계 경쟁력 강화를 통해 발주유도형(선제안방식) 수주에 대한 관심이 높아지고 있으나 관련 인프라 구축은 미흡함

시공 전 기획 및 엔지니어링 서비스 제공을 통한 발주유도 확대를 목적으로 한 계획단계·설계단계·계약단계 세부 업무의 파악 및 중요도 분석이 수행된 바 있으나[107], 관련 업무역량의 개선 및 이를 통한 수주로의 연계 전략에 대한 연구는 부족한 실정임

106) 해외건설협회 (2012) 해외건설종합정보서비스 통계.
107) 변일우 및 김예상 (2012) 해외건설시장 진출을 위한 건설사의 Pre-construction Service 핵심역량 분석, 한국건설관리학회 논문집

해외 진출 시 현지화의 주요 방법인 제휴 및 인수합병은 일부 기업이 한정적으로 활용

최근 진행된 국내 건설기업의 인수합병은 워크아웃이나 법정관리 등 외부에 의한 불가피한 선택인 경우가 대부분임

소규모 건설기업이 추진하는 제휴 및 인수합병은 기업브랜드 향상 및 외형 확대를 위한 목적이 큼

해외건설사업 수주단계에서 역량강화의 기반이 되는 정보시스템 개선 필요

국내 시장의 한계로 대기업뿐만 아니라 중견 건설기업의 해외시장 진출 노력을 활발히 진행하고 있으나, 해외시장 진출정보 부족으로 많은 실패나 위험에 노출되어 있는 실정

중소·중견 건설기업의 신시장 개척을 위해서는 국가별 건설사업 수행절차, 발주제도 등 건설시장 환경과 국가별 투자여건, 건설시장 진출 제약요인 등 건설시장 정보, 현지 업체 및 노무인력의 특성 등 건설거래문화 및 계약관행 등에 대한 정보가 필요함

선제적인 리스크관리 및 조기경보가 가능한 리스크관리시스템 구축 필요

현재 해외건설협회가 구축한 해외건설 통합리스크관리시스템은 선제적인 리스크 관리 및 체계적인 조정은 미흡하며, 기업 간 과당경쟁, 공사 부실관리 등에 대한 조기경보 기능이 부재한 실정임

정부 차원에서도 해외건설 및 국내기업의 수행공사 현황에 대한 리스크 모니터링 및 의사결정을 지원할 수 있는 체계의 마련이 필요

양질의 프로젝트 선별을 위한 정량적 평가시스템 및 의사결정 지원체계의 구축 필요

프로젝트 기반의 진출의사 결정이 중심을 이루는 국내기업의 영업 특성으로 인해 진출국 선정 과정의 리스크평가는 정형화되어 있지 않으며, 정성적 평가 또는 전문가 의견을 토대로 진행되므로 과학적인 프로젝트 선별에 한계

중견기업이나 하도급기업의 경우 추가적으로 전담부서를 운영할 여력이 부족해 국가연구개발사업 등을 통한 지원이 필요한 실정

해외건설의 지속적인 발전을 위해서는 신 성장동력의 개발 및 해당 기술에 대한 기술경쟁력 확보가 핵심

해외건설의 공종/권역 다각화를 위해서는 전략기술에 대한 종합적인 지원과 각 기술별 맞춤형 진출국가 선별 및 연계 공종의 개발을 통한 패키지화가 필요

국내업체가 글로벌에서 경쟁적 우위를 확보 할 수 있는 상품 등을 대상으로 한 발주유도형 사업모델 개발을 통해 전략상품의 수주확대를 기대할 수 있으며, 효과적인 투자개발형 사업 추진에 적합한 사업기획 역량 및 계약관리에 대한 기술개발이 필요함

해외 경쟁력 있는 기자재 벤더 및 전문업체 평가·관리역량은 수주경쟁력 제고 및 수익성 향상의 핵심 요인

해외건설 수행 시, 리스크 저감을 위한 종합적 현지화 역량 및 전략기술별 맞춤형 현지화 솔루션이 필요

해외건설 수행의 높은 리스크는 국가마다의 다른 정치, 사회, 경제, 제도, 문화, 산업구조에서 비롯되며, 국가마다 다른 환경에 적응하기 위해서는 인력, 자재, 장비 등 자원측면 뿐만 아니라 정치, 사회, 제도, 문화 등의 현지화가 필수적임

선진기업들은 능동적이고 적극적인 현지화의 대표적 전략인 현지의 인수합병 및 수직계열화를 통해 사업영역 및 수주확대, 수익성 개선을 창출하고 있어 이에 대한 효과분석 및 벤치마킹, 국내기업에의 적용가능성에 대한 검토가 필요

자체적 정보수집 역량이 부족한 일부 대기업, 중견기업 및 중소형 건설업체들의 신속하고 정확한 해외건설시장 현황 및 신규사업 발주전망 정보 획득가능

투자전망, 국가별 특화된 발주제도 및 특성의 파악을 통해 해외시장 신규진출 및 확대를 위한 전략수립, 수주 및 수익 개선의 기초자료로 활용가능

건설기업은 조기경보시스템을 통해 사업착수에 앞서 다양한 유형에 대한 리스크를 사전에 점검·집중관리 가능

건설기업 보호 및 수익 안정성 제고를 위해 저수익성 사업 판별에 활용

개별기업의 해외시장 진출 전략에 적합한 리스크분석 기반 사업위험성 경보체계 구축에 활용

해외건설 미래 성장동력인 전략기술에 대한 기술경쟁력 강화로 인해 해외수주 확대 및 수익성 제고가 기대

전략기술을 고도화하기 위한 맞춤형 지원 시스템으로 인해 관련 해외건설 수주의 증가 및 수익성 개선이 기대

전략기술별 맞춤형 지원으로 인해 효율적인 신규국가 진출 및 기 진출국의 점유 확대가 기대

발주유도형 사업의 기획 및 계약 관리 역량의 강화를 통해 수주규모 및 수익성 제고에 기여

전략기술을 통한 공종/권역 다각화를 통해 글로벌 경기변동이나 국가별 경제위기에 효과적으로 대응 할 수 있는 해외건설 포트폴리오의 수립이 가능

국가별 시장상황 및 수요 맞춤형 전략기술의 유연한 대응을 통해 해외시장 수주의 확대가 가능

개발된 벤더리스트 관리체계 및 데이터베이스를 이용하여 조달에서 발생할 수 있는 리스크를 저감

진출경험이 적은 건설업체도 현지 기자재 조달 및 전문업체 정보를 파악할 수 있도록 기초자료로 활용

신규 및 진행중 사업에 필요한 기초 벤더리스트 확보, 건설업체의 요구역량 및 특성에 따른 기자재·전문업체 선정의 참고자료로 활용

건설기업은 사업수행 시 해외조달 최적 의사결정 알고리즘을 사용하여 조달에서 발생할 수 있는 리스크를 저감 가능

빅데이터를 활용한 해외건설정보 분석시스템의 부재

건설사업분야에서 발생하는 엄청난 양의 정보를 체계적으로 분석할 수 있는 시스템의 부재로 인해 사업의 타당성, 위험도 분석 등에 정보를 제대로 활용하지 못하고 있는 실정임

특히 해외건설사업의 경우 큰 위험성을 내포하고 있어 빅데이터를 활용하여 진출국가의 정보, 해당 사업의 정보 등을 면밀히 분석할 필요가 있음

국내 건설기업의 발주유도형 사업에 대한 이해와 업무체계 정립 필요

해외시장 경쟁의 심화로 건설기업의 시공 이전 단계의 경쟁력 강화를 통한 발주유도형 수주에 대한 관심이 높아지고 있으나, 이와 관련한 건설기업들의 이해 및 업무체계 정립이 미흡하여 Task Force 수준에 머물러 있음

국내 건설기업의 해외건설비즈니스 모델 연구 및 기술개발투자 미흡

해외건설 비즈니스 모델 수립관련 연구는 철도, LNG플랜트, 초장대교량 등 특정 건설상품에 한정되어 수행됨

일부공종/권역에 집중된 국내 건설기업의 해외수주는 글로벌 경기변동에 취약

국내 건설기업의 해외수주는 플랜트(75%), 지역별로는 중동 및 아시아(90%)에 편중[108)]

지역 및 상품다각화를 통한 사업영역 확장 및 특정시장 의존도 저감을 통한 안정성 확보가 필요하며, 이를 위해 새로운 비즈니스모델 모색이 필요

전략기술을 활용한 국가별/지역별 발주유도형 사업을 대한 이해와 업무체계 정립 필요

해외시장 경쟁의 심화로 건설기업의 시공 이전 단계의 경쟁력 강화를 통한 발주유도형 수주에 대한 관심이 높아지고 있으나, 이와 관련한 건설기업들의 이해 및 업무체계 정립이 미흡하여 Task Force 수준에 머물러 있음

국내 건설기업의 전략기술별 해외건설비즈니스 모델 연구 및 기술개발투자 미흡

해외건설 비즈니스 모델 수립관련 연구는 철도, LNG플랜트, 초장대교량 등 특정 건설상품에 한정되어 수행됨

현재 제공되는 국내 관련서비스는 공사비·공기산정 의사결정 지원 미흡

‘05년 건설교통기술연구개발사업을 통해 개발된 해외건설공사 통합 리스크관리 시스템이 구축되었으나, 프로젝트 리스크 인자 파악에만 집중하여 공사비·공기측면의 의사결정 지원 미흡

프로젝트 기획, 사업성 분석, 설계관리, 시공성 분석, 사업계획 등은 선진국의 60% 수준임[109)]

IT분야에서는 빅데이터를 활용한 정보분석이 활발히 적용되고 있음

이미 제조업 및 유통업계에서는 카드사용 정보를 활용하여 소비자의 소비패턴을 분석하고 상품개발 및 유통에 활용하고 있음

108) 해외건설협회 (2012) 해외건설종합정보서비스 통계.
109) 건설교통기술연구개발사업 중장기계획수립연구, 한국건설교통기술평가원, 국토해양부, 2012. 6.

다. 기술개발 목표

해외건설 기술협력 종합정보시스템 개발 및 운영

해외공사 수주 및 입찰단계에 가용한 기초 정보를 바탕으로 진출국가의 리스크/리워드 수준 평가, 리스크 기반의 우량·악성 프로젝트의 선별, 수익성 및 공사비 변동성 예측기능을 포함한 입찰의사결정 고도화 기술의 개발

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의 및 목표	구성기술 및 목표
인터랙티브 해외건설정보관리 시스템 개발	국가별 투자여건, 발주제도 등 건설시장 진출여건 및 제약요인 등 건설시장 정보와 공종별, 시설물별 건설 수요 및 니즈 등에 대한 동향정보 제공을 위한 대화형 데이터베이스 및 정보포털의 구축	중소 건설업체의 해외시장 정보수요 분석을 통한 시설물별, 공종별 해외건설시장 표준정보분류체계
		건설시장 정보 검색 및 맞춤형 정보 제공을 위한 인터랙티브 알고리즘 개발
		국가별, 공종별 정보서비스 제공을 위한 대화용 건설시장 데이터베이스 구축
		국내 건설기업이 수행한 과거 데이터(빅데이터)를 기반으로 국가별/지역별/기업규모별 수익성과 영향인자를 도출하여 미래 프로젝트 수주를 위한 기반을 제공하는 기술
해외건설 조기경보시스템 개발	리스크 기반의 해외건설시장 안정성 예측 및 위험수준 모니터링 체계 및 이를 기반으로 한 지역별 국가별 건설공사 위험 조기경보 시스템 개발을 목표함	해외건설시장의 지역·국가별, 공종별 수익악화 가능성을 판단하는 리스크 분석 및 경고 알고리즘
		해외 건설투자 및 사업성 악화위기와 인과관계 및 선행성 높은 실물·금융 변수 시뮬레이션 기술
		리스크 종합지수(조기경보지수) 개발 및 상시 모니터링 위한 실시간 정보 수집 및 분석 플랫폼 구축
		조기경보시스템을 활용한 위험수준 구분 및 수준별 위기대응체계 구축 기술
해외건설 국가별 리스크/리워드 예측시스템 개발	해외 국가별 건설시장의 기회요소 및 위험요소의 분석을 기반으로 한 주요국가 리스크/리워드 예측시스템	진출국의 수요변동과 경쟁자 진출현황, 발주자 리스크와 상품별 특성 등에 따른 기회요소 및 위험요소의 분석을 기반으로 한 국가별 건설리스크/리워드 산정기법을 개발
		국내업체의 개별국가 시장 진출여부 등 의사결정 지원뿐만 아니라 국가별 사업성 변동성을 예측할 수 있는 기초자료 제공
		리스크 기반의 해외공사 우량/악성 예측선별 모듈과, 유사사례 기반의 리스크 수준 및 공사비 변동 영향을 예측, 입찰관리 및 의사결정 지원을 위한 시스템 개발
전략기술별 맞춤형 해외건설 현지화 솔루션 개발	전략기술 관련 국내외 건설기업의 현지화 사례 분석 및 기술수준 및 국내 건설기업의 역량에 맞춘 해외건설 현지화 솔루션 개발	전략기술별 현지화관련 중장기 사업성과 분석 및 기업규모별, 지역별, 상품별 성공사례 조사를 통한 현지화 성공 알고리즘의 연구를 목표함
		해외시장의 핵심 기기별 공급업체, 주요 기술별 전문 업체의 벤더리스트 현황 및 관련기업 정보를 제공하고 해외시장 진출기업이 프로젝트별로 최적업체 선정을 지원하는 솔루션을 제공
		전략기술의 적극적인 해외진출을 위한 전략기술별 요구역량 및 진출 대상 국가별 전략기술관련 상세 시장분석 및 우선순위 평가 모듈의 개발
		전략기술별 사업의 국가별/유형별 비즈니스 모델 및 성공전략을 개발하고, 각 기술의 특성을 반영한 사업기획단계의 공종별 수익성 평가 및 사업성 분석 모듈의 개발
		전략기술의 특성과 건설기업의 기술역량에 기반 한 해외시장 현지화 솔루션 개발을 목표함

1.1.2 기술 및 시장동향

국토교통부는 해외건설협회를 통해 해외건설정보 및 리스크관리 서비스 제공

국토교통부는 해외건설종합정보서비스를 통해 발주정보, 시장수주동향, 건설 환경, 교육훈련 등의 정보를 온라인으로 제공

국토교통부는 리스크 조기경보시스템의 필요성을 강조하고 있으나 제반 기술력 미비

국토교통부는 해외 국가별 리스크를 종합적으로 판정해 건설업계에 알려 대비토록 하며, 동시에 해외수주를 둘러싼 국내 건설사간 과당경쟁을 막기 위한 조기경보시스템의 필요성을 강조[110)]

해외건설사업에서 제도적 거버넌스의 중요성에도 불구, 이에 대한 연구는 미흡[111)]

국토교통부는 국가연구개발사업을 통해 비즈니스 모델 및 중소/엔지니어링 협력 방안에 대한 연구를 수행하였으나, 이들 사업은 수혜대상 및 적용 단계가 한정

국토교통부는 LNG 플랜트 사업을 통해 해외비즈니스 모델을 개발하였고, 해외건설협회를 통해 중소/엔지니어링 기업의 해외진출을 지원

국토교통부는 고부가가치 공종의 진출을 통한 수주확대 및 수익률 제고의 필요성을 강조하고 있으나 제반 기술력 미비

해외 건설시장 경쟁심화와 투자개발사업 확대 흐름에 따라 국내 기업들의 사업추진 관심은 증가하고 있으나, 사업성 평가역량을 부재

국내 건설업체들이 시공경험 이외에 부족한 민간투자사업 개발역량 강화를 위해서는 경험을 보완할 수 있는 지원방안이 필요

110) 김국진 (2010) 건설사간 '제살깎기식' 해외수주 경쟁 차단, 건설경제, http://www.cnews.co.kr/uhtml/print.jsp?idxno=2010122814131712303 99 (2010-12-28)

111) Mahalingam & Levitt (2005) Understanding and mitigating challenges on global projects: the role of the freelance expatriate, Construction Research Congress

[표 Ⅲ-2] 유사 국가연구개발사업 검토(해외건설 정보 및 사업지원 시스템)

부처명	사업명	과제명	기술개발목표	산출물	개발대상기술과 차이점
국토교통부	2003 건설기술기반혁신사업	해외공사의 생산성 및 수익성 향상을 위한 RISK MANAGEMENT 시스템 구축 및 웹(Web) 기반의 실무지침서 개발		해외건설종합정보시스템	해외건설 단순 통계 및 수행정보의 축적 외에 국가리스크, 현지업체 정보, 발주동향 등 해외의 고급 정보 수집 기능 구축
국토교통부	LNG 플랜트 사업	해외사업모델 개발		해외사업진출전략 및 비즈니스 모델	LNG 플랜트에 한정된 해외 비즈니스 모델을 공종별, 상품별, 제휴유형별로 세분화하여 연구를 수행

해외 선진 건설사는 기업 고유의 조기경보체계를 운영 중

Hochtief AG는 본사와 자회사 및 지사 간의 기업네트워크를 바탕으로 리스크 조기경보체계를 운영하고 있음

수행중인 사업의 각종 리스크 인자를 검토하고 예측하며, 이를 그룹 차원의 수준에서 취합하여 리스크의 발생가능성, 잠재적 영향수준 등을 정량적으로 평가해 Risk Management Steering Committee를 통해 매니지먼트 차원에서 논의

국내 대형업체의 경우 연간 입찰검토 대상 해외사업이 300여개에 달하나, 실제 입찰에 이르는 프로젝트의 수는 10~40여개로 사업선별 및 평가를 위한 효율적인 평가도구 절실한 실정

프로젝트 기반의 진출의사 결정이 중심을 이루는 국내기업의 영업 특성으로 인해 진출국 선정 과정의 리스크평가는 정형화되어 있지 않으며, 정성적 평가 또는 전문가 의견을 토대로 진행되므로 과학적인 프로젝트 선별에 한계

중견기업이나 하도급기업의 경우 추가적으로 전담부서를 운영할 여력이 부족해 국가연구개발사업 등을 통한 지원이 필요

해외 선진 건설사는 투자개발 전담부서의 운영를 통해 매출 및 수익비중을 높이고 있음

세계 토목분야 2위 업체인 Strabag SE는 2010년 전자징수시스템 전문기업인 Efkon AG사를 인수하였으며, 이러한 사업영역 (value chain) 확대를 통해 Strabag SE는 동유럽 국가를 중심으로 도로PPP 사업을 확대해 나가고 있음

프랑스기업인 Vinci의 경우도 2006년 도로운영기업 Autoroutes를 인수하였는데, 이후 Autoroutes가 Vinci 전체 매출액의 13%와 전체 수익의 47%를 차지하는 성과를 보이고 있음

Skanska 등 선진기업들은 시장 기반(market-oriented) 관점에서 해외진출 전략을 수립하고, 수주목표 보다는 도급형 사업, 투자개발형 사업 등 사업유형별 특성에 따른 수익 목표를 설정하여 질적 측면의 성과에 주력하고 있음

해외 선진기업은 안정적 수익구조 확보를 위해 수직적 통합, 시장/공종다각화를 추진

해외 선진기업들은 해외시장의 발주패턴의 변화에 대응하기 위해 사업발굴부터 유지관리에 이르기 까지 수직적 통합을 이고 이를 바탕으로 장기적·안정적 수익구조를 구축

선진업체들은 수직계열화를 통한 가치사슬 확대, 시장·공종 다각화를 통해 수주기반을 확대, 수익성 제고와 영업 안정화를 위한 PPP사업을 적극 추진

Skanska AB는 기업 내 리스크 전담부서 SRA를 운영하여 입찰 전 우수사업 선별 모델(Core Competency Matrix)과 운영리스크 사전평가 체계(Operational Risk Assessment)를 활용하여 매달 50여개의 사업을 평가

1.1.3 사업내용

가. 연구개발목표

해외건설 기술협력 종합정보시스템 개발 및 운영

해외공사 수주 및 입찰단계에 가용한 기초 정보를 바탕으로 진출국가의 리스크/리워드 수준 평가, 리스크 기반의 우량·악성 프로젝트의 선별, 수익성 및 공사비 변동성 예측기능을 포함한 입찰의사결정 고도화 기술의 개발

나. 연구개발전략

프로젝트 사례 기반 의사결정 지원 시스템 개발

신규 해외공사 추진을 위한 초기 선별단계에서 최소한의 사업정보 만으로 사업성이 유망한 국가 및 사업의 선별이 가능하도록 국내기업이 수주한 과거 프로젝트 사례 기반의 의사결정 지원 및 성과 예측 체계를 개발

객관적 정보 활용 극대화

건설기업이 수집가능한 정보가 점차 증가함에 따라 각 단계에서 가용한 객관적 정보의 활용을 최대화하고, 전문가 평가 등 주관적 정보의 활용은 최소화하여 기업의 평가 노력을 절감할 수 있는 방향으로 개발

기업 맞춤형 기술 개발

전략기술별 비즈니스모델은 전략기술의 기술수준과 국내건설기업의 기업역량, 대상지역을 고려하여 맞춤형 기술을 개발

비즈니스 모델 및 사업타당성 관련 연구개발은 선진 연구기관 및 건설기업의 기술개발 및 진출현황에 대한 벤치마킹을 바탕으로 기존기술 우위의 차별화된 기술개발의 추진을 도모

기자재 벤더 및 전문업체 평가관리 솔루션은 국내 건설기업의 중점적·전략적 추진국가를 대상으로 구축하되 해당 국가의 건설환경 정보 인프라 구축 수준을 고려하고, 대기업보다는 중견·중소 업체의 지원효과가 높도록 선정하여 추진

다. 연구내용 및 범위

인터랙티브 해외건설 기술협력 정보관리 시스템 개발

국가별 투자여건, 발주제도 등 건설시장 진출여건 및 제약요인 등 건설시장 정보와 공종별, 시설물별 건설 수요 및 니즈 등에 대한 동향정보 제공을 위한 대화형 데이터베이스 및 정보포털 구축

국내 건설기업이 기 수행한 빅데이터를 바탕으로 국가별/지역별/상품별/기업규모별 수익성 등 성과영향요인을 도출하여 미래 프로젝트 수주를 지원하기 위한 기술을 개발

해외건설 조기경보시스템 개발

리스크 기반의 해외건설시장 안정성 예측 및 위험수준 모니터링 체계 및 이를 기반으로 한 지역별 국가별 건설공사 위험 조기경보 시스템 개발을 목표함

해외건설 국가별 리스크/리워드 예측시스템 개발

국내 건설기업의 주요 진출국을 선별하고 국가별 수요변동과 경쟁자 진출현황, 발주자 리스크와 상품별 특성 등에 따른 기회요소 및 위험요소의 분석을 기반으로 한 주요국가의 리스크/리워드 예측시스템 개발

지역별, 국가별, 상품별 과거 수익성 자료를 기반으로 국가 리스크, 프로젝트 리스크 등 수익성 저해 요인을 반영한 해외공사 우량/악성 선별 모듈 개발

과거 동종 프로젝트 사례를 기반으로 상세 견적 이전에 파악 가능한 건설공사 리스크를 바탕으로 사업 경쟁수준과 예상 공사비 변동성을 평가하여 입찰의사결정 지원도구로 활용가능한 입찰관리시스템 개발

전략기술별 맞춤형 해외건설 현지화 솔루션 개발

국내외 건설기업의 전략기술관련 현지화 사례 및 성과 분석과 국내 건설기업의 기술수준과 해외공사 수행역량에 기반한 해외건설 현지화 솔루션 개발

전략기술의 기술수준과 해외 국가별/지역별 요구역량 및 수요분석 등을 통한 해외진출 국가별 상세 시장분석 및 평가 모듈의 개발

전략기술의 해외시장 진출을 위한 전략기술별 세부 비즈니스모델 개발 및 사업성과 확보를 위한 기획단계의 개략 타당성 분석 기법의 개발

해외시장의 핵심 기기별 공급업체, 주요 기술별 전문 업체의 벤더리스트 현황 및 관련기업 정보를 제공하고 해외시장 진출기업이 전략기술의 특성을 기반으로 벤더 및 전문업체를 평가/관리하는 솔루션의 개발

중점과제명	중점과제 정의 및 목표	구성기술 및 목표
인터랙티브 해외건설 기술협력정보관리 시스템 개발	국가별 투자여건, 발주제도 등 건설시장 진출여건 및 제약요인 등 건설시장 정보와 공종별, 시설물별 건설 수요 및 니즈 등에 대한 동향정보 제공을 위한 대화형 데이터베이스 및 정보포털의 구축	중소 건설업체의 해외시장 정보수요 분석을 통한 시설물별, 공종별 해외건설시장 표준정보분류체계
		건설시장 정보 검색 및 맞춤형 정보 제공을 위한 인터랙티브 알고리즘 개발
		국가별, 공종별 정보서비스 제공을 위한 대화용 건설시장 데이터베이스 구축
		국내 건설기업이 수행한 과거 데이터(빅데이터)를 기반으로 국가별/지역별/기업규모별 수익성과 영향인자를 도출하여 미래 프로젝트 수주를 위한 기반을 제공하는 기술
해외건설 조기경보시스템 개발	리스크 기반의 해외건설시장 안정성 예측 및 위험수준 모니터링 체계 및 이를 기반으로 한 지역별 국가별 건설공사 위험 조기경보 시스템 개발을 목표함	해외건설시장의 지역·국가별, 공종별 수익악화 가능성을 판단하는 리스크 분석 및 경고 알고리즘
		해외 건설투자 및 사업성 악화위기와 인과관계 및 선행성 높은 실물·금융 변수 시뮬레이션 기술
		리스크 종합지수(조기경보지수) 개발 및 상시 모니터링 위한 실시간 정보수집 및 분석 플랫폼 구축
		조기경보시스템을 활용한 위험수준 구분 및 수준별 위기대응체계 구축 기술
해외건설 국가별 리스크/리워드 예측시스템 개발	해외 국가별 건설시장의 기회요소 및 위험요소의 분석을 기반으로 한 주요국가 리스크/리워드 예측시스템	진출국의 수요변동과 경쟁자 진출현황, 발주자 리스크와 상품별 특성 등에 따른 기회요소 및 위험요소의 분석을 기반으로 한 국가별 건설리스크/리워드 산정기법을 개발
		국내업체의 개별국가 시장 진출여부 등 의사결정 지원뿐만 아니라 국가별 사업성 변동성을 예측할 수 있는 기초자료 제공
		리스크 기반의 해외공사 우량/악성 예측선별 모듈과, 유사사례 기반의 리스크 수준 및 공사비 변동 영향을 예측, 입찰관리 및 의사결정 지원을 위한 시스템 개발
전략기술별 맞춤형 해외건설 현지화 솔루션 개발	전략기술 관련 국내외 건설기업의 현지화 사례 분석 및 기술수준 및 국내 건설기업의 역량에 맞춘 해외건설 현지화 솔루션 개발	전략기술별 현지화관련 중장기 사업성과 분석 및 기업규모별, 지역별, 상품별 성공사례 조사를 통한 현지화 성공 알고리즘의 연구를 목표함
		해외시장의 핵심 기기별 공급업체, 주요 기술별 전문 업체의 벤더리스트 현황 및 관련기업 정보를 제공하고 해외시장 진출기업이 프로젝트별로 최적업체 선정을 지원하는 솔루션을 제공
		전략기술의 적극적인 해외진출을 위한 전략기술별 요구역량 및 진출 대상 국가별 전략기술관련 상세 시장분석 및 우선순위 평가 모듈의 개발
		전략기술별 사업의 국가별/유형별 비즈니스 모델 및 성공전략을 개발하고, 각 기술의 특성을 반영한 사업기획단계의 공종별 수익성 평가 및 사업성 분석 모듈의 개발
		전략기술의 특성과 건설기업의 기술역량에 기반 한 해외시장 현지화 솔루션 개발을 목표함

라. 연구개발비 및 소요인력

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	합 계	구성비(%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		870	1,080	890	770	650	530	400	80	80	5,350	35%	책임급 : 18인 연구원급 : 35인 보조원급 : 78인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	993	1,431	1,783	1,498	322	442	410	244	82	7,205	46%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	46	62	66	56	24	24	20	8	4	310	2%	
		수용비 및 수수료	23	31	33	28	12	12	10	4	2	155	1%	
		기술정보 활동비	92	124	132	112	48	48	40	16	8	620	4%	
	연구수당		184	248	264	224	96	96	80	32	16	1,240	8%	
	직접비 합계		1,338	1,896	2,278	1,918	502	622	560	304	112	9,530	61%	
	3) 간접비		92	124	132	112	48	48	40	16	8	620	4%	
4) 합계	정부		1,800	2,600	2,800	2,700	1,200	1,200	1,000	400	200	13,900	90%	
	민간		500	500	500	100	-	-	-	-	-	1,600	10%	
	총계		2,300	3,100	3,300	2,800	1,200	1,200	1,000	400	200	15,500	100%	

1중점과제(인터랙티브 해외건설정보관리 시스템 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	합 계	구성비(%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		260	320	320	320	230	210	140	-	-	1,800	35%	책임급 : 6인 연구원급 : 12인 보조원급 : 26인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	388	652	652	571	13	33	103	-	-	2,412	46%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	16	24	24	22	6	6	6	-	-	104	2%	
		수용비 및 수수료	8	12	12	11	3	3	3	-	-	52	1%	
		기술정보 활동비	32	48	48	44	12	12	12	-	-	208	4%	
	연구수당		64	96	96	88	24	24	24	-	-	416	8%	
	직접비 합계		508	832	832	736	58	78	148	-	-	3,192	61%	
	3) 간접비		32	48	48	44	12	12	12	-	-	208	4%	
	4) 합 계		800	1,200	1,200	1,100	300	300	300	-	-	5,200	100%	

2중점과제(해외건설 조기경보시스템 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		-	-	-	130	130	110	80	80	80	610	36%	책임급 : 2인 연구원급 : 4인 보조원급 : 9인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	-	-	-	32	113	133	163	244	82	767	45%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	-	-	-	4	6	6	6	8	4	34	2%	
		수용비 및 수수료	-	-	-	2	3	3	3	4	2	17	1%	
		기술정보 활동비	-	-	-	8	12	12	12	16	8	68	4%	
	연구수당		-	-	-	16	24	24	24	32	16	136	8%	
	직접비 합계		-	-	-	62	158	178	208	304	112	1,022	60%	
3) 간접비			-	-	-	8	12	12	12	16	8	68	4%	
4) 합 계			-	-	-	200	300	300	300	400	200	1,700	100%	

3중점과제(해외건설 국가별 리스크/리워드 예측시스템 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		210	260	140	-	-	-	-	-	-	610	34%	책임급 : 2인 연구원급 : 4인 보조원급 : 9인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	276	226	346	-	-	-	-	-	-	848	47%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	12	12	12	-	-	-	-	-	-	36	2%	
		수용비 및 수수료	6	6	6	-	-	-	-	-	-	18	1%	
		기술정보 활동비	24	24	24	-	-	-	-	-	-	72	4%	
	연구수당		48	48	48	-	-	-	-	-	-	144	8%	
	직접비 합계		366	316	436	-	-	-	-	-	-	1,118	62%	
3) 간접비			24	24	24	-	-	-	-	-	-	72	4%	
4) 합 계			600	600	600	-	-	-	-	-	-	1,800	100%	

4중점과제(전략기술별 맞춤형 해외건설 현지화 솔루션 개발) 예산

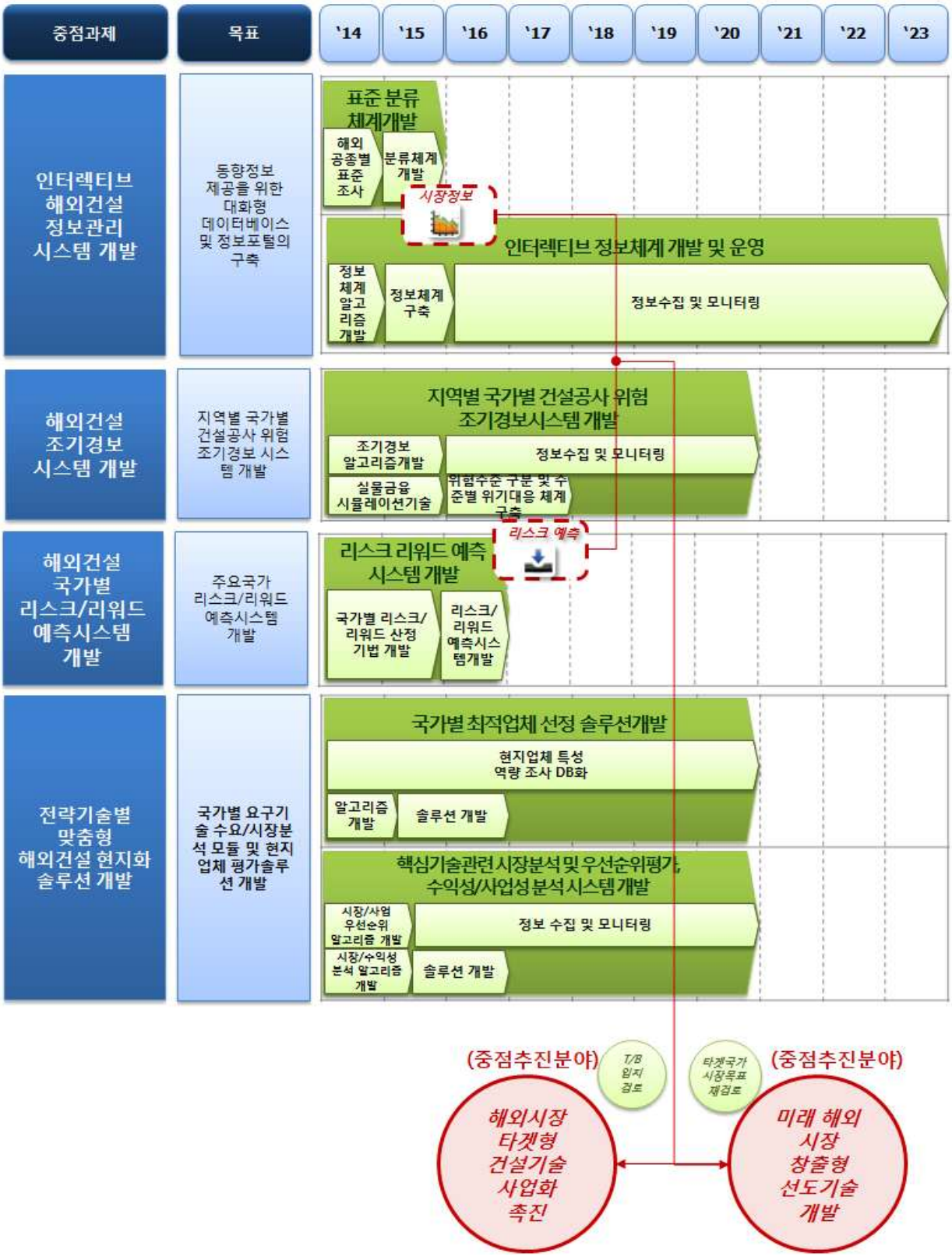
(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		400	500	430	320	290	210	180	-	-	2,330	34%	책임급 : 8인 연구원급 : 15인 보조원급 : 34인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	329	553	785	895	196	276	144	-	-	3,178	47%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	18	26	30	30	12	12	8	-	-	136	2%	
		수용비 및 수수료	9	13	15	15	6	6	4	-	-	68	1%	
		기술정보 활동비	36	52	60	60	24	24	16	-	-	272	4%	
	연구수당		72	104	120	120	48	48	32	-	-	544	8%	
	직접비 합계		464	748	1,010	1,120	286	366	204	-	-	4,198	62%	
	3) 간접비		36	52	60	60	24	24	16	-	-	272	4%	
	4) 합 계		900	1,300	1,500	1,500	600	600	400	-	-	6,800	100%	

마. 성과평가지표

중점과제명	구성기술	성과목표	성과지표
인터랙티브 해외건설 기술협력정보관리 시스템 개발	시설물별, 공종별 해외건설시장 표준정보분류체계	해외시장 분석을 통한 시설물별, 공종별 해외건설시장 표준정보분류체계 개발	표준정보분류체계
	건설시장 정보 제공 인터랙티브 알고리즘	건설시장 정보 검색 및 맞춤형 정보 제공을 위한 인터랙티브 알고리즘 개발	인터랙티브 알고리즘
	국가별, 공종별 건설시장 데이터베이스	국가별, 공종별 정보서비스 제공을 위한 대화용 건설시장 데이터베이스 구축	해외건설 시장 정보시스템 (SW 1건)
	건설기업이 수행 과거 데이터(빅데이터) 기반으로 국가별/지역별/기업규모별 수익성 및 영향인자 도출	국가별/지역별/기업규모별 수익성과 영향인자를 도출하여 미래 프로젝트 수주를 위한 기반을 제공	빅데이터 분석 기법
해외건설 조기경보시스템 개발	지역·국가별, 공종별 리스크 분석 및 경고 알고리즘	해외건설시장의 지역·국가별, 공종별 수익악화 가능성을 판단하는 리스크 분석 및 경고 알고리즘 개발	리스크 분석 알고리즘
	실물·금융 변수 시뮬레이션 기술	해외 건설투자 및 사업성 악화위기와 인과관계 및 선행성 높은 실물·금융 변수 시뮬레이션 기술 개발	실물·금융 변수 시뮬레이션 기술
	리스크 종합지수(조기경보지수) 모니터링 및 분석 플랫폼	리스크 종합지수(조기경보지수) 개발 및 상시 모니터링 위한 실시간 정보수집 및 분석 플랫폼 구축	리스크 분석 플랫폼
	위험수준 조기경보시스템	조기경보시스템을 활용한 위험수준 구분 및 수준별 위기대응체계 구축	해외건설조기경보시스템 (SW 1건)
해외건설 국가별 리스크/리워드 예측시스템 개발	국가별 건설리스크/리워드 산정기법	진출국의 수요변동과 경쟁자 진출현황, 발주자 리스크와 상품별 특성 등에 따른 국가별 리스크/리워드 산정기법 개발	리스크/리워드 산정기법
	국가별 사업성 변동성을 예측	국가별 사업성 변동성을 예측 가능 기초자료 제공	사업 변동성 분석기법
	입찰관리 및 의사결정 지원 시스템	리스크 기반의 해외공사 우량/악성 예측선별 모듈, 입찰관리 및 의사결정 지원을 위한 시스템 개발	국가별 리스크/리워드 예측시스템 (SW 1건)
전략기술별 맞춤형 해외건설 현지화 솔루션 개발	현지화 성공 알고리즘	기업규모별, 지역별, 상품별 성공사례 조사를 통한 현지화 성공 알고리즘 개발	성공사례 알고리즘 분석
	현지 최적업체 선정을 지원 솔루션	해외시장의 핵심 기기별 공급업체, 주요 기술별 전문 업체 정보 제공	현지자재, 업체정보시스템 (SW 1건)
	진출 대상 국가별 전략기술관련 상세 시장분석 및 우선순위 평가 모듈	국가별 전략기술관련 상세 시장분석 및 우선순위 평가 모듈 개발	시장 분석 모듈
	공종별 수익성 평가 및 사업성 분석 모듈	전략기술별 사업의 국가별/유형별 비즈니스 모델 및 성공전략을 개발	사업성 분석 모듈
	해외시장 현지화 솔루션	전략기술의 특성과 건설기업의 기술역량에 기반 한 해외시장 현지화 솔루션 개발	현지화 가이드라인

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
'19
'20
'21
'22
'23
인터렉티브 해외건설 정보관리 시스템 개발
등향정보 제공을 위한 대화형 데이터베이스 및 정보포털의 구축
표준 분류 체계개발
해외 공종별 표준 조사
분류체계 개발
시장정보
인터렉티브 정보체계 개발 및 운영
정보 체계 알고 리즘 개발
정보체계 구축
정보수집 및 모니터링
해외건설 조기경보 시스템 개발
지역별 국가별 건설공사 위험 조기경보 시스템 개발
지역별 국가별 건설공사 위험 조기경보 시스템 개발
조기경보 알고리즘개발
정보수집 및 모니터링
실물금융 시뮬레이션기술
위험수준 구분 및 수준별 위기대응 체계 구축
리스크 예측
해외건설 국가별 리스크/리워드 예측시스템 개발
주요국가 리스크/리워드 예측시스템 개발
리스크 리워드 예측 시스템 개발
국가별 리스크/ 리워드 산정 기법 개발
리스크/ 리워드 예측시스 템개발
전략기술별 맞춤형 해외건설 현지화 솔루션 개발
국가별 요구기술 수요/시장분석 모듈 및 현지 업체 평가솔루션 개발
국가별 최적업체 선정 솔루션개발
현지업체 특성 역량 조사 DB화
알고리즘 개발
솔루션 개발
핵심기술관련 시장분석 및 우선순위평가, 수익성/사업성 분석 시스템 개발
시장/사업 우선순위 알고리즘 개발
정보 수집 및 모니터링
시장/수익성 분석 알고리즘 개발
솔루션 개발
(중점추진분야)
T/B 입지 검토
타겟국가 시장목표 재검토
(중점추진분야)
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진
미래 해외 시장 창출형 선도기술 개발

1.1.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

대화형 데이터베이스를 통한 맞춤형 정보 제공으로 정보수요에 대한 체계적 대응 및 부족정보의 신속한 보완 가능

시장, 수주, 기술기준, 제도, 계약, 건설환경, 문화 등 국가별 공종별 사업 수주 및 사업 성과 상용화를 위한 제반 정보에 대한 상시 업데이트 가능

해외사업 위험요인에 대한 체계적 대응 가능

위험요인별 대응전략 제시로 신속한 위험 대응활동 및 사전차단활동 전개 가능

개별국가별 건설리스크 산정을 통한 다양한 건설위험의 대응시나리오 검토 가능

수익성 예측의 정확도 향상

해외사업의 공사비 및 수익성 변동을 위한 기초자료 제공

다양한 시나리오에 따른 공사비 변동정도를 예측하여 수주 타당성 검토 가능

공사비 변동성 검토를 통한 최적의 입찰금액 결정 지원 가능

전략기술별로 발주유도형, 민간참여형 등 다양한 비즈니스 모델 구축을 통해 적극적인 수주활동 전개 가능

전략기술별 맞춤형 사업타당성 분석 기술 고도화로 인해 수익개선을 위한 대응전략 수립 가능

나. 경제적 기대효과

해외시장에 대한 종합적인 정보지원으로 인해 국내기업의 해외진출 시 정보수집 비용 절감이 가능하며 보다 체계적인 정보 지원으로 인해 수익성 향상이 기대

해외시장에 대한 중장기적 전망이 가능하여 진출국의 위험가능성을 사전에 파악하여 대응함으로서 해외건설 수익률 향상이 기대

개략공사비 예측 정확도 향상으로 해외공사 입찰시 수익성 확보여건 마련

해외 건설공사 수익성 예측역량 확보를 통한 악성 프로젝트 수주 조기차단

프로젝트별로 최적화된 기자재 공급업체, 전문건설업체가 선정되도록 지원하여 프로젝트 수익성 강화 및 위험요인 최소화

- 등록된 벤더에 대한 역량평가를 통해 부실업체 활용가능성을 차단하여 견적역량 향상 및 원가경쟁력, 사업성 개선에 기여

전략기술 기반의 지역별, 상품별 맞춤형 투자개발형 사업을 통해 수주 경쟁력 강화 및 사업다각화에 기여

대기업에 집중되었던 해외건설 수주가 전문건설 및 기자재 벤더로 확산되어, 외화 가득률 향상에 기여

다. 정책적 기대효과

특정 국가 및 공종의 리스크에 대한 정부차원의 경보시스템 구축·운영을 통해 국내 건설기업의 해외건설사업 선별역량 제고에 기여

고위험 국가 및 악성프로젝트에 대한 무분별한 해외진출 조정, 금융권 보증·보험 검토시 활용 가능한 기반 제공

신성장동력인 전략기술의 활성화로 인해 해외건설 지속성장이 예상

대기업 위주의 해외진출에서 전문건설 및 기자재 벤더의 동반진출로 인해 대·중소기업 동반진출 확대 및 수익성 제고에 기여

1.2 핵심과제: 중소 · ENG사 해외사업 수행 지원시스템 구축

1.2.1 개요

가. 핵심과제 정의

투자개발/발주유도 등 선진 리더형 사업의 수주전략 달성을 위한 기반 기술을 개발

민간투자, 발주유도 사업 등 투자개발형 사업의 수행역량 확보 및 능동적·선제적 서비스 제공을 바탕으로 한 전략상품의 해외수출 확대를 위한 비즈니스 모델을 개발하고, 이를 성공적으로 수행하기 위한 기획협상 및 계약관리 지원 시스템을 개발하는 기술

건설기업에 적합한 해외공사 역량 평가 체계 및 건설 전 생애주기를 포괄하는 통합 리스크 기반의 사업성과 평가 시스템 구축

효율적이고 체계적인 해외건설 지원의 기반으로서 합리적이고 공신력 있는 해외건설기업의 사업수행역량 평가체계를 구축하되, 기업규모 및 특성을 고려하기 위해 대기업, 중소 및 전문건설업체, 엔지니어링업체에 특화된 평가체계를 개발함

해외공사의 기획 및 입찰단계, 계약 단계, 구매조달 및 시공단계 등 각 생애주기 리스크의 통합관리와, 개별 분산된 프로젝트 리스크의 전사적 통합관리가 가능한 기술을 개발하고, 이를 기반으로 프로젝트 리스크관리 의사결정지원(DSS) 기능을 갖춘 지능형 에이전트 시스템 기반의 관리모듈 개발중소/엔지니어링 기업의 자기진단 기반의 입찰 기술, 맞춤형 리스크 관리 기술의 고도화를 통한 글로벌 사업수행 기반 구축 및 이를 지원하기 위한 해외공사 보증 및 보험 개선체계 개발

해외공사 수행역량 자기진단, 입찰시뮬레이션, 리스크 관리 등 중소/엔지니어링 기업의 해외진출 역량 강화를 위한 목적으로 기업규모 및 사업영역을 고려한 맞춤형 사업관리시스템을 개발

시장개척·타당성 분석, 분쟁 및 클레임, 계약도서 분석 및 관리 등 중소업체의 수요 맞춤형 리스크 관리 역량 개선 기술의 개발

대기업과 비교해 해외공사 참여경험 및 수행역량이 부족한 중소기업의 지원을 효율화·다각화하기 위해 기업의 니즈와 현안에 따른 맞춤형 컨설팅 지원체계의 구축

나. 기술개발 필요성

해외 발주 트렌트 변화로 Total Solution Provider에 대한 수요가 증가

최근 해외건설시장에서는 신흥국의 인프라 확충 수요 증가와 북미 및 유럽 등 기존 선진국의 예산 부족을 보완하기 위한 민간투자사업의 수요가 증가하고 있으나 사업의 특성 상 우리 건설기업의 참여는 미흡함

투자개발형 사업은 시장조건 및 사업환경에 대한 리스크 분석을 바탕으로 한 체계적인 사업타당성 평가와, 금융리스크 관리, 계약관리 등 전방위적인 시스템 엔지니어링 역량을 필요로 하므로 이에 대한 역량확보가 필요함

해외시장 경쟁의 첨예화에 따라 시공이전 단계 경쟁력 강화를 통해 발주유도형(선제안방식) 수주에 대한 관심이 높아지고 있으나 관련 인프라 구축은 미흡함

중소/엔지니어링 기업의 해외시장 진출분야는 규모 및 사업영역이 대기업과 달라 차별화된 사업관리 및 현장조직관리, 리스크관리 등의 지원이 필요

중소/엔지니어링기업 진출 해외시장의 사업영역, 규모는 대기업과 상이하여 차별화된 사업관리 역량 필요

- 소기업의 해외시장 진출분야는 규모 및 사업영역이 대기업과 달라 차별화된 사업관리 및 현장조직관리, 리스크관리, 진출 비즈니스 전략 등의 지원이 필요하나, 조직적·재정적 역량의 한계로 자체적인 해외사업 수행역량 및 조직의 보완이 어려운 실정

중소/엔지니어링기업은 해외 사업수행을 사업관리 전반의 역량이 낮으며 통합 리스크 관리체계 필요

- 중소기업은 해외진출 전략, 재원확보, 정보획득, 리스크관리, 클레임 대응 등 전반적 사업관리 역량이 미흡하고 해외공사 노하우와 준비가 부족한 상황임

- 국내업체 해외수주 공사 중 적자공사의 비율은 대기업의 경우 약 전체사업의 20%이나 중소·엔지니어링업체의 경우 33%를 육박해[112] 해외사업 수행역량의 개선 및 지원이 필요함

- 중소기업들은 계약관리, 안전관리, 공정관리, 품질관리, 리스크관리 등 다양한 시스템엔지니어링 기술분야의 역량이 부족한 실정임[113]

112) 연세대학교 (2011) 해외공사 수행매뉴얼 작성연구, 국토해양부 용역보고서
113) 설계 · 시공 · 컨설팅 등 건설업계, 학계 및 연구소, 관련 금융 및 법률기관 실무자 80여명으로 구성된 민간조직

해외건설협회의 중소기업수주지원센터를 통한 지원은 컨설팅에 한정되어 해외건설사업 수행역량의 지속적 향상에 한계

해외건설협회의 중소기업수주지원센터는 중소 건설업체들의 해외진출을 정보입수와 프로젝트 발굴 및 수주활동과 계약, 시공, 준공 단계의 각종 업무 지원체계를 구축하고 있음

계약, 클레임, 안전관리, 공정관리, 품질관리 등 직접적인 중소업체의 확보필요역량 확보와 연결되지 못하는 한계 존재

중소업체의 사업수행역량 부족은 적자공사비율 증가로 나타나고 있음

국내업체 해외수주 공사 중 적자공사의 비율은 대기업의 경우 약 전체사업의 20%이나 중소·엔지니어링업체의 경우 33%를 육박해[114] 해외사업 수행역량의 개선 및 지원이 필요함

중소기업들은 계약관리, 안전관리, 공정관리, 품질관리, 리스크관리 등 다양한 시스템엔지니어링 기술분야의 역량이 부족한 실정임[115]

중소업체들의 해외진출 시 가장 큰 애로사항의 하나가 입찰보증, 계약이행보증 등 금융기관의 문턱을 넘기 어렵다는 점이나[116], 이에 대한 해결방안은 요원한 실정임

다. 기술개발 목표

중소 · ENG사 해외사업관리 및 의사결정지원시스템 구축 및 운영

중소 · ENG사 현장조직 관리, 공사 프로세스 최적화 알고리즘 개발 · 시스템 구축

분쟁사례/클레임 Classification, 수익성 기반 상시 리스크관리 및 의사결정지원시스템 구축

114) 연세대학교 (2011) 해외공사 수행매뉴얼 작성연구, 국토해양부 용역보고서
115) 설계 · 시공 · 컨설팅 등 건설업계, 학계 및 연구소, 관련 금융 및 법률기관 실무자 80여명으로 구성된 민간조직
116) 한국건설산업연구원 건설관리연구실 (2012) 해외건설 수적 누주액 1조 달러 조기 달성을 위한 10대 전략과제

라. 중점과제 및 구성기술체계

중점과제명	중점과제 정의 및 목표	구성기술 및 목표
중소/엔지니어링 기업의 자기진단 기반 해외공사 입찰 시뮬레이터 개발	중소/엔지니어링 기업의 자기진단 기반의 도급 직접진출, 국내기업과 연계진출, 해외기업 하청진출 등 입찰 시뮬레이션 모델 개발을 목표함	중소/엔지니어링 기업의 과거 사례를 통한 해외공사 입찰 시뮬레이션 모델 개발
		중소/엔지니어링의 해외공사 자기진단을 위한 평가지표 도출 및 역량수준 분류기준 개발
		입찰 시뮬레이션과 자기진단 결과를 활용한 입찰 의사결정 시뮬레이터 개발
중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 통합 리스크 관리 시스템개발	중소/엔지니어링 기업의 해외 중점 진출 사업영역의 규모 및 밸류체인(value chain)을 고려한 시장개척·타당성 분석, 분쟁 및 클레임, 계약도서 분석 및 관리 등 중소업체의 수요 맞춤형 리스크 관리 역량 개선을 목표함	중소기업의 수요, 진출공종, 내부역량 등을 기반으로 해외공사의 공종별·생애주기별 리스크 관리 프로세스 개발
		중소기업의 수요, 진출공종, 내부역량 등을 반영한 해외공사의 공종별·생애주기별 리스크 요인 도출 및 요인별 영향정도 분석 알고리즘
		시장개척, F/S, 클레임, 계약서 분석/관리 등 중소업체 취약점 보완을 위한 리스크관리 프로세스 개발
		대기업과 차별화된 중소/엔지니어링 기업의 현안 해결을 위한 수요 분석 및 맞춤형 컨설팅 지원체계를 개발
중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 보증 및 보험 지원체계 개발	금융기관의 보증·보험 체계 개선, 정부 및 유관기관의 해외 보증·보험 지원 방안 도출 등 중소기업의 해외진출 기반 강화를 위한 보증 및 보험 지원체계 개선을 목표함	장기적 관점에서의 정부 및 유관기관의 해외 보증 및 보험 지원체계 개선 방안 수립
		중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외건설 보증 및 보험 지원체계 고도화 알고리즘 개발

1.2.2 기술 및 시장동향

국토교통부는 국가연구개발사업을 통해 비즈니스 모델 및 중소/엔지니어링 협력 방안에 대한 연구를 수행하였으나, 이들 사업은 수혜대상 및 적용 단계가 한정

국토교통부는 LNG 플랜트 사업을 통해 해외비즈니스 모델을 개발하였고, 해외건설협회를 통해 중소/엔지니어링 기업의 해외진출을 지원

국토교통부는 고부가가치 공종의 진출을 통한 수주확대 및 수익률 제고의 필요성을 강조하고 있으나 제반 기술력 미비

해외 건설시장 경쟁심화와 투자개발사업 확대 흐름에 따라 국내 기업들의 사업추진 관심은 증가하고 있으나, 사업성 평가역량을 부재

국내 건설업체들이 시공경험 이외에 부족한 민간투자사업 개발역량 강화를 위해서는 경험을 보완할 수 있는 지원방안이 필요

국토교통부는 통합리스크관리시스템을 개발하였으나 데이터 개선 및 유지보수 부족으로 활용도가 낮음

국토교통부는 FIRMS를 통해 해외공사의 입찰단계의 리스크관리 시스템을 제공하고 있으나, 공종별 특성반영 및 자료의 업데이트가 미흡함

국토교통부는 건설기업의 수행역량을 평가하기 위한 연구를 추진하였으나 실무 적용성이 미흡

국토교통부는 해외공사수행역량평가 연구를 통해 우리건설기업의 해외공사 수행역량을 평가하기 위한 연구를 수행하였으나, 기초연구 성격으로 대기업에 한정되어 실무 적용성이 떨어짐

해외건설협회와 한국엔지니어링진흥협회를 통해 해외진출 지원 및 리스크관리 서비스 제공하고 있으나 미흡

국토교통부는 해외건설종합정보서비스를 통해 발주정보, 시장수주동향, 건설 환경, 교육훈련 등의 정보를 온라인으로 제공하고있으나, 중소/엔지니어링 기업의 니즈와는 간격이 있음

한국엔지니어링진흥협회는 엔지니어링 해외진출과 관련하여 교육 및 컨설팅 지원 등 다양한 지원을 추진중에 있으나 에너지, 정보, 통신 등 타분야 엔지니어링과 공용하여 실질적인 건설엔지니어링업체의 혜택이 거의 없는 실정임[117]

국토교통부는 리스크관리 시스템을 개발·운영 하고 있으나 대기업 위주의 시스템임

국토교통부는 FIRMS를 통해 해외공사의 리스크관리 시스템을 제공하고 있으나, 수혜대상이 극소수의 대기업으로 중소/엔지니어링 기업의 니즈와는 간격이 있음

[표 Ⅲ-3] 유사 국가연구개발사업 검토(중소·ENG사 해외사업 수행 지원시스템 구축)

부처명	사업명	과제명	산출물	개발대상기술과 차이점
국토교통부	중소기업 수주지원센터		수주지원 체계	해외진출을 위한 상담업무중심의 체계를 중소기업 역량평가를 기반으로 한 기업 맞춤형 사업관리 지원 방안 구축
국토교통부	LNG 플랜트 사업	해외사업모델 개발	해외사업진출 전략 및 비즈니스 모델	LNG 플랜트에 한정된 해외 비즈니스 모델을 공종별, 상품별, 제휴유형별로 세분화하여 연구를 수행
국토교통부	2003 건설기술기반 혁신사업	해외공사의 생산성 및 수익성 향상을 위한 RISK MANAGEMENT 시스템 구축 및 웹(Web) 기반의 실무지침서 개발	해외건설종합 정보시스템	해외건설 단순 통계 및 수행정보의 축적 외에 국가리스크, 현지업체 정보, 발주동향 등 해외의 고급 정보 수집 기능 구축
국토교통부	LNG 플랜트 사업	해외사업모델 개발	해외사업진출 전략 및 비즈니스 모델	LNG 플랜트에 한정된 해외 비즈니스 모델을 공종별, 상품별, 제휴유형별로 세분화하여 연구를 수행
국토교통부	2003 건설기술기반 혁신사업	해외공사의 생산성 및 수익성 향상을 위한 RISK MANAGEMENT 시스템 구축 및 웹(Web) 기반의 실무지침서 개발	해외건설종합 정보시스템	해외건설 단순 통계 및 수행정보의 축적 외에 국가리스크, 현지업체 정보, 발주동향 등 해외의 고급 정보 수집 기능 구축

117) 최지희 (2012) 중견건설·엔지니어링사 해외진출 지원금 확대, 건설경제, http://www.cnews.co.kr/uhtml/read.jsp?idxno=2012052917081937509 27 (2012-05-29)

해외 선진 건설사는 투자개발 전담부서의 운영을 통해 매출 및 수익비중을 확대하고 있음

세계 토목분야 2위 업체인 Strabag SE는 2010년 전자징수시스템 전문기업인 Efkon AG사를 인수하였으며, 이러한 사업영역 (value chain) 확대를 통해 Strabag SE는 동유럽 국가를 중심으로 도로PPP 사업을 확대해 나가고 있음

프랑스기업인 Vinci의 경우도 2006년 도로운영기업 Autoroutes를 인수하였는데, 이후 Autoroutes가 Vinci 전체 매출액의 13%와 전체 수익의 47%를 차지하는 성과를 보이고 있음

Skanska 등 선진기업들은 시장 기반(market-oriented) 관점에서 해외진출 전략을 수립하고, 수주목표 보다는 도급형 사업, 투자개발형 사업 등 사업유형별 특성에 따른 수익 목표를 설정하여 질적 측면의 성과에 주력하고 있음

해외 선진기업은 M&A, 전략적 제휴를 통한 사업영역 확산 및 사업영역 확대를 도모

선진 건설기업들은 일괄 발주 (Total selling) 형태의 패턴에 대응하고 사업다각화를 도모하기 위해 M&A 또는 전략적 제휴 등을 통한 사업영역 확대 및 위험분산을 도모함으로써, 핵심경쟁력을 유지 또는 확산하고 있음

해외 기업의 M&A는 상품종류 및 시장을 다각화함으로써 사업 포트폴리오의 전략적 구성에 중점을 두고 있음

해외의 건설기업의 M&A는 국내의 적자 건설기업이나 민영화 전향 기업 인수와는 달리 대상유망기업 및 핵심기술 보유기업 등의 합병·제휴를 통한 발전적인 방향을 제시

미국 텍사스 교통국에서는 발주유도형 사업수주를 위한 시공 이전 서비스(Pre-construction service)와 관련된 시공이전 업무매뉴얼을 제시한 바 있음

미국 텍사스 교통국(Texas Department of Transportation)은 건설계약관리 매뉴얼[118](Construction contract administration manual)발간을 통해 프로젝트 성과 향상을 위한 시공 이전의 최적 기술 및 자재 선정, 공기 산정, 예산검토 등 업무 가이드라인을 제시하였음

118) Texas Department of Transportation (2007) Construction Contract Administration Manual Section 3: Pre-construction Conference, http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/cah/pre_construction_conference.htm (2012-12-12)

해외 선진 건설사는 기업 고유의 리스크 관리체계를 운영 중

Hochtief AG는 수행중인 사업의 각종 리스크 인자를 검토하고 예측하며, 이를 그룹 차원의 수준에서 취합하여 리스크의 발생가능성, 잠재적 영향수준 등을 정량적으로 평가해 Risk Management Steering Committee를 통해 매니지먼트 차원에서 논의

국내 엔지니어링 관련 제도는 글로벌 통용기준과 동떨어져 해외시장 진입에 걸림돌인 상황

국내 건설엔지니어링은 법/제도의 국제표준화가 미흡하여 용역업자 분류체계, 설계 대가기준, 입낙찰방식, 설계도서 측면에서 선진국과 큰 차이를 보이고 있음[119)]

국내 설계기준은 북미, 유럽 등 글로벌 통용 설계기준을 따르지 않는 소위 "국적 불명"의 코드를 따르고 있어 엔지니어링 분야를 결합한 사업 또는 엔지니어링 영역의 진출에 장애가 되고 있는 실정

1.2.3 사업내용

가. 연구개발목표

중소 · ENG사 해외사업관리 및 의사결정지원시스템 구축 및 운영

중소 · ENG사 현장조직 관리, 공사 프로세스 최적화 알고리즘 개발 · 시스템 구축

분쟁사례/클레임 Classification, 수익성 기반 상시 리스크관리 및 의사결정지원시스템 구축

나. 연구개발전략

연구추진을 위한 전략은 다음과 같음

기업규모 및 사업영역을 고려한 맞춤형 관리체계, 의사결정 지원 시스템 등으로 구성

중소/엔지니어링 기업의 규모 및 사업영역을 고려한 중장비 비즈니스 모델 구축에 중점

중소/엔지니어링 기업의 수요와 니즈 맞춤형 보증·보험 체계 개선 등으로 구성

119) 건설산업선진화위원회 (2009) 건설산업선진화비전 2020 종합보고서

다. 연구내용 및 범위

중소/엔지니어링 기업 자기진단 기반 해외공사 입찰시뮬레이터 개발

중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 수행역량 자기진단 알고리즘 개발

중소/엔지니어링 기업의 자기진단 기반의 도급 직접진출, 국내기업과 연계진출, 해외기업 하청진출 등 입찰 시뮬레이션 모델 개발

중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 리스크 및 사업관리 솔루션 개발

공종별 생애주기별 리스크관리체계 및 계약 및 클레임 대응관리체계를 구축

시장개척·타당성 분석·EPC 등 생애주기별 리스크 및 진출 공종에 따른 중소업체의 수요 맞춤형 리스크 관리 역량 강화를 위한 체계적인 관리 프로세스 도입 및 시스템 개발

중소/엔니지어링 기업의 해외진출시의 현안/문제 해결을 위한 수요 및 니즈 분석 기반의 컨설팅 지원 체계 개발

중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 보증 및 보험 지원체계 개발

정부 및 유관기관의 장기적 중소/엔지니어링 기업 지원을 위한 해외건설 지원체계 개발

중소/엔지니어링 기업의 해외진출 의사결정과 수익성 향상을 위한 자기역량 진단 기반의 입찰 시뮬레이터 개발

라. 연구개발비 및 소요인력

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비	목		2017	2018	2019	2020	2021	2022	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		200	300	260	230	130	80	1,200	38%	책임급 : 7인 연구원급 : 7인 보조원급 : 12인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	43	267	550	418	32	82	1,392	44%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구 활동비	여비	6	14	20	16	4	4	64	2%	
		수용비 및 수수료	3	7	10	8	2	2	32	1%	
		기술정보 활동비	12	28	40	32	8	8	128	4%	
	연구수당		24	56	80	64	16	16	256	8%	
	직접비 합계		88	372	700	538	62	112	1,872	59%	
	3) 간접비		12	28	40	32	8	8	128	4%	
4) 합계	정부		200	600	900	700	200	200	2,800	88%	
	민간		100	100	100	100	-	-	400	12%	
	총계		300	700	1,000	800	200	200	3,200	100%	

1중점과제(중소/엔지니어링 기업 자기진단 기반 해외공사 입찰시뮬레이터 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2017	2018	2019	2020	2021	2022	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		100	150	110	-	-	-	360	30%	책임급 : 2인 연구원급 : 2인 보조원급 : 4인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	22	174	417	-	-	-	612	51%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구 활동비	여비	3	8	13	-	-	-	24	2%	
		수용비 및 수수료	2	4	7	-	-	-	12	1%	
		기술정보 활동비	6	16	26	-	-	-	48	4%	
	연구수당		12	32	52	-	-	-	96	8%	
	직접비 합계		44	234	514	-	-	-	792	66%	
	3) 간접비		6	16	26	-	-	-	48	4%	
	4) 합 계		150	400	650	-	-	-	1,200	100%	

2중점과제(중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 리스크 및 사업관리 솔루션 개발 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2017	2018	2019	2020	2021	2022	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		100	150	150	80	-	-	480	34%	책임급 : 3인 연구원급 : 3인 보조원급 : 4인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	22	93	134	406	-	-	654	47%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구 활동비	여비	3	6	7	12	-	-	28	2%	
		수용비 및 수수료	2	3	4	6	-	-	14	1%	
		기술정보 활동비	6	12	14	24	-	-	56	4%	
	연구수당		12	24	28	48	-	-	112	8%	
	직접비 합계		44	138	186	496	-	-	864	62%	
	3) 간접비		6	12	14	24	-	-	56	4%	
	4) 합 계		150	300	350	600	-	-	1,400	100%	

3중점과제(중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 보증 및 보험 지원체계 개발) 예산

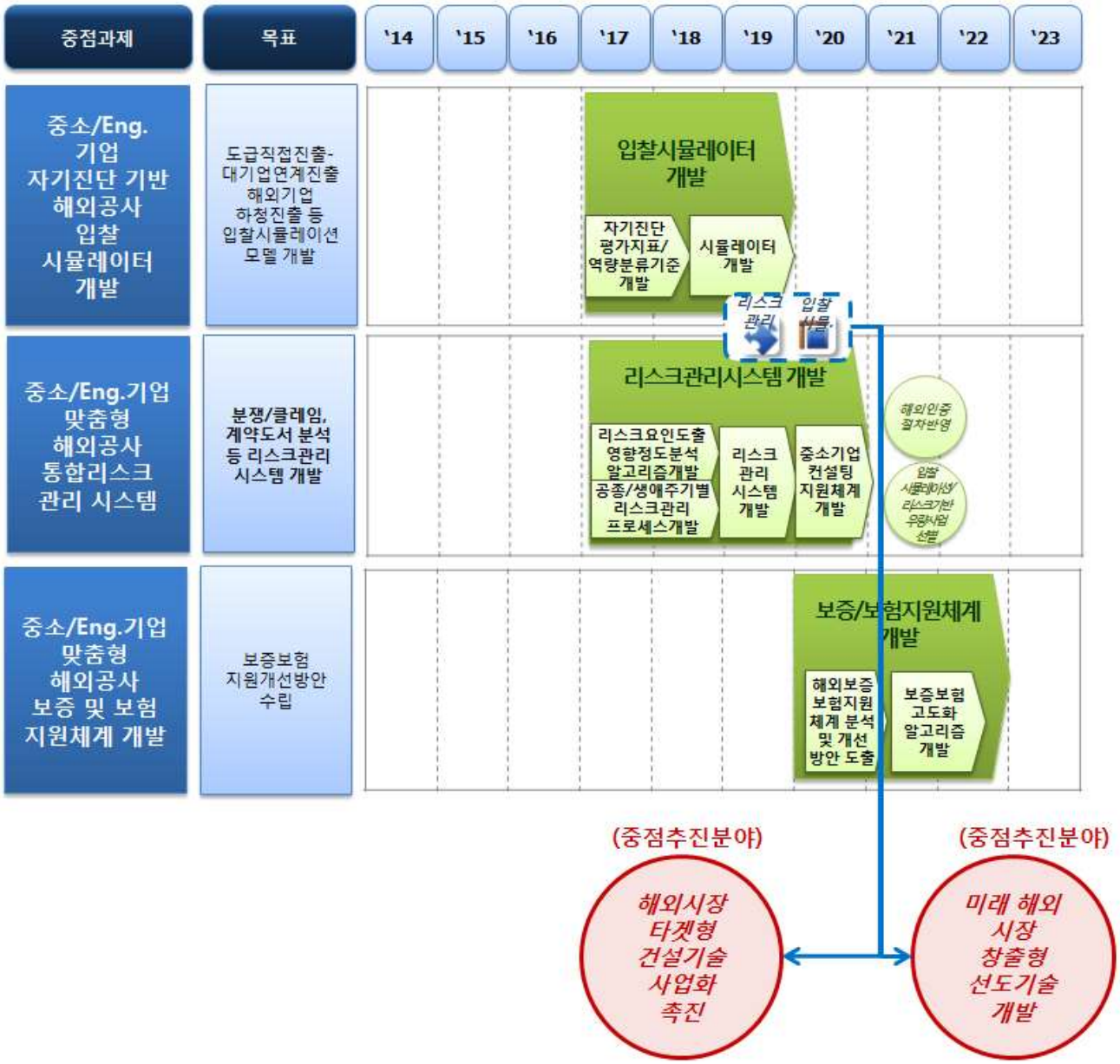
(단위 : 백만원)

비	목		2017	2018	2019	2020	2021	2022	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		-	-	-	150	130	80	360	60%	책임급 : 2인 연구원급 : 2인 보조원급 : 4인
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	-	-	-	12	32	82	126	21%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구 활동비	여비	-	-	-	4	4	4	12	2%	
		수용비 및 수수료	-	-	-	2	2	2	6	1%	
		기술정보 활동비	-	-	-	8	8	8	24	4%	
	연구수당		-	-	-	16	16	16	48	8%	
	직접비 합계		-	-	-	42	62	112	216	36%	
	3) 간접비		-	-	-	8	8	8	24	4%	
	4) 합 계		-	-	-	200	200	200	600	100%	

마. 성과평가지표

중점과제명	구성기술 및 목표	성과목표	성과지표
중소/엔지니어링 기업의 자기진단 기반 해외공사 입찰 시뮬레이터 개발	해외공사 입찰 시뮬레이션 모델	중소/엔지니어링 기업의 과거 사례를 통한 해외공사 입찰 시뮬레이션 모델 개발	시뮬레이션 모델
	중소/엔지니어링 기업의 자기진단 평가지표	중소/엔지니어링의 해외공사 자기진단을 위한 평가지표 도출 및 역량수준 분류기준 개발	자기진단 평가지표
	입찰 의사결정 시뮬레이터	입찰 시뮬레이션과 자기진단 결과를 활용한 입찰 의사결정 시뮬레이터 개발	자기진단 기반 해외공사 입찰 시뮬레이터 (SW 1건)
중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 통합 리스크 관리 시스템개발	공종별·생애주기별 리스크 관리 프로세스	중소기업의 수요, 진출공종, 내부역량 등을 기반으로 해외공사의 공종별·생애주기별 리스크 관리 프로세스 개발	리스크 관리 가이드라인
	리스크 요인 도출 및 요인별 영향정도 분석 알고리즘	중소기업의 수요, 진출공종, 내부역량 등을 반영한 해외공사의 공종별·생애주기별 리스크 요인 도출 및 요인별 영향정도 분석 알고리즘	리스크 요인 도출 및 요인별 영향정도 분석 알고리즘
	시장개척, F/S, 클레임, 계약서 분석/관리 등 리스크관리 프로세스	시장개척, F/S, 클레임, 계약서 분석/관리 등 중소업체 취약점 보완을 위한 리스크관리 프로세스 개발	시장매력도, 분쟁/클레임가능성, 계약조건 기반 생애주기별 통합 리스크관리시스템 (SW 1건)
	중소/엔지니어링 기업의 현안 해결을 위한 수요 분석	대기업과 차별화된 중소/엔지니어링 기업의 현안 해결을 위한 수요 분석 및 맞춤형 컨설팅 지원체계를 개발	수요 분석 및 맞춤형 컨설팅 지원체계
중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외공사 보증 및 보험 지원체계 개발	정부 및 유관기관의 해외 보증 및 보험 지원체계	장기적 관점에서의 정부 및 유관기관의 해외 보증 및 보험 지원체계 개선 방안 수립	해외공사 보험/보증시원체계 (제도 1건)
	해외건설 보증 및 보험 지원 체계 고도화 알고리즘	중소/엔지니어링 기업 맞춤형 해외건설 보증 및 보험 지원 체계 고도화 알고리즘 개발	보증 및 보험 지원 체계 고도화 알고리즘

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
'19
'20
'21
'22
'23
중소/Eng. 기업 자기진단 기반 해외공사 입찰 시뮬레이터 개발
도급직접진출-대기업연계진출 해외기업 하청진출 등 입찰시뮬레이션 모델 개발
입찰시뮬레이터 개발
자기진단 평가지표/ 역량분류기준 개발
시뮬레이터 개발
리스크 관리
입찰 시뮬
중소/Eng.기업 맞춤형 해외공사 통합리스크 관리 시스템
분쟁/클레임, 계약도서 분석 등 리스크관리 시스템 개발
리스크관리시스템 개발
리스크요인도출 영향정도분석 알고리즘개발
공종/생애주기별 리스크관리 프로세스개발
리스크 관리 시스템 개발
중소기업 컨설팅 지원체계 개발
해외인증 절차반영
입찰 시뮬레이션/ 리스크기반 우량사업 선별
중소/Eng.기업 맞춤형 해외공사 보증 및 보험 지원체계 개발
보증보험 지원개선방안 수립
보증/보험지원체계 개발
해외보증 보험지원 체계 분석 및 개선 방안 도출
보증보험 고도화 알고리즘 개발
(중점추진분야)
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진
(중점추진분야)
미래 해외 시장 창출형 선도기술 개발

1.2.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

해외사업 수행 기업의 전주기 사업수행역량 강화 기여

F/S, 입찰, 리스크 관리 및 사업관리 등 전주기 사업수행역량 제고

국내 건설기업의 투자개발형 사업에 대한 이해와 업무체계 정립 가능

해외시장 경쟁의 심화로 건설기업의 시공 이전 단계의 경쟁력 강화를 통한 발주유도형 수주에 대한 관심이 높아지고 있으나, 이와 관련한 건설기업들의 이해 및 업무체계 정립이 미흡하여 Task Force 수준에 머물러 있음

발주유도형, 민간참여형 등 투자개발형 사업의 다양한 비즈니스 모델 구축을 통해 적극적인 수주활동 전개 가능

해외공사의 특성을 반영한 생애주기별 리스크 요인과 통합 리스크 기반의 사업 성과관리를 통해 다양한 유형의 대한 리스크를 사전 점검・관리 가능

최근의 해외공사 발주가 점차 고도의 관리능력을 요구하는 복잡화, 전문화, 고도화의 방향으로 변화하는 추세임을 감안할 때 이러한 사업관리 역량의 중요성은 점차 강조되고 있음

생애주기별 리스크관리 경험정보의 체계적 축적을 통하여 후속 유사사업에 대한 리스크 관리 역량을 제고할 수 있음

나. 경제적 기대효과

건설기업은 투자개발형 사업에 대한 고도화된 사업관리기술, 리스크관리시스템 확보를 통해 수주확대 및 수익률을 강화

투자개발형 사업의 사업타당성 분석 기술 고도화로 인해 수익개선을 위한 대응전략 수립 가능

클레임과 분쟁을 예방적으로 대응할 수 있는 리스크 관리시스템 구축으로 해외진출 건설회사의 수익성 향상 및 리스크 감소

대기업에 집중되었던 해외건설 수주가 중소/엔지니어링 기업으로 확산되어, 외화 가득률 향상에 기여

다. 정책적 기대효과

해외 투자개발형 사업을 추진중인 공공기관의 사업성공 가능성 제고 및 협력 진출을 통한 해외건설 지원정책 실현 기여

자체적 사업수주 및 수행역량이 부족한 중소/엔지니어링의 효율적인 사업관리기술을 획득

사업수행 지원체계의 지속성 강화 보완 필요

해외건설협회의 중소기업수주지원센터를 통한 지원은 분산적이고 일회성인 지원활동으로 중소기업들의 해외공사 사업수행 역량을 종합적으로 개선하기 위한 상시 지원체계 구축

해외시장에서 수요가 증가하고 있는 자금조달 기반의 투자개발 사업에 대한 경쟁력 확보 및 전략 상품의 적용을 통한 건설기업의 지속적인 성장 기여

2. 글로벌 R&D 네트워크 구축

가. 전략프로젝트 정의 및 범위

(정의) 해외 건설기술 니즈 파악, 공동대응, 성과확산을 위한 기술협력 네트워크 구축

(범위) 국제공동연구 및 성과의 표준인증, 해외 지역거점 R&D 센터 구축

권역별 전략·수요 맞춤형 기술 개발을 산학연이 국제공동연구개발로 진행하여, 성과가 수주로 이어질 수 있도록 해외 표준 및 인증 방안 연구

- 해외 권역별 전략·수요 맞춤형 기술 개발 국제공동연구

성과물이 해외 시장에 진입할 수 있도록 해외 표준, 기술규정, 인증 대응방안 연구 및 절차 확립현지 기술협력을 위한 지역거점 R&D 센터 구축 및 공동연구개발 성과물의 표준화 방안 수립

- 정보수집, 인력교류 및 교육, 기술이전·확산 및 사업화 지원 등 지역거점 R&D센터를 통한 현지 기술협력 네트워크 구축

나. 전략프로젝트관련 국내외 연구동향

(1) 해외

미국, 유럽 등 선진국에서는 해외 진출을 위한 인력 교류, 공동연구 등을 활발히 추진

미국의 NSF(National Science Foundation)은 글로벌 과학자와 엔지니어 양성, 대학원생을 위한 동아시아·태평양 여름 강습회, 국제공동연구 및 교육, 박사 후 국제공동연구 프로그램 등의 고급인력 양성 및 고등학술교류 사업을 진행하고 있음

미국은 1960년대부터 지속적인 대 개도국 인력교류와 기술 및 학술교류를 통해 이후 지속적인 경제적 협력관계에서 우위를 유지하고 있음

파스퇴르 연구소에서는 지역별 질병 특성을 고려한 공동연구를 수행

해외 선진국은 국제공동연구로 인한 산출 성과물의 소유에 대한 규정을 제정하여 적용 중

FP6(EU Framework Programme) 에서는 연구개발의 성과물은 지식을 발생시킨 계약자에게 귀속되며, 공동연구의 성과물은 특별히 달리 정하지 않으면 공동소유를 원칙으로 하고 있음[120)]

미국의 대학과 국제공동연구 결과 산출된 지식재산권을 우리나라의 연구기관에 소유권을 부여하지 않은 사례 존재[121)]

- "상대기관이 자국의 연방 및 주의 법률에 따라 연방정부 자금이 지원되는 연구개발사업의 지식재산권은 내국인이 보유하여야 한다는 원칙이 있음

SIEMENS, 파스퇴르 연구소 등 해외 기업/기관에서는 해외 국별 R&D 센터를 구축하여 기술교류 및 국제공동연구를 수행하고 있음

독일 SIEMENS의 해외R&D센터의 경우 타겟국가 유명 연구센터 등과 기술 교류 중

- 현지기술을 접목해 새로운 기술개발에 나서 현지화 진출 전략을 추진 중임

파스퇴르 연구소는 질병대응 이슈해결을 위해 국가별 R&D센터를 확장 운영 중임

- '97년 설립된 파스퇴르 연구소는 120년간 연구개발을 통한 질병감염 예방에 기여하고 있는 연구기관이며 전 세계적으로 32개의 Branch Network를 구축함
- 한국파스퇴르 연구소는 미생물학, 면역학, 기생충학, 분자생물학, 생물공학 분야의 과학적, 기술적 연구의 활성화와 관련 분야의 교육, 교습, 학습 및 그와 관련된 제반 활동을 추진하고 있음
- 아시아 태평양 지역의 IP 분소는 총 7개소이며, 이중 IP-Korea, IP-Shanghai, IP-Hongkong을 제외한 IP분소는 Test Bed의 역할을 수행

SIEMENS와 파스퇴르 연구소는 해외 권역별/국가별 기술적 이슈에 대응하기 위한 기술교류 및 국제공동연구를 추진하는 것이 특징임

- 파스퇴르 연구소는 권역별 국가별 차별화된 질병수요를 대응하기 위해 주요국별 R&D센터를 구축하고 있으며, 이중 아시아 4개 R&D센터는 Test-Bed 역할을 수행

120) EUROPEAN COMMISSION, Guide to Intellectual Property Rules for FP6 Projects, 2004.3.
121) 윤종민(2009), 국제공동연구 성과물 관리제도 개선방안, 기술혁신학회지

(2) 국내

국토교통부는 해외건설협회의 7개 지부를 통하여 권역별/국가별 건설시장 동향, 사업발주정보를 수집하고 있음

해외건설협회 지부의 역할은 해외건설 시장동향 파악, 공사수행 환경 등 현지진출 환경조사, 프로젝트 정보수집, 정부 및 주요발주처, 외국기업 동향파악, 제도관련 동향파악 등 조사업무 중심임

해외건설협회에서 조사한 해외건설정보는 해외건설종합정보서비스를 통해 국내 건설기업을 대상으로 서비스되고 있음

KOTRA는 해외무역관(KBC: Korea Business Center) 설립을 통하여 국별 정보 수집 및 국제협력을 추진하고 있음

KOTRA는 9개의 지역본부(아시아, 유럽, CIS, 북미, 중남미, 중동, 아프리카, 일본, 중국)와 113개의 KBC를 개설

KBC는 수출현안, 시장동향 정보수집 등 조사사업, 수출유망 품목 발굴 및 전략시장 선점, 내수시장 진출강화를 위한 마케팅 지원, 시장개척단 지원을 통한 사업진출 확대, 현지/글로벌 기업과의 협력, 투자유치사업 등의 역할을 수행

KIST는 기초과학분야에서 전략적 확보 필요기술의 국제공동연구 및 현지정보조사를 목적으로 유럽에 거점 R&D 센터를 설립/운영하고 있음

KIST Europe의 주요목표는 한-EU간 과학기술협력, 환경오염 대응을 위한 글로벌 네트워크 구축 등임

- 공공 복지의 증진을 목적으로 한 글로벌 연구개발활동에 기여
- 한-유럽 정부/산업/연구기관/기업의 기술협력 증진
- 한-유럽간 연구인력 교환을 지원

KIST Europe은 공공복지의 증진을 목적으로 한 글로벌 연구개발활동에 기여하며, 한-유럽 정부/산업/연구기관/기업의 기술협력 증진 및 한-유럽간 연구인력 교환을 지원함

연구소 조직은 연구부에 연구부장을 포함 주로 현지인으로, 파견된 국내 연구진의 현지기술 습득이 용이하게끔 구성되어 있음

2.1 핵심과제: 해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력

2.1.1 개요

가. 핵심과제 정의

국내외 협력국가와 건설기술 니즈에 부합하는 공동연구 전략/기획, 공동연구, 모니터링/성과관리/성과확산 추진

국내 산학연 연구기관과 해외 연구기관이 상호간의 협의에 의해 공동기술개발을 위한 컨소시엄 구성과 공동기술개발 추진

- 선진기술 확보를 위한 선진국 전략기술 공동연구를 실시함
- 한국형 기술의 신흥국 이전 및 인지도 향상을 위한 권역별/국별 수요맞춤형 국제공동연구

국제공동연구 결과물의 글로벌 표준인증 방안 수립 연구

- 국제 공동연구 결과물의 글로벌 표준 및 기술인증, 국제공동연구 협력국 기술표준 채택을 위한 방안 수립

나. 기술개발 필요성

해외선진기술흡수-국내기술이전 및 인지도 향상을 목적으로 추진된 건설교통분야 국가연구개발사업 부재

국제공동연구개발을 통해 선진 해외기술을 흡수하여 개발하고, 개발된 기술의 재원을 국제표준 및 진출대상국의 표준에 맞추어 시장진입을 수월하게 하며 국내 건설업체의 해외 진출 확대 및 경쟁기술력 향상, 수주확대를 목표로 하는 국가연구개발 추진 필요

건설분야 국제공동연구의 관리, 성과 활성화에 대한 연구 사례 부재

국제공동연구의 성과를 해외건설수주 연계 필요

실질적 수주의 확대를 위해서는 공동연구 이후 실제 활용할 수 있도록 개발기술을 대상국내에서 표준으로 인정 또는 상용화 할 필요가 있음

국제공동연구 성과물은 그 소유와 연계하여 국내 과학기술 발전에 기여할 수 있도록 관리 및 활용

국제공동연구는 대개의 경우 선진 첨단기술의 습득을 통해 우리나라의 과학기술 수준을 높이는데 1차적인 목적이 있으며, 최근 들어 지식재산권 관리전략이 그 소유보다는 활용에 중점을 두고 있음을 유의하여야 함[122)]

선진국 기술이전의 효율적 방안으로서 건설분야 국제공동연구 추진 필요

국제공동연구는 WTO 체제 이후, 선진국 기술을 지식재산권 분쟁없이 확보할 수 있는 유일한 방법으로 인식되고 있음

- 국제공동연구는 사업수주 시, 적시에 기술을 확보할 수 있는 방안으로 국내 기업체이 선호하는 방법임

기술의 복잡화, 융합화 및 기술수명 주기의 단축화 현상이 심화되는 상황에서, 단독개발 내지는 국내 공동연구만으로는 한계[123)]

개발도상국과의 호혜적 연구 및 기술 수요에 따른 기술개발 필요

선진국과 달리 국내 주요기관/기업의 대 신흥국 기술협력 및 국제공동연구는 미미한 수준임

- 국내에서는 국제공동연구를 선진국기술을 확보하는 방안으로만 인식하고 있음
- 선진국의 경우 개도국 및 신흥국의 저렴하고 우수한 R&D인력활용, 기술이전 등을 목적으로 신흥국과의 꾹제공동연구를 추진

호혜적 관점의 대 신흥국 기술협력 및 국제공동연구는 한국형 기술의 이전 및 이전 대상국 내 사업화에 효과적인 방법임

기술개발성과의 현지 적용과 Test-Bed 구축, Track Record 확보 등을 위해 현지 협력 및 네트워크 구축이 반드시 필요하며, 중장기적 투자 요구됨

해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력 과제는 민간이 독자적으로 추진하기 어려우며, 정부의 중장기적 투자를 통해 해외건설 연구인프라를 구축하는 것이 매우 중요함

122) 윤종민(2009), 국제공동연구 성과물 관리제도 개선방안, 기술혁신학회지
123) 건설교통분야 국제기술협력 추진전략 수립, KICTEP, 2011

다. 기술개발 목표

권역별 건설기술 수요에 부합하는 한국형 기술 개발

권역별 해외진출 시장확대를 위한 전략/수요 맞춤형 기술 개발

- 산업계, 학계, 연구계의 국제공동연구개발을 통해 선진 해외기술을 흡수하고 개발하여 국내 건설업체의 해외 진출 확대 및 경쟁기술력을 높이는 것을 목표로 함
- 전략/수요 맞춤형 기술개발을 위한 국제공동연구 기획 및 정책수립, 국제공동연구 모니터링 및 성과관리체계 수립

공동연구를 통해 개발된 기술의 해외 표준, 기술규정, 인증 절차 확립

- 해외 국별 기술개발결과물의 소유권, 표준화/인증절차 조사분석
- 연구개발결과물의 해외 인증은 각국의 인증체계 절차에 따라 상이하므로 국별 인증체계를 수집하고 분류하여 대응방안을 수립
- 개발된 기술의 재원을 국제표준 및 진출대상국의 표준에 맞추어 시장진입을 수월하게 하고 해외의 표준, 기술규정, 인증 등 기술장벽 관련 규제를 뛰어넘어 해외 건설 수주확대 기여

라. 중점과제 및 구성기술체계

전략/수요기술개발 국제공동연구

국제공동연구 기획 및 정책연구

전략기술개발 국제공동연구

수요기술개발 국제공동연구

국제공동연구 모니터링 및 성과관리체계 수립 연구

국제 표준 및 기술 인증 방안 연구

국제 표준 및 기술 인증 방안 연구

중점과제명	중점과제 목표	중점과제 정의	구성기술
전략/수요기술 개발 국제공동연구	권역별 해외진출 시장확대를 위한 전략/수요 맞춤형 기술 개발	국내 산학연 연구기관과 해외 연구기관이 상호간의 협의에 의해 공동기술개발을 위한 컨소시엄 구성과 공동기술개발 추진을 주도	국제공동연구 기획 및 정책연구
			전략기술개발 국제공동연구
			수요기술개발 국제공동연구
			국제공동연구 모니터링 및 성과관리체계 수립 연구
국제표준 및 기술인증방안 연구	공동연구를 통해 개발된 기술의 해외 표준, 기술규정, 인증 절차 확립	국제공동연구 결과물의 글로벌 표준인증 방안 수립 연구	국제표준 및 기술인증방안 연구

2.1.2 기술 및 시장동향

미국, 유럽 등 선진국에서는 해외 진출을 위한 인력 교류, 공동연구 등을 활발히 추진

미국의 NSF(National Science Foundation)은 글로벌 과학자와 엔지니어 양성, 대학원생을 위한 동아시아·태평양 여름 강습회, 국제공동연구 및 교육, 박사 후 국제공동연구 프로그램 등의 고급인력 양성 및 고등학술교류 사업을 진행하고 있음

미국은 1960년대부터 지속적인 대 개도국 인력교류와 기술 및 학술교류를 통해 이후 지속적인 경제적 협력관계에서 우위를 유지하고 있음

파스퇴르 연구소에서는 지역별 질병 특성을 고려한 공동연구를 수행

KIST 등 출연(연)에서는 해외선진기술의 국내 흡수목적으로 국제공동연구를 지원

KIST는 유럽환경규제 대응연구를 위해 독일에 공동연구센터를 설립운영중

기계연구원은 MIT와의 국제공동연구 과제 발굴 및 수행을 위해 MIT에 연락소를 설립

국제기술협력은 단독연구의 단점을 보완할 수 있는 방안으로 활용 필요성이 더욱 강조되고 있음[124)]

국제공동연구는 경제적·기술적 부담을 타국가와의 협력을 통해 분담하면서 국가경쟁력을 키울 수 있는 하나의 수단임

- 국제기술협력은 정보수집, 인력교류, 연구비분담, 공동연구 등을 포괄

단독 연구에 비하여 질적으로 우수한 연구 성과를 얻을 가능성이 큼

해외기술 교류를 통하여 건설교통기술의 융복합화 및 기술수명의 단축 등에 따른 위험 증대에 대처 가능

건설·교통의 경우 국제기술협력을 통한 타국과의 광범위하고 다양한 채널확대는 추후 다양한 국제협력 사업에 있어서 우위에 설 수 있는 초석이 될 수 있는 장점

124) 건설교통분야 국제기술협력 추진전략 수립, KICTEP, 2011

국내 건설교통 분야에서도 국제기술협력, 국제공동연구에 대한 관심 증대과 투자가 늘어나는 추세임[125)]

기술개발을 위한 R&D 투자규모 및 역량의 한계 극복을 위해 기술 선도국과의 기술교류 및 해외 우수인력의 활용의 필요성이 점차 커지고 있으며, 이러한 상황에서 국제공동연구에 대한 투자도 늘어나고 있음

- 국토교통부 소관 국가연구개발사업 상의 국제공동연구 현황은 국제협력 건수, 투자액, 투자비중 모두 2005년 3건(12억, 0.8%), 2006년 28건(210억, 8.9%), 2007년 60건(708억, 12.6%), 2008년 148건(미파악)으로 지속적으로 증가하는 추세임

국토교통부의 국제기술협력 전략연구에서 전략기술/수요기술 국제공동연구가 제안된바 있음

국토교통부의 전략기술/수요기술 국제공동연구는 실질적 연구진행이 되지 않고 있음

- 국토교통부의 국제공동연구 구분은 지식경제부의 산업국제협력사업 내 전략기술개발 및 수요기술개발 등 사업구조를 참고하여 설정하였음[126)]

  · 전략기술개발사업은 기술혁신성, 파급효과, 시급성이 높은 국제협력전략기술로 지정된 기술과제를 대상으로 국내기관과 세계최고 수준의 국외연구기관과의 공동기술개발지원(Top-Down형)사업임

  · 수요기술개발사업은 해외 우수 R&D개발 역량을 활용하고 세계최고수준의첨단기술을 개발하기 위해 국외 연구기관(또는 기업)과 공동개발을 지원하는 사업임

국제공동연구를 통해 발생되는 특허 등 지식재산권의 귀속이나 활용방법 등은 연구협약 체결단계부터 이루어지나, 국내는 이와 같은 규정이 존재하지 않음

우리나라의 국제공동연구는 최근 들어 매우 큰 폭으로 증가하고 있으나 그 성과물의 관리체제는 매우 미흡한 수준임

- 국제 공동연구와 관련한 특별 규정이 없이 사업을 추진하고 있는 경우가 절반(51.7%)을 넘고 있으며, 실제 연구협약 체결에 있어서 관련 전문부서(44.4%) 보다는 연구책임자(55.6%)에게 맡겨져 있는 실정임.[127)]

125) 건설교통분야 국제기술협력 추진전략 수립, KICTEP, 2011
126) 한국산업기술진흥원(2011), 국제공동기술개발사업 시행계획

국제공동연구 수행 시 많은 어려움을 겪고 있음을 물론이고 연구 성과물의 취득과 활용실적도 저조한 상황임

- 국제공동연구를 수행한 경우에도 대다수(75%)가 특허 등 지식재산권을 취득한 실적이 없어 전체 특허등록실적이 평균 0.25건에 불과[128)]

[표 Ⅲ-4] 국제공동연구 특허 취득실적

있다	없다
25%	75%
· 특허 출원 및 등록 실적 평균 - 출원 0.54건, 등록 0.25건	

해외 선진국은 국제공동연구로 인한 산출 성과물의 소유에 대한 규정을 제정하여 적용 중

FP6(EU Framework Programme) 에서는 연구개발의 성과물은 지식을 발생시킨 계약자에게 귀속되며, 공동연구의 성과물은 특별히 달리 정하지 않으면 공동소유를 원칙으로 하고 있음[129)]

미국의 대학과 국제공동연구 결과 산출된 지식재산권을 우리나라의 연구기관에 소유권을 부여하지 않은 사례 존재[130)]

- “상대기관이 자국의 연방 및 주의 법률에 따라 연방정부 자금이 지원되는 연구개발사업의 지식재산권은 내국인이 보유하여야 한다” 는 원칙이 있음

공동연구를 통해 개발된 지식이나 기술에 대한 지식재산권 확보, 산업화 및 기술표준화는 현재 시행되고 있는 국제 공동연구의 효율성을 극대화 할 수 있음

해외 기관과의 지적재산권 소유 문제 명확화 규정 필요[131)]외국기관과의 연구개발 성과물에 대한 소유권 분할 등의 명문화된 규정이 없어 향후 지적소유권에 대한 소유문제 발생 우려

- 향후 신규과제 선정시 지적재산권에 대한 사전평가를 진행하여 등급을 나누고 평가지표로

127) 국제공동연구 성과물 관리제도 개선방안(한국기술혁신학회지, 윤종민, 2009)
128) 국가연구개발사업 조사 · 분석 보고서(국가과학기술위원회, 2008)
129) EUROPEAN COMMISSION, Guide to Intellectual Property Rules for FP6 Projects, 2004.3.
130) 윤종민(2009), 국제공동연구 성과물 관리제도 개선방안, 기술혁신학회지
131) 한국연구재단(2011), 한국연구제단 2011년 국제협력 사업 안내서

서 지적재산권 분배여부에 대해 평가하는 방안 검토가 요구됨

- 주관기관과 국내외 참여기관 간 계약서 또는 협정서(MOU) 내에 당사자 간의 소유권 및 실시권 분배계획이 구체적으로 명확하게 작성되도록 규정 개선

주요 선진국은 자국의 건설시장 보호를 위해 자국의 관련 기준·표준 등을 국제표준화하여 외국의 기술이 자국의 건설시장에 유입되는 것을 막는 동시에 해외 건설시장 진출을 확대

- 해외 선진국들은 자국의 특허, 신기술 등을 국제 표준화 하고 외국의 기술이 자국 내에 도입될 때, 성능검증을 받도록 규정

- 국내에서도 대형 실험시설을 기반으로 국내 개발기술의 글로벌 스탠다드화를 통해 세계 건설시장 진출 및 경쟁력을 높일 필요가 있음

  · 성능검증 표준은 관련 제품 및 기술이 세계시장에서 경쟁할 수 있는 기반을 제공함으로써 국내 건설기업의 기술경쟁력을 제고와 수출 증대가 가능함

기 추진 유사 사업이 있으나, 해외건설에 타겟팅된 사업이 아니며, 동 연구개발사업에서 차별적으로 추진하고자 함

[표 Ⅲ-5] 유사 국가연구개발사업 검토(해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력)

부처명	과제명	주요 내용	개발대상기술과 차이점
지식경제부, 교육과학기술부	국제공동기술개발사업	현행 국제공동기술개발사업의 경우 예산규모에 따른 구분	전략/수요기술개발 공동연구 구분으로 선진국 및 개도국시장의 차별화된 시장 확보
			첨단 선진 기술 흡수 차원에서의 국가별 맞춤형 공동연구 추진전략으로 국내 건설 기술 수준 향상
			인도주의적 차원에서의 개도국 맞춤형 공동연구 추진전략으로 지속적 시장 확보 및 경쟁력 유지
		해외건설에 초점이 있는 것은 아님	해외건설에 타겟팅된 국제공동기술개발 추진
국제 표준화 기구 ISO, IEC, PASC, APEC, CEN, CENELEC 및 한국 표준화 기구		Global 표준화에 초점이 맞추어져있으며, 해외건설에 초점이 있는 것은 아님	Global 표준화뿐만 아니라, 해외건설에 타겟팅된 국별 권역별 사업화 표준화 매뉴얼을 개발

2.1.3 사업내용

가. 연구개발목표

‘해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력’ 핵심과제 및 중점과제의 목표, 단계별 목표는 다음과 같음

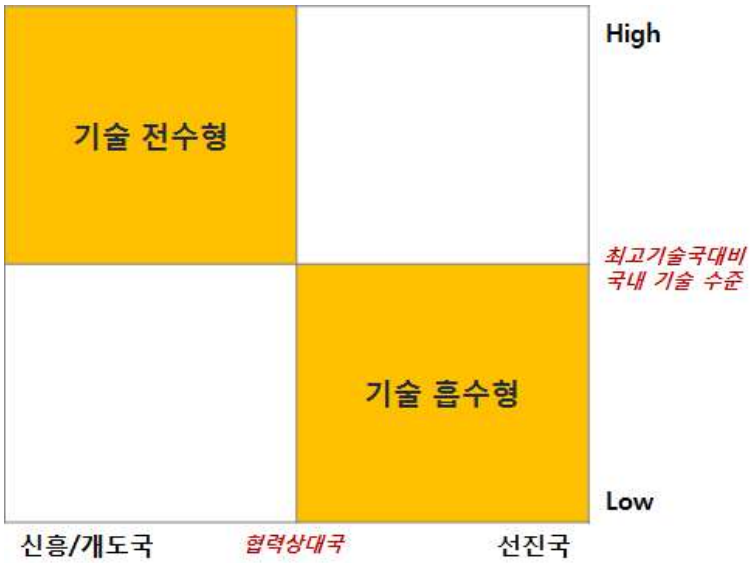
구분	목표	1단계	2단계	3단계
해외시장 모니터링 및 수요창출형 국제협력	**권역별 건설기술 수요 부합 한국형 기술 개발**	**권역별 건설기술 수요 부합 공동연구 기반 확보**	**권역별 건설기술 수요 부합 공동연구 성과 창출**	**권역별 건설기술 수요 부합 공동연구를 통한 국제협력 강화**
전략/수요기술개발 국제공동연구	권역별 해외진출 시장확대를 위한 전략/수요 맞춤형 기술 개발	권역별 해외진출 시장확대를 위한 전략/수요 맞춤형 기술 개발 기반 구축	권역별 해외진출 시장확대를 위한 전략/수요 맞춤형 기술 개발 성과 창출	권역별 해외진출 시장확대를 위한 전략/수요 맞춤형 기술개발 성과 확산
국제 표준 및 기술인증방안 연구	공동연구를 통해 개발된 기술의 해외 표준, 기술규정, 인증 절차 확립	공동연구를 통해 개발된 기술의 해외 표준, 기술규정, 인증 절차 확립 기반 구축	공동연구를 통해 개발된 기술의 해외 표준, 기술규정, 인증 절차 확립	공동연구를 통해 개발된 기술의 해외 표준, 기술규정, 인증 절차 확립 확대

나. 연구개발전략

협력대상국의 기술/경제적 수준, 최고기술국대비 국내기술수준을 고려한 국제공동연구 추진방식의 결정

협력대상국이 신흥개도국이며, 최고기술국대비 국내기술수준이 높은 경우, 기술전수형 국제공동연구를 추진

협력대상국이 선진국이며, 최고기술국대비 국내기술수준이 낮은 경우, 기술흡수형 국제공동연구를 추진



[그림 Ⅲ-4] 국제공동연구 추진방식 결정기준

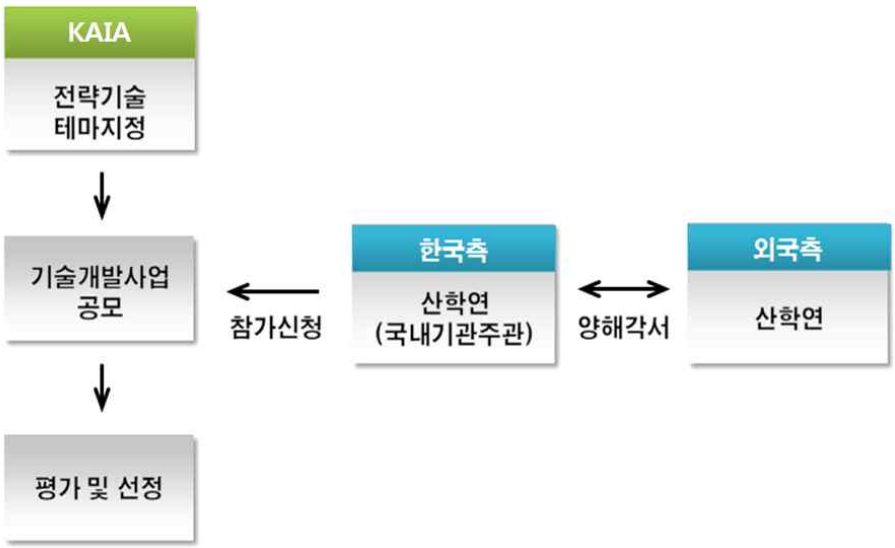
국제공동연구의 추진체계 및 절차는 다음과 같음

국제공동연구는 사업공고 - 사업설명회 - 사업계획서 제출 - 평가위원회 개최 - 지원과제 선정·확정 - 협약체결 - 정부출연금 지급의 절차로 진행

사업공고	· 국제공동기술개발사업 시행계획 공고(온라인) · 사업에 대한 소개, 사업절차, 제출서류 안내 등
↓	
사업설명회	· 시행계획 설명회 개최
↓	
사업계획서 제출	· 사업계획서 및 관련 서류 제출
↓	
평가위원회 개최	· 산·학·연 전문가로 구성된 평가 위원회 개최
↓	
지원과제 선정·확정	· 웹사이트를 통한 선정 통보 · 필요시 추가자료 요청
↓	
협약체결	· 해당 기관과의 협약 체결. 확정 통보 후 15일 이내
↓	
정부출연금 지급	· 해당 기관에 규정에 따른 정부출연금 지급

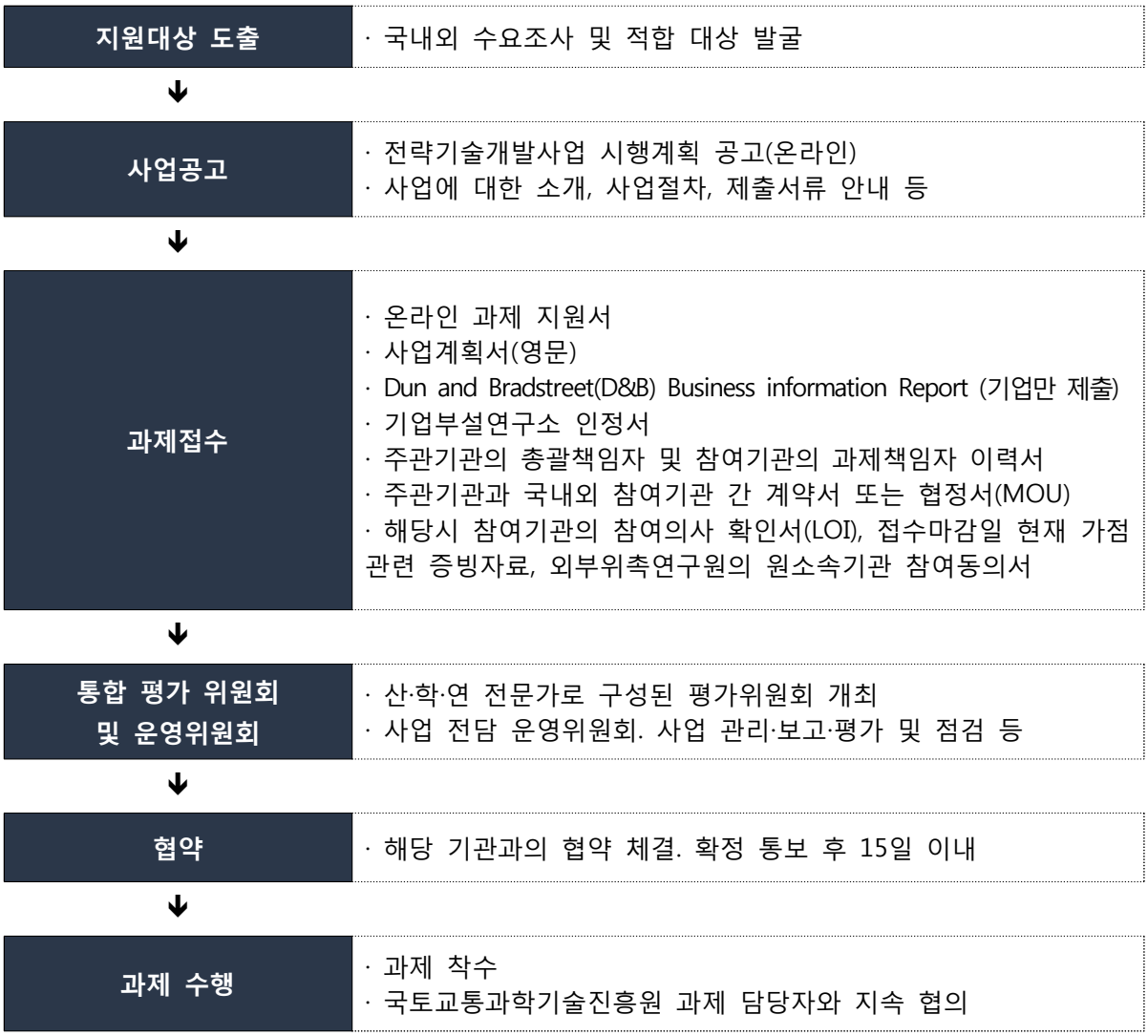
[그림 Ⅲ-5] 국제공동연구 추진절차

신시장 점유율 확대형 전략기술개발 추진시, 전략기술 테마지정 및 과제공모는 KAIA에서 주관하며 한국측 주관기관이 해외 주관기관과 양해각서 작성 후 대표자로서 기술개발 참가를 신청함



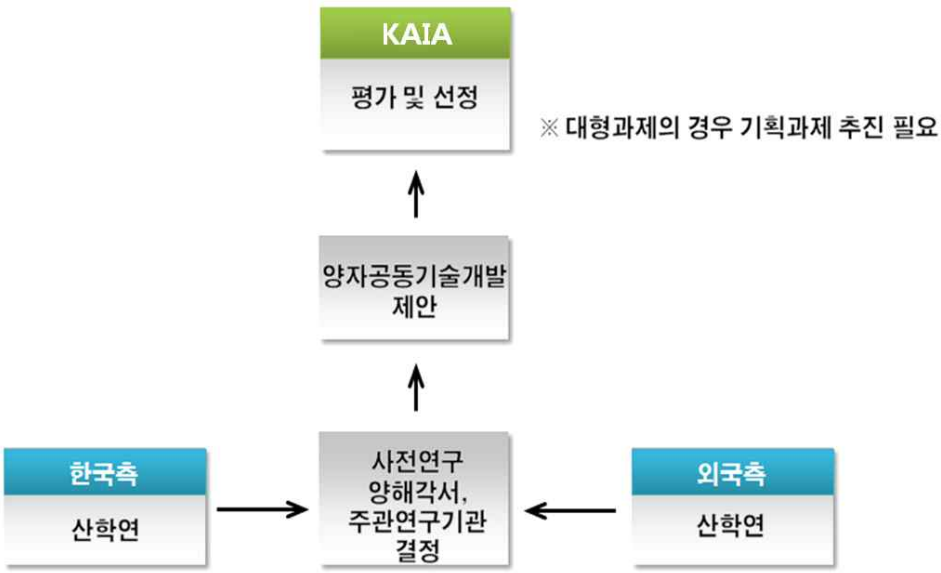
[그림 Ⅲ-6] 신시장 점유율 확대형 전략기술개발 업무추진체계

신시장 점유율 확대형 전략기술개발 지원대상 도출 – 사업공고 – 과제접수 – 통합평가위원회 – 협약 – 과제수행의 절차로 추진



[그림 Ⅲ-7] 신시장 점유율 확대형 전략기술개발 추진절차

기존시장 점유율 확보형 수요기술개발은 국내외연구기관이 사전연구를 통한 양자공동기술개발을 제안하여 연구를 추진하되, 대형과제의 경우 별도의 기획과제 추진을 의무화함



[그림 Ⅲ-8] 기존시장 점유율 확보형 수요기술개발 업무 추진체계

기존시장 점유율 확보형 수요기술개발(중소형)은 사업공고 - 수시접수 - 통합평가위원회 - 선정 - 협약 - 과제수행의 순서로 추진함

사업공고	· 수요기술개발사업 시행계획 공고(온라인) · 사업에 대한 소개, 사업절차, 제출서류 안내 등
수시접수	· 온라인 과제 지원서 · 사업계획서(영문) · Dun and Bradstreet(D&B) Business information Report (기업만 제출) · 기업부설연구소 인정서(한국기업이 주관기관인 경우만 제출) · 주관기관의 총괄책임자 및 참여기관의 과제책임자 이력서 · 주관기관과 국내외 참여기관 간 계약서 또는 협정서(MOU) · 해당시 참여기관의 참여의사 확인서(LOI), 접수마감일 현재 가점 관련 증빙자료, 외부위촉연구원의 원소속기관 참여동의서
통합 평가 위원회	· 산·학·연 전문가로 구성된 평가위원회 개최
선정	· 웹사이트를 통한 선정 통보 · 필요시 추가자료 요청
협약	· 해당 기관과의 협약 체결. 확정 통보 후 15일 이내
과제 수행	· 과제 착수 · 국토교통과학기술진흥원 과제 담당자와 지속 협의

[그림 Ⅲ-9] 기존시장 점유율 확보형 수요기술개발 추진절차(중소형과제)

기존시장 점유율 확보형 수요기술개발(중대형)은 사업공고 – 타당성조사과제 접수 – 타당성 조사과제 평가 – 타당성 조사 과제 협약 및 수행 – 기술개발과제접수 –사전검토 – 평가위원회 – 협약 – 과제수행 – 기술료 납부의 절차로 추진됨

사업공고	· 수요기술개발사업 시행계획 공고(온라인) · 사업에 대한 소개, 사업절차, 제출서류 안내 등
↓	
타당성 조사 과제 접수	· 과제 신청서(온라인 제출) · 사업계획서 및 관련 서류
↓	
타당성 조사 과제 평가	· 결과 및 정산보고서 접수 · 국내외 전문가의 과제에 대한 심층 평가
↓	
타탕성 조사 과제 협약 및 수행	· 해당 기관과의 협약 체결. 확정 통보 후 15일 이내
↓	
기술개발과제 접수 (온라인 일괄접수)	· 온라인 과제 지원서 · 사업계획서(영문) · Dun and Bradstreet(D&B) Business information Report (기업만 제출) · 기업부설연구소 인정서(한국기업이 주관기관인 경우만 제출) · 주관기관의 총괄책임자 및 참여기관의 과제책임자 이력서 · 주관기관과 국내외 참여기관 간 계약서 또는 협정서(MOU) · 해당시 참여기관의 참여의사 확인서(LOI), 접수마감일 현재 가점 관련 증빙자료, 외부위촉연구원의 원소속기관 참여동의서
↓	
사전 검토	· 제출서류, 신청자격, 가점 검토
↓	
평가 위원회 /심의 위원회	· 산·학·연 전문가로 구성된 평가/심의 위원회 개최 · 검토 결과에 대한 조정·심의
↓	
협약	· 해당 기관과의 협약 체결. 확정 통보 후 15일 이내
↓	
과제 수행	· 과제 착수 · 국토교통과학기술진흥원 과제 담당자와 지속 협의
↓	
완료 및 기술료 납부	· 연구 보고서 및 정산 보고서 접수

[그림 Ⅲ-10] 기존시장 점유율 확보형 수요기술개발 추진절차(중대형과제)

다. 연구내용 및 범위

(1) 전략/수요기술개발 국제공동연구

국제공동연구 기획 및 정책연구

국제공동연구 주제 발굴을 위한 국가별 기술개발 AGENDA 도출 연구

- 권역별 국가별 건설기술 연구개발 정책 및 기술동향 분석 연구
- 현지 기술수요/기술수준조사 및 분석 연구

국제공동연구 중장기계획 수립 연구

- 현지 기술수요 반영 국제공동연구 중장기계획 수립 연구
- 과제별 연구개발 목표, 추진체계, 예산, 활용방안 등 상세기획 연구

건설분야 국제공동연구 활성화를 위한 정책 및 제도개선 등 지원방안 수립 연구

전략기술개발 국제공동연구

시장 성장이 유망하나 실용화 단계에 이르지 못한 분야 중, 국내 기술기반 취약/해외기술역량 우수한 건설기술을 대상으로 선진기술 흡수형 국제공동연구 수행

- 예시) 세일가스/오일샌드/심해자원 등 비전통에너지 기술개발, 극지시설물 설계/시공 기술 개발, BT, NT 건설재료 기술 및 BT, NT 건설재료를 활용한 시설물 설계/시공/유지관리 기술 등

일부 선진기업의 점유율이 높은 고부가가치 분야 중, 국내 기술기반이 우수한 건설기술을 대상으로 선진기술 흡수형 국제공동연구를 수행

- 예시) 첨단 미래도시 운영 시스템, 녹색건축 재료 및 설계, 인간중심 교통수단 및 교통체계 등

수요기술개발 국제공동연구

Open형 수요기술개발 국제공동연구

- '해외건설촉진 연구개발사업'의 기술개발로드맵에 반영되지 않은 국가별 건설기술 이슈 대응 과제를 국내연구진이 주도하는 국제컨소시엄이 제안하면, '국토교통과학기술진흥원'의 해외건설관리 전담부서가 과제를 선별 지원함
- 기술개발과제는 국제컨소시엄의 협력대상국과 우리나라의 기술격차에 따라 기술 흡수형/전수형 국제공동연구를 병행
- 기술개발과제 선정기준은 국가별 시장성, 국내 기업의 해외진출 가능성, 기술개발의 성공가능성 등임

국제공동연구 모니터링 및 성과관리체계 수립 연구

국제공동연구 관리/성과평가 지표체계 개발

- 국제공동연구 모니터링 및 최종평가 지표체계 개발
- 건설기술 분야별 국제공동연구 추적평가 지표체계 개발

국제공동연구 성과관리/방법론 개발

- 기술분야별 국제공동연구 선정/모니터링/최종/추적평가 프로세스 및 방법론 개발

(2) 국제 표준 및 기술인증방안 연구

국제 표준 및 기술인증방안 연구

국제공동연구의 글로벌 표준화 프로세스, 가이드라인 개발

- 국제공동연구 결과물의 글로벌 표준화 요구사항 연구
- 지식재산권 소유 조건별 표준화 절차 및 가이드라인 개발

주요 국가별 기술인증, 표준화 프로세스, 가이드라인 개발

- 주요 국가별 기술인증, 표준화 절차 조사 · 분석 연구
- 주요 국가별 기술인증 포준화 절차 및 가이드라인 개발

라. 연구개발비 및 소요인력

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		370	990	890	950	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	11,720	24%	책임급 : 66인 연구원급 : 82인 보조원급 : 100인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	124	104	160	100	380	380	380	380	380	380	2,768	6%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	280	680	700	700	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	9,560	20%	
		수용비 및 수수료	146	346	350	350	600	600	600	600	600	600	4,792	10%	
		기술정보 활동비	365	865	875	875	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	11,980	25%	
	연구수당		140	340	350	350	600	600	600	600	600	600	4,780	10%	
	직접비 합계		1,055	2,335	2,435	2,375	4,280	4,280	4,280	4,280	4,280	4,280	33,880	71%	
3) 간접비			75	175	175	175	300	300	300	300	300	300	2,400	5%	
4) 합계	정부		1,500	3,500	3,500	3,500	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	48,000	100%	
	민간		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	총계		1,500	3,500	3,500	3,500	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	48,000	100%	

1중점과제(전략/수요기술개발 국제공동연구) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		275	890	890	950	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	11,525	24%	책임급 : 65인 연구원급 : 80인 보조원급 : 100인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	115	100	160	100	380	380	380	380	380	380	2,755	6%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	260	660	700	700	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	9,520	20%	
		수용비 및 수수료	130	330	350	350	600	600	600	600	600	600	4,760	10%	
		기술정보 활동비	325	825	875	875	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	11,900	25%	
	연구수당		130	330	350	350	600	600	600	600	600	600	4,760	10%	
	직접비 합계		960	2,245	2,435	2,375	4,280	4,280	4,280	4,280	4,280	4,280	33,695	71%	
3) 간접비			65	165	175	175	300	300	300	300	300	300	2,380	5%	
4) 합 계			1,300	3,300	3,500	3,500	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	47,600	100%	

2중점과제(국제표준 및 기술인증방안 연구) 예산

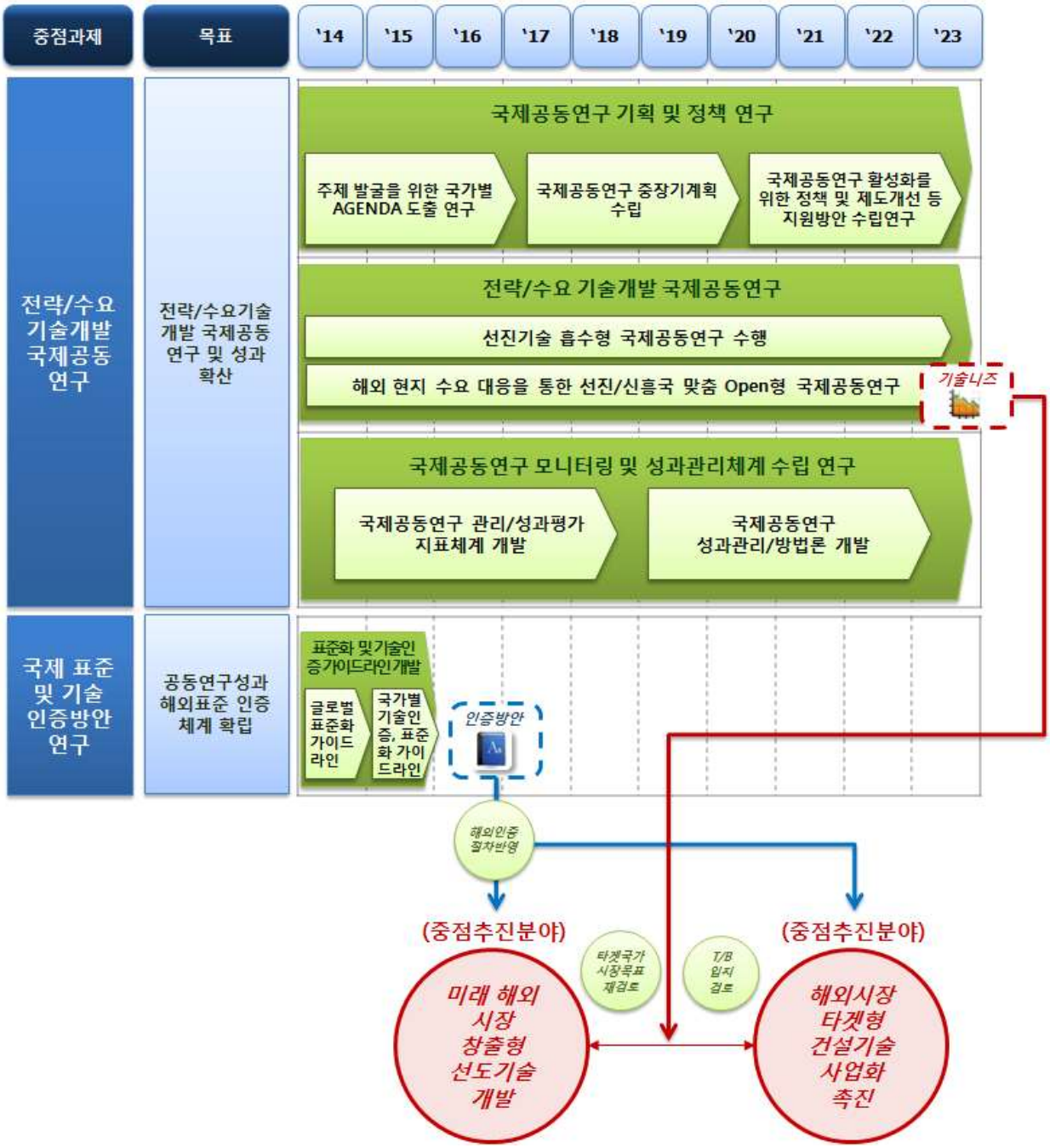
(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비(%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		95	100	-	-	-	-	-	-	-	-	195	49%	책임급 : 1인 연구원급 : 2인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	13	3%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	40	10%	
		수용비 및 수수료	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	32	8%	
		기술정보 활동비	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	80	20%	
	연구수당		10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	20	5%	
	직접비 합계		95	90	-	-	-	-	-	-	-	-	185	46%	
	3) 간접비		10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	20	5%	
	4) 합 계		200	200	-	-	-	-	-	-	-	-	400	100%	

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
전략/수요기술개발 국제공동연구	국제공동연구 기획 및 정책 연구	국제공동연구 연구추진계획 및 기술로드맵 정립	연구추진계획
			국제공동연구 중장기계획 및 기술로드맵
	전략기술개발 국제공동연구	비전통 에너지 개발, Extreme Engineering 극지개발, 첨단 미래도시, 녹색건축, 인간중심 교통 등 기술개발을 통해 선진국 시장 진입이 가능한 기술수준 확보	기술수준
	수요기술개발 국제공동연구	해외 현지 수요 대응을 통한 선진/신흥국 진출 목적의 맞춤형 기술 개발	맞춤형 기술개발건수
	국제공동연구 모니터링 및 성과관리체계 수립 연구	국제공동연구 표준 성과평가체계 구축 및 적용	국제공동연구 모니터링 및 성과관리체계 (제도 1건)
국제표준 및 기술인증 방안 연구	국제표준 및 기술인증방안 연구	공동연구 성과물의 글로벌 표준화 프로세스 가이드라인 개발	공동연구 결과물 해외표준 인증 절차기준 (제도 1건)
		주요 국가별 기술인증, 표준화 프로세스, 가이드라인 개발	국가별 기술인증, 표준화 가이드라인

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
'19
'20
'21
'22
'23
전략/수요 기술개발 국제공동 연구
전략/수요기술 개발 국제공동 연구 및 성과 확산
국제공동연구 기획 및 정책 연구
주제 발굴을 위한 국가별 AGENDA 도출 연구
국제공동연구 중장기계획 수립
국제공동연구 활성화를 위한 정책 및 제도개선 등 지원방안 수립연구
전략/수요 기술개발 국제공동연구
선진기술 흡수형 국제공동연구 수행
해외 현지 수요 대응을 통한 선진/신흥국 맞춤 Open형 국제공동연구
기술니즈
국제공동연구 모니터링 및 성과관리체계 수립 연구
국제공동연구 관리/성과평가 지표체계 개발
국제공동연구 성과관리/방법론 개발
국제 표준 및 기술 인증방안 연구
공동연구성과 해외표준 인증 체계 확립
표준화 및기술인증가이드라인개발
글로벌 표준화 가이드 라인
국가별 기술인증, 표준화 가이드라인
인증방안
해외인증 절차반영
(중점추진분야)
(중점추진분야)
타겟국가 시장목표 재검토
T/B 입지 검토
미래 해외 시장 창출형 선도기술 개발
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진

2.1.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

국내 건설기술 연구기관/기업의 기술경쟁력 극대화

세계적 수준의 산학연과 R&D 협력을 통해 국내기관의 기술적 약점을 보완 가능

건설교통분야의 첨단 기술개발에 대한 국내외 동향을 이해할 수 있으며, 세계적 수준의 해외기관화 협력을 통해 해당 기술분야 리딩그룹으로 도약가능

세계적 수준의 산학연 기관이 보유한 우수 R&D 활용가능하며, 해외 R&D 인력과 국제기술 협력 경험을 겸비한 기술인력 양성

연구개발성과의 인증 및 표준화 대응 역량 강화

무역기술장벽에 따른 기술규정, 표준 및 평가절차 등이 진출국 인증을 확보할 수 있는지 지속적으로 관리하여 향후 인증확보에 발생되는 불필요한 장애요인을 해결 할 수 있음

나. 경제적 기대효과

국제공동연구 성과물의 협력국 표준화로 국내 건설기업 사업수주 가능성 향상

국제공동연구 성과물의 협력국 설계기준 반영을 통하여 유사설계기준/기술을 적용하는 국내건설기업의 사업수주가능성 제고

공동연구개발 성과물의 해외 기술표준 채택을 통한 국내 건설기업 수주 향상 연계 가능

공동연구사업으로 개발된 기술에 대한 기술규정 및 표준 부합 여부를 판단하여 국제공동연구결과물의 실제 활용 및 이용에 도움이 될 수 있음

다. 정책적 기대효과

권역별 건설기술 이슈 해결에 참여함으로써 네트워크 구축 가능

건설교통 분야의 국내외적 이슈에 대한 해결을 위해 참여함으로서 이슈에 대한 이해와 문제해결 경험 고취

건설교통 분야 공동연구 파트너와 네트워크 구축을 통하여 공동기술 개발 프로그램 이후에도 협력관계 유지 가능

2.2 핵심과제: 글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축 · 운영

2.2.1 개요

가. 핵심과제 정의

해외건설 지원을 위한 인력교류, 현지 창구 및 실험시설, 등 건설기술 글로벌 네트워크 구축

지역 건설 R&D 거점센터 구축 및 운영/관리방안 및 네트워크화 연구

국가 간 기술의 확산, 한국형 기술인지도 향상을 유도하기 위한 국내외 건설연구인력 및 연구시설 교류/교육 프로그램 기획/운영 및 네트워크화 연구

나. 기술개발 필요성

현지 기술 협력 및 네트워크 구축을 위한 지역거점 R&D 센터 구축 필요

건설분야에서 해외 건설기술 이슈 대응 국제공동연구 수행을 위해 해외 R&D센터가 설립된 사례 없음

- KOTRA, 해외건설협회 해외지부 등 국내 유관 조직은 해외건설기술 관련 R&D 역할은 수행하고 있지 않으며, 해외건설과 관련된 국제 협력 및 네트워크 기능을 가진 관련 조직이 부재함

건설분야는 해외 건설환경에의 적합성 및 건설실적이 수주 성패의 주요한 원인이 되므로 현지 국제공동연구를 수행하면서 Test Bed 구축이 가능한 현지 R&D센터 구축 필요

해외건설 수주와 연계되는 현지 특화 정보 확보 및 기술마케팅 추진 현지 조직 필요

해외건설협회 지부의 수행역할은 시장, 수주, 발주 정보제공에 국한되고 있으나, 구체적 해외진출 사업전략 수립을 위해 발주자의 사업기획 및 발주 절차, 현지 업체 및 노무인력의 특성 등 건설거래문화 및 계약관행 등 제도(institution)적 정보까지 확보하는 것이 요구됨

현지에 우리 기술 수준을 홍보하고 우리 기술을 적용하기 위한 기술마케팅 추진 조직이 필요함

인력 교류를 통한 현지 대학 및 연구소와 기술 협력 기반 조성 필요

건설분야에서 해외 주요기관과 국내 산학연 기관의 중장기적 협력체계 구축 사례 부재

현지인력을 대상으로 우리 기술을 전수해주는 등의 전략적 현지인력 대상 교육 프로그램 부재

해외건설 인력의 역량강화를 위해서는 one-way적인 교육프로그램 외에 특성화된 해외건설 연구기능과의 결합을 통해 융합적인 교육이 필요

국가간 글로벌 실험시설 네트워크 구축을 통해 미래기술 변화에 대응하고 국내 기업들의 해외 신시장 개척의 기틀 마련 필요

글로벌 시장 공략을 위한 기술개발을 위해서는 미래 첨단기술 및 현지 타겟형 기술 개발을 위한 국제 공동연구가 필요하며 이를 원활히 추진하기 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축이 요구됨

국내 주요 실험시설과 해외 유수 실험시설간 국제 공동협력연구 체계를 구축하여 해외 선진기술의 국내 도입 확대와 국제 경쟁력 확보 필요

국내 대형 실험시설을 기반으로 한 글로벌 실험시설 네트워크는 선진 해외기술이 도입되는 창구이자, 개도국에 기술이전하는 창구로서, 향후 아시아 등 개발도상국들의 기술개발 선도와 국내 건설업체의 해외 진출 확대 및 국가 인지도를 높일 수 있음

국제적 인지도를 제고하고 글로벌 실험시설 네트워크 구축 및 국제 공동연구 활성화를 위해서는 국가 대형실험인프라의 역할 강화 필요

선진국의 해외시장 선점과 중국 등 개발도상국의 추격으로 국내 건설업체의 해외진출 시 경쟁력이 저하되고 있음

- 건설교통분야 최고기술보유국(EU) 대비 우리나라 수준은 78.4% 수준(2010 기술수준 평가 보고서, KISTEP, ’10년)

해외시장의 경쟁력 제고를 위해서는 건설교통분야 미래기술에 대한 전략적 R&D 투자와 국제공동연구 등을 통한 시너지 창출 필요

- CO_2 저감, 신재생에너지, 이상기후와 자연재해, 건설기술의 융복합화 등

개발 기술/제품에 해외 경쟁력 확보를 위해서는 국제적 수준의 성능검증 및 기술 인증이 필요하며 이를 위해서는 실험・인증 인프라 강화가 필요함

건설교통 R&D 성과가 신뢰성 검증 및 R&D 이후 프로세스(실용화, 표준화) 미흡으로 현장적용이 매우 저조하며, 이는 실증실험/검증 과정의 미흡 때문

건설교통기술 및 제품의 성능 검증을 위한 공식적인 절차(성능평가 방법과 기준 등)와 담당 기관 부재로 공인 인증체계가 미미한 실정

- 신기술인증을 받더라도 입찰 참가시 현실적 장벽이 존재하며, 성능 검증자료 구비도 쉽지 않아 시험시공이 어려움

현행 기술기준은 재료 및 공법 중심으로 빠르게 변화하는 새로운 기술발전(신기술, 신공법 및 재료 등) 및 환경변화를 수용하는데 한계가 있음(새로운 기술활용에 대한 동기 부여 미흡)

- 세계 각국에서 추진하고 있는 녹색성장 기본개념 부재, Life cycle cost를 고려한 설계기법, 저에너지·저탄소 건축물 등의 설계, 시공 및 운영 기술의 기준이 미흡

국가 대형실험인프라를 활용한 건설교통 R&D 성과의 검·인증 및 신기술/신제품 개발 활성화와 실용화 지원체계 구축 필요

국내의 경우 각종 연구결과 및 신기술에 대한 실증실험/검증 여건 미비로 외국기준을 국내 여건에 부합하도록 검증하는 과정이 부족

- 도로설계기준: 운전자·보행자 등 이용자 조건, 자동차 조건, 기상자료 등 환경조건 등이 외국과 다름에도 불구하고 국내실정에 맞지 않는 외국 기술기준을 그대로 적용하는 경우 발생

글로벌 시장개척과 국내 건설업체의 해외시장 진출을 확대하기 위해서는 효율적인 국제협력 및 대응전략 수립을 위한 지속가능한 R&D 지원이 필요

해외 건설시장 확대에 대응하고, 건설교통 분야의 기술경쟁력 확보를 위해서는 국제협력 체계 구축 및 지원방안 구축 필요

- 중국·인도 등 아시아 신흥경제국은 인프라 확충으로 건설시장 규모가 지속 확대되고 있을 뿐 아니라, 나이지리아 등 아프리카 지역도 건설시장의 성장 잠재력이 큼(나이지리아의 건설 지출은 GDP의 3.2%에 불과)

해외 각 국은 해외 건설시장 변화에 대응할 수 있는 국제협력 네트워크 허브/거점 구축을 위해 자체적인 국제협력기관을 설립하고 국가 차원의 예산을 투입하고 있음

- 일본 JSPS(약 14억 달러, '03년), 미국 NSF(약 56억 달러, '06년), 독일 DFG(약 10억 달러, '03년)

- 미국, 일본, EU는 개도국의 건설시장 서장을 고려하여 인도, 베트남 등의 국가와 국제 기술협력 적극 추진

교육과학부, 지식경제부에서는 해외 각 국과의 국제협력 네트워크 구축을 위해 지속적인 예산을 투자하고 있으나, 건설교통 시장 개척을 위한 국토교통부의 예산 투자는 미흡한 실정임

- 교육과학부, 지식경제부는 국제공동연구사업, 해외 MOT 사업 등에 '11년 기준 297억 원, 102억 원을 투자하고 있으나, 국토교통부는 해양분야에 18억 원(국가 R&D 공동연구예산 3%) 투자

- 특히 국토교통부의 국제협력 사업은 허브/거점 구축 관련 투자는 이루어지지 않고 있음

미래 기술변화에 적극 대응하고 국제적 기술 선점을 위해서는 국가 실험인프라를 활용한 국제공동연구 기반 구축 필요

미래 기술 선도를 위해 해외 유수 연구기관과 정부차원의 지속적인 국제공동연구 지원 및 투자 필요

국가간 공동 네트워크 구축 및 국내에 국제공동연구 지원을 위한 Hub 센터 구축 필요

지식강국 도약을 위한 국가 표준 및 실험인증 인프라 강화 필요

미래 기술변화에 적극 대응하고 국제적 기술 선점을 위해서는 국가 실험인프라를 활용한 국제공동연구 기반 마련

미래 기술 선도를 위해 해외 유수 연구기관과 정부차원의 지속적인 국제공동연구 지원 및 투자 필요

원천기술, 표준 및 실험인증 확보를 위한 지원체계 개선 필요

- 세계 시장에서 반드시 준수해야 할 국제규범으로 작용하는 국제 표준 및 실험인증을 우리가 주도하는 생태계 조성 필요

- 기술개발이 표준화되지 않으면 다른 표준기술과 호환되지 않아 시장에서 사장됨

IT 등 기술 발전속도가 빠른 분야는 R&D 수행시 표준특허 획득 및 국제 표준화, 시험인증 등을 동시 추진

- 현재 산업원천기술개발사업 등 지경부 일부에서만 적용하는 국가 R&D-표준화 동시 연계 사업을 전부처로 확대, 매년 국가표준시행계획에 반영・이행('13~)

중소・중견기업 개발 기술 중 표준특허 및 표준화 필요성이 도출된 경우 국가 R&D 사업을 통해 지원

- 개발 기술의 표준화 연계 사업은 기존 국가표준기술력향상사업 예산을 확대하여 지원('13)

- 중소·중견기업이 개발한 신제품인증(NEP)·신기술인증(NET) 중 표준특허 창출 및 국제 표준화가 가능한 기술에 대해 표준화 추진

원천기술 표준 및 인증제도의 해외 신시장을 개척하여 국부를 창출하는 주요 국가 지식재산으로서의 위상 부여

- 국내 주요 인정제도(NEP, NET, KS 인증 등)의 글로벌화를 촉진함으로써 세계적인 인증 브랜드로 육성

다. 기술개발 목표

거점 R&D 센터 구축 및 네트워크화

해외건설 시장 진출 확대와 연계되는 최적의 현지 R&D 협력 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 기획 및 구축

정보수집, 인력교류 및 교육, 기술이전·확산 및 사업화 지원 기능 등 지역거점 R&D센터의 기능 및 역할 정립

지역거점 R&D센터를 통한 현지 기술협력 및 네트워크 구축

인력교육 및 교류 기반 현지 인적 네트워크 구축

진출국-국내와의 인력 교류를 통해 글로벌건설교통 부문 네트워크를 구축함

선진국 및 개발도상국과 우리나라의 건설교통 관련 인력교류 프로그램을 통해 선정된 인원이 대상국에서 기술수준과 능력에 상응한 대우로 자유롭게 고용되거나 또는 교환연구원 등으로 파견됨

양성한 인력들을 중심으로 대상국내의 한국에 대한 인지도를 높이고 네트워크기반을 구축함 - 친한파 세력구축

글로벌 실험인프라 네트워크 구축 및 인증/표준화 역량 확보

해외건설 검증실험 지원을 위한 국내 실험시설 클러스터/HUB센터 구축

국가 대형실험시설 기반 실험인증 인프라의 글로벌 네트워크 강화

해외시장 진출 지원을 위한 국제적 수준의 실험인증 전략 수립

라. 중점과제 및 구성기술체계

해외건설 지역거점 R&D센터 구축・운영

해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D센터 기획-정책 연구

지역거점 R&D센터 거버넌스 구축 연구

해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 구축

현지-국내 인력교류/교육 프로그램 개발

현지-국내 인력교류/교육 기획 및 프로그램 개발 연구

대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구

대형실험시설 기반 해외공사 성능검증실험 지원 국가 HUB 실험센터 구축

해외건설 검증실험 및 국제공동연구를 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축

국가간 상호 실험인증 및 실험관련 국제표준화 방안 연구

중점과제명	중점과제 목표	중점과제 정의	구성기술
해외건설 지역거점 R&D센터 구축·운영	거점 R&D 센터 구축 및 네트워크화	해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 기획 및 구축·운영 연구	해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D센터 기획-정책 연구
			지역거점 R&D센터 거버넌스 구축 연구
			해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 구축
현지-국내 인력교류/교육 프로그램 개발	인력교육 및 교류 기반 현지 인적 네트워크 구축	현지-국내 산학연관 인력 교류 및 교육 활동을 활성화하기 위한 기획 연구 수행 및 프로그램 개발 연구	현지-국내 인력교류/교육 기획 및 프로그램 개발 연구
대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구	글로벌 실험인프라 네트워크 구축 및 인증/표준화 역량 확보	실험인프라 분야의 국제네트워크를 구축하고 해외 요구 성능검증 및 표준화 방안 수립	대형실험시설 기반 해외공사 성능검증 실험 지원 국가 HUB 실험센터 구축
			해외건설 검증실험 및 국제공동연구를 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축
			국가간 상호 실험인증 및 실험관련 국제표준화 방안 연구

2.2.2 기술 및 시장동향

국토교통부와 KOTRA는 해외건설정보/무역정보 조사를 목적으로 주요 권역별 지부를 운영하고 있음

국토교통부는 해외건설협회의 7개 지부를 통하여 권역별/국가별 건설시장 동향, 사업발주정보를 수집하고 있음

- 해외건설협회 지부의 역할은 해외건설 시장동향 파악, 공사수행 환경 등 현지진출 환경조사, 프로젝트 정보수집, 정부 및 주요발주처, 외국기업 동향파악, 제도관련 동향파악 등 조사업무 중심임
- 해외건설협회에서 조사한 해외건설정보는 해외건설종합정보서비스를 통해 국내 건설기업을 대상으로 서비스되고 있음

KOTRA는 해외무역관(KBC: Korea Business Center) 설립을 통하여 국별 정보 수집 및 국제협력을 추진하고 있음

- KOTRA는 9개의 지역본부(아시아, 유럽, CIS, 북미, 중남미, 중동, 아프리카, 일본, 중국)와 113개의 KBC을 개설
- KBC는 수출현안, 시장동향 정보수집 등 조사사업, 수출유망 품목 발굴 및 전략시장 선점, 내수시장 진출강화를 위한 마케팅 지원, 시장개척단 지원을 통한 사업진출 확대, 현지/글로벌 기업과의 협력, 투자유치사업 등의 역할을 수행

KIST는 기초과학분야에서 전략적 확보 필요기술의 국제공동연구 및 현지정보조사를 목적으로 유럽에 거점 R&D 센터를 설립/운영하고 있음

KIST Europe의 주요목표는 한-EU간 과학기술협력, 환경오염 대응을 위한 글로벌 네트워크 구축 등임

- 공공 복지의 증진을 목적으로 한 글로벌 연구개발활동에 기여
- 한-유럽 정부/산업/연구기관/기업의 기술협력 증진
- 한-유럽간 연구인력 교환을 지원

KIST Europe은 공공복지의 증진을 목적으로 한 글로벌 연구개발활동에 기여하며, 한-유럽 정부/산업/연구기관/기업의 기술협력 증진 및 한-유럽간 연구인력 교환을 지원함

- 주기능: EU첨단기술 활용 원천기술 개발, 국가적 수요가 큰 핵심기술의 전략적 기술개발수행, 환경대응전략 수립

- 부기능: 한-EU 과학기술 협력/교류 거점으로서 유럽 과학기술정보, 인력교류 및 교육훈련 매개체

연구소 조직은 연구부에 연구부장을 포함 주로 현지인으로, 파견된 국내 연구진의 현지기술 습득이 용이하게끔 구성되어 있음

- 총인원수: 96년 7명(설립 시), 09년 48명, 12년 69명(현재) - 한국인/독일인 구성비 50:50

- 연구부 41명(연구부장실 2명 포함, 독일인 위주 구성)

KIST Europe은 단계별 발전전략을 채택/추진하고 있음

- KIST유럽 연구소는 '00년 연면적 756평의 제 1연구동을 완공하여 본격 연구를 시작

  · 제 1연구동 완공 시점이전까지 연구활동이 본격적으로 진행되지 않음

- '07년부터 국내 산학연 지원기능 활성화를 위하여 제 2연구동 건설을 추진한 이래 '10년 626평의 제2연구동을 준공하였음

  · 제 2연구동은 국내 대학, 산업체, 연구기관에 연구실 및 사무실을 제공하게 되며 이미 고려대와 연세대 등 한국의 주요대학, 연구소가 현지 랩을 설치하였고, 해양연구원도 참여 할 것임을 발표

  · 제 2연구동 완공을 계기로 KIST 유럽연구소는 EU지역 우수연구기관으로 발전하는 연구 인프라를 확보하고 국내 산학연에 현지과제 수주와 대학간 교류를 위한 연구 및 교육거점을 제공하게 될 것임

SIEMENS, 파스퇴르 연구소 등 해외 기업/기관에서는 해외국별 R&D 센터를 구축 기술교류 및 국제공동연구를 수행하고 있음

독일 SIEMENS의 해외R&D센터의 경우 타겟국가 유명 연구센터 등과 기술 교류 중

- 현지기술을 접목해 새로운 기술개발에 나서 현지화 진출 전략을 추진 중임

파스퇴르 연구소는 질병대응 이슈해결을 위해 국가별 R&D센터를 확장 운영 중임

- '97년 설립된 파스퇴르 연구소는 1120년간 연구개발을 통한 질병감염에방에 기여하고 있는 연구기관이며 전 세계적으로 32개의 Branch Network를 구축함

- 한국파스퇴르 연구소는 미생물학, 면역학, 기생충학, 분자생물학, 생물공학 분야의 과학적, 기술적 연구의 활성화와 관련 분야의 교육, 교습, 학습 및 그와 관련된 제반 활동을 추진하고 있음

- 아시아 태평양 지역의 IP 분소는 총 7개소이며, 이중 IP-Korea, IP-Shanghai, IP-Hongkong을 제외한 IP분소는 Test Bed의 역할을 수행

SIEMES와 파스퇴르 연구소는 해외 권역별/국가별 기술적 이슈에 대응하기 위한 기술교류 및 국제공동연구를 추진하는 것이 특징임

- 파스퇴르 연구소는 권역별 국가별 차별화된 질병수요를 대응하기 위해 주요국별 R&D센터를 구축하고 있으며, 이중 아시아 4개 R&D센터는 Test-Bed 역할을 수행

선진국을 중심으로 신흥국 및 개도국 과학기술협력의 필요성이 강조되고 있으나 우리나라의 신흥국 및 개도국 협력 규모와 비중은 낮은 수준[132)]

우리나라의 과학기술협력은 주로 '기술획득'을 목적으로 하는 미국, 일본, 유럽 등 전통적 기술 강국 위주로 진행되는 경향을 보임[133)]

- 전 지구적 문제 해결 등을 위해 개도국의 중요성이 점차 커짐에도 불구하고 개도국과의 과학기술협력을 원조 차원으로만 인지하여 관심과 노력이 부족

우리나라 과학기술의 지속적 발전을 위해 이공계 인력 확보 및 자원의 안정적 확보가 필요하며, 개도국의 풍부한 자원, 에너지 및 잠재적 고급 두뇌 집단과 우리나라의 과학기술 및 기술개발간의 상호 교류가 바람직함

- 선진국들은 이미 개도국과의 과학기술협력을 개도국은 물론 자국의 발전에 매우 유익하다는 인식을 가지고 있음[134)]

- 세계 R&D 투자 가운데 선진국 비중은 감소하고 상대적으로 개도국의 비중이 증가하고 있으며 특정 국가 내에서 외국기업의 R&D 비중의 경우에도 선진국에서는 정체하고 개도국에서는 증가(UNCTAD, 2005)

132) 개도국과의 과학기술협력 현황 및 향후 방향, KISTEP, 2011
133) 교육과학기술부, KISTEP, 2008
134) 전승훈 외, 2006

일본에서는 자국기술의 홍보, 확산 용도로 인턴십, 국내 체험등 방법을 활용

EU-japan은 Vulcanus in Japan & Vulcanus in Europe이라는 이공계 학생 산업 인턴십 프로그램을 통해 유럽과 일본 비즈니스 수련학생들을 특정 소속 일본 및 유럽의 경제인들에게 서로 엮어주는 역할을 하는 목적으로 가지고 있음

일본의 JICA(국제협력기구)는 개도국 환경변화를 반영한 중장기적 연수프로그램, 시민참가형 시업체제로 전환, 연수생 초청 및 기술연수과정을 통해 석박사를 배출하고 있음

교육과학기술부는 개도국 Post-Doc 지원사업을 추진하고 있음[135)]

외국의 젊고 유능한 신진과학자들에게 국내 연구기관에서 일정기간 연수기회를 제공

- 해당 사업의 목표는 신진 연구 인력의 연구능력 향상, 향후 장기적이고 지속적인 협력 기반 구축, 국내 연구기관의 연구인력 보강 및 연구 분위기 쇄신, 연구 활성화 도모, 상호 과학기술 이전 및 정보교류로 과학기술 수준 향상에 기여 등

'09년도 예산은 400백만원으로 개도국을 중심으로 양국간 과학기술협력을 고려하여 기 합의된 국가별 인원 배정

- 연수기간은 6개월 이상 1년 이하로 연구시설이 양호한 대학, 국공립연구소, 정부출연 연구소, 기업부설 연구소 등을 연수기관으로 선정

- 해당사업의 기대성과는 외국인 과학자의 정규적인 국내 장기 방문연구추진에 의한 정보교류증진 및 협력 확대 강화에 있음

건설교통분야 해외인력 지원양성사업 부재

국정부에서 건설교통 관련 해외인력을 지원하며 양성하는 Fellowship은 존재하지 않으며, 주로 국내 인력의 양성 및 인턴십 지원을 중심으로 하고 있음

135) 개도국과의 과학기술협력 현황 및 향후 방향, KISTEP, 2011

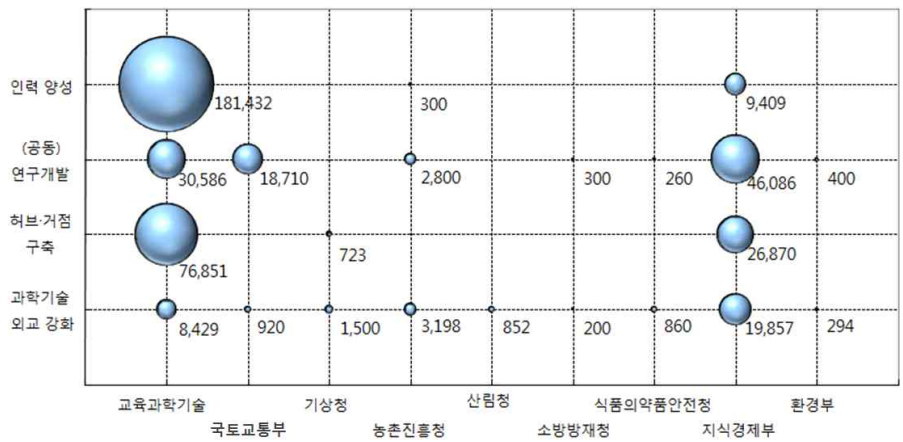
[표 Ⅲ-6] 건설교통분야 해외인력 지원사업 현황

과제명	과제 내용	한계점	비고
대학생 해외건설 인력양성	해외건설에 필요한 기초적 역량을 교육	기초적인내용에 집중하여 전문적 인력양성이 부족	국토교통부
플랜트 전문인력 양성과정	해외플랜트 인력을 위한 교육	플랜트 분야 이외에 타분야의 교육이 부족	건설산업교육원
플랜트 전문 인력 양성교육	해외플랜트 인력을 위한 교육	플랜트 분야 이외에 타분야의 교육이 부족	지식경제부
해외플랜트 취업교육	해외플랜트 인력을 위한 교육	플랜트 분야 이외에 타분야의 교육이 부족	건설기술교육원
해외건설 글로벌 인재 양성과정	해외플랜트 인력을 위한 교육	플랜트 분야 이외에 타분야의 교육이 부족	해외건설협회

건설교통기술 분야 R&D 글로벌화를 위한 투자 수준은 국가 예산 및 타 부처 대비 미흡한 실정

건설교통기술 분야 R&D 글로벌화를 위한 투자 수준은 국가 예산 및 타 부처 대비 미흡한 실정

- 국토교통부는 '11년 국제공동연구사업으로 해양분야에만 18억 원을 지원(국가 R&D 공동연구 예산의 3%)
- 교육과학부, 지식경제부에 비해 국제협력사업 지원규모가 미흡한 실정이며, 특히 허브/거점 구축 관련 투자는 이루어지지 않고 있음

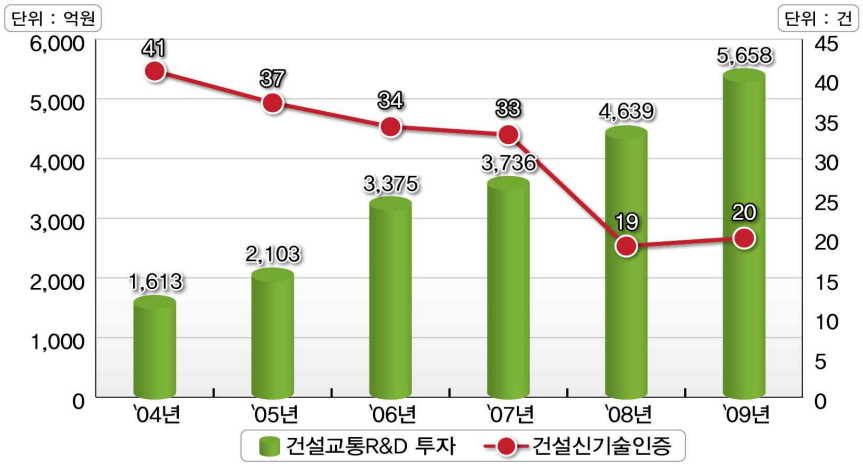


[그림 Ⅲ-11] 건설교통 기술분야 R&D 글로벌화 투자 수준
(자료: 건설교통 R&D 중장기계획 2013~2017)

건설교통 R&D의 투자예산은 약 4배 증가했으나 중소기업의 시장창출 계기가 될 수 있는 신기술 인증 건수는 축소

지식경제부, 중소기업청 등의 각 부처의 '기술이전사업화사업군' 총 예산 대비 국토교통부의 기술의 사업화지원 예산은 8%인 10억 지원('08)

국토교통부도 '08년부터 기술사업화를 추진하고 있으나 R&D 연구성과에서 사업화 추진을 위한 신기술 인증 획득 건수는 총 2건으로 매우 미흡('11)



[그림 Ⅲ-12] 건설교통 R&D투자 대비 건설신기술인증 현황

(자료 : 건설교통 R&D 성과 현장활용성 제고방안 연구, 2009)

민간기업(연구기관, 대학, 건설기업, 교통기업)의 R&D 투자는 기초단계 15.3%, 응용단계 18.6%, 개발단계 35%, 상용화단계 30.8%('08년 기준) 순으로 집중

특히 건설업체의 경우 기존기술개선에 투자를 집중한 반면, 시설·장비, 인력양성, 국제기술협력 등 연구 인프라 구축은 미흡

- 기존기술 개선 40%, 신기술공법 35%, 시설·장비 구축 6%, 인력양성 및 국제협력 6%, 기획·정책 4%, 기술표준화 3%

FTA 체결 증가와 지역 경제권의 블록화 강화에 따른 해외진출 환경 변화

관세장벽이 낮아지면서 선진국・개도국 모두 무역기술규제(시험・인증)를 강화하고 있으며 이로 인해 글로벌 시험인증시장 확대

- 글로벌 시장교류 확대 및 각국의 기술규제 증가로 세계 시험인증 시장(100조원)은 최근 5년간 2배 이상으로 급성장 추세

표준의 시장 지배력이 강화되어 세계시장 확보를 위한 국제표준 선점 경쟁이 심화되고 글로벌 시험인증체제 확대

- 시장과 편계성이 강화되어 표준화 및 인증체제를 고려하지 않고 기술개발을 할 경우 사회적 비용 증가 및 기업의 손실 초래

- 교통카드 단말기 개발시 표준(호환성)을 고려하지 않아 국민불편을 초래하고 '06년 국가표준 제정 후 표준화된 호환성 단말기 교체로 570억 원 추가 소요

최근 EU・미국 등 선진국뿐만 아니라 중국, 동남아 국가 등도 신규 시험인증제도를 도입함으로써 우리 수출업계의 부담 증가

- (中) 정보보안제품 강제인증, (동남아) 철강, 타이어 등에 강제인증 도입 등

특히, 중소・중견기업은 복잡하고 다양한 해외 시험인증규제 현황 정보를 입수・분석하고 이에 적절히 대응하기에는 역부족

- 수출국가의 인증요구 등 기술규제를 알지 못해 납기 지연 또는 계약 취소 발생

복잡하고 다양한 해외 시험인증규제 현황 및 대응 방안을 컨설팅 할 수 있는 TBT(무역기술장벽) 전문가 부족

- 무역기술장벽 전문가는 이공계 지식을 바탕으로 통상 및 법률 지식 필요

중남미, 아프리카 등 표준체계 부재(미비)로 우리 기업이 시장 진입・확대에 어려움을 겪는 신흥국에 우리 표준이나 실험인증체계 보급 필요

- 중동, 중남미, 아프리카 등 신흥국에 대한 수출비중은 지속적으로 확대- 신흥국: ('95) 31% → ('11) 51.1%, EU: ('95) 14.3% → ('11) 10%, 미국: ('95) 9.3% → ('11) 10.1%

국내 시험·분석 기관의 국제경쟁력 강화 필요

정부나 공공기관의 지원이 제한적이어 민간기관의 기술력에 따라 좌우되는데, 국내 민간분야의 시험분석기관은 자본력과 기술력을 겸비한 선진국의 시험・인증기관과의 경쟁에서 뒤처짐

한미FTA에서 합의된 '시험인증기관의 상호지정 가능 조항'으로 미국계 기관의 국내 진출도 늘어날 것으로 보여, 국내 민간 시험연구기관의 경쟁력 제고 방안이 시급히 마련되어야 함

세계 시험분석 시장규모는 2005년 약 50조원에서 2011년에는 75조원에 달한 것으로 추정, 국내시장은 2006년 2.2조원에 달한 것으로 추정

- UL(미국) 등 국내 진출한 선진국의 시험 인증기관들은 국내 고급시험분석 평가시장(시장규모 5,500억 원)의 40% 정도를 점유

건설교통 R&D 성과 및 외국자재/장비/공법 등 도입기술, 신기술/신소재 등에 대한 실증실험/검증을 통하여 현장 활용이 가능하도록 지원하는 국내 실증실험/검증 인프라 구축 강화 필요

인력, 시스템, 기술력 등에서 국내 실험기관간 상호 협력네트워크 구축을 통한 국제 경쟁력 제고 필요

시험인증기관을 인정하는 기구를 단일화하고 제품 시험결과를 공유하는 국제상호인증체계 확대하고자 하는 정부 정책 발표[136)]

실천계획으로 '원천표준·인증 확보를 위한 지원체계를 개선하는 방안'을 제시하고 각 관계부처가 R&D-표준 동시개발(행정조치)를 '13년부터 시행토록 추진계획 제시

정부는 국가 표준·인증 거버넌스 일원화를 목적으로, 수출기업들을 지원하기 위해 국내 시험성적서가 해외에서도 통용될 수 있는 국제상호인증체계(KOLAS)를 범 부처로 확대

- KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Scheme)는 국제 상호인정협정에 따라 시험·검사·교정 기관을 평가하여 인정하는 기구(기술표준원)

글로벌 통상시대에 걸맞는 표준·인증 대응체계를 구축

- 주요국 시험인증규제 최신 동향을 신속 입수하여 수출기업 등 수요자 요구에 맞는 정보로 가공하여 제공하고, 「TBT(무역기술장벽) 지원단」을 구성하여 해외 시험인증규제에 대응할 수 있도록 컨설팅 사업을 추진

- 국내 시험인증산업의 전문인력 양성, 시험장비 공동활용 등을 통해 수출기업을 지원하고, 나아가 시험인증산업을 일자리를 창출하는 고부가 서비스산업 육성

136) 국가 경쟁력강화를 위한 국가표준·인증제도 선진화 방안 마련(제29차 국가경쟁력강화위원회, 2012. 7. 13

해외 건설시장 확대에 대응하고, 건설교통 분야의 기술경쟁력 확보를 위해서는 국제협력 체계 구축 및 지원 방안 구축 필요

중국·인도 등 아시아 신흥경제국은 인프라 확충으로 건설시장 규모가 지속 확대되고 있을 뿐 아니라, 나이지리아 등 아프리카 지역도 건설시장의 성장 잠재력이 큼(나이지리아의 건설 지출은 GDP의 3.2%에 불과)

중국은 해외시장 진출 확대 및 건설교통 인프라 확충

- 해외기업과의 M&A를 적극 추진함으로써 해외시장에서의 중국 기업의 경쟁력 향상
- '제12차 5개년 계획(2011~2015)'을 통해 서민주택 건설, 교통 인프라 증설, 친환경 에너지 인프라 증설 등을 추진 중에 있음

해외 각 국은 해외 건설시장 변화에 대응할 수 있는 국제협력 네트워크 허브/거점 구축을 위해 자체적인 국제협력기관을 설립하고 국가 차원의 예산을 투입하고 있음

- 일본 JSPS(약 14억 달러, '03년), 미국 NSF(56억 달러, '06년), 독일 DFG(약 10억 달러, '03년) 등
- 미국, 일본, EU는 개도국의 건설시장 성장을 고려하여 인도, 베트남 등의 국가와 국제 기술협력 적극 추진

교육과학부, 지식경제부에서는 해외 각 국과의 국제협력 네트워크 구축을 위해 지속적인 예산을 투자하고 있으나, 건설교통 시장 개척을 위한 국토교통부의 예산 투자는 미흡한 실정임

- 교육과학부, 지식경제부는 국제공동연구사업, 해외 MOT 사업 등에 '11년 기준 297억 원, 102억 원을 투자하고 있으나, 국토교통부는 해양분야에 18억 원(국가 R&D 공동연구예산 3%) 투자
- 특히 국토교통부의 국제협력 사업은 허브/거점 구축 관련 투자는 이루어지지 않고 있음

해외의 시험인증규제 강화에 따른 국내 시험인증산업의 글로벌 경쟁력 제고 요구 증대

WTO · FTA 등을 통해 관세장벽은 낮아지는데 반해, 시험인증 등 비관세조치를 통한 무역장벽이 높아져 수출기업 부담으로 작용

- 무역기술장벽(TBT)은 업종에 따라 6 ~ 30% 관세율에 상당

국내 시험인증 인프라의 글로벌 역량을 강화하여 수출기업을 지원하고 일자리를 창출하는 고부가 서비스산업으로 육성 필요

- 국내 1위 KTL(산업기술시험원) 매출 및 인원(890억 원, 705명)은 세계 1위 스위스 SGS(5.2조원, 59천명) 매출의 1.7%, 인원의 1.1%에 불과

글로벌 전문인력 양성기반을 확충하고, 신수요분야 R&D-시험인증 연계를 통한 선진국 수준의 시험인프라 구축

R&D를 통해 수입의전도가 높은 시험장비 개발을 지원하고 중소기업 및 중소시험인증기관에 TP 및 출연연구기관 첨단장비 공동활용 지원

- 장비공동활용 기반구축('12.10) 및 국제상호인정시험기반구축사업(75억 원/'12년) 확대 등

- 국제표준(ISO/IEC)에 대한 시험인증수준: 글로벌 기관(80%), 우리기관(43%)

정부 시험인증수요에 독점적 권리를 갖고 있는 공공 시험인증기관의 체질을 개선하고 민간기관의 공공분야 진입 여건을 조성을 통한 경쟁구조 전환

국내 시험인증기관의 대형화·글로벌화를 유도하고, 법정 인증기관의 지정요건 완화 등을 통해 민간 시험인증기관의 진입장벽을 해소

- (사례) 6개 시험인증기관을 3개 기관(한국화학융합(화학+전자파), 한국기계전기전자(기기유회+전기전자), 한국건설생활환경(건자재+생활환경)) 시험연구원으로 자율통합('10.7)

신수요 글로벌 시험인증시장 진입을 활성화하고 개도국 기업들의 기술혁신 컨설팅 기관으로 육성함으로써 신규시장 창출

신성장동력분야(신재생에너지, 스마트그리드 등)의 국제표준 및 R&D와 연계하여 신규 시험인증시장 선점

- 풍력설비 인증제도를 선제적으로 정립하여 IEC 표준으로 채택추진('12.하반기)

시험인증기관의 해외진출 지원을 위해 수출입 규모, 기술력, 규제 수준 등을 고려한 차별화된 상호인정협정 추진('12~)

- 국내외 시험인증기관간 상호인정협정(MRA) 또는 국가간 MRA 추진

기 추진 유사 사업이 있으나, 해외건설에 타겟팅된 사업이 아니며, 동 연구개발 사업에서 차별적으로 추진코자 함

[표 Ⅲ-7] 유사 국가연구개발사업 검토(글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축·운영)

부처명	과제명	주요 내용	개발대상기술과 차이점
국토교통부	해외건설협회 지부	해외건설 관련 발주정보 및 사업정보 등 관련 거시 정보 제공	진출대상국별 건설제도, 기술역량 정보조사 항목의 고도화, 국제공동연구과제 발굴 및 수행주체로서 차별화됨
한국연구재단	한-미, 한-중 신진과학도 국내 연수 프로그램	일회성의 순수과학 인력교류	미국, 중국에 한정하지 않고 해외건설 권역/국가에 타겟팅되어 지속적인 인력교류 및 교육 실시
국토교통부	분산공유형 건설연구인프라 구축사업	국내 지역별로 건설분야 6개 대형실험시설을 구축하는 사업	분산공유 6개 실험시설은 물론 출연연, 공공기관 연구소 및 기업체의 대형 실험시설과 연계하여 해외건설 검증실험을 위한 실험인증 인프라를 고도화 하고, 해외 주요 실험시설과도 네트워크를 구축하여 지원을 모색

2.2.3 사업내용

가. 연구개발목표

‘글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축·운영’ 핵심과제 및 중점과제의 목표, 단계별 목표는 다음과 같음

구분	목표	1단계	2단계	3단계
글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축·운영	**해외건설 글로벌 협력 인프라 및 네트워크 구축**	**해외건설 글로벌 협력 인프라 및 네트워크 기반 확보**	**해외건설 글로벌 협력 인프라 및 네트워크 확대**	**해외건설 글로벌 협력 인프라 및 네트워크 안정화**
해외건설 지역거점 R&D센터 구축·운영	거점 R&D 센터 구축 및 네트워크화	거점 R&D 센터 구축 및 네트워크 기반 확보	거점 R&D 센터 구축 및 네트워크 확대	거점 R&D 센터 구축 및 네트워크 안정화
현지-국내 인력교류/교육 프로그램 개발	인력교육 및 교류 기반 현지 인적 네트워크 구축	인력교육 및 교류 기반 현지 인적 네트워크 기반 구축	인력교육 및 교류 기반 현지 인적 네트워크 확대	인력교육 및 교류 기반 현지 인적 네트워크 안정화
대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구	글로벌 실험인프라 네트워크 구축 및 인증/표준화 역량 확보	글로벌 실험인프라 네트워크 구축 및 인증/표준화 역량 기반 확보	글로벌 실험인프라 네트워크 구축 및 인증/표준화 성과 창출	글로벌 실험인프라 네트워크 구축 및 인증/표준화 역량 강화

나. 연구개발전략

(1) 해외건설 지역거점 R&D센터 구축・운영

거점 R&D센터는 구축지역은 시장매력도를 기준으로 선정하고 거점센터 성장단계와 국내외 기술격차를 기준으로 거점 R&D센터의 목적과 추진방식을 결정

거점 R&D센터 구축지역은 지역/국가별로 시장매력도(시장과 수주경쟁력, 지역내 거점화 가능성)을 기준으로 대상국가를 선정

- 국내기업의 진출 정도와 거점국-국내 기술격차를 평가하여 거점 R&D센터의 목적 및 추진 방식을 결정

거점R&D센터는 거점R&D센터 운영위원회, 연구부, 정책전략센터로 구성됨

거점R&D센터 운영위원회는 거점 R&D 센터의 역할(국제공동연구 매개, 수행, 홍보/마케팅의 주체, 인력교류 및 지역 기술/수주/제도 정보공유)에 대한 의사결정을 목적으로 하는 진출국-국내 인력의 합의체임

연구부는 공동연구개발과제로 선정된 아이템에 대한 기술개발을 매개/수행하는 부서로서, 거점센터의 기술역량에 따라 국내외 인원 비율을 달리 구성함

- 해당기술분야에서 국내기술이 우수한 경우, 해외연구인력과 국내연구인력 비율을 1:3로 구성하여 국내기술의 현지적용, Test Bed 구축을 통한 현지 적용 중심의 연구를 수행함
- 해당기술분야에서 해외기술이 우수한 경우, 해외연구인력과 국내연구인력 비율을 3:1로 구성하여 해외 우수 기술 및 노하우의 국내 이전에 중심을 둔 연구를 수행함

정책전략센터는 연구과제 발굴, 기획, 타당성평가, 현지 건설교통시장/산업/산업표준/현지 진출기업의 기술력 조사와 기술정책 및 전략 연구를 수행하는 부서로서 해외인력과 국내인력의 비율을 1:3으로 구성

- 조사분석팀은 현지 건설교통시장/산업정보 수집, 산업표준정보수집, 현지기업/현지진출 해외기업 기술력 정보수집/평가를 수행
- 기술전략팀은 연구과제 발굴, 기획, 제안, 타당성평가, 사업화 전략, 현지시장/인접국 시장 확대전략 및 연구개발정책 연구를 수행

- 운영지원팀은 Local DB관리, 기술세미나, 홍보, 마케팅, 일반행정, 개방형 국제 공동연구과제관리, 연구개발산출물 관리, 현지국과의 협약 대응 등의 역할을 수행



[그림 Ⅲ-13] 해외건설 거점 R&D 센터 조직(안)

거점 R&D 센터의 통합관리를 위한 해외건설 Hub센터를 국내에 구축

글로벌협력센터는 국내에서 해외 R&D지역거점센터를 총괄 관리하는 KAIA 산하기관임

- 해외건설 R&D Hub센터는 국제협력 전략실, 거점 R&D 센터 운영국, 자문위원회로 구성

  · 국제협력 전략실은 해외건설 Hub 센터 국제협력 업무를 총괄하며 권역별/국별 국제협력전략, 공동연구전략 등 수립하고 국제공동연구 추진 모니터링 수행

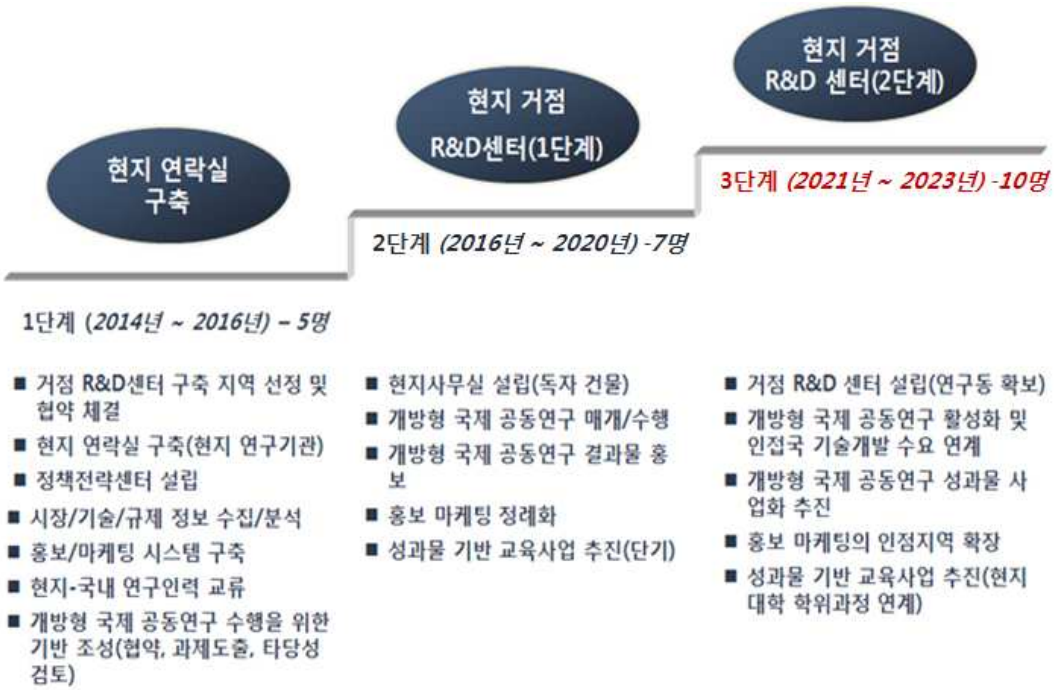
  · 거점 R&D센터 운영국은 권역별 거점 R&D센터 구축 전략, 인사/재무관리, IT인프라 운영기능을 수행



[그림 Ⅲ-14] 해외건설 Hub 센터 조직(안)

거점R&D센터의 단계별 발전전략을 고려

거점 R&D센터는 단계별 발전전략을 수립하되, 국내 건설기업 진출이 활성화된 주력시장 거점 R&D센터는 구축 직후, 2 또는 3단계 역할을 수행할 수 있도록 지원하도록 함

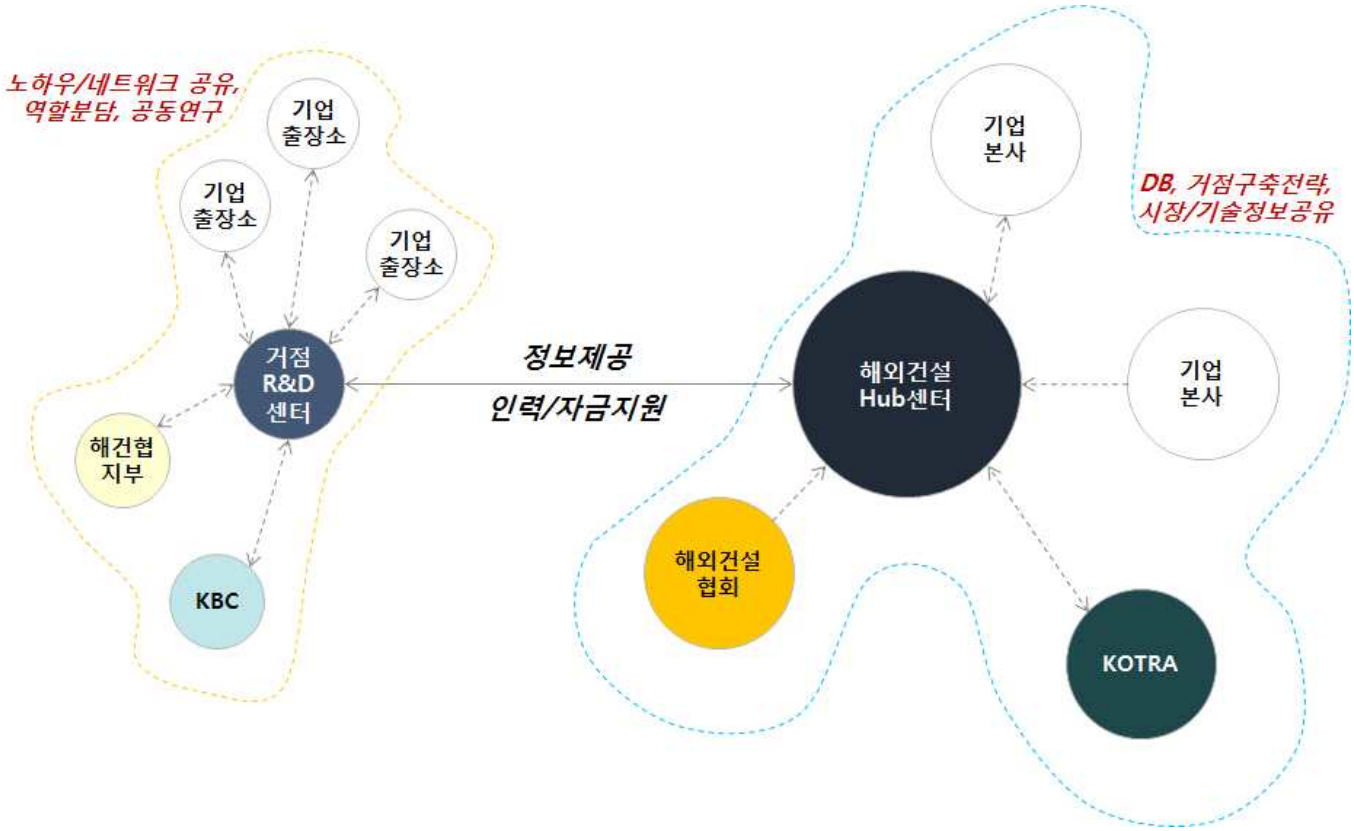


[그림 Ⅲ-15] 거점 R&D센터의 단계별 발전전략

거점 R&D 센터와 해외건설 Hub센터를 중심으로 민간 또는 공공부문의 유관기관과 연계체계 구축

KOTRA KBC, 해외건설협회 지부, 현지진출 국내기업 출장소와 연계 체계를 구축

정보조사의 분담, 획득정보 및 네트워크의 공유를 통해 효율적 조직운영을 도모

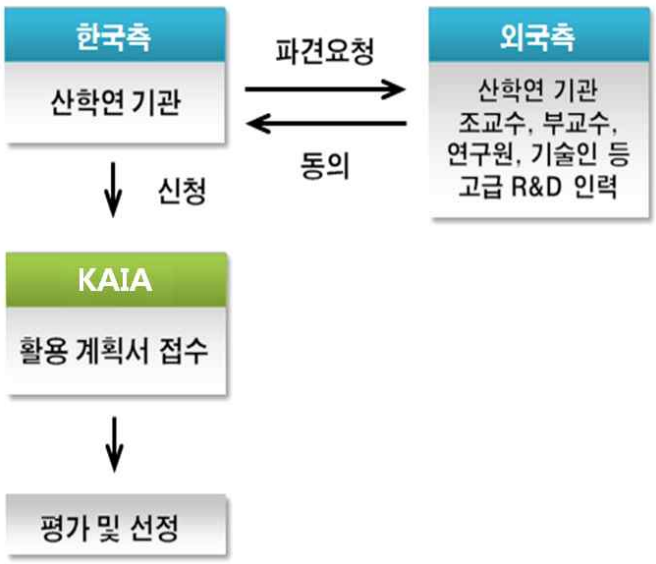


[그림 Ⅲ-16] 거점 R&D 센터의 유관기관 연계전략 개념도

(2) 현지-국내 인력교류/교육 프로그램 개발

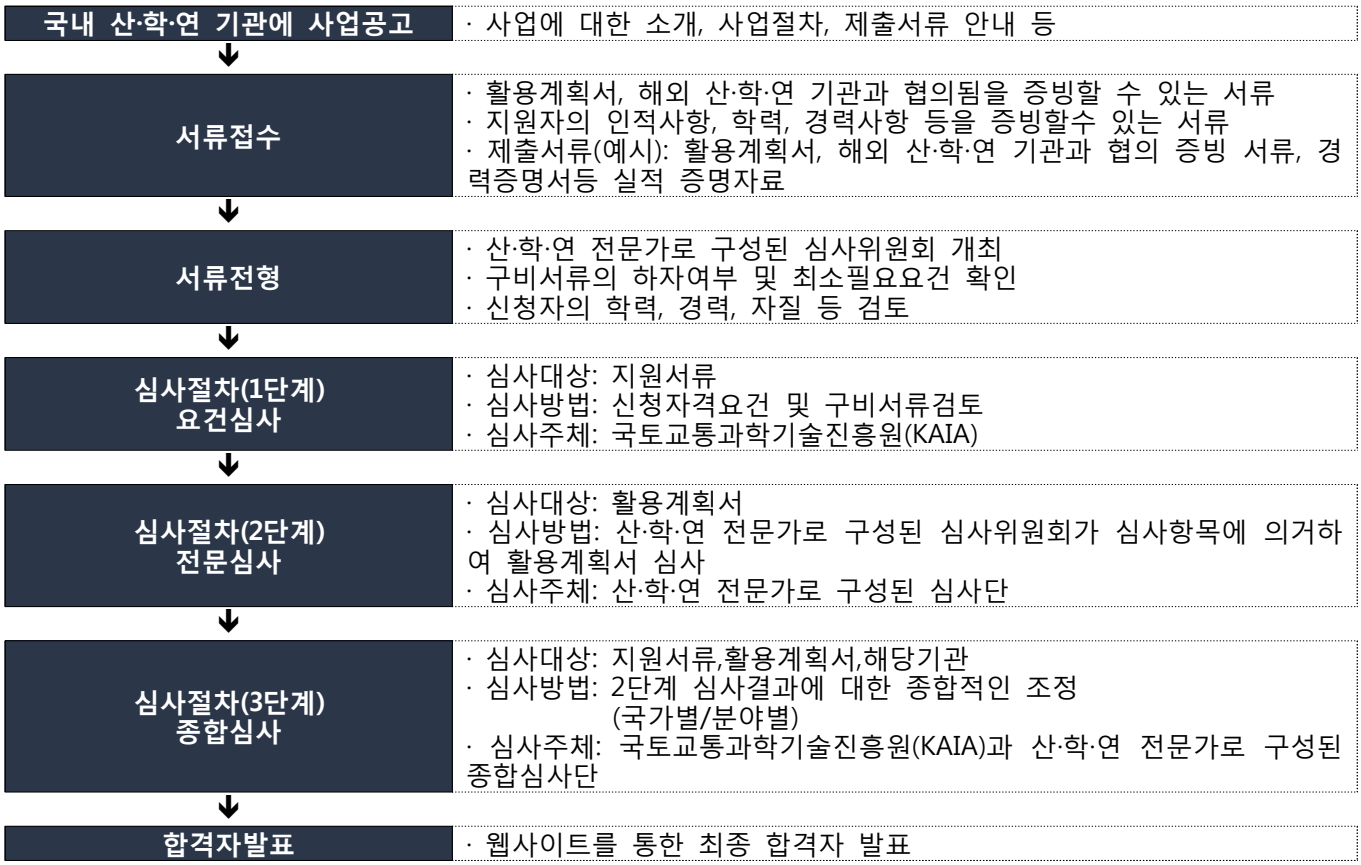
현지 인력 초빙 교류/교육 프로그램 추진체계/절차는 다음과 같음

국내 인력 교류/교육 신청 기관은 해외기관과 협의된 인력교류/교육 계획의 대표자로서 KAIA에 신청서를 제출하고 KAIA은 평가, 선정을 주관



[그림 Ⅲ-17] 현지 인력 초빙 교류/교육 프로그램 추진 체계

국내기관 사업공고 - 서류접수/전형 - 요건심사 - 전문심사 - 종합심사 - 합격자 발표의 절차에 따름



[그림 Ⅲ-18] 현지 인력 초빙 교류/교육 프로그램 추진 절차

(3) 대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구

산학연이 참여하는 실험시설 클러스터 및 총괄 HUB 센터를 구축하여 HUB 센터를 중심으로 해외건설 실험검증을 지원하도록 함

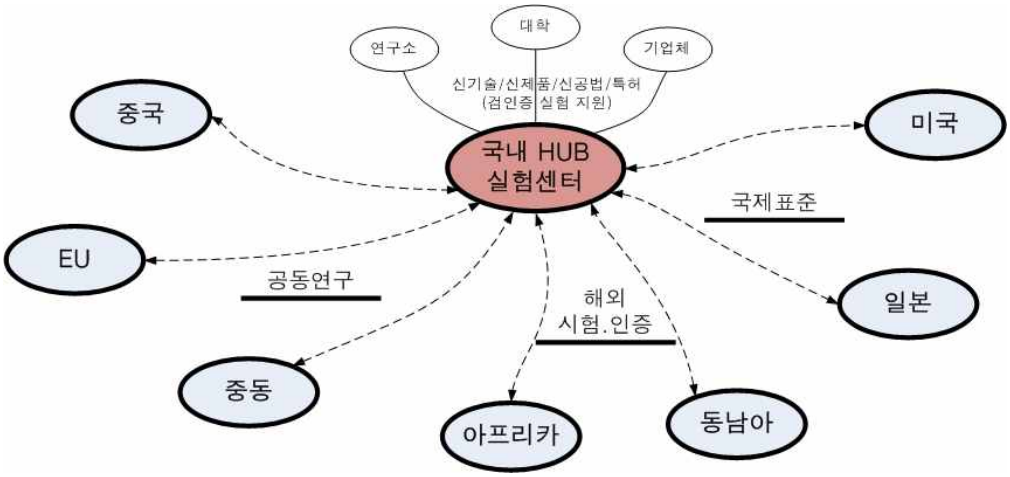
국내 HUB센터를 통해서 국내 실험시설에서 검증실험을 수행하거나 글로벌 실험시설 네트워크를 활용하여 현지 실험시설을 이용할 수 있도록 하는 지원시스템을 구축

국내 기업체가 해외시장 진출시 현지 국가의 실험·인증 요구에 즉각적으로 대응하여 피해가 발생하지 않도록 함

건설기업의 해외시장 진출, 해외 표준화 등의 목적별로 차별화된 연구추진

글로벌 실험시설 네트워크를 활용한 건설업체의 해외시장 진출 지원과 관련해서는 상호 실험인증, 표준화 관련해서는 실험관련 부분에 초점을 맞춰 진행함으로써 광의적 건설교통 표준화 관련 연구와의 차별성을 확보

국내 HUB 실험센터 및 글로벌 실험시설 네트워크의 경우, 지속적 서비스가 이루어질 수 있도록 국토교통부의 행·재정적 지원 방안이 함께 제시되어야 함



[그림 Ⅲ-19] 국내 HUB 센터 기반의 글로벌 실험시설 네트워크 구축

다. 연구내용 및 범위

(1) 해외건설 지역거점 R&D센터 구축・운영

해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D센터 기획-정책 연구

각국의 현지시장 조사 및 분석을 통한 현지건설 기술 니즈 연구

지역거점 R&D센터의 단계별 진출국 선정을 위한 시장성, 기술성 분석 연구

지역거점 R&D 센터의 정보수집기능, 공동연구 수행 매개 기능, 인력교류 및 교육 기능, 기술이전·확산 기능, 기술 홍보 및 마케팅 기능에 대한 기획 연구 추진

국내 산학연관 연구 주체와 현지 협력 체계 기반을 위한 지역거점 R&D 센터의 조직 및 조직별 역할, 기능 연구

해외시장 진출 확대를 위한 지역거점 R&D센터 발전방향 전략·정책 연구 수행

지역거점 R&D 센터로부터 확보되는 정보 및 네트워크를 통해 해외시장 진출 확대를 위한 전략·정책 수립 연구 수행

지역거점 R&D센터 거버넌스 구축 연구

지역거점 R&D 센터 국내 총괄조직의 해외 센터 총괄 운영·관리 기능, 센터 간 정보 및 성과 공유 중계·관리 기능 등 HUB 기능 구축 연구

지역거점 R&D 센터 국내 총괄조직의 조직 및 조직별 역할, 기능 연구

해외시장 진출 확대를 위한 지역거점 R&D센터 국내 총괄조직의 단계적 발전방향 전략·정책 연구 수행시장 성장이 유망하나 실용화 단계에 이르지 못한 분야 중, 국내 기술기반 취약/해외기술역량 우수한 건설기술을 대상으로 선진기술 흡수형 국제공동연구 수행

해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 구축

지역 인프라 건설계획, 사업발주정보 등 현지 건설교통산업 및 시장 정보 조사·분석

현지 기술기준, 제도, 사업 등 산업표준 정보 조사·분석

현지 기업/현지 진출 해외기업의 장비, 자재, 설계, 시공, 엔지니어링, 시장 인지도 등 기술력 정보 조사·분석

현지-국내 연구진간 인력 교류 지원

기술세미나, 포럼, 전시회, 홍보, 마케팅을 통한 기술이전·확산 및 기술사업화 지원

(2) 현지-국내 인력교류/교육 프로그램 개발

현지-국내 인력교류/교육 기획 및 프로그램 개발 연구

시장진출 목표 대상국 인력교류 가능분야 및 민간/공공분야 직종 조사/검토

선진기술습득이 필요한 해외건설분야 인력교류 대상 조사·분석 연구

선진기술 및 정보 흡수를 위한 인력교류 및 교육 프로그램 개발

기술이전형 인력교류 및 교육 프로그램 개발 연구

현지-국내 인력교류를 위한 제도 및 정책 기반 조성 연구

현지 진출 사업 프로젝트 기획형 기술 전수 현지 인력 교육 프로그램 개발 연구

기술책임자급 국내 인력 대상 해외건설 현지 특성화 교육 프로그램 개발

(3) 대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구

대형실험시설 기반 해외공사 성능검증실험 지원 국가 HUB 실험센터 구축

국내 관련분야 실험시설, 연구기관 현황 조사 및 분석 연구

해외건설에서 발생하는 특수 실험사례 조사 및 분석 연구

해외건설 성능검증실험 추진을 위한 성능검증 실험절차 및 기법 연구

국가 실험인프라 강화를 위한 기술분야별 공동연구 및 실험지원 클러스터 구축

건설교통분야 국내 실험시설 네트워크 및 총괄 HUB 센터 구축 및 운영

해외건설 검증실험 및 국제공동연구를 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축

해외진출 국내 기업의 검증실험 현황, 사례 조사, 현안 파악 및 수요조사·분석 연구

해외 주요 국가의 관련 분야별 실험기관, 연구기관 등 조사·분석 연구

해외건설 검증 및 국제공동연구 니즈 대응 효율적 글로벌 실험시설 네트워크 구축 방안 연구

해외 주요 기관들과 상호 협력을 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축

해외건설 검증실험 및 국제공동연구 관련 정보 DB 시스템 구축 및 지원 연구

국가간 상호 실험인증 및 실험관련 국제표준화 방안 연구

각국의 건설교통분야 무역기술장벽(TBT) 현황 조사 및 분석 연구

해외 주요 국가의 건설교통분야 실험 인정 관련 항목/기준/규정/표준 현황 조사 및 분석 연구

해외시장 진출 확대를 위한 국가간 상호 실험인증 방안 수립 연구

건설교통분야 실험관련 국제표준화 방안 및 R&D 지원 방안 연구

라. 연구개발비 및 소요인력

총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		710	710	1,090	910	960	1,240	1,240	1,240	1,620	1,620	11,340	35%	책임급 : 113인 연구원급 : 59인 보조원급 : 16인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	207	207	377	557	507	777	832	832	1,002	1,002	6,300	19%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	285	285	435	435	435	585	600	600	750	750	5,160	16%	
		수용비 및 수수료	81	81	131	131	131	181	186	186	236	236	1,580	5%	
		기술정보 활동비	166	166	266	266	266	366	376	376	476	476	3,200	10%	
	연구수당		166	166	266	266	266	366	376	376	476	476	3,200	10%	
	직접비 합계		905	905	1,475	1,655	1,605	2,275	2,370	2,370	2,940	2,940	19,440	60%	
3) 간접비			85	85	135	135	135	185	190	190	240	240	1,620	5%	
4) 합계	정부		1,700	1,700	2,700	2,700	2,700	3,700	3,800	3,800	4,800	4,800	32,400	100%	
	민간		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	총계		1,700	1,700	2,700	2,700	2,700	3,700	3,800	3,800	4,800	4,800	32,400	100%	

1중점과제(해외건설 지역거점 R&D센터 구축·운영) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		450	450	830	830	880	1,160	1,160	1,160	1,540	1,540	10,000	35%	책임급 : 110인 연구원급 : 46인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	111	111	281	545	495	765	820	820	990	990	5,928	20%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	153	153	303	375	375	525	540	540	690	690	4,344	15%	
		수용비 및 수수료	51	51	101	125	125	175	180	180	230	230	1,448	5%	
		기술정보 활동비	102	102	202	250	250	350	360	360	460	460	2,896	10%	
	연구수당		102	102	202	250	250	350	360	360	460	460	2,896	10%	
	직접비 합계		519	519	1,089	1,545	1,495	2,165	2,260	2,260	2,830	2,830	17,512	60%	
3) 간접비			51	51	101	125	125	175	180	180	230	230	1,448	5%	
4) 합 계			1,020	1,020	2,020	2,500	2,500	3,500	3,600	3,600	4,600	4,600	28,960	100%	

2중점과제(현지-국내 인력교류/교육 프로그램 개발) 예산

(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	800	40%	연구원급 : 10인 보조원급 : 10인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	120	6%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	600	30%	
		수용비 및 수수료	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60	3%	
		기술정보 활동비	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	160	8%	
	연구수당		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	160	8%	
	직접비 합계		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	1,100	55%	
3) 간접비			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	5%	
4) 합 계			200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2,000	100%	

3중점과제(대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구) 예산

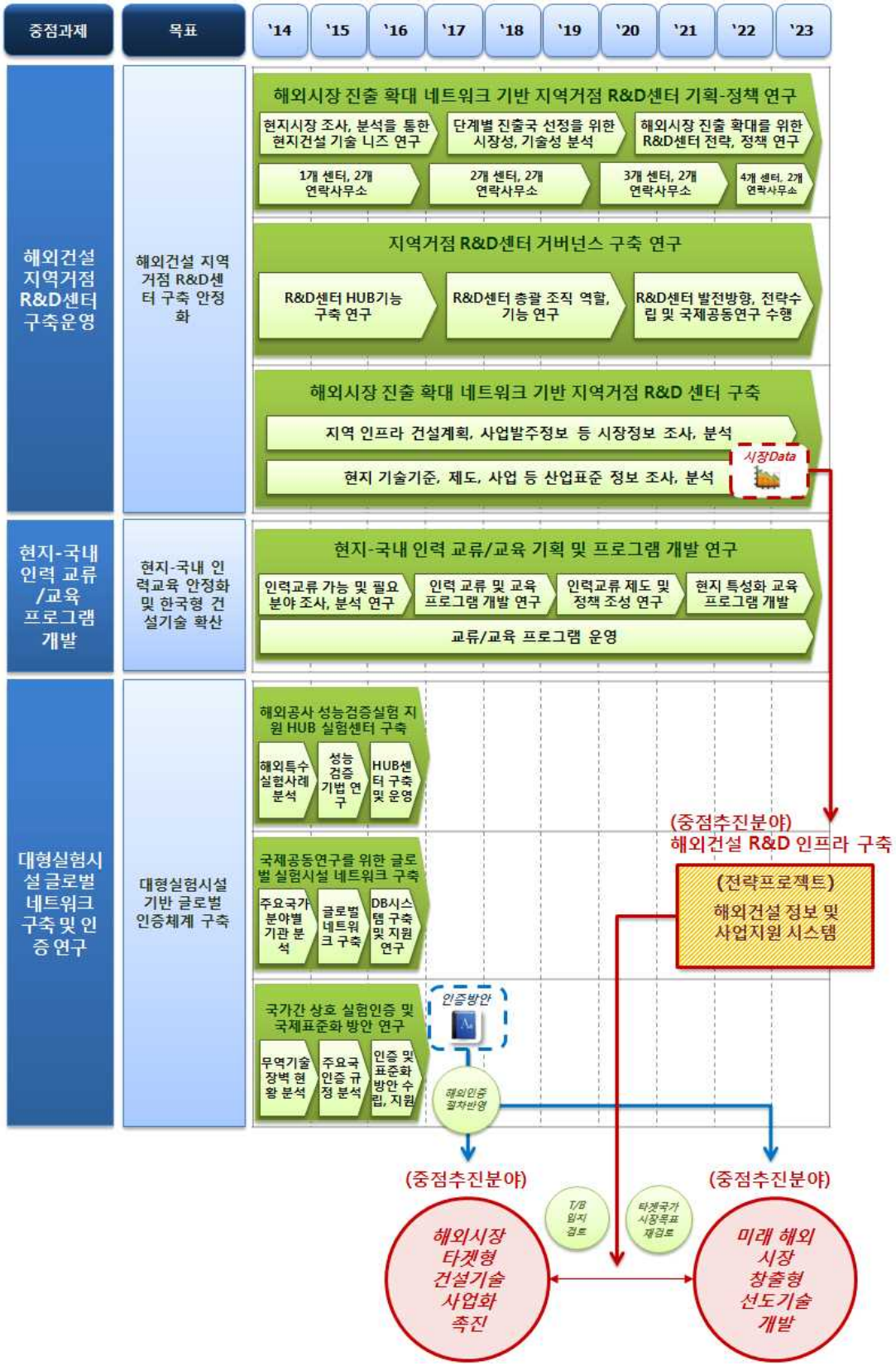
(단위 : 백만원)

비	목		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		180	180	180	-	-	-	-	-	-	-	540	37%	책임급 : 3인 연구원급 : 3인 보조원급 : 6인
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	84	84	84	-	-	-	-	-	-	-	252	18%	
		시작품 제작비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
		재료비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	
	연구활동비	여비	72	72	72	-	-	-	-	-	-	-	216	15%	
		수용비 및 수수료	24	24	24	-	-	-	-	-	-	-	72	5%	
		기술정보 활동비	48	48	48	-	-	-	-	-	-	-	144	10%	
	연구수당		48	48	48	-	-	-	-	-	-	-	144	8%	
	직접비 합계		276	276	276	-	-	-	-	-	-	-	828	58%	
3) 간접비			24	24	24	-	-	-	-	-	-	-	72	5%	
4) 합 계			480	480	480	-	-	-	-	-	-	-	1,440	100%	

마. 성과평가지표

중점과제	구성기술	성과목표	성과지표
해외건설 지역거점 R&D센터 구축·운영	해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D센터 기획-정책 연구	지역거점 R&D센터 기획-정책 수립	R&D 센터 기획-정책 보고서
	지역거점 R&D센터 거버넌스 구축 연구	지역거점 R&D센터 거버넌스 구축	지역거점 R&D센터 거버넌스 구축 보고서
	해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 구축	해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 구축	해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터
현지-국내 인력교류/교육 프로그램 개발	현지-국내 인력교류/교육 기획 및 프로그램 개발 연구	현지-국내 인력교류/교육 기획 및 프로그램 개발	현지-국내 인력교류/교육 기획 및 프로그램
대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구	대형실험시설 기반 해외공사 성능검증실험 지원 국가 HUB 실험센터 구축	대형실험시설 기반 해외공사 성능검증실험 지원 국가 HUB 실험센터 구축	국가 HUB 실험센터
	해외건설 검증실험 및 국제공동연구를 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축	해외건설 검증실험 및 국제공동연구를 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축	글로벌 실험시설 네트워크
	국가간 상호 실험인증 및 실험관련 국제표준화 방안 연구	국가간 상호 실험인증 및 실험관련 국제표준화 방안 수립	국가간 상호 실험인증 및 실험관련 국제표준화 방안

바. 기술개발로드맵


중점과제
목표
'14
'15
'16
'17
'18
'19
'20
'21
'22
'23
해외건설 지역거점 R&D센터 구축운영
해외건설 지역거점 R&D센터 구축 안정화
해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D센터 기획-정책 연구
현지시장 조사, 분석을 통한 현지건설 기술 니즈 연구
단계별 진출국 선정을 위한 시장성, 기술성 분석
해외시장 진출 확대를 위한 R&D센터 전략, 정책 연구
1개 센터, 2개 연락사무소
2개 센터, 2개 연락사무소
3개 센터, 2개 연락사무소
4개 센터, 2개 연락사무소
지역거점 R&D센터 거버넌스 구축 연구
R&D센터 HUB기능 구축 연구
R&D센터 총괄 조직 역할, 기능 연구
R&D센터 발전방향, 전략수립 및 국제공동연구 수행
해외시장 진출 확대 네트워크 기반 지역거점 R&D 센터 구축
지역 인프라 건설계획, 사업발주정보 등 시장정보 조사, 분석
현지 기술기준, 제도, 사업 등 산업표준 정보 조사, 분석
시장Data
현지-국내 인력 교류/교육 프로그램 개발
현지-국내 인력교육 안정화 및 한국형 건설기술 확산
현지-국내 인력 교류/교육 기획 및 프로그램 개발 연구
인력교류 가능 및 필요 분야 조사, 분석 연구
인력 교류 및 교육 프로그램 개발 연구
인력교류 제도 및 정책 조성 연구
현지 특성화 교육 프로그램 개발
교류/교육 프로그램 운영
대형실험시설 글로벌 네트워크 구축 및 인증 연구
대형실험시설 기반 글로벌 인증체계 구축
해외공사 성능검증실험 지원 HUB 실험센터 구축
해외특수 실험사례 분석
성능 검증 기법 연구
HUB센터 구축 및 운영
국제공동연구를 위한 글로벌 실험시설 네트워크 구축
주요국가 분야별 기관 분석
글로벌 네트워크 구축
DB시스템 구축 및 지원 연구
국가간 상호 실험인증 및 국제표준화 방안 연구
무역기술 장벽 현황 분석
주요국 인증 규정 분석
인증 및 표준화 방안 수립, 지원
인증방안
해외인증 결과반영
(중점추진분야)
해외건설 R&D 인프라 구축
(전략프로젝트)
해외건설 정보 및 사업지원 시스템
(중점추진분야)
해외시장 타겟형 건설기술 사업화 촉진
T/B 입지 검토
타겟국가 시장목표 재검토
(중점추진분야)
미래 해외시장 창출형 선도기술 개발

2.2.4 기대효과

가. 기술적 기대효과

지역거점 R&D센터 설립을 통해 현지정보를 빠르고 정확하게 수집함으로써 국내 수요자에 적절한 정보 제공

이를 통해 기술현지화, 공동연구, 연구결과물 산업화에 기여하고 수익성 및 사업진행에도 도움이 됨

해외시장에 기술적-제도적 적응력 확보 및 적용도 향상된 현지적합 기술력 확보

국내 건설기술 연구기관/기업의 기술경쟁력 극대화

- 해외건설 기술개발에 대한 현지 동향을 정확하고 신속하게 파악할 수 있으며, 이를 통해 현지 적합 기술력 확보 및 대응이 신속하게 이루어질 수 있음

건설기술경쟁력 확보 및 글로벌 미래 기술 선점 가능

국제적인 연구협력을 통해 해외 건설시장 진출시 국가경쟁력 제고 가능

글로벌 미래 기술 대응 및 선점 가능

선진국의 건설교통 R&D 미래기술 예측 및 기술도입으로 국내 기술력 제고

실증 연구 및 검증을 통한 건설교통 R&D 연구성과의 불확실성 감소

시장변화 단계에서 시험·검증 등의 미흡으로 인해 신산업 창출에 실패하는 Death-Vally 방지

기술 고도화를 통한 국가 경쟁력 강화와 CO2 저감, 신재생에너지 개발 등 글로벌 이슈 대응

나. 경제적 기대효과

건설기술역량 향상으로 해외건설 수주/매출 실적 향상 기대

국제협력 네트워크 활용을 통해 신규 해외건설시장 창출 가능

국내 제품 및 기술의 국제 표준화를 통해 해외시장 진출 확대 및 수출 증대

각 기관별 시스템 구축으로 인한 사회적 비용 절감 및 시간 절감 가능

국내 건설업체의 해외시장 진출 확대 및 국제적인 연구협력을 통해 건설위기 타파

해외 실험검증 및 표준화 관련 제도, 정책을 반영한 국내 건설교통분야 글로벌화 가능

건설교통 분야 R&D 성과의 상용화 촉진을 통해 해당 기술의 경제적 가치 상승 및 기업의 실질 이윤 제고, 사회적 니즈에 효과적으로 대응할 수 있는 역량 향상 기대국제공동연구 성과물의 협력국 표준화로 국내 건설기업 사업수주 가능성 향상

다. 정책적 기대효과

인력교류 및 교육대상자의 전략적 선별 및 차후관리를 통해 친한파 구축을 통한 시장개방, 친한적 정책수립에 기여할 수 있음

인력교류 및 교육을 통해 현지에 한국의 노하우와 한국문화를 전수할 수 있으며 이에 따른 한국 친화적 인적 네트워크를 형성·확대해나가는 것을 기대

현지의 한국 친화적 기류가 형성된다면 정부의 외교적·정책적 노력에도 큰 도움이 될 것임

현지 기술인력 교육은 우리업체의 품질향상으로도 이어져 현지 경쟁력 향상을 통한 수주확대로 연결