

최종보고서										보안등급	
(첨단 안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획)										일반[✓], 보안[]	
중앙행정기관명	국토교통부					사업명		사업명		국토교통연구기획사업	
전문기관명	국토교통과학기술진흥원					내역사업명					
공고번호	공고-제35호					ISBN		979-11-87770-31-2			
						연구개발과제번호		20RDPP-C159983-01			
국가과학기술 표준분류	EI0401	20%	EI0404	20%	EI0405	20%	EI0411	20%	EI1101	20%	
총괄연구개발명	국문	첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획									
	영문	Smart Construction Technology Performance Evaluation System Planning Research									
연구개발과제명 (0세부)	국문	첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획									
	영문	Smart Construction Technology Performance Evaluation System Planning Research									
주관(협동) 연구기관	기관명	한국건설기술연구원					사업자등록번호		229-82-01135		
	주소	(우) 10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283					법인등록번호		111241-0002284		
주관(협동) 연구책임자	성명	김주형					직위		선임연구위원		
	연락처	직장전화	031-910-0236				휴대전화		010-3461-5481		
		전자우편	haitink@kict.re.kr				국가연구자번호		1092 1362		
연구개발기간	전체	2020. 12. 14 - 2021. 10. 13(10개월)									
	1년차	2020. 12. 14 - 2021. 10. 13(10개월)									
연구개발비 (단위 : 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그외기관 등의 지원금 자립자금체 기타()				합계			연구개발비 외 지원금
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계	100,000	-	-	-	-	-	-	100,000	-	100,000	-
1년차	100,000	-	-	-	-	-	-	100,000	-	100,000	-
공동연구기관 등	기관명	책임자		직위	휴대전화		전자우편		비고		
									역할	기관유형	
공동연구기관	와이젠글로벌	윤영구		이사	010-3088-6089		young.yoon@wingsglobal.com		환경 분석	소기업	
위탁연구기관	-	-		-	-		-		-	-	
연구기관 외 기관	-	-		-	-		-		-	-	
연구개발담당자 실무담당자	성명	김주형					직위		선임연구위원		
	연락처	직장전화	031-910-0236				휴대전화		010-3461-5481		
		전자우편	haitink@kict.re.kr				국가연구자번호		1092 1362		

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재 처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2021 년 12월 13일

주관(협동)연구책임자 : 김 주 형

(직인)

주관(협동)연구기관의 장 : 한국건설기술연구원 김병석

(직인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하



< 요약 문 >

사업명		국토교통연구기획사업				총괄연구개발 식별번호							
내역사업명						연구개발과제번호			20RDPP-C159983-01				
국가과학기술 표준분류		EI0401	20%	EI0404	20%	EI0405	20%	EI0411	20%	EI1101	20%		
총괄연구개발명		첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획											
연구개발과제명 (0세부)		첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획											
전체 연구개발기간		2020. 12. 14 - 2021. 10. 13(10개월)											
총 연구개발비		총 100,000 천원 (정부지원연구개발비 : 100,000 천원, 기관부담연구개발비 : 천원, 지방자치단체 : 천원, 그 외 지원금 : 천원)											
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[☒]				기술성숙도			착수시점 기준() 종료시점 목표()				
연구개발과제 유형		지정공모 [☒] 자유공모 []											
연구개발과제 특성		실용화											
연구 개발 목표 및 내용	최종 목표	스마트 건설기술 활성화를 위한 측량 및 점검진단장비 성능평가 기술 개발 기획 및 추진 타당성 입증을 통한 사업예산 확보 기여											
	전체 내용	첨단·안전(스마트) 건설기술의 현재 수준과 현장 요구사항을 분석하여 첨단·안전 건설기술이 양산 및 사업화 단계로 성장해 갈 수 있도록 기술 검증 지원 방안과 교육체계 전반에 대한 기획 추진											
	1년차	목표 스마트 건설기술 활성화를 위한 측량 및 점검진단장비 성능평가 기술 개발 기획 내용 - 첨단·안전(스마트) 건설기술의 현재 수준과 현장 요구사항을 분석하여, 신기술에 대해 시제품 제작 단계부터 데스벨리(Death Valley)까지 매우 어려운 현장 실용화 과정 극복 방안 마련 - 첨단·안전 건설기술이 양산 및 사업화 단계로 성장해 갈 수 있도록 기술 검증 지원 방안과 교육체계 전반에 대한 기획 추진											
연구개발성과		- 첨단·안전 건설기술 관련 글로벌 트렌드 분석 및 주변 환경분석을 통해 개발자 및 사용자 관점에서의 미충족 이슈 도출, 현장 적용 활성화를 위한 기본 방향 제시 - 도출 이슈 및 니즈에 기반하여 다양한 전문가 그룹 자문 및 유관기관 의견 수렴을 통해 사업 방향성 모색 - 사업을 통해 달성하고자 하는 미래 비전, 목적 및 목표를 제시하고 이를 달성하기 위한 개발 /기술확보가 반드시 필요한 연구내용을 포함한 중점분야 및 자원 투입계획 수립 - 예타지침을 활용하여 사업 추진의 정책적/과학기술적/경제적 타당성 사전 분석											
연구개발성과 활용방안 및 기대효과		- 스마트 건설현장 적용 확대 위한 국가사업 추진 시 기초자료 및 스마트 건설 활성화 지원을 위한 기술 분야, 연구개발 계획 등의 참고자료로 활용 - 빠르게 발전하는 디지털 융합 건설신기술에 대한 사용성능평가 및 실증 대응 체계 마련을 통한 스마트건설기술 실용화 촉진 - 산업 생태계 기반이 되는 중소기업(스타트업)의 시장 진출 가능성 강화 방안 제시를 통해 산업 활성화 유도											
연구개발성과의 비공개여부 및 사유		해당없음											
연구개발성과의 등록·기탁 건수		논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화학물	신품종	
									생명 정보	생물 자원		정보	실물
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황		구입기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
		-	-	-	-	-	-	-	-	-			
국문핵심어 (5개 이내)		스마트건설		성능평가		검증시설		산업생태계		교육체계			
영문핵심어 (5개 이내)		Smart Construction		Performance Evaluation		Verification Facilities		Industrial Ecosystem		Educational System			

- (사업목적) 스마트 건설기술 현장 적용 활성화를 위한 측량 및 점검진단장비 성능평가 및 실증체계 구축
- (기간 및 연구비) '23년 ~ '27년 5년간 총 236억 원(국고 100%)
- (수행방식) 지정 공모(연구단)
- (연구개발단계) 응용(100%)
- (전문기관/수행주체) 국토교통과학기술진흥원 / 미정
- (지원근거) 국토교통과학기술 육성법, 건설기술 진흥법, 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018), 스마트 건설기술 로드맵(2018)

1. 사업의 필요성

- 정부는 스마트 건설기술 확산을 위해 기술 개발 및 관련 코드 개발에 역점을 두고 있으며, 대상 기술에 대한 검증을 위한 지침과 성능평가 시험시설의 필요성 대두
 - 국토부는 도로건설과정과 유지·관리 단계에서 사용할 수 있는 스마트 건설기술 기술 개발 중
 - 스마트건설기술사업을 통해 토공 자동화·디지털맵핑, 구조물 자동화·프리팹, 스마트 건설안전, 플랫폼 개발 및 실증을 2025년까지 추진
 - 스마트 건설기술의 현장 적용 활성화를 위한 관련 기술 적용 건설기준 제·개정 추진
 - 미래 건설, 시설물 유지·관리 대응을 위한 측량기준(KDS/KCS 10 30 00)과 건설자동화 기준(KCS 10 70 00) 수립 중
 - 스마트 건설기술에 대한 현장 적용 기술 이해도 및 성능에 대한 신뢰성 요구 증대
 - 개발 중 또는 개발 완료된 스마트 건설기술에 대한 일회성 현장 적용으로 인해 기술 적용의 연속성 부재
 - ※ 이해관계자 설문 결과, 스마트 건설기술 활성화 저해요인으로 '일회성 기술 적용으로 인한 지속성 부재'가 19.1%로 가장 높음
 - 새롭게 개발되는 스마트 건설기술의 성능에 대한 신뢰성 요구 증대와 현장 기술자의 이해도 증진 필요
 - 스마트 건설기술 코드 신뢰성을 검증을 위한 충분한 검증 현장 적용 데이터 확보 필요
 - 스마트 건설기술 성능평가에 특화된 평가 가능시설과 평가 지침 필요
 - 기존 유관 시설 중 현장 규모의 성능 평가를 진행하고, 환경제어를 통한 성능평가가 가능한 시설이 구축되어 있으나, 특정 분야에 한정적 적용
 - ※ 연천 SOC 실증센터의 경우, 도로포장, 사면 분야 등 제한된 분야에 대한 평가만 가능하며, 타 시설들 또한 해당 기술 중심의 시험·평가 시설 및 장비로 구축(연천 SOC 실증센터 구축 사업 타당성 분석 보고서(2019))
 - ※ '국토교통기술촉진연구사업'의 경우 시험시설 구축 및 관리에 초점이 맞춰져 있어 사용자 중심의 평가항목 및 방법 부족
- 정부의 다양한 건설신기술 활성화 지원 정책을 바탕으로 연구개발 단계와 사업화 단계 간 연결고리 강화 필요
 - 부처/지자체별 자체 심의 및 지원을 통한 검증사업은 다양하게 시행되고 있으나, 구체적이고 체계적 프로세스 기반의 성능평가 기준 및 지원체계 수립 필요
 - 현재 건설 신기술 등 정부 신기술 인증제도들은 심사사항 내 스마트 건설 관련 평가가 있어 실제 관련 기술에 대한 성능평가 또한 필요
 - ※ '국토교통부 건설신기술 인증제도'와 더불어 시행 중인 신기술 인증제도들의 경우, 스마트 건설기술 키워드 중심의 해당여부만 검토하여 평가 진행
 - 기존 사업화 지원 목적의 사업들은 주로 TRL6 이후 기술들을 대상으로 연구개발 및 성능평가 지원
 - ※ '조달청 혁신시제품 지정제도' 및 '국토교통사업화지원사업', '첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발사업' 등에서는 TRL6단계 이후 기술을 대상으로 추진

2. 개선방안

- 스마트 건설기술 성능 신뢰성 확보를 위한 수요자 중심 성능평가체계 구축
 - 현장 기술자 또는 발주처 등 수요자 요구사항이 반영된 표준화된 성능평가 기준 및 프로세스 설정

- 스마트 건설기술 코드에 적합한 실규모 성능평가 수행을 통한 Track-record 확보
- 대상 기술수준(TRL)과 현장 특성(현장규모, 공정 등)에 따라 수요자 중심의 맞춤형 성능평가 체계 구축
 - ※ 이해관계자 설문 결과, 스마트 건설기술 성능평가 단계의 필요요인으로 '표준화된 성능평가 프로세스'(53.3%) 및 '발주처 현장 니즈 부합성'(26.7%) 등 도출

□ 생산성과 안전성 향상을 목표로 하는 스마트 건설기술에 대한 공적 기술 검증 시스템 구축

- 동일 환경에서 반복·비교 평가가 가능한 실증체계 구축을 통해 양산 직전 단계(사용자 실증)의 스마트 건설기술에 대한 실증 지원
 - ※ 방위산업 또는 우주산업 분야에서는 검증의 신뢰성 확보를 위해 표준화된 환경과 더불어 실험환경에서의 성능 검증 실시
- 개발 기술에 대한 신뢰성 있는 기술검증 데이터(Track-record) 확보
 - ※ 이해관계자 FGI 결과, 스마트 건설기술의 사용화 및 스케일업을 위해 평가 산출물에 대한 신뢰도 확보, 신기술에 대해 결과 피드백 제공을 통한 기술사용 지속성 확대 필요 등 의견 도출

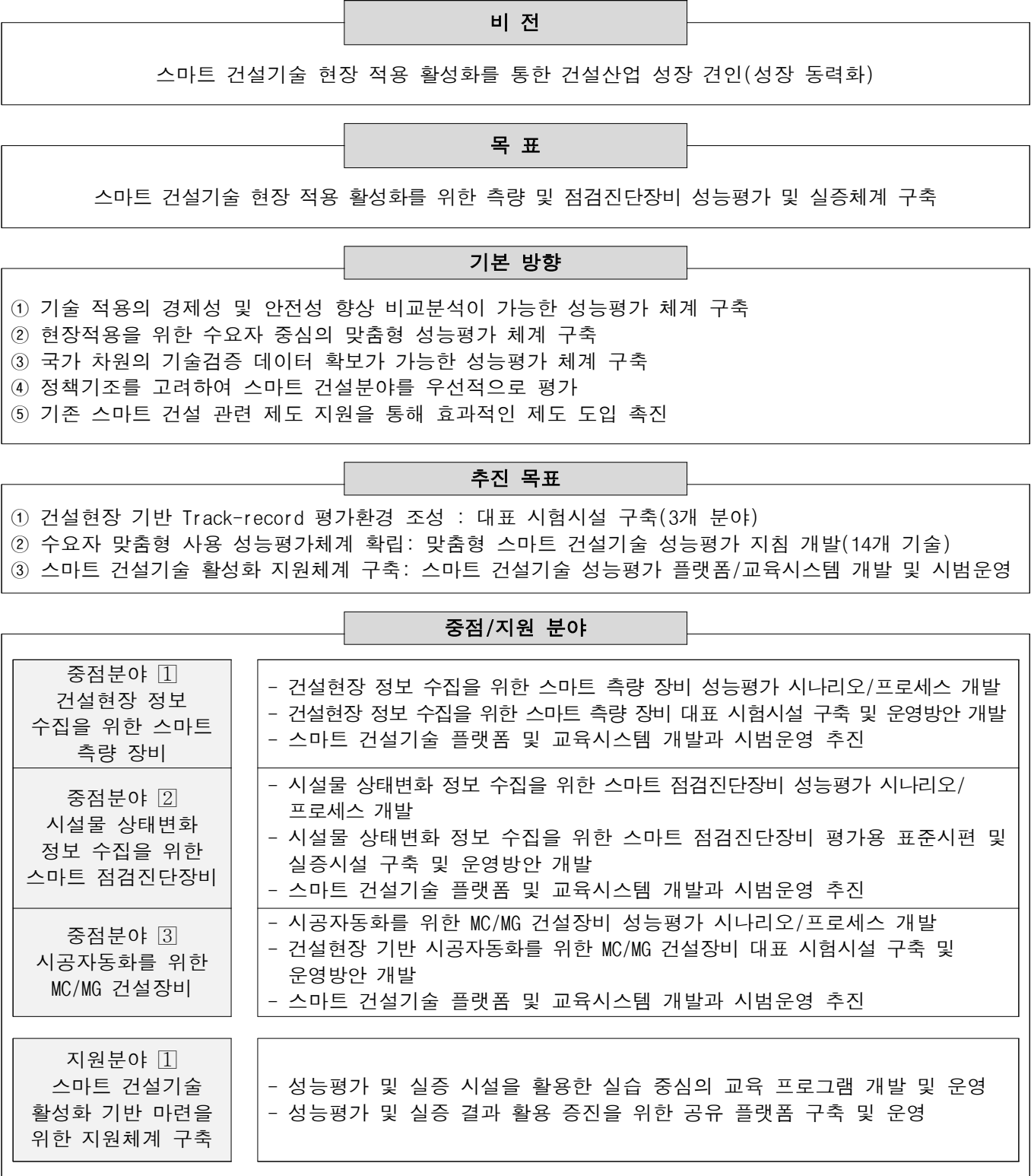
3. 사업 내용

- (사업 목표) 스마트 건설기술 현장 적용 활성화를 위한 개발기술의 검증방법 개발, 대표 시험시설 구축
 - (As-Is) 실 환경에서의 현장검증 부족, 개발자 중심의 평가기준 적용, 성능평가 결과 신뢰성 부족, Track-record 확보 어려움 등 발생
 - (To-Be) 사용성능평가 체계 운영, 기술별 Track-record 제공, 개발자-수요자 간 평가 결과 피드백 체계 도입을 통한 스마트 건설기술 활성화

<표 1-3> 측량 및 점검진단장비 성능평가 미래상

As-Is	차별성	To-Be
▪ 건설신기술, 기술마켓 등 TRL5~6 수준의 신기술 위주	대상기술 범위	▪ TRL이 낮은 초기 개발 기술부터 상용화 기술까지 현장 적용을 위해 Track-record가 필요한 다양한 스마트 건설기술 대상
▪ 스마트 건설기술의 시스템 성능 혹은 장비 성능 중심의 평가	평가대상	▪ 경제성과 안전성 등 기술의 융복합 특성을 고려한 성능 평가
▪ 일반적 평가기준을 반영한 개발자/벤더사 중심의 자체 평가기준 작성	평가기준	▪ 현장 요구사항(발주처, 대기업 등 기술 활용처) 반영 ▪ 개발자-수요자(기술 활용처)-전문가가 함께 대표 시험시설 설계 참여 및 평가 기준 수립
▪ 현재 스마트 건설기술 관련 표준 부재 ▪ 건설기준 등 스마트 건설기술이 고려되지 않은 기존 항목으로 구성	평가항목	▪ 스마트 건설기술 적용 효과분석을 위해 생산성/안전성 평가가 가능한 항목 중심으로 구성 ▪ 향후 스마트 건설기술 관련 건설기준 구축 시 평가항목 재구성 가능
▪ 단일기술 대상으로 최소 기준 달성 여부 등 평가	평가방법	▪ 실제 현장조건의 동일 평가환경 기반 스마트 건설기술 적용 전/후 평가
▪ 임의의 현장 부지	평가 시설 환경	▪ 실제 시공-유지·관리 현장환경, 조건을 반영한 실 규모 형태
▪ 개발 당시 개발자 중심으로 설정한 평가 항목에 대한 평가 결과	평가결과 형태	▪ 해당기술 적용 전/후 항목별 데이터 수치 기반 보고서 ▪ 생산성, 안전성, 내구성 등 동일 평가항목 대상으로 수치 기반의 비교분석 가능
▪ 국가시설별 혹은 민간업체 자체적으로 성능평가 수행 ▪ 성능평가 결과에 대한 사후관리 미흡	운영관리	▪ 성능평가 신청부터 평가과정, 결과보고서 작성까지 일련의 운영관리가 가능한 단일 창구 형태의 통합 시스템 운영 ▪ 성능평가 결과에 대한 체계적인 사후 관리(수요처 및 기술 활용처/현장 관리자의 기술적용 사후평가 및 기술보완 등 피드백 관리)

□ (사업 전략체계) ‘스마트 건설기술 현장 적용 활성화를 위한 측량 및 점검진단장비 성능평가 및 실증체계 구축’을 위해 3개 중점분야와 1개 지원분야를 중심으로 사업 추진



[그림 1-1] 사업 전략체계(안)

□ 사업 세부내용

- (중점분야1) 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비
- 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비 성능평가 시나리오/프로세스 개발

· GNSS, 자이로스테이션, 모바일매핑시스템, 드론, GPR 등을 활용한 첨단 건설정보 수집 기술에 대한 사용성능평가 지침 5개 개발

※ KDS(Korean Design Standard) 10 30 00(설계측량), KCS(Korean Construction Specification) 10 30 00(시공측량) 코드 내 반영(안) 수립 포함

- “스마트건설을 위한 건설측량 코드에서 제시하게 되는 기준(안)”의 검증에 적합한 성능평가 대표 시험시설 구축 및 운영방안 개발
 - 터널 및 도로 시공 등에 필요한 디지털 건설정보수집 장치 평가 시험시설 등
- (중점분야2) 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비
 - 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비 성능평가 시나리오/프로세스 개발
 - 로봇형 외관조사 장비, AI형 외관조사 장비, 투과형 내구성 조사 장비, 변위 계측용 3D 라이다
 - ※ 본 지침은 「시설물의 안전 및 유지·관리에 관한 특별법」 시행령을 기반으로 지침 개발
 - 시설물 상태정보 수집을 위한 스마트 점검진단장치, 기술 평가용 표준시편, 실증시설 구축 및 운영방안 개발
 - 대표 표준 시설물(ex. 표준교량, 터널 등) 지정 또는 구축
- (중점분야3) 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비
 - 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비 성능평가 시나리오/프로세스 개발
 - 굴삭기, 도저, 롤러(성토용, 포장용), 그레이더 등을 활용한 시공자동화 기술에 대한 성능평가 5개 지침 개발
 - ※ 본 지침은 KCS(Korean Construction Specification) 10 70 00(건설자동화) 코드 내 반영(안) 개발
 - “스마트건설기술 적용 건설기준”에 적합한 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비 대표 시험시설 구축 및 운영방안 개발
 - '22년 코드 개발 예정인 KCS 10 70 10 머신가이던스, 머신컨트롤 평가 시험장 등
- (지원분야1) 스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 지원체계 구축
 - 신기술 활용과 사후평가 실시 결과 공유를 위한 플랫폼 구축, 시설물 활용 교육 프로그램 개발 및 시범운영

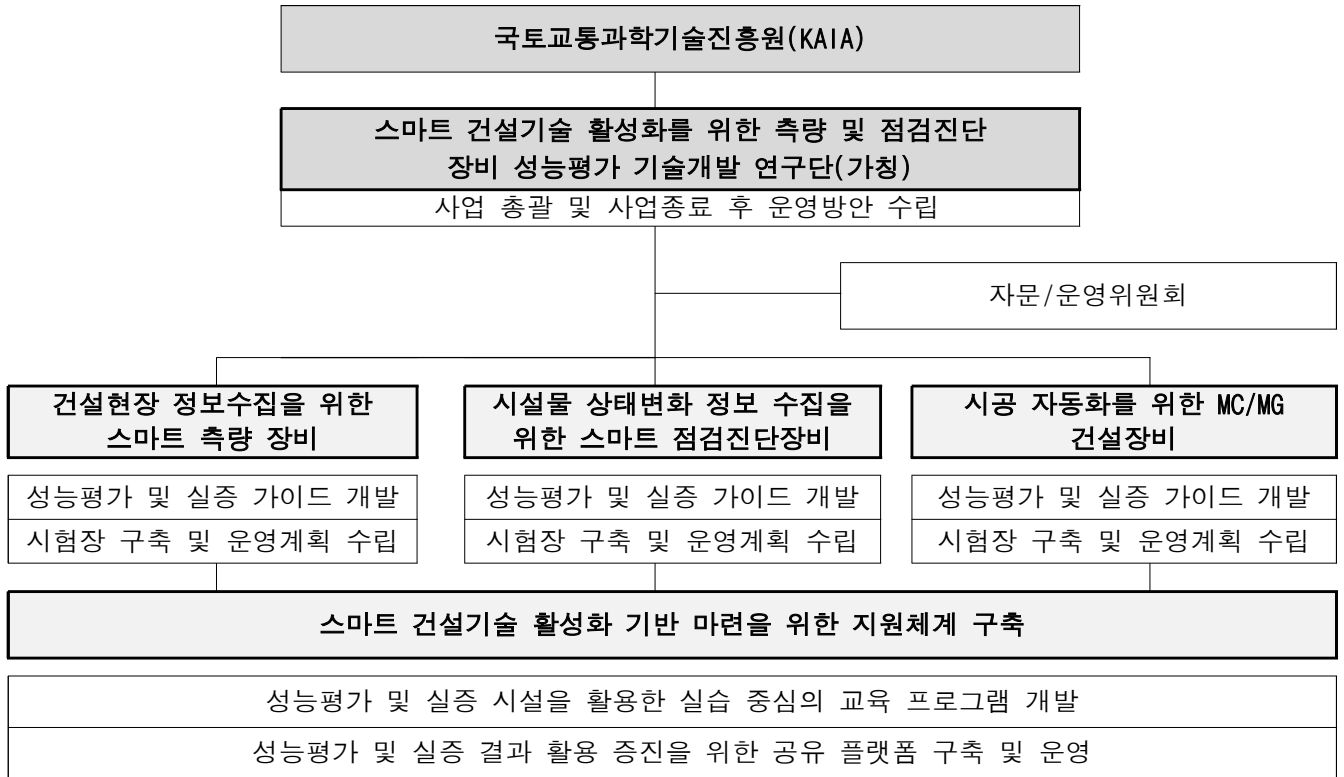
<표 1-5> 세부기술 성능평가 항목(안)

대분류	중분류	소분류 (변경 가능)	
경제성	초기비용 (초기도입비용)		
	사용 중 발생비용 (렌탈비용)		
	기타 (유지 · 관리비용)		
	총비용		
안전성	시공 단계	작업자 사고	구조물 사고
	유지 · 관리 단계	작업자 사고	구조물 사고
내구성	주기능	기능 확인	
	형상	크기, 무게	
	내구성	기능유지	
품질	성능	적용 범위 등	
	완성도	현장관리주체	정밀도
시공성	시공합리성	기간	작업 성능
		작업 성능	
	적용 범위	적용조건 및 범위	
	관리	장치점검 주기 등	
환경	난이도	숙련공 의존도	
	작업환경	소음	분진
	작업자 환경	작업자 부담(피로도)	

※ 본 과제에서 최적의 성능지표 도출

4. 추진방법

- (사업 추진체계) 기술분야별 사용성능평가(안) 개발 및 이를 검증하기 위한 시설 구축 그리고 산업 전반 활성화를 지원하는 공통 적용기술로 이원화
- (기술영역별 적용 기술) 기술영역별로 요구 수준이 다른 성능평가 시나리오/프로세스 개발과 성능평가 시험장 구축 과제로 구성하여 개발 추진
- (공통 활용 기술) 교육 프로그램과 통합 플랫폼 등 스마트 건설기술 산업 활성화 지원을 위한 공통 활용 기술을 총괄과제로 추진



[그림 1-2] 사업 추진체계

□ (기술개발 로드맵) 항목 및 대표 시험시설 기본/실시 설계 기관을 고려하여 2년+3년 2단계로 사업 추진

구분	2023	2024	2025	2026	2027
중점분야 ① 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비	항목 설계	건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비의 성능평가 기술			검증/보완
			운영방안 수립		
		기본/실시 설계	건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비 대표 시험시설		시범운영
중점분야 ② 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비	항목 설계	시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비의 성능평가 기술			검증/보완
			운영방안 수립		
		기본/실시 설계	시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비 평가용 표준시편 및 실증시설		시범운영
중점분야 ③ 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비	항목 설계	시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비의 성능평가 기술			검증/보완
			운영방안 수립		
		기본/실시 설계	시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비 대표 시험시설		시범운영
지원분야 ① 스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 지원체계 구축	교육 설계		교육 프로그램 운영		
		시스템 설계	시스템 구축	시범운영	
				검증/피드백	

[그림 1-3] 중점분야별 추진로드맵(안)

□ (투자계획) 동 사업은 5년('23년~'27년) 간 총 235.38억 원(국고 100%), 연평균 약 47.07억 원 규모

<표 1-6> 내역사업별 투자계획

내역사업	총계	'23	'24	'25	'26	'27
건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비	6,351	1,010	1,010	1,485	1,204	1,643
시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비	9,041	1,246	1,300	2,303	1,731	2,461
시공 자동화를 위한 MC/MG 건설장비	6,318	1,061	1,061	1,423	1,199	1,573
스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 지원체계 구축	1,827	524	524	301	240	240
합계	23,538	3,841	3,895	5,512	4,374	5,917

* 연구단 운영비 및 전문기관 기획평가관리비 포함 금액

□ (성과관리 및 평가 방안) 성과목표별로 해당 목표를 효과적으로 달성 가능한 지표를 수립하고, 각 중점분야별로 세부 기술과 소요예산 등을 고려하여 각각의 목표치 설정

<표 1-7> 성과지표 및 목표치

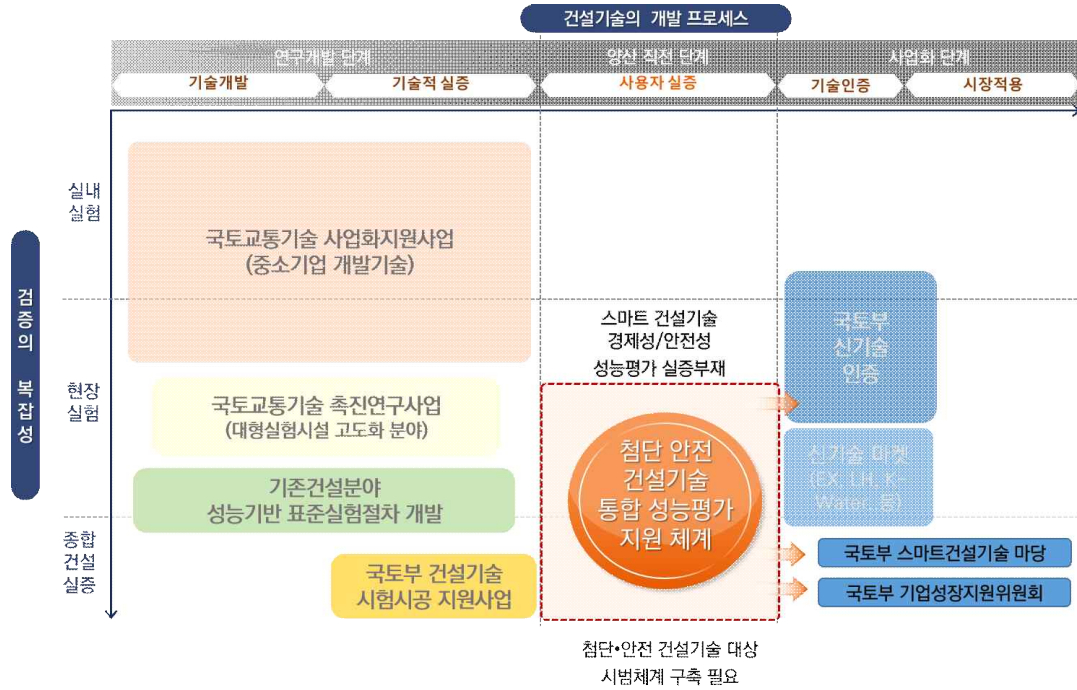
성과지표	중점분야별 목표치		
	건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비	시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비	시공 자동화를 위한 MC/MG 건설장비
성능평가 지침 수립 건수	5건 이상	4건 이상	5건 이상
성능평가 지침 적용 건수	10건 이상	8건 이상	10건 이상
정책반영율	80%		
시설 구축율	100%	100%	100%
시설 운영 지침	1건	1건	1건
성능평가 수행 건수	연 10건 이상	연 10건 이상	연 10건 이상
교육만족도	90%		
플랫폼 구축율	100%		
플랫폼 활용 만족도	90%		
시스템을 통한 현장적용 건수	3건 이상	3건 이상	3건 이상

5. 사업추진의 타당성

□ (사업의 시급성) 스마트 건설기술 확산을 위한 대형 국책연구사업과 제도 및 정책 강화를 통해 개별 기술에 대한 검증을 수행하고 있으나, 융복합 건설기술에 대한 검증방법·체계가 확립되어 있지 않고, 해당기술의 특성상 실규모 조건을 갖춘 현장 시험부지 부족

□ (정부지원의 필요성)

- 정부 정책과 목표에 부합하도록 정부 주도의 스마트건설기술에 대한 성능평가 지침 및 시설 개발이 필요하며, 지속적인 성능평가가 진행될 수 있도록 정부의 초기투자를 통한 마중물 제공 필요
- 연구개발과 사업화 단계의 중간에 위치한 양산 직전단계의 기술 성능평가와 실증체계로 구성된 통합 성능평가 지원체계 필요
 - 정부는 다양한 정책을 통하여 건설신기술 활성화를 지원하고 있으나 연구개발 단계와 사업화 단계 사이의 연결고리 미흡하고 양산 직전 단계에서의 사용자 실증에 대한 지원 필요



[그림 1-4] 국내 건설기술 활성화 지원사업 분석으로 도출한 공백 영역

□ (유사 사업과의 차별성)

- 기존 일회성 테스트베드 지원사업의 경우 단위기술이 대상으로, 융복합 기술로 구성된 스마트 건설기술 적용을 위해서는 지속적 비교평가 가능한 Track-record 제공 환경 확보 필요
- 사용자(현장)의 요구사항 반영, 종래 기술과 비교평가를 지원하는 사업 부재
- 평가방안 확립을 위한 유사사업의 경우 특정분야 및 기존 기술만을 대상을 하고 있어 스마트 건설기술 성능 비교평가 적용에 부적합

6. 기대효과

□ 과학·기술적 기대효과

- 빠르게 발전하는 디지털 융합 건설신기술에 대한 사용성능평가 및 실증 대응 체계 마련
- 스마트 건설기술 사용성능평가 및 실증체계 확보를 통한 실용화 촉진

□ 사회·경제적 기대효과

- 정부정책에 부합하는 건설기술 실용화 체계 구축
 - 「스마트 건설 로드맵」, 「국토교통과학기술 연구개발 종합계획」 등 정부 지원 정책으로 개발되는 디지털 건설신기술에 대해 국가의 선제적 지원 체계를 확보함으로써 국가 건설기술 관리 역량 향상
 - 기술 실증 기회 제공을 통해 국가 R&D 성과물의 현장 적용(실용화) 장벽을 낮춤으로써 국가 R&D의 경제적 효과 향상
- 건설 산업의 안전 및 효율성 향상
 - 성능 향상 및 원가 절감이 가능한 스마트 건설기술에 대한 검증을 통해 건설 생산성(공사비, 유지·관리비) 향상
 - 스마트 건설기술에 대한 실증을 통해 효과적 노후 시설물 점검 및 진단 수행
- 스마트건설기술 산업 생태계 활성화
 - 산업 생태계 기반이 되는 중소기업(스타트업) 등의 시장 진출 가능성을 강화함으로써 산업 활성화 유도
- 스마트건설기술 현장 적용을 위한 코드 개발과 연계하여 실용화 주요 장애 요인인 개발기술의 검증과 관련 기준 및 체계 부재를 해결함으로 국토교통 R&D 결과물 실용화

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
1.1 기획 배경 및 필요성	1
1.2 기획 목표 및 내용	3
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	5
2.1 기획 추진 체계	5
2.2 사업 환경분석	8
2.3 사업 전략체계	62
2.4 중점분야별 상세기획	70
2.5 사업운영 계획 및 소요예산	98
2.6 사업 타당성 분석	105
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	122
3.1 정성적 연구개발성과	122
3.2 정성적 연구개발성과	128
3.3 목표 달성 수준	129
4. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	129
5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	129
6. 참고문헌	130
7. 부록	133
[부록1] 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술 상세기획(안)	133
[부록2] 스마트 건설기술 성능평가를 위한 기준 기술	141
[부록3] 교육 프로그램(안) 제언	143

별첨자료(참고문헌 등)

별권 1: 첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구 기획보고서

1. 연구개발과제의 개요

1.1 기획의 배경 및 필요성

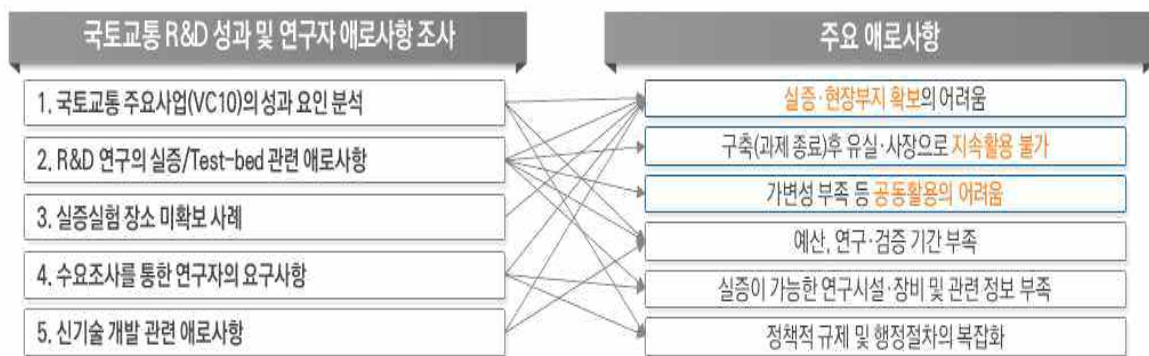
용어의 정의

- (스마트 건설기술) 4차 산업혁명 기술과 융합된 건설·안전기술로 “스마트 건설기술 로드맵”(2018)에서 제시한 설계, 시공, 유지·관리 측면에서 생산성과 안전성을 획기적으로 개선하는 건설기술과 이와 관련된 건설기술로 정의
- (성능평가) 기술 검증의 신뢰성 확보를 위해, 관련 장비, 시스템, 서비스 기술의 성능 및 신뢰도, 경제성 등을 평가항목별로 기존 주류 기술과 비교 확인하는 행위
- (실증체계) 성능평가 프로세스 일련의 관리 시스템을 포함한 해당 기술의 신뢰성 높은 비교평가가 가능하도록 구성된 시험 체계

□ 발주기관에서는 안전성 및 신뢰성에 대한 현장시험 검증을 요구하고 있어 이를 충족할 수 있는 신뢰성이 확보된 성능평가 및 실증체계 필요

- 발주기관(정부, 지자체, 공기업)은 안전사고 발생 위험부담 문제로 안전성 및 신뢰성에 대한 현장시험 검증 요구
 - 이에 스마트 건설기술 활성화 방안에서는 시험시공에 대한 인센티브 등을 주고 있으나 중소기업의 경우 시공 수주 자체 한계

- 실제 연구책임자들의 주요 사업화 애로사항으로 현장부지 및 연구 인프라 확보 제시
 - 신기술 개발 민간기업 및 R&D 수행기관(연구자)이 직접 현장 실증부지를 확보해야 하는 상황
 - 현 성능평가 및 실증체계의 한계로 연구기간 연장 및 실용화 지연으로 연결되어 사업성과 저조



출처 : 국토교통연구인프라운영원, 전략건설집현(2017), ‘첨단 융합형 국토교통기술 종합실증 클러스터 조성 최종보고서’

[그림 1-1] 실용화·사업화 주요 장애요인

- 기존 R&D 투자는 실용적인 응용·개발 연구에 집중되었음에도, 개발 기술의 공적 검증 시스템 미비로 R&D 성과물의 공공인프라 반영 좌초 및 이로 인한 성과 실용화 제약(R&D 투자 효율 저하)
- 건설기술은 주요 공공인프라 기술로 막대한 국가 예산 투입 및 장수명으로 개발기술에 대한 성능, 안전성, 경제성 등의 실증 필수
 - 공공 SOC 시설물(교량 및 건축 등)의 수명은 약 30년 이상으로 장기간 사용하는 시설물로 건설 초기 기술의 성능 및 안전성 등에 대한 검증 필수
 - 공공 인프라의 안전성, 경제성, 사용성 등을 지속적으로 검증할 수 있는 성능평가 및 실증 체계 구축을 통한 개발 기술의 신뢰성 강화
- 기술의 발전과 함께 건설기술 또한 상호 다른 기술이 융합되어 기술적으로 변이됨에 따라 건설기술 성능평가 및 실증 체계의 개선 필요

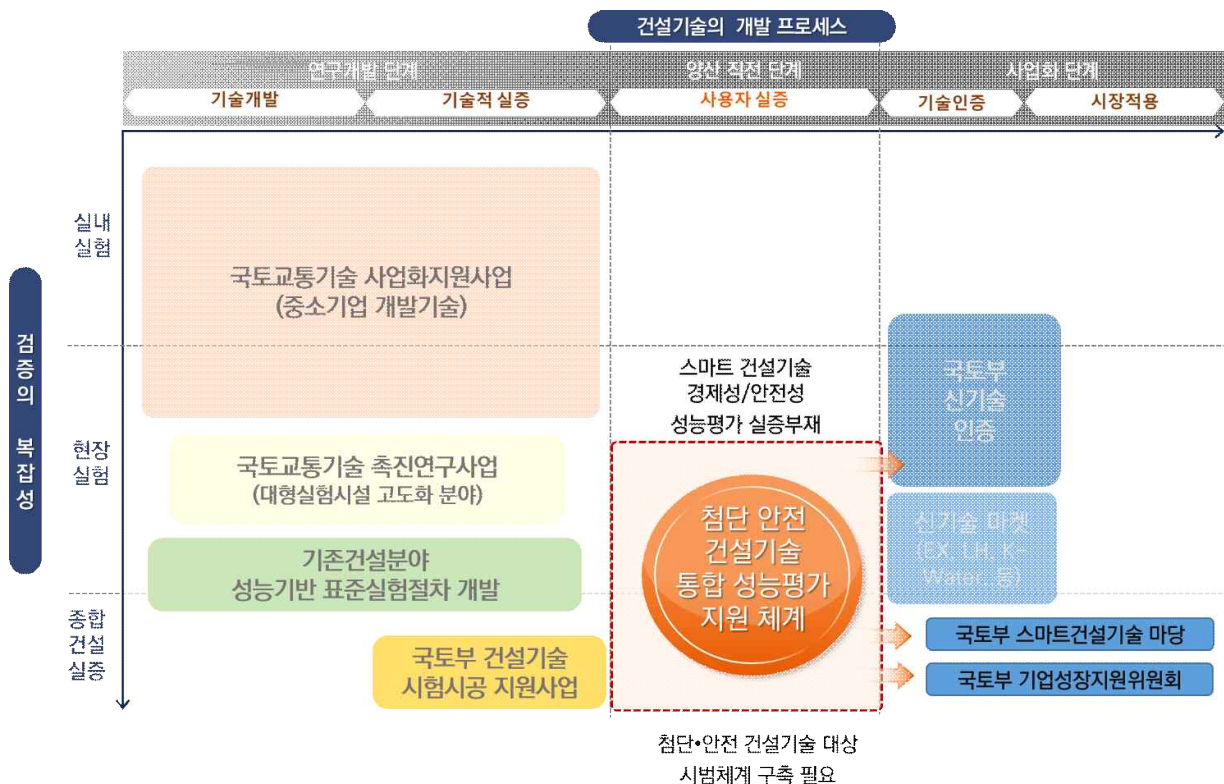
- 4차 산업혁명으로 인해 건설기술 R&D의 트렌드 또한 융복합 기반의 시스템 기술들로 진화하면서 기존 단일기술 중심의 성능평가 및 실증 체계로 평가와 검증이 어려움



출처 : 국토교통연구인프라운영원, 전략건설팅집현(2017), ‘첨단 융합형 국토교통기술 종합실증 클러스터 조성 최종보고서’

[그림 1-2] 건설기술 R&D의 기술융합 사례

- 연구개발단계와 사업단계의 중간단계인 양산 직전단계의 기술 성능평가와 실증체계로 구성된 통합 성능평가 지원체계 필요
- 정부에서는 건설신기술 활성화를 위한 다양한 정책을 시행하고 있으나, 연구개발 단계와 사업화 단계 사이 연결고리 강화 필요
 - 국내 건설기술 활성화를 위해 다양한 지원사업이 추진되고 있으나 양산 직전단계에서의 사용자 실증에 대한 지원 부족



[그림 1-3] 국내 건설기술 활성화 지원사업 분석으로 도출한 공백 영역

1.2 기획 목표 및 내용

1.2.1 연구개발과제의 최종 목표

- 스마트 건설기술 활성화를 위한 측량 및 점검진단장비 성능평가 기술 개발 기획 및 추진 타당성 입증을 통한 사업예산 확보 기여
- 첨단·안전(스마트) 건설기술의 현재 수준과 현장 요구사항을 분석하여, 신기술에 대해 시제품 제작 단계부터 데스벨리(Death Valley)까지 어려운 현장 실용화 과정 극복 방안 마련
- 첨단·안전(스마트) 건설기술이 양산 및 사업화 단계로 성장해 갈 수 있도록 기술 검증 지원 방안과 교육체계 전반에 대한 기획 추진



1.2.2 연구개발과제의 년차별 목표

구분	연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	현재 국내·외 기술수준	연구개발 목표치	목표치 설정 근거	가중치 (%)
1년차 (2021)	국내외 환경분석	트랜드 분석	—	작성 완료	기획완성도 판단 필요	10
		현황분석	—	작성 완료		10
		이해관계자 수요분석	—	작성 완료		10
	사업개념 설계	기본방향 도출	—	작성 완료		15
		전략체계 도출	—	작성 완료		15
	사업 설계	중점분야별 환경분석	—	작성 완료		15
		중점분야별 수행 계획	—	작성 완료		15
	사업 타당성 분석	사전타당성 분석		작성 완료		10

1.2.3 연구범위

- (국내외 환경분석) 기술개발 동향 및 수요조사 실시, 기술정의, 사업추진방향 정립
- 국내외 스마트 건설기술 성능평가 및 실증 체계 환경 분석
 - 국내외 건설기술 성능평가 및 실증 체계 현황
 - 국내외 건설기술 성능평가 및 실증 관련 기술/시장/정책 동향 분석
- 건설기술 성능평가 및 실증 체계 관련 미래 이슈 및 수요 분석

- 스마트 건설기술 성능평가 및 검증 관련 글로벌 트렌드 분석
- 관련 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
 - * 글로벌 트렌드 분석, 국내외 환경변화 분석 등을 통해 미래 이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 수요와 대안 제시

□ (사업개념 설계) 기술개발사업 전략 수립 및 연구내용 설정

- 사업의 목적과 개념 및 개발기술의 정의와 범위를 제시하고 이를 기반으로 사업추진에 따른 미래상 제시
 - 미래 이슈/동향/수요에 기반하여 개발기술의 정의와 범위 및 사업의 목적과 개념 제시
 - 이슈 해결을 통해 변화하게 될 스마트 건설기술의 실용화 모습을 제시하고 시사점 도출
- 비전 및 목표 제시를 통한 기술개발 전략 수립
 - 기술예측·수요 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
 - 사업의 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정

□ (사업 설계) 연구개발 후보과제 도출 및 사업 RFP 기획

- 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 추진 중점분야 도출하고 중점분야별 후보과제 도출 및 추진체계, 소요예산 설정
- 사업 RFP 기획을 위해 정량적이고 구체적인 목표와 연구범위 및 내용, 핵심과제 등 설정(실행가능 수준을 고려한 구체적 연구범위 및 방법 등 설정)
 - 기술 및 산업/시장 동향, 기술개발 필요성, 주요연구내용, 과제규모, 최종성과물 및 추진 일정 등
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵 반영
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자 규모 대비 민간투자 규모 수준 제시)

□ (운영방안 설계) 목표 달성을 위한 사업 추진체계와 성과물 활용 및 실용화 방안 수립

- 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립
 - 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계방안 수립
- 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시
 - 제도·정책 활용 등 구체적인 실용화 방안 제시

□ (사전 타당성 분석) 사전타당성 검토 분석

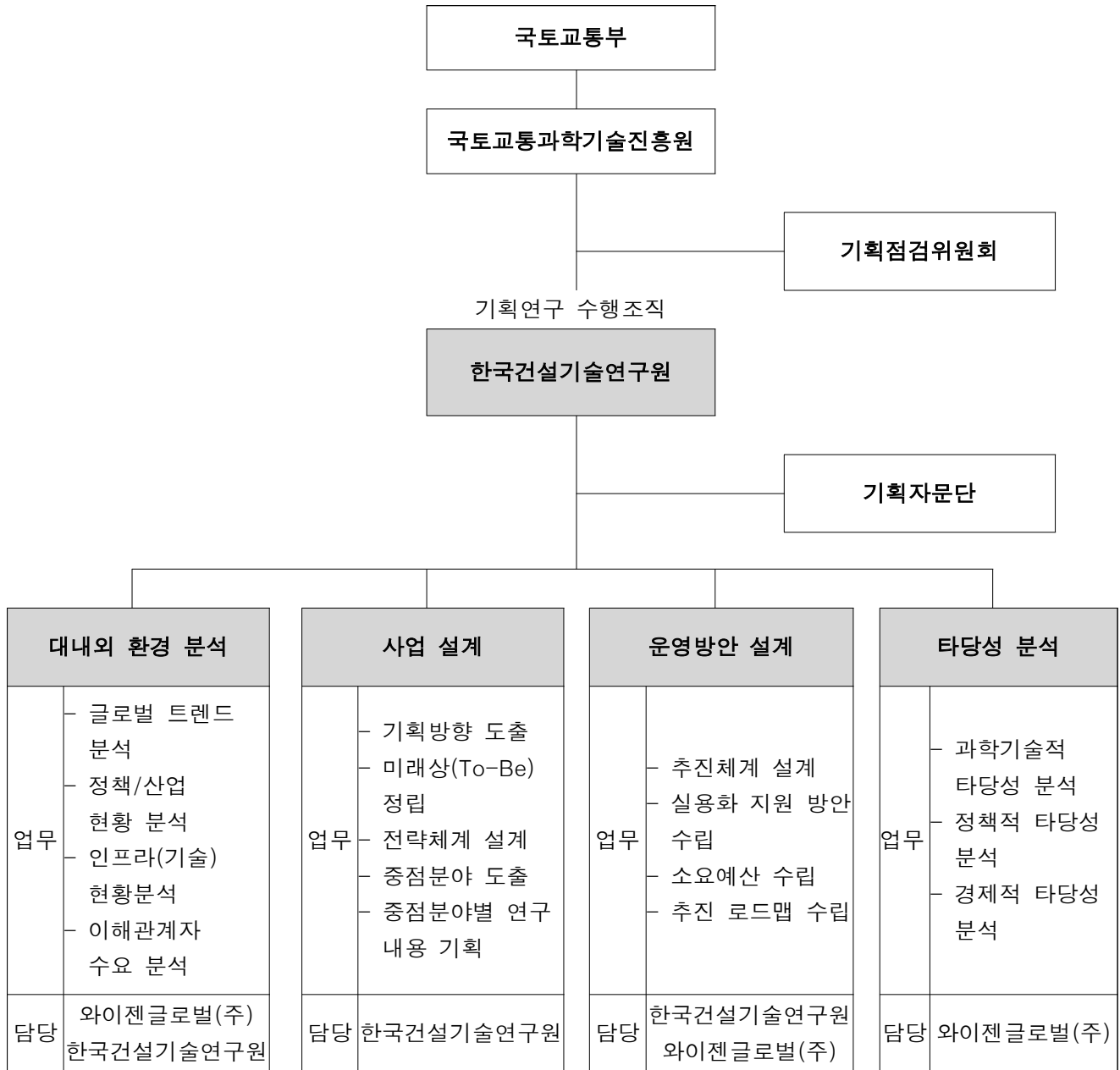
- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성 등 공공관점의 필요성 및 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

2.1 기획 추진체계

2.1.1 추진체계

- 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 한국건설기술연구원, 와이젠글로벌(주)과 전문가로 구성된 기획점검위원회 및 기획자문단과 협력하여 체계적으로 추진



[그림 2-1] 기획연구 체계도

- (국토교통부·국토교통과학기술진흥원) 사업 주관부처로서 ‘첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획’ 관련 추진사항 점검 및 방향 논의, 의사결정
- (기획점검위원회) ‘첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획’에 대해 거시적 관점에서 기획결과(안) 검토·자문
- (기획자문단) 사업에 대한 기술적 관점에서 전문적으로 검토하여 기획대상 분야에 대한 기획 결과(안) 도출
- (기획연구 수행조직) 동향조사, 기술선별 및 사업기획 총괄 수행, 중장기 마스터플랜 및 사업계획(안) 도출

2.1.2 과업 수행 프레임워크

□ 세부 과업 간 연계성과 일관성을 확보하고 효율적인 결과 도출을 위해 아래와 같은 체계로 연구 추진

<표 2-1> 연구모듈 및 상세수행내용

연구모듈		상세수행내용
국내외 환경 분석	글로벌 트렌드 분석	- STEEP Analysis: 사회적, 기술적, 경제적, 환경적, 정책적 미래 이슈 조사
	국내외 현황 분석	- 국내 성능평가 및 검증 관련 정책·제도 동향 분석 - 국내외 주요 성능평가시설 및 국내 유사사업 등 기술 동향 분석 - 국내외 건설기술 산업 동향 분석
	수요조사 분석	- 국내 이해관계자(수요처 및 관련 전문가) 대상 설문을 통해 의견수렴 - 국내 스마트 기술 개발 현황을 통해 미래 수요 도출
사업 개념 설계	기획 방향 도출	- 총괄위원회와 및 유관기관 의견을 반영하여 사업기획 방향 도출
	미래상 정립	- 사업 시행(주요 이슈 해결)을 통한 미래상 설계 및 시사점 도출
	사업 정의 및 개념 정립	- 최신 동향 자료를 반영하여 개발기술의 정의 및 범위 제시하고 이슈 해결을 위한 사업 개념 설계
사업 설계	전략체계 수립	- 사업 비전, 목적 및 목표 도출 - 문헌조사 및 설문조사를 통한 수요기술 분석과 수요기술의 키워드 분석 통한 중점후보분야 도출 - 중점후보분야에 대한 전문가 검토 및 평가를 통해 중점분야 도출
	중점분야 도출	- 기본방향에 따라 중점연구, 투자계획 및 자원확보방안 등을 구체적으로 실천하기 위한 중점분야 추진전략 및 추진 후보과제 도출
	중점분야 로드맵	- 국내 연구수준·예산제약 등의 현실적 요소를 고려하여 우선순위 평가를 통해 중점분야별 세부과제 추진 로드맵을 수립 · 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중점분야별 위원회/정량적 평가 기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵 반영
운영방안 설계	추진체계 설계	- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립 - 최적 연구추진 체계 제안
	사업 평가·관리 계획 수립	- 과제 공모 및 선정, 사업 추진간의 중간평가, 종료 평가 등을 위한 평가 지표 및 절차를 수립
	실용화 지원 방안 수립	- 성능평가체계 지원을 위한 플랫폼 구축 및 교육 프로그램 개발 등 구체적인 활성화 방안 마련
사전 타당성 분석	과학기술적 타당성	- 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성 등에 대한 검토
	정책적 타당성	- 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 검토
	경제적 타당성	- 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토

2.1.3 추진전략

□ 컨소시엄 구성전략

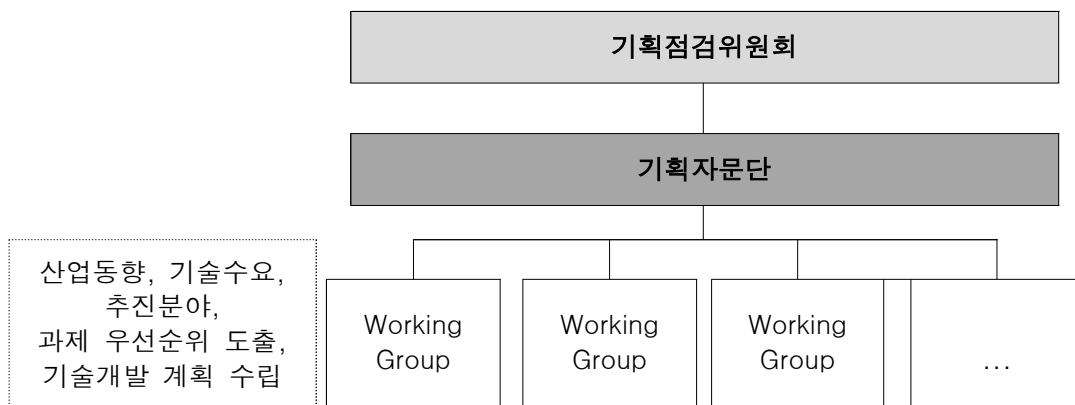
- 국가 R&D 전략기획 전문 컨설팅 기관과 정부출연연구기관의 공동 수행으로 추진하여 기획 전문성과 기술 전문성을 동시 확보
 - 건설기술분야 국내 최고 전문가그룹인 한국건설기술연구원은 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계에 대한 전문성을 바탕으로 기획연구 총괄
 - 사업의 기술적 타당성 확보를 중심으로 기획연구 추진
 - 와이젠글로벌(주)은 연구진의 다수 사업기획 경험을 바탕으로 관련 정책/시장/기술 동향 분석 및 사업 타당성 확보 중심으로 기획연구 추진

<표 2-2> 수행주체별 연구목표

연구기관	기관명	중점 연구목표
주관연구기관	한국건설기술연구원	사업 전략체계와 중점분야별 로드맵 및 세부과제 RFP 도출
공동연구기관	와이젠글로벌	기술/정책/산업 환경 및 수요분석을 통한 사업/세부과제 단위 시사점 도출

□ 위원회 운영 전략

- 기획점검위원회와 기획자문단을 구성하여 기획내용의 체계성 및 기술적 완성도 확보
 - KICK-OFF 미팅을 시작으로 기획점검위원회 회의를 필요시 수시 개최
 - 중점 추진분야 도출과 함께 기획자문단을 구성하여 기획의 구체성 확보
 - 중점분야별 위원회를 구성하고 필요시 개별 인터뷰를 통해 심도 있는 기술적 자문 및 연구내용에 대한 합의 도출



[그림 2-2] 위원회 구성 체계

2.2 사업 환경분석

2.2.1 메가트렌드 분석

□ 사회, 기술, 환경, 정책 등 거시적 환경변화를 파악하여 건설산업 관련 미래이슈 도출

- 현대사회의 급속한 기술발전, 기술과 사회의 공진화로 인해 미래사회는 상호의존성과 복잡성이 커지고 불확실성 증가
 - (정치적 트렌드) 코로나 19 팬데믹과 다양한 사회적 문제발생으로 인해 글로벌/지역 거버넌스의 불확실성과 국가통치의 어려움이 증가하고 있으며, 이른 해결하기 위한 큰 정부화 기조 등장
 - (경제적 트렌드) 자국주의 강화로 인한 보호무역주의의 확산, 환경문제 대응을 위한 친환경 그린경제의 대두, 산업구조의 양극화, 경제중심의 변화 등 발생
 - (사회적 트렌드) 인구 증가로 인한 저출산·고령화, 도시화가 이루어지고 있으며, 환경오염 및 지구온난화로 인해 기후변화문제가 발생하고, 삶의 질을 추구하는 라이프 스타일 대두, 코로나 19로 인한 비대면 사회의 도래 등 관측
 - (기술적 트렌드) 4차 산업혁명이 진행되고, 인구증가 및 경제성장으로 인한 초연결 사회가 등장하고 있으며, 에너지 기술의 수요가 증가하고, 기술변혁 가속화

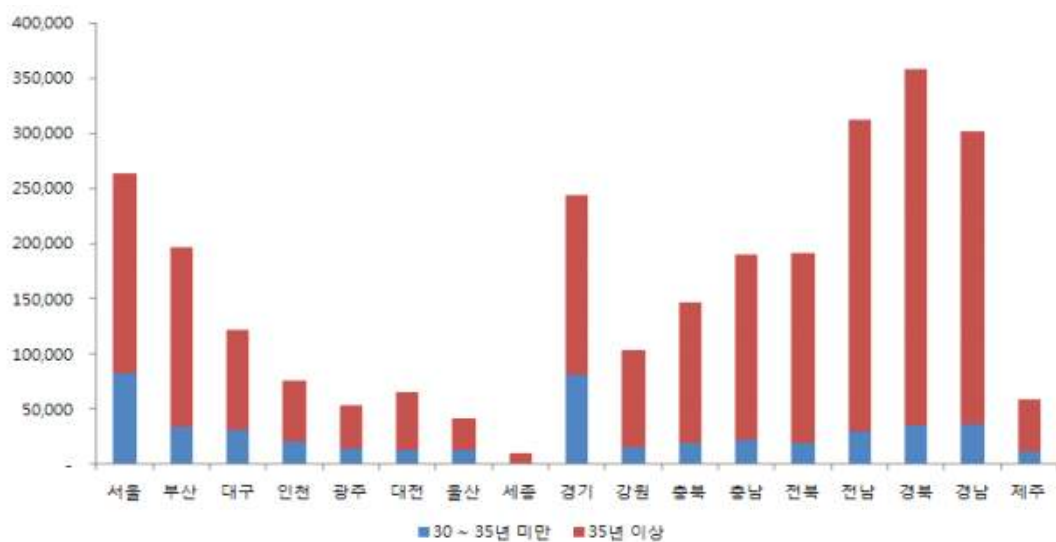
<표 2-3> 메가트렌드 요인별 건설산업 관련 미래 이슈

구분	유형별 이슈	건설산업 관련 미래 이슈
정책 (P)	거버넌스 불확실성 증가	· (안전기술 수요 증가) 세계적인 테러위험이나 기후변화 등 불안정한 상황에 따른 인프라의 보안·안전 기술수요가 증대하는 등 안전 기술에 대한 수요 증대
	국가통치의 어려움에 대한 증가	· (유지보수 예산 부족) 국민들은 안전과 번영에 대한 수요 대비 한정적 국가 예산 문제. 국내 인프라 시설 대부분이 70~90년대 개발되어 급속한 노후화가 진행되고 있으나 향후 5년간 SOC 예산을 연평균 6% 감축할 계획으로 유지/보수 예산 부족 예상
	큰정부화	· (스마트 건설 육성) 세계적으로 스마트 건설을 육성하는 추세이며 국내에서도 4차 산업혁명위원회 등에서 스마트 건설을 육성하기 위한 정책적 논의 중 · (중소기업 진입장벽 완화) 양극화 해결 등을 위해 큰정부로 회귀하면서 중소기업의 건설시장 진입장벽을 완화시킬 필요성 증대
경제 (E)	보호무역주의의 확산	· (건설경기 침체) 세계 경제는 팬데믹과 경제불황 등의 영향으로 보호무역주의가 확산되고, 국내 건설시장은 주택수급률 100% 상회한 이후 지속 침체 · (시설물 유지·관리 부각) 팬데믹 이후 건설시장은 더 침체를 겪고 있어 새로운 동력이 필요한 상황으로. 전국 각지의 노후된 기반시설들의 유지 관리가 하나의 대안으로 부상
	친환경 그린경제의 대두	· (건설 효율화 필요) 파리협정의 채택 및 탄소국경세 등 탄소배출량과 에너지 소비량이 높은 건설산업에 대한 집중적인 관리 필요성 증대
	경제중심의 변화	· (해외경쟁력 약화) 세계 경제 중심이 아시아로 이동하고 있으며, 중국, 인도 등 개발도상국들의 급격한 발전으로 해외건설시장 진출의 새로운 기회가 될 수 있으나 가격경쟁력에서 불리한 위치
	산업구조의 양극화	· (중소기업 지원 필요) 산업구조의 양극화로 인해 대기업과 중소기업간의 격차가 심화 되었으며 중소기업의 시장진입을 곤란하게 하는 요인으로 작용

구분	유형별 이슈	건설산업 관련 미래 이슈
사회 (S)	삶의 질을 중심의 라이프 스타일	· (건설 노동력 감소) 삶의 질 향상으로 인해 안전에 대한 국민적 니즈의 증대 및 건설 산업에 대한 청년층의 유입 감소로 인력 부족
	기후변화	· (안전에 대한 관심 증가) 기후변화로 인해 재난안전사고가 계속해서 증가하고 있으며, 이로 인한 재산피해가 발생
	저출산·고령화	· (건설 노동력 감소) 저출산·고령화로 인해 젊은 생산인구가 부족해지면서 보다 효율적인 저노동력 기술 수요 증가
	도시화로 인한 양극화	· (시설 노후화) 도시화로 인한 도시와 지역 간 양극화 심화로 도시는 인구과밀, 폐기물처리 등의 문제, 지역은 SOC 노후화 등의 문제 발생
기술 (T)	초연결	· (건설기술과 타분야 기술 융복합) 4차 산업혁명 시대에는 모든 사물이 연결되는 초연결화가 진행되며, 이러한 ICT 기술과 융합된 형태의 융복합 건설기술 발전
	기술변혁의 가속화	· (변화대응 한계) 기술변화의 급변으로 인해 기존 제도의 신기술 대응 한계
	기술경쟁의 심화	· (기술경쟁력 확보 필요) 개발도상국의 기술수준은 빠르게 발달하여 우리나라를 추격하고 있으며, 기술경쟁력을 확보하기 위해 구체적 지원 필요

○ (안전 및 유지보수 기술 성능평가 수요 증가) 현재 우리나라의 SOC 인프라들은 1970년대~1990년대에 건설되었고 급속한 노후화로 인해 국민의 안전에 대한 위협이 되며, 이에 대한 유지·보수 시급¹⁾

- 현재 ' 20년 기준 국내 SOC 인프라 중 30년 이상 경과된 비율은 전체 SOC 시설물의 18%에 해당하며 10년 후에는 40% 수준으로 증가할 것이 예상되고, 이에 따른 유지·보수시장의 확대와 이를 위한 기술 수요 증가



출처 : 국회입법조사처(2020), 노후건축물 현황과 향후과제

[그림 2-3] 시도별 30년 이상 건축물 현황(동 수 기준)

- 기후변화로 인해 슈퍼태풍, 폭설, 폭우, 가뭄 등 기상이변과 자연재해로 인한 재난 안전사고 빈도 및 인명과 재산의 피해 증가

1) 국회입법조사처(2020), 노후건축물 현황과 향후과제

- IPCC(International Panel on Climate Change, 기후변화에 관한 정부간 패널)에서는 기후변화로 인하여 과거의 자연재해보다 더 심각한 강도의 재해가 빈번하게 일어날 것으로 예측

○ (건설산업의 스마트화 추진의 필요성 증대) 4차 산업혁명 대응하고 국내 건설산업 경쟁력 강화를 위한 건설 산업에 ICT 접목 등 스마트화 추진 필요

- IoT, AI, 로봇, 드론, 빅데이터 등 4차 산업혁명으로 인한 초연결로 산업간 융합이 강조되고 있으며, ICT 접목 시 기존 건설산업의 한계 극복 가능 예상

※ 건설산업은 대표적인 노동집약적 산업으로 고질적인 비효율성에 시달리고 있으나 ICT를 적용시킬 경우 생산성 개선 등 가능

- 코로나19로 급격한 비대면사회로의 전환 추진 및 무인 자동화에 대한 기술 수요의 급격한 증가로, 유럽 일본 등 선진국뿐만 아니라 다수의 국가에서 정부 주도적 스마트건설 추진

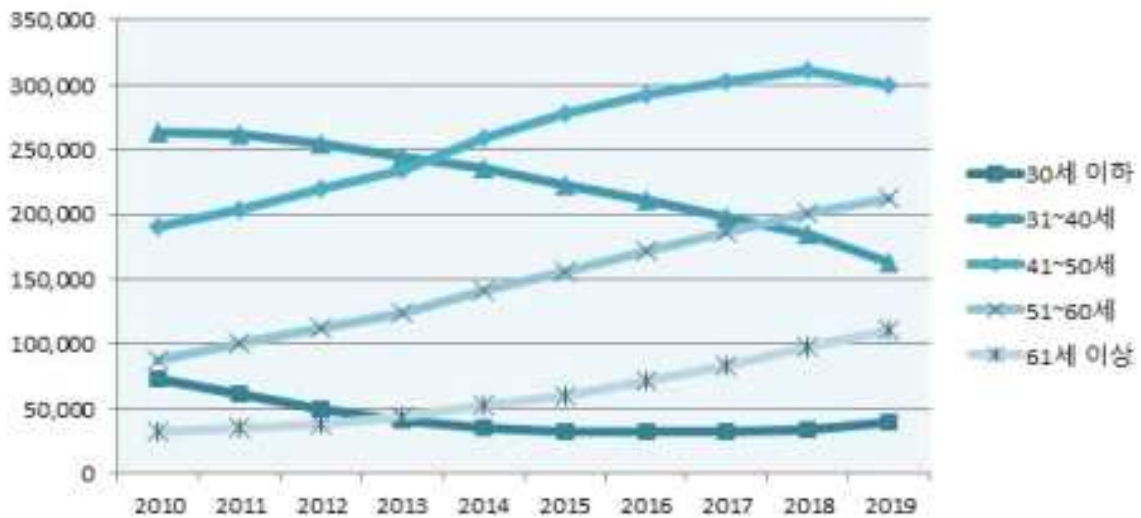
※ (영국) Construction 2025를 통해 건설산업 혁신의 한 방안으로 건설산업에서의 ICT 기술 적용을 강조

※ (일본) I-Construction을 통해 3차원 데이터의 도입 및 ICT 장비 등 신기술 도입 추진

※ (싱가포르) Construction 21운동을 통해 ICT 접목 기술을 포함한 7대 핵심기술 분야를 선정하고 기술개발 로드맵 발표

- 국내 건설산업은 1990년 이후 수명주기상 성숙기에 진입한 것으로 판단되고, 지속적인 침체기 상황으로 판단되며, 저출산·고령화로 인한 인구구조의 변화와 청년 건설인 유입 감소로 세대 간의 기술 단절 우려 심화²⁾

※ 저출산·고령화로 인하여 노인인구 비중으로 생산인구가 감소하여 대표적인 노동집약적산업인 건설산업도 이에 영향을 받을 것으로 전망



출처 : 성유경(2020), 코로나19 위기 이후 일자리 변화와 건설산업 대응방향 재인용

[그림 2-5] 건설기술인 연령별 비중

- 유지보수의 필요성은 계속해서 증가하고 있으나 우리나라의 SOC 유지보수 예산은 부족하여, 보다 효율적 유지보수 기술 필요

※ 국내 SOC 분야 재정투자는 '15~'18년까지 지속적으로 감소했으며, '19년 이후 증가 추세

- 중국, 일본 등 다수의 국가에서 빠르게 추격을 해오고 있어 기술경쟁력을 확보하고, 기술변혁 가속화에 대처하기 위한 선제적 대응 시스템 구축 필요³⁾

<표 2-6> 건설·교통 분야 기술수준 및 기술격차

건설·교통 분야	한국		중국		일본		EU		미국	
	'18	'20	'18	'20	'18	'20	'18	'20	'18	'20
기술수준(%)	79.0	84.0	75.4	80.0	89.3	89.1	96.5	97.8	100.0	100.0
기술격차(년)	3.1	2.6	3.8	3.2	1.4	1.6	0.2	0.1	0.0	0.0
기술수준 그룹	추격	추격	추격	추격	선도	추격	선도	선도	최고	최고

출처 : KISTEP(2021), '2020년 기술수준평가보고서'

2) 성유경(2020), 코로나19 위기 이후 일자리 변화와 건설산업 대응방향

3) KISTEP(2021), '2020년 기술수준평가보고서'

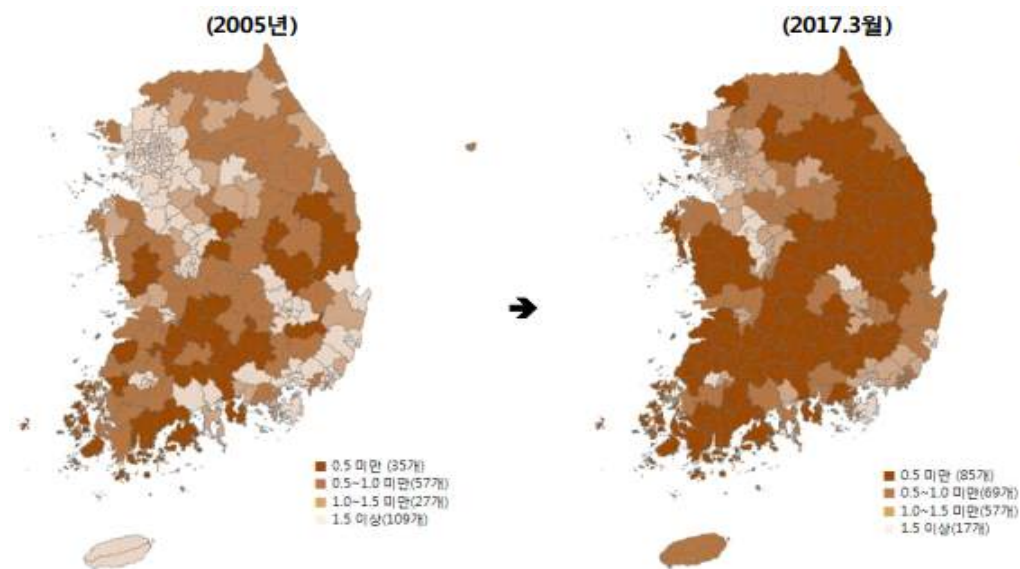
- KISTEP에서는 기술경쟁력 확보를 위해 정책 우선순위로 인프라 구축, 법·제도 개선, 연구비확대, 인력 양성 및 유치, 국내외 협력 촉진 등이 필요하다고 분석

<표 2-7> 건설·교통 분야 필요정책 우선 순위

우선순위	점수	필요 정책
1	4.52	인프라 구축
2	4.24	법·제도 개선
3	4.03	연구비 확대
4	3.99	인력 양성 및 유치
5	2.49	국내협력 촉진
6	1.73	국제협력 촉진

출처 : KISTEP(2021), '2020년 기술수준평가보고서'

- (양극화 심화에 따른 정부의 개입의 필요성 증대) 전국적으로 인구감소와 고령화 등에 의해 도시축소와 소멸위기가 발생하고 있으며, 대도시와 지방 간 그리고 대기업과 중소기업 간의 양극화 심화
- 코로나 19의 영향으로 인해 중소기업은 급변하는 환경에 대응해야하는 어려움에 처해있으며, 중소기업이 99.7% 비중을 차지하고 있는 건설산업에서는 이에 대한 지원 시급
 - ※ 경제위기로 인한 도산 위험, 디지털경제로의 전환, 환경규제 및 노동규제의 유예기간 종료 등 대응해야하는 환경 변화가 산재하여 중소기업에겐 큰 부담으로 작용
- 현재 우리나라 전체의 지방소멸위험지수는 '17년 기준 0.97로 주의 단계에 해당하며 지방의 생활기반 시설 감소로 '40년에 약 25만명이 생활사막에서 거주할 것으로 예상
 - ※ 지방소멸위험지수는 1.0 이하는 지방소멸 주의단계, 0.5 미만은 지방소멸 위험단계로 구분



출처 : 한국은행 대전충남본부(2017), 인구감소와 '지방소멸'의 리스크 점검 및 정책적 시사점

[그림 2-4] 전국 소멸위험지역 분포도

□ 메가트렌드 분석 시사점

- 자동화, 생산성 향상, 비용절감형 기술 등 스마트 건설기술 필요성 증가
- 세계 각국의 기술 발전으로 우리나라는 가격경쟁력에서 점차 밀려나고 있으며 해외경쟁력 확보를 위해서는 생산성 및 안전성 측면에서의 기술 경쟁력 확보 필요
- 유지보수 예산 및 건설 노동력 감소로 등으로 인해 건설효율화의 필요성이 매우 중시되고 있으며, 스마트 건설은 이에 유효한 해결방안
- 파리협정 채택 등으로 탄소배출량 감축이 필요성이 높아짐에 따라, 배출량이 높은 건설산업에 대한 집중적인 관리 필요성 증대

- 시설의 노후화와 국민의 안전의식 증대로 안전 및 유지보수 기술수요 증가
 - SOC 다수 노후화, 기후변화로 인한 저수지 붕괴 등 재난안전사고 증가로 시설물에 대한 필요성이 증가하고, 국민들의 삶의 질에 대한 기대 수준이 높아짐에 따라 안전에 대한 의식 강화
- 스마트 건설기술신기술 현장적용 활성화를 위한 중소기업 지원책 활성화 필요
 - 건설산업은 중소기업의 비중(99.7%)이 높은 산업군으로 중소기업의 비중은 높은 건설산업의 정부 지원책 필요
 - 코로나 19의 영향으로 인해 중소기업은 급변하는 환경에 대응하기 상대적 어려움이 존재하며, 규제 속성상 중소기업의 규제비용이 대기업보다 더 높은 결과를 가져와 중소기업에 대한 형평성은 반드시 고려 필요
- 성능 및 안전에 대한 신뢰성이 확보된 평가체계 필요
 - 국민의 안전의식 증대로 현장적용 기술에 대한 신뢰성 확보 요구가 증가하고 건설산업의 특성상 일회적용 시 장기간 영향을 주는 국민 생활과 직결되는 기반산업인 만큼 적용 기술의 성능 및 안전에 대한 검증 필수
 - 스마트 건설기술 현장 적용 활성화를 위해서는 발주현장에서 신기술을 도입할 수 있도록 신뢰성이 확보된 현장 평가 필요
- 선제적인 융복합 및 신기술에 대한 맞춤형 성능평가 및 검증체계 필요
 - 현재 제도상으로는 단일 기술별 평가만 존재하여, 융합기술을 평가하는 성능평가와 검증체계가 미비하고, 건설기술과 정보기술 등 타 분야의 융합 가속이 이루어지고 있어 이를 평가할 수 있는 성능평가 및 검증체계의 구축 필요
 - 4차 산업혁명으로 기술이 급변하고 있어 기존의 제도로는 이에 대응하기에는 한계점이 명확하고 기술의 변화속도가 매우 빨라 선제적인 신기술 대응 성능평가 필요

<표 2-8> 메가트렌드 분석을 통한 시사점

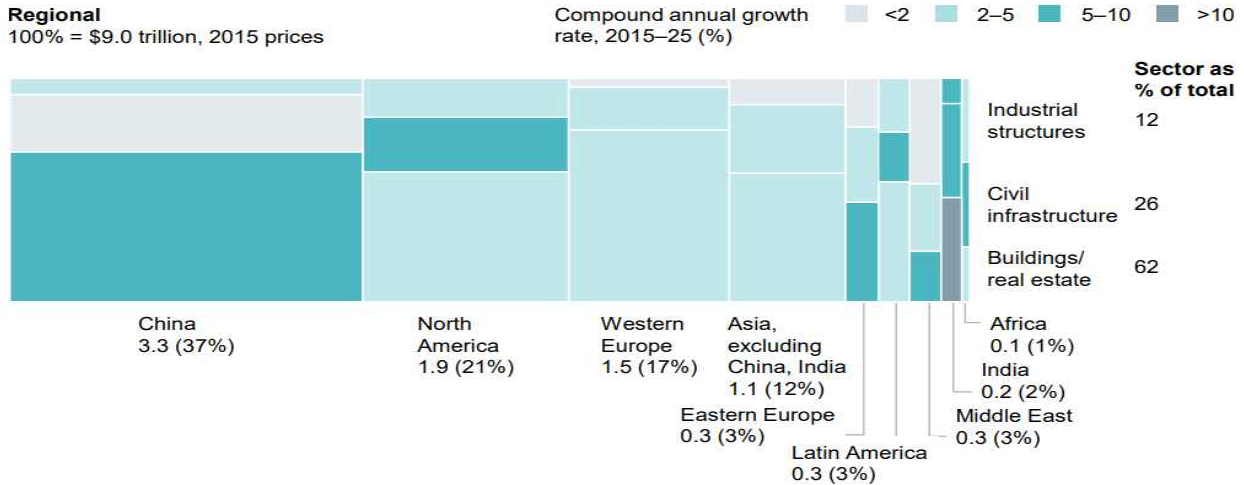
건설산업 미래 이슈 키워드	시사점
안전기술에 대한 수요 증가/ 안전에 대한 관심 증가	자동화, 생산성 향상, 비용절감형 기술 등 스마트 건설기술 필요성 증가
시설물 유지·관리 부각	
시설 노후화	시설의 노후화와 국민의 안전의식 증대로 안전 및 유지보수 기술수요 증가
유지보수 예산 부족/ 건설 효율화 필요/ 건설 노동력 감소	스마트 건설기술 현장적용 활성화를 위한 중소기업 지원책 활성화 필요
스마트 건설 육성	
건설경기 침체/ 해외 경쟁력 약화/ 기술경쟁력 확보 필요	현장적용 기술에 대한 안전 및 성능에 대한 신뢰성 요구 증가 → 성능 및 안전에 대한 신뢰성이 확보된 평가체계 필요
중소기업 진입장벽 완화/ 중소기업 지원 필요	융복합 기술에 대한 맞춤형 성능평가 및 검증체계 필요
건설기술과 타분야의 융복합 가속	
변화 대응 한계	선제적인 융복합 및 신기술에 대한 맞춤형 성능평가 및 검증체계 필요

2.2.2 산업 현황분석

□ 개발도상국 및 신흥경제국이 건설시장 성장 견인

- 중국, 인도, 신흥경제국인 라틴아메리카, 중동의 건물과 기반시설에 대한 수요 증대에 따른 건설 성장 확대
 - 중국, 인도, 터키의 경우 초기건설 부문의 빠른 확장으로 신규 건물, 기반시설 및 중공업 설비 생산을 통해 생산성 촉진

Composition of construction market by region, 2013
%

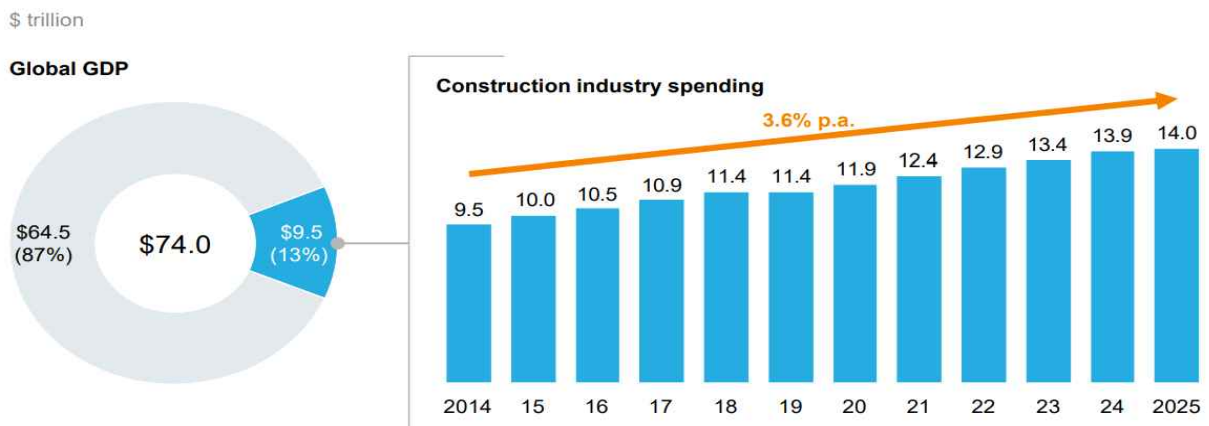


NOTE: Numbers may not sum due to rounding.

출처 : McKinsey Global Institute analysis(2017)

[그림 2-5] 신흥국의 건설 성장률

- 건설부문 지출은 지속적으로 증가하고, 스마트건설 시장 규모는 약 100억 달러 수준으로 연평균 12% 성장 전망⁴⁾
- 건설부문의 지출은 전체 GDP 13%로 수준까지 꾸준히 증가하였으며, 향후 '25년까지 '14년 대비 3.6%p 증가한 14조 달러 지출
 - 건설GDP 1달러 지출 시 0.86 달러의 경제파급 효과가 발생할 만큼 파급효과가 큰 분야로 건설부문의 지출 꾸준히 증가
 - 부문별로 살펴보면 생활SOC 62%, 교통·정보통신·에너지 25%, 제조업·연료발전설비 13%의 각각의 비율 차지



출처 : McKinsey Global Institute analysis(2017)

[그림 2-6] 건설분야 GDP 투자 증가

- '16년 세계 스마트 건설시장 규모는 약 100억 달러 수준으로 BIM 기술(19.3%)이 현재 시장규모는 가장 크며, 연평균 성장률은 건설드론(51.7%)이 가장 높은 등 연평균 12% 성장 전망

4) 국토교통부(2018), 스마트 건설기술 로드맵(안)

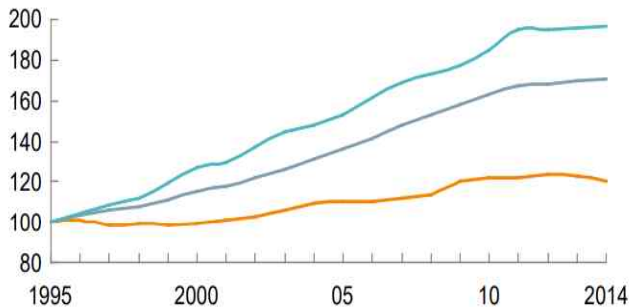
- 스마트 건설시장 중 가장 많은 비중을 차지하는 시장은 BIM으로 '16년 기준 39.77억 달러, IoT 분야는 30억 달러, 건설로봇 1.8억 달러, 건설드론 1.49억 달러, 모듈화 건설 1.33억 달러 등 차지

□ 건설 근무자의 고령화로 건설산업 생산성 증가율은 타분야 대비 낮음

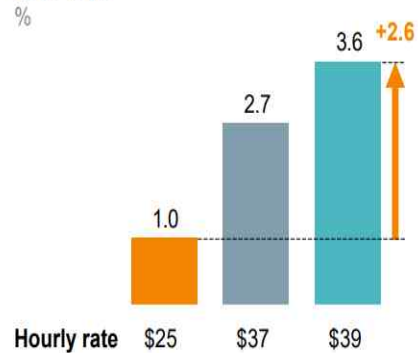
- 지난 20년간 기술의 발전과 함께 세계 노동생산성은 증가하고 있으나 건설분야의 경우 타분야 대비 증가율은 많게는 약 1/3 이상 감소
- 건설산업은 총 건설비의 30~50%가 인건비로 사용될 만큼 노동집약적 산업으로 건설 근무자의 고령화 건설산업 생산성 저하의 주 요인
 - ※ 지난 20년간 연평균 분야별 노동생산성 경우 제조업은 3.6%, 총 경제는 2.7%, 건설분야는 1.0% 증가
- 세계적으로 건물, 인프라, 산업설비 구축에 매년 10조 달러의 비용이 사용되며 2025년엔 약 14조 달러가 증가 될 것으로 예상되지만, 낮은 노동생산성으로 건설산업 생산성 저하

Global productivity growth trends¹

Real gross value added per hour worked
by persons engaged, 2005 \$
Index: 100 = 1995



Compound annual growth rate,
1995-2014



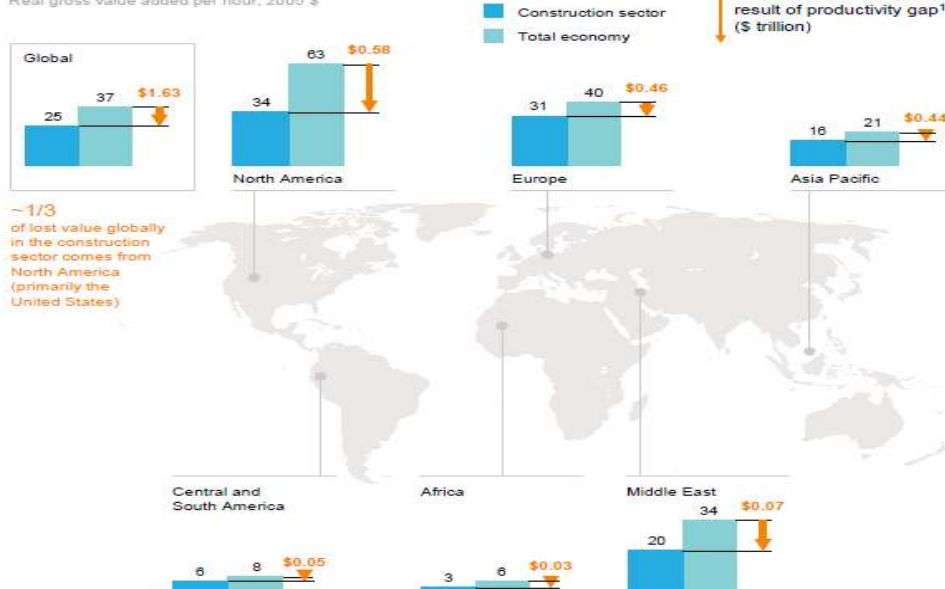
¹ Based on a sample of 41 countries that generate 96% of global GDP.

출처 : Mckinsey(2017) 'Global Institute analysis'

[그림 2-7] 건설업, 제조업, 총 경제 부분의 노동생산성 비교

○ 지역별로 총 생산성 대비 건설분야 노동생산성은 0.05~0.58달러 낮음

Total productivity differential, 2015
Real gross value added per hour, 2005 \$



¹ Assumes construction sector output remains constant and current workers are re-employed in other sectors at the total economy productivity rate.

출처 : Mckinsey Global Institute analysis(2017)

[그림 2-8] 세계 지역별 건설분야 노동생산성 하락

- 북미의 총 노동생산성과 건설분야 노동생산성 간의 차이가 0.58달러로 가장 크며, 유럽(0.46달러), 아시아(0.44달러), 중동(0.07달러), 남미(0.05달러), 아프리카(0.03달러) 순
- 특히, 미국의 경우 2차 세계대전 이후 고속도로, 주택 등의 활발한 투자로 인해 건설분야는 2배 이상 성장하였으나 건설분야 생산성은 담보상태

□ 벨기에 및 영국의 경우, 건설부문 R&D 확대 및 기술 적용 강화를 통해 생산성 향상

○ 벨기에는 '99년~14년 기간 동안의 건설생산성은 1.96%로 총 경제 생산성의 두 배 이상 수준

- 건설부문의 높은 수준의 임금으로 기술활용을 장려하여 5년('99~'14)간 연평균 건설 생산성 증가율은 1.96%로 총 생산성의 두 배 이상 향상
- 건설노동자 임금은 프랑스, 독일, 네덜란드보다 높지만 노동생산성은 높아 15%의 비용 절감효과 발생하였으며, 기계화를 통해 오프사이트의 사전 제작을 적극적으로 활용



<벨기에 건설산업 생산성>



<영국 건설산업 생산성>

출처 : McKinsey Global Institute analysis(2017)

[그림 2-9] 벨기에 및 영국 총 경제, 건설산업 생산성(1994~2014)

○ 영국은 '95년 이후 건설 생산성의 상승세는 약 0.49%로 총 경제 생산성 대비 둔화

- 건설산업의 40% 이상이 자영업자로 각 부문이 파편화 되어 있어, 기술 투자에 대한 인센티브 부족으로 생산성 저해
- 표준화, 사전 조립, 컴퓨터 모델링 사용 등을 통해 생산성 10% 향상을 목표로 하고 R&D 투자를 확대하는 등 모든 공공부문의 BIM 사용 의무화를 통해 안전성 및 노동 효율성 증대

□ 국내에서도 '18년부터 '스마트건설 로드맵'을 수립하여 스마트 건설기술 개발 및 현장 보급에 투자

○ 국내에서도 건설산업의 생산성을 25%이상 향상하고 공사기간과 재해율 25%이상 감축을 위해 스마트 건설 현장 보급을 위한 투자 추진(2020.1.17. 국토부 보도자료)

- '18년 10월 '스마트 건설기술 로드맵'을 수립하고 이에 따라 스마트 턴키사업, 스마트건설 지원센터 운영 등 추진 중
- 스마트 건설기술 개발 R&D('스마트 건설기술 개발사업')에 2020년부터 6년간 약 2,000억 원(총 1,969억 원, 국비 1,476억 원, 민간 493억 원) 투자

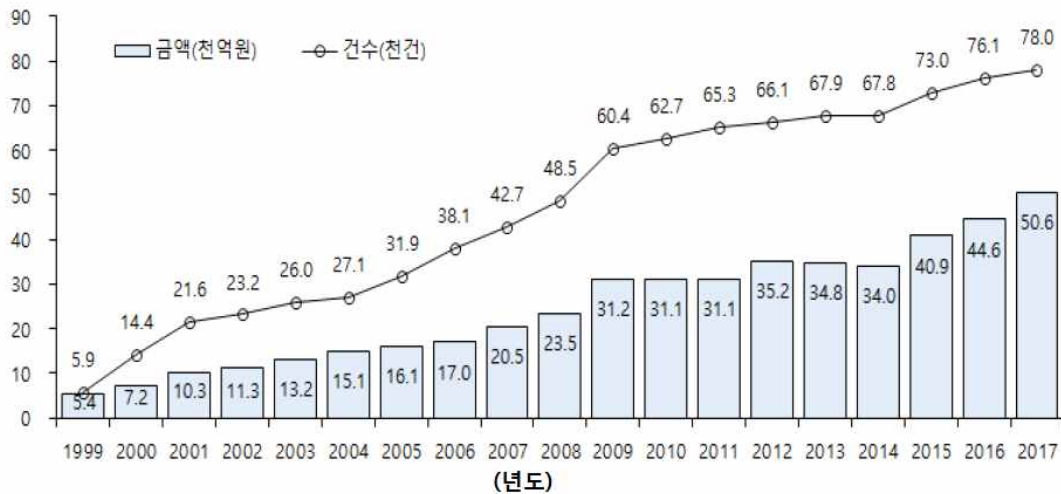
□ 세계적으로 시설물 유지 및 관리에 대한 수요가 급증하고, 관련 예산 투자가 증가함에 따라 유지·관리 시장 활성화 예상⁵⁾

○ 신규 건설 위주에서 유지·관리 투자 확대로 건설 산업의 패러다임이 전환되면서 시설물 유지·관리 시장 지속 성장

- 미국의 경우 MAP-21 혁신법안을 통해 기반시설에 대한 예산 투입 및 전략적 유지·관리 의무화하고 있으며, 일본은 '13년 시설물 유지보수 비용 약 3.6조엔에서 '23년 4.3~5.1조엔 규모로 증가할 것으로 예상
- 영국과 호주 등에서는 정부 내 인프라 건설 및 운영 컨트롤 타워를 마련하여 거버넌스 확립을 통해 재원조달 방식 규모, 투자 우선순위 등 조정 결정
- 국내에서도 시설물 유지·관리 예산 투자 증가로 인해 최근 5년('14~'18년) 동안 시장 규모가 약 1.7배 확대

※ 점검·진단을 수행하는 Eng업체 및 유지·관리를 시행하는 시공업체 수와 시장규모가 크게 증가하는 추세

5) 국토교통부(2017). 시설물의안전및유지·관리기본계획2018~2022년



출처 : 대한시설물유지·관리협회 홈페이지(2021), www.fma.or.kr

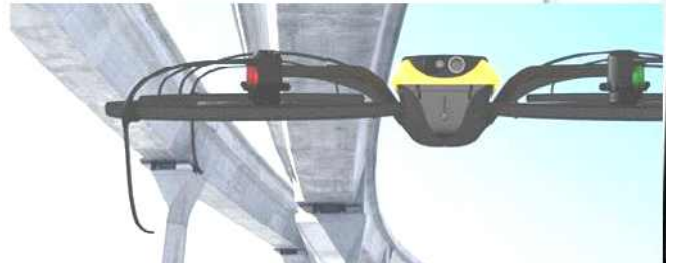
[그림 2-10] 국내 유지·관리 분야 등록 업체 증가 추이

□ 유지·관리 분야의 고질적인 문제해결을 위해 첨단 기술 도입을 통한 정보화·지능화 등에 대한 수요 증가

- 시설물 유지·관리의 현장 점검 업무 효율성 및 신뢰성 제고를 위해 IoT, 드론, 이미지 처리 자동화 등의 첨단 기술 활용의 필요성 증대
 - 성능중심의 평가 및 예방적 유지·관리 체계 확립을 위해 빅데이터, AI, BIM 등 첨단 ICT 기술과 융합된 스마트 유지·관리 기술개발 필요
 - 관련 기술의 현장 적용성 제고를 위한 테스트베드 및 성능검증 체계 구축 필요



<터널 내 스캔>



<드론을 통한 모니터링>

[그림 2-11] 스마트 유지·관리 기술 적용 사례

□ 4차 산업혁명으로 인한 첨단 기술과의 융복합을 통해 스마트 유지·관리 신시장이 형성되고, 유관 산업의 고부가가치화 전망

- 국내에서는 스마트 유지·관리 분야 토털 비즈니스 모델 개발 및 Start-up 기업 육성 정책 등을 시행함으로써, 시설물 안전과 유지·관리 분야의 고부가가치화를 통한 신 비즈니스 기반 조성
 - 시설물의 정보 개방, 공유 기반 구축과 더불어 스마트 계측, IoT 등 첨단 ICT 기술개발 촉진을 위한 국가 차원의 R&D 투자 정책 지원
 - 시설물 정보 융복합 페스티벌 개최와 지원 사업 등의 추진을 통해 고부가가치 스마트 유지·관리 분야의 Start-up 기업 창업 장려 정책 시행 중
- 해외 선진국에서는 첨단 기술과의 융복합 기술 관련 스마트 유지·관리분야의 Start-up 기업 창업 사례 증가
 - (미국) 교량 점검 드론 기술 개발을 통해 미네소타 주 교통국(Department of Transportation, MnDOT)과 적용성 시험 중
 - (일본 및 스위스) 짐벌 형태 드론을 개발하여 인프라 스트럭처, 광산, 발전소, 항공기, 해양, 각종 플랜트 등의 점검, 모니터링 상용화를 위해 다양한 현장 검증 시도



출처 : Flyability社 홈페이지(2021), <http://www.flyability.com>

[그림 2-12] 융복합 기술을 활용한 시설물 유지·관리 해외 사례

○ 일본의 카지마 건설은 건설생산시스템 효율화 달성을 위한 '21~'23년 중기계획 수립 및 R&D 투자 확대⁶⁾

- 건설로봇, 원격관리 등 스마트 기술과 터널, 지면 평지화 작업을 위한 A4CSEL*도입, AI 적용을 통한 건설 생산성 확대
 - * A4CSEL : Automated, Autonomous, Advanced, Accelerated Construction System for Safety, Efficiency and Liability) 태블릿을 통한 무인중장비 원격조작
- 초고령화 시대 인력 문제 해결을 위한 로봇자동화 시스템을 도입하여 공사 현장 순찰, 공사진척관리, 안전 관리 등 업무를 중심으로 첨단 로봇 기술 적용 확대
- A4CSEL 장비를 통해 댐, 도로 현장 공사 구간에서 효율적인 성토작업을 수행하고, 터널 내부 측량 업무와 안전 관리를 위한 순찰 업무에 '스팟' 로봇 투입을 통해 지속적인 실증 시험 확대



<A4CSEL 시스템 기반 토사반입 및 성토작업 자동화>

출처 : Daelim Technical Review(2019), 일본 스마트건설 사례



<건설 토목공사 '스팟' 로봇 도입>

출처 : 로봇신문(2020), 일본 '가치마건설', 4족 보행로봇 '스팟' 도입

[그림 2-13] 카지마 건설 건설생산시스템 효율화 사례

□ 메가트렌드 분석 시사점

○ 건설 및 스마트 건설 시장은 지속적으로 성장

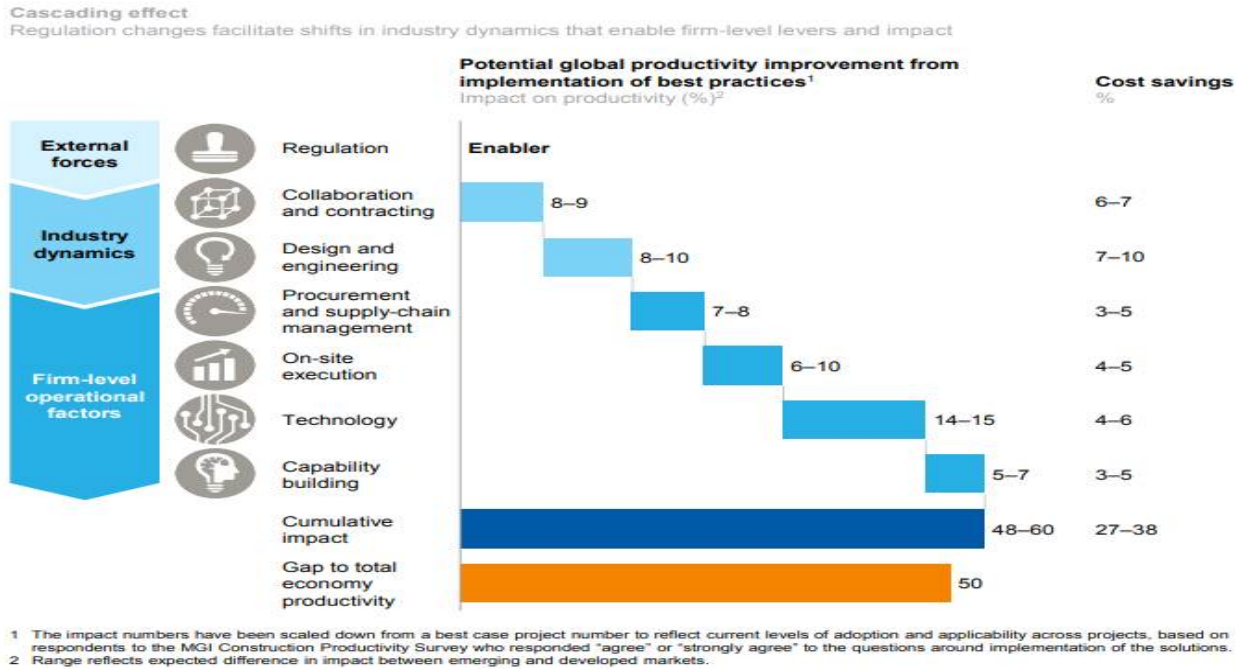
- 중국, 인도, 신흥경제국인 라틴아메리카, 중동의 경우 건물과 기반시설에 대한 수요 증대에 따른 건설 성장이 확대되고 있으며, 스마트건설 시장 규모는 약 100억 달러 수준으로 연평균 12% 성장 전망
 - ※ 건설부문의 지출은 꾸준히 증가하여 향후 '25년까지 '14년 대비 3.6%p 증가한 14조 달러가 지출
 - ※ 건설드론 시장의 빠른 성장(연평균 51.7%)에 힘입어 스마트 건설 시장은 연평균 12%으로 성장 중

○ 건설 근무자의 고령화로 건설산업 생산성 증가율은 타분야 대비 낮음

- 지난 20년간 기술의 발전과 함께 세계 노동생산성은 증가하고 있으나, 타 분야 대비 건설분야 증가율은 많게는 약 1/3 이상 낮음
- 건설분야는 총 건설비의 30~50%가 인건비로 사용될 만큼 노동집약적인 산업이며, 건설 근무자의 고령화가 노동 생산성 하락의 주요인
 - ※ 미국의 경우 10년('05~'15) 동안의 총경제 생산성과 노동생산성 간 차이가 1.9로, 같은 기간 타 국가(독일 0.7, 영국 0.6) 대비 급격히 증가

6) Daelim Technical Review(2019), 일본 스마트건설 사례

- 선진국에서는 건설분야 노동생산성 향상을 위해 스마트 건설기술을 활용하고 있으며, 국내에서도 최근('18년) 로드맵을 수립하고 추진 중
- 드론, 무인항공기, 로봇 등과 같은 4차 산업기술 접목첨단 기술 활용은 건설 생산성 향상을 위한 7대 해결방안 중 하나⁷⁾



출처 : Mckinsey(2017), 'Global Institute analysis'

[그림 2-14] 건설 생산성 향상이 필요한 7개 분야

- 벨기에 경우, 다수 선진국의 건설 노동생산성 하락 속에서도 기술활용을 적극 장려하여 총 경제 노동생산성 대비 2배 이상의 건설 노동생산성 달성
- 영국은 건설 생산성 10% 향상을 목표로 스마트 건설기술 적용 및 R&D 투자 증대를 통해 모든 공공부문의 BIM 사용을 의무화하여 안전성 및 노동 효율성 제고
- 국내에서도 '18년 10월 '스마트 건설기술 로드맵' 을 수립을 기반으로 스마트 건설기술 개발 및 활용 추진
 - ※ 스마트 턴키사업, 스마트건설 지원센터 운영 등을 추진 중이며, '20년부터 6년간 약 2,000억 원의 R&D사업(스마트 건설기술 개발사업) 추진

2.2.3 정책 현황분석

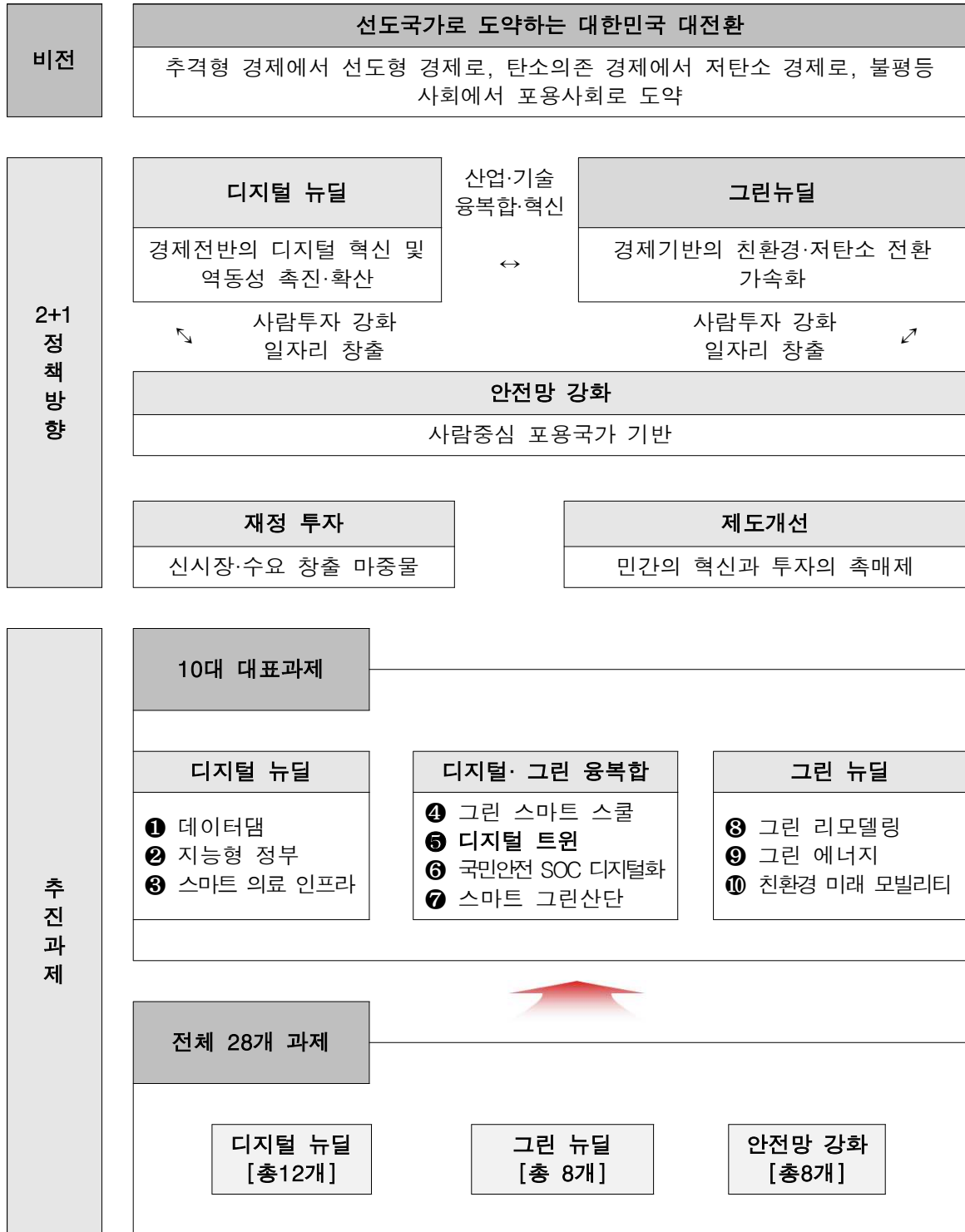
가. 건설분야 신기술 정책 현황

□ 한국판 뉴딜 종합계획('20~'25)⁸⁾

- 코로나 19로 인한 극심한 경기침체 및 경제·사회 구조적 대전환에 대응하고 이후 글로벌 경제에 선도하기 위한 국가발전정책으로 한국판 뉴딜 종합계획 수립
- 한국판 뉴딜은 선도형 경제와 저탄소 경제 및 포용 사회로의 도약 등을 비전으로 디지털 뉴딜, 그린뉴딜, 안전망 강화

7) Mckinsey(2017), 'Global Institute analysis'

8) 관계부처합동(2020), 한국판 뉴딜 종합계획



출처 : 관계부처합동(2020), 한국판 뉴딜 종합계획

[그림 2-15] 한국판 뉴딜의 구조

- (디지털 뉴딜) 세계 최고 수준인 우리나라의 ICT 기반으로 디지털 초격차 확대 추진하고 있으며, SOC 디지털화를 추진, 도시·산단·물류 등 스마트화 추진하여 연관산업 경쟁력 제고 목표
 - (SOC 디지털화) 안전·편리한 국민생활을 위한 SOC 핵심 인프라 디지털화, 도시·산단·물류 등 스마트화로 연관 산업 경쟁력을 제고하기 위해 교통, 디지털 트윈, 수자원, 재난대응 등 4대 분야 핵심 인프라 디지털 관리체계 구축
- (그린 뉴딜) 친환경·저탄소 등 그린경제기반으로의 전환을 추진하여, 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환에 해당 하며 녹색친화적인 국민의 일상생활 환경 조성을 목표
 - (그린 리모델링) 공공건물에 신재생에너지 설비 및 고성능 단열재 등을 이용한 리모델링을 하여 친환경·에너지 고효율 신축 리모델링 추진
 - (스마트 그린도시) 도시·기후 환경 문제에 대한 종합진단을 통해 맞춤형 환경개선 지원

<표 2-9> 한국판 뉴딜 종합계획 세부과제

구분	분야	세부과제
디지털 뉴딜	SOC 디지털화	· 4대 분야 핵심 인프라 디지털 관리체계 구축
		· 도시·산단의 공간 디지털 혁신
		· 스마트 물류체계 구축
그린 뉴딜	도시·공간·생활 인프라 녹색 전환	· 국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화
		· 국토·해양·도시의 녹색 생태계 회복
		· 깨끗하고 안전한 물 관리체계 구축

출처 : 관계부처합동(2020), 한국판 뉴딜 종합계획

□ 제4차 국가과학기술기본계획(’18~’22)9)

○ 국가과학기술기본계획에서는 건설산업과 중소기업 지원에 대한 상위계획단계에서의 기본 방향성 제시

- (혁신이 활발히 일어나는 과학기술 생태계 조성) ‘주체 간, 분야 간 협력·융합 활성화’ 추진과제를 통해 중견·중소기업 지원 강화
- (과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출) ‘4차 산업혁명 대응기반 강화’와 ‘혁신성장 중추인 중소기업 육성’을 통해 연구 관련 지원
- (과학기술로 모두가 행복한 삶 구현) ‘안심하고 살 수 있는 안전한 사회 구현’ 과제와 ‘쾌적하고 편안한 생활환경 조성’ 과제로 국민의 안전하고 쾌적한 삶 구현

<표 2-10> 제4차 국가과학기술기본계획 전략 및 중점 추진과제

비전	
과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여	
4대전략	중점 추진과제
미래도전을 위한 과학기술역량 확충	· 과학적 지식탐구 및 창의·도전적인 연구 진흥
	· 연구자 중심의 연구몰입 환경 조성
	· 창의·융합형 인재 양성
	· 국민과 함께하는 과학문화 확산
	· 과학기술 외교의 전략성 강화
혁신이 활발히 일어나는 과학기술 생태계 조성	· 주체·분야간 협력·융합 활성화
	· 기술혁신형 창업·벤처 활성화
	· 경쟁력 있는 지식재산 창출
	· 지역주도적 지역혁신 시스템 확립
	· 국민참여 확대 및 컨트롤 타워 강화
과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출	· 4차 산업혁명 대응기반 강화
	· 국민이 체감하는 혁신성장동력 육성
	· 제조업 재도약 및 서비스업 육성
	· 혁신성장 중추인 중소기업 육성
	· 과학기술 기반 일자리 창출 강화
과학기술로 모두가 행복한 삶 구현	· 건강하고 활기찬 삶 구현
	· 안심하고 살 수 있는 안전한 사회 구현
	· 쾌적하고 편안한 생활환경 조성
	· 따뜻하고 포용적인 사회 실현

출처 : 과학기술정보통신부(2018), 제4차 과학기술기본계획(2018~2022)

9) 과학기술정보통신부(2018), 제4차 과학기술기본계획(2018~2022)

□ 4차 산업혁명 대응 계획¹⁰⁾

- 4차 산업혁명 대응 계획의 기본 방향은 지능화 혁신으로 다양한 신산업 창출하고 사회문제를 해결하여 국민 삶의 질을 제고하는 등 산업혁신과 사회문제 해결에 중점
 - 사회문제 해결 기반 삶의 질 제고 및 신성장 촉진을 통해 지금까지 해결하지 못했던 사회 문제 해결을 목표로 사회 공공분야 지능화 혁신을 추구하며 스마트 건설 관련 내용으로 스마트 시티 및 스마트 안전 추진
 - 빅데이터, 가상현실(VR) 기술을 건설 생산과정에 접목한 스마트 건설 시스템 구축하여 생산성 향상 및 안정성 제고
 - 안전사고 및 생활범죄 등에 대응 IoT 시설물 유지·관리, 지능형 CCTV 등 안전체계 지능화를 통해 사고예방과 스마트 재난안전 산업 시장 선도

모두가 참여하고 모두가 누리는
사람 중심의 4차 산업혁명 구현

기본 방향	◎ 지능화 혁신으로 다양한 신산업 창출, 튼튼한 주력산업 육성 ◎ 고질적 사회문제를 해결하여 국민 삶의 질 제고 ◎ 양질의 새로운 일자리 창출, 일자리 변화 대응 사회안전망 강화 ◎ 누구나 이용할 수 있는 세계 최고 수준의 지능화·기술·데이터·네트워크 확보
-------	--

지능화 혁신 프로젝트 추진



성장동력 기술력 확보	산업 인프라·생태계 조성	미래사회 변화 대응
지능화 기술경쟁력 확보	초연결 지능형 네트워크 구축	핵심인재 성장지원
혁신성장동력 육성	데이터 생산·공유 기반 강화	미래사회 교육 혁신
R&D 체계 혁신	신산업 규제 개선	일자리 안전망 확충
	중소 벤처/지역거점 성장동력	사이버 역기능·윤리 대응 강화

출처 : 관계부처 합동(2017), 4차 산업혁명 대응계획 I-KOREA 4.0

[그림 2-16] 4차 산업혁명 대응계획의 추진체계

□ 제6차 건설기술 진흥 기본계획('18~'22)¹¹⁾

- 건설기술수준 향상 및 경쟁력 제고를 위해 스마트 건설기술 개발을 지원하고 빅데이터를 이용한 분야 간 융복합/신사업 육성을 등 4차 산업혁명에 대응하는 기술 개발을 위한 방향으로 세부추진과제 추진

10) 관계부처 합동(2017), 4차 산업혁명 대응계획 I-KOREA 4.0

11) 국토교통부(2017), 제6차 건설기술진흥기본계획(2018~2022)

- (스마트 건설기술을 통한 생산성 향상) 스마트건설 자동화와 기술적용 활성화 지원, 신기술활성화 등 4차 산업혁명과 건설기술의 융복합을 통해 건설 산업 이미지 제고 및 양질 일자리로 전환 추진
- (건설 안전·환경 관리) 국내 인프라 노후화 진행에 따라 시설물 유지·관리 수요가 증가할 예정이며, 첨단 건설 현장 안전관리체계 구축이 필요하나 제도적 근거 미비
- (글로벌 시장 경쟁력 강화를 위한 제도 개선) 글로벌 시장 경쟁력 강화를 위해 역량 강화 지원 및 국제기준에 부합하는 제도, 지원, 기술인력을 육성하고, 기술력 중심의 발주·심의를 강화하여 기술개발에 대한 유인을 강화하는 방향으로 세부추진과제 추진

<표 2-11> “4차 산업혁명에 대응하는 기술 개발” 전략과 중점추진과제

전략	중점 추진과제	추진과제
4차 산업혁명에 대응하는 기술 개발	스마트 건설기술을 통한 생산성 향상	4차 산업혁명 대응 스마트 건설기술 개발
		새로운 기술의 현장적용 유도
		건설신기술 적용 활성화 방안 마련·추진
	해외수요대응형 건설기술 개발	고부가가치 기술확보를 위한 메가스트럭처, 플랜트 R&D 추진
		민간 기술수요 반영 및 R&D 역량 강화
		수요대응형 R&D 강화
	분야간 융·복합을 통한 경쟁력 강화	인프라 BIM 활성화 추진
		Big Data 유통을 통한 산업역량 강화
		Big Data 연계·활용 기술 개발
		융·복합 촉진을 위한 제도 유연화
	건설 Big Data 유통을 통한 신사업 육성	건설정보 개방을 통한 건설 신산업 육성
		건설 컨설팅 산업 육성
	건설 안전·환경 관리	스마트건설 관리체계 구축
		시설물 안전관리정보체계 일원화
		인프라의 유지·관리 재원확보
		친환경 기술개발 및 환경관리비 개선
글로벌 시장 경쟁력 강화를 위한 제도 개선	Eng.의 역량 강화 및 해외진출 지원	해외진출역량 강화를 위한 공공 공동진출 및 통합발주
		설계자 주도형 발주사업
		우수인력 확보를 위한 인센티브 강화
		해외지원기구 설립 검토 및 정보시스템 확대 등을 통한 해외 진출 지원 강화
	국제기준에 부합하는 제도 구축	국내기준을 국제적 수준으로 개선
		국내기준의 해외 이전을 통한 기준 국제화 추진
		공사비 단가 국제화를 통한 해외 수주 역량 강화
	글로벌기준에 맞는 경력 관리체계 구축 및 취업 지원	우수기술자의 경력관리 강화 및 우대방안 마련
		역량 중심의 경력 관리 실시
		건설기술자 등급기준 개선
		허위경력 검증·제재 강화
		건설기술자 국내·외 취업 지원 실시
	국제 경쟁력을 갖춘 기술인력 육성	수요자 중심의 교육 실시 유도
		교육체계 개선 및 교과개발을 통한 교육 혁신
		해외건설 Eng. 전문인력 양성
	기술력 중심의 발주·심의 강화	글로벌 기준으로 발주제도 재정비
		PQ의 변별력 확보
		평가·발주를 합리적으로 개선
		강소 Eng. 업체 육성
		Eng. 손해보험배상 개선

출처 : 국토교통부(2017), 제6차 건설기술진흥기본계획(2018~2022)

□ 제3차 건축정책 기본계획('21~'25)¹²⁾

- 건축에 관한 최상위 계획으로 건축 관련 부문별 계획과 지역차원에서 수립되는 지역건축기본계획의 수립방향 제시
 - 건축정책의 기본방향을 건축기본법 상 명시된 건축정책의 기본방향인 생활공간적, 사회적, 문화적 공공성 등 '건축의 공공성'으로 설정하여 9개의 건축정책 분야 도출
- 스마트 건설기술 지원과 관련하여 '일상의 가치를 높이는 건축, 삶이 행복한 도시'라는 비전하에 3개의 정책목표 설정
 - (미래환경 변화에 적응하는 건축환경 관리) 미래환경 변화에 적응하기 위해 "위기상황 대응을 위한 건축물 안전 성능 향상" 실천과제를 통해 건축물 안전 확보
 - (첨단 건축기술과 빅데이터 활용을 통한 스마트 건축 구현) 건축 생산성 향상 및 시장확대를 위해 첨단 건축기술 제도적 기반 마련 및 육성

<표 2-12> 제3차 건축정책 비전, 추진전략 및 실천과제

비전		
일상의 가치를 높이는 건축, 삶이 행복한 도시		
정책목표	추진전략	실천과제
공공건축 혁신과 도시·건축 통합설계로 국민 생활공간 향상	공공건축혁신으로 국민일상 공간환경 개선	공공건축 특별법 제정 및 생산과정 혁신
		공간복지 거점으로서 공공건축 관리강화
	입체적·통합적 계획으로 균형 있는 도시 공간 관리	건축과 도시가 소통하는 열린 도시 구현
		미래형 경관을 대비한 경관 관리방안 마련
지역 건축안전 및 에너지성능 향상으로 지속가능한 탄소중립 도시 조성	건축자산 보전과 건축 인식 향상으로 건축문화 진흥	건축자산 체계 확립과 정책지원으로 보전·활용 활성화
		건축문화교육 및 체험 기회 확대로 건축문화 진흥
	건축물의 에너지 성능 향상과 지속적 보급	건축물 에너지성능 향상 및 운영관리 강화
		그린리모델링과 자원 확보로 녹색건축 보급 확대
건축산업 구조개선 및 역량강화를 통한 국가 산업경쟁력 확보	미래환경 변화에 적응하는 건축환경 관리	위기상황 대응을 위한 건축물 안전성능 향상
		신 재난 상황에 적응하는 건축·공간 환경 재정비
	커뮤니티 중심의 안전한 지역 생활공간 조성	지역 동네 안전 및 공동체성 회복
		노후유희공간 활용을 통한 지역재생 활성화
건축산업 구조개선 및 역량강화를 통한 국가 산업경쟁력 확보	건축산업 경쟁력 강화로 지역경제 향상 및 일자리 창출	건축시장 역량 강화 및 산업 확대
		건축산업육성 및 진흥을 위한 기반 마련
	사회적 변화에 대응하는 사용자 포용 건축행정·제도 개선	합리적인 건축행정 절차 개선 및 관련 제도 이해 증진
		새로운 건축 수요변화 대응 및 건축투자 활성화
첨단 건축기술과 빅데이터 활용을 통한 스마트 건축 구현	첨단 건축기술과 빅데이터 활용을 통한 스마트 건축 구현	데이터경제 활성화를 위한 건축 빅데이터 구축
		첨단 건축기술로 건축 생산성 향상 및 시장 확대

출처 : 국토교통부(2020), 제3차 건축정책 기본계획('21~'25)

□ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)¹³⁾

- 4차 산업혁명에 대응하기 위하여 기술융합을 통한 국토교통 산업 생태계 고도화 및 스마트시티 등 혁신성장동력 집중 육성하고, 기후변화, 도시화 등 사회변화에 대응해 기술 개발 및 지원을 통하여 국민의 삶의 질 향상
 - (4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성) 4차 산업혁명의 필수 선행기술 "디지털 기반 국토정보" 기반 위에 "초연결 도시"와 무인이동체 자율주행 실현
 - (기술융합을 통한 새로운 가치 창출) 융합기술을 통한 건설 지능화 실현, 고부가가치 건설기술 창출, 기존 수송 시스템 혁신기술 도입

12) 국토교통부(2020), 제3차 건축정책기본계획('21~'25)

13) 국토교통부(2020), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 2018-2027

- (사람 중심의 국토교통 기술) 재난·재해 예방 등 안전기술 개발과 친환경 생활공간 조성 기술 개발로 사람 중심 국토교통 기술 개발 촉진
- (미래지향적 R&D 시스템 도입) 국토교통 R&D 관리체계 혁신과 국토교통 연구개발 기반 강화로 미래지향적 R&D 시스템 촉진

비전		
혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통		
목표		
혁신성장동력, 국가경쟁력 세계 3위	국토교통 관련 삶의 질 만족도 67.6점 → 75.9점	연구환경 만족도 60.5점 → 75.9점
추진전략	실천과제	
4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성	- 초연결 도시 구현 기술 개발 - 무인이동체 자율주행 기술 개발 - 디지털 기반 국토정보 기술 고도화	
기술융합을 통한 새로운 가치창출	- 융합기술을 통한 건설 지능화 실현 - 고부가가치 건설기술 창출 - 기존 수송시스템 혁신기술 도입	
사람 중심의 국토교통 기술	- 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발 - 친환경 생활공간 조성 기술 개발 - 사회이슈 해결형 기술 개발	
미래지향적 R&D 시스템 도입	- 국토교통 R&D 관리체계 혁신 - 국토교통 연구개발 기반 강화 - 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화	

출처 : 국토교통부(2020), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 2018-2027

[그림 2-17] 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획의 비전과 전략

- 국토교통 8대 혁신성장동력을 선정하여 투자를 집중할 분야를 도출하였으며, 특히, 건설자동화와 가상 국토공간, 드론 등 스마트건설에 필요한 기술들을 우선적으로 투자할 혁신동력으로 선정

<표 2-13> 국토교통 8대 혁신성장동력

혁신성장동력	개념
스마트시티	도시를 센서·네트워크로 연결하고 플랫폼을 통해 데이터를 통합 관리하여 삶의 질 향상 및 지속가능한 도시서비스 제공
자율주행차	차량-도로 정보공유 인프라 기술, 자율주행 통합제어 기술 등 자율주행이 가능한 도로 환경을 구축하고 고성능·다기능성 협력주행 시스템 개발
드론	드론(무인기) 산업 육성을 위해 드론 안전운항기술과 교통관리체계 개발
건설자동화	건설 산업의 생산성 향상을 위해 재료·시공·유지보수·해체 등 건설 쏘 공정 자동화
제로에너지건축	기후 변화에 따른 온실가스 감축과 에너지 사용 저감을 위해 에너지 자립형 건축물 개발
가상국토공간	공간정보를 기반으로 각종 현실정보를 연계하여 가상세계에서 분석·예측·현실제어까지 가능한 사이버물리시스템 구현
스마트물류	화물의 운송·환적·하역·이송·분류·보관·포장·배송 등 전 물류체계를 자동화
지능형철도	철도 용량 증대 등을 위하여 친환경 초고속 철도와 무인자율 운영 등 지능형 철도 체계 개발

출처 : 국토교통부(2020), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 2018-2027

□ 제5차 건설산업진흥 기본계획('18~'22)¹⁴⁾

- 산업구조의 경쟁력 강화라는 목표를 달성하고, 건설기업 혁신 성장 지원을 위해 기술력 중심 발주제도 개편 및 중소 건설기업 성장경로 지원 추진
 - (기술력 중심 발주제도 개편) 대부분 동일한 발주제도를 통해 낙찰자가 결정되며, 제도의 변별력이 낮아 기술경쟁 보다는 입찰용 회사 양산
 - (중소 건설기업 성장경로 지원) 현재 중소 건설기업의 성장은 지체되고 있으나, 성장을 유도하는 지원책 부족
- 중장기 성장동력 확보 목표 달성을 위해 스마트 건설기술 개발 촉진과 안전 확보 및 신시장 창출 지원
 - (핵심 건설기술 개발을 통한 생산성 향상) 4차 산업혁명 기술의 건설분야 개발 활용에 대한 전략이 미흡하여 혁신 필요
 - (민간기술개발 및 품질확보 촉진) 글로벌 시장 내 디지털 기술이 확산됨에 따라 민간 기술개발 및 현장 적용 방안 미흡 등 기존 R&D 투자 위주 정책의 한계점 발생
 - (스마트 인프라 발주 및 노후 인프라 개선) 단순 시공·도급 건설시장 확대의 한계로 스마트 인프라 및 노후 인프라 유지시장에 대한 시장 진출이 필요하고 현재 국내 기반시설의 노후화가 빠르게 진행되고 있어 관리 필요
 - (친환경 건설 활성화 및 건설 안전 확보) 자원 및 에너지 부족, 기후 변화 등 환경적 위협에 대한 대응과 재해율이 타 분야에 대비 높아 건설현장의 안전 개선 및 건설산업의 지속가능성 확보 필요

<표 2-14> 제5차 건설산업진흥기본계획 스마트 건설 지원 계획

목표	중점과제	추진방안
산업구조의 경쟁력 강화	건설기업 혁신 성장 지원	기술력 중심 발주제도 개편
		중소 건설기업 성장경로 지원
중장기 성장동력 확보	스마트 건설기술 개발 촉진	핵심 건설기술 개발을 통한 생산성 향상
		민간 기술개발 및 품질 확보 촉진
	안전 확보 및 신시장 창출	스마트 인프라 발주 후 노후 인프라 개선
		친환경 건설 활성화 및 건설 안전 확보

출처 : 국토교통부(2017), 제5차 건설산업진흥기본계획 (2018~2022)

□ 제2차 국가측량기본계획('21~'25)¹⁵⁾

- 국가위치기준 데이터혁신, 디지털 트윈국토 구현을 위한 차세대 측량데이터 구축 등의 추진과제를 통해 측량 관련 스마트 건설 기반 조성
- 자율주행자동차, 스마트 건설 등 미래변화에 대응하고, 디지털 트윈국토 구현을 위한 차세대 측량정보 구축
 - (3차원 입체모형 구축 기반 마련) 디지털 트윈 국토 실현을 위한 3차원 입체모형 구축을 위한 기술개발, 규정 제개정, 가이드라인 마련, 관계기관 협력체계 등 기반 마련
 - (3차원 지형·건물 구축 확대) 전국적인 고해상도 3차원 지형 구축범위를 확대하여 디지털 트윈국토 구현
 - (실내공간정보 구축 및 활용 확대) 실내공간의 안전 확보 및 재난 대응을 위한 실내 공간정보 구축과 구축 성과의 활용성 확대를 위한 로드맵 수립
 - (지하공간 3차원 통합지도 구축) 지하공간의 입체적 분석을 위해 지하시설물, 구조물, 지반 등 15종 정보를 통합한 지하공간 3차원 통합지도 구축
 - (스마트 건설을 위한 건설측량 기반 조성) 스마트 건설 도입에 따라 건설기준인 설계기준, 표준시방서에 측량코드 신설 및 협의체 운영 등 건설측량 기반 조성

14) 국토교통부(2017), 제5차 건설산업진흥기본계획 (2018~2022)

15) 국토교통부(2021), 제2차 국가측량기본계획 (2021~2025)

- (신기술을 활용한 지적측량 방안 마련) IoT 기준점, 무인비행기(UAV)를 활용한 지적측량, VR 서비스 등 첨단 기술을 응용하여 지적측량 방식 혁신

비전

측량의 스마트화를 통한 안전하고 편리한 국토관리 실현

측량데이터 및 서비스 혁신으로 측량의 양적·질적 성장

목표

기술	데이터		표준	산업
측량 HW · SW 국산화율 향상 20% → 60%	실시간 이동측위 정확도 10배↑ ±1m → ±10cm	3D 데이터 고도화 [지형] 전국 40% → 100% [건물] 전국 1% → 20% [도로] 전국 5% → 30%	국가표준 1개 → 13개	측량 산업 매출액 4조 → 8조

추진전략

추진 과제

[전략 1]
고정밀
위치정보
서비스강화

- ① 우주측지기술을 이용한 국가위치기준 체계확립
- ② 국가 위치정보 고도화
- ③ 실시간 위치정보 서비스 확대

[전략 2]
고품질 측량
데이터 구축

- ① 국가위치기준 데이터 혁신
- ② 디지털 트윈국토 구현을 위한 차세대 측량데이터 구축
- ③ 측량데이터 생산체계 자동화 및 핵심기술 국산화

[전략 3]
측량데이터의
융·복합
활용확대

- ① 측량데이터의 융·복합 활용을 위한 국가 품질기준 확립
- ② 고품질 측량데이터의 맞춤형 서비스 강화
- ③ 측량데이터의 융·복합 활용을 위한 지원체계 구축

[전략 4]
측량 제도개선
및
신산업 육성

- ① 측량데이터의 성과 관리체계 등 개선
- ② 측량산업 발전을 위한 산업생태계 활성화 지원
- ③ 국제활동 확대 및 글로벌역량 강화

출처 : 국토교통부(2021), 제2차 국가측량기본계획 (2021~2025)

[그림 2-18] 제2차 국가측량기본계획('21~'25)의 비전과 중점 추진과제

□ 스마트 건설기술 로드맵¹⁶⁾

- 스마트 건설기술 육성을 위한 단계별 발전 목표를 기반으로 중장기 계획을 수립하고, 건설을 계획·설계·시공·유지·관리로 나누어 단계별 현재의 건설기술과 미래의 건설기술을 정리하여 나아갈 방향 제시

※ '25년 스마트 건설기술 활용기반 구축, '30년 건설 자동화 완성으로 목표를 설정

- (민간 기술개발 유도) 제도를 개선하고 기술혁신 가치를 공유함으로써 시장에 신호를 보내고 민간이 자발적으로 기술을 개발할 수 있는 여건 조성

16) 국토교통부(2018), 스마트 건설기술 로드맵

- (공공의 역할 강화) 적절한 재정 투자와 공공 건설사업을 통해 정부·공공기관이 선도하여 스마트 건설기술 활성화 기반 마련
- (스마트 생태계 구축) 스마트 건설기술이 장기적으로 지속가능하게 발전할 수 있도록, 창업 생태계·교육 체계·정보 공유 인프라 구축

스마트 건설기술 육성을 통해 글로벌 건설시장 선도

'25년 스마트 건설기술 활용기반 구축, '30년 건설 자동화 완성

2025년 목표

- ◆ 건설 생산성 50% 향상
- ◆ 건설 안전성 향상 [사망만인을 1.66→ 1.0]
- ◆ 고부가가치 스타트업 500개 창업

로드맵

로드맵 이행방안

단계	'25	'30
설계	·드론측량 ·BIM 전면 활용	·자동 지반 모델링 ·설계자동화
시공	·자동장비 활용 ·가상시공	·로봇시공 ·AI 공사안전관리
유지·관리	·IoT·드론 모니터링 ·빅데이터 구축	·로봇 자율진단 ·디지털트윈 관리

민간의 기술개발 유도	·발주제도의 개선 ·테스트베드 지원 ·혁신 공감대의 확산
공공의 역할 강화	·핵심기술 개발 ·BIM 확산 여건 조성 ·공공기간의 역할 강화
스마트 생태계 구축	·스마트건설지원센터 설치·운영 ·스마트 건설 전문가 양성 ·지식플랫폼 구축·운영

출처 : 국토교통부(2018), 스마트 건설기술 로드맵

[그림 2-19] 스마트 건설기술 로드맵 목표 및 전략

□ 제4차 시설물의 안전 및 유지·관리 기본계획¹⁷⁾

- 국가 주요자산인 SOC 장수명화와 효율적 활용을 유도하여 미래의 경제적 부담 완화하고, 종전과 다른 새로운 요구와 환경변화 대응을 위해 효율적 SOC관리를 통한 경쟁력 향상 및 복지·안전사회 구현
 - (시설물 노후화 대비 선제적 관리체계 정착) 안전하고 오래 사용하는 시설물을 구축하기 위해 종래에 사후적·대응적 관리체계가 아닌 선제적 관리체계의 정착 시도
 - (4차 산업혁명 기술을 활용한 시설물 안전·유지·관리 고도화) 스마트 시설물을 구축하기 위해 IoT, AI, Big Data, 로봇 기술 등 4차 산업 혁명 기술을 적극 활용하여 시설물 안전·유지·관리 고도화 시도
 - (국민소통형 시설물 안전·유지·관리 서비스 지향) 국민이 믿을 수 있는 시설물 구축을 위해 공급자(정부, 관리주체) 중심의 시설물 안전·유지·관리 업무가 아닌 이용자(국민) 참여 및 상호소통 강화 등의 서비스 제공

17) 국토교통부(2017), 제4차 시설물의 안전 및 유지·관리 기본계획(2018-2022)

비전	미래요구 대응을 위한 지속가능한 시설물 안전관리 기반 구축
4대 목표	① 안전하고 오래 사용하는 시설물 ② 스마트한 시설물 ③ 경제 활성화에 보탬이 되는 시설물 ④ 국민이 믿을 수 있는 시설물
성과지표	① 안전등급 A,B 시설물 비중 95% 이상[제1·2종 시설물] 정기점검 이행률 90%* 이상[제3종 시설물] * '22년 기준 제3종 시설물 정기점검 결과 시설물정보관리 종합시스템 입력률 90% 이상 ② 시설물 안전·유지·관리 연구개발 예산 20% 이상 상향 * 국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업 재해·재난 대비 시설물 유지·관리·건설안전기술 연구개발 투자실적(13~17년 105,826백만 원 → 18~22년 126,991백만 원 이상) ③ 시설물 안전·유지·관리 신규 기술자 10%* 증가 * 한국건설기술인협회 안전진단전문기관·유지·관리업체 신규 기술자 등록현황 (해당년도 안전점검·유지·관리 업무 경력 최초 신고자) ④ 시설 안전에 대한 국민 만족률 10%P* 개선 * 통계청 사회안전 인식도(건축물 및 시설물, 15세 이상)의 만족(안심+매우 안심+ 보통) 응답률(16년 65.9% → 22년 75.0% 이상)
4대 전략	① 시설물 노후화 대비 선제적 관리체계 정착 ② 4차 산업혁명 기술 활용 시설물 안전·유지·관리 고도화 ③ 융·복합을 통한 미래 대비 산업발전 기반 조성 ④ 국민 소통형 시설물 안전·유지·관리 서비스 지향

출처 : 국토교통부(2017), 제4차 시설물의 안전 및 유지·관리 기본계획(2018~2022)

[그림 2-20] 제4차 시설물의 안전 및 유지·관리 기본계획('18~'22)의 비전과 중점 추진과제

□ 2021년 국토교통부 주요업무 추진계획('21.2.16)¹⁸⁾

- (주거안정) 주택시장 안정을 위해 도심 및 도심 인근 중심으로 질 좋고, 부담 가능한 주택을 속도감 있게 공급
 - 부동산시장 관리체계를 강화하여 불법행위 근절, 임대차 3법 조기 안착으로 임차인의 안심거주 기반 강화
- (균형발전) 지역 광역권 형성을 지원하여 수도권 일극구조 극복
 - 도심융합특구, 캠퍼스혁신파크 등의 거점육성 사업과 함께 지방의 정주여건 개선사업을 상호 연계·추진하여 분권형 균형발전 기반 마련
 - 지역성장 거점을 중심으로 성장 동력이 확산되도록 권역별 광역철도, 국가균형발전프로젝트 등 광역 네트워크 인프라 확충
- (한국판 뉴딜) UN SDGs, 파리기후협정 등 인류보편의 가치와 원칙달성 및 경제회복 견인을 위해 그린뉴딜과 디지털뉴딜 추진
 - 2050 탄소중립을 위해 스마트 그린 산단, 그린 모빌리티 등 본격 추진, 도시 곳곳에서 디지털 혁신서비스가 제공되도록 스마트시티 등 확산
- (산업혁신) 코로나 19에 따른 경제 위기를 극복하고, 그 이후의 미래에 대비하기 위해 국토교통 산업 전반 혁신 도모
 - 건설업을 고부가가치 산업으로 탈바꿈, 교통·물류·항공산업의 미래경쟁력 제고, 일자리의 질도 개선하여 상생을 통한 포용적 성장 주도

18) 국토교통부(2021), 2021년 국토교통부 주요업무 추진계획

- (편안한 생활) 안전을 최우선으로 하여 현장안전 제고, 교통사고 사망자 수 감축, 재해·재난으로부터 건축물 안전 확보
 - 여유롭고 편리한 교통 서비스를 누릴 수 있도록 출퇴근 교통 혼잡 완화, 대중교통 사각지대 해소

정책비전	집 걱정은 덜고, 지역 활력은 더하고, 혁신은 배가되는 2021년
------	--------------------------------------

방향	◇ 포용 ◇ 상생 ◇ 혁신성장 ◇ 민생
----	-----------------------

성과지표	포용적 주거안정 기조를 흔들림 없이 추진	- 주택공급 및 주거복지 혁신 - 수요자 맞춤형 주거지원 및 지방분권형 주거복지 강화 - 공정한 시장, 고품질 주거환경 조성 - 임대차 시장의 상생 기반 강화
	국토 균형발전 정책으로 지방·수도권 간 상생 추구	- 거점 육성을 통한 광역권 형성 지원 - 광역거점 중심의 교통망 연계 강화 - 지역 삶의 질 제고 - 지방·수도권 상생발전 기반 마련
	한국판 뉴딜을 힘있게 추진하여 선도형 경제로 전환	- 지속가능 발전을 위한 그린 뉴딜 추진 - 디지털 기술 혁신 기반 국민체감 서비스 확산
	포스트 코로나에 대비하여 국토교통 산업 혁신	- 국토교통산업을 미래혁신산업으로 전환 - 공정문화 정착, 근로여건 개선으로 일자리의 질 개선
	사람 중심의 안전하고 편리한 국민생활 환경 조성	- 국민 생명을 최우선으로 하는 안전한 작업현장, 생활환경 조성 - 여유롭고 편리한 교통서비스 제공

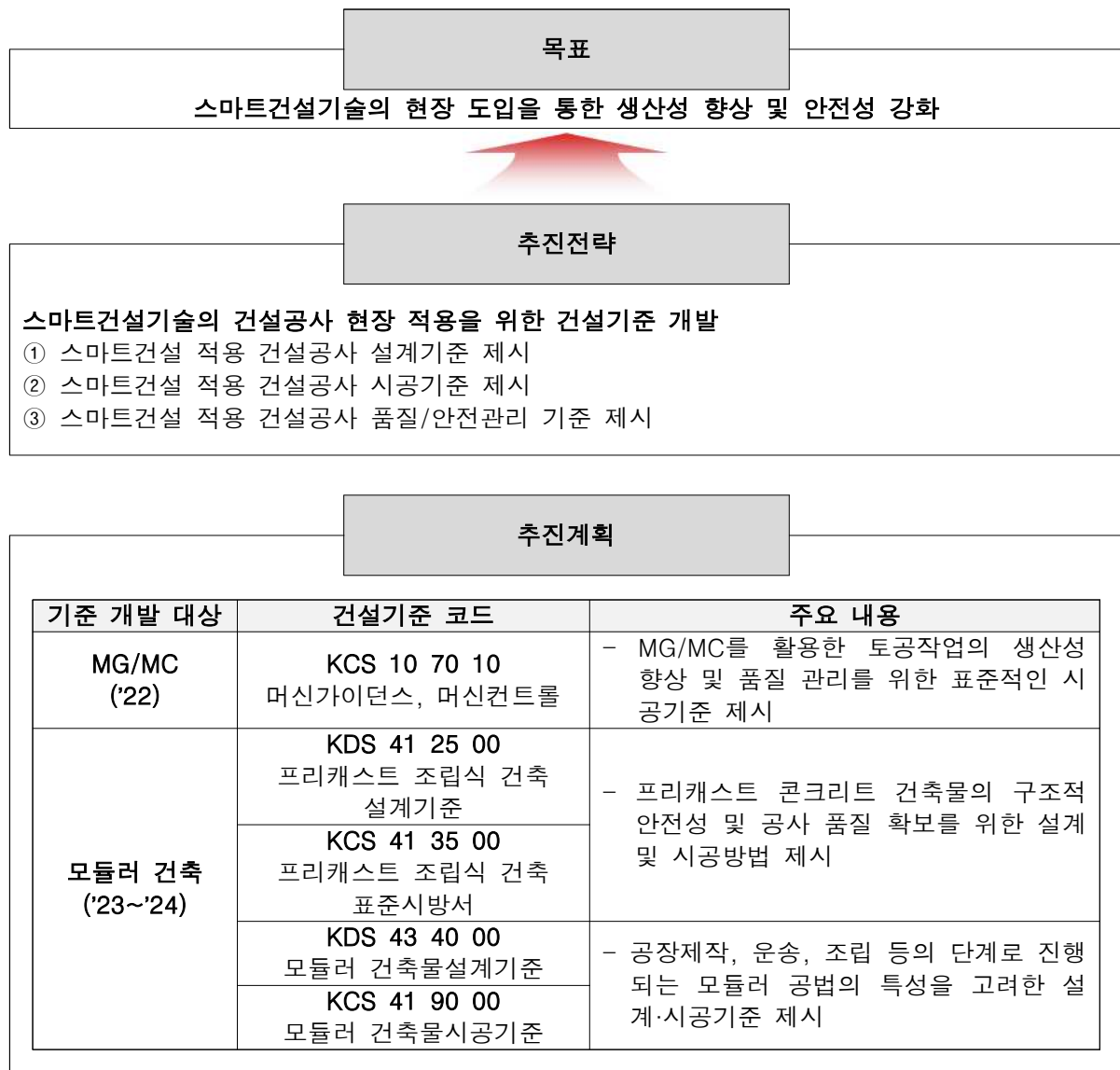
출처 : 국토교통부(2021), 2021년 국토교통부 주요업무 추진계획

[그림 2-21] 2021년 국토교통부 주요업무 추진계획

□ 스마트건설기술 적용 건설기준 개발 계획¹⁹⁾

- 건설공사의 안전성 확보 및 효율성 향상 등을 위하여 스마트 건설기준 개발의 필요성이 증대함에 따라 스마트 건설기술의 현장 도입을 통해 건설공사의 생산성 및 안전성 제고를 위한 스마트 건설기술 적용 기준 개발 계획 수립
- 드론/레이저스캐너 등을 활용할 수 있도록 「무인비행장치 측량 작업규정」 등을 반영하여 측량 코드* 개정
 - ※ KCS 10 30 05 시공측량, KCS 10 30 15 수심측량 등 개정
 - 지능형 다짐장비를 활용할 수 있도록 다짐도 검사 방법 및 판정기준 등을 규정하여 건설자동화 코드를 제정하고, MG/MC 적용 토공사자동화를 위한 건설기준 개발

19) 국가건설기준센터(2021), 스마트건설기술 적용 건설기준 제·개정



[그림 2-22] 스마트건설기술 적용 건설기준 개발 계획

□ 건설분야 신기술 정책 현황 분석 시사점

- “4차 산업혁명”의 진행으로 건설산업의 첨단 기술 적용 및 활성화 필요
 - 4차 산업혁명으로 첨단 기술이 발전함에 따라 건설산업 분야에 이를 접목하고 있으나, 활성화는 미비한 상태
 - 낮은 생산성, 노동인구 감소, 고령화로 인한 기술단절 등 건설산업의 고질적인 문제 해소를 위해 4차 산업혁명 핵심기술 접목 및 활성화 필요
 - 다양한 국가계획 수립을 통해 스마트 건설의 지원·육성을 위한 전략을 수립하고, 여러 가지 제도를 강구하고 있으나 활성화 방안 미흡
- 다양한 정책을 통한 건설산업 중소기업에 대한 지원 기조 강조
 - 정부에서는 더불어 잘 사는 경제를 국정목표 중 하나로 설정하여 중소기업과 벤처기업의 육성 지원을 강조하고 있으며 다수의 정책을 통해 중소기업에 대한 지원 계획 중
 - 건설산업 전체가 발전하기 위해 중소기업의 내실화가 선행되어야 하나, 현재 중소기업은 비용 부담 및 타 업체 견제 등 기술개발에 소극적인 상황으로 중소기업의 기술개발 성과를 시험할 수 있도록 공동실험 시설, 테스트베드 등 구축 개방 및 확대 필요
 - 현 정책은 R&D 투자 부문에 치중되어 있어 민간 기술개발 및 현장적용 방안이 미흡한 상태로 중소기업의 신기술을 수요자가 신뢰하고 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화를 위해 기술검증 지원 필요

나. 건설분야 신기술 제도 현황

□ 국토교통부 건설신기술 인증제도²⁰⁾

○ (개요) 국내 건설신기술 개발을 촉진하기 위한 제도로 우수한 건설신기술을 인증하여 건설현장 보급 촉진

- 건설신기술로 지정된 기술 개발자는 지정·고시 이후 8년간 신기술 사용에 대한 기술사용료 수령
 - * KAIA와 한국건설기술평가원 등에는 5년으로 표기하고 있으나 최신법령 기준 8년으로 변경(2020. 9. 29)
- 발주기관은 건설공사에 있어 신기술을 설계에 포함하려는 경우 입찰공고 전 기술보유자와 기술사용 협약 체결

○ (신기술지정 절차) 신청 후 2차례의 심사(1차 및 2차 심사)와 현장실사를 선택적으로 실시 후 지정

- 신청인이 국토교통과학기술진흥원에 건설신기술 지정 신청하면 1,2차 심사위원회를 거쳐 결과에 따라 신기술이 지정되며, 필요 시 현장실사 진행
 - * 사위 기타 부정한 방법으로 지정을 받거나 신기술의 내용에 중대한 결함이 발견되어 건설공사에 적용이 불가능한 경우 지정 취소 가능

<표 2-16> 성능평가 단계 및 주요내용

단계	주요 내용
1차심사 위원회	• 신기술심사전문가그룹에서 선정된 10~15인 해당분야 전문가 • 신청분야 유효성 검토 • 스마트건설기술 해당 여부 검토 : 심사위원 2/3 이상 판단되면 스마트건설기술로 정하고, '진보성' 내 '첨단 기술성' 만점 부여 • 사전질의서 작성-위원회 개최-의결내용 결정 • 심사사항 정의 : 스마트 건설기술 해당 여부 / 신규성·진보성·경제성 부합 여부 / 기타
현장실사	• 1차심사위원회 중 3~7인 구성 • 심사기준 충족여부, 현장적용 여부, 시공품질 및 성능, 시방서 일치여부, 구조적 안전성 등 확인
품질검사	• 품질검사 필요시, 공인인증된 품질검사 전문기관 또는 KOLAS 인증기관에서 수행
2차심사 위원회	• 신기술심사전문가그룹에서 선정된 10~15인 해당분야 전문가 • 사전질의서 작성-위원회 개최-의결내용 결정 • 심사사항 정의 : 현장적용성 / 보급성 부합 여부

출처 : 국가법령정보센터 홈페이지(2021), <https://www.law.go.kr/>

○ (지원범위) 국내에서 최초로 개발한 건설기술 및 외국에서 도입하여 개량한 기술을 대상으로 인증제도를 실시하고, 기술 지정분야는 토목, 건축, 기계설비로 구성되고, 각 분야는 중분야와 소분야로 상세 구분

<표 2-17> 분야별 기술지정 분야

대분야	중분야
토목	도로 / 철도 / 항만 및 해안 / 상하수도 / 수자원 / 교량 / 터널 / 토질 및 기초 / 조경 / 측량 / 토목구조물 보수보강
건축	건축계획 및 관리 / 가설시설물 / 조경 / 기초 / 철근콘크리트 / 철골 / 조적 / 마감 / 방수 / 특수건축물 / 해체 / 보수보강
기계설비	건설기계 / 플랜트 / 통신전자 및 제어설비 / 환경기계설비

출처 : 한국건설기술연구원(2021), 중소기업 신기술지원 작성 자료 와이젠글로벌(주)이 재가공

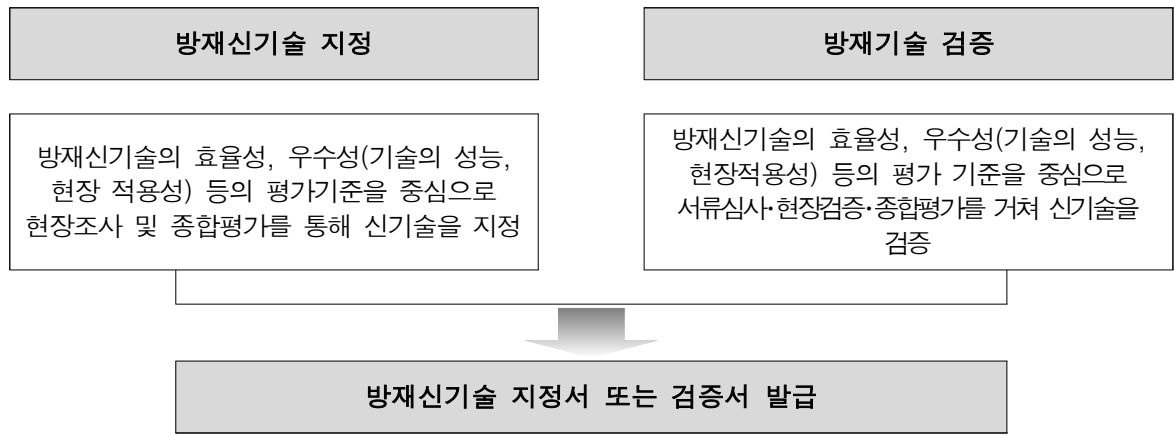
○ (건설신기술협약자 제도) 건설신기술을 지정받은 자가 관련 면허, 시공장비 등을 보유한 자에게 기술을 전수하는 신기술 협약을 체결할 수 있도록 제도 구축

- 신기술을 사용할 수 있는 자격을 갖추고 기술 개발자로부터 해당 신기술의 시공 및 입찰 등에 대해 정해진 범위 안에서 해당 기술을 사용할 수 있는 권리를 받은 업체가 협약대상

20) 국토교통과학기술진흥원 홈페이지(2021), <https://www.kaia.re.kr/>

□ 행정안전부 방재신기술 인증제도²¹⁾

- 자연재해저감과 관련된 방재신기술 인증제도 운영을 통해 관련 기술의 신뢰성 향상 및 다양한 혜택 부여
 - 방재신기술지정과 방재신기술검증 등 2가지 인증 제도를 운영하여 개인, 단체, 정부기관 등이 해당 기술을 믿고 사용할 수 있도록 지원



출처 : 한국방재협회(2020), 방재기술 평가제도 소개

[그림 2-23] 방재신기술 제도의 종류

- ※ 신기술 인정이 될 경우 'NET(New Excellent Technology)'(신기술 인증표시)마크 사용과 조달청의 물품구매 시 가점 및 우선활용 등 다양한 혜택을 부여하고, 이외에도 방재신기술 인증제도 사용자에게 기술 사용료 지급 청구, 평가·시험사업·실용화사업 자금 우대 등의 지원 실시
- (평가대상) 국내 최초 개발 또는 외국 기술을 도입하여 소화 개량한 기술로써 기존 기술 대비 신규성 및 우수성이 인정되는 기술을 대상으로 인증 시행
 - (평가절차) 한국방재협회(평가전문기관)에서 접수 후, 평가전문기관은 방재기술평가위원회를 구성하고, 관보공고와 현장 조사, 종합평가 등을 거쳐 진행평가 실시
 - (관보공고) 신기술지정 신청 접수 후 신기술지정 신청기술에 대한 이해관계인의 의견 청취를 위해 신청기술에 관한 주요 내용을 20일 이상 전자관보 및 한국방재협회 공고
 - (현장조사) 평가전문기관장 2인 이상의 위원회는 현장 적용성, 지정범위 등의 적격성 등의 부합 여부 조사
 - (종합평가) 현장평가결과보고서 내용, 방재신기술 인증제도 지정 여부, 기술의 명칭 및 신기술 범위 등을 평가
 - (보호기간 연장) 보호기간 만료 4개월 전에 행안부 보호기간 연장신청서 제출을 통해 심사 진행

<표 2-18> 방재신기술 인증제도 평가 기준

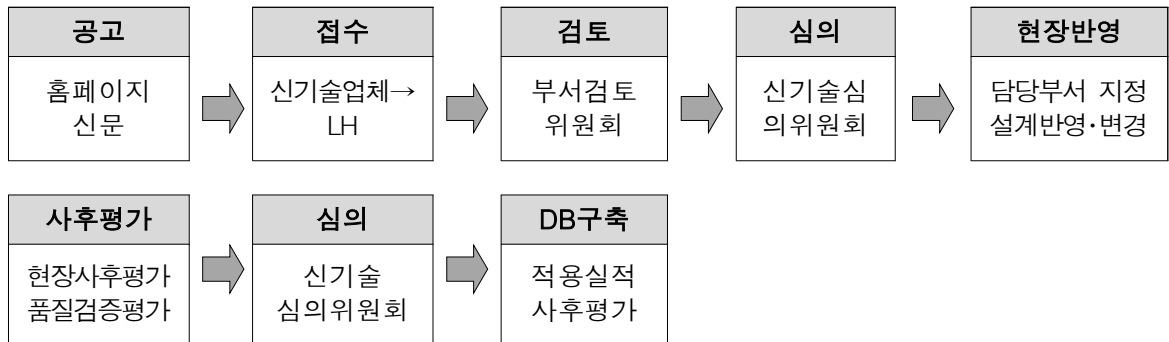
인증종류항목		지정(검증)	보호기간 연장
신규성		• 새로운 기술이거나 국내외 기술의 주요부분을 개량한 기술	-
우수성	기술의 성능	• 기술의 효율성 • 완성도 • 중요도 • 발전성이 있는 기술	• 기술의 효율성 • 완성도 • 중요도 • 발전성이 있는 기술
	현장의 적용성	• 기존기술과 비교한 경제성 • 안정성 • 시공성유지 관리 편의성 • 법령 위배사항	• 기존기술과 비교한 경제성 • 안정성 • 시공성유지 관리 편의성 • 법령 위배사항
활용실적여부		-	• 현장활용실적
현장평가여부		(검증시)	-

출처 : 한국방재협회 홈페이지(2021), <http://www.kodipa.or.kr/>

21) 한국방재협회 홈페이지(2021), <http://www.kodipa.or.kr/>

□ 한국토지주택공사 신기술 인증제도²²⁾

- 한국토지주택공사(이하 ‘LH’)는 건축, 기계 토목, 전기, 조경 등의 분야에 대한 신기술 인증 실시
 - LH는 정부인증 신기술 및 특허기술 등에 대한 공모를 통해 LH의 공사에 최초 적용 가능하게 지원
 - 선정된 기술개발자는 담당부서와 제시한 금액, 표준품셈, 비교견적, 노임단가, 시장단가 등을 고려하여 협의 후 발주 전 기술사용 협약 체결
- (지원대상) 건설신기술 등 정부인증 신기술 인증(NET) 기술과 정부인증 신자재를 가진 중소기업 대상으로 인증제도 시행
 - * 미인증 기술의 경우 특허법에 따른 국내특허 공법에 한정
- (인증절차) 사업공고 후 접수-검토-심의-지정 절차를 거쳐 지정되며 시험적용 또는 시범적용으로 구분하여 결정



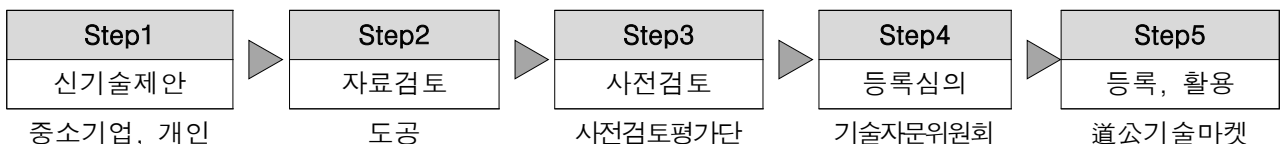
출처 : LH 기술혁신파트너몰 홈페이지(2021), <https://partner.lh.or.kr/>

[그림 2-24] LH기술혁신파트너몰 신기술(자재)인증 지원 절차

- 사업공고는 LH공사에서 실시하며 접수 이후 사전검토, 검토위원회, 심의위원회를 거쳐 신기술로 지정하며, 특화공모와 일반공모분야로 구분하고, 특화공모 분야와 적합여부는 공사 내 제안부서와 심사 주관부서 간 협의를 통해 결정
- 상정된 신기술은 심의위원회에서 심의를 통해 평가를 실시하고 채택된 기술은 시험적용이나 시범시험 적용으로 구분하여 결정
 - * 공모에서 선정되지 않은 신기술의 경우, 현장여건 등에 따라 설계적용 또는 구매 가능
- 시공 완료 후 현장 사후평가를 통해 LH본사직원의 품질검증평가를 받고 심의위원회에서 재심의 결과에 따라 재심의 이후 적용실적을 평가하여 DB구축

□ 한국도로공사 신기술 인증제도

- 관련 법의 중소기업에 한해서 고속도로 건설·유지·관리 분야에 적용 가능한 신기술 인증제도를 추진하여, 중소기업 또는 개인이 개발된 신기술을 제안하고 제안된 신기술에 대한 검증을 거친 후 도공 기술마켓 등록
- (신기술 등록 대상) 정부인증 신기술, 특허 등 완성 신기술을 보유한 중소기업과 개인이며 상시등록과 일괄등록으로 구분 운영
- (인증범위) 인증신기술은 중소기업기본법 제2조에 따른 중소기업에 한해 인증 실시
- (인증절차) 신기술제안→자료검토→사전검토→등록심의→등록 및 활용의 절차를 거치며 상시등록과 일괄등록으로 구분



출처 : 한국도로공사(2021), 도공기술마켓 홍보자료

[그림 2-25] 한국도로공사 신기술 상시등록 절차

- 상시등록의 경우 중소기업 /개인이 신기술을 “상시” 제안하고 제안된 신기술에 대한 검증 후 도공기술마켓에 등록·활용
 - * 건설, 교통, 방재, 환경 등의 정부인증 신기술이거나 특허 등 완성 신기술을 보유한 중소기업 또는 개인에 한정(단, 지급자재 제외)

22) LH 기술혁신파트너몰 홈페이지(2021), <https://partner.lh.or.kr/>

- 일괄등록은 도공의 자체 심의를 받아 채택된 경우, 상시등록의 사전검토와 등록·심의 면제
- 시험시공, 실물시험의 경우 조건부 등록이 가능하며 별도의 시공 및 추적조사 결과를 실무적용성 심의 후 등록
- 도로분야 신규기술의 경우 SOC 기술마켓에 신청 후 도로공사에서 검토·심의의 통과된 경우 SOC 기술마켓에서 공동심의를 받으나 도공 기술마켓에 등록된 기술은 신청에 따라 바로 공동검증심의진행 가능

※ SOC 기술마켓에 관련된 절차는 SOC 기술마켓 공동운영규정에 따름

- (인증혜택) 도공기술마켓에 등록된 신기술은 설계/시공 시 우선 검토대상이 되며 신기술 설계 반영 시 관련법규에 따라 발주기관과 신기술 보유 업체 간 기술 사용 협약 체결
- 신기술은 기술추천(중소기업 제안), 기술공모(공사 제안), 기술 R&D(중소기업 R&D)로 진행
- 기타신기술 심의결과가 조건부 등록(시험시공/실물시험)의 경우, 시험시공을 통해 실무적용성 심의회의에서 사용여부 결정

□ 수자원 공사 신기술 인증제도²³⁾

- '09년부터 정부의 신기술 활성화를 위해 수자원공사의 물산업 플랫폼을 통해 신기술(NET)을 적극 도입함으로써 정부의 신기술 활성화 정책에 부응하고 중소기업의 상생발전 및 K-water 건설공사의 고품질 실현
- 정부 고시된 신기술 중 K-water 적용성이 높은 신기술을 선별·등록함으로써 일괄협약체결, 사내홍보 및 설계반영 시 우선 검토 권고 등 행정지원을 통해 신기술 적용 활성화 기여
- (심사대상) 신청대상 심사 접수일 기준으로 잔여보호 기간이 6개월 이상인 신기술 중 K-water 사업 적용성이 높은 신기술 대상으로 선정
- (심사절차) 심사절차는 등록신기술 공모→온라인 등록신청→위원회 사전검토(질의서 작성)→등록심의(PPT 발표)→신기술 등록으로 진행



출처 : 수자원공사(2020), 하반기 등록신기술 공모 안내문

[그림 2-26] K-water 신기술 등록 절차

23) K-water 물산업플랫폼 홈페이지(2021), <https://www.kwater.or.kr/>

- (평가항목) K-water 등록신기술 공모의 평가는 시공성, 품질 및 유지·관리, 경제성, 친환경성, 파급성, 개발노력도와 가점·감점 항목으로 구성
- 물산업 오픈 플랫폼을 통해 K-water의 시설과 전문인력을 활용하여 기업이 개발한 기술에 대한 테스트베드 및 성능확인 수행
 - (테스트베드) 물산업 관련기술 수자원, 상하수도, 물에너지 등 물산업 관련 쏠분야 기업을 지원대상 및 기술범위로 설정
 - (기술성능확인) K-water의 시설 및 전문인력을 활용한 물기업의 기술 성능확인 시행(성능확인서 발급)
 - (성과공유제) 수자원공사와 중소벤처기업이 공동과제를 수행해 원가절감이나 성능 및 품질향상 성과를 도출할 경우 2년간 수익의 계약을 체결해 판로 지원
 - (공동투자형 기술개발 및 구매연계형 신제품개발) 수자원공사와 중소벤처기업부가 기술개발비 일부를 지원하며 3년간 수익계약을 체결해 중소벤처기업의 판로를 확대하기 위한 제도
- 기존 평가체계의 문제점을 현장평가와 종합평가의 중복성 등 기존 평가절차의 문제점을 개선하여 자체평가 및 현장평가를 통해 평가 진행

□ 대구시 신기술 플랫폼 제도²⁴⁾

- 대구·경북인이 가지고 있는 특허 등 새로운 기술을 한곳에 모아 상세한 정보를 제공하여 신기술 활용을 위한 활성화 창구
 - (지원대상 및 분류) 정부인증 신기술에 대해 2년 이상 권리를 가진 기업체가 지원 대상이며, 기술 범위는 인증 및 미인증 신기술로 구분
 - ※ 특허를 가지고 있으나 시공실적이 없는 지역기업체 미인증 신기술은 별도의 테스트베드 지원을 통해 시험시공 및 추적결과를 바탕으로 플랫폼 등록 후, 정부 인증신기술로 신청
 - (등록절차) 대구시의 신기술 플랫폼의 유형은 인증 신기술등록, 미인증 신기술 등록, 테스트베드 지원으로 구분하고, 각 유형별 절차 수립

<표 2-20> 대구시 신기술 플랫폼 지원 프로세스

구분	절차
인증 신기술 등록	신기술 등록신청 → 신기술사전검토 → 신기술플랫폼 등록
미인증 신기술 등록	신기술 등록신청 → 신기술사전검토 → 신기술 등록심의 전문가 구성 → 신기술 등록 심의 (검토회의→현장실사→결정회의) → 신기술플랫폼 등록
테스트베드 지원	지역기업체 미인증 신기술 발굴 → 테스트베드 심의 회의 (검토회의) → 신기술 실시 협약체결 및 테스트베드 시행 → 테스트베드 심의 (현장실사→결정회의) → 신기술 플랫폼 등록 및 정부 인증 신기술 신청

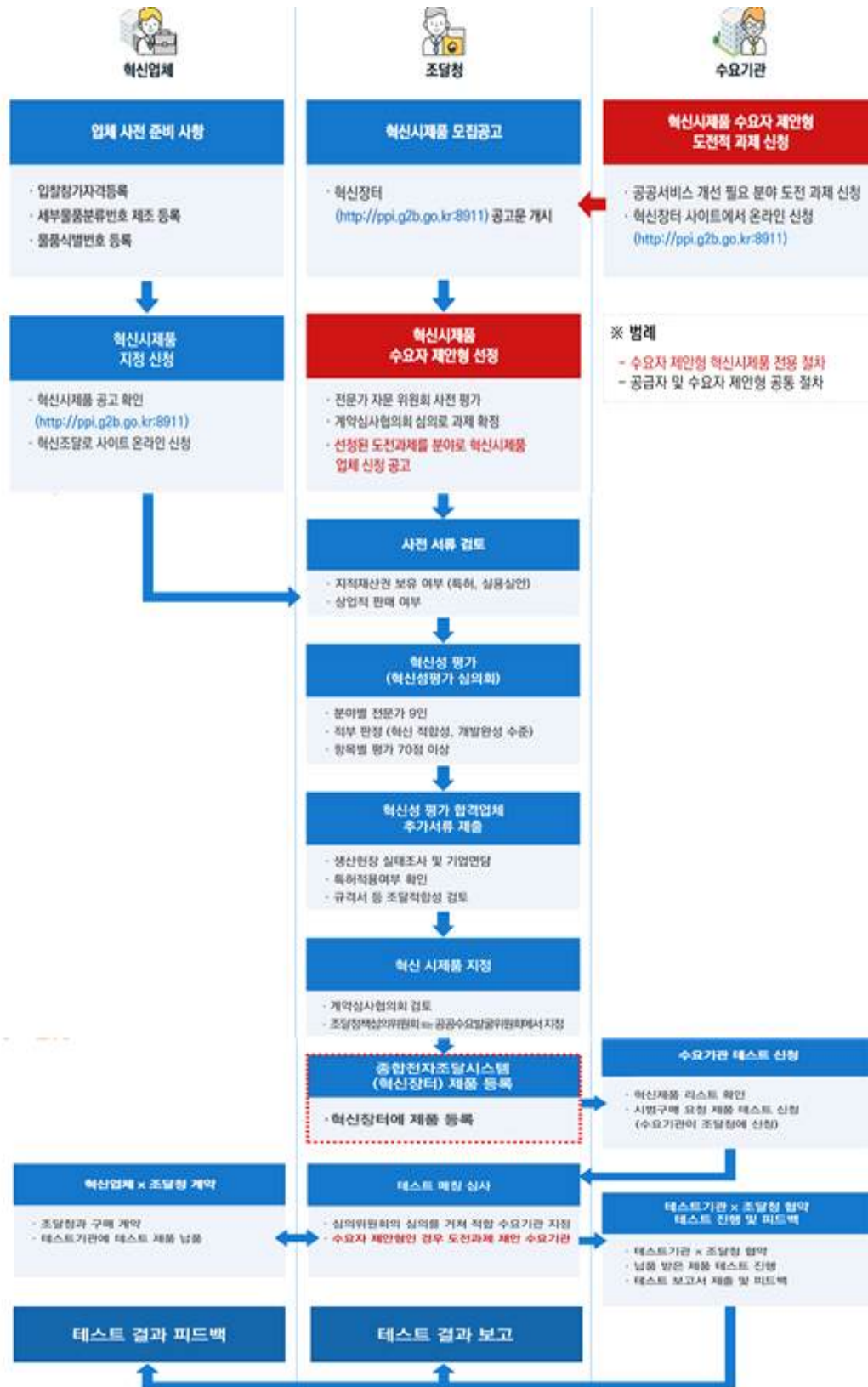
출처 : 신기술플랫폼 홈페이지(2021), <https://singisul.daegu.go.kr/>

□ 조달청 혁신시제품 구매 제도²⁵⁾

- 혁신제품구매 운영 규정에 근거하여 상용화전 혁신제품의 초기 구매자가 되어 사용하고 결과를 공개하여 구매를 확산시키는 제도
 - (구매 절차) 기술완성수준(TRL7~9)에 속하는 혁신제품(서비스)을 제안 받아 평가 절차를 거쳐 국가종합전자조달시스템 (혁신장터)에 제품 등록
 - ※ 혁신시제품의 지정기간은 지정일로부터 3년이며 연장은 불가함이 원칙
 - 조달청 국가종합전자조달시스템(혁신장터)에 제품이 등록되면 수요기관의 테스트 수요매칭을 통해 조달청 예산으로 구매 하여 수요기관에 공급

24) 신기술플랫폼 홈페이지(2021), <https://singisul.daegu.go.kr/>

25) 혁신조달 종합포털 혁신시제품 홈페이지(2021), <http://ppi.g2b.go.kr/>



출처 : 혁신조달 종합포털 혁신시제품 홈페이지(2021), <http://ppi.g2b.go.kr/>

[그림 2-27] 조달청 혁신시제품 수행 절차

- 혁신시제품 구매제도는 혁신장터에서 혁신 시제품을 확인하고 조달청이 구매하는 공급자 제안형과, 선정된 과제를 해결할 혁신업체를 지정하는 수요자 제안형으로 구분

<표 2-21> 공급자 및 수요자 제안형 혁신성 평가내용

구분	평가절차	평가내용
공급자 제안형	혁신시제품 신청	혁신시제품의 공고와 이에 대한 온라인 지정신청
	사전서류 검토	지적재산권 보유여부, 상업적 판매여부 검토
	혁신성 평가	혁신성 평가 심의회를 통해 평가 실시
	혁신성 평가 업체 추가서류 제출	혁신성 평가 이후 특허적용 확인서, 매출 증빙자료 현장실태조사 등 서류 제출 및 조사 실시
	혁신시제품 지정	지정대상 및 지정제외 대상 여부, 혁신제품으로서의 적합성 및 파급성 등을 검토하여 혁신시제품 지정
수요자 제안형	도전적 과제 평가 및 선정	전문가 자문위원회에서 사전 평가를 실시하며 계약심사협의회 심의를 통해 구매대상 과제 확정
	선정된 과제에 대한 문제해결 제안 공모	선정된 과제로 혁신시제품 신청공고에 따라 도전적 과제 해결 업체는 혁신장터 온라인 시스템을 통해 문제해결 제안서 제출
	혁신성 평가 및 혁신제품 지정 및 등록	해당과제로 지정된 제품 중 기술평가가 높은 순서대로 협상을 통해 문제해결 업체 선정
	테스트 기관 연계, 계약 및 테스트	과제선정 수요기관과 조달청이 협약을 체결하고, 테스트 수행계획서를 계약의 일부로 하여 선정업체와 조달청의 구매 및 테스트 계약 체결
	테스트 결과 피드백	테스트 종료 후 수요기관에서 결과 보고서 작성 후 조달청에 제출하고, 물품관리법 제22조, 제51조에 따라 테스트 수행기관에 소유권 이전, 테스트 성공 판정 시 우수조달물품신청조건 부여 및 우수제품지정 기술심의회 면제

출처 : 조달청(2021), 혁신제품 구매 운영 규정

□ SOC 기술마켓 제도²⁶⁾

- SOC 공공기관 협의체를 구성하여 중소기업이 개발한 우수 혁신기술·제품을 발굴하고 SOC 기관에 적용 및 지원
 - SOC 공공기관의 원가절감, 품질확보 및 초기 판로지원에 기여하고 중소기업 혁신기술·제품의 활성화, 혁신성장 지원을 위해 SOC 기술마켓 운영
- (공모절차) 공고 절차는 5단계로 구성되며 기존의 개별 공공기관별 신기술 공모절차 진행 및 혁신성 평가 후 SOC 협의체 공동심의를 통해 SOC 기술마켓에 등록
 - (공고) 운영기관은 혁신기술 발굴을 위해 매년 3회 이상, 공고 기간은 14일 이상으로 하여 제안분야, 신청내용, 신청자격, 추진일정 등 주요 내용을 포함하여 공고 실시
 - (신청) 혁신기술 신청대상은 제안공고에서 지정한 제안분야 및 대상 물품·공법으로 하며 지원 받은 참여기관이 서류심사 실시
 - (기술심의) 참여기관은 혁신기술선정심의회위원회를 구성하여 심사를 진행하며 이 기술심의 결과를 바탕으로 혁신성 평가 실시
 - (공동심의) 3단계를 통과한 기술은 SOC 협의체가 구성한 공동검증심의회에서 전 단계에서 실시한 혁신성 평가의 적정성과 SOC 기술마켓 인증을 위한 공동검증 심의 실시
 - (마켓등록) 공동심의를 통과한 기술은 인증서를 교부받으며 혁신기술을 SOC 기술마켓에 인증서 교부일로부터 3년간 등록 하며, 우수 혁신기술로 지정된 경우 1회(3년)에 한해 등록기간 연장

26) SOC 기술마켓(2020), SOC 기술마켓 공동운영규정

구분	←SOC 기술마켓 혁신기술 공모→				
	←기관별 신기술 공모→				
단계	1단계 공고	2단계 신청(접수)	3단계 기술심의	4단계 공동심의	5단계 마켓 등록
내용	SOC 기술마켓 홈페이지에 공고	중소기업이 SOC 기술마켓에 공모신청	기관별 자체규정에 따라 심의 (기관별 내부절차 이행)	SOC공공기관 이 공동으로 심의	공동심의 통과 중소기업 마켓에 등록
		(중소기업→ 원하는 기관 지원)	혁신성평가	(공공기관+외부) 9명, 2/3 동의	
주체	SOC 협의체	참여기관 (서류심사 등)	참여기관	SOC 협의체	SOC 협의체

출처 : SOC 기술마켓(2021), '21년 1차 혁신공모 공고문

[그림 2-28] 혁신기술 공모 절차

- 중소기업 혁신기술의 통합 접수창구 운영, 등록기술 판로 및 홍보지원, 중소기업 기술지원 사업 통합공모, 참여기관 보유 지식재산권 거래·지원, 기타 참여기관의 중소기업 지원 사업 정보제공 등 지원
- 참여기관이 공동으로 물품·공법 등을 제안하는 'SOC 혁신기술' 을 공모하고 이를 심의·인증하고, 통과한 경우 SOC 기술마켓에 등록
- 업체 현황조사, 구매실적 관리, 사후평가 등 사후관리 실시 및 등록된 혁신기술 전시회, 구매상담회 등 종합적인 판로 지원 및 홍보 지원

□ 시설물 유지·관리를 위한 성능평가 규정 법률

- (지속가능한 기반시설 관리 기본법) 기반시설의 유지·관리 및 성능개선에 필요한 연구 및 기술개발지원 또는 사업을 추진할 수 있게 규정하고, 관리주체가 소관 기반시설을 최소유지·관리 수준 이상으로 유지하기 위해 성능평가 실시
- 최소유지·관리기준에 공통적으로 적용될 수 있는 기준을 고시하고 관리주체는 소관 기반시설의 유형별 유지·관리수준에 대한 지표 고시
- 관리감독기관의 장은 관리주체가 성능개선 검토 대상으로 선정한 경우, 적합성을 종합적으로 평가하고 기술성과 경제성, 정책성을 고려하여 유지보수와 성능개선 선택
- (시설물의 안전 및 유지·관리에 관한 특별법) 시설물의 성능검사를 규정하고, 교량, 터널, 항만, 댐 등 성능평가 대상 시설물의 관리주체에게 시설물 성능평가 수행 의무 부과

<표 2-22> 성능평가 대상 시설물

구분	성능평가 대상 시설물
교량	- 제1종시설물* 및 제2종시설물**에 해당하는 고속국도 및 일반국도의 교량 - 제1종시설물 및 제2종시설물에 해당하는 고속철도 및 일반철도의 교량
터널	- 제1종시설물 및 제2종시설물에 해당하는 고속국도 및 일반국도의 터널 - 제1종시설물 및 제2종시설물에 해당하는 고속철도 및 일반철도의 터널
항만	제1종시설물 및 제2종시설물에 해당하는 무역항 및 연안항의 계류시설
댐	제1종시설물에 해당하는 다목적댐
건축물	제2종시설물 및 제2종시설물에 해당하는 공항청사
하천	- 제1종시설물 및 제2종시설물에 해당하는 하구둑 및 방조제 - 제1종시설물 및 제2종시설물에 해당하는 수문 및 통문 - 제2종시설물에 해당하는 제방
상수도	제1종시설물에 해당하는 광역상수도
옹벽 및 절토사면	제2종시설물에 해당하는 고속국도·일반국도·고속철도·일반철도의 옹벽 및 절토사면

* 제1종시설물 : 공중의 편의와 안전을 도모하기 위하여 특별히 관리할 필요가 있거나 구조상 안전 및 유지·관리에 고도의 기술이 필요한 대규모 시설물

** 제2종시설물 : 제1종시설물 외에 사회기반시설 등 재난이 발생할 위험이 높거나 재난을 예방하기 위하여 계속적으로 관리할 필요가 있는 시설물

- 성능평가는 기반시설의 기능을 유지하기 위해 요구되는 구조적 안정성, 내구성, 사용성 등 성능을 현장조사와 각종시험을 통해 종합적으로 평가하고 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화 파악 및 예측

<표 2-23> 성능개선 적합성 검토 항목(예시)

유형	내용
기술성	기술수준 변동성, 용량·규모 적정성, 노후도 및 점검진단 결과
경제성	사용수요 및 기타 유발수요, 성능개선사업비, 부대비, 보상비, 운영비 등 성능개선에 수반되는 비용과 이에 따른 경제적 편익 등 그 밖에 관리주체가 소관 성능개선의 경제성 평가를 위해 필요하다고 판단하는 사항
정책성	관련 정책 및 계획과의 일치성, 지역주민의 사업수용성 등 사업추진 여건, 일자리 효과 및 생활여건 영향, 환경성, 안전성 등 정책효과, 자원조달 가능성 등 평가항목(선택)

○ (시설물안전법) 안전점검을 실시하도록 하고 있으며 안전진단전문기관, 유지·관리업자 또는 국토관리원에게 도급을 할 수 있도록 규정

- 도급을 받은 기관은 하도급이 제한되나, 도급금액의 100분의 50 이하 범위에서 전문기술이 필요한 경우 1회 하도급 허용
- 신기술의 적용 장려를 위해 건설기술 진흥법에 규정한 신기술 또는 점검 로봇 등을 활용한 외관조사 및 영상분석을 '20년에 하도급 가능 분야로 추가

○ (철도의 건설 및 철도시설 유지·관리에 관한 법률) 평가 결과에 따라 성능등급 지정 후 이를 포함한 성능목표 및 관리지표, 평가항목, 유지·관리 방안을 기재한 성능평가 결과보고서를 제출하고, 성능평가 기준은 국토교통부 장관이 실시방법, 절차에 관한 지침 고시

- “철도시설의 정기점검등에 관한 지침”에서는 성능평가의 절차를 세부적으로 규정하고 있으며, 성능평가 대상 신청→자료 분석→성능목표 선정→성능평가 시행→유지·관리 전략제안→종합결론으로 구성

절차	주요내용						
성능평가 대상선정	- 철도시설 분류체계(대→중→소)에 따라 평가대상 시설을 선정 - 전수평가를 원칙으로 하되, 필요시 표본 조사 가능 - 효율적인 평가를 위해 노선별, 시설별로 구분하여 시행 가능						
자료분석	- 평가대상 시설에 대한 도면, 계산서 등 관련 자료를 수집·분석 - 설계도서·준공도서, 보수·보강·중축·개량 공사 관련 자료 과거 정기점검·긴급 점검·정밀진단·성능평가 자료 등						
성능목표 설정	- 평가대상 철도시설의 안전성과 장기적인 유지·관리 효율성을 확보하기 위해 철도시설이 만족해야할 성능목표를 설정 23조에 따른 시행계획에서 철도시설의 종합적인 성능, 안전관리 목표, 예산 여건 등을 고려하여 설정						
성능평가 시행	(개별시설 평가)개별시설에 대한 성능평가지수, 성능평가등급 산정 - 소분류 개별시설에 대해 평가항목별로 시험·검사·평가·시행 - 항목별 평가점수를 바탕으로 안전성·내구성·사용성 성능 및 개별시설에 대한 성능평가지수와 성능평가등급 산정 (결과분석) 시설별·노선별·구간별 성능평가지수·등급 산정 - 개별시설 평가결과를 소·중·대분류별 중요도(가중치)를 고려하여 대분류별, 노선별, 구간별 철도시설 성능평가지수·등급을 산정 (종합평가) 전체 시설에 대한 성능평가지수·등급을 산정하고, 성능평가지수가 낮은 시설·노선·구간을 제시하고 그 사유 분석 <table><tr><th>개별시설평가</th><th>결과분석</th><th>종합평가</th></tr><tr><td> - 개별시설·안전성·내구성·사용성 평가 - 개별시설 성능 평가지수·등급 산정 예) 교량=2.9(C등급) </td><td> - 시설별·노선별·구간별 성능평가 지수·등급산정 예) 교량=3.7(B등급) 경부선 2.8(C등급) </td><td> - 전체시설 성능평가 지수·등급 산정 - 성능평가지수가 낮은 시설·노선·구간 제시 예) 국가철도=3.3(C등급) </td></tr></table>	개별시설평가	결과분석	종합평가	- 개별시설·안전성·내구성·사용성 평가 - 개별시설 성능 평가지수·등급 산정 예) 교량=2.9(C등급)	시설별·노선별·구간별 성능평가 지수·등급산정 예) 교량=3.7(B등급) 경부선 2.8(C등급)	- 전체시설 성능평가 지수·등급 산정 - 성능평가지수가 낮은 시설·노선·구간 제시 예) 국가철도=3.3(C등급)
개별시설평가	결과분석	종합평가					
- 개별시설·안전성·내구성·사용성 평가 - 개별시설 성능 평가지수·등급 산정 예) 교량=2.9(C등급)	시설별·노선별·구간별 성능평가 지수·등급산정 예) 교량=3.7(B등급) 경부선 2.8(C등급)	- 전체시설 성능평가 지수·등급 산정 - 성능평가지수가 낮은 시설·노선·구간 제시 예) 국가철도=3.3(C등급)					
유지·관리 전략제안	- C등급 이하 시설에 대한 보수·보강 방법 제시 - 시설별·노선별 보수·보강 우선순위 검토 - 철도시설 성능목표를 달성을 위한 합리적인 유지·관리 전략 제시						
종합결론	성능평가 결과, 유지·관리 시행방안(연차별 계획, 예산 확보)						

※ 최초 성능평가 시, 성능목표 및 관리지표를 설정하여 성능평가를 실시하고, 성능평가 결과를 토대로 전문가집단의 자문을 반영하여 성능목표 및 관리지표를 조정할 수 있음

[그림 2-29] 철도시설의 정기점검 등에 관한 지침에 따른 성능평가 절차

□ 건설분야 신기술 제도 현황 분석 시사점

- 현재 중소기업 기술 활성화를 위해 제도/정책적으로 다양한 건설분야 신기술 지원이 이루어지고 있으나 현장검증 한계점 존재

<표 2-24> 기존 스마트 건설기술 정책/제도 분석

분류		스마트 건설기술 활성화 지원 현황						
		고도화	성능평가		기술인증		기술적용	
상세분류	대상	기술고도화 (기술 개선)	자체검증 (실험실수준 /심의)	현장검증 (기술검증)	공인인증 (신기술)	표준화 (시방, 품셈 등)	제품화	발주처 적용
국토부 건설 신기술	기술	-	●	● (5건 이상)	(신기술 지정)	-	-	▲ (인센티브 참여 유도)
조달청 혁신시제품	제품	-	● (공급자 제안형)	▲ (수요자 제안형)	(혁신시제 품 지정)	-	▲ (시제품)	▲ (구매면책 구매 유도)
도공 기술마켓	기술	(자체 사업 지원)	● (자체 심의)	▲	(미인증 신기술 포함한 자체 인증)	-	-	▲
LH 기술혁신 파트너물	기술	(자체 사업 지원)		●		-	-	▲
대구시 신기술플랫폼	기술 제품	-		● (TB 지원사업)		-	-	▲
K-water 물산업플랫폼	기술 제품	(자체 사업 지원)		● (TB 지원사업)	(인증 신기술만 자체 인증)	-	-	▲
SOC 기술마켓 (통합)	기술 제품	-		-		-	-	▲

● 필수 요건 ▲ 필요시/상황에 따라 지원 - 해당없음

- (비용적 부담) 인증 요건으로 현장검증 결과 또는 비용부담을 요구하고 있어 대부분 영세한 중소기업들의 참여 어려움 존재
 - 건설 신기술 인증제도는 신기술지정을 위해 현장적용 5건 이상의 검증을 요구하여 스마트 건설기술 적용을 위해서는 중소기업이 개별적으로 테스트베드를 통해 검증 필요
 - LH 기술혁신파트너물의 경우, 시험적용 시공비 및 검증에 필요한 비용을 전부 신청자가 부담하고 시험 장소와 검증은 한국 주택토지공사에서 지정
- (표준화 체계 부재) 부처/지자체별 자체 심의 및 지원을 통한 검증은 기존 다양하게 시행되고 있으나, 체계적 프로세스 기반의 구체적 성능평가 기준 및 지원체계 부재
 - 현재 건설 신기술 등 정부 신기술 인증제도들은 심사사항 내 스마트 건설 관련 평가가 있으나, 스마트 건설기술 키워드 중심의 해당여부만 검토하고, 실제 관련 성능평가는 부재
 - SOC 기술마켓은 현재 SOC 공공기관의 통합 공모 및 공동 검증심의프로세스를 통해 혁신적 기술 발굴 프로세스를 구축 하였으나, 통합운영규정 부재로 중소기업의 참여율 저조 및 차별화 확보 미흡
 - K-water 물산업 플랫폼의 경우, 기업들에게 테스트베드 장소를 제공하여 기업들이 자체적 성능평가를 시행하고 있으나, 물산업 관련 기술에만 성능평가 수행
- (제약적 대상기준) 특허기술 또는 신기술 필수 보유 등 다수 제도에 참여 가능한 대상기준 설정으로 이에 부합하지 못한 중소기업에게 있어 제약사항으로 작용
 - 도공 기술마켓은 중앙행정기관에서 인증한 신기술 혹은 특허, 실용신안 등 필수요건 정의
 - 대구시 신기술플랫폼의 경우, 2년 이상의 정부 신기술 인증의 권리를 가진 업체를 지원 대상으로 하여 신기술 초기 단계에 있는 기업의 경우 지원 한계
 - 조달청 혁신시제품 지정제도 또한 TRL 7~9단계의 상용화 이전 제품을 대상으로, 시험성적서, 현장적용 사례, 실증완료 보고서

등 검증 가능한 증빙 요구

- 그 외 신기술 인증제도의 경우 정부 신기술인증에 대해 일정기간 이상 권리를 가진 기업 등의 조건을 제시하고 있어 기준을 갖추지 못한 중소기업의 경우 제약 사항으로 작용

○ (비교평가 가능한 평가체계) 다양한 융복합 기술들로 구성된 스마트 건설기술에 대해 단일 또는 일회성이 아닌 동일한 환경 (기준)에서 반복 검증이 가능한 평가체계 확보 필요

- 기존 신기술 제도는 개발자 제시 기존 기술 대비 성능을 평가하여 유사 기능을 가지는 스마트건설 기술과의 비교평가에 부적합
- 조달청은 수요기관 테스트 매칭을 동일 차수 1회로 제한있으며, LH 기술혁신파트너물도 기술별로 1회에 한해 지원 가능

2.2.4 기술 현황분석

가. 유관 국가연구개발 사업 현황

□ 국토교통기술촉진연구사업('07~'22 일몰)

- 국토교통기술 촉진을 위한 핵심 원천기술 개발 및 연구 인프라 구축을 위해 중점분야를 중심으로 중장기 목표 설정
 - (창의도전연구) 기초 확대와 원천기술 개발을 통한 교통 기술수준 90% 달성, NBIC 융합을 통한 신기술 개발 및 사업화, 사회적 문제 해결을 통한 사회적 비용 10% 절감
 - (연구장비인프라) 중기전략을 토대로 세계수준의 연구시설장비 구축 및 철도, 항공분야 R&D 실증 인프라 확충, 연구시설·장비 통합운영체계 확립 및 공동 활용률 70% 달성
 - (글로벌 기술협력) 핵심원천기술, 시장맞춤형 기술 확보를 통한 글로벌 기술경쟁력 확보 및 글로벌 허브구축과 정보인력 활성화 기반 조성

<표 2-25> 국토교통기술촉진연구사업 중·장기 전략

중점분야	중기전략('14~'18)	장기전략('19~'20)
창의도전연구 (기초원천, 사회이슈해결)	- 기초연구 확대 및 원천기술 개발로 건설 교통 기술수준 80% 달성 - NBIC 융합을 통한 신기술 개발 및 사업화 - 사회문제 해결을 통한 사회적 비용 절감 5%달성	- 기초연구 확대 및 원천기술 개발로 건설 교통 기술수준 90% 달성 - NBIC 융합을 통한 신기술 개발 및 사업화 - 사회문제 해결을 통한 사회적 비용 절감 10%달성
연구장비인프라	- 대형실험시설 6종 구축 - 연구시설장비 공동활용 추진 - 공동활용률 60% 달성	- 세계 5위 수준 연구시설장비 구축 - 철도, 항공분야R&D 실증인프라 확충 - 연구시설·장비 통합운영체계 확립 - 공동활용률 70%이상 달성
글로벌기술협력	- 국제공동연구 강화를 통한 고부가가치 핵심원천기술 개발 - 글로벌 허브 구축지원 및 정보인력 교류 지원을 통한 국제협력 기반 조성	- 핵심원천기술, 시장맞춤형 기술 확보를 통한 글로벌 기술경쟁력 확보 - 글로벌 허브구축 및 정보인력 교류 활성화를 통한 국제협력 기반 조성

출처 : 국토부·국토교통과학기술진흥원 (2020), 국토교통기술촉진연구사업 후속기획 최종보고서

○ 실험절차표준화 연구단을 통해 구조, 내진, 내료, 지반 내풍, 수리 분야의 성능 평가시험을 통한 표준화 및 성능 검증 체계 마련

- 건설분야 표준 시험절차 개발을 통해 성능평가의 객관성 및 균질성을 확보하고, R&D 기술개발 지원을 위해 국가 대형실험 시설의 공동활용 촉진
- 성능검증 체계 객관화를 통해 R&D성과의 사업화 및 실용화 촉진 및 신기술 지정률 제고

- 성능기반설계기준 선순환체계 및 공공 시설물의 안전성 확보를 위한 성능검인증 기준 및 체계 마련
- 체계적인 성능평가 검인증 기준을 마련하고 제도화를 통한 선순환체계 구축

□ 건설분야 성능기반 표준실험 절차 개발사업('21~'25)

- 국토교통부는 4차 산업혁명 기술변화에 능동적으로 대응하기 위해 잠재력 있는 산업의 R&D를 적극 추진 중이며 이를 위한 실험시설 인프라 기반을 확충(총 12종의 대형실험시설 구축)
 - 16년간('04~'19년) 2,027억 원 투자를 통한 12종 대형실험시설*을 구축하고, 해당 시설을 활용하여 4차 산업혁명과 연관된 기술·제품에 대한 품질 및 성능평가 시험기준(표준화)을 마련함으로써, 국내 기술수준을 제고하고 글로벌 기술경쟁력 강화 가능
 - * 하이브리드구조 실험센터(명지대), 대형풍동 실험센터(전북대), 첨단건설재료 실험센터(계명대), 지진방재 연구센터(부산대), 지오센트리퓨지 실험센터(KAIST), 해양항만 실험센터(전남대)국한상태 구조특성 실험시설(서울대), 기후환경실증센터(KCL), 주택성능연구개발센터(LH공사), 국제융합수리시험센터(농어촌공사), 기상재현도로실증센터(건기연), 도로주행 시뮬레이터 실험센터(도로공사)
- 국토교통 기술·제품의 객관적 성능평가를 위한 표준실험절차서 개발로 국내기술수준제고 및 글로벌 경쟁력 강화
 - (주택성능) 실내공기청정기, 환기장치 성능평가방법 개발, 건축자재의 라돈 방출량, 외단열시스템 성능, 커튼월 관련 표준 실험절차 개발
 - (기후환경) 실제 건축물, 구조물, 건물관련 구성제어요소 기술 관련 대형 복합기후 시험에 대한 표준실험절차 개발
 - (극한성능) 동적 재료특성 및 부재충격 실험방법 표준실험절차 개발
 - (기상환경재현) 기상조건별 도로교통정보시설, 도로조명시설, 소음저감시설, 시선유도시설, 자율주행자동차 성능에 관한 표준실험 절차 개발
 - (국제융합수리) 수리실험 및 계측장비, 하천분야 제품 검인증 실험 표준실험절차 개발
- 국내외 표준화 전문기관과 협력체계를 구축하여 연구개발기관에서 개발된 시험표준(안) 국가 공인화 추진
 - 국제표준이 존재할 경우 표준에 부합하도록 시험표준을 개발하며, 시험표준 개발은 국가표준이 없는 경우 단체표준 개발
 - ※ 국가표준화가 필요한 경우 국가기술표준원을 통해 국가표준화 추진
 - 각 연구기관의 표준협력개발기관(COOSD) 및 단체표준협력기관 신청지정하고, 연구개발기간 이후에도 국토교통분야 국가 및 단체표준 제정 업무를 전담토록 추진
 - ※ 각 참여 연구기관들은 단체표준을 반영한 KOLAS 인정 추진
 - 조선항공, 수송물류, 토건분야 등의 개발된 표준실험절차를 단체표준 제정에 활용하여 제품품질, 기술발전 및 수요에 대응
- 성능검증인증 시 활용 및 전문가를 양성하여, 신기술신공법 개발 시 성능 성능검증 및 인증을 위한 표준 시험방법 활용
 - 표준시험방법 적용으로 신뢰성 있는 기관을 통한 공인 시험성적서를 발급하고, 전문가 양성을 위한 교육 프로그램 개발 및 시험인력 및 교육에 활용

□ 국토교통기술사업화지원사업('07~'22)

- 국토교통 분야 중소기업 지원으로 보유기술 사업화 촉진을 위해 벤처중소기업들이 개발한 우수성고가 사장되지 않고 현장에 적용될 수 있도록 사업화 초기단계 지원
 - 유망기술들에 대한 R&D, 시제품 제작 및 검증과 사업화 컨설팅 지원
 - 공공기술 중소기업 이전 및 사업화, 중소기업 보유기술 사업화, 국토교통 안전기술 사업화, 서비스 R&D 융합기술 사업화(21년 기준)로 구분

<표 2-26> 사업 주요 내용

유형	주요내용	비고
공공기술 중소기업 이전 및 사업화	공공기관이 보유한 기술을 중소기업이 이전받아 현장 적용 가능한 기술로 개선하고 사업화하기 위해 필요한 테스트베드 적용 등 기술개발 지원	22년 종료
중소기업 보유기술 사업화	중소기업이 보유한 국토교통분야 유망기술의 시제품제작, 검증 및 인증확보 등 사업화하기 위한 기술 개발지원	22년 종료
국토교통 안전기술 사업화	재난안전, 취약주택, 방법, 교통시설물 등 국토교통 안전분야 요소 기술에 대한 사업화를 위한 후속연구 지원	20년 종료
서비스 R&D 융합기술 사업화	기존 R&D 성과물에 ICT 기반의 유지·관리 등 사용자 맞춤형 서비스 개발	20년 종료
국토교통기술사업화를 위한 이어달리기 사업 기획	국토교통기술사업화지원사업 일몰 연장에 대응하여, 공공 및 민간이 보유한 국토교통 분야 R&D기술의 현장적용과 시장보급 목표	기획기간 20.12~21.12

출처 : 건설기술연구원(2021), 중소기업신기술지원 분석 자료를 와이젠글로벌(주)이 재가공

- 공공·공사 연계형인 사업화(발주처에서 제시하는 품목을 지정공모)를 제외하면, 매년 공공/공사(발주처)에서 요구하는 신규 세부기술로 품목지정 자유공모 진행
 - 중소기업이 보유한 국토교통 분야 사업화(공공공사 연계형 R&D) 기술, 지원품목과 관련된 특허권(등록특허, 기타 지재권은 불인정)을 이전 및 보유하거나, 지원시점에 TRL6 이상의 기술을 보유한 중소기업 지원
 - 주관연구개발기관의 경우 중소기업기본법에 따라 중소기업에 해당되어야 하며, 공동연구개발기관의 경우 국가연구개발 혁신법에 의한 기관만 신청 가능
 - 과제공고→공고접수→사전검토→1차 평가(서면평가)→우선순위 도출(2배수 내외 선정, 2차 평가 대상과제 확정)→2차 평가(대면평가)→총괄심의위원회의 절차 수행

□ 첨단안전장치 장착 자동차 성능평가 검사 기반기술 개발('20~'22)

- TRL6 이상의 대형·소형차 검사 시나리오 개발 및 첨단안전장치 검사시스템 설계기술 개발을 통해 도로운행의 안정성 향상
 - 운행모사장비, 영상송출장비, 레이더 타겟 시뮬레이터 첨단안전장치 검사시스템 설계기술 개발
 - 1차년도에 첨단안전장치 검사장비 개념설계 및 표준 사양서를 개발하고, 2차년도에 첨단안전장치 검사 시나리오 개발 및 검증 환경 구축
- 산학연 공동연구를 구성하여 원천기술개발, 평가 및 검증기관 등 연구역량을 극대화하기 위한 기술개발로 주체 구성
 - 전문가 자문단을 구성하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영하고, 관계부처와 업계간 협의체계를 구성하여 의견수렴 및 교류 활성화를 통해 기술개발 및 제도 도입 효율 추구
- 최종성과물인 첨단안전장치 검사 개념설계 및 검사 시나리오를 토대로 기술개발 및 검사제도 연구에 활용
 - 첨단안전장치 장착자동차 검사장비 및 검사제도 기술을 개발하고, 검사시나리오 개발 및 실차 검증을 통해 검사 방법과 기준 관련 검사제도 기술 개발
 - 검사장비 기술규격서를 토대로 검사영상 개발, 레이더 타겟 시뮬레이터, 주행 모사형 검사장비 개발 등 실제 검사업무 활용

□ 건설기술 시험시공 지원사업

- 신기술 심사를 위한 개별 시공실적 부담 해소를 위해 신규성·진보성 및 현장적용성 등이 있다고 판단되는 건설기술 시험 시공 지원
 - 기술개발자의 개발 의욕 고취를 위해 국내에서 최초로 특정 건설기술을 개발하거나 개량한 건설기술 대상 지원
 - 개발자의 시공실적 부담 해소를 위해 '18년부터 공모를 통해 선정된 우수기술은 발주청이 현장을 제공하는 '시험시공 지원 사업' 추진 중

※ ('18년) 18건 접수→후보기술 15건 선정→발주청 10건 최종 선정

※ ('19년) 9건 접수→후보기술 7건 선정→발주청 6건 최종 선정
 ※ ('20년) 21건 접수→후보기술 16건 선정→발주청 11건 최종 선정

<표 2-27> 건설기술 시험시공 지원사업 추진현황('18~'20년)

구분	2018	2019	2020
신청건수	18	9	21
후보기술 선정건수	15	7	16
최종 선정건수	10	6	11
반영건수	7	4	8
포기건수	5	2	3

출처 : 국토교통과학기술진흥원(2021), 시험시공지원사업 방침 자료를 와이젠글로벌(주)이 재가공

- 전문기관이 검토하여 신청 및 접수→전문기관 검토→발주청 협의 및 권고→시험시공→신기술 신청 단계로 시행하며, 기존 공사에 반영 시, 도급내역의 50%는 기존공사비로 부담하고, 발주청, 개발자, 국토교통과학기술진흥원 간 시험시공 지원사업 역할 부담

□ 스마트 건설기술 개발사업('20~'25)

- 국내 건설산업의 낮은 생산성과 높은 재해율을 개선하고, 국가 경쟁력을 확대할 수 있도록 스마트 건설기술 4대 중점 분야를 설정하여 건설산업의 디지털화와 자동화를 위한 기술혁신 및 스마트 생태계 조성
- 종합 테스트베드 구축을 통해 건설장비, 도로구조물, 스마트 안전 통합 관제기술 등의 건설기술 분야 연계 및 검증을 통한 건설기술 생산성·안전성 향상
- ※ 건설 생산성 25% 이상 향상, 건설 공기 25% 이상 단축, 건설업 재해율 25% 이상 감소, 건설 생산과정의 디지털화 25% 이상 등의 목표치 설정

<표 2-28> 중점분야별 핵심기술 분류

중점분야	핵심기술
(중점분야1) 건설장비 자동화 및 관제기술	지능형 건설장비 관제 기술
	건설현장 정보 수집 및 분석기술
	디지털 기반 SOC 도로 건설장비 자동화 기술
(중점분야2) 도로구조물 스마트 건설 기술	디지털 기반 도로 구조물 설계·제작·시공 지원기술
	도로 구조물 원격·자동화 시공기술
	지능형 도로 구조물 시공품질 관리기술
(중점분야3) 스마트 안전 통합 관제기술	스마트 안전 통합관제시스템
	건설현장 근로자 안전확보 기술
	임시구조물의 스마트 안전 확보 기술
(중점분야4) 스마트 건설 디지털 플랫폼 및 테스트베드	도로분야 디지털 데이터 통합 표준기반 건설생산 프로세스 통합 관리 및 스마트 지식관리 기술 개발
	스마트 건설 디지털 플랫폼 및 디지털 트윈 기반 관리 기술 개발
	스마트 건설기술 종합 테스트베드 구축 및 운영기술 개발

출처 : 국토부·국토교통과학기술진흥원(2019), 스마트 건설기술 개발사업 기획 최종보고서

- 중점분야 1~3의 생성 정보를 교환 가능한 디지털 정보로 표준화하여 저장하고, 민관 모두 공유·활용이 가능한 플랫폼 개발과 실제 도로 건설현장을 선정하여 각 중점분야 통합 연계를 통해 도로사업의 스마트 건설 기술 표준화 및 검증 활성화 도모
- 도로/토공현장의 종합 테스트베드 및 운영센터 구축을 위한 건설기술 국가 표준, 시방서, 표준화, 건설통합관제기술 등의 연구 진행

- 실용화 기반을 조성하고, 설계 및 검증방안을 통해 테스트베드를 확보하여 종합 테스트베드 적용 및 검증 방안을 도출, 종합 운영센터 구축을 위한 제반 기술 개발

○ 육성법²⁷⁾에 근거한 기관만이 신청가능하며, 1단계 선정여부 결정 및 2단계 연구개발계획 항목에 따른 평가 진행

* 육성법 제8조, 시행령 제7조 및 시행규칙 제3조에 의한 기관만이 신청 가능

□ 유관 국가연구개발 사업 현황 분석 시사점

○ 다양한 융복합 기술들로 구성된 스마트 건설기술에 대해 단일/일회성이 아닌 반복 검증 및 비교평가 가능한 Track-record 제공 환경 확보 필요

- '건설분야 성능기반 표준실험절차 개발사업'은 기존 대형시험시설에서 수행하는 평가절차를 확립하는 사업으로 일부 기술을 제외하고 다양한 융복합 기술로 구성된 스마트 건설기술 평가에 부적합
- '국토교통사업화지원사업'의 성능평가는 개발자로 각각 평가방안을 수립하여 유사기능을 갖는 타 기술과의 비교평가에 부적합
- '국토교통기술촉진연구사업' 내 시험장비인프라 구축은 실험시설 구축 및 관리에 초점이 맞춰져 있어 평가방안에 대한 고려 부족
- '건설기술 시공지원사업'은 Track-record를 위한 시공현장을 제공하고 있으나, 선정 신기술만을 대상으로 하여 기존 기술 또는 유사 기능의 기술과의 비교평가는 부적합
- '스마트 건설기술 개발사업'은 사업 종료 이후 테스트베드를 활용한 검증 수행 계획이 부재하기 때문에 장기적으로 지속적인 스마트 건설기술 성능평가가 가능한 체계 필요

○ 개발자가 평가 방안을 수립하여 사용자(현장)의 요구사항과의 괴리가 발생하고 기존 기술과 비교평가 사업 부재

- '국토교통사업화지원사업'은 사업화지원을 목적으로 하는 사업으로 성능평가를 포함한 TRL6 이후 연구개발비만을 지원
- '국토교통기술촉진연구사업'은 실험시설 구축 및 관리에 초점이 맞춰져 있어 사용자 중심의 평가항목 및 방법 부족

○ 평가방안 확립을 위한 유사사업의 경우 특정분야 및 기존 기술만을 대상을 하고 있어 스마트 건설기술 비교평가에는 부적합

- '건설분야 성능기반 표준실험절차 개발사업'은 기 구축된 대형시험시설 활성화를 위한 사업으로 주택성능, 기후환경, 극한 성능, 국제융합수리 등과 같은 한정된 분야의 표준실험절차 개발 목적
- '스마트 건설기술 개발사업'의 종합 테스트베드의 경우, 도로 및 토공 건설시공 분야를 중심으로만 대상으로 평가 실시
- '첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발사업'은 TRL6 이상의 자동차 분야 제한적으로 검사시스템 설계기술 및 검사 시나리오 기술 성능평가 환경을 구축하여 스마트건설기술에 적용 불가

나. 국내외 건설분야 시험 및 성능평가 시설 현황

□ 분산공유형 건설연구인프라²⁷⁾

○ R&D 과정에서 시제품의 기능 시험 및 성능평가를 주요 목적으로 활용

- 국내 국토교통기술 실증 인프라들은 개발기술의 실규모 적용을 위한 최종 성능검증보다 R&D 과정의 하나인 시제품 성능 테스트 위주로 운영

실험시설명	역할	기능
하이브리드 구조실험센터	• 건축물, 장대교량 등 구조모형을 컴퓨터와 연동시켜 구조 해석을 실행	• 건축물, 장대교량 등 초대형 구조모형을 유압장치로 흔들어주면서 동시에 컴퓨터와 연동시켜 구조해석을 실시간으로 수행
지오센트리퓨지 실험센터	• 댐, 제방 등과 대형 지반구조물의 소형 모형을 고속으로 회전시켜 실제 지반의 축적 및 응력상태를 재현	• 댐이나 제방 등의 대형 구조물의 성능을 검증하고자 할 때 소형의 축소모형을 제작해 재해에 대한 안전성 검사 수행
첨단건설재료 실험센터	• 콘크리트, 강재 및 신소재 등의 재료적 성질 정밀분석, 실험재료 파괴, 화학 성분을 분석	• 건설분야 부재 및 고성능재료를 체계적으로 검토

27) 국토교통연구인프라운영원(2021), 국토교통대형실험시설(1단계, 2단계)

실험시설명	역할	기능
대형풍동 실험센터	실내에 소형 터널을 만들고 인공적으로 바람을 발생시켜 고층건물 모형과 장대 교량 모형 등의 바람에 대한 영향 실험	최대 100층 높이 건물의 축소 풍동시험, 최대경간 2,000m 해상교량의 축소 풍동 시험 등의 기능 보유
지진방재 연구센터	지진이 구조물에 미치는 영향을 실험하기 위하여 모형을 대형판 위에 고정 설치하고 이 판을 지진 운동과 동일하게 움직이며 실험	교량, 초고층 건축물, 원전, 지반 등 내진실험 기능 보유
해안항만 실험센터	방파제 또는 부두 등의 모형을 대형 조파수조에 설치하고 인위적인 파도를 만들어 구조물 건설에 따른 해안에서의 파동현상 연구	해양 및 항만구조물 모형실험, 오염물 등 확산실험, 구조물에 따른 해빈 부채동요실험 등 기능 보유
기상환경 재현도로 성능평가 실험센터	도로기하구조 시험주로, 도로악천후 재현 시험, ITS시설 및 조명 성능평가 시험, 실물차량 충돌시험 등을 통해 기능 발휘 및 개선	도로 기하구조 시험주로, 실물차량 충돌 시험 등
극한상태 구조특성 실험시설	고속으로 주행하는 차량, 선박, 항공기, 미사일 등의 구조물 충돌을 모사한 구조물 성능검증 실험	변형/하중에 대한 재료 특성, 충돌상황 모사, 극한하중으로 인한 구조물 거동 및 안전성 검토 등
국제융합수리시험센터	4대강 물 자원 관리 및 지류정비 등을 위한 수리분야의 체계적이고 효율적인 실험연구기반 구축	하천 시설물 및 구조물, 친수시설물의 모형실험 및 안전성 평가 실험 등 기능 보유
도로주행 시뮬레이터 실험시설	운동시스템, 시각시스템 및 음향시스템과 각 시스템간의 정보 및 데이터를 동기화 하고 관리하여 실제 운전 상황 모의하는 가상현실 장치 운영	기존 도로나 설계단계의 도로를 3차원 가상 주행을 통해 개선, 검토하며 인간 공학적 도로 안전성 분석, 안전시설물 평가 등이 가능
기후환경실증센터	기후변화에 따른 환경영향평가 연구를 위해 기후요소를 인공적으로 발생시키며 제어가 가능한 실험시설로서 온도, 습도, 바람, 일사, 강우, 강설 등을 실험 목적에 따라 선택적으로 제어하여 대기권 내 대부분의 기후 영향평가	온도, 습도, 바람, 일사, 강우, 강설 환경 조성 및 제어 기능 보유
생활밀착형 주택성능품질 실험시설	생활밀착형 문제해결을 위한 실규모 주택 성능 실험	주택의 소음, 진동, 실내공기질, 결로, 누수 등 성능검증 및 평가를 위한 실험 기능 보유

□ 연천 SOC 실증센터²⁸⁾

- 국가핵심시설인 도로, 하천, 건축 등과 관련된 검증기술을 민간사업에 확산, 국가주도의 미래 성장동력을 개발하고 보급 사업 추진을 위한 국가공용 SOC 실규모의 검증장(테스트베드) 조성
 - (기상환경 재현 도로 성능평가 시설) 기상환경에 따른 도로성능 평가를 위해 10가지의 주요실험 시설을 보유하고 있으며, SOC 실증연구센터 내 실증시험주로 및 도로 테스트베드와 연계하여 구축
 - (도로포장 성능평가시설) 실험대형 규모로 도로포장을 시험시공 할 수 있고, 기후변화 요건들을 모사할 수 있는 타원형 무인 포장 실증 시험장, 이상기후로 인한 포장체의 이상 거동(블로우업 등)을 모사하기 위하여 평균 대기 온도보다 높은 환경 하중을 모사할 수 있는 기후변화 대응 도로포장 실증 시험장, 스마트 도로포장 시공장비 시험 시설 등으로 구성
 - (한국형 지하공간 테스트베드) 국내의 다양한 지하공간을 집대성하여, 금속 및 비금속 관로를 탐지하고, 검증 가능한 국내 최초의 한국형 지하공간 테스트베드 구축
 - (저속차량 탑재형 MMS성능평가 시설) 현정밀도로지도 제작을 위한 시설로 설계 및 시공 중 공사 현장에서 MMS 활용 확대 예상

28) 한국건설기술연구원(2019), 연천 SOC실증센터 구축 사업추진 타당성 분석 연구 보고서



출처 : 한국건설기술연구원(2019), 연천 SOC실증센터 구축 사업추진 타당성 분석 연구 보고서

[그림 2-32] 연천 SOC 실증센터 주요기능

□ 국립재난안전연구원 급경사지 붕괴모의 실험시설

○ 국내 최대 규모의 산사태·급경사지 붕괴 발생 모의실험을 통한 재난대응 기준 정립을 위한 시설

- 실규모 산사태 및 급경사지 붕괴 모의실험, 산사태 및 급경사지 피해확산 실험, 산사태 및 급경사지 재해 프로파일링 등 수행



출처 : 국립재난안전연구원 홈페이지(2019), <https://www.ndmi.go.kr>

[그림 2-33] 급경사지 붕괴모의 실험시설

□ 성균관대 측량기술센터

○ 다양한 측량기기(EDM, Total station)의 성능을 검사하기 위해 국토해양부 국토지리정보원에서 설치한 국가 시설물

- 다수의 표석간의 정확한 거리를 미리 결정하여두고, 측량기기로 관측된 거리를 비교하여 측량기기의 부정확, 성능저하 등으로 인한 거리오차 검사
- 7개의 표석으로 구성된 국제표준(ISO)을 만족하는 검기선장으로 총 길이 약504.98m이며, 1m의 길이를 1 μ m(마이크로미터 1/1,000,000m)까지 측정 가능하며, 현재 국내 측량기기 검기선장은 경일대, 성균관대, 부산대, 조선대 등에 설치

□ 한국도로공사 도로안전시설 성능시험장

○ 국내 유일의 도로안전시설 성능평가·시험 및 연구시설로, 시험주로와 연구동, 관란동, 적치동 등을 갖춘 국가공인 성능시험장

- 당진-영덕선 수덕사 IC 부근 5만㎡ 규모로 시중에서 생산한 가드레일, 중앙분리대, 방호울타리 등의 시설물이 정부 기준에 적합한 실물 차량 충돌시험을 수행하고 안전시설을 개발·개선하는 연구 병행

- 2013년부터 유럽인증(CE마크) 취득을 위한 도로안전시설물 성능평가시험을 대행함으로써 유럽수출을 원하는 도로안전시설물 업체의 경우 국내에서 성능평가 가능



출처 : 한국도로공사 홈페이지(2021), <https://www.ex.co.kr/>

[그림 2-34] 도로안전시설 성능시험장 전경

□ 한국생산기술연구원 종합실차시험장

- 건설기계부품산업의 기술경쟁력을 제고하기 위해 차세대 건설기계·부품 기술지원 기반 조성사업 수행
 - 경산지식산업지구에 차세대 건설기계부품 특화단지 조성. 융복합센터 내 시험평가센터, 종합실차시험장 운영
 - 11만㎡, 761억 원 사업비 규모이며, 6개 시험장, 2개 시험동이 운영되고 있으며, 실차 성능측정 등 총 34종의 장비 구축



출처 : 한국생산기술연구원(2016), 건설기계기술센터 소개 자료

[그림 2-35] 한국생산기술연구원 건설기계기술센터 구조

□ 두산인프라코어 보령시험

- 최첨단 기술을 접목한 스마트 건설기계를 실증하고, 기술을 발전시키는 스마트 건설기계 실증 연구단지 구축
 - 2019년에 30만㎡ 규모의 환경 및 안전규제에 맞춰 굴착기와 휠로더 등 건설기계 성능을 높이고 내구성을 검증하기 위한 연구시설
 - 주행시험장, 인양 및 견인력 시험장, 소음시험장, 기상조건에 영향을 받지 않는 돔 시험장, 100톤급 초대형 굴착기 동시 수용 가능 정비고 등의 시설 보유
 - 건설기계 자동화 및 무인화 신기술 개발도 진행할 계획이며, 머신 가이던스와 머신 컨트롤, AR·VR 등 디지털 신기술을 활용한 스마트 솔루션 개발 예정
 - 인천과 군산 등에서 각각 진행해온 개발과 검증 업무가 한 곳으로 통합되면서 동일한 시간에 보다 긴 수명의 품질을 검증하는 '가속 내구성' 시험 가능



출처 : 두산인프라코어 홈페이지(2021), <https://www.hyundai-di.com/kr>

[그림 2-36] 두산인프라코어 보령 건설기계 성능시험장 조감도

□ 건설기계부품연구원 종합시험센터

○ 건설기계와 상용차, 특장차 등 완성차의 주행력과 발진 가속성, 최고 주행속도, 주행 연료소모량, 타이어 특성 등 측정



[그림 2-37] 건설기계부품연구원 종합시험센터

- (온로드 주행성능 시험장) 폭 8 미터, 약 1km 의 트랙을 갖추고 있으며, 휠타입의 건설기계, 상용차를 대상으로 주행력, 가속, 주행 속도, 주행 연료 소모량 등의 시험 가능
- (오프로드 주행성능 시험장) 궤도타입의 건설기계 및 상용차를 대상으로 험지 주행 시 주행성능, 노면부하 등 시험
- (완성차 성능시험장) 15도~최대 30도 경사도에서의 100 톤급 완성차 등판능력 시험이 가능하고, 궤도타입/휠타입 건설기계를 비롯해 특장차, 상용차, 농기계를 대상으로 견인력, 굴삭력, 인양력, 스윙력, 굴삭깊이, 주차 제동능력, 선회 브레이크 성능 등 시험
- (중량·안정도 시험동) 최대 35도 경사에서 최대 100 톤급 완성차 대상 중량, 축하중, 차체 중심하중, 전복 방지에 대한 시험 수행
- (연비 및 성능시험동) 100톤급 굴삭기 6 대가 동시에 시험 가능한 규모로, 연비성능 및 연료 소모율, 굴삭 작업성능, 상차 작업성능, 작업장치복합 성능, 컨트롤밸브 조작성능 등 시험
- (유압브레이커 시험동) 150톤급 굴삭기 브레이커 전용시험설비를 구축하고 있으며, 굴삭작업, 조향법규, 선회제어 성능, 로더, 천공시험 등 수행

○ 건품연 내 2015년 건설기계전문 신뢰성평가센터를 설립 운영하여 건설기계 부품 및 완성차의 품질 경쟁력 강화

- 현재 건품연 신뢰성평가센터에서는 국내 기업들의 스마트 건설기계 조기 상용화를 위해 시험 연구 인프라 및 관련 기술을 현재 추진 중인 '스마트 건설기계용 융복합부품 평가기술 기반구축' 사업 진행

□ 드론 전용 비행시험장²⁹⁾

- 상업용 드론의 기술개발안전검증을 위한 시험비행 및 테스트가 가능한 권역별 중소형 드론 전용 비행시험장 구축하여 드론산업의 국제 경쟁력 강화를 위한 공용비행시험장 제공 및 지원
 - (강원 영월 시험장) 시근거리 및 비가시권 비행시험 및 비행 조건에 따른 정지추력시험 가능
 - (충북 보은 시험장) 산악지형에 특화된 비행시험이 가능하고, 전자파 내성시험 및 전자파교란 확인, 산악수색 및 산림방재 시험 등 종합적 드론 성능 분석과 확인 가능
 - (경남 고성 시험장) 활주로를 활용한 비행시험과 더불어 원거리 레이더 및 영상정보 수신이 원활하고, 장거리 비행시험에 따른 장시간 비행 수행

<표 2-30> 권역별 드론 전용 비행시험장 구축 현황

구축지역	시설 구성		주요장비
강원 영월	운영센터 및 정비고	연면적 1,000㎡ 이내	정지추력시험기, 레이더 관제 화면 등
	시험시설	헬리패드(21 x 21m)	
충북 보은	운영센터 및 정비고	연면적 1,000㎡ 이내	전자파내성 시험기 등
	시험시설	헬리패드(21 x 21m)	
경남 고성	운영센터 및 정비고	연면적 1,000㎡ 이내	공용장비, 레이더, 추적 카메라 등
	시험시설	헬리패드(21 x 21m)	
		활주로(200 x 20m)	

출처 : 항공안전기술원 홈페이지(2021), <https://www.kiast.or.kr/kr>

□ 한국산업기술시험원³⁰⁾

- 시험인증과 기술지원을 통한 국가 산업 경쟁력 및 국민 삶의 질 향상을 위해 기업의 연구개발 성과물이 국내외 시장에서 요구하는 성능 및 안전요건에 충족하는지 여부를 객관적이고 정확하게 검증
 - 현재 산업통상자원부의 산하기관으로 있으며 국내 유일의 공공 종합시험인증기관으로 54년 시험인증 노하우를 축적하였고, 민간 및 국가 기간사업 분야에 대한 시험인증과 기술 지원
 - ※ 민간분야는 전기전자, 환경, 교정, 의료기기, 소재, S/W통신 등이며, 국가 기간사업 분야는 항공, 우주, 철도, 국방, ICT, 에너지(풍력, 태양광 원자력) 등
 - 기계시험, 내진시험, 소음시험 등 건설분야 관련 기술에 대한 시험인증 및 기술지원 수행

<표 2-31> 한국산업기술시험원 건설 유관 시험분야

대분야	소분야	분야별 주요 시험
기계시험	기계 및 소재 역학시험	소재(재료)역학 시험
		부품의 강도 및 내구성 시험
		의료용품 시험
		특수시험
	기계안전성평가	기계안전성평가
		기계류 부품/제품시험
		기계류 안전진단 및 검사
	산업용유체 기계 제품시험	내압/누설 시험
		밸브 성능 시험
		유체 기계 성능 시험
		유체 기계 성능 해석 및 기술 지원
	성능평가 및 역학시험	일반 및 과제 성능평가
		역학시험
	항공용 소재 및 부품시험 역학 시험 재료인증	항공용 소재 및 부품 시험 소개
		항공용 복합재료인증

29) 항공안전기술원 홈페이지(2021), <https://www.kiast.or.kr/kr>

30) 한국산업기술시험원 홈페이지(2021), <https://www.ktl.re.kr>

대분야	소분야	분야별 주요 시험
내진시험	내진시험평가	통신장비
		전원설비
		부대설비
		옥외설비
산업융합제품 시험	광 융합 제품시험	-
	설계신뢰성평가	-
	자동차 융합제품 부품시험	-
	전기/전자 융합제품 부품시험	신뢰성 향상지원 가속수명시험 설계 및 지원 비파괴 고장 분석
소음진동 일반 시험	소음진동 일반 시험	음압레벨 시험·평가
		음향파워레벨 시험·평가
		스피커 성능 시험·평가
		공기전달음 차단성능(차음성능, 음향투과손실) 시험·평가
		흡음 성능 시험·평가
		바닥 충격음 시험·평가
		제진강판의 진동감쇠 특성
		기계설비 성능평가
소프트웨어 시험	소프트웨어 V&V	발전소 분야
		의료 분야
		철도분야
		항공분야
		산업플랜트 분야
	기능안전 시험	-
신뢰성 시험	전기전자 신뢰성 시험	일반소프트웨어 시험
		국책과제 결과물 평가
		전기전자 부품 및 제품 신뢰성시험
		자동차(운송)부품 신뢰성시험
		국방기기 신뢰성 시험
에너지효율시험	고효율기기시험	의료기기 신뢰성시험
		-
이차전지시험	소형배터리시험	-
	에너지저장장치시험	-
	전기차배터리시험	-
	-	-
재료시험	화학 분석	일반 재료 분석
		환경규제물질 분석
		극미량분석
		수도용품 용출시험
		기술문서 작성
	금속시험	기술문서 작성
		금속재료시험
	고분자시험	부식시험
		열 특성 분석
		재질분석
		고분자 분자량 분석
		고분자 특성 시험
		고분자 첨가제 분석
		기타물성시험
	무기재료시험	재료기초물성시험
		세라믹 분체 특성시험
		전기전자재료 특성 시험
		건축재료 특성 시험
		촉매 특성 시험
		-
전기전자 시험	국내 인증시험 분야	-
	외국 인증시험 분야	-
	일반시험 분야	-
정보통신시험	블루투스 성능 인증	-
	무선인식기기 성능시험	무선인식기기성능시험
	이동통신기기 적합성	GC이동통신기기 적합성

□ Hitachi 우라호로 시험장(日立建機株式会社 浦幌試験場)³¹⁾

- 일본의 Hitachi社(Hitachi Construction Machinery)에서는 홋카이도의 우라호로에 히타치 건설기계 시험장을 두어 초대형 유압 굴삭기 및 기타 장비의 개발 수행
 - (내구성) 1,000시간에서 10,000시간 이상의 굴착 및 작동 테스트와 원격 제어기계로 논스톱 24시간 스윙 테스트 포함
 - (스트레스) 울퉁불퉁한 테스트 트랙을 따라 이동하고 버킷을 고정된 물체에 걸어 강도 테스트
 - (성능) 생산성 및 연료 소비와 같은 변수 측정
 - Zaxis-5 굴삭기 최종 사용자 테스트, 히타치 덤프트럭의 차량 관리와 같은 첨단 기술 개발 지원, Hitachi 고객을 위한 시연 기획, 기타 국내 시장 및 지역 사회를 위한 판촉행사 등



출처 : Hitachi 공식홈페이지(2021), <https://www.hitachicm.com/global/jp/innovation/>

[그림 2-38] Hitachi 건설기계 시험장

□ 미국 트림블 돔(Trimble Dome)³²⁾

- Trimble은 건설 · 농업 및 운송 서비스를 제공하며 오하이오 데이턴에 트림블 돔 구축
 - 실내 연구, 개발 및 제품 테스트 및 교육센터로 활용하며, 불도저, 그레이저, 굴착기 등의 시험장으로 구성



출처 : Arizon building system 홈페이지(2021), <https://arizonbuildingsystems.com/>

[그림 2-39] 트림블 돔 전경

□ Volvo 자율주행 시험장³³⁾

- Volvo社에서는 전기 자율주행 솔루션을 위한 전용시험장 및 시연장을 구축하여 핵심 기술인 'TARA 자율주행 운송 솔루션'

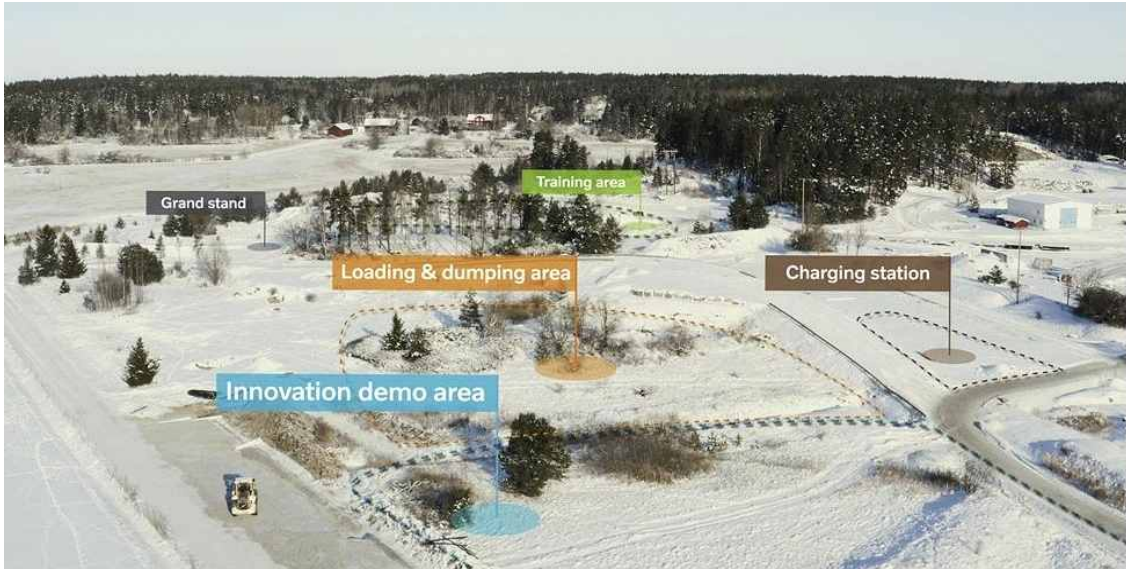
31) Hitachi 공식홈페이지(2021), <https://www.hitachicm.com/global/jp/innovation/>

32) Arizon building system 홈페이지(2021), <https://arizonbuildingsystems.com/>

33) Volvo 社 홈페이지(2021), <https://www.volvoce.com/>

테스트 수행 예정

- Volvo는 장비의 가동시간과 생산성 향상 서비스가 고객의 가동비용과 장비의 유지비용에 대해 얼마나 기여할 수 있는지 실시간 확인을 위하여 시험장 구축
- 원격 조종 장치를 통해 채석장 및 광산 작업에 최적화 된 원격 제어 장비에 대한 시험 실시



출처 : Volvo 社 홈페이지(2021), <https://www.volvoce.com/>

[그림 2-40] volvo TARA 자율주행 시험장

□ 국내외 건설분야 시험 및 성능평가 시설 현황 분석 시사점

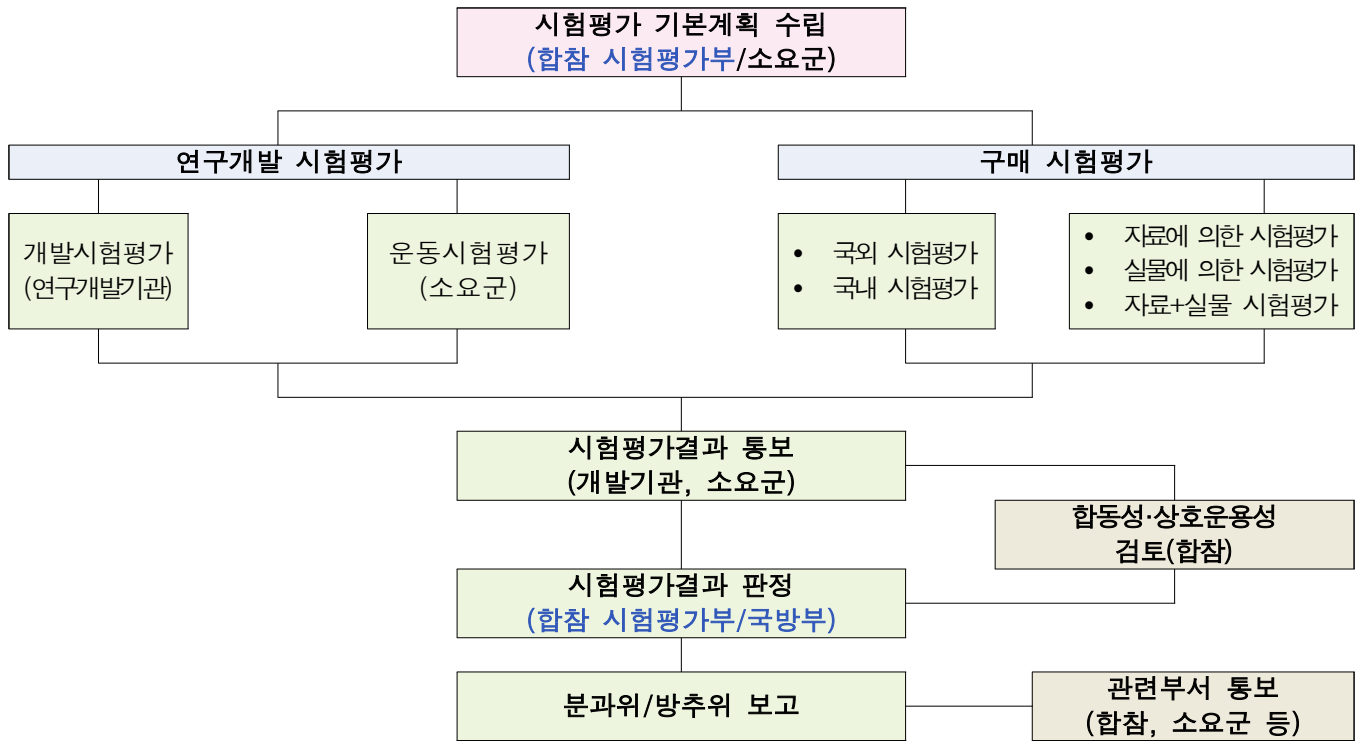
- (건설기술에 대한 동일 환경 내 비교평가 시험 가능 시설 부재) 국내 건설기술 성능평가 시험장들은 대부분 해당 기술에 대한 단편적인 성능평가를 진행하고 있으며, 기술 적용 전/후 비교를 통한 비교평가 부재
 - 지침이 없는 새로운 건설기술을 기존기술과 동일 환경에서 비교평가하는 시험장 부재
 - 비교평가 기능은 없지만, 기술의 특성을 고려하여 스마트 건설기술 평가에 활용 가능한 시험장들이 기 구축되어 있어 이들과의 연계를 통해 비용 효율적 시험장 구축 가능
- (다양한 건설 현장에 대한 실규모 표준환경이 구축된 시험·평가 시설 부족) 기존 유관 시설 중 현장 규모의 평가를 진행하고, 환경제어를 통한 성능평가가 가능한 시설이 구축되어 있으나, 특정 분야에 한정적
 - 실 규모의 평가장 또는 외부조건을 제어 가능한 시설은 일부 구축되어 있으나, 평가 가능 분야 제한적
 - 각 시설별로 해당 기술 중심의 시험·평가 시설 및 장비가 구축되어 있고, 다양한 조건의 건설현장을 반영한 평가 시설 부족
- (융·복합 건설기술에 대한 평가 가능 시설 필요) 기 구축 및 운영 중인 건설기술 성능평가 시설들은 단일기술에 대한 평가를 중점적으로 수행
 - 스마트 건설 기술을 비롯한 스마트 건설기술은 기존 기술들과는 달리 여러 관련 기술이 융·복합된 형태이기 때문에 이에 대한 평가가 가능한 시설 또는 지침 필요

다. 타 분야 성능평가 및 시험 현황

□ 방위산업 분야 현황³⁴⁾

- 방위산업육성기본계획 수립을 통해 소요군의 요구성능을 구현할 수 있는 우수 기술 보유 업체가 선정될 수 있도록 평가제도 개선
 - 업체의 적정 연구개발비 보장을 위하여 비용평가 하한선을 점진적으로 상향 조정하고, 성능·비용·일정·품질 등 목표조건을 달성한 우수업체의 경우 후속 사업 선정 시 가점 부여 방안 추진
 - 방위산업 분야 성능평가는 연구개발사업 평가와 구매시험평가로 구분하고, 연구개발사업은 개발시험평가 및 운용시험평가로 구분하여 실시

34) 한국방위산업학회(2019), 방위산업 발전을 위한 무기체계 시험평가 개선방안 연구



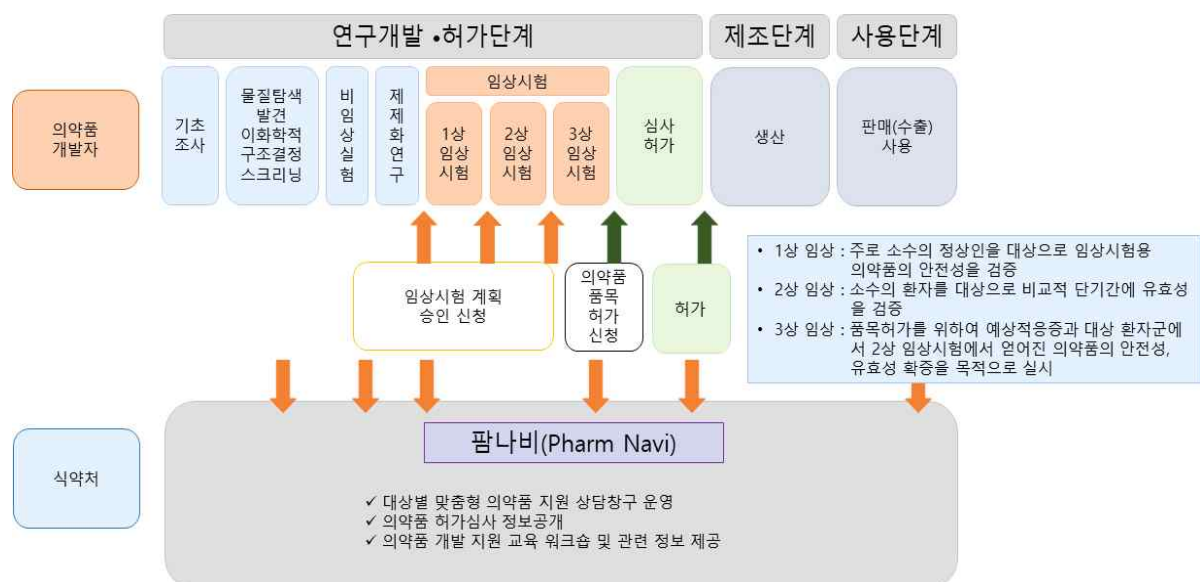
출처 : 한국방위산업학회(2019), 방위산업 발전을 위한 무기체계 시험평가 개선방안 연구

[그림 2-41] 시험평가 구분 및 절차

□ 의약품 분야 현황³⁵⁾

○ 의약품 제품화 촉진 팜나비(Pham Navi)사업 운영을 통해 신약개발, 허가, 사용단계의 심사 진행 지원

- 신약 파이프라인 및 혁신성, 미충족 의료분야 품목이 지원대상이며, 기업이 제품 개발 중 실시간으로 허가·심사 전반에 대한 방향성을 상의할 수 있는 제품화 내비게이터 운영
- (개발단계) 의약품 허가를 위한 안전성 및 유효성을 입증하기 위해 사람을 대상으로 하는 임상시험 계획을 심사하고 승인
- (허가단계) 기술적 심사 및 실태조사를 통하여 안정성·유효성 및 품질이 확보된 의약품(원료의약품 포함) 허가
- (사용단계) 신약 등 재심사, 재평가 자료 심사, 의약품의 허가범위 외 사용에 관한 안전성 및 유효성 심사



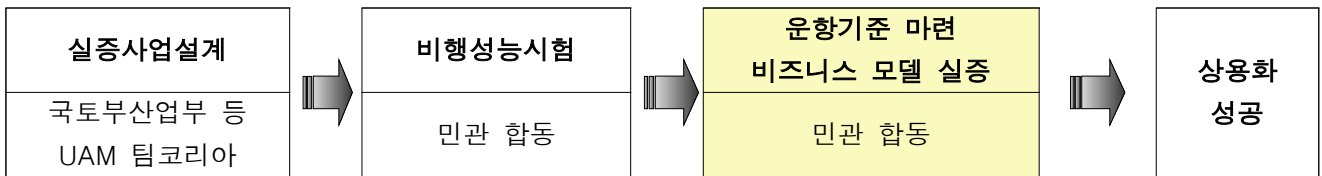
출처 : 식약처 홈페이지(2021), <https://www.mfds.go.kr>

[그림 2-42] 의약품 분야의 단계별 맞춤형 밀착지원

35) 식약처 홈페이지(2021), <https://www.mfds.go.kr>

□ 항공산업 분야 현황³⁶⁾

- 항공분야에 특화된 제조 엔지니어링 및 테스트베드 구축을 통한 항공 제조부문 상용화를 위해 UAM/AAM(Urban Air Mobility and Advanced Air Mobility)등 미래 비행체의 지상, 비행시험 인프라 조성을 통한 기술실증 및 상용화 지원
 - 항공부품 제조 엔지니어링 인프라 강화 및 사업화 R&D를 지원하고, 국내 제작업체에서 항공부품 개발에 필요한 시험 시설·장비 등을 구축·운영할 수 있도록 지원
 - UAM/AAM 비행체 및 부품개발 지원을 위한 시험평가 장비, 설비 및 인프라를 구축하고, 개발시험을 위한 국가종합비행성능 시험장의 인프라 단계적 확충
- UAM/AAM 산업의 조기 시장 창출 및 비즈니스 모델 검증과 상업화 촉진을 위한 실증사업 추진
 - 개발 기체에 대한 실운용 환경 검증, 상용화 지원으로 UAM/AAM 시장 창출 및 확산 기반을 마련하고, 수요-공급자가 협업유도, 운용모델 검증을 통한 실수요 연결
 - 기상환경, 소음영향, 통신두절, 충돌상황, 고장발생 등의 다양한 비행 시나리오에 따른 실제 비행환경 시험 및 극복기술 실증



출처 : 산업통상자원부(2021), 제3차 항공산업발전 기본계획('21~'30)

[그림 2-43] UAM/AAM 실증사업 추진절차

□ 스마트 안전 리빙랩³⁷⁾

- 중소중견기업의 융합과 신산업 활성화를 목적으로 대상 BM(Business Model) 진단 및 사용자 경험 평가, 인증 연계 등 지원
 - 산업융합촉진법 기반 한국생산기술연구원에서 운영 중으로, 기업이 아이디어 발굴 시 사업화 및 기획을 통해 제품/서비스의 시장성 여부 실증



출처 : 국가산업융합지원센터 홈페이지(2021), <https://www.knicc.re.kr/>

[그림 2-44] 스마트 안전리빙랩 지원 프로세스

□ 우주산업 분야 현황³⁸⁾

- 인공위성은 개발과정에서 철저한 시험·검증이 필요하므로 기술검증, 환경검증, 비행모델 순으로 시행하며, 위성 전장품의 검증은 시험에 앞서 설계해석과 품질검증을 실시하며 제작 의뢰자의 요구사항에 대한 만족 여부 판단
 - (시험) 제작된 제품의 성능 및 품질을 모사된 운용환경에서 시연을 통해 시험을 실시하며 지상모델에 대한 시험과 비행모델에 대한 승인시험으로 구분
 - (기술검증모델) 전기장치검증시험실(ETB Electrical Test Bed)을 통한 위성개발 최종조립 및 시험 착수 전에 필수적인 전기적,

36) 산업통상자원부(2021), 제3차 항공산업발전 기본계획('21~'30)

37) 국가산업융합지원센터 홈페이지(2021), <https://www.knicc.re.kr/>

38) 한국항공우주연구원 홈페이지(2021), <https://www.kari.re.kr>

소프트웨어 설계 검증 실시

- (환경검증모델) 기술검증모델(EM: Engineering model) 성능시험 및 환경시험 후에 발생한 문제점을 해결한 후 환경검증모델(QM: Qualification Model)을 제작. 현재 한국형발사체 누리호는 환경검증모델(QM)까지 진행된 상태
- (비행모델) 실제 발사될 최종모델로써 최종적인 기능시험과 환경시험을 거치며, 품질 확인을 위해 매 비행모델마다 수행

□ 타 분야 성능평가 및 시험 현황 분석 시사점

○ 표준화 환경뿐만이 아닌 실환경에서의 성능 검증 실시

- (방산분야) 열악한 작전환경에 사용해야하는 방위분야 제품의 특성상 실제 작전환경 또는 이와 동등한 조건에서 시험평가 실시
 - ※ 작전환경 또는 이와 동등한 조건에서 작전운용성능 충족여부와 운용적합성, 효율성, 안전성 등을 확인하고 전력화 지원요소 등에 대한 적합성 평가
- (우주분야) 기술검증과 환경검증 등 지상모델의 경우 표준화 환경에서 검증을 진행하나, 최종단계인 비행모델의 경우 확실한 검증을 위해 실환경에서 테스트 진행
- (리빙랩) 실제 건설 현장과 유사한 환경을 만들어 작업자 40명을 대상으로 한달 간 실증연구를 진행

○ 테스트베드 및 가이드 등 지원을 통해 제품화·산업화 진입장벽 완화

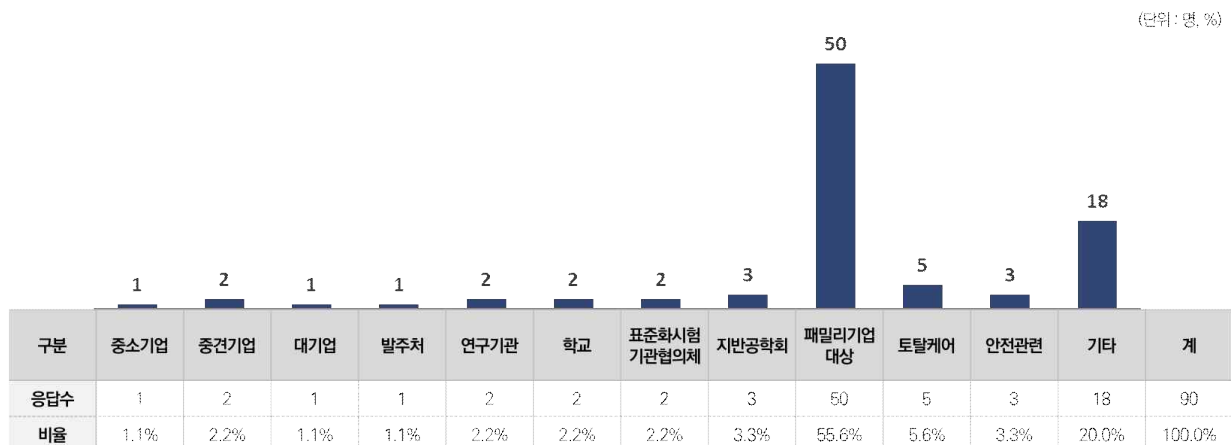
- (리빙랩) 중소·중견기업이 아이디어 발굴 시 이에 대한 사업화와 기획 지원 및 시장성 성립여부 실증 지원을 통한 신제품 출시 지원
 - ※ 생활안전, 산업안전 2개 분야로 나누어 구축·운영하여 비즈니스 모델 개발부터 사용자 중심 실증과 인증까지 포함하는 종합적인 원스톱 지원서비스 제공
- (항공분야) 국내 제직업체에서 개발에 필요한 시험 시설 및 장비 등을 구축 운영할 수 있도록 테스트베드 운영하여 UAM/AAM 산업의 조기 시장 창출 및 비즈니스 모델을 통해 안전성 검증 및 운용 경험 축적 실검증을 통한 상업화 촉진
 - ※ 수요-공급자 협업유도를 통한 활용 효율성 검증 및 운용 노하우 확보를 통한 산업 선순환 구조 마련
- (의약분야) 팜나비를 통한 신약개발의 상용화 지원, 신약개발 인프라 제공, 허가심사 기반 확충 전략적 지원으로 제품화 진입장벽 완화
 - ※ 팜인포나루 내 해외규제정보를 제공, 각국 허가심사결과 공개 및 가이드라인 제공을 통해 제품 개발 중 실시간으로 허가심사 전반에 대한 방향성 제시
 - ※ 제품화 내비게이터는 신약 파이프라인 및 혁신성, 미충족 의료분야 품목에 대해 지원하며, 기업과 의약품 심사부서 사이의 가교역할 수행

2.2.5 이해관계자 수요분석

□ 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계 수요조사

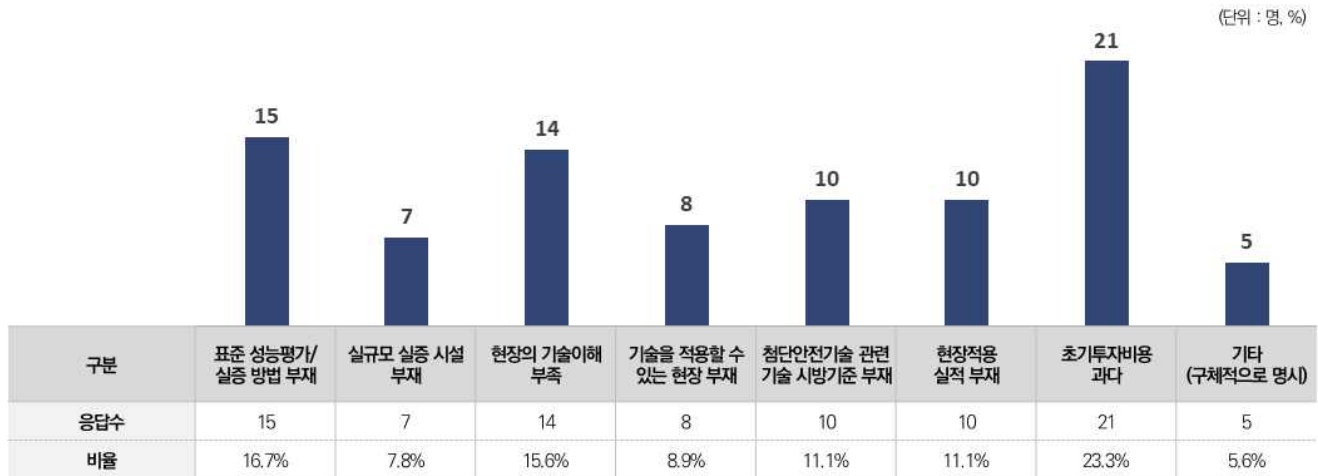
○ 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계 미충족 수요 발굴을 위해 관련 직종 전문가들을 통해 설문조사 실시

- 성능평가 및 실증을 지원해야 할 첨단안전 건설기술을 발굴하고, 적절한 성능평가 방안 마련을 위한 기초 자료로 활용
- 주요 설문 항목을 설정하여 첨단·안전 건설기술 신기술 현장 적용시 저해요인과 첨단안전 성능평가의 전반적인 수요 파악
- (조사 대상) 중소/중견, 대기업, 연구기관 전문가 90명을 대상으로 2021년 1월 설문조사를 실시하였으며, 패밀리 기업, 토탈 케어에 속한 전문가비중이 61.0%로 과반 수 이상을 차지하였고, 그 외 안전 분야, 연구기관, 중견기업, 학계, 기타 전문가는 30.0% 차지



[그림 2-45] 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계 수요조사 응답현황

- (스마트 건설기술의 현장적용 저해요인) 초기 투자비용 과다(23.3%)와 표준성능평가/실증방법 부재(16.7%), 현장기술이해 (11.1%) 부족 등이 첨단·안전 건설 신기술 현장 적용의 주요 애로사항으로 도출
- 초기 투자비용의 과다는 첨단·안전 건설 신기술이 필요한 시점의 비용부족의 문제로 이어져 필요 신기술 및 성능평가 적용 시 한계점 발생
 - 기술 산출물 검증, 표준절차가 미비할 경우 중소기업의 스케일업/기술 활용도 측면에서 한계가 존재하기 때문에 표준성능평가 및 실증방법 필요
 - 현재 국내 신기술협회에서 기술 표준화 관련 업무를 수행하고 있으나 표준화된 검증제도 및 시스템은 부재한 상태



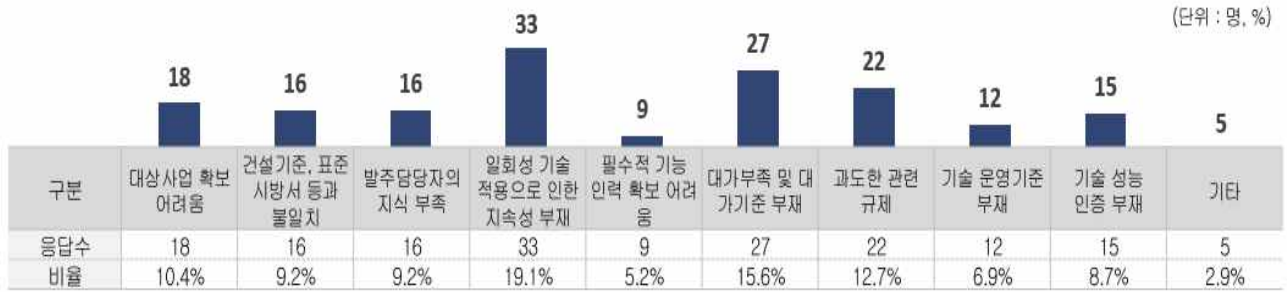
[그림 2-46] 스마트 건설기술 현장적용 저해요인에 대한 응답결과

- (스마트 건설기술 성능단계 필요 사항) 표준화된 성능평가 프로세스(53.3%)와 발주처의 현장 니즈 부합성(26.7%)이 첨단안전 건설기술 성능단계에서 가장 필요한 것으로 집계
- 현재 명확한 표준 성능평가 프로세스가 부재하여 기업마다 자체적으로 TRL을 적용하여 성능평가를 진행하고 있어 기술 신뢰성 확보에 한계성 존재
 - 변화된 토질환경에도 불구하고 MG/MC 기술은 그대로 적용하고 있어 현장 수요에 맞는 기술 적용 필요



[그림 2-47] 스마트 건설기술 성능단계 필요 사항 대한 응답결과

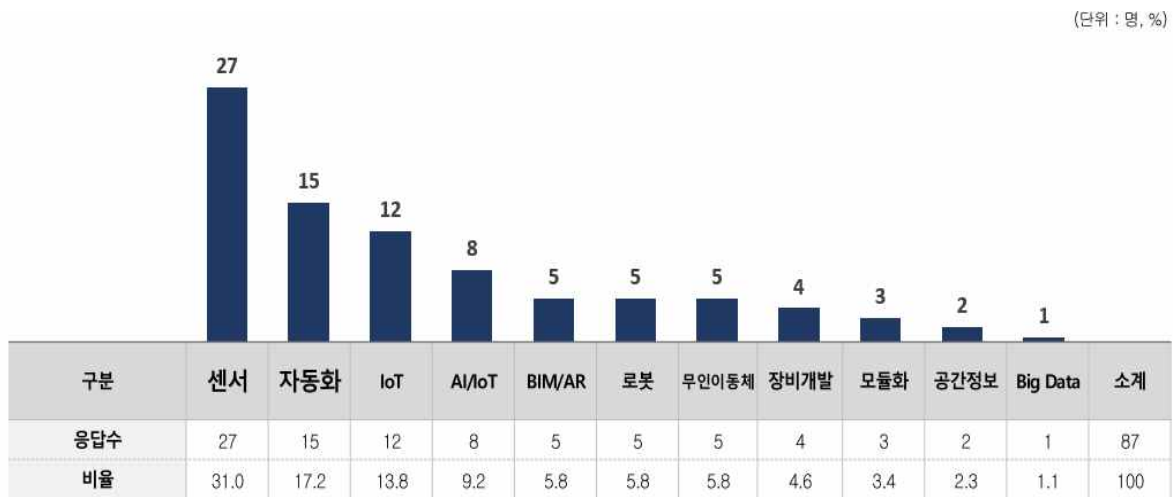
- (스마트 건설산업 활성화 저해요인) 일회성 기술 적용으로 인한 지속성 부재(19.1%), 대가부족 및 대가기준 부재(15.6%), 과도한 관련규제(12.7%)의 항목 등이 산업 활성화의 주요 저해 요인으로 도출
- 신기술마켓의 경우 결과 피드백이 부재하여 현장 적용 시 지속이 어려우며, 시범시공사와 실제시공사가 달라 성능평가 기준 및 대가 등에 대한 구체성 부족
 - MG/MC를 포함한 자율작업 건설기계 분야 선정과 기술개발을 지원하고 있으나, 실증/상용화 지원, 규제관련 이슈 등에 대한 주요 현안 해결 필요



[그림 2-48] 스마트 건설산업 활성화 저해요인 응답결과

○ (스마트 건설기술 성능평가가 필요한 주요 스마트 기술 분야) 스마트 기술 중 주로 센서(31.0%), 자동화(17.2%), IoT(13.8%)가 성능평가 필요 분야로 도출

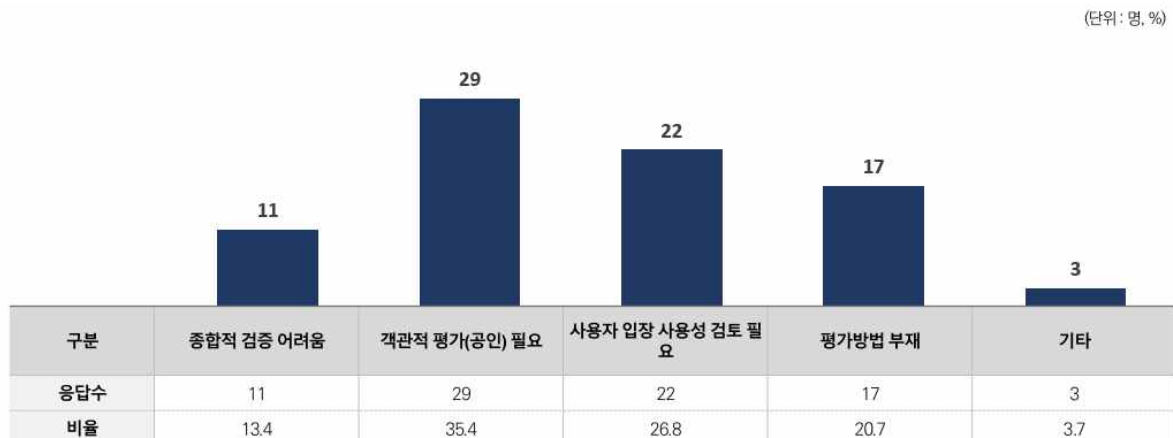
- 시설물 노후화 대비, 선제적 유지·관리 체계 확립을 위해 스마트센서, 자동화, IoT, 분야 기술들과 융합된 스마트 진단·유지·관리 기술 필요
- 스마트 시설물 구축을 위한 AI/IoT, BIM, 로봇 등 스마트 기술의 적용 및 활용이 필요한 시점에서 해당 기술들에 대한 성능평가 필요



[그림 2-49] 성능평가가 필요한 주요 스마트 기술 분야 대한 응답결과

○ (스마트 건설기술 성능평가 필요 사유) 객관적 평가(공인)(35.4%), 사용자 입장 사용성 검토(26.8%), 평가방법 부재(20.7%) 순으로 기술평가 필요성 제기

- 국내 앵커(정착부) 성능검증방법 및 시험소 부재에 따른 건설, 원자력 구조물 및 각종 기기 등의 콘크리트 고정을 위한 앵커 제품의 객관적 성능평가 필요
- 성능평가 초기 단계 내 기술개발 관련 실무자를 투입하여 사용자 입장에서의 기술 검토 및 비접촉식 측정장치 기반 지반 침하량의 실제값 측정을 통해 오차율 개선 필요



[그림 2-50] 성능평가 필요 사유에 대한 응답결과

□ 스마트 건설기술 관련 전문가 FGI(Focus Group Interview)

○ 건설기술을 사용하는 수요자 FGI를 통해 스마트 건설기술 비교평가 및 실증체계 미충족 수요 발굴

- 현장 기술자나 발주처의 수요자 요구사항이 반영된 비교평가 기준 및 프로세스 마련을 위한 기초 자료로 활용
- 이해 관계자들의 유형별 현 성능평가 체계 한계성과 첨단 안전 건설기술 성능평가 및 실증체계 방향성에 대한 자문

○ 검증절차 신뢰성 확보 및 표준화, 기술활용도 증대 등을 통한 생산성 향상 필요

- 기술 상용화 및 스케일업을 위해 산출물 검증이 필요하며, 스캐너, GPR 장비 분야의 경우, 결과 산출물에 대한 신뢰도가 확보되어야 스마트 기술 보급이 확대될 것으로 예상
- 장비의 경우 기업들이 자체적으로 TRL을 근거로 가이드라인을 적용하여 검증 하는 상태고, 기준 및 대가에 대한 구체성이 부족하여 검증절차 표준이 확보되지 않은 분야의 명확한 기술 정의 필요
- 공동 예산이 아닌 업체들마다 예산 사용의 자율성을 보장하여 자체적 계획에 따른 기술 적용 활성화를 위해 혁신제품의 스케일업을 통한 지속적인 제도 및 R&D 지원으로 생산성 향상 필요
- 신기술마켓을 통해 일회성으로 사용하고 있는 신기술에 대해 결과 피드백 제공을 통한 기술사용 지속성을 확대하고, 자동화 장비뿐만 아니라 4차 산업기술인 BIM, IoT 등의 융복합을 통한 생산성 향상 필요

○ 평가 구체성 확보 및 스마트 안전관리 시스템 구축 필요

- 공공성, 혁신성 평가와 달리 기술성 평가의 경우 전문가 평가 비중이 작고 상세지표가 미비하여, 초기 검증 단계에서 기술 개발자인 실무자 투입하여 평가의 구체성 및 현장 활용 증대 필요
- 근로자의 안전과 환경에 대한 명확한 목적과 기준이 필요하며, 문화제도적 지원 외에 현장 작업자를 위한 안전기술 개발과 적용 필요

□ 이해관계자 수요분석 분석 시사점

○ (스마트 건설기술 성능평가 절차 및 표준화 필요) 스마트 건설기술 성능단계 필요 사항(표준화된 성능평가 프로세스 53%), 성능평가가 필요한 사유(객관적인 평가는 35.4%) 응답결과에 따라 표준화된 프로세스 및 객관적 성능평가 필요

- 현재 표준화된 성능평가 프로세스가 없어 기업들이 자체 TRL을 적용하여 성능평가를 진행하고 있어 산출물에 대한 신뢰성 부재
- 중소기업의 경우 신기술 산출물에 대한 신뢰성이 부재할 경우 현장 기술적용 및 스케일업 단계에서 한계성 존재
- 국내 앵커(정착부) 성능검증방법 및 시험소 부재에 따른 건설, 원자력 구조물 및 각종 기기 등의 콘크리트 고정을 위한 앵커 제품의 객관적 성능평가 필요
- 지상스캐너, GPR, 드론 등과 같은 주요 건설기술에 대한 객관적인 성능평가 필요

○ (스마트 건설기술 성능평가 시 사용자 수요 및 현장 부합성 검토 필요) 스마트 건설기술 성능평가가 필요한 사유(사용자입장 사용성 검토 26.8%) 및 성능단계 필요 사항(발주처 현장니즈의 부합성 26.7%) 분석 결과, 사용자 수요와 현장의 부합성 검토 필요

- 성능평가 초기 단계에서 기술개발 관련 전문가인 실무자를 투입하여 사용자 입장에서 기술 검토 필요
- 변화된 토질환경에도 불구하고 MG/MC 기술은 그대로 적용하고 있어 현장 사용자 수요에 맞는 기술 적용 필요
- 비접촉식 측정장치를 이용해 지반 침하량의 실제값 측정을 통해 오차율 개선 필요

○ (스마트 기술 분야의 첨단안전 건설기술 성능평가 필요) 스마트 건설기술 중 성능평가가 필요한 주요 스마트기술 분야 응답 중 스마트센서, 자동화, IoT에 대한 비중이 62%를 차지함에 따라 해당 기술에 대한 스마트 건설기술 성능평가 필요성 확인

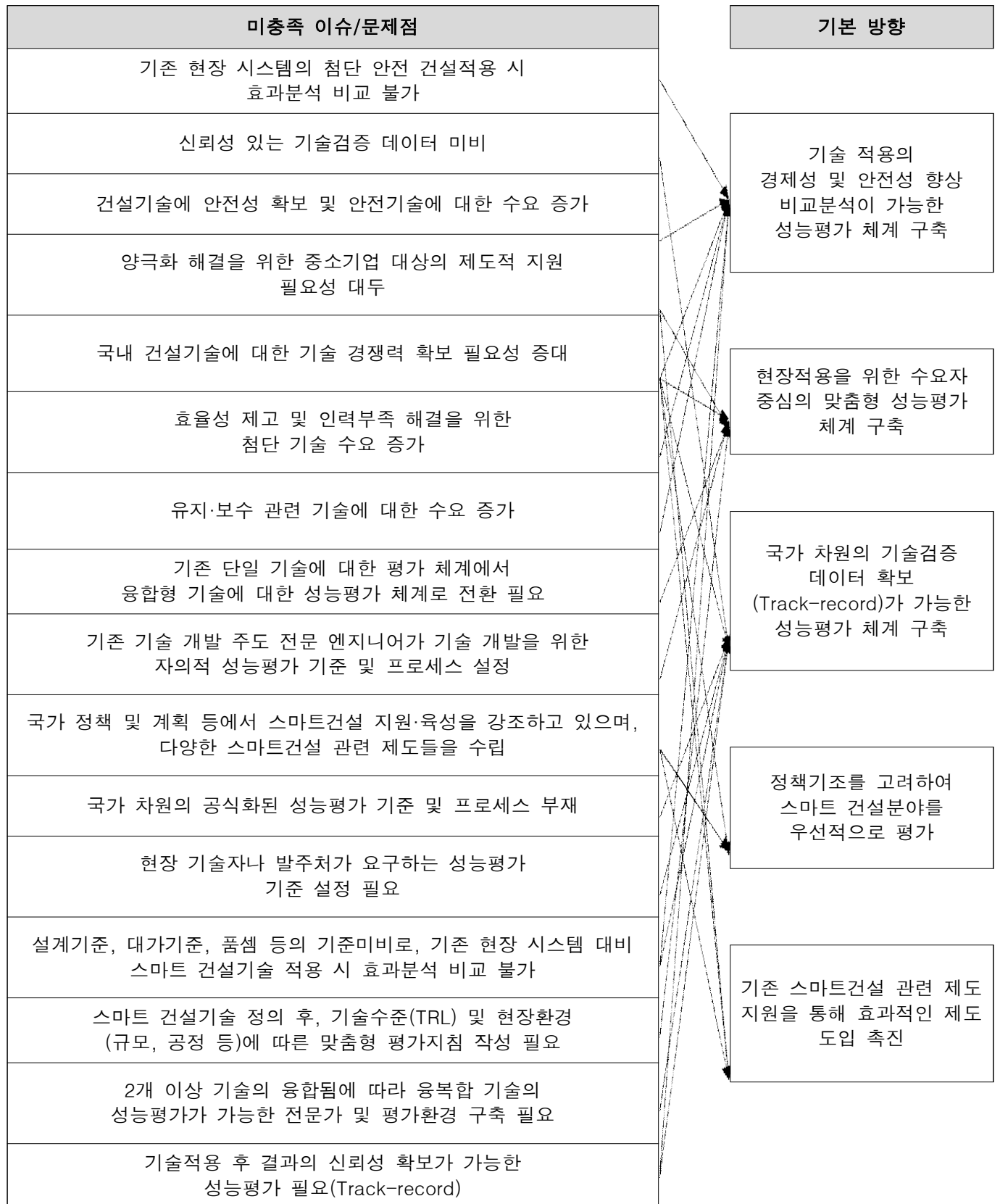
- 시설물 노후화 대비 선제적 유지·관리 체계 구축을 위해 스마트 센서, 자동화, IoT기술들과 융복합된 스마트 기술에 대한 성능평가 필요
- 스마트시설물 구축을 위한 AI/IoT, BIM, 로봇 등과 같은 기술의 객관적 성능평가 필요

○ (스마트 건설산업 활성화 저해요인 도출을 통해 개선 필요) 일회성 기술 적용으로 인한 지속성 부재, 대가 및 기준 부재, 과도한 관련 규제 등이 전체 47.4%를 차지함에 따라 해당 항목의 저해요인 검토 필요

- 결과 피드백의 부재로 신기술 마켓의 경우 기술적용이 일회성에 그쳐 성능검증을 토대로 중소기업 신기술 결과물에 대한 신뢰성 확보 필요
- 시범시공사와 실제시공사가 달라 성능평가 기준 및 대가 등에 대한 구체성이 부족하고, MG/MC와 같은 자율작업 건설기계 분야의 경우 관련 규제에 대한 현안 해결 필요
- 성능검증, 사용자 경험확대를 포함한 신규 시장정책 지원정책과 더불어 선진국을 중심으로 한 규제변화에 대한 대응 필요

2.3 사업 전략체계

□ 환경분석 및 수요조사를 통해 도출된 미충족 이슈를 기반으로 이를 해결하기 위한 사업 기본방향 설정



[그림 3-51] 기본방향 도출 프로세스

○ (기본방향 1) 기술 적용의 경제성 및 안전성 향상 비교분석이 가능한 성능평가 체계 구축

- (경제성) 실제 현장을 모사한 동일 환경 내 기존 기술 적용과 스마트 건설기술 적용을 경제성, 내구성, 품질, 시공성 등 동일한 평가기준으로 정량적 비교분석 필요

- (안전성) 스마트 건설기술의 안전성 확보 및 안전기술에 대한 수요 증가로 정량적 수치 기반의 안전성 향상 평가결과 필요

○ (기본방향 2) 현장적용을 위한 수요자 중심의 맞춤형 성능평가 체계 구축

- 현장 기술자나 발주처가 요구하는 수요자 요구사항이 반영된 성능평가 기준 및 프로세스 설정 필요
- 향후 성능평가 신청부터 평가관리, 사후 모니터링, 수요자(발주처) 의견 반영까지 일련의 기술 운영/관리가 가능한 “스마트 건설기술 통합 운영 시스템(안)” 구축 제시

○ (기본방향 3) 국가 차원의 기술검증 데이터 확보(Track-record)가 가능한 성능평가 체계 구축

- 관련 제도 정비, 기준 마련 전까지 활용할 수 있는 국가 차원의 공신력 있는 검증체계 구축 필요
- 기술개발 및 구축 이후 현장에 바로 적용되기 위해서는 신뢰성 있는 기술검증 데이터 확보 필요(Track-record)

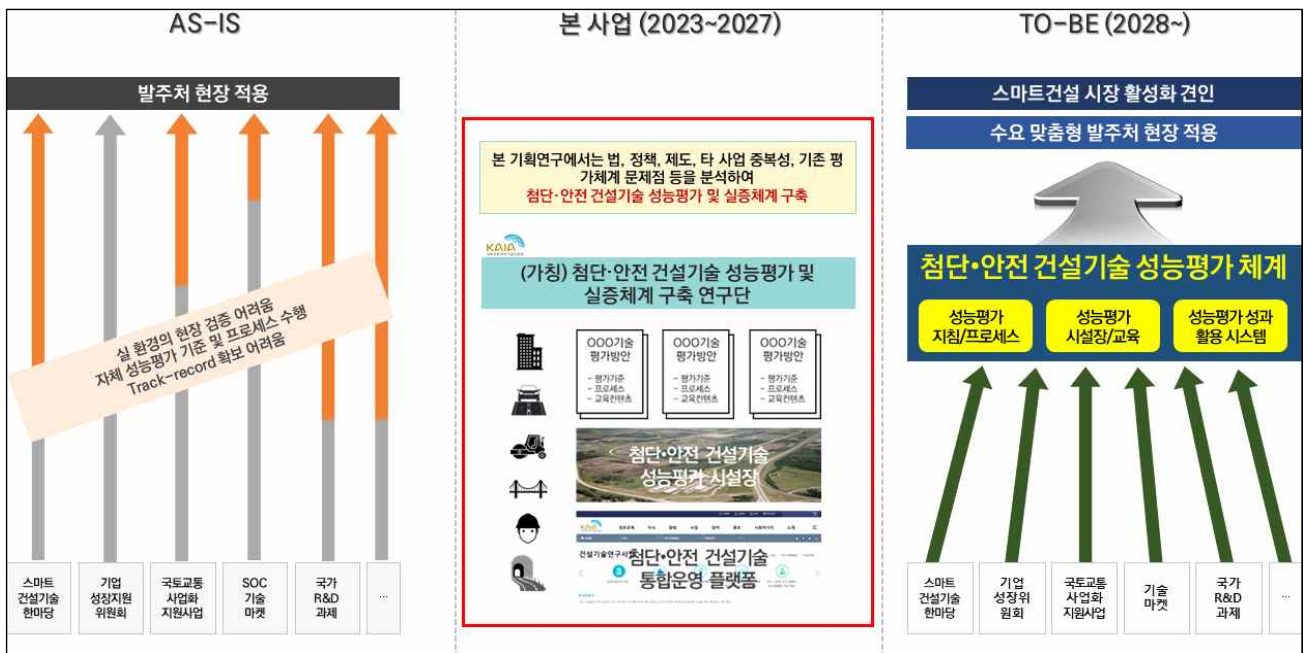
○ (기본방향 4) 정책기조를 고려하여 스마트 건설분야를 우선적으로 평가

- 스마트 건설기술 중 정책적으로 강조되고 있는 기술에 대한 비교평가 및 실증을 우선적으로 진행

○ (기본방향 5) 기존 스마트건설 관련 제도 지원을 통해 효과적인 제도 도입 촉진

- 다양한 스마트 건설 관련 제도들이 추진되고 있으나, 구체적이고 체계적인 현장평가 프로세스 부족으로 이에 대한 보완이 필요한 상황

□ 설정된 사업 기본방향을 기반으로 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계 미래상(As Is - To Be) 도출



[그림 3-52] 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계 미래상

○ 현 건설기술 성능평가의 문제점을 개선하고, 스마트 건설기술 현장 적용 확대 및 시장 활성화 지원

- (As-Is) 기존 건설기술 성능평가 과정에서 실 환경에서의 현장검증 어려움, 자체적인 평가기준 적용 및 프로세스 수행으로 인한 결과 신뢰성 부족, Track-record 확보 어려움 등 발생
- (To-Be) 스마트 건설기술 성능평가 체계를 통해 신뢰성 있는 실환경 성능평가 및 실증 체계를 통한 평가 및 Track-record 제공 하여 수요 맞춤형 발주처 현장 적용 및 시장 활성화 견인

<표 3-1> 스마트 건설기술 성능평가 체계 구축 As Is-To Be

As-Is	차별성	To-Be
건설신기술, 기술마켓 등 TRL 5~6 수준의 신기술 위주	대상기술 범위	TRL이 낮은 초기 개발 기술부터 상용화 기술까지 현장 적용을 위한 Track-record가 필요한 다양한 스마트 건설기술 대상
스마트 건설기술의 시스템 성능 혹은 장비 성능 중심의 평가	평가대상	경제성과 안전성 등 기술의 융복합 특성을 고려한 성능 평가
일반 평가기준을 반영한 개발자/벤더사 중심의 자체 평가기준 작성	평가기준	- 현장 요구사항(발주처, 대기업 등 기술 활용처) 반영 - 개발자-수요자(기술 활용처)-전문가가 함께 평가 시설 설계 참여 및 평가 기준 수립
- 현재 스마트 건설기술 관련 표준 부재 - 건설기준 등 스마트 건설기술이 고려되지 않은 기존 항목으로 구성	평가항목	- 스마트 건설기술 적용 효과분석을 위해 생산성/안전성 평가 가능한 항목※ 중심으로 구성 (※ 일본 NETIS 참조) - 향후 스마트 건설기술 관련 건설기준 구축 시 평가 항목 재구성 가능
단일기술 대상으로 최소 기준 달성 여부 등 평가	평가방법	실제 현장조건의 동일 평가환경 기반 스마트 건설기술 적용 전/후 평가
임의의 현장 부지	평가 시설 환경	실제 시공·유지·관리 현장환경 및 조건을 반영한 실 규모 형태
개발 당시 개발자 중심으로 설정한 평가 항목에 대한 평가 결과	평가결과 형태	- 해당기술 적용 전/후 항목별 데이터 수치 기반 보고서 - 생산성, 안전성, 내구성 등 동일 평가항목 대상으로 수치 기반의 비교분석 가능
- 국가시설장별 혹은 민간업체 자체적으로 성능 평가 수행 - 성능평가 결과에 대한 사후관리 미흡	운영관리	- 성능평가 신청부터 평가과정, 결과보고서 작성까지 일련의 운영관리가 가능한 단일 창구 형태의 통합 시스템 운영 - 성능평가 결과에 대한 체계적인 사후 관리 (수요처 및 기술 활용처/현장 관리자의 기술적용 사후평가 및 기술보완 등 피드백 관리)

□ 기존 연구 및 이해관계자 설문조사를 통해 수집된 수요(대상)기술을 기술영역으로 통합·융합하여 중점분야 후보를 도출하고, 기술영역에 대해 전문가 평가를 통해 중점분야 선정



[그림 3-53] 중점분야 선별 절차

○ 기술수요조사를 바탕으로 설정된 기술 영역들을 재분류하여 후보 중점분야 설정

- 기존 연구 및 수요조사를 통해 수집된 총 475개의 수요기술들을 대상으로 키워드 분석을 통해 세부기술 항목을 설정하고, 그룹핑을 통해 중점분야 후보군 설정
- 기술별 그룹을 바탕으로 중복기술을 제거하고, 세부기술별 통합 또는 융합을 통해 기타를 제외한 중점분야 후보군 7개 선정

○ 후보 중점분야별 구성 기술들에 대해 전문가 평가를 실시하여 최종 중점분야 도출

- 자문대상 : 국토안전관리원, 공간정보품질관리원, 건설기계부품연구원, 대기업 2인
- ‘추진의 타당성’, ‘파급효과의 크기’, ‘성공가능성’ 등의 평가항목을 설정하고, 각 항목별 세부기준을 마련하여 기술 영역 적합성 평가기준 수립

<표 3-33> 기술영역 적합성 평가기준

평가항목	세부기준	평가의 주안점
추진의 타당성	사업 전략 영역 적합성	• 사업에서 정의한 목표 달성에 기여 할 수 있는 분야인지 여부
	투자의 타당성	• 국가적 투자가 반드시 이루어져야 할 필요성(민간/시장에서 맡겨둘 때 이슈 해결이 안될 가능성)
	분야 영역의 적절성	• 성능평가 개선이 필요한 분야 여부 • 첨단 안전 건설기술을 대표하는 분야인지 여부
파급효과	파급도	• 성능평가 시 기술의 현장 적용 예상 빈도(높을수록 파급도가 큼)
	시장 성숙도	• 현장에서 분야 내 기술 활용(적용) 빈도(빈도수가 높을수록 성숙도가 높음)
성공 가능성	기술 역량	• 분야 성능평가 시설 구축 및 평가 기술 및 기법의 개발 역량
	기술개발 난이도	• 분야 내 구성 기술간의 유사 정도(유사성이 높을 수록 난이도가 낮음)

- 총 7명의 자문위원들이 후보중점분야에 대한 평가를 수행하여 다음과 같이 우선순위 도출

<표 3-34> 기술영역 적합성 평가의견

주요 평가의견
• 기술 영역 분류 시 “새로운 기술”과 “스마트기술로 개량한 기술” 구분하는 방법 고려
• 제시한 7개 기술 분류를 기술 크기와 경중을 고려하여, 최종적으로 2~3개 분류로 재편 필요
• 1~4 기술 분류는 눈에 보이는 성능평가 지표와 시장활성화 측면에서 필요성이 보이는 반면, 5~7 기술 분류는 가시화되지 않은 특성으로 분석 (3D, 모듈러는 아직까지 시기상조, 시뮬레이션 기술의 알고리즘은 오픈 안하는 특성을 지님)
• 건설은 디지털 트윈으로 불가능한 부분이라고 생각, 디지털 트윈은 가상 시뮬레이션인데 건설의 토공, 인허가 등은 가상으로 불가능하며 표준화되기 어려움 존재
• 스마트건설 정의 : ① 완전히 새로운 기술을 적용해 생산성을 높이는 것 / ② 기존 기술에 스마트기술을 적용한 것 (MG장비 등) • 두 가지 축(①, ②)을 가지고 기술평가에 대해서 많이 사용하는 것(사용성↑)에 우선순위를 둘 것, 하지만 모두가 쓸 수 있는 환경이 아니기 때문에 기기의 성능을 평가하면 안 됨, 추가 장비를 적용했을 때 기존 대비 생산성이 얼마나 확대되는지 등으로 접근
• 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술은 종류와 생산 업체가 너무 많아 표준적인 평가 어려움
• 현재 근로자의 안전은 고용노동부의 담당으로, 국토부에서도 고려해야 하지만 본 과제에서 수행하고자 하는 성능평가 체계 특성상 너무 방대한 건설현장 환경 조성 및 실환경에서의 테스트 요건 수립, 평가기준 수립 등 어려움 존재
• 안전을 ‘근로자 대상’과 ‘시설물 대상’으로 구분 필요→ 본 과제에서 접근하기 쉽지 않은 상황 • 본 과제에서는 3 시설물 대상으로 초점을 맞춰 신기술 성능평가 하는 것이 적절하다고 판단
• 안전 분야에 있어 문제는 매뉴얼(안전모 착용 방법, 장비 작동 방법 등)이 없다는 것임. 또 건설현장 전 과정이 스마트로 진행되어야지 MG 장비 하나 추가했다고 생산성이 극적으로 높아지는 것은 아닌 상황 • 근로자 안전과 관련한 건설안전 장비 성능평가에 대해서는 고용노동부 또는 산업통상자원부가 주관으로 보이며 국토교통부도 밀접한 관련이 있으므로 이에 대한 사전 조율 필요

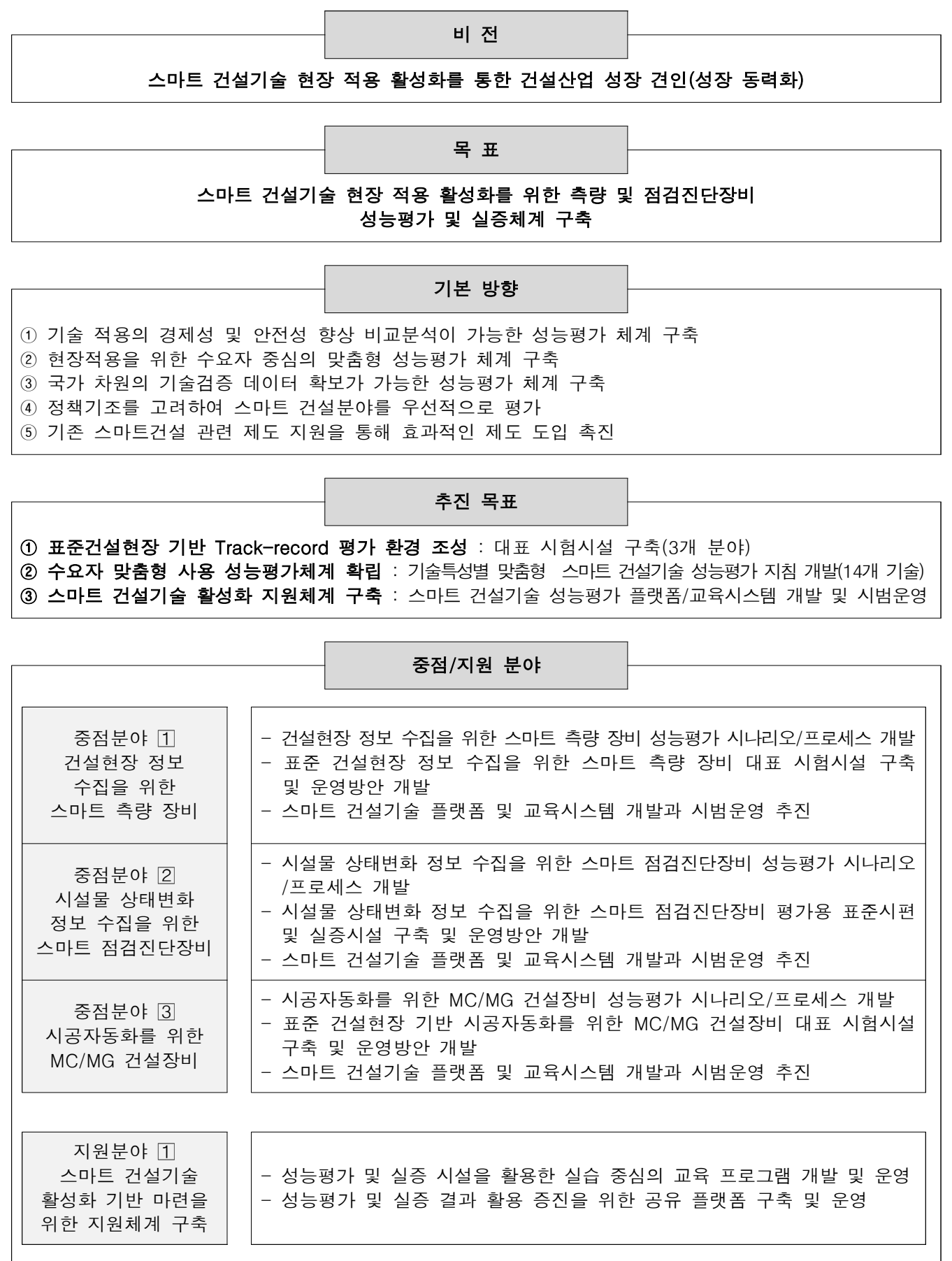
주요 평가의견

- 국토안전관리원 5대 : 댐, 옹벽, 사면, 일반교량, 특수교량 중 현재 교량 등에 대해서도 드론으로 측량을 할 수가 없어서 어려움 존재
 - 즉 검증이나 성능평가를 추진할 곳이 없다는 이야기로, 연천이라는 훌륭한 종합 테스트베드장이 있으나, 사용자 입장이 잘 반영되어야 할 듯 하고 이것이 잘되면 현재 공간정보품질관리원에서 추진 중인 과제에도 연계 가능
-
- KICT가 융합+생산성 측면이라면 공간정보품질관리원에서 추진 중인 과제는 정확도+생산성 측면으로 해석
-
- 실제 건설현장과 비슷한 여건 + 우천 시 등에 대해서도 성능이 잘 발휘되어야 하나 스마트안전 장비 현장 적용 시 우천 등과 같은 기상환경 뿐만 아니라 비정형인 현장 환경이 매우 다양하기 때문에 표준화하기 매우 어려움. 대우건설의 실내 안전체험장의 경우 국토안전관리원과 MOU를 체결, 국토교통부에서 드론시험장 만들려면 통일 필요
-
- 생산기술연구원 내 국가산업융합지원센터에서는 실사용 공간과 유사한 환경에서 사용자가 직접 제품 및 서비스를 이용해 사용자 경험을 제품 개발에 반영하는 스마트 안전리빙랩 운용
 - 안전 제품의 경우 매우 종류가 다양하기 때문에 사용 제품 유사 환경 조성에 1~6개월 소요
-
- 자동화 장비 등 기존 장비에 융합하여 TRL이 높은 기술들은 현재 건설현장에서 많이 활용 중
 - 문제는 TRL이 낮은 것들인데 어떻게 성능평가를 할 수 있을지 우려, 단위를 쪼개서 각각 레벨별로 하는 것이 어떨지
-
- 기술 적용의 목적도 생각해야 함, 구조물 안전이 최종 목적이니 거기에 집중 필요
-
- 산업통상자원부는 장비성능 측면이고 KICT는 어떤 식으로 기술 성능을 보이는가에 대한 측면의 접근 시도 필요
-
- 기술 성능평가를 위해 현장 적용 실적이 요구되나 여건이 마땅치 않아 실적이 없어 발주처도 고려 안하는 상황
 - 시간은 좀 걸리겠지만, 먼저 1~2개 선택 후 적용해서 성능평가하고 그 다음에 전반적인 성능평가를 해야 하지 않나, 대상 기술 중 무조건 현장에 적용할 수 있게 강제성(예 코드 활용)을 가지면 적용이 더 잘되지 않을까
-
- 아시아 특히 방글라데시의 경우 우리가 장비 하나로 해결할 것에 수백명의 인력이 투입돼, 스마트건설과 연계해보면 적게 투입하고 빨리 끝내는 게 기술력이 있는 것, 즉 원가 절감과 공사비 절감(기술 적용)인데, 위험요소가 많은 부분에 대해 장비로 대체하면 현장에서 더 낫지 않을까
-
- ‘첨단’의 범위가 어디까지인지 고민필요
 - 기존의 59%가 미교정 상태로 시험 진행, 40%만 국가표준에 의해 검증되는데, 검증체제가 시장 컨트롤 목적은 아님, 검증을 받아 산업을 육성하는 방향으로 고려 필요
-
- 안전진단의 경우, 스캐너로 균열 탐지 등 원래 장비성능으로만 현장 적용이 안 되는 상황
 - 영상 해상도 등으로 적합도 확인, 따라서 안전진단은 장비성능과 무관, 장비를 많이 활용한 노하우로 평가되는 경우 많, 장비의 우수성 < 기술성 등의 현상 발생
-
- 장비를 성능평가할지, 기술을 성능평가할지 생각해 볼 문제
 - 123 지표는 일정 기준 이상이면 합격 등으로 이해 가능, 그런데 4567은 디테일을 높이거나 삭제해야 할 듯, 1234와 4567의 기술레벨이 다른 것으로 분석
-
- 우선순위를 따지기 위해 567을 보면, 2015년 대우건설 로드맵을 보면 반자동화 등 모듈러는 맨 뒤 단계(시공자동화)로 분류함, 모듈러는 사실상 시공장을 가지고 있는 데서 쓰니까, 근데 사실 시장성이 없음
 - 3D프린팅 시장 손에 꼽을 정도로 많지 않음, 아파트설계 시 문이 획일화되어서 백화점처럼 한번 시도해보자 했는데 결국 안함, 수요가 많지 않아 시장이 안 열림,
 - 즉 567은 시장기술로 대체될 것이 나오면 대체될 수 있는 부분이라고 생각, 이 부분은 각자의 경쟁력이다 보니 공개하려고 하지 않을 것
-
- 3D 프린팅은 좀 더 시장성 구축 후 진행해도 무방
 - 시뮬레이션의 경우, 실무 건설인력에게 IT(표준화 플랫폼 구축 등) 설명하면 어려운데 반대는 이해가 빠른 상황으로, 567은 평가단계가 아니라고 생각함
-
- 성능평가를 위한 중점 분야 우선 선정을 위해서는 성능평가 관련 법, 코드 등과 연계할 수 있는 중점 분야 선정 필요

<표 3-35> 선정기준별 평가결과

순위	중점분야명	사유	선정
1	건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비	- 국내외 현장에 가장 널리 사용 중 - 현재 성능에 대한 정확성은 현장 자체에서 검증 - 스마트 측량 장비에 대한 관련 건설기술코드 개발 중으로 성능 평가체계 구축으로 높은 현장파급효과 예상 - 장비뿐만 아니라 건설기술코드의 적절성에 대한 평가도 필요 - 정확도와 생산성 측면으로 성능평가 필요	○
2	시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비	- 점검진단이 필요한 노후화 구조물 급증 전망 - 현재 점검진단장비의 상당수가 미교정 - “시설물 점검 및 진단장비 검인증을 위한 성능평가기술 개발” 등의 연구과제 기수행으로 다양한 스마트 점검진단장비에 대한 성능평가 필요성 제기 - 국내외 현장 보급 단계인 스마트 점검진단장비에 대한 성능평가 체계 도입으로 높은 현장파급효과 예상	○
3	시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비	- 해외에서 가장 널리 보급되어 있고 국내 현장 적용 확대 중 - MC/MG 건설장비에 대한 건설기술코드 일부 제정 완료 및 예정으로 높은 현장 파급효과 예상 - 장비 뿐만 아니라 건설기술코드의 적절성에 대한 평가도 필요 - 생산성 측면에서 성능평가 필요	○
4	첨단·안전 현장 모니터링 시스템	- 대상 기술 종류와 생산업체가 매우 많아 표준적 평가 어려움 - 근로자의 안전은 고용노동부 담당이며, 성능평가는 산업통산자원부 주관으로 보이나 국토교통부도 안전과 밀접한 관련이 있으므로 이에 대한 사전 조율 필요 - 비정형 현장환경과 다양한 기상환경 등이 스마트안전장비에 대한 표준성능평가 환경 조성에 어려움 - 스마트 안전리빙랩 등에서는 이미 안전제품에 대한 성능평가를 수행하고 있으나, 제품 종류가 매우 다양하기 때문에 사용 제품 유사 환경 조성에 많은 시간 소요 - 산업안전보건인증원에서 KCS인증, S마크 등의 제도 운영하고 있으며, 기존 제도와 연계 방안 고려 필요 - 상기의 여러 가지 사항을 고려하여 추후 추진 - 구조물에 대한 첨단 모니터링 시스템은 이미 시장에 널리 활용	△ (부록 1 참조)
5	첨단 3D 프린팅 기술	- 3D 프린팅 기술 활용 재료에 대한 성능평가는 기존 품질관리기준으로 평가 가능 - 시공기술은 아직 초기 개발단계로 경제성 및 실용성에 대한 연구가 진행 중이며 현재는 시장성이 낮음	×
6	첨단 모듈러기술	- 모듈러 기술에 대한 성능평가는 설계, 단위모듈 구성, 재료, 접합부 처리, 생산, 운송 및 시공 기술을 총괄적으로 평가하는 방법 제시 필요 - 또는, 제작/운송/조립 각 단계에 대한 성능평가가 필요하며 대표 시험시설을 이용한 성능평가는 불필요 - 기술 도입 초기단계로 시장성이 낮아 파급효과가 낮음	×
7	첨단·안전 시뮬레이션 기술	- 건설은 디지털 트윈 적용이 불가능한 부분 존재 - 시뮬레이션 제품은 GS인증 등을 통해 사용자가 지정하는 기능이 정상적으로 작용하는지 여부 판단 가능 - 시뮬레이션 기술에 대한 현장 정상 작동 여부는 현장 기술자 관점에서 평가를 해야 하지만, 알고리즘 등은 일반에게 공개하지 않기 때문에 성능평가에 어려움 - 시뮬레이션 기술 적용 대상 구조물이 매우 다양하며, 시뮬레이션 기술 종류가 매우 다양하여 표준환경의 성능평가 실용성 낮음	×

□ 스마트 건설기술 현장 적용 활성화를 통한 건설산업 성장 견인(성장 동력화)이라는 비전하에 37자의 기본방향과 추진목표 수립



[그림 3-54] 사업 전략체계(안)

- (추진목표 1) 표준건설현장 기반 Track-record 평가 환경 조성을 위해 첨단 건설현장정보/시공자동화/시설물 안전성능 평가 대표 시험시설 3개 구축
 - 3차원 건설현장 정보 기반의 수집, 비교가 가능한 성능평가 시험시설 구축(건설 시공정보가 포함된 시험시설)
 - 건설 시공자동화 기술 성능평가 대표 시험시설 구축(토공 시공 자동화 시험장, 포장 시공장비 자동화 시험시설 등)
 - 시설물 안전관리를 위한 첨단 안전성능 평가시설 구축(비파괴기법 표준시험 기반의 실내 시험장, 외관조사를 위한 모형 표준시설물 시설 등)
- (추진목표 2) 수요자 맞춤형 성능평가체계 확립을 위해 기술특성/프로세스별(수집-시공-관리) 맞춤형 성능 평가를 도입하고, 스마트 건설기술 성능평가 지침 3개 분야 총 14개 개발
 - 기존 기술의 성능평가는 개발자 자의적 기준에 의한 평가로 사용자 요구에 맞는 맞춤형 성능평가로 전환
 - 첨단 기술 특성별 성능평가 지표(경제성, 안전성, 내구성, 품질, 시공성, 환경) 도출 및 적용(예, 건설정보 수집기술 : 경제성, 안전성 초점, 시공자동화 기술: 안전성, 시공성 초점)
 - GNSS, 자이로스테이션, 모바일매핑시스템, 드론, GPR 등을 활용한 첨단 건설정보 수집 기술에 대한 성능평가 지침 5개 개발
 - 굴삭기, 도저, 롤러(성토용, 포장용), 그레이더 등을 활용한 시공자동화 기술에 대한 성능평가 5개 지침 개발
 - 외관조사(로봇형, AI형), 내구성 조사장비(투과형), 계측(디지털 센서 고도화) 등 첨단 시설물 안전성능 평가 기술에 대한 성능평가 4개 지침 개발
- (추진목표 3) 스마트 건설기술 활성화 지원체계 구축을 위해 스마트 건설기술 성능평가 플랫폼 및 교육시스템을 개발하고 시범운영 추진
 - 기존 기술과 비교 용이한 성능지표 비교 기능
 - 대상 기술에 대한 성능평가 데이터 관리 및 Track-record 기능
 - 성능평가 결과에 대한 공표 기능
 - 사용자 기술 탐색이 용이한 기술 매칭 기능 등
 - 첨단 기술 시연 및 습득이 용이한 현장 실습 위주 교육 커리큘럼
 - 비대면 메타버스, XR 등의 기술 활용하여 첨단안전 기술장비 등을 가상세계에 구현한 기술자 교육장 구축 및 콘텐츠 개발 (VR·AR 콘텐츠 사용 환경구축)
 - 기술자 교육 시스템 운영·관리 매뉴얼 개발 및 시범운영
- 사업의 추진 목표와 중점분야별로 연구내용을 고려하여, 성과지표 및 목표치 설정
 - (사업목표) 스마트 건설기술 현장 적용 활성화를 위한 측량 및 점검진단장비 성능평가 및 실증체계 구축
 - 표준건설현장 기반으로 Track-record 평가가 가능한 환경을 조성하고, 수요자 맞춤형 성능평가체계 확립
 - 성능평가체계를 통해 스마트 건설기술 활성화를 위한 지원체계 구축
 - (성과목표) 사업 목표 및 추진 목적을 고려하여 3개의 성과목표 설정
 - 기술특성별 맞춤형 성능평가 도입을 위한 지침 개발
 - 스마트 건설기술 성능평가 대표 시험시설 구축
 - 스마트 건설기술 성능평가 플랫폼/교육시스템 개발 및 지원체계 활성화

사업목표	스마트 건설기술 현장 적용 활성화를 위한 측량 및 점검진단장비 성능평가 및 실증체계 구축		
성과목표	건설현장 기반 Track-record 평가 환경 조성	수요자 맞춤형 사용 성능평가체계 확립	스마트 건설기술 활성화 지원체계 구축
성과지표	성능평가 지침 수립 건수 성능평가 적용 건수 정책반영율	시설 구축율 시설 운영 지침 성능평가 수행 건수	교육만족도 플랫폼 구축율 플랫폼 활용 만족도 시스템을 통한 현장적용 건수

[그림 3-55] 스마트 건설기술 성능평가 성과체계도

○ (성과지표) 성과목표별로 해당 목표를 효과적으로 달성 가능한 지표 수립

- 성능평가 지침 수립 건수 및 성능평가 적용 건수를 측정하여 성능평가 지침 개발 정도 측정
- (성능평가 지침 수립 건수) 스마트 건설기술 평가를 위해 Track-record 평가 환경을 조성에 필요한 중점분야별 세부기술 성능평가 지침을 개발하고, 개발을 통해 수립된 지침 건수를 측정
- (성능평가 지침 적용 건수) 동 사업을 통해 개발된 기술별 성능평가 지침이 실제 스마트 건설기술 성능평가 적용 여부를 측정하기 위한 지표로 성능평가 지침 적용 건수 설정
- (정책반영율) 동 사업을 통해 개발된 스마트 건설기술 성능평가 지침 등의 정책활용도를 확인하기 위해 제안건수 대비 반영건수의 비율 측정
- 시설 구축율, 시설 운영 지침, 성능평가 수행 건수 등을 측정하여 대표 시험시설 구축 정도 측정
- (시설 구축율) 스마트 건설기술 성능평가를 위한 대표 시험시설의 구축의 진행도를 확인하기 위해 계획된 기능 대비 구축 기능 수 측정
- (시설 운영 지침) 동 사업을 통해 구축된 대표 시험시설들을 효율적으로 운영하기 위해 개발된 지침 수 측정
- (성능평가 수행 건수) 중점분야별 스마트 건설기술 성능평가 대표 시험시설을 통해 수행된 평가 수행 건수를 측정
- 플랫폼 구축율 등을 통해 지원체계 구축정도를 확인하고, 교육만족도, 플랫폼 활용 만족도, 시스템을 통한 현장적용 건수 등을 통해 개발된 지원체계의 활성화 정도 측정
- (교육만족도) 개발된 교육 프로그램의 효과성을 측정하기 위해 교육 참여자 대상으로 교육 만족도 측정
- (플랫폼 구축율) 스마트 건설기술 활성화를 위한 공유플랫폼 구축 진행도 확인이 가능하도록 플랫폼 구축율 설정
- (플랫폼 활용 만족도) 스마트 건설기술 활성화를 위한 공유플랫폼의 활용여부 및 효과성을 측정
- (시스템을 통한 현장적용 건수) 플랫폼에 등록된 스마트 건설기술이 플랫폼을 통해 건설현장에 적용된 건수를 측정

○ (목표치 설정) 각 중점분야별로 세부 기술과 소요예산 등을 고려하여 각각의 목표치 설정

<표 3-37> 성과지표 및 목표치

성과지표	중점분야별 목표치		
	건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비	시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비	시공 자동화를 위한 MC/MG건설장비
성능평가 지침 수립 건수	5건 이상	4건 이상	5건 이상
성능평가 지침 적용 건수	10건 이상	8건 이상	10건 이상
정책반영율	80%		
시설 구축율	100%	100%	100%
시설 운영 지침	1건	1건	1건
성능평가 수행 건수	연 10건 이상	연 10건 이상	연 10건 이상
교육만족도	90%		
플랫폼 구축율	100%		
플랫폼 활용 만족도	90%		
시스템을 통한 현장적용 건수	3건 이상	3건 이상	3건 이상

2.4 중점분야별 상세기획

2.4.1 개요

- 중점분야에 대한 개념 설정 후 국내외 환경분석 및 특허·논문 분석을 통해 추진 필요성 도출
- 분야 개념 정의 및 관련 키워드 도출 후 이를 바탕으로 특허 및 논문 분석
- 기술영역별 전문가 우선순위평가를 통해 추진 세부기술 선정
- 실증시설 및 성능평가 유무, 수립 난이도, 시장 성숙도, 기술 역량, 성능평가 파급도 등 7개의 평가항목을 설정하고 전문가를 대상으로 정량적 평가를 실시하여 점수합계에 따른 우선순위 결정

<표 2-38> 성능평가 시나리오/프로세스 개발 대상 세부기술 우선순위평가 항목 및 기준

항목		평가 기준
실증 시설	실증시설 유/무	관련 성능평가 시설 유/무
	실증시설 구축난이도	성능평가 시설 기존 시설 개량 또는 신설 시 투입자원(구축 기간, 인력, 비용) 정도
성능 평가	성능평가(안) 유/무	성능평가 및 실증에 필요한 시험법, 기준 등의 지침/규정의 유/무
	성능평가(안) 수립 난이도	세부분야(과제) 기존/유사 성능평가(안)과 중복 정도, 표준환경 기준 도출 난이도 등을 고려한 성능평가(안) 수립 난이도
시장 성숙도		현장에서 세부분야(과제) 사용(적용) 빈도
기술 역량		세부분야 성능평가 시설 구축 및 평가 기술 및 기법의 개발 역량
성능평가 파급도		성능평가 시 기술의 현장 적용 예상 빈도(높을수록 파급도가 큼)

- 스마트 건설기술의 성능평가 시 평가항목을 검토하기 위해 세부기술 성능평가 항목 설정
- 경제성, 안전성, 내구성, 품질, 시공성, 환경 등에 대한 상세지표를 설정하고 전문가를 통한 항목별 적정성 및
중요도 검토

<표 2-39> 세부기술 성능평가 항목(안)

대분류	중분류	소분류 (변경 가능)
경제성	초기비용 (초기도입비용)	
	사용 중 발생비용 (렌탈비용)	
	기타 (유지·관리비용)	
	총비용	
안전성	시공 단계	작업자 사고
		구조물 사고
	유지·관리 단계	작업자 사고
		구조물 사고
내구성	주기능	기능 확인
	형상	크기, 무게
	내구성	기능유지
품질	성능	적용 범위 등
	완성도	현장관리주체
		정밀도

대분류	중분류	소분류 (변경 가능)
시공성	시공합리성	기간
		작업 성능
	적용 범위	적용조건 및 범위
	관리	장치점검 주기 등
	난이도	숙련공 의존도
환경	작업환경	소음
		분진
	작업자 환경	작업자 부담(피로도)

※ 본 과제에서 최적의 성능지표 도출

□ 중점분야별로 대상 세부기술에 대한 연구내용을 고려하여 추진 로드맵 제시

- 각 중점분야별 특성을 반영하여 성능평가 시나리오 및 프로세스 개발과 시설구축, 활성화 지원체계 개발에 대한 로드맵 수립
 - (성능평가 시나리오 및 프로세스 개발) 중점분야별 평가 시나리오 및 프로세스 개발을 위한 평가 항목을 설계하고, 4차년도까지 개발을 완료하여 5차년도에 검증 및 보완 실시
 - (성능평가 시설 구축) 중점분야별 평가시설 구축을 위해 2차년도까지 기본·실시설계하고 4~5차년도까지 시험시설을 구축하여 이후 시범운영
 - (활성화 지원체계 구축) 2차년도까지 시스템 및 교육을 위한 설계·구축을 수행하고, 이후 시범운영 및 검증 수행

구분	2023	2024	2025	2026	2027
중점분야 ① 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비	항목 설계	건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비의 성능평가 기술			검증/보완
			운영방안 수립		
		기본/실시 설계	건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비 대표 시험시설		시범운영
중점분야 ② 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비	항목 설계	시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비의 성능평가 기술			검증/보완
			운영방안 수립		
		기본/실시 설계	시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비 평가용 표준시편 및 실증시설		시 범 운 영
중점분야 ③ 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비	항목 설계	시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비의 성능평가 기술			검증/보완
			운영방안 수립		
		기본/실시 설계	시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비 대표 시험시설		시범운영
지원분야 ① 스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 지원체계 구축		교육 설계	교육 프로그램 운영		
		시스템 설계	시스템 구축	시범운영	
				검증/피드백	

[그림 1-56] 중점분야별 추진로드맵(안)

2.4.2 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비

□ 중점분야 개요

○ 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비의 개념

- 시공 중 실시간으로 변화하는 현장 건설정보를 수집하기 위해 지상고정식, 지상이동식, 드론 활용, 영상 기반, 지하정보 탐사, GNSS 등 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비에 대한 성능 및 우수성을 평가하는 실증체계 구축

○ 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비의 필요성

- 국토정보지리원에서 추진하는 '제2차' 국가측량기본계획에 따른 표준시방서, 품셈 등 국가건설기준 기반 실제 환경에서 장비/기술의 성능평가 필수
- 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비에 대한 공기 및 원가 절감 등에 대한 우수성 관련 정량적 평가를 통해 관련 기술에 대한 공감 및 확산 필요
- UAV, UGV 등의 공중 또는 지상 무인 이동체와 영상/레이저스캐너를 결합한 3차원 현장 맵핑기법 도입

□ 중점분야 환경분석

○ (관련 정책 및 제도 동향) 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비 활성화를 위해 신설되는 기준에 적합한 성능 평가 프로세스 필요

- 국토교통부에서는 스마트건설 지원을 위한 고품질 측량데이터 구축 및 관련 제도, 기준 마련을 위한 전력과제 추진
- (제2차 국가측량기본계획 수립 및 발표) 품질향상/데이터 혁신/ 융복합 확대/거버넌스 측면에서 추진전략 제시
- (측량기준 개선) 미래 건설, 시설물 유지·관리 대응을 위한 측량기준(KDS/KCS 10 30 00) 보완 및 신규 공정에 대한 기술 개발 추진

- 건설분야 내 다양한 목적으로 활용 가능한 측량기술 및 장비에 대한 표준시방서 및 작업지침서 부재
- (모바일 매핑, MMS) 현재는 지도 제작에 대한 규정만 있으나, 설계 및 시공 중 공사 현장에서 MMS 확대 예상
- (지상 LIDAR) 시공자동화 시스템에 의한 머신 가이던스(MG) 시공에 따라 토공량 산정 및 검사측량 장비로 활용 가능
- (드론-영상) 무인비행장치 측량은 3차원 영상을 통한 시설계획 및 설계, 시공관리 및 공사량 산정 등 활용 가능
- (드론-LIDAR) 3차원 레이저 통한 데이터를 이용 시공자동화 시스템에 의한 머신 가이던스(MG) 시공에 따라 토공량 산정 및 검사측량 장비로 활용 가능
- (금속·비금속 관로 탐지 장치, GPR) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제92(측량기기의 검사) 및 그 시행령 제97조(성능검사의 대상 및 주기 등)
- (추적형 토탈스테이션, ART) 교량, 댐, 터널 등 주요 시설물의 정확한 위치 결정 및 변위량을 산정하기 위한 유지·관리 및 검사측량 장비로 활용 가능
- (자이로스테이션) 장대교량, 긴 지하터널 등의 방향각 산정 및 정확한 위치 결정의 필수장비로 활용 중
- (연직도측정기) 초고층건물 및 지하터널 등의 수직도 산정 및 정확한 위치 결정의 필수장비로 활용 중
- 선진국에서는 정책적으로 첨단 건설기술 적용 사례 홍보 및 확산
- (일본) 일본 국토교통성에서는 스마트건설 활성화를 위한 I-CONSTRUCTION 정책 추진

- 스마트건설챌린지 2020 중 첨단측량 분야 수행

- (현장 디지털 맵제작) 제공된 토공현장의 설계정보를 기반으로 드론, 3D 스캐너, 라이이다 등을 이용한 현장 디지털 맵 제작 및 성능 평가 수행을 통해 우수기술 선정

○ (관련 산업 동향) 디지털 건설현장 정보수집 장치 및 기술의 객관적 성능 확인 필요

- 매년 해외 측량산업 규모 증가 및 타분야 융복합 활용 산업 급성
- 13년 1,936억 달러에서 20년 4,392억 달러, 24년 5200억 달러로 성장 예상
- 일본에서는 I-Construction을 통해 첨단 건설정보 수집 기술 활성화 단계
- 레이저스캐너(LS), UAV를 이용한 공사 현장 정보 습득 기술 현장 적용에 대한 사례집 발간을 통해 공사 기간 단축, 정밀도, 시공 성능, 품질, 안정 등의 항목에 대해 첨단 건설정보 수집 기술 활용 장점에 대한 사용자 피드백 도출

- 드론, 라이다, 레이저스캐너 등을 활용하는 건설 현장 확대
 - 첨단 건설정보 수집장치별로 조사한 결과 건설현장 내 드론을 활용한 업체가 20곳으로 가장 많았고, GNSS가 14곳, GPR이 12곳, 모바일 매핑시스템(MMS) 7곳 등 순으로 조사
 - 일부 장비의 경우 국내 성능평가 시설장 활용이 가능하나 건설현장 특성을 고려한 기술/장비의 성능평가 기준 및 장소 부재
 - (MMS) 연천SOC실증센터에 “정밀도로지도 제작”을 위한 “저속차량 탑재형 MMS성능평가 시설” 보유
 - (무인이동체) 강원도 영월, 충북 보은, 경남 고성에 드론 전용 비행시험장 운영
 - (금속·비금속 관로 탐지 장치) 성균관대 측량기술센터, 한국도로공사 도로안전시설 성능시험장, SQ 엔지니어링의 GPR 테스트베드, 연천 SOC실증센터의 “한국형 지하공간 테스트베드” 등 존재
- (관련 기술 동향) 최근 급성장하는 측량기술 및 장비 추세에 맞춰, 건설현장 내 안전성을 확보한 기술도입을 위해서는 성능평가 환경구축 필요
- 국내 건설분야 대기업은 드론을 활용한 ICT 기반 측량 기술개발 및 현장 적용을 활발히 수행
 - (두산인프라코어) 3차원 드론 측량, 토공량 계산 등을 전용 클라우드 플랫폼에 적용하여 작업계획 수립 및 현장 작업지원이 가능한 건설현장 종합관제 솔루션 ‘사이트 클라우드’ 개발하고 인천 검단지구 택지개발에 적용
 - (DL이앤씨) 건설현장 내 드론으로 측량된 데이터가 드론 플랫폼에서 3차원 영상으로 구현되어 토공사 진행 상황, 토공량 산출 등에 활용
 - (SK텔레콤) 한국건설기술연구원, 트림블, 현대건설기계 등과 함께 초정밀 라이다 장착 드론을 이용하여 현장상황에 구애받지 않고 토공량, 땅 높이 등을 산출할 수 있는 도로공사 솔루션 실증 완료
 - 국가 R&D에서는 주로 설계-시공-유지·관리 전 단계에 걸쳐 무인이동체(드론), 영상 등을 활용한 정밀측량 데이터 기반 활용기술 개발 수행 중

□ 연구내용

○ 우선 추진 세부분야 및 공통 평가 항목

- (문헌 및 전문가 자문을 통해 세부분야 도출) 관련분야 문헌자료 및 전문가 자문을 통해 세부분야 및 비교평가를 위한 시설&장비(안) 도출
 - 중점 내 세부 분야 구성은 건설정보 수집 관련 전문가 논의를 거쳐 지상고정식, 이상이동식, 드론 활용 방식, 지하탐사용, 수심탐사용으로 구분하고, 각 분야 내 적용되는 주요 장비로 분류하여 평가

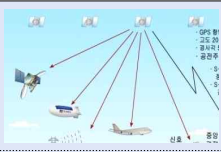
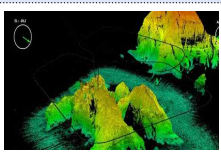
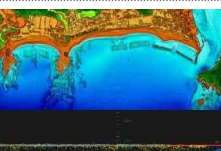
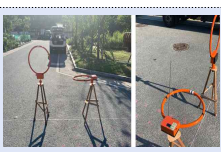
<표 2-40> 후보 세부분야 및 관련 필요시설(안)

후보 세부분야(과제)			필요시설
분야(과제)명		개요	최소 시험시설 규모
지상 고정식	GNSS	측위위성시스템을 이용한 위치측량 기기로, 기준점, 실시간측위 활용	100m×100m 대상부지 (장애물 없을 것)
	자이로스테이션 (Gyro station)	자이로를 이용한 측량장비로, 터널 등 실내측량에 활용	터널 길이 100m 이상
	지상스캐너 (TLS)	지상에서 운영하는 레이저스캐너로, 소규모 지형, 구조물 측량 활용	100m×100m 대상부지 (장애물 없을 것)
지상 이동식	모바일 매핑 시스템 (MMS)	차량형 레이저 스캐너 측량장비로, 도로, 시공현장, 사면, 하천 제방 등 측량 활용	50m 이상 도로, 제방, 시공현장 등 (사면 필수)
드론 활용	드론 (영상)	무인항공기에 광학카메라 등 영상센서를 이용한 측량기기로, 건설현장 지형 정보취득 및 관제 활용	500m×200m 대상부지 (2020 스마트 건설챌린지)
	드론 (Lidar)	무인항공기에 LiDAR 센서를 장착한 측량기기로, 건설현장 지형, 구조물 등에 대한 정보취득 활용	
	드론 (ALB)	무인항공기에 수심측량 LiDAR, 초분광영상장치를 장착하여, 하천 지형 모니터링 및 하상/하안측량을 위한 항공 측심 시스템 활용	

지하 탐사용	GPR	지하시설물 탐사장비로, 지하시설물 측량에 활용	100m×100m 대상부지
수심 탐사용	다중파 수심측정기	해저, 하상공간, 수심 정보 취득에 사용되는 장비로, 하천, 항만공사 등에 활용	-

- 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비 우선 추진 세부분야 선정 및 분야 평가항목(안) 설정을 위하여,
전문가를 대상으로 우선순위 평가 수행
- 실증시설, 성능평가(안)유무, 시장성숙도, 기술역량, 성능평가 파급도를 평가항목으로 상위 5개 분야를 대상으로 선정

<표 2-41> 세부기술 우선순위 평가 결과

후보 세부분야(과제)		실증시설		성능평가(안)		시장 성숙도	기술 역량	성능 평가 파급도	종합 점수	순위
분야(과제)명		유/무	구축 난이도	유/무	수립 난이도					
GNSS		유	3	유	2	4	4	3	64	3
자이로 스테이션 (Gyro station)		무	4	무	4	3	3	3	68	2
지상 스캐너 (TLS)		무	3	무	3	3	3	3	60	4
모바일 매핑 시스템 (MMS)		무	3	무	3	3	3	4	64	3
드론 (영상)		무	3	무	3	4	4	4	72	1
드론 (Lidar)		무	3	무	3	3	3	3	60	4
드론 (ALB)		무	3	무	3	2	2	3	52	5
지하 탐사용 GPR		무	3	무	3	3	3	4	64	3
다중파 수심 측정기		유	3	유	3	3	3	3	60	4

※ 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비에 대해 우선적 개발이 필요한 세부분야를 선정하기 위하여, 전문가를 대상으로 우선순위 평가 수행

- 첨단 기술의 성능평가 시 평가항목을 검토하기 위하여, 크게 경제성, 안전성, 내구성, 품질, 시공성, 환경에 대한 상세 지표를 아래와 같이 나열하여 전문가 검토 수행

<표 2-42> 분야 공통 평가항목 검토 결과

대분류	중분류	소분류 (변경 가능)	적정성 (O, X)					
			A	B	C	D	E	종합
경제성	초기비용 (초기도입비용)		0	X	X	0	-	△
	사용 중 발생비용 (렌탈비용)		0	0	X	0	-	0
	기타 (유지 · 관리비용)		0	0	X	0	-	0
	총비용		0	0	0	0	-	0
안전성	시공 단계	작업자 사고	0	0	0	X	-	0
		구조물 사고	0	X	0	0	-	0
	유지 · 관리 단계	작업자 사고	0	0	0	X	-	0
		구조물 사고	0	X	0	0	-	0
내구성	주기능	기능 확인	0	0	0	X	-	0
	형상	크기, 무게	0	0	0	0	-	0
	내구성	기능유지	0	0	0	X	-	0
품질	성능	적용 범위 등	0	0	0	0	-	0
	완성도	현장관리주체	0	X	X	0	-	△
		정밀도	0	0	0	0	-	0
시공성	시공합리성	기간	X	0	0	0	-	0
		작업 성능	0	0	X	0	-	0
	적용 범위	적용조건 및 범위	0	0	0	0	-	0
	관리	장치점검 주기 등	X	0	0	0	-	0
	난이도	숙련공 의존도	X	0	0	0	-	0
환경	작업환경	소음	0*	X	X	X	-	X
		분진	0	X	X	X	-	X
	작업자 환경	작업자 부담 (피로도)		0	X	X	-	X

※ 0는 필수적 고려, △는 필요시 고려

- (추진 과제별 세부기술 동향) 건설현장 정보 수집을 위해 GNSS, 드론을 이용한 영상 지형 정보 취득, 지하 탐사용 GPR 등 다양한 스마트 측량장비 등이 이미 현장에 사용 중
- Trimble, Leica, Topcon 등의 글로벌 계측업체에서 생산하고 있는 스마트 측량장비 뿐만 아니라 두 가지 스마트 측량 기술들이 결합되어 있는 새로운 형태의 기술이 개발 또는 출시
 - 스마트건설사업단의 1중점과제 “건설장비 관제 및 자동화” 중 2세부과제*에서는 자율계측 기반 초정밀 디지털 트윈 기반 건설 현장 정보 분석 및 맵핑 기술 개발을 통해 토공사 및 포장공사에 필요한 초정밀 디지털 맵을 생성하고 시시각각 변화하는 지형을 자동으로 업데이트하는 기술 개발
- (GNSS) 위성신호를 이용한 정확하고 효율적인 3차원 좌표 결정이 가능한 측량 장치
 - GNSS는 나라마다 GPS(Global Positioning System, 미국), Galileo(유럽), GLONASS(Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema(러시아), BeiDou Navigation Satellite System(중국) 등의 위성시스템 사용
- (자이로스테이션) 진북을 측정하는 장치로 터널 등과 같이 GNSS를 사용할 수 없는 곳에서 사용하는 측량장치
 - 이미 2000년대 초부터 국내 터널 측량에는 사용되고 있으며, 주로 장대터널이나 시가지 수직구 터널 건설 측량에 주로 사용
- (드론(영상)) 최근 국내에서 드론 또는 UAV(Unmanned Aerial Vehicle) 촬영을 통한 3차원 지형 데이터 및 정사 영상 취득을 통해 공사 진행 상황을 판단하고 토공량을 결정할 수 있는 기술 확산
 - 빠른 속도와 장시간 비행으로 넓은 지역에 대한 데이터 취득이 가능하고 GNSS 정지측량을 이용하는 경우 정확도 향상을 위한 지상기준점을 최소화할 수 있는 특징이 있어, 주기적인 촬영을 통한 시공현장 공정 모니터링 가능
 - 드론 또는 UAV는 고정익과 회전익이 있으며 고정익은 장시간 비행이 가능하고 높은 고도의 비행이 가능한 반면, 회전익은 자유로운 방향전환과 호버링이 가능
- (MMS) 자차 위치 정확도를 결정하는 GNSS/IMU, 포인트클라우드 거리 정확도를 결정하는 레이저스캐너, 영상데이터를 취득하여 거리 정확도 추출

- 현재 대부분의 MMS에서는 레이저스캐너의 상호 보완적 수단으로 활용되는 카메라, 보조적 수단의 거리측정계인 DMI로 구성
- (GPR(Ground Penetration Radar)) 전자기파를 지하로 방사해 전기적 물성이 다른 경계면에서 반사되어 돌아온 전자기파를 수신하여 지하 속 시설물이나 공동에 대한 정보 획득
- GPR은 미국, 유럽, 일본 등과 같은 선진국을 중심으로 생산되고 있으며 사용 주파수 대역은 목적에 따라 100MHz~3GHz의 값을 사용

	GSSI (미국)	MALA (스웨덴)	Sensor&Soft (캐나다)	3D radar (노르웨이)	IDS (이탈리아)
모델명	RoadScan 30	MIRA	PulseEKKO Roadman	3D radar	Stream X Stream EM
주파수 대역	400MHz, 1GHz, 2GHz	200, 400, 1,300MHz	100, 250, 500, 1,000MHz	100~3,000MHz	200, 600MHz
채널수	4~8	8~32	4~8	21	16
형상					
특징	교량 및 도로 포장 두께 조사에 특화	모듈화된 제품구성으로 확장성이 우수	기존GPR제품을 배열형으로 활용	CW파 사용 다중 주파수	지하매설물, 고고학에 활용

[그림 2-57] 국가별 GPR 사용 주파수 및 목적

- 국내에서도 이성(주)에서는 지하공동탐사를 위한 GPR을 국내기술로 개발하여 서울시와 부산시에 도로공동탐사장비 제작 납품
- (추진 과제별 연구내용) 비교평가 및 실증 지침(안) 개발
 - 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비 성능평가 및 실증 가이드 개발 대상 점검 및 보완
 - 동 기획의 세부기술(안)을 기반으로 관련 전문가 협의를 통해 비교평가 및 실증 가이드라인 우선 개발 대상 세부기술 점검 및 보완

<표 4-43> 세부기술별 성능평가 및 실증 필요 시설(안)

분야(과제)명		개요	최소 시험시설 규모
지상고정식	GNSS	측위위성시스템을 이용한 위치측량기기로, 기준점, 실시간측위 활용	100m×100m 대상부지 (장애물 없을 것)
	자이로스테이션 (Gyro station)	자이로를 이용한 측량장비로, 터널 등 실내측량에 활용	터널 길이 100m 이상
지상이동식	모바일 매핑 시스템 (MMS)	차량형 레이저 스캐너 측량장비로, 도로, 시공현장, 사면, 하천 제방 등 측량 활용	50m 이상 도로, 제방, 시공현장 등 (사면 필수)
드론 활용	드론 (영상)	무인항공기에 광학카메라 등 영상센서를 이용한 측량기기로, 건설현장 지형 정보취득 및 관제 활용	500m×200m 대상부지 (2020 스마트 건설챌린지)
지하탐사용	GPR	지하시설물 탐사장비로, 지하시설물 측량에 활용	100m×100m 대상부지

- 세부기술별 평가항목 설정 및 방법 개발

- 동 기획의 분야 공통 평가항목(안)을 기반으로 세부기술별 비교평가 시 평가되어야 하는 항목 점검/보완 및 방법 개발

<표 2-44> 분야 공통 평가항목(안)

대분류	중분류	소분류	중요도
경제성	초기비용 (초기도입비용)		선택
	사용 중 발생비용 (렌탈비용)		필수
	기타 (유지 · 관리비용)		필수
	총비용		필수
안전성	유지 · 관리 단계	작업자 사고	필수
		구조물 사고	필수
내구성	주기능	기능 확인	필수
	형상	크기, 무게	필수
	내구성	기능유지	필수
품질	성능	적용 범위 등	필수
	완성도	현장관리주체	필수
		정밀도	필수
시공성(사용성)	시공합리성	기간	선택
		작업 성능	필수
	적용 범위	적용조건 및 범위	필수
	관리	장치점검 주기 등	필수
환경	작업환경	소음	필수
		분진	필수
	작업자 환경	작업자 부담(피로도)	필수

2.4.3 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비

□ 중점분야 개요

○ 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비의 개념

- 시설물의 안전점검 · 진단 및 유지 · 관리 중 정량적 시설물 상태변화정보를 수집하기 위해 외관조사, 내구성 조사, 계측, 보수 · 보강, 시설안전시스템 등 첨단 시설물 종합정보관리기술에 대한 성능 및 우수성을 평가 하는 실증체계 구축

○ 성능평가 및 실증체계 구축 필요성

- 노후시설물 증가로 유지 · 관리의 중요성 증대됨에 따라, 안전 점검 · 진단 및 유지 · 관리 기술 활용성 기대
- 따라서, 로봇, AI, NDT, IoT, 신소재를 활용한 보수 · 보강 및 VR 기술 등 다양한 첨단 기술이 시설물 안전 점검 · 진단 및 유지 · 관리 기술(장비)들로 융 · 복합되어 개발 중
- 이들에 대한 별도의 성능평가 기준, 절차, 제도의 부재와 검증되지 않은 무분별한 기술(장비) 활용으로 부실점검 등의 가능성이 있는 실정(신뢰성 확보의 어려움)
- 또한, 현재 개발하고 있는 시설물 안전관련 첨단 기술(장비) 성능은 제작(개발)사에서 제공하는 기술사양으로, 현장에서 실제성능에 미치는 영향과 실무적용 시의 정량적 성능결과 부재
- 이미 개발된 국내외 기술에 대한 성능평가 뿐만 아니라 개발(상용화준비) 중인 단계에서부터 수집기술 Track-record 확보를 통한 수요자(실무자) 중심의 성능 평가 방법 제안 필요

□ 중점분야 환경분석

- (관련 정책 및 제도 동향) 시설물 안전점검의 필요성 및 스마트 진단·유지·관리 기술개발 등 개발 필요
 - 노후시설물 증가로 인한 유지·관리 및 안전평가 관련 정책 지속 추진
 - 관련 기술에 대한 별도 성능평가 기준, 절차, 제도의 부재로 인하여 검증되지 않은 기술(장비)들이 무분별하게 사용되고 있어서 부실 점검의 가능성이 존재하고 있는 실정
 - 국토부에서는 시설물 안전 및 유지·관리 차세대 핵심 기술 확보를 위해 「제4차 시설물의 안전 및 유지·관리 기본계획」을 공표
 - 시설물 노후화 대비, 선제적 유지·관리 체계 확립을 위해 IoT, 빅데이터 등 첨단 ICT 기술과 융합된 스마트 진단·유지·관리 기술개발 필요
 - 스마트한 시설물 관리를 위해 무인·원격 성능정보 수집 및 모니터링 기술 개발, 인공지능 기반 자가진단 및 신속 보수·보강 기술 개발
 - 「2021년 국토교통부 주요업무 추진계획(’21.2.16)」에는 안심할 수 있는 시설물·건축물 안전 강화를 위한 정책 추진
 - (시설 안전) 여름철 집중호우 등에 대비하여 소규모·노후시설의 점검기준 재정비, 기후변화에 취약한 기초의 파임 등 심화점검 실시
 - (건축물 안전) 샌드위치패널 성능평가 개선(’21.4), 건축자재 이력관리체계 구축계획 마련(’21.10), 품질 인정제도 실시(’21.12) 등 건축자재 안전성능 제고
- (관련 산업 동향) 시설물 안전관리를 위한 첨단 안전장비 표준화와 검·인증을 위한 기술 개발 필요
 - 시설물 안전점검·진단
 - ’17년 11월 점검·진단 시장규모는 1,378억 원으로 업체 수는 1,810개로 유지·관리 시장은 ’15년 기준 3조 615억 원으로 ’11년 2조 918억 원 대비 24.0% 증가
 - (자동 외관 스캐닝) 일본은 센서, 로봇, 비파괴 검사 기술의 적극적인 개발 및 활용을 추진하고 있으며 2030년 관련 세계 시장 30% 점유를 목표로 개발 중
 - (외관 조사 로봇) 최근 로봇산업의 발전 등으로 첨단 센서의 수요가 급증하고 있지만 첨단 장비일수록 수입 의존도가 더 높고 관련 소모품 등 일부만 국내 생산되며 안전 진단 분야의 센서의 경우 90% 가량 수입에 의존
 - (비파괴 시험 및 검사) 전 세계 비파괴 시험 및 검사 시장은 2020년 84억 달러에서 연평균 성장률 7.0%로 증가하여, 2025년에는 117억 달러에 이를 것으로 전망
 - (투과형 내구성 측정) Global Market Research Reports Company에 따르면 GPR시장은 2017년 4억 2,252만 달러에 달하며 예측기간 동안 연평균 9.8% 성장하여 2026년까지 9억 4,200만 달러에 이를 것으로 예상
 - (비투과형 내구성 측정) 자분 탐상 검사(MPT)는 2020년 1억 4,610만 달러에서 연평균 성장률 4.6%로 증가하여, 2025년에는 1억 8,320만 달러에 이를 것으로 전망
 - (디지털 기반 예측) 향후 10~20년 동안 국내 교량 시설물의 안전 유지·관리 시장 규모는 14조원 이상으로 전망되며, 규모가 크고 교통량도 많은 교량을 상시 모니터링 할 수 있는 기술과 모니터링 데이터를 기초로 하는 유지·관리 기술 개발 필요
 - (네트워크 기반 예측) 세계 IoT 시장매출을 살펴보면 초기에는 디바이스 비중이 높고, ’22년에는 시장 매출의 60%가 플랫폼 및 서비스 부문에서 발생할 것으로 전망이나 국내는 플랫폼업체가 상대적으로 외국에 비해 취약하여 통신사와 가전사 중심으로 IoT 접근
 - 시설물 보수·보강
 - 노후(30년 이상)된 SOC 시설물의 증가와 함께 시설물 보수보강 시장은 지속적으로 증가
 - 시설물 유지·관리업 활성화를 위한 국가차원의 지원정책으로 「제4차 시설물의 안전 및 유지·관리 기본계획(2018~2022)」까지 수립되어 현재 진행 중
 - 시설안전시스템
 - (시설물 점검·진단 정보관리 통합 플랫폼) 국내 전체 데이터산업 시장규모는 ’19년 기준 16조 8,582억 원으로, 정부는 ’25년까지 43조 수준으로 성장시킬 계획이며, ’21년 6월 민관 협력 기반 데이터 플랫폼 발전전략을 발표하여 공공·민간의 다양한 데이터 플랫폼들의 시장 안착과 지속가능 성장을 지원할 예정
 - (시설물 점검·진단 기술자 교육 시스템) 메타버스 산업은 원격 가상교육, 가상회의, 재택근무, 디지털화폐

금융서비스 등 다양한 분야에서 적용되기 시작했으며, 시장규모는 '25년 300조까지 성장할 것으로 예상

○ (관련 기술 동향) 시설물 안전관리를 위한 스마트 시설물 진단 기술 활성화를 위한 시장확대 및 시설물 외관 조사 분야의 로봇 AI 등을 기반으로 한 자동화 시스템 개발 필요

- AI 등 첨단 기술 적용한 외관 조사 기술 개발 및 적용
 - (자동 외관 스캐닝) 국토안전관리원은 인공지능(AI) 기반의 자동 영상처리를 통해 균열 등 결함을 검출하는 수직형 시설물의 AI 기반 비진입 스캐닝 자동화 시스템 개발
 - (외관 조사 로봇) 교량의 케이블 조사 시 발생하는 접근성의 한계점 극복을 위해, 점검 로봇 개발 및 사장교 4개소(영광대교, 동이대교, 진도대교, 제2진도대교)를 테스트베드로 선정 후 성능평가 실시
- ICT 기술 도입을 통한 기반 계측 기술 개발로 기존 계측의 한계점 보완
 - (투과형 내구성 측정) 한국지질자원연구원은 「도심지 지하공동 탐지 다중 채널 3차원 GPR 시스템 개발」 과제에서 자체 개발한 GPR(Ground Penetrating Radar)장비의 자체 성능평가를 위해 지하공동 실험장 규모의 실험장 구축
 - (비투과형 내구성 측정) 안전진단을 위해 마그네틱 기반의 비파괴 검사법이 개발되고 연구된 결과 미국, 유럽지역의 경우 기업들에 의해 사업화 되고 있으며, 성능을 안정화 시키고 그 적용범위를 확대하는 방향으로 연구가 꾸준히 진행 중
- ICT 기술 도입을 통한 기반 계측 기술 개발로 기존 계측의 한계점 보완
 - (디지털 기반 계측) 서울기술연구원은 센서와 계측기기 사이의 거리가 멀고 연결 및 연결선 정리가 어려운 기존 지점형 센서와 TDR(Time Domain Reflectometry)계측기기의 한계점을 극복한 분포형 TDR 센서를 개발 이를 통해 거리 탐지에 대한 정확도 개선
 - (네트워크 기반 계측) 미국 유럽 등에서 개발된 MEMS 기반 센서 및 근거리 무선통신(Bluetooth 방식 등)을 활용하여 특수교 분야에 무선 유지·관리 시스템을 Test Bed로 시범 운영
 - (시설물 점검·진단 정보관리 통합플랫폼) 국토안전관리원은 중소노후교량의 성능관리를 위해 실증실험/계측 기반 평가 데이터 DB 구축 및 보수보강 성능검증 프로그램하여 현재 고도화 중. 미국 IBM사는 클라우드 기반 IBM Maximo Asset Management 솔루션을 개발하여 시설물의 성능관리, 원격 모니터링, AI 활용 위험관리 등 서비스를 제공하며, 덴마크의 Sund&Baelt社와 협업하여 The Great Belt Bridge의 시설물 관리에 적용
- 콘크리트 구조물의 보수보강을 위한 화학적 및 구체강화 보수보강기법 개발
 - (화학적 보수보강 기법) 일본은 철근콘크리트구조물의 보수, 개선 및 예방보전, 철근부식에 의한 콘크리트 폭열부의 방청(보수개수), 부식의 우려가 있는 내부철근의 방청(예방보전), 콘크리트 탄산화 억제 보수시스템 공법인 AR 방청공법을 사용 중이며, 미국 Cortec사의 MCI(Migration Corrosion Inhibitor) 공법은 유기계의 기화성방청제(MCI)를 주원료로 하여 철근콘크리트 구조물의 탄산화 및 염해에 의한 철근부식을 억제하거나 철근부식에 의해 균열이나 콘크리트가 박리·박락된 부위의 보수시스템 공법 개발
 - (구체강화 보수보강기법) 일본은 콘크리트 하수시설의 부식을 저감시키기 위한 기술로서 황산이온 농도저하, 황산물질 생성억제, 용존 황산물질 고정 및 황화수소 비산 방지, 황산화 세균의 생장억제 공법 등과 같은 부식물질의 생성억제 기법과 콘크리트의 방식기법 등 활용

□ 연구내용

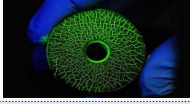
- 우선 추진 세부분야 및 공통 평가 항목
 - (문헌 및 전문가 자문을 통해 세부분야 도출) 관련분야 문헌자료 및 전문가 자문을 통해 세부분야 및 비교평가를 위한 시설 & 장비(안) 도출
 - 관련 기술동향 및 점검·진단 및 유지·관리 관련 전문가 논의를 거쳐 분야를 구분하고, 각 분야에 적용되는 주요 세부기술을 도출하고 이를 비교평가하기 위한 시설 도출

<표 2-45> 후보 세부분야 및 관련 필요 시설(안)

분야(과제)명	개요	최소 시험시설 규모
외관조사 로봇	로봇기술을 활용한 현장 외관조사 기술	100m×100m 대상부지 내 모형 (교량, 터널, 댐, 옹벽, 사면 등) 시설물과 50m 이상의 도로, 상하수도 점검현장 등 (장애물 없을 것)
자동 외관 스캐닝	AI 기반 스캐닝 자동화(평가/분석) 시스템 기술	
투과형 내구성 측정	투과형(Ultrasonic, Radiographic test 등) 기술을 활용한 시험체(콘크리트, 지반 등) 내부탐사 기술	표준시편 기반의 실내 시험장(내구성평가) (50m×50m 이상)
비투과형 내구성 측정	비투과형(Penetrant, Magnetic particle test) 기술을 활용한 시험체(콘크리트, 지반 등) 표면탐사 기술	
디지털 기반 계측	3D 라이다, 초고화질 영상 등 기술을 활용한 변위 계측기술	실내 시험장(계측성능) (50m×50m 이상)
네트워크 기반 계측	안전하고, 빠른 네트워크 기술을 바탕으로 한 실시간 계측기술	
안전관리 플랫폼	시설물 정보관리 체계화를 위한 플랫폼 기술	실내 시험장(정보통신) (50m×50m 이상)
첨단교육 시스템	첨단 점검·진단 기술 보급을 위한 교육 시스템 기술	VR 체험공간 (15m×15m 이상)

- 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비 우선 추진 세부분야 선정 및 분야 평가항목(안)
설정을 위하여, 전문가를 대상으로 우선순위 평가 수행
- 실증시설, 성능평가(안) 유무, 시장성숙도, 기술역량, 성능평가 파급도로 평가항목으로 상위 4개 분야를
우선 추진분야로 선정

<표 2-46> 세부기술 우선순위평가 결과

후보 세부분야(과제)		실증시설		성능평가(안)		시장 성숙도	기술 역량	성능 평가 파급도	종합 점수	순위
분야(과제)명		유/무	구축 난이도	유/무	수립 난이도					
외관 조사 로봇		무	4	무	4	5	4	5	88	2
자동 외관 스캐닝		무	4	무	4	5	5	5	92	1
투과형 내구성 측정		무	4	무	4	4	5	4	84	3
비투과형 내구성 측정		무	3	무	4	4	4	4	76	5
디지털 기반 계측		무	4	무	4	5	4	5	88	2
네트워크 기반 계측		무	3	무	4	4	4	4	76	5
안전관리 플랫폼		무	4	무	4	4	4	4	80	4
첨단교육 시스템		무	4	무	4	4	4	4	80	4

- 첨단 기술의 성능평가 시 평가항목을 검토하기 위하여, 크게 경제성, 안전성(유지·관리 단계만), 내구성, 품질, 시공성(사용성), 환경에 대한 상세 지표를 아래와 같이 나열하여 전문가 검토 수행

<표 2-47> 분야 공통 평가항목 검토 결과

대분류	중분류	소분류 (변경 가능)	적정성 (O, X)						
			A	B	C	D	E	F	종합
경제성	초기비용 (초기도입비용)		0	0	0	0	0	0	0
	사용 중 발생비용 (렌탈비용)		△	0	△	△	△	0	△
	기타 (유지 · 관리비용)		△	0	△	△	△	0	△
	총비용		0	0	0	0	0	0	0
안전성	유지 · 관리 단계	작업자 사고	△	0	0	X	0	X	△
		구조물 사고	△	0	0	0	△	0	0
내구성	주기능	기능 확인	0	0	0	0	0	0	0
	형상	크기, 무게	△	△	X	△	0	0	△
	내구성	기능유지	0	0	△	0	0	0	0
품질	성능	적용 범위 등	△	0	0	△	0	0	0
	완성도	현장관리주체	△	△	X	△	△	0	△
		정밀도	0	0	0	0	0	0	0
시공성(사용성)	시공합리성	기간	△	0	0	0	0	△	0
		작업 성능	△	0	0	0	0	0	0
	적용 범위	적용조건 및 범위	△	0	0	△	0	0	0
	관리	장치점검 주기 등	0	0	0	0	0	△	0
	난이도	숙련공 의존도	△	0	X	△	X	X	X
환경	작업환경	소음	0	△	△	△	△	△	△
		분진	0	△	△	△	△	0	△
	작업자 환경	작업자 부담(피로도)	0	0	△	0	△	0	0

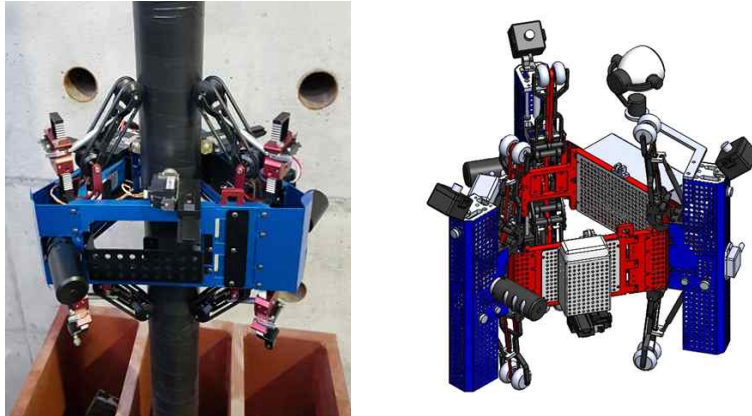
※ 0는 필수적 고려, △는 필요시 고려

- (추진 과제별 세부기술 동향) 로봇, AI, NDT, IoT 및 VR 기술 등 다양한 첨단 기술을 활용한 시설물 안전 점검·진단 및 유지·관리 기술(장비) 개발 중
- 첨단 모니터링 기법과 자동화 장비를 활용한 고성능·자동화 점검 및 진단기술을 개발하고, 인공지능과 기계학습에 기반한 고효율·고신뢰도 성능평가, 노후화된 구조물의 성능 향상 기술개발 중
- 스마트 유지·관리 모니터링 및 성능평가 기술개발계획과 기반시설 첨단관리(Total care) 기술개발사업 (2022~2027)으로 연구기획 등이 수행 중



[그림 4-58] 스마트 유지·관리 모니터링 및 성능평가 기술

- (지능형(AI) 점검 로봇) 최근 지능형 로봇에 대한 기술개발 및 응용분야가 폭발적으로 증가되고 있어 이러한 환경에 맞추어 우리나라도 로봇산업을 차세대 성장동력으로 선정하고, 관련 기술의 개발을 집중 지원하고 있는 추세
- 지능형 점검은 외관조사를 위하여 기존 단순 로봇형에서 인공지능(AI)이 탑재되어 무인·자동으로 점검하는 로봇으로 진화
- (케이블 점검 로봇) 고소 작업 시 작업자의 안전도 확보하면서, 고해상도의 품질로 케이블 점검 등 외관조사를 안전하게 수행할 수 있는 점검 로봇이 장대교량에서 활발하게 사용되고 있는 추세
- 케이블 점검 로봇은 케이블의 외관을 자동으로 고해상도 촬영이 가능하며, 상하좌우 줌이 가능한 추가 카메라도 부착되어 다양한 케이블 외관조사 가능



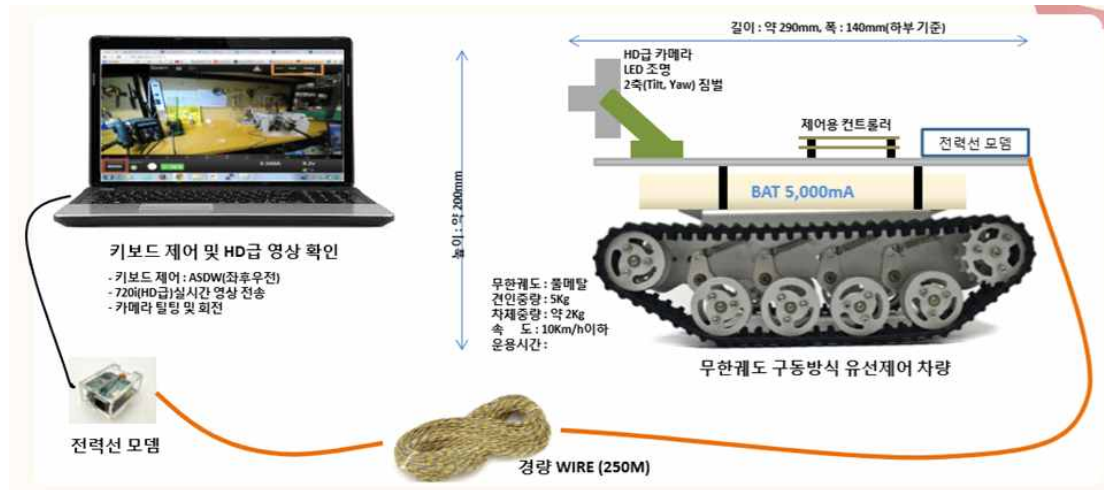
[그림 4-59] 대우건설 및 국토안전관리원 점검 로봇

- (자동점검·안전진단 차량 로봇) 한국도로공사 도로교통연구원에서 교량이나 터널에서 자동 스캐닝 장비를 차량과 연계해 점검 및 진단이 가능하도록 차량형 로봇 EX-UBIROS(Ubiquitous Bridge Inspection Robot System)와 EX-ARGOS 개발
- EX-UBIROS는 교량 점검차가 교량 상부에 정차할 경우 교통차단이 요구되는 문제점을 해결하고 교량(바닥판) 점검을 보다 효율적이고 합리적으로 수행하기 위한 목적으로 개발
- EX-ARGOS는 소형 점검로봇으로 시스템 운송 전용 차량에 싣고 다니면서 터널 등 점검이 필요한 구간에서 원격으로 스캐닝이 가능하도록 개발



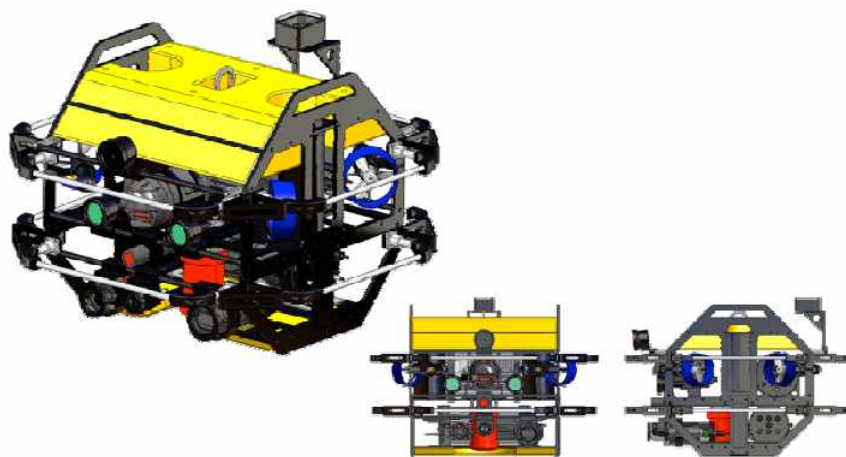
[그림 4-60] EX-UBIROS 및 EX-ARGOS

- (첨단 굴절 로봇 차) 기존의 굴절차나 고가 사다리를 이용하여 작업자가 직접 탑승하여 교량 하부에 접근함으로써 발생할 수 있는 안전문제와 비효율성, 비경제적인 외관조사 시스템의 단점을 극복하고자 첨단 굴절 로봇차 개발
 - 첨단 굴절 로봇차는 기존의 굴절차보다 소형으로 4관절 붐(최대 12m)과 붐의 말단에 장착될 로봇 플랫폼으로 구성
 - 영상 정합과 보정 기술을 이용하여 전체 도면을 생성하고 3차원 모델링을 통해 교량의 특정 위치를 다양한 각도에서 분석 가능
- (협소공간 점검 로봇) 폐단면 리브 내부의 부식여부 점검을 위해 개발된 협소공간 점검 로봇은 폐단면 리브 내부를 이동하며 동영상 및 사진촬영이 가능하도록 점검 사각지대 개선
 - 왕복 500m(편도 250m) 주행이 가능하며, 장비 이상 시 경량 와이어를 통하여 회수 가능



[그림 4-61] 협소공간 점검 로봇

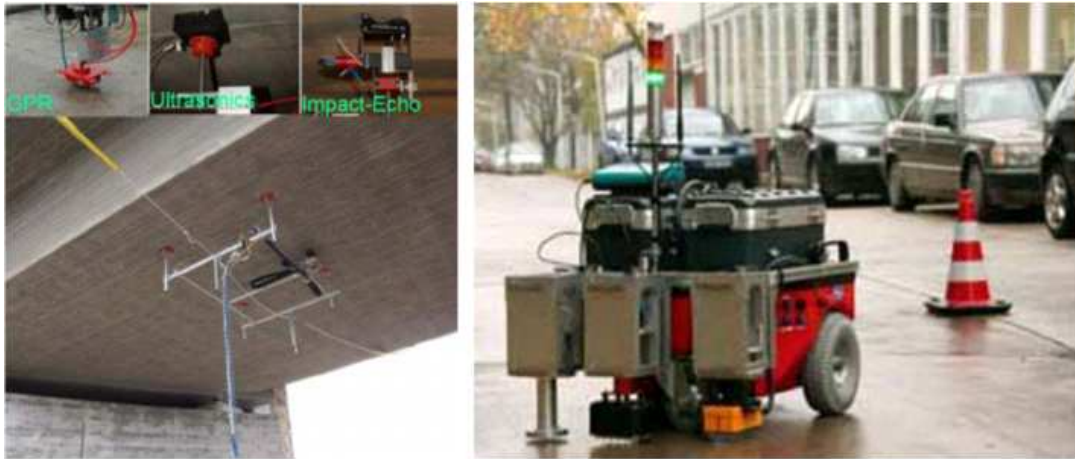
- (수중 항만 구조물 점검용 로봇) 수중 점검용 로봇은 스프링 탄성기반의 전 방향 충격 흡수 및 보호 장치를 적용함으로써 조류, 파고 등 예측이 불가능한 실제 업무 환경에서 작업이 가능하도록 내구성 향상
 - 5개의 항만 현장에 실제 적용을 통해 성능검증을 수행한 결과 약 100m의 수심에서도 점검 작업이 가능하도록 운용환경 기반 성능 개선



[그림 4-62] 수중 항만 구조물 점검용 로봇(OCTAGON)

- (댐 유지·관리 로봇) 일본 파나소닉에서 개발한 댐 유지·관리 로봇은 자동차용 센서 등을 응용한 자율 자세 제어 기술, AV 기기에서 확보한 화상 처리 기술, 조명, 4K 카메라, 배터리 기술 등을 적용해 개발
 - 독자적인 탐사 이미징 기술로 오염도가 높은 수중에서도 시정도가 높은 선명한 영상정보의 수집 및 기록이 가능하며, 수집된 영상 정보를 바탕으로 댐 전체를 한 장의 화상처리로 기록함으로써 손상 부분의 정확한 위치와 크기 파악 가능

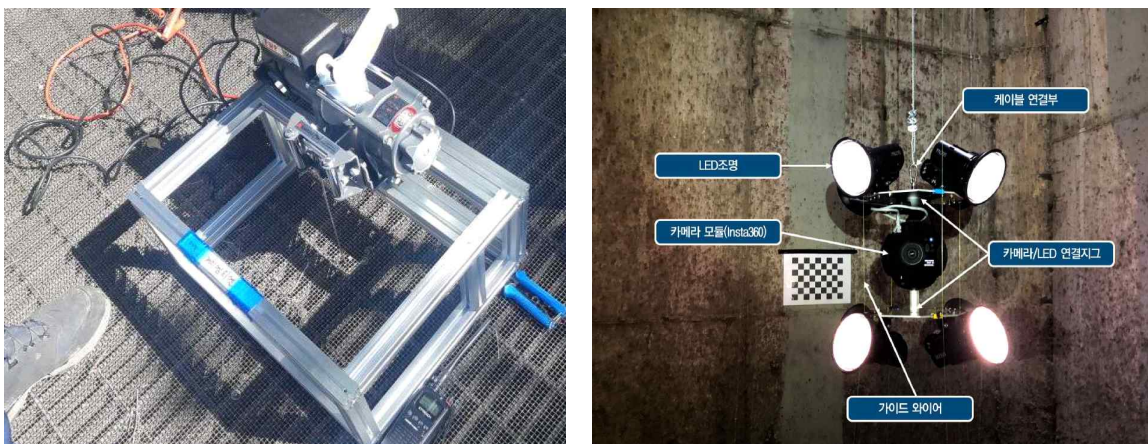
- (바닥판 점검 로봇) 독일 BAM사에서 개발한 바닥판 점검 로봇(BetoScan)은 현장에서 구조물의 수평 바닥을 스캔하여 습도 및 온도 관련 정보를 사용자에게 제공해줌으로써 구조물의 이상 유무를 판단할 수 있도록 지원
- 구조물에 자유롭게 탑재할 수 있는 기능이 있어서 교량 바닥판 등에 부착하여 지표투과전파(GPR), 초음파(Ultrasonic), 충격반향(Impact-Echo)을 활용한 비파괴 검사 가능



Automated NDT scanning systems developed at BAM: Suction pod based frame system below a bridge deck (a) and wheel based autonomous robot BETOSCAN (b).

[그림 4-63] 바닥판 점검 로봇(BAM사 BetoScan)

- (AI 기반 외관조사 기술) 영상 이미지를 기반으로 AI(Deep Learning) 기술의 접목이 활발히 진행 중이며, 손상 위치를 모르는 상태에서 신속히 탐지하고 정량화하기 위한 인공지능영상을 이용한 외관조사 기술 개발 중
- 국토안전관리원에서는 인공지능(AI) 기반의 자동 영상처리를 통해 균열 등 결함을 검출하는 수직형 시설물의 AI 기반 비진입 스캐닝 자동화 시스템 개발



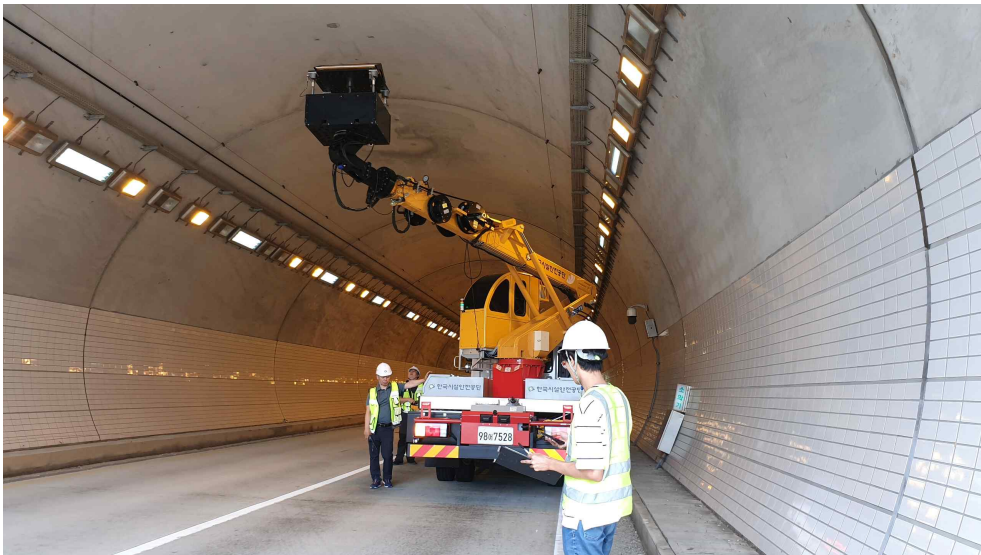
[그림 2-64] 스캐닝 장비를 활용한 AI기반 외관조사 기술

- (차량 탑재형 터널 스캐너) KMTL, 아워브레인, 딥인스펙션/SQ엔지니어링에서 촬영한 영상을 딥러닝 기반의 알고리즘을 이용하여 결함의 위치, 넓이 등을 측정할 수 있는 차량 탑재형 터널 스캐너, 와이어 캡 등 개발 및 상용화
- 기존의 인력에만 의존하여 수행한 도로 터널 유지·관리와 달리 1km의 터널을 48시간 이내 인공지능 기반 영상처리를 가능하게 하여, 기존대비 1.5배 이상의 정확도 향상과 시간 단축, 인력 감축 등 경제적 효과 기대



[그림 2-65] 차량 탑재형 터널스캐너 점검(KMTL, 아워브레인, 딥인스펙션/SQ)

- (균열 점검 라이더 기술) 라이더를 이용하여 교각 이미지를 촬영 한 후 각 면의 개별 구간을 하나의 이미지로 합치는 이미지 스티칭 과정을 거쳐 균열 정량화 순서로 균열 점검
 - FD테크에서는 각 픽셀 당 실제 차지하는 길이를 계산해 균열 외관조사망을 자동으로 작성하며, 1,053개의 안전 점검 업체에 외관조사망도 제공
- (3D-Radar 어태치먼트 탐사장비) 전자기파(Radar)를 이용해 지하의 불균질면, 지하공동 등 지질구조를 파악하는 물리탐사 방법으로 다른 탐사법에 비해 상대적으로 짧은 파장의 전자기파를 사용함으로써 미세한 신호까지 파악 가능
 - 전자기파 탐사장비는 단면 탐사만이 가능한 단채널 핸디형이 주로 사용되어 왔으나(80여개 업체 사용중), 최근 3D 공간정보의 획득을 지원하는 멀티채널 차량견인형과 핸디형으로 활용



[그림 2-66] 3D-Radar 어태치먼트 탐사장비 운영 전경

- (디지털 기반 계측) 콘크리트 내부에 인체의 신경망과 같이 분산 센서를 설치하고, 이를 통해 계측되는 정보를 이용하여 콘크리트 시설물의 안전성 및 건전성을 관리하기 위한 신경망 센서 개발 중
 - 디지털 트윈, 증강현실, 메타버스 등 영상기반 기술과 인공지능(Deep Learning) 기술의 접목과 고도화가 이루어지면서, 현장의 실시간 영상정보를 바탕으로 기존의 가속도계, 변위계 등 센서를 저비용으로 대체할 수 있는 기술 개발 진행 중

○ (세부과제별 연구내용) 비교평가 및 실증 지침(안) 개발

- 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비 비교평가 및 실증 가이드 개발 대상 점검 및 보완
 - 동 기획의 세부기술(안)을 기반으로 관련 전문가 협의를 통해 비교평가 및 실증 가이드라인 우선 개발 대상 세부기술 점검 및 보완

<표 2-48> 우선 추진 세부기술(안)

세부기술	세부기술 개요
외관 조사 로봇	로봇기술을 활용한 현장 외관조사 기술 - 안전사고 위험(Dangerous, Dirty, Difficult) 등에 대비하기 위한 로봇기반의 스캐닝 기술 ☞ 물리적 점검횟수 증가 및 외업의 내업화 가능
자동 외관 스캐닝	AI 기반 스캐닝 자동화(평가/분석) 시스템 기술 - 수직형 시설물 등 진입이 어려운 공간의 AI기반 자동스캐닝 기술 ☞ 시설물 점검·진단 사각지대 해소 및 업무효율 증가
투과형 내구성 측정	투과형(Ultrasonic, Radiographic test 등) 기술을 활용한 시험체(콘크리트, 지반 등) 내부탐사 기술 ☞ 시험체 내부 고해상도 촬영결과물 획득 가능
디지털 기반 계측	3D 라이더, 초고화질 영상 등의 기술을 활용한 변위 계측기술 ☞ 디지털 기반의 초정밀 변위 측정 가능

- 세부기술별 평가항목 설정 및 방법 개발

- 동 기획의 분야 공통 평가항목(안)을 기반으로 세부기술별 비교평가 시 평가되어야 하는 항목 점검/보완 및 방법 개발

<표 2-49> 분야 공통 평가항목(안)

대분류	중분류	소분류	중요도
경제성	초기비용 (초기도입비용)		필수
	사용 중 발생비용 (렌탈비용)		선택
	기타 (유지·관리비용)		선택
	총비용		필수
안전성	유지·관리 단계	작업자 사고	선택
		구조물 사고	필수
내구성	주기능	기능 확인	필수
	형상	크기, 무게	선택
	내구성	기능유지	필수
품질	성능	적용 범위 등	필수
	완성도	현장관리주체	선택
		정밀도	필수
시공성(사용성)	시공합리성	기간	필수
		작업 성능	필수
	적용 범위	적용조건 및 범위	필수
	관리	장치점검 주기 등	필수
환경	작업환경	소음	선택
		분진	선택
	작업자 환경	작업자 부담(피로도)	필수

- 세부기술별 비교평가 및 실증 지침(안) 개발

- 도출된 비교평가 항목 및 방법을 기반으로 동일한 평가 수행을 위한 지침(안) 개발

○ (추진 과제별 연구내용) 비교평가 및 실증 시설 구축

- 비교평가 및 실증 지침(안) 대응 성능평가 시설 설계

- 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비 비교평가 및 실증에 필요한 규모 및 장비들을 점검 보완하고 시험시설 구축을 위한 기본/실시 설계

<표 2-50> 세부기술별 비교평가 및 실증 필요 시설(안)

분야(과제)명	개요	최소 시험시설 규모
외관조사 로봇	로봇기술을 활용한 현장 외관조사 로봇	100m×100m 대상부지 내 모형 시설물과 (교량, 터널, 댐, 옹벽, 사면 등) 50m 이상의 도로, 상하수도 점검현장 등 (장애물 없을 것)
자동 외관 스캐닝	AI 기반 스캐닝 자동화(평가/분석) 시스템	
투과형 내구성 측정	투과형(Ultrasonic, Radiographic test 등) 기술을 활용한 시험체(콘크리트, 지반 등) 내부탐사 기술	표준시편 기반 실내 내구성평가 시험장 (50m×50m 이상)
디지털 기반 계측	3D 라이다, 초고화질 영상 등의 기술을 활용한 변위 계측기술	실내 계측성능 시험장 (50m×50m 이상)

- 이해관계자 수요조사를 기반으로 시설 구축 후 유지비용 등을 고려한 운영방안 고도화
- 동 기획의 시설 구축 후 운영방안(안)을 기반으로 중점분야 시설별 상세 운영방안(안) 수립

2.4.4 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비

□ 중점분야 개요

○ 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비의 개념

- 기존 건설 시공장비에 대한 시공 효율성 개선을 위해 현재 개발되고 있거나 상용화 단계에 도달한 첨단 자동화 건설장비에 대한 시공성능 및 생산성 향상 평가를 위한 실증체계 구축

○ 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비 구축 필요성

- 과거에는 임의 공정 수행을 위해 시공장비 운용자와 부수 인원을 통한 추가 작업이 필요하였으나, MG, MC 장치가 부착된 첨단 자동화 건설장비는 부수 인원 및 추가 작업을 최소화하여 성능 및 생산성 향상 가능
- 현재 개발하고 있는 첨단 자동화 건설장비의 성능은 제작사에서 제공하는 장비 사양과 시공 결과로 추정하고 있으나, 실제 자동화 건설장비의 시공성능에 미치는 영향인자와 현장에서 어떤 결과를 생산하는지에 대한 기술 성능 검증 결과는 미비
- 첨단 자동화 건설장비의 우수성에 대한 정량적 평가를 통해 관련 기술에 대한 공감 및 확산 필요
- 또한 이미 상용화 단계의 첨단 자동화 건설장비 기술뿐만 아니라 개발 중인 자동화 건설장비 기술에 대한 Track-record 확보를 위해 사용자 중심의 성능 평가 시설 구축 필요

□ 중점분야 환경분석

○ (관련 정책 및 제도 동향) 대가기준, 품셈 등의 기준 부재로 현장 적용에 애로사항이 있으며, 전세계적 건설부분 활성화 및 건설현장 첨단 기술장비 활용증가에 효과적으로 대응할 수 있도록 국내 건설업계에 대한 지원 필요

- 선진국에서는 정책적으로 첨단 건설기술 적용 사례 홍보 및 확산
 - 일본 국토교통성에서는 i-Construction 웹사이트를 운영하고 토공에 활용한 첨단 자동화 건설장비에 대한 사례 DB화
 - EU는 Construction 4.0 키워드를 중심으로 각국에서 스마트 건설기계 활용을 포함한 기술도입을 적극 추진
 - 싱가포르의 스마트 건설기술 지원 펀드를 통해 자동화 장비 운용을 통한 생산성 향상분, BIM 활용을 위한 비용 지원
 - 미국은 연방 및 주정부의 교통부를 중심으로 주요 선진 제조사들의 제품 적용에 대한 다양한 테스트 프로그램을 바탕으로 DTM(Digital Terrain Model) 및 자동화장비를 활용한 시공 지원
- 미국을 중심으로 다양한 스타트업이 스마트 건설기술 분야에 진출하고 있으며 MG/MC 완성차 제조사 및 주요 OEM과의 협업 등 다양한 테스트를 통해 성능 검증 및 확장 추구

- Komatsu는 드론 분야의 SkyCatch(미)와 협력, 시공장비 자동화 기술을 개발하는 SafeAI(미)와 Obayashi의 협력 등
- 토공 자동화장비 활용 등 첨단 기술도입을 통한 디지털 전환 추세는 노령화, 건설현장 안전지침 강화와 최근의 Covid-19 팬데믹 사태를 거치며 가속화
- 자동화 장비를 포함한 첨단 건설기술은 지속적 건설현장의 안전규제 강화에 대한 현실적인 대안으로 인식
- 팬데믹 이후 각국의 경제 정상화 추진전략과 맞물려 숙련인력의 부족은 특히 자동화된 건설장비의 운용비율 증가 예상
- 최근 전세계적 주요 이슈로 자리 잡은 기후변화 문제로, 건설기계 분야에도 이로 인한 사회 전 분야에 대한 규제 및 지원책 적용
- 시공 자동화기능은 탄소배출, 배기가스와 직접적 연관성은 없으나 작업정확성 및 최적화를 통한 작업시간 단축과 연료효율 향상으로 인한 개선 효과는 시험을 통한 기술적 분석 필요
- 정부는 국내 주요 산업군인 산업기계 부분 R&D 중점 투자항목으로 MG/MC를 포함한 자율작업 건설기계 분야 선정 등 기술개발을 지원하고 있으나, 실증/상용화 지원, 규제관련 이슈 등 주요 현안 해결 필요
- 최근 굴착기 MC 및 전자유압 기반기술, 토공부분 자율작업 건설기계 활용기술 개발 등 관련 연구개발 지원
- 성능 검증, 사용자 경험확대를 포함한 신규 시장정책 지원정책과 더불어 선진국을 중심으로 한 규제 변화에 대한 대응 필요
- 자동화 장비 관련 대가기준, 품셈 등 기준 확립 필요
- 국가건설기준센터에서는 스마트건설기술의 현장 적용 활성화를 위한 건설기술 제·개정의 일환으로 KCS 10 70 00 건설자동화 코드 신설
- (관련 산업 동향) 첨단 건설장비 개발은 토공장비 성능에 집중되어 있고, 관련 시설에서는 주로 개발 장비 자체의 성능평가 수행 및 업계최신기술은 장비별 개별성능을 넘어 상위 서비스 및 장비간 연결성 확보를 통한 통합 시스템으로 전환
- 주요 선진업체는 자동화 건설장비를 포함한 첨단 건설기술의 개발 및 검증을 위해 시험 인프라 활용 중
- 일본의 주요 완성차 제조사인 Hitachi사는 다양한 제품 테스트를 위해 홋카이도에 427ha 면적의 건설장비 시험장 보유
- 미국 Trimble사는 4계절 활용 가능한 돔(dome)을 건설하여 연구, 개발 및 제품 테스트에 활용
- 스웨덴 Volvo사는 자동화기술 및 전기동력원 적용 제품에 대한 테스트를 위해 세계최초의 테스트 시설 구축 중
- 주요 선진업체의 경우, 빠른 확산을 위해 사업 수행업체 관계자와 작업자의 인식전환 및 러닝커브 향상을 위한 적극적 지원활동 수행
- 테크니컬 센터 및 딜러를 통한 실습 프로그램 운영 중이며, 일부 딜러의 경우, 자체적 시험장을 갖추고 데모 및 교육 프로그램 운영에 활용
- 현재 유럽에서 판매되는 굴착기의 70% 이상은 MG/MC 기능을 탑재하고 있으며, 북미시장의 판매 비중도 증가 추세
- 민간부분의 활발한 업체별 제휴 기반 다양한 기술검증 프로젝트 수행을 통해 데이터 수집 및 활용, 자동화 장비 투입 비율 확인 등 최적 운용기법에 대한 노하우 축적 중
- 첨단 건설장비의 투입효과에 대한 단순 검증 차원을 넘어 스마트 건설 플랫폼과의 데이터 연계를 포함한 통합 시스템으로 진화
- 수집된 빅데이터는 AI 등을 활용한 분석을 통해 성능향상을 위한 기술개발에 활용
- 대기업 중심의 첨단 무인·자동화 건설장비 개발 및 제작
- 두산인프라코어, 현대건설기계, 볼보그룹코리아 등 주요 건설기계 업체들이 MC/MG 등의 첨단 기술을 접목하여 스마트/자율작업이 가능한 첨단 건설장비 개발
- 자동화장비 또한 소규모 현장에서 시범 적용 중
- 건설장비 성능 위주의 국가 실증시험장 운영중
- (한국생산기술연구원 종합실차시험장) 여러 기관에 분산된 인증업무를 원스톱으로 처리하기 위한 토공 중심의 종합실차시험장과 효율적 연구개발 및 시험인증을 위한 시험평가센터로 구성
- (건설기계부품연구원 스마트 건설기계 시험연구센터) 스마트 건설 작업 생산성 평가, 장비 자동화 작업 검증 등 실규모 부지에서 첨단 자동화 시공장비에 대한 기술개발 및 검증지원 가능
- (두산인프라코어 보령시험장) 두산인프라코어에서 개발한 자동화 토공장비 대상으로 실규모 시험장에서 기계 성능 중심의 검증 및 관련 다양한 연구 수행

- (관련 기술 동향) 자동화 시공장비 보급과 차세대 무인 건설기계의 개발 속도가 가속화되면서 향후 개발될 차세대 기술 수준이 고려된 시험평가시설 및 스마트건설기술과 5G 융합에 따른 평가 설비 필요
- 건설장비 자동화 기술은 작업자 보조 동작을 위한 개별 기능에서 엔진, 유압 펌프를 포함한 장비 통합 시스템으로 확장 중
 - 기존 위치정보 기반 GNSS 중심의 센서 또한 IMU, 압력센서, 카메라, 라이다 등 센서 융합을 통해 기능고도화 추구
 - 도저의 경우 Komatsu, Cat., J&D 등 주요 선진사 제품에 트랙의 미끄러짐 및 블레이드 압력 등을 감지하여 최적 작업패턴 유지와 트랙 마모를 저감시키는 제어기능 적용
 - 작업 중 수집된 데이터 및 지형데이터 기반 적응형 작업제어, MG/MC 장비의 보급이 증가에 따라 작업자별 UI 디바이스 장착지원 등 편의기능 범위 확장
- 4차 산업혁명의 핵심요소는 차세대 건설 시공장비 기술개발 건인
 - 국내외 건설장비 제조사는 초고속 네트워크(5G)를 적용한 건설장비 원격제어, 장비 및 건설현장 모니터링 기술을 선보이고 있으며 드론 부분에도 적극 활용될 것으로 예상
 - 5G 기반 IoT는 공사현장의 모니터링 시스템을 비롯한 다양한 스마트 건설기술과 자동화 시공장비와의 융합 가속화 예상
 - 원격제어 및 무인 작업기능을 탑재한 공사현장의 건설기계를 통합시스템으로 운영할 수 있는 기술개발 진행 중
- 도로 건설장비 부분을 중심으로 작업 난이도에 따라 완전 자동 작업이 가능한 제품 개발 중
 - 롤러의 경우, 타 건설기계 대비 자동화 수준이 높으며 무인장비 개발 진행 중
 - 일부 스타트업 기업은 무인 장비개발에 가시적 성과 도출
- 주요 글로벌 선두업체를 중심으로 광산 및 농업 분야에서 이미 가시화되고 있는 자동화 기술은 토공, 도로 장비를 중심으로 건설장비의 자동화 수준과 확산속도를 높일 것으로 예상
 - CAT.사의 광산용 무인 트랙은 호주, 북미를 중심으로 도입되어 10억톤 누적운반량, 3500만 km 주행거리 달성
 - 농업용 트랙터의 경우 글로벌 선진기업을 중심으로 SAE 자율작업레벨 3단계 수준의 기술개발 진행
- 다부처에서 스마트 건설기술 및 실증 관련 과제 발주 및 운영
 - 산업통상자원부에서 “2021년 자동화 굴착기 실증사업” 과제 공고

□ 연구내용

○ 우선 추진 세부분야 및 공통 평가 항목

- (문헌 및 전문가 자문을 통해 세부분야 도출) 관련분야 문헌자료 및 전문가 자문을 통해 세부분야 및 비교평가를 위한 시설&장비(안) 도출
- 중점 내 세부 분야 구성은 건설장비 자동화 관련 전문가 논의를 거쳐 토공 건설장비, 도로 건설장비, 건축 건설장비로 구분하고, 각 분야 내 적용되는 주요 건설기계로 분류하여 평가

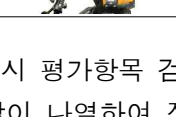
<표 2-51> 후보 세부분야 및 관련 필요시설 (안)

분야(과제)명		개요	최소 시험시설 규모
MC/MG 장착한 토공 건설장비	굴삭기	토공사 및 첨단측량 공정에서 운전자에게 3차원 모델 형태로 정확한 위치정보를 실시간 제공하거나, 장비작동자가 3차원 도면 토대로 원격제어를 포함하여 반자동 혹은 자동으로 중장비를 운영하는 첨단화/자동화 건설장비 시스템	최소 트랜치 컷 규모(4m×30m) 작업 여유폭 고려한 규모(30×50m=1,500m ²)
	도저		정지작업 현장(250m ²) 도로성토(18×0.4×1200)
	로더		-
	롤러 (성토용)		400m ² (흙, 암석) 흙쌓기 표준시방서 KCS 11 20 20 (2018)
	그레이더		시험장 규모 4m×30m (흙, 암석)
MC/MG 장착한 건물 건설장비	말뚝 시공 장비	건물 기초공사 시 작업자에게 정확한 위치, 깊이 등 정보를 제공하거나, 장비작동자가 반자동 혹은 자동으로 중장비를 운영하는 첨단화/자동화 건설장비 시스템	30m×30m/ 깊이 15m, 30m
	드릴 (네일링, 그라우팅, 발파 장약등)		다양한 사면 조건

MC/MG 장착한 도로 건설장비	롤러 (포장용)	도로포장, 유지·관리를 포함한 도로 인프라 건설 모든 분야에 걸쳐 해당 작업범위의 각, 높낮이 등을 구간 마다 계산하여 정교한 정보를 제공 하거나, 장비작동자가 반자동 혹은 자동으로 장비를 운영하는 첨단화/ 자동화 건설장비 시스템	5m×100m×4개
	콘크리트 피니셔		8m×20m×6개
	아스팔트 피니셔 (페이버)		5m×100m×4개
	아스팔트 살포기		5m×100m×4개
	노면파쇄기		5m×100m×4개

- 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비에 대해서 시급히 개발하여야 하는 세부분야를 선정하기 위하여, 전문가를 대상으로 우선순위 평가 수행
- 실증시설, 성능평가안 유무, 시장성숙도, 기술역량, 성능 파급도로 80점 이상의 5개 분야를 우선 추진분야로 선정

<표 2-52> 세부기술 우선순위평가 결과

후보 세부분야(과제)			실증시설		성능평가(안)		시장 성숙도	기술 역량	성능 평가 파급도	종합 점수	순위
분야(과제)명			유/무	구축 난이도	유/무	수립 난이도					
MC/MG 장착한 토공 건설장비	굴삭기		유	4	무	5	5	5	5	96	1
	도저		유	4	무	5	4	5	5	92	2
	로더		유	4	무	5	3	3	3	72	5
	롤러 (성토용)		유	4	무	5	4	5	5	92	2
	그레이더		유	4	무	5	4	5	5	92	2
MC/MG 장착한 도로 건설장비	롤러 (포장용)		무	4	무	5	4	5	5	92	2
	콘크리트 피니셔		무	4	무	5	3	3	3	72	5
	아스팔트 페이버		무	4	무	5	4	3	3	76	4
	아스팔트 살포기		무	4	무	5	4	3	3	76	4
	노면파쇄기		무	4	무	5	3	3	3	72	5
MC/MG 장착한 건물 건설장비	말뚝 시공 장비		무	5	무	5	3	5	3	84	3
	소형 드릴 장비		무	5	무	5	2	2	2	64	6

- 첨단 기술의 성능평가 시 평가항목 검토를 위해, 크게 경제성, 안전성, 내구성, 품질, 시공성, 환경에 대한 상세 지표를 아래와 같이 나열하여 전문가 검토 수행

<표 2-53> 분야 공통 평가항목 검토 결과

대분류	중분류	소분류 (변경 가능)	적정성 (O, X)					
			A	B	C	D	E	종합
경제성	초기비용 (초기도입비용)		0	0	0	..	..	0
	사용 중 발생비용 (렌탈비용)		0	0	0			0
	기타 (유지 · 관리비용)		0	X	X			△
	총비용		0	0	0			0
안전성	시공 단계	작업자 사고	0	0	0			0
		구조물 사고	0	?	0			△
내구성	주기능	기능 확인	0	0	0			0
	형상	크기, 무게	0	X	0			△
	내구성	기능유지	0	0	0			0
품질	성능	적용 범위 등	0	0	0			0
	완성도	현장관리주체	0	?	X			△
		정밀도	0	0	0			0
시공성	시공합리성	기간	0	0	0			0
		작업 성능	0	0	0			0
	적용 범위	적용조건 및 범위	0	0	0			0
	관리	장치점검 주기 등	0	0	0			0
	난이도	숙련공 의존도	0	0	0			0
환경	작업환경	소음	0	X	0			△
		분진	0	X	0			△
	작업자 환경	작업자 부담(피로도)	0	?	0			△

※ 0는 필수적 고려, △는 필요시 고려

- (추진 과제별 세부기술 동향) 글로벌 건설중장비 제작회사들은 Trimble이나 Topcon 등의 유수의 정밀 계측 업체와 협력하여 MG, MC 기능이 구현되는 스마트 건설장비를 제작 생산
 - 해외에서는 본 기획과제에서 우선 성능평가분야로 선정된 굴착기, 도저, 롤러, 그레이더 등에 MG, MC 기능이 구현되는 다양한 장비들이 출시
 - 롤러의 경우, 타 건설기계 대비 자동화 수준이 높으며 무인장비 개발 진행 중
 - (굴착기) Caterpillar에서는 Cat GRADE with Assist 라는 제품을 판매하고 있으며, 자동으로 작동하는 붐과 버킷을 이용하여 기존 굴착기 보다 45%나 향상된 매우 빠른 속도로 표면고르기 작업 가능
 - 과굴착으로 인한 재시공을 급격히 줄일 수 있기 때문에 초보자도 쉽게 굴착기를 다룰 수 있고, GPS나 레이저 장치를 추가로 결합하여 표면고르기 작업을 더욱 신속하게 가속 가능
 - 국내에서는 현대두산인프라코어가 MG 기능이 탑재된 굴착기를 생산판매하고 있으며, 영신디엔씨는 기존 굴착기에 장착할 수 있는 MG 패키지를 생산 판매



[그림 2-67] 두산 인텔리전트 가이드스가 장착된 굴착기



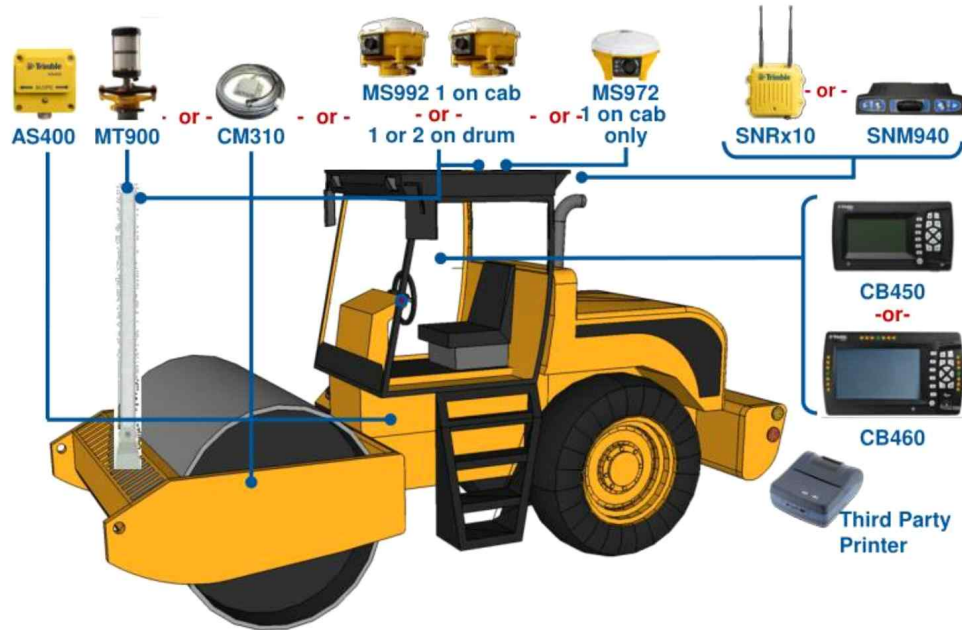
[그림 2-68] 영신디엔씨 3D SMC 굴착기

- (도저) Caterpillar의 Cat GRADE with 3D 제품은 원하는 두께의 흙을 포설하기 위해 도저 블레이드의 높이가 자동으로 조절되어 기존 도저 보다 50% 이상 효율적인 시공이 가능(연료, 시공시간, 인력 절감)
- GNSS를 부가적으로 장착하는 경우 도저의 위치와 시공한 결과를 함께 확인 가능하며 Cat GRADE with 3D의 정밀도는 $\pm 1/10$ ft(약 ± 3 cm)로 평가되며, 현장 상황과 건설기계의 조건에 따라 오차 범위 변화 가능



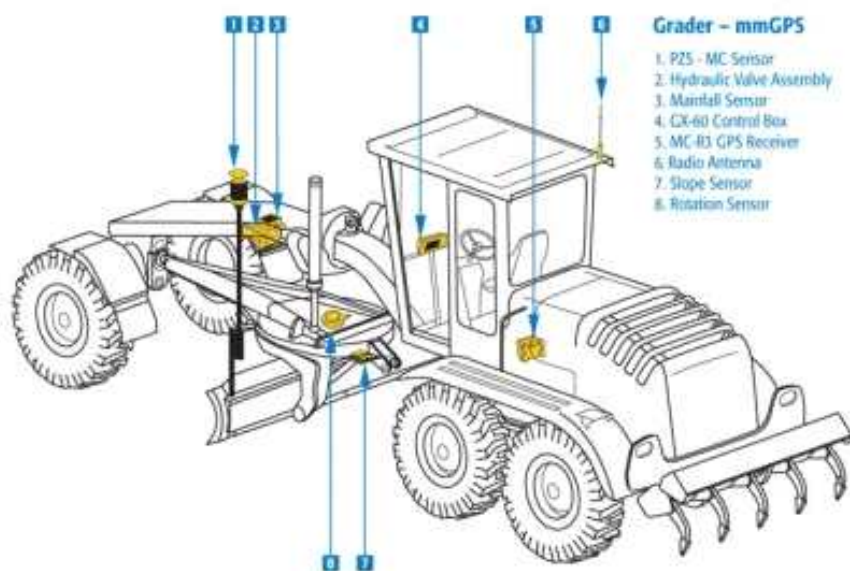
[그림 2-69] Cat GRADE with 3D (Caterpillar)

- (성토 및 포장용 롤러) MG가 장착된 성토용 다짐롤러는 지능형 다짐(intelligent Compaction) 롤러라고 불리며, 롤러 주행 중 다짐도 평가(연속다짐평가)와 다짐횟수 측정으로 기존 다짐도평가방법인 평판재하 시험과 흙의 밀도시험과 같은 시간과 노동력이 많이 드는 일점시험법 대체
- 글로벌 건설장비 제작사인 Caterpillar는 글로벌 계측장비 제작회사인 Trimble과 협업을 통해 지능형 다짐 관리시스템이 장착된 진동롤러를 제작하고 있으며, 미국 내 주정부교통국(Department of Transportation, DOT)과 연구개발을 통해 그 사용성 확장 중
- Trimble에서는 CCS900라는 지능형 다짐관리시스템을 판매하고 있으며, 다짐도평가 센서, GNSS 등으로 구성



[그림 2-70] 지능형다짐관리시스템 CCS900

- 일본의 Akasakatech사와 Sakai 중공업은 협업을 통해 “Compaction Meister” 라는 제품명의 지능형 다짐 롤러를 출시한 바 있는데, 가속도계를 활용한 다짐평가장치를 CCV 센서로 명명하여 다짐횟수와 다짐도를 평가할 수 있도록 구성
- (그레이더) Caterpillar의 AccuGrade GPS, ATS(Advanced Tracking Sensor) 제품은 그레이더의 정밀한 블레이드 조절을 위한 장치로 블레이드 조절을 위해 GNSS 또는 토털스테이션과 레이저 레벨 등의 정밀 장비 사용
 - GNSS를 사용하는 경우에는 현장 조건이나 장치 성능에 따라 정확도의 차이가 발생할 수 있기 때문에, 토털 스테이션이나 레이저 레벨을 이용하여 정확한 고저차를 측정하는 ATS 제품 출시
 - TOPCON에서는 Caterpillar의 AccuGrade GPS, ATS 제품과 유사한 MG 제품 라인을 보유하고 있으며, 기존 GNSS보다 3배 더 정밀도가 높은 mmGPS를 장착한 모터그레이더용 MG 장치도 출시



[그림 2-71] Topcon Motor Grader mmGPS System

- (추진 과제별 연구내용) 비교평가 및 실증 지침(안) 개발
 - 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비 비교평가 및 실증 가이드 개발 대상 점검 및 보완

- 동 기획의 세부기술(안)을 기반으로 관련 전문가 협의를 통해 비교평가 및 실증 가이드라인 우선 개발 대상 세부기술 점검 및 보완

<표 2-54> 세부기술별 비교평가 및 실증 필요 시설(안)

분야(과제)명		개요	최소 시험시설 규모
MC/MG 장착한 토공 건설장비	굴삭기	도로공사 및 첨단측량 공정에서 운전자에게 3차원 모델 형태로 정확한 위치 정보를 실시간 제공하거나, 장비운전자가 3차원 도면 토대로 원격제어를 포함하여 반자동 혹은 자동으로 중장비를 운영하는 첨단화/자동화 건설장비 시스템	최소 트랜치 컷 규모 4m×30m 작업 여유폭 고려한 규모 (30×50m=1,500m ²)
	도저		정지작업 현장 (250m ²) 도로성토 (18×0.4×1200)
	롤러(성토용)		400m ³ (흙, 암석) 흙쌓기 표준시방서 KCS 11 20 20 (2018)
	그레이더		시험장 규모 4m×30m (흙, 암석)
MC/MG 장착한 도로 건설장비	롤러 (포장용)	도로포장, 유지·관리를 포함한 도로 인프라 건설 모든 분야에 걸쳐 해당 작업범위의 각, 높낮이 등을 구간마다 계산하여 정교한 정보를 제공하거나, 장비운전자가 반자동 혹은 자동으로 장비를 운영하는 첨단화/자동화 건설장비 시스템	5m×100m×4개
MC/MG 장착한 건물 건설장비	말뚝 시공 장비	건물 기초공사 시 작업자에게 정확한 위치, 깊이 등 정보를 제공하거나, 장비운전자가 반자동 혹은 자동으로 중장비를 운영하는 첨단화/자동화 건설장비 시스템	30m×30m/ 깊이 15m, 30m

2.4.5 스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 지원체계 구축

□ 지원분야 개요

- 스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 지원체계 구축의 개념
 - 스마트 건설기술 산업 활성화에 이바지할 수 있는 기반 개발
 - 시설물 기반의 교육 프로그램 개발 및 시범 운영, 사후 모니터링, 수요자(발주처) 의견 반영까지 일련의 기술 운영/관리가 가능한 통합 플랫폼 구축 및 시범 운영
- 스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 지원체계 구축의 필요성
 - (성능평가 결과 공유 부재) 신기술 현장 적용 후에 대한 사용자(발주처) 입장에서의 정보 공유가 부재하여 실제 적용 여부 및 결과 확인 불가
 - (중소기업 역량 지원) 양극화 해결을 위한 중소기업 대상의 제도적 지원 필요성 대두
 - (수요자의 기술 이해도 부족) 현장 사용자의 신기술에 대한 거부감 및 조작 미흡에 의한 신기술 역량 대비 낮은 효과
 - (사후 정보 공유 필요) 기술적용 후 결과의 신뢰성 확보가 가능한 성능평가 사후 모니터링 필요(Track-record)
 - (실질적 정보 공유) 스마트 건설기술 Pool을 하나의 창구로 운영/관리하고, 현장적용에 필요한 실질적 정보 제공하는 플랫폼 필요
 - (신기술 활용 교육 필요) 실습 위주의 선제적인 신기술 교육을 통해 현장 사용자 신기술 활용도 제고

□ 지원분야 환경분석

- (교육프로그램 동향) 국내를 비롯한 미국, 일본, 영국 등 주요 선진국에서는 스마트 건설기술 전문가 양성을 위한 교육프로그램을 기획하고 운영 중

- (국내) 드론, IoT, 빅데이터, AI 등 스마트 건설기술과 관련된 분야 전문가 양성을 위한 다양한 교육프로그램 시행 중
 - (미국) 플로리다에서는 TRAMCON 프로그램 등 모듈러 건설기능인력 교육훈련 프로그램을 정부지원으로 개발 운용 중이며, MIT에서는 스마트팩토리과 관련하여 재직자를 대상으로 스마트제조에 관한 전문 교육을 실시 중
 - (일본) ‘ICT 토공에 대응할 수 있는 기술·기능 노동자의 확대’를 목표로 민관 공동 추진체제를 구축하여 전국의 기술사무소 등 30개 정도의 교육시설을 활용한 새로운 감독기준 등에 대한 강습 개최
 - (유럽) Construction 2025에서는 변화하는 산업환경에 대응하기 위한 인력 양성은 특별한 중요성을 띠고 강조되고 있으며, 초등과정에서 전문과정에 이르기까지 다양한 레벨에서의 교육 기획
- (스마트 건설기술 수요 현황) 창업과 현장에서 중요한 실무 경험과 관련 지식을 쌓아 경험을 위한 지원을 통해 실용적인 교육을 추구하는 경향으로 “이론 → 실무 → 현장”의 교육 진행 요구
- 수요조사 결과, 스마트 건설기술에 대한 기술소개 및 적용사례 등 기초 이론 교육에 대한 수요가 22%로 가장 많았으며, 그 다음으로는 스마트 건설기술 활용을 위한 실무 교육(21%), 스마트 건설기술의 현장 적용을 위한 현장실습형 교육(19%) 순으로 집계
- (스마트 건설건설 기술 관련 플랫폼 동향) 일본은 2006년 8월 국토교통성 소관 공공공사 등의 신기술 활용 시스템(이하 NETIS)을 만들어 인증된 신기술을 등록하여 보급
- NETIS는 신기술정보의 수집, 신기술정보의 제공, 신기술의 활용, 신기술의 사후평가 뿐만 아니라 신기술의 활용촉진 목적으로 운용
 - 운용체제 주체들은 NETIS의 적절한 심사, 평가 등을 통해 현장에서의 신기술 활용검토를 실시하며 효율성과 활용리스크의 경감을 위해 체제 정비
 - NETIS는 신기술의 활용을 위해 기술의 성립성과 직할공사 활용에 대한 타당성 검토를 위한 사전조사 실시

□ 연구내용

- (추진 전략) 시설 활용, 수요자 중심, 피드백 강화를 중점으로 추진전략 구성
- (시설 활용) 구축된 시험장 설비를 활용한 실습 중심의 교육프로그램 운영 현장 사용자들의 기술 이해도 및 활용 역량 강화
 - (수요자 중심) 수요자(발주처) 검토의견 제시 및 기술 보완, 사후 적용 결과 모니터링 등 수요자가 현장 적용에 실질적으로 필요한 정보 중심으로 구성
 - (피드백 강화) 실제 현장 기술 수요자가 현장 적용에 대한 사후 평가내용을 공유하는 플랫폼 구축
- 세부과제로는 시설물 활용 교육 프로그램 개발과 성능평가 활성화 공유시스템 개발로 구성

<표 2-55> 구성기술 구성안

구성기술 (안)	주요 연구내용
시설물 활용 교육 프로그램 개발	• 첨단 기술 시연 및 습득이 용이한 현장 실습 위주 교육 커리큘럼 • 비대면 메타버스, XR 등의 기술 활용하여 첨단안전 기술장비 등을 가상세계에 구현한 기술자 교육장 구축 및 콘텐츠 개발(VR·AR 콘텐츠 사용 환경구축) • 기술자 교육 시스템 운영·관리 매뉴얼 개발 및 시범운영
성능평가 활성화 공유시스템 개발	• 기존 기술과 비교 용이한 성능지표 비교 기능 • 대상 기술에 대한 성능평가 데이터 관리 및 Track-record 기능 • 성능평가 결과에 대한 공표 기능 • 사용자 기술 탐색이 용이한 기술 매칭 기능 등

- (시설물 활용 교육 프로그램 개발) 스마트 건설기술 산업 분야의 차세대 기술(HW, SW)의 기초 활용법을 이해하고, 건설단계별 필요 주요기술의 특성을 확인, 학습자의 전문적 소양과 문제 해결 능력을 갖춘 관리인력 배양 및 이해도 제고를 통해 향후 현장 활용도 제고
- ※ 구체적인 교육프로그램(안) 제언은 부록3 참조

<표 2-56> 교육과목 구성안

과목	교육 목표
스마트 건설기술별 활용 도구	건설 산업현장에서 누구나 첨단 기술을 사용하고, 접하는 상황에서 HW, SW에 대한 개요, 건설 단계에서 필요로 하는 스마트 건설기술의 종류에 대한 습득과 건설 설계, 건설현장, 건설 유지·관리를 이해할 수 있는 복합적 업무와 관련된 업무를 수행할 수 있는 능력 배양
첨단안전 건설기술별 현장 실습	학습자에게 친숙한 사례를 활용하여 건설기술 프로그램으로서의 데이터 입력 및 자료 수집, 분석되는 흐름을 강의 자료를 통해 우선 학습하고 학습자 스스로 프로그램을 설치, 건설의 완료가 끝난 프로젝트를 하나의 예로 컴퓨터로 표현하는 방식, 정성적 형태의 묘사와 인위적으로 발생시킨 문제에 대해서 해소할 수 있는 문제 해결 능력을 배양
외부교육 연계	산업체 요구를 반영한 BIM, 드론을 중심으로 산업현장에서 응용되는 실용적 능력 심화 프로그램, 전문화된 교육을 제공하는 외부 교육 프로그램 연계를 통해 심도 있는 지식을 습득하고 실무에 바로 투입될 수 있는 응용능력 형성

※ 본 과제에서 최적의 교육 프로그램 설계

- (성능평가 활성화 공유시스템 개발) 신기술의 활용과 사후평가를 시행하고 이 정보를 공유하기 위한 플랫폼 구축

<표 2-57> 성능평가 활성화 공유시스템 구성 기능(안)

기능	내용
신기술 검색	플랫폼 등록 신기술 안내 및 검색 제공
성능평가 신청	스마트 건설기술 성능평가 신청 서식 및 방법 설명
성능평가 방법	개발된 스마트 건설기술 성능평가 시나리오/프로세스 검색 및 설명 제공
사후평가 정보	신기술 사용자가 현장 적용 후 그 결과를 등록 하고 이를 공유하는 기능
기술과 현장 매칭	현장 수요와 공급 기술 매칭 지원
매뉴얼/ FAQ	근거법령, 조작방법 매뉴얼과 자주 오는 질문(FAQ) 제공
지정비교	입력 키워드를 중심으로 관련 기술들의 리스트와 비교표 제공
기술 추천 (예시)	추천, 준추천, 평가촉진기술, 활용촉진 기술로 구분하여 검색 키워드 기반의 신기술 추천 - (추천기술) 매우 획기적인 신기술 - (준추천기술) 획기적이지만, 한층 더 발전할 기대가 있는 기술 - (평가촉진기술) 타기관 등의 실적에 기초하여, 기술수준 등을 한층 높이는 것이 예상되는 기술 - (활용촉진기술) 종합적인 활용의 효과가 우수한 기술, 특성의 성능 또는 기능이 특히 우수한 기술 및 특성의 지역에서만 보급하고 있으나, 전국에 보급하는 것이 유익하다고 판단한 기술 등

※ 본 과제에서 최적의 플랫폼 설계

- (세부 성능목표 (안) 구성) 시설 활용, 수요자 중심, 피드백 강화를 중점으로 추진전략 구성

<표 2-58> 세부 성능목표(안)

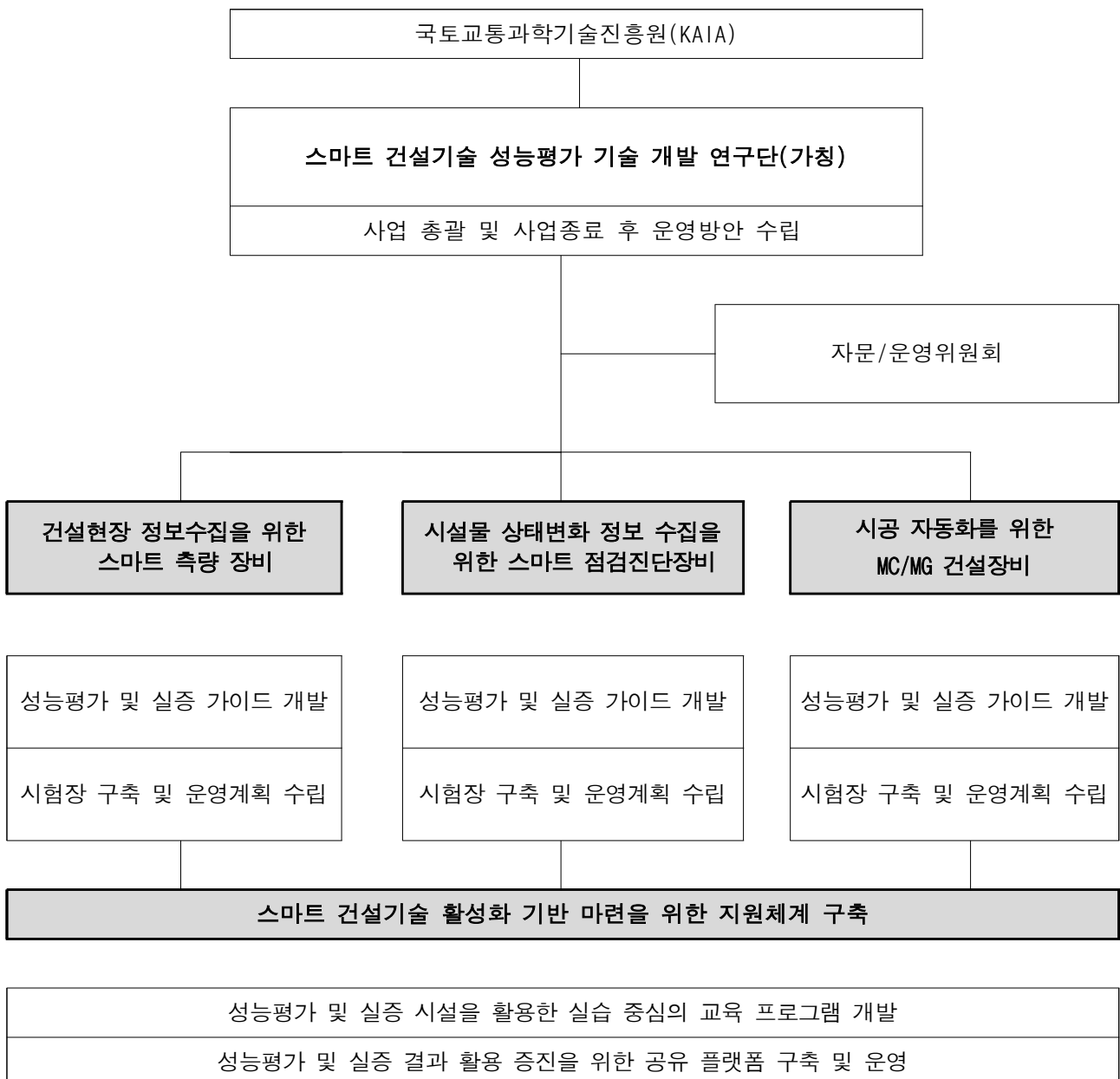
구성기술	개발내용	성능지표	개발 목표 스펙
시설물 활용 교육 프로그램 개발	교육 프로그램 설계	개발 교육 프로그램 건수	3건 이상
	교육 활용도	교육만족도	90%
성능평가 활성화 공유시스템 개발	시스템 구축	구축율	100%
	시스템 활용도	활용 만족도	90%
	산업 활성화 지원	시스템을 통한 현장적용 건수	3건 이상

2.5 사업운영 계획 및 소요예산

2.5.1 사업운영 계획

□ 본 사업 추진체계 및 프로세스

- (사업 추진체계) 기술분야별로 적용되는 비교실증(안) 개발 및 이를 검증하기 위한 시설구축과 산업 전반 활성화를 지원하는 공통 적용기술로 이원화하여 사업 추진체계 구축
 - (기술영역별 적용 기술) 기술영역별로 성능평가 시나리오/프로세스 개발과 대표 시험시설 구축은 기술영역 중심으로 과제를 구성하여 개발 추진
 - (공통 활용 기술) 교육 프로그램과 통합 플랫폼 등 스마트 건설기술 산업 활성화를 지원하는 기술영역 공통적 요소 많은 산업 활성화 지원기술은 총괄과제로 추진
- (사업 추진 체계) 스마트 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축을 위해 총괄과제와 기술분야별 세부과제로 구성하여 운영하고 정량적 성과목표를 연차별로 설정하여 관리/평가



[그림 2-72] 스마트 건설기술 비교평가 및 실증체계 구축 추진체계

○ (사업관리 프로세스) 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계 구축 연구단(가칭)(이하 ‘연구단’)을 선정하여 연구단 중심 사업 추진



[그림 2-73] 사업관리 프로세스

○ (단계별 관리방안) 선정, 중간, 최종으로 단계를 나누어 단계별 관리 실시

- (선정평가) 전문기관인 국토교통과학기술진흥원이 연구단 과제 공고에서 최종선정 및 협약까지 전반적인 연구단 선정업무 수행

주요 절차	내용
신청서류 접수 (전문기관)	• 연구개발계획서 등 신청서류 접수
↓	
선정평가 계획수립 (전문기관)	• 선정평가 절차 및 일정 계획수립 및 안내
↓	
사전검토 (전문기관)	• 사업담당자 사전검토 - 신청서류 적합성, RFP 부합여부, 중복성 조사내용 등
↓	
평가단 구성 (전문기관)	• 전문가 중심 평가단 구성
↓	
선정평가 실시 (평가단)	• 서면평가, 온라인평가, 발표평가, 현장평가 중 하나 이상의 방법을 선정하여 평가
↓	
평가결과 보고 및 통보 (전문기관)	• 선정평가 결과 국토부/과기부/행안부 보고 - 평가결과 신청기관 통보 및 협약체계 안내
↓	
협약체결 (전문기관↔연구단)	• 선정기관은 평가위원 의견을 반영·조치하고 협약체결

[그림 2-74] 선정평가 프로세스

- (사전검토) 신청기관이 제출한 연구개발계획서에 대해 과제제안요구서(RFP)와의 부합성, 타 과제와의 중복성 등 사전검토 자료를 연구단평가단에 제공
- (평가방법) 서면평가, 온라인평가, 대면(발표)평가, 현장평가 중에서 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- (평가항목 및 배점) 개별 평가계획 수립 시 「국가연구개발혁신법」의 필수 항목을 제외하고 과제의 유형을 고려하여 유형별 평가항목과 배점 가능
- ‘연구개발과제의 창의성 및 수행 계획의 충실성’ 및 ‘연구자 또는 소속기관·단체의 연구개발 역량’은 「국가연구개발혁신법」의 필수항목

<표 2-59> 선정평가 기준(안)

평가항목	배점	평가내용
기술개발 추진계획	40	기술개발 계획목표 및 범위의 명확성
		기술개발 추진체계 및 참여인력구성의 적정성
		기술개발을 위한 사업비 책정의 타당성 및 구체성
도전성과 창의성	10	기존 기술대비 도전성, 창의성, 차별성
		창의적 기술로 신규 시장 창출 및 개척가능성
주관기관 기술개발역량	30	연구책임자의 역량
		주관기관의 기술개발 역량
기술의 우수성	20	기술개발의 완성도, 혁신성, 차별성
		기술개발 조기 성공 가능성
합계	100	

- (평가결과 산정) 종합평가점수 산정 시 「국토교통연구개발사업 관리지침」에 따라 과제 획득점수를 기준으로 가점 및 감점 부여가 가능하며, 이를 반영한 과제별 최종점수로 지원대상 기관 선정
- (평가결과 조치) 선정평가 결과를 국토교통부/과학기술정보통신부/행정안전부 장관에게 보고하고, 평가위원회의 명단 및 종합의견 등 평가결과를 신청기관에 통보, 이후 연구과제 평가단 의견 등을 반영 및 보완하여 협약 추진
- (중간평가) 중간(연차, 단계)평가는 연구목표 달성도와 차년도(다음단계) 연구계획 적절성을 중심으로 평가

주요 절차	내용
연차(단계)평가 계획수립 (전문기관)	· 연차(단계)평가 절차 및 일정 계획수립 및 안내
↓	
연차(단계)평가 자료 제출	· 연차(단계)실적계획서, 성과점검기준표 증빙서류 등 평가자료 제출
↓	
사전검토	· 과제담당자 사전검토 - 연구성과 질적·양적 달성도 - 연구계획 변경내용 - 실용화 점검결과 반영 내용 - 연구비 집행실적 및 이월신청 등
↓	
평가단 구성 (전문기관)	· 전문가 중심 연평가단 구성 - 이해관계인 제척(除斥)
↓	
연차(단계)평가 실시 (전문기관)	· 해당 연도(단계) 실적평가 및 다음 연차(단계) 계획 검토 - 대면(발표)평가, 현장평가 등 적합한 평가방법 선택
↓	
연차(단계)평가 결과보고 및 통보 (전문기관)	· 연차(단계)평가결과 국토부 보고 - 연차(단계)평가결과 주관기관 통보 및 협약체제 안내
↓	
협약체결 (전문기관↔연구단)	· 연차(단계)평가결과를 반영하여 차년도 협약체결

[그림 2-75] 중간평가 프로세스

- (사전검토) 주관연구기관이 제출한 연차(단계)실적·계획서, 성과점검 기준표 등을 전담기관 담당자가 사전검토하고, 검토내역을 평가단에 제공
- (평가방법) 세부과제 단위로 평가하고 대면(발표)평가, 현장평가 중에서 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- (평가항목 및 배점) 연차(단계) 평가계획 수립 시 「국토교통 R&D 평가 업무매뉴얼」의 평가항목 및 배점을 참고하되 연구과제의 유형을 고려하여 평가항목 간 배점을 달리하여 평가
- (평가결과 산정) 종합평가점수 산정 시 연구과제 평가단 평가점수(90%) 및 진도관리 평가결과(10%)를 기준으로 조합평가점수를 정하되, 진도관리평가 생략 시 평가단 결과만으로 종합평가점수 산정
- (평가결과 조치) 실적 종합평가점수에 따라 과제의 '계속지원(60점 이상)' 또는 '지원중단(60점 미만)'으로 판정하고, 실적 종합평가점수에 따라 평가단위 과제의 연구수당 지급기준을 차등 적용
- (최종평가) 최종평가는 연구목표 달성도와 연구결과 우수성을 중심으로 평가하며, 평가지표를 산출/결과 지표 위주로 설계하여 평가 진행
 - (연구목표 달성도) 사업 특성을 평가하는 지표와 각 세부과제별 연구목표 달성도를 평가하는 지표로 설계
 - (연구결과 우수성) 과학적 성과와 사회경제적 성과를 중심으로 파악하여, 사업의 목적달성을 통한 사회경제적 기여도 평가

<표 2-60> 최종평가 중점 항목 및 평가지표(예시)

평가항목	세부평가항목		가중치
연구목표 달성도	공통	연구목표 달성도	40
		시설 구축도	
		비교평가 지침 정책 활용도	
	개별지표	개별지표_1	10
		개별지표_2	
		개별지표_3	
연구결과의 우수성	과학적 성과	논문	25
		성능평가 지침 및 시설운영 지침	
	사회경제적 성과	스마트 건설기술 현장활용 향상	25
		대국민 만족도	

주요 절차	내용
최종평가 자료 제출 (주관연구기관)	최종보고서, 성과점검 기준표, 자체평가보고서, 연구개발 결과 활용계획서 등 평가자료 제출
↓	
최종평가 계획수립	최종평가 절차 및 일정 계획수립 및 안내
↓	
사전검토 (전문기관)	- 과제 담당자 사전검토 - 연구성과 질적·양적 달성도 - 당초 연구개발계획 대비 수행여부 - 연구성과 활용계획의 적정성 등
↓	
연구과제 평가단 구성 (전문기관)	- 전문가 중심 연구과제 평가단 구성 - 이해관계인 제척(除斥)
↓	
최종평가 실시 (연구과제 평가단)	연구개발 목표 달성여부, 연구성과 우수성 등에 대한 평가
↓	
최종평가 결과보고 및 통보 (전문기관)	- 최종평가결과 국토부/과기부/행안부 보고 - 최종평가결과 주관기관 통보 및 보완요청
↓	
최종보고서 발간·배포	최종보고서 보완본 필수배포처 배포

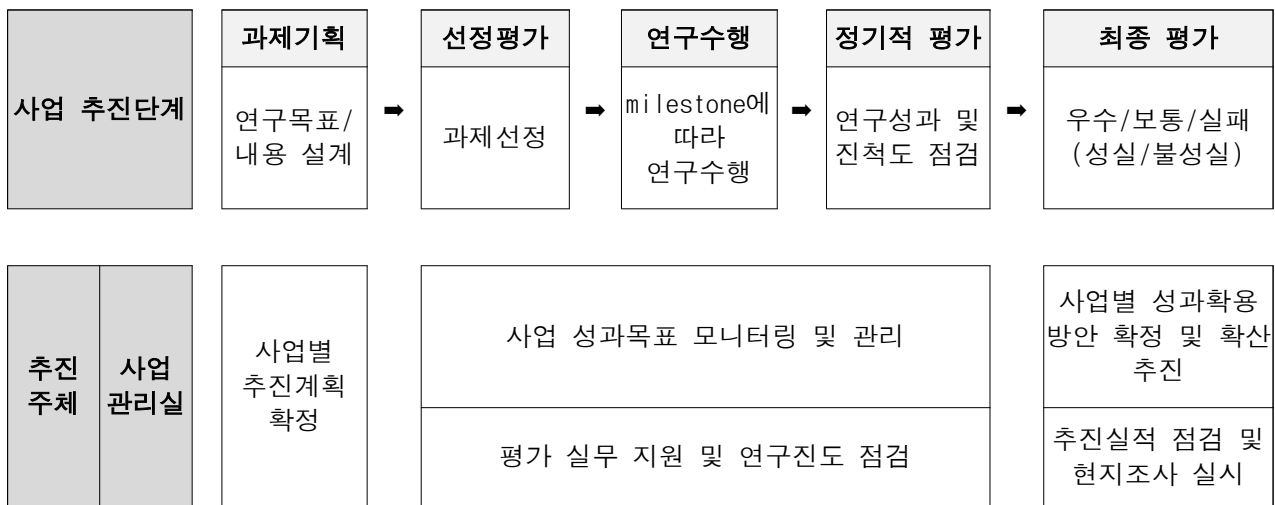
[그림 2-76] 최종평가 프로세스

- 연구과제 평가단 구성은 관계 규정 및 지침에 따라 구성하되 선정평가 및 중간(단계)평가에 참여한 전문가를 우선 위촉하며, 필요시 전문성이 인정되는 공무원 위촉 가능
- 최종평가결과, 종합평가점수에 따라 과제의 ‘성공(60점 이상)’ 또는 ‘실패(60점 미만)’ 판정
- 최종평가 후 연구개발결과의 활용 촉진을 위해 연구종료 3년 이내에 연구개발 결과의 활용을 위한 추적평가 실시

○ (성과관리계획) 동 사업의 성과관리 계획은 정부업무평가 기본법의 기본철학을 준수하여 시행

- (성과분석) 성과관리의 주체는 전문기관인 국토교통과학기술진흥원으로 하되, 성과분석기관은 별도로 선정하여 운영
- 성과분석기관은 사업단 및 세부과제 수행기관으로부터 성과자료를 제출받아 확인·취합하여 성과자료 DB를 구축하고, 이를 활용하여 성과검증 및 분석 수행

- 국토교통과학기술진흥원은 성과분석 결과를 확정하고, 중간 및 최종평가에 이를 활용함으로써 지원유지 여부 결정이나 예산조정 반영 등 사업운영에 피드백
- (추적평가) 본 사업의 기술이전 확산, 기술혁신 성공사례 발굴, 우수과제 인센티브 부여 등 성과 활용 및 확산을 위하여 과제 종료 후 5년간 발생성과에 대한 정기적 추적평가를 실시하여 성과의 사후관리 수행
 - (체계 및 담당기관) R&D 전문기관의 성과활용조사·평가 전문가가 추적(성과)평가 실무를 담당하고, 사업단 및 세부과제 수행기관과 유기적으로 협력하여 성과평가 실시
 - (성과평가 담당자) 사업종료 후 성과평가 업무 전담
 - (관리체계) 전문기관은 사업 전반적인 기획, 운영 지식을 바탕으로 성과평가 실무자와 협의하여 성과평가 업무 진행방향 설정, 평가체계 수립, 평가결과의 환류 시스템 등 종합관리자로서 추진위원회에 보고
 - 연구단은 성과계획 및 성과결과분석 보고서를 작성, 제출하고 전문기관, 수행기관 및 외부 평가 관계자들 간 성과 공유·활용
- (상시 모니터링 및 마일스톤 점검) 국토교통과학기술진흥원의 사업부서, 연구단 등을 통해 사업수행과정을 정기적으로 모니터링함으로써 사업 실패확률을 최소화할 수 있도록 운영
 - 세부과제별 연구책임자가 제시한 마일스톤에 입각하여 연구진척도 및 목표 달성도에 대한 진도관리와 연구 성과를 모니터링하고 이를 평가와 연계하여 운영



[그림 2-77] 과제관리 프로세스

2.5.2 소요 예산 및 투입 인력

- (전체사업비) 동 사업은 5년('23년~'27년) 간 총 235.38억 원(국고 100%), 연평균 약 47.07억 원 규모로 4대 내역 사업(3개 중점분야 및 1개 지원분야) 8개 세부과제로 구성
- 시험시설 구축을 위해 사업 착수 1~3차년도에 연구비의 74.1%가 투입

<표 2-61> 연도별 총 투자계획

(단위 : 백만원)

내역사업	총계	'23	'24	'25	'26	'27
건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비	6,351	1,010	1,010	1,485	1,204	1,643
시공 자동화를 위한 MC(Machine Control)/MG(Machine Guidance) 건설장비	6,318	1,061	1,061	1,423	1,199	1,573
시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비	9,041	1,246	1,300	2,303	1,731	2,461
스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 지원체계 구축	1,827	524	524	301	240	240
합계	23,538	3,841	3,895	5,512	4,374	5,917

* 연구단 운영비 및 전문기관 기획평가관리비 포함 금액

- (연도별 투자) 연도별 상세 투자계획은 4개 내역사업별 특성을 고려하여 기획위원회 의견 및 유사 국가 재정 및 연구개발 사업 소요예산과 활용하여 추정
- 「국가연구개발사업 연구비 관리 표준매뉴얼(KISTEP, 2017.6)」 근거하여 기획분과위원회 의견수렴을 통해 최소 연구단위인 세부과제를 수행하는데 소요되는 적정 투입인원과 그에 따른 연구비를 산정하고, 간접비 및 기획평가관리비 등 합을 통해 총 소요 연구비 규모 확정
 - (인건비) 실제 수행할 수 있는 R&D 인력만큼 인력공수를 결정한 후 직급별로 참여율 및 2021년도 학술연구 용역기준단가(참여율 50%)를 적용하여 산정
 - (직접비) 직접비 중 인건비를 제외한 연구장비 및 재료비(공사비 포함), 연구활동비, 연구수당, 위탁연구 개발비 등의 합으로 산정
 - (간접비) 국가연구개발사업 기관별 간접비 계상기준의 평균인 직접비의 22.8% 이내인 15%로 산정

<표 2-62> 연도별 투자계획

(단위: 백만원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비	1,119	1,139	994	924	1,138	5,314
직접비	2,366	2,396	3,928	3,000	4,155	15,846
간접비	355	359	589	450	623	2,377
합계	3,841	3,895	5,512	4,374	5,917	23,538

- (소요인력) 각 중점분야별 연구개발에 필요한 소요인력을 기획위원회의 상세기획 내용을 반영하여 산출한 결과, 총 사업기간 동안 연 평균 약 36명의 연구인력이 투입되어 총 183명이 투입될 것으로 추산
- 총 사업기간 동안 책임연구원(박사급) 64명, 연구원(석사급) 45명, 연구보조원(학사급) 74명 등 총 183명의 인력이 소요 예상

<표 2-63> 내역사업별 소요인력

(단위: 명)

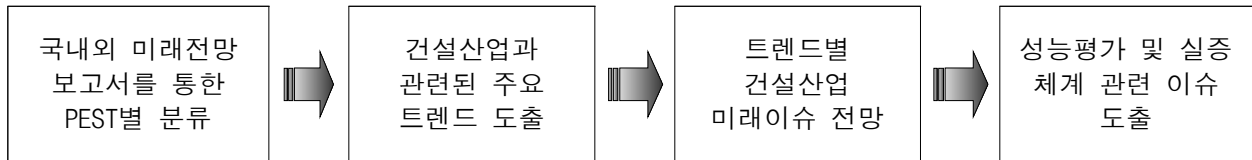
내역사업	구분	'23	'24	'25	'26	'27	총계
건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비	책임연구원(박사급)	2	2	4	4	6	18
	연구원(석사급)	3	3	2	2	2	12
	연구보조원(학사급)	6	6	4	3	3	22
	소계	11	11	10	9	11	52
시공 자동화를 위한 MC/MG 건설장비	책임연구원(박사급)	2	2	4	4	6	18
	연구원(석사급)	3	3	2	2	2	12
	연구보조원(학사급)	7	7	3	3	2	22
	소계	12	12	9	9	10	52
시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비	책임연구원(박사급)	2	2	4	4	6	18
	연구원(석사급)	3	3	2	2	2	12
	연구보조원(학사급)	5	6	3	2	2	18
	소계	10	11	9	8	10	48
스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 지원체계 구축	책임연구원(박사급)	2	2	2	2	2	10
	연구원(석사급)	4	4	1	0	0	9
	연구보조원(학사급)	3	3	2	2	2	12
	소계	9	9	5	4	4	31
합계	책임연구원(박사급)	8	8	14	14	20	64
	연구원(석사급)	13	13	7	6	6	45
	연구보조원(학사급)	21	22	12	10	9	74
	소계	42	43	33	30	35	183

2.6 사업 타당성 분석

□ 과학·기술적 타당성 분석

○ (문제·이슈 도출의 적절성) 국내외 환경분석 및 이해관계자 의견 수렴을 통해 스마트 건설기술 성능평가에 대한 이슈 및 문제점을 도출하고 연구 추진의 타당성 및 정합성 확보

- 글로벌 트렌드 분석과 더불어 관련 정책, 기술, 산업 등에 대한 문헌분석과 다양한 이해관계자 의견을 반영하여 스마트 건설기술 성능평가 및 실증 체계 미충족 수요 발굴



[그림 2-78] 글로벌 트렌드 조사·분석 프로세스

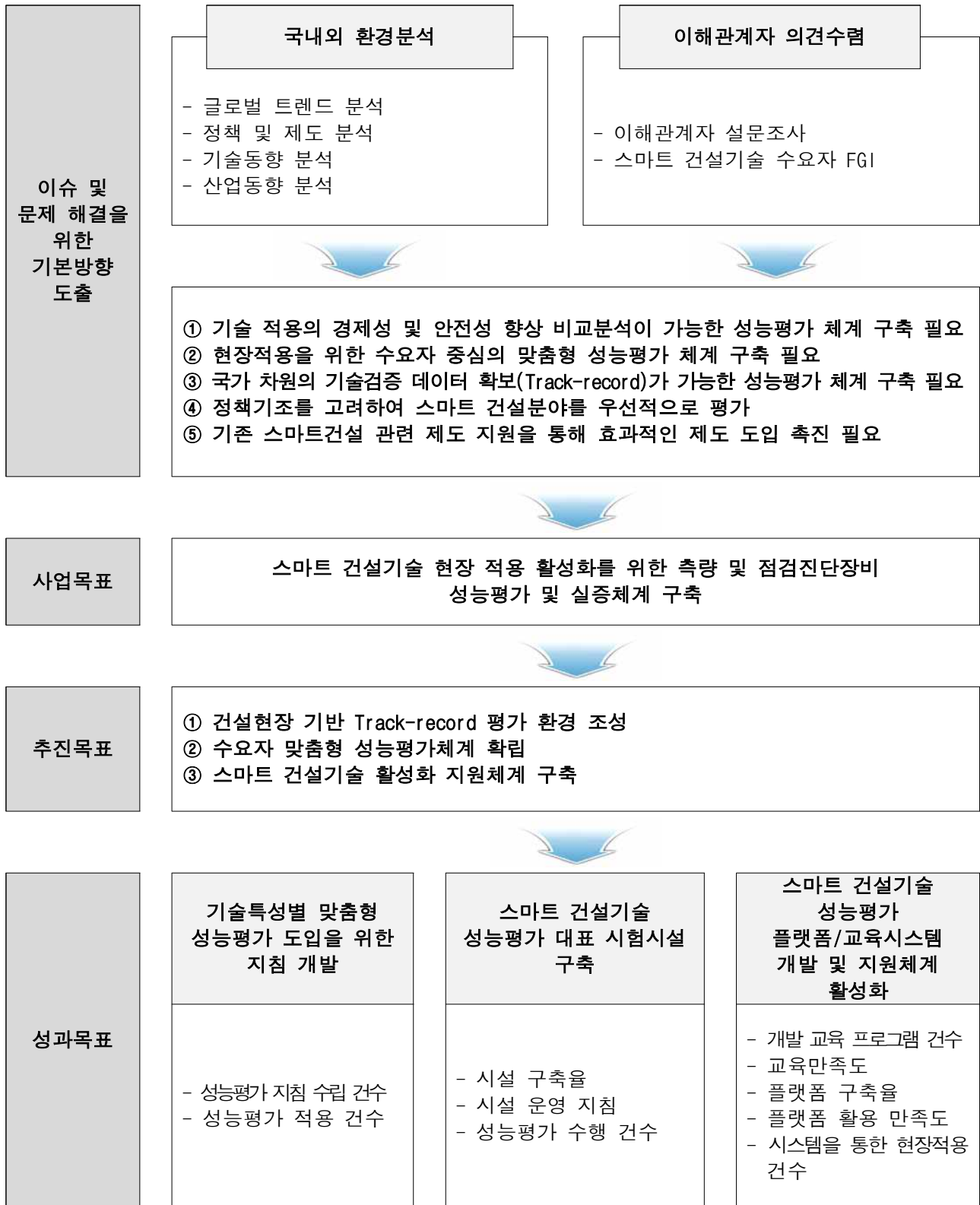
- 국내외 문헌조사 및 전문가 자문을 통해 거시적인 트렌드를 파악하여 정책, 경제, 사회, 기술 등 요인별로 구분하여 건설산업 미래 이슈 도출
- 관련 산업 및 기술 동향과 법/정책 및 기존 신기술 지원제도, 타분야 성능평가 등을 분석 미충족 이슈 도출
- 이해관계자 설문조사와 발주처, 대기업 등 스마트 건설기술을 사용하는 수요자 FGI를 통해 스마트 건설기술 성능평가 및 실증 체계 미충족 수요 발굴

<표 2-64> 이슈 및 문제점 도출 방안

구분	수행 내용
글로벌 트렌드 분석	- STEEP 분석을 통한 사회적, 기술적, 경제적, 환경적, 정책적 미래 이슈 조사
국내외 현황 분석	- 건설기술 성능평가 및 검증 관련 정책 및 제도 동향 분석 - 건설기술 성능평가 및 실증 체계 관련 기술 분석 - 건설기술 성능평가 및 실증 체계 관련 산업 분석
수요조사 분석	- 국내 이해관계자(수요처 및 관련 전문가) 대상 설문을 통해 의견수렴 - 국내 스마트기술 개발 현황을 통해 미래 수요 도출

○ (사업목표의 적절성) 동 연구를 통해 해결하고자 하는 문제 및 이슈와 사업목표와의 연계성

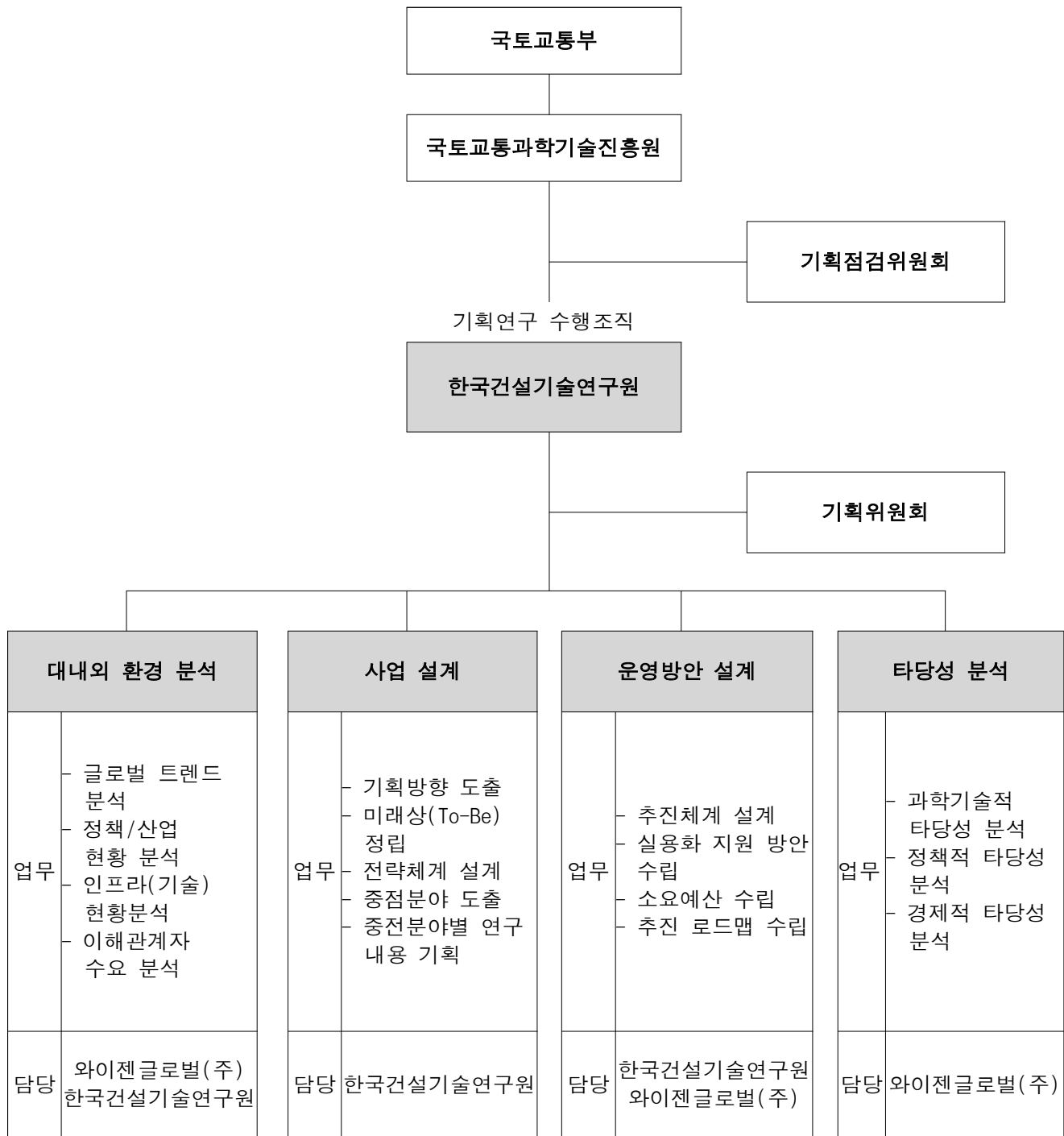
- 국내외 환경분석 및 이해관계자 의견수렴을 통해 스마트 건설기술 성능평가에 대한 이슈와 문제점을 도출하고, 이를 해결하기 위한 사업의 기본 방향 설정
 - 기술 적용의 경제성 및 안전성 향상 비교분석이 가능한 성능평가 체계 구축 필요
 - 현장적용을 위한 수요자 중심의 맞춤형 성능평가 체계 구축 필요
 - 국가 차원의 기술검증 데이터 확보(Track-record)가 가능한 성능평가 체계 구축 필요
 - 정책기조를 고려하여 스마트 건설분야를 우선적으로 평가
 - 기존 스마트건설 관련 제도 지원을 통해 효과적인 제도 도입 촉진 필요
- 도출된 기본방향을 기반으로 “첨단·안전 건설기술에 대한 성능평가체계 도입을 통한 건설산업 활성화”의 사업 목표를 달성하기 위한 성과목표 수립
 - 기술특성별 맞춤형 성능 평가 지침 개발, 건설 표준시험장 구축, 플랫폼·교육시스템 개발 및 지원체계 활성화 등을 통해 창출되는 성과들은 사업 목표와 직접적 연계
 - 사업방향 및 추진전략에 따라 사업의 목표를 효과적으로 달성하기 위한 3개의 성과목표 수립



[그림 2-79] 사업목표 및 성과 도출 절차

- (세부활동 및 추진전략의 적절성 1) 동 연구는 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 한국건설기술연구원, 와이젠글로벌(주) 그리고 각 분야 전문가로 구성된 기획점검위원회 및 자문단이 협력하여 체계적으로 추진
- (국토교통부·국토교통과학기술진흥원) 사업 주관부처로서 ‘첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획’ 관련 추진사항 점검 및 방향 논의, 의사결정
 - (기획점검위원회) ‘첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획’에 대해 거시적 관점에서 기획결과(안) 검토·자문

- (기획자문단) 사업에 대한 기술적 관점에서 전문적으로 검토하여 기획대상 분야에 대한 기획 결과(안) 도출
- (기획연구 수행조직) 동향조사, 기술선별 및 사업기획 총괄 수행, 중장기 마스터플랜 및 사업계획(안) 도출



[그림 2-80] 기획연구 체계도

- (세부활동 및 추진전략의 적절성 2) 체계적인 분석과 사업기획을 거쳐 스마트 건설기술 성능평가 및 체계 구축을 위한 전략체계 및 중점분야 설정
 - 국내외 환경 분석과 기획점검위원회 및 기획자문단 등 다수의 전문가 의견 등을 반영하여 전략체계와 추진 중점분야, 운영방안 등을 설정

추진전략

국내외 환경 분석	글로벌 트렌드 분석
	국내외 현황 분석
	수요조사 분석

사업 개념 설계	기획 방향 도출
	미래상 정립
	사업 정의 및 개념 정립

사업 설계	전략체계 수립
	중점분야 도출
	중점분야 로드맵

운영방 안 설계	추진체계 설계
	사업 평가·관리 계획 수립
	실용화 지원 방안 수립

사전 타당성 분석	과학기술적 타당성
	정책적 타당성
	경제적 타당성

상세수행내용

- STEEP Analysis: 사회적, 기술적, 경제적, 환경적, 정책적 미래 이슈 조사
- 국내 성능평가 및 검증 관련 정책·제도 동향 분석 - 국내외 주요 성능평가시설 및 국내 유사사업 등 기술 동향 분석 - 국내외 건설기술 산업 동향 분석
- 국내 이해관계자(수요처 및 관련 전문가) 대상 설문을 통해 의견수렴 - 국내 스마트 기술 개발 현황을 통해 미래 수요 도출

- 총괄위원회와 및 유관기관 의견을 반영하여 사업기획 방향 도출
- 사업 시행(주요 이슈 해결)을 통한 미래상 설계 및 시사점 도출
- 최신 동향 자료를 반영하여 개발기술의 정의 및 범위 제시하고 이슈 해결을 위한 사업 개념 설계

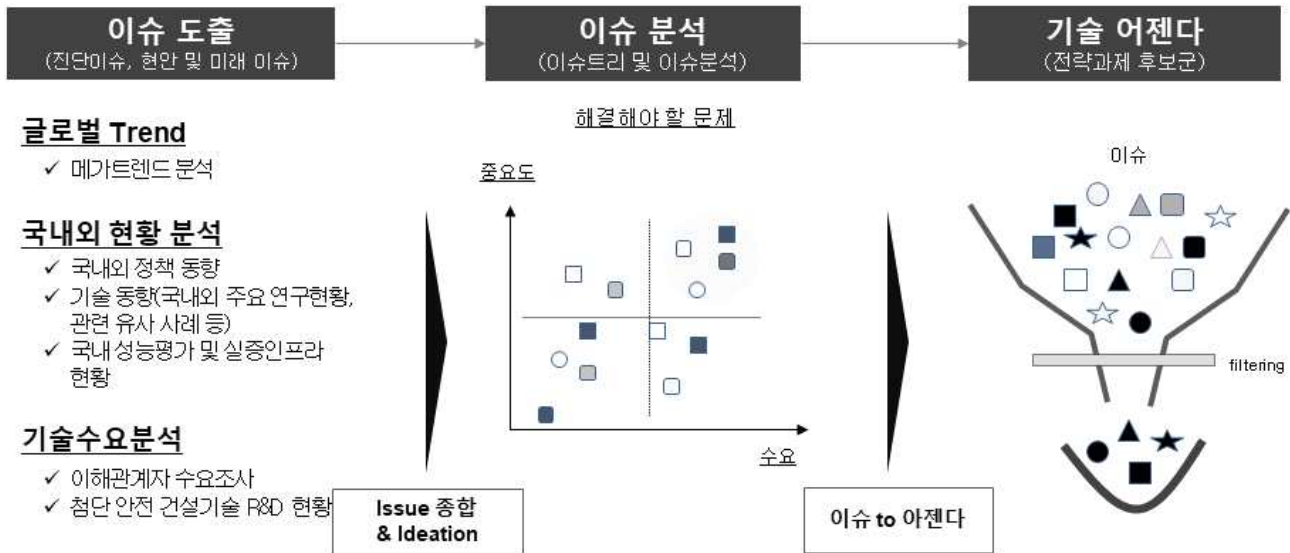
- 사업 비전, 목적 및 목표 도출 - 문헌조사 및 설문조사를 통한 수요기술 분석과 수요기술의 키워드 분석 통한 중점후보분야 도출 - 중점후보분야에 대한 전문가 검토 및 평가를 통해 중점분야 도출
- 기본방향에 따라 중점연구, 투자계획 및 재원확보방안 등을 구체적으로 실천하기 위한 중점분야 추진전략 및 추진 후보과제를 도출
- 국내 연구수준·예산제약 등의 현실적 요소를 고려하여 우선순위 평가를 통해 중점분야별 세부과제 추진 로드맵을 수립 · 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중점분야별 위원회/정량적 평가기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵 반영

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립 - 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진 체계 제안
- 과제 공모 및 선정, 사업 추진간의 중간평가, 종료 평가 등을 위한 평가 지표 및 절차를 수립
- 성능평가체계 지원을 위한 플랫폼 구축 및 교육 프로그램 개발 등 구체적인 활성화 방안 마련

- 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성 등에 대한 검토
- 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 검토
- 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토

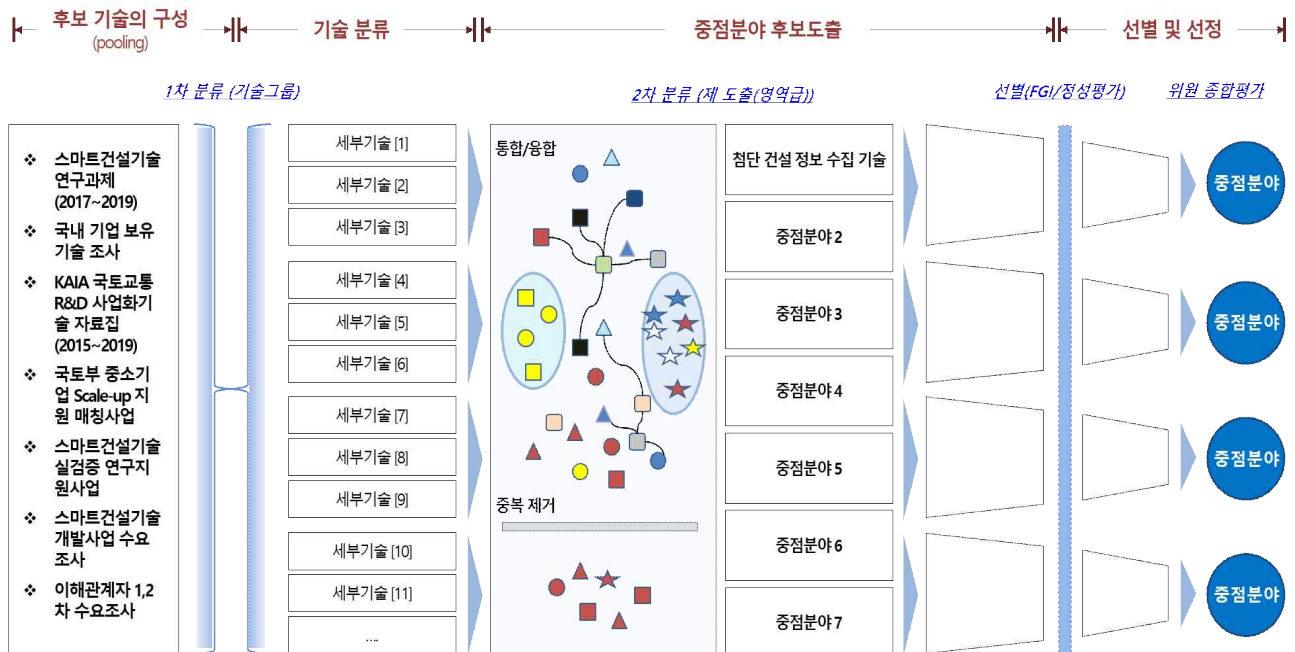
[그림 2-81] 연구 기획 추진전략

- 국내외 환경분석 및 수요조사 등을 통해 도출된 이슈를 통합하고 전문가 자문을 통해 스마트 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 R&D 관련한 이슈 및 아젠다 초안 도출



[그림 2-82] 이슈 및 아젠다 도출 모식도

- 주요 대응 이슈를 기반으로 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계의 미래상 정립하고 사업 개념 수립
- 사업 개념 설계를 기반으로 전략체계를 수립하고, 문헌조사 및 이해관계자 설문조사를 통해 수집된 수요(대상)기술을 기술영역으로 통합·융합하여 중점분야 도출



[그림 2-83] 중점분야 선별 절차

- (기존 사업과의 중복성 검토) 각 부처별 전문기관 및 연구기관의 홈페이지 또는 사업공고 등을 참고하고, NTIS, K2Base에서 사업관련 키워드 검색을 통해 유사·중복 사업 도출 후 사업목적 및 체계, 추진 내용 등의 중복 여부와 본 사업의 차별성 검토

<표 2-65> 중복성 검토 대상 유사사업

구분	사업명	사업기간	사업비(백만원)
수행	국토교통기술촉진연구사업	2017~2022년(일몰)	499,330
	건설분야성능기반표준실험절차개발사업	2021~2025년	14,379
	국토교통기술사업화지원사업	2017~2022년	206,062
	첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발사업	2020~2022년	3,900
	건설기술 시험시공지원사업	-	-
종료	SOC실증연구센터 건립	2017~2020년	30,000

- (국토교통기술촉진연구사업) 연구장비인프라 구축을 통해 성능, 안전성, 경제성 등의 실증이 필요한 건설 기술 분야의 기술혁신 역량을 강화한다는 측면에서 유사
- ‘국토교통기술촉진연구사업’ 내 연구장비인프라 구축은 실험시설 구축 및 관리에 초점이 맞춰져 있어 동 사업의 대표 시험시설 구축 및 성능평가 지침 마련을 통한 성능평가체계 확립과는 차별성 존재

<표 2-66> 국토교통기술촉진연구사업과의 차별성 및 연계방안

사업명	사업기간/ 총사업비	주요연구내용 및 성과	차별성/연계방안
국토교통 기술촉진 연구사업	'07~'22 (일몰)/ 499,330 (백만원)	목표: 국토교통분야 핵심원천기술 개발 및 연구 인프라 구축을 통한 국토교통 기술력 향상 <주요내용> ○ 창의도전연구 - (기초원천) TRL1~4단계의 국토교통R&D 중장기전략, 기술로드맵 분야 핵심 원천 기술 발굴 - (사회이슈해결) TRL5~8 단계의 건설/교통, 생활안전, 재난재해, 주거 등 국토교통 분야 사회문제 해결을 위한 R&D 기술 ○ 연구장비인프라 - 세계5위 수준 연구시설장비 구축 - 철도, 항공분야 R&D 실증인프라 확충(3단계 대형실험시설 구축) - 연구시설장비 통합 운영체계 확립 - 공동활용률 70%달성 ○ 글로벌 기술협력 - 핵심원천기술, 시장맞춤 기술확보를 통한 글로벌 경쟁력 확보 - 글로벌 허브구축 및 정보인력 교류 활성화 <성과지표 또는 성과목표> ○ 기초연구 확대 및 원천기술 개발 건설 교통 기술수준 90% 달성 ○ 건설교통 분야 R&D 사회문제 해결을 통한 사회적 비용절감 10% 달성 ○ 세계 5위 연구시설장비 구축 ○ 연구장비인프라 공동활용률 70% 달성 ○ 핵심원천기술 글로벌 경쟁력 확보 및 국제협력 기반 마련	(차별성) · 국토교통기술촉진사업은 대상실험시설을 목표 성능에 맞게 구축하고 관리하는 것을 목적으로 하고 있는 반면, 동 사업은 스마트 건설기술에 대한 성능평가 지침 마련 및 대표 시험시설 구축을 통해 성능평가체계 확립을 목적으로 설정

※ 1단계(6종): 하이브리드구조 실험센터(명지대), 대형풍동 실험센터(전북대), 첨단건설재료 실험센터(계명대), 지진방재 연구센터(부산대), 지오센트리퓨지 실험센터(KAIST), 해양항만 실험센터(전남대)

※ 2단계(6종): 극한상태 구조특성 실험시설(서울대), 기후환경실증센터(KCL), 주택성능연구개발센터(LH공사), 국제융합수리시험센터(농어촌공사), 기상재현도로실증센터(건기연), 도로주행 시뮬레이터 실험센터(도로공사)

※ 국토교통기술촉진연구사업은 종료된 사업으로 종료사업과의 연계방안보다는 차별성 중심으로 분석

- (건설분야 성능기반 표준실험절차 개발사업('21~'25)) 4차 산업혁명으로 국토교통분야에도 초연결·초지능화로 인한 국토공간, 인프라, 시설/관리 등에 따른 변화가 초래됨에 따라 표준실험절차 개발을 통한 객관적인 성능평가를 목적으로 한다는 점에서 동 사업과 유사
- '건설분야 성능기반 표준실험절차 개발사업'의 경우 주택성능, 기후환경, 극한성능, 국제융합수리 등과 같은 한정된 분야의 표준실험절차 개발을 목적으로 하며, 동 사업의 경우 건설정보 수집, 시공자동화 기술, 안전 점검·진단 유지·관리 기술 등의 성능평가를 통해 첨단 건설기술의 전반적인 성능평가 항목 및 프로세스 개발

<표 2-67> 건설분야 성능기반 표준실험절차 개발사업과의 차별성 및 연계방안

사업명	사업기간/ 총사업비	주요연구내용 및 성과	차별성/연계방안
건설분야 성능기반 표준실험 절차개발 사업	'21~'25/ 14,379 (백만원)	목표: 국토교통 기술제품의 객관적 성능평가를 위한 표준실험절차서 개발로 국내 기술수준제고 및 글로벌 경쟁력 강화 <주요내용> ○ 주택성능 - 실내공기청정기, 환기장치 성능 평가방법 개발, 건축자재의 라돈 방출량, 외단열시스템 성능, 커튼월 관련 표준실험절차 개발 ○ 기후환경 - 실제 건축물/구조물/건물관련 구성 제어요소 기술 관련 대형 복합기후 시험에 대한 표준실험절차 개발 ○ 극한성능 - 동적 재료특성 및 부재충격 실험 방법 표준실험절차 개발 ○ 기상환경재현 - 기상조건별 도로교통정보시설, 도로 조명시설, 소음저감시설, 시선유도 시설, 자율주행자동차 성능에 관한 표준실험절차 개발 ○ 국제융합수리 - 수리실험 및 계측장비, 하천분야 제품 검인증 실험 표준실험절차 개발 <성과지표 또는 성과목표> ○ 표준실험절차서 36건, 단체표준 12건, 센터운영계획서 5건	(차별성) · 건설분야 성능기반 표준실험절차 개발사업의 경우 주택성능, 기후환경, 극한성능, 국제융합수리 등 한정된 분야의 표준실험절차 및 단체표준 개발을 목적으로 하며, 동 사업의 경우 건설정보 수집, 시공자동화 기술, 안전 점검·진단 유지·관리 기술 등의 성능평가를 통해 첨단 건설기술의 전반적인 성능평가 항목 및 프로세스 개발 (연계성) · 개발된 관련 분야의 표준실험절차 또는 국가표준화 추진으로 표준화에 대한 경쟁력을 확보하는 방안 등을 벤치마킹하여 동 사업에 적용 가능

- (국토교통기술사업화지원사업('07~'22)) '국토교통사업화지원사업'은 중소기업 보유기술 사업화 촉진을 위해 기술검증에 필요한 테스트베드구축 및 성능검증을 지원한다는 측면에서 동 사업과 유사

· ‘국토교통사업화지원사업’은 품목지정형 자유공모 형식으로 국토교통분야 공공기술 중소기업 이전, 중소기업 TRL6 이상 보유기술 사업화 지원에 초점이 맞춰져 있으나, 동 사업의 경우 동일 환경 내 신규기술의 경우 정량적 평가가 가능하며 기존기술과 비교분석이 가능하다는 점에서 차별성 존재

<표 2-68> 국토교통기술사업화지원사업과의 차별성 및 연계방안

사업명	사업기간/ 총사업비	주요연구내용 및 성과	차별성/연계방안
국토교통 기술 사업화 지원사업	'07~'22/ 206,062 (백만원)	목표 : 국토교통 분야(시설물, 도시공간, 물류, 플랜트, 도로, 철도, 건축, 드론, 항공) 중소기업 기술사업화 촉진 <주요내용> ○ 분야 - 시설물, 도시/공간, 물류, 플랜트, 도로, 철도, 건축, 드론, 항공 ○ 공공기술 중소기업 이전 및 사업화 - 대학·출연연, 공사(단) 등 공공연구기관으로부터 이전 받은 TRL6 이상의 기술 사업화 ○ 중소기업 보유기술 사업화 - 중소기업이 자체 개발하여 보유한 TRL6 이상의 국토교통분야 기술사업화 ○ 국토교통 안전기술 사업화 - 재난안전, 취약주택, 방법, 교통시설물 등 국토교통 안전분야 요소기술에 대한 사업화를 위한 후속연구 지원 ○ 서비스 R&D 융합기술 사업화 - 기존 R&D 성과물에 ICT 기반의 유지·관리 등 사용자 맞춤형 서비스 개발 ○ 국토교통기술사업화를 위한 이어달리기 사업 기획 - 공공 및 민간이 보유한 국토교통 분야 R&D 기술의 현장적용 및 기술사업화 지원 <성과지표 또는 성과목표> ○ 공공기술 중소기업 이전 및 사업화 - 기술이전을 60% 및 사업화 성공률 50% 달성 ○ 중소기업 보유기술 사업화 - 사업화 성공률 65% 및 해외진출 10% 달성 ○ 구매조건부 기술사업화 - 공공구매 성공률 60% 및 해외진출 15% 달성	(차별성) · 국토교통사업화지원사업은 품목지정형 자유공모 형식으로 국토교통분야 공공기술 중소기업 이전, 중소기업 TRL6이상의 보유기술 사업화 지원에 초점이 맞춰져 있는 반면, 동 사업은 국가차원의 성능평가 제도, 기준 확립을 통한 신규기술의 정량적 기준 분석이 가능한 점에서 차별성이 존재 (연계성) · 국토교통기술사업화를 위한 이어달리기 사업의 성과활용·사업화 지원 프로그램과 연계하여 동 사업의 테스트 베드 제공, 실증 운영에 필요한 기준 환경 적용 및 성능평가 활용 방안을 연계

- (첨단안전장치 장착 자동차 성능평가 검사 기반기술 개발('20~'22)) 안전성 평가기술 개발에 따라 자동차 제작사가 자동차 첨단안전장치에 대한 안전관리를 스스로 해왔으나, ‘첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발사업’을 통해 표준화된 검사기술 및 기준 마련

· ‘첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발사업’은 차량 노후화에 따른 첨단안전장치 성능평가를 위한 TRL6 이상의 대형·소형차 검사 시나리오 개발 및 첨단안전장치 검사시스템 설계기술 개발을 추진하고 있으나, 동 사업은 성능평가 경제성을 확보하기 위해 일정 TRL 기술 수준뿐만 아니라 발주처(수요자) 측면에서 동일한 평가기준환경 제공을 통한 신규 기술과 기존기술의 비교분석 가능

<표 2-69> 첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발사업과의 차별성 및 연계방안

사업명	사업기간/ 총사업비	주요연구내용 및 성과	차별성/연계방안
첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발사업	'20~'22/ 3,900 (백만원)	목표: 자율주행자동차 핵심요소기술인 첨단안전장치에 대한 오작동 예방 및 성능 상태를 평가할 수 있는 검사기술 개발 <주요내용> ○ 검사장비 개념설계 및 표준사양서 개발 - 소형차, 대형차 첨단안전장치 작동 요건 분석 - 국내외 첨단장치 관련 안전기준, 검사장비(H/W, S/W) 조사 및 분석 - 검사장비(주행모사용 검사장비) 개념설계 및 표준사양서 개발 - 검사장비(레이더 타겟 시뮬레이터, 카메라 센서) 개념설계 및 표준사양서 개발 - 첨단안전장치 검사 시나리오 개발 환경 요소 분석 ○ 첨단안전장치 검사 시나리오 및 기반기술 개발 - 소형/대형차 첨단안전장치 검사 시나리오 개발 - 검사 영상, 레이더 타겟 시뮬레이터, 주행모사장비 기술 규격서 개발 - 실차 기반 검증 및 검사 시나리오 고도화 - 검사 시나리오 시뮬레이션 검증 및 개선(안) 도출 - 첨단안전장치 검사기술 관련 특허 출원 <성과지표 또는 성과목표> ○ 첨단안전장치 검사시스템 설계기술개발(TRL6이상) - 검사장비 개발 표준 사양서와 기술 규격서, 검사장비 제어 알고리즘 및 검증용 시제품 제작 ○ 대형차 첨단안전장치 검사 시나리오 개발(TRL6이상) - 대형차 LDWS, AEB 검사 시나리오 개발 및 시제품 제작 ○ 소형차 첨단안전장치 검사 시나리오 개발(TRL6이상) - 소형차 LDWS, LKAS, AEB, ACC, FCW 검사 시나리오 및 시제품 제작	(차별성) · 소형·대형차의 첨단안전장치 성능평가를 위한 일정수준 이상의(TRL6) 검사 시나리오 및 시스템 설계기술을 개발하는 반면, 동 사업은 일정 수준의 기술뿐만 아니라 발주처(수요자) 측면에서 동일한 평가기준환경 제공을 통한 신규 기술과 기존기술의 비교분석 (연계성) · 첨단안전장치 성능평가 검사 프로세스를 벤치마킹하여 노후화 시설물에 대한 점검진단 평가 검증 프로세스에 응용

- (건설기술 시험시공지원사업) ‘건설기술 시공지원사업’은 건설 신기술에 대한 현장 평가를 지원하여 현장 적용 실적을 제공한다는 점에서 유사

· ‘건설기술 시공지원사업’의 경우 신기술 심사에 필요한 현장 적용성 확인을 위한 시공실적을 제공하고 있으나, 건설 신기술만을 대상으로 하고 있어, 동 사업은 신기술뿐만 아니라 기존 기술 또는 장치 대상의 평가가 가능하다는 측면에서 차별성 존재

<표 2-70> 건설기술 시공지원사업과의 차별성 및 연계방안

사업명	사업기간/ 총사업비	주요연구내용 및 성과	차별성/연계방안
건설기술 시공지원사업	-	목표: 신기술 신청을 위해 필요한 Track-record 확보를 위한 시험시공 지원 <주요내용> ○ 신기술 신청을 위한 현장 시험시공 지원 - 공모를 통해 건설신기술을 모집하고 전문 기관 심사를 통해 후보기술 선정 - 발주청과의 협의통한 현장적용 가능 대상 기술 선정 - 현장제공 및 시공, 보고서 작성 등 시험시공 과정과 향후 신기술 신청까지 지원	(차별성) · 건설기술 시공지원 사업은 건설 신기술만을 대상으로 하는 반면, 동 사업은 첨단·안전 건설 신기술뿐만 아니라 기존에 현장에서 활용되는 기술 또는 장비들에 대한 성능평가 수행 (연계성) · 스마트건설 신기술 Track-record 확보를 위해 필요한 성능평가 컨설팅 및 실증시설을 활용한 시험시공 지원 가능

- (스마트 건설기술 개발사업('20~'25)) '스마트 건설기술 개발' 사업은 실 규모 환경에서 대상 기술의 검증 및 현장 적용 지원을 통해 스마트 건설산업 효율 증대를 목적으로 하고 있다는 점에서 유사
- '스마트 건설기술 개발사업'의 종합 테스트베드는 도로 및 토공 건설시공 분야를 중심으로만 대상으로 하고 있으나, 동 사업은 스마트 건설기술 전 분야를 대상으로 성능평가를 지원하며, 장비 또는 장치의 스펙 보다는 인력 및 시간이 투자된 실제 현장환경 기반 기술에 대한 성능평가를 실시

<표 2-71> 스마트 건설기술 개발사업과의 차별성 및 연계방안

사업명	사업기간/ 총사업비	주요연구내용 및 성과	차별성/연계방안
스마트 건설기술 개발사업	'20~'25/ 2,170,400 (백만원)	목표: 종합 테스트베드 구축을 통해 건설 장비, 도로구조물, 스마트 안전 통합 관제 기술 등의 건설기술 분야 연계 및 검증을 통한 건설기술 생산성·안전성 향상 <주요내용> ○ 스마트 건설 디지털 플랫폼 및 테스트 베드 구축을 통해 도로사업의 스마트 건설 기술 표준화 및 검증 활성화 도모 - 스마트 건설기술 생성 정보 교환이 가능한 디지털 정보로 표준화하여 저장하고, 민관 모두 공유·활용이 가능한 플랫폼 개발과 실제도로 건설현장을 선정하여 각 중점분야 통합 연계 ○ 도로/토공현장의 종합 테스트베드 및 운영센터 구축을 위한 건설기술 국가 표준 및 시방서, 표준화, 건설통합관제기술 등의 연구 진행 - 실용화 기반조성, 설계 및 검증방안을 통해 테스트베드 확보 및 실용화 기반 조성 - 종합 테스트베드 적용 및 검증 방안 도출 및 종합 운영센터 구축을 위한 제반 기술 개발	(차별성) · 스마트 건설기술 개발사업의 종합 테스트베드는 도로 및 토공 건설시공 분야를 중심으로만 대상으로 하고 있으나, 동 사업은 스마트 건설기술 전 분야를 대상으로 성능평가를 지원하며, 장비 또는 장치의 스펙 보다는 인력 및 시간이 투자된 실제 현장환경 기반 기술에 대한 성능평가를 실시 (연계성) · 도로 및 토공 관련 스마트 건설기술 성능평가는 대표 환경의 실검증시험시설을 공동활용하여 성능평가를 가능하게 하고, 표준 및 시방서 작성을 위한 제도적 기반 연계 가능

- (연천 SOC 실증센터('07~'20)) '연천 SOC실증센터' 사업은 성능평가시설 구축을 통해 공공R&D 및 민간 개발기술에 대한 원스톱 토털 실증 시험 서비스 제공한다는 점에서 동사업과 유사
- '연천 SOC 실증센터' 사업의 경우 도로포장과 사면구조물에 대한 성능평가 관련 성능평가시설물 구축을 통해 도로, 지반, 포장 공법 등에 대한 한정적인 분야의 성능평가가 진행되며 평가기준 및 절차 등에 대한 계획은 미비하다는 점에서 동 사업의 성능평가 체계 구축 및 기준환경 제공이라는 측면에서 차별성 존재

<표 2-72> SOC실증연구센터 건립과의 차별성 및 연계방안

사업명	사업기간/ 총사업비	주요연구내용 및 성과	차별성/연계방안
SOC실증 연구센터 건립	'07~'20/ 300억 원	목표: 국가 핵심시설인 도로, 하천, 건축 등과 관련된 검증기술을 위한 국가 공용 SOC 실규모 검증장 조성 <주요내용> ○ 도로포장성능평가 시험시설 - 타원형 무인 포장 실증시험시설 구축 - 기후변화대응 도로포장실증 시험 시설 - 스마트도로 시공 장비 시험시설 ○ 지반구조물 성능평가 시험시설 - 실내 지반구조물 시험시설 - 실외 지반구조물 시험시설 - 야외 스마트 시험장 ○ 시험관리동 - 시설별 관제, 통합 모니터링시스템, 자동주행 차량 관제시스템 구축 <성과지표 또는 성과목표> ○ 검증된 기술로 도로 안전·성능 20% 향상 ○ 도로기술 실용화율 30% 향상	(차별성) · 도로, 지반, 포장 공법 등에 대한 제한된 분야의 성능평가 이뤄지며, 성능평가 기준 및 절차 등에 대한 계획은 미비한 반면, 동 사업은 스마트 건설기술의 성능평가 체계 구축 및 대표 환경 제공이라는 측면에서 차별성이 존재 (연계성) · 연천 SOC 실증센터에 구축된 도로 및 지반 관련 시험평가 시설과의 연계를 통해 관련 분야의 성능평가 가능

□ 정책적 타당성 분석

○ (상위계획과의 부합성) 동 사업은 다수의 상위계획들과 부합하는 것으로 판단

- (한국판 뉴딜 종합계획(2020~2025)) '디지털 뉴딜' 사업 내 DNA 생태계 강화, SOC디지털화에서 동 사업과 관련된 사업 추진
- 디지털 뉴딜 중점과제 내 DNA 생태계 강화, SOC 디지털화 방안을 추진

<표 2-73> 한국판 뉴딜 종합계획('20~'25)과 동 사업의 부합 과제

목표	중점과제	추진방안
추격형 경제에서 선도형 경제로, 탄소의존 경제에서 저탄소 경제로 불평등 사회에서 포용 사회로 도약	디지털 뉴딜	DNA 생태계 강화
		SOC디지털화

- (제4차 국가과학기술기초계획('18~'22)) 과학기술이 선도하는 '신산업·일자리 창출', '과학기술로 모두가 행복한 삶 구현' 계획에서 동 사업과 관련된 계획을 추진

<표 2-74> 제4차 과학기술 기본계획('18~'22)과 동 사업의 부합 과제

목표	중점과제	추진방안
과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여	과학기술이 선도하는 신산업 · 일자리 창출	4차 산업혁명 대응기반 강화
		혁신성장 중추인 중소기업 육성
	과학기술로 모두가 행복한 삶 구현	안심하고 살 수 있는 안전한 사회 구현
		쾌적하고 편안한 생활환경 조성

- (4차 산업혁명 대응 계획) 지능화 혁신 프로젝트 내 첨단설계·시공, 건설장비 지능화 촉진 등에서 동 사업과 관련된 계획을 추진

<표 2-75> 4차 산업혁명 대응 계획과 동 사업의 부합 과제

목표	중점과제	추진방안
모두가 참여하고 모두가 누리는 사람 중심의 4차 산업혁명 구현	지능화 혁신 프로젝트	스마트건설 시스템을 통한 스마트시티
		IoT기술을 활용한 스마트 안전

- (제6차 건설기술 진흥 기본계획('18~'22)) '스마트 건설기술을 통한 생산성 향상' , '건설 안전 · 환경 관리' 부문에서 동 사업과 관련된 사업을 추진

<표 2-76> 제6차 건설기술 진흥 기본계획('18~'22)과 동 사업의 부합 과제

목표	중점과제	추진방안
4차 산업혁명과 건설기술을 접목한 스마트건설을 육성	스마트 건설기술을 통한 생산성 향상	스마트건설 자동화
		기술적용 활성화 지원
		신기술 활성화
	건설 안전 · 환경 관리	스마트 관리체계
		시설물 정보 일원화
		선제적 유지 · 관리

- (제3차 건축정책 기본계획('21~'25)) 탄소중립 도시조성, 건축산업 구조개선 및 역량 강화 목표 내 미래 대응 건축환경 관리, 스마트건축 구현 전략이 동 사업과 유사한 전략

<표 2-77> 제3차 건축정책 기본계획('21~'25)과 동 사업의 부합 과제

정책목표	추진전략	실천과제
지역 건축안전 및 에너지성능 향상으로 지속가능한 탄소중립 도시 조성	미래환경 변화에 적응하는 건축환경 관리	위기상황 대응을 위한 건축물 안전성능 향상
		신 재난 상황에 적응하는 건축 · 공간 환경 재정비
건축산업 구조개선 및 역량강화를 통한 국가 산업경쟁력 확보	첨단 건축기술과 빅데이터 활용을 통한 스마트 건축 구현	데이터경제 활성화를 위한 건축 빅데이터 구축
		첨단 건축기술로 건축 생산성 향상 및 시장 확대

- (제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)) 미래지향적 R&D시스템 도입에서 동 사업과 관련된 사업을 추진

<표 2-78> 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획과 동 사업의 부합 과제

정책목표	추진전략	실천과제
혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통	미래지향적 R&D 시스템 도입	국토교통 R&D 관리체계 혁신
		국토교통 연구개발 기반 강화
		연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화

- (제5차 건설산업진흥 기본계획('18~'22)) '중장기 성장동력 확보에서 첨단 기술 융합형 R&D사업, 스마트베드를 통한 신기술 활성화 등의 중점과제에서 동 사업 관련 사업 추진

<표 2-79> 제5차 건설산업진흥기본계획 스마트 건설 지원 계획과 동 사업의 부합 과제

목표	중점과제	추진방안
중장기 성장동력 확보	스마트 건설기술 개발 촉진	핵심 건설기술 개발을 통한 생산성 향상
		민간 기술개발 및 품질 확보 촉진
	안전 확보 및 신시장 창출	스마트 인프라 발주 후 노후 인프라 개선
		친환경 건설 활성화 및 건설 안전 확보

- (제2차 국가측량기본계획('21~'25)) 표준화된 측량 기반 조성 및 첨단 기술을 활용한 측량 방식 혁신의 측면에서 동 사업과 관련된 사업을 추진

<표 2-80> 제2차 국가 측량 기본계획('21~'25)과 동 사업의 부합 과제

목표	중점과제	추진방안
고품질 측량데이터 구축'	디지털 트윈국토 구현을 위한 차세대 측량데이터 구축	3차원 입체모형 구축 기반 마련
		3차원 지형·건물 구축 확대
		실내공간정보 구축 및 활용 확대
		지하공간 3차원 통합지도 구축
	차세대 측량 인프라 구축	스마트 건설을 위한 건설측량 기반 조성
		신기술을 활용한 지적측량 방안 마련

- (스마트 건설기술 로드맵) '디지털 뉴딜' 사업 내 DNA 생태계 강화, SOC디지털화에서 동 사업과 관련된 사업을 추진

<표 2-81> 스마트건설 로드맵과 동 사업의 부합 과제

목표	중점과제	추진방안
스마트 건설기술 육성을 통해 글로벌 건설시장 선도	민간 기술개발 유도	건설기술·안전 제도 개선
		스마트 신기술 시장진입 여건 마련
		혁신 공감대의 확산
	공공의 역할 강화	스마트 건설 핵심기술 개발
		BIM 확산 여건 조성기반 조성
		공공기관의 사업주도
	스마트 생태계 구축	스마트건설 지원센터 설치·운영
		스마트 건설 전문가 양성
		지식플랫폼 구축·운영

- (제4차 시설물의 안전 및 유지·관리 기본계획) 4차 산업기술을 활용한 시설물 유지·관리 전략에서 동 사업 관련 사업 추진

<표 2-82> 제4차 시설물의 안전 및 유지·관리 기본계획과 동 사업의 부합 과제

목표	중점전략	추진방안
미래요구 대응을 위한 지속가능한 시설물 안전관리 기반 구축	4차 산업혁명 기술을 활용한 시설물 안전·유지·관리 고도화	융복합을 통한 미래 대비 산업발전 기반 조성

○ (사업추진상 위험요인) 재원조달 가능성과 법·제도적 위험요인을 분석한 결과 타당한 것으로 분석

- (재원조달 가능성) 동 사업의 총 예산은 232.54억 원으로 해당 기간의 R&D 예산의 0.65% 수준이므로 충분히 수용 가능
- 국토교통부 '23~'27 예산 추정치를 '12~'21년까지의 국토교통부 R&D 예산 연평균 증가율 4.7%를 적용하여 산출하고 동 사업의 예산과의 비율을 산출해 재원조달가능성 검토

<표 2-83> '12~'21국토교통부 R&D 예산

(단위 : 억 원)

연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
예산	3,972	3,811	3,825	4,100	4,075	4,329	4,667	4,822	5,276	6,031

출처 : 국토교통부(2020), 2021년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획

- (법·제도적 위험요인) 동 사업의 법·제도와 부처 역할과 부합하는 사업이며, 충돌로 인한 법·제도적 위험요인은 없을 것으로 판단
- (법적 부합성) 동 사업은 「국토교통과학기술육성법」 제4조, 제8조에 근거하여 추진되는 사업으로 법적 추진 근거가 존재하며 이에 부합
- (정부 투자방향과의 부합성) 동 사업은 '22년도 국가연구개발 투자방향 및 기준'에서는 중소기업 역량 강화 등 투자 확대기조를 유지하며 R&D 투자 - 정책 간 연계성을 강화 및 분야간 융·복합 연구개발 강화를 표명하고 있어 정부 투자 방향과 부합
- (타 사업과의 충돌여부) 동 사업은 건설신기술 지정제도, SOC 기술마켓, 기업사업성장지원회 등 스마트 건설기술 및 국토교통 관련 중소기업에 대한 지원 제도와의 연계성을 통해 충돌 방지
- (타 부처와의 충돌여부) 동 사업은 스마트건설 성능평가 및 실증체계 구축을 목적으로 하고 있으며 국토교통부의 고유 소관업무에 해당

□ 경제적 타당성 분석

○ (소요예산의 타당성) 산출방법의 적절성과 소요예산의 적절성을 검토한 결과 적절로 판단

- (산출방법의 적절성) 최소 연구단위인 세부과제 단위로 정부지침을 근거로 유사사례* 분석, 전문가 의견 등 비용 공학적 추정 방법론을 적용하여 예산 산출
- 「국가연구개발사업 연구비 관리 표준매뉴얼(KISTEP, 2017.6)」 근거하여 투입인원과 그에 따른 연구비를 산정하고, 간접비 및 기획평가관리비 등 합을 통해 총 소요 연구비 규모 확정
- '비교평가 지침(안) 개발'은 '건설분야 성능기반 표준실험 절차 개발사업'의 기술별(내역사업별) 평균 연구비를 기반으로 전문가 의견을 수렴하여 산출
- '비교평가 및 실증 시설 구축'은 '연천 SOC실증센터 운영을 위한 마스터 플랜'의 견적서와 '한국형 지하공간 테스트베드 구축 기획'과 '도로인프라 국가성능시험장 로드맵 수립 연구'의 공사비를 기반으로 전문가 의견을 수렴하여 산출
- '비교평가 및 실증 결과 활용 증진을 위한 공유 플랫폼 구축 및 운영'과 '비교평가 및 실증 시설을 활용한 실습 중심의 교육프로그램 개발' 나라장터 공고 유사과제를 기반으로 전문가 의견을 수렴하여 산출

<표 2-84> 나라장터 공고 유사과제 리스트

세부과제명	유사과제 명
비교평가 및 실증 결과 활용 증진을 위한 공유 플랫폼 구축 및 운영	- 경상북도 빅데이터 통합 플랫폼 구축 용역 - 중구 온라인 소통 통합 플랫폼 구축 용역 - 웰케어 산업특화 인공지능 기술지원 플랫폼 클라우드 구축
비교평가 및 실증 결과 활용 증진을 위한 공유 플랫폼 구축 및 운영	- 의료·바이오 교육컨텐츠 개발 교육 프로그램 운영 용역 - 공예매개분야 교육 프로그램 기획 및 운영 - 괴산 노지 스마트농업 시범사업 스마트 농업 교육 프로그램 개발 및 운영 용역 - 환경교육 프로그램 개발 및 운영 용역

출처 : 2021년 9월 나라장터 ‘통합플랫폼’ 과 ‘교육프로그램’ 검색 결과 중 유사 과제

- (소요예산의 적절성) 유사과제와 비교시 예산의 차이가 거의 없어 적절한 것으로 판단
- (성능평가 및 실증 가이드 개발) 동 사업의 세부과제와 기 추진 중인 ‘건설분야 성능기반 표준실험 절차 개발사업’ 내역사업은 대상으로 하는 기술과 상세내용은 다르지만 평가방안 수립이라는 측면에서 비용적으로 유사하며, 평균연구비가 약 2% 차이로 적절

<표 2-85> ‘건설분야 성능기반 표준실험 절차 개발사업’ 연구비 현황

내역사업명	연구비(백만원)		
	내역사업별 연구비	합계	내역사업당 평균 연구비
주택성능 표준실험절차 개발	2,907	14,379	2,876
기후환경 표준실험절차 개발	1,939		
극한성능 표준실험절차 개발	4,200		
기상환경재현 표준실험절차 개발	2,421		
국제융합수리 표준실험절차 개발	2,912		

출처 : 국토부(2021) ‘(공고-제22호)2021년 건설분야 성능기반 표준실험 절차 개발사업 시행 공고 안내서’

<표 2-86> 내역사업별 ‘성능평가 및 실증 가이드 개발’ 연구비 현황

내역사업명	연구비(백만원)		
	내역사업별 연구비	합계	내역사업당 평균 연구비
건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비	3,023	8,843	2,948
시공 자동화를 위한 MC/MG 건설장비	3,015		
시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비	2,805		

※ 중점분야별 성능평가 및 실증 가이드 개발에 대한 연구비이며, 성능평가 및 실증 시설 구축 비용은 제외

- (성능평가 및 실증 결과 활용 증진을 위한 공유 플랫폼 구축 및 운영) ‘성능평가 및 실증 결과 활용 증진을 위한 공유 플랫폼 구축 및 운영’의 연구비는 903.4백만원으로 유사과제 평균 연구비 906.7백만원과 비교하여 약 0.4% 차이로 적절

<표 2-87> 통합플랫폼 관련 나라장터 공고 유사과제 연구비 현황

과제명	연구비(백만원)	
	연구비	평균
주택성능 표준실험절경상북도 빅데이터 통합 플랫폼 구축 용역	910.0	906.7
중구 온라인 소통 통합플랫폼 구축 용역	906.0	
웰케어 산업특화 인공지능 기술지원 플랫폼 클라우드 구축	904.0	

출처 : 나라장터(2021)

- (성능평가 및 실증 시설을 활용한 실습 중심의 교육 프로그램 개발) ‘성능평가 및 실증 결과 활용 증진을 위한 공유 플랫폼 구축 및 운영’의 연구비는 923.8백만원으로 유사과제 평균 연구비 951.9백만원과 비교하여 약 3% 차이로 적절

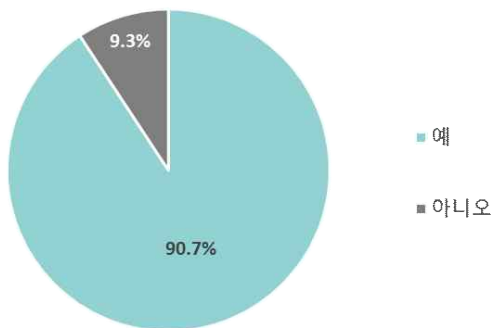
<표 2-88> 통합플랫폼 관련 나라장터 공고 유사과제 연구비 현황

과제명	공고		5년 환산	
	연구비	기간(월)	5년 환산 연구비 (백만원)	평균 (백만원)
의료·바이오교육콘텐츠개발 교육 프로그램 운영용역	70.0	6	700.0	951.9
공예매개분야 교육 프로그램 기획 및 운영	240.0	12	1200.0	
괴산 노지 스마트농업 시범사업 스마트 농업 교육 프로그램 개발 및 운영 용역	363.0	24	907.5	
환경교육 프로그램 개발 및 운영 용역	150.0	9	1000.0	

출처 : 나라장터(2021)

○ (사업종료 후 예상수요) 수요분석 결과 타당한 것으로 판단

- (수요분석 개요) 스마트 건설기술 사용 성능평가 및 실증체계가 구축됨에 따라 제공되는 서비스에 참여 의향을 파악하기 위해 수요조사 실시
- 중소/중견, 대기업, 연구기관 전문가 등 108명을 대상으로 2021년 9월 설문조사 실시
- (수요분석 결과) 스마트 건설기술 사용 성능평가 서비스에 대해 대부분 참여의향이 있으며, 건설신기술에 대한 평가기준 및 항목 설정이 필요한 것으로 인식
- 응답자의 90% 이상이 본 서비스에 참여할 의사가 있으며, 평가기준 및 항목설정, 결과 피드백 및 공유에 대한 필요성 인식



제공 서비스	응답자 수(명)	비율(%)
평가기준 및 항목 설정	38	35.2
비교평가	18	16.7
평가결과 피드백 및 데이터 공유	35	32.4
개발자 및 수요처 매칭	16	14.8
평가 관련 교육	1	0.9

[그림 2-84] 서비스 참여의향 및 필요 서비스

- 스마트 건설기술 사용 성능평가 체계를 통해 제공하고자 하는 서비스와 수요자들이 요구하는 결과물이 대부분 일치하고 있으며, 수요자가 원하는 평가 결과물의 형태로 ‘평가 대상 기술의 활용 가능 정도’가 26.0%로 가장 큰 비중 차지

<표 2-89> 서비스 제공 결과물 수요

평가 결과물	응답자 수(명)	비율(%)
평가 대상 기술의 활용 가능 정도	59	26.0
사후 평가 결과(현장적용후결과정보)	56	24.7
평가 결과 데이터 수치	48	21.1
기술 성능평가 결과의 등급화	37	16.3
평가 대상 기술의 추천여부(추천/비추천)	24	10.6
기타	3	1.3

※ 복수응답 문항

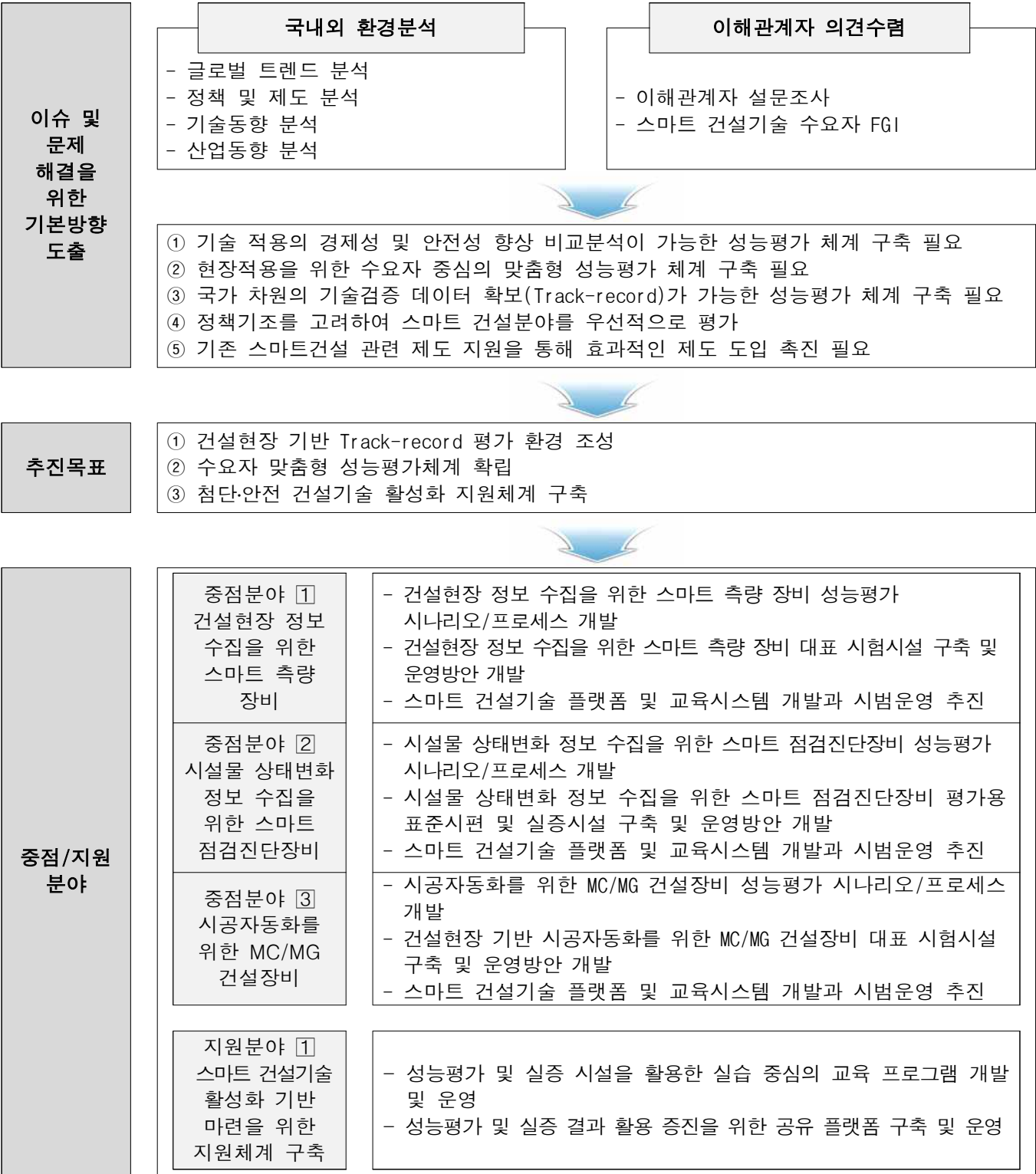
□ 파급효과

- (과학·기술적 파급효과) 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계 확립을 통해 기술수준 향상 및 기술 사업화 촉진 기여
 - 4차 산업혁명에 대응하여 빠르게 발전하는 건설신기술에 대한 성능평가 및 실증 대응 체계 마련
 - 사용 성능평가 및 실증체계 확립을 통해 현장수요에 기반한 스마트 건설기술의 체계적인 사용 성능평가/실증 체계를 정립함으로써 기술수준 향상 기대
 - 스마트 건설기술에 대한 체계적 사용성능평가 및 실증 체계의 확립을 통해 관련 제도(신기술인증 등)의 문제점 즉각 대응
 - 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계 확보를 통한 실용화 촉진
 - 신기술, 신공법 개발에 의한 성능평가 및 실증 시 동일환경에서 동일한 평가방안에 따라 성능평가를 수행함으로써 개발기술의 대외 신뢰성 및 질적 향상 기대
 - 표준환경에서의 기준기술과의 비교평가를 통해 기술의 사용성능평가 결과의 신뢰성 향상으로 R&D 성과실용화 가속 기대
- (사회·경제적 파급효과) 건설기술 실용화 및 산업생태계 활성화 등 다수의 파급효과 발생
 - 정부정책에 부합하는 건설기술 실용화 체계 구축
 - 「스마트 건설 로드맵」, 「국토교통과학기술 연구개발 종합계획」 등 정부 정책에 부합하여 개발되는 신기술에 대한 실용화를 국가가 선제적 지원하는 체계를 확보함으로써 국가 건설기술 관리 역량 향상
 - 실증을 통한 국가 R&D 성과물의 현장 적용(실용화) 가능성을 향상을 통해 국가 R&D의 경제적 효과 향상
 - 스마트 건설 분야의 안전 및 효율성 향상과 산업 생태계 활성화
 - 성능평가 및 실증을 통해 안전성이 검증된 스마트건설기술들이 건설현장에 적용됨으로 건설현장의 안전성 향상
 - 성능 향상 또는 원가 절감이 가능한 신기술들의 신속한 현장 적용을 통해 건설 사업비(공사비, 유지·관리비) 절감
 - 산업 생태계의 기반이 되는 중소기업(스타트업)등의 시장 진출 가능성을 강화함으로 산업 활성화 유도
 - 국가 R&D 성과물의 현장 적용(실용화) 가능성 향상을 통해 국가 R&D의 경제적 효과 향상
 - 국토교통 R&D 성과물의 실용화 주요 장애 요인인 개발기술의 검증과 관련 기준 및 체계 부재를 해결함으로 국토교통 R&D의 실용화 향상

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

3.1 정성적 연구개발성과

- 스마트 건설기술 현장 적용 활성화를 위한 디지털 측량 및 점검진단장비 성능평가 및 실증체계 구축을 위한 전략체계 수립
- 국내외 환경분석 및 수요조사를 통해 건설분야 미충족 이슈를 도출하고 이를 기반으로 스마트 건설기술 성능평가 체계 구축을 위한 기본방향 및 추진목표 수립하여 사업의 전략체계 제시



중점분야 1

건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비

□ 중점분야 개요

- 시공 중 시시각각으로 변화하는 현장 건설정보를 수집하기 위해 첨단 건설정보 수집장치에 대한 성능 및 우수성을 평가하는 실증체계 구축
 - 국토정보지리원에서 추진중인 '제2차 국가측량기본계획'에 따라, 신규 수립되는 표준시방서, 품셈 등 국가건설기준 기반 실제 환경에서 장비/기술의 성능평가 필수
 - 건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비에 대한 공기 및 원가절감 등에 대한 우수성 관련 정량적 평가를 통해 관련 기술에 대한 공감 및 확산 필요
 - 과거에는 고정 상태에서 1차원 위치점 측량을 수행하는 토탈스테이션 등을 사용하여 현장의 건설정보를 습득하였으나, 최근 UAV, UGV 등의 공중 또는 지상 무인 이동체와 영상/레이저스캐너를 결합한 3차원 현장 맵핑기법 도입

□ 중점분야 연구내용

- 현장적용을 위한 수요자 중심의 기술 맞춤형 건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비 성능평가 항목 및 방법 개발
- 기술 적용 전후를 비교 가능하고 새로운 기술에 선제적으로 대응할 수 있는 성능평가 대표시험장 구축

대상 세부기술명		세부기술 내용	시험장 규모
지상 고정식	GNSS	측위위성시스템을 이용한 위치측량기기로, 기준점, 실시간측위 활용	100mx100m 대상부지 (장애물 없을 것)
	자이로스테이션 (Gyro station)	자이로를 이용한 측량장비로, 터널 등 실내측량에 활용	터널 길이 100m 이상
지상 이동식	모바일 매핑 시스템 (MMS)	차량형 레이저 스캐너 측량장비로, 도로, 시공현장, 사면, 하천 제방 등 측량 활용	50m 이상 도로, 제방, 시공현장 등 (사면 필수)
드론 활용	드론 (영상)	무인항공기에 광학카메라 등 영상센서를 이용한 측량기기로, 건설현장 지형 정보취득 및 관제 활용	500mx200m 대상부지
지하 탐사용	GPR	지하시설물 탐사장비로, 지하시설물 측량에 활용	100mx100m 대상부지

중점분야 2

시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비

□ 중점분야 개요

- 시설물의 안전점검·진단 및 유지·관리 중 정량적인 시설물 상태변화정보를 수집하기 위해 첨단 시설물 종합정보관리 기술에 대한 성능 및 우수성을 평가하는 실증체계 구축
 - 노후시설물 증가로 유지·관리의 중요성 증대됨에 따라, 안전 점검·진단 및 유지·관리 기술의 활용성에 기대
 - 별도의 성능평가 기준, 절차, 제도의 부재와 검증되지 않은 무분별한 기술(장비) 활용으로 부실점검 등의 가능성이 있는 실정
 - 현장에서 실제성능에 미치는 영향과 실무적용 시의 정량적 성능결과는 부재하여, 개발된 국내외 기술과 더불어 개발(상용화 준비) 중인 단계에서부터 수집기술 Track-record 확보를 통한 수요자(실무자) 중심의 성능 평가 방법 제안 필요

□ 중점분야 연구내용

- 현장적용을 위한 수요자 중심의 기술 맞춤형 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단 장비 성능평가 항목 및 방법 개발
- 기술 적용 전후를 비교 가능하고 새로운 기술에 선제적으로 대응할 수 있는 성능평가 대표시험장 구축

대상 세부기술명		세부기술 내용	시험장 규모
외관 조사	로봇형	로봇기술을 활용한 현장 외관조사 기술	100mx100m 대상부지 내 모형(교량, 터널, 댐, 옹벽, 사면 등)시설물과 50m 이상의 도로, 상하수도 점검현장 등 (장애물 없을 것)
	AI형	AI 기반 스캐닝 자동화 (평가/분석) 시스템 기술	표준시험 기반의 실내 시험장(내구성평가) (50mx50m 이상)
내구성 조사	투과형	투과형(Ultrasonic, Radiographic test 등) 기술을 활용한 시험체(콘크리트, 지반 등) 내부탐사 기술	실내 시험장(계측성능) (50mx50m 이상)
계측	디지털 고도화	3D 라이다, 초고화질 영상 등의 기술을 활용한 변위 계측기술	

□ 중점분야 개요

- 현재 개발되고 있거나 상용화 단계에 도달한 첨단 자동화 건설장비에 대한 시공성능 및 생산성 향상 평가를 위한 실증체계 구축
 - 실제 자동화 건설장비의 시공성능에 따른 생산성 향상에 대한 성능 검증 결과는 미비
 - 첨단 자동화 건설장비의 우수성에 대한 정량적 평가를 통해 관련 기술에 대한 공감 및 확산 필요
 - 이미 상용화 단계의 첨단 자동화 건설장비 기술뿐만 아니라 개발 중인 자동화 건설장비 기술에 대한 Track-record 확보를 위해 사용자 중심의 성능 평가 시설 구축 필요

□ 중점분야 연구내용

- 현장적용을 위한 수요자 중심의 기술 맞춤형 시공 자동화를 위한 MC/MG 건설장비 성능평가 항목 및 방법 개발
- 기술 적용 전후를 비교 가능하고 새로운 기술에 선제적으로 대응할 수 있는 성능평가 대표시험장 구축

대상 세부기술명		세부기술 내용	시험장 규모
MC/MG 장착한 토공 건설장비	굴삭기	도로공사 및 첨단측량 공정에서 운전자에게 3D 모델 형태로 정확한 위치정보를 실시간 제공하거나, 장비작동자가 3차원 도면 토대로 원격제어를 포함하여 반자동 혹은 자동으로 중장비를 운영하는 첨단화/자동화 건설장비 시스템	최소 트랜치 컷 규모 4m×30m 작업 여유폭 고려한 규모 (30×50m=1,500m ²)
	도저		정지작업 현장(250m ²) 도로성토(18×0.4×1200)
	롤러(성토용)		400m ² (흙, 암석) 흙쌓기 표준시방서 KCS 11 20 20 (2018)
	그레이더		시험장 규모 4m×30m (흙, 암석)
MC/MG 장착한 도로 건설장비	롤러 (포장용)	도로포장, 유지·관리를 포함한 도로 인프라 건설 모든 분야에 걸쳐 해당 작업범위의 각, 높낮이 등을 구간마다 계산하여 정교한 정보를 제공하거나, 장비작동자가 반자동 혹은 자동으로 장비를 운영하는 첨단화/자동화 건설장비 시스템	5m×100m×4개

□ 지원분야 개요

- 시설물 기반 교육 프로그램 개발 및 시범 운영, 사후 모니터링, 수요자(발주처) 의견 반영까지 일련의 기술 운영/관리가 가능한 통합 플랫폼 구축 및 시범 운영
 - (성능평가 결과 공유 필요) 사용자/발주처 입장에서의 신기술 현장 적용 정보 공유 필요
 - (중소기업 역량 지원) 양극화 해결을 위한 중소기업 대상의 제도적 지원 필요
 - (수요자의 기술 이해도 부족) 현장 사용자의 신기술에 대한 거부감 및 조작 미흡에 의한 신기술 역량 대비 낮은 효과
 - (사후 정보 공유 필요) 기술적용 후 결과의 신뢰성 확보가 가능한 성능평가 사후 모니터링 필요(Track-record)
 - (실질적 정보 공유) 스마트 건설기술 Pool을 하나의 창구로 운영/관리하고, 현장적용에 필요한 실질적 정보 제공하는 플랫폼 필요
 - (신기술 활용 교육 필요) 실습 위주의 선제적인 신기술 교육을 통해 현장 사용자 신기술 활용도 제고

□ 지원분야 연구내용

구성기술 (안)	주요 연구내용
시설물 활용 교육 프로그램 개발	- 첨단 기술 시연 및 습득이 용이한 현장 실습 위주 교육 커리큘럼 - 비대면 메타버스, XR 등의 기술 활용하여 첨단안전 기술장비 등을 가상세계에 구현한 기술자 교육장 구축 및 콘텐츠 개발(VR-AR 콘텐츠 사용 환경구축) - 기술자 교육 시스템 운영·관리 매뉴얼 개발 및 시범운영
성능평가 활성화 공유 시스템 개발	- 기존 기술과 비교 용이한 성능지표 비교 기능 - 대상 기술에 대한 성능평가 데이터 관리 및 Track-record 기능 - 성능평가 결과에 대한 표준 공표 기능 - 사용자 기술 탐색이 용이한 기술 매칭 기능 등

□ 사업 제안요청서

과제명	스마트 건설기술 활성화를 위한 측량 및 점검진단 장비 성능평가 기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 스마트 건설기술 현장 적용 활성화를 위한 개발기술의 검증방법, 대표 시험시설 개발 - (평가방안) 현장적용을 위한 수요자 중심의 기술 맞춤형 성능평가 항목 및 방법 개발 - (대표 시험시설) 기술 적용 전후를 비교 가능하고 새로운 기술에 선제적으로 대응할 수 있는 성능평가 시험시설 구축 ※ 성과목표 : 기술 맞춤형 사용성능평가 방안 14건, 대표 시험시설 구축 및 운영지침 3건
2. 연구개발의 필요성 및 동향	□ 연구개발의 필요성 ○ 정부는 스마트 건설기술 확산을 위해 기술 및 관련 코드 개발에 역점을 두고 있으나, 검증을 위한 지침 부재와 성능평가 시험시설 부족 - 국토부는 도로건설과정과 유지·관리 단계 스마트건설기술개발사업을 '25년까지 수행 중이며, 미래 건설, 시설물 유지·관리 대응을 위한 측량기준(KDS/KCS 10 30 00)과 건설자동화 기준(KCS 10 70 00) 신설 ○ 스마트 건설기술 성능평가에 특화된 평가 가능시설과 평가지침 필요 - 현장 규모 및 환경제어를 통한 성능평가가 가능한 시설이 구축되어 있으나, 특정 분야에 한정적으로 적용 ※ 국내 건설관련 시험장은 대부분은 해당 기술 중심의 시험·평가 시설 및 장비를 구축 ※ 사업화 촉진을 위한 기존 사업들은 실험시설 구축 및 관리에 초점이 맞춰져 있어 사용자 중심의 평가항목 및 방법 부족 ○ 정부의 건설신기술 활성화를 위한 다양한 지원 정책에도 불구하고 연구개발 단계와 사업화 단계 간 연결고리 미흡 - 건설 신기술 등 정부 신기술 인증제도들은 심사사항 내 스마트 건설 관련 평가가 있으나, 실제 관련 기술에 대한 성능평가는 부재 ※ '국토교통부 건설신기술 인증제도'와 더불어 시행 중인 신기술 인증제도들의 경우, 스마트 건설기술 키워드 중심의 해당 여부만 검토 평가 - 기존 사업화 지원 목적의 사업들은 주로 TRL6 이후 기술들을 대상으로 연구개발 및 성능평가 지원 ※ '조달청 혁신시제품 지정제도' 및 '국토교통사업화지원사업', '첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발사업' 등에서는 TRL6 이상 기술만 지원 □ 산업 동향 ○ 건설 산업의 낮은 생산성 향상을 위해 스마트건설기술에 대한 투자 증대 - 건설 노동생산성은 타 분야 대비 1/3 수준(Mckinsey Global Institute analysis(2017)) - 중국, 인도, 신흥경제국인 라틴아메리카, 중동의 경우 건물과 기반시설에 대한 수요 증대에 따른 건설 성장 확대 ※ 건설부문의 지출은 '14년부터 연평균 3.6% 성장하여 '25년까지 14조 달러가 지출 예상(Mckinsey Global Institute analysis(2017)) - 스마트 건설 시장 규모는 약 100억 달러 수준으로 연평균 12% 성장 전망(국토교통부(2018), 스마트 건설기술 로드맵) ※ 건설드론 시장의 빠른 성장(연평균 51.7%)에 힘입어 스마트 건설 시장은 연평균 12%으로 성장(국토교통부(2018), 스마트 건설기술 로드맵) ○ '18년 10월 '스마트 건설기술 로드맵' 을 수립하여 이를 기반으로 스마트건설기술 개발 및 활용 추진(2020.1.17. 국토부 보도자료) - 스마트 턴키사업, 스마트건설 지원센터 등치 추진 또는 운영 중이며, '20년부터 6년간 약 2,000억 원의 R&D 사업(스마트 건설기술 개발사업) 진행 중 □ 기술 동향 ○ 분산공유형 실증인프라 등 해당 분야 중심의 국내 건설기술 성능평가 시설들이 운행 중이지만 스마트건설 기술에 특화된 시설 부재 - (분산공유형 실증인프라) 전국 12개 지역에서 국토교통 분야별*로 해당 분야 중심의 R&D 과정의 시제품 성능 테스트 및 실증 실험실로 운영 중 ※ 하이브리드구조, 지오센터리뷰지, 첨단건설재료, 풍동, 지진, 해안항만, 기상환경, 극한상태구조, 대형수리, 도로주행시뮬레이터, 기후변화 대응, 주택성능품질

- 국내 타 분야의 경우, 실환경 성능검증 테스트베드 및 가이드 등 지원을 통해 제품화·상업화 진입장벽 완화
 - (방산분야) 작전환경 또는 이와 동등한 조건에서 작전운용성능 충족여부와 운용적합성, 효율성, 안전성 등을 확인하고 전력화 자원요소 등에 대한 적합성 평가
 - (우주분야) 최종단계인 비행모델의 경우 확실한 검증을 위해 실환경에서 테스트 진행
 - (항공분야) UAM/AAM 산업의 조기 시장 창출 및 비즈니스 모델을 통해 안전성 검증, 운용 경험 축적 실검증을 통한 상업화 촉진
 - (의약분야) 판·비를 통한 신약개발의 상용화 지원, 신약개발 인프라 제공, 허가심사 기반 확충 전략적 지원으로 제품화 진입장벽 완화

3. 연구개발 내용

□ 건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비 성능평가 기술개발

- 스마트 측량 장비 성능평가 시나리오/프로세스 개발
 - GNSS, 자이로스테이션, 모바일매핑시스템, 드론, GPR 등을 활용한 첨단 건설정보 수집 기술에 대한 사용성능평가 지침 5개 이상 개발
 - ※ KDS(Korean Design Standard) 10 30 00(설계측량), KCS(Korean Construction Specification) 10 30 00(시공측량) 코드와 연계
- 성능평가 대표 시험시설 구축 및 운영방안 개발
 - 터널 및 도로 시공 등에 필요한 디지털 건설정보수집 장치 평가 시험시설 등

□ 시설물 상태변화 정보수집을 위한 스마트 점검진단장비 성능평가 기술개발

- 스마트 점검진단장비 성능평가 시나리오/프로세스 개발
 - 로봇형 외관조사 장비, AI형 외관조사 장비, 투과형 내구성 조사 장비, 디지털 계측 장비 등을 활용한 시설물 점검진단 장비 사용성능평가 지침 4개 이상 개발
 - 「시설물의 안전 및 유지·관리에 관한 특별법」 시행규칙 등에 반영
- 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장치, 기술 평가용 표준시편, 실증시설 구축 및 운영방안 개발
 - 대표 시험 시설물(ex. 표준교량, 터널 등) 지정 또는 구축

□ 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비 성능평가 기술개발

- 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비 성능평가 시나리오/프로세스 개발
 - 굴삭기, 도저, 롤러(성토용, 포장용), 그레이더 등을 활용한 시공자동화 기술에 대한 성능평가 5개 이상 지침 개발
 - ※ KCS(Korean Construction Specification) 10 70 00(건설자동화) 코드와 연계
- 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비 대표 시험시설 구축 및 운영방안 개발
 - '22년 코드 개발 예정인 KCS 10 70 10 머신가이던스, 머신컨트롤 평가 시험시설 등

□ 스마트 건설기술 활성화 기반 마련을 위한 자원체계 구축

- 성능평가 결과 및 사후평가 결과 공유를 위한 플랫폼 구축
 - 수요자(발주처) 검토의견 제시 및 기술 보완, 사후적용 결과 모니터링 등 수요자가 현장적용에 실질적으로 필요한 정보 중심으로 성능평가 결과 공유
 - 실제 현장에서 기술을 활용한 수요자가 현장 적용에 대한 사후 평가내용 공유
- 시험시설 활용 교육 프로그램 개발 및 시범운영
 - 현장 사용자들의 기술 이해도 및 활용 역량 강화를 위해 대표 시험시설을 활용한 실습 중심의 교육 프로그램 운영

4. 연구개발 추진방법	
○ 연구소·대학·건설사·공공기관 등 관련 산·학·연 전문연구자가 공동 참여하는 형태로 국내 자체 기술을 확보할 수 있도록 추진 ※ 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음 ○ 실용적인 연구결과 도출을 위하여 산학연 등 기술수요처 자문위원을 반드시 포함시키고 스마트 건설기술 관련 전문가 최대한 활용 - 스마트 건설기술 관련 전문기관(스마트건설지원센터 등)과 스마트건설기술사업단(국가 R&D), 국가건설기준센터, 기존 건설 기술 관련 시험시설 등과 협력체계 구축 - 수요기관 및 수요자들의 의견수렴 체계 확립 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함 - ICT 및 스마트 기술 관련분야의 전문가를 포함하여 자문위원단 구성 - 설계사, 시공사, IT 기업, 스마트 건설기술 보유 기업 등의 충분한 의견수렴(설문, 방문 인터뷰 등) ○ 각계 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 기술적·정책적·경제적 보완 사항에 대한 자문활용 ○ 연구신청자는 과도한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구 추진의 효율성을 도모	
5. 최종 연구개발 성과물	
○ 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량 장비(5종) 성능평가 지침 ○ 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비(4종) 성능평가 지침 ○ 시공자동화를 위한 MC/MG 건설장비(5종) 성능평가 지침 ○ 개발된 지침에 따른 성능평가 결과 공유를 위한 플랫폼(S/W) ○ 구축 시험장 활용을 위한 교육 프로그램 개발 및 시범운영 3건	
6. 활용방안 및 기대효과	
☐ 활용방안 ○ 스마트 건설 관련 인증 및 지원 제도와 연구개발사업의 기술 평가에 활용 - 스마트 건설 관련 제도 : 건설신기술 지정제도, KAIA 건설기술 시험시공 지원사업, 조달청 혁신시제품 지정, SOC 기술마켓, 도공 기술마켓, LH 기술혁신파트너몰, 대구광역시 신기술 플랫폼, 국토부 기업성장지원위원회 ○ 기존 기술코드 및 수립 중인 기술코드와 연계 - 적용 기술코드 : KCS 10 70 00(건설자동화), KCS 10 70 10(머신가이던스, 머신컨트롤), KDS 10 30 00(설계측량), KCS 10 30 00(시공측량) ○ 기술분야별 건설신기술·신공법 및 R&D 기술의 성능검증실험에 활용 - 신기술·신공법 개발 시 성능검증 및 인증을 위한 표준 시험방법 활용 ○ 관련 분야 대학/대학원생 또는 전문가 양성을 위한 교육 프로그램 개발 및 전문시험인력 교육 등에 활용	
☐ 기대효과 ○ (과학기술적 측면) 스마트 건설기술 성능평가 및 실증체계 확립을 통해 기술수준 향상 및 기술 사업화 촉진 기여 - 사용 성능평가 및 실증체계 확립을 통해 현장수요에 기반한 스마트 건설기술의 체계적인 사용 성능평가/실증 체계를 정립함으로써 기술수준 향상 기대 - 표준환경에서의 기준기술과의 비교평가를 통해 기술의 사용성능평가 결과의 신뢰성 향상으로 R&D 성과실용화 가속 기대	

- 신기술, 신공법 개발에 의한 성능평가 및 실증 시 동일환경에서 동일한 평가방안에 따라 성능평가를 수행함으로써 개발 기술의 대외 신뢰성 및 질적 향상 기대
 - 스마트 건설기술에 대한 체계적 사용성능평가 및 실증 체계의 확립을 통해 관련 제도(신기술인증 등)의 애로사항 즉각 대응
- (사회적 측면) 신기술에 대한 선제적 지원 체계를 확보함으로써 국가 건설기술 관리 역량 향상
- 실증을 통한 국가 R&D 성과물의 현장 적용(실용화) 가능성 향상
 - 성능평가 및 실증을 통해 안전성이 검증된 스마트건설기술들이 건설현장에 적용됨으로 건설현장의 안전성 향상
 - 국토교통 R&D 성과물의 실용화 주요 장애 요인인 개발기술의 검증과 관련 기준 및 체계 부재를 해결함으로 국토교통 R&D의 실용화 향상
- (경제적 측면) 기술 실용화 가속화를 통한 스마트 건설 생태계 활성화
- 스마트 건설기술 현장 적용(실용화) 가능성을 향상 및 국가 건설기술 관리 역량 향상을 통한 스마트 건설 생태계 활성화
 - 성능 향상, 원가 절감 등을 통한 건설 사업비(공사비, 유지·관리비) 절감
 - 산업 생태계의 기반이 되는 중소기업(스타트업) 등의 시장 진출 가능성을 강화함으로 산업 활성화 유도
 - 국가 R&D 성과물의 현장 적용(실용화) 가능성을 향상을 통해 국가 R&D의 경제적 효과 향상

7. 연구개발 기간 및 연구개발비

○ 총 연구개발기간 : 2023.01 ~ 2027.12 (5년)

※ 과제 선정 추진 일정에 따라 일부 변동 가능

○ 총 정부지원연구개발비 : 235.38백만원(전액 국고지원)

※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 연구개발비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

3.2 정량적 연구개발성과

과업내용	정량성과
○ 이슈 및 니즈 도출 - 첨단·안전(스마트) 건설기술 관련 글로벌 트렌드 분석 및 주변 환경분석을 통해 개발자 및 사용자 관점에서 미충족 이슈를 도출, 현장 적용 활성화를 위한 기본 방향 제시	1건
○ 사업 방향성 - 도출 이슈 및 니즈에 기반하여 다양한 전문가 그룹 자문 및 유관기관 의견 수렴을 통해 사업 방향성 모색	1건
○ 비전, 목적, 목표의 설정 - 사업을 통해 달성하고자 하는 미래 비전, 목적 및 목표 제시	1건
○ 사업중점분야 도출 - 목적·목표 달성을 위해 개발 및 확보가 반드시 필요한 사업 내 중점분야를 적합한 분석기법을 통해 도출	1건
○ 중점분야별 추진 계획 - 관련 분야 전문가를 통해 우선순위 평가를 통한 연구내용 구성 및 재원 투입계획 수립	1건
○ 사업 사전 타당성분석 - 에타지침을 활용하여 사업의 추진의 정책적/과학기술적/경제적 타당성 사전 분석	1건

3.3 목표 달성 수준 :100% 달성

연구 개발 목표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 스마트 건설기술분야 국내외 환경분석	○ PEST 분야별 메가트렌드 분석 및 스마트 건설기술 메가트렌드 도출 ○ 국내외 정책적/기술적/산업적 환경분석을 통해 - 이해관계자 설문조사를 통해 스마트 건설기술 분야 개발자 및 사용자 관점에서의 미충족 이슈 도출	100%
○ 사업 추진 전략체계 수립 - 사업 기본방향 및 중점분야 도출	○ 미충족 이슈를 충족을 위한 사업 기본 방향 설정 및 전략 수립 - 수요조사 및 우선순위 도출을 통해 중점분야 설정	100%
○ 중점분야별 상세 계획 수립 - 우선 추진 기술 설정 - 자원 투입 계획 수립	○ 중점분야별 전략 과제 수립 - 중점분야별 4~5개 전략 과제(기술) 도출 - 중점분야별 인력 및 예산(연차) 투입계획 수립	100%

4. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 스마트 건설분야 연구기반 강화에 기여
 - 동 사업이 추진될 경우 스마트 건설기술 분야 기술개발 활동의 촉진과 참여 등을 통해 관련 시설 및 장비 확보·확충, 연구 참여 인력의 연구역량 강화, 신진 연구자 영입 등을 통해 물적·인적 인프라 수준 향상 기대
 - 사용 성능평가 및 실증체계 확립을 통해 현장수요에 기반한 스마트 건설기술의 체계적인 사용 성능평가/실증 체계를 정립함으로써 기술수준 향상 기대
- 수요자 중심의 신뢰성 있는 성능평가 결과 제공하여 현장 적용 가능성을 향상하여 스마트 건설 생태계 활성화에 기여
 - 국토교통 R&D 성과물의 실용화 주요 장애요인인 개발기술의 검증 관련 기준 및 체계 부재를 해결함으로써 국토교통 R&D의 실용화 향상
 - 대표환경에서의 기존기술과의 비교평가를 통해 기술의 사용성능평가 결과의 신뢰성 향상으로 스마트 건설 현장 적용 확대
 - 산업 생태계의 기반이 되는 중소기업(스타트업) 등의 시장 진출 가능성을 강화함으로써 산업 활성화 유도

5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 스마트 건설 현장 적용 확대 위한 국가사업 추진 시 기초자료로 활용
 - 본 기획 연구는 스마트 건설분야 개발자 및 사용자 관점에서의 미충족 이슈를 충족하기 위한 성능평가 지침 및 시설 개발 로드맵을 포함한 신규 사업추진을 위한 ‘기획보고서’ 등 교량분야 연구개발 추진의 타당성을 입증할 수 있는 각종 근거 포함
 - 연구 결과물은 신규 R&D 사업 예산 확보를 위한 중기재정 신청시 필수로 제출하는 기초자료로 활용하며, 관련 절차 및 평가항목의 적합 여부를 판별할 수 있는 근거자료로 활용 가능
- 스마트 건설 활성화 지원을 위한 기술 분야, 연구개발 계획 등의 참고자료로 활용
 - 본 연구결과에서 선별된 기획(안)을 토대로 신규 R&D 사업으로 예산 확보를 통한 사업 추진 시, 중점 투자 분야, 유망 기술 및 과제, 연구개발 추진 계획 등을 참고자료로 활용 가능

6. 참고문헌

- 과학기술정보통신부(2018), ‘제4차 과학기술기본계획(2018~2022)’
- 관계부처 합동(2017), ‘차 산업혁명 대응계획 I-KOREA 4.0’
- 관계부처합동(2020), ‘한국판 뉴딜 종합계획’
- 국가건설기준센터(2021), ‘스마트건설기술 적용 건설기준 제·개정’
- 국가법령정보센터홈페이지(2021), ‘<https://www.law.go.kr/>’
- 국가산업융합지원센터 홈페이지(2021), ‘<https://www.knicc.re.kr/>’
- 국립재난안전연구원홈페이지(2019), ‘<https://www.ndmi.go.kr>’
- 국토교통과학기술진흥원홈페이지(2021), ‘<https://www.kaia.re.kr/>’
- 국토교통과학기술진흥원(2019), ‘도로실증을 통한 기반시설 스마트 유지관리 연구사업(2021~2026) 기획보고서’
- 국토교통과학기술진흥원(2019), ‘스마트 건설기술 개발사업 기획 최종보고서’
- 국토교통과학기술진흥원(2019), ‘첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발 기획’
- 국토교통과학기술진흥원(2020), ‘국토교통기술사업화지원사업 시행 공고’
- 국토교통과학기술진흥원(2020), ‘국토교통기술촉진연구사업 후속기획 최종보고서’
- 국토교통과학기술진흥원(2020), ‘자기치유형 친환경 콘크리트 기술개발 최종보고서’
- 국토교통과학기술진흥원(2021), ‘건설분야 성능기반 표준실험절차 개발사업 시행 공고 안내서’
- 국토교통과학기술진흥원(2021), ‘시험시공지원사업 방침’
- 국토교통부(2017), ‘6차 건설기술진흥기본계획(2018~2022)’
- 국토교통부(2017), ‘제4차 시설물의 안전 및 유지·관리 기본계획(2018~2022)’
- 국토교통부(2017), ‘제5차 건설산업진흥기본계획(2018~2022)’
- 국토교통부(2018), ‘스마트 건설기술 로드맵’
- 국토교통부(2020), ‘3차 건축정책 기본계획(’21~’25)’
- 국토교통부(2020), ‘2021년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획’
- 국토교통부(2020), ‘제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)’
- 국토교통부(2021), ‘2021년 건설분야 성능기반 표준실험 절차 개발사업 시행 공고 안내서’
- 국토교통부(2021), ‘2021년 국토교통부 주요업무 추진계획’
- 국토교통부(2021), ‘제2차 국가측량기본계획(2021~2025)’
- 국토교통연구인프라운영원홈페이지(2021), ‘<https://www.koced.or.kr/>’
- 국토교통연구인프라운영원(2021), ‘국토교통대형실험시설(1단계, 2단계)’
- 국회입법조사처(2020), ‘노후건축물 현황과 향후과제’
- 나라장터(2021), ‘<https://www.g2b.go.kr/>’

- 대외경제정책연구원(2021), ‘세계경제 포커스 Vol 17’
- 대한시설물유지·관리협회홈페이지(2021), ‘www.fma.or.kr’
- 두산인프라코어홈페이지(2021), ‘<https://www.hyundai-di.com/kr>’
- 로봇신문(2020), ‘일본 ‘가지마건설’, 4족 보행로봇 ‘스팟’ 도입’
- 류금성외 4인(2006), ‘섬유 보강 모르타르를 사용한 보수공법의 내구성능 평가에 관한 연구’
- 미교통부홈페이지(2021), ‘<https://highways.dot.gov/federal-lands/design-visualization/amg>’
- 산업자원통상부(2018), ‘2019-2021 산업기술 R&D 투자전략’
- 산업통상자원부(2021), ‘제3차 항공산업발전 기본계획(’21~’30)’
- 성유경(2020), ‘코로나19 위기 이후 일자리 변화와 건설산업 대응방향 재인용’
- 수자원공사(2020), ‘하반기 등록신기술 공모 안내문’
- 식품의약품안전처 홈페이지(2021), ‘<https://www.mfds.go.kr>’
- 신기술플랫폼홈페이지(2021), ‘<https://singisul.daegu.go.kr/>’
- 조달청(2021), ‘혁신제품 구매 운영 규정’
- 최평호(2021) ‘공사비 20% 절감이 가능한 AI기반 Smart Construction 기술개발’
- 캘리포니아주 교통부(2015), ‘Quantitative Cost-Benefit Analyses of the Use of Automated Machine Guidance in Construction: An Examination of Current Practice’
- 한국건설기술연구원(2019), ‘스마트 건설기술 적용 활성화를 위한 모니터링 및 규제 개선방향 마련’
- 한국건설기술연구원(2019), ‘연천 SOC실증센터 구축 사업추진 타당성 분석 연구 보고서’
- 한국건설기술연구원(2021), ‘중소기업 신기술지원 작성 자료’
- 한국도로공사홈페이지(2021), ‘<https://www.ex.co.kr/>’
- 한국도로공사(2021), ‘도공기술마켓 홍보자료’
- 한국방위산업학회(2019), ‘방위산업 발전을 위한 무기체계 시험평가 개선방안 연구’
- 한국방재협회홈페이지(2021), ‘<http://www.kodipa.or.kr/>’
- 한국방재협회(2020), ‘방재기술 평가제도 소개’
- 한국산업기술시험원홈페이지(2021), ‘<https://www.ktl.re.kr>’
- 한국생산기술연구원(2016), ‘건설기계기술센터 소개 자료’
- 한국은행 대전충남본부(2017), ‘인구감소와 ‘지방소멸’의 리스크 점검 및 정책적 시사점’
- 한국항공우주연구원홈페이지(2021), ‘<https://www.kari.re.kr>’
- 항공안전기술원홈페이지(2021), ‘<https://www.kiast.or.kr/kr>’
- 혁신조달종합포털혁신시제품홈페이지(2021), ‘<http://ppi.g2b.go.kr/>’
- Arizonbuildingsystem홈페이지(2021), ‘<https://arizonbuildingsystems.com/>’
- CLC(2021), ‘CLC(Construction Leadership Council)Strategy 2021’
- Curt Bennink(2021), ‘Construction Equipment Machine Control Transforms Jobsite Intelligence’

- Daelim Technical Review(2019), ‘일본 스마트건설 사례’
- Flyability社홈페이지(2021), ‘<http://www.flyability.com>’
- Hitachi공식홈페이지(2021), ‘<https://www.hitachicm.com/global/jp/innovation/>’
- KISTEP(2021), ‘2020년 기술수준평가보고서’
- Komatsu Europe(2020), ‘Test and Demo area in Ulm, Germany’
- Komatsu 홈페이지(2021), ‘improve your productivity with smart construction’ ,
- komatsuamerica 홈페이지(2019), ‘<https://www.komatsuamerica.com>’
- komatsuamerica(2018), ‘Smart construction 브로셔’
- K-water물산업플랫폼홈페이지(2021), ‘<https://www.kwater.or.kr/>’
- LH 기술혁신파트너물 홈페이지(2021), ‘<https://partner.lh.or.kr/>’
- Mckinsey(2017), ‘Mckinsey Global Institute ananalysis’
- SOC 기술마켓(2020), ‘SOC 기술마켓 공동운영규정’
- SOC 기술마켓(2021), ‘21년 1차 혁신공모 공고문’
- The business research company(2020), ‘Autonomous Construction Equipment Global Market Report 2020-30: COVID-19 Growth and Change’
- TrimbleHeavyIndustry(2021), ‘<https://heavyindustry.trimble.com/en/products/trimble-platform-service>’
- Volvo社홈페이지(2021), ‘<https://www.volvoce.com/>’

[부록1] 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술 상세기획(안)

□ 중점분야 개요

○ 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술 개념

- 비정형적인 공사 현장에서 근무하는 작업자의 불안정한 행동을 스마트장비를 통해 개선하고, 긴급상황 발생 시 신속한 구호조치가 가능해 재해등급을 경감시키는 기술

○ 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술의 필요성

- 국토정보지리원에서 추진하는 '제2차 국가측량기본계획'에 따른 표준시방서, 품셈 등 국가건설기준 기반 실제 현장 안전관리를 위한 문화적, 제도적 지원을 강화해도 "한번의 작업자 실수"가 중대재해로 이어지기 때문에 첨단기술을 이용하여 인간의 실수를 줄일 수 기술 개발 필요
- 개발된 기술이 건설현장에서 정확하게 작동하는지 여부에 대한 정량적 평가를 통해 관련 기술에 대한 공감 및 확산 필요

□ 중점분야 환경분석

○ (주요정책) 정부차원에서 산업현장에서 발생하는 재해에 대해 강력한 처벌을 통해 안전기술 제도적 환경 조성

- 2022년 1월 27일부터 시행되는 중대재해기업처벌법은 안전조치 의무를 위반하여 발생하는 인명피해를 예방하기 위하여 제정
 - 중대한 인명 피해주는 산업재해 발생 사업주에 대한 형사 처벌 강화
 - 노동자 사망사고시 사업주 또는 경영책임자 1년 이상 징역이나 10억 이하 벌금, 법인 50억 벌금
- 건설기술진흥법 시행령 개정을 통해 스마트안전장비에 대한 내용 보강
 - 건설 신기술 지정제도 활성화 위해 우수 신기술 연계 발주 확대('18.10. 건설기술진흥법 개정)
 - IoT 센서 등 기술비용 안전관리비 지급대상 포함('20.03 건설기술진흥법 개정)
 - BIM 등 4차 산업혁명 핵심기술 공공사업에 적용 의무화

○ (국토교통부) 현장 안전 건설 환경 조성

- 국토교통부, 고용노동부 안전환경 조성 보도자료(2019.04.11.)
 - 스마트 안전장비 사용에 대해 2019년 시범사업, 2020년 공공, 2021년 민간 등 단계적 의무화 진행
 - 기존 10층 이상의 건물에만 적용되었던 안전관리계획이 2층 이상 모든 건물에 적용
 - 소규모 사업장 포함 전 건설현장에 사법 경찰권 부여로 안전보건 관련 규정 강화
- 한국도로공사 스마트 터널관제시스템 지침배포(2019.07.01.)
 - 잔여 공기 1년 이상 3km 이상 장대터널에 우선 적용
 - 무선통신 네트워크, 원격모니터링(CCTV), 실시간 위치추적 및 안전관리(스마트태그), 작업환경경보(IoT환경 센서), 터널관제모니터링
 - 도급내역에 반영, 안전관리비 일부계상 가능

○ (고용노동부) 산업안전보건법 개정(2020.01.16.)을 통한 현장 안전 강화

- 안전, 보건조치 의무위반으로 도급인 자신의 근로자와 관계수급인 근로자가 사망한 경우 7년 이하의 징역 또는 1억원 이하의 벌금 부과 및 5년 이내 재범 시 그 형의 2분의1까지 가중규정을 신설(종전: 근로자사망시 도급인 처벌규정없음)
- 도급인이 안전, 보건조치 의무를 위반한 경우 처벌수준을(종전) 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금 → (개정) 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금으로 강화
- 추락재해 예방하기 위해 비계 설치 시 선안전조치
- 위험기계, 기구 등의 안전강화 타워크레인, 이동식크레인, 향타기 및 향발기 안전 조치 강화
- 굴삭기, 트럭류 - 후진경보장치, 후방카메라 등
- 지게차-후방확인장치, 좌석 안전띠 착용 등
- 고소작업차-아웃트리거, 작업대(탑승함) 등 자동안전장치

○ (관련 기술 동향) 안전혁신을 위한 예방적 선제 대응을 위해 기관별 스마트 안전관제 시스템 구축

- LH공사/도로공사 등 주요 공사 발주처
 - (LH) 건설현장 안전사고 예방 특별점검강화 / 스마트안전장비 설계반영 신규공사 적용 의무화
 - (도로공사) 터널공사 등 주요공정 스마트안전시스템 구축 의무화 : 원격 모니터링, 실시간 위치관제, 작업환경경보
 - (코레일) 공사 중 안전관리 강화 원격 모니터링 도입 / 철도안전 혁신대책 마련 ICT 접목 스마트안전강화
- 서울시 등 주요 지자체
 - (서울시) 중소형 민간 건축공사장 10대 안전관리 강화대책 : CCTV 설치 의무화, 소형, 민간 건축현장 의무화
 - (지자체) 스마트시티 기반 통합관제센터 구축 / 코로나 사태 이후 비대면 현장점검 강화 / 건설현장 안전확보 스마트 안전장비 사용 확대
- 종합건설사
 - (현대건설) 안전관리분야 1,000억원 투자 / IoT 기술 도입(실시간 관제 및 통제 통한 안전사고 방지) HIOS (Hyundai IoT Safety System, IoT 기반 현장관리) / HIOS Ver.2.0 모바일 안전관제 출시
 - (삼성물산) IoT 플랫폼 기반 안전관리 시스템
 - (GS건설) 지능형 CCTV 분석을 통한 현장안전관리 / ICT/IoT 기반 인력/장비관리 기술개발
 - (대림산업) ICT/IoT 기반 건설 현장인력/장비/자재현황 데이터 수집 시스템 개발
 - (포스코건설) IoT 기술 결합 통합안전관리시스템 ‘스마트세이프티솔루션’ 구축 / 빅데이터와 AI를 연동한 안전사고 사전예방
- 전문건설사
 - (쌍용건설) 액션캠과 드론 활용 건설현장 안전점검 강화
 - (한라건설) 근로자 위치 관제 스마트안전관리시스템 도입
 - (호반건설) 현장 ERP 구축 위험성 평가 기반 안전시스템 구축
 - (기타) 상위 건설사 자체 스마트안전시스템구축 / 중견 건설사 스타트업 기술 적용 소수현장 POC수준 / 중소건설사(전체70%) 스마트안전시스템구축無 : 중대재해기업처벌법 통과 후 대책 마련 부심중 / 중소건설사는 대부분 민간 발주공사 수행 중 안전관리비 부족 -> 안전관리비 투입을 최소화한 스마트안전장비수요증대예상[구독형 스마트안전장비 선호]

○ (성능평가 동향) 산업안전보건인증원과 국가산업융합지원센터 내 스마트 안전리빙랩에서는 안전과 관련된 인증 및 성능평가 수행

- 산업안전보건인증원
 - (KCs인증) 유해·위험 기계·기구류의 안전인증 및 안전검사제도로 안전인증을 받거나 자율안전확인신고를 한 기계·기구 등에 KCs마크 표시
 - 연삭기, 연마기, 산업용 로봇, 혼합기, 파쇄기, 분쇄기, 식품가공용기계, 컨베이어, 자동차정비용 리프트, 공작기계, 고정형 목재가공용 기계, 인쇄기 등을 적용 범위로 함
 - (S마크) 안전인증제도(S마크)는 산업안전보건법 제 84조 3항의 규정에 따라 제품의 안전성과 신뢰성 및 제조자의 품질관리능력을 안전인증기관에서 종합심사하여 인증
 - 산업용 기계·기구류(CNS선반, 밀링등 공작기계류, 전동지게차 등 운반기계류, 반도체·LCD 제조장비, 자동화 설비류, 기타 산업용 기계·기구류)와 산업용 기계·기구의 부품류(센서류, 차단기류, 게이지류, 기타 안전부품류 등)을 대상
- 국가산업융합지원센터 내 스마트 안전리빙랩
 - 건강을 포함하는 포괄적·적극적 의미에서의 안전분야를 대상으로 실사용 공간과 유사한 환경에서 사용자가 직접 제품 및 서비스를 이용해 사용자 경험을 제품(서비스) 개발에 반영하여, 시장 친화적 제품(서비스) 개발을 촉진하는 ‘사용자 참여형 연구개발 실험실’ 이자 시장 출시 관련 인증 등 사업화를 통합 지원하는 ‘산업혁신 플랫폼’



[그림 부록-1] 스마트 안전 리빙랩 인프라 (https://www.knicc.re.kr/page/rnd_ssl.html)

- 인증 기준이 없고 사용자 실증이 어려워 출시가 어려웠던 추락사고 방지용 착용형 에어백을 대상으로 스마트 안전 리빙랩에서 실제 건설 현장과 유사한 환경을 만들어 작업자 40명을 대상으로 한달간 실증



[그림 부록-2] 착용형 에어백

□ 예상 연구범위

○ 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술 분류

- 스마트 IoT 기술이 적용된 스마트 안전장비를 건설현장에 실 적용하여 작업자의 실수방지 및 안전관리 사각지대를 실시간 모니터링 및 대응, 조치함으로써 안전 효과 극대화

<표 부록-1> 스마트 안전장비 구분

구분	스마트 안전장비 종류 예
작업자 부착형 (웨어러블)	· 스마트 안전모(안전모 턱끈 결착 알림) · 스마트 안전벨트(안전벨트 체결 알림) · 스마트 안전관제 태그(작업자 위치 알림)
작업공간 설치형 (환경, 위험 센싱)	· 이동형 CCTV(무선 CCTV) · 유해가스 감지 IoT 센서(산소, 이산화탄소, 메탄, 황화수소 등) · 구조물 변위 IoT 센서 · 개구부 열림 알림 센서

- 관련 전문가 자문을 통해 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술의 기능정의에 따른 기술단계를 다음과 같이 분류

<표 부록-2> 기술단계별 기능정의

기술단계	기능정의	기술 내용	비고
TRL01	자체전원 알람 착용(동작) 여부 알람	안전모 턱끈 결착 알람, 안전장비 체결 알람	현재 기술 단계
TRL02	2가지 이상 기능 연동 작동	이동형 CCTV+방송, 동작감지+알람	
TRL03	관제 솔루션 연동 장비 작동	이동형 CCTV+센서(동작, 화재)+앱컨트롤 안전벨트+결착여부+위치관제+앱컨트롤	초기 현장 도입 단계
TRL04	작업자 부적합 행동 영상 감지	AI영상솔루션 작업자 부적합 행동감지 자동경보 (쓰러짐, 안전모 미착용, 안전벨트 미착용)	향후 과제 기술 고도화
TRL05	작업공간 안전 예지 분석, 예지 경보	자율주행 플랫폼+CCTV(AI영상 솔루션 현장내 작업공간 및 작업자 안전 자동 점검 패턴)	

- 관련 전문가 자문을 통해 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술별 필요시설(안) 검토

<표 부록-3> 기술 단계별 관련 필요시설(안)

후보 세부분야(과제)		필요시설
기술단계	개요	최소 시험시설 규모
TRL01	단위 통신, 센서 기술을 이용한 낮은 단계의 안전기술	건설 유사 환경의 리빙랩 굴착 또는 고소 공사 현장
TRL02	2가지 이상의 기능이 함께 연동되는 안전기술	
TRL03	단위 또는 몇 가지 기능이 함께 연동되는 안전기술과 이를 관제할 수 있는 통합시스템	굴착 또는 고소 공사 현장

- 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술 성능평가 관련 전문가 자문

<표 부록-4> 기술영역 적합성 평가의견

주요 의견
• 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술은 종류와 생산 업체가 너무 많아 표준적인 평가 어려움 • 현재 근로자의 안전은 노동부의 담당으로, 국토부에서도 고려해야 하지만 본 과제에서 수행하고자 하는 성능평가 체계 특성상 너무 방대한 건설현장 환경 조성 및 실험환경에서의 테스트 요건 수립, 평가기준 수립 등 어려움 존재 • 근로자 안전과 관련한 건설안전 장비 성능평가에 대해서는 고용노동부 또는 산업통상자원부가 주관으로 보이며 국토 교통부도 밀접한 관련이 있으므로 이에 대한 사전 조율 필요 • 스마트안전 장비 현장 적용 시 우천 등과 같은 기상환경 뿐만 아니라 비정형인 현장 환경이 매우 다양하기 때문에 표준화하기 매우 어려움 • 생산기술연구원 내 국가산업융합지원센터에서는 실사용 공간과 유사한 환경에서 사용자가 직접 제품 및 서비스를 이용해 사용자 경험을 제품 개발에 반영하는 스마트 안전리빙랩 운용 • 안전 제품의 경우 매우 종류가 다양하기 때문에 사용 제품 유사 환경 조성에 1~6개월 소요 • 성능평가를 위한 중점 분야 우선 선정을 위해서는 성능평가 관련 법, 코드 등과 연계할 수 있는 중점 분야 선정 필요

- (추후 추진 방향) 리빙랩과 대표 현장을 활용한 성능평가 시 고려 사항

- 리빙랩

- TRL01~02 수준의 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술들은 유사 현장을 실내에 모사하는 리빙랩을 이용하여 성능평가가 가능할 것으로 판단
- 리빙랩 구축을 통하여 성능평가 수행하는 경우 “국가산업융합지원센터” 등 기존 운영 시설 활용 방안과 건설에 특화된 리빙랩을 신규로 구축하는 방안 제시
- 건설에 특화된 리빙랩을 신규로 구축하는 경우 매우 다양한 형태의 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술에 대해 다양한 상황에서의 성능시험 방법이 필요할 것으로 예상



– 대표 현장

- TRL01~03 수준의 모든 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술들은 대표 현장을 이용하여 성능평가가 가능할 것으로 판단
- 현장이 완공이 되어 현장 환경이 변화하지 않는 구조물 유지관리를 위한 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술은 대표 현장에서 성능평가 가능
- 그러나, 현장 환경이 계속 변화하는 시공 현장의 경우에는 현장 조건이 매우 다양하기 때문에 기획연구에서 선정한 3개의 중점분야와 같이 대표 성능평가시설을 구축하여 성능평가를 수행하고 성능평가 결과를 표준화하기가 어려움

– 공통 고려 사항

- 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술 성능평가에 대한 소관 부서 협의 필요
- 표준화된 성능평가를 위해 매우 다양한 종류의 관련 기술에 대한 공통 분모 확인 필요
- 일관성 있는 성능평가 조건 구성과 성능평가 시험법 등을 통해 기존 안전 인증제도인 KCS인증제도와 S마크 등과의 연계 필요

– 평가항목 설정 및 방법 개발

- 첨단·안전 현장 작업자 모니터링 기술의 공통 평가항목(안)을 다음과 같이 제시

<표 부록-5> 분야 공통 평가항목(안)

대분류	중분류	소분류	중요도
경제성	초기비용 (초기도입비용)		필수
	사용 중 발생비용 (렌탈비용)		필수
	기타 (유지·관리비용)		필수
	총비용		필수
안전성	유지·관리 단계	작업자 사고	필수
		구조물 사고	필수
내구성	주기능	기능 확인	필수
	형상	크기, 무게	필수
	내구성	기능유지	필수
품질	성능	적용 범위 등	필수
	완성도	현장관리주체	필수
		정밀도	필수
시공성(사용성)	시공합리성	기간	선택
		작업 성능	필수
	적용 범위	적용조건 및 범위	필수
	관리	장치점검 주기 등	필수
환경	작업환경	소음	필수
		분진	필수
	작업자 환경	작업자 부담(피로도)	필수

[부록2] 스마트 건설기술 성능평가 시나리오(안) 및 기준 기술(안) 제언

□ 스마트 건설기술 성능평가 시나리오

○ (1중점) 건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비에 대한 성능평가 프로세스(예시)

대상	건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비에 대한 성능평가 프로세스(예시)		
	토달 스테이션 RTK-GPS	측량계획수립 → 측량 → 측량성과표 정리 → 내업을 통한 수량(면적, 부피 등) 산출 측량계획수립 → GCP 측량 → 좌표 교정 → 측량 → 측량성과표 정리 → 내업을 통한 수량(면적, 부피 등) 산출	
공사 현장 측량	드론	드론측량계획수립 → GCP 설치 → 드론 촬영 → 3D 모델링 → 3D 성과물(좌표, 깊이, 부피 등) 활용	

○ 1중점 사용성능평가 결과(예상)

대분류	중분류	소분류	결과		대분류	중분류	소분류	결과	
			TS, GPS	드론				TS, GPS	드론
경제성	초기비용		-		품질	성능	적용 범위 등	690,000m2	690,000m2
	사용 중 발생비용 (유류비)		-			완성도	투입인원	측량 기사 2	측량 기사 2
	기타						정밀도	< 5cm	< 5cm
	총비용		48,000천원	18,000천원	시공성	시공 합리성	장비 운용 시간	12 hr	2 hr
안전성	시공 단계	작업자 사고	-	-			작업 전후 프로세스	2 hr	2hr
		구조물 사고	-	-			작업 중 측량		
내구성	주 기능	기능 확인	-	-		관리	장치점검 주기 등	3 yr	3 yr
	형상	크기, 무게	제작사 제공	제작사 제공		난이도	숙련공 의존도	상	상
	내구 성	기능유 지	제작사 제공	제작사 제공	환경	작업환경	소음 분진	-	-
작업자 환경						작업자 부담	중	중	

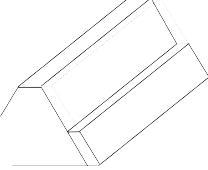
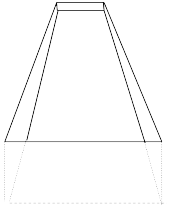
○ (2중점) 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단 장비에 대한 성능평가 프로세스(예시)

대상	시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단 장비에 대한 성능평가 프로세스(예시)		
	점검 로봇 미 사용	점검계획수립 → 고소장비세팅 → 안전점검(인력) → 최종점검확인 → 고소장비철수 → 보고서작성 ↑ 고소장비 이동(n차) ← 고소장비 해체↓	
특수교량 케이블 안전점검	점검 로봇 사용	점검계획수립 → 점검로봇세팅 → 안전점검(자동) → 최종점검확인 → 점검로봇해체 → 보고서작성 ↑ 점검로봇 이동(n차) ← 점검로봇 해체↓	

○ 2중점 성능평가 결과(예상)

대분류	중분류	소분류	결과		대분류	중분류	소분류	결과	
			미사용	사용				미사용	사용
경제성	초기비용		-	-	품질	성능	적용 범위 등	-	-
	사용 중 발생비용 (유류비)		-	-		완성도	투입인원	고소차량 1, 교통차단 2, 점검사 1	조종사 1 점검사 1
	기타		-	-			정밀도	육안 (사진)	고해상 촬영
	총비용 (80EA 기준)		28,000천원	14,000천원		유지관 리 합리성	장비 운용 시간	1 cable/hr	1 cable/hr
안전성	유지 관리 단계	작업자 사고	고	저	작업 전후 점검		-	-	
		구조물 사고	-	-	작업 중 점검		-	-	
내구성	주기능	기능 확인	사다리, 차량	자동촬영구 동	유지관 리성	관리	장치점검 주기 등	-	-
	형상	크기. 무게	고소차 크기	1인 운반가능		난이도	숙련공 의존도	상	상
	내구성	기능유 지	제작사 제공	제작사 제공	환경	작업 환경	소음	중	하
							분진	-	-
					작업자 환경	작업자 부담	상	중	

○ (3중점) 시공 자동화를 위한 MC/MG건설장비에 대한 성능평가 프로세스(예시)

대상	시공 자동화를 위한 MC/MG건설장비에 대한 성능평가 프로세스(예시)	
	머신가이던스 미사용	측량 → 측량 말뚝설치 → 굴착기 작업 → 측량 → 확인측량 → 검측 ↑ 측량 ← 굴착기 작업 ↓
	머신가이던스 미사용	3D 설계도 작성 → 지역좌표화 → 시스템 인스톨 → 장비캘리브레이션 → 굴착기 작업 → 3D 모델링 s/w 또는 플랫폼 상 작업 완료 확인 → 검측
<절성토>		
	머신가이던스 미사용	측량 → 굴착기 작업 → 측량 → 확인측량 → 검측 ↑ 측량 ← 굴착기 작업 ↓
	머신가이던스 사용	3D 설계도 작성 → 지역좌표화 → 시스템 인스톨 → 장비캘리브레이션 → 굴착기 작업 → 3D 모델링 s/w 또는 플랫폼 상 작업 완료 확인 → 검측
<관로터파기>		

○ 3중점 성능평가 결과(예상)

대분류	중분류	소분류	결과		대분류	중분류	소분류	결과	
			미사용	사용				미사용	사용
경제성	초기비용		1,000천원	700천원	품질	성능	적용 범위 등	H=10m L=40m	H=10m L=40m
	사용 중 발생비용 (유류비)		355천원	247천원		완성도	투입인원	굴착기 기사 1 측량 기사 2	굴착기 기사 1 측량 기사 1
	기타						정밀도	< 5cm	< 5cm
	총비용		1,355천원	947천원	시공성	시공합리성	장비 운용 시간	12 hr	8 hr
안전성	시공 단계	작업자 사고	중	저			작업 전후 측량	14 min	20 min
		구조물 사고	-	-			작업 중 측량	1hr 15min	-
내구성	주기능	기능 확인	-	유		관리	장치점검 주기 등	-	6 mon
	형상	크기. 무게	-	제작사 제공		난이도	숙련공 의존도	상	중
	내구성	기능유지	-	제작사 제공	환경	작업환경	소음	-	-
분진							-	-	
					작업자 환경	작업자 부담	상	중	

[부록2] 스마트 건설기술 성능평가를 위한 기준 기술

중점분야	종래 장치 및 기준 기술	스마트건설 장치 및 기술
(1중점) 건설현장 정보수집을 위한 스마트 측량 장비	• 토탈 스테이션 - 거리와 연직각 및 수평각을 하나의 기계로 관측할 수 있는 장비 • 기지점 - 사용성능평가 시설 내에 정밀측량을 통해 획득한 X,Y,Z 측정점	• GNSS - RTK 타입과 VRS 타입의 실시간 측위 측정방법으로 성과 기준점 측정
	• 토탈 스테이션 - 거리와 연직각 및 수평각을 하나의 기계로 관측할 수 있는 장비 • 기지점 - 사용성능평가 시설 내에 정밀측량을 통해 획득한 X,Y,Z 측정점	• 자이로 스테이션 - 자이로의 세차운동에 의해 진동하는 원리를 이용하여 지하터널공사에서 선형관리를 위한 터널 측량 검측 방법
	• 기지점 - 사용성능평가 시설 내에 정밀측량을 통해 획득한 X,Y,Z 측정점 • 3차원 측량장비 - 레이저스캐너 등을 이용하여 여러개의 고정점에서 스캔 후 기지점 데이터를 이용하여 데이터 정합	• 모바일 매핑 시스템 (MMS) - 이동형 차량에 디지털카메라나 레이저스캐너 등을 이용하여 좌표를 구하는 장치
	• 토탈 스테이션 - 거리와 연직각 및 수평각을 하나의 기계로 관측할 수 있는 장비 • GNSS - RTK 타입과 VRS 타입의 실시간 측위 측정방법으로 성과 기준점 측정 • 기지점 - 사용성능평가 시설 내에 정밀측량을 통해 획득한 X,Y,Z 측정점	• 드론 측량 시스템 - 드론에 카메라나 라이다 등을 장착하여 3차원 좌표를 구하는 장치
	• 기지점 - 사용성능평가 시설 내에 정밀측량을 통해 획득한 X,Y,Z 측정점 • 기준구조물 - 사용성능평가시설에 이미 설치 심도나 구조물 상태를 알고 있는 기준 구조물 매설	• GPR - 높은 주파수를 갖는 전자파를 이용한 지표투과레이더로 지하 시설물 상태나 지반함물 등을 탐지
(2중점) 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단 장비	• 외관조사/육안형 - 시설물 안전점검 및 유지관리를 위한 외관조사 시 인력에 의한 육안조사 (필요 시 사진 촬영) ※ 조사자의 주관적 판단이 개입할 수 있고, 균열 및 손상에 대한 객관화 작업 필요	• 외관조사/로봇형 - 시설물 안전점검 및 유지관리를 위한 외관조사 시 로봇기술을 활용한 외관조사(무인 자동화 연속촬영)
	• 외관조사/수작업 - 시설물 안전점검 및 유지관리를 위한 외관조사 시 인력에 의한 외관망도 작성 (캐드 수작업) * 작업자 숙련도에 따라 외관망도 작성에 인력과 시간 소요가 많이 발생할 수 있음	• 외관조사/AI형 - 시설물 안전점검 및 유지관리를 위한 외관조사 시 AI기반 스캐닝 자동화(평가/분석) 시스템

	• 내구성조사/종래진단장비 - 전통적 진단 장비(초음파탐사기, 철근탐지기 등)를 이용한 내구성 조사 및 수작업 분석 ※ 캘리브레이션 과정에 숙련도가 필요하며 장비교정 여부에 따라 정밀도 차이 발생	• 내구성조사/투과형 - 투과형 기술을 활용한 시험체(콘크리트, 지반 등) 내부탐사 및 고급해석 툴
	• 계측/디지털 기존 센서 - 기존 외산 장비 및 계측/디지털 센서를 이용한 변위 계측 (국내 여건에 적합한 호환성 필요) ※ 기존센서는 실무적용을 위하여 복잡한 해석기술이 동반하는 경우가 많으므로, 센서의 활용도 제고를 위한 고도화 필요	• 계측/디지털 센서 고도화 - 3D 라이더, 초고화질 영상 등의 기술을 활용한 변위 계측 및 정밀 자동분석 툴
(3중점) 시공 자동화를 위한 MC/MG 건설장비	• 일반 굴착기 • 3차원 측량장비 - 레이저스캐너 등을 이용하여 절성토 및 터파기 정확도 평가 • GNSS - RTK 타입과 VRS 타입의 실시간 측위 측정방법으로 성과 기준점 측정	• 굴착기 - IMU센서, GNSS 등으로 구성된 MG, MC 장치를 시공장비에 장착해 시공 측량을 최소화하고 비숙련자도 쉽게 조작할 수 있는 굴착기
	• 일반 도저 • 3차원 측량장비 - 레이저스캐너 등을 이용하여 토공사 정확도 평가 • GNSS - RTK 타입과 VRS 타입의 실시간 측위 측정방법으로 성과 기준점 측정	• 도저 - IMU센서, GNSS 등으로 구성된 MG, MC 장치를 시공장비에 장착해 시공 측량을 최소화하고 비숙련자도 쉽게 조작할 수 있는 도저
	• 성토용 일반 롤러 • GNSS - RTK 타입과 VRS 타입의 실시간 측위 측정방법으로 성과 기준점 측정 • 평판재하시험/흙밀도시험 등 : 다짐시공 결과 판별을 위한 다짐시공 결과 평가 방법	• 성토용/롤러 - 가속도 센서와 GNSS 등으로 구성된 MG, MC 장치를 시공장비에 장착해 다짐 시공 결과를 시공 도중 확인할 수 있는 다짐롤러
	• 포장용 일반 롤러 • GNSS - RTK 타입과 VRS 타입의 실시간 측위 측정방법으로 성과 기준점 측정 • 포장체 온도 측정 센서 - 포장면 온도 측정을 위한 센서 • 현장밀도시험 - 포장체의 밀도 증가 평가 방법	• 포장용/롤러 - 온도 센서와 GNSS 등으로 구성된 MG, MC 장치를 시공장비에 장착해 포장 시공 결과를 시공 도중 확인할 수 있는 다짐롤러
	• 일반 그레이더 • 3차원 측량장비 - 레이저스캐너 등을 이용하여 토공사 정확도 평가 • GNSS - RTK 타입과 VRS 타입의 실시간 측위 측정방법으로 성과 기준점 측정	• 그레이더 - IMU센서, GNSS 등으로 구성된 MG, MC 장치를 시공장비에 장착해 시공 측량을 최소화하고 비숙련자도 쉽게 조작할 수 있는 그레이더

[부록3] 교육 프로그램(안) 제언

※ 스마트 건설기술 교육 관련 선행 연구인 ‘스마트건설기술 개발·창업을 위한 교육 프로그램 개발 사전기획’ (KICT, 2019)를 기반으로 와이젠글로벌(주) 수정 보완

- 법정직무교육 및 타기관 관련 교육에 활용될 수 있는 실습 프로그램 개발 및 운영
- 시설물안전법에 근거한 성능평가과정, 건설기술진흥법에 근거한 설계 시공기술인 계속교육과 연계할 수 있는 교육프로그램 개발 및 운영
 - 현재 법정직무교육에 스마트건설 기술교육이 의무화되어 있지 않지만, 현장에서의 스마트 건설기술이 활용이 확대됨에 따라 관련 직무교육에 스마트 건설에 대한 운영 및 관리에 대한 교육의 필요성이 증대
- 건설산업교육원(재)의 스마트 건설산업 전문인력양성, 건설기술교육원의 드론 항공측량과정 및 스마트 건설 전문과정 중 측량/시공자동화/점검진단 부분의 스마트 건설기술 실습장으로 활용될 수 있는 프로그램 개발 운영
 - 건설산업교육원(재)에서 운영 중인 스마트 건설산업 전문인력 양성과정에 전공심화 과정 건설 기공 과목의 건설 측량, 시설물 유지관리 등의 스마트 건설 장비 실습
 - 건설기술교육원의 드론 항공측량과정의 드론측량 실습 및 스마트 건설 전문과정의 스마트 건설 시공단계 및 유지관리단계 기술 교과의 장비 실습
- 건설 관련 기존 교육기관들과의 협업을 통한 스마트 건설기술 기초이론에서부터 실습을 포함한 심화학습까지 세부화된 과목을 개발 및 운영
- 스마트 건설의 활성화를 지원하는 교육 체계 구축을 위하여 건설산업교육원, 건설기술교육과 연계하여 이론 및 실습과정을 개발 운영
 - (이론과정) 스마트 건설의 도입 배경, 스마트건설의 개념 및 정의, 스마트 건설기술의 종류와 주요 활용 사례 등 기초 이론을 학습
 - (실습과정) 스마트 건설기술의 활용을 위한 장비의 소개와 시험장에서 실습을 통한 활용 능력을 배양하기 위한 과정

(1) 스마트 건설기술 이론과정

과정 목표			
4차 산업혁명에 따른 건설산업환경 변화에 대응하기 위하여, 건설산업에 있어 스마트 건설기술을 활용해야 할 필요성과 활용되는 기술의 종류 및 개발현황에 대해 전반적으로 이해			
주요 내용			
- 정보통신기술(ICT)의 융합으로 이루어질 차세대 산업혁명인 4차 산업혁명에 대해 알아보고, 그 핵심 개념이 되는 인공지능, 사물인터넷, 자율주행, 가상현실, 드론에 대해 개괄 - 건설산업에서 4차산업혁명의 성과인 디지털 기술의 활용을 의미하는 스마트 건설 및 스마트 건설 기술에 대해 정의를 바탕으로 개념을 이해 - 스마트 건설기술을 주요 기술별로 프로그램을 살펴보고, 건설 현장에서 활용되는 사례 및 스마트 건설기술 연구개발 성과와 동향을 소개하여 향후 기술수요에 대해 전망			
과목 구성			
4차 산업혁명의 이해	스마트 건설의 개념	스마트 건설기술별 활용 도구	연구개발성과 소개/공유

[그림 부록-4] 스마트건설기술 이론 과정 개요

□ 4차 산업혁명의 이해

○ 교육 목표

- 스마트 건설 및 스마트 건설기술의 등장 배경인 “4차 산업혁명”에 대한 기본적인 개념 이해와 주요 특징 등을 이해하고, 향후 4차 산업혁명으로 인해 건설 산업계에 예상되는 변화의 방향과 트렌드, 주요 기술 등을 파악

○ 교육 내용

- 4차 산업혁명과 이로 인해 야기될 기술의 진화와 산업계의 변화 이해
 - 과거 산업혁명으로 인해 변화된 산업 및 기술의 역사, 4차 산업혁명의 등장과 이에 따른 국가별 대응 현황 등을 학습하고, 4차 산업혁명의 기본개념에 대해 이해
 - 4차 산업혁명의 특징(초연결성, 초지능화)를 파악하고, 4차 산업혁명 기술로 각광 받는 주요 기술에 대한 개념과 스마트건설기술에서의 의의를 살펴봄

□ 스마트건설의 개념

○ 교육 목표

- 스마트 건설에 대한 기본적인 개념과 특징을 이해하고, 스마트 건설과 관련한 주요국의 정책, 시장 및 산업동향, R&D 동향, 특허 동향 등을 파악

○ 교육 내용

- ‘스마트 건설’의 개념 이해
 - 스마트 건설(Smart Construction)의 용어에 대한 개념 정의, 주요 등장 배경, 건설 전 단계(기획·설계, 시공, 유지관리)에 어떠한 변화가 야기되는 지 학습

○ 주요국의 스마트 건설 현황

- 스마트 건설과 관련하여, 미국, 유럽, 중국, 일본 등 주요 선진국은 어떠한 형태로 대응하고 있으며, 주요 정책 또는 프로그램 등이 어떻게 이루어지는지 학습
- 민간 건설 업체에서 스마트 건설에 대해 어떠한 대응 전략을 취하고 있으며, 실제 스마트 건설을 적용한 사례 등을 바탕으로 스마트 건설의 현장 적용 상황을 학습
- 기타 스마트 건설 관련 시장동향, 연구개발 동향, 특허 동향 등을 바탕으로 최근 스마트 건설 및 스마트 건설기술의 주요 이슈와 트렌드를 학습
- 스마트 건설과 관련하여 적용되는 기술의 대략적인 종류와 범위를 소개

□ 스마트 건설기술별 활용 도구

○ 교육 목표

- 건설 산업현장에서 누구나 첨단 기술을 사용하고, 접하는 상황에서 HW, SW에 대한 개요, 건설 단계에서 필요로 하는 스마트 건설기술의 종류에 대한 습득과 건설 설계, 건설 현장, 건설 유지·관리를 이해할 수 있는 복합적인 업무와 관련된 업무를 수행할 수 있는 능력 배양

○ 교육 내용

- 스마트 건설기술별 프로그램 소개
 - 건설기술 프로그램별 개요, 구성요소의 변경/추가/제거에 대한 간략한 소개로 여러 종류별 특징과 형식에 따라 구분, 실습을 진행하기 위한 프로그램 이해도를 증진

□ 연구개발성과 소개/공유

○ 교육 목표

- 국내 스마트 건설기술 R&D 투자규모는 2010년 이후 급속히 증가하고 있는 추세로서 현재 진행되고 있는 연구개발과제의 기술별 동향을 살펴보고, 가장 최근의 국내외 연구개발 사례들을 통해 향후 시장의 기술수요에 대응하고, 현장에서 활용될 수 있고 시장성 있는 기술을 선별하는 안목을 키워 기술시장을 선

접할 수 있는 연구과제를 도출

○ 교육 내용

- 국내 스마트 건설 연구개발 과제에 대해 스마트 건설기술 분야별로 주제를 분류하여 각 기술별 개발현황을 살펴보고 요소기술의 활용단계에 대해 파악
- 해외 연구사례를 통해 기술의 추이를 관찰하고 향후 기술개발 방향을 예측
- 개발된 기술의 현장사용 상황에 대해 파악하여 시장성 있는 기술을 선별

(2) 스마트건설기술 실습 과정

과정 목표
스마트 건설 산업분야의 주요 장비(측량/시공/유지관리) 기초 활용법을 이해하고, 건설 단계별로 필요로 하는 주요 기술의 특성을 확인, 학습자의 전문적 소양과 문제 해결 능력을 갖춘 관리인력 배양
주요 내용
- 스마트 건설기술별로 주요 장비(측량/시공/유지관리)의 핵심 이론 및 활용 예를 통해 기본적인 배경 지식 습득 - 심화학습을 위해 스마트 건설기술별로 주요 장비(측량/시공/유지관리)의 기본적인 작동 원리 및 운영방법 습득 - 실제와 유사한 건설현장에서의 실제 장비 운영을 통해 기본적인 활용법 습득, 돌발상황 대응력 등 장비 운영 실무적 역량 향상
과목 구성
스마트 건설기술별 기초 실습 스마트 건설기술별 심화 실습

[그림 부록-5] 스마트건설기술 활용 과정 개요

□ 스마트 건설기술별 기초 실습

○ 교육 목표

- 4차 산업혁명의 핵심개념이 되는 주요 기술들 중 본 과제에서 다루고 있으며 실제 건설 현장에서 활발하게 활용되고 있는 기술들을 중심으로 선별하여 각각의 기술에 따라 정의와 핵심적인 이론, 건설산업에서의 활용 예를 살펴봄으로써 기본적인 배경을 지식을 쌓고, 심화실습 과정을 위한 기본적인 장비 운영 방법을 습득

○ 교육 내용

- 건설현장 정보 수집을 위한 스마트 측량장비
 - GNSS : 측위위성시스템을 이용한 위치 측량기기로, RTK, DGPS 등의 측량 방식 등에 대한 기본 이론 및 장비 작동 방법을 교육하고 건설현장에서의 활용 단계의 장단점을 중심으로 학습
 - 자이로스테이션 : 측위위성시스템을 사용할 수 없는 터널이나 지하공간에서의 측량 방법으로 자이로스테이션의 작동원리 등에 기본 이론 및 장비 작동 방법을 교육하고, 실제 건설현장 적용 사례를 바탕으로 현장 활용방안에 대해 학습
 - 모바일매핑시스템 : 차량형 레이저 스캐너 측량장비로 기존 정밀도로지도 구축을 위한 사용 방안과 건설현장에서의 활용 방안의 실례를 바탕으로 정확도 향상 및 건설현장 공간 정보 구축 방안에 대해 학습
 - 드론 : 항공측량을 대체하고 있는 무인항공기에 다양한 센서를 이용한 측량기기로 건설현장 지형 정보 취득 및 관제 방법 등의 기본 이론 및 장비 작동 방법을 교육하고 드론 측량의 장점을 극대화하기 위해 필요한 정확도 보정 절차 등에 대한 학습
 - GPR : 전자파를 이용하여 지하 공동 또는 지하 시설물을 탐사하는 장비로 GPR 결과 습득 과정과 GPR 결과 해석 방법 등에 대한 기본 이론 및 장비 작동 방법에 대한 학습

- 시설물 상태변화 정보 수집을 위한 스마트 점검진단장비
 - 외관조사 방법 : 노후 구조물의 외관조사에 사용하는 다양한 조사 방법을 소개하고 로봇을 활용한 현장 외관조사 기술과 AI 기반 스캐닝 자동화 평가분석 시스템 기술에 대한 기본 이론 및 장비 작동 방법에 대한 학습
 - 투과형 내구성 조사 : 투과형(Ultrasonic, Radiographic test 등) 기술을 활용한 시험체(콘크리트, 지반 등) 내부탐사 기술로 투과형 기술의 장단점과 효과적인 현장 활용 방법 및 장비 작동 방법에 대한 학습
 - 디지털 센서 : 현장에서 사용하고 있는 다양한 디지털 센서(3D 라이다, 초고화질 영상 등의 기술을 활용한 변위 계측기술)에 대한 원리와 특징점 및 장비 작동 방법들에 대한 교육을 실시하고 현장 활용 사례 중심으로 학습
- MC/MG 건설장비
 - 시공자동화를 위해 개발되고 있거나 상용화 단계에 도달한 첨단 자동화 건설장비 (굴삭기, 도저, 롤러, 그레이더 등)에 대한 건설시공장비를 소개 및 장비 작동 방법을 학습하고 관련 코드와 활용 사례 교육을 통해 자동화 건설장비 활용에 대한 인식 제고를 위한 학습

□ 스마트 건설기술별 심화 실습

○ 교육 목표

- 학생 스스로 스마트 건설 장비를 실습함으로 기초 실습을 통해 기본적인 기술의 활용법을 이해하고, 기술적 요구의 다양성에 대응하고, 실무적인 능력 향상

○ 교육 내용

- (스마트 측량 장비) 지상고정식, 지상이동식, 드론 활용, 영상 기반, 지하정보 탐사, GNSS 등 건설현장 정보 수집 방법 실습
- (스마트 점검 진단 장비) 정량적 시설물 상태변화정보를 수집하기 위해 외관조사, 내구성조사, 계측, 보수·보강, 시설안전시스템 등 첨단 시설물 종합정보관리기술 실습
- (시공 자동화 장비) MC/MG 부착된 굴삭기, 성토용 진동롤러, 도저, 그레이더, 포장롤러 운영방법 및 실 사용 실습

< 별첨 >

1. 첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구 기획보고서



주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업 ‘첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획’ 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.