

# 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획연구 최종보고서

2015. 8.

Infrastructure  
R&D Report

주관연구기관 / 한국건설기술연구원  
공동연구기관 / 대림산업(주)  
공동연구기관 / (주)날리지웍스

국 토 교 통 부  
국토교통과학기술진흥원

# 제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 "해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2015. 8.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원  
주관연구책임자 : 이주형 연구위원  
연구원 : 김창용 연구위원  
" : 이성원 연구위원  
" : 박재현 연구위원  
" : 김학승 박사후연구원  
" : 박영기 연구보조원  
협동연구기관명 : 대림산업(주)  
협동연구책임자 : 권오성 차장  
연구원 : 천성호 과장  
" : 홍성진 대리  
" : 성열호 대리  
협동연구기관명 : (주)날리지웍스  
협동연구책임자 : 이재희 부사장  
연구원 : 방영민 책임컨설턴트  
" : 이정수 전임컨설턴트

## 보고서 요약서

과제고유번호	14RDPP-C 090994-01	해 당 단 계 연 구 기 간	8개월	단 계 구 분	1차/1차
연구사업명	국토교통연구기획사업				
연구과제명	최 상 위 과 제 명	해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획연구			
	단 위 과 제 명	구분	(세부)과제명		기관명
		공동	해상 교량기초 가설공법 기술 분석		대림산업(주)
공동	해상 교량기초 가설공법 기획방법론 연구		(주)날리지웍스		
연구책임자	이 주 형	총연구기간 참 여 연구원수	총 : 13명 내부 : 13명 외부 : 0명	총연구비	정부 : 70,000천원 기업 : 0천원 계 : 70,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국건설기술연구원 지반연구소		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)			보고서면수	254	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ "해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획연구"와 관련한 핵심기술을 도출하기 위하여 총 4단계로 기획연구를 수행함             <ul style="list-style-type: none"> <li>1)기술개발 동향 수요조사 실시, 2)기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정,</li> <li>3)연구개발과제 기획, 4)핵심기술 도출 및 타당성 분석</li> </ul> </li> <li>◦ 그 결과, 기술로드맵과 RFP를 도출하였으며, 도출된 핵심 기술들은 다음과 같음             <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 대형 원형강재 가설공법 설계 기술, 2) 대형 원형강재 가설공법 설치 및 해체 기술, 3) 대형 원형강재 가설공법 구성요소 제작 및 Test Bed 구축</li> </ul> </li> </ul>					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	원형강재, 가물막이, 작업대, 교량, 기초			
	영 어	Circular steel caisson, Cofferdam, Working platform, Bridge, Foundation			

# 요 약 문

## I. 제 목

해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획연구

## II. 기획과제의 정의 및 필요성

### ■ 기획과제의 정의

- 해상(수상) 교량 건설시 접속교 기초 시공비용 10% 절감을 위한 직경 20m급 대형 원형강재 가설공법 개발을 목표로, 해상 교량기초 시공용 해상작업대 및 가물막이 분야 국내외 선행기술 및 기술수준을 조사하며, 관련 핵심기술을 도출하고 핵심기술 확보를 위한 연구개발 내용 및 방법을 정립하기 위한 기획연구

### ■ 기획과제의 필요성

- 국내 SOC 시설물에 대한 국가예산 감소로 국내 건설시장은 침체 및 관련시장 축소가 이루어지고 있지만, 글로벌 건설시장은 매년 성장세를 보이고 있음. 따라서 글로벌 건설시장을 겨냥한 경쟁력 있는 건설기술의 적시확보가 시급함
- 해상교량의 기초공사는 공정이 복잡하고 작업 난이도가 높기 때문에 육상 교량기초 대비 공기 및 공사비가 2~3배 내외로 높음. 해상 교량공사의 경우 하부구조의 공사비가 전체공사비의 평균 30% 정도를 차지하며, 지반조건이 열악한 경우 50% 까지 증가함
- 육상교량 대비 해상교량 기초공사비 증가의 주원인은 해상 작업대, 가설도로(가고 또는 가도), 가물막이 부대공 등의 가설(假設) 공사비임
- 초장대교량사업단 등 기존 연구과제에서는 가설구조물이 영구구조물이 아니라는 이유로 관련 연구 및 원가절감 노력이 간과되어 왔음
- 가물막이는 임시 구조물임에도 불구하고 파괴 시 인명 및 장비 피해 등은 물론 차수 및 복구공사로 인한 경제적 피해와 사회적 파급효과가 커 영구시설 이상의 안정성 확보가 필요함
- 이러한 재래식 가물막이의 복합적인 문제점 해결을 위해 본 기획과제에서는 ‘해상’ 교량기초용 ‘대형 또는 일체형’, ‘원형’, ‘강재’ 가물막이 공법을 제안하게 되었으며, 본 공법이 개발될 경우 공사비, 공사난이도, 공기 그리고 안정성 및 품질 측면에서 획기적인 장점을 가지는 공법이 될 것으로 판단됨
- 따라서, 해상교량 하부공 원가 상승의 주요인으로 지목되는 해상작업대 및 재래식 가물막이 공법을 대체할 수 있으며, 기술적, 경제적 경쟁력을 가지는 대형 원형강재 가설공법을 개발이 시급함

### III. 국내외 동향 및 환경분석

#### ■ 정책동향

- 박근혜정부 국정과제에서는 (5. 중소기업의 수출경쟁력 강화)를 실천하여 중소기업의 세계시장 진출을 통한 새로운 수출동력 마련하고, (10. 교통체계·해운 선진화 및 건설·원전산업 해외진출 지원)을 통하여 해외 교량 시장 진출 및 수주 경쟁력 강화를 추진하고 있으며, (88. 안전하고 쾌적한 일터 조성 및 근로자 건강증진)을 실현하여 해상 교량 건설공사 현장의 재해 및 안전사고 저감에 기여하고자 함
- 미국의 경우 교량의 유지관리비용과 생애주기비용을 감소시키기 위하여 고성능 재료와 시공방법의 개발에 초점을 맞추고 있으며, 일본의 경우 국토 교통성을 중심으로 공공사업 코스트 절감대책을 시행하고, 공사계획부터 설계, 발주의 효율화, 규제완화 등을 추진 중임. 독일을 중심으로 한 유럽의 경우 공사 지연에 따른 손실을 줄이기 위하여 입찰시 발주처가 명시한 것 보다 짧은 공기를 제시한 시공사를 우선 채택하고 있음
- 국내의 경우 2020년을 정점으로 30년 이상 노후교량이 급격히 증가될 것으로 예상되며, 경제성을 확보한 교량 교체기술이 필요함. 이와 더불어 신설교량 시공 시 부분교체가 용이한 급속시공 교량 기술을 개발하여 미래에 발생할 수 있는 문제점을 해결할 수 있는 노력이 필요함
- 선진국에서는 유지보수 비용의 증가로 장수명 또는 유지보수가 용이한 교량을 건설하려는 시도가 이루어지고 있음. 향후 국내에서도 유지보수 비용, 폐기물 처리 비용, 탄소 배출 비용 등이 동시에 고려된 친환경 저탄소 장수명 교량의 공급이 급증할 것으로 예상됨

#### ■ 시장동향

- 국내 교량 시장의 규모는 약 2조원이나 SOC 분야의 예산 감소(약 10%)를 고려할 때 향후 교량 시장의 규모는 약 1.8조원대로 예측되며, 이중 개발 기술의 적용이 예상되는 국내 교량 시장은 2009년 기준 약 3600억원 규모임
- 국내 교량 현장의 총 공사비 대비 기초 가설 공법의 직접 공사비 규모는 평균 6.5%로서, 접속교가 구성되는 교량 시장의 규모(2009년 약 3600억원)를 고려할 때 개발 기술의 적용이 가능한 기초 가설공법의 시장 규모는 약 230억으로 추정됨
- 세계 건설시장은 유럽을 제외한 전세계가 연간 약 10% 이상 성장하고 있고 성장할 것으로 전망되나, 개발 기술이 적용 가능한 도로 및 교량 시장의 국내 업체의 연간 해외 수주 규모는 약 2.5조원으로 시장의 성장과 관계없이 일정하게 유지됨. 따라서 해외 시장의 성장에도 침체된 국내 업체의 도로 및 교량 시장의 수주 확대를 위한 원가 절감형 기술의 개발이 필요함
- 본 연구의 개발 기술이 적용 가능한 해외 장대 교량 시장 또한 성장세에 있으며, 2011년 기준 유럽과 북미를 제외한 해외 상대 교량 시장 규모는 약 12조원으로

해외 장대 교량 시장에 대해 국내 기초 가설 공사비 비중인 6.5%를 고려할 경우 해외의 기초 가설 공사 시장은 2011년 기준 약 8천억원으로 추정됨

- 개발 기술이 적용 가능한 국내 시장 규모 대비 해외 시장의 규모가 약 35배이며 국내 시장은 점차적인 축소가 예상되므로 해외의 교량 기초 시공을 위한 원가 절감 기술의 개발이 필요함

#### ■ 기술동향

- 해상 교량 기초 가설공법은 목적(영구) 구조물인 해상 교량 기초 시공을 위한 임시 구조물 시공법으로 각 해상 교량 프로젝트의 지형 조건, 지반 조건, 환경 조건 등에 따라 기존 공법을 그대로 적용하거나 일부 변경하여 적용하는 실정임
- 국내 해상 현장의 경우 셀식, 강널말뚝, 지오투브(Geotube), PC 하우스(+Jig Jacket+영구케이싱), 벽강관말뚝 등 다양한 가물막이 공법이 이용되었음. 그 중 셀식 가물막이 공법이 약 2005년까지 많은 현장에서 이용되었으나, 최근에 들어서는 PC 하우스 공법(+Jig Jacket+영구케이싱)을 주로 이용하는 것으로 나타남
- 1979년도부터 2011년도까지 총 5개의 해외 현장에 대한 사례 조사가 이루어졌으며, 해외 현장의 경우에도 국내의 거의 유사한 가물막이(가설공)이 활용되는 것으로 판단됨
- 국내외 현장의 경우 약 10년 전까지 지오투브 등을 이용한 가축도 공법, 강널말뚝을 이용한 가물막이 공법이 주로 사용되고 있었으나, 국내 해상 교량 기초의 경우 수심이 깊어짐에 따라 기존 공법의 공사기간 및 공사비가 과다함에 따라 PC 하우스 공법의 활용 사례가 늘어남
- 지오투브, 강널말뚝, PC 하우스를 적용한 대표 사례를 기준으로 각 공법을 비교 분석한 결과, 공사기간과 공사비를 종합적으로 고려할 때 PC 하우스 공법이 지오투브, 강널말뚝 공법에 비해 상대적으로 빠르고 저렴한 비용으로 공사를 진행할 수 있음
- 이러한 이유로 인해 특히 수심이 깊은 교량 기초 현장의 경우 PC 하우스 공법이 근래에 널리 적용되고 있는 것으로 판단됨

### IV. 연구개발과제 목표 및 구성

#### ■ 연구개발과제의 비전 및 목표

- 원가 절감형 신형식 가설공법 개발을 통한 국내 기업의 해외건설 수주 촉진 및 해외건설 역량강화
- 경제적인 대형 원형강재 가설공법 개발 및 실용화를 통한 국가 예산 절감 및 해외 교량 시장에 대한 국가 기술경쟁력 확보
- 해외현장 적용을 통한 국내 전문건설업체(중소기업)의 수주기회 증대 및 해외진출을 위한 기회 마련

- 국내외 전문시공사에 기술 파급으로 연구비 투자에 대한 확실한 기술료 수입 발생 기대

### ■ 연구개발과제의 구성

- 후보과제 우선순위 도출결과와 기술·시장 동향분석 결과 등의 기획연구 수행 결과를 고려하여 연구개발 목표와 주요 연구내용을 도출함
- 연구 목표는 ‘해상(수상) 교량 건설시 접속교 기초 시공비용 10% 절감을 위한 신형식 대형 원형강재 가설공법 개발’로 설정함
- 목표 달성을 위해 ‘대형 원형강재 가설공법 설계 기술 개발’, ‘대형 원형강재 가설공법 설치 및 해체 기술 개발’, ‘대형 원형강재 가설공법 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축’을 연구개발사업의 중점추진분야로 설정함



## V. 사전타당성 검토

### ■ 정책적 타당성

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 과제는 '박근혜정부 국정목표 및 국정과제('5, '8, '10, '88)', '경제혁신 3개년 계획('18, '31)', 창조경제(전략 2)', '법적계획 : 제3차 과학기술기본계획('13 - '17), 제5차 건설기술진흥기본계획('13 - '17)'의 건설공사 현장의 재해 및 안전사고 저감과 고부가가치 원천기술 확보를 추구하는 방향성에 부합

- 국토교통 R&D사업성과 실증, 원가절감을 통한 미래유망시장 선점을 통해 해외진출 상품 다변화 추진이 필요함
- 중소기업의 기술력 및 해외진출 경쟁력 향상을 위한 국가차원의 전략적 R&D투자가 필요함
- 동 사업 추진을 통해 중소기업 해외사업 수행역량 강화를 통해 해외사업 수익성 제고와 대형건설업체와 경쟁력 있는 중소기업의 동반 상생 해외진출 확대에 기여할 수 있음

### ■ 기술적 타당성

- 장대교량 접속교 중 본 과제와 관련한 기초 가설공의 경우, 2000년 중반까지 셀식 가물막이 공법이 대부분 적용되었으나, 2000년대 후반부터는 합리적인 직접공사비에서 짧은 공기내에 시공이 가능하여 간접비를 포함한 전체 공사비에서 유리한 PC 하우스 공법(+ Jig Jacket + 영구케이싱)이 주로 활용되고 있으므로 PC 하우스 공법 대비 시공비를 절감하고 공사기간 단축이 가능한 기술의 개발이 필요함
- 대형 원형강재 가설공법에는 가설공의 해상 운반 및 해상 거치 기술, 원형 강재의 지중 관입 및 인발 기술, 원형 강재 내부 지반면의 안정성 확보 기술, 대형 원형 강재의 최적 형상 설계 기술, 대형 원형 강재의 구성 요소간 밀폐, 분리, 결합 기술이 요구됨
- 원형 강재의 지중 관입 및 인발은 석션압을 이용한 원형 자재의 수중 관입 공법 등이 개발되어 있으므로 기존 기술의 추가 개발 및 응용을 통해 기존 공법 대비 저렴하고 빠르게 시공 가능한 기술 개발 가능성이 있음

### ■ 경제적 타당성

- 본 연구과제를 통해 목적 구조물뿐만 아니라 가설공이 건설 공사에 있어서 매우 중요한 부분임을 알림으로써 연구 분야를 건설 과정 전체로 확장하여 건설 공사 전체 공정에서의 원가절감, 안정성 증진, 시공성 확보 등을 유도할 수 있을 것으로 예상됨
- 대형 원형강재 가설공법은 해상 교량 기초 시공을 위한 가설공으로 활용이 가능하나, 추가 연구를 통해 해상 교량 기초 외에 해상 풍력 등 해상의 대형 구조물의 기초 시공 공법으로 다양하게 활용할 수 있음
- 경제성 분석 결과 대형 원형강재 가물막이 제작시 소요되는 강재 물량을 절감하는 경우 해상 교량 사업에서의 원가절감이 가능하여 국내 업체의 해외 진출시 원가경쟁력 제고를 통한 시장 확대가 가능하여 국내 건설업 전반의 경쟁력 상승 및 해외 시장의 점유율 제고에 도움 될 것으로 예상됨

# 목 차

<b>1장. 개요</b> .....	<b>1</b>
<b>1절. 기획 과제 정의 및 범위</b> .....	<b>1</b>
1. 기획 과제의 정의 및 필요성 .....	1
가. 기획 과제의 정의 .....	1
나. 과제 추진의 배경 및 필요성 .....	3
2. 기획 과제의 범위 .....	8
<b>2절. 기술분류 및 내용</b> .....	<b>10</b>
1. 기술분류체계도 .....	10
2. 기술분류별 기술내용 .....	11
가. (중분류 1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작 기술 분야 .....	11
나. (중분류 2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체 기술 분야 .....	12
다. (중분류 3) 대형 원형강재 가설공법 Test Bed 및 실용화 기반 구축 .....	12
<b>2장. 동향조사 및 환경분석</b> .....	<b>13</b>
<b>1절. 국내외 정책동향</b> .....	<b>13</b>
1. 국내 정책동향 .....	13
2. 국외 정책동향 .....	14
<b>2절. 국내외 시장현황 및 전망</b> .....	<b>16</b>
1. 국내 시장현황 및 전망 .....	16
2. 국외 시장현황 및 전망 .....	19
<b>3절. 국내외 기술동향</b> .....	<b>25</b>
1. 국내 기술동향 .....	30
2. 국외 기술동향 .....	32
3. 국내외 기술 분석 .....	33

가. 국내외 공법 분류 .....	33
나. 주요 해상 기초 가설 공법 개요 .....	34
다. 주요 해상 기초 가설 공법 비교 .....	42
4. 특허분석 .....	44
가. 분석 개요 .....	44
나. 동향분석 .....	47
다. 결론 .....	69
5. 논문분석 .....	71
<b>4절. 연구개발 인프라 분석 .....</b>	<b>75</b>
<b>5절. 종합분석 .....</b>	<b>77</b>
1. 국내외 정책동향분석 시사점 .....	77
2. 국내외 시장동향분석 시사점 .....	77
3. 국내외 기술동향분석 시사점 .....	78
<b>3장. 기술수요 및 수준 · 예측조사 .....</b>	<b>79</b>
<b>1절. 기술수요조사 .....</b>	<b>79</b>
1. 개요 .....	79
가. 기술수요조사의 목적 .....	79
나. 기술수요조사의 절차 .....	79
다. 기술수요조사 발송 및 응답개요 .....	80
2. 기술수요조사 분석결과 .....	81
<b>2절. 기술수준 및 예측조사 .....</b>	<b>84</b>
1. 개요 .....	84
가. 기술수준/예측조사의 목적 .....	84
나. 기술수준/예측조사의 절차 .....	84
다. 기술수준/예측조사 발송 및 응답개요 .....	86
라. 기술수준/예측조사 항목 설정 .....	86

2. 기술수준/예측조사 분석결과 .....	92
가. 국내·외 기술실현시기 .....	92
나. 기술수준 및 기술격차 .....	96
다. 기술성숙도(TRL) .....	100
라. 최고기술보유국 .....	103
마. 기술기반(인프라) 성숙도 .....	106
바. 기술획득 방식 .....	108
사. 정부우선 시행방안 .....	111
아. 기술수준-중요도 포트폴리오 분석 .....	114
자. 기술격차-격차추세 포트폴리오 분석 .....	117
차. 기술격차-격차수준 포트폴리오 분석 .....	120
카. 기술기반성숙도-중요도 포트폴리오 분석 .....	123
<b>4장. 연구개발과제 구성 및 추진전략 .....</b>	<b>126</b>
<b>1절. SWOT / Issue-Tree 분석 .....</b>	<b>126</b>
1. SWOT 분석 .....	126
2. Issue-Tree 분석 .....	127
<b>2절. 비전 및 목표 .....</b>	<b>128</b>
1. 비전 .....	128
2. 목표 .....	128
3. 중점추진 분야 .....	129
<b>3절. 연구개발과제 우선순위 평가 .....</b>	<b>130</b>
1. 개요 .....	130
가. 우선순위 평가의 목적 .....	130
나. 우선순위 평가의 절차 .....	130
다. 우선순위평가서 발송 및 응답개요 .....	131
라. 우선순위평가 항목 설정 .....	132

<b>4절. 주요내용 및 추진전략</b> .....	<b>134</b>
1. 연구개발 목표 및 주요 연구내용 .....	134
2. 연차별 목표 및 내용 .....	136
3. 주요 연구개발 성과물 .....	140
<b>5절. 과제별·연차별 기술로드맵</b> .....	<b>141</b>
1. 거시 TRM .....	141
2. 미시 TRM .....	142
가. 설계 기술 개발 분야(중점추진분야 1) .....	142
나. 설치 및 해체 기술 개발 분야(중점추진분야 2) .....	142
다. 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축 분야(중점추진분야 3) .....	143
<b>6절. 연구수행체계 제안</b> .....	<b>144</b>
1. 연구추진체계 정립 .....	144
2. 추진조직 .....	144
3. 추진체계 .....	145
<b>5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정</b> .....	<b>146</b>
<b>1절. 연구일정에 따른 인력계획</b> .....	<b>146</b>
1. 전체사업 인력투입계획 .....	146
가. 연차별 투입 연구인력 .....	146
나. 상세 투입연구인력 .....	146
2. 중점추진분야별 인력투입계획 .....	147
<b>2절. 소요예산 산정</b> .....	<b>148</b>
1. 예산 산정방법 .....	148
2. 전체사업 소요예산 .....	148
가. 총괄 소요예산 .....	148
나. 예산 항목별 소요예산(정부출연금) .....	149
3. 중점추진분야별 소요예산(정부출연금) .....	150
가. 중점추진분야 1 .....	150

나. 중점추진분야 2 .....	150
다. 중점추진분야 3 .....	151
4. 개발기술에 따른 연차별 소요예산(정부출연금) .....	152
가. 1차 년도 .....	152
나. 2차 년도 .....	152
다. 3차 년도 .....	153
라. 4차 년도 .....	154

## 6장. 사전타당성 검토 ..... 155

### 1절. 정책적 타당성 ..... 155

1. 국가전략의 중요성 .....	155
2. 상위계획 부합성 .....	161
3. 정책적 추진의지 .....	163

### 2절. 기술적 타당성 ..... 164

1. 기술개발 계획의 적절성 .....	164
2. 기술수준 및 성공가능성 .....	165
3. 기존 사업과의 중복성 .....	169

### 3절. 경제적 타당성 ..... 170

1. 경제성 분석 .....	170
가. 분석 개요 .....	170
나. 비용 추정 .....	171
다. 편익 추정 .....	172
라. 비용편익 분석 .....	187
2. 파급효과 .....	189

## 7장. 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 설정 ..... 190

### 1절. 과제 제안요구서(RFP) ..... 190

### 2절. 평가기준 설정 ..... 195

참고문헌 .....	201
[부록 1] 후보과제카드 .....	203
[부록 2] 주요 특허 요지분석 .....	215
[부록 3] 시험 시공비 정리 .....	260
[부록 4] 국내·외 Test Bed 후보지 .....	265

## < 그림 목차 >

[그림 1.1] 기획연구 사업의 비전 및 핵심 연구내용 .....	2
[그림 1.2] 기획연구의 Total Frame Work .....	3
[그림 1.3] 본 기획과제의 검토 대상인 대형 원형강재 가설공법 개념도 .....	9
[그림 2.1] 국내 SOC분야 예산 현황 .....	16
[그림 2.2] 세계 지역별 장대교량 시장 규모 .....	22
[그림 2.3] 2004-2013년 공종별 해외 수주금액 변화 .....	24
[그림 2.4] 2014-2018년 해외 건설시장 공종별 연간 성장률 전망 .....	24
[그림 2.5] 벽강관말뚝 가물막이 .....	26
[그림 2.6] 내외 수위차가 심함 구간의 강널말뚝 가물막이 하자사례 .....	27
[그림 2.7] 희생강관 케이싱 설치 .....	27
[그림 2.8] 원형 및 아크형 셀식 가물막이 .....	28
[그림 2.9] 지오투브(geotube)공법을 이용한 가축도 .....	29
[그림 2.10] PC 하우스 가물막이 .....	29
[그림 2.11] 케이슨 튜브 가물막이 공법의 케이슨 설치 .....	30
[그림 2.12] 인천대교 지오투브 공법 적용 구간 평면도 및 단면도 .....	35
[그림 2.13] 지오투브공법 시공순서 .....	36
[그림 2.14] 이순신대교 종단면도 .....	37
[그림 2.15] 이순신대교 현장의 강널말뚝공법 시공순서 .....	38
[그림 2.16] 새천년대교 현장 조감도 및 종단면도 .....	39
[그림 2.17] PC하우스(+Jig Jacket+영구케이싱) 공법 시공순서 .....	40
[그림 2.18] 전 세계 연도별 특허출원동향 .....	48
[그림 2.19] 전체 포트폴리오분석 .....	49
[그림 2.20] 국가별 포트폴리오분석 .....	49
[그림 2.21] 국가별 주요출원인 TOP 10 .....	50
[그림 2.22] 전체 주요출원인의 역점분야 .....	52
[그림 2.23] 운반/거치/안착 분야 연도별 출원동향 .....	53

[그림 2.24] 관입/인발 분야 연도별 출원동향 .....	54
[그림 2.25] 조립/해체 분야 연도별 출원동향 .....	55
[그림 2.26] 차수/배수 분야 연도별 출원동향 .....	56
[그림 2.27] 한국의 연도별 내외국인 출원동향 .....	57
[그림 2.28] 한국의 연도별 기술별 출원동향 .....	58
[그림 2.29] 한국의 구간별 기술별 출원동향 .....	58
[그림 2.30] 한국의 구간별 기술별 특허 출원분포 .....	59
[그림 2.31] 한국 주요출원인의 역점분야 .....	60
[그림 2.32] 일본의 연도별 내외국인 출원동향 .....	61
[그림 2.33] 일본의 연도별 기술별 출원동향 .....	62
[그림 2.34] 일본의 구간별 기술별 출원동향 .....	63
[그림 2.35] 일본의 구간별 기술별 특허 출원분포 .....	63
[그림 2.36] 일본 주요출원인의 역점분야 .....	64
[그림 2.37] 미국의 연도별 내외국인 출원동향 .....	65
[그림 2.38] 미국의 연도별 기술별 출원동향 .....	66
[그림 2.39] 미국의 구간별 기술별 출원동향 .....	66
[그림 2.40] 미국의 구간별 기술별 특허 출원분포 .....	67
[그림 2.41] 미국 주요출원인의 역점분야 .....	67
[그림 2.42] 유럽의 연도별 내외국인 출원동향 .....	68
[그림 2.43] 유럽의 연도별 기술별 출원동향 .....	68
[그림 2.44] 가물막이 관련 논문 분포 .....	71
[그림 2.45] 연도별 가물막이 관련 국내외 논문 현황 .....	72
[그림 2.46] 가물막이 연구 분야별 논문 동향 .....	72
[그림 2.47] 분야별 국내외 논문 현황 .....	73
[그림 2.48] 연구 인프라 구축 기관 .....	75
[그림 3.1] 기술수요조사 프로세스 .....	80
[그림 3.2] 기술분야별 기술수요조사 회신결과 .....	81
[그림 3.3] 기술수준/예측조사 프로세스 .....	85
[그림 3.4] 해상 교향기초 대형 원형강재 가설공법 기술의 실현시기 빈도 .....	93

[그림 3.5] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 실현시기 빈도 .....	94
[그림 3.6] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 실현시기 빈도 .....	95
[그림 3.7] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발기술의 기술수준 및 기술격차 .....	96
[그림 3.8] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술격차 추세 .....	97
[그림 3.9] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발기술의 기술수준 및 기술격차 .....	97
[그림 3.10] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 기술격차 추세 .....	98
[그림 3.11] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 기술수준 및 기술격차 .....	99
[그림 3.12] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 기술격차 추세 .....	99
[그림 3.13] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술성숙도 .....	100
[그림 3.14] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 기술성숙도 .....	101
[그림 3.15] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술성숙도 .....	102
[그림 3.16] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 최고기술포유국 비중 .....	103
[그림 3.17] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 최고기술포유국 비중 .....	104
[그림 3.18] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 최고기술포유국 비중 .....	105
[그림 3.19] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발 분야의 기술기반 성숙도 .....	106
[그림 3.20] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야의 기술기반 성숙도 .....	107
[그림 3.21] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야의 기술기반 성숙도 .....	108
[그림 3.22] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술획득 방식 비중 .....	108
[그림 3.23] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 기술획득	

방식 비중 .....	109
[그림 3.24] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술획득 방식 비중 .....	110
[그림 3.25] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 정부우선 시행방안 비중 .....	111
[그림 3.26] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 정부우선 시행방안 비중 .....	112
[그림 3.27] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 정부우선 시행방안 비중 .....	113
[그림 3.28] 기술수준-중요도 포트폴리오 .....	114
[그림 3.29] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 기술수준-중요도 포트폴리오 .....	115
[그림 3.30] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 기술수준-중요도 포트폴리오 .....	116
[그림 3.31] 기술격차-격차추세 포트폴리오 영역구분 .....	117
[그림 3.32] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 기술격차-격차추세 포트폴리오 .....	118
[그림 3.33] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 기술격차-격차추세 포트폴리오 .....	119
[그림 3.34] 기술격차-기술수준 포트폴리오 영역구분 .....	120
[그림 3.35] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 기술격차-기술수준 포트폴리오 .....	121
[그림 3.36] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 기술격차-기술수준 포트폴리오 .....	122
[그림 3.37] 기술기반성숙도-중요도 포트폴리오 영역구분 .....	123
[그림 3.38] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 기술기반성숙도-중요도 포트폴리오 .....	124
[그림 3.39] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 기술기반성숙도-중요도 포트폴리오 .....	125

[그림 6.1] 해외 수주 실적 추이(해외건설협회 DB) .....	156
[그림 6.2] 국내 기업의 공종별 해외건설수주액 추이 .....	157
[그림 6.3] '15년 상반기 건설업 주요경영지표 .....	157
[그림 6.4] 국내 대기업/중소기업 시장점유율, 수익성 비교 .....	158
[그림 6.5] '11년 건설교통분야 연구개발인력 1인당 연구개발비(단위: 백만원) .....	160
[그림 6.6] 연도별 연구비 .....	172
[그림 6.7] 접속교 교각 4기에 대한 PC 하우스 공법 공기 분석 결과 .....	178
[그림 6.8] 접속교 교각 4기에 대한 지오투브 공법 공기 분석 결과 .....	179
[그림 6.9] 접속교 교각 4기에 대한 Sheet Pile 공법 공기 분석 결과 .....	180
[그림 6.10] 접속교 교각 4기에 대한 대형 원형강재 가설 공법 공기 분석 결과 .....	182
[그림 6.11] 공법별 교각 개수에 따른 교각당 공사비 .....	186
[그림 6.12] 공법별 교각 개수에 따른 총 공사비 .....	186

## < 표 목차 >

<표 1.1> 연구기관별 중점 연구목표 .....	3
<표 1.2> 해상조건과 육상조건 의 기초 공사비 비교(인천대교, 단위 : 원) .....	4
<표 2.1> 국내 건설사 토목분야 해외 수주 금액 .....	17
<표 2.2> 교량 크기에 따른 시장 규모 .....	17
<표 2.3> 국내 교량 현장 기초 가설 공사비 구성 .....	18
<표 2.4> 세계 지역별 건설 시장 동향 .....	19
<표 2.5> 아시아지역 건설시장 전망(단위 : 십억불) .....	20
<표 2.6> 중동지역 건설시장 전망(단위 : 십억불) .....	20
<표 2.7> 중남미지역 건설시장 전망(단위 : 십억불) .....	21
<표 2.8> 아프리카지역 건설시장 전망(단위 : 십억불) .....	21
<표 2.9> 해외 건설시장 전망(단위 : 십억불) .....	21
<표 2.10> ‘10년~’14년 해외시장에서 국내 업체 수주 프로젝트 .....	23
<표 2.11> 국내 수상 현장 사례 조사 결과 요약 .....	31
<표 2.12> 국내 해상 현장 사례 조사 결과 요약 .....	32
<표 2.13> 국외 수상 현장 사례 조사 결과 요약 .....	33
<표 2.14> 국외 해상 현장 사례 조사 결과 요약 .....	33
<표 2.15> 가물막이 분류 .....	34
<표 2.16> 주요 해상 기초 가설공법의 공사기간 및 공사비 비교 .....	42
<표 2.17> 가물막이 공법 비교 .....	43
<표 2.18> 분석대상 기술분류 .....	44
<표 2.19> 분석대상 기술범위 .....	44
<표 2.20> 분석대상 기간 및 대상 건수 .....	45
<표 2.21> 기술분류별 검색식 및 검색 건수 .....	45
<표 2.22> 국가별 주요출원인(전체) .....	51
<표 2.23> 논문발표 현황 .....	74
<표 3.1> 기술수요조사 발송 및 응답개요 .....	80
<표 3.2> 기술분야별 기술아이템 .....	82

<표 3.3> 기술수준/예측조사 발송 및 응답개요 .....	86
<표 3.4> 기술수준/예측조사의 기술수준 평가 기준 .....	87
<표 3.5> 기술수준/예측조사의 기술격차추세 평가 기준 .....	87
<표 3.6> 기술수준/예측조사의 기술성숙도(TRL) 평가 기준 .....	88
<표 3.7> 기술수준/예측조사의 기술기반 성숙도 평가 기준 .....	88
<표 3.8> 기술수준/예측조사의 기술 핵심성 평가 기준 .....	89
<표 3.9> 기술수준/예측조사의 시급성 평가 기준 .....	89
<표 3.10> 기술수준/예측조사의 과학적 파급효과 평가 기준 .....	90
<표 3.11> 기술수준/예측조사의 기술획득방식 조사 항목 .....	90
<표 3.12> 기술수준/예측조사의 정부우선시행방안 조사항목 .....	91
<표 3.13> 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 실현시기 .....	94
<표 3.14> 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 실현시기 .....	96
<표 3.15> 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 최고기술포유국 조사결과 .....	104
<표 3.16> 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 최고기술포유국 조사결과 .....	106
<표 3.17> 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 기술획득 방식 조사결과 .....	110
<표 3.18> 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술획득 방식 조사결과 .....	111
<표 3.19> 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 정부우선 시행방안 조사결과 .....	112
<표 3.20> 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 정부우선 시행방안 조사결과 .....	113
<표 6.1> 해외진출 유형에 따른 수주금액 및 수익률 .....	159
<표 6.2> 석션파일기초 적용사례 .....	166
<표 6.3> 기존 사업과의 중복성 검토 결과 .....	169
<표 6.4> '10년~'14년 국내 업체 수주 해외 교량 Project List .....	174
<표 6.5> '21년~'30년 국내 업체 해외의 개발 기술 적용 대상 수주 전망 .....	175

<표 6.6> 접속교 교각 4기에 대한 PC 하우스 공법 공사비 분석 결과 .....	177
<표 6.7> 접속교 교각 4기에 대한 지오투브 공법 공사비 분석 결과 .....	179
<표 6.8> 접속교 교각 4기에 대한 Sheet Pile 공법 공사비 분석 결과 .....	181
<표 6.9> 접속교 교각 4기에 대한 대형 원형강재 가설공법 공사비 분석 결과 - 강재 우물통 소요 강재량 적용 .....	183
<표 6.10> 접속교 교각 4기에 대한 대형 원형강재 가설공법 공사비 분석 결과 - 강재 우물통 소요 강재 대비 50% 저감한 경우 .....	184
<표 6.11> 공법별 공사비 및 공기 검토 요약 .....	185
<표 6.12> ‘21년~’30년의 향후 10년간 편익 산정 결과 .....	187
<표 6.13> 비용편익 분석 결과 .....	189

# 1장. 개요

## 1절. 기획 과제 정의 및 범위

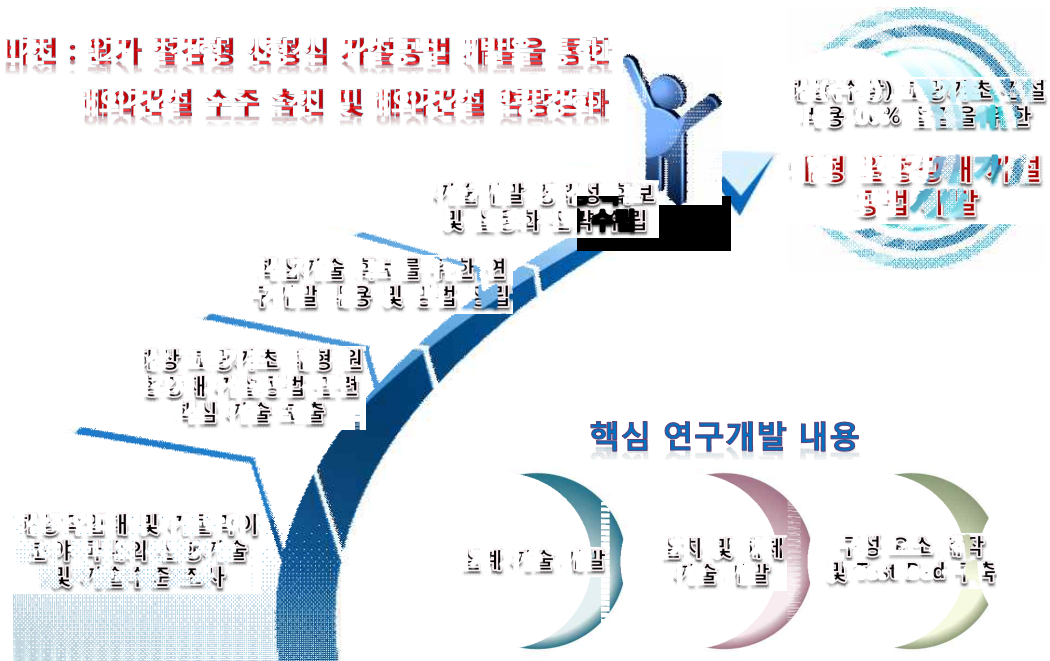
### 1. 기획 과제의 정의 및 필요성

#### 가. 기획 과제의 정의

- 해상(수상) 교량 건설시 접속교 기초 시공비용 10% 절감을 위한 직경 20m급 대형 원형강재 가설공법 개발을 목표로, 해상 교량기초 시공용 해상작업대 및 가물막이 분야 국내외 선행기술 및 기술수준을 조사하며, 관련 핵심기술을 도출하고 핵심기술 확보를 위한 연구개발 내용 및 방법을 정립하기 위한 기획연구
- 대형 원형강재 가설공법의 정의
  - 해상 가물막이 시공시 1개의 대형 가물막이 부재를 사용하여 외부 수압이 부재의 압축력으로 전달되도록 함으로써 부재의 내적 안정성 확보 및 지보재와 기초의 간섭문제를 배제할 수 있는 가물막이 공법
  - 대형 장비 하중을 저항할 수 있는 작업대로 병행 사용이 가능한 일체형 원형 부재가물막이 공법
  - 1개의 대형 가물막이 부재를 석션압을 이용하여 관입/인발 함으로써 별도의 템플릿 삭제가 가능하며, 시공 중 부재간 차수공법 및 부재안정성을 위한 추가 공법이 불필요한 공법
- 기획연구를 통해 해상교량 하부공 원가 상승의 주요인으로 지목되는, 해상작업대 및 재래식 가물막이공을 대체할 수 있는 대형 원형강재 가설공법의 연구개발 목표, 개발내용, 추진전략 및 관련 기술로드맵을 제시
  - 우선 관련 핵심기술을 도출하고 기술 확보 방법을 구체화함
  - 둘째로 대형 원형강재 가설공법의 실 현장 적용성 즉, 현장 실용화를 위해 예상되는 문제점 및 대응방안에 대한 분석함
  - 마지막으로 개발대상 기술의 경제성 분석을 통해 기존 공법 대비 기술 및 가격경쟁력을 예상해 보는 사전 연구기획을 추진함
- 본 연구에서 개발한 핵심 요소기술에 대한 기술 완성도를 검증하고 개발 기술을

최적화하기 위한 Test Bed 구축 및 기존 기술 대비 경제성 분석을 통한 실용화 전략을 수립함

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 본 기획연구의 비전과 예상 연구내용은 다음과 같음

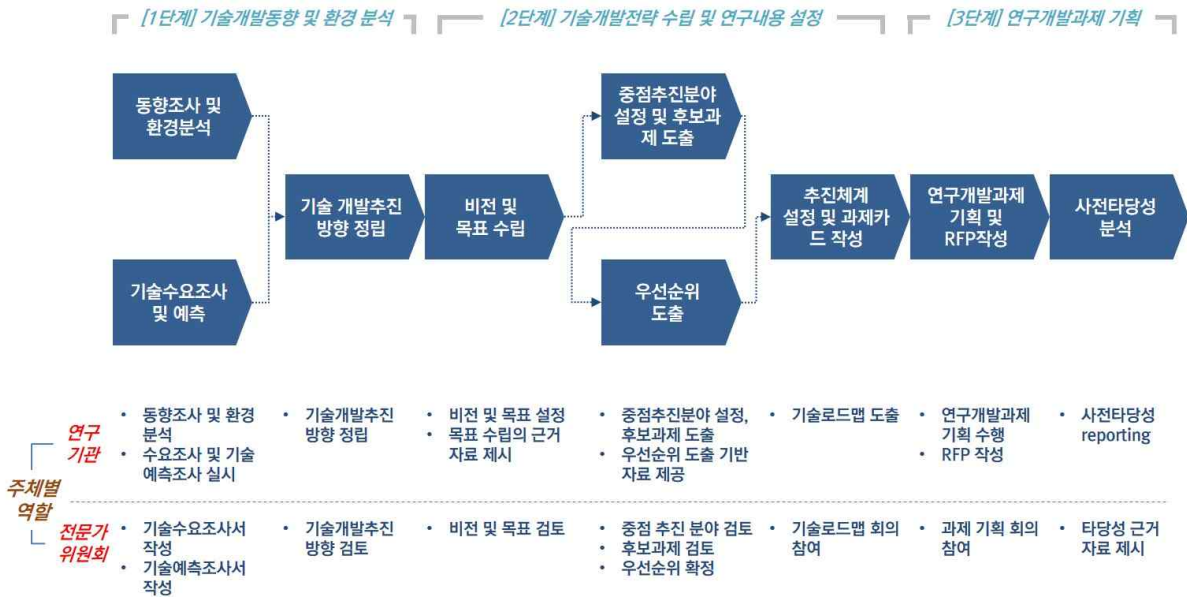


[그림 1.1] 기획연구 사업의 비전 및 핵심 연구내용

- 본 기획과제는 건설분야의 유일한 정부출연연구기관인 한국건설기술연구원이 주관연구기관으로서 과제를 총괄하며, 대림산업(주)는 국내외 기술력 및 인프라 분석을 수행하고, ㈜날리지웍스는 기술수요·수준·예측조사를 수행하며, 후보과제간 우선순위 조사를 수행함
- 한국건설기술연구원(주관)에서는 “해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발”을 위한 추진방향 수립, 핵심기술 도출 및 실증단지 계획 수립, 소요 예산 산출 및 타당성을 분석함
- 대림산업(주)(공동)은 국내외 전문가 및 기업들과 연계하여 국내외 해상교량 가물막이 시공사례 분석 및 공기/공사비/시공프로세스 분석, 대형 원형강재 가설공법의 수요전망, 적용범위, 경제성을 분석함
- ㈜날리지웍스(공동)은 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 관련 기술수요조사를 수행하고 기술의 수준 및 예측조사 결과 분석, 후보과제간 우선순위 조사를 수행함

〈표 1.1〉 연구기관별 중점 연구목표

연구기관	중점 연구목표
주관연구기관 (건설연)	- 시장 및 기술수요 조사를 통한 연구개발 추진방향 수립 - 연구개발 핵심기술 도출 및 실증단지(Test Bed) 계획 수립 - 연구개발사업의 소요 예산 산출 및 타당성 분석
공동연구기관 (대림산업(주))	- 국내외 해상교량 가물막이 시공사례 분석 - 국내외 해상교량 가물막이 공기/공사비/시공프로세스 분석 - 대형 원형강재 가설공법의 수요전망, 적용범위, 경제성 분석
공동연구기관 (주)날리지웍스	- 연구진 기획 수행 지원 및 일정 관리 - 국내 기술수요 조사 및 기술수준·예측조사 수행 - 후보과제 간 우선순위 조사 실시



〔그림 1.2〕 기획연구의 Total Frame Work

나. 과제 추진의 배경 및 필요성

- 국내 SOC 시설물에 대한 국가예산 감소로 국내 건설시장은 침체 및 관련시장 축소가 이루어지고 있지만, 글로벌 건설시장은 매년 성장세를 보이고 있음. 따라서 글로벌 건설시장을 겨냥한 경쟁력 있는 건설기술의 적시확보가 시급함
- 동남아시아를 비롯한 개발도상국 및 중동 지역을 중심으로 한 해외 건설시장은 섬과 육지 간의 연결, 해양·항만 시설물 확충, 부유식 구조물 건설 등 다양한 환경에서 건설 수요가 증가하고 있음

- 해당 지역에 대한 수주경쟁력 제고를 위해서는 선도업체 대비 기술경쟁력과 중국 등 후발업체 대비 가격경쟁력의 우위를 확보하기 위한 원가절감형 특허(고유) 기술의 적시 확보가 시급한 상황임
- 해상교량의 기초공사는 공정이 복잡하고 작업 난이도가 높기 때문에 육상 교량기초 대비 공기 및 공사비가 2~3배 내외로 높음. 해상 교량공사의 경우 하부구조의 공사비가 전체공사비의 평균 30% 정도를 차지하며, 지반조건이 열악한 경우 50% 까지 증가함

〈표 1.2〉 해상조건과 육상조건 기초 공사비 비교(인천대교, 단위 : 원)

구 분	해상조건 RCD(Ø3000)	육상조건 RCD(Ø3000)	비 고
직접공사비	792,760,000	275,740,000	수심 30 m, 굴착심도 15 m (토사 5 m+연암 10 m)
간접공사비	31,120,500	10,635,240	
합 계	823,880,500	286,375,240	

- 육상교량 대비 해상교량 기초공사비 증가의 주원인은 해상 작업대, 가설도로(가교 또는 가도), 그리고 가물막이 부대공 등의 가설(假設) 공사비임
- 해상교량 기초공사시 시공장비 및 자재 운반을 위하여 가도, 가교, 바지 등이 필요함
- 대표적인 해상작업대 공법으로는 잭업 바지, 가이드 프레임, 지그 자켓 등이 있음
- 가물막이 부대공으로는 시트파일, 영구케이싱, PC 하우스, 벽강관말뚝 등이 활용되고 있음
- 초장대교량사업단 등 기존 연구과제에서는 가설구조물이 영구구조물이 아니라는 이유로 관련 연구 및 원가절감 노력이 간과되어 왔음
- 가물막이는 임시 구조물임에도 파괴 시 인명 및 장비 피해 등은 물론 차수 및 복구공사로 인한 경제적 피해와 사회적 파급효과가 커 영구시설 이상의 안정성 확보가 필요함
- 국내 가물막이 공법의 현황
  - 최근 서남해안을 중심으로 해안지역에 대형공사가 집중되고 있으며, 연약지반상의 해상공사 및 해안을 가로지르는 해상교량의 건설이 증가하고 있음

- 가물막이는 토압, 수압 등의 외력이 작용하므로 충분한 지지력과 수밀성 확보가 중요함. 특히 수심이 깊은 곳에 설치되는 가물막이의 경우 소형댐에 준하는 규모와 기능이 요구됨에도 불구하고 임시 구조물의 개념으로 설계, 시공됨에 따라 빈번한 누수 사고가 발생하며 본 공사에도 차질이 발생함
- 다양한 가물막이 공법이 시공되고 있으나, 가물막이 설계 및 시공사례에 대한 체계적인 자료가 없어 동일한 실수가 반복되고 있으며 관련 연구에 대한 필요성이 절실함
- 기존 해상 가물막이 공법은 다음과 같은 문제점들을 가지고 있으며, 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 1개의 대형 원형강재를 이용한 가설공법 개발이 필요함
- 해상 가물막이의 조립/해체 시 문제점 및 해결방안
  - 문제점
    - 다수의 부재간 조립을 위한 별도의 템플릿 필요
    - 완성단면 이전에는 불안정하므로 시공중 안정성 확보 필요
    - 부재간 차수를 위한 별도의 공법 필요
  - 해결방안
    - 1개의 대형 가물막이 부재를 이용하여 별도의 템플릿 삭제
    - 1개의 대형 가물막이 부재를 이용하여 시공 중 부재안정성 및 별도의 차수 공법 삭제
- 해상 가물막이의 내적 안정성 확보
  - 문제점
    - 내적 안정성 확보를 위한 각종 지보재(스트럿, 앵커, 링빔 등)가 필요하며, 이후 영구구조물 기초 - 지보재간 간섭 문제 발생
    - 가물막이 내측을 뒤채움으로 육상화할 경우, 육상화 전 외측 수압, 뒤채움 후 내측 토압에 대한 상반된 하중 고려 필요
  - 해결방안
    - 1개의 대형 원형 부재를 사용함으로써 외부 수압이 부재의 압축력으로 전달 되도록 함으로써 부재의 내적 안정성 확보
    - 원형 가물막이의 재료로 인장강도와 압축강도가 유사한 강재를 사용함으로써 뒤채움 후 내부 토압에 저항하도록 조치

□ 해상 가물막이의 외적 안정성 확보

○ 문제점

- 기존 공법의 경우 가물막이 내외부 수압차로 인한 가물막이 내측 저면부의 보일링 및 히빙, 가물막이 부재의 내측 변형 문제 등이 발생하며, 외력에 대한 가물막이 벽체의 안정성 확보를 위해 벽체의 근입깊이가 상당히 깊어져야 하는 문제점 발생
- 또한 기존 강널말뚝 가물막이의 경우 상부의 연직하중에 대한 저항력이 부족하므로 말뚝 굴착장비 등과 같은 대형 시공장비의 하중 지지가 어려워 작업대로 사용이 어려움
- 부재간 차수를 위한 별도의 공법 필요

○ 해결방안

- 일체형 원형 부재를 사용함으로써 벽체 근입깊이에 대한 안정성 확보가 용이하도록 조치
- 일체형 원형 부재를 사용할 경우 가물막이 자체가 케이슨과 동일한 연직하중지지 메커니즘을 띠게 되므로 대형 장비 하중을 저항할 수 있는 작업대로 병행 사용 가능

□ 해상 가물막이의 설치(근입)상의 문제

○ 문제점

- 가물막이 벽체 부재는 바이브로해머 또는 향타해머를 이용하여 관입하게 되는데, 이때 부재간 배열 및 연직도 문제 발생(틈새 벌어짐 등)
- 또한 진동 및 향타 중 과도한 진동 및 소음 문제 발생
- 일반 케이슨(오픈 케이슨, 공기 케이슨 등)의 경우 내부 굴착에 의해 케이슨 구체를 침설시키는 방식으로 설치되므로, 공기가 과다하고 굴착 중 안정성 문제가 대두되며, 외부 수위가 높은 경우 보일링 또는 히빙 문제 발생

○ 해결방안

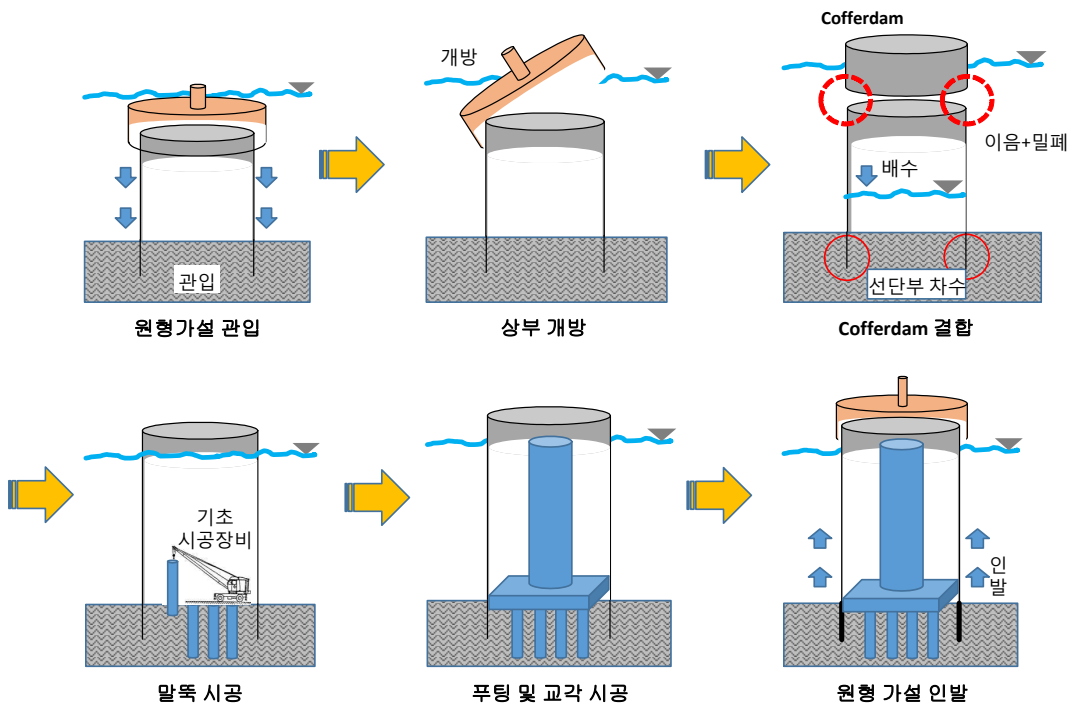
- 일체형 원형 부재를 사용함으로써 개별 부재간 배열 및 연직도 문제 해결 가능
- 기존 가물막이 시공시 발생하는 과도한 진동 및 소음 문제는 케이슨의 침하 촉진 공법들 중 적재하중 공법, 워터젯 분사공법, 물하중 공법, 압입침설 공법, 내부속파기 공법 등을 이용하여 해결 가능

- 공용중 가물막이 내측 저면부에 대한 확실한 차수와 가물막이 해체시 용이한 인발이 가능한 새로운 차수공법이 필요

- 이러한 재래식 가물막이의 복합적인 문제점 해결을 위해 본 기획과제에서는 ‘해상’ 교량기초용 ‘대형 또는 일체형’, ‘원형’, ‘강재’ 가물막이 공법을 제안하게 되었으며, 본 공법이 개발될 경우 공사비, 공사난이도, 공기 그리고 안정성 및 품질 측면에서 획기적인 장점을 가지는 공법이 될 것으로 판단됨
- 따라서, 해상교량 하부공 원가 상승의 주요인으로 지목되는 해상작업대 및 재래식 가물막이 공법을 대체할 수 있으며, 기술적, 경제적 경쟁력을 가지는 대형 원형강재 가설공법을 개발이 시급함

## 2. 기획 과제의 범위

- 본 기획연구에서는 관련 시장 및 기술 전망 분석을 통해 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 원천 설계, 제작, 시공 및 해체 기술의 연구개발 목표, 개발내용, 추진전략 및 관련 기술로드맵을 제시함
- 기획연구를 통해서 중점적으로 도출하고자 하는 연구개발 과제는 대형 원형강재 가설공법의 설계·제작, 설치·해체 기술과 관련됨
- 대형 원형강재 가설공법 핵심요소기술 도출
  - 대형 원형강재 가설공 설계·제작 기술
  - 대형 원형강재 가설공 설치·해체 기술
- 대형 원형강재 가설공법 설계·제작 기술 개발 기획
  - 최적 형상 및 치수 결정
  - 구성 요소간 밀폐/분리/결합 기술
  - 가설 중, 공용중 안정성 해석 Tool 개발
- 대형 원형강재 가설공 설치·해체 기술 개발 기획
  - 가설공 운반·거치 기술
  - 가설공 관입·인발 기술
  - 시공 정밀도, 시공 중 안정성 확보 기술
- 기술개발 경제성 확보 및 실용화 전략 수립
  - 연구개발 input/output 검토
  - 기존기술 대비 경제성(공기 및 공사비) 분석
  - 편익/비용 분석을 통한 연구개발의 경제적 필요성 상세 검토



## 2절. 기술분류 및 내용

### 1. 기술분류체계도

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 중점 연구 분야를 다음과 같이 구성하였음

대분류	중분류	소분류
해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발	대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작 기술 개발	수라-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술
		대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술
		대형 원형강재 관입/인발 설계 기술
		대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술
		시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술
		대형 원형강재 가물막이 시제품 설계 및 제작
		대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시제품 설계 및 제작
	대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체 기술 개발	대형 원형강재 운반/거치/안착 기술
		대형 원형강재 관입/인발 시공 기술
		대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술
		지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술
		굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술
		대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술
		대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성
	대형 원형강재 가설공법 Test Bed 및 실용화 기반 구축	대형 원형강재 가설공법 Test Bed 구축
		대형 원형강재 가설공법 핵심기술 검증 및 보완
		대형 원형강재 가설공법 경제성 분석
		실용화 및 기술이전

## 2. 기술분류별 기술내용

### 가. (중분류 1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작 기술 분야

중분류	소분류	기술내용
대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작 기술	수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지반특성, 유속, 수압, 재료강도 등을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계기술</li> <li>- 시공/운용 중 원형강재 가설공법 보강재 최적 배치 기술(외력에 대한 저항력 확보를 위한 보강재 배치)</li> <li>- 파이핑, 히빙 등을 고려한 원형강재 최적 근입깊이 설계기술</li> <li>- 대형 원형강재 설치, 해체시 주변 지반 안정성 검토 기술(원형강재 관입, 인발시 주변 지반의 변형 및 신설 구조물에 대한 영향 검토)</li> </ul>
	대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기초 시공장비, 가설 구조체 등의 중량 및 제원을 고려한 대형 원형강재 및 해상작업 플랫폼 설계기술</li> <li>- 기초 시공장비, 크레인 등의 최적 배치기술</li> </ul>
	대형 원형강재 관입/인발 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 석션압을 이용한 대형 원형강재 관입/인발 설계기술</li> <li>- 지반특성을 고려한 관입/인발 깊이별 최적 석션압 산정기술</li> <li>- 근입심도 확보를 위한 추가 상재하중 계산/원형강재 인발시 소요 인발력 및 장비 제원 결정</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 석션압 확보를 위한 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐장치 설계</li> <li>- 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 신속한 분리/결합 설계</li> <li>- 시공조건 및 장비용량을 고려한 분리/결합 설계</li> </ul>
	시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조류, 바람, 선박충돌 등의 외부 하중에 대한 안정성 확보 기술</li> <li>- 굴착저면 히빙 및 파이핑에 대한 안정성 확보 기술</li> <li>- 시공/운용 중 가설공법 안정성 모니터링 기술</li> </ul>
	대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형 원형강재 지중 최소화를 위한 고내력 슬림화 기술</li> <li>- Test Bed 적용을 위한 대형 원형강재 가물막이 시작품 제작 (원형강재의 재료, 제원, 중량, 설치장비용량, 운반/거치/안착 방법 등을 고려)</li> </ul>
	대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Test Bed 적용을 위한 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 제작 (기초 시공장비, 크레인, 가설 구조체 등의 중량 및 제원 고려)</li> </ul>

나. (중분류 2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체 기술 분야

중분류	소분류	기술내용
대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체 기술 개발	대형 원형강재 운반/거치/안착 기술	- 대형 원형강재 운반/거치/안착을 위한 장비 조합 및 플랫폼 구성 - 시공조건 및 장비용량을 고려한 시공 프로세스 정립
	대형 원형강재 관입/인발 시공 기술	- 석션압을 이용한 원형강재 관입/인발 시스템 구축 - 대형 원형강재 수직도 확보 기술 - 대형 원형강재 가설공법 안정성을 고려한 최적 근 입심도 확보 기술
	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술	- 시공조건 및 장비용량을 고려한 구성 요소간 신속한 밀폐/분리/결합 시공 기술
	지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술	- 굴착저면의 히빙 및 파이핑에 대한 안정성 확보 기술 - 급속 배수를 위한 펌프 활용 기술 - 원형강재 선단부 급속 차수 그라우팅 기술 - 시공/운용 중 긴급 보수/보강 기술
	굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술	- 기초 시공장비의 안정성(작업성) 확보 기술 - 굴착저면 지반의 침하 방지 기술 - 시공장비 전도 방지 기술
	대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술	- 해상작업 플랫폼 거치 및 배치 - 시공장비 배치 및 운용 기술
	대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성	- 다양한 시공조건을 고려한 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성 - 대형 원형강재 가설공법 시공 LOGISTIC 정립

다. (중분류 3) 대형 원형강재 가설공법 Test Bed 및 실용화 기반 구축

중분류	소분류	기술내용
대형 원형강재 가설공법 Test Bed 및 실용화 기반 구축	대형 원형강재 가설공법 Test Bed 구축	- 대형 원형강재 가설공법 최적 시공조건 분석을 통한 Test Bed 최적지 결정 - 국내외 실제 해상교량 건설 현장에 대한 Test Bed 구축
	대형 원형강재 가설공법 핵심기술 검증 및 보완	- 대형 원형강재 가물막이 설치 및 해체 - 대형 원형강재 해상작업대 설치 및 해체 - 핵심기술 검증 및 보완
	대형 원형강재 가설공법 경제성 분석	- 기존 기술 대비 경제성 분석
	실용화 및 기술이전	- 대형 원형강재 가설공법 실용화 및 기술이전 - 사업화 모델 제시

## 2장. 동향조사 및 환경분석

### 1절. 국내외 정책동향

#### 1. 국내 정책동향

- 박근혜정부 국정과제에서는 (5. 중소기업의 수출경쟁력 강화)를 실천하여 중소기업의 세계시장 진출을 통한 새로운 수출동력 마련하고, (10. 교통체계·해운 선진화 및 건설·원전산업 해외진출 지원)에서 해외 교량 시장 진출 및 수주 경쟁력 강화를 추진하고 있으며, (88. 안전하고 쾌적한 일터 조성 및 근로자 건강증진)에서 해상 교량 건설공사 현장의 재해 및 안전사고 저감에 기여하고자 함
- 경제혁신 3개년 계획의 세부 실행과제 중 (18. 중소기업 경쟁력 강화) 정책의 일환으로 중소기업 R&D 투자확대 및 우수 연구인력의 유입을 통한 해외 교량 건설시장 진출 기업들의 경쟁력을 강화하고, (37. 해외건설·플랜트 수출 고부가가치화)의 기틀을 마련하기 위하여 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 원천기술을 보유·활용하고자 함
- 창조경제 실현계획-창조경제 생태계 조성방안의 6대 전략 중 (전략 2 : 벤처·중소기업의 창조경제 주역화 및 글로벌 진출 강화)에 기여하고자 해상 교량기초 대형 원형강재 제작 및 시공 관련 중소기업의 해외 건설시장 진출 기회를 확대하여 대·중소기업이 상생, 협력할 수 있는 동반성장 생태계를 조성하고자 함
- 제3차 과학기술기본계획('13 - '17)의 (4. 깨끗하고 편리한 환경 조성 - ④ 국토인프라 선진화)를 통해 국토의 활용 편의성을 극대화 하고, (15. 기술이전·사업화 촉진 - ② 사업화 초기장벽 극복지원 확대)를 위한 기술개발 성과 활용을 촉진하여 경제·사회적 가치 창출을 가속화함
- 제5차 건설기술진흥기본계획('13 - '17)의 (전략 1 : 건설기술 경쟁력 기반 구축 - ⑤ Green & Smart 건설기술 개발 - ③ 기초·원천·핵심기술 R&D 추진) 및 (전략 1 : 건설기술 경쟁력 기반 구축 - ⑥ 건설기술 실용화 촉진 - ② 기술사업화 예산 지원 확대)의 추진과제에 부합함
- 국토해양부의 제4차 건설기술진흥기본계획에 의하면 건설기준을 정비하고 건설공사의 녹색기술력 평가와 녹색기술 적용, 친환경 자재와 공법 선정 유도하고 있으며, 친환경 건설 및 교통통제 최소화 건설 기술 개발을 장려함

## 2. 국외 정책동향

### □ 미국의 정책동향

#### ○ IBRC(Innovative Bridge Research and Construction Program)

- 연간 약 157개의 프로젝트에 대하여 0.52억 달러의 연구비를 집행하고 있으며 이는 교량의 보수, 보강, 교체 그리고 신설 등과 관련한 연구를 포함하고 있음. 이 프로그램은 유지관리비용과 생애주기비용을 감소시키기 위하여 고성능 재료와 시공방법의 개발에 초점을 맞추고 있음

#### ○ ACTT(Accelerated Construction Technology Transfer)

- AASHTO의 ACTT는 FHWA와 AASHTO의 Transportation Implementation Group(TIG) 협력체로 공사기간과 교통정체의 중요한 사항을 해결할 수 있는 협력체를 구성하여 활동하고 있음
- 현재 미국의 50% 이상의 DOT가 ACTT 계획에 참여하고 있으며, ACTT는 2002년부터 2005년까지 21건의 워크샵을 개최한 실적이 있으며, 2006년에도 7건의 워크샵을 개최할 계획으로 있음
- ACTT의 워크샵은 1백만 달러에서부터 2.5억 달러의 예산을 갖는 프로젝트를 대상으로 실시되고 있으며, 30% 이상의 공기를 단축시키는 것을 목적으로 하고 있음

#### ○ FHWA(Federal Highway Administration)

- “Prefabricated Bridge Elements & Systems”에 대한 연구개발과 함께 각 DOT 별로 활발한 적용을 선도하고, 기술적인 성과를 공유하려는 노력이 이루어지고 있음
- 각 주 정부에서 고성능 재료, FRP 등 신소재를 교량에 활용하면 예산을 지원해주는 프로그램을 운용함으로써 신소재를 적용한 교량의 확대를 촉진하고 있음.
- 교통연구위원회(TRB)의 연구개발프로그램인 NCHRP 등을 통해 연구비를 지원하고 있으며, ACI 전문위원회 등에서도 활발히 연구를 수행하고 있음

### □ 일본의 정책동향

- 동일본 대지진, 후쿠시마 원전사고 발생으로 당초 수립한 제4기 과학기술 기본계획(2011~2015)을 전면 재검토하고 있으며, 이 중에는 지진재해로 피해를 입은 교량을 재생할 수 있는 지능형 교량 분야도 포함되어 있음
- 정부는 기술개발과 전략수립 등 제도개선에 주력하고, 민간은 실질적 기술

## 개발에 투자함

- 국토 교통성을 중심으로 공공사업 코스트 절감대책을 시행하고, 공사계획부 터 설계, 발주의 효율화, 규제완화 등을 추진 중임
- 독일의 정책동향
  - 교통부에서는 지속가능한 교통 즉, 친환경적이고 사회에 공헌할 수 있으며, 경제적인 교통시스템을 제공하는 것을 정책목표로 내세우고 있으며, 교통 인프라의 병목현상에 대응하여 친환경 교통 인프라 구축을 계획 중임
  - 입찰시 발주처가 명시한 것 보다 짧은 공기를 제시한 시공사를 우선 채택 하고 있으며, 특히 바이에른 주는 조립식 공법을 사용한 급속시공이 가능하 도록 정책적으로 지원하고 있음
  - 도로공사에 따른 생산시간의 손실이 연간 약 10억 유로가 된다고 추정하기 때문에 급속시공에 대한 특별 상여금을 지불하고 있으며, 조기 완공에 따른 최대 상여금 또는 완공 지연에 따른 최대 벌금은 공사비의 20%에 달함
- 영국은 고속도로청에서 주요 도로의 노후화된 교량에 대하여 보강 및 교체 의 필요성을 정책방향으로 제시하고 있음
- 캐나다의 정책동향
  - INFRASTRUCTURE CANADA는 2002년에 설립된 기관으로 Building Canada plan의 중심적 역할을 하고 있음
  - Building Canada plan은 국가 인프라 개발 프로그램으로 2007~2014년 까지 330억을 투입하여 경제 성장 및 생산성의 향상, 국가 경쟁력의 향상, 효율 적인 화물운송 등을 목적으로 환경 친화적인 인프라를 구축함
  - Building Canada plan의 실행을 위해 할당된 Building Canada Fund(BCF, \$8.8 billion)는 자연친화적, 경제적, 사회적 이익을 줄 수 있는 철도, 도로, 항만 교량 등을 건설하기 위한 것임
- 호주의 도로교통국은 교량이 교통 네트워크의 핵심적인 연결고리 역할을 하 는 것으로 인식하고, 교량 건설시 탄소배출 저감과 환경적인 문제를 동시에 고려하고 있음
- 대만은 도로 및 교량과 관련한 프로젝트 전 범위에 걸쳐서 편의성, 안전성, 편리함 등의 증진을 주안점으로 삼고 있으며, 노후교량의 환경친화적 보수 보강 프로젝트를 다수 추진하고 있음

## 2절. 국내외 시장현황 및 전망

### 1. 국내 시장현황 및 전망

- 본 연구과제의 주요 관련 구조물인 해상교량을 포함한 전체적인 국내 사회간접자본 예산 규모는 그림 2.1과 같음
- 2013년까지 경제위기 극복과정에서 SOC 분야의 집중투자가 이루어졌으나 경기부양 정책이 종료됨에 따라 SOC투자가 정상화되어 SOC 예산은 약 20조 수준으로 유지될 것으로 예측됨
- 특히, 국정 운영의 방향이 성장과 복지의 순환발전을 추구함으로써 SOC 분야의 성장세 유지는 어려울 것으로 전망됨(SOC분야 재정투자방향 및 정책과제, 2013년, 국토연구원)



[그림 2.1] 국내 SOC분야 예산 현황(기획재정부, 2014)

- 이러한 국내 시장의 성장세 저하 또는 저감에 따라 국내 건설 업체들은 적극적인 해외진출을 추진하거나 점진적으로 해외사업의 비중을 늘려가고 있음(표 2.1)

〈표 2.1〉 국내 건설사 토목분야 해외 수주 금액(박진홍 외, 2014)

년도	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
수주 금액 (천달러)	1,421,514	5,231,641	9,463,290	6,017,409	4,123,228	5,856,893	8,794,516	18,128,169
증가율 (%, 2006년 대비)	100	368	678	423	290	412	619	1275

- 국내의 교량 크기별 시장의 규모는 표 2.2와 같고, 총 교량 시장은 약 2조원임
- 그림 2.1과 같이 국내 SOC분야 예산의 축소에 따라 교량 시장 규모도 축소될 것으로 판단되며, SOC분야 예산의 감소율(약 10%)을 고려할 때 향후 교량 시장의 규모는 약 1.8조원대로 예측됨
- 이 중 접속교가 구성되는 교량은 85~100 m 또는 100 m 이상의 교량 시장으로 2009년 기준 시장 규모는 3600억원이며, 접속교대 주경간교의 공사비 비율을 고려할 때 접속교의 시장 규모는 약 1500억원으로 추정됨

〈표 2.2〉 교량 크기에 따른 시장 규모(국토해양부, 2009)

크기	시장규모(시장점유율)	시장특성
~ 20 m	2800억원(14%)	- 라멘교, 슬래브 - 저예산 소규모 - 콘크리트교 우세
20 ~ 40 m	5200억원(26%)	- PC 거더 - 프리캐스트화 - 급속시공 - 콘크리트교 우세 - 다양한 PC 거더
40 ~ 85 m	8200억원(41%)	- 강박스 - 강교 우세 - 강교 강중 감소 노력
85 ~ 100 m	2000억원(10%)	- PSC 박스, 엑스트라도즈드교 - 장경간 - 콘크리트교 우세
100 m ~	1600억원(8%)	- 사장교, 현수교 등 - 미관, 상징성 중시

- 가물막이가 시공되었거나 가물막이로 대체할 수 있는 국내 교량 현장의 기초 가설 공법의 직접 공사비 규모는 표 2.3과 같고, 각 프로젝트의 총 공사비 대비 가설 공법의 공사비는 평균 6.5%임
- 각 현장의 주요 기초 형식을 살펴보면 A 현장은 단일현장타설말뚝(수상), B와 C 현장은 현장타설말뚝(해상), D 현장은 우물통기초(해상), E 현장은 현장타설말뚝임
- 각 현장의 기초 가설공법은 단일 현장 내에서도 혼용되어 나타나며, 내해 조건으로 기초 가설공법의 단순화가 가능한 B 현장과 굴착고 3m 내외의 간단한 흙막이 가시설을 설치한 E 현장의 경우 총 공사비 대비 기초 가설 공법의 공사비 규모가 3~4%로 낮음
- 대규모의 가물막이공이 필요한 현장의 기초 가설 공사비는 최소 6% 수준으로 추정됨
- 따라서 5개 현장의 총 공사비 대비 평균 기초 가설 공사비 규모인 6.5%를 국내외 관련된 프로젝트의 기초 가설 공사비 추정을 위해 적용하는 것은 타당한 것으로 판단되며, 표 2.2의 접속교가 구성되는 교량 시장의 규모(2009년 약 3600억원)를 고려할 때 기초 가설공법의 시장 규모는 약 230억으로 추정됨

〈표 2.3〉 국내 교량 현장 기초 가설 공사비 구성

구분	총 공사비(원)	교량 기초 가설비(원)	공사비 비율(%)	비고
A현장	78,667,149,643	4,858,605,346	6.2	- 주요 기초 : 단일현장타설말뚝 - 기초가설공법 : Jig Jacket, 희생강관, 바지선
B현장	80,402,565,152	2,211,355,273	2.8	- 주요 기초 : 현장타설말뚝 - 기초가설공법 : 희생강관, 바지선, PC 하우스
C현장	178,305,708,370	16,955,879,063	9.5	- 주요 기초 : 현장타설말뚝 - 기초가설공법 : 강재우물통, 희생강관, 가설교량, 지반개량, Jig Jacket
D현장	127,435,194,628	13,580,333,862	10.7	- 주요 기초 : 우물통 - 기초가설공법 : 강재우물통, 축도, 지중연속벽
E현장	315,766,596,433	12,708,537,593	4.0	- 주요 기초 : 현장타설말뚝 - 기초가설공법 : 흙막이 가시설, 지중연속벽, 희생강관

## 2. 국외 시장현황 및 전망

- 세계 건설시장은 성장세가 지속될 것으로 전망되며, 성장지역이 중동에서 아시아 및 중남미 지역으로 이동할 것으로 예상됨
- 특히, MENA(중동)은 석유 또는 정유 플랜트에서 발전 및 교통 등 인프라 중심으로 발주패턴의 변화가 이루어지고 있으며, 이는 ‘아랍의 봄’ 영향으로 정권 유지를 위해 정부예산의 인프라 투자비중 확대에 따른 것으로 판단됨
- 아시아 지역, 특히 동남아시아 지역은 열악한 인프라로 인한 비효율 개선을 위해 전력, 교통 등 인프라 부분에 대한 투자를 확대하고 있음
- 동남아 지역에서는 베트남의 Vamcong Bridge, Vintin Bridge 등, 브루나이의 PMB Bridge, Temburong Bridge 등, 방글라데시의 Padma Bridge 등, 중동지역에서는 쿠웨이트의 Doha link Project 등 발주금액이 최대 1조 이상인 프로젝트가 현재 시공되고 있거나 발주 예정임
- 남미지역의 경우 4.1억불 규모의 칠레 Chacao Bridge 등이 대표적임
- 따라서 유럽을 제외한 전세계 건설 시장이 성장할 것으로 판단되며, 특히 아시아, 중동, 중남미에 있어서 사회간접자본 분야에서의 성장이 예상됨

〈표 2.4〉 세계 지역별 건설 시장 동향(KHL Group '13 전망)

구분	규모(Bil.)	성장률(%)
전체	7500	4.5
유럽	1450	-2.5
미국	850	4.5
아시아	2775	7.5
중남미	550	5.5
MENA	450	5.5
기타	1425	-

- 국토교통부(2014년)의 “국내기업 해외도로시장 진출 활성화 방안 연구”에 따라 국내 업체의 진출이 이루어지고 있는 아시아, 중동, 중남미 및 아프리카 지역의 전체 건설시장과 본 연구과제의 주요 관련 분야인 도로 및 교량

시장의 전망, 그리고 이를 종합한 해외 건설시장의 전망을 표 2.5~표 2.9에 정리하였음

- 국내 업체의 진출이 활발한 아시아 시장의 경우 전체 건설시장 중 도로 및 교량 시장의 규모가 가장 크며, 연 평균 약 10% 수준의 증가가 이루어지고 있음. 그러나 국내 업체의 연간 수주 규모는 약 1조5천억원 수준으로 일정함
- 중남미 지역은 도로 및 교량 시장의 규모가 아시아 다음으로 크나 국내 업체의 수주는 거의 이루어지지 않고 있음
- 유럽 및 북미 지역을 제외한 해외 건설 시장의 도로 및 교량 시장 규모는 2013년 기준 약 300조원 이상이며 매년 약 10% 이상의 성장이 예상됨
- 해외의 도로 및 교량 시장 규모는 매년 약 10% 이상 성장하고 있으나 국내 기업의 해외 도로 및 교량 수주 규모는 2조5천억원 수준으로 일정하게 유지되고 있음

〈표 2.5〉 아시아지역 건설시장 전망(단위 : 십억불)

구분		2011	2012	2013	2014(전망)	2015(전망)
건설시장 전체	규모	3,722.30	4,097.40	4,347.70	4,894.50	5,530.20
	성장률	19.20%	10.10%	6.10%	12.60%	13.00%
	수주규모	19.4	19.4	27.6	-	-
도로 및 교량 시장	규모	156	168.7	168.3	183.6	208.6
	성장률	17.00%	8.20%	-0.30%	9.10%	13.60%
	수주규모	1.4	1.5	1.4	-	-

〈표 2.6〉 중동지역 건설시장 전망(단위 : 십억불)

구분		2011	2012	2013	2014(전망)	2015(전망)
건설시장 전체	규모	496.7	499.1	504.5	537.8	588.2
	성장률	14.30%	0.50%	1.10%	6.60%	9.40%
	수주규모	29.5	36.9	26.1	-	-
도로 및 교량 시장	규모	43.4	45.5	47.6	51.7	57.6
	성장률	10.40%	5.00%	4.40%	8.60%	11.40%
	수주규모	1	3.4	1.1	-	-

<표 2.7> 중남미지역 건설시장 전망(단위 : 십억불)

구 분		2011	2012	2013	2014(전망)	2015(전망)
건설시장 전체	규모	640.5	658.6	688.7	729.5	787.7
	성장률	17.10%	2.80%	4.60%	5.90%	8.00%
	수주규모	6.6	6.2	3.3	-	-
도로 및 교량 시장	규모	78	81.9	87.2	95.5	106.6
	성장률	24.00%	5.00%	6.40%	9.60%	11.60%
	수주규모	0	0	0	-	-

<표 2.8> 아프리카지역 건설시장 전망(단위 : 십억불)

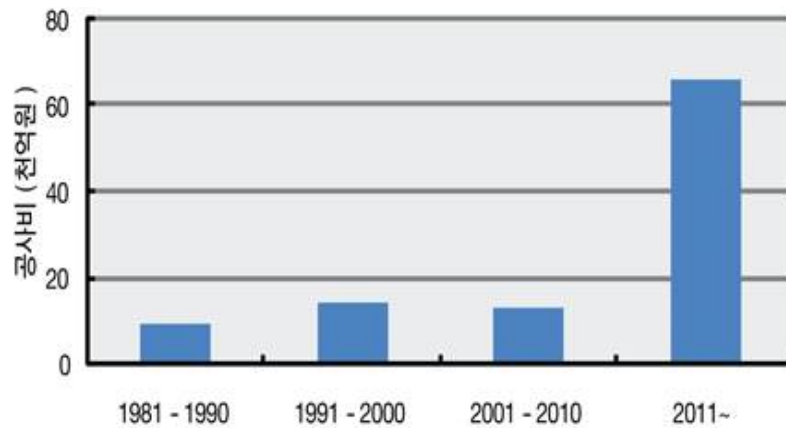
구 분		2011	2012	2013	2014(전망)	2015(전망)
건설시장 전체	규모	135	140.8	147.4	160.1	178
	성장률	11.70%	4.30%	4.70%	8.60%	11.20%
	수주규모	2.2	1.6	1.1	-	-
도로 및 교량 시장	규모	9	9.9	10.9	12.1	13.5
	성장률	12.40%	10.30%	9.60%	10.80%	11.80%
	수주규모	0	0	0.1	-	-

<표 2.9> 해외 건설시장 전망(단위 : 십억불)

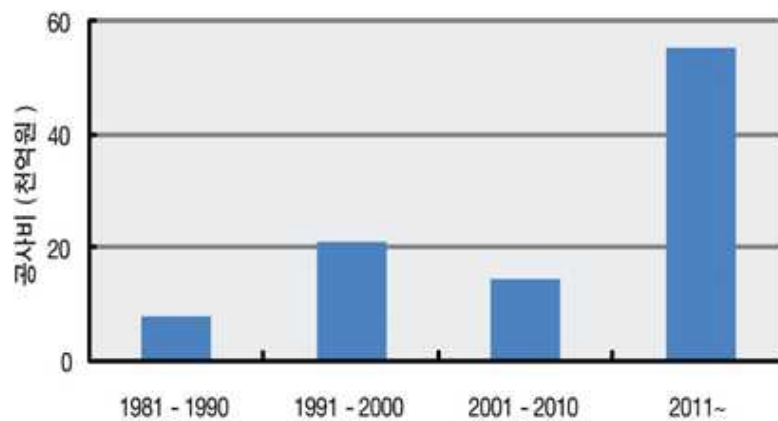
구 분		2011	2012	2013	2014(전망)	2015(전망)
건설시장 전체	규모	5,003.50	5,405.80	5,699.20	6,334.00	7,097.60
	성장률		8.04%	5.43%	11.14%	12.06%
	수주규모	57.70	64.10	58.20		
도로 및 교량 시장	규모	286.40	306.00	314.00	342.90	386.30
	성장률		6.84%	2.61%	9.20%	12.66%
	수주규모	2.40	4.90	2.60		

□ 본 연구과제의 주요 관련 구조물인 해상 교량 접속교는 대부분 사장교 또는 현수교 형식의 장대교량의 일부이므로 각 지역별 장대교량 시장규모를 통해 본 연구과제 성과품의 적용시장 규모를 간접적으로 예측할 수 있음

- 그림 2.2는 장대교량 시장 규모이며, 2011년 이후 시장 규모가 크게 증가하였음을 알 수 있으며, 이는 표 2.4의 세계 건설 시장 규모 및 성장률, 그리고 각 지역별 건설 시장의 부분별 투자 동향과 일치함
- 표 2.5 ~ 표 2.9의 해외 건설시장 전망에서 해외 전체 건설 시장과 도로 및 교량 시장이 연간 10% 이상의 성장이 예상되며, 접속교가 일반적으로 함께 시공되는 장대교량의 해외 시장은 2011년 이후 폭발적인 증가세에 있음
- 국내 교량 프로젝트의 전체 공사비 대비 기초 가설 공사비 비중인 약 6.5%를 고려할 경우 해외 장대 교량 시장 중 기초 가설 공사 시장은 2011년 기준 약 8천억원으로 추정됨



(a) 동남아시아



(b) 중동, 중남미, 아프리카, 서남아시아

[그림 2.2] 세계 지역별 장대교량 시장 규모

- 2010년~2014년 해외에 진출한 국내 업체가 수주한 교량공사 프로젝트는 표 2.10과 같고, 본 연구의 개발 기술이 적용 가능한 교량 시장 규모는 국내 업체 교량 수주 규모의 약 56%로 연간 약 540백만불임

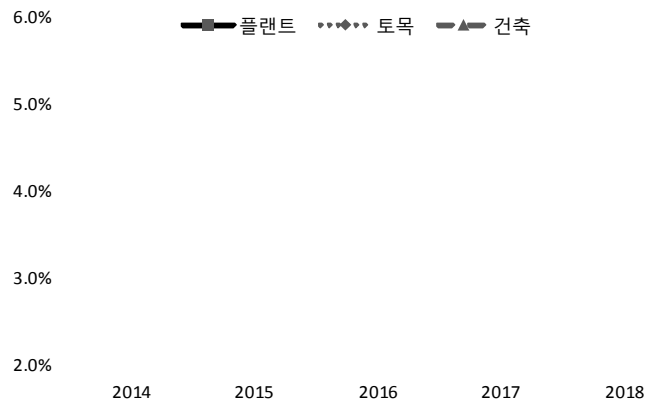
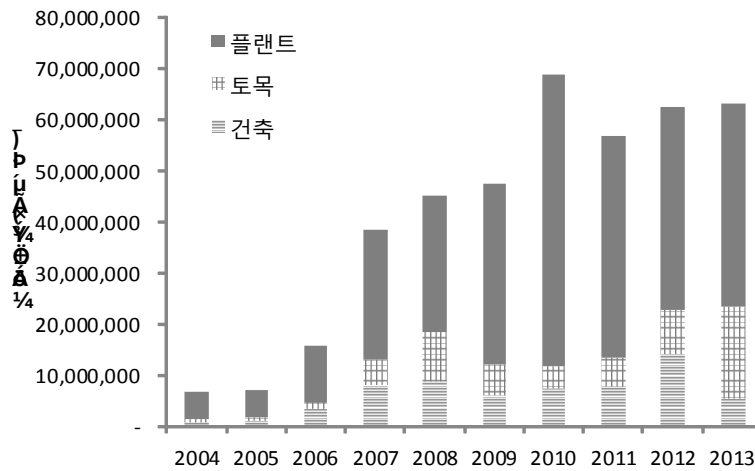
<표 2.10> ‘10년 ~ ‘14년 해외시장에서 국내 업체 수주 교량공사 프로젝트(’15년 메리츠 화재 건설 산업 전망)

업체	Project명	계약일	도금액 (백만불)	대상여부	비고
현대건설	인도 웨스턴 프리웨이 해상교량 공사 2A 단계	2010년	603	x	- 연장 12.7 km - 육상 구간으로 판단
	보스포러스 제3교량	2013년	418	x	- 접속교 없음
	Chacao Bridge, Los Lagos Region	2014년	350	x	- 연장 2.635 km - 접속교 없음
	Seikh Jaber Al-Ahmed Al-sabah Causeway	2012년	2,060	o	- 해상 접속교 다수
대림산업	Sungai Brunei-Kampong Sungai Kebun 교량	2013년	94	x	- 접속교 교각 6기 - 평균 D1500 현타말뚝 4본 - 수상 교각 1기
대우건설	보츠와나-잠비아 Kazungula Bridge	2014년	162	x	- 자갈퇴적층
삼성물산	카타르 루세일 개발 교량(CP-3A)	2012년	90	x	- 접속교 없음
	머지 게이트웨이 교량공사	2014년	252	x	- 수상 접속교 교각 없음
GS건설	밤콩교량 건설공사	2013년	170	x	- 접속교 교각 51기 - 수상 교각 6기
	빈틴 교량 공사	2011년	86	o	- 접속교 교각 28기 - 수상 교각 28기
	도하링크 프로젝트	2014년	573	o	- 연장 12.43 km - 해상부 7.72 km
총액			4,858		- 연간 약 970백만불
대상 프로젝트 비중			0.56		- 연간 약 540백만불

□ 최근 10년간(2004-2013년) 우리나라 기업의 건축·토목·플랜트 수주 규모 및 Global Insight(2014) 자료를 활용하여 2014-2018년 세계 건설시장의 성장 전망을 분석하였음

○ 공종별 수주금액을 살펴보면 플랜트 공종은 전체적으로 꾸준히 가장 높은 비중을 차지하고 있으나 2010년 이후 수주금액은 감소세를 보였으며, 토목 분야의 수주금액은 비약적인 발전을 함(그림 2.3)

○ 2014-2018년 해외 건설시장의 공종별 성장 전망을 분석한 결과 건축, 플랜트 공종은 성장세가 둔화되는 반면, 토목 공종은 2016년 이후 5% 가까운 성장을 기록할 것으로 전망됨(그림 2.4)



### 3절. 국내외 기술동향

- 해상 교량 기초 가설공법은 목적(영구) 구조물인 해상 교량 기초 시공을 위한 임시 구조물 시공법으로 각 해상 교량 프로젝트의 지형 조건, 지반 조건, 환경 조건 등에 따라 기존 공법을 그대로 적용하거나 일부 변경하여 적용하는 실정임
- 즉, 목적 구조물 시공을 위한 임시 구조물이므로 목적 구조물과 같은 활발한 기술개발 활동이 미미할 것으로 판단되어 본 연구에서는 국내외 해상 교량 기초 시공을 위한 임시 구조물(가설공), 특히 가물막이 시공 사례를 조사하여 기술동향을 분석함
- 국내외 가설공 시공 사례는 해상뿐만 아니라 수상에서 적용된 사례를 조사하였으며, 조수 간만 및 파랑의 영향이 존재하는 해상과 유수 흐름이 존재하는 수상 조건을 고려하여 해상과 수상 가물막이로 구분하여 조사함
- 해상의 경우 기초 시공을 위해 가물막이 등 가설공이 필요한 교량 프로젝트를 중심으로 조사하였고, 수상의 경우 수상 교량뿐만 아니라 대규모 가물막이가 필요한 댐, 보 등 수리구조물 프로젝트를 포함하여 조사함
- 현재 국내 가물막이 공법들은 현장의 여건에 맞게 다양하게 활용되고 있으며, 대표적으로 벽강관말뚝 공법, 강널말뚝 공법, 영구케이싱 공법, 셀식 가물막이 공법, 지오투브(geotube) 공법, PC 하우스공법, 케이슨튜브(C.T.) 공법 등이 적용됨
- 벽강관말뚝 공법은 육상에서 가이드프레임을 제작한 후 대형 해상크레인(floating crane)을 다수개의 편파일을 가이드 파일(guide pile)내부로 항타 관입함으로써 고정함
- 이후 벽강관말뚝을 주열식으로 타입하여 가물막이 벽체를 설치하고, 강관과 강관 사이의 조인트부에 팩 그라우팅(pack grouting)을 실시하여 지수벽을 완성시켜 가물막이를 완성(신동현 등, 2010; 유현식 등, 2010; 유현식 등, 2012)
- 벽강관말뚝의 단점은 강관-강널말뚝의 이음부 지수공에 실패하면 수밀성이 저하되고, 인발후 재사용이 어려우며, 가이드프레임 및 강관말뚝의 전도 등 안전사고 우려, 편파일 및 강관 시공시 진동/소음 등의 환경 문제, 비교적 높은 공사비



[그림 2.5] 벽강관말뚝 가물막이

- 강널말뚝 공법은 철재 널말뚝을 연속해서 삽입하여 차수성 흠막이벽을 형성하여 떠장, 버팀대로 지지하는 방법으로 지반이 연약한 실트층 지반이나 모래지반의 경우 대표적인 가물막이 공법으로 사용함
- 조수간만의 차가 큰 해상에서 1열의 강널말뚝을 시공할 경우 내외부 수압차를 견디지 못하기 때문에 차수벽 형성이 어려워, 그에 대한 대책으로 2열 가물막이를 설치하여 가물막이 사이에 내부 속채움을 통하여 차수벽을 형성하나 공사비 및 공사 난이도 측면에서 불리함
- 2열 강널말뚝 형식 가물막이는 4대강 살리기 사업 및 치수 능력 증대사업에 폭넓게 시공(김진우 등, 2008; 조주환 등, 2010; 이종욱, 2012)
- 강널말뚝의 단점은 선단부가 암반층인 경우 강널말뚝과 암반 사이에 틈새가 존재하여 굴착면 내부로 토사가 밀려들어올 수 있으며, 이로 인하여 굴착 배면에 지반의 침하가 발생할 수 있고, 또한 강널말뚝 시공시 이음부분이 벌어질 수 있음. 강널말뚝-Hpile 복합 벽체 형식이 개발되어 있으나, 강널말뚝-Hpile간 강결이 어려워 하자사례가 빈번하게 발생함



[그림 2.6] 내외 수위차가 심한 구간의 강널말뚝 가물막이 하자사례

- 영구케이싱 공법은 희생강관을 풍화암층 상단까지 타입한 후 강관 내부의 토사를 굴착하여 기반암을 소요심도까지 굴착한 후 케이싱 내부에 철근망을 근입하고 콘크리트를 타설함으로써 기초를 형성하는 순서로 시공하는 공법임
- 영구케이싱은 현장타설말뚝이 근입되는 지반의 선천공시 공벽붕괴를 방지하고, 해저면 상부 말뚝체 형성을 위한 가이드관 및 콘크리트 거푸집 역할을 겸하게 되므로 수상 현장타설말뚝 공사시 필수임
- 영구케이싱 공법의 단점은 희생강관은 구조부재의 역할을 하지 않는 것으로 가정하며, 대심도 연약지반의 경우 희생강관 케이싱의 자재비가 전체 공사비에서 차지하는 비중이 높음(조성민 외, 2006a; 조성민 외 2006b)



- 셀식 가물막이 공법은 강제파일을 원형과 아크(Arc)형, 두 가지 타입으로 형틀(template)을 만들고, 임시 가조립하여 제작한 후 항타기를 이용하여 파일을 원형으로 연결시켜 원형셀을 형성함으로써 해수의 유입을 차단하는 임시 물막이 공법임
- 전도(속채움재의 전단변형파괴), 활동, 지지력에 대한 검토를 수행하여 체체의 폭을 결정함(최동지 등, 2009)
- 셀식 가물막이 공법의 단점은 구조체의 원형을 유지하기 위한 형틀의 자재비 및 조립비 과다 소요, 조립 및 운반시 안정성 확보의 문제가 있음



[그림 2.8] 원형 및 아크형 셀식 가물막이

- 지오투브(geotube) 공법은 폴리에스테르(PE)나 폴리프로필렌(PP)등의 투수성 지오텍스타일로 제조된 거대한 포대 내에 모래나 준설토를 수리학적 방법으로 채워 넣은 토목섬유재료를 이용해 가축도를 형성하고 기초를 시공하는 공법임
- 가설도로를 형성하는 방법중 사석제 가설도로, 가설교량, 시트파일 가설도로 등에 비해 공기·공중이 단순하며, 별도의 사면보호공이 필요 없으며, 철거가 용이함(최종철 등, 2007)
- 지오투브 공법의 단점임 초기 시공비가 많이 투입, 지오투브의 부분적인 파손, 하부 원지반 세굴, 구체의 높이를 설계값 정도로 확보하기 어려움



[그림 2.9] 지오투브(geotube) 공법을 이용한 가축도

- PC 하우스 공법은 가물막이가 필요한 해상구간 교각기초 시공과 관련하여 거푸집과 가시설 기능을 겸할 수 있고 작업공간 확보가 가능한 공법임
- 수심이 비교적 깊어 가물막이 및 지중 footing 시공이 어려운 구간에 적용성이 커 최근 빈번히 사용되는 공법임
- PC 하우스 공법의 단점은 말뚝 결속부, PC 하우스 부재간 차수 공법 적용이 난해하며, 또한 PC 하우스 내측 콘크리트 타설 전에는 PC 구체가 부력을 받게 되므로 설계 및 시공시 이를 고려, 또한 footing이 해수면 위로 드러나게 되어 미관상 불리함



- 케이슨 튜브(C.T.) 공법은 케이슨에 설치된 고무튜브 및 고무팩킹재를 수중 구조물에 밀착시켜 외부 유입수를 차단하여 건조상태의 작업공간을 확보하는 가물막이 공법이며, 유속이 작고 세굴이 잘 일어나지 않는 하상재료를 갖는 교량에 적합함
- 케이슨 튜브 공법의 단점은 선단 하부측으로 안정성 확보 및 차수 보장을 위한 추가적인 공법이 필요하며, 공사비가 고가임



[그림 2.11] 케이슨 튜브 가물막이 공법의 케이슨 설치

## 1. 국내 기술동향

- 1958년도부터 2010년도까지 가물막이 형식의 가설공법이 적용된 현장 사례를 조사하였으며, 총 28개의 국내현장에 대한 사례 조사가 이루어졌음
- 표 2.11은 국내 수상 조건의 가물막이 형식의 현장 사례 조사 결과로서 시공 중 유수전환을 위해 가물막이 공법이 필수적으로 적용되는 댐 및 보 현장의 사례가 대부분이며, 강널말뚝으로 차수 보장한 필댐이 대부분 적용되었음
- 그 외에는 주열식 차수벽, 지오투브가 부분적으로 적용되었으며, 강널말뚝을 이용한 공법은 주로 보 현장에서 적용되었고 콘크리트의 댐 형태의 가물막이 공법은 댐 현장에 대부분 적용됨
- 국내 해상 현장 사례 조사는 표 2.12와 같고, 해상 현장 사례는 대부분 해상 교량 현장이며, 방조제 현장에서 가물막이공이 적용된 사례가 조사되었음
- 국내 해상 현장의 경우 셀식, 강널말뚝, 지오투브(Geotube), PC 하우스(+Jig Jacket+영구케이싱), 벽강관말뚝 등 다양한 가물막이 공법이 이용되었음
- 그 중 셀식 가물막이 공법이 약 2005년까지 많은 현장에서 이용되었으나,

최근에 들어서는 PC 하우스 공법(+Jig Jacket+영구케이싱)을 이용하는 것으로 나타남

- PC 하우스 공법 적용 시에는 대부분 말뚝 시공을 위한 육상에서 제작한 작업대 형성 목적의 Jacket을 해상의 시공 위치(교각)에 거치 및 고정된 후 수중 및 연약한 원지반 구간에서 말뚝 본체 형성 및 형상 유지를 위한 영구케이싱 시공 과정이 동반됨

<표 2.11> 국내 수상 현장 사례 조사 결과 요약

위치	공법	년도
대청댐	콘크리트 가체절벽형/중앙 및 경사 차수벽형 석괴담식	1975
충주댐	콘크리트 담식/중앙 차수벽형 석괴담식	1978
합천댐	콘크리트 담식/균일형 필댐식 가물막이	1988
부항댐	경사차수막형 균일형댐	2002
일산대교	지오투브(Geotube)	2003
안동댐 비상여수로	필댐+N.C.S.P(New Continuous Sequent Pile)	2005
성덕댐	콘크리트 담식 가물막이/균일형 필댐식 가물막이	2006
한탄강댐	콘크리트 담식 가물막이/중심 코어형 Rockfill담식	2007
화명대교	강널말뚝	2007
이포보	필댐+강널말뚝	2009
여주보	필댐+강널말뚝	2009
강천보	필댐+차수메트	2009
금남보	굴착 후 필댐	2009
부여보	필댐+2열강널말뚝	2009
금강보	2열 강널말뚝	2009
함안보	2열 강널말뚝	2009
합천보	2열 강널말뚝	2009
달성보	필댐+지오투브+강널말뚝	2009
강정보	필댐+강널말뚝	2009
칠곡보	2열 강널말뚝	2009
구미보	2열 강널말뚝	2009
낙단보	필댐+강널말뚝	2009
상주보	2열 강널말뚝	2009
죽산보	필댐+강널말뚝	2009
승촌보	필댐+강널말뚝	2009
보현산댐	콘크리트 담식/흙담식+차수층 방식	2010

<표 2.12> 국내 해상 현장 사례 조사 결과 요약

위치	공법	년도
서해대교-접속교	셀식	1993
서해대교	셀식	1993
영종대교	벽강관말뚝	1995
삼천포대교	셀식	1995
소록대교	셀식	2001
가덕대교	강널말뚝	2003
거가대교	셀식	2004
시화호 조력발전소	셀식	2004
적금대교	셀식	2004
명지대교	2열 강널말뚝	2005
인천대교	지오투브(Geotube)	2005
을숙도 대교	벽강관말뚝	2005
제 2 돌산대교(거북선대교)	셀식	2006
이순신대교	강널말뚝	2007
별교대교	PC 하우스	2008
압해-암태국도 현장	PC 하우스	2010

## 2. 국외 기술동향

- 1979년도부터 2011년도까지 총 5개의 해외 현장에 대한 사례 조사가 이루어졌으며, 해외 현장의 경우 국내와 달리 시공기록지 등 현장 시공 기록에 대한 획득 및 접근이 어려워 제한적인 조사가 진행되었음
- 해외 현장의 경우에도 국내의 거의 유사한 가물막이(가설공)이 활용되는 것으로 판단됨
- 표 2.13과 표 2.14는 국외 수상 및 해상 현장 사례 조사 결과로 국외 수상 및 해상 현장의 경우 국내에서 약 10년전 까지 널리 사용된 셀식 및 강널말뚝을 이용한 방법이 주로 사용되고 있음

〈표 2.13〉 국외 수상 현장 사례 조사 결과 요약

위치	공법	년도
Empire Township Wastewater Treatment Plant Cofferdam(미국)	셀식	1979
Bath-Woolwich Bridge(미국)	강널말뚝	1997
Vinh Thinh Bridge(베트남)	강널말뚝	2011

〈표 2.14〉 국외 해상 현장 사례 조사 결과 요약

위치	공법	년도
PT Trans-Pacific Petrochemical Indotama Jetties At Tuban, East Java(인도네시아)	셀식	2005
Marina Pez Vela, Quepos(코스타리카)	셀식	2007

### 3. 국내외 기술 분석

- 국내외 사례 조사 결과에서 약 4~5가지의 가물막이(가설공) 공법이 이용되므로 우선 분류를 통해 국내외 적용 상황을 살펴보고 주요 공법을 선정한 후 각 공법별 대표 사례를 통해 공법의 개요, 시공과정 및 장단점 등에 대해 검토함

#### 가. 국내외 공법 분류

- 국내외 조사된 가물막이(가설공) 사례로부터 주요 형식을 선정한 후 국내외 적용 유무 및 국내외 적용 실적을 표 2.15에 정리함
- 가물막이(가설공) 형식은 지오투브 공법, 강널말뚝 공법, 셀식 가물막이 공법, PC 하우스 공법으로 분류하였으며, 셀식 가물막이 공법과 벽강관말뚝 공법은 강널말뚝과 공법의 시공 방법, 형태, 재료가 거의 유사하여 동일한 공법으로 고려함
- 또한 영구케이싱, Jig Jacket 등 PC 하우스 공법과 병행 적용되는 공법은 별도로 구분하지 않고 PC 하우스 공법과 함께 고려함
- 지오투브 공법은 가축도 형성한 후 육상화하여 시공하는 방법의 일종으로 볼 수 있으며, 가축도 형성 공법 중 지오투브 공법의 경우 가축도 단면을 축소하여 토공량을 최소화할 수 있는 장점이 있어 해상 기초와 같이 대형의 가축도 형성이 필요한 경우 적용되고 있는 것으로 판단됨

- 가물막이(가설공)를 분류한 결과, 강널말뚝 공법이 가장 많이 적용되었으며, 가축도, 가설교량 및 해상 작업선과 조합하여 다양한 조건 및 형태로 운용 및 시공이 가능한 장점으로 인해 가정 보편적으로 사용되는 것으로 판단됨
- 그러나 해상 교량 기초의 경우 수심 등을 고려할 때 지오투브 등을 이용한 가축도 형성 공법, 강널말뚝 등을 이용한 가물막이 공법이 비대해져 공기 및 공사비가 과다해지기 때문으로, 표 2.12와 같이 해상(수상) 작업이 지속적으로 필요한 단점에도 불구하고 현장타설말뚝이 기초로 주로 활용되는 2000년 후반 이후 PC 하우스(+Jig Jacket+영구케이싱) 공법이 주로 사용되는 것으로 판단됨

〈표 2.15〉 가물막이 분류

공법	국내		국외		총 개수
	적용 유무	적용 실적	적용 유무	적용 실적	
지오투브(Geotube) 공법	○	2			2
강널말뚝 공법	○	18	○	2	20
셀식 가물막이 공법	○	7	○	3	10
PC 하우스 공법	○	2			2

#### 나. 주요 해상 기초 가설 공법 개요

- 지오투브, 강널말뚝, PC 하우스 각 공법의 상세 내용을 대표적인 사례를 중심으로 공법의 개요, 시공과정 및 장단점 등을 설명함

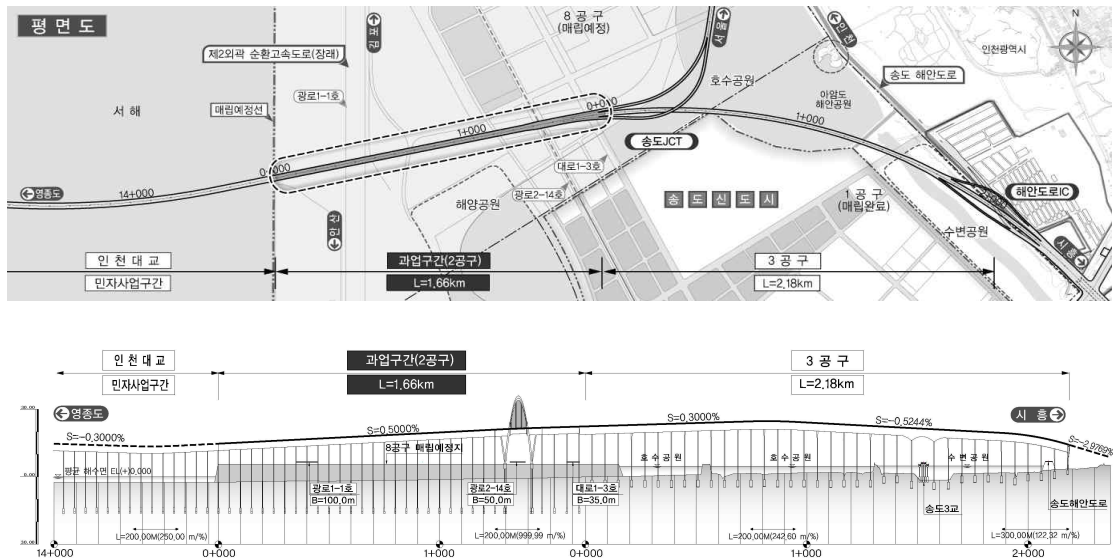
##### (1) 지오투브(Geotube) 공법

- 공법 개요

- 지오투브는 폴리에스테르(PE)나 폴리프로필렌(PP)등의 투수성 지오텍스타일로 제조된 거대한 포대 내에 모래나 준설토를 수리화적인 방법으로 채워 넣은 토목섬유재료를 이용해 가축도를 형성하고, 가축도 상부를 통해 건설 장비 이동 및 작업, 자재 반입 등이 이루어지는 공법임
- 따라서 지오투브 공법은 일반적으로 비교적 얇은 수심에서 기존의 토사를 이용한 가축도 형성 작업을 토목섬유를 이용하여 빠르게 진행하는 공법으로 해상 또는 수상 작업을 육상화 작업 조건으로 변경하는 공법임

□ 대표사례 현장

- 지오투브 공법의 대표 국내 사례 현장은 인천대교 현장으로 인천대교에서는 그림 2.12의 전체 현장 구간 중 인천 송도 육지측의 접속교 일부 구간에 지오투브 공법이 적용되었음



[그림 2.12] 인천대교 지오투브 공법 적용 구간 평면도 및 단면도

- 인천대교 현장의 지오투브 시공 사진은 그림 2.13과 같고, N단까지 지오투브를 적재하는 경우 시공 순서는 아래와 같음
  - (a) 지오투브를 설치할 장소에 침식방지 매트를 포설
  - (b) Post Pile 설치 및 지오투브 포설
  - (c) 지오투브 1단에 모래 주입
  - (d) 지오투브 1단 상부에 샌드폼 설치
  - (e) N단까지 (c)-(d) 과정 반복
  - (f) 내부 속채움을 통한 가축도 형성 완료
  - (g) 교각 기초 말뚝 및 구조물 시공



(a) 침식 방지 매트 포설



(b) Post Pile 설치 및 지오투브 포설



(c) 지오투브 1단 모래주입



(d) 샌드폼 설치



(e) 지오투브 2단 모래주입



(f) 내부 속채움 및 가축도 설치완료

[그림 2.13] 지오투브공법 시공순서

- 지오투브 공법 적용시에는 지오투브를 이용한 가축도 형성이 완료된 이후 가축도를 통해 장비 진입 및 시공, 자재 반입이 이루어지며, 지오투브를 이용하여 길이 약 1.5 km(교각 약 30기), 폭 약 24 m, 높이 약 9 m의 가축도를 형성하는데 공사기간 약 9.5개월, 공사비 약 230억원이 소요되었음

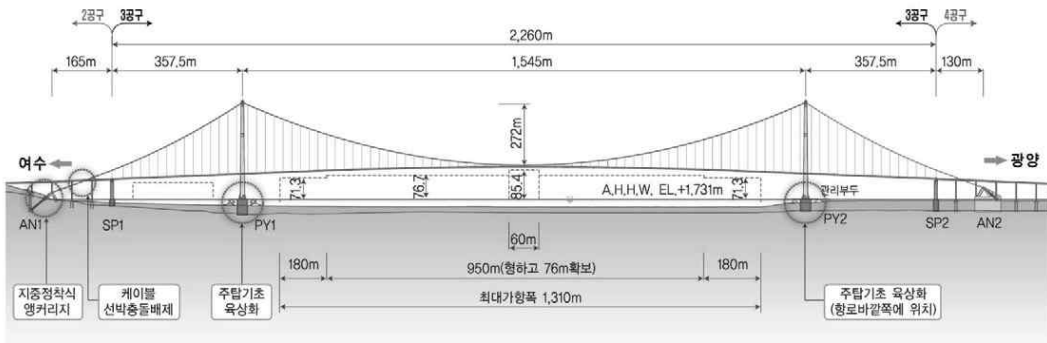
(2) 강널말뚝 공법

□ 공법 개요

- 강널말뚝 공법은 철재 널말뚝을 연속해서 삽입하여 차수성 흙막이벽을 형성하는 공법으로 내부를 속채움하여 강널말뚝으로 형성한 벽체 내부를 육상화하여 기초 공사용 작업여건을 마련하기도 함
- 강널말뚝 공법은 일반적으로 조수간만의 차가 큰 경우 차수벽 형성이 어려우며, 2열 가물막이를 설치하기도 하나 공사비 및 공사 난이도 측면에서 불리하며, 강널말뚝의 특성으로 강널말뚝 선단부에 틈새가 존재하여 내부로 유수 유입, 굴착 배면의 지반 침하로 인한 안정성 저하가 발생할 수 있음
- 또한 강널말뚝의 향타 시공 등으로 인해 시공시 진동, 소음 등의 환경 문제가 동반됨

□ 대표사례 현장

- 본 보고서에 수록한 강널말뚝 공법의 대표 사례 현장은 이순신대교 현장으로 육상화 시공을 위해 적용되었음



[그림 2.14] 이순신대교 종단면도

- 이순신대교 현장에서의 강널말뚝 공법을 적용한 시공 순서는 그림 2.15와 같고, 아래와 같은 순서로 시공이 진행됨
  - (a) 강널말뚝 향타
  - (b) 강널말뚝 내부 속채움
  - (c) 교각 말뚝 기초 시공
  - (d) 강널말뚝 내부 굴착 및 지보재 시공

- (e) 현장타설말뚝 및 구조물 시공



(a) 시트파일 항타



(b) 속채움 또는 내부 보강재 시공



(c) 내부 굴착 및 지보재 시공



(d) 구조물 시공

[그림 2.15] 이순신대교 현장의 강널말뚝공법 시공순서

- 이순신대교 현장의 공정표에 따른 앵커리지 AN1의 경우 가물막이(Sheet Pile) 및 사석기초 시공을 위해 약 2개월(44일), AN2의 경우는 가물막이(지중 연속벽) 및 내부 굴착에 약 6개월(166일)의 공기가 계획되었으며, 공사비는 약 5억원이 계획되었음. 이때 사석기초 시공 및 내부 굴착의 두께(깊이)는 약 3 m 내외임

(3) PC 하우스 공법

□ 공법 개요

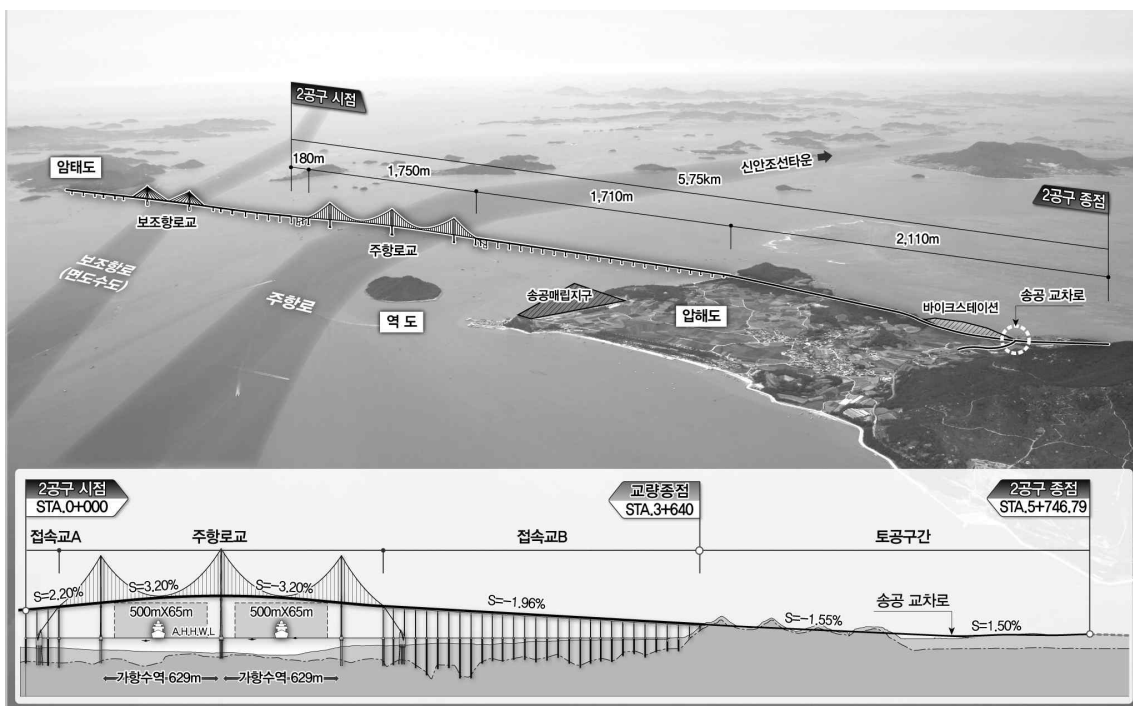
- PC 하우스 공법은 대부분 영구케이싱 및 Jig Jacket과 병행하여 적용되며, 해상에서 말뚝 굴착 및 시공을 위한 작업대인 Jig Jacket, 수중 및 일부 지반불량 구간에서 말뚝 시공시 거푸집 역할을 위한 영구케이싱, 말뚝 시공후 기초 저판 시공을 위한 PC 하우스로 구성됨
- Jig Jacket은 철재 프레임 형태로 제작된 후 기초 말뚝 위치를 고려하여 해상에 거치한 후 Pin Pile 시공을 통해 고정되며, Jig Jacket 상부에 작업대를

설치하여 말뚝 기초 시공 여건을 조성함

- 이후 수중 및 일부 지반 불량 구간에서 말뚝 시공시 거푸집 역할을 위한 영구케이싱이 시공됨
- PC 하우스는 말뚝 시공 후 기초 저판 시공을 위한 거푸집과 가시설 기능을 겸하여 작업공간 확보가 가능한 공법으로 수심이 비교적 깊은 구간에 적용성이 커서 2000년대 후반부터 사용 빈도가 높음
- PC 하우스 공법의 경우 Jig Jacket의 비용은 타 공법에 비해 상대적으로 저렴한 편이나 영구케이싱은 회수가 불가능한 희생강관으로 영구케이싱의 매몰비용으로 인한 공사비 증액이 발생함
- 또한 PC 하우스는 말뚝 결속부, 부재간 차수 공법의 적용이 난해한 부분이 있으며, 내측 콘크리트 타설 전에는 PC 구체의 부력이 발생하므로 이를 안정화하기 위한 장치가 필요하나 셀식 가물막이 등 타 공법 대비 시공비가 저렴하고 공기가 짧은 장점이 있음

□ 대표사례 현장

- 본 보고서에 수록한 PC 하우스 공법의 대표 사례 현장은 새천년대교 현장으로 그림 2.16은 현장의 조감도 및 종단면도임



[그림 2.16] 새천년대교 현장 조감도 및 종단면도

- 새천년대교 현장을 비롯한 일반적인 PC 하우스(+ Jig Jacket + 영구케이싱) 공법의 시공 순서는 그림 2.17과 같고, 이를 기술하면 아래와 같음
  - (a) Jig Jacket 및 PC House 육상 제작
  - (b) Jig Jacket 해상 운반
  - (c) Pin Pile 항타 등을 통한 Jig Jacket 설치
  - (d) 영구케이싱(희생강관) 시공
  - (e) RCD(Reverse Circulation Drill) 등을 이용한 말뚝 기초 굴착
  - (f) 철근망 설치 및 콘크리트 타설
  - (g) Jig Jacket 해체
  - (h) PC House 해상 운반 및 거치
  - (i) 기초 저판 및 구조물 시공
- 새천년대교 현장의 공정표에 따른 해상 접속교(D1800, 14기, 4본/기)의 PC 하우스 거치 완료시까지 약 8개월을 계획하였으며, PC하우스가 계획된 약 20기의 현장타설말뚝 기초 시공을 위한 가설공 공사비는 약 60억원으로 분석됨



(a) Jig Jacket 및 PC 하우스 육상 제작



(b) 해상 운반



(c) Jig Jacket 설치



(d) 영구케이싱(희생강관) 설치



(e) 말뚝 굴착(RCD 공법 적용)



(f) 철근망 설치



(g) PC House 설치

[그림 2.17] PC 하우스(+Jig Jacket+영구케이싱) 공법 시공순서

다. 주요 해상 기초 가설 공법 비교

- 대표 사례를 기준으로 주요 해상 기초 가설 공법의 공사기간과 공사비를 개략적으로 정리하면 표 2.16과 같으며, 공법간 상대비교를 위해서는 동일 조건에 대한 비교 검토가 추가적으로 필요함
- 지오투브의 경우 순수한 가축도 형성 기간만 포함되어 교각당 소요되는 RCD 4분의 시공기간 약 1개월을 고려하여 공사기간을 재산정함
- 표 2.16에서 공사기간과 공사비를 종합적으로 고려할 때 PC 하우스 공법이 지오투브, 강널말뚝 공법에 비해 상대적으로 빠르고 저렴한 비용으로 공사를 진행할 수 있음
- 이러한 이유로 인해 특히 수심이 깊은 교량 기초 현장의 경우 PC 하우스 공법이 근래에 널리 적용되고 있는 것으로 판단됨
- 대표적인 가물막이 공법의 적용성, 특징 및 장단점, 시공시 유의사항에 대해 표 2.17에 나타내었음

<표 2.16> 주요 해상 기초 가설공법의 공사기간 및 공사비 비교

공법	공사기간		공사비	
	교각개소	기간	교각개소	공사비
지오투브	30기	9.5개월 (가축도 형성 기간) 39.5개월 (1.3개월/기) (교각당 현장타설말뚝 시공 공기 고려)	30기	약 230억원 (7.7억/기)
강널말뚝	2기	2~6개월/기 (평균 4개월/기)	2기	약 5억원 (2.5억/기)
PC 하우스	14기	약 8개월 (0.6개월/기)	20기	약 60억원 (3.0억/기)

<표 2.17> 가물막이 공법 비교

종류	적용성	특징 및 장단점	시공시 유의사항
자립형	1열 SHEET PILE 공법	- 수심(~3 m)이 얇고 공기가 짧은 때 사용 - 구조가 단순하며 재료입수 용이 - 용지가 넓을수록 시공 용이	- 장기공사에서는 별도의 치수벽을 제방 내에 설치 - 투수성 토사인 경우, 전면에 불투수성 포장재(비닐, 포장 등) 설치 필요
	2열 SHEET PILE 공법	- 수심 5 m 정도의 지반이 좋은 소규모 공사에 사용하며 경제적인 - 강널말뚝의 휨강성과 근입깊이의 횡저항에 의해서 수압에 저항 - 압성토 혹은 강관말뚝을 병용할 경우 깊은 수심에도 적용 가능	- 1열 SHEET PILE 단독으로 수압, 토압에 저항하므로 SHEET PILE의 강도와 구조안정성을 신중히 검토해야 함 - 변위가 쉽게 발생되며, 설치선형이 균일하지 않을 수 있음
	CELL형 물막이 공법	- 수심 10 m 정도까지 적용가능 - 물막이 수심이 깊어 SHEET PILE 자체의 강성만으로 부족할 때 적용 - 각 CELL이 독립되어 있어서 구조 안정성이 뛰어나 - 수밀성이 좋으며 지지층이 깊은 경우에도 시공 가능 - 버팀대, 띠장 불필요 - 암반 등이 얇고 SHEET PILE 투입이 곤란할 경우 적용	- 시공이 어려우며, 중간채움 완료시까지 파랑에 약함 - 직선 널말뚝은 임대할 수 없기 때문에 경제성에서 다소 불리
	CONCRETE CAISSON 공법	- 수심 5 ~ 10 m 정도에 적합 - 대수심 교각 기초 등 특수 환경에 적용할 경우 시공성과 경제성이 있음 - 경제적이며 시공속도가 빠름 - 강널말뚝을 버팀대로 사용하지 않고 RING BEAM으로 지지 가능 - 작업공간이 넓고 PRE-STRESS에 의해 수밀성이 뛰어나	- 시공관리에 정밀도가 높아야 함
	강관 CELL 공법	- 수심이 깊어 널말뚝이 투입이 곤란할 경우 적용 - 안정성이 있으며 공기는 빠르나 강재 케이스 제작장이 필요하고 설치 과정에서 중장비가 소요되므로 시공성 및 경제성이 저하됨	- 저면에서 허빙 또는 파이핑 발생 처리 필요 - CAISSON의 예인, 침하에 필요한 시공여건의 검토
버팀대형	1열 SHEET PILE 공법	- 수심이 5~10 m 이고 교각 기초 공사에 많이 사용 - 흙막이와 같은 구조	- 버팀대 휨방지용 중간말뚝이 본구조물 시공에 간섭되지 않게 해야 함. - 철거시/시공시 안정성에 대한 면밀한 안정성 검토 필요
	2열 SHEET PILE 공법	- 수심 10 m 이상이며 유속이 크고 수심이 깊은 곳에 적용 - 주로 교각 기초 또는 Pump장 구조물 공사에 적용 - 1단 가물막이보다 수밀성, 강도가 큼 - 1단 가물막이보다 깊은 굴착에 사용 - 물막이 상부는 작업장으로 사용 가능	- 1단 물막이 유의사항과 동일
특수 공법	강관널말뚝 공법	- 수심 10 m 이상의 물막이 공사에 적용 - 강널말뚝에 비해 단면계획이 자유로움 - 널말뚝과 말뚝의 기능을 동시에 발휘하며 방수이음이 가능함 - 공사비가 비교적 고가임	- 한번 사용된 강관널말뚝 재사용이 어려움

## 4. 특허분석

### 가. 분석 개요

#### (1) 분석 배경 및 목적

- 본 특허동향분석은 해상 교량 기초 시공을 위해 물막이 가시설로 대형 원형 강재를 이용한 가설공법을 개발하기 위하여 연구 방향을 점검하는 동시에 전략적이고 내실 있는 연구기획이 가능하도록 기초자료를 만드는 것임
- 해상교량 기초 시공을 위한 가설 공법분야에 대한 특허분석을 통하여 해상 기초 공사를 위한 가시설로 대형 원형강재 기술에 필요한 대형 원형강재의 운반과 거치 및 플랫폼 기술과 근입기술, 특히 석션관입 기술과 조립 및 해체 기술의 현황을 파악하고 주요 출원인과 기술방향을 분석하고 핵심특허 현황 등을 파악하여, 특히, 본 연구개발 주요 핵심인 가물막이 기술의 수행 방향성 및 특허전략의 수립을 위한 특허정보를 제공하기 위한 것임

#### (2) 분석 기준 및 방법

〈표 2.18〉 분석대상 기술분류

중분류	소분류
해상 교량기초 시공을 위한 가설방법	시트파일(Sheet Pile) 가설방법
	케이슨(Caisson) 가설방법
	석션파일(Suction Pile) 가설방법

〈표 2.19〉 분석대상 기술범위

소분류	기술범위(검색개요)
운반/거치/안착	대형 원형강재의 해상운반, 원형강재의 거치와 안착, 원형강재의 수직도 확보기술 및 해상플랫폼 설치기술
관입/인발	원형강재의 석션 및 인발 기술과 근입도 확보기술
조립/해체	대형 원형강재의 조립 및 해체 기술(cofferdam, 석션을 위한 구조 조립해체 포함)
차수/배수	원형 강재 저면의 안정성과 선단부 차수(히빙과 보일링 방지 포함)

<표 2.20> 분석대상 기간 및 대상 건수

과제명	대상국가	분석 대상 특허 건수	분석기간
해상 교량기초 대형 원형 강재 가설	한국	89	'73 ~ 2015년 9월까지 공고된 자료
	일본	75	
	미국	43	
	유럽	23	

<표 2.21> 기술분류별 검색식 및 검색 건수

소분류	기술범위(검색개요)	국가	검색건수	유효 특허 건수
운반/ 거치/ 안착	ipc:(e01d*,e02b*,e02d*,b63b*,e21b*+)(해상*,수중*,해양*,바다*,수상*,심 해*,천해*,천변*,offshor*,off-shor*,subsea*,sub-sea*,(under n/1 water*), underwater*+)(케이싱*,파이프*,강관*,원형강관*+)(이동*,운송*,이송*,운 반*,거치*,설치*,가이드*,받침*,지지대*,고정대*,받침대*,재치*,안착*,su pport*,clamp*,holder*)	한국	1385	21
		일본	826	13
	ipc:(e01d15*/e01d21*/e02b17*/e02d5*/e02d7*/e02d9*/e02d11*/e02d13/ */e02d19*/e02d27*/e02d29*/b63b*,e21b*+)(offshor*,off-shor*,subsea*,sub -sea*,(under n/1 water*),underwater*+)(cas*,pipe*+ (carri*,carry*,transit*,deliver*,transmi*,transfer*,support*,clamp*,holder*,mo v*)	미국	1349	24
	유럽	252	14	
관입/ 인발	ipc:(e01d15*/e01d21*/e02b17*/e02d*,b63*,e21b*,f03d*+)(해상*,수중*,해 양*,바다*,수상*,심해*,천해*,천변*,바닷*,offshor*,off-shor*,subsea*,sub-s ea*,(under n/1 water*), underwater*+ (석션*,진공*,베큘*,배큘*,바큘*,베큘*,버큘*,부압*,배큘*,고진공*,베큘*, 배큘*,배큘*,absorber*,vacuum*,suck*,suction*, VACCUM*)	한국	1609	41
		일본	1140	25
	1. ipc:(e01d15*/e01d21*/e02b17*/e02d*,b63b*) +(offshor*,off-shor*,subsea*,sub-sea*,(under n/1 water*),underwater*,water*+)(absorber*,vacuum*,suck*,suction*, VACCUM*)	미국	688	9
	2. ipc:(e01d15*/e01d21*/e02b17*/e02d*) +((pile*,anchor*) n/1(absorber*,vacuum*, suck*,suction*,VACCUM*))	유럽	119	4

조립/해체	ipc:(e01d15/*,e01d21/*,e02b17/*,e02d*)+(해상*,수중*,해양*,바다*,수상*,심해*,천해*,천변*,바닷*,offshor*,off-shor*,subsea*,sub-sea*,(under n/1 water*),underwater*))+((강관*,케이싱*,원형*) n/2 (연결*,결합*,이음*,조인*,조인*,체결*,밀폐*,coffer*,코포*,코퍼*))	한국	311	10
		일본	385	33
	1. ipc:(e01d15/*,e01d21/*,e02b17/*,e02d*)+(water*,offshor*,off-shor*,subsea*,sub-sea*,(under n/1 water*),underwater*))+((pipe*,cas*))+((join*,connec*))+((seal*,watertight*,waterproof*,water-proof*,water-tigh*))  2. ((pile*,anchor*,casi*,pipe*,tube*) n/2(absorber*,vacuum*,suck*,suction*,VACCUM*))+((cover*,coffer*,seal*))+ipc:(e01d*,e02*,b63b*)	미국	2033	10
		유럽	411	5
차수/배수	ipc:(e01d15/*,e01d21/*,e02b17/*,e02d*)+(해상*,수중*,해양*,바다*,수상*,심해*,천해*,천변*,바닷*,offshor*,off-shor*,subsea*,sub-sea*,(under n/1 water*),underwater*))+((강관*,케이싱*,원형강*,파이프*))+((토우*,선단*,저면*,히빙*,파이프*,안정성*,워커빌*,차수*))	한국	888	17
		일본	2459	4
		미국	1293	0
	ipc:(e02b17/*,e02d*)+(cas*,pipe*,pile*))+((toe*,heav*,boiling*,piping) + (inject*,grout*))	유럽	254	0

본 분석에서는 양적인 통계를 의미하는 동향분석과 연구개발에 참고 할 수 있도록 주요특허에 대하여 심층분석을 실시함

○ 동향분석 방법

- 특허를 출원연도별, 국가별, 기술별 및 출원인별로 분류하여 각 부문별 특허 건수, 점유율 등으로 구분하여 분석을 수행함

- 이를 통해 세계의 특허동향과 우리의 수준을 비교하고, 해상 교량기초 원형 강재 가설 분야에서 세부 기술 분야별 연구개발 현황과 주요 기업을 살펴봄으로써 국가차원의 연구개발 및 국제협력의 필요성 등에 대한 기초자료를 제시함

○ 심층분석 방법

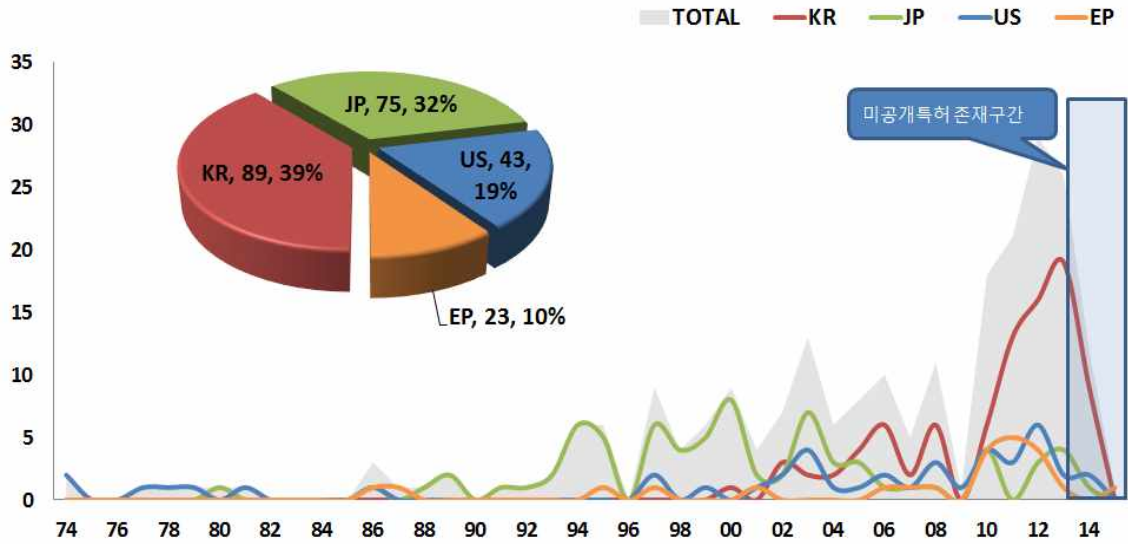
- 기술분류에서 주요특허 기술의 요지분석을 통하여 각 기술의 기술내용을 파악하여 출원인의 기술 방향과 기술의 진보성 파악하여 향후 연구 방향에 도움을 주고자 함

나. 동향분석

(1) 전체 특허동향

(가) 전 세계 및 각국의 연도별 출원 동향

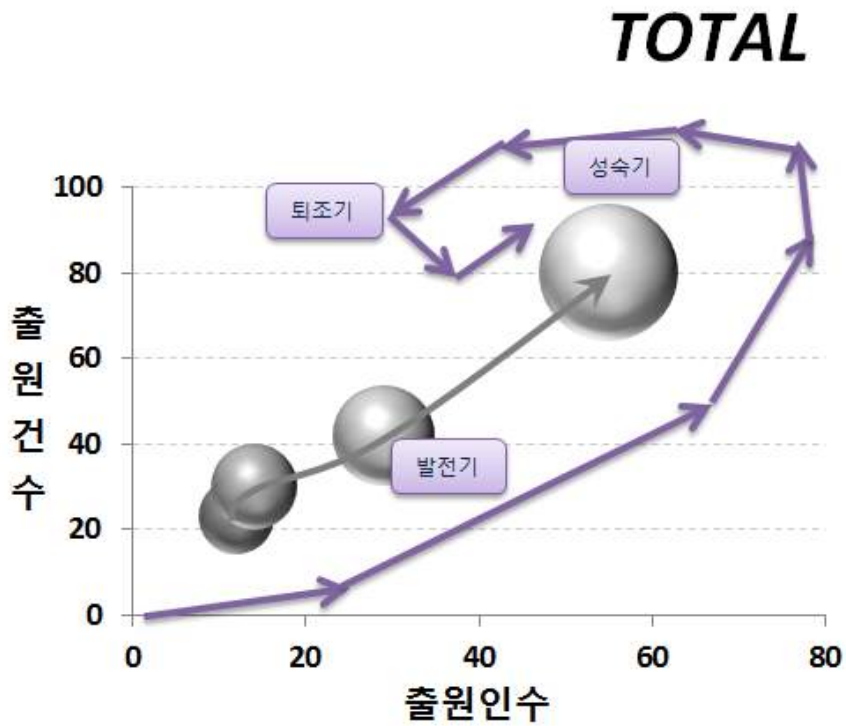
- “해상교량 기초 시공을 위한 가설 공법” 분야의 전체적인 특허출원동향은 한국과 일본이 많은 특허를 출원 하고 있으며, 일본이 1990년대에 출원을 주도했다면 한국이 2000년대 중반 이후 출원을 주도 하면서 기술 개발을 하고 있는 것으로 나타남(2013년 이후는 특허출원 후 18개월 후에 공개되는 특허 제도로 인하여 트렌드를 파악할때는 제외 되어야 함)
- 한국특허동향은 2000년대에 출원이 시작되어 2000년 중반부터 본격적인 출원이 되고 있으며 2009년에 잠깐 주춤하였으나, 2010년 이후에 급격히 증가하는 것으로 나타나, 타국에 비해 최근에 월등히 많은 특허출원을 보여, 해양공사 특히 강관을 이용한 공사와 해양 가시설공사에 관한 관심이 고조되고 있는 것으로 나타남
- 일본은 1980년대에 출원이 시작되었으며 1990년 중반 이후부터 특허 출원이 증가 하였으며 2000년 중반까지 특허를 꾸준히 출원하고 있으나 2000년 후반에 조금은 주춤한 것으로 나타났으나 한국과는 다르게 일본은 급격한 증가 없이 해양공사, 특히 가시설분야에 꾸준히 기술을 개발하고 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남
- 미국은 1970년대에 기술 개발을 시작하여 2000년으로부터 꾸준히 출원을 하고 있으며 2010년 이후 출원량이 증가하고 있으며, 유럽은 2010년 이후 일정수준 특허를 출원하고 있으나 그 출원량은 미미한 것으로 나타남
- 국가별 점유율은 한국이 89건으로 39%로 가장 많고, 일본 75건 32%, 미국 43건 19%, 유럽특허 23건 10% 순으로 나타남



[그림 2.18] 전 세계 연도별 특허출원동향

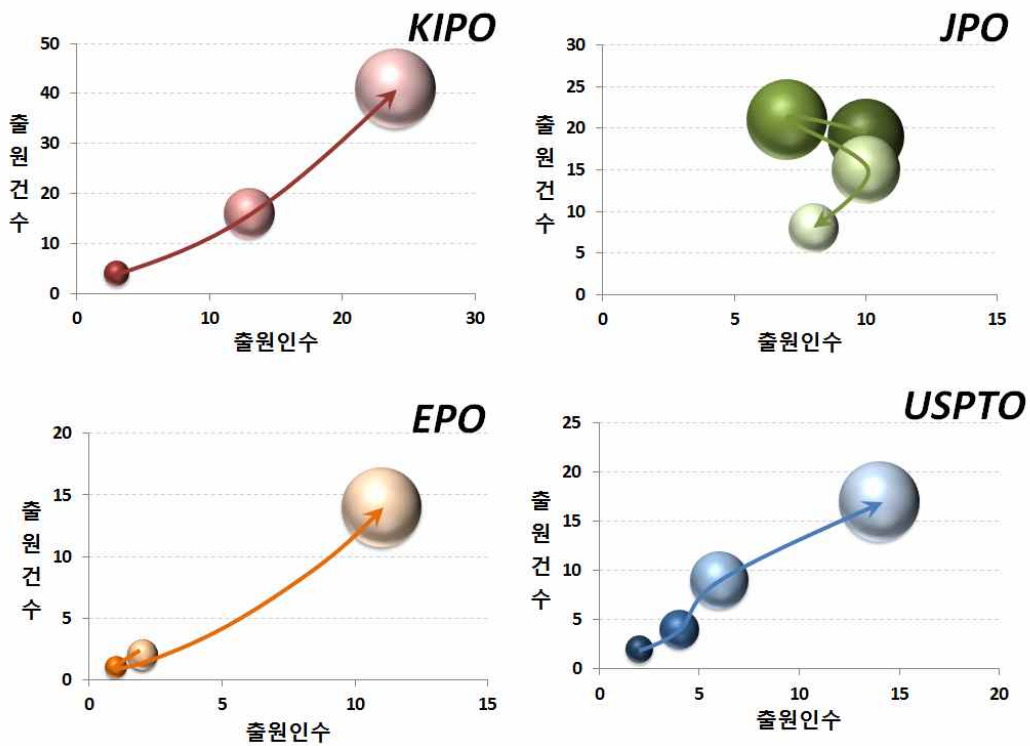
(나) 국가별 시장 성장단계 파악(포트폴리오분석)

- “해상 교량 기초 시공을 위한 가설 공법”에 대해 성장단계를 분석해보면, 전체적으로 발전단계에 있으며, 출원인수와 출원건수가 지속적으로 증가하고 있는 기술의 발전기 형태를 보이고 있어 해상 교량 기초 시공을 위한 가설 공사의 기술개발과 관심을 갖는 기업이 증가하고 있는 것으로 나타나고 있음
- 일본을 제외한 한국, 미국, 유럽 모두 발전단계에 있으며, 일본은 특허 성장 단계에서 출원건수는 변화가 없는데 출원인 수가 감소하여 선도하는 기업이 나타나고 그 기업 위주의 기술개발과 특허가 출원되는 성숙단계를 거쳐 출원건수와 출원인 수가 모두 감소하는 퇴조기 양상을 보이고 있어, 출원량과 출원인이 급증하고 있는 한국이 향후 해양공사 가시설 분야 기술 발전을 주도할 것으로 분석됨



[그림 2.19] 전체 포트폴리오분석

1구간: 1 '93 ~' 97년, 2구간: '98~ 2002년, 3구간: '03 ~' 07년, 4구간: '08~' 12년(출원년도 기준)

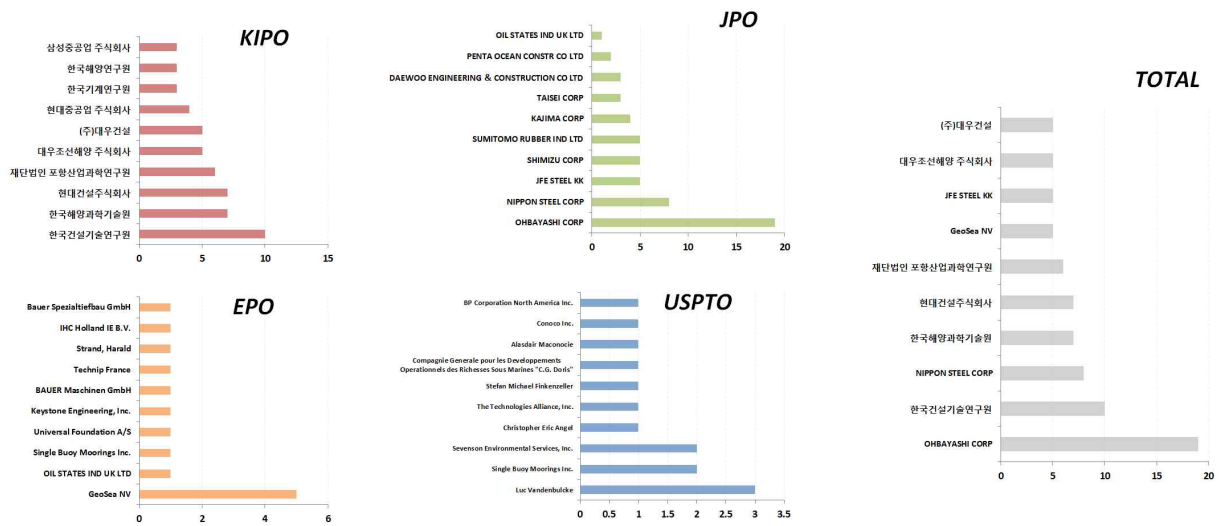


[그림 2.20] 국가별 포트폴리오분석

1구간: 1 '93 ~' 97년, 2구간: '98~ 2002년, 3구간: '03 ~' 07년, 4구간: '08~' 12년(출원년도 기준)

(다) 주요출원인 동향

- “해상 교량 기초 시공을 위한 가설 공법”의 각 국가별 주요 출원인을 살펴보면, 한국은 국책 연구원에서 많은 출원을 하고 있는 것으로 나타되며, 특히 한국건설기술연구원과 한국해양과학기술원 및 재단법인 포항산업과 일반 기업으로는 현대건설이 주요출원인으로 나타남
- 일본의 주요출원인은 OHBAYASHI가 압도적으로 많은 출원을 하고 있어 리더기업으로 기술개발을 주도하고 있으며, NIPPON STEEL, JFE STEEL, SHIMIZU, SUMITOMO RUBBER가 주요 출원인으로 나타남
- 유럽의 주요출원인은 해상풍력 주력 기업인 GeoSea NV이 주요출원인으로 나타남
- 전체적으로 종합해보면, 많은 특허출원을 보이고 있는 한국, 일본의 주요출원인은 자국위주의 출원을 하고 있으며, 특이 사항은 대우엔지니어링 기업이 일본에 출원을 하고 있으며, 한국은 국책 연구원 중심으로 일본은 OHBAYASHI 기업 중심으로 기술을 개발하고 있는 것으로 나타남

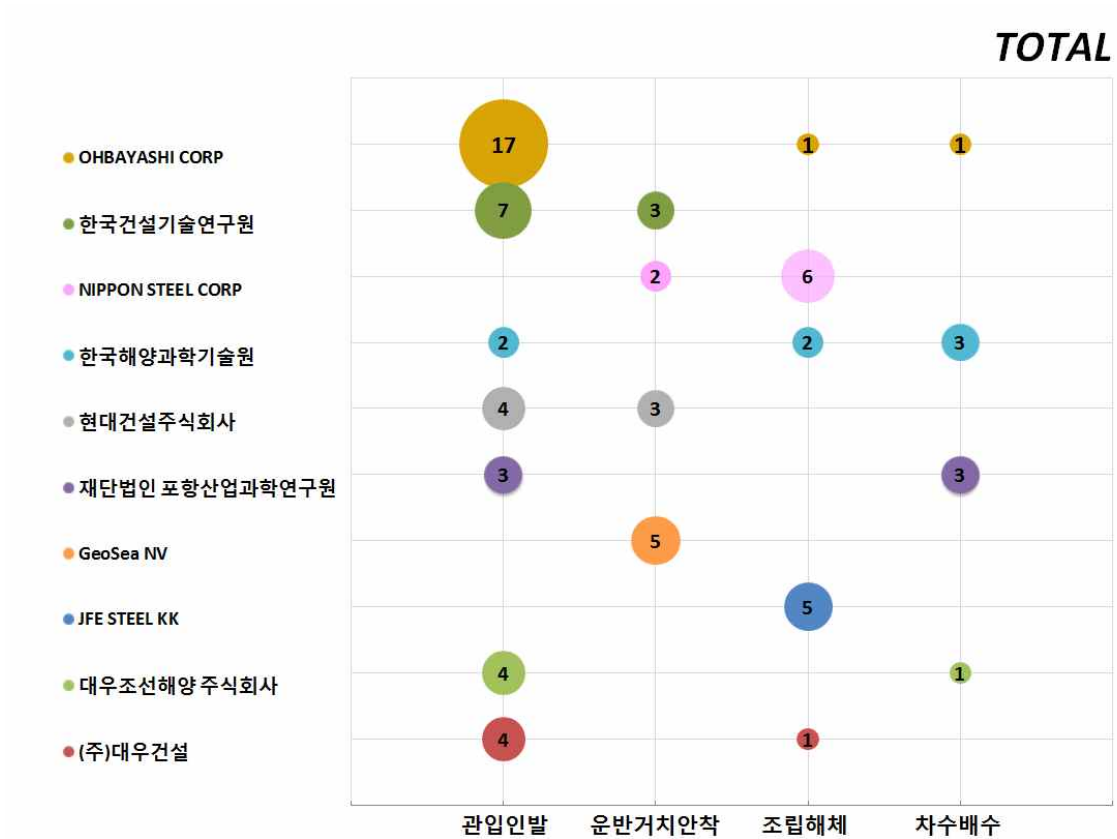


[그림 2.21] 국가별 주요출원인 TOP 10

<표 2.22> 국가별 주요출원인(전체)

순위	한국		일본		미국		유럽		전체	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	한국건설기술연구원	10	OHBAYASHI CORP	19	Luc Vandembulcke	3	GeoSea NV	5	OHBAYASHI CORP	19
2	한국해양과학기술원	7	NIPPON STEEL CORP	8	Single Buoy Moorings Inc.	2	OIL STATES IND UK LTD	1	한국건설기술연구원	10
3	현대건설주식회사	7	JFE STEEL KK	5	Sevenson Environmental Services, Inc.	2	Single Buoy Moorings Inc.	1	NIPPON STEEL CORP	8
4	재단법인 포항산업과학연구원	6	SHIMIZU CORP	5	Christopher Eric Angel	1	Universal Foundation A/S	1	한국해양과학기술원	7
5	대우조선해양주식회사	5	SUMITOMO RUBBER IND LTD	5	The Technologics Alliance, Inc.	1	Keystone Engineering, Inc.	1	현대건설주식회사	7
6	(주)대우건설	5	KAJIMA CORP	4	Stefan Michael Finkenzeller	1	BAUER Maschinen GmbH	1	재단법인 포항산업과학연구원	6
7	현대중공업주식회사	4	TAISEI CORP	3	Compagnie Generale pour les Developpements	1	Technip France	1	GeoSea NV	5
8	한국기계연구원	3	DAEWOO ENGINEERING & CONSTRUCTION CO LTD	3	Alasdair Maconocie	1	Strand, Harald	1	JFE STEEL KK	5
9	한국해양연구원	3	PENTA OCEAN CONSTRUCTION CO LTD	2	Conoco Inc.	1	IHC Holland IE B.V.	1	대우조선해양주식회사	5
10	삼성중공업주식회사	3	OIL STATES IND UK LTD	1	BP Corporation North America Inc.	1	Bauer Spezialtiefbau GmbH	1	(주)대우건설	5

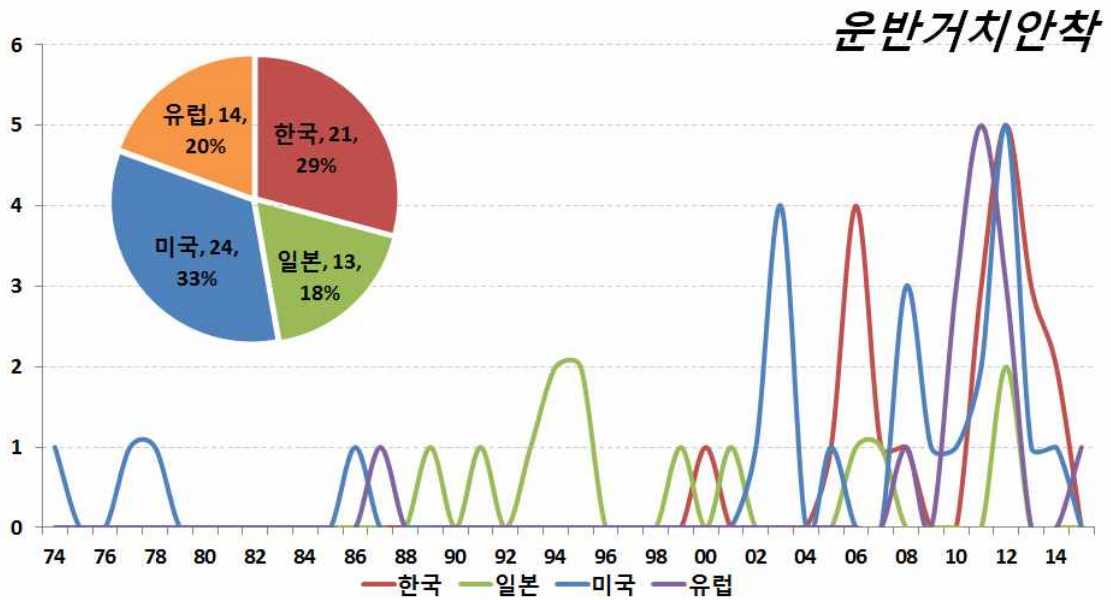
- 해양 가설공법분야 주요 출원인은 모두 관입인발에 관심을 갖고 출원하고 있는 것으로 나타남
- 일본의 NIPPON STEEL과 JFE STEEL은 조립해체분야에, 유럽의 GeoSea NV는 운반거치안착 분야를 중심으로 특히 출원을 하고 있는 것으로 나타남



[그림 2.22] 전체 주요출원인의 역점분야

(2) 기술별 특허동향

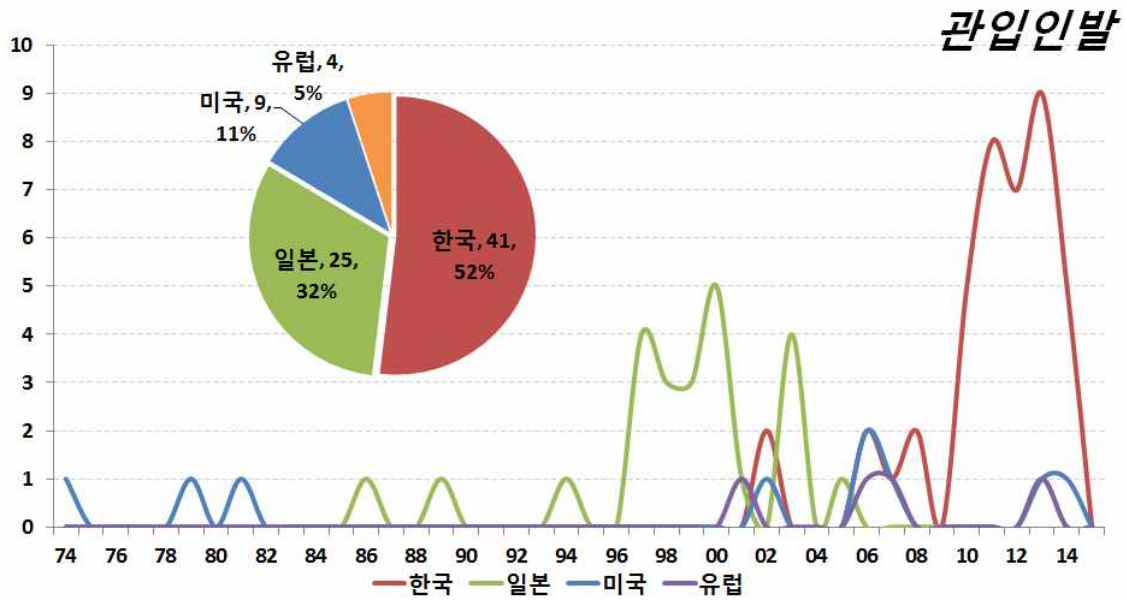
(가) 운반/거치/안착 분야 연도별 출원동향



[그림 2.23] 운반/거치/안착 분야 연도별 출원동향

- 운반/거치/안착 분야는 미국에서 가장 많은 출원을 하고 있으나 한국, 유럽, 일본에서도 유사한 건수의 특허출원이 이루어지고 있어 모든 국가에서 관심을 갖고 있는 분야로 파악됨
- 일본은 1990년 이후로 운반거치안착분야에 꾸준히 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남
- 미국, 한국, 유럽은 2000년에 들어오면서 특허 출원이 많아지고 있으며 특히 2010년 이후 해양공사 가시절공법 관련하여 강관을 이동/거치/안착하는 기술에 대한 관심과 기술개발을 활발히 하고 있는 것으로 나타남

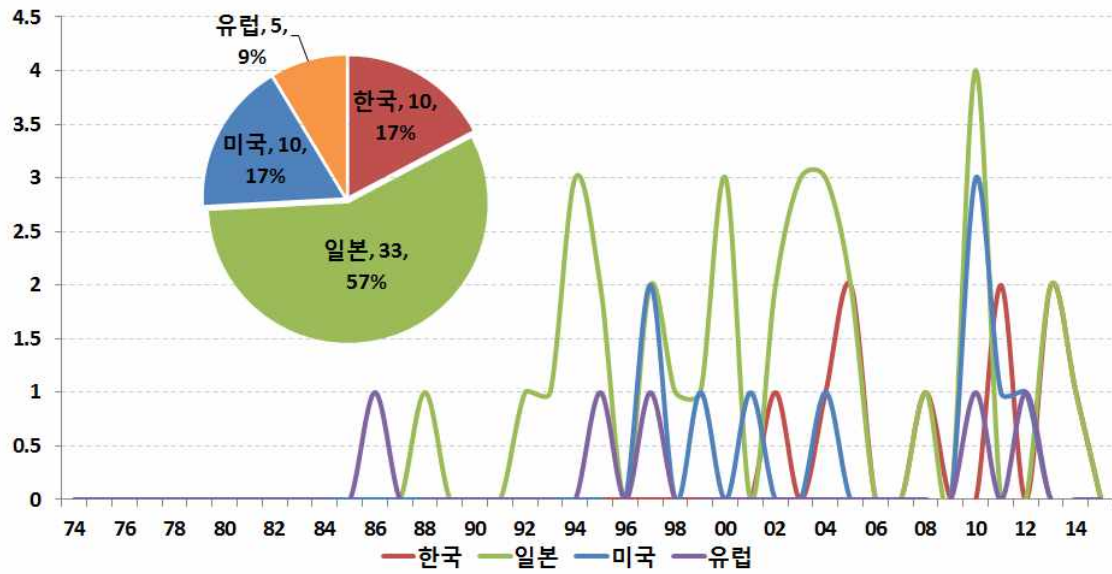
(나) 관입/인발 분야 연도별 출원동향



[그림 2.24] 관입/인발 분야 연도별 출원동향

- 한국이 52%로 가장 많은 출원을 하고 있으며 특히 2000년 후반에서 급격히 특허 출원량이 늘어나고 있어 관입인발 분야의 기술개발을 한국이 최근 들어 주도하고 있는 것으로 나타남
- 일본은 32%로 25건을 출원하고 있는데 1990년 후반부터 2000년 초반까지 출원 및 기술 개발을 주도하였으나 2000년 후반부터 출원량이 미미함

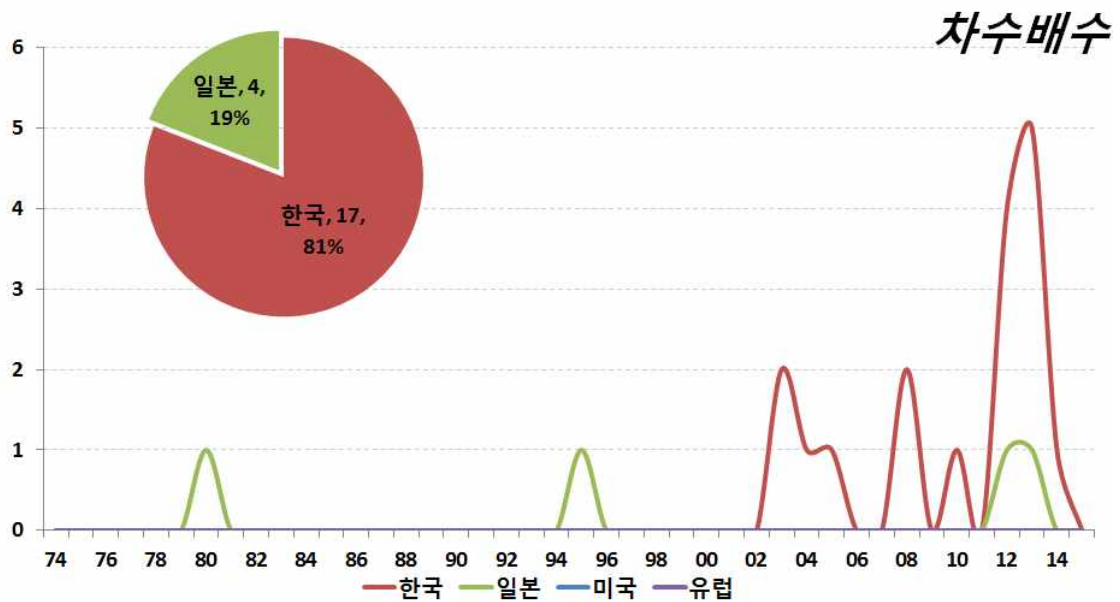
(다) 조립/해체 분야 연도별 출원동향



[그림 2.25] 조립/해체 분야 연도별 출원동향

- 조립/해체 분야는 일본이 57%로 가장 많은 출원을 하고 있으며 1990년부터 꾸준한 기술개발과 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남
- 한국은 조립해체분야에 2000년부터 관심을 보이고 있으며 아직까지는 꾸준한 기술개발을 보이고 있지는 않는 것으로 나타남
- 미국은 1990년 중반 이후 1~2건씩 특허를 출원하고 있어 관심을 보이고 있는 것으로 나타남

(라) 차수/배수 분야 연도별 출원동향

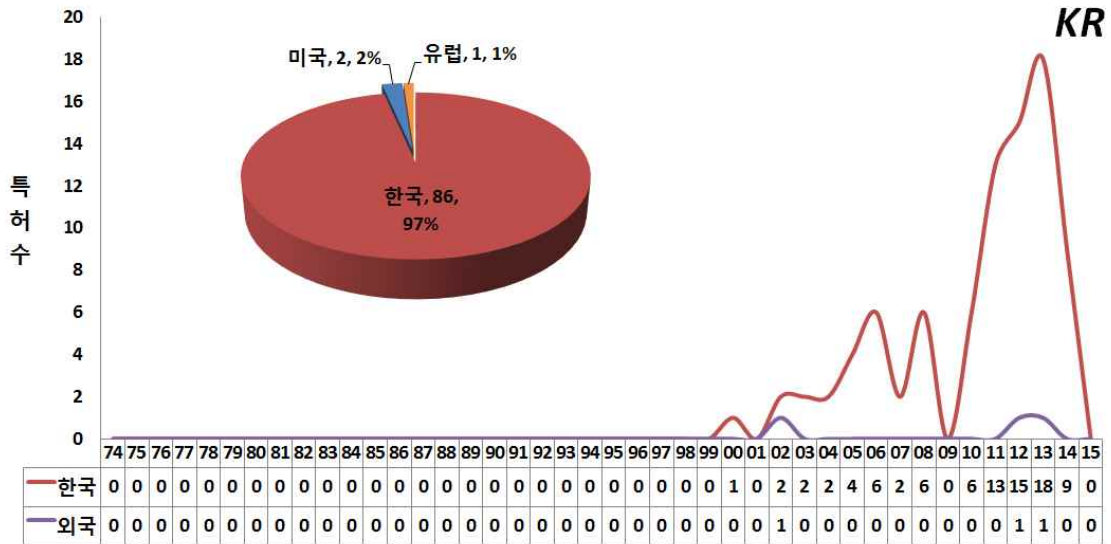


[그림 2.26] 차수/배수 분야 연도별 출원동향

- 차수/배수 분야는 한국이 81%로 가장 많은 출원을 하고 있으며 2002년부터 꾸준한 기술개발과 특허를 출원하고 있는 것으로 나타났으나 전체적으로 출원량은 적음
- 일본은 총 4건의 특허를 출원하고 있으며 미국과 유럽은 차수배수 분야에 특허 출원이 없는 것으로 나타나, 원형 강관을 가시설로 이용하기 위한 기술에서 강관 가시설의 저면 안정성을 위한 특허 출원이 미미함

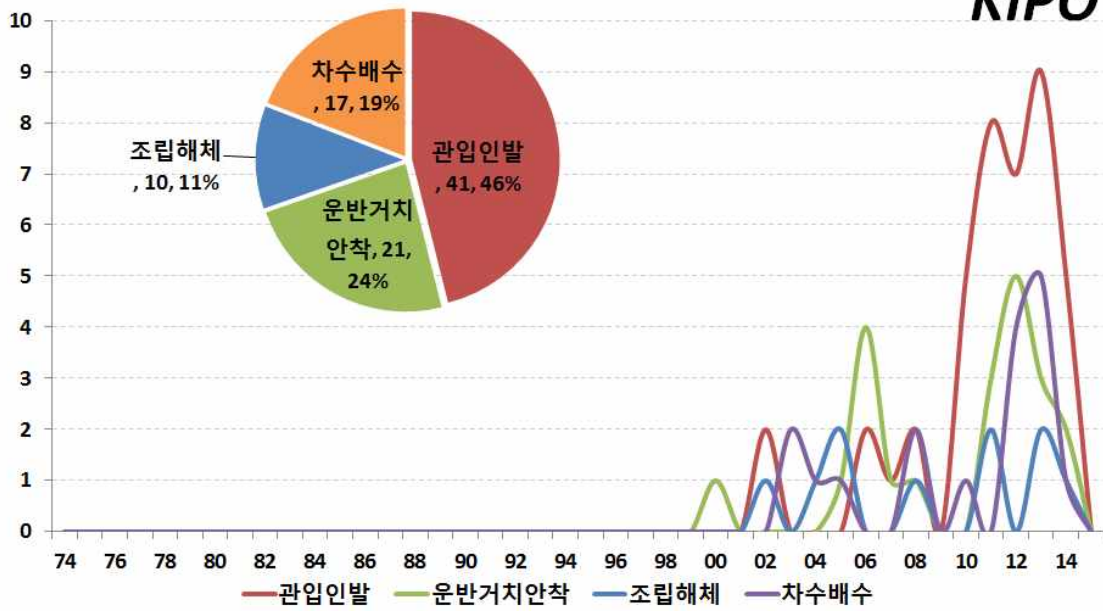
(3) 국가별 특허동향

(가) 한국의 특허동향



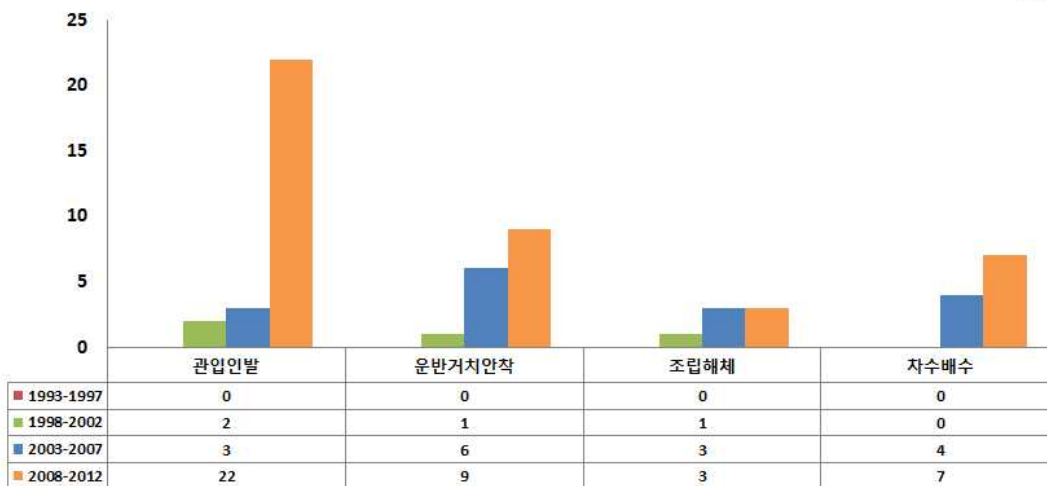
[그림 2.27] 한국의 연도별 내외국인 출원동향

- 한국의 내외국인 특허출원동향을 살펴보면 외국인에 의한 출원은 극히 미미하며 대부분 자국인에 의한 출원이 이루어지고 있는 것으로 나타남
- 한국은 2000년전까지는 해양공사 가설공법분야 특허 출원이 이루어지지 않고 있었으나, 2000년부터 특허 출원이 나타나고 있으며 2010년이후 높은 증가율을 보이며 특허 출원량이 늘어나고 있어 2010년 이후 해상 가설공법 분야에 관한 많은 관심과 기술개발 및 특허가 급증하고 있는 것으로 나타남
- 한국의 분야별 특허동향을 살펴보면, 관입인발 분야에 많은 출원을 하고 있으며, 특히 2010년 이후 높은 특허 출원 증가율을 보이며 특허 출원량이 늘어 나고 있으며, 운반거치안착 분야와 차수배수 분야도 2010년 이후 특허 출원량이 늘어 났으며, 조립해체 분야는 특허 출원량 증가 없이 2건 정도의 특허를 꾸준히 출원하고 있는 것으로 나타남



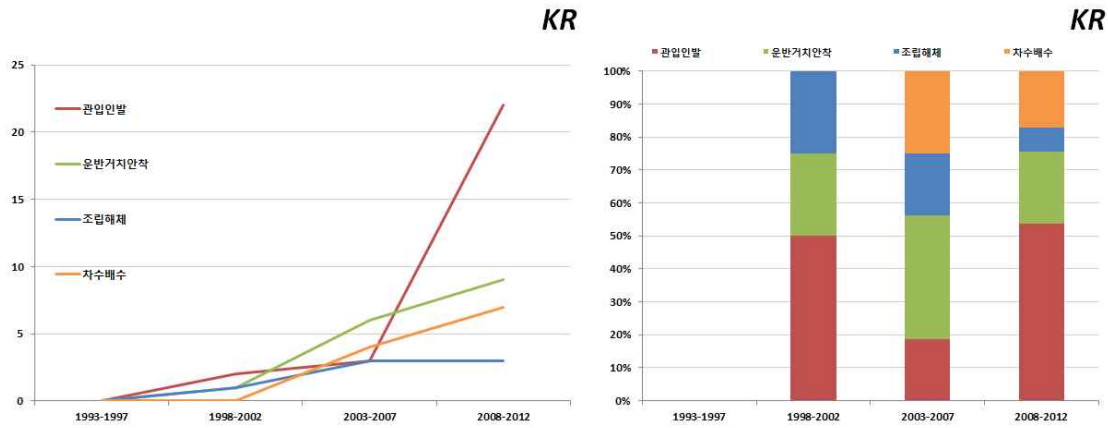
[그림 2.28] 한국의 연도별 기술별 출원동향

□ 한국의 기술별 구간별 특허 동향을 살펴보면, 한국은 모든 구간 모든 기술분야에서 특허 출원이 증가하고 있어 해상 가설공법분야에 관심과 기술개발이 증대되고 있으며, 특히 관입인발분야는 최근에 특허 출원이 급격히 증가하고 있는 것으로 나타나 기술개발이 활발히 이루어지고 있는 분야로 나타남



[그림 2.29] 한국의 구간별 기술별 출원동향

- 한국은 2003-2007년에 운반거치안착분야를 중심으로 출원이 되었으나 2008-2012년에는 관입인발 분야 중심의 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 나타남



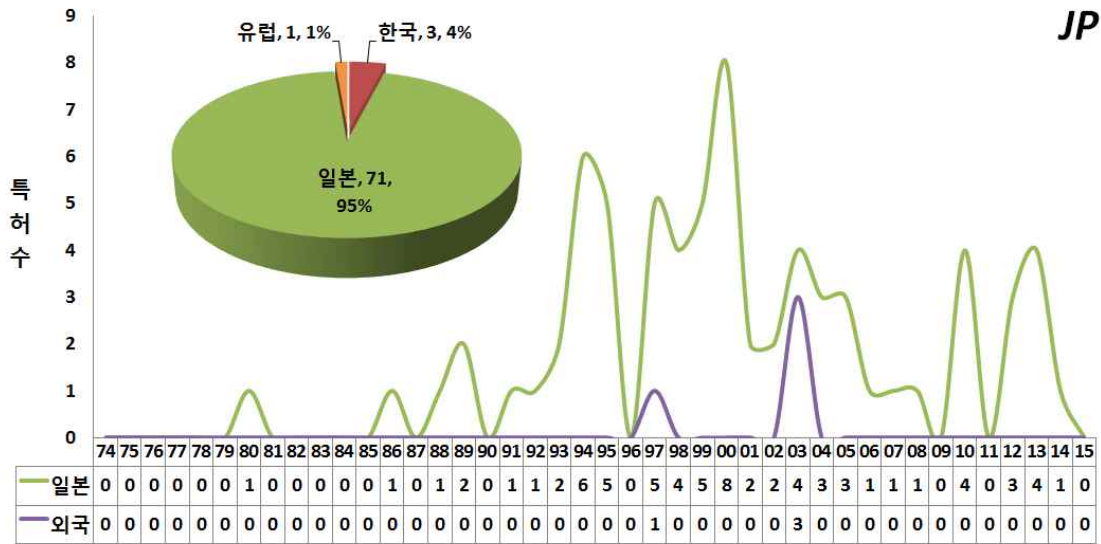
[그림 2.28] 한국의 구간별 기술별 특허 출원분포

- 한국은 2003-2007년에 운반거치안착분야를 중심으로 출원이 되었으나 2008-2012년에는 관입인발 분야 중심의 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 나타남. 한국은 주요출원인이 관입인발 분야에 주도적으로 기술을 개발하고 특허를 출원하고 있는 것으로 나타나며 조립해체분야는 특허 출원이 미미한 것으로 나타남
- 특히, 한국은 주요출원인은 국책연구원 주도로 특허가 출원되고 있어 주요출원인에 5개의 연구원이 분포되어 해양 가설공법 분야의 기술개발을 주도하고 있는 것으로 나타남
- 국책연구원인 한국건설기술연구원과 한국해양과학기술원은 모두 관입인발 분야에 출원이 많으며, 한국건설기술연구원은 운반거치안착 분야에 한국해양과학기술원은 조립해체 및 차수배수 분야에도 기술개발과 특허를 출원하고 있음



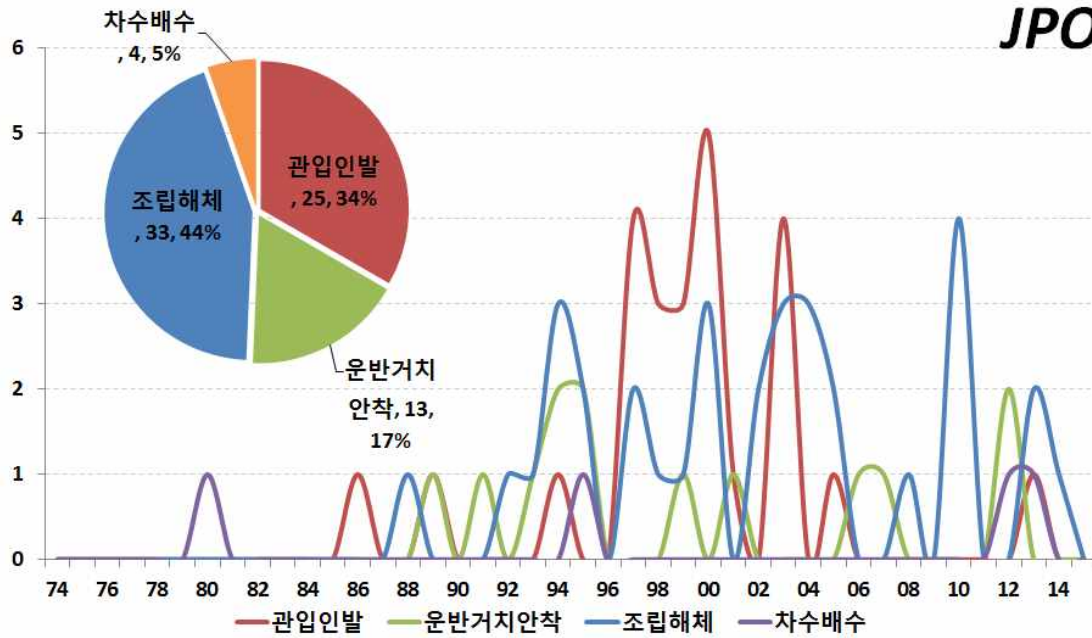
[그림 2.29] 한국 주요출원인의 역점분야

(나) 일본의 특허동향



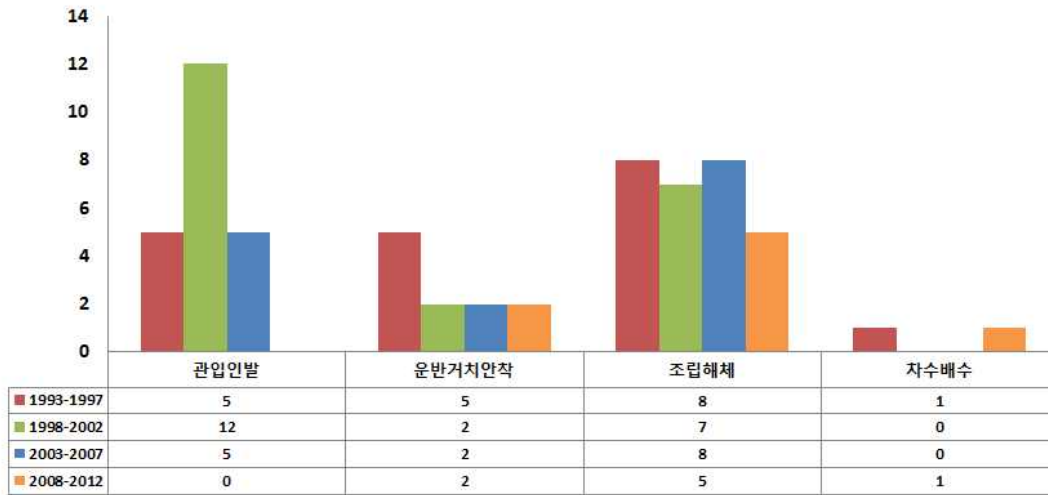
[그림 2.32] 일본의 연도별 내외국인 출원동향

- 일본의 내외국인 특허 출원 동향을 살펴보면, 외국인에 의한 출원은 극히 미미 하며 대부분 자국민에 의한 특허출원이 이루어지고 있는 것으로 나타남
- 일본은 1980년 중반부터 특허가 출원되고 있으며, 1990년대에 해양 가설공법 분야의 특허 출원이 높은 증가율을 보이며 특허 출원량이 늘어 관심이 고조된 시기이고, 2000년 이후 특허 출원량이 줄어들기는 했지만 일정 수준의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남
- 일본의 기술분야별 특허 동향을 살펴보면, 관입인발 분야는 1990년 중반에서 2000년 중반까지 특허 활동이 활발했으며, 가장 많은 출원을 하고 있는 조립해체 분야는 1990년 중반부터 꾸준히 일정한 수준의 특허를 출원하고 있으며, 운반거치 분야도 특허 출원량은 적지만 매년 일정한 수준의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남



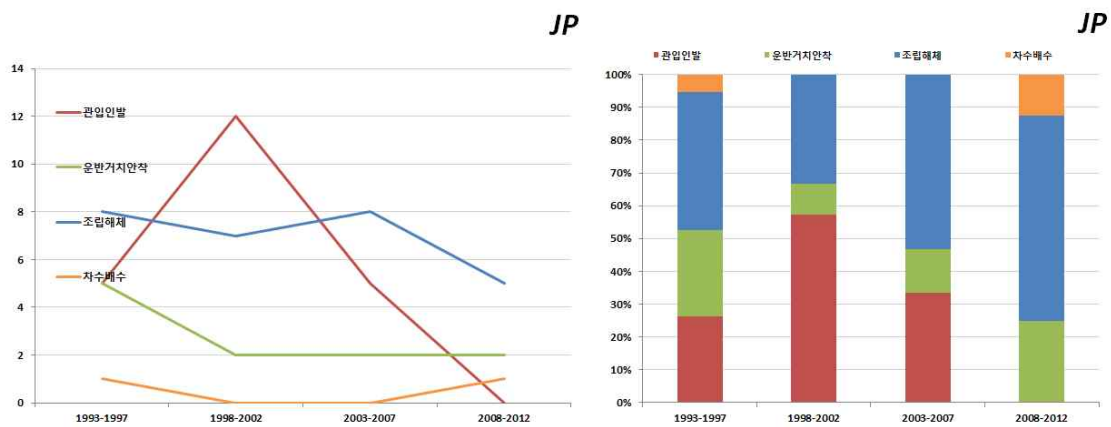
[그림 2.33] 일본의 연도별 기술별 출원동향

- 일본의 기술별 구간별 특허 동향을 살펴보면, 조립해체 분야는 모든 구간에  
서 꾸준한 특허 활동이 있어 해양 가설공법분야에서 꾸준히 관심을 갖는 분  
야이며, 운반거치안착 분야도 모든 구간 일정한 수준의 특허 출원이 있으나  
그 출원량은 미미 하며, 관입인발 분야는 1998-2002에 가장 많은 특허가 출  
원된 후 감소하는 것으로 나타남



[그림 2.34] 일본의 구간별 기술별 출원동향

- 일본은 1998-2002년을 제외한 전 구간에서 조립해체분야를 중심으로 특허출원이 이루어지고 있으며, 1998-2002년 구간은 관입인발 분야 중심의 특허출원이 이루어지고 있는 것으로 나타남



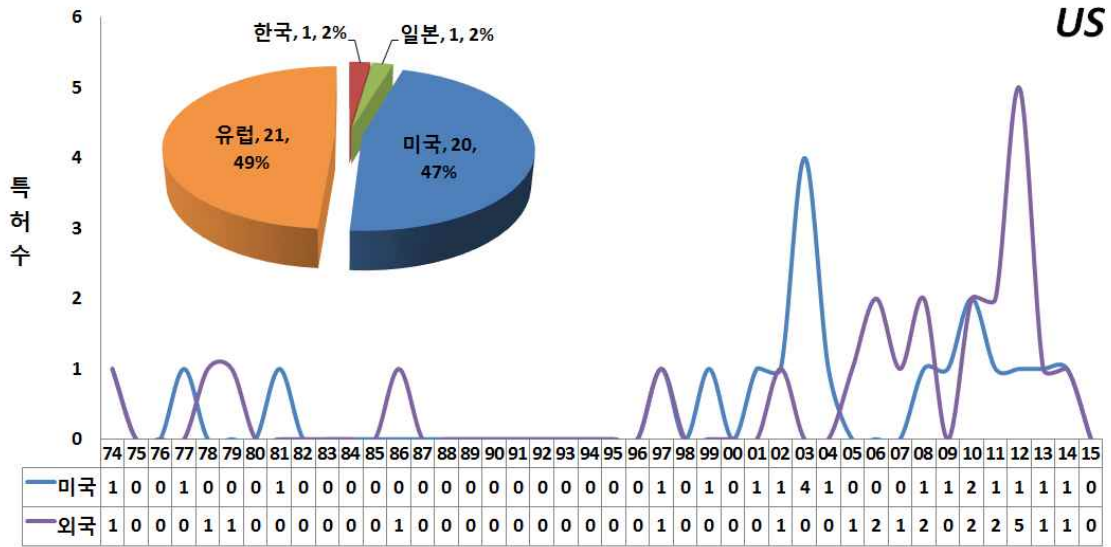
[그림 2.35] 일본의 구간별 기술별 특허 출원분포

- 일본의 주요 출원인은 관입인발과 조립해체 분야에 주로 출원하고 있는 것으로 나타남
- 일본에서 가장 많은 출원을 한 OHBAYASHI는 관입인발에 압도적으로 많은 출원을 하고 있어 관입인발분야 리딩기업으로 기술을 선도하고 있는 것으로 나타나며, 그 다음으로 특히 출원을 많이 한 NIPPON STEEL, JFE STEEL, SHIMIZU, SUMITOMO RUBBER는 모두 조립해체 분야에 집중하고 있는 것으로 나타남
- 일본에서는 주요출원인 들이 차수배수 분야에는 특히 출원이 적게 나타나 차수배수 분야 기술을 주도하고 있는 출원인은 없는 것으로 나타남



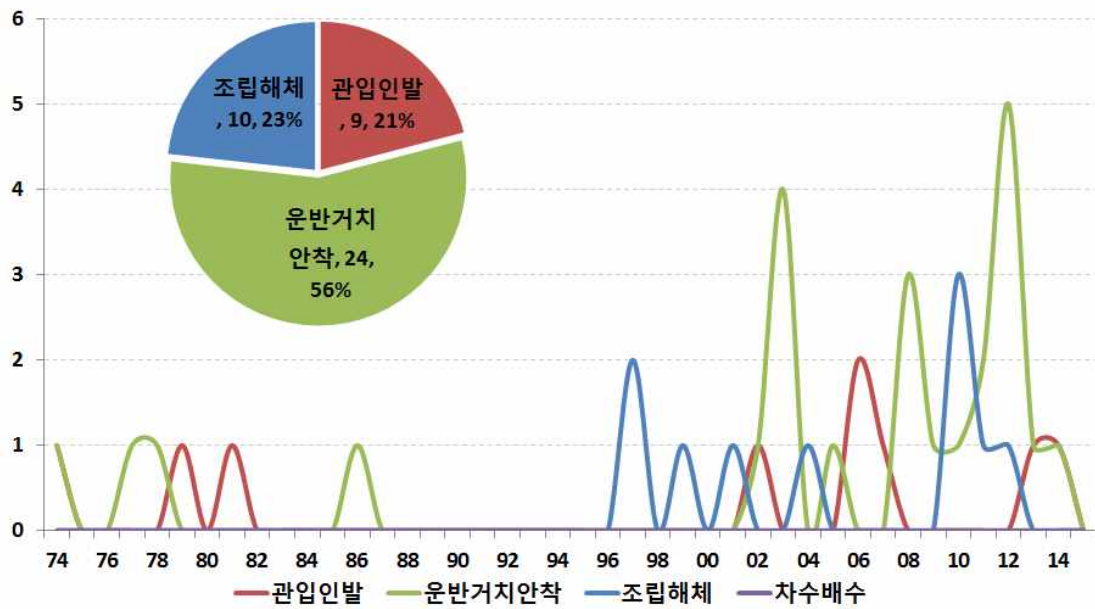
[그림 2.36] 일본 주요출원인의 역점분야

(다) 미국의 특허동향



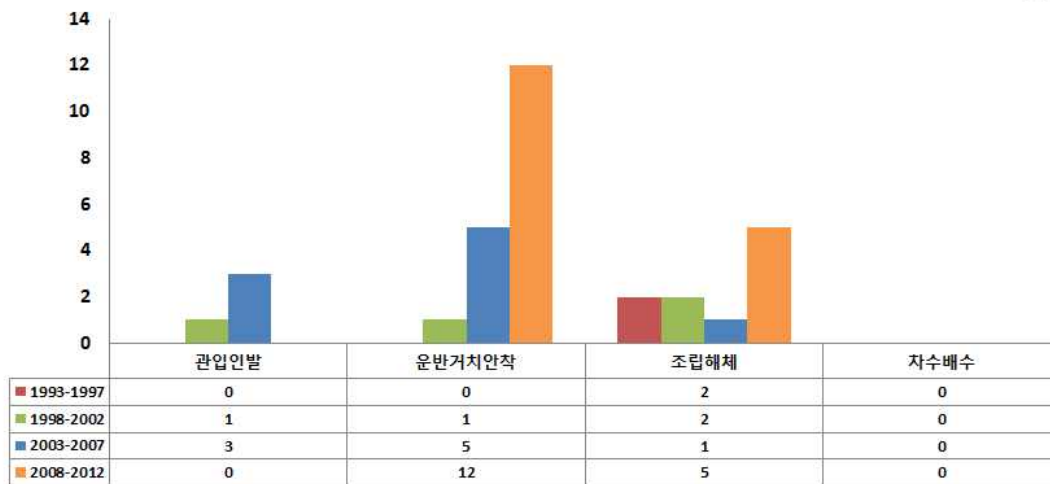
[그림 2.37] 미국의 연도별 내외국인 출원동향

- 미국의 내외국인 특허동향을 살펴보면, 자국인에 의한 특허 출원보다 외국인에 의한 특허 출원이 더 많아 다른 국가와는 다른 동향을 보이고 있음
- 2000년 중반이후로 미국의 특허 출원은 외국인이 주도하고 있는 것으로 나타남
- 미국은 1970년대부터 해양 가설공법분야 특허 출원이 있었으며 1980년대 중반부터 1990년대 중반까지 특허 출원이 없었으나 그 이후 다시 기술개발과 특허 출원을 하고 있는 것으로 나타남
- 미국의 기술분야별 특허동향을 살펴보면, 전체적으로 운반거치안착 분야를 중심으로 특허 출원이 이루어지고 있으며, 특히 2000년 이후 운반거치안착분야에 상대적으로 많은 특허 출원을 하고 있는 것으로 나타남



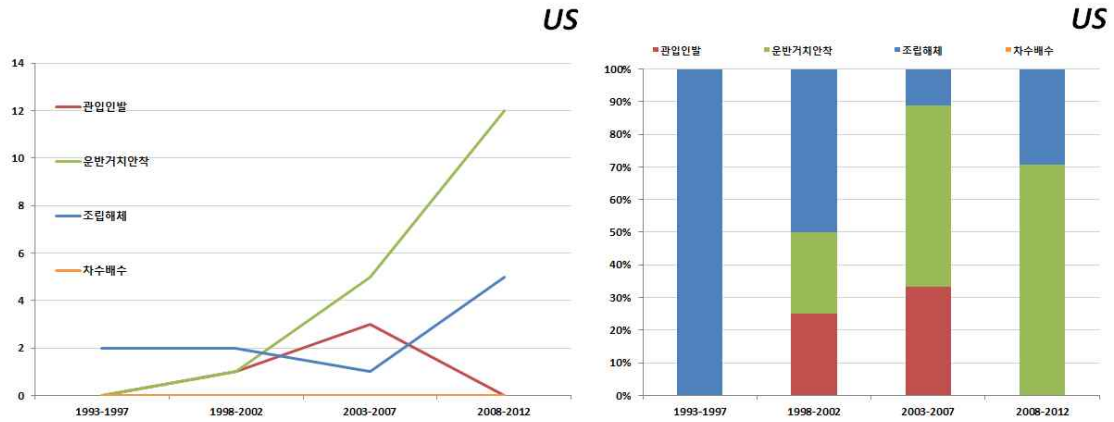
[그림 2.38] 미국의 연도별 기술별 출원동향

US

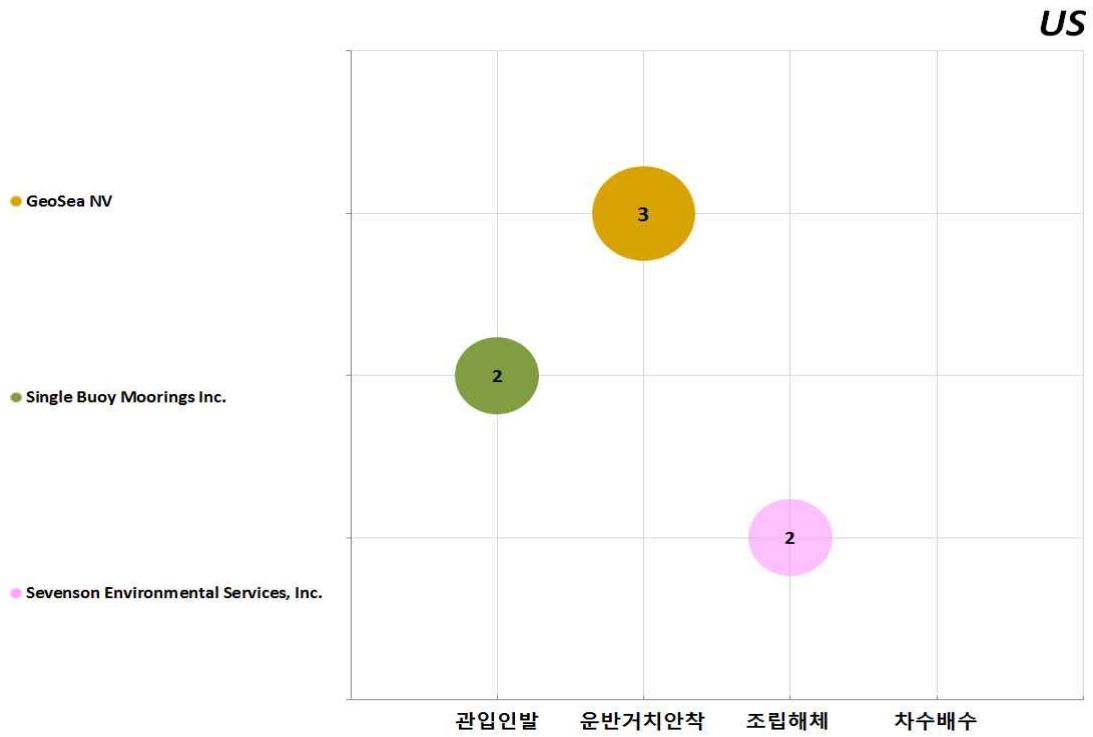


[그림 2.39] 미국의 구간별 기술별 출원동향

- 미국의 기술별 구간별 특허 동향을 살펴보면, 운반거치안착분야는 출원량이 꾸준히 증가하고 있는 것으로 나타나며, 조립해체분야는 일정수준의 출원을 보이다 최근에 조금 증가한 것으로 나타남
- 미국은 과거에는 조립해체분야에 관심을 갖고 특허 출원을 하다 최근에는 운반거치안착분야 중심으로 특허 출원과 기술개발을 하고 있는 것으로 나타남



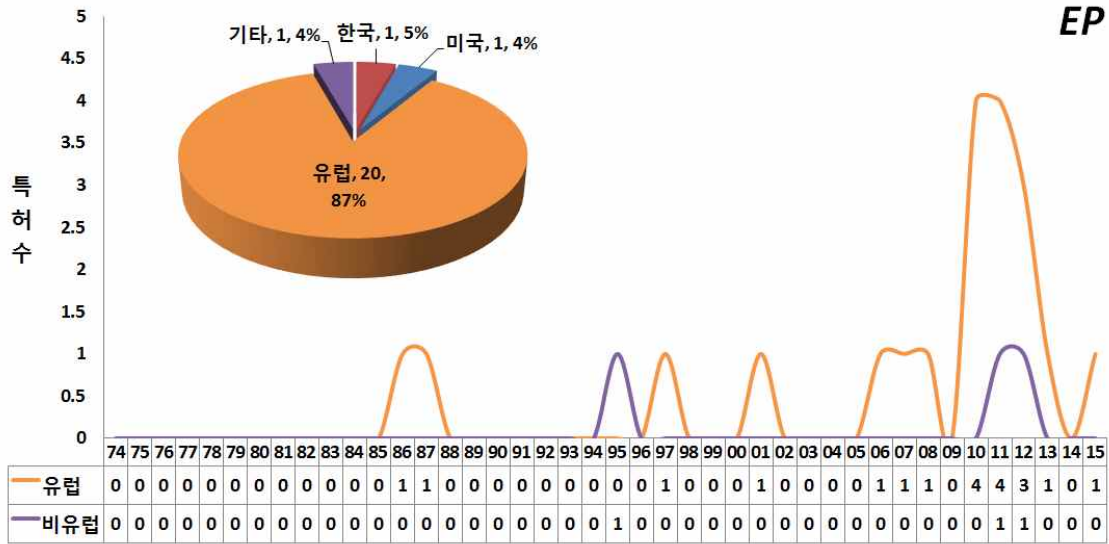
[그림 2.40] 미국의 구간별 기술별 특허 출원분포



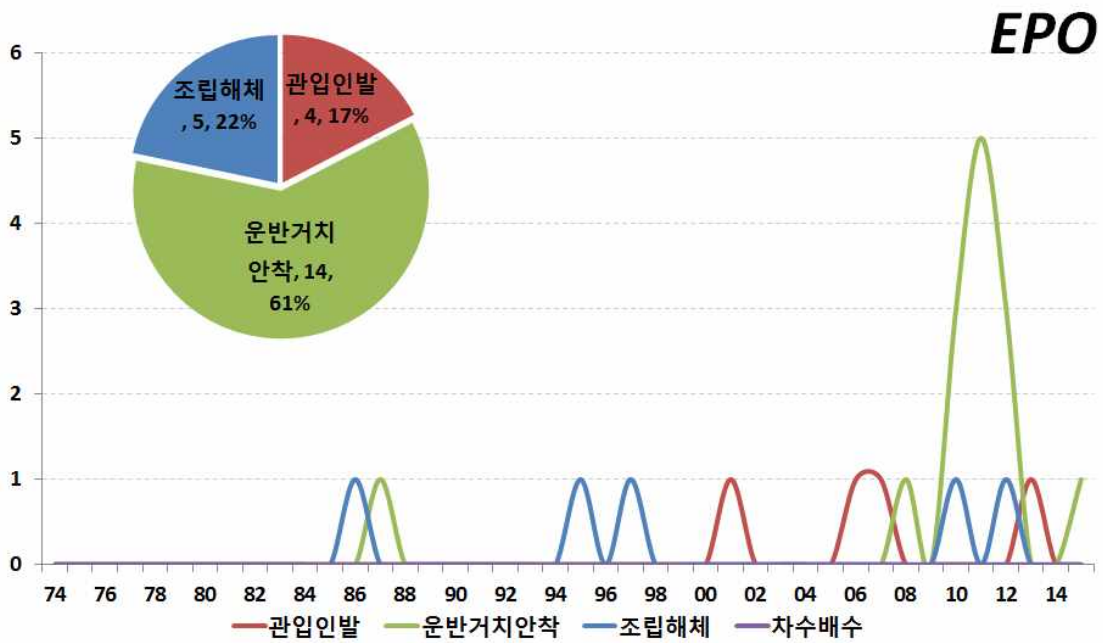
[그림 2.41] 미국 주요출원인의 역점분야

- 미국의 주요출원인은 유럽에서 가장 많은 출원을 하고 있는 GeoSea NV로 운반거치안착분야에 출원을 하고 있는 것으로 나타남

(라) 유럽의 특허동향



[그림 2.42] 유럽의 연도별 내외국인 출원동향



[그림 2.43] 유럽의 연도별 기술별 출원동향

- 유럽의 내외국인 특허동향은 외국인에 의한 특허 출원은 미미 하며 유럽인에 의한 특허 출원이 주로 이루어지고 있음
- 유럽의 기술분야별 특허동향은 운반거치안착분야에 상대적인 출원이 많으며 특히 2010년 이후 특허 출원량이 증가하고 있는 것으로 나타남

#### 다. 결론

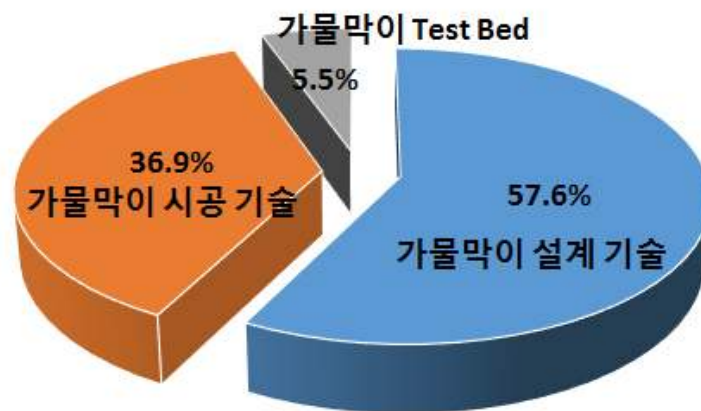
- 『해상교량 기초 시공을 위한 가설 공법』 분야의 전체 특허동향을 살펴보면,
  - 1970년대 미국에서 기술개발이 시작되어 1990년대에 일본이 기술개발을 주도하다 2000년 중반 이후 한국이 기술개발을 주도하고 있는 것으로 나타남
  - 한국은 국책연구원 중심의 기술개발이 이루어지고 있으며, 일본은 OHBAYASHI가 기술개발을 주도하고 있는 것으로 나타내며, 미국과 유럽은 GeoSea NV가 주로 특허를 출원하고 있음
  - 전체적으로 기술발전단계가 발전기에 해당하며 한국과 일본이 특허 출원을 주도하고 있으며, 일본은 성숙기에서 퇴조기 양상을 보이고 있어 특허출원량과 출원인이 급증하고 있는 한국이 앞으로 해상 가설공법 분야 기술 발전을 주도할 것으로 분석됨
- 『해상교량 기초 시공을 위한 가설 공법』 분야의 기술별 특허동향을 살펴보면,
  - 운반거치안착분야는 모든 국가에서 관심을 갖고 있는 기술 분야이며, 2010년 이후 특허 출원량이 급증하고 있는 분야로 나타남
  - 관입인발분야는 한국이 출원을 주도하고 있으며, 1990년대 후반부터 2000년 초반까지는 일본이 기술개발을 주도하였으나 2000년대 후반부터 한국에서 많은 기술개발이 이루어지고 있는 것으로 나타남
  - 조립해체분야는 일본이 1990년대부터 꾸준한 기술개발을 주도하고 있음
  - 차수배수분야는 한국이 주도적으로 기술개발을 하고 있으며 2002년 이후 적지만 꾸준한 출원이 있음
  - 해상교량 기초 시공을 위한 가설공법 기술개발을 위해 조립해체분야는 일본의 특허를 면밀히 검토할 필요가 있으며 관입인발분야와 차수배수분야는 한국의 특허를 꼼꼼히 살펴볼 필요가 있음
- 『해상교량 기초 시공을 위한 가설 공법』 분야의 국가별 특허동향을 살펴보면,
  - 한국은 외국인의 출원이 아주 미미하며, 2010년 이후 해양 가설공법 분야에 많은 관심과 기술개발을 하고 있으며, 관입/인발분야에 최근 들어 기술개발이 집중되고 있는 것으로 나타나며, 특히 국책연구원 주도로 기술개발이 이루어지고 있는 것으로 나타남

- 일본은 외국인 출원이 미미하나 한국의 대우엔지니어링에서 출원을 하고 있으며, 1990년대에 많은 출원이 있었으며, 조립해체분야는 꾸준한 기술개발과 특허 출원을 하고 있는 분야이며, OHBAYASHI기업이 관입인발분야에 압도적으로 많은 특허를 출원하고 있어 관입인발분야 기술개발을 위해 OHBAYASHI기업의 특허 분석이 필요한 것으로 사료됨
- 미국은 외국 특허 유럽인에 의한 특허출원이 많아 미국에 기술을 선점하려는 노력이 있으며, 운반거치안착분야에 특허출원이 최근들어 급증하고 있는 것으로 나타남
- 해상교량 기초 시공을 위한 가설공법 기술개발을 위해 일본의 OHBAYASHI기업의 특허를 분석하고, 기술개발을 위해 한국은 한국건설기술연구원과 한국해양과학기술원 및 포항산업과학연구원과 협력을 하거나 연구동향을 살펴야 할 것으로 사료됨

## 5. 논문분석

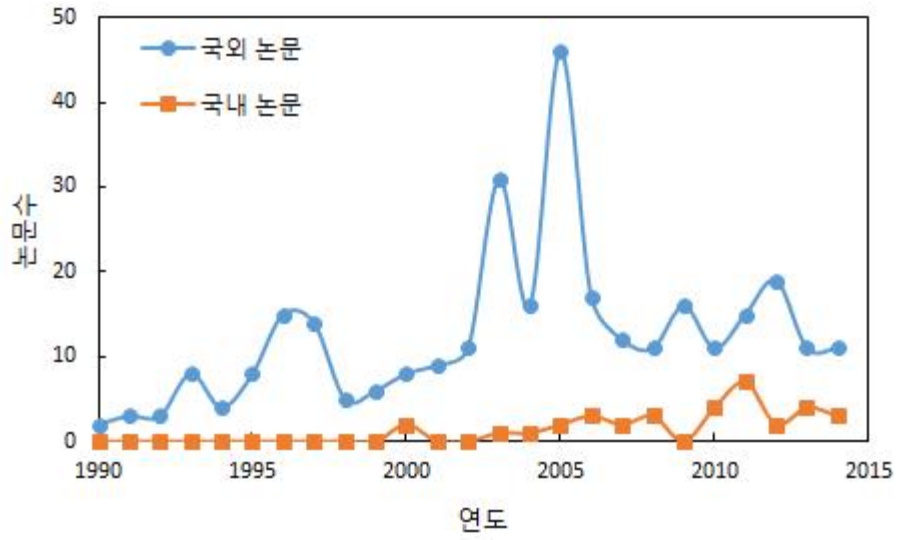
### □ 논문동향 분석 개요

- 본 분석에서는 NDSL 검색 DB를 사용하여 1990년 ~ 2015년까지 발행된 논문을 대상으로 분석함
- 가물막이 관련 1990년 이후 발표된 논문은 총 347편이며, 국외 총 313건, 국내 총 34건으로 집계되었으며, 지속적인 연구가 진행되고 있음을 확인함
- 가물막이 관련 분야를 설계 기술, 시공 기술, Test Bed로 나누어 분석하였으며, 분석 결과 가물막이 설계 기술 관련 200편(57.6%), 가물막이 시공 기술 관련 128편(36.9%), 가물막이 Test Bed 관련 19편(5.5%)으로 나타남

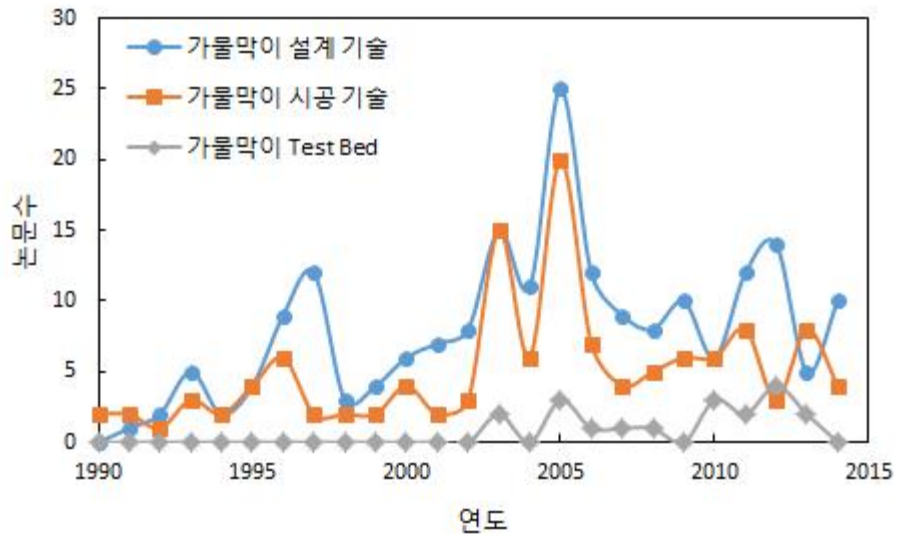


[그림 2.44] 가물막이 관련 논문 분포

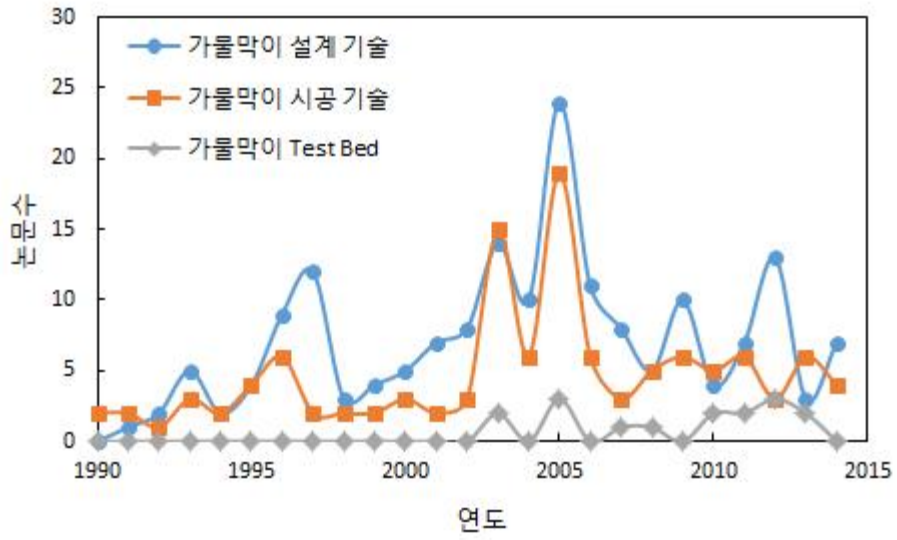
- 연도별 논문발표 추세를 보면, 1990년 2건에서 2005년 48편으로 지속적으로 증가하였으며, 이후로도 꾸준히 논문이 발표되고 있음



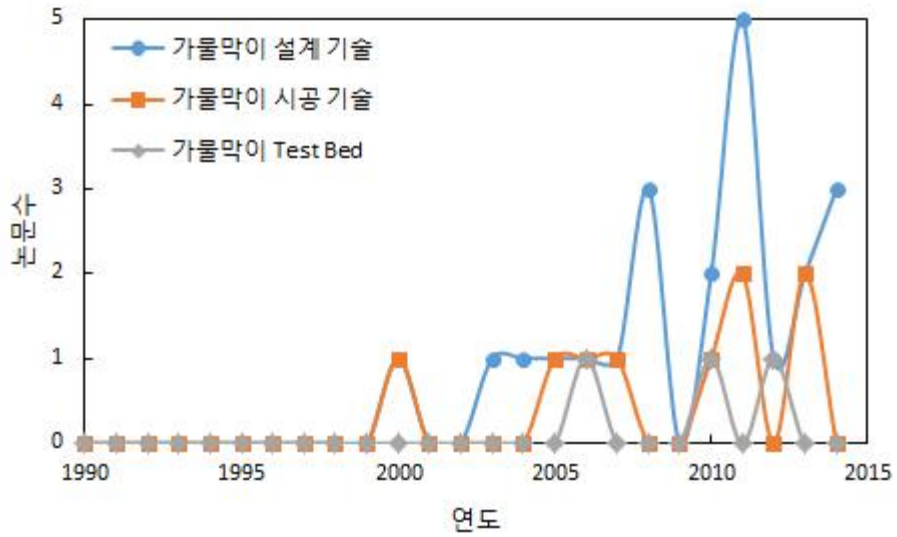
[그림 2.45] 연도별 가물막이 관련 국내외 논문 현황



[그림 2.46] 가물막이 연구 분야별 논문 동향



(a) 분야별 국외 논문 현황



(b) 분야별 국내 논문 현황

[그림 2.47] 분야별 국내외 논문 현황

<표 2.23> 논문발표 현황

저널 또는 프로시딩	저자명	년도
Advanced materials research(11) Applied mechanics and materials(11) Geotechnical special publication(5) International journal of rock mechanics and mining sciences & geomechanics abstracts(8) International symposium on roller compacted concrete (RCC) dams; Roller compacted concrete dams(7) Congress on Large Dams(5) Bridge construction(7) Water power(11) Chinese journal of geotechnical engineering(5) Rock and soil mechanics(8) Yangtze River(14) Journal of Yangtze River Scientific Research Institute(10) Engineering science(4) Journal of the Korean geotechnical society(7)	Benmebarek, N.(3) Dai, Huichao(4) Feng, Bin(3) Hu, Zhigen(3) Khan, M. R. A.(3) Li, Qingyun(4) Li, S.(3) Powderham, A. J.(4) Wu, J. y.(3) Yang, M. L.(3)	2015(1) 2014(14) 2013(15) 2012(21) 2011(22) 2010(15) 2009(16) 2008(14) 2007(14) 2006(20) 2005(48)

## 4절. 연구개발 인프라 분석

- 국내 대형 원형강재 가설공법 기술 수요에 대응하기 위한 관련 연구 인프라의 현황을 조사함
- 본 기획과제의 특성상 관련 연구가 진행되었거나 진행 중인 곳이 다양하지 않은 것으로 조사됨
- 관련 연구가 진행되었던 기관 및 원형강재 제작에 관련된 기관은 그림 2.48과 같음



### □ 한국건설기술연구원

○ 한국건설기술연구원은 지반공학실험동 및 수리실험동이 갖추어져 있음

- 대형 토조는 실내시험을 수행하기에 적합할 것으로 판단됨

- 가물막이 관련 시험을 수행하기에 명확한 시스템이 구축되어 있는 상황은 아니므로 시험체 및 시험 프로그램이 구축되어야 할 것으로 판단됨

□ 한국수자원공사

- 가장 많은 논문 실적이 있는 기관이며 관련 연구 또한 지속적으로 수행된 것으로 판단됨
- 원심모형시험기는 관련 인프라로 작용 할 것으로 보임

□ 포항산업과학연구원

- 본 기획과제는 가물막이의 시공법뿐만 아니라 원형강재의 재료 선택에도 큰 비중이 있음
- 포항산업과학연구원의 하위 연구소인 재료·공정연구소에서는 비철금속, ES 소재, 기능소재, Mg제련, 비정질 Fiber 소재 연구 등 다양한 연구를 수행하고 있음
- 재료·공정연구소의 강재뿐만 아니라 FRP(Fiber Reinforced Plastic)과 같은 다양한 재료를 본 기획과제에 선택적으로 접목 시킬 수 있을 것으로 판단됨

□ 한국해양과학기술원

- 해양과학기술 및 해양산업 발전에 필요한 원천 연구, 응용 및 실용화 연구를 하고 있다는 점에서 기획과제의 추구 방향과 일치함
- 연안공학연구본부에서 해양공간 개발 및 이용에 관한 연구를 수행하고 있으며 해양 시험용 인프라가 구축되어 있는 것으로 판단됨

## 5절. 종합분석

### 1. 국내외 정책동향분석 시사점

- 박근혜정부 국정과제에서는 (5. 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화)를 실천하여 중소·중견기업의 세계시장 진출을 통한 새로운 수출동력 마련하고, (10. 교통체계·해운 선진화 및 건설·원전산업 해외진출 지원)을 통하여 해외 교량 시장 진출 및 수주 경쟁력 강화를 추진하고 있으며, (88. 안전하고 쾌적한 일터 조성 및 근로자 건강증진)을 실현하여 해상 교량 건설공사 현장의 재해 및 안전사고 저감에 기여하고자 함
- 미국의 경우 교량의 유지관리비용과 생애주기비용을 감소시키기 위하여 고성능 재료와 시공방법의 개발에 초점을 맞추고 있으며, 일본의 경우 국토 교통성을 중심으로 공공사업 코스트 절감대책을 시행하고, 공사계획부터 설계, 발주의 효율화, 규제완화 등을 추진 중임. 독일을 중심으로 한 유럽의 경우 공사 지연에 따른 손실을 줄이기 위하여 입찰시 발주처가 명시한 것 보다 짧은 공기를 제시한 시공사를 우선 채택하고 있음
- 국내의 경우 2020년을 정점으로 30년 이상 노후교량이 급격히 증가될 것으로 예상되며, 경제성을 확보한 교량 교체기술이 필요함. 이와 더불어 신설교량 시공 시 부분교체가 용이한 급속시공 교량 기술을 개발하여 미래에 발생할 수 있는 문제점을 해결할 수 있는 노력이 필요함
- 선진국에서는 유지보수 비용의 증가로 장수명 또는 유지보수가 용이한 교량을 건설하려는 시도가 이루어지고 있음. 향후 국내에서도 유지보수 비용, 폐기물 처리 비용, 탄소 배출 비용 등이 동시에 고려된 친환경 저탄소 장수명 교량의 공급이 급증할 것으로 예상됨

### 2. 국내외 시장동향분석 시사점

- 국내 교량 시장의 규모는 약 2조원이나 SOC 분야의 예산 감소(약 10%)를 고려할 때 향후 교량 시장의 규모는 약 1.8조원대로 예측되며, 이중 개발 기술의 적용이 예상되는 국내 교량 시장은 2009년 기준 약 3600억원 규모임
- 국내 교량 현장의 총 공사비 대비 기초 가설 공법의 직접 공사비 규모는 평균 6.5%로서, 접속교가 구성되는 교량 시장의 규모(2009년 약 3600억원)를 고려할 때 개발 기술의 적용이 가능한 기초 가설공법의 시장 규모는 약 230억으로 추정됨
- 세계 건설시장은 유럽을 제외한 전세계가 연간 약 10% 이상 성장하고 있고

성장할 것으로 전망되나, 개발 기술이 적용 가능한 도로 및 교량 시장의 국내 업체의 연간 해외 수주 규모는 약 2.5조원으로 시장의 성장과 관계없이 일정하게 유지됨. 따라서 해외 시장의 성장에도 침체된 국내 업체의 도로 및 교량 시장의 수주 확대를 위한 원가 절감형 기술의 개발이 필요함

- 본 연구의 개발 기술이 적용 가능한 해외 장대 교량 시장 또한 성장세에 있으며, 2011년 기준 유럽과 북미를 제외한 해외 상대 교량 시장 규모는 약 12조원으로 해외 장대 교량 시장에 대해 국내 기초 가설 공사비 비중인 6.5%를 고려할 경우 해외의 기초 가설 공사 시장은 2011년 기준 약 8천억원으로 추정됨
- 개발 기술이 적용 가능한 국내 시장 규모 대비 해외 시장의 규모가 약 35배이며 국내 시장은 점차적인 축소가 예상되므로 해외의 교량 기초 시공을 위한 원가 절감 기술의 개발이 필요함

### 3. 국내외 기술동향분석 시사점

- 해상 교량 기초 가설공법은 목적(영구) 구조물인 해상 교량 기초 시공을 위한 임시 구조물 시공법으로 각 해상 교량 프로젝트의 지형 조건, 지반 조건, 환경 조건 등에 따라 기존 공법을 그대로 적용하거나 일부 변경하여 적용하는 실정임
- 국내 해상 현장의 경우 셀식, 강널말뚝, 지오투브(Geotube), PC 하우스(+Jig Jacket+영구케이싱), 벽강관말뚝 등 다양한 가물막이 공법이 이용되었음. 그 중 셀식 가물막이 공법이 약 2005년까지 많은 현장에서 이용되었으나, 최근에 들어서는 PC 하우스 공법(+Jig Jacket+영구케이싱)을 이용하는 것으로 나타남
- 1979년도부터 2011년도까지 총 5개의 해외 현장에 대한 사례 조사가 이루어졌으며, 해외 현장의 경우에도 국내의 거의 유사한 가물막이(가설공)이 활용되는 것으로 판단됨
- 국내외 현장의 경우 약 10년 전까지 지오투브 등을 이용한 가축도 공법, 강널말뚝을 이용한 가물막이 공법이 주로 사용되고 있었으나, 국내 해상 교량 기초의 경우 수심이 깊어짐에 따라 기존 공법의 공사기간 및 공사비가 과다함에 따라 PC 하우스 공법의 활용 사례가 늘어남
- 지오투브, 강널말뚝, PC 하우스를 적용한 대표 사례를 기준으로 각 공법을 비교 분석한 결과, 공사기간과 공사비를 종합적으로 고려할 때 PC 하우스 공법이 지오투브, 강널말뚝 공법에 비해 상대적으로 빠르고 저렴한 비용으로 공사를 진행할 수 있음
- 이러한 이유로 인해 특히 수심이 깊은 교량 기초 현장의 경우 PC 하우스 공법이 근래에 널리 적용되고 있는 것으로 판단됨

## 3장. 기술수요 및 수준 · 예측조사

### 1절. 기술수요조사

#### 1. 개요

##### 가. 기술수요조사의 목적

- ‘해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획’연구의 기술수요조사는 해상교량기초 공기 및 공사비 단축을 위해 기술개발이 필요한 기술아이템 도출을 목적으로 함
- 산·학·연 전문가를 대상으로 해상교량기초 가설공법 기술아이템에 대한 기술수요를 조사함
- 기술수요조사는 기술개발 우선순위를 파악하고 기술개발 과제간의 효율적인 자원배분 방안을 마련하기 위한 사전 조사에 해당됨
  - 해상교량기초 가설공법 기술의 분류체계를 제시하고 수요조사를 실시하여, 기술분류체계 상 연구개발 아이템이 많이 제안된 기술분야는 기술개발 니즈가 높은 기술분야로 볼 수 있음
  - 연구개발 아이템이 제안되지 않은 기술분야는 기술개발 니즈가 없는 기술분야로 볼 수 있음

##### 나. 기술수요조사의 절차

- 기술수요조사는 기술수요조사 설계, 기술수요조사 수행, 기술수요조사 결과 분석, 기술수요조사 결과 활용 순으로 추진함
- 기술수요조사 설계단계에서는 기술수요조사서 항목을 결정하고 기술수요조사 대상자를 설정함
- 기술수요조사 수행단계에서는 기술수요조사 대상자에게 조사서를 발송하고 회신함
- 기술수요조사 결과분석단계에선 기술분류체계와 회신된 기술아이템을 매칭하고, 응답현황 및 기술분류체계별 기술수요를 분석함

- 기술수요조사 결과활용단계에서는 회신 조사서 내용으로 기술분류체계, 동향 및 환경분석 내용을 보완하고, 기술아이템은 후보과제로 구성하여 향후 중점분야 선정 및 수행과제 선정에 활용함



[그림 3.1] 기술수요조사 프로세스

다. 기술수요조사 발송 및 응답개요

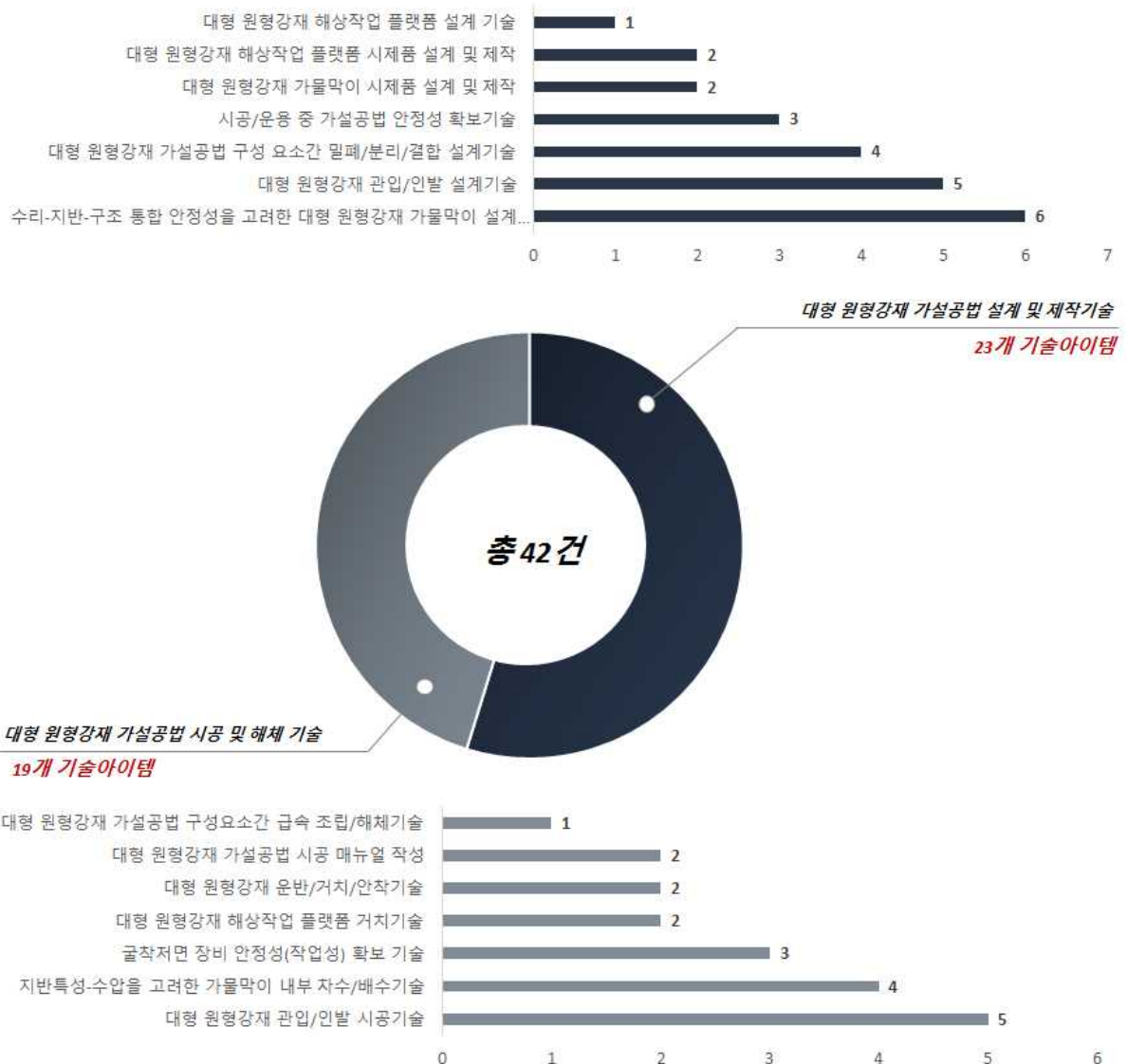
- 기술수요조사는 내부 기획연구진, 분과별 기술위원, 자문위원 및 외부전문가를 대상으로 E-mail을 통해 조사함

<표 3.1> 기술수요조사 발송 및 응답개요

구분	내용
조사기간	2015년 3월 17일 ~ 4월 3일(3주간)
조사대상	내부 기획연구진, 분과별 기술위원, 자문위원 및 외부전문가
조사방법	이메일을 통한 설문조사
기술아이템 건수	42건

## 2. 기술수요조사 분석결과

- 제안받은 기술아이템은 총 42건이며, 기술분야별로 구분할 경우 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술분야에서 가장 많은 23건의 기술아이템을 제안받음
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 분야는 총 23개 기술아이템을 제안받았으며, 세부적으로는 수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술분야에서 가장 많은 6건의 기술아이템을 제안받음
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 분야에서는 대형 원형강재 관입/인발 시공기술분야에서 가장 많은 5건의 기술아이템을 제안받음



[그림 3.2] 기술분야별 기술수요조사 회신결과

<표 3.2> 기술분야별 기술아이템

기술분야		기술아이템
중분류	소분류	
대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술	수리·지반·구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술	지반특성, 유속, 수압, 재료강도 등을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계기술
		파이핑 또는 히빙 등으로 고려한 원형강재 적정 근입깊이 결정기술
		원형 강재 가설시스템의 통합 안정성 설계기술
		석션기술을 이용한 원형 케이싱의 설치와 해체에 관련한 설계 및 시공법개발 중 설계와 시공법 개선기술
		시공운용 중 원형강재 가설공법 보강재 최적 배치 기술
		대형 원형강재 가물막이 해체시 주변 지반 안정성 검토 기술
	대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술	기초 시공장비, 가설 구조체 등의 중량 및 제원을 고려한 대형 원형강재 및 해상작업 플랫폼 설계기술
	대형 원형강재 관입/인발 설계기술	지반특성을 고려한 대형 원형강재 관입인발 설계 기술
		근입심도 확보를 위한 추가 상재하중 계산, 원형강재 인발시 소요 인발력 및 장비 제원 결정
		석션기술을 이용한 원형 케이싱의 설치 및 해체 관입 인발 기술
		석션압을 이용한 대형 원형강재 관입인발 설계 기술
		가설공법에 적합한 대형 원형강재의 관입인발 설계 기술
	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계기술	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 신속한 밀폐 분리 결합 설계 기술
		시공조건 및 장비용량을 고려한 분리 결합 설계기술
		고강도 파형강판을 이용한 급속시공 원통형 가물막이 및 가도기술
		석션압 확보를 위한 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐장치 설계기술
	시공/운용 중 가설공법 안정성 확보기술	조류, 바람, 선박충돌 등(의) 외부 하중에 대한 안정성 확보 기술
		굴착지면 히빙 및 파이핑에 대한 안정성 확보 기술
		시공 운용 중 가설공법 안정성 모니터링 기술
	대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작	Test Bed 적용을 위한 원형강재 가물막이 시작품 제작
		원형강재의 재료, 제원, 중량, 장비용량, 운반 거치 안착 방법 등 고려한 시공 프로세스 정립기술
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작	Test Bed 적용을 위한 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 제작	
	기초 시공장비, 가설 구조체 등의 중량 및 제원 고려한 시공 프로세스 정립기술	

기술분야		기술아이템
중분류	소분류	
대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체 기술	대형 원형강재 운반/거치/안착기 술	대형 원형강재 운반 거치 안착을 위한 장비 조합 및 플랫폼 구성
		시공조건 및 장비용량을 고려한 시공 프로세스 정립
	대형 원형강재 관입/인발 시공기술	관입 인발 시스템 구축
		대형 원형강재 수직도 확보 기술
		대형 원형강재 가설공법 안정성을 고려한 최적 근입심도 확보 기술
		해상 구조물 기초공사 시 석션압을 이용 무지보 원형 가시설 시공 기술 개발
		석션 관입인발 시스템 구축
	대형 원형강재 가설공법 구성요소간 급속 조립/해체기술	시공조건 및 장비용량을 고려한 구성 요소간 신속한 밀폐 분리 결 합 시공 기술
	지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수기술	굴착저면의 히빙 및 파이핑에 대한 안정성 확보 기술
		펌프를 이용한 배수, 선단부 차수 그라우팅, 고무 차수재 활용기술
		가물막이 급속 차수 및 배수 공법 개발
		주입압-주입속도-주입량 조절에 의해 지반특성을 반영한 최적의 가 물막이 차수 그라우팅 기법
	굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술	기초 시공장비의 안정성(작업성) 확보 기술
		굴착저면 지반의 침하 방지 기술
		시공장비 전도 방지 기술
	대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치기술	해상작업 플랫폼 거치 및 배치
		부대장비를 배제한 장비 배치 및 운용
	대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성	다양한 시공조건을 고려한 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼
		대형 원형강재 가설공법 시공 LOGISTIC

## 2절. 기술수준 및 예측조사

### 1. 개요

#### 가. 기술수준/예측조사의 목적

- ‘해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획’연구의 기술수준/예측조사는 관련 기술의 실현시기, 기술수준 등 기술특성의 변화속도를 정량적으로 평가하여 과제우선 순위 평가를 위한 기초자료로 활용을 목적으로 함
- 산·학·연 전문가를 대상으로 해상교량기초 가설공법 관련 기술의 실현시기, 기술수준, TRL단계, 중요도 등을 조사함
- 기술수준/예측조사는 교량기초 가설공법 기술의 기술혁신 동향을 예측하여 이를 토대로 효과적인 R&D계획을 수립하고 합리적인 의사결정 방안을 마련하기 위한 조사임
  - 연구개발 사업 계획과 전략 수립에 활용하기 위한 적합한 자료와 다양한 예측방법을 사용하여 미래의 기술변화에 관한 필요한 정보를 수집함
  - 현재 기술의 수준을 살펴봄으로써 기술변화를 예측하고, 이를 기반으로 기술개발의 방향과 목표를 설정함

#### 나. 기술수준/예측조사의 절차

- 기술수준/예측조사는 기술수준/예측조사 설계, 기술수준/예측조사 수행, 기술수준/예측조사 결과분석, 기술수준/예측조사 결과 활용 순으로 추진함
- 기술수준/예측조사 설계단계에서는 기술수준/예측조사서 항목을 결정하고 기술수준/예측조사 대상자를 설정함
  - 조사항목은 기술수준/예측조사를 수행한 선행연구의 기술수준/예측조사항목을 검토하여 기술개발 추진방향 설정에 시사점을 줄 수 있는 항목으로 구성함
  - 세부 기술분야별 최고기술보유국과 국내의 기술적/사회경제적 기술실현시기, 최고기술 보유국 대비 국내 기술수준, 기술격차, 격차년도, TRL, 인프라 성숙도, 기술적 중요도, 기술획득방식, 정부우선시행방안 등을 조사항목으로 설정함
- 기술수준/예측조사 수행단계에서는 기술수준/예측조사 대상자에게 조사서를 발송하고 회신함

- 기술수준/예측조사는 2Round에 걸친 Mini-델파이 방법을 활용함
  - 응답자별로 본인의 1Round 응답결과와 전체 조사대상자 응답 통계자료를 함께 제공하여 조사항목별로 전문가의 합의를 유도함
  - 2Round 응답결과 중 양 극단값을 평가한 조사자의 응답결과를 배제한 값의 평균치를 최종 결과값으로 설정함
- 기술수준/예측조사 결과분석단계에선 기술분류체계별 조사결과를 분석하고, 기술수준-중요도, 기술격차-격차추세, 기술격차-기술수준, 기술기반 성숙도-중요도의 포트폴리오 분석을 통해 기술개발 추진전략을 설정함
- 기술수준/예측조사 결과활용단계에서는 분석결과를 기반으로 한 사업추진방향 설정, 후보과제 우선순위 도출, TRM작성 등에 활용함

기술수준/예측조사 절차	세부내용
1 기술수준/예측조사 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기술수준/예측조사 항목 설정               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술적/사회경제적 실현시기, 기술수준, 기술격차/추세, TRL단계, 기술기반 성숙도, 최고기술보유국/기관, 기술획득방식, 정부우선 시행방안</li> </ul> </li> <li>■ 기술수준/예측조사 평가대상자 선정기술수요조사 대상자 선정</li> </ul>
2 기술수준/예측조사 수행	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기술수준/예측조사 대상자 메일발송 및 회수(2차 미니델파이)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1차조사 이후, 조사결과의 중위값 및 조사자별 조사값을 제시하여 2차조사 수행</li> </ul> </li> </ul>
3 기술수준/예측조사 결과분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기술수준/예측조사 결과분석               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조사항목 1차분석</li> <li>- 조사항목 포트폴리오 분석 : 기술수준-중요도, 기술격차-격차추세, 기술격차-기술수준, 기술기반성숙도-중요도 포트폴리오 분석을 통한 기술개발 우선 영역 및 기술분야 도출</li> </ul> </li> </ul>
4 기술수준/예측조사 결과활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 후보과제 우선순위 도출 및 TRM작성시 활용</li> </ul>

[그림 3.3] 기술수준/예측조사 프로세스

다. 기술수준/예측조사 발송 및 응답개요

- 기술예측/수준조사는 내부 기획연구진, 분과별 기술위원, 자문위원 및 외부전문가들을 대상으로 메일을 발송하여 조사함

<표 3.3> 기술수준/예측조사 발송 및 응답개요

구분	내용
조사기간	- 1차 조사기간 : 2015년 3월 21일 ~ 4월 4일(2주간) - 2차 조사기간 : 2015년 4월 10일 ~ 4월 14일(1주간)
조사대상	- 내부 기획연구진, 분과별 기술위원, 자문위원 및 외부전문가
조사방법	- 이메일을 통한 설문조사

라. 기술수준/예측조사 항목 설정

(1) 기술 실현시기

- ‘기술적 실현시기’는 해당기술의 기술적인 문제가 해결되어 기술이 적용된 최초의 시작품 등이 실험실 수준에서 완료되는 예상시점(Single Point Time)임
- ‘사회경제적 실현시기’는 해당기술의 경제성이 확보되어 기술을 적용한 제품 등이 상업화되거나 해당기술이 사회적으로 널리 활용되는 예상시점(Single Point Time)임

(2) 국내 기술수준 및 기술격차

- ‘국내 기술수준’은 `15년 현재 시점에서 해당기술의 최고기술보유국 대비 국내 기술수준임
- 기술수준의 평가 기준은 다음과 같음

〈표 3.4〉 기술수준/예측조사의 기술수준 평가 기준

기술수준	설명
100%	- 독보적 세계 최고
81% ~ 99%	- 기술 분야를 선도
61% ~ 80%	- 선진기술의 모방개량이 가능
41% ~ 60%	- 선진기술의 도입적용이 가능
1% ~ 40%	- 연구개발능력이 취약
0%	- 우리나라에서 관련 연구가 전혀 진행되고 있지 않음

- ‘기술격차’는 국내 기술수준이 세계최고기술에 도달하기까지 소요되는 시간(단위:년)임
- ‘기술격차추세’는 세계 최고기술과 국내 기술수준 격차가 어떻게 변화하고 있는지를 나타내는 지표로 5점척도로 평가함
- 기술격차추세의 평가 기준은 다음과 같음

〈표 3.5〉 기술수준/예측조사의 기술격차추세 평가 기준

구분	설명
5	- 최고기술과 기술격차가 “빠르게 확대 중”
4	- 최고기술과 기술격차가 “확대 중”
3	- 최고기술과 기술격차가 “유지되고 있음”
2	- 최고기술과 기술격차가 “축소 중”
1	- 최고기술과 기술격차가 “빠르게 축소 중”

(3) 기술성숙도(TRL)

- ‘기술성숙도(TRL)’는 해당기술의 국내외 기술성숙도를 나타내는 지표임
- 기술성숙도(TRL)의 평가 기준은 다음과 같음

〈표 3.6〉 기술수준/예측조사의 기술성숙도(TRL) 평가 기준

기술성숙도 단계	설명
1단계	- 기초이론/실험 등 기초연구가 시작되고 응용연구로 전환되기 시작하는 단계
2단계	- 실용목적의 아이디어, 특허 등 개념이 정립되는 단계
3단계	- 실험실 규모의 기본성능평가가 수행되는 단계
4단계	- 실험실 규모의 핵심성능평가가 수행되는 단계
5단계	- 확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가가 수행되는 단계
6단계	- 파일럿 규모의 시작품 제작 및 성능평가가 수행되는 단계
7단계	- 신뢰성 평가 및 수요기업 평가가 이뤄지는 단계
8단계	- 시작품 제작 및 신기술 검증/인증/표준화가 수행되는 단계
9단계	- 사업화가 완료된 단계

(4) 최고기술 보유국

- ‘최고기술보유기관’은 `15년 현재 시점에서 해당기술의 최고기술을 보유한 국가임

(5) 기술기반 성숙도

- ‘기술기반 성숙도’는 해당 기술과 관련된 국내 산업/기술 연구인력, 장비 등 인프라 수준을 나타내는 지표로 5점 척도로 제시함
- 기술기반 성숙도의 평가 기준은 다음과 같음

〈표 3.7〉 기술수준/예측조사의 기술기반 성숙도 평가 기준

구분	설명
5	- 세계선도 연구인력 및 장비 등 확보
4	- 최고기술보유국과 동등한 수준
3	- 최고기술보유국보다 낮지만 자체연구개발 수행가능 인력 장비 확보
2	- 국내 관련 연구인력, 장비가 매우적어 해외협력연구가 필요한 수준
1	- 국내 관련 연구인력, 장비 인프라 전무

(6) 기술적 중요도

- ‘기술 핵심성’은 해당기술이 ‘해상교량기초 가설공법 기술’내에서 차지하는 상대적인 중요도를 나타내는 지표로 5점 척도로 제시함

○ 기술 핵심성의 평가 기준은 다음과 같음

〈표 3.8〉 기술수준/예측조사의 기술 핵심성 평가 기준

구분	설명
5	- 해당기술이 ‘해상교량기초 가설공법 기술’내에서 차지하는 상대적인 중요도가 매우 높음
4	- 해당기술이 ‘해상교량기초 가설공법 기술’내에서 차지하는 상대적인 중요도가 높음
3	- 해당기술이 ‘해상교량기초 가설공법 기술’내에서 차지하는 상대적인 중요도가 보통임
2	- 해당기술이 ‘해상교량기초 가설공법 기술’내에서 차지하는 상대적인 중요도가 낮음
1	- 해당기술이 ‘해상교량기초 가설공법 기술’내에서 차지하는 상대적인 중요도가 매우 낮음

□ ‘시급성’은 해당 기술이 적정 수준을 구현해야 하는 시기를 고려하여 기술개발이 시급한 정도를 나타내는 지표로 5점 척도로 제시함

○ 시급성의 평가 기준은 다음과 같음

〈표 3.9〉 기술수준/예측조사의 시급성 평가 기준

구분	설명
5	- 적정수준 구현시기를 고려 시 기술개발이 매우 시급함
4	- 적정수준 구현시기를 고려 시 기술개발이 시급함
3	- 적정수준 구현시기를 고려 시 기술개발이 시급한 정도가 보통임
2	- 적정수준 구현시기를 고려 시 기술개발이 시급하지 않음
1	- 적정수준 구현시기를 고려 시 기술개발이 전혀 시급하지 않음

□ ‘과학기술적 파급효과’는 해당 기술이 타 요소기술 개발에 미치는 영향력을 나타내는 지표로 5점 척도로 제시함

○ 과학기술적 파급효과의 평가 기준은 다음과 같음

〈표 3.10〉 기술수준/예측조사의 과학기술적 파급효과 평가 기준

구분	설명
5	- 타 요소기술 개발에 미치는 영향력이 매우 높음
4	- 타 요소기술 개발에 미치는 영향력이 높음
3	- 타 요소기술 개발에 미치는 영향력이 보통임
2	- 타 요소기술 개발에 미치는 영향력이 낮음
1	- 타 요소기술 개발에 미치는 영향력이 매우 낮음

(7) 기술획득방식

- ‘기술획득방식’은 해당 기술의 기술개발을 위해 적합한 연구 주체를 나타냄
- 기술획득방식은 아래 4개 항목 중 하나를 선택하여 조사함

〈표 3.11〉 기술수준/예측조사의 기술획득방식 조사 항목

구분	설명
자체 개발	민간 - 기술이 사업에 직접 적용될 수 있거나 민간의 역량이 우수하여 민간이 주도하는 것이 바람직함
	정부 - 기술의 공공성이 강하거나 민간의 역량이 부족하고 기초 단계 연구개발이 필요하여 정부출연연구소 또는 기관을 중심으로 정부가 주도하는 것이 바람직함
	공동 - 정부와 민간이 매칭펀드 또는 역할분담을 통하여 공동으로 개발을 추진하는 것이 바람직함
기술도입 및 국제공동연구	- 국내 개발 역량이 미흡하거나 해외 우수 기술의 도입을 통하여 비용을 크게 절감할 수 있어 독자적 개발보다는 국제공동개발 또는 해외 기술을 도입하는 것이 바람직함

(8) 정부우선시행방안

- ‘정부우선시행방안’은 해당 기술의 기술적 실현을 위해 정부가 우선적으로 시행해야 할 정책을 의미함
- 정부우선시행방안은 아래 5개 항목의 중요도 비중을 조사함

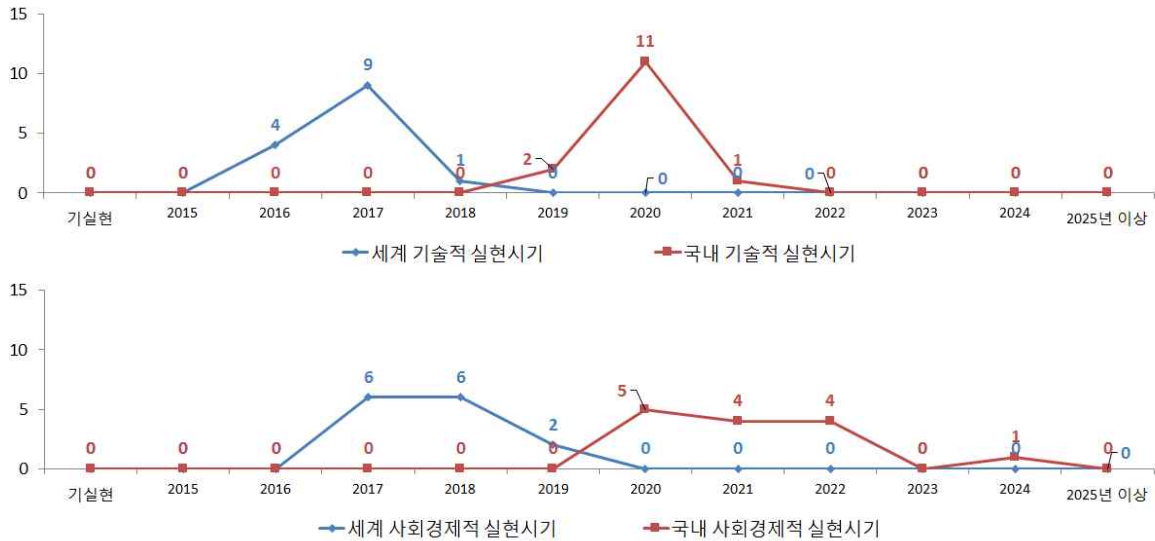
〈표 3.12〉 기술수준/예측조사의 정부우선시행방안 조사 항목

구분	설명
인력양성	- 해당기술에 인력이 절실히 부족하여 인력양성을 위한 정책적 지원 필요
협력교류 활성화	- 기술의 성격상 다학제적 연구 또는 산학연 및 국제공동연구가 필요하며 협력교류 활성화를 위한 정책적 지원 필요
인프라구축	- 기술 개발을 위해 설비투자 등의 인프라구축이 필요
연구비확대	- 기술 개발을 위해 연구개발비 확대 및 신규 투자가 필요
제도개선	- 규제 완화/정책 수립/법규 제정/표준화 지원 등 연구개발을 촉진하기 위한 제도의 수립 또는 개선이 필요

## 2. 기술수준/예측조사 분석결과

### 가. 국내·외 기술실현시기

- 최고기술보유국의 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 기술은 국내보다 3년 이상 앞서 실현될 것으로 전망됨
- 해외는 '18년까지 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발이 모두 기술적으로 실현될 것으로 전망됨
  - 해외는 '16, '17년에 기술적 실현시기가 집중됨
- 국내는 '21년까지 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발이 모두 기술적으로 실현될 것으로 전망됨
  - 국내는 '20년에 기술적 실현시기가 집중됨
- 해외는 '19년까지 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발이 모두 사회경제적으로 실현될 것으로 전망됨
  - 해외는 '17, '18년에 사회경제적 실현시기가 집중됨
- 국내는 '24년까지 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발이 모두 사회경제적으로 실현될 것으로 전망됨
  - 국내는 '20, '21, '22년에 사회경제적 실현시기가 집중됨
- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술적 실현이후 사회경제적 실현까지는 국내외 모두 0~3년이 소요될 것으로 전망됨
- 국내외 모두 기술적으로 실현된 후 사회경제적으로 실현되는 시기가 약 0~3년 정도의 시차가 발생할 것으로 전망됨

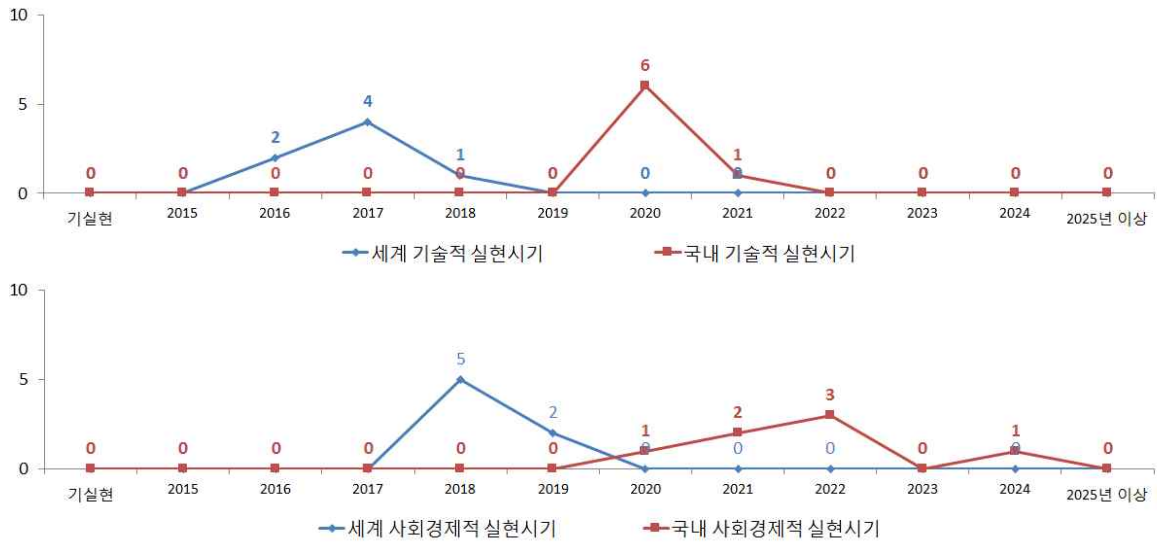


[그림 3.4] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 기술의 실현시기 빈도

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

- 최고기술보유국의 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술은 국내보다 3~4년 이상 앞서 실현될 것으로 전망됨
- 해외는 '18년까지 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술이 모두 기술적으로 실현될 것으로 전망됨
  - 해외는 '16, '17년에 기술적 실현시기가 집중됨
- 국내는 '21년까지 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술이 모두 기술적으로 실현될 것으로 전망됨
  - 국내는 '20년에 기술적 실현시기가 집중됨
- 해외는 '19년까지 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술이 모두 사회경제적으로 실현될 것으로 전망됨
  - 해외는 '18, '19년에 사회경제적 실현시기가 집중됨
- 국내는 '24년까지 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술이 모두 사회경제적으로 실현될 것으로 전망됨
  - 국내는 '21, '22년에 사회경제적 실현시기가 집중됨

- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 기술적 실현이후 사회경제적 실현까지는 해외 1년, 국내 1~2년이 소요될 것으로 전망됨
- 해외의 경우 기술적으로 실현된 후 사회경제적으로 실현되는 시기가 약 1년 정도의 시차가 발생할 것으로 전망되며, 국내의 경우 기술적으로 실현된 후 사회경제적으로 실현되는 시기가 약 1~2년 정도의 시차가 발생할 것으로 전망됨



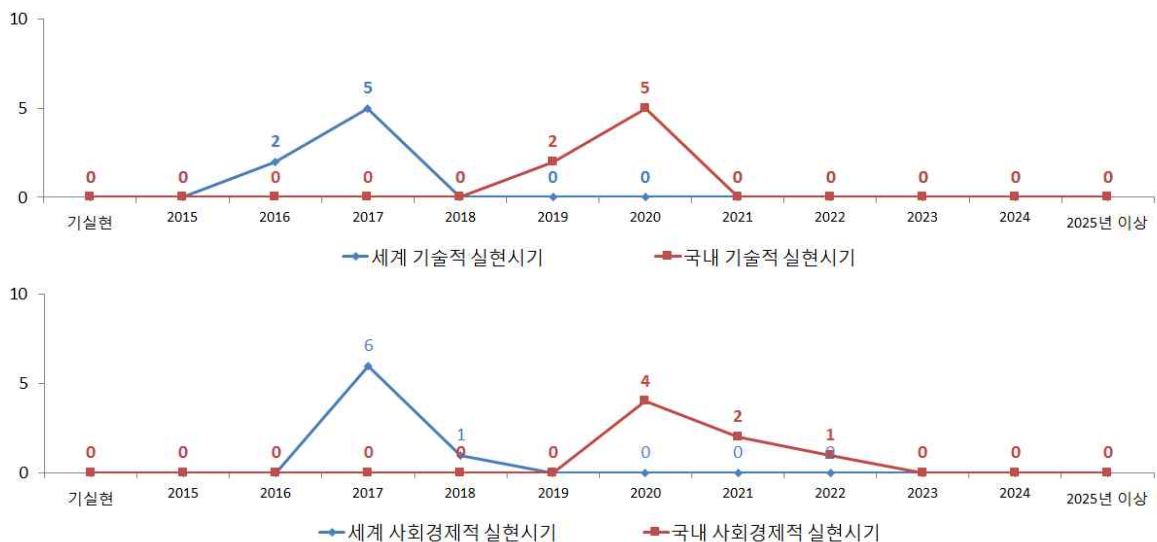
[그림 3.5] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 실현시기 빈도

<표 3.13> 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 실현시기

기술분류체계		기술적 실현시기		사회경제적 실현시기	
대분류	중분류	세계	국내	세계	국내
대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발	수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술	17	20	18	22
	대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술	16	20	18	21
	대형 원형강재 관입/인발 설계 기술	16	20	18	20
	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술	17	21	19	22
	시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술	17	20	18	24
	대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작	18	20	19	21
	대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작	17	20	18	22

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

- 최고기술보유국의 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술은 국내보다 3년 이상 앞서 실현될 것으로 전망됨
  - 해외는 '17년까지 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술이 모두 기술적으로 실현될 것으로 전망됨
    - 해외는 '17년에 기술적 실현시기가 집중됨
  - 국내는 '20년까지 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술이 모두 기술적으로 실현될 것으로 전망됨
    - 국내는 '20년에 기술적 실현시기가 집중됨
  - 해외는 '18년까지 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술이 모두 사회경제적으로 실현될 것으로 전망됨
    - 해외는 '17년에 사회경제적 실현시기가 집중됨
  - 국내는 '22년까지 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술이 모두 사회경제적으로 실현될 것으로 전망됨
    - 국내는 '20, '21년에 사회경제적 실현시기가 집중됨
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 기술적 실현이후 사회경제적 실현이 국내외 모두 비슷한 시기에 이루어 질 것으로 예상됨
  - 국내외 모두 기술실현 시기와 사회경제적 실현시기가 비슷할 것으로 예상됨



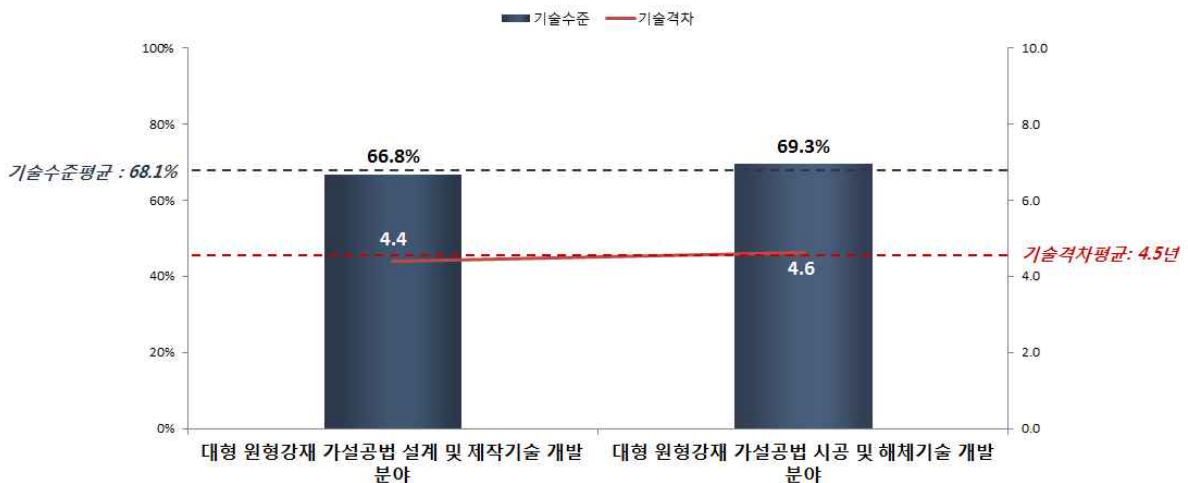
[그림 3.6] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 실현시기 빈도

<표 3.14> 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 실현시기

기술분류체계		기술적 실현시기		사회경제적 실현시기	
대분류	중분류	세계	국내	세계	국내
대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발	대형 원형강재 운반/거치/안착 기술	17	19	18	21
	대형 원형강재 관입/인발 시공 기술	17	19	17	21
	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술	17	20	17	20
	지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술	16	20	17	20
	굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술	17	20	17	20
	대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술	16	20	17	20
	대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성	17	20	17	22

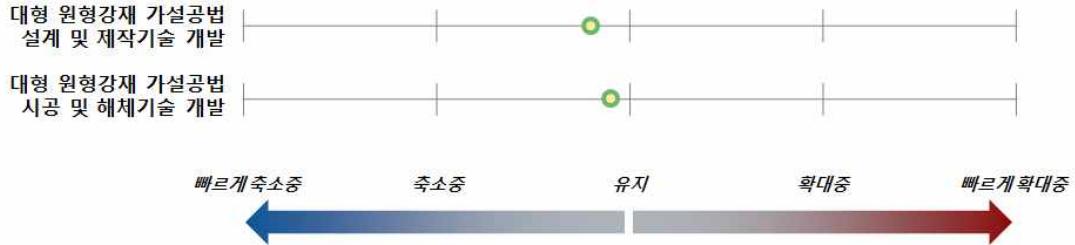
나. 기술수준 및 기술격차

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 기술의 평균 기술수준은 68.1%, 기술 격차는 4.5년임
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발(69.3%)분야는 상대적으로 기술수준이 높으며, 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발(66.8%)의 기술수준이 상대적으로 낮음
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발(4.4년)의 기술격차가 가장 적으며, 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발(4.6년)의 기술격차가 상대적으로 큼



[그림 3.7] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발기술의 기술수준 및 기술격차

□ 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술격차추세는 전반적으로 유지중임

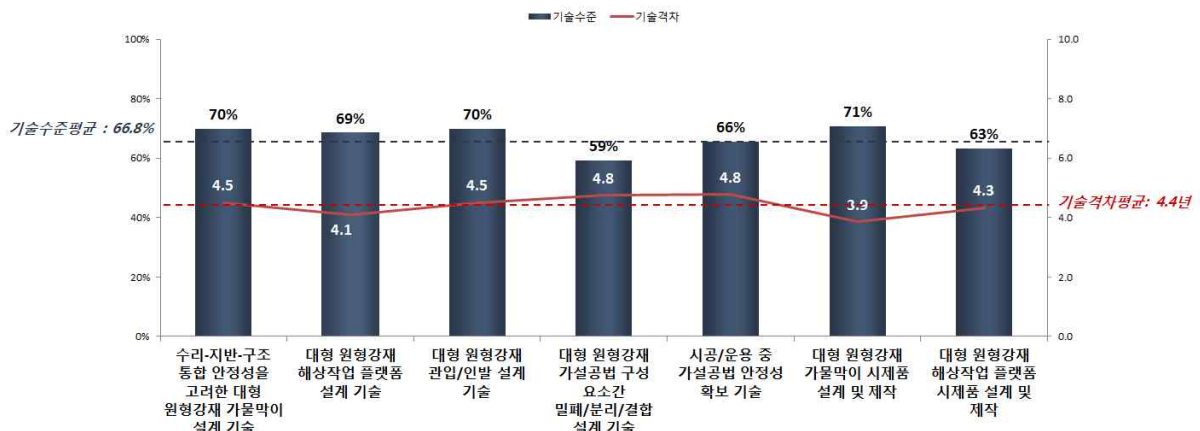


[그림 3.8] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술격차 추세

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

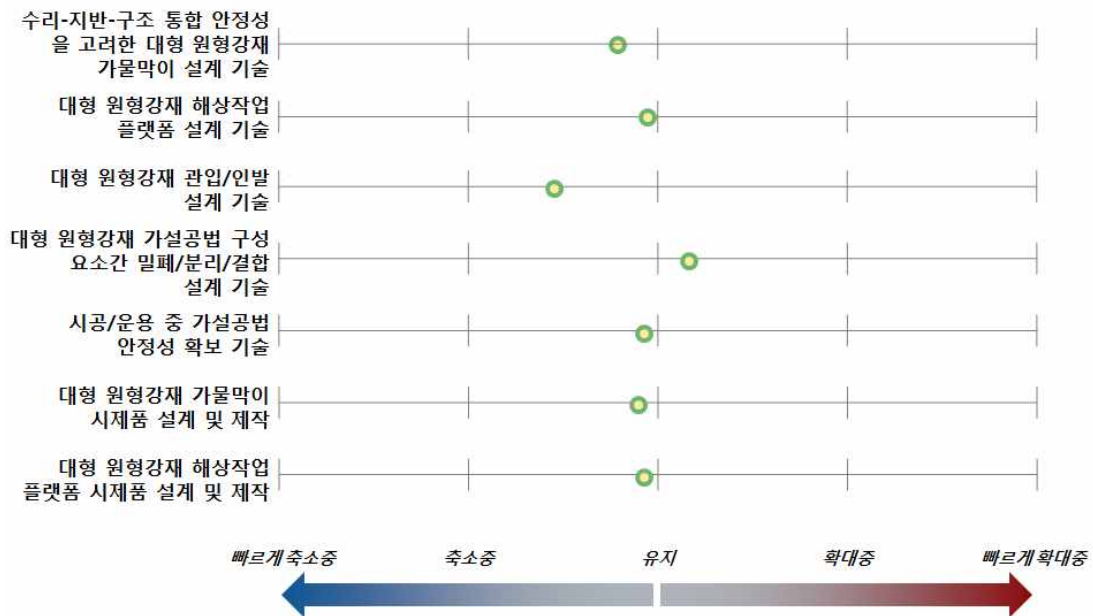
□ 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 평균 기술수준은 66.8%, 기술격차는 4.4년임

- 수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술(70%), 대형 원형강재 관입/인발 설계 기술(70%), 대형 원형강재 가물막이 시제품 설계 및 제작(71%)분야는 상대적으로 기술수준이 높음
- 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술(59%), 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시제품 설계 및 제작(63%)의 기술수준이 상대적으로 낮음
- 대형 원형강재 가물막이 시제품 설계 및 제작(3.3년)의 기술격차가 가장 적으며, 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술(4.8년), 시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술(4.8년)의 기술격차가 상대적으로 큼



[그림 3.9] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 기술수준 및 기술격차

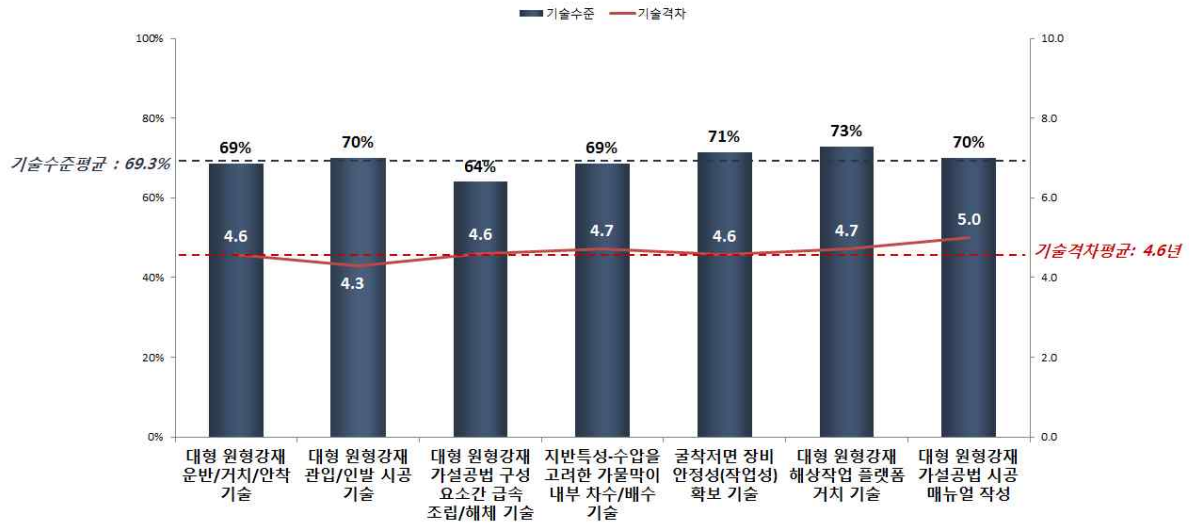
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 기술격차추세는 전반적으로 유지중임
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 대부분 세부기술의 기술격차 추세가 유지 중에 있으며 대형 원형강재 관입/인발 설계 기술의 경우는 기술격차추세가 축소중임



[그림 3.10] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 기술격차 추세

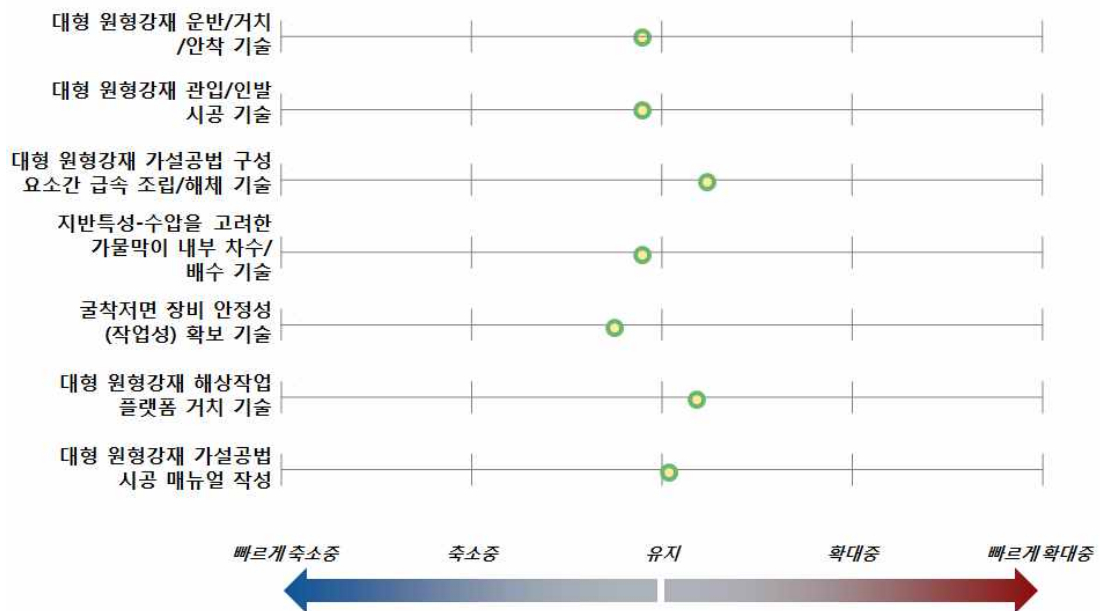
(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 평균 기술수준은 69.3%, 기술격차는 4.6년임
- 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술(73%)분야는 상대적으로 기술수준이 높으며, 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술(64%)의 기술수준이 상대적으로 낮음
- 대형 원형강재 관입/인발 시공 기술(4.3년)의 기술격차가 가장 적으며, 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성(5.0년)의 기술격차가 상대적으로 큼



[그림 3.11] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 기술수준 및 기술격차

- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 기술격차추세는 전반적으로 유지중임
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술격차추세는 모두 유지중이며, 굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술은 일부 축소중이고, 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술은 일부 확대중임



[그림 3.12] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 기술격차 추세

다. 기술성숙도(TRL)

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발 분야의 최고기술보유국 기술성숙도(TRL)는 신뢰성평가 및 수요기업평가가 이루어지는 단계에 있으며, 국내 기술성숙도(TRL)는 확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가가 수행중임
- 국내·외 모두 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야의 TRL 수준이 높으며, 국내는 확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가가 수행되고 있고, 국외는 신뢰성평가 및 수요기업평가가 이루어지는 단계임
- 국내·외 모두 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야의 TRL 수준이 낮으며, 국내는 실험실규모의 핵심성능평가가 이루어지는 단계에 있고, 국외는 신뢰성평가 및 수요기업평가가 이루어지는 단계임
- 국내·외 TRL수준의 격차가 가장 적은 분야는 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야이며, 격차가 가장 큰 분야는 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야임



[그림 3.13] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술성숙도

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야의 최고기술보유국 기술 성숙도(TRL)는 신뢰성평가 및 수요기업평가가 이루어지는 단계에 있으며, 국내 기술성숙도(TRL)는 실험실규모의 핵심성능평가가 이루어지는 단계임
- 국내는 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술 분야의 TRL수준이 높아 확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가가 수행되고 있으며, 국외는 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작 분야가 높아 제품 제작 및 신기술 검증/인증/표준화가 수행중임
- 국내는 시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술 분야의 TRL수준이 낮아 실험실규모의 핵심성능평가가 이루어지는 단계에 있으며, 국외는 대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작 분야가 낮아 신뢰성평가 및 수요기업평가가 이루어지는 단계임
- 국내·외 TRL수준의 격차가 가장 적은 분야는 대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작 분야이며, 격차가 가장 큰 분야는 시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술, 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작 분야임

★ 국내 TRL 단계   ● 국외 TRL 단계

수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술				★ 5.0			● 7.7	
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술				★ 5.2			● 7.7	
대형 원형강재 관입/인발 설계 기술				★ 5.1			● 7.8	
대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술				★ 4.5			● 7.6	
시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술				★ 4.4			● 7.7	
대형 원형강재 가물막이 시제품 설계 및 제작				★ 5.1			● 7.3	
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시제품 설계 및 제작				★ 4.8			● 8.1	

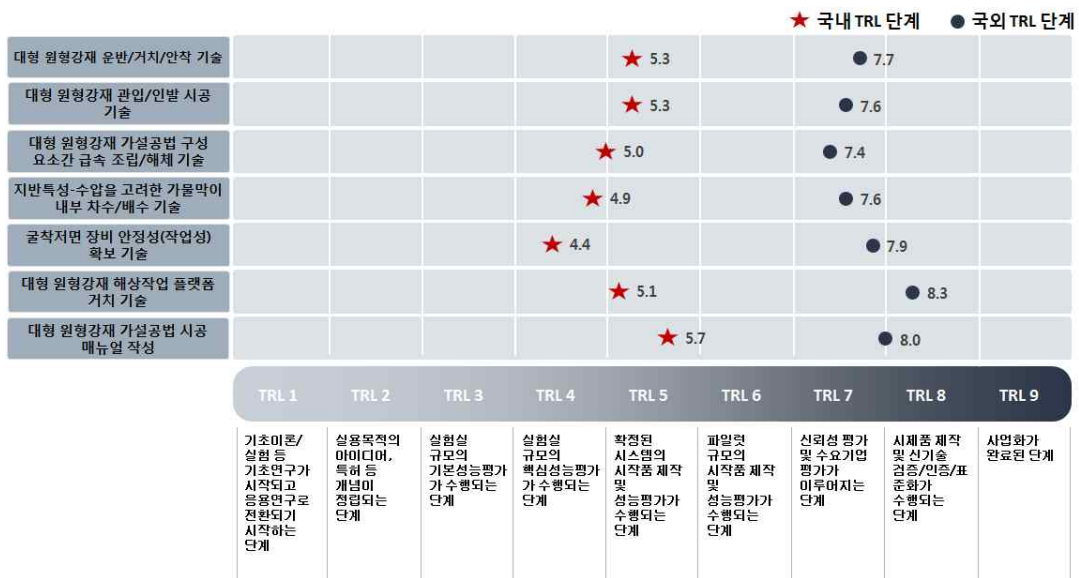
  

TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 8	TRL 9
기초이론/실험 등 기초연구가 시작되고 응용연구로 전환되기 시작하는 단계	실용목적의 아이디어, 특허 등 개념이 정립되는 단계	실험실 규모의 기본성능평가가 수행되는 단계	실험실 규모의 핵심성능평가가 수행되는 단계	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가가 수행되는 단계	파일럿 규모의 시작품 제작 및 성능평가가 수행되는 단계	신뢰성 평가 및 수요기업 평가가 이루어지는 단계	시제품 제작 및 신기술 검증/인증/표준화가 수행되는 단계	사업화가 완료된 단계

[그림 3.14] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 기술성숙도

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

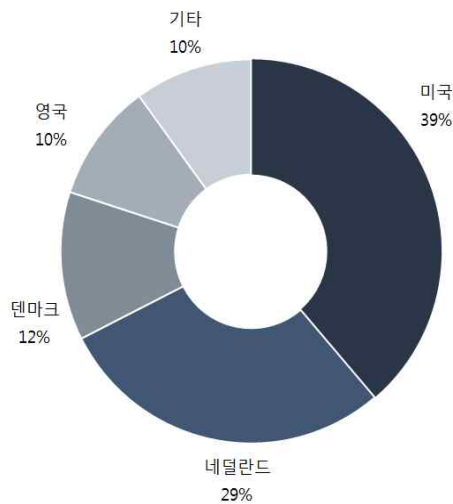
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야의 최고기술보유국 기술성숙도(TRL)는 신뢰성평가 및 수요기업평가가 이루어지는 단계에 있으며, 국내 기술성숙도(TRL)는 확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가가 수행중임
- 국내는 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성분야의 TRL수준이 높아 확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가가 수행되고 있으며, 국외는 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술 분야가 높아 제품 제작 및 신기술 검증/인증/표준화가 수행중임
- 국내는 굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술 분야의 TRL수준이 낮아 실험실규모의 핵심성능평가가 이루어지는 단계에 있으며, 국외는 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술 분야가 낮아 신뢰성평가 및 수요기업평가가 이루어지는 단계임
- 국내·외 TRL수준의 격차가 가장 적은 분야는 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성, 대형 원형강재 관입/인발 시공 기술 분야이며, 격차가 가장 큰 분야는 분야임



[그림 3.15] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술성숙도

라. 최고기술보유국

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 최고기술보유국을 조사한 결과 미국이 가장 많은 최고기술을 보유한 것으로 나타남
- 미국 39%, 네덜란드 29%, 덴마크 12%, 영국 10%, 기타 10%순으로 최고 기술을 보유한 것으로 나타남

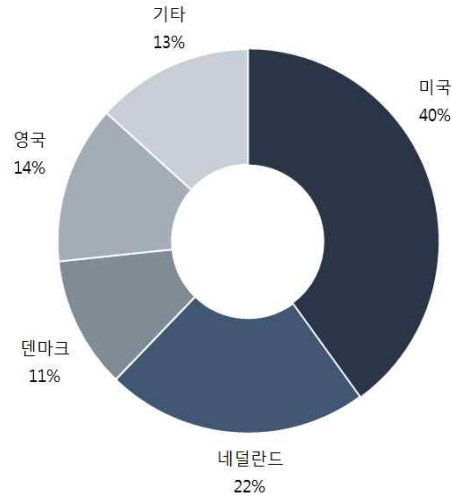


[그림 3.16] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 최고기술보유국 비중

\* 기타 : 일본, 한국, 기타 유럽국가

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 최고기술보유국을 조사한 결과 미국이 가장 많은 최고기술을 보유한 것으로 나타남
- 미국 40%, 네덜란드 22%, 영국 14%, 기타 13%, 덴마크 11%순으로 최고 기술을 보유한 것으로 나타남



[그림 3.17] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 최고기술보유국 비중

\* 기타 : 일본, 한국, 기타 유럽국가

- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 중분류기술 대부분이 미국이 높은 것으로 나타남
- 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시제품 설계 및 제작을 제외한 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야는 미국이 높은 것으로 나타남
- 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시제품 설계 및 제작은 네덜란드가 높게 나타났으며, 수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술은 모든 국가가 동일한 것으로 나타남

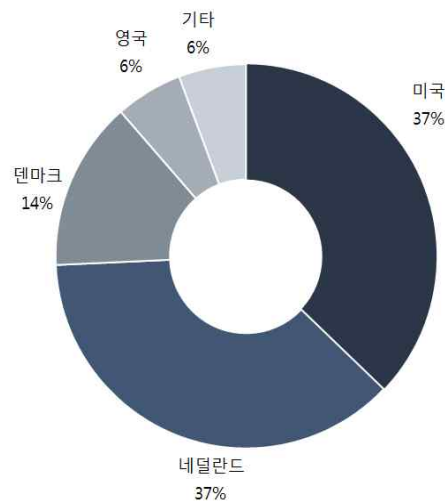
<표 3.15> 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 최고기술보유국 조사결과

중분류	최고기술보유국(비중)				
	미국	네덜란드	덴마크	영국	기타
수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술	20%	20%	20%	20%	20%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술	71%	14%	0%	0%	14%
대형 원형강재 관입/인발 설계 기술	50%	20%	10%	20%	0%
대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술	33%	0%	33%	17%	17%
시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술	33%	33%	0%	17%	17%
대형 원형강재 가물막이 시제품 설계 및 제작	33%	33%	0%	0%	33%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시제품 설계 및 제작	33%	67%	0%	0%	0%

\* 기타 : 일본, 한국, 기타 유럽국가

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 최고기술보유국을 조사한 결과 미국, 네덜란드가 가장 많은 최고기술을 보유한 것으로 나타남
- 미국 37%, 네덜란드 37%, 덴마크 14%, 영국 6%, 기타 6%순으로 최고 기술을 보유한 것으로 나타남



[그림 3.18] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 최고기술보유국 비중

\* 기타 : 일본, 기타 유럽국가

- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 중분류기술은 기술에 따라 국가별 차이가 있는 것으로 나타남
- 대형 원형강재 운반/거치/안착 기술, 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술, 지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술, 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술 분야는 네덜란드가 높은 것으로 나타남
- 대형 원형강재 관입/인발 시공 기술, 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술은 미국이 높은 것으로 나타났으며, 굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술, 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성은 덴마크가 높은 것으로 나타남

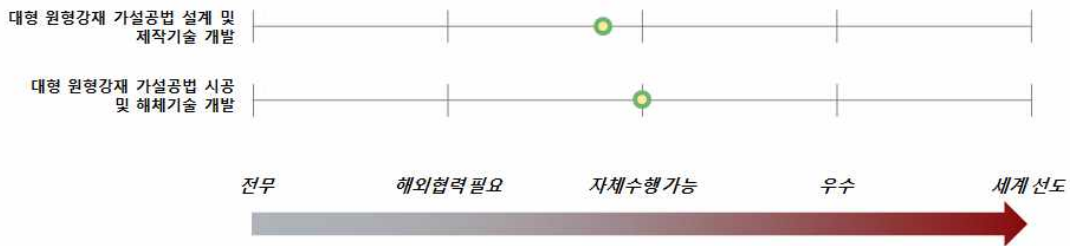
<표 3.16> 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 최고기술보유국 조사결과

중분류	최고기술보유국(비중)				
	미국	네덜란드	덴마크	영국	기타
대형 원형강재 운반/거치/안착 기술	33%	50%	0%	0%	17%
대형 원형강재 관입/인발 시공 기술	67%	17%	0%	17%	0%
대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술	25%	75%	0%	0%	0%
지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술	25%	63%	0%	13%	0%
굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술	40%	0%	60%	0%	0%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술	33%	33%	0%	0%	33%
대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성	33%	0%	67%	0%	0%

\* 기타 : 일본, 기타 유럽국가

마. 기술기반(인프라) 성숙도

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발 분야의 기술기반(인프라) 성숙도는 전반적으로 자체연구개발 수행이 가능한 수준임
- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술기반 성숙도는 자체수행이 가능한 수준인 것으로 나타났으며, 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발은 자체연구수행이 가능하지만 상대적으로 인프라가 미흡하여 일부 연구는 해외협력이 필요한 것으로 나타남



[그림 3.19] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발 분야의 기술기반 성숙도

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야의 기술기반(인프라) 성숙도는 전반적으로 자체연구개발 수행이 가능한 수준임
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야의 기술기반 성숙도는 자체수행이 가능한 수준인 것으로 나타났으며, 대형 원형강재 관입/인발 설계 기술, 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술은 자체연구수행이 가능하지만 상대적으로 인프라가 미흡하여 일부 연구는 해외협력이 필요한 것으로 나타남



[그림 3.20] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야의 기술기반 성숙도

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

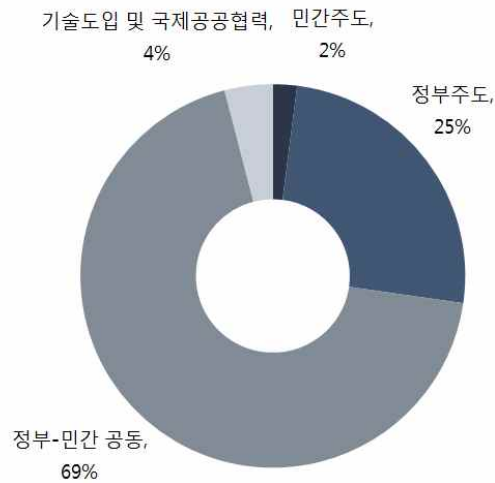
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야의 기술기반(인프라) 성숙도는 전반적으로 자체연구개발 수행이 가능한 수준임
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술기반 성숙도는 자체수행이 가능한 수준인 것으로 나타났으며, 대형 원형강재 관입/인발 시공 기술은 자체연구수행이 가능하지만 상대적으로 인프라가 미흡하여 일부 연구는 해외협력이 필요한 것으로 나타남
- 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성의 인프라 성숙도가 상대적으로 가장 우수한 것으로 조사됨



[그림 3.21] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야의 기술기반 성숙도

바. 기술획득 방식

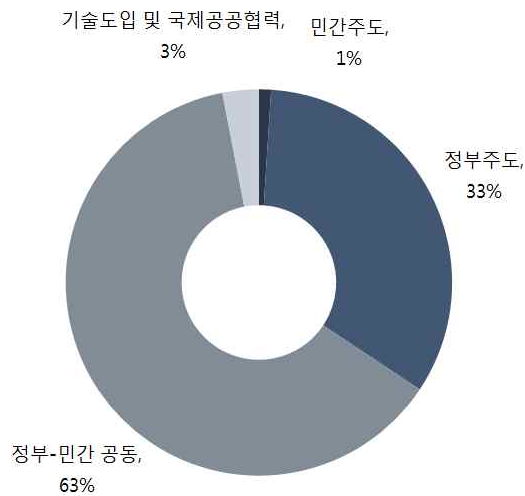
- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술획득 방식은 대체적으로 정부-민간 공동(69%)의 중요성이 높은 것으로 나타남



[그림 3.22] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술획득 방식 비중

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 기술획득 방식은 대체적으로 정부-민간 공동(63%)의 중요성이 높은 것으로 나타남
- 대형 원형강재 관입/인발 설계 기술, 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술, 시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술, 대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작, 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작은 정부-민간 공동 기술획득이 중요한 것으로 나타남
- 수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술, 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술은 정부주도 기술획득이 중요한 것으로 나타남



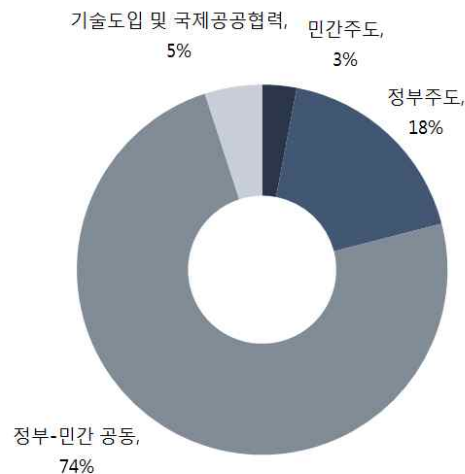
[그림 3.23] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 기술획득 방식 비중

<표 3.17> 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 기술획득 방식 조사결과

소분류	기술획득방식			
	민간주도	정부주도	정부-민간 공동	기술도입 및 국제공동연구
수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술	0%	69%	31%	0%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술	0%	54%	46%	0%
대형 원형강재 관입/인발 설계 기술	0%	38%	62%	0%
대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술	0%	22%	78%	0%
시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술	10%	20%	70%	0%
대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작	0%	11%	78%	11%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작	0%	18%	73%	9%

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 기술의 기술획득 방식은 대체적으로 정부-민간 공동(74%)의 중요성이 높은 것으로 나타남
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 기술의 대부분이 정부-민간 공동 기술획득이 중요한 것으로 나타났으며, 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술은 정부주도 기술획득과 동일하게 나타남



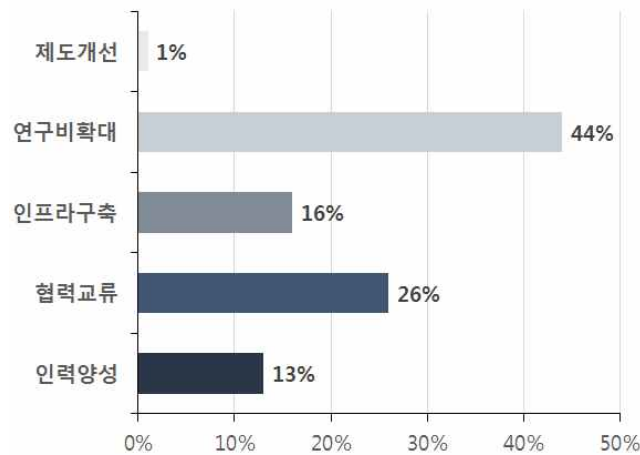
[그림 3.24] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술획득 방식 비중

〈표 3.18〉 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술획득 방식 조사결과

소분류	기술획득방식			
	민간주도	정부주도	정부-민간 공동	기술도입 및 국제공동연구
수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술	0%	11%	89%	0%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술	0%	11%	78%	11%
대형 원형강재 관입/인발 설계 기술	0%	14%	86%	0%
대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술	11%	44%	44%	0%
시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술	11%	11%	67%	11%
대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작	0%	11%	78%	11%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작	0%	20%	80%	0%

사. 정부우선 시행방안

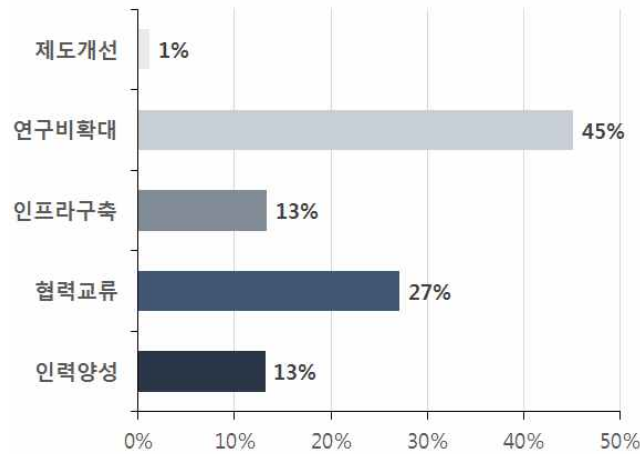
- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발 분야의 기술적 실현을 위해 정  
부가 우선적으로 시행해야 할 방안은 연구비 확대인 것으로 나타남



[그림 3.25] 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 정부우선 시행방안 비중

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야의 기술적 실현을 위해 정부가 우선적으로 시행해야 할 방안은 연구비 확대인 것으로 나타남
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 모든 하위기술이 연구비 확대가 가장 시급한 것으로 나타남



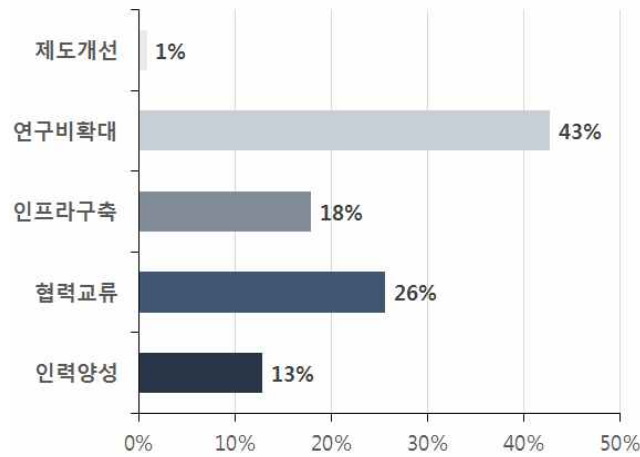
[그림 3.26] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 정부우선 시행방안 비중

<표 3.19> 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술의 정부우선 시행방안 조사결과

소분류	정부 우선 시행방안				
	인력양성	협력교류 활성화	인프라 구축	연구비 확대	제도개선
수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술	24%	16%	8%	52%	0%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술	17%	25%	8%	46%	4%
대형 원형강재 관입/인발 설계 기술	26%	26%	9%	39%	0%
대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술	13%	25%	6%	56%	0%
시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술	0%	36%	23%	41%	0%
대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작	0%	35%	18%	47%	0%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작	13%	26%	22%	35%	4%

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야의 기술적 실현을 위해 정부가 우선적으로 시행해야 할 방안은 연구비 확대인 것으로 나타남
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 모든 하위기술이 연구비 확대가 가장 시급한 것으로 나타남



[그림 3.27] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 정부우선 시행방안 비중

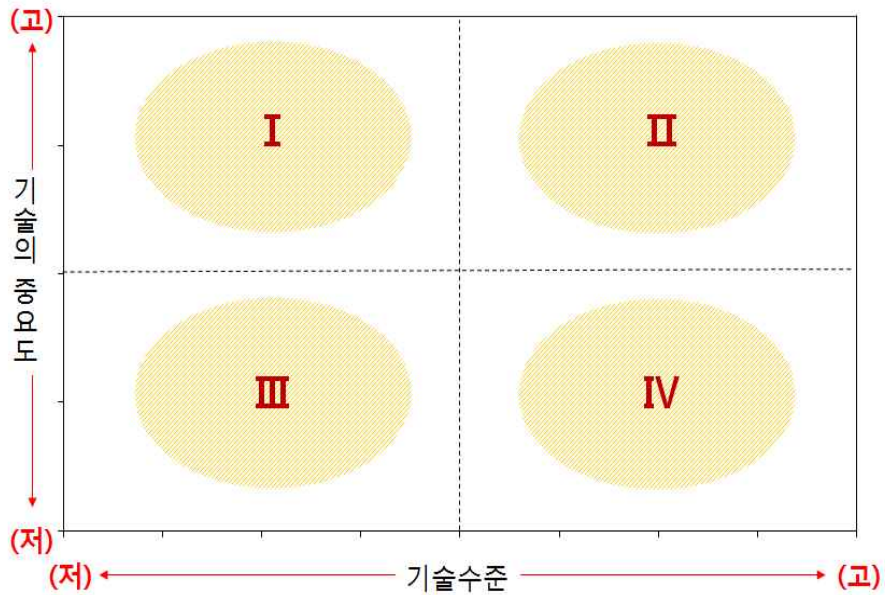
<표 3.20> 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술의 정부우선 시행방안 조사결과

소분류	정부 우선 시행방안				
	인력양성	협력교류 활성화	인프라 구축	연구비 확대	제도개선
대형 원형강재 운반/거치/안착 기술	0%	25%	25%	44%	6%
대형 원형강재 관입/인발 시공 기술	18%	24%	6%	53%	0%
대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술	8%	15%	31%	46%	0%
지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술	18%	29%	18%	35%	0%
굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술	11%	32%	16%	42%	0%
대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술	12%	29%	18%	41%	0%
대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성	25%	25%	13%	38%	0%

아. 기술수준-중요도 포트폴리오 분석

□ 4분면별 전략은 기술 수준과 기술의 중요도를 축으로 함

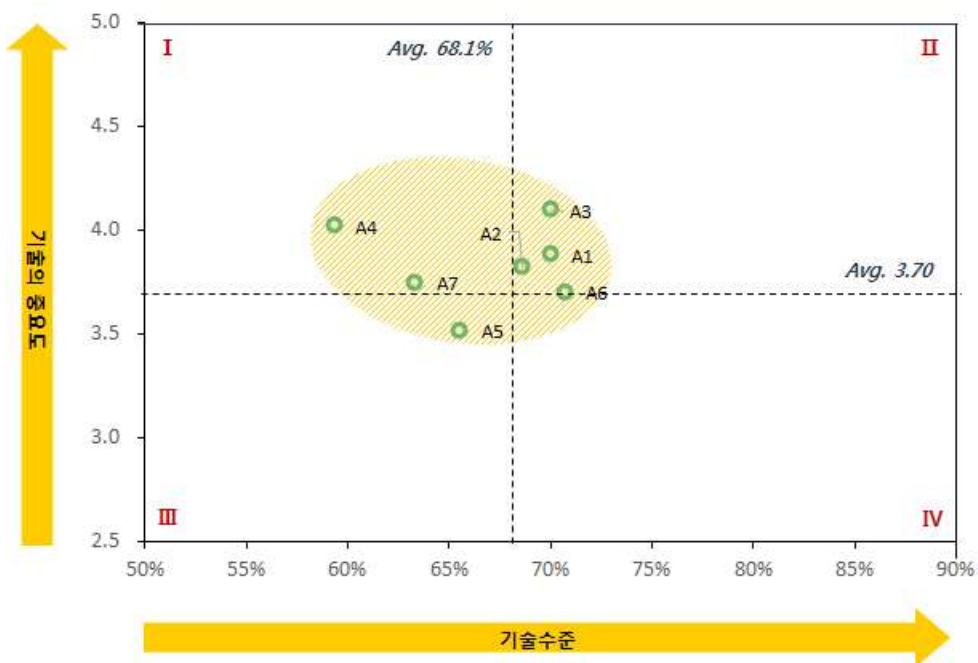
- I : 재원에 따라 적극적인 투자로 기술수준 향상을 추구해야 하는 영역
- II : 기술혁신을 통해 더 넓은 시장창출이 가능한 유망한 영역
- III : 기술 및 시장변화에 따른 대응이 필요한 영역
- IV : 기술시급성이나 파급효과는 상대적으로 크지 않으나, 다른 핵심 기술과의 연계성을 전략적으로 고려해야 하는 영역



[그림 3.28] 기술수준-중요도 포트폴리오 영역구분

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

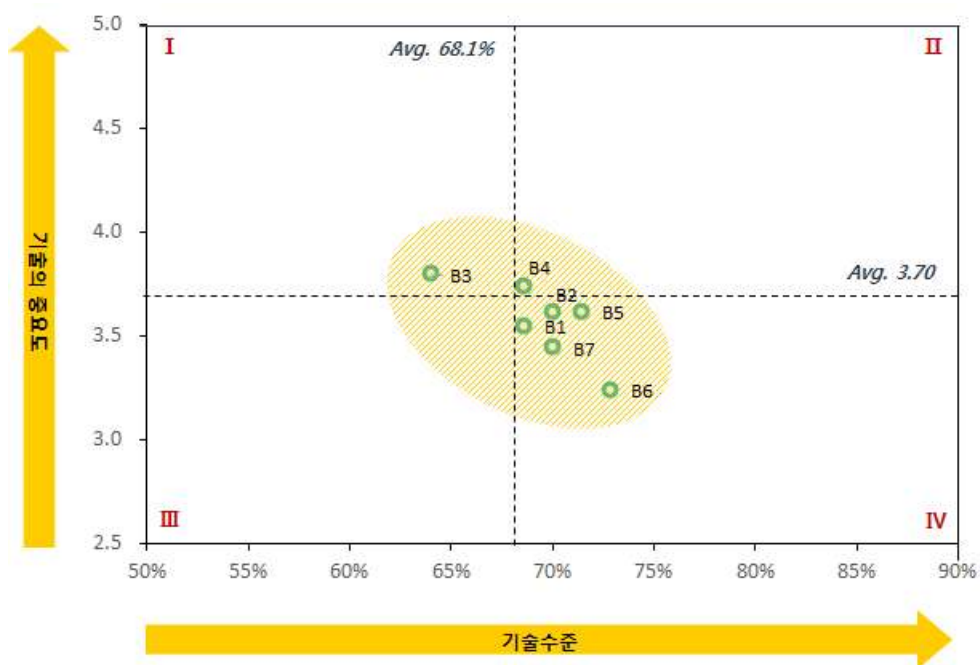
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야의 기술수준-중요도 포트폴리오 분석결과 대부분 I, II 영역에 포함되는 것으로 나타남
- A4(대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술), A7(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작)은 I 영역에 포함되어 재원에 따라 적극적인 투자로 기술수준 향상을 추구해야함
- A1(수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술), A2(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술), A3(대형 원형강재 관입/인발 설계 기술), A6(대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작)은 II 영역에 포함되어 기술혁신을 통해 더 넓은 시장창출이 가능함
- A5(시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술)은 III영역에 포함되어 기술 및 시장변화에 따른 대응이 필요함



[그림 3.29] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 기술수준-중요도 포트폴리오

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

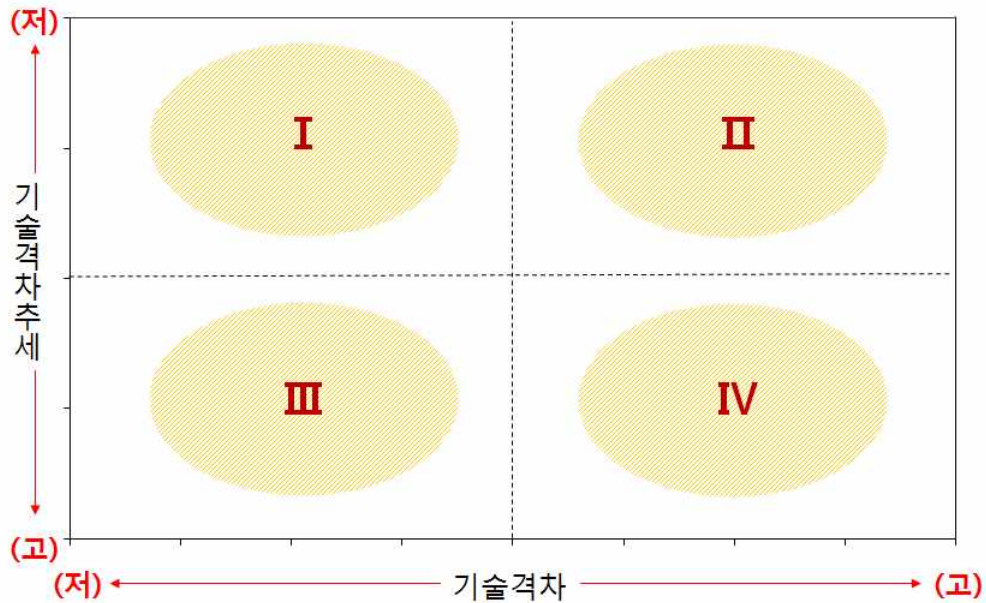
- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야의 기술수준-중요도 포트폴리오 분석결과 대부분 IV영역에 포함되는 것으로 나타남
- B3(대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술)은 I 영역에 포함되어 재원에 따라 적극적인 투자로 기술수준 향상을 추구해야함
- B4(지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술)은 II 영역에 포함되어 기술혁신을 통해 더 넓은 시장창출이 가능함
- B1(대형 원형강재 운반/거치/안착 기술), B2(대형 원형강재 관입/인발 시공 기술), B5(굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술), B6(대형 원형강재 해상 작업 플랫폼 거치 기술), B7(대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성)은 IV영역에 포함되어 기술시급성이나 파급효과는 상대적으로 크지 않으나, 다른 핵심 기술과의 연계성을 전략적으로 고려해야함



[그림 3.30] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 기술수준-중요도 포트폴리오

자. 기술격차-격차추세 포트폴리오 분석

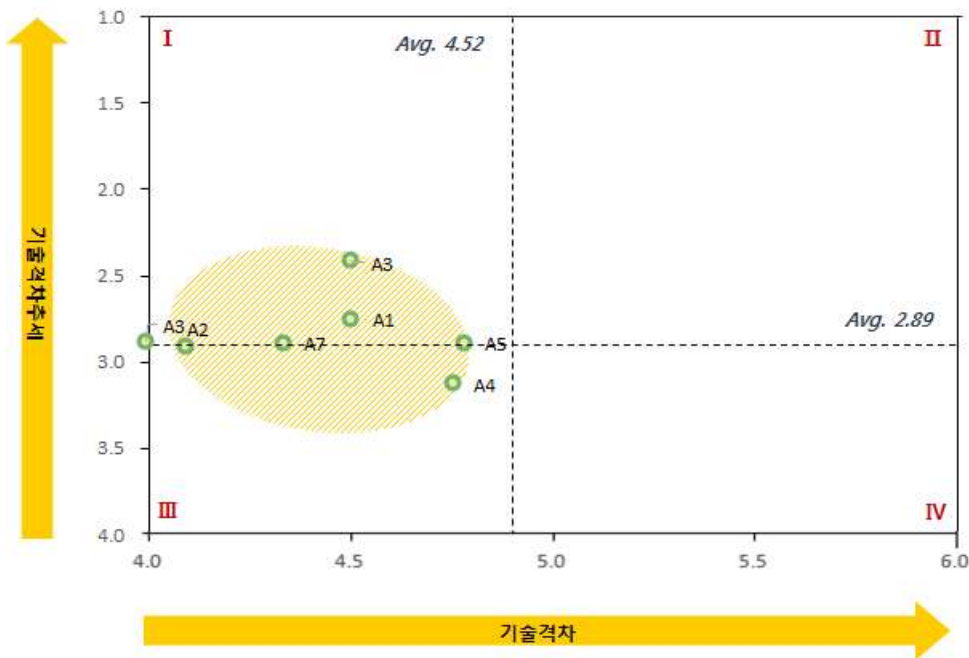
- 4분면별 전략은 기술격차추세와 기술격차를 축으로 함
- I : 지속적인 모니터링 및 관리-유지하거나 최고 기술수준에 이르기 위한 기술개발을 고려하는 영역
- II : 기술개발을 가속화할 필요가 있는 영역
- III : 기술격차가 확대되는 이유를 조기에 파악하여 이에 대한 대응이 필요한 영역
- IV : 효과적인 기술개발 전략이 마련되지 않는다면 자체 개발 이외의 전략을 구사해야 하는 영역



[그림 3.31] 기술격차-격차추세 포트폴리오 영역구분

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

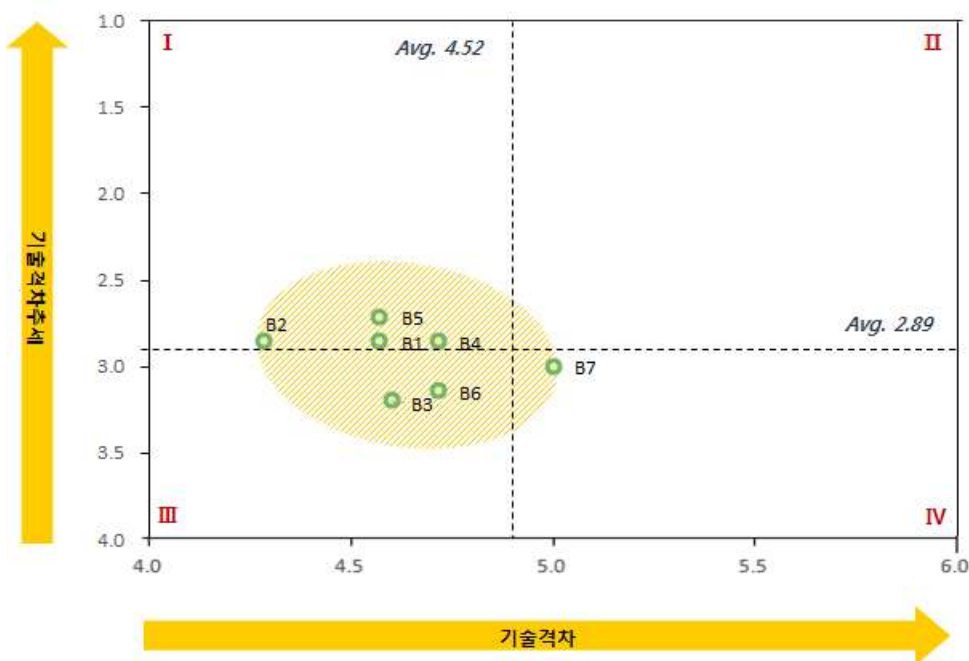
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 기술격차-격차추세 포트폴리오 분석결과 대부분 I 영역에 포함되는 것으로 나타남
- A1(수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술), A2(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술), A3(대형 원형강재 관입/인발 설계 기술), A5(시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술), A6(대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작), A7(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작)은 I 영역에 포함되어 지속적인 모니터링 및 관리-유지하거나 최고 기술수준에 이르기 위한 기술개발을 고려해야함
- A4(대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술)은 III영역에 포함되어 기술격차가 확대되는 이유를 조기에 파악하여 이에 대한 대응이 필요함



[그림 3.32] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 기술격차-격차추세 포트폴리오

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술격차-격차추세 포트폴리오 분석결과 대부분 I, III영역에 포함되는 것으로 나타남
- B1(대형 원형강재 운반/거치/안착 기술), B2(대형 원형강재 관입/인발 시공 기술), B4(지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술), B5(굴착 저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술)은 I 영역에 포함되어 지속적인 모니터링 및 관리-유지하거나 최고 기술수준에 이르기 위한 기술개발을 고려해야함
- B3(대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술), B6(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술)은 III영역에 포함되어 기술격차가 확대 되는 이유를 조기에 파악하여 이에 대한 대응이 필요함
- B7(대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성)은 IV영역에 포함되어 효과적인 기술개발 전략이 마련되지 않는다면 자체 개발 이외의 전략을 구사해야함

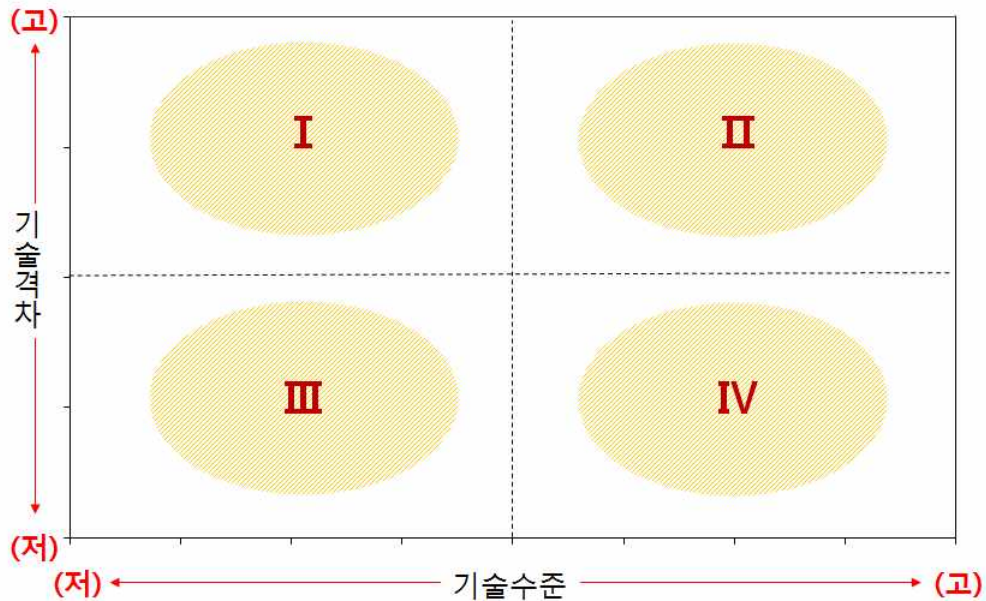


[그림 3.33] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 기술격차-격차추세 포트폴리오

차. 기술격차-기술수준 포트폴리오 분석

□ 4분면별 전략은 기술격차와 기술수준평균을 축으로 함

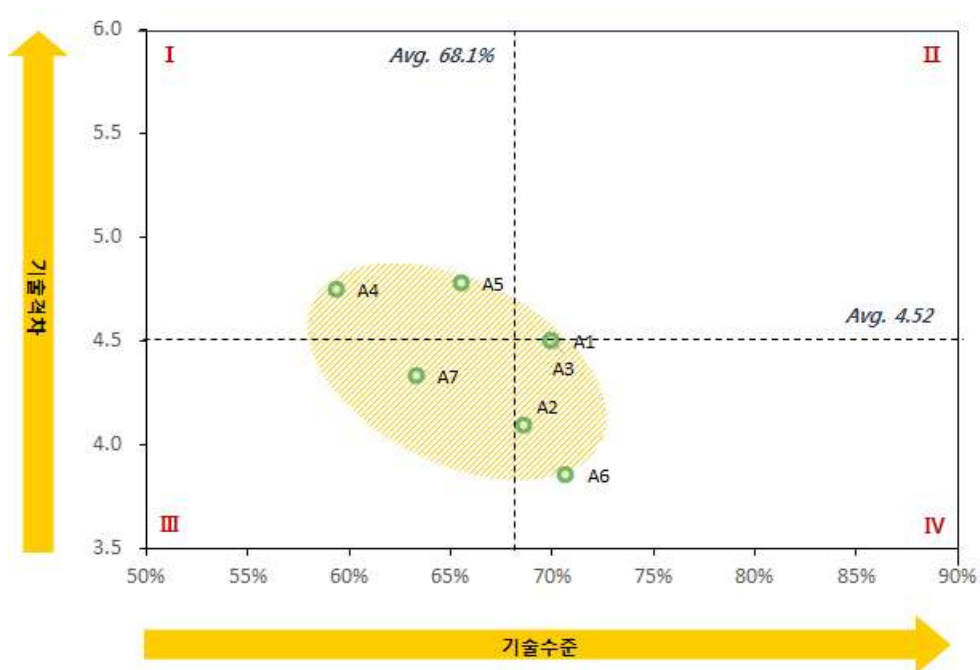
- I : 기술수준을 끌어올리고자 한다면 정부의 역할이 매우 중요한 영역
- II : 기술격차 해소를 위한 정부 역할 확대를 고려할 필요가 있는 영역
- III : 기술수준 향상을 위한 정부-민간의 역할을 적절히 고려해야 하는 영역
- IV : 세계 최고 수준의 기술을 확보하기 위한 민간의 역할 증대가 필요한 영역



[그림 3.34] 기술격차-기술수준 포트폴리오 영역구분

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

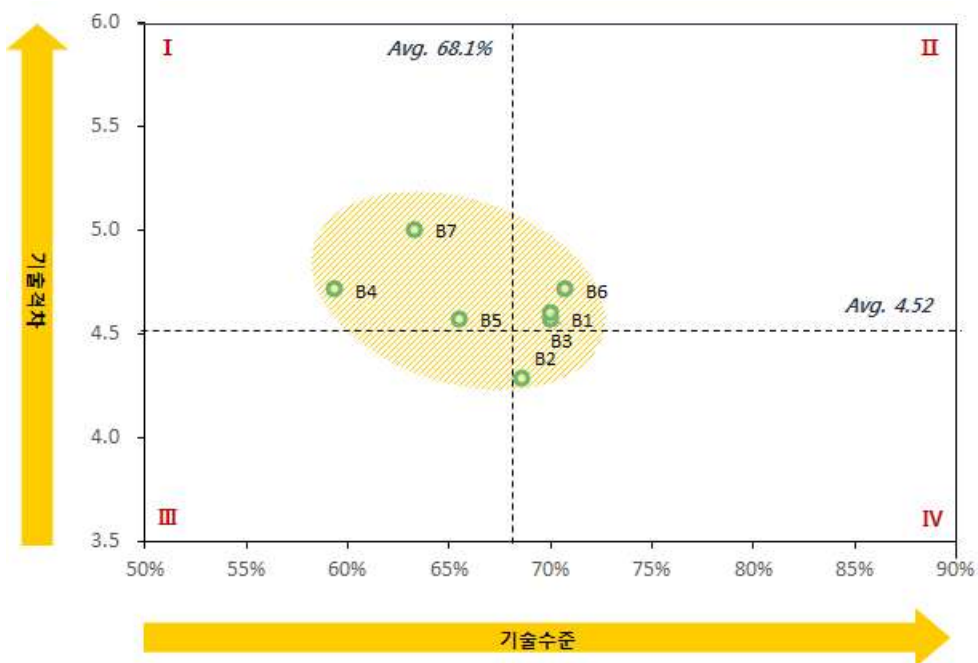
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발의 기술수준-기술격차 포트폴리오 분석결과 대부분 I, IV영역에 포함되는 것으로 나타남
- A4(대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술), A5(시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술)은 I 영역에 포함되어 기술수준을 끌어올리고자 한다면 정부의 역할이 매우 중요함
- A7(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시제품 설계 및 제작)은 III영역에 포함되어 기술수준 향상을 위한 정부-민간의 역할을 적절히 고려해야함
- A1(수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술), A2(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술), A3(대형 원형강재 관입/인발 설계 기술), A6(대형 원형강재 가물막이 시제품 설계 및 제작)은 IV영역에 포함되어 세계 최고 수준의 기술을 확보하기 위한 민간의 역할 증대가 필요함



[그림 3.35] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 기술격차-기술수준 포트폴리오

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발의 기술수준-기술격차 포트폴리오 분석결과 대부분 I, II 영역에 포함되는 것으로 나타남
- B4(지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술), B5(굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술), B7(대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성)은 I 영역에 포함되어 기술수준을 끌어올리고자 한다면 정부의 역할이 매우 중요함
- B1(대형 원형강재 운반/거치/안착 기술), B3(대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술), B6(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술)은 II 영역에 포함되어 기술격차 해소를 위한 정부 역할 확대를 고려가 필요함
- B2(대형 원형강재 관입/인발 시공 기술)은 IV영역에 포함되어 세계 최고 수준의 기술을 확보하기 위한 민간의 역할 증대가 필요함

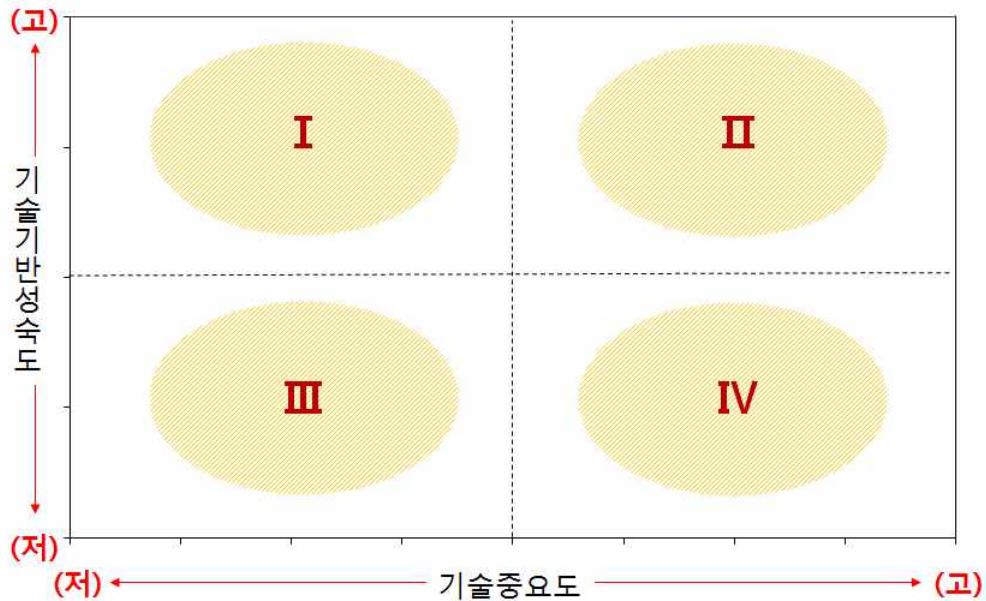


[그림 3.36] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 기술격차-기술수준 포트폴리오

카. 기술기반성속도-중요도 포트폴리오 분석

□ 4분면별 전략은 기술기반성속도와 평균 중요도를 축으로 함

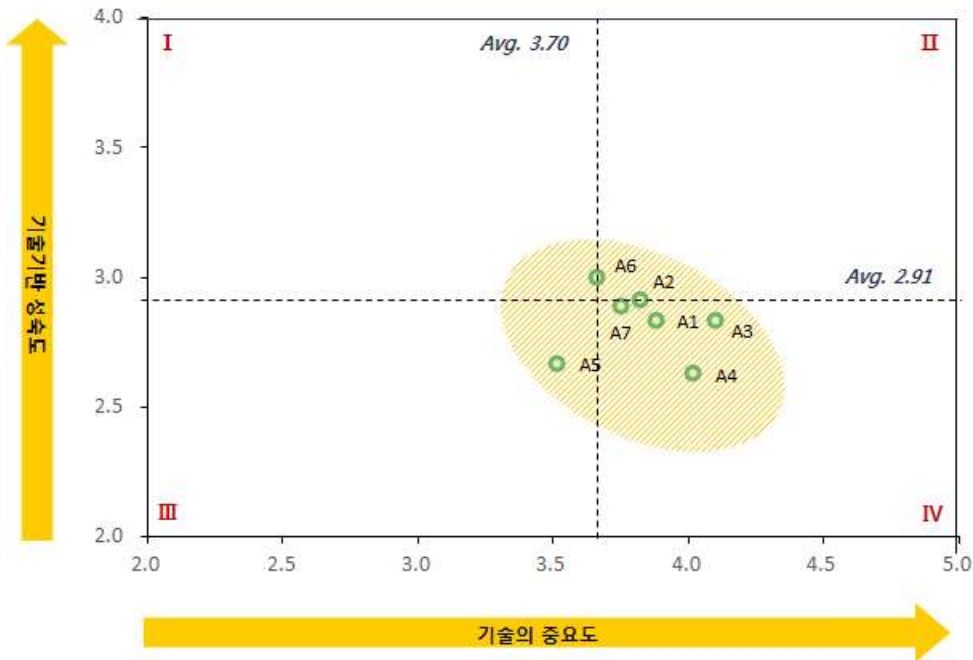
- I : 기술기반 관리-유지 영역
- II : 기술개발 추진과 동시에 기술기반을 지속적으로 확대해 나아갈 필요가 있는 영역
- III : 점진적으로 기술기반을 확보해 나아가야 할 영역
- IV : 기술기반 확보가 시급한 영역



[그림 3.37] 기술기반성속도-중요도 포트폴리오 영역구분

(1) 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술

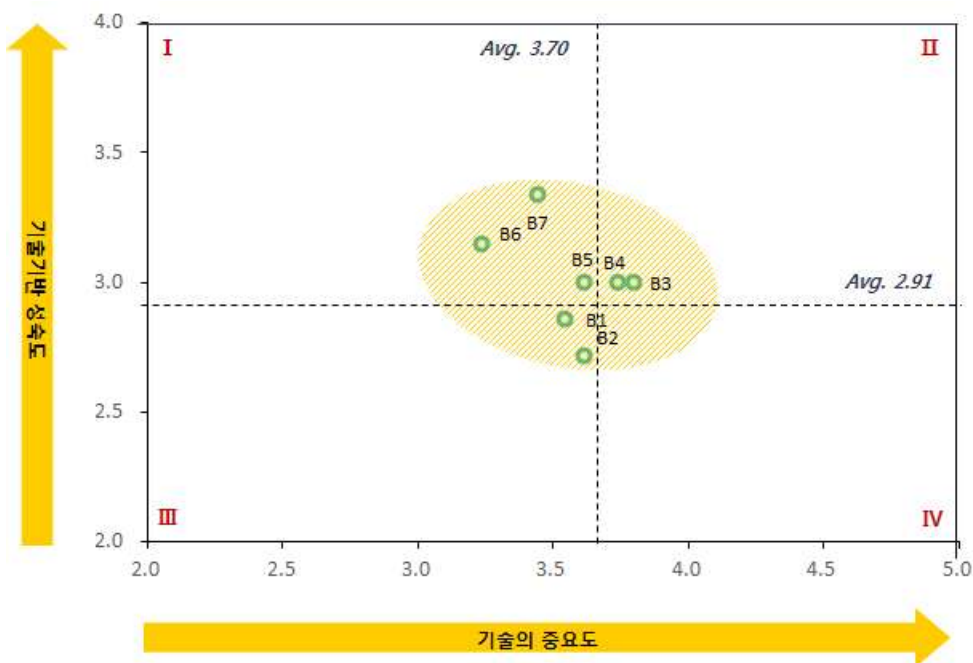
- 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야의 기술 중요도-기반성 속도 포트폴리오 분석결과 대부분 IV영역에 포함되는 것으로 나타남
- A6(대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작)은 I 영역에 포함되어 기술기반 관리-유지가 필요함
- A2(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술)은 II 영역에 포함되어 기술개발 추진과 동시에 기술기반을 지속적으로 확대해 나아갈 필요가 있음
- A5(시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술)은 III영역에 포함되어 점진적으로 기술기반을 확보해야함
- A1(수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술), A3(대형 원형강재 관입/인발 설계 기술), A4(대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술), A7(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작)은 IV영역에 포함되어 기술기반 확보가 시급함



[그림 3.38] 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야 기술기반성숙도-중요도 포트폴리오

(2) 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술

- 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야의 기술 중요도-기반성 속도 포트폴리오 분석결과 대부분 I 영역에 포함되는 것으로 나타남
- B5(굴착저면 장비 안정성(작업성) 확보 기술), B6(대형 원형강재 해상작업 플랫폼 거치 기술), B7(대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성)은 I 영역에 포함되어 기술기반 관리-유지가 필요함
- B3(대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술), B4(지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술)은 II 영역에 포함되어 기술 개발 추진과 동시에 기술기반을 지속적으로 확대해 나아갈 필요가 있음
- B1(대형 원형강재 운반/거치/안착 기술), B2(대형 원형강재 관입/인발 시공 기술)은 III영역에 포함되어 점진적으로 기술기반을 확보해야함



[그림 3.39] 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야 기술기반성속도-중요도 포트폴리오

## 4장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

### 1절. SWOT / Issue-Tree 분석

#### 1. SWOT 분석

□ 본 기획연구에서 수행된 SWOT분석 결과는 다음과 같음

<b>내부 환경 분석</b>	<b>【 강 점(S) 】</b>	<b>【 약 점(W) 】</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고급 연구 인력의 보유</li> <li>- 세계 수준의 시공능력 보유</li> <li>- 고성능 강재 등 우수한 첨단건설재료 기술 확보</li> <li>- 해외 교량 프로젝트 시공실적 다수 보유</li> <li>- 대형 원형강재 가설공법 원천특허 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해상 교량기초 가설공법 설계·시공 원천 기술의 부재</li> <li>- 우수한 신기술의 현장적용을 위한 기준 등 제도 마련 미흡</li> <li>- 민간기업의 R&amp;D 투자 부족</li> <li>- 국제 설계 엔지니어링 전문가 부족</li> <li>- 해외정보 수집체계 미비</li> </ul>
<b>외부 환경 분석</b>	<b>【 기 회(O) 】</b>	<b>【 위 험(T) 】</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중동, 동남아 등을 중심으로 장대교량 건설 수요 증가</li> <li>- 해상 자원개발, 해상 풍력발전 등 해상 공간 이용 수요 증가</li> <li>- 열악한 지반조건 및 수리조건에 해상 교량 건설 사례 증가로 전체공사비 중 기초공사비가 차지하는 비중 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 등 후발 국가(업체)의 공격적인 저가 수주 정책</li> <li>- 선진국 및 선도 기업들과의 기술경쟁력 심화</li> <li>- 전 세계적인 건설경기 침체로 대형 해상 교량 프로젝트 발주 지연</li> <li>- 건설 분야에 대한 중국의 기술수준 및 해외 인지도 급격한 향상</li> </ul>

<b>SO 전략</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우리나라 건설사들이 주로 진출하고 있는 해외 국가·지역 및 향후 유망 프로젝트들을 우선적으로 고려한 해상 교량기초 가설공법 기술개발 전략 수립</li> <li>- 해외시장 개척이 가능한 고성능, 고효율 가설공법 개발</li> </ul>	<b>WO 전략</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 단기간에 선진국 수준에 도달하기 위한 기술개발 전략 수립 필요</li> <li>- 해외 진출 건설사에 기술지원 및 가격 경쟁력 있는 해상 교량기초 가설공법 제공</li> <li>- 해외시장 진출을 위한 국제 설계 전문가 양성 및 해외 정보 수집 시스템 구축</li> <li>- 새로운 우수기술의 적용기준 마련 및 건설기술 표준화</li> </ul>
<b>ST 전략</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 등 후발 국가(업체)의 저가 수주 정책에 대응 가능한 경제적인 가설공법 개발</li> <li>- 시공/운영 중 가설공법의 안정성 확보를 통한 신형식 가설공법 신뢰성 확보 전략 수립</li> </ul>	<b>WT 전략</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가설공법 분야 R&amp;D 투자 확대 및 선순환구조 확립</li> <li>- 해외 전문가 네트워크 마련 및 기술협력 추진</li> <li>- 국내의 침체된 건설경기 회복 기회 마련을 위한 정부주도의 건설기술 개발 생태계 조성</li> </ul>

## 2. Issue-Tree 분석

	관련 동향	주요 이슈	R&D 니즈
정책	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 전문시공사(중소기업 등)의 해외진출 기회 마련을 통한 국내 중소기업 육성</li> <li>- 중동, 중남미 등 해외 수주지원 단 파견</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중소기업의 해외시장 진출 장려</li> <li>- 정부주도의 R&amp;D 개발 및 기술이전으로 해외시장에 대한 중소기업 수주 경쟁력 제고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술경쟁력 및 가격경쟁력을 확보한 신형식 가설공법 개발</li> </ul>
시장	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 등 후발 국가(업체)의 공격적인 저가 수주 정책</li> <li>- 전 세계적인 건설경기 침체로 대형 해상교량 프로젝트 발주 지연</li> <li>- 해상(수상)교량의 기초공사는 공정이 복잡하고 작업 난이도가 높기 때문에 하부구조의 공사비가 전체공사비의 평균 30% 정도를 차지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 기업의 해외 교량건설 프로젝트 수주 경쟁력 제고</li> <li>- 신형식 가설공법 개발을 통한 해상교량 건설비용 절감 노력 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외시장 개척이 가능한 고성능, 고효율 가설공법 개발</li> <li>- 신형식 가설공법 개발을 통한 교량기초 건설비용 절감</li> </ul>
기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선진국 및 선도 기업들과의 기술경쟁력 심화</li> <li>- 해상 교량 가설공법 전문 설계, 시공 인력 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장 수주에 따른 인력수급 어려움</li> <li>- 체계적인 교육 훈련 과정 미비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시공/운영 중 가설공법의 안정성 확보 기술 개발</li> <li>- 해상 교량 가설공법 전문 인력 양성 프로그램 개발</li> <li>- 해상 교량 가설공법의 체계적인 매뉴얼 개발</li> </ul>

## 2절. 비전 및 목표

### 1. 비전

- Vision : 원가 절감형 신형식 가설공법 개발을 통한 국내 기업의 해외건설 수주 촉진 및 해외건설 역량강화



<비전 및 목표>

### 2. 목표

- 해상(수상) 교량기초 건설비용 10% 절감을 위한 신형식 대형 원형강재 가설 공법 개발
- 경제적인 대형 원형강재 가설공법 개발 및 실용화를 통한 국가 예산 절감 및 해외 교량 시장에 대한 국가 기술경쟁력 확보
- 해외현장 적용을 통한 국내 전문건설업체(중소기업)의 수주기회 증대 및 해외진출을 위한 기회 마련
- 국내외 전문시공사에 기술 파급으로 연구비 투자에 대한 확실한 기술료 수입 발생 기대

- 정량적 성과목표
  - 경제적 성과목표 : 해상 교량기초 건설시 공기 및 건설비용 30% 절감
  - 기술적 성과목표
    - 적용가능 지반조건 : 사질토, 점성토
    - 적용가능 수심 : 5 m ~ 20 m
    - 원형강재 직경 : 20 m 이상 (접속교 교각기초 시공)

### 3. 중점추진 분야

- 대형 원형강재 가설공법 설계 기술 개발
- 대형 원형강재 가설공법 설치 및 해체 기술 개발
- 대형 원형강재 가설공법 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축



### 3절. 연구개발과제 우선순위 평가

#### 1. 개요

##### 가. 우선순위 평가의 목적

- ‘해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획연구’에서 도출된 후보과제 중 동 사업 수행에 필요한 과제를 선정하고, 선정과제 중 추진 우선순위를 설정하기 위함임
- 산·학·연 전문가를 대상으로 ‘해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획연구’에서 도출된 후보과제의 기술적 중요도, 기술개발 실현가능성, 사회경제적 파급효과, 정부지원 필요성 등에 대한 평가를 수행함

##### 나. 우선순위 평가의 절차

- 우선순위 평가는 후보과제 선정, 우선순위평가서 설계, 우선순위평가 수행, 기술수요조사 결과분석 및 활용 순으로 추진함
- 후보과제 선정단계에서는 기술수요조사 결과를 바탕으로 중복성검토, 유사성 및 위계검토를 통해 후보과제 pool을 설정, 과제카드를 작성하고, 기술분류체계에 매칭함
  - 후보과제 카드는 우선순위 평가시 평가자의 판단을 돕기위해 참고자료로 활용
- 우선순위 평가서 설계단계에서는 우선순위평가 항목을 결정하고 평가 대상자를 설정함
  - 기술적 중요도(기술의 중요도, 시급성, 과학기술적 파급효과), 기술개발 실현가능성, 사회경제적 파급효과, 정부지원 필요성을 평가항목으로 설정함
  - 기술적 중요도의 경우 후보과제에 매칭되는 기술분류체계 소분류의 기술수준/예측조사 결과를 활용함
  - 우선순위평가시 참고자료로 후보과제에 해당하는 소분류의 수준-중요도, 기술격차-격차추세, 기술격차-기술수준, 기술기반 성숙도-중요도 포트폴리오 결과를 제공하여 우선순위평가자의 객관성을 도모함

- 우선순위평가 수행단계에서는 기술수준/예측조사 대상자에게 조사서를 발송하고 회신함
- 우선순위평가 결과분석 및 활용단계에서는 평가결과를 통해 사업 추진과제를 선정하고 과제추진 우선순위 선정에 활용함

우선순위평가 절차	세부내용
1 후보과제 선정	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기술수요조사 결과를 바탕으로 후보과제 선정</li> <li>■ 후보과제의 기술분류체계 매칭</li> </ul>
2 우선순위평가서 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 후보과제의 우선순위 평가항목 설정               <ul style="list-style-type: none"> <li>-기술적 중요도(기술의 핵심성, 기술개발 시급성, 과학기술적 파급효과), 기술개발 실현가능성, 사회경제적 파급효과, 정부지원 필요성</li> <li>-기술적 중요도 평가는 후보과제에 매칭되는 기술분류체계 소분류의 기술수준/예측조사 결과를 활용</li> </ul> </li> </ul>
3 우선순위평가 수행	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 우선순위평가 대상자 메일발송 및 회수</li> </ul>
4 우선순위평가 결과 분석 및 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 사업 추진과제 선정</li> <li>■ 과제 추진 우선순위 선정에 활용</li> </ul>

<우선순위 평가 진행 절차>

다. 우선순위평가서 발송 및 응답개요

- 우선순위평가는 내부 기획연구진, 자문위원 및 외부전문가들을 대상으로 메일을 발송하여 조사함

< 우선순위평가서 발송 및 응답개요>

구분	내용
조사기간	- 2015년 4월 30일 ~ 2015년 5월 8일 (1주간)
조사대상	- 내부 기획연구진, 자문위원 및 외부전문가
조사방법	- 워크숍 및 이메일 발송을 통한 설문조사

라. 우선순위평가 항목 설정

- ‘기술 중요도’항목은 ‘기술의 핵심성’, ‘기술개발 시급성’, ‘과학기술적 파급효과’로 구분되며, 기술수준/예측조사 결과를 활용함
- ‘기술의 핵심성’는 해당기술이 ‘해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획연구’내에서 차지하는 상대적인 중요도를 5점 척도로 평가함
- ‘기술개발 시급성’은 적정 수준을 구현해야할 시기를 고려하여 기술개발이 시급한 정도를 5점척도로 평가함
- ‘과학기술적 파급효과’는 해당기술이 과학기술 발전에 미치는 영향력을 5점척도로 평가함
- ‘기술개발 실현가능성’항목은 연구개발 사업 추진 시 과제카드 목표 수준까지 실현 가능한지 여부를 5점척도로 평가함
- 해당항목은 후보과제가 속한 소분류 기술분야의 수준-중요도, 기술격차-격차추세, 기술기반 성숙도-중요도 포트폴리오 분석결과 및 후보과제카드를 참조하여 평가함

<기술개발 실현성 평가예시>

소분류	참고 자료					후보과제 우선순위 평가	
	포트폴리오분석결과					후보과제	평가 항목
	수준-중요도	기술격차-격차추세	기술격차-기술수준	기술기반 성숙도-중요도	기술중요도 평가결과		
○○○	기술혁신을 통한 파급효과가 큰 유망한 영역	효과적인 기술개발 전략이 마련되지 않는다면 자체 개발 이외의 전략을 구사해야 하는 영역	세계 최고 수준의 기술을 확보하기 위한 민간의 역할 증대가 필요한 영역	기술기반 확보가 시급한 영역	4.0	1 ○○○	4
						2 ○○○	3
						3 ○○○	3

- ‘사회경제적 파급효과’항목은 목표수준까지 기술개발 완료 시 사회경제적으로 미치는 파급효과를 5점척도로 평가함
- 해당항목은 후보과제가 속한 소분류 기술분야의 수준-중요도 포트폴리오 분석결과 및 후보과제카드를 참조하여 평가함

<사회경제적 파급효과 평가예시>

참 고 자 료						후보과제 우선순위 평가		
소분류	포트폴리오분석결과					기술중요도 평가결과	후보과제	평가 항목
	수준-중요도	기술격차-격차추세	기술격차-기술수준	기술기반 성숙도-중요도	기술중요도 평가결과			
○○○	기술혁신을 통한 파급효과가 큰 유망한 영역	효과적인 기술개발 전략이 마련되지 않는다면 자체 개발 이외의 전략을 구사해야 하는 영역	세계 최고 수준의 기술을 확보하기 위한 민간의 역할 증대가 필요한 영역	기술기반 확보가 시급한 영역	4.0	1 ○○○	4	
						2 ○○○	3	
						3 ○○○	3	

- ‘정부지원 필요성’항목은 기술개발 사업을 통해 기술을 획득하는 데에 정부지원이 필요한 정도를 5점척도로 평가함
- 해당항목은 후보과제가 속한 소분류 기술분야의 수준-중요도, 기술격차-기술수준 포트폴리오 분석결과 및 후보과제카드를 참조하여 평가함

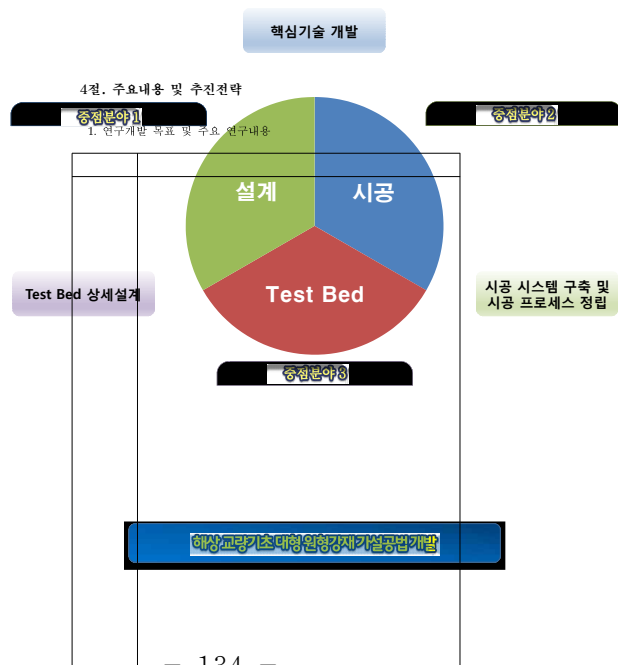
<정부지원 필요성 평가예시>

참 고 자 료						후보과제 우선순위 평가		
소분류	포트폴리오분석결과					기술중요도 평가결과	후보과제	평가 항목
	수준-중요도	기술격차-격차추세	기술격차-기술수준	기술기반 성숙도-중요도	기술중요도 평가결과			
○○○	기술혁신을 통한 파급효과가 큰 유망한 영역	효과적인 기술개발 전략이 마련되지 않는다면 자체 개발 이외의 전략을 구사해야 하는 영역	세계 최고 수준의 기술을 확보하기 위한 민간의 역할 증대가 필요한 영역	기술기반 확보가 시급한 영역	4.0	1 ○○○	4	
						2 ○○○	4	
						3 ○○○	5	

과제명

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발
- 대형 원형강재 가설공법 설계 기술 개발
  - 대형 원형강재 가물막이 설계 기술
  - 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술
  - 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술
  - 대형 원형강재 관입/인발 설계 기술
  - 대형 원형강재 가설공법 고내력 슬림화 기술
- 대형 원형강재 가설공법 설치 및 해체 기술 개발
  - 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술
  - 대형 원형강재 가설공법 수직도 확보 기술
  - 대형 원형강재 관입/인발 시공 기술
  - 대형 원형강재 가설공법 시공 프로세스 정립 기술
  - 대형 원형강재 가설공법 급속 차수 및 배수 기술
  - 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 긴급 보수/보강 기술
  - 가설공 내 기초 시공장비 안정성 및 작업성 확보 기술
- 대형 원형강재 가설공법 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축
  - 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 장치 제작
  - 대형 원형강재 가설공법 시작품 제작
  - 대형 원형강재 가설공법 입지분석 및 시공적합성 평가
  - Test Bed 최적 후보지 분석 및 확보
  - 대형 원형강재 가설공법 Test Bed 구축
  - 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 안정성 모니터링 기술
  - 대형 원형강재 가설공법 경제성 분석

주요  
연구내용



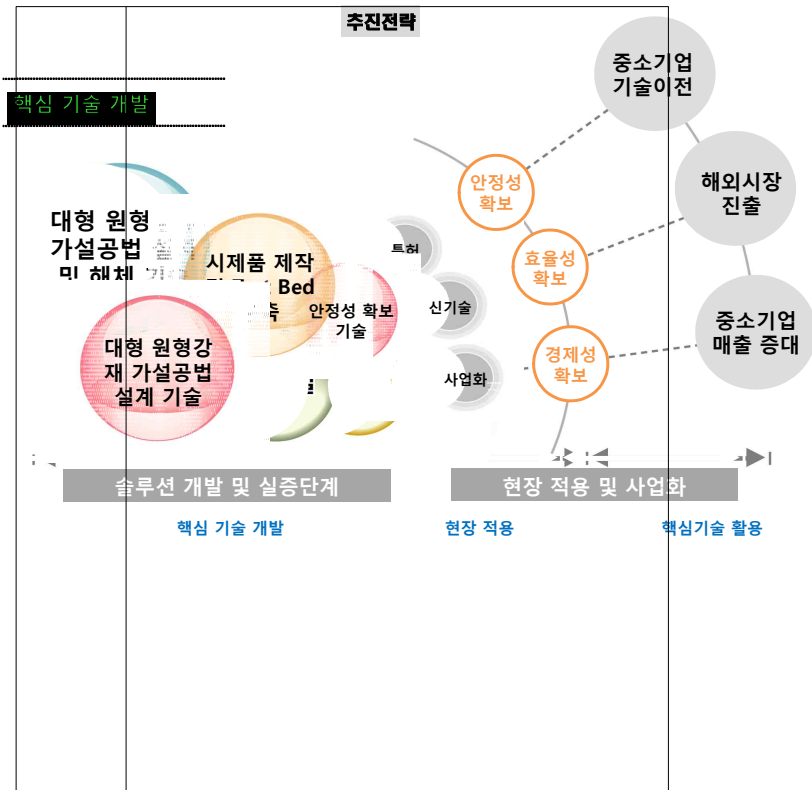
기술개발  
방향성

- 각 단위과제별로 연구기간 내 현장적용이 가능한 기술, 기술별 달성목표에 대한 검증방법, 내용 및 검증시기 등을 제시하고, 각 단위과제별 연구성과가 집약된 최종 성과물의 현장적용방안을 구체적으로 수립
- 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
- 총연구기간 내 단계별 연구개발 목표 설정 및 실현 전략 제시
- 연구추진시 주관 및 협동, 위탁기관 및 참여기업은 모두 성과물이 발생되고, 이의 활용이 이루어지도록 연구추진체계를 구성함
- 달성이 가능한 성과목표 및 성과지표를 제안·유도하고 연구진행 중 성과목표의 달성 및 관리방안을 정립하며, 주기적인 관리시행
- 성과물의 실용화를 우선하여 기술실시 대상기업을 명확히 결정하고, 대상기술이 실용화가 가능한 수준으로 성과물이 도출되도록 상시 관리체계를 수립함
- 추후 전체 예산규모에 따라 과제별 성과를 고려한 예산배정 및 과제진행 기간조정을 통한 우수한 과제지원을 고려함
- 상호 정보를 공유하고, 상호활용, 기술지원이 가능한 체계를 수립함

학계 전문가 참여



기술 수요 창출 및 활용



## 2. 연차별 목표 및 내용

- 본 사업에서는 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법의 개발 및 실증실험을 목표로 하고 있기 때문에 설계/제작/현장검증 측면 등 다양한 관점에서 연구를 수행하기 위하여 공동연구기관/참여기업/자문위원 등 관련 전문가들의 유기적이고 체계적인 연구 공조 체계를 구축하여 연구를 수행함
- 핵심기술개발 단계에서는 대형 원형강재 가설공법의 경제성을 극대화할 수 있는 아이디어를 도출하고, 실내 모형실험 및 수치 시뮬레이션 등을 통해 아이디어에 대한 타당성 및 경제성을 분석함. 또한 검증된 기술에 대하여 실제 해상에서 축소모형 실험을 통해 기술의 검증을 수행함
- Test Bed 구축 단계에서는 대형 원형강재 가설공법 적용을 위한 최적의 후보지를 확보하고, 대형 원형강재 시작품을 제작하여 현장 실증 실험을 수행함. 이를 통하여 개발된 기술을 검증하고, 경제성 분석을 실시함
- 이상과 같이 도출된 본 사업의 주요 연구내용 및 연구개발 방향은 다음과 같음

중점 연구분야	주요내용	연구개발 방향
대형 원형강재 가설공법 설계 기술 개발	대형 원형강재 가물막이 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원형강재 제원, 지반조건, 수리조건 등을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계기술 개발</li> <li>- 파이핑, 히빙 등을 고려한 원형강재 최적 근입깊이 설계기술 개발</li> <li>- 대형 원형강재 설치, 해체시 주변 지반 안정성 분석 기술 개발</li> <li>- 해외 선진 설계 코드에 부합하는 통합 설계 매뉴얼 작성</li> </ul>
	대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기초 시공장비, 가설 구조체 등의 중량 및 제원을 고려한 해상작업 플랫폼 설계기술 개발</li> <li>- 대형 원형강재 지지력 확보기술 개발</li> <li>- 기초 시공장비 최적 배치 및 운영 기술 개발</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형 원형강재 모듈화 설계기술 개발</li> <li>- 석션 관입/인발을 위한 구성 요소간 밀폐장치 설계기술 개발</li> <li>- 시공조건 및 장비용량을 고려한 분리/결합 설계기술 개발</li> </ul>
	대형 원형강재 관입/인발 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 석션압을 이용한 대형 원형강재 관입/인발 설계기술 개발</li> <li>- 지반특성을 고려한 관입/인발 깊이별 최적 석션압 산정기술 개발</li> <li>- 원형강재 관입/인발력 증가를 위한 보조 장치 설계기술 개발</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 고내력 슬림화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고내력 슬림화를 위한 신재료 활용 기술 개발</li> <li>- 고내력 슬림화를 위한 구조단면 설계기술 개발</li> </ul>

대형 원형강재 가설공법 설치 및 해체 기술 개발	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형 원형강재 운반 기술 개발</li> <li>- 시공조건 및 장비용량을 고려한 구성 요소간 신속한 밀폐/분리/결합 시공기술 개발</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 수직도 확보 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수직도 확보를 위한 석션압 조절 기술 개발</li> <li>- 수직도 조절용 리프팅 시스템 설계 기술 개발</li> <li>- 수직도 조절을 위한 리프팅 제어 기술 개발</li> </ul>
	대형 원형강재 관입/인발 시공 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형 원형강재 가설공법 안정성을 고려한 최적 근입심도 확보 기술</li> <li>- 석션압을 이용한 원형강재 관입/인발 시스템 구축</li> <li>- 원형강재 관입/인발 자동화 시스템 구축</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 시공 프로세스 정립 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 시공조건을 고려한 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성</li> <li>- 대형 원형강재 가설공법 시공 LOGISTIC 정립</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 급속 차수 및 배수 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 굴착저면의 히빙 및 파이핑에 대한 안정성 확보 기술 개발</li> <li>- 원형강재 선단부 급속 차수 그라우팅 기술 개발</li> <li>- 급속 배수를 위한 펌프 활용 기술 개발</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 긴급 보수/보강 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 긴급 보수/보강을 위한 수중 그라우팅 재료 개발</li> <li>- 긴급 보수/보강을 위한 수중 그라우팅 장비 개발</li> </ul>
	가설공 내 기초 시공장비 안정성 및 작업성 확보 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조류, 바람, 선박충돌 등의 외부 하중에 대한 안정성 확보 기술 개발</li> <li>- 원형강재 내부 해저 연약지반 급속 개량 기술 개발</li> </ul>
대형 원형강재 가설공법 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 장치 제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형 원형강재 밀폐/분리/결합 연결 구조체 제작</li> <li>- 대형 원형강재 밀폐/분리/결합 장치 현장 성능 검증</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 시작품 제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형 원형강재 구성 모듈 제작</li> <li>- 대형 원형강재 구성 모듈 조립 및 운반</li> <li>- 대형 원형강재 가물막이 및 해상작업대 시작품 제작</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 입지분석 및 시공적합성 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 발주 프로젝트 조사</li> <li>- 입지분석 및 시공적합성 평가</li> </ul>
	Test Bed 최적 후보지 분석 및 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시공조건 분석을 통한 Test Bed 최적지 결정</li> <li>- 발주처 협의 및 민원 대응</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 Test Bed 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 해상교량 건설 현장에 대한 Test Bed 구축 및 운영</li> <li>- 대형 원형강재 가물막이 설치 및 해체</li> <li>- 대형 원형강재 해상작업대 설치 및 해체</li> <li>- 핵심기술 검증 및 보완</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 안정성 모니터링 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안정성 모니터링을 위한 최적의 센서 선정</li> <li>- 자동 모니터링 제어 기술 개발</li> <li>- 최적 모니터링 시스템 구축 및 현장 검증</li> </ul>
	대형 원형강재 가설공법 경제성 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 기술 대비 경제성 분석</li> <li>- 대형 원형강재 가설공법 실용화 및 기술이전</li> <li>- 사업화 모델 제시</li> </ul>

□ 본 사업의 연차별 연구목표 및 주요 연구내용은 다음과 같음

연차	연구목표	연구내용
1차년도	연구기반 조성	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 가물막이 설계법 조사 및 분석</li> <li>■ 해상작업 플랫폼 설계법 조사 및 분석</li> <li>■ 대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 문헌조사</li> <li>■ 해상 교량 가설공법 시공기술 동향 분석</li> </ul>
2차년도	대형 원형강재 가설공법 설계 및 시공 기술 개발(Ⅰ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 설계기술 개발 방향 분석</li> <li>■ 원형강재 가설공법 설계 프로세스 개발</li> <li>■ 수리-지반-구조 통합 안정성 해석기술 문헌조사</li> <li>■ 대형 원형강재 수리-지반-구조 통합 안정성 해석 기술 개발(Ⅰ)</li> <li>■ 원형강재 밀폐/분리/결합 기술 문헌조사</li> <li>■ 원형강재 밀폐/분리/결합을 위한 핵심기술 도출</li> <li>■ 원형강재 밀폐/분리/결합 핵심기술 검증실험(Ⅰ)</li> <li>■ 대형 원형강재 관입/인발 메커니즘 분석</li> <li>■ 대형 원형강재 관입/인발 설계기술 분석</li> <li>■ 대형 원형강재 고내력 슬림화 핵심기술 도출</li> <li>■ 대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 축소모형 제작 및 검증실험(Ⅰ)</li> <li>■ 대형 원형강재 급속 조립/해체 핵심기술 도출 및 실내 검증실험</li> <li>■ 대형 원형강재 시공기술 조사 및 분석</li> <li>■ 대형 원형강재 수직도 확보를 위한 핵심기술 도출</li> <li>■ 대형 원형강재 관입/인발을 위한 핵심기술 도출</li> <li>■ 대형 원형강재 관입/인발 시공 시스템 분석</li> <li>■ 대형 원형강재 관입/인발 시공 시스템 상세설계</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공 시스템 분석</li> <li>■ 해상 가설공법 차수 및 배수 기술 조사 및 분석</li> <li>■ 급속 차수 및 배수 핵심기술 도출</li> <li>■ 가설공법 시공/운영 중 긴급 보수/보강 사례 분석</li> <li>■ 가설공법 시공/운영 중 긴급 보수/보강 핵심기술 도출</li> <li>■ 해상 연약지반 급속 안정화 기술 조사 및 분석</li> <li>■ 해상 연약지반 급속 안정화 핵심기술 도출</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 입지 분석 평가</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공 적합성 평가</li> <li>■ 원거리 무선 모니터링 기술 조사 및 분석</li> </ul>
3차년도	대형 원형강재 가설공법 설계 및 시공 기술 개발(Ⅱ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 설계 매뉴얼 개발</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 TB 기본설계</li> <li>■ 대형 원형강재 수리-지반-구조 통합 안정성 해석</li> </ul>

		<p>기술 개발(II)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대형 원형강재 수리-지반-구조 통합 안정성 해석 툴 개발</li> <li>■ 원형강재 밀폐/분리/결합 핵심기술 개념 설계</li> <li>■ 원형강재 밀폐/분리/결합 핵심기술 상세 설계</li> <li>■ 원형강재 밀폐/분리/결합 핵심기술 검증실험(II)</li> <li>■ 대형 원형강재 관입/인발 설계 프로세스 개발</li> <li>■ 대형 원형강재 관입/인발 설계 매뉴얼 개발</li> <li>■ 대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 축소모형 제작 및 검증실험(II)</li> <li>■ 대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 상세 설계</li> <li>■ 대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 경제적 타당성 평가</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 축소모형 현장 검증실험 (설치/해체)</li> <li>■ 대형 원형강재 급속 조립/해체 기술 개발</li> <li>■ 대형 원형강재 수직도 확보 기술 개발</li> <li>■ 대형 원형강재 관입/인발 시공 기술 개발</li> <li>■ 대형 원형강재 관입/인발 시공 시스템 구축</li> <li>■ 시공플랫폼 설계 기술 개발</li> <li>■ 대형 원형강재 시공 프로세스 정립</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 축소모형 현장 검증실험 (차수/배수)</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 급속 차수 및 배수 기술 개발</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 긴급 보수/ 보강 기술 개발</li> <li>■ 시공장비 안정성 및 작업성 확보 기술 개발</li> <li>■ 국내외 TB 최적 후보지 분석 및 확보</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 안정성 모 니터링 기술 개발</li> </ul>
4차년도	대형 원형강재 가설공법 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 TB 실시설계</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공시스템 보완</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 TB 시공시스템 실시설계</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 밀폐/분리/결합 장치 제작</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시작용품 제작</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 TB 구축</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 경제성 분석</li> </ul>

### 3. 주요 연구개발 성과물

연구목표	주요 연구개발 성과물
대형 원형강재 가설공법 설계 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대형 원형강재 설계모델 및 S/W</li> <li>■ 수리-지반-구조 통합 안정성 해석 모델</li> <li>■ 시공 단계별 가설공법 안정성 해석 S/W</li> <li>■ 석션압을 이용한 대형 원형강재 관입 및 인발 설계 S/W</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 설계 매뉴얼</li> </ul>
대형 원형강재 가설공법 설치 및 해체 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공시스템 구성 장비 목록</li> <li>■ 대형 원형강재 운반 및 거치 매뉴얼</li> <li>■ 석션압을 이용한 대형 원형강재 관입 및 인발 시공 시스템</li> <li>■ 원형강재 상부 해상 작업대 설치 모듈</li> <li>■ 가물막이 내부 차수 공법</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 긴급 보수/보강 공법</li> <li>■ 가설공 내 기초 시공장비 안정성 및 작업성 확보 공법</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼</li> </ul>
대형 원형강재 가설공법 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Test Bed를 위한 대형 원형강재 시제품</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 적용 시공조건 분석서</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공시스템</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 Test Bed</li> <li>■ 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 안정성 모니터링 시스템</li> <li>■ 기존 기술 대비 경제성 분석서</li> <li>■ 기술이전 계약서</li> </ul>

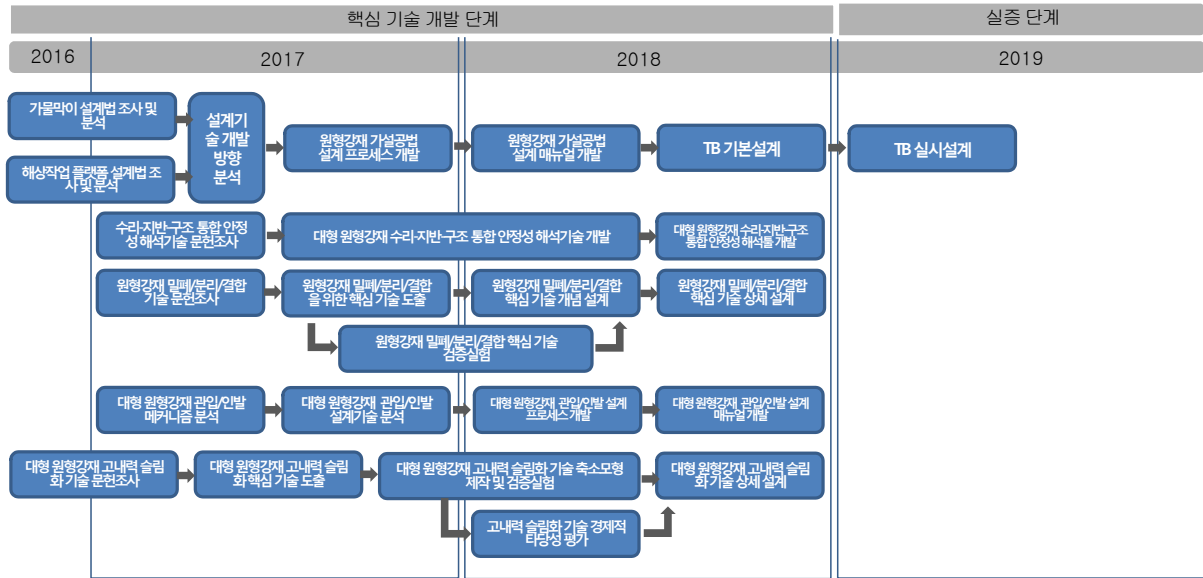
## 5절. 과제별·연차별 기술로드맵

### 1. 거시 TRM

연구목표	핵심 기술 개발 단계			실증 단계	최종성과물
	2016	2017	2018	2019	
설계 기술 개발	해상 가설공법 설계법 조사 및 분석	대형 원형강재 가설공법 설계기술 개발			대형 원형강재 설계모델 및 S/W
		대형 원형강재 수리-지반-구조 통합 안정성 해석기술 개발			
		대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술 개발			
		대형 원형강재 관입/인발 설계 기술 개발			
		대형 원형강재 가설공법 고내력 슬림화 기술 개발			
설치 및 해체 기술 개발	해상 교량 가설공법 시공기술 통합 분석	대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술 개발			대형 원형강재 관입 및 인발 시공 시스템, 시공 매뉴얼, 긴급 보수/보강 공법
		대형 원형강재 가설공법 수직도 확보 기술 개발			
		대형 원형강재 관입/인발 시공 기술 개발			
		대형 원형강재 가설공법 시공 프로세스 정립 기술			
		대형 원형강재 가설공법 급속 처수 및 배수 기술			
		대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 긴급 보수/보강 기술			
		가설공 내 기초 시공장비 안정성 및 작업성 확보 기술			
구성 요소 제작 및 Test Bed 구축	대형 원형강재 가설공법 입지분석 및 시공적합성 평가	Test Bed 최적 후보지 분석 및 확보	대형 원형강재 가설공법 밀폐/분리/결합 장치 제작		대형 원형강재 가설공법 Test Bed
		대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 안정성 모니터링 기술 개발	대형 원형강재 가설공법 Test Bed 구축		
			대형 원형강재 가설공법 시작용 제작		
			대형 원형강재 가설공법 경제성 분석		

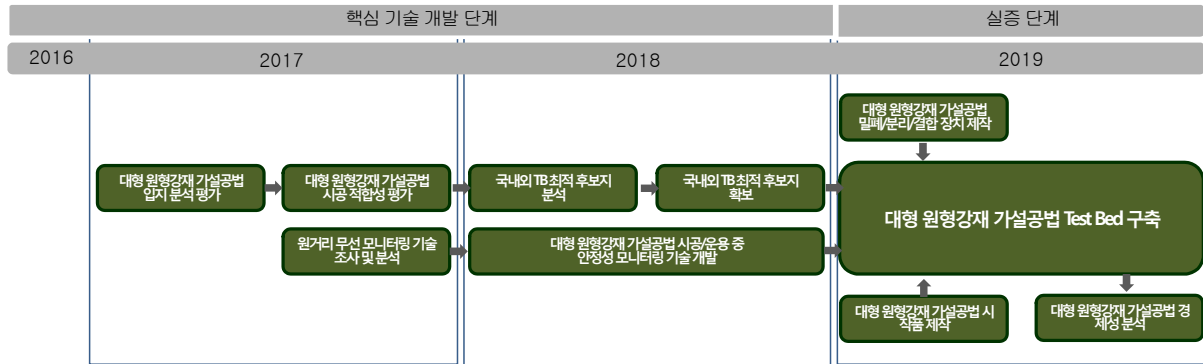
## 2. 미시 TRM

### 가. 설계 기술 개발 분야(중점추진분야 1)



### 나. 설치 및 해체 기술 개발 분야(중점추진분야 2)

다. 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축 분야(중점추진분야 3)



## 6절. 연구수행체계 제안

### 1. 연구추진체계 정립

- “해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 기획연구”는 단위·요소기술을 개발하는 과제로서 “일반과제 수준”의 구성이 적합한 것으로 판단됨

#### 〈사업단/연구단/일반과제 구분〉

사업단	기술별 총괄시스템의 개발과 연구개발결과의 시범적용(Test Bed)을 포함하는 과제로서 정부출연금 500억원 이상, 5년 이상의 연구기간이 소요
연구단	단위·요소기술의 유기적 연계를 통하여 패키지화된 기술을 개발하는 과제로서 정부출연금 50억원 이상
일반과제	단위·요소기술을 개발하는 과제

### 2. 추진조직

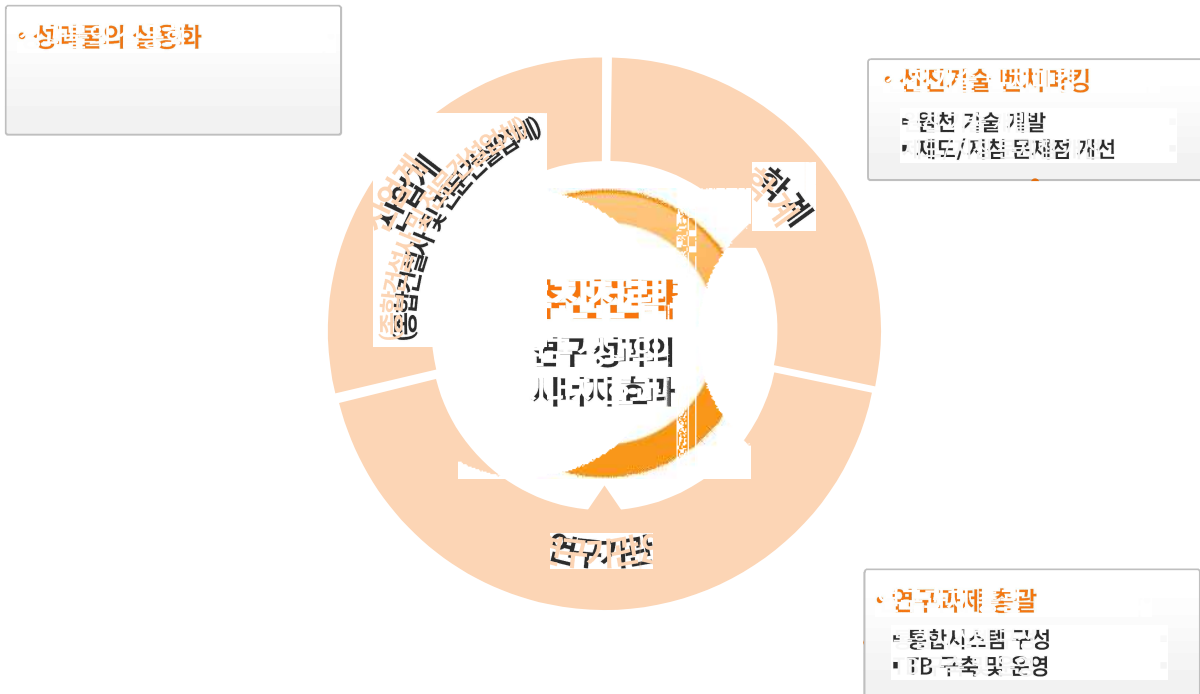
- “해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발”은 기초·원천기술, 실용화 기술, 관리정책의 다양한 성격의 연구를 총괄해야 하므로 산, 학, 관과 유연한 관계를 유지하고 객관적 관리가 가능한 연구기관 및 총괄 연구책임자 필요함
- 원천성격의 기술은 이론정립, 실험 등의 위주로 기술정립이 필요하므로 학교 또는 연구기관에서 주도하도록 추진함
- 실용화 기술은 현장적용 가능기술로 생산현장 또는 시공현장을 보유한 기업에서 주도하도록 추진함
- 추진 과제중 1개의 과제는 개발성과물의 실용화를 위한 Pilot Test를 계획하고 추진계획 및 관리가 가능한 적정규모의 연구기관 및 기업체로 구성하도록 함
- 전체 연구조직은 산, 학, 연이 연계되어 상호보안 및 지원이 이루어지도록 구성함
- 대형 원형강재 가설공법의 실용화를 위해 Test Bed를 컨소시엄 내부에서 자체적으로 확보하기 위해서는 국내외 해상교량 시장에서 수주실적 및 풍부한

역량을 가지고 있는 종합건설사의 연구참여가 필수적임

- 성공적인 Test Bed 구축을 위하여 대형 원형강재 가설공법의 직접적인 시공을 담당할 수 있는 경험있는 해상교량 기초 전문건설업체(중소, 중견기업)의 연구참여가 필요하며, 컨소시엄 간의 긴밀한 협조를 통하여 경제적이고 효율적인 시공기술 개발 및 습득이 필요함

### 3. 추진체계

- 연구추진시 주관 및 협동, 위탁기관 및 참여기업은 모두 성과물이 발생되고, 이의 활용이 이루어지도록 연구추진체계를 구성함
- 달성이 가능한 성과목표 및 성과지표를 제안·유도하고 연구진행 중 성과목표의 달성 및 관리방안을 정립하며, 주기적인 관리시행
- 성과물의 실용화를 우선하여 기술실시 대상기업을 명확히 결정하고, 대상기술이 실용화가 가능한 수준으로 성과물이 도출되도록 상시 관리체계를 수립함
- 추후 전체 예산규모에 따라 과제별 성과를 고려한 예산배정 및 과제진행 기간조정을 통한 우수한 과제지원을 고려함
- 상호 정보를 공유하고, 상호활용, 기술지원이 가능한 체계를 수립함



## 5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정

### 1절. 연구일정에 따른 인력계획

#### 1. 전체사업 인력투입계획

##### 가. 연차별 투입 연구인력

(단위 : 명)

분류	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
총괄	2.1	24.9	26.9	31.1	85.0
중점추진분야 1	1.3	5.8	6.4	2.2	15.7
중점추진분야 2	0.8	16.1	15.7	5.1	37.7
중점추진분야 3	-	3.0	4.8	23.8	31.6

##### 나. 상세 투입연구인력

(단위 : 명)

분류	총 개발인력(명)					비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계	
책임연구원	0.2	4.3	4.7	5.0	14.2	
연구원	0.4	5.9	6.1	7.5	19.9	
연구보조원	0.7	6.4	7.2	8.5	22.8	
보조원	0.8	8.3	8.9	10.1	28.1	
합계	2.1	24.9	26.9	31.1	85.0	

## 2. 중점추진분야별 인력투입계획

(단위 : 명)

분류		총 개발인력(명)					비고
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계	
계	책임연구원	0.2	4.3	4.7	5.0	14.2	
	연구원	0.4	5.9	6.1	7.5	19.9	
	연구보조원	0.7	6.4	7.2	8.5	22.8	
	보조원	0.8	8.3	8.9	10.1	28.1	
	합계	2.1	24.9	26.9	31.1	85.0	
중점 추진 분야 1	책임연구원	0.1	1.2	1.2	0.3	2.8	
	연구원	0.2	1.5	1.5	0.4	3.6	
	연구보조원	0.5	1.4	1.6	0.6	4.1	
	보조원	0.5	1.7	2.1	0.9	5.2	
	합계	1.3	5.8	6.4	2.2	15.7	
중점 추진 분야 2	책임연구원	0.1	2.7	2.6	0.8	6.2	
	연구원	0.2	3.7	3.5	1.3	8.7	
	연구보조원	0.2	4.3	4.4	1.4	10.3	
	보조원	0.3	5.4	5.2	1.6	12.5	
	합계	0.8	16.1	15.7	5.1	37.7	
중점 추진 분야 3	책임연구원	-	0.4	0.9	3.9	5.2	
	연구원	-	0.7	1.1	5.8	7.6	
	연구보조원	-	0.7	1.2	6.5	8.4	
	보조원	-	1.2	1.6	7.6	10.4	
	합계	-	3.0	4.8	23.8	31.6	

## 2절. 소요예산 산정

### 1. 예산 산정방법

- 세부과제를 수행하는데 소요되는 적정 비용을 산정하고, 이를 토대로 중점추진분야의 연구비를 산정하여 총 사업예산 규모를 확정함
- 인건비는 2015년 '학술연구용역 인건비기준단가'를 적용함
- 항목별 예산은 '국토교통부소관 연구개발사업 운영규정'의 '별표 2 연구개발비 비목별 계상기준'을 작성기준으로 활용함

### 2. 전체사업 소요예산

- 본 연구개발과제의 최종목표 달성을 위해 필요로 하는 세부과제 연구개발내역을 수행하기 위해 소요되는 연구개발예산을 추정하여 전체 연구개발기간 내에서 연도별로 제시하고 기업체 참여가 가능한 과제의 경우 예상 기업부담금을 제시

#### 가. 총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

분류	1차년		2차년		3차년		4차년		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
<b>총괄</b>	125	44	1755	598	1950	664	3170	1082	7000	2388
중점추진분야 1	75	26	426	145	469	160	210	72	1180	403
중점추진분야 2	50	18	1131	385	1130	384	520	176	2831	963
중점추진분야 3	-	-	198	68	351	120	2440	834	2989	1022

나. 예산 항목별 소요예산(정부출연금)

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도		
인건비	책임 연구원	36.70	7.34	157.79	172.47	183.48	521.08	7.4
	연구원	28.14	11.26	166.02	171.64	211.04	559.96	8.0
	연구 보조원	18.81	13.17	120.38	135.43	159.88	428.86	6.1
	보조원	14.11	11.29	117.09	125.56	142.49	396.43	5.7
소계			43.05	561.28	605.10	696.89	1906.32	27.2
직접비	연구장비/ 재료비		50.00	754.65	897.00	1870.30	3571.95	51.0
	연구활동비		10.84	151.31	131.88	146.43	440.47	6.3
	연구수당		8.61	112.26	121.02	139.38	381.26	5.4
소계			69.45	1018.22	1149.90	2156.11	4393.68	62.8
간접비			12.50	175.50	195.00	317.00	700.00	10.0
합계			125.00	1755.00	1950.00	3170.00	7000.00	100.0
*인건비=소요인력(ManPower) × 단가								

### 3. 중점추진분야별 소요예산(정부출연금)

#### 가. 중점추진분야 1

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도		
인건비	책임 연구원	36.70	3.67	44.04	44.04	11.01	102.76	8.7
	연구원	28.14	5.63	42.21	42.21	11.26	101.31	8.6
	연구 보조원	18.81	9.40	26.33	30.10	11.29	77.12	6.5
	보조원	14.11	7.05	23.98	29.63	12.70	73.36	6.2
소계			25.76	136.56	145.98	46.26	354.56	30.0
직접비	연구장비/ 재료비		30.00	183.18	215.74	123.90	552.82	46.8
	연구활동비		6.59	36.35	31.18	9.59	83.71	7.1
	연구수당		5.15	27.31	29.20	9.25	70.91	6.0
소계			41.74	246.84	276.12	142.74	707.44	60.0
간접비			7.50	42.60	46.90	21.00	118.00	10.0
합계			75.00	426.00	469.00	210.00	1180.00	100.0

#### 나. 중점추진분야 2

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도		
인건비	책임 연구원	36.70	3.67	99.08	95.41	29.36	227.52	8.0
	연구원	28.14	5.63	104.11	98.48	36.58	244.80	8.6
	연구 보조원	18.81	3.76	80.88	82.76	26.33	193.73	6.8
	보조원	14.11	4.23	76.18	73.36	22.57	176.34	6.2
소계			17.29	360.25	350.01	114.84	842.39	29.8
직접비	연구장비/ 재료비		20.00	486.33	519.80	306.80	1332.93	47.1
	연구활동비		4.25	99.27	77.19	23.39	204.10	7.2
	연구수당		3.46	72.05	70.00	22.97	168.48	6.0
소계			27.71	657.65	666.99	353.16	1705.51	60.2
간접비			5.00	113.10	113.00	52.00	283.10	10.0
합계			50.00	1131.00	1130.00	520.00	2831.00	100.0

다. 중점추진분야 3

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도		
인건비	책임 연구원	36.70	-	14.68	33.03	143.12	190.83	6.4
	연구원	28.14	-	19.70	30.95	163.20	213.85	7.2
	연구 보조원	18.81	-	13.17	22.57	122.26	158.00	5.3
	보조원	14.11	-	16.93	22.57	107.22	146.72	4.9
소계			-	64.48	109.12	535.80	709.40	23.7
직접비	연구장비/ 재료비		-	85.14	161.46	1439.60	1686.20	56.4
	연구활동비		-	15.68	23.50	113.44	152.62	5.1
	연구수당		-	12.90	21.82	107.16	141.88	4.7
소계			-	113.72	206.78	1660.20	1980.70	66.3
간접비			-	19.80	35.10	244.00	298.90	10.0
합계			-	198.00	351.00	2440.00	2989.00	100.0

#### 4. 개발기술에 따른 연차별 소요예산(정부출연금)

##### 가. 1차 년도

구분	개발기술	소요예산 (백만원)
중점추진분야 1	가물막이 설계법 조사 및 분석(Ⅰ)	25
	해상작업 플랫폼 설계법 조사 및 분석(Ⅰ)	25
	대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 문헌조사(Ⅰ)	25
	소계	75
중점추진분야 2	해상 교량 가설공법 시공기술 동향 분석(Ⅰ)	50
	소계	50
합계		125

##### 나. 2차 년도

구분	개발기술	소요예산 (백만원)
중점추진분야 1	가물막이 설계법 조사 및 분석(Ⅱ)	20
	해상작업 플랫폼 설계법 조사 및 분석(Ⅱ)	20
	설계기술 개발 방향 분석	23
	원형강재 가설공법 설계 프로세스 개발(Ⅰ)	31
	수리-지반-구조 통합 안정성 해석기술 문헌조사	15
	대형 원형강재 수리-지반-구조 통합 안정성 해석기술 개발(Ⅰ)	31
	원형강재 밀폐/분리/결합 기술 문헌조사	16
	원형강재 밀폐/분리/결합을 위한 핵심기술 도출	27
	원형강재 밀폐/분리/결합 핵심기술 검증실험(Ⅰ)	76
	대형 원형강재 관입/인발 메커니즘 분석	23
	대형 원형강재 관입/인발 설계기술 분석	23
	대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 문헌조사(Ⅱ)	16
	대형 원형강재 고내력 슬림화 핵심기술 도출	27
	대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 축소모형 제작 및 검증실험(Ⅰ)	78
	소계	426
중점추진분야 2	해상 교량 가설공법 시공기술 동향 분석(Ⅱ)	39
	대형 원형강재 급속 조립/해체 핵심기술 도출	78

	축소모형 제작 및 실내 검증실험	235
	대형 원형강재 시공기술 조사 및 분석	46
	대형 원형강재 수직도 확보를 위한 핵심기술 도출	85
	대형 원형강재 관입/인발을 위한 핵심기술 도출	85
	대형 원형강재 관입/인발 시공 시스템 분석	62
	대형 원형강재 관입/인발 시공 시스템 상세설계	78
	대형 원형강재 가설공법 시공 시스템 분석	55
	해상 가설공법 차수 및 배수 기술 조사 및 분석	62
	급속 차수 및 배수 핵심기술 도출	72
	가설공법 시공/운영 중 긴급 보수/보강 사례 분석	55
	가설공법 시공/운영 중 긴급 보수/보강 핵심기술 도출	62
	해상 연약지반 급속 안정화 기술 조사 및 분석	47
	해상 연약지반 급속 안정화 핵심기술 도출	70
	소계	1131
중점추진분야 3	대형 원형강재 가설공법 입지 분석 평가	60
	대형 원형강재 가설공법 시공 적합성 평가	60
	원거리 무선 모니터링 기술 조사 및 분석	78
	소계	198
합계		1755

다. 3차 년도

구분	개발기술	소요예산 (백만원)
중점추진분야 1	원형강재 가설공법 설계 매뉴얼 개발	20
	TB 기본설계	27
	대형 원형강재 수리-지반-구조 통합 안정성 해석기술 개발(II)	35
	대형 원형강재 수리-지반-구조 통합 안정성 해석툴 개발	60
	원형강재 밀폐/분리/결합 핵심기술 개념 설계	19
	원형강재 밀폐/분리/결합 핵심기술 상세 설계	27
	원형강재 밀폐/분리/결합 핵심기술 검증실험(II)	74
	대형 원형강재 관입/인발 설계 프로세스 개발	59
	대형 원형강재 관입/인발/설계 매뉴얼 개발	31
	대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 축소모형 제작 및 검증실험(II)	70
	대형 원형강재 고내력 슬림화 기술 상세 설계	27

	고내력 슬림화 기술 경제적 타당성 평가	20
	소계	469
중점추진분야 2	축소모형 현장 검증실험(대형 원형강재 시공)	234
	대형 원형강재 급속 조립/해체 기술 개발	101
	대형 원형강재 수직도 확보 기술 개발	109
	대형 원형강재 관입/인발 시공 기술 개발	94
	대형 원형강재 관입/인발 시공 시스템 구축	116
	시공플랫폼 설계 기술 개발	36
	대형 원형강재 시공 프로세스 정립	36
	축소모형 현장 검증실험(차수 및 배수)	172
	대형 원형강재 가설공법 급속 차수 및 배수 기술 개발	77
	대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 긴급 보수/보강 기술 개발	77
	시공장비 안정성 및 작업성 확보 기술 개발	78
	소계	1130
	중점추진분야 3	국내외 TB 최적 후보지 분석
국내외 TB 회적 후보지 확보		78
대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 안정성 모니터링 기술 개발		234
소계		351
합계		1950

#### 라. 4차 년도

구분	개발기술	소요예산 (백만원)
중점추진분야 1	TB 실시설계	210
	소계	210
중점추진분야 2	시공시스템 보완	320
	TB 시공시스템 실시설계	200
	소계	520
중점추진분야 3	대형 원형강재 가설공법 밀폐/분리/결합 장치 제작	550
	대형 원형강재 가설공법 Test Bed 구축	470
	대형 원형강재 가설공법 시작용품 제작	1300
	대형 원형강재 가설공법 경제성 분석	120
	소계	2440
합계		3170

## 6장. 사전타당성 검토

### 1절. 정책적 타당성

#### 1. 국가전략의 중요성

□ 정부주도 기술개발 필요성

○ 본 개발기술의 수요는 해상 또는 수상교량의 수요에 따라 결정

- 해상 또는 수상교량의 경우 최근 동남아 및 중동 지역 등을 중심으로 그 수요가 증대

- 동남아 지역에서는 베트남의 Vamcong Bridge, Vintin Bridge 등, 브루나이의 PMB Bridge, Temburong Bridge 등, 방글라데시의 Padma Bridge 등, 중동지역에서는 쿠웨이트의 Doha link Project 등 발주금액이 최대 1조 이상인 프로젝트가 현재 시공되고 있거나 발주 예정

- 기타 남미지역의 칠레 Chacao Bridge 등과 유럽지역의 터키 보스포러스 횡단교 등이 있음

○ 최근 해외 교량 프로젝트 입찰시 중국업체와의 경쟁이 심화되고 있으며, 중국업체는 자국내 다수의 교량시공 실적과 저가 입찰로 국내 업체의 수주를 위협

○ 해외 공사의 경우 기술경쟁력 보다 가격경쟁력이 수주를 좌우

- 교량 기초 및 상부구조의 기술력 측면에서는 유럽 선진국 대비 국내 업체가 뒤떨어진다고 할 수 없으며 상향 평준화 되어 가고 있는 추세임

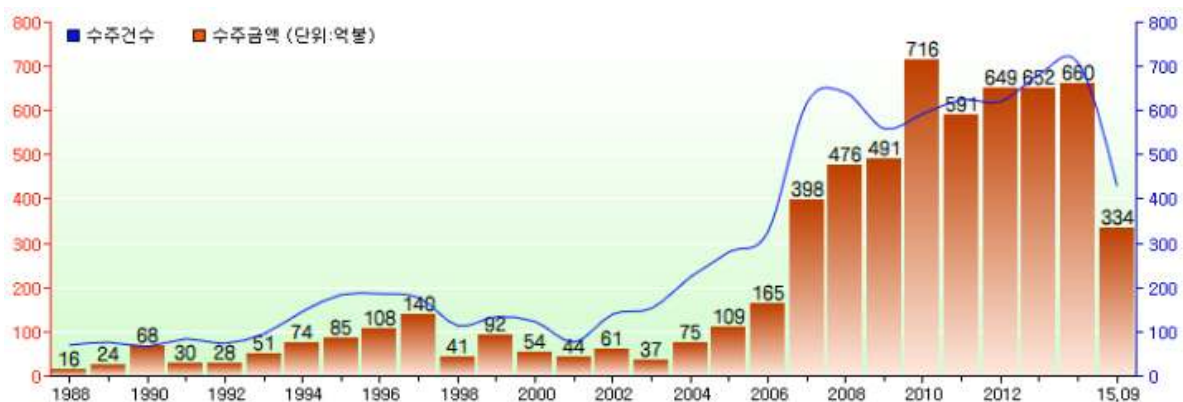
- 공기 및 공사비 측면에서 해외 경쟁업체 대비 우위를 점할 수 있는 원가절감형 기술 개발이 시급

- 기술 및 가격 경쟁력을 갖춘 세계 최고 수준의 교량 건설 기술을 단기간에 완성하기 위해서는 국가적인 지원이 반드시 필요

○ 원가절감형 대형 원형강재 가설공법 개발 및 실용화를 통한 예산절감 유도

- 기존 가설공법의 비용의 한계 및 가격경쟁력을 제고함으로써, 관련 정부 건설사업에서 비용 절감 가능

- 민간 영역의 관련 사업 확장시 비용 절감을 통한 국가소모 비용감소
- 국내 건설업체의 기술경쟁력 및 가격경쟁력 제고를 통한 해외 교량시장 진출 확대
  - 국내 건설업체의 국외 수출경쟁력을 높여, 국내 건설시장의 침체에 대한 회피 방안 마련
  - 국내 기술을 활용한 해외시장 진출 확대를 통하여 국가경쟁력 확보
  - 정부차원에서 기술방향성을 제공함으로써, 민간참여를 독려할 수 있는 방안 마련
  - 전문적인 기술력 확대로 인하여, 해외시장에서의 국가 이미지 상승 유도
- 전문시공사(중소기업 등)의 해외진출을 위한 교두보 마련
  - 새로운 기술력을 확보하여 중소기업 활성화 및 해외진출에 기반을 마련함으로써, 우리나라 중소기업 생태계 육성
- 개량 공법 적용성 확대로 유사건설공법에 파급효과 기대
  - 교량기초 뿐만 아니라 초고층 건축물 및 거대 구조물 기초 부분의 핵심기술 확보를 통해 유사건설공법에 대한 과학기술적 파급효과 기대
- 해상교량 공사비를 획기적으로 절감할 수 있는 대형 가시설 건설기술의 원천기술 개발
- 최근 해외건설 수주 증가세 둔화, 수익성 악화로 양적 성장에서 질적 성장으로 변화를 모색해야 할 시점임
- 해외 건설 수주액은 '10년 716억불 달성이후, 수주 증가는 둔화되고 있는 추세임



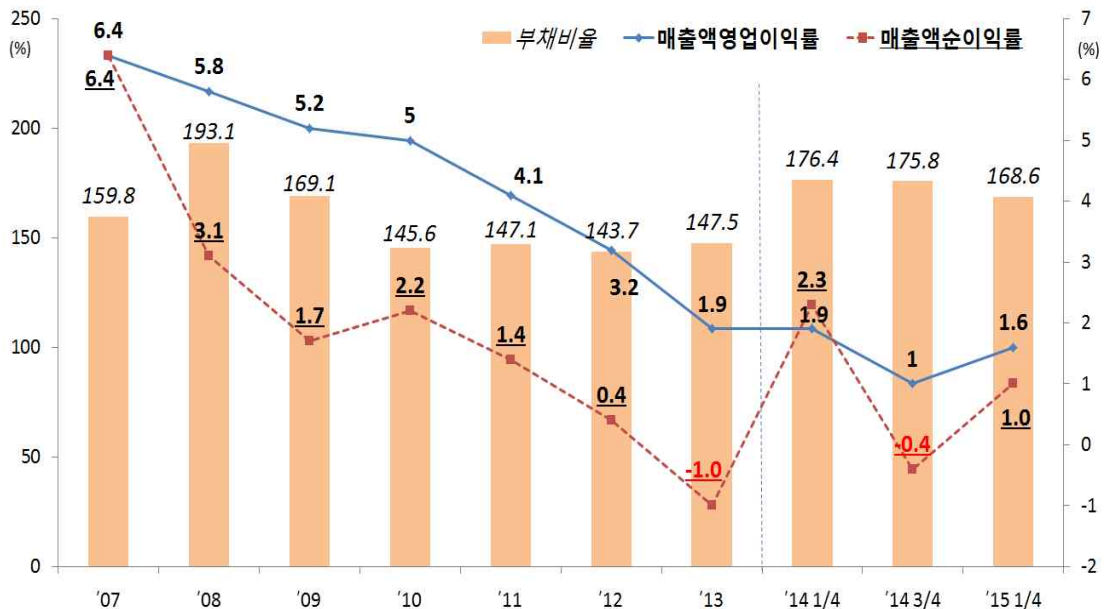
[그림 6.1] 해외 수주 실적 추이(해외건설협회 DB)

- 공종별 해외수주는 대부분 플랜트 공종에 편중되어 해외시장변화 추세 대응에 미흡한 실정임



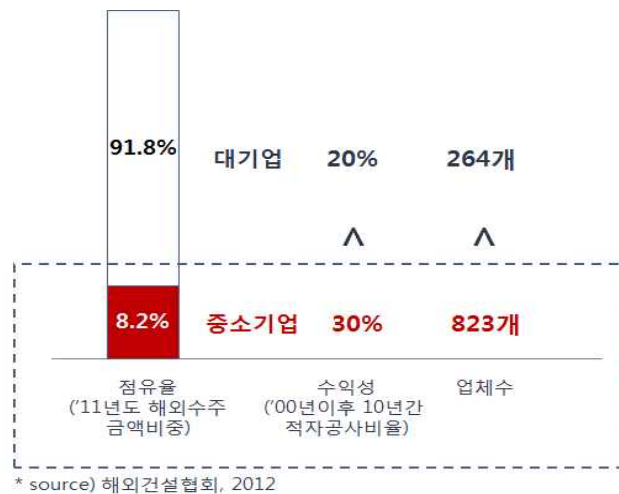
[그림 6.2] 국내 기업의 공종별 해외건설수주액 추이

- 해외건설시장에서 지속적 수익성 감소로 산업 내 위기의식이 고조되고 있음
  - 국내 건설사들은 최근 해외에서 양적 성과를 올리고 있으나 외형성장만큼 시장 상품-다변화, 수익성제고 등 질적 성과는 미흡함
  - 대한건설협회에 조사·발표한 2015년도 상반기 기업공개 건설사(128개사) 경영성과를 분석한 결과, 부채비율, 유동비율 등 안정성 지표 뿐만 아니라 영업이익과 순이익 등 수익성 지표가 악화된 것으로 나타남



[그림 6.3] '15년 상반기 건설업 주요경영지표(대한건설협회, 2015)

- 해외공사의 외화가득율은 '70년대 초 50%수준에서 현재 20% 수준을 유지하고 있으며, 우리기업의 적자공사비율은 ENR 평균인 15%를 상회
- 국내 기업 해외공사 기자재 지급율은 40%수준으로 일본, 중국에 비해 저조, 이는 해외사업 수행 시 외화가득률 저하 요인으로 작용
- 특히 건설산업의 중추를 이루는 중소기업은 해외수주와 수익성 동반 감소가 진행중임



[그림 6.4] 국내 대기업/중소기업 시장점유율, 수익성 비교

- 유망시장의 선점, 해외시장에서 수익성 제고 등 해외건설의 신성장동력화를 위한 생산성 향상 핵심기술과 고부가가치 기술역량 확보가 절실한 상황임
- 국토교통 R&D사업성과 실증, 원가절감을 통한 미래유망시장 선점을 통해 해외진출 상품 다변화 추진이 필요함
  - 국토교통 R&D사업성과의 실증을 통해 저비용, 고효율 등 수익성 제고를 위한 시공기술을 적용하여 신흥국 시장에서 후발국 대비 가격경쟁력 우위 확보가 필요함
- 글로벌 기술경쟁력을 보유한 중소기업의 육성을 통해 해외건설 적자공사 해소가 필요함
- 경쟁국가 대비 동등 혹은 더 나은 품질을 제공하면서도 저비용으로 건설이 가능한 핵심기술 확보가 시급함
  - 중견·중소기업의 소재, 장비, 설계, 엔지니어링 및 전문공종별 요소기술의 생산성 향상을 통해 대기업과 동반 진출이 가능한 핵심기술 확보 시급

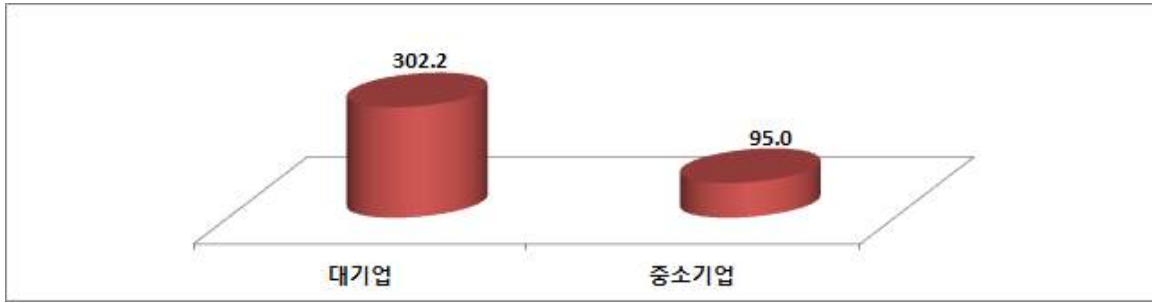
- 품질과 비용의 최적화된 건설상품 제공을 위한 기술역량 확보 및 실증연구가 필요함
  - 해상교량에 최적화된 기술역량의 선제적 확보를 통해 적자공사 비중 축소 및 수주 경쟁력 강화
- 중소기업의 기술력 및 해외진출 경쟁력 향상을 위한 국가차원의 전략적 R&D투자가 필요함
  - 국내 대형건설사의 해외사업 적자폭 확대의 원인은 사업계획 및 기초설계 등 고부가가치 기술역량 미흡, EPC 수주 시, 원자재 가격 상승과 시공부분 해외 전문건설업체의 시공단가 상승, 국내 기업간 과당경쟁과 저가수주로 인한 마진저하임
  - 해외건설의 심화되는 외화가득률·적자 폭 확대 해소를 위해서는 대기업 동반진출 중소기업의 원천기술력 확보가 시급함
    - 현지 중소기업 혹은 글로벌 전문기업과 컨소시엄을 이뤄 사업을 추진하는 현재의 구조로는 대기업의 적자 폭 확대는 불가피한 실정임
    - 국내 대-중소건설기업의 공동진출시 단독진출보다 높은 수익률을 나타냄(국토해양부, 2007)

〈표 6.1〉 해외진출 유형에 따른 수주금액 및 수익률

구분		수주건수(건)	수주액(백만불)	수익률(%)
단독진출	대기업	1,588 (51.2%)	77,098 (57.9%)	2.1
	중소기업	871 (28.7%)	5,317 (4.0%)	0.7
공동진출	대-중소기업(대)	182 (5.8%)	37,112 (27.9%)	3.7
	대-중소기업(중소)	223 (7.4%)	2,421 (2.3%)	1.7
	대기업-대기업	130 (4.3%)	9,685 (7.3%)	3.5
	중소-중소	782 (.6%)	974 (0.7%)	2.0

자료: 대기업과 중소기업의 공동진출을 위한 PILOT 프로그램 구축에 관한 연구, 국토해양부(2007)

- 그러나, 국내 중소건설업체는 R&D역량 및 예산부족으로 기술개발투자가 대기업에 비해 열악한 실정임
  - 건설기업의 매출액 대비 연구개발비가 감소하고 있는 상황에서 중소기업 연구인력 1인당 연구개발비는 95 백만원으로 대기업 연구인력 1인당 연구개발비 3억 2백만원 대비 적은 수준임(국토교통과학기술진흥원, 2012)



[그림 6.5] '11년 건설교통분야 연구개발인력 1인당 연구개발비(단위: 백 만원)

- 동 사업 추진을 통해 중소기업 해외사업 수행역량 강화를 통해 해외사업 수익성 제고와 대형건설업체와 경쟁력 있는 중소기업의 동반 상생 해외진출 확대에 기여할 수 있음
- 동남아, 중동, 중남미 신흥개발국을 중심으로 장대교량 건설 수요가 증가하고 있으며, 해상교량의 경우 기초공사의 공정이 복잡하고 난이도가 높아 총 공사비의 30% 내외를 차지하고 있음
- 동 사업에서 추진하고자 하는 해상교량기초 대형 원형강재 가설공법은 기초공사비 절감, 해상기초 가설공법 안전사고 예방 및 품질확보에 기여하여 전문시공사(중소기업)의 해외진출을 제공할 수 있음
  - 국내 장대교량 산업은 선진국의 기술경쟁력, 중국의 저임금 진출 정책에 막혀 해외 진출에 어려움을 겪고 있음
- 대형건설업체가 중소건설업체와 컨소시엄을 구성하여 해외건설 프로젝트를 수주·수행하는 것을 고려할 때 중소기업 해외사업수행역량 개선은 대중소기업 동반 해외진출 확대로 연계가 가능함
  - 국내 대·중소기업 동반 해외진출 확대는 국내 대형시공사-해외 전문건설업체간 컨소시엄사업 수행으로 외화가득률 저하, 적자공사비율 증가 개선이 가능함
- 자체 경쟁력을 확보한 중소건설업체는 글로벌 대형건설업체와 컨소시엄을 구성하여 해외 사업에 참여가 가능함
- 동 사업 추진으로 해상교량기초 원형강재 가설공법을 확보한다면 건설산업의 신성장동력화 및 지속성장, 일자리 창출, 연관산업 동반성장이 가능함
- 국내 시장 한계를 극복하고 해외 시장 수주·수익성 향상을 통해 건설산업의 지속성장 달성 및 국내 연관산업의 동반 성장 파급효과를 기대할 수 있음
  - 해외 건설시장 수주·수익성 향상으로 타 산업 및 하위분야의 해외 동반 진출이 가능하고, 이로 인한 산업계 수익성 제고 및 국부 창출 유도가 가능함
- 해외건설업의 경험을 통해 발생하는 건설기술증대 효과, 산업의 고부가가치화,

건설금융 원활화, 국내건설업의 붕괴방지 효과, 국부유출방지 효과 등 긍정적 효과를 기대할 수 있음(국토해양부, 2012)

- 자체적인 해외공사 수행 및 R&D를 통한 역량 개선 투자가 어려운 중견 및 중소기업들의 투자를 대신하여 건설교통 산업 차원에서 사회적인 투자 비용 절감 효과를 얻을 수 있음

## 2. 상위계획 부합성

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발을 위한 과제는 '박근혜정부 국정목표 및 국정과제('5, '8, '10, '88)', '경제혁신 3개년 계획('18, '31)', 창조경제(전략 2)', '법정계획 : 제3차 과학기술기본계획('13 - '17), 제5차 건설기술진흥기본계획('13 - '17)'의 건설공사 현장의 재해 및 안전사고 저감과 고부가가치 원천기술 확보를 추구하는 방향성에 부합
- 국정과제에서는 (5. 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화)를 통해서 세계시장에의 진출과 새로운 수출동력 마련하고, (8. 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성)을 통해 과학기술을 자원으로 한 전략적 국제 협력을 강화하며, (10. 교·체계·해운 선진화 및 건설·원전산업 해외진출 지원)에서 해외 교량 시장 진출 및 수주 경쟁력 강화를 추진하고 있으며, (88. 안전하고 쾌적한 일터 조성 및 근로자 건강증진)에서 해상 교량 건설공사 현장의 재해 및 안전사고 저감에 기여하고자 함
- 경제혁신 3개년 계획은 (18. 중소·중견기업 경쟁력 강화) 정책의 일환으로 중소·중견기업 육성 및 해외 교량 건설시장 진출 기업들의 경쟁력을 강화하고, (31. 해외건설·플랜트 수출 고부가가치화)를 통하여 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 원천기술을 보유·활용하고자 함
- 창조경제의 (전략 2 : 벤처·중소기업의 창조경제 주역화 및 글로벌 진출 강화)를 통하여 중소기업의 기술확보 및 글로벌 시장 진출을 지원함
- 법정계획 : 제3차 과학기술기본계획('13 - '17)을 통하여 (4. 깨끗하고 편리한 환경 조성)으로 기후변화 대응력을 강화하고, (6. 걱정없는 안전사회 구축)으로 선제적 자연재해 대응과 피해를 최소화하고, (10. 과학기술 글로벌화)를 통하여 전략분야 국제공동연구를 활성화하고, (15. 기술이전·사업화 촉진)으로 사업화 초기장벽 극복지원 확대하며, (16. 신시장 개척 지원)으로 융합 기술·제품 개발 촉진하고 함
- 법정계획: 제5차 건설기술진흥기본계획('13 - '17)을 통하여 (1-⑤ Green & Smart 건설기술 개발)로 ③ 기초·원천·핵심기술 R&D 추진하며, (1-⑥ 건설기술 실용화 촉진)으로 ② 기술사업화 예산 지원 확대를 추진하여 추격

형 R&D가 아닌 시장 선도형 고부가 기술을 개발함

- 창조경제 및 중소기업 육성: 해상 교량기초 대형 원형강재 제작 및 시공 관련 중소기업의 신시장 창출에 기여
- 제3차 과학기술기본계획('13 - '17) : “4. 깨끗하고 편리한 환경 조성/국토 인프라 선진화/최첨단 인프라구조물 건설기술”에 해당
- 국토교통부 R&D 지원 목적성 및 방향성과 부합 여부
- 제5차 건설기술진흥기본계획('13 - '17)
  - Green & Smart 건설기술 개발
  - 건설기술 실용화 촉진
- 제2차 건설교통 R&D 중장기계획('13 - '17)
  - 프로세스 효율화를 통한 해외진출 인프라 조성

### 3. 정책적 추진의지

#### □ 정책적 중요도와 이슈해결 여부

- 전 세계적으로 해상교량 공사시 가설공법의 안전성 문제로 인하여 전체 공정 중 발생하는 인명피해의 약 60%가 발생한다고 보고되고 있음. 따라서 구조적으로 안정적이고 안전한 가설공법 개발을 통하여 교량기초 공사시 발생하는 인명피해를 획기적으로 줄일 수 있음
- 경제적인 대형 원형강재 가설공법 개발 및 실용화를 통한 국가 예산 절감 및 해외 교량 시장에 대한 국가 기술경쟁력 확보가 가능함
- 대형 건설사 및 전문시공사에 파급영향의 부채살 효과가 기대되며, 연구비 투자에 대한 확실한 기술료 수입 발생이 기대됨

#### □ 정부주도가 필요할 만큼의 기술개발 시급성 및 중요성

- 국내 SOC 시설물에 대한 국가예산은 감소 추세인 반면, 동남아시아를 비롯한 개발도상국 및 중동 지역을 중심으로 한 해외 건설시장은 섬과 육지 간의 연결, 해양항만 시설물 확충, 부유식 구조물 건설 등 다양한 환경에서 건설 수요 증가
- 해당 지역에 대한 수주경쟁력 제고를 위해서는 선도업체 대비 기술경쟁력 과 중국 등 후발업체 대비 가격경쟁력 우위 확보를 위한 원가절감형 특화(고유) 기술의 적시 확보가 시급한 상황
- 해상교량의 기초공사는 공정이 복잡하고 작업 난이도가 높기 때문에 육상 교량기초 대비 공기 및 공사비가 2~3배 내외로 높고, 공사비가 전체공사비의 평균 30% 정도를 차지
- 육상 대비 해상교량 기초공사비 증가의 주원인은 해상 작업대, 가설도로(가교 또는 가도), 그리고 가물막이 부대공 등 가설(假設) 공사비
- 기존 연구과제에서는 가설구조물이 영구구조물이 아니라는 이유로 관련 연구 및 원가절감 노력이 간과되어 왔음
- 이러한 배경에서 해상교량 허부공 원가 상승의 주원인인 해상작업대 및 재래식 가물막이공법을 대체할 수 있는 대형 원형강재 가설공법 개발이 목적

## 2절. 기술적 타당성

### 1. 기술개발 계획의 적절성

- 국내외 시장 동향 분석 결과, 국내 시장의 축소로 인한 국내 건설업체들의 해외 진출이 확대 또는 점진적으로 증가할 것으로 예상되며, 해외 시장의 경우 지속적인 시장 규모의 증가, 국내 건설업체들의 진출이 용이한 동남아 및 중동 지역의 사회간접자본 투자 증가가 예상됨
- 본 과제와 관련한 장대교량 및 장대교량 접속교의 해외 시장 규모가 증가할 것으로 예상되며, 국내 업체의 해외 진출을 용이하게 하기 위해서는 해외 장대교량 접속교를 고려한 기술 개발이 필요함
- 장대교량 접속교 중 본 과제와 관련한 기초 가설공의 경우, 2000년 중반까지 셀식 가물막이 공법이 대부분 적용되었으나, 2000년대 후반부터는 합리적인 직접공사비에서 짧은 공기내에 시공이 가능하여 간접비를 포함한 전체 공사비에서 유리한 PC 하우스 공법(+ Jig Jacket + 영구케이싱)이 주로 활용되고 있으므로 PC 하우스 공법 대비 시공비를 절감하고 공사기간 단축이 가능한 기술의 개발이 필요함
- 본 과제에서 설정한 대형 원형강재를 이용한 교량 기초 가설공법은 동남아 및 중동 지역과 같이 수심이 약 10 m로 상대적으로 깊고, 점토 또는 연약한 지반이 상부에 주로 분포하는 지역의 교량 기초 가설공으로 적합하므로, 국내외 시장 동향 및 기술 동향 분석 결과에 따른 개발 방향과 일치하는 것으로 판단됨
- 또한, 가설공의 경우 본 구조물 시공 구조물이므로 가설공 자체의 공사기간의 단축, 시공비 절감, 본 구조물 시공성 및 시공중 안정성의 증대가 중요하며, 대형 원형강재를 이용하는 방법은 기존 공법이 해상에서 작업이 이루어지는 반면 원형강재 내부에서 육상화 시공이 진행되므로 본 구조물 시공성 및 시공중 안정성의 증대가 예상됨
- 이러한 가설공의 개발을 위해서는 가설공의 설계법, 제작공정 및 장치, 가설공의 조립 또는 결합 기술의 개발이 기본적으로 필요하며, 이후 시험 시공을 통한 개발 기술의 검증이 필요하며, 본 과제에서는 가설공의 기술 개발에 필요한 과정이 개발 단계에 따라 계획되어 있음
- 본 과제의 비전으로 제시하고 있는 '원가 절감형 신형식 가설공법 개발을 통한 국내 기업의 해외건설 수주 촉진 및 해외건설 역량강화' 달성을 위해 본 과제의 사업목표를 '대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작 기술 개발

, '대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체 기술 개발', '실증단지(Test Bed) 구축을 통한 핵심기술 검증 및 실용화'로 구체적으로 제시함.

- 중점추진분야로 '대형 원형강재 가설공법 설계기술', '대형 원형강재 가설공법 설치 및 해체 기술', '대형 원형강재 가설공법 안정성 확보', '대형 원형강재 가설공법 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축'을 설정하고, 이를 실현하기 위한 최적의 과제 구성을 제시함
- 기술수요조사, 기술수준예측조사, 우선순위조사 등을 통해 관련 전문가들의 의견을 적극적으로 반영한 과제 발굴 및 구성으로 객관성을 확보함
- 본 과제의 사업목표를 달성하기 위해 각 중점추진과제를 구성하였으며, 적절한 연구개발 목표와 연구내용 및 범위를 설정하여 제시함
  - 중점추진과제 1은 대형 원형강재 가설공법 설계 기술 개발을 목표로 함
  - 중점추진과제 2는 대형 원형강재 가설공법 설치 및 해체 기술 개발을 목표로 함
  - 중점추진과제 3은 대형 원형강재 가설공법 안정성 확보를 목표로 하고 있음
  - 중점추진과제 4는 대형 원형강재 가설공법 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축을 통한 기술 검증을 목표로 하고 있음

## 2. 기술수준 및 성공가능성

- 대형 원형강재 가설공법에는 가설공의 해상 운반 및 해상 거치 기술, 원형 강재의 지중 관입 및 인발 기술, 원형 강재 내부 지반면의 안정성 확보 기술, 대형 원형 강재의 최적 형상 설계 기술, 대형 원형 강재의 구성 요소간 밀폐, 분리, 결합 기술이 요구됨
- 원형 강재의 지중 관입 및 인발은 석션압을 이용한 원형 자재의 수중 관입 공법 등이 개발되어 있으므로 기존 기술의 추가 개발 및 응용을 통해 기존 공법 대비 저렴하고 빠르게 시공 가능한 기술 개발 가능성이 있음
- 석션압을 이용한 기초 구조물은 과거 1960년대에 고베항의 제5방파제에 pc 관식 셀룰라 블록을 사용한 시공사례가 있고 최근 유럽에서는 북해의 석유 굴착 리그(rig)의 기초로 활용되고 있음. 이들 사례에 따르면 석션기초 구조물의 설치수심은 보통 11 m에서 350 m 정도임. 적용토질은 점성토가 많으나 점토와 모래의 혼합층이나 사질토의 경우도 있음. 기초형상은 원통형이 많고, 현재까지 시공된 석션기초 중 직경이 큰 것은 45 m에 이르는 것도 있음

<표 6.2> 석션파일기초 적용사례

국가	년도	시설명	수심 (m)	지반조건	형상 및 치수	관입심도 (m)
일본	1960	고베항 제5방파제 (PC관식 원통 블록)	11	실트질 점성토, 연약 점성토	원통형 D=15.5 m, t=0.15 m, H=22.5 m	9
덴마크	1980	Gorm (석션앵커파일)	40	상부 사질토, 하부 점성토	강재 원통형 D=3.5 m, t=0.25 m, H=8.5 ~ 9.0 m	9
노르웨이	1989	Gull faks C (중력식 플랫폼)	220	모래와 점성토의 혼합	RC재 원통형 D=28.0 m, t=0.4 m, H=22.0 m	22
노르웨이	1991	Snore (텐션 랙 플랫폼)	220	연약 점성토	RC재 원통형 D=17.3 m, H=19.6 m	12
노르웨이	1992	Snore (Subsea Production System)	335	연약 점성토	직사각형 SPS L=48 m, H=7.2 m 스커트챔버 L=11.4 ~ 12.1 m, H=3 m	3
노르웨이	1994	Europe Riser (강재자켓 플랫폼)	70	조밀한 사질토	강재 원통형 D=10.3 m, H=10.0 m	4 ~ 7
노르웨이	1995	Troll (중력식 플랫폼)	303	연약 점성토	RC재 원통형 D=32.0 m, t=0.5 m, H=36.0 m	36
노르웨이	1995	Heldrun (텐션 랙 플랫폼)	-	점성토	RC재 원통형 D=45.0 m	4.6
일본	1999	나에쓰항 작업기지 방파제 (RC/강재 기초)	10	사질토, 점성토	RC재 원통형, D=21.9 m, H=8.0 m 강재 원통형, D=21.9 m, H=8.0 m	6 6
일본	2000	오사카부 토사채취 잔교 방층공 (RC재)	25	연약점토, 사질토	RC재 원통형 D=18.0 m, t=0.35 m, H=5.5 m	3.5

- 1980년대 후반 이후 석션파일에 대한 연구들이 크게 증가하기 시작하였으며, 다양한 지반조건 및 하중조건에 대한 석션파일의 지지거동 분석에 대한 연구들이 주류를 이루고 있음. 최근에는 석션파일 시공비용 절감을 위하여 석션파일의 설치방법에 대한 많은 연구가 수행되었으며, percussion system, water jet 등과 같은 부가적인 장치를 사용하여 석션파일의 관입성능을 높이려는 시도가 있어왔음
- 석션파일 공법은 2000년대 초반 국내에 도입되었으나 활용이 미진하다가, 2007년 울산 신항 북방파제 기초로 콘크리트 석션파일의 현장 검증실험을 실시한 이래, 서해안 해상풍력단지 조성을 위한 기상탑(HeMOSU-2) 설치를 위하여 트라이포드 형식의 석션파일이 사용되는 등 크고 작은 석션파일 40여기가 설치되어 있으며, 다양한 지반조건 및 수심조건에 대하여 석션파일 설치 기술을 보유하고 있는 상황임
- 본 연구에서와 같이 대형 원형 강재의 해상 조건에서 외압을 고려한 안정성 설계 등은 진행된 바가 없으므로 형상 설계 및 차폐 기술의 추가 개발이 필요하며, 대형 원형 강재이므로 운반 및 시공 용이성을 위한 강재의 분할, 분리, 결합 기술 등의 신규 개발이 필요하며, 가설 강재에 대한 연구 개발이

후 구성 요소에 대한 성능평가 후 소규모 시험시공을 통한 1차 검증 및 실 규모 시험 시공의 과정에 다른 점진적인 개발이 이루어지면 제안 기술의 실현이 가능할 것으로 판단됨

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 연구 기획을 위한 기술 수준 및 기술격차에 대해 조사 수행한 전체 기술수준은 68.1%이며, 평균기술격차는 4.5년임
  - 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발(69.3%)분야는 상대적으로 기술수준이 높으며, 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발(66.8%)의 기술수준이 상대적으로 낮음
  - 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발(4.4년)의 기술격차가 가장 적으며, 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발(4.6년)의 기술격차가 상대적으로 큼
- 산·학·연 전문가를 대상으로 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 관련 기술의 실현시기에 대해 조사함
  - 최고기술보유국의 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 기술은 국내보다 3년 이상 앞서 실현될 것으로 전망됨
  - 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술적 실현이후 사회경제적 실현까지는 국내외 모두 0~3년이 소요될 것으로 전망됨
- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 관련 기술숙성도(TRL)에 대해 조사함
  - 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발 분야의 최고기술보유국 기술숙성도(TRL)는 신뢰성평가 및 수요기업평가가 이루어지는 단계에 있으며, 국내 기술숙성도(TRL)는 확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능평가가 수행중임
  - 국내외 TRL수준의 격차가 가장 적은 분야는 대형 원형강재 가물막이 시작품 설계 및 제작 분야이며, 격차가 가장 큰 분야는 시공/운용 중 가설공법 안정성 확보 기술, 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 시작품 설계 및 제작 분야임
- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 최고기술보유국을 조사한 결과 미국 39%, 네덜란드 29%, 덴마크 12%, 영국 10%, 기타 10% 순으로 최고 기술을 보유한 것으로 나타남
- 기술기반(인프라) 성숙도는 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발은 자체연구수행이 가능하지만 상대적으로 인프라가 미흡하여 일부 연구는 해외협력이 필요한 것으로 나타남

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술획득 방식은 대체적으로 정부-민간 공동(69%)의 중요성이 높은 것으로 나타남
  - 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 기술의 기술획득 방식은 대체적으로 정부-민간 공동(74%)의 중요성이 높은 것으로 나타남
- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 기술적 실현을 위해 정부가 우선적으로 시행해야할 방안은 연구비 확대(44%), 협력교류(26%), 인프라구축(16%), 인력양성(13%) 순으로 나타남
- 기술수준-중요도 포트폴리오 분석을 실시함
  - 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술 개발 분야는 대부분 재원에 따라 적극적인 투자로 기술수준 향상 추구 및 기술혁신을 통해 더 넓은 시장 창출이 가능하다고 나타남
  - 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체기술 개발 분야의 분석결과 대부분 기술시급성이나 파급효과는 상대적으로 크지 않으나, 다른 핵심 기술과의 연계성을 전략적으로 고려해하 할 것으로 나타남
- 기술기반 성숙도-중요도 분석결과 대형 원형강재 가설공법 설계 및 제작기술은 대부분 기술기반 확보가 시급한 것으로 나타났고, 시공 및 해체기술은 기술기반 관리-유지가 필요한 것으로 나타남
- 시장이 수용가능한 가격수준으로 기술적용(생산 등) 가능여부
  - 본 연구사업은 국내 시장뿐만 아니라 세계 시장을 대상으로 하고 있기 때문에 가격경쟁력이 가장 중요한 고려항목 중의 하나임
- 기술개발 성공가능성
  - SWOT 분석을 통하여 내부적 강점과 약점을 파악하고, 외부적 기회와 위협에 대해 명확히 분석하여, 우선수행 및 보완 전략과 RISK 해결 전략 및 장기보완전략을 수립하였음
  - 이를 통해 기술개발이 성공적으로 이루어질 수 있는 연구 전략을 수립하여 기술개발 성공가능성을 높임
  - 해상 교량기초 가물막이 개발의 관련 기수행 연구와의 연계를 통한 기술개발 추진하고, 수요기간인 산업체의 연구 참여 및 정부기관의 의견 수렴을 통해 성공가능성을 향상함
  - 기획연구를 통해 꼭 필요하고 개발가능성 높으면서 실용화 가능성이 큰 기술을 발굴하여 기술개발 성공가능성을 높임

### 3. 기존 사업과의 중복성

- 본 연구과제에서 추진하는 내용은 기획과정과 평가위원회 검토를 통해 기존 연구와의 중복성을 검토하였음
- 기존연구와 중복성이 없으며, 특히 기존 연구 과제는 목적 구조물 자체에 대한 연구이나 본 과제는 목적 구조물 시공을 위한 가설공법에 대한 연구이므로 중복 가능성이 거의 없는 것으로 판단됨
- 본 연구에 대한 중복성 조사는 1차적으로 NTIS 자료 및 각 부처 R&D 계획 자료를 이용하여 중복가능성이 있는 사업과 과제들을 스크리닝 하였음
- 기획과정에서 전문가회의를 통하여 1차 스크리닝 결과에 대해 검토를 하였으며, 착수보고 및 평가위원회 검토시 제기된 중복과제에 대해 면밀한 검토를 하였음
- 기획과정을 통해 제기된 기존 유사연구 및 이에 대한 차별성은 다음과 같음

<표 6.3> 기존 사업과의 중복성 검토 결과

사업명	과제명	연구기간	검토결과
건설기술 연구사업	초장대 교량 사업단	2008. 12. ~ 2015. 12.	- 경제성 및 기술 경쟁력을 갖춘 장경간 케이블 교량 자립 건설을 목표로 장경간 케이블교량 핵심기술에 대한 연구이므로, 본 연구와 차이가 있음
건설기술 연구사업	대구경 대수심 해상기초시스템 기술 개발	2010. 09. ~ 2015. 12.	- 대수심 조건하의 지지 구조물의 설계·시공·품질관리 기술개발을 목적으로 대구경 해상 모노파일 시스템과 버켓기초 시스템을 개발하여 체계화함이 그 목표이므로, 본 연구와 차이가 있음
국토교통연구 기획사업	해상풍력 플랫폼 건설기술 기획	2012. 4. ~ 2012. 09.	- 심해용 부유식 해상풍력 하부구조 및 계류 시스템 확보가 목표이며, 본 연구는 가물막이 공법에 관련한 내용이므로, 중복성이 없음
일반연구자 지원	파일형 선박충돌 방호공의 거동과 설계에 관한 연구	2010. 09. ~ 2015. 08.	- 선박충돌하중으로부터 해상교량의 하부구조를 보호하기 위한 파일형 방호공에 관한 내용으로 본 연구와 중복성이 없음
건설교통 R&D 정책 인프라사업	교량 가시설 표준도 개발 및 시공상세도 표준화	2007. 07. ~ 2010. 05.	- 소교량(라멘교, 슬래브) 및 가시설(토류벽, 어스앵커) 등의 단순구조물에 관한 표준설계를 제시하기 위한 것으로 본 연구와 중복성이 없음
건설기술 연구사업	중지간 교량의 시공 및 구조 효율성 증진을 위한 신형식 상부구조 시스템 실용화	2005. 07. ~ 2008. 07.	- 복합구조 교량의 공사비 절감 및 안전성 제고, 시공의 합리화를 위하여 구조 요소기술 개발에 관한 연구이며, 본 연구와 차이가 있음

### 3절. 경제적 타당성

#### 1. 경제성 분석

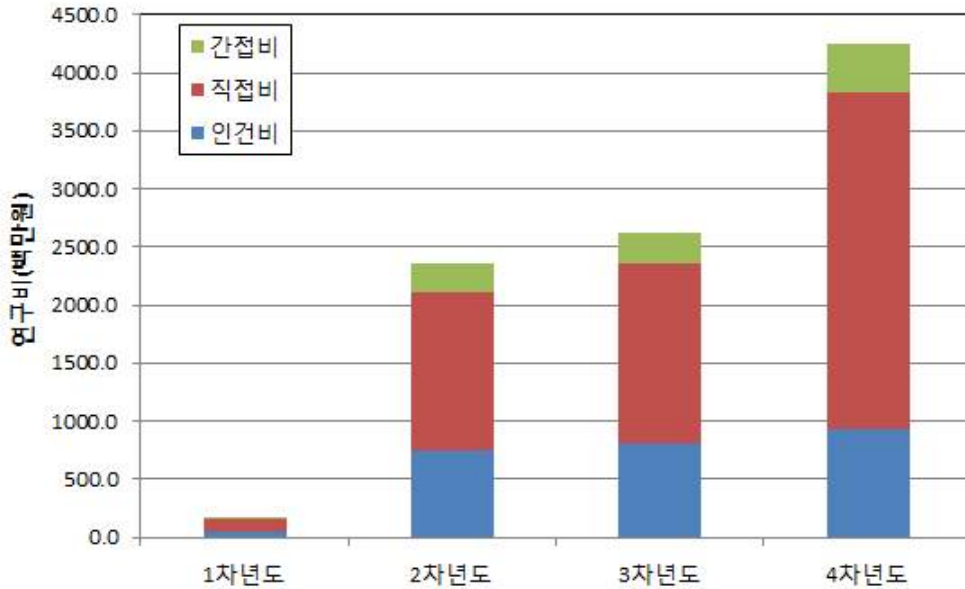
##### 가. 분석 개요

- 본 연구에서 제안하는 대형 원형강재 가설공법의 경제성을 지오투브를 이용한 가축도 공법, 쉬트파일 흙막이 가시설, PC 하우스 공법과 비교 검토함
- 각 공법별 검토시 현장은 해안의 연육교 또는 연도교 현장으로 기초 시공 조건은 수심 10 m, 원지반 상부 연약지반 두께 10 m, 교각 기초 크기 14 m × 14 m, 현장타설말뚝 4본(D1800)/기로 가정하였고, 검토의 편의를 위해 교각 4기 시공을 기준으로 비교 검토함
- 각 공법별 공사비 비교시 직접공사비의 약 30% 수준인 간접공사비를 제외한 직접공사비를 기준으로 비교함
- 각 공법별 공사비 비교시 현장타설말뚝 시공 공정은 모든 공법에서 동일하여 동일한 비용이 소요되므로 현장타설말뚝 공사비는 공사비 비교시 생략함. 단, PC 하우스 공법은 현장타설말뚝 시공시 희생강관 비용이 타 공법에 비해 추가적으로 발생하므로 희생강관 비용을 계상함
- 본 연구를 통해 개발된 공법을 통해 발생할 수 있는 편익은 크게 직접 편익과 간접 편익으로 구분할 수 있음
- 직접 편익은 개발 공법을 적용하는 아국 업체의 해외 교량 Project 수주를 통한 아국 건설업체의 매출 증대, 기초 가설 공법 공사비 절감, 교량 기초 공기 단축으로 구분할 수 있음
  - 개발 공법의 경우 연약지반이 존재하는 조건에서 적용성이 극대화되므로 원지반 상부에 연약층이 분포하는 해외 지역, 특히 동남아 지역의 해외 교량 Project에 대한 아국 건설업체의 수주 증대를 기대할 수 있음
  - 개발 공법은 기존 기초 가설 공법 대비 직접 공사비 절감이 가능하므로 공사비 절감이 가능함
  - 개발 공법은 기존 기초 가설 공법 대비 설치 및 해체가 간편하므로 공기 단축이 가능하며 이로 인한 공사비 절감 효과가 발생함
- 간접 편익은 기초 가설 공법의 설치 및 해체 시간의 단축과 교란 영역 축소에 따른 환경 피해 저감, 원형 강재 사용을 통한 구조적 안정성 증대 고려시 사고 피해 저감 등의 경제적 가치로 정의가 가능함

- 발생하지 않은 사건(환경피해, 사고 등)에 대한 경제적 가치 평가는 가상가치평가법(Contingent Valuation Method : CVM)을 활용할 수 있으나 본 연구에서는 고려하지 않음

## 나. 비용 추정

- 본 연구의 연구 개발 최종 목표가 대형 원형강재 가설공법이므로 비용은 연구 개발에 투입된 총 연구비임
  - 연구 개발에 필요한 인건비는 '2015년 학술연구용역 인건비기준단가'를 기준으로 산정함
  - 항목별 연구 예산은 '국토교통부소관 연구개발사업 운영규정'의 '별표 2 연구개발비 비목별 계상기준'에 따라 산정함
  - 대형 원형강재 가설공법의 개발에 소요되는 총 비용은 93.9억원으로 정부 예산은 전체 비용의 75%인 약 70.0억원이고, 민간은 약 23.9억원 투자하는 것으로 고려함
- 1차년부터 4차년년까지 대형 원형강재 가설공법의 개발에 소요되는 비용은 그림 6.6과 같고, 직접비 비중이 가장 높음
  - 4년간 평균 직접비의 비중은 62.8%이며, 4차년도의 경우 실규모 시험으로 인해 가장 많은 약 42.5억원이 소요됨
  - 연구에 투자되는 총 투자비용(정부 예산 70.0억원 포함)을 KDI가 예비타당성 조사에서 일반지침으로 제시한 사회적 할인율(5.5%)를 적용하여 현재 가치로 환산하면 약 80.5억원이며 정부 예산은 약 60.0억원임



[그림 6.6] 연도별 연구비

다. 편익 추정

- 대형 원형강재 가설공법 개발에 따른 경제적 편익은 직접적 편익 중 공사비 절감으로만 한정하고 4년간 연구투자 후 2021년부터 2030년까지 10년간 편익이 발생하는 모형을 설정함
- 대형 원형강재 가설공법 개발에 따른 국내 업체의 수주 증가와 시장 성장률에 따른 수주 증가는 분리하여 정량적으로 평가하기 어려우므로 수주 증가율로 통합 적용하는 한편, 0%, 10%, 15%, 20%, 25%로 구분 적용하여 개발 공법의 경제성 민감도를 분석하였으며, 해외 건설시장 전망에서 해외 전체 건설 시장과 도로 및 교량 시장이 연간 10% 이상의 성장이 예상되며, 접속교가 일반적으로 함께 시공되는 장대교량의 해외 시장은 2000년대 대비 2011년 3배 이상 증가하였으므로 시장 성장률 약 15%와 개발 기술에 의한 국내 업체의 가격 경쟁력 10%를 고려하여 수주 증가율 25%를 기준으로 경제성 분석 내용을 정리함
- 공기 단축 효과는 대형 원형강재 가설공법이 현장 공정의 CP(Critical Path)인 경우에만 발생하여 현장 여건에 따라 경제적인 편익이 발생하지 않을 수도 있으므로 고려하지 않음
- '16년부터 '19년까지 연구를 위한 비용이 투입된 후 약 1년여의 현장 활용을 위한 홍보기를 보낸 후 '21년부터 '30년까지 10년간 편익이 발생한다고 설정함

- 대형 원형강재 가설공법 개발에 따른 편익을 정량화하기 위해 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 권장하는 편익산출 모형을 활용하였으며 연구의 목적이 기존 공법대비 저렴한 공법을 개발하는 것이 목적이므로 비용저감 편익 중 생산비용저감 편익을 추정함
- 편익 = (개발 기술 적용 가능 교량 시장 규모) × (기초 가설 공법 비중) × (기초 가설 공법 중 개발 공법 적용 비율) × (개발 공법에 의한 비용저감율) × (R&D사업화성공률)
- 기초 가설 공법 비중은 국내 5개 교량 프로젝트에서 전체 교량 공사비 대비 기초 가설 공법 공사비 평균 비율인 6.5%를 적용함
- 기초 가설 공법 중 개발 공법 적용 비율은 주경간교, 접속교(육상 및 해상)로 구성된 현장의 해상 교각 기초 가설 공사비가 가설 교량의 유무에 따라 15%~50% 범위로 파악되므로 약 30%를 적용함
- 개발 공법에 의한 비용저감율은 기존 공법인 PC 하우스, Sheet Pile, 지오투브 공법과의 공사비 비교를 통해 약 11%로 산정하여 적용함
- R&D사업화성공률은 2014년 특허청의 특허 사업화율 64.8%를 적용함
- 개발 기술 적용 가능 교량 시장 규모는 원지반 상부에 연약지반이 일반적으로 분포하는 동남아 지역 등 해외 시장의 아국 업체의 교량 수주 Project를 분석하여 선정함
- 2010년~2014년 아국 업체의 교량공사 Project는 표 6.4와 같고, 개발 기술 적용 가능 교량 시장 규모는 아국 업체 교량 수주 규모의 약 56%로 연간 약 540백만불임
  - '10년~'14년 아국 업체의 해외 교량공사 수주 프로젝트는 총 11건이며, 기존 공법(PC 하우스 공법) 대비 개발 기술의 경제성이 확보되는 해상(수상) 접속교 교각 16기 이상의 교량은 3건으로 파악됨
  - 개발 기술 적용 가능 교량 시장 규모가 아국 업체 교량 수주 규모의 약 56%를 차지하는 것은 현대건설 Seikh Jaber Al-Ahmed Al-sabah Causeway Project의 규모가 약 2,060백만불로 타 Project에 비해 매우 크기 때문으로 시장 규모 산출시 왜곡이 있을 수 있으나, 대규모 사업의 경우 단발적으로 발주 및 수주되므로 본 검토에서는 포함하여 고려함

<표 6.4> '10년 ~ '14년 국내 업체 수주 해외 교량 Project List ('15년 메리츠 화재 건설 산업 전망)

업체	Project명	계약일	도급액 (백만불)	대상여부	비고
현대건설	인도 웨스턴 프리웨이 해상교량 공사 2A 단계	2010년	603	x	- 연장 12.7 km - 육상 구간으로 판단
	보스포러스 제3교량	2013년	418	x	- 접속교 없음
	Chacao Bridge, Los Lagos Region	2014년	350	x	- 연장 2.635 km - 접속교 없음
	Seikh Jaber Al-Ahmed Al-sabah Causeway	2012년	2,060	o	- 해상 접속교 다수
대림산업	Sungai Brunei-Kampong Sungai Kebun 교량	2013년	94	x	- 접속교 교각 6기 - 평균 D1500 현타말뚝 4본 - 수상 교각 1기
대우건설	보츠와나-잠비아 Kazungula Bridge	2014년	162	x	- 자갈퇴적층
삼성물산	카타르 루세일 개발 교량(CP-3A)	2012년	90	x	- 접속교 없음
	머지 게이트웨이 교량공사	2014년	252	x	- 수상 접속교 교각 없음
GS건설	밤콩교량 건설공사	2013년	170	x	- 접속교 교각 51기 - 수상 교각 6기
	빈틴 교량 공사	2011년	86	o	- 접속교 교각 28기 - 수상 교각 28기
	도하링크 프로젝트	2014년	573	o	- 연장 12.43 km - 해상부 7.72 km
총액			4,858		- 연간 약 970백만불
대상 프로젝트 비중			0.56		- 연간 약 540백만불

○ '21년~'30년 아국업체의 해외에서 개발 기술 적용 대상 프로젝트의 수주 규모를 수주 성장률 25%를 고려하여 전망하면 표 6.5와 같고, 전체 수주 규모는 약 68,980백만불이고, 현재 가치로 약 12,113백만불로 전망됨

- 아국업체의 수주 성장률은 세계 교량 및 도로 시장의 2015년 성장률 전망이 12.66%이고 지속적인 성장세에 있으므로 시장 성장률 약 15%와 개발 기술의 비용 저감 효과 약 10%에 의한 수주 성장률 10%를 고려하여 25%를 적

용하고, 현재가치 환산을 위해 사회적 할인율 5.5%를 적용함

- 개발 기술의 시장 점유율은 실용화 초기 단계에서 5.0%, 연도별 5%씩 증가하는 것으로 가정하였으며, 단일 Project 내에서 적용 가능한 접속교의 제한, 기존 기술의 부분적인 경쟁 우위를 고려하여 최대 40%의 시장을 점유하는 것으로 가정함
- 현재의 시장규모는 표 6.4의 대상 프로젝트 시장 규모인 연간 약 540백만불로 고려함

<표 6.5> '21년 ~ '30년 국내 업체 해외의 개발 기술 적용 대상 수주 전망

연도	예상규모(백만불)	현재가치규모(백만불)
2015	543.8	
2021	2074.4	77.4
2022	2593.0	184.3
2023	3241.3	329.1
2024	4051.6	522.3
2025	5064.5	777.3
2026	6330.7	1110.4
2027	7913.3	1542.3
2028	9891.7	2098.3
2029	12364.6	2498.0
2030	15455.7	2973.8
'20~'30 예상 총액	68980.9	12113.1

□ 개발 공법에 의한 비용저감을 산정을 위해 접속교 4기 단위로 기존 공법(지오튜브, Sheet Pile, PC 하우스)과의 공기 및 공사비를 비교하고, 접속교 12기 이상인 경우 기존 공법 중 가장 경제적인 공법(Sheet Pile 공법) 대비 대형 원형강재 가설 공법의 이익률을 산정하였으며, 접속교 12기 기준 이익률 약 11%를 개발 공법에 의한 비용저감율로 결정함

○ 교각 기초 저판은 14 m × 14 m로 고려하고, 수심 10 m, 원지반 상부 연약

지반 두께 10 m, 현장타설말뚝 4본/교각 (D1800)로 고려함

- Sheet Pile 가설 공법의 경우 공사 위치까지 장비 진입, 자재 반입, 공사 여건 확보를 위한 가축도 또는 가설 교량이 필요하며, 본 검토에서는 지오투브에 의한 가축도 공법이 비교 공법으로 포함되어 있으므로 가설 교량으로 고려함
- Sheet Pile의 가설 교량과 지오투브에 의한 가축도 공법은 교각 기초 시공 뿐만 아니라 교각 구조물 시공 중에도 활용되며, 지오투브 가축도 공법 공기 검토에 의한 교각 기초 시공 기간과 교각 구조물 시공 기간의 활용 기간 비율 약 50 : 50을 고려하여 가설 교량과 가축도 비용의 50%를 기초 가설 공법 비용으로 고려함
- PC 하우스 공법의 공사비는 약 14억/4기, 공기는 약 128일(작업일수 25일 기준 약 5개월)로 평가됨
  - PC 하우스 공법의 공사비는 Jacket 설치 및 해체, PC 하우스 제작, PC 하우스 거치, Bucket 설치, 희생강관 자재비로 구성됨
  - PC 하우스 공법의 공사비 중 Jacket 설치 및 해체 항목의 자재비 중 유류비를 제외한 자재비, 즉 Jacket 제작비 0.44억원을 제외하고는 4기 단위로 반복적으로 소요되는 비용이므로 PC 하우스 공법의 기당 공사비는 (교각 4기당 공사비 - 0.44억원)/4기 × 교각 개수 + 0.44억원으로 산정할 수 있음
  - PC 하우스 공법은 모든 작업이 해상에서 이루어지므로 해상 선단이 필요하며, 예상 공기는 약 128일이나 해상 작업 가능 일수에 따라 실제 공기는 변동 가능함

<표 6.6> 접속교 교각 4기에 대한 PC 하우스 공법 공사비 분석 결과

구분		금액		개월 (길이)	소요 금액	비고
Jacket 설치 및 해체	장비비	228,100,000	원/월	1.0	228,100,000	해상크레인 300Ton, Barge 1500P, Barge 2000P, Vibro Hammer 2기 외
	인건비	58,450,000	원/월	1.0	58,450,000	
	자재비	70,657,500	원/월	1.0	70,657,500	Pin Pile 및 유류비 외, 유류비 외 자재비 약 0.44억원
	소계				357,207,500	
PC House 제작	장비비	29,750,000	원/월	2.0	59,500,000	Crane 80Ton, 발전기 1대 외
	인건비	69,300,000	원/월	2.0	138,600,000	
	자재비	62,950,000	원/월	2.0	125,900,000	철근, 콘크리트, 거푸집 및 유류비 외
	소계				324,000,000	
PC House 거치	장비비	349,000,000	원/월	0.5	174,500,000	해상크레인 300Ton, Crane 80Ton, Barge 1500P, Barge 2000P 외
	인건비	55,160,000	원/월	0.5	27,580,000	
	자재비	106,650,000	원/월	0.5	53,325,000	유류비 외
	소계				255,405,000	
Bracket 설치	장비비	73,100,000	원/월	1.0	73,100,000	Crane 80Ton, Barge 1500P, 발전기 1대 외
	인건비	36,152,000	원/월	1.0	36,152,000	
	자재비	82,480,000	원/월	1.0	82,480,000	유류비, Chamber 외
	소계				191,732,000	
희생강관	자재비	800,000	원/m	320.0	256,000,000	L=20×4×4=320m
합계					1,384,344,500	
교각당 비용					346,086,125	

위치	경과일																																		
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64			
P1	Jacket 설치																																		
P2																																			
P3																																			
P4																																			

- 지오투브 공법의 공사비는 약 19억/4기, 공기는 약 98일(작업일수 25일 기준 약 4개월)로 평가됨
- 지오투브를 이용한 공사용 가축도 공사비는 지오투브 설치, 지오투브 채움, 가축도 속채움으로 크게 구성됨
- 공사비는 인천대교 지오투브 공사비를 활용하여 산정하였으며, 수심 10 m 인 경우 높이 12 m의 가도 시공이 필요하므로 인천대교 지오투브 대비 1단 추가 시공을 고려하였음
- 지오투브 가축도 단면은 가축도의 상부 폭은 34 m, 높이 12 m, 지오투브는 단면 양측 각각 1단에 2개, 2단~4단 1개로 구성됨
- 지오투브 공사비는 단위 m당 단가로 산출되며, 접속교의 교각 간격은 일반적으로 40~60m이므로 교각 간격 50m를 고려하여 기당 시공비를 산출하였으며, 지오투브는 말뚝 및 기초 지반 시공 이후에도 교각 구조물 시공 등을 위해 사용되므로 지오투브의 기초 공사용 활용 비중을 공기 등을 고려하여 50%로 고려하였음
- 지오투브 공법 적용시에는 모든 시공이 육상화하여 시공이 가능하므로 PC 하우스 공법과 달리 공기가 해상 조건에 크게 영향을 받지 않는 장점이 있음
- 공기 검토는 타 공법과의 비교를 위해 기초 지반 시공시점까지만 비교하였음

<표 6.7> 접속교 교각 4기에 대한 지오투브 공법 공사비 분석 결과

구분	규격	금액
공사용 가도	L=1557m	
지오투브 설치(수상)	D500	2,585,026,000
지오투브 설치(수중)	D500	4,606,310,000
지오투브 설치(수상)	D400	771,092,000
지오투브 설치(수중)	D400	1,164,872,000
지오투브 설치(수상)	D300	784,510,000
지오투브 설치(수중)	D300	522,643,000
샌드폼설치(수상)	10T	1,363,089,000
침식방지매트 설치(수중)	30 Ton	428,254,000
저면PET MAT(수중)	20 Ton	1,635,969,000
지오투브 주입(모래)	모래	6,222,766,000
축도속채움(준설토)	준설토	8,094,556,000
배사관부설철거		271,149,000
보조기층포설(육상)		909,188,000
상부면유지관리		168,662,000
총액		29,528,091,000
교각 4기 (기당 간격 50m 고려)	L=200 m	1,896,545,000

위치	경과일																								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
P1	가축도															RCD 4공 시공					양생 후 견전도				
P2																RCD 4공 시공									
P3																									
P4																									

- Sheet Pile 공법의 공사비는 약 26억/4기, 공기는 약 118일(작업일수 25일 기준 약 5개월)로 평가됨
  - Sheet Pile 공법은 시공 환경 조성을 위해 가설 교량을 활용하는 것으로 고려하였으며, Sheet Pile 공법 공사비는 가설교량, Sheet Pile 설치 및 해체, 띠장 및 버팀보의 설치 및 해체, 자재 구입 및 운반비로 크게 구성됨
  - Sheet Pile 평면은 외곽 한면의 길이가 21.6 m인 2열 Sheet Pile이며, 각 코너에 코너 버팀보 3열, 각 면에 띠장 1개소로 구성되며, 가시설 지보는 위아래 4단, Sheet Pile 시공 속도는 약 300본/개월로 고려하였음
  - 가설 교량은 폭 8 m로 고려하였으며, 현장의 시공 실적을 반영하여 3일에 약 25 m 설치하는 것으로 고려하였음
  - Sheet Pile은 구입후 현장에서 재활용 가능하므로 자재 구입 및 운반비는 최소 1회만 투입되는 것으로 고려하였으며, 접속교의 교각 간격은 일반적으로 40~60 m이므로 교각 간격 50 m를 고려하여 교각 4기에 필요한 가교의 연장을 200 m로 설정하였고, 가교는 말뚝 이후에도 교각 구조물 시공 등을 위해 사용되므로 가교의 기초 공사용 활용 비중을 공기 등을 고려하여 50%로 고려하였음
  - 따라서 Sheet Pile의 공사비는 (4기당 공사비-자재 구입 및 운반비-가교/2)/4기×교각개수 + 자재 구입 및 운반비로 산정하였음
  - 공기 검토는 타 공법과의 비교를 위해 기초 저판 시공시점까지만 비교하였음

위치	경과일																														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	
P1	가설교량	Sheet Pile 항타															지보재 설치										RCD 4층 시공				
P2		Sheet Pile 항타															지보재 설치														
P3		Sheet Pile 항타															지보재 설치														
P4		Sheet Pile 항타															지보재 설치														

<표 6.8> 접속교 교각 4기에 대한 Sheet Pile 공법 공사비 분석 결과

공종명	규격	합계
<b>가시설 (4기, L=24 m, 4단 Strut)</b>		1,569,624,000
a. SHEET-PILE		
-1. 슈트파일 향타 (진동식)		215,923,000
-2. 슈트파일 향발 (진동식)		89,545,000
-3. 코너 SHEET PILE 제작		9,912,000
-4. 지수제도포	SHEET PILE	258,249,000
-5. GUIDE BEAM 설치및철거	H-300×300	13,272,000
b. 띠장공사		
-1. 띠장 설치 및 철거		9,589,000
-3. 띠장 우각부 연결 및 철거	H-300	6,675,000
c. 보결이 설치 및 철거	L-90×90×10mm	19,596,000
d. 버팀보 제작 및 해체	H-300×300mm	23,280,000
e. 버팀보 설치 및 해체		
-1. H-Beam설치및철거(H=300~500)	3 m 미만	7,734,000
-2. H-Beam설치및철거(H=300~500)	3-5 m 이하	8,001,000
-3. H-Beam설치및철거(H=300~500)	6-8 m 이하	8,764,000
f. 스티프너 설치	H-300×300 mm	17,392,000
g. JACK 설치/철거	스크류잭,100ton	14,745,000
h. 자재 구입 및 운반		
-1. SHEET PILE 자재및운반	6개월이하, 손율30%	800,752,000
-2. H-형강 자재및운반	6개월이하, 손율30%	66,188,000
<b>차수그라우팅</b>		38,976,000
a. SGR		38,976,000
<b>가교(L=200 m, B=8 m)</b>		1,920,000,000
a. 가교	L=200 m, B=8 m	1,920,000,000
총액		3,528,600,000
교각 4기(기당 간격 50 m 고려)	L=200 m	2,568,600,000

○ 대형 원형강재 가설공법 공법의 공사비는 강재 우물통의 소요 강재 물량을 고려하는 경우 약 34억/4기, 강재 물량 절감 기술에 의한 소요 강재 물량 50% 저감을 고려하는 경우 약 22억/4기, 공기는 약 100일(작업일수 25일 기준 약 4개월)로 평가됨

- 대형 원형강재 가설 공법의 경우 석션압을 이용하여 관입 및 인발하며, 원형강재의 경우 일정 높이 단위로 분절화하여 가설강재 설치 및 해체시 간편하게 조립 및 해체가 가능한 것으로 가정함

- 가설강재의 직경은 RCD를 이용한 현장타설말뚝 4본의 기초 저판 크기를 고려하여 약 20 m로 고려함
- 가설 강재의 강재 소요 물량은 강재 우물통의 소요 강재 물량을 고려하는 한편, 경제성 증가를 위해 제안한 강재 물량 절감 기술에 의한 소요 강재 물량이 50% 저감 가능한 경우 모두 고려함
- 공기 검토는 타 공법의 기초 저판 위치인 수위까지 구조물, 즉 기초 저판과 교각 일부의 시공시점까지 비교하였음
- 대형 원형강재를 일정 높이 단위로 분절화 하므로 PC 하우스 공법과 유사한 해상 장비 및 인원을 사용하는 것으로 고려함
- 대형 원형강재 가설공법의 경우 가물막이 제작비 외 비용은 교각마다 반복적으로 소요되는 비용이므로 교각 개수에 따른 공사비는 (교각 4기당 공사비-가물막이 제작비)/4 × 교각개수 + 가물막이 제작비로 산정하였음

위치	경과일																							
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
P1	설치	사석	RCD 4공 시공				양생 후 견전도						두부		구조물(기초 저판 + 수위면 까지 교각)									
P2	설치	사석					RCD 4공 시공				양생 후 견전도						두부		초 저판 + 수위면					
P3		설치	사석									RCD 4공 시공				양생 후 견전도						두부		
P4		설치	사석													RCD 4공 시공				양생 후 견전도				

위치	경과일																									
	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	
P1	구조물(기초 저판 + 수위면 까지 교각)																				해체					
P2	구조물(기초 저판 + 수위면 까지 교각)																						해체			
P3	두부		구조물(기초 저판 + 수위면 까지 교각)																						해체	
P4	양생 후 견전도				두부		구조물(기초 저판 + 수위면 까지 교각)																		해체	

[그림 6.10] 접속교 교각 4기에 대한 대형 원형강재 가설 공법 공기 분석 결과

<표 6.9> 접속교 교각 4기에 대한 대형 원형강재 가설공법 공사비 분석 결과 - 강재 우물통 소요 강재량 적용

구분		금액		물량	소요 금액	비고
가물 막이 제작 (t=8 철판× 2ea+ L형강 보강)	장비비	280,000,000	식	1.0	280,000,000	석션펌프 1식, 인버터 1식, 인양장비 1식
	인건비	800,000	원/ton	1253.3	1,002,666,000	강재 가공, 약 313ton/1기
	자재비	1,143,000	원/ton	1253.3	1,432,560,000	강재, 약 313ton/1기
	소계				2,715,226,000	
가물 막이 거치	장비비	82,000,000	원/월	1.0	82,000,000	해상크레인 300Ton, Barge 1500P, Barge 2000P 등 Jacket 장비 사용 3회 사용 필요하므로 3개월 적용
	인건비	13,690,000	원/5일	1.0	13,690,000	거치+해체시 5일이내 완료, 5일로 Jacket 경비 기준으로 산정 인원 구성 : 반장 1인, 비계공 4인, 용접공 2인, 보통인부 2인 (Jacket 설치 및 해체시 소요 인원 참조)
	자재비	30,787,500	원/10일	1.0	30,787,500	유류비 외, Jacket 경비 기준 Pin Pile 및 희생강관 비용 제외하고 반영
	소계				126,477,500	
가물 막이 내부 작업 환경 조성	장비비		원/월		-	
	인건비		원/월		-	
	자재비	15,000	원/m <sup>3</sup>	1256.0	18,840,000	사석투하비용, 314m <sup>3</sup> /기
	소계				18,840,000	
구조 물 시공	장비비	99,700,000	원/월	3.0	299,100,000	34일(1.4개월)/기 소요, Bracket 설치 경비 기준으로 2조 고려
	인건비	48,532,000	원/기	4.0	194,128,000	
	자재비	23,600,000	원/기	4.0	94,400,000	유류비 외, Chamber 관련 비용 제외
	소계				587,628,000	
합계				3,448,172,000		

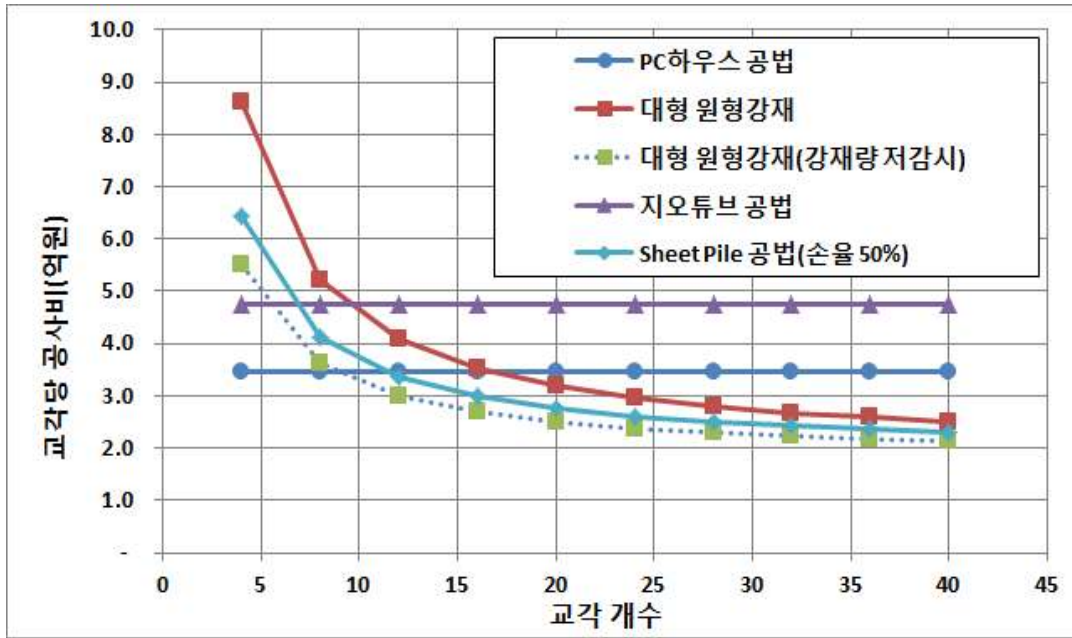
<표 6.10> 접속교 교각 4기에 대한 대형 원형강재 가설공법 공사비 분석 결과 - 강제 우물통 소요 강제 대비 50% 저감한 경우

구분		금액		물량	소요 금액	비고
가물 막이 제작	장비비	280,000,000	식	210	280,000,000	석션펌프 1식, 인버터 1식, 인양장비 1식
	인건비	800,000	원/ton	626.7	501,333,000	강재 가공
	자재비	1,143,000	원/ton	626.7	716,280,000	강재
	소계				1,497,613,000	
가물 막이 거치	장비비	82,000,000	원/월	1.0	82,000,000	해상크레인 300Ton, Barge 1500P, Barge 2000P 등 Jacket 장비 사용 3회 사용 필요하므로 3개월 적용
	인건비	13,690,000	원/5일	1.0	13,690,000	거치+해체시 5일이내 완료, 5일로 Jacket 경비 기준으로 산정 인원 구성 : 반장 1인, 비계공 4인, 용접공 2인, 보통인부 2인 (Jacket 설치 및 해체시 소요 인원 참조)
	자재비	30,787,500	원/10일	1.0	30,787,500	유류비 외, Jacket 경비 기준 Pin Pile 및 희생강관 비용 제외하고 반영
	소계				126,477,500	
가물 막이 내부 작업 환경 조성	장비비		원/월		-	
	인건비		원/월		-	
	자재비	15,000	원/m <sup>3</sup>	1256.0	18,840,000	사석투하비용, 314m <sup>3</sup> /기
	소계				18,840,000	
구조 물 시공	장비비	99,700,000	원/월	3.0	299,100,000	34일(1.4개월)/기 소요, Bracket 설치 경비 기준으로 2조 고려
	인건비	48,532,000	원/기	4.0	194,128,000	
	자재비	23,600,000	원/기	4.0	94,400,000	유류비 외, Chamber 관련 비용 제외
	소계				587,628,000	
합계				2,230,558,000		

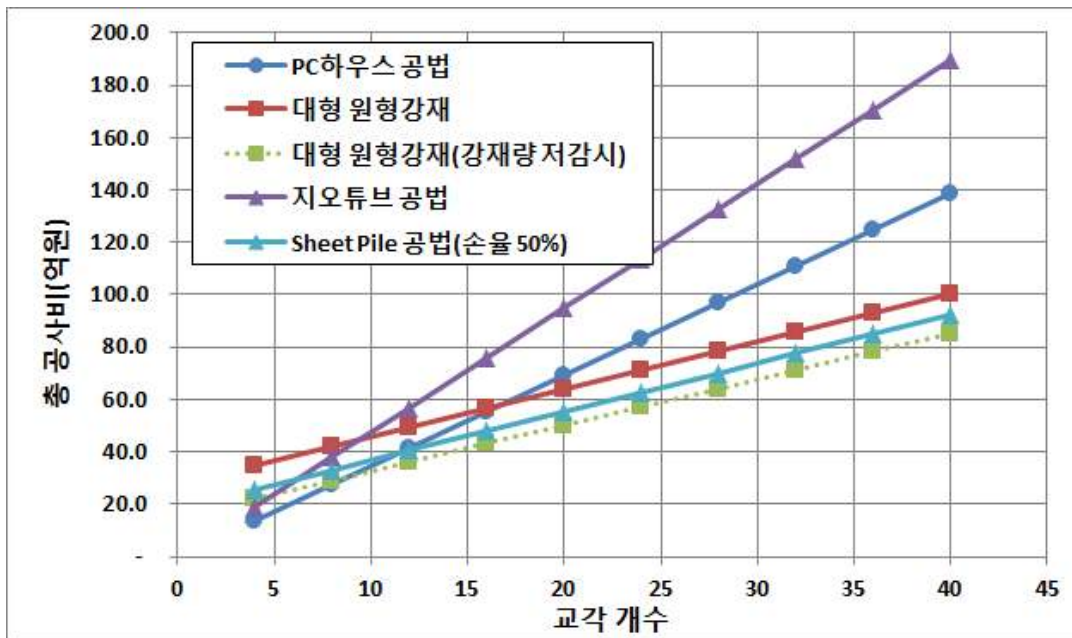
- 기존 공법과 대형 원형강재 가설 공법의 경제성 분석 결과를 요약 정리하면 표 6.11, 그림 6.11, 그림 6.12와 같고, 접속교 12기 이상인 경우 강재량 50%를 저감한 대형 원형강재 공법 개발시 기존 공법 중 가장 저렴한 Sheet Pile 공법 대비 약 10%의 원가절감 효과가 발생함
- 접속교 개수에 따른 각 공법별 공사비는 각 공법별 공사비 산출 과정에서 설명한 접속교 개수에 따른 공사비 산정방법(식)을 적용함
- 접속교 10기 내외까지는 기존 공법 중 PC하우스 공법이 가장 저렴하며, 10기 이상인 경우 Sheet Pile 공법이 기존 공법 중 가장 저렴함
- 강재우물통의 강재량을 적용하여 대형 원형강재 공법을 개발하고 적용하는 경우 접속교 16기 이상인 경우 PC하우스 및 지오투브 공법 대비 유사하거나 저렴해지나, Sheet Pile에 비해서는 항상 고가이므로 강재량 절감에 대한 기술 개발이 필요함
- 대형 원형강재 공법에서 강재우물통 강재량 대비 재료 변경, 단면 및 구조 개선 등을 통해 강재량을 50% 저감하는 경우 접속교 10기 내외까지는 PC하우스 공법 및 지오투브 공법이 저렴하며, 10기 이상인 경우 대형 원형강재 공법이 가장 경제적으로 평가되었으며, 10기 이상인 경우 Sheet Pile 공법 대비 약 8~11% 저렴함

〈표 6.11〉 공법별 공사비 및 공기 검토 요약

구분		접속교 4기 기준		접속교 교각 개수에 따른 공사비(억원)				
		공사비(억원)	공기(일)	8기	12기	16기	24기	40기
PC 하우스 공법		13.84	128	27.69	41.53	55.37	83.06	138.43
지오투브 공법		18.97	98	37.93	56.90	75.86	113.79	189.65
Sheet Pile 공법		25.69	118	33.10	40.52	47.94	62.77	92.44
대형 원형강재 공법	강재 우물통 강재량 적용시	34.48	100	41.81	49.14	56.47	71.13	100.45
	50% 강재량 저감시	22.01		29.04	36.06	43.09	57.15	85.27
기존 공법 중 최저가 대비 공사비 절감율(%)		-	-	-	11.0	10.1	8.9	7.7



[그림 6.11] 공법별 교각 개수에 따른 교각당 공사비



[그림 6.12] 공법별 교각 개수에 따른 총 공사비

- 개발 기술 적용 가능 시장 규모, R&D사업화성공률, 수주성장률 25% 등을 고려한 편익 산정 결과는 표 6.12와 같고, ‘21년~’30년의 향후 10년간 약 168.4억의 편익이 예상됨

〈표 6.12〉 ‘21년~’ 30년의 향후 10년간 편익 산정 결과

구분	액(금액)	비고
개발 기술 적용 가능 교량 시장 규모	121,131	- 10년간(21~'30) 시장 규모 예측 결과 참조 - 단위 : 억원 - 현재 가치 환산 금액
기초 가설 공법 비중	0.07	- 국내 5개 교량 프로젝트 평균 기초 가설 공법 비중 적용
가설 공법 중 개발 공법 적용 비율	0.30	- 주경간교, 접속교(육상 및 해상)로 구성된 현장의 해상 교각 기초 가설 공사비가 가설 교량의 유무에 따라 15%~50% 범위로 약 30%의 평균값을 적용
R&D사업화성공률	0.65	- 2014년 특허청 특허 사업화율 적용
개발 공법에 의한 비용 저감율	0.11	- 교량 접속교 20기 기준 PC 하우스 공법 대비 대형 원형강재 가설공법 이익율 적용
편익 (억원)	168.37	

#### 라. 비용편익 분석

- R&D 사업의 경제적 타당성 분석에 사용하는 모델은 세 가지 1) 비용편익비율(Benefit-Cost Ratio), 2) 순현재가치모형(Net Present Value : NPV), 3) 내부 수익률분석(Internal Rate of Return : IRR)로 구분할 수 있음
- 세가지 모델은 R&D 사업이나 정책적 타당성 평가를 위해 도입하는 일반적인 분석 방법이며 소요비용과 그로 인한 편익을 측정함으로써 최선의 대안을 찾는 기법으로 평가됨
- 비용편익비율은 B/C Ratio가 높을수록 사업의 타당성이 높은 것으로 판단할 수 있고 사업비용 단위당 편익을 계산할 수 있는 장점이 있음
  - 비용편익비율은 예산제약으로 인해 대규모사업을 수행하기 어려울 때 사회적 할인율을 적용하여 사업의 타당성에 대한 판단이 가능함

$$B/C \text{ ratio} = \frac{\sum_{t=0}^T B_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^T C_t (1+r)^{-t}}, \quad t=0,1,2,\dots,T; r \text{은 사회적 할인율}$$

- 순현재가치는 현금의 순유출(현금유출-현금유입)의 현재가치에 대한 총합으로 순현재가치가 0보다 큰 경우 타당성이 있을 수 있음

$$NPN = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t)(1+r)^{-t}$$

- 내부수익률은 투자에 소요되는 현금유출액의 현재가치와 투자로 인해 예상되는 현금유입액의 현재가치를 일치시키는 할인율을 찾는 방법임
  - 투자계획의 순현재가치를 0으로 만들어주는 할인율을 이용하여 투자 의사를 결정하는 방법임
  - 내부수익률이 사회적 할인율( $r$ )보다 크면 타당성이 있는 것으로 판단하며 내부수익률이 클수록 유리한 사업으로 판정 가능함

$$NPN = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t)(1+r^*)^{-t} = 0; \quad r^* = irr$$

- 대형 원형강재 가설 공법은 개발 공법의 개발 비용과 편익 결과를 이용하여 아국업체의 수주성장률에 따른 비용편익 분석을 실시함
- 대형 원형강재 가설 공법의 개발에 따른 아국 업체의 수주성장률에 따라 비용편익의 변화가 크며, 수주성장률 15% 이하인 경우 비용편익비율이 1.0 미만으로 사업 타당성이 없음
- 대형 원형강재 가설 공법의 개발에 따른 아국 업체의 수주성장률이 연간 20% 이상인 경우 비용편익에 있어 본 사업이 타당한 것으로 분석됨
- 해외 시장 성장률이 약 15%이고, 개발 기술에 의한 비용저감율이 11%이므로 개발공법에 의한 수주 증가 또는 아국 업체의 해외 시공 능력 증대 효과를 11%로 고려하면 수주 증가율이 25% 수준이므로 비용편익비율이 1.0이상이므로 사업 타당성이 있는 것으로 예상됨

〈표 6.13〉 비용편익 분석 결과

구분		수주성장률(%)					
		0	5	10	15	20	25
순편익의 현재가치 (억원)	총 편익의 현재가치(억원)	11.10	19.65	34.31	59.10	100.43	168.37
	총 비용의 현재가치(억원)	80.5					
	순편익의 현재가치(억원)	-69.41	-60.86	-46.20	-21.41	19.92	87.85
비용편익비율		0.21	0.24	0.43	0.73	1.25	2.09
내부수익률(%)		-	-	-	-	6.9	11.3

## 2. 파급효과

- 본 연구과제는 기존 대부분 연구 과제의 연구 대상인 목적 구조물이 아닌 목적 구조물 시공을 위한 가설공이 연구 대상임
- 토목 구조물 시공시 목적 구조물의 공사비 및 공사기간, 안정성과 더불어 가설공의 공사비 및 공사기간, 안정성 또한 공사의 성패에 중요한 부분이나, 기존 연구에서는 가설공에 대한 연구가 미흡함
- 본 연구과제를 통해 목적 구조물뿐만 아니라 가설공이 건설 공사에 있어서 매우 중요한 부분임을 알림으로써 연구 분야를 건설 과정 전체로 확장하여 건설 공사 전체 공정에서의 원가절감, 안정성 증진, 시공성 확보 등을 유도할 수 있을 것으로 예상됨
- 대형 원형강재 가설공법은 해상 교량 기초 시공을 위한 가설공으로 활용이 가능하나, 추가 연구를 통해 해상 교량 기초 외에 해상 풍력 등 해상의 대형 구조물의 기초 시공 공법으로 다양하게 활용할 수 있음
- 경제성 분석 결과 대형 원형강재 가물막이 제작시 소요되는 강재 물량을 절감하는 경우 해상 교량 사업에서의 원가절감이 가능하여 국내 업체의 해외 진출시 원가경쟁력 제고를 통한 시장 확대가 가능하여 국내 건설업 전반의 경쟁력 상승 및 해외 시장의 점유율 제고에 도움 될 것으로 예상됨

## 7장. 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 설정

### 1절. 과제 제안요구서(RFP)

세부과제명	해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발
1. 연구개발 목표	
<input type="checkbox"/> 연구목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해상(수상) 교량 건설시 접속교 기초 시공비용 10% 절감을 위한 직경 20m급 대형 원형강재 가설공법 개발</li> <li>- 경제적인 대형 원형강재 가설공법 개발 및 실용화를 통한 국가 예산 절감 및 해외 교량 시장에 대한 국가 기술경쟁력 확보</li> <li>- 해외현장 적용을 통한 국내 전문건설업체(중소기업)의 수주기회 증대 및 해외진출을 위한 기회 마련</li> <li>- 국내외 전문시공사에 기술 파급으로 연구비 투자에 대한 확실한 기술료 수입 발생</li> </ul>
<input type="checkbox"/> 목표 기술성숙도 (TRL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TRL 6~7 단계</li> </ul>
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
<input type="checkbox"/> 연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 환경 측면의 필요성</li> <li>- 국내 SOC 시설물에 대한 국가 예산 감소로 인하여 해외시장 개척의 필요성이 급증</li> <li>- 국내 건설공사 단가 하락에 따른 원가 절감형 기술 확보가 시급함</li> <li>- 해상(수상)교량의 기초공사는 공정이 복잡하고 작업 난이도가 높기 때문에 육상 교량기초 대비 공기 및 공사비가 2~3배 내외이며, 해상(수상) 교량공사의 경우 하부구조의 공사비가 전체공사비의 평균 30% 정도를 차지하며, 지반조건이 열악한 경우 50% 까지 증가함</li> <li>- 육상 대비 해상교량 기초공사비 증가의 주원인은 해상 작업대, 가설도로(가교 또는 가도), 가물막이 부대공 등의 가설(假設) 공사비임</li> <li>- 초장대교량사업단 등 기존 연구에서는 가설구조물이 영구구조물이 아니라는 이유로 관련 연구 및 원가절감 노력이 간과되어 왔음</li> <li>- 가물막이는 임시 구조물임에도 불구하고 파괴 시 인명 및 장비 피해 등은 물론 차수 및 복구공사로 인한 경제적 피해와 사회적 파급효과가 커 영구시설 이상의 안정성 확보가 필요함</li> <li>- 국내 교량 시장의 규모는 약 2조원이나 SOC 분야의 예산 감소(약 10%)를 고려할 때 향후 교량 시장의 규모는 약 1.8조원대로 예측되며, 이중 개발 기술의 적용이 예상되는 국내 교량 시장은 2009년 기준 약 3600억원 규모임</li> <li>- 국내 교량 현장의 총 공사비 대비 기초 가설 공법의 직접 공사비 규모</li> </ul>

는 평균 6.5%로서, 접속교가 구성되는 교량 시장의 규모(2009년 약 3600억원)를 고려할 때 개발 기술의 적용이 가능한 기초 가설공법의 시장 규모는 약 230억으로 추정됨

- 국외 환경 측면의 필요성
  - 동남아시아를 비롯한 개발도상국 및 중동 지역을 중심으로 한 해외 건설시장은 해상공간활용, 해상자원개발 등 다양한 해상 환경에 대한 건설 수요가 급격히 증가하고 있음
  - 최근 동남아 및 중남미의 신흥개발국들을 중심으로 장대교량 건설 수요가 증가하고 있음
  - 해외시장에서 국내 기업의 수주 경쟁력 제고를 위해서 선도업체 대비 기술경쟁력과 중국 등 후발업체 대비 가격경쟁력 우위 확보를 위한 원가절감형 특화(고유) 기술의 적시 확보가 시급함
  - 본 연구의 개발 기술이 적용 가능한 해외 장대 교량 시장 또한 성장세에 있으며, 2011년 기준 유럽과 북미를 제외한 해외 상대 교량 시장 규모는 약 12조원으로 해외 장대 교량 시장에 대해 국내 기초 가설 공사비 비중인 6.5%를 고려할 경우 해외의 기초 가설 공사 시장은 2011년 기준 약 8천억원으로 추정됨
  - 개발 기술이 적용 가능한 국내 시장 규모 대비 해외 시장의 규모가 약 35배이며 국내 시장은 점차적인 축소가 예상되므로 해외의 교량 기초 시공을 위한 원가 절감 기술의 개발이 필요함
- 국내기술동향
  - 국내 수상 조건의 가물막이 형식의 현장 사례 조사 결과 시공 중 유수전환을 위해 가물막이 공법이 필수적으로 적용되는 댐 및 보 현장의 사례가 대부분이며, 강널말뚝으로 차수 보강한 필댐이 대부분 적용되었음
  - 주열식 차수벽, 지오투브가 부분적으로 적용되었으며, 강널말뚝을 이용한 공법은 주로 보 현장에서 적용되었고 콘크리트의 댐 형태의 가물막이 공법은 댐 현장에 대부분 적용됨
  - 국내 해상 현장의 경우 셀식, 강널말뚝, 지오투브(Geotube), PC 하우스(+Jig Jacket+영구케이싱), 벽강관말뚝 등 다양한 가물막이 공법이 이용되었음. 그중 셀식 가물막이 공법이 약 2005년까지 많은 현장에서 이용되었으나, 최근에 들어서는 PC 하우스 공법(+Jig Jacket+영구케이싱)을 주로 이용하는 것으로 나타남
  - 1979년도부터 2011년도까지 총 5개의 해외 현장에 대한 사례 조사가 이루어졌으며, 해외 현장의 경우에도 국내의 거의 유사한 가물막이(가설공)이 활용되는 것으로 판단됨
  - 국내외 현장의 경우 약 10년 전까지 지오투브 등을 이용한 가축도 공법, 강널말뚝을 이용한 가물막이 공법이 주로 사용되고 있었으나, 국내 해상 교량 기초의 경우 수심이 깊어짐에 따라 기존 공법의 공사기간 및 공사비가 과다함에 따라 PC 하우스 공법의 활용 사례가 늘어남
- 국외기술동향
  - 해외 현장의 경우에도 국내와 거의 유사한 가물막이(가설공)이 활용되

□ 기술동향

는 것으로 판단됨

- 국외 수상 및 해상 현장 사례 조사 결과 국외 수상 및 해상 현장의 경우 국내에서 약 10년전 까지 널리 사용된 셀식 및 강널말뚝을 이용한 방법이 주로 사용되고 있음
- 국내외 시공된 가물막이(가설공)를 분류한 결과, 강널말뚝 공법과 셀식 가물막이 공법이 가장 많이 적용됨
- 미국연방도로청(FHWA)에서는 공사 중 교통정체 손실비용의 절감을 목적으로 건설 공기 단축에 인센티브를 주는 교량급속시공 프로그램을 적극 권장함

### 3. 연구개발 내용

□ 주요 연구개발 내용

- **중점분야 1 : 대형 원형강재 가설공법 설계 기술 개발**
  - 대형 원형강재 가물막이 설계 기술
    - 원형강재 제원, 지반조건, 수리조건 등을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계기술 개발
    - 파이핑, 히빙 등을 고려한 원형강재 최적 근입깊이 설계기술 개발
    - 대형 원형강재 설치, 해체시 주변 지반 안정성 분석 기술 개발
    - 해외 선진 설계 코드에 부합하는 통합 설계 매뉴얼 작성
  - 대형 원형강재 해상작업 플랫폼 설계 기술
    - 기초 시공장비, 가설 구조체 등의 중량 및 제원을 고려한 해상작업 플랫폼 설계기술 개발
    - 대형 원형강재 지지력 확보기술 개발
    - 기초 시공장비 최적 배치 및 운영 기술 개발
  - 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술
    - 대형 원형강재 모듈화 설계기술 개발
    - 석션 관입/인발을 위한 구성 요소간 밀폐장치 설계기술 개발
    - 시공조건 및 장비용량을 고려한 분리/결합 설계기술 개발
  - 대형 원형강재 관입/인발 설계 기술
    - 석션압을 이용한 대형 원형강재 관입/인발 설계기술 개발
    - 지반특성을 고려한 관입/인발 깊이별 최적 석션압 산정기술 개발
    - 원형강재 관입/인발력 증가를 위한 보조 장치 설계기술 개발
  - 대형 원형강재 가설공법 고내력 슬림화 기술
    - 고내력 슬림화를 위한 신재료 활용 기술 개발
    - 고내력 슬림화를 위한 구조단면 설계기술 개발
- **중점분야 2 : 대형 원형강재 가설공법 설치 및 해체 기술 개발**
  - 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 급속 조립/해체 기술
    - 대형 원형강재 운반 기술 개발
    - 시공조건 및 장비용량을 고려한 구성 요소간 신속한 밀폐/분리/결합 시공기술 개발
  - 대형 원형강재 가설공법 수직도 확보 기술
    - 수직도 확보를 위한 석션압 조절 기술 개발
    - 수직도 조절용 리프팅 시스템 설계 기술 개발

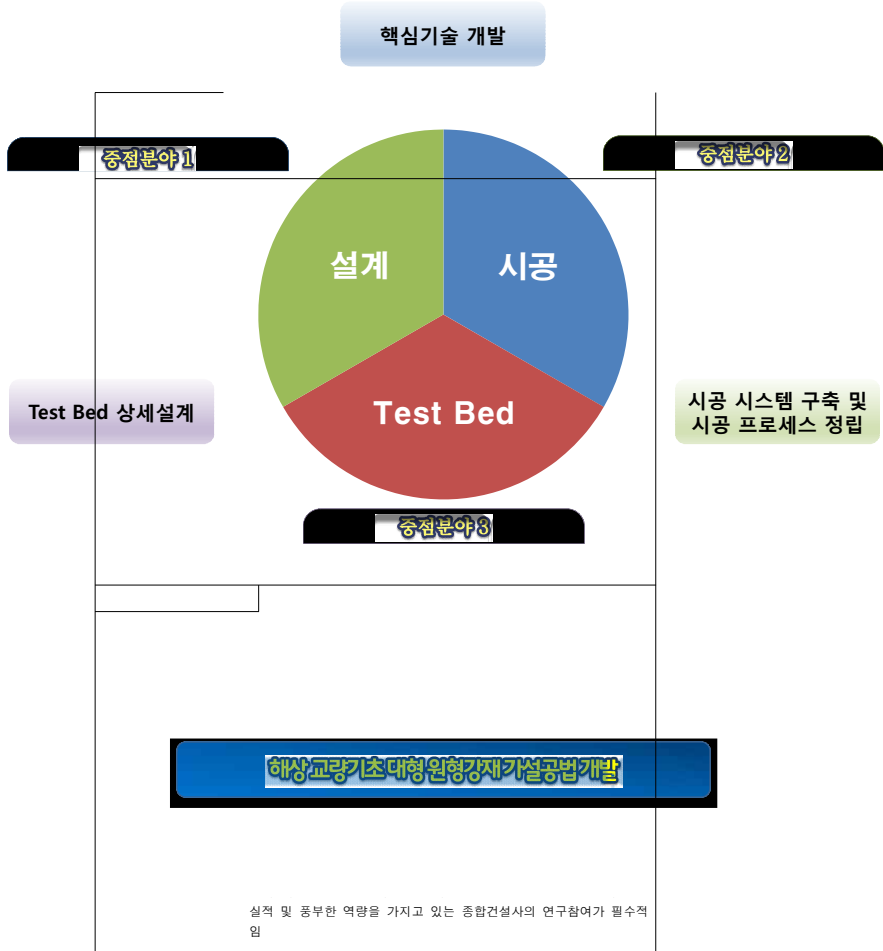
- 수직도 조절을 위한 리프팅 제어 기술 개발
- 대형 원형강재 관입/인발 시공 기술
  - 대형 원형강재 가설공법 안정성을 고려한 최적 근입심도 확보 기술
  - 석션압을 이용한 원형강재 관입/인발 시스템 구축
  - 원형강재 관입/인발 자동화 시스템 구축
- 대형 원형강재 가설공법 시공 프로세스 정립 기술
  - 다양한 시공조건을 고려한 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼 작성
  - 대형 원형강재 가설공법 시공 LOGISTIC 정립
- 대형 원형강재 가설공법 급속 차수 및 배수 기술
  - 굴착저면의 히빙 및 파이핑에 대한 안정성 확보 기술 개발
  - 원형강재 선단부 급속 차수 그라우팅 기술 개발
    - 급속 배수를 위한 펌프 활용 기술 개발
- 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 긴급 보수/보강 기술
  - 긴급 보수/보강을 위한 수중 그라우팅 재료 개발
  - 긴급 보수/보강을 위한 수중 그라우팅 장비 개발
- 가설공 내 기초 시공장비 안정성 및 작업성 확보 기술
  - 조류, 바람, 선박충돌 등의 외부 하중에 대한 안정성 확보 기술 개발
  - 원형강재 내부 해저 연약지반 급속 개량 기술 개발

▪ **중점분야 3 : 대형 원형강재 가설공법 구성 요소 제작 및 Test Bed 구축**

- 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 장치 제작
  - 대형 원형강재 밀폐/분리/결합 연결 구조체 제작
  - 대형 원형강재 밀폐/분리/결합 장치 현장 성능 검증
- 대형 원형강재 가설공법 시작용품 제작
  - 대형 원형강재 구성 모듈 제작
  - 대형 원형강재 구성 모듈 조립 및 운반
  - 대형 원형강재 가물막이 및 해상작업대 시작용품 제작
- 대형 원형강재 가설공법 입지분석 및 시공적합성 평가
  - 국내외 발주 프로젝트 조사
  - 입지분석 및 시공적합성 평가
- Test Bed 최적 후보지 분석 및 확보
  - 시공조건 분석을 통한 Test Bed 최적지 결정
  - 발주처 협의 및 민원 대응
- 대형 원형강재 가설공법 Test Bed 구축
  - 국내외 해상교량 건설 현장에 대한 Test Bed 구축 및 운영
  - 대형 원형강재 가물막이 설치 및 해체
  - 대형 원형강재 해상작업대 설치 및 해체
  - 핵심기술 검증 및 보완
- 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 안정성 모니터링 기술
  - 안정성 모니터링을 위한 최적의 센서 선정
  - 자동 모니터링 제어 기술 개발
  - 최적 모니터링 시스템 구축 및 현장 검증

- 대형 원형강재 가설공법 경제성 분석
  - 기존 기술 대비 경제성 분석
  - 대형 원형강재 가설공법 실용화 및 기술이전
  - 사업화 모델 제시

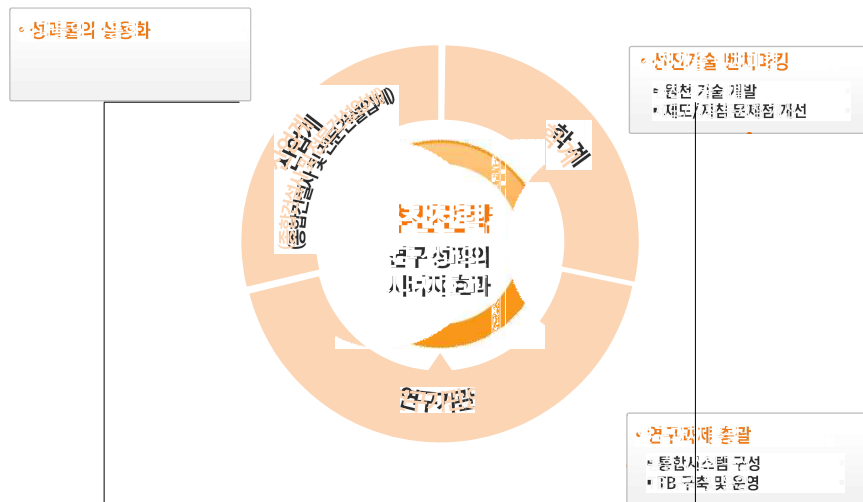
□ 과제간 연계



- 성공적인 Test Bed 구축을 위하여 대형 원형강재 가설공법의 직접적인 시공을 담당할 수 있는 경험있는 해상교량 기초 전문건설업체(중소, 중견기업)의 연구참여가 필요하며, 컨소시엄 간의 긴밀한 협조를 통하여 경제적이고 효율적인 시공기술 개발 및 습득이 필요함
- 각 단위과제별로 연구기간 내 현장적용이 가능한 기술, 기술별 달성 목표에 대한 검증방법, 내용 및 검증시기 등을 제시하고, 각 단위과제별 연구성과가 집약된 최종 성과물의 현장 적용방안을 구체적으로 수립함
- 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성을 도모함
- 총연구기간 내 단계별 연구개발 목표 설정 및 실현 전략을 제시함
  - ※ 예시 : 1단계(요소기술 개발 단계), 2단계(시제품 제작 등 개발 기술 구현단계), 3단계(테스트베드 적용, 검증 등 완성단계)

□ 추진체계

- 연구추진시 주관 및 협동, 위탁기관 및 참여기업은 모두 성과물이 발생되고, 이의 활용이 이루어지도록 연구추진체계를 구성함
- 달성이 가능한 성과목표 및 성과지표를 제안·유도하고 연구진행 중 성과목표의 달성 및 관리방안을 정립하며, 주기적인 관리시행
- 성과물의 실용화를 우선하여 기술실시 대상기업을 명확히 결정하고, 대상기술이 실용화가 가능한 수준으로 성과물이 도출되도록 상시 관리체계를 수립함
- 추후 전체 예산규모에 따라 과제별 성과를 고려한 예산배정 및 과제 진행 기간조정을 통한 우수한 과제지원을 고려함
- 상호 정보를 공유하고, 상호활용, 기술지원이 가능한 체계를 수립함



	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 석션압을 이용한 대형 원형강재 관입 및 인발 시공 시스템</li> <li>○ 대형 원형강재 가설공법 시공 시스템</li> <li>○ 대형 원형강재 가설공법 시공 매뉴얼</li> <li>○ 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 안정성 모니터링 시스템</li> <li>○ 대형 원형강재 가설공법 시공/운용 중 긴급 보수/보강 공법</li> <li>○ Test Bed를 위한 대형 원형강재 시작용품</li> <li>○ 기존 기술 대비 경제성 분석서</li> <li>○ 기술이전 계약서</li> </ul>
<b>6. 연구기간 및 지원예산</b>	
<input type="checkbox"/> 전 체	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 총 연구기간 : 2016년 8월 ~ 2019년 12월(3년 5개월)</li> <li>○ 연구비 예산 : 94억원(정부출연금 : 70억원 이내)</li> </ul>
<b>7. 기 타</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 건설분야 융·복합 연구수행이 가능한 산학연 컨소시엄 구성</li> <li>○ 연구신청자는 RFP 및 사전기획연구에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목적 달성에 반드시 필요한 경우 연구 내용의 일부를 수정하여 제안할 수 있음</li> </ul>

## 2절. 평가기준 설정

### 1. 평가항목

기준항목	세 부 항 목
연구개발목표 (10점)	최종목표 및 연차별 달성목표의 적절성·타당성(5점)
	성과지표 설정의 명확성 및 적정성(5점)
연구개발내용 (20점)	RFP와의 적합성(5점)
	과제목표달성을 위한 세부과제 구성 및 상호연계성(5점)
	연구개발내용의 완성도 및 실현가능성(5점)
	연차별 연구내용의 차별성 및 창의성(5점)
추진전략 및 계획 (20점)	연구수행체계 적정성 및 연구진 전문성(5점)
	연구추진 전략의 구체성 및 타당성(5점)
	연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성(5점)
	연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성(5점)
개발기술의 실용성 및 경제성 (40점)	개발기술의 혁신성 및 차별성(10점)
	활용방안의 적절성 및 구체성(10점)
	개발기술의 실용성 및 사업성(10점)
	개발기술의 경제적 기대성과(투자 및 파급효과 등)(10점)
연구책임자의 전문성 및 관리능력 (10점)	연구전문성 및 해당분야 실적(5점)
	연구과제 관리 및 운영 능력(5점)

※ 총점은 100점이며, 총점의 60% 미만인 경우에는 탈락

부합성 평가	평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정시 탈락 조치
중복성 평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정시 탈락 조치

#### 가. 연구개발 목표

- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 최종 목표에 부합되도록 각 과제의 구성과 연차별 목표 및 최종목표를 설정하여 제시
- 연차별 목표 및 최종목표의 달성에 대한 정량적인 평가를 위하여 국토교통부 R&D 성과지표에 따라 명확한 성과지표 설정과 평가기준 제시

#### 나. 연구개발 내용

- 기술개발과 실현을 위한 체계적이고 실천적인 과제 구성이 필요함
- 기획과제에서 제시한 연구목표 및 기술개발 요청사항에 대하여 제안과제의 적정성, 상향된 목표 제시여부 평가
- 체계적인 과제 구성 여부 평가
- 최종목표 달성을 위한 각 과제간 연계 여부 및 과제간 개발사항의 중복 여부 및 차별성, 적정성 평가

#### 다. 추진전략 및 계획

- 연구개발 성과목표·지표체계, 실용성 검증 및 사업화 추진계획 등을 연구개발계획서에 필히 제시하며 이를 통해 향후 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 지원한 기관 및 연구진은 기초/원천기술, 응용기술, 실용화기술 등 과제성격에 따른 성과물을 얻을 수 있는 기관 및 연구진 판단
- 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법 개발의 성공적 수행을 위한 산, 학, 연의 기관구성의 적정성 및 연계성
- 과제의 단계별 추진사항이 연구목표 달성을 위해 타당한가를 평가하고 연구개발 사항과 이를 위한 구체적 추진방안 수립 여부
- 과제의 목표달성을 위한 연구기간의 단계설정과 연구개발비의 적정하게 편성 여부

라. 개발기술의 실용성 및 경제성

- 기관선정의 우선순위는 해상 교량기초 대형 원형강재 가설공법의 실용화에 따른 시장점유율 및 부가가치 확대, 세계최고 수준의 기술경쟁력 확보 등으로 개발기술의 실용성 및 경제성에 초점을 두어 선정함
- 현재 기술수준과 비교하여 목표한 개발기술의 향상정도, 기술선도국 대비 예상 수준, 기술의 경쟁력 수준 등에 대하여 정성적 또는 정량적 평가 여부
- 연구기관 또는 참여기관을 통한 개발기술의 실용화 및 사업화 방안이 성과 지표의 구체적 항목으로 제시 여부
- 개발되는 과제 결과는 실험실 내의 제한된 범위와 조건과는 달리 현장의 여건과 환경을 고려한 실질적이고 실현가능한 기술 여부
- 개발기술의 경제적 기대성과로서 투자 및 파급효과 등에 대한 평가방안이 구체적으로 제시 여부

마. 연구책임자의 전문성 및 관리능력

- 연구책임자는 과제 내의 세부과제 및 세세부과제 간에 유기적인 결합이 원활하게 추진되도록 할 필요가 있음
- 연구책임자는 각 과제의 연구기관과의 협조체제구축은 물론 과제 내에서 진행되는 과제 관리, 대외기술협력 등 해당 사업의 원활한 추진을 위한 역할을 수행해야 함
- 연구책임자는 국토교통부에서 실시하는 해당분야의 산업육성, 발전정책 및 종합계획 수립 등 관련 업무 추진 시, 기술자문 및 적극적인 업무협조 역할을 수행해야 함

## 2. 가점 및 감점 기준

### 가. 연구수행 형태에 따른 가점

#### (1안) 일반적인 기준

- 대기업이 주관연구기관으로서
  - 중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1점
  - 중소기업이 참여하는 경우 : 2점
- 기업 이외의 기관이 주관연구기관이고, 참여기업이 있는 경우 : 1점
- 중소기업이 주관연구기관인 경우 : 2점

#### (2안) 연구단 수정 기준

##### 1) 일반과제의 경우

- 중소기업이 주관연구기관인 경우 : 2점
- 대기업이 주관연구기관인 경우 : 1점
- 기업 이외의 기관이 주관연구기관이며
  - 중소기업/참여기업이 1/2이상인 경우 : 2점
  - 중소기업이 과제에 참여한 경우 : 1점

(단, 참여기업은 과제를 직접 수행하는 기관으로서 위탁기관 및 단순 참여 기업은 제외한다.)

2) 연구단 과제외의 경우

○ 산,학,연이 모두 참여하며

- 세부 주관연구기관으로 산,학,연이 각각 구성된 경우 : 2점

- 세부 주관연구기관으로 중소기업이 구성된 경우 : 1점

○ 산,학 또는 산,연으로 구성되며

- 중소기업이 세부 주관연구기관의 1/3 이상인 경우 : 2점

- 중소기업이 세부 주관연구기관으로 구성된 경우 : 1점

나. 총연구개발비에 대한 연구신청기관의 연구개발비 부담비율에 따른 가점

○ 총연구개발비에 대한 연구신청기관이 부담하는 연구개발비(현금)의 비율에 따라 신청기관 별로 가점 부여(단, 경쟁응모인 경우에 한함)

- 신청기관 중 연구개발비(현금) 부담비율이 가장 높은 기관 : 1.0점

- 그 외 기관은 최대 연구개발비(현금) 부담비율을 기준으로 연구개발비(현금) 부담비율에 따른 가점 부여

$$\text{부여가점} = 1.0 \times \frac{\text{해당 기관 연구개발비 부담비율}}{\text{신청기관 중 최대 연구개발비 부담비율}}$$

다. 추적평가결과에 따른 가점

○ 국토교통기술 연구개발사업 관리지침의 가점 및 감점 기준에 따르되, 이 지침 시행 이전에 협약체결된 과제의 추적평가결과에 따른 가점 및 감점은 종전 지침에 의함

라. 보안과제 등과 관련된 가점 및 감점

○ 현재 개정 작업중에 있는 「국토교통부소관 연구개발사업 관리지침」이 신청서 접수전에 완료될 경우에 한하여 반영하되, 이 경우 가점 및 감점기준은

별도 공지 예정

\* 『국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정(“11.3.28)』 제7조 4항 1호 및 [별표 1의3] 관련

마. 기타

- 기획과제에 대한 과제제안자가 본 과제의 주관(공동)연구책임자로 참여시 : 가점 2점(기입 여부)
- 여성연구자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 : 가점 1점
- 최근 3년 이내에 우수 논문(임팩트팩터 15 이상) 실적이 있는 연구책임자가 신규과제를 신청할 경우 : 가점 1점
- 연구개발과제 선정 후 협약포기 경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우(「국토교통기술 연구개발사업 관리지침」 제정(‘09. 6. 30) 이후 협약과제 대상) : 3점 감점
- 연구개발과제의 연구수행 도중 연구를 포기한 경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우(「국토교통기술 연구개발사업 관리지침」 제정(‘09. 6. 30) 이후 협약과제 대상) : 3점 감점

## 참고문헌

1. 국토교통과학기술진흥원 (2012), 2011년 국토교통기술 연구개발 활동조사
2. 국토교통부(구 건설교통부) (2007), 대기업과 중소기업의 공동 진출을 위한 pilot 프로그램 구축에 관한 연구
3. 국토교통부(구 국토해양부) (2009), 2009 도로교량 및 터널 현황조사
4. 국토교통부(구 국토해양부) (2012), 2012년 국토의 계획 및 이용에 관한 연차 보고서
5. 국토교통부(구 국토해양부) (2012), 제5차 건설기술진흥기본계획(2013-2017)
6. 국토교통부 (2013), 2013 국토교통 R&D 동향조사(시설물)
7. 국토교통부 (2014), 국내기업 해외도로시장 진출 활성화 방안 연구
8. 국토연구원 (2013), SOC분야 재정투자방향 및 정책과제
9. 기획재정부 (2014), 2014-2018년 국가재정운용계획
10. 김진우, 염경택, 이규탁, 김선욱 (2008), 섬진강담 비상여수로 건설공사 가물막이 공법에 대한 고찰, **대한토목학회 학술대회**, pp. 1952-1955
11. 김형근 (2015), 2015 건설 산업 전망, 메리츠 리서치센터
12. 대한건설협회 (2015), 2015년 상반기 주요건설통계
13. 대한민국 정부 (2013), 창조경제 실현계획-창조경제 생태계 조성방안
14. 대한민국 정부 (2014), 경제혁신 3개년 세부 실행과제
15. 미래창조과학부 (2013), 제3차 과학기술기본계획(2013-2017)
16. 박진홍, 이서행, 전지훈, 황윤철, 김화량, 장현승 (2014), 국내 건설기업의 세부 공종별 해외 수주 실적 현황 분석, **한국건설관리학회 학술발표회**, pp. 46-49
17. 신동현, 유현식, 양희정, 이석진 (2010), 벽강관말뚝의 교량 기초 설계 적용에 관한 연구, **대한토목학회 학술대회**, pp. 978-981
18. 유현식, 신동현, 양희정, 주형진 (2010), 벽강관말뚝의 특허분석을 통한 기술동향 연구, **대한토목학회 학술대회**, pp. 986-989
19. 유현식, 양희정, 김길수 (2012), 벽강관말뚝의 경제성 분석 연구, **대한토목학회 학술대회**, pp. 1102-1105
20. 이종욱 (2012), 2열 강널말뚝 가물막이 계측 안정성 분석, **한국지반환경공학회 학술발표회**, pp. 51-54
21. 조성민, 전병섭, 정일환, 최고일 (2006a), 재하시험을 활용한 인천대교 국고구간 현장타설말뚝의 설계와 시공, **한국지반공학회 추계 학술대회**, pp. 562-573
22. 조성민, 정일환, 최고일, 복기찬 (2006b), 인천대교에 적용한 해상 대구경 현장타설말뚝의 설계 특성 : 지지력 관점, **대한토목학회 학술대회**, pp. 2791-2794
23. 조주환, 신동훈, 정승태, 이상윤, 남용 (2010), 수중구조물을 위한 가물막이 설계 및 시공사례에 대한 연구, **한국지반공학회 추계 학술발표회**, pp. 124-143
24. 최동지, 고영식, 송상준, 최재천 (2009), 원형 Cell을 이용한 해상 가물막이 시공 사례, **대한토목학회 학술대회**, pp. 3594-3597

25. 최동철, 임영근, 조삼덕, 최창호 (2007), 국내 시공사례 분석을 통한 지오투브 공법의 발전방안, **한국토목섬유학회 학술발표회**, pp. 231-237
26. 한국건설교통기술평가원 (2012), 건설교통 R&D 중장기계획(2013-2017)
27. 해외건설협회 (2015), 해외건설협회 DB, <http://www.icak.or.kr>
28. ACI (2000), Service-Life Prediction, ACI Committee 365
29. IHS Global Insight, <https://www.ihs.com>
30. Sleight, C. (2013), Global Construction Markets-Trends & Prospects, 2013 World Demolition Summit, KHL Group

---



## [부록 1] 후보과제카드

---

<b>1. 제안 기술명</b>		원형 강재 가설시스템의 통합 안정성 설계기술
<b>2. 기술분류체계</b>		1.1 수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술
<b>3. 기술개발 배경 및 이슈</b>	정책적	- 원형강재 가설시스템 최적설계를 통해 해상 인프라의 신속한 구축가능
	경제적	- 최적 제원 결정을 통해 원형 강재 가설공법의 경제성 향상 가능
	기술적	- 원형강재 제원, 설치지점의 지반 및 수리조건을 고려한 통합 안정성 및 최적 근입깊이를 결정할 수 있는 설계기술의 개발이 필요함
<b>4. 기술개발 목표</b>		- 원형 강재 가설시스템의 통합 안정성 분석기술 개발 - 원형 강재 가설시스템의 최적 근입깊이 결정기술 개발
<b>5. 기술개발 내용</b>		- 원형 강재 가설시스템의 통합 안정성 분석 및 최적 근입깊이 설계기술 : 가설시스템의 석션압 설치 하부 지반의 특성 변화 분석기술 : 가설시스템 제원, 지반조건, 수리특성을 고려한 파이핑, 히빙 안정성 설계 : 원형 강재 가설시스템의 최적 근입깊이 결정기술 : 가설기간 중 변형 및 지지력 예측 기술
<b>6. 기존 선행연구</b>		국토해양부, [대구경 대수심 해상기초시스템 기술개발], 2010.9~2014.9
<b>7. 소요기간 및 예산</b>		( 5 )년, ( 10 )억원
<b>8. 예상 성과 및 활용처</b>	<b>예상 성과물</b>	<b>성과 활용처</b>
	원형강재 가설공법 통합 안정성 분석 및 설계기술	설계 및 시공회사
<b>9. 기대효과</b>		- 해상구조물 가설시스템의 신속한 시공 및 해체로 시공기간을 획기적으로 단축시킬 수 있고 비용을 절감할 수 있음.

1. 제안 기술명		- 석션기술을 이용한 원형 케이싱의 설치와 해체에 관련한 설계 및 시공법개발 중 설계와 시공법 개선
2. 기술분류체계		- 1.1
3. 기술개발 배경 및 이슈	정책적	- 해상공간내 구조물 설치: 해상풍력 단지, SBM(Self Bouyant Mooring)과 같은 해상 구조물의 설치가 불가피한 경우 민원 배제
	경제적	- 기존 거치식 케이싱설치에 따른 과다비용 발생, 구조물 설계에 대한 해상조건을 반영한 설계기술의 부족
	기술적	- 지반-구조물-해상외력에 대한 통합적 해석의 필요
4. 기술개발 목표		- 해외 선진 설계코드에 의거한 기능성 및 안정성을 만족하는 원형케이싱 설계
5. 기술개발 내용		- 외력 산정의 적정성 - 지반 및 해상외력 환경에 대한 조사 - 설계 코드 선정 - 통합설계를 통한 기존 설계와 차별성 평가 - 개발된 설계기법을 통한 최적 설계도출
6. 기존 선행연구		- 해외 해양 케이스에 대한 설계사례 조사
7. 소요기간 및 예산		( 3 ) 년, ( 9 ) 억원
8. 예상 성과 및 활용처	예상 성과물	성과 활용처
	통합설계보고서	해상 플랫폼 설치를 원하는 EPC업체
	설계 메뉴얼	발주처
9. 기대효과		- 기존 설계방식 변경에 따른 경제성 향상 및 해외 시장 대응력 향상

1. 제안 기술명		- 석션기술을 이용한 원형 케이싱의 설치 및 해체 관입 인발 기술
2. 기술분류체계		- 1.3
3. 기술개발 배경 및 이슈	정책적	- 이동식 구조물 필요시 급속시공 및 이에 상응하는 설치 및 해체 기술 필요
	경제적	- 해상외력의 방향이 바뀌거나 선박 통항등의 이유로 구조물 설치와 해체가 반복될 구조물이 필요하며, 이에 대응하는 경제적 기술 필요
	기술적	- 설치와 해체에 대한 기본메커니즘의 이해와 설계법 보강
4. 기술개발 목표		- 기존 기술대비 설치시 50%이상 공기단축, 해체시 50%이상 공기 단축
5. 기술개발 내용		- 기존 설치, 해체 공법 조사 - 기존 방식에 따른 비용 및 효율 비교 - 신기술 적용시 필요한 설계기술 확보 - 개발 기술을 통한 실제 시공속도 및 안정성 확인 - 개발된 설계기법을 통한 최적 설계도출
6. 기존 선행연구		- 해양 구조물 설치 및 해체 기술 동향
7. 소요기간 및 예산		( 3 ) 년, ( 10 ) 억원
8. 예상 성과 및 활용처	예상 성과물	성과 활용처
	통합설계보고서	해상 플랫폼 설치를 원하는 EPC업체
	설계 매뉴얼, VE Report	시공업체
9. 기대효과		- 해상 구조물 설치 해체에 관련한 신시장 확보

1. 제안 기술명	- 고강도 파형강판을 이용한 급속시공 원통형 가물막이 및 가도	
2. 기술분류체계	1.4 대형 원형강재 가설공법 구성 요소간 밀폐/분리/결합 설계 기술	
3. 기술개발 배경 및 이슈	정책적	- 국내 건설사의 해외 현장진출시 현장조건에 따라 경제적으로 사용할 수 있는 공법 필요
	경제적	- 해상교량 및 항만 공사에서 가물막이 및 가도 구축공사는 Critical Pass에 걸리는 공정이므로 공기 단축 필요
	기술적	- 고강도 강재 적용 및 파형강판 단면성능 향상으로 대형 원통형 구조물 제작 가능
4. 기술개발 목표	인장강도 5,000kN/m 지지 가능한 파형강판 원통형 가물막이 시스템 개발	
5. 기술개발 내용	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 기존 대골형 파형강판(380x140mm 파형) 및 S대골형 파형강판(500x200mm 파형)의 인장강도 성능평가</li> <li>2. 파형강판의 인장강도 향상 및 보강상세 개발</li> <li>3. 파형강판 원통형 가물막이 시스템 개발 : 2중 원통 및 연결부, 채움부 상세 등</li> <li>4. 원통형 가물막이 시공가이드 개발 및 축소모형시험</li> <li>5. 시작품 제작 및 Test Bed 적용</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">[해외 000공사 대상 설계제안 모식도]</p>	
6. 기존 선행연구	없음	
7. 소요기간 및 예산	( 2 ) 년, ( 10 ) 억원 1차년 연구개발 / 2차년 Test Bed	
8. 예상 성과 및 활용처	예상 성과물	성과 활용처
	파형강판 원형 우물통 가물막이 특허	해상 가물막이 현장
	원형 우물통 가물막이 시작품	
9. 기대효과	- 급속 가물막이 시공이 가능하여 공기 단축	

1. 제안 기술명	- 해상 구조물 기초공사 시 석션압을 이용 무지보 원형 가시설 시공 기술 개발	
2. 기술분류체계	- 대분류 : 2. 대형 원형강재 가설공법 시공 및 해체 기술 개발 - 중분류 : 2.2 대형 원형강재 관입/인발 시공 기술	
3. 기술개발 배경 및 이슈	정책적	
	경제적	- 해상교량의 기초 공사비는 총공사비 대비 약 30% 내외이고 공정이 복잡하고 작업난이도가 높은 주공정으로 원가절감을 위해 해상 플랫폼 및 가물막이 공정이 해상교량 공사 수주 및 현장 관리의 관건
	기술적	- 해상 작업대 및 가물막이 역할을 동시에 수행이 가능한 대형 원형 가시설을 프리캐스트로 육상제작 후 석션파일의 시공원리를 이용 해상에서 관입 및 인발 가능한 기술
4. 기술개발 목표	- 기존 Barge+Jig jacket 공법(2개조) 대비 공사비 약 30%, 공기 약 40% 단축 가능 기술 개발	
5. 기술개발 내용	- 석션 구체 부분 최적 설계 및 시공기술 : ① 최적 재질 / 두께 / 형상 / 치수 ② 관입, 인발 / 근입심도 / 연직도 / 시공중 안정성 확보 방안 - 대형 원형 강재 가시설 특화 시공기술 : ① 구체 - 덮개 - Cofferdam 이음장치 ② 구성요소간 밀폐 / 분리 / 결합기술	
6. 기존 선행연구	- 없음	
7. 소요기간 및 예산	( 2 ) 년, ( 4.0 ) 억원	
8. 예상 성과 및 활용처	예상 성과물	성과 활용처
	원형 가시설 시공 공법	시공사
9. 기대효과	- 해상교량 기초 시공시 설치 및 해체 공종 단순(공사비 30%, 공기 40% 단축)	

<b>1. 제안 기술명</b>		- 시공/운용 중 원형강재 가설공법 보강재 최적 배치 기술
<b>2. 기술분류체계</b>		- 1-1 수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술
<b>3. 기술개발 배경 및 이슈</b>	<b>정책적</b>	- 가설공법 보강재의 최적 배치 설계 기술을 확보하여 시공/운용 중 안전사고 예방
	<b>경제적</b>	- 보강재를 배치하여 가설공법의 안정성을 향상시켜 시공횟수 최소화
	<b>기술적</b>	- 원형강재로 외력에 저항하지 못할 경우, 띠형 보강재 배치 필요
<b>4. 기술개발 목표</b>		- 원형강재 가설공법 보강재의 최적 배치 설계 기술 확보
<b>5. 기술개발 내용</b>		- 원형강재 가설공법 보강재 최적 배치 설계 기술
<b>6. 기존 선행연구</b>		- 없음
<b>7. 소요기간 및 예산</b>		( 3 ) 년, ( 3 ) 억원
<b>8. 예상 성과 및 활용처</b>	<b>예상 성과물</b>	<b>성과 활용처</b>
	수리-지반-구조 통합 안정성 해석 모델	설계 및 시공사
<b>9. 기대효과</b>		- 원형 강재 보강재의 최적 배치 설계 기술 확보를 통한 안정성 확보 및 시공횟수 최소화

1. 제안 기술명		- 대형 원형강재 가물막이 해체시 주변 지반 안정성 검토 기술
2. 기술분류체계		- 1-1 수리-지반-구조 통합 안정성을 고려한 대형 원형강재 가물막이 설계 기술
3. 기술개발 배경 및 이슈	정책적	- 가물막이 해체시 주변 지반 및 구조물에 미치는 영향을 최소화 하여 안전사고 예방
	경제적	- 가물막이 해체시 주변 지반 및 구조물에 미치는 영향을 최소화하여 추가적인 보강공법 불필요
	기술적	- 점성토 지반의 경우, 원형강재 인발시 주변 지반 변형 및 신설 구조물 영향 검토
4. 기술개발 목표		- 원형강재 가설공법 최적 해체 기술 개발
5. 기술개발 내용		- 원형강재 가설공법 최적 해체 기술
6. 기존 선행연구		- 없음
7. 소요기간 및 예산		( 3 ) 년, ( 3 ) 억원
8. 예상 성과 및 활용처	예상 성과물	성과 활용처
	수리-지반-구조 통합 안정성 해석 모델	설계 및 시공사
9. 기대효과		- 원형강재 가설공법 해체시 주변 지반 및 구조물에 미치는 영향을 최소화 하여 안전사고 예방 및 추가 보강공법 배제에 따른 공사비 감소

1. 제안 기술명	- 석션압을 이용한 대형 원형강재 관입/인발 설계기술	
2. 기술분류체계	- 1-3 대형 원형강재 관입/인발 설계 기술	
3. 기술개발 배경 및 이슈	정책적	
	경제적	- 석션압을 이용하여 대형 원형강재를 관입/인발 하여 대형 원형강재의 재사용이 가능하게 하여 시공 비용 감소
	기술적	- 석션압을 이용하여 대형 원형강재를 관입/인발 하여 시공 속도 및 안정성 향상 가능
4. 기술개발 목표	- 석션압을 이용하여 대형 원형강재를 관입/인발 하여 시공 속도 및 안정성 향상	
5. 기술개발 내용	- 기존 기술 대비 경제성 검토 - 석션압을 이용한 관입/인발 설계 및 시공 기술	
6. 기존 선행연구	- 없음	
7. 소요기간 및 예산	( 3 ) 년, ( 5 )억원	
8. 예상 성과 및 활용처	<b>예상 성과물</b>	<b>성과 활용처</b>
	석션압을 이용한 대형 원형강재 관입 및 인발 설계 S/W	설계 및 시공사
9. 기대효과	- 해상 구조물 설치, 해체 시 시공속도 향상에 따른 공사비 감소	

1. 제안 기술명	- 가설공법에 적합한 대형 원형강재의 관입/인발 설계 기술	
2. 기술분류체계	- 1.3 대형 원형강재 관입/인발 설계 기술	
3. 기술개발 배경 및 이슈	정책적	- 국내 건설 업체의 해외 대형 해상 프로젝트 참여를 위해 전략적인 기술의 확보가 절실
	경제적	- 일반적인 해상 공사의 공사비 중 큰 부분을 차지하는 대형 해상 장비의 투입 시간을 최소화하여 공사비를 절감할 수 있는 시공 및 설계 기술 필요
	기술적	- 석션압을 이용한 원형강재의 관입/인발 메카니즘에 대한 정확한 이해 필요 - 기존 설계 기술의 한계를 보완할 수 있는 설계 기술 필요
4. 기술개발 목표	- 기존 기술대비 공기 단축 30% 이상 - 기존 기술대비 공사비 절감 30% 이상	
5. 기술개발 내용	- 해상 교량기초 공사에 활용되는 기존 가설공법 및 특수 공법 조사 - 기존 기술의 공사기간, 공사비 분석을 통해 한계점 및 개선 방향 도출 - 석션압을 이용한 원형강재의 관입/인발 메카니즘에 대한 연구 및 이를 적용한 설계 기술 개발 - 모형 시험, 수치해석, 시공 계획안 작성 등을 통한 검증 (시공성, 경제성, 안정성, 공사기간 등)	
6. 기존 선행연구	- 대구경 대수심 해상기초시스템 기술개발: 기존 선행연구는 해상 풍력 기초로 활용되는 석션파일의 활용에 대한 연구로 적용 범위 및 구조물의 성격이 상이하여 새로운 접근법이 필요	
7. 소요기간 및 예산	( 3 ) 년, ( 12 )억원	
8. 예상 성과 및 활용처	예상 성과물	성과 활용처
	관입/인발 설계 보고서	발주처, 시공사, 설계사
	관입/인발 설계 매뉴얼	시공사, 설계사
9. 기대효과	- 국내 건설업체의 해외 해상 프로젝트 진출에 필요한 전략적 기술로 활용되어, 새로운 시장 개척에 큰 역할을 담당	

1. 제안 기술명		가물막이 급속 차수 및 배수 공법 개발	
2. 기술분류체계		2.4 지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술	
3. 기술개발 배경 및 이슈	정책적	- 해양에 관련된 공사가 증가하고 있는 추세이기 때문에 국내외 선제적 시장점유를 위하여 필요한 기술임	
	경제적	- 공정이 간단하고 급속시공이 가능하여 기존의 방법보다는 경제적인	
	기술적	- 빠른 조류에도 효율적으로 시공가능하고 필요시 급속 차수가 가능한 가물막이 시스템 및 급속 차수 및 배수 공법 개발임	
4. 기술개발 목표		- 기존의 가물막이 차수 및 배수 공법보다 시공속도가 15%이상 향상	
5. 기술개발 내용		- 유공 강재를 이용하여 가물막이 시공성(시공속도)을 높이고, 급속 차수 및 배수할 수 있는 구조적인 공법을 개발함.	
6. 기존 선행연구		- 유사 연구가 없음	
7. 소요기간 및 예산		(3) 년, (10)억원	
8. 예상 성과 및 활용처	예상 성과물		성과 활용처
	유공 원형강재		가물막이 구조체
	수압을 이용한 급속 차수 및 배수 공법		차수가 필요한 해상공사
	※ 민간 및 정부 해상 공사, 도로교량 설치 가설시설물, 해양 가시설 공사 등		
9. 기대효과		- 국내외 해상공사 가물막이 시장 선점 - 급속시공으로 따른 시공비 절감	

<b>1. 제안 기술명</b>		- 주입압-주입속도-주입량 조절에 의해 지반특성을 반영한 최적의 가물막이 차수 그라우팅 기법
<b>2. 기술분류체계</b>		- 2.4 지반특성-수압을 고려한 가물막이 내부 차수/배수 기술
<b>3. 기술개발 배경 및 이슈</b>	<b>정책적</b>	- 현재 그라우팅 기술은 기술자의 숙련도에 따라 품질의 격차가 상당함 - 본 기술개발이 체계화 되면 그라우팅 품질의 상향평준화를 견인할 수 있음
	<b>경제적</b>	- 차수그라우팅 공사현장은 누수로 인한 각종 문제가 발생하는 실정 - 지반 특성에 따라 탄력적인 주입기법으로 최적의 차수그라우팅 지반 형성시 불필요한 재료유입, 시간, 인력 등의 경제적 효과 달성 가능
	<b>기술적</b>	- 지반그라우팅 기술자의 숙련도에 상관없이 개발된 그라우팅 기법 활용 시 우수한 차수그라우팅 지반 형성 가능한 기술적 성과 달성
<b>4. 기술개발 목표</b>		- 기술자의 숙련도에 따라 천차만별인 그라우팅 품질을 체계적인 현장데이터 분석을 통한 그라우팅 세부지침 마련으로 상향평준화를 견인
<b>5. 기술개발 내용</b>		- 지반그라우팅 전 지반특성 평가 기법 확립 - 지반 특성에 맞는 설계인자(주입압-주입속도-주입량) 적합성 검증 - 지반 종류별 주입압-주입속도-주입량 조절에 따른 주입유형 개발 - 지반종류별 최적의 그라우팅 효과를 낼 수 있는 경제적인 그라우팅 재료 선정 - 지반 종류별 정량-정압 주입관리기준 제시
<b>6. 기존 선행연구</b>		- 도종남, 박정환, 최동찬, 천병식(2012), "자동화 그라우팅 기법의 현장적용성에 관한 연구", 한국지반환경공학회 논문집 Vol. 13, No.1, pp.63~74.) - 김대영, 이홍성, 이세진, 이희광, 심보경(2012), "인텔리전트 그라우팅 시스템 개발 및 현장시험", 한국철도학회 추계학술대회
<b>7. 소요기간 및 예산</b>		( 3 ) 년, ( 12 ) 억원
<b>8. 예상 성과 및 활용처</b>	<b>예상 성과물</b>	<b>성과 활용처</b>
	지반그라우팅 전 지반특성 평가 기준	공사발주처, 공사감독 등 건설현장
	지반종류별 정량-정압 주입관리기준	공사발주처, 공사감독 등 건설현장
<b>9. 기대효과</b>		- 지반그라우팅 기술의 표준화를 제시하여 현장 특성에 맞는 균질한 품질의 선진화된 그라우팅 시공기술 확립

---

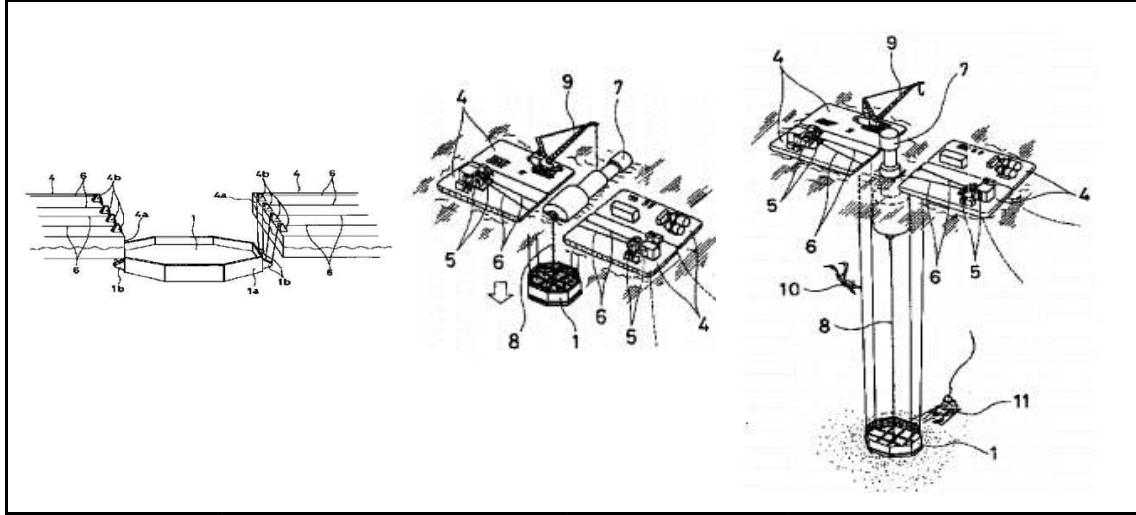
## [부록 2] 주요 특허 요지분석

---

순번	1	기술분류	운반거치안착
발행번호	EP000260143A2	발행일	1988-03-16
출원번호	EP101987000308022	출원일	1987-09-10
출원인	LME Petroscope Limited		
국제특허분류(IPC)	E21B7/124   E21B7/20   E21B7/18   E21B33/037   E02D23/02   B63C11/36		
발명의 명칭	Method and apparatus for installing marine silos		
기술요약	<p>A method and apparatus for installing marine silos to a desired depth into the seabed such that the interior of the silos is void of seabed material to a desired depth. A submergable silo positioning template operatively supports a silo and excavation modules during surface transportation to the intended site and is capable while floating and submerged of raising and lowering the silo relative to the template and maintaining vertical alignment of the silo.</p>		
대표청구항	<p>1. Apparatus for installing marine silos to a desired depth into the seabed such that the interior of the silos is void of seabed material to a desired depth, said apparatus comprising:(a) a submergable silo positioning template operatively supporting said silo during surface transportation of the silo to its intended site; and being capable while floating and submerged of raising and lowering said silo relative thereto, said silo positioning template including means for maintaining vertical alignment of said silo during installation thereof.(b) a submergable excavation module capable of establishing mated assembly with the silo with at least a portion thereof entering the silo.</p>		
<b>대표도면</b>			

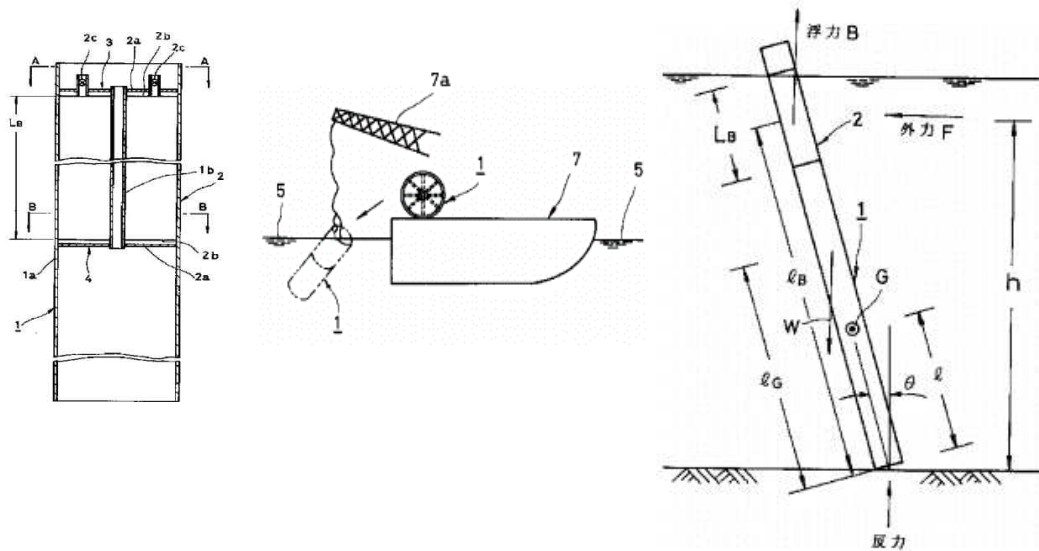
순번	2	기술분류	운반거치안착
발행번호	JP1993000050980A	발행일	1993-03-02
출원번호	JP101991000209429	출원일	1991-08-21
출원인	MITSUI ENG & SHIPBUILD CO LTD		
국제특허분류(IPC)	B63B21/50		
발명의 명칭	SUBMERGING AND INSTALLING METHOD FOR SINKER		
기술요약	<p>PURPOSE: To provide a transporting method for a sinker as deep as its installation position and to submerge the sinker with stable condition with a big sinker floated without using a barge mounting a heavy machine such as big crane, or while attempting light weight by utilizing the buoyancy of the sinker with shallowly submerged condition if depth allowed.</p> <p>CONSTITUTION: A sinker 1 is supported by ropes 6 pulled out from winches amounted on two barges facing to each other by sandwiching the big sinker 1. The sinker 1 is moved as deep as its installation position with the above condition maintained. The sinker 1 is submerged while maintaining the sinker 1 under stable condition by letting out each rope 6 by almost the same length from each winch. This can be used for the case of pulling part of a floating body, the main body of a measurement facility for water quality, etc., moored by a tension leg system, into underwater against its buoyancy even when no barge mounting a heavy machine such as a big crane is prepared on lakes and marshes etc.</p>		

**대표도면**



순번	3	기술분류	운반거치안착
발행번호	JP1994000299551A	발행일	1994-10-25
출원번호	JP101993000112377	출원일	1993-04-16
출원인	신일본제철주식회사		
국제특허분류(IPC)	E02D5/40		
발명의 명칭	수중에 있어 기립하는 강관말뚝		
기술요약	<p>(57) 【요약】 【목적】 물밀 지반안에 설치하는 대경으로 대중량의 강관말뚝의 수중 중량을 경감함과 동시에, 강관말뚝을 물밀에 두었을 때에 물의 흐름이나 물결을 받아도 직립하기 쉽게 해, 한편 타격 에너지의 일산을 적게 한다. 【구성】 물밀 지반안에 설치되는 강관말뚝 1의 윗쪽의 내부에, 물밀 지반안에 꿰뚫어서 속에 넣는 것했을 때, 파괴 가능한 판재 2 a로부터 되는 저개 4와 위덮개 3 및 저개 4간을 연통하는 중천 파이프 1 b로 구성되는 유체부 2를 마련한다.</p>		
대표청구항	<p>물밀 지반 6층에 설치되는 강관말뚝 1의 윗쪽의 내부에, 물밀 지반 6층에 꿰뚫어서 속에 넣는 것했을 때, 파괴 가능한 판재 2 a로부터 되는 저개 4와 위덮개 3으로 저개 4간을 연통하는 중천 파이프 1 b로 구성되는 유체부 2를 마련한 것을 특징으로 하는 수중에 있어 기립하는 강관말뚝.</p>		

대표도면



순번	4	기술분류	운반거치안착
발행번호	KR10000921991B1	발행일	2009-10-19
출원번호	KR102007000110377	출원일	2007-10-31
출원인	송기용		
국제특허분류(IPC)	E02D23/02   E01D19/02   E02D23/00		
발명의 명칭	편심 방지를 위하여 케이싱캡을 구비한 케이싱 장치와 케이싱의 좌대 구조 및 좌대에 안착되고 역류를 방지하는 천공장치		
기술요약	<p>본 발명은 수중에 교각 기초를 세우기 위해 케이싱을 설치하여 교각을 시공함에 있어서, 케이싱 하단시 발생하는 편심을 방지하기 위하여 케이싱캡을 구비한 케이싱과, 작업 장비 등을 올려놓고 교각 시공 작업을 진행할 수 있도록 케이싱에 설치되는 좌대 구조 및 상기 좌대에 올려져 굴착작업을 수행하는 천공장치로서, 로드 상에 체크 밸브를 구비하여 굴착된 토사 및 물의 역류를 방지하는 천공장치에 관한 것이다. 본 발명의 케이싱은 상부에 케이싱캡을 구비한 관형상의 케이싱으로서, 상판이 구비된 관형상으로 이루어지며, 상기 상판의 상면에는 강재로 이루어진 편심 방지용 빔이 설치되고, 상기 편심 방지용 빔 및 상기 상판을 통하여 케이싱에 가해지는 진동 및 하중을 분산시킴으로써 케이싱의 편심을 방지하는 케이싱캡을 구비하는 것을 특징으로 한다.</p>		
대표청구항	<p>수중 기초용 케이싱 장치로서, 내부가 비어있고 축방향 양쪽 단부가 개구되어 있으며 하단면이 지반에 직접 마주하여 삽입되는 관형상의 케이싱(10)과, 상기 케이싱(10)의 상면에 설치되는 케이싱캡(20)을 포함하고; 상기 케이싱캡(20)은, 상부를 막는 상판(23)과, 상판(23)의 둘레로부터 하향 연장되고 하단면이 상기 케이싱(10)의 상단면에 마주보고 면대면(面對面)으로 직접 접촉하여 용접접합되는 측판(24)을 포함하며; 상기 케이싱캡(20)의 상판(23)의 상면에는, 케이싱캡(20)의 상판(23)을 직접 타격하거나 진동시킴이 없이 케이싱캡(23)에 진동 및 하중을 가하고, 가해진 진동 및 하중이 케이싱캡(20)의 상판(23)과 측판(24)을 통하여 분산되어 케이싱(10)에 전달되도록 매개하는 편심 방지용 빔(21)이 더 설치되며; 상기 케이싱(10)의 외주면에는, 케이싱(10)과 나란한 방향으로 복수의 분사관(12)이 둘레 방향으로 등간격을 유지하여 설치되고, 상기 분사관(12)의 하단부에는, 분사관(12)에 주입된 고압의 유체를 분사하여 케이싱(10) 아래쪽의 토사를 세굴하기 위한 분사 노즐(13)이 구비되는 것을 특징으로 하는 수중 기초용 케이싱 장치.</p>		
<b>대표도면</b>			

단면	5	기술분류	운반거치안착
발행번호	KR10001384674B1	발행일	2014-04-21
출원번호	KR102012000036717	출원일	2012-04-09
출원인	한국건설기술연구원		
국제특허분류(IPC)	G01C9/22   G01B5/24   E02D5/28		
발명의 명칭	수두차이의 검측을 이용한 대구경 강관말뚝의 수직도 측정장치 및 이를 이용한 대구경 강관말뚝의 수직도 측정방법		
기술요약	<p>본 발명은 해상 구조물의 기초 등으로 사용되는 대구경의 강관말뚝에 대해 강관파일의 최상단에서 복수개의 위치에 설치된 수직관 형태의 수두측정부재에 채워진 측정액의 수위를 판독함으로써, 측정액의 수위 변화 및 다른 측정 위치에서의 수위 차이 즉, 측정 위치간의 수두 차이를 이용하여 대구경 강관말뚝의 수직도를 측정하는 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에서는 강관말뚝(1)의 최상단에서 복수개의 위치에 각각 연직하게 구비되어 있는 파이프형태의 수두측정부재(10)와; 상기 복수개의 수두측정부재(10) 사이를 연결하여 서로 연동시키는 측정액 연결공급관(20)과; 상기 측정액 연결공급관(20) 및 상기 복수개의 수두측정부재(10)에 담겨 있는 수위측정액과; 상기한 각각의 수두측정부재(10)가 연직하게 설치될 수 있도록 상기 강관말뚝(1)의 최상단에 조립가능하게 결합되는 결합지그부재(30)를 포함하여 구성.</p>		
대표청구항	<p>강관말뚝(1)의 최상단에서 복수개의 위치에 각각 연직하게 구비되어 있는 파이프형태의 수두측정부재(10)와; 상기 강관말뚝(1)의 최상단에서 상기 강관말뚝(1)에 걸쳐지도록 설치된 저장통 지지판(45)과; 상기 강관말뚝(1)에 설치된 상기 저장통 지지판(45)에 놓여 있으며 수위 측정액이 담겨 있는 측정액 저장통(40)과; 상기 복수개의 수두측정부재(10)와 상기 측정액 저장통(40)을 각각 개별적으로 연결하여 서로 연동시키는 측정액 연결공급관(20)과; 상기한 각각의 수두측정부재(10)가 연직하게 설치될 수 있도록 상기 강관말뚝(1)의 최상단에 분해조립가능하게 결합되는 결합지그부재(30)를 포함하여 구성되며; 상기 복수개의 수두측정부재(10)는 2개가 서로 쌍을 이루되, 상기 쌍을 이룬 2개의 수두측정부재(10)는 강관말뚝(1)의 지름방향으로 서로 마주하여 배치되고; 상기 측정액 저장통(40)으로부터 상기 측정액 연결공급관(20)을 통해서 공급된 수위 측정액이 상기 각각의 수두측정부재(10)에 차올라 있는 수위의 변화를 판독하여 강관말뚝(1)의 수직여부를 판정하게 되는 것을 특징으로 하는 강관말뚝의 수직도 측정장치.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	6	기술분류	운반거치안착
발행번호	KR10001529097B1	발행일	2015-06-16
출원번호	KR102013000049363	출원일	2013-05-02
출원인	한국건설기술연구원		
국제특허분류(IPC)	E02D5/28   B63B21/56   E02D27/52   E02D7/20		
발명의 명칭	해상풍력발전용 매입식 대구경 강관파일 및 그 매입시공 방법		
기술요약	<p>해상풍력발전용 대구경 강관파일을 기초지반(원지반)의 굴착 위치까지 해상에서 수평방향으로 운반하여 매입시, 펌프를 이용하여 대구경 강관파일의 부력과 자중을 조절하면서 매입함으로써 규모가 큰 작업 바지선이나 큰 장비를 사용하지 않고도 간단한 크레인이 설치된 바지선으로 대구경 강관파일을 매입시공할 수 있고, 또한, 대구경 강관파일의 하단부에 형성된 유입구에 의해 물의 급속한 유입을 방지하면서 대구경 강관파일을 굴착 위치에 용이하게 직립시킬 수 있으며, 또한, 대구경 강관파일의 상단부를 밀폐시키기 위한 플러그 상에 펌프가 체결된 펌프 일체형 플러그를 사용함으로써 대구경 강관파일의 매입 이후에 분리 회수할 수 있고, 또한, 대구경 강관파일의 양단을 플러그 및 유입구 마개를 사용하여 밀폐시킨 후 운반함으로써 대구경 강관파일의 운반이 용이한, 해상풍력발전용 매입식 대구경 강관파일 및 그 매입시공 방법이 제공된다.</p>		
대표청구항	<p>모노파일 타입(Mono-Pile Type)의 해상풍력발전용 매입식 대구경 강관파일(Large Diameter Steel-Pipe Pile)에 있어서,굴착된 기초지반에 매입시공되는 대구경 강관파일 본체(110);상기 대구경 강관파일 본체(110)의 매입시공시 물이 급속하게 유입되지 않도록 상기 대구경 강관파일 본체(110)의 하단부에 형성되는 유입구(120);상기 대구경 강관파일 본체(110)를 상기 기초지반의 굴착 위치까지 운반할 경우, 상기 유입구(120)를 일시적으로 밀폐시키도록 체결되는 유입구 마개(150);상기 대구경 강관파일 본체(110)의 상단부를 밀폐시키도록 체결되는 플러그(130); 및상기 대구경 강관파일 본체(110)로 유입되는 물 또는 공기를 배출시키도록 상기 플러그(130) 상에 결합되는 펌프(140)를 포함하여,상기 대구경 강관파일 본체(110)는 유입구 마개(150)가 제거되어 상기 펌프(140)에 의해 부력과 자중이 조절되면서 상기 기초지반의 굴착 위치에 직립되며,상기 유입구(120)는 상기 대구경 강관파일 본체(110)의 매입시공시 물이 급속하게 유입되지 않도록 상기 대구경 강관파일 본체(110)의 내부로 소정 길이만큼 연장되도록 형성되고,상기 플러그(130) 및 상기 펌프(140)는 일체형으로 형성되고, 물 또는 공기를 배출하기 위한 배출구(160)가 상기 플러그(130) 및 상기 펌프(140)를 관통하도록 형성되고,상기 일체형으로 형성된 상기 플러그(130) 및 펌프(140)는 상기 대구경 강관파일 본체(110)를 상기 굴착 위치에 직립시킨 후에 상기 대구경 강관파일 본체(110)로부터 분리되어 회수되며,상기 대구경 강관파일 본체(110)의 양단을 플러그(130) 및 유입구 마개(150)를 사용하여 밀폐시킨 후 운반되도록 하되,상기 유입구 마개(150)는 상기 대구경 강관파일 본체(110)의 운반시 상기 유입구(120)에 체결되고, 상기 유입구 마개가 빠지지 않도록 상기 펌프(140)에 의해 약압의 석션(Suction)이 제공되는 것을 특징으로 하는 해상풍력발전용 매입식 대구경 강관파일.</p>		
<b>대표도면</b>			

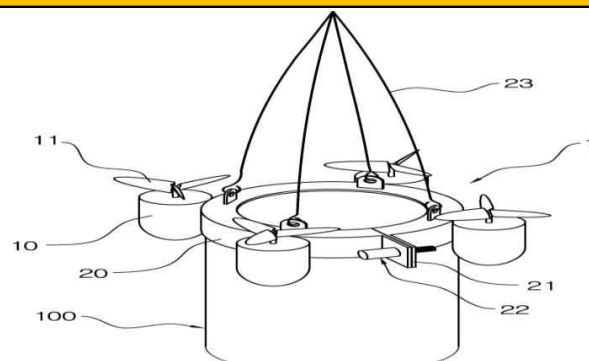
순번	7	기술분류	운반거치안착
발행번호	KR102002000059030A	발행일	2002-07-12
출원번호	KR102000000087194	출원일	2000-12-30
출원인	쌍용건설 주식회사   남광토건 주식회사		
국제특허분류(IPC)	B63B27/24		
발명의 명칭	강관 파일 부상장치 및 강관 파일의 해상운송 및 설치방법		
기술요약	<p>공기를 주입할 수 있도록 고무 또는 합성수지 재질로 형성된 파일캡을 강관의 양단에 삽입함으로써, 강관을 물에 띄워 작업현장으로 운반하여 설치할 수 있는 강관 파일 부상장치 및 강관 파일의 해상운송 및 설치방법이 개시되어 있다. 본 발명은 소정의 길이로 강관 파일 및 파일캡을 제작하는 제작단계; 상기 제작된 강관파일의 양단부에 파일캡을 장착하고 상기 파일캡에 공기를 주입하는 단계; 상기 파일캡이 장착된 강관을 파일을 예인선에 설치하고 작업현장까지 운송하는 단계; 운송된 강관 파일의 상단부에 장착된 파일캡을 탈거하고 기중기로 상단부를 들어올린 후, 강관 파일의 하단부에 장착된 파일캡을 탈거하고 상기 강관 파일을 항타장치에 설치하는 단계; 및 상기 항타장치에 의해 강관 파일을 해저면에 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.</p>		
대표청구항	<p>소정의 길이로 강관 파일 및 파일캡을 제작하는 제작단계; 상기 제작된 강관파일의 양단부에 파일캡을 장착하고 상기 파일캡에 공기를 주입하는 단계; 상기 파일캡이 장착된 강관을 파일을 예인선에 설치하고 작업현장까지 운송하는 단계; 운송된 강관 파일의 상단부에 장착된 파일캡을 탈거하고 항타선의 로프를 이용하여 기중기로 상단부를 들어올린 후, 강관 파일의 하단부에 장착된 파일캡을 탈거하고 상기 강관 파일을 항타장치에 설치하는 단계; 및 상기 항타장치에 의해 강관 파일을 해저면에 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 강관 파일의 해상운송 및 설치방법.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	8	기술분류	운반거치안착
발행번호	US004165196A	발행일	1979-08-21
출원번호	US10000050896610	출원일	1978-04-14
출원인	Compagnie Generale pour les Developpements Operationnels des Richesses Sous Marines "C.G. Doris"		
국제특허분류(IPC)	E02D21/00		
발명의 명칭	Method of constructing a column formed from annular elements and elements for the application of said method		
기술요약	A method of constructing a hollow column for resting on a base on a submarine bed, comprises the steps of simultaneously starting the construction of a number of elements that are to form the column, causing the partly constructed elements to float, finishing the construction of the elements afloat, bringing the elements into the horizontal position and connecting them together to form the column, said elements being provided with impervious closures at each end thereof and an impervious caisson adjacent each end thereof, and those of the closures and caissons not required when the column is placed in position are dismantled.		
대표청구항	1. A method of constructing a hollow column from a plurality of annular elements, said column being intended more particularly to rest on a base bearing on a submarine bed and to support a deck carrying production or research installations, comprising the following sequence of operations:(a) simultaneously constructing at least one section of each of a number of annular elements from which the column is to be formed,(b) forming an impervious closure at one end of each of said sections,(c) placing a first impervious caisson inside each of said sections adjacent said one end thereof,(d) causing said sections to float in water,(e) simultaneously finishing the construction of said elements.		
대표도면			

순번	9	기술분류	관입인발
발행번호	JP1988000000534A	발행일	1988-01-05
출원번호	JP101986000142321	출원일	1986-06-18
출원인	KAJIMA CORP		
국제특허분류(IPC)	E02D27/32		
발명의 명칭	ARTIFICIAL ISLET CONSTRUCTION WORK		
기술요약	<p>PURPOSE: To obtain a reclaimed uniform islet of good quality by a method in which a downwardly opened cover of an adjustable buoyancy is fitted into a coffering work and landed on the seabed, a hardening filler is packed into the cover from an injection tube, and the cover is orderly raised.</p> <p>CONSTITUTION: Steel sheet piles are driven into the seabed or bottom 1 under water to form a coffering work 2, and a cover 3 is landed on the ground 1 in the work 2 while adjusting it by buoyancy-regulating tubes 7 and 8. A slurried hardening filler 5 is injected into the space below the cover 3 through an injection tube 4 and also into the work 2 while raising the cover 3 in order. When it reaches the water surface, the cover 3 is removed, and the filler 5 is packed up to a given height. Since the filler can be packed under the cover 3 set in the coffering work 2 while preventing the separation of the filler, high-quality uniform reclaimed site can be obtained.</p>		
대표도면			

순번	10	기술분류	관입인발
발행번호	KR10000458631B1	발행일	2004-12-03
출원번호	KR102002000008248	출원일	2002-02-15
출원인	(주)대우건설   방상철		
국제특허분류(IPC)	B63B21/27		
발명의 명칭	석션 파일의 시공장치		
기술요약	<p>본 발명은 석션 파일 내부의 물을 파일 밖으로 배출하면서 배출되는 물이 펌프로 유입되지 않도록 하고, 펌프를 수상의 작업대에 위치시켜, 펌프의 고장이 없이 용이하게 수중에서의 파일 시공을 할 수 있는 석션 파일의 시공장치에 관한 것으로, 본 발명은, 해저면에 설치된 석션 파일의 시공장치에 있어서, 수상의 작업대에 설치된 펌프; 상기 펌프에 연결되어 물을 끌어올리기 위한 제1 호스; 상기 펌프의 출구측에 설치된 밸브; 상기 펌프의 출구측에 마련된 압력계; 상기 펌프의 출구측에 연결된 제2 호스; 및 상기 석션 파일의 상부에 고정 설치되고, 상기 제2 호스가 일단에 연결되며, 입구 및 출구 보다 중앙 부분이 좁도록 형성되고, 상기 중앙 부분으로부터 수직 연장된 관이 상기 석션 파일의 상부 배수구에 연결되어, 상기 입구측으로 유입된 물이 상기 중앙 부분에서는 빠르게 흐르도록 함으로써, 상기 석션 파일 내부의 물이 상기 출구측으로 배출되도록 하는 벤투리를 포함하는 것을 특징으로 한다.</p>		
대표청구항	<p>해저면에 설치되는 석션 파일의 시공장치에 있어서, 수상의 작업대에 설치된 펌프; 상기 펌프에 연결되어 물을 끌어올리기 위한 제1 호스; 상기 끌어올린 물을 배출하기 위해 상기 펌프의 출구측에 설치된 밸브; 상기 펌프의 출구측에 마련된 압력계; 상기 펌프의 출구측에 연결된 제2 호스; 및 상기 석션 파일의 상부에 고정 설치되고, 상기 제2 호스가 일단에 연결되며, 입구 및 출구 보다 중앙 부분이 좁도록 형성되고, 상기 출구는 상기 석션파일의 설치나 인발에 따라 개폐되며, 상기 출구가 개방된 상태에서는 상기 중앙 부분으로부터 수직 연장된 관이 상기 석션 파일의 상부 배수구에 연결되어, 상기 입구측으로 유입된 물이 상기 중앙 부분에서는 빠르게 흐르도록 함으로써, 상기 석션 파일 내부의 물이 상기 출구측으로 배출되도록 하고, 상기 출구가 폐쇄된 상태에서는 상기 펌프의 동작에 의해 상기 석션파일 내부로 물을 유입켜 상기 석션파일을 인발하도록 하는 벤투리를 포함하는 것을 특징으로 하는 석션 파일의 시공장치.</p>		
<b>대표도면</b>			

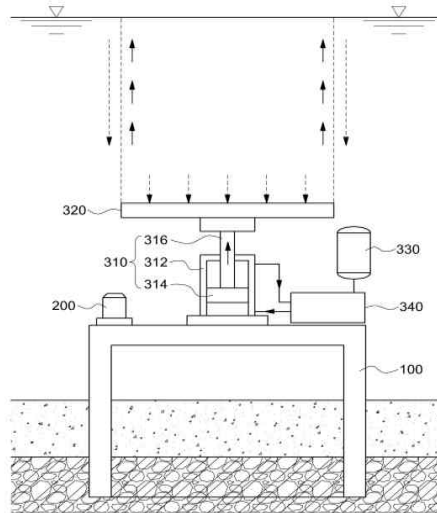
순번	11	기술분류	관입인발
발행번호	KR10000986667B1	발행일	2010-10-08
출원번호	KR102008000024262	출원일	2008-03-17
출원인	(주)대우건설		
국제특허분류(IPC)	E02D11/00   E02D7/00		
발명의 명칭	석션 파일의 시공시스템		
기술요약	<p>본 발명은 석션 파일의 시공시스템에 관한 것으로서, 특히 하면이 개방되고, 상면이 밀폐된 중공상으로 형성되어 상면을 수직 관통하는 다수의 석션 배관이 구비되고, 상면에 크레인과 같은 투입 장비와 연결을 위한 다수의 와이어 앵커가 설치되는 석션 파일과; 상기 석션 파일의 석션 배관과 연결 설치되어 상기 석션 파일 내부의 물을 외부로 배출시키는 석션 펌프와; 상기 석션 파일의 내부와 외부에 각각 설치되어 수압을 감지하는 수압 감지 센서와; 상기 석션 파일의 상면에 설치되어 상기 석션 파일의 수평을 감지하는 수평 감지 센서; 및 상기 수압 감지 센서 및 수평 감지 센서로부터 입력되는 감지값을 통해 상기 석션 펌프의 동작을 제어하여 상기 석션 파일의 압력을 조절하는 컨트롤러로 이루어지는 것을 특징으로 한다. 상기와 같은 본 발명에 따르면 석션 파일의 시공시 석션 파일의 압력차와 수평도를 확인하여 석션 파일을 하강시키고, 석션 펌프의 정지시 석션 펌프의 배수구를 통해 입수구측으로 물이 역류되는 것을 차단함으로써 압력을 일정하게 유지시킴으로써 석션 파일을 정위치에 용이하게 설치할 수 있다.</p>		
대표청구항	<p>각 구성부에 필요 전원을 공급하는 발전기와; 금속 재질로 하면이 개방되고, 상면이 밀폐된 중공상으로 형성되고, 상면 테두리에 제 1플랜지가 형성되어 석션 파일의 제작시 일체로 형성되는 다수의 석션 배관이 이의 상면을 수직 관통하여 구비되고, 상면에 크레인과 같은 투입 장비와 연결을 위한 다수의 와이어 앵커가 설치되는 석션 파일과; 저면에 입수구가 형성되고, 측면에 출수구가 형성되며, 저면 테두리에 상기 석션 배관의 제 1플랜지와 대응되는 제 2플랜지가 형성되는 케이스와, 상기 케이스의 상단에 설치되고, 상기 발전기의 전원을 공급받아 회전력을 발생하는 모터와, 상기 케이스의 입수구와 출수구를 연결하는 연결 배관 내에 압입 설치되고, 상기 모터의 회전력에 의해 회전되는 임펠러로 이루어져 상기 석션 파일 내부의 물을 외부로 배출시키는 석션 펌프와; 상기 석션 파일의 내부와 외부에 각각 설치되어 수압을 감지하는 수압 감지 센서와; 상기 석션 파일의 상면에 설치되어 상기 석션 파일의 수평을 감지하는 수평 감지 센서.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	12	기술분류	관입인발
발행번호	KR10001185031B1	발행일	2012-09-21
출원번호	KR102010000059600	출원일	2010-06-23
출원인	한국건설기술연구원		
국제특허분류(IPC)	E02D13/04   E02D13/00   E02D7/00		
발명의 명칭	낙하추진장치를 구비한 석션 앵커 말뚝 및 낙하추진장치를 이용한 석션 앵커 말뚝의 시공방법		
기술요약	<p>본 발명은 해상 구조물을 지지를 위하여 수중에 석션 앵커 말뚝을 시공함에 있어서, 석션 앵커 말뚝이 수중에 투입되어 해저면으로 낙하될 때 석션 앵커 말뚝의 하단부가 필요한 깊이로 해저면에 관입될 수 있도록, 프로펠러를 구비한 추진체를 포함하는 낙하추진장치를 석션 앵커 말뚝에 설치하여 낙하추진장치에 의해 해저면 방향으로 석션 앵커 말뚝에 추진력을 가함으로써, 충분한 해저면 관입깊이(penetration skirts)를 확보할 수 있도록 하는 낙하추진장치를 구비한 석션 앵커 말뚝 및 낙하추진장치를 이용한 석션 앵커 말뚝의 시공방법에 관한 것이다.</p>		
대표청구항	<p>중공(101)을 가지는 원통형 관부재로 이루어지되 하단부에서 상기 중공(101)은 개방되어 있고 중공(101)의 상부는 마감판(103)에 의해 폐쇄되어 있고 상기 마감판(103)에는 수중모터(102)가 구비되어 있는 구조를 가지고 있으며 해저면에 하단부가 놓이고 상기 수중모터(102)에 의해 중공(101) 내부의 물이 중공(101)의 외부로 배수되어 중공(101) 내부에 음압이 형성되면서 하단부가 해저면에 관입하게 되어 해저에 고정 설치되는 석션 앵커 말뚝(100)으로서, 상기 석션 앵커 말뚝(100)의 하단부가 해저면에 닿은 상태에서 석션 앵커 말뚝(100)에 대해 해저면 방향으로 추진되어 해저면 내부로 관입될 수 있도록, 후방으로 물을 밀어내어 전방으로의 추진력이 발생하게 되는 추진체(10)와, 상기 추진체(10)와 결합되어 있고 상기 석션 앵커 말뚝(100)의 상부에 착탈가능하게 결합되어 상기 추진체(10)가 석션 앵커 말뚝(100)에 구비되도록 하는 추진체 결합부재(20)를 포함하는 낙하추진장치(1)가, 상기 석션 앵커 말뚝(100)의 상부에 착탈가능하게 설치되어 있는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 석션 앵커 말뚝.</p>		
<b>대표도면</b>			
			

순번	13	기술분류	관입인발
발행번호	KR10001199348B1	발행일	2012-11-09
출원번호	KR102011000038356	출원일	2011-04-25
출원인	한국해양연구원		
국제특허분류(IPC)	E02D5/24   E02D5/72   E02D7/20		
발명의 명칭	관입용 선단 슈가 설치된 석션파일		
기술요약	<p>본 발명은 관입용 선단 슈가 설치된 석션파일에 관한 것으로, 석션파일(10)의 선단 외부나 내부 둘레에 밀착하여 견고히 결합설치되고, 해저지반의 단단한 토층을 파쇄하기 위해 하단은 톱날(21)의 형태로 이루어진 선단 슈(20)와; 상기 선단 슈(20)의 몸체에 일정개수 천공되어 있는 일정길이의 사선방향 슬라이드공(22), 및 상기 슬라이드공(22)을 통해 석션파일(10) 선단의 일정한 높이에 고정시켜 선단 슈(20)를 석션파일(10) 선단에 결합설치할 수 있도록 하는 체결구(30)를 포함하되, 석션/인발펌프(40)를 이용하여 석션파일(10)의 관입과 인발의 반복에 의한 석션파일(10)의 상하 움직임에 의해, 체결구(30)로 석션파일(10)에 설치되어 있고 사선방향의 슬라이드공(22)이 형성된 선단 슈(20)가 그 자중으로 해저지반에 놓인 상태에서 상기 슬라이드공(22)의 횡변위 범위내에서 좌우로 진동하는 것을 특징으로 함으로써, 시공시 석션펌프와 함께 활용되어 단단한 토층의 해저지반에도 관입이 원활히 이루어질 수 있게 하여 석션파일의 적용성과 시공성을 증대시킬 수 있는 효과가 있다.</p>		
대표청구항	<p>석션파일(10)의 선단 외부나 내부 둘레에 밀착하여 견고히 결합설치되고, 해저지반의 단단한 토층을 파쇄하기 위해 하단은 톱날(21)의 형태로 이루어진 선단 슈(20)와;상기 선단 슈(20)의 몸체에 일정개수 천공되어 있는 일정길이의 사선방향 슬라이드공(22), 및상기 슬라이드공(22)을 통해 석션파일(10) 선단의 일정한 높이에 고정시켜 선단 슈(20)를 석션파일(10) 선단에 결합설치할 수 있도록 하는 체결구(30)를 포함하되,석션/인발펌프(40)를 이용하여 석션파일(10)의 관입과 인발의 반복에 의한 석션파일(10)의 상하 움직임에 의해, 체결구(30)로 석션파일(10)에 설치되어 있고 사선방향의 슬라이드공(22)이 형성된 선단 슈(20)가 그 자중으로 해저지반에 놓인 상태에서 상기 슬라이드공(22)의 횡변위 범위내에서 좌우로 진동하는 것을 특징으로 하는 관입용 선단 슈가 설치된 석션파일.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	14	기술분류	관입인발
발행번호	KR10001184309B1	발행일	2012-09-21
출원번호	KR102011000113472	출원일	2011-11-02
출원인	한국기계연구원		
국제특허분류(IPC)	E02D7/00   E02D27/52   E02D23/02		
발명의 명칭	석션 파일의 시공 장치		
기술요약	<p>본 발명은 석션 파일의 시공 장치에 관한 것으로서, 해저 지반 내에 관입되는 석션 파일, 상기 석션 파일의 외부면에 설치되고, 상기 석션 파일의 내부와 외부 간에 압력차를 발생시킴으로써 상기 석션 파일의 내부 공간의 해수를 상기 석션 파일의 외부로 배출하는 석션 펌프 및 상기 석션 파일의 상부면에 설치되는 반력 장치를 포함하고, 상기 반력 장치는 해수에 대한 반력으로 상기 석션 파일을 해저 지반 내로 관입시키는 것을 특징으로 한다.</p>		
대표청구항	<p>해저 지반 내에 관입되는 석션 파일;상기 석션 파일의 외부면에 설치되고, 상기 석션 파일의 내부 공간의 해수를 상기 석션 파일의 외부로 배출하여 상기 석션 파일의 내부와 외부 간에 압력차를 발생시키는 석션 펌프; 및상기 석션 파일의 상부면에 설치되며, 해수에 대한 반력을 발생시키는 반력 장치; 를 포함하고,상기 반력 장치는,상기 석션 파일의 상부면에 고정되는 실린더와, 상기 실린더 내부에 마련되는 피스톤과, 상기 피스톤에 연결되어 상기 실린더 외부로 연장되는 피스톤 로드를 포함하는 액츄에이터와,상기 석션 파일의 상부에 마련되도록 상기 피스톤 로드의 일측에 연결되는 반력판을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 석션 파일 시공 장치.</p>		

대표도면

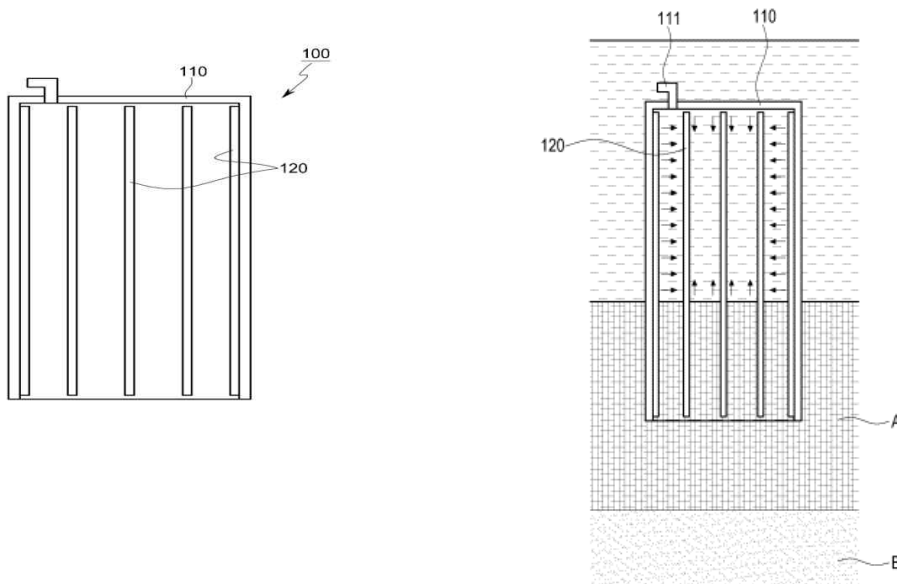


순번	15	기술분류	관입인발
발행번호	KR10001175206B1	발행일	2012-08-20
출원번호	KR102011000113506	출원일	2011-11-02
출원인	한국기계연구원		
국제특허분류(IPC)	E02D27/52   E02D7/22		
발명의 명칭	석션 파일의 시공 장치		
기술요약	<p>본 발명은 석션 파일의 시공 장치에 관한 것으로서, 해저 지반 내에 관입되는 석션 파일, 상기 석션 파일의 외부면에 설치되고, 상기 석션 파일의 내부와 외부 간에 압력차를 발생시킴으로써 상기 석션 파일의 내부 공간에 채워지는 해수를 상기 석션 파일의 외부로 배출하는 석션 펌프 및 상기 석션 파일의 측면에 마련되는 적어도 하나의 석션 파일 회전부를 포함하고, 상기 석션 파일 회전부는 해저 지반 내에 소정 깊이 관입된 상기 석션 파일을 연속적으로 또는 단속적으로 회전시킴으로써, 상기 석션 파일을 해저 지반 내로 관입시키는 것을 특징으로 한다.</p>		
대표청구항	<p>해저 지반 내에 관입되는 석션 파일;상기 석션 파일의 외부면에 설치되고, 상기 석션 파일의 내부와 외부 간에 압력차를 발생시킴으로써 상기 석션 파일의 내부 공간에 채워지는 해수를 상기 석션 파일의 외부로 배출하는 석션 펌프; 및상기 석션 파일의 측면에 마련되는 적어도 하나의 석션 파일 회전부; 를 포함하고,상기 석션 파일 회전부는 해저 지반 내에 소정 깊이 관입된 상기 석션 파일을 연속적으로 또는 단속적으로 회전시킴으로써, 상기 석션 파일을 해저 지반 내로 관입시키는 것을 특징으로 하는 석션 파일 시공 장치.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	16	기술분류	관입인발
발행번호	KR102015000052618A	발행일	2015-05-14
출원번호	KR102013000134283	출원일	2013-11-06
출원인	대우조선해양 주식회사		
국제특허분류(IPC)	E02D7/20   E02D27/52		
발명의 명칭	석션 파일		
기술요약	<p>본 발명은 석션 파일에 관한 것으로, 해저 지반에 실질적으로 관입되는 측벽 부재를 다중 격벽 구조로 형성함으로써, 석션 파일의 크기를 증가시키지 않는 방식으로 측벽 부재와 해저 지반과의 접촉 면적을 증가시켜 마찰력 및 인발 저항력을 향상시켜 안정적인 고정력을 유지할 수 있고, 자중에 의한 초기 관입 과정에서 석션 파일의 내부 공간에 저장된 해수가 외부 유출될 수 있도록 측벽 부재에 초기 압력 배출구를 형성함으로써, 자중에 의한 초기 관입 과정에서 석션 파일에 대한 관입 저항이 발생하지 않아 원활하게 관입될 수 있는 석션 파일을 제공한다.</p>		
대표청구항	<p>별도의 흡입 펌프를 통해 내부 공간을 흡입함에 따라 해저 지반에 관입되는 석션 파일에 있어서, 중공 파이프 형태로 형성되어 해저 지반에 관입되는 측벽 부재; 및 상기 측벽 부재의 상단을 폐쇄하도록 상기 측벽 부재의 상단에 배치되는 천장 부재를 포함하고, 상기 측벽 부재는 다중 격벽 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 석션 파일.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	17	기술분류	관입인발
발행번호	KR102015000105083A	발행일	2015-09-16
출원번호	KR102014000027286	출원일	2014-03-07
출원인	한국해양과학기술원		
국제특허분류(IPC)	E02D7/20   E02D27/52		
발명의 명칭	다층 지반의 관입을 위한 석션파일		
기술요약	<p>다층 지반 관입을 위한 석션파일에 관한 것으로,상단이 밀폐되고 하단이 개방된 통형의 파일 본체; 상기 파일본체의 내부에 설치되어 모래층과 같은 투수 지반에 포함된 물을 흡입, 배출할 수 있도록 하는 석션배관;을 포함하는 기술 구성을 통하여파일본체의 하부에 석션압력을 전달할 수 있도록 하는 것에 의해 투수 지반의 포함된 물을 외부로 배출하면서 다층 지반에 대한 석션파일의 원활한 관입을 도모할 수 있게 되는 것이다.</p>		
대표청구항	<p>상단이 밀폐되고 하단이 개방된 통형의 파일본체(110);상기 파일본체(110)의 내부에 설치되어 모래층과 같은 투수 지반에 포함된 물을 흡입, 배출할 수 있도록 하는 석션배관(120);을 포함하는 것을 특징으로 하는 다층 지반 관입을 위한 석션파일.</p>		

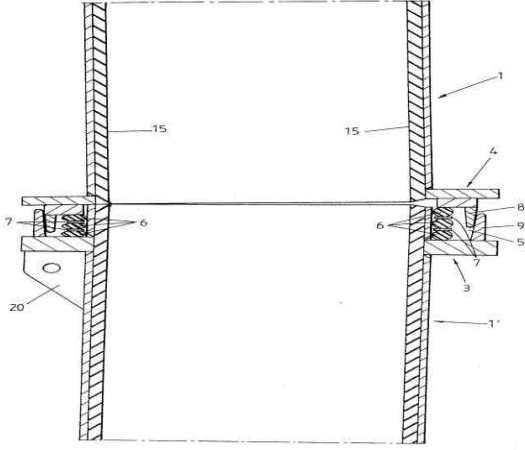
대표도면



순번	18	기술분류	관입인발
발행번호	KR10001443598B1	발행일	2014-09-23
출원번호	KR102014000041417	출원일	2014-04-07
출원인	한국건설기술연구원   대림산업 주식회사		
국제특허분류(IPC)	E02D19/02		
발명의 명칭	석션압을 이용한 수중 가시시설물 시공방법		
기술요약	<p>본 발명은 대단면의 강관을 수중 가시시설물로서 이용하도록 대단면의 강관을 해저 지반에 설치하여 시공하되, 강관을 해저 지반에 설치할 때, 석션압에 의해 강관이 해저 지반에 관입되도록 함으로써, 항타 등이 없이도 대구경의 강관을 용이하게 수중에 설치하여 가물막이 또는 수상 작업대로서 활용할 수 있게 함과 동시에, 가시시설물로서의 강관의 용도가 종료된 후에는, 다시 강관 내부의 압력 증가 및 그에 따른 인발력 작용에 의해 강관을 용이하게 해저 지반으로부터 인발하여 철거할 수 있게 하는 석션압을 이용한 수중 가시시설물 시공방법, 및 이를 위하여 상, 하부 관부재를 수밀한 상태로 견고하고 용이하게 분리 결합할 수 있는 관 접속부재를 이용한 관 부재 연결구조에 관한 것이다.</p>		
대표청구항	<p>강관(1)의 상부에 덮개(2)를 결합하여 강관(1)의 상부는 덮개(2)에 의해 폐쇄되고 강관(1)의 하단은 개방된 형태의 조립체(200)를 수중에 투입하여 해저 지반면에 설치하는 단계; 강관(1) 내부를 배수시켜 강관(1) 내에 음압(陰壓)을 형성하여, 외부의 수압에 의해 강관(1)의 하단이 해저 지반(100)으로 관입되게 하는 단계; 덮개(2)를 제거하는 단계; 및 수중 가시시설물로서의 강관(1)의 사용이 종료된 후에는, 강관(1)에 덮개(2)를 다시 재조립하고, 강관(1)과 덮개(2)가 재조립되어 만들어진 조립체(200)의 내부 공간에 공기 또는 유체를 다시 주입하여 조립체(200)의 내부 압력을 증가시켜서 강관(1)을 해저 지반으로부터 인발하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 가시시설물의 시공방법.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	19	기술분류	관입인발
발행번호	KR10001453737B1	발행일	2014-10-23
출원번호	KR102014000083602	출원일	2014-07-04
출원인	주식회사 언딘		
국제특허분류(IPC)	E02D7/24		
발명의 명칭	선단 분사식 해저 지반 관입 케이싱		
기술요약	<p>본 발명은 해저 지반에 기립상태로 하부가 관입되는 관체(管體)로서, 관체 내부에 평면상 외부와 격리된 작업 공간을 형성하여, 각종 해양 공사의 안정적인 수행이 가능하도록 하는 해저 지반 관입 케이싱(casing)(10)에 관한 것으로, 케이싱(10)과 평행한 다수의 분사관(20)이 케이싱(10)의 내주면에 밀착 설치되고, 케이싱(10) 내부에는 흡출관(40)이 설치되어, 분사관(20)을 통하여 고압의 유체(流體)가 분사됨에 따라 케이싱(10) 직하부 지반이 교란되어 케이싱이 침설되고 교란된 반액반고상(半液半固狀)의 지반은 흡출관(40)을 통하여 케이싱(10) 외부로 흡입 및 배출되는 것이다. 본 발명을 통하여, 해저 지반 관입 케이싱(10)의 원활하고 안정적인 침설이 가능할 뿐 아니라, 관입과정에서 액상화(液狀化)된 해저 지반으로 인하여 케이싱(10) 내부에 형성되는 혼탁물을 케이싱(10) 외부로 신속하게 배제함으로써, 관입 중 케이싱(10)의 주면마찰(周面摩擦)을 최소화하는 물론 침설된 케이싱(10)의 내부 혼탁을 방지할 수 있다.</p>		
대표청구항	<p>해저 지반에 관입되는 케이싱(casing)(10)으로서, 케이싱(10)의 상부 및 하부는 개방되고, 케이싱(10)과 평행한 다수의 분사관(20)이 케이싱(10)의 내주면에 밀착 설치되며, 케이싱(10)의 상부에는 분사관(20)이 연결되고 주입구(31)가 형성된 환형관(30)이 설치되고, 분사관(20) 하단의 분사구는 케이싱(10)의 하단부에 위치되며, 케이싱(10) 내부에는 하단의 유입구가 케이싱(10)의 하부에 위치되는 흡출관(40)이 설치되며, 흡출관(40)의 하부에는 구동관(50)이 연결되고, 구동관(50)의 말단부는 흡출관(40)을 관통한 후 절곡되어 흡출관(40) 내부에 상방(上方)을 향하는 분출부(52)가 형성되며, 환형관(30)의 주입구(31)로 고압의 유체(流體)가 주입됨에 따라 분사관(20)을 통하여 압송된 유체가 분사관(20) 하단의 분사구로 고압 분사되어 케이싱(10) 직하부 해저 지반이 교란되면서 케이싱(10)이 침설되고, 구동관(50)을 통하여 압송된 고압의 유체가 흡출관(40)내 분출부(52)를 통하여 분출됨에 따라 흡출관(40) 내부에 상향류(上向流)가 형성됨으로써, 케이싱(10) 내부 혼탁물이 흡출관(40)을 통하여 케이싱(10) 외부로 흡입 및 배출되는 선단 분사식 해저 지반 관입 케이싱에 있어서, 케이싱(10) 하부의 분사관(20) 접합부위에는 케이싱(10) 외부와 분사관(20) 내부를 연통하는 통공(25)이 천공되고; 통공(25) 주변의 케이싱(10) 외주면에는 유도홈(15)이 요입(凹入) 형성되어; 분사관(20)으로 압송된 유체가 통공(25)으로 분출된 후 유도홈(15)을 경유하여 케이싱(10) 외주면으로 확산됨을 특징으로 하는 선단 분사식 해저 지반 관입 케이싱.</p>		
<b>대표도면</b>			

단면	20	기술분류	관입인발
발행번호	US008021082B2	발행일	2011-09-20
출원번호	US100000120374738	출원일	2007-07-16
출원인	Technip France		
국제특허분류(IPC)	E02D7/20		
발명의 명칭	Suction pile suitable for shallow depths		
기술요약	<p>A suction pile comprising a cylindrical wall and a piston that is movable inside the cylindrical wall. The cylindrical wall has one suction end suitable for sinking into an ocean floor. The piston delimits two chambers, one being able to be filled with water. The suction pile includes a pump for extracting the water from the one chamber and for causing the sinking of the suction end. The pump comprises a device for stopping the piston while the cylindrical wall has one water intake end to allow water to enter into the other chamber. The piston is alternatively stopped and driven in movement as the suction end sinks.</p>		
대표청구항	<p>1. A suction pile configured to be sunk into a seabed surmounted with water, and the water has a seabed hydrostatic pressure in the vicinity of the seabed, the suction pile comprising a cylindrical wall, a piston within the wall and that is movable inside the cylindrical wall, the cylindrical wall having an open suction end configured to be sunk into the seabed, the piston delimiting in a sealed manner two opposite chambers, one of the chambers extends between the suction end and the piston and is configured to be filled with water when the suction end is placed against the seabed, the suction pile also comprising a pump configured for extracting water contained in the one chamber and for causing the suction end to sink into the seabed; a device configured for immobilizing the piston relative to the cylindrical wall, while the cylindrical wall has a water-entry end opposite to the suction end relative to the piston, in order to allow entry of water at hydrostatic pressure into the other chamber; the piston is alternatively immobilized.</p>		
대표도면			

순번	21	기술분류	조립해체
발행번호	EP000668211B1	발행일	1998-07-29
출원번호	EP101995000200266	출원일	1995-02-06
출원인	Roda Shipping Limited   "Dredging International"   Tideway B.V.		
국제특허분류(IPC)	B63B35/30   B63B27/28		
발명의 명칭	Fall pipe		
대표청구항	<p>A fall pipe for dumping materials, in particular stones, onto a bottom situated under water, characterised in that it is mainly composed of a series of tubular elements (1, 1') piled up onto one another and supported by at least two cables (2), said tubular elements (1) being arranged at both ends to fit against a corresponding tubular end of an adjacent tubular element (1') of said series, each of said elements (1, 1') comprising two flanges (3, 4), one of said flanges being arranged at the end of the tubular element (1) whereas the other is at a small distance of the opposite end of the tubular element (1') so as to allow forming an annular space (5) wherein at least one resilient sealing ring (6) is applied between said flanges (3, 4).</p>		
<b>대표도면</b>			
 <p style="text-align: center;"><i>Fig. 1</i></p>			

순번	22	기술분류	조립해체
발행번호	JP1997000119132A	발행일	1997-05-06
출원번호	JP101995000277748	출원일	1995-10-25
출원인	다이도 콘크리트공업 주식회사   신토크 공업 주식회사   일본 고압 콘크리트 주식회사   마에타세칸 주식회사		
국제특허분류(IPC)	E02D5/24   E04B1/58   E04C3/32		
발명의 명칭	강철 제품 원주체의 이음새 구조 및 접속 방법		
기술요약	<p>(57) 【요약】 【과제】 현장에 있어서의 용접 접합 작업을 배제한 테이퍼 억압에 의한 무용점 이음새를, 고기가 싱겁기 때문에 깊은 홈을 마련하는 것이 곤란하고, 강한 억압에 의해 접합부에 좌 굴을 일으킬 우려가 있는 강관말쪽의 특성에 합치하도록(듯이) 개선한다. 【해결 수단】 접속해야 할 강관말쪽 1 a, 1 b의 긴 방향 단부 외주면에 다수의 매끄러운 파형 단면이 얇은 환상 홈 3을 마련해 이것에 밀착하는 환상돌조 11을 내주면에 가져 축방향 원추 테이퍼 12를 외주면에 가져 축방향 슬릿을 마련한 슬리브 10을 끼어 이 슬리브 10의 외경에 원추 테이퍼 21에 의해 슬리브 10을 단단히 조이는 고정 링 20을 갖추었다.</p>		
대표청구항	<p>접속해야 할 강철 제품 원주체의 긴 방향 단부 외주면에 다수의 매끄러운 파형 단면의 환상 홈을 갖추어 해환상 홈에 밀착하는 환상돌조를 내주면에 가져 축방향 원추 테이퍼를 외주면에 가져 원주체 접속부에 외강 해 원추의 일부를 축방향 슬릿장에 결손한 슬리브를 갖추어 해슬리브에 외강 해 전기 원추 테이퍼와 계합하는 내주 원추 테이퍼를 가지는 고정 링을 갖춘 것을 특징으로 하는 강철 제품 원주체의 이음새 구조.</p>		
<b>대표도면</b>			

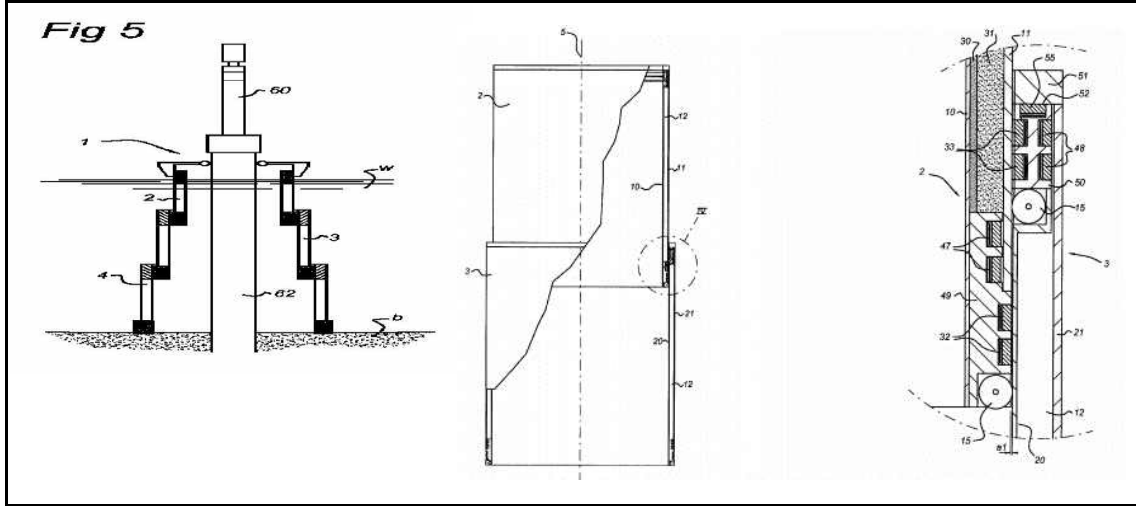
순번	23	기술분류	조립해체
발행번호	JP2005000048493A	발행일	2005-02-24
출원번호	JP102003000282525	출원일	2003-07-30
출원인	고요건설 주식회사		
국제특허분류(IPC)	E02D37/00   E02D31/06 / E01D19/02   E01D22/00		
발명의 명칭	건식 작업함 및 그 설치 방법		
기술요약	<p>[abstract] 【과제】 수심의 변화나 착석면의 불룩에 대응할 수 있어 전용 가능하고 한편 지수성이 뛰어난 건식 작업함 및 그 설치 방법을 제공하는 것이다. 【해결 수단】 건식 작업함 1은, 한 벌의 평면 오목형의 함체 2, 3이 마주 보게 되어 접합되어 뿐의 함체 2의 접합 단부의 내외면에 돌설 한 강합부 9에, 한편의 함체 3의 접합 단부의 내외면에 돌설 한 강합 돌기 8이 박아 넣어져 강합부 9는 2개의 가이드편 10이 상하에 대향해, 후단측으로부터 전단 측에 향해 점차 대폭에 형성되어 강합 돌기 8은 강합부 9에 박아 넣을 수 있도록(듯이) 첨단측으로부터 후단 측에 향해 점차 대폭이 되어 있다.</p>		
대표청구항	<p>[Claim 1] 한 벌의 평면 오목형의 함체가 마주 보게 되어 접합되어한편의 함체의 접합 단부의 내외면에 돌설 한 강합부에한편의 함체의 접합 단부의 내외면에 마련한 강합 돌기가 박아 넣어져강합부는 2개의 가이드편이 상하에 대향해후단측으로부터 전단 측에 향해 점차 대폭에 형성되어강합 돌기는 강합부에 박아 넣을 수 있도록(듯이) 첨단측으로부터 후단 측에 향해 점차 대폭이 되어 있는 것을 특징으로 하는 건식 작업함.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	24	기술분류	조립해체
발행번호	JP2011000196053A	발행일	2011-10-06
출원번호	JP102010000062386	출원일	2010-03-18
출원인	고요건설 주식회사		
국제특허분류(IPC)	E02B17/04   E02D27/14   E02B3/06		
발명의 명칭	그라우토 주입 시공 방법, 이 시공 방법을 이용한 부두 시공 방법 및 이 시공 방법으로 적용 가능한 기초말뚝 고정 구조		
기술요약	<p>【과제】 기초말뚝과 피부착부와의 틈(간격)에 주입하는 그라우토에 대해 수중에서 시공하는 것에 의한 품질 저하를 방지하는 것과 동시에, 시공 기간을 짧고 성과 효율적으로 실시할 수 있는 그라우토 주입 시공 방법, 이 시공 방법을 이용한 부두 시공 방법 및 이 시공 방법으로 적용 가능한 기초말뚝 고정 구조를 제공한다. 【해결 수단】 이 그라우토 주입 시공 방법은, 타설된 기초말뚝 1에 가호성 튜브 11 및 지수뚜껑 12을 다는 공정과 기초말뚝에 고정시킬 수 있었던 피부착부 3의 하단 16에 지수뚜껑을 접촉시켜, 가호성 튜브를 지수뚜껑의 아래쪽 면 근방에 위치시키는 공정과 가호성 튜브를 공기 충전에 의해 팽창시켜 기초말뚝과 지수뚜껑의 아래쪽 면 14과에 꼭 누르는 것으로 피부착부의 하단과 지수뚜껑과의 사이 및 기초말뚝과 피부착부와의 사이를 지수 구조로 하는 공정과 피부착부와 기초말뚝과의 사이의 물을 배출하는 공정과 취피부와 기초말뚝과의 사이에 그라우토를 주입하는 공정을 포함한다.</p>		
대표청구항	<p>타설된 기초말뚝에 가호성 튜브 및 지수뚜껑을 다는 공정과 전기 기초말뚝에 고정시킬 수 있었던 피부착부의 하단에 전기 지수뚜껑을 접촉시켜, 전기 가호성 튜브를 전기 지수뚜껑의 아래쪽 면 근방에 위치시키는 공정과 전기 가호성 튜브를 공기 충전에 의해 팽창시켜 전기 기초말뚝과 전기 지수뚜껑의 아래쪽 면과에 꼭 누르는 것으로 전기피부착부의 하단과 전기 지수뚜껑과의 사이 및 전기 기초말뚝과 전기피부착부와의 사이를 지수 구조로 하는 공정과 전기피부착부와 전기 기초말뚝과의 사이의 물을 배출하는 공정과 전기취피부와 전기 기초말뚝과의 사이에 그라우토를 주입하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 그라우토 주입 시공 방법.</p>		
대표도면			

순번	25	기술분류	조립해체
발행번호	JP2011000214310A	발행일	2011-10-27
출원번호	JP102010000083302	출원일	2010-03-31
출원인	J F E 스틸 주식회사   J F E 시빌 주식회사		
국제특허분류(IPC)	E02D5/24		
발명의 명칭	착탈식 가이드 치구 및 그것을 이용한 강관말쪽의 건포함 방법		
기술요약	<p>【과제】 강관말쪽의 건포함시의 강관말쪽끼리를 접속하기 위한 위치 결정용의 치구이며, 강관말쪽에 미리 가공을 할 필요가 없고, 반복의 사용을 할 수 있어 또 다른 강관지름이어도 범용적으로 사용할 수 있는 착탈식 가이드 치구를 제공한다. 【해결 수단】 중심판과 적어도 그 한 면에 부설 한 지지 부재를 갖추는 착탈식 가이드 치구이며, 중심판은 해하 강관말쪽에 대해 접하는 면과 해면에 이어 뒷쪽 외측에 펼쳐지는 경사면을 가지고 있어 지지 부재는, 적어도 1 개의 자석과 적어도 1 매의 요크로서의 금속판을 가져 하 강관말쪽에 대한 흡착 기능을 갖추어 게다가 중심판과 지지 부재의 고정 수단을 갖추고 있다.</p>		
대표청구항	<p>강관말쪽의 건포함에 즈음해, 상하 강관말쪽을 용접해 접합하기 위해서 상 강관말쪽을 하 강관말쪽에 대해서 위치 맞춤 하는 가이드 치구이며, 중심판과 적어도 그 한 면에 부설 한 지지 부재를 갖추어 해중심판은 해하 강관말쪽에 대해 접하는 면과 해면에 이어 뒷쪽 외측에 펼쳐지는 경사면을 가져, 해지지 부재는, 적어도 1 개의 자석과 적어도 1 매의 요크로서의 금속판을 가져, 한편 하 강관말쪽에 대한 흡착 기능을 갖추어 게다가 해중심판과 해지지 부재의 고정 수단을 갖추는 것을 특징으로 하는 착탈식 가이드 치구.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	26	기술분류	조립해체
발행번호	JP2013000508574A	발행일	2013-03-07
출원번호	JP102012000534136	출원일	2010-10-08
출원인	아이에이치시호-랜드생산관리공학비.부이.		
국제특허분류(IPC)	E02D13/00 / E02D13/04		
발명의 명칭	상자 파이프 섹션의 어셈블리		
기술요약	<p>본 발명은, 물의 액위(w)보다 아래에 배치된 음원(6 2)으로부터 생기는 액체의 잡음 진동을 수동적으로 감소시키기 위한 장치에 관한.이 장치는, 음원의 주위에 배치되도록(듯이) 설계된 차음 파이프(1)를 구비해, 이 파이프는, 상자식에 연신 가능한 동시에 끌어 들어 가능한 복수의 파이프 섹션(2, 3, 4)과 연신 위치와 끌어 들어 위치와의 적어도 한편, 적어도 1개의 제 1 및 1개의 제 2의 파이프 섹션을 서로 달기 위한 고정 수단을 가진다.고정 수단은, 개시 위치에서 파이프 섹션의 상호 이동을 주어 한편, 고정 위치에서 파이프 섹션을 서로 달도록(듯이) 설계되고 있다.고정 수단은, 제 1 및 제 2의 파이프 섹션(2, 3)을, 고정 위치에서 실질적으로 음향적으로 분리해 유지하도록(듯이) 설계되고 있다.</p>		
대표청구항	<p>물의 액위보다 아래에 배치된 음원으로부터 생기는 액체의 잡음 진동을 수동적으로 감소시키기 위한 장치이며, 이 장치는, 전기 음원의 주위에 배치되도록(듯이) 설계된 차음 파이프를 구비해, 전기 파이프는, 상자식에 연신 가능한 동시에 끌어 들어 가능한 복수의 파이프 섹션과 연신 위치와 끌어 들어 위치와의 적어도 한편, 적어도 1개의 제 1의 파이프 섹션 및 1개의 제 2의 파이프 섹션을 서로 달기 위한 고정 수단을 가져, 전기 고정 수단은, 개시 위치에서 전기 파이프 섹션의 상호 이동을 주어 한편, 고정 위치에서 전기 파이프 섹션을 서로 달도록(듯이) 설계되고 있어 전기 고정 수단은, 전기 제 1 및 제 2의 파이프 섹션을, 전기 고정 위치에서 실질적으로 음향적으로 분리해 유지하도록(듯이) 설계되고 있는 장치.</p>		

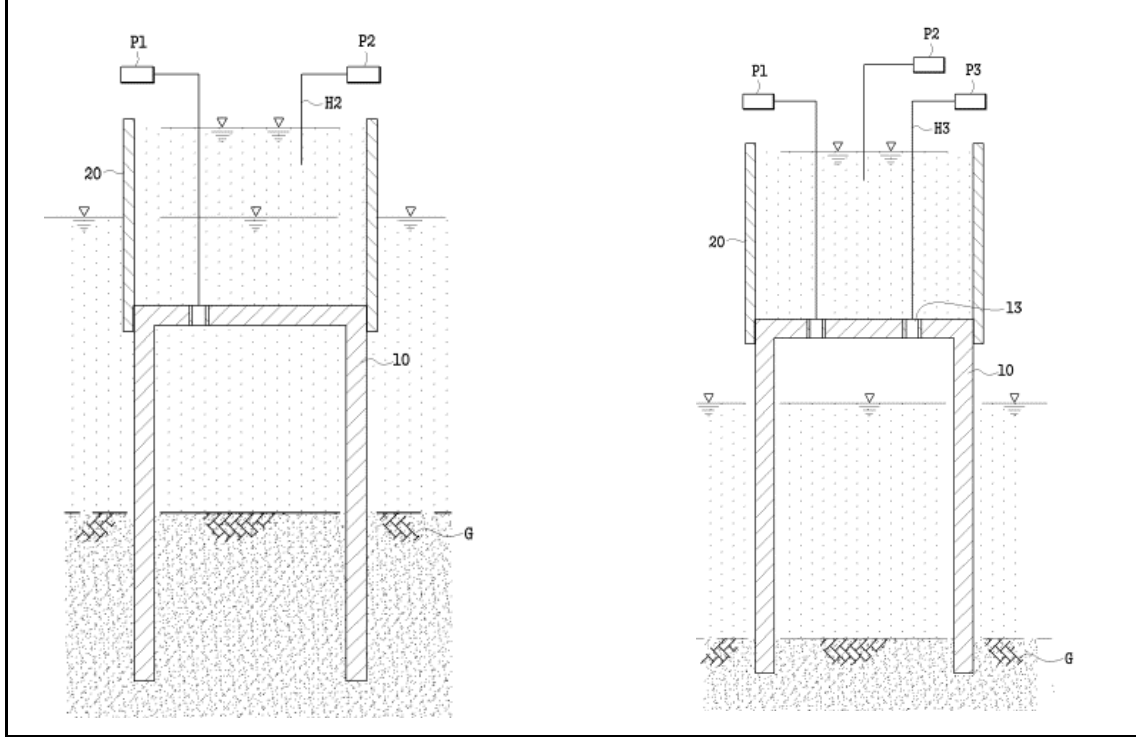
**대표도면**



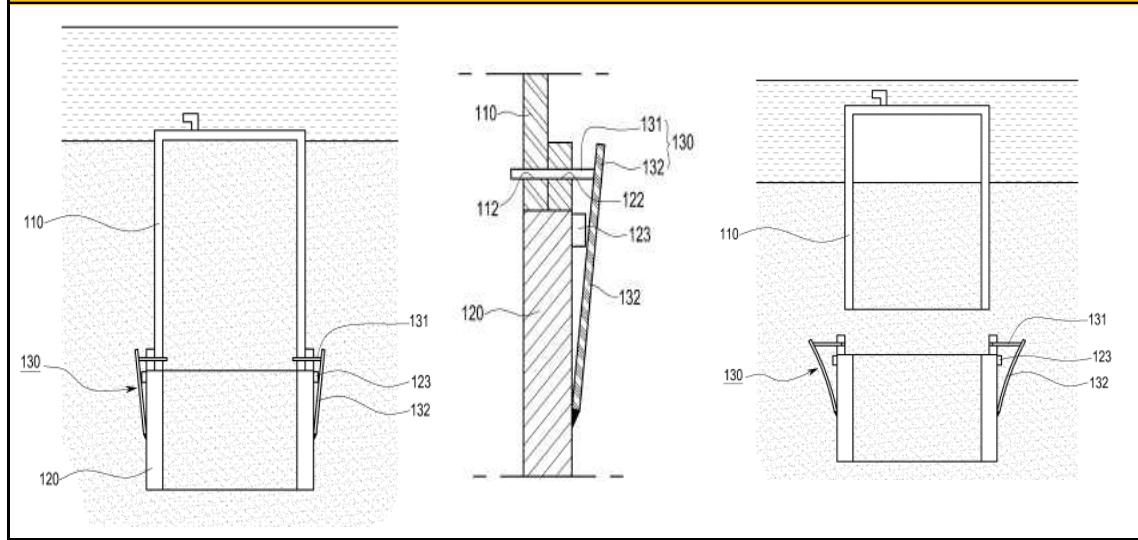


순번	28	기술분류	조립해체
발행번호	KR10001462095B1	발행일	2014-11-17
출원번호	KR102013000052270	출원일	2013-05-09
출원인	한국해양과학기술원		
국제특허분류(IPC)	E02D27/52   E02D7/20		
발명의 명칭	얕은 수심에서의 석션 파일의 관입 방법		
기술요약	<p>본 발명은 석션 파일이 설치될 해역의 수심이 석션 파일의 높이보다 얕은 경우에 적용할 수 있는 얕은 수심에서의 석션 파일의 관입 방법에 관한 것이다. 본 발명은, (a) 석션 파일을 해저 지반에 안착시켜 석션 파일의 자중에 의해 석션 파일의 하단부를 해저 지반에 관입하는 단계와, (b) 상기 (a)단계 후 석션 파일의 상부가 해수면 위로 노출된 상태일 때 석션 파일의 상부 측에 수조를 결합하고 이 수조에 급수하여 사하중에 의해 석션 파일의 상부가 해수면 밑으로 침하할 때까지 석션 파일을 관입하는 단계와, (c) 상기 석션 파일의 상부 측으로부터 수조를 제거하고 석션 파일의 내부에 석션압을 가하여 석션 파일을 해저 지반에 완전히 관입하는 단계를 포함하여 이루어지는 얕은 수심에서의 석션 파일의 관입 방법을 제공한다.</p>		

**대표도면**



순번	29	기술분류	조립해체
발행번호	KR102015000105082A	발행일	2015-09-16
출원번호	KR102014000027285	출원일	2014-03-07
출원인	한국해양과학기술원		
국제특허분류(IPC)	E02D7/20   E02D27/52		
발명의 명칭	석션매입 앵커 자동분리장치		
기술요약	<p>석션매입 앵커 자동분리장치에 관한 것으로, 상단이 밀폐되고, 하단이 개방된 통형의 석션파일; 상기 석션파일의 직경과 대응되는 통형으로, 상기 석션파일의 하단에 분리 가능하게 설치되는 앵커; 상기 석션파일과 앵커를 일체로 결합하는 동시에 상기 앵커로부터 석션파일을 자동 분리하는 자동분리수단;을 포함하는 기술 구성을 통하여 석션파일과 앵커를 간편하게 접속할 수 있게 되고, 지중 관입된 석션파일을 인발하는 과정에서 앵커를 자동으로 분리할 수 있게 되는 것이다.</p>		
대표청구항	<p>상단이 밀폐되고, 하단이 개방된 통형의 석션파일(110);상기 석션파일(110)의 직경과 대응되는 통형으로, 상기 석션파일(110)의 하단에 분리 가능하게 설치되는 앵커(120);상기 석션파일(110)과 앵커(120)를 일체로 결합하는 동시에 상기 앵커(120)로부터 석션파일(110)을 자동 분리하는 자동분리수단(130);을 포함하는 것을 특징으로 하는 석션매입 앵커 자동분리장치.</p>		
<b>대표도면</b>			



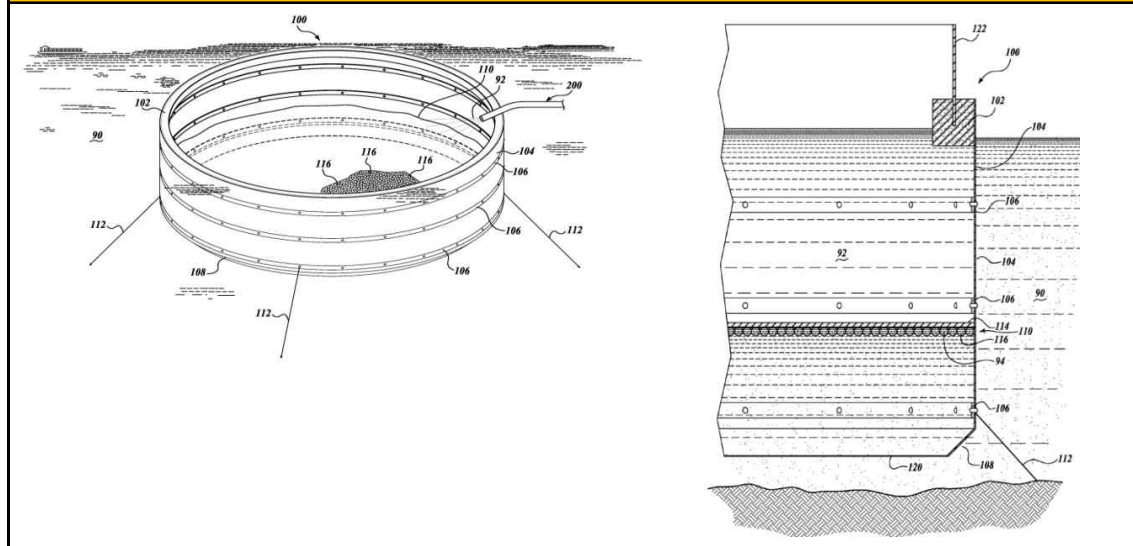
순번	30	기술분류	조립해체
발행번호	US005938375A	발행일	1999-08-17
출원번호	US10000080992261	출원일	1997-12-17
출원인	Sevonson Environmental Services, Inc.		
국제특허분류(IPC)	E02D5/02   B63B35/03		
발명의 명칭	Method of sealing joints between adjacent sheet piling sections to form a continuous barrier and barriers formed using said method		
기술요약	<p>A method and device for sealing the joint formed by the connection of adjacent sheet piling sections. Prior to installation in the ground, a housing having an open side is attached near the edge of a sheet piling section. A barrier is inserted between the open side of the housing and the sheet piling section and a sealant material is added to the housing. After the sheet piling section and the attached housing are installed in the ground, the barrier is removed and the sealant material contacts the joint to form a watertight seal.</p>		
대표청구항	<p>1. A method of sealing a connection between a first sheet piling section and a second sheet piling section, wherein said second sheet piling section comprises a first side edge which connects to said first sheet piling section to form an interlocking joint, and wherein said method comprises: installing said first sheet piling section in the ground; attaching a housing comprising an interior wall, an exterior wall, an open top end, a closed bottom end and an open side to said second sheet piling section, wherein said housing extends beyond said first side edge of said second sheet piling section; placing a barrier between said open side of said housing and said second sheet piling section; adding a sealant material to said housing; installing said second sheet piling section and said housing in the ground; and removing said barrier; wherein said sealant material contacts said first and second sheet piling sections and said interlocking joint to form a seal between said first and second sheet piling sections.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	31	기술분류	조립해체
발행번호	US006484451B1	발행일	2002-11-26
출원번호	US10000090766795	출원일	2001-01-22
출원인	United Concrete Products, Inc.		
국제특허분류(IPC)	E02D29/12		
발명의 명칭	Stackable riser resistant to soil movement		
기술요약	<p>A stackable riser having a substantially smooth outer surface has a first open end defined by an edge and a second open end defined by a pair of adjacent channels, so that the edge defining the first open end of a first riser can mate with one of the channels defining the second open end of a second riser. A detachable anchor tab extends radially from the outer surface about the circumference of the riser. A plurality of risers can be stacked one on top of another, with, for example, the bottommost riser embedded in concrete and the risers above it embedded in soil. Preferably, the anchor tab of the bottommost riser remains attached to the riser and the anchor tab of the risers above it is removed.</p>		
대표청구항	<p>1. A stackable riser forming a passageway there through, comprising: a continuous side wall having an open first end portion facing in a first direction, an open second end portion facing in a second direction opposite from said first direction, an intermediate portion interconnecting said first and second end portions, and an inner surface and an outer surface; a shoulder on the outer surface of said side wall, said shoulder facing in said first direction and being spaced from said first end portion, wherein said outer surface includes a recess between said shoulder and said first end portion, said shoulder and said recess being shaped to receive the side wall of the second end portion of another riser; a channel on said second end portion, said channel being defined by said side wall and a middle wall member attached to said side wall, said middle wall member being spaced from said inner surface of said side wall, and said channel being shaped to receive a first end portion of another riser; and an anchor tab detachably attached to said outer surface of said side wall, said anchor tab protruding outwardly away from the riser and being adapted for being embedded in surrounding material.</p>		
<b>대표도면</b>			

단면	32	기술분류	조립해체
발행번호	US2010000189503A1	발행일	2010-07-29
출원번호	US100000120656416	출원일	2010-01-28
출원인			
국제특허분류(IPC)	E02D19/04		
발명의 명칭	Coffer dam for servicing marine structures		
기술요약	<p>A coffer dam for use in maintenance and repair of support pylons for marine structures such as piers, wharfs, and drilling platforms. Insulated bottom, side walls and roof members form an enclosure that can be heated, or cooled, to provide a good work environment and can protect against undesirable condensation that could adversely effect chemicals and coating materials. A grated floor member allows for debris to be collected and a vacuum system is used for proper disposal, and an improved seal protects against water leaking into the enclosure.</p>		
대표청구항	<p>1. A coffer dam for use in providing maintenance and repair of a support member for a marine platform, said coffer dam comprising a plurality of wall segments, a bottom portion and segmented roof portions for creating a closed work space enclosed by said wall segments, means for securing said segments together about the support member, and sealing means below said coffer dam for keeping water from entering into said enclosed work space.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	33	기술분류	조립해체
발행번호	US008322294B2	발행일	2012-12-04
출원번호	US100000120980029	출원일	2010-12-28
출원인			
국제특허분류(IPC)	B65D88/78		
발명의 명칭	Offshore fresh water reservoir		
기술요약	<p>An offshore fresh water reservoir disposed a distance from the mouth of a river. The reservoir includes a flotation portion in the salt sea that supports a downwardly extending tubular skirt that defines a barrier. A transverse intermediate-density interface having a bulk density greater than fresh water and less than salt water is provided. The interface floats on the salt water and sinks in fresh water. In an embodiment the interface includes a plurality of balls filled with a liquid having a density corresponding to a mixture of salt water and fresh water. The reservoir is anchored in position, and includes a pumping means. In a reservoir system a curtain assembly directs the fresh water effluent to a floating blanket assembly, which further directs the effluent to a pipe that transports the effluent to the reservoir.</p>		
대표청구항	<p>15. A fresh water reservoir configured to be located in the sea, the reservoir comprising: an annular flotation member; a flexible curtain having a top end fixed to the annular flotation member and a bottom end adapted to be anchored to a sea floor, the flexible curtain enclosing a tubular volume that is open at the top and bottom; a density interface assembly disposed in the tubular volume, wherein the density interface assembly is positively buoyant in the sea and is negatively buoyant in fresh water.</p>		

**대표도면**



순번	34	기술분류	조립해체
발행번호	US008888414B2	발행일	2014-11-18
출원번호	US10000130686453	출원일	2012-11-27
출원인	Keystone Engineering, Inc. / Keystone Engineering, Inc.		
국제특허분류(IPC)	E02D5/48		
발명의 명칭	Grouted cylindrical connection utilizing bearing surfaces for offshore monopile foundations		
기술요약	<p>A grouted cylindrical connection utilizing bearing surfaces can be used with conventional transition-monopile foundations to connect the large diameter cylindrical shaped monopile to the larger diameter cylindrical shaped transition section which includes appurtances. The grouted cylindrical connection includes a cylindrical shaped monopile, a cylindrical shaped transition section receiving the monopile, an annulus being formed between the monopile and the transition section, and first and second bearing elements disposed in the annulus. The first bearing element is attached to the transition section and the second bearing element is attached to the monopile. The annulus is filled with grout to transmit force and moment between the transition section and the monopile through grout between the first and second bearing elements.</p>		
대표청구항	<p>1. A grouted cylindrical connection comprising a cylindrical shaped monopile; a cylindrical shaped transition section receiving the monopile, an annulus being formed between the monopile and the transition section; and first and second bearing elements disposed in the annulus, the first bearing element being attached to the transition section and the second bearing element being attached to the monopile, wherein the annulus is filled with grout to transmit force and moment between the transition section and the monopile through grout between the first and second bearing elements, and the first bearing element is a half pipe filled with grout rolled to a radius of an inner wall of the transition section and the second bearing element is a half pipe filled with grout rolled to a radius of an outer wall of the monopile.</p>		
<b>대표도면</b>			

단면	35	기술분류	차수배수
발행번호	JP2015000034430A	발행일	2015-02-19
출원번호	JP102013000166196	출원일	2013-08-09
출원인	OHBAYASHI CORP		
국제특허분류(IPC)	E02D27/52   E02D5/80   E02D27/32   E02B3/12   E02B3/06   E01D19/02   B63B21/27		
발명의 명칭	SUCTION STRUCTURE		
기술요약	<p>PROBLEM TO BE SOLVED: To secure sufficient pull-out resistance even for the sand ground</p> <p>.SOLUTION: A suction anchor 1 comprises a cylindrical peripheral wall part 3 and a top plate part 2 which closes one end thereof, and while the cylindrical peripheral wall part 3 is formed cylindrically, and the top plate part 2 is formed circularly. A drain hole 5 is formed in the top plate part 2, and water spreading in the inside space 6 enclosed with the cylindrical peripheral wall part 3 and top plate part 2 can be drained by connecting a tip of a suction hose 7 to the drain hole and also placing a suction pump (not illustrated) connected to a base end side thereof in operation. A flange-like projection 4 as a projection part is extended outward at the other end of the cylindrical peripheral wall part 3, namely, at the end on the opposite side from the top plate part 2.</p>		
<b>대표도면</b>			

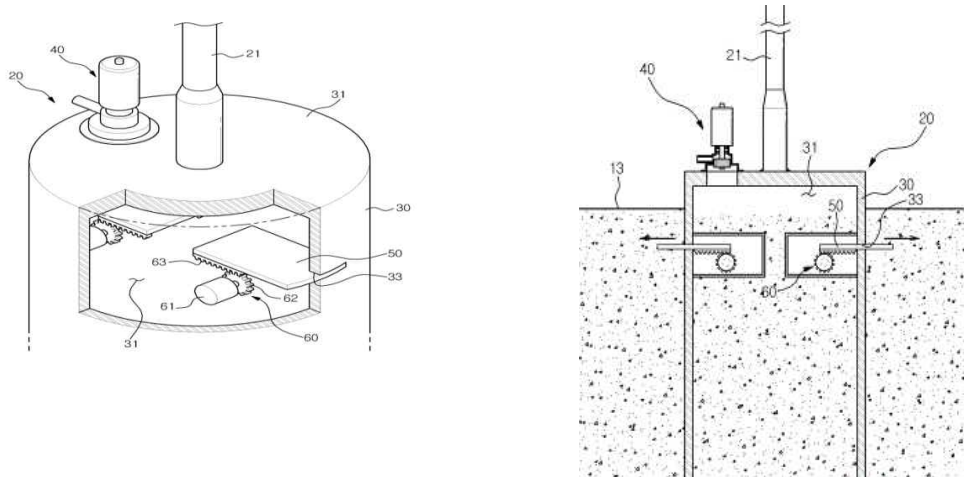
순번	36	기술분류	차수배수
발행번호	KR102009000127593A	발행일	2009-12-14
출원번호	KR102008000053650	출원일	2008-06-09
출원인	양난주		
국제특허분류(IPC)	E02D3/12   E21B33/00		
발명의 명칭	양방향 압력식 토우 그라우팅 장치 및 방법		
기술요약	<p>본 발명은 양방향 압력식 토우 그라우팅 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 현장타설 말뚝 시공시 파일 선단부에 파쇄암이 존재하거나 슬라임 및 풍화잔류토 등의 이물질이 잔존하는 경우 굴착으로 인해 지반이 진동으로 이완되어 충분한 강도를 갖지 못하여 상부하중에 의한 침하 및 변형이 발생할 수 있으므로 파일 선단부에 실시하는 토우 그라우팅을 실시함에 있어서, 주입압력의 조절과 그라우팅 작업의 용이성을 위하여 주입재의 주입호스에 Y형 분기관이 형성되고, 상기 Y형 분기관에서 나오는 두갈래의 주입호스에 각각에 압력계가 결합되고, 상기의 Y형 분기관에서 나오는 두갈래의 주입호스 각각에 구비된 압력계의 압력의 조절을 위하여 상기 각각의 압력계 하부에 압력조절밸브가 결합된다. 특히 그라우팅 작업시 주입재의 역류를 방지하기 위하여 역류방지밸브가 장착된 패커장치가 더 포함되어 구성된다. 또한, 토우 그라우팅을 실시하기 위해 잔존하는 슬라임이나 풍화잔류토 등의 이물질을 제거하기 위하여 공기를 흡입하는 방식으로 하기 위한 흡입펌프가 결합된다. 따라서 본 발명은 주입재의 주입호스에 Y형 분기관이 형성되고, 상기 Y형 분기관에서 나오는 두갈래의 주입호스에 각각에 압력계가 결합되고, 상기의 Y형 분기관에서 나오는 두갈래의 주입호스 각각에 구비된 압력계의 압력의 조절을 위하여 상기 각각의 압력계 하부에 압력조절밸브가 결합되어 구성되므로써 작업을 보다 효율적으로 진행하여 작업시간의 절약과, 상기 Y형 분기관에 의한 양방향 토우 그라우팅과 상기 압력조절밸브를 통해 적절하게 압력을 조절함으로써 그라우팅영역을 확대시키고 이에 따라 파일 선단부의 지지력을 증가시키는 효과가 있다. 또한 그라우팅 작업을 위하여 공내의 이물질을 제거함에 있어서, 종래 청수 대신에 흡입펌프를 이용하여 큰 입자의 슬라임 등을 제거함으로써 그라우팅 작업을 보다 원활하게 진행할 수 있게 되는 효과가 있다.</p>		
대표청구항	<p>현장타설 말뚝 시공시 파일 선단부에 파쇄암이 존재하거나 슬라임 및 풍화잔류토 등의 이물질이 잔존하는 경우 굴착으로 인해 지반이 진동으로 이완되어 충분한 강도를 갖지 못하여 상부하중에 의한 침하 및 변형이 발생할 수 있으므로 파일 선단부에 실시하는 토우 그라우팅을 실시함에 있어서, 주입압력의 조절과 그라우팅 작업의 용이성을 위하여 주입재(26)의 주입호스(30)에 Y형 분기관(32)이 형성되고, 상기 Y형 분기관(32)에서 나오는 두갈래의 주입호스(30)에 각각에 압력계(33)가 결합되고, 상기의 Y형 분기관(32)에서 나오는 두갈래의 주입호스(30) 구비된 상기 압력계(33)의 압력의 조절을 위하여 상기 압력계(33) 하부에 각각 압력조절밸브(34)가 결합된 양방향 압력식 토우 그라우팅 장치.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	37	기술분류	차수배수
발행번호	KR102012000025093A	발행일	2012-03-15
출원번호	KR102010000087261	출원일	2010-09-07
출원인	대우조선해양 주식회사		
국제특허분류(IPC)	E21B15/02   E21B7/12   B63B35/44   E21B3/04		
발명의 명칭	시추구역의 로터리 테이블 주위 실링 장치		
기술요약	<p>본 발명은 시추구역의 로터리 테이블 실링 장치에 관한 것이다. 상기 시추구역의 로터리 테이블 실링 장치는 시추구역의 로터리 테이블 밀봉 장치에 있어서, 로터리 테이블의 상단에 설치되며, 로터리 테이블의 가장자리로부터 횡방향으로 돌출되는 테두리가 하방으로 연장 형성되는 커버부; 커버부의 테두리 하측에 위치하도록 로터리 테이블의 주위에 설치되는 드레인 거터; 및 드레인 거터의 하부에 배출을 위하여 설치되는 드레인 파이프를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이러한 구성에 따르면, 복잡한 로터리 테이블의 하부에 드립팬을 설치할 필요가 없도록 함으로써 작업의 생산성 및 작업자의 안전성을 높일 수 있고, 로터리 테이블 주위의 공간을 완전하게 실링하게 됨에 따라 오일, 윤활유, 머드 등으로 인한 해양 오염의 방지에 대한 운영자의 신뢰도를 높일 수 있다.</p>		
대표청구항	<p>시추구역의 로터리 테이블 밀봉 장치에 있어서, 상기 로터리 테이블의 상단에 설치되며, 상기 로터리 테이블의 가장자리로부터 횡방향으로 돌출되는 테두리가 하방으로 연장 형성되는 커버부; 상기 커버부의 테두리 하측에 위치하도록 상기 로터리 테이블의 주위에 설치되는 드레인 거터; 및 상기 드레인 거터의 하부에 배출을 위하여 설치되는 드레인 파이프를 포함하는 것을 특징으로 하는 시추구역의 로터리 테이블 실링 장치.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	38	기술분류	차수배수
발행번호	KR10001355132B1	발행일	2014-01-27
출원번호	KR102012000015617	출원일	2012-02-16
출원인	이지현		
국제특허분류(IPC)	F03D11/00   F03D11/04   E02D27/52   E04H12/00		
발명의 명칭	고정식 해상풍력발전기의 석션 버킷 기초		
기술요약	<p>본 발명은 석션 버킷 타입(suction bucket type) 고정식 해상 풍력발전기의 석션 버킷 기초에 관한 것으로, 특히, 석션 버킷 기초를 해저에 고정하는 과정에서 석션 버킷 기초의 좌굴을 방지하고, 석션 버킷 기초의 수직도를 보정하며, 석션 버킷 기초가 해저에 고정되면 쇄굴현상을 방지하고, 석션 버킷 기초의 수평으로의 유동을 최대한 억제하는 석션 버킷 타입 고정식 해상 풍력발전기의 석션 버킷 기초에 관한 것이다. 이와 같은 석션 버킷 기초는 내부 공간이 형성되고, 상기 내부 공간의 유체 또는 외부의 유체가 출입되도록 하는 적어도 둘 이상의 수직 보정홀이 형성된 본체와; 상기 본체의 내부 공간을 분리하되, 각각의 분리 공간에 상기 수직 보정홀이 적어도 하나 이상 포함되게 하는 수직 보정칸막이;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.</p>		
대표청구항	<p>내부 공간이 형성되고, 상기 내부 공간의 유체 또는 외부의 유체가 출입되도록 하는 적어도 둘 이상의 수직 보정홀(20)이 형성된 원통형의 본체(100)와; 상기 본체(100)의 내부 공간을 분리하되, 각각의 분리 공간에 상기 수직 보정홀(20)이 적어도 하나 이상 포함되게 하는 수직 보정칸막이(10);를 포함하며, 상기 본체(100)의 내부는 본체(100)의 수평으로의 유동 저항을 보장하도록 본체(100)의 내측 둘레로부터 본체(100)의 내측으로 돌출된 제1 저항부(40)가 적어도 하나 이상 더 구비되며, 상기 제1 저항부(40)의 상단은 수평이고, 하단은 본체(100)의 둘레에서 돌출된 선단에 이르기까지 상향 경사지게 형성되고, 상기 본체(100)의 표면은 본체(100)의 수평으로의 유동 저항을 보장 및 쇄굴현상을 방지하도록 상기 본체(100)의 외측 둘레로부터 본체(100)의 외측으로 연장된 제2 저항부(50)가 더 구비되며, 상기 제2 저항부(50)는 선단이 하향 경사지게 형성되고, 하부에는 방사형으로 보강플레이트(60)가 다수개 장착되며, 상기 본체(100)의 형상 유지 보강을 위해 상기 본체(100)의 내측 상부에서 하부에 이르기까지 본체(100)의 내측면으로부터 수직으로 연장되는 보강부(30)가 적어도 하나 이상 더 구비되는 것을 특징으로 하는 고정식 해상 풍력발전기의 석션 버킷 기초.</p>		
<b>대표도면</b>			

순번	39	기술분류	차수배수
발행번호	KR102013000113009A	발행일	2013-10-15
출원번호	KR102012000035223	출원일	2012-04-05
출원인	삼성중공업 주식회사		
국제특허분류(IPC)	E02D27/52   E02D7/28		
발명의 명칭	흡입앵커장치		
기술요약	<p>흡입앵커장치가 개시된다. 본 발명의 실시 예에 따른 흡입앵커장치는 내부에 중공을 갖는 바디부와, 펌핑장치에 의해 중공 내부에 음압을 형성하고, 음압에 의해 해저면 내부로 관입되며, 바디부의 일측에서 바디부의 외측방향으로 펼침 가능하게 설치되는 적어도 하나 이상의 지지날개를 포함한다.</p>		
대표청구항	<p>내부에 중공을 갖는 바디부와, 상기 바디부에 설치되어 상기 중공에 음압을 형성하는 펌핑장치와, 상기 바디부의 일측에서 상기 바디부의 외측방향으로 펼침 가능하게 설치되는 적어도 하나 이상의 지지날개를 포함하는 흡입앵커장치.</p>		

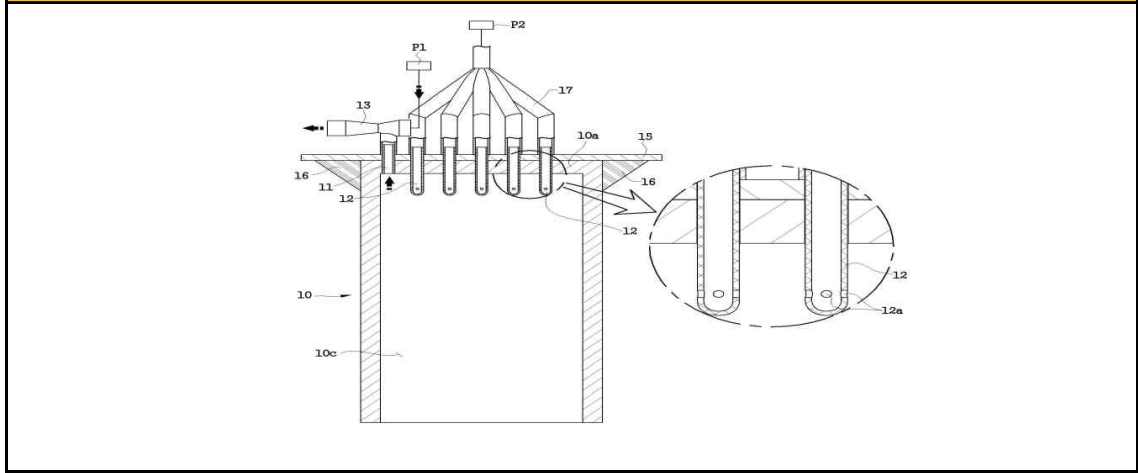
대표도면



순번	40	기술분류	차수배수
발행번호	KR10001420654B1	발행일	2014-07-21
출원번호	KR102012000150103	출원일	2012-12-20
출원인	재단법인 포항산업과학연구원		
국제특허분류(IPC)	E02D27/52   E02D7/00   E02D23/08		
발명의 명칭	인발지지력이 향상된 석션파일		
기술요약	<p>본 발명은 지반에 관입되고, 하부면은 개방되며, 상부면은 폐쇄되고 내부의 물을 배출하기 위한 배출구를 구비하는 본체부; 및 상기 본체부의 외주면 둘러싸는 형태로 구비되고, 상기 본체부가 지반에 관입된 상태에서, 유연막 내부에 주입되는 주입부재의 팽창력에 의해 관입된 지반을 가압하는 가압팽창부; 및, 상기 본체부의 외주면상의 가압팽창부 설치부의 하부에 구비되고, 석션파일을 지반에 관입시 상기 가압팽창부를 보호하는 보호부재;를 포함하고, 상기 본체부는 상기 본체부의 외주면에서 돌출 형성되는 본체체결부를 구비하고, 상기 가압팽창부는 상기 본체체결부에 결합되는 유연막체결부에 의해, 상기 본체부로부터 일정 간격 이격되어 설치되고, 상기 가압팽창부는, 상기 본체부의 돌레방향으로 복수의 상기 가압팽창부가 분할 형성되어 각각의 상기 가압팽창부에 개별적으로 주입부재가 주입되는 것을 특징으로 하는 인발지지력이 향상된 석션파일을 제공한다. 이와 같은 본 발명의 일 실시예에 따른 인발지지력이 향상된 석션파일은 관입된 후, 석션파일의 측면에서 관입된 지반에 추가적인 수평압력을 제공하여 지반과 석션파일의 마찰력을 증가시켜 인발지지력이 향상을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.</p>		
대표청구항	<p>지반에 관입되고, 하부면은 개방되며, 상부면은 폐쇄되고 내부의 물을 배출하기 위한 배출구를 구비하는 본체부; 및상기 본체부의 외주면 둘러싸는 형태로 구비되고, 상기 본체부가 지반에 관입된 상태에서, 유연막 내부에 주입되는 주입부재의 팽창력에 의해 관입된 지반을 가압하는 가압팽창부; 및, 상기 본체부의 외주면상의 가압팽창부 설치부의 하부에 구비되고, 석션파일을 지반에 관입시 상기 가압팽창부를 보호하는 보호부재;를 포함하고,상기 본체부는 상기 본체부의 외주면에서 돌출 형성되는 본체체결부를 구비하고,상기 가압팽창부는 상기 본체체결부에 결합되는 유연막체결부에 의해, 상기 본체부로부터 일정 간격 이격되어 설치되고,상기 가압팽창부는, 상기 본체부의 돌레방향으로 복수의 상기 가압팽창부가 분할 형성되어 각각의 상기 가압팽창부에 개별적으로 주입부재가 주입되는 것을 특징으로 하는 인발지지력이 향상된 석션파일.</p>		
<b>대표도면</b>			

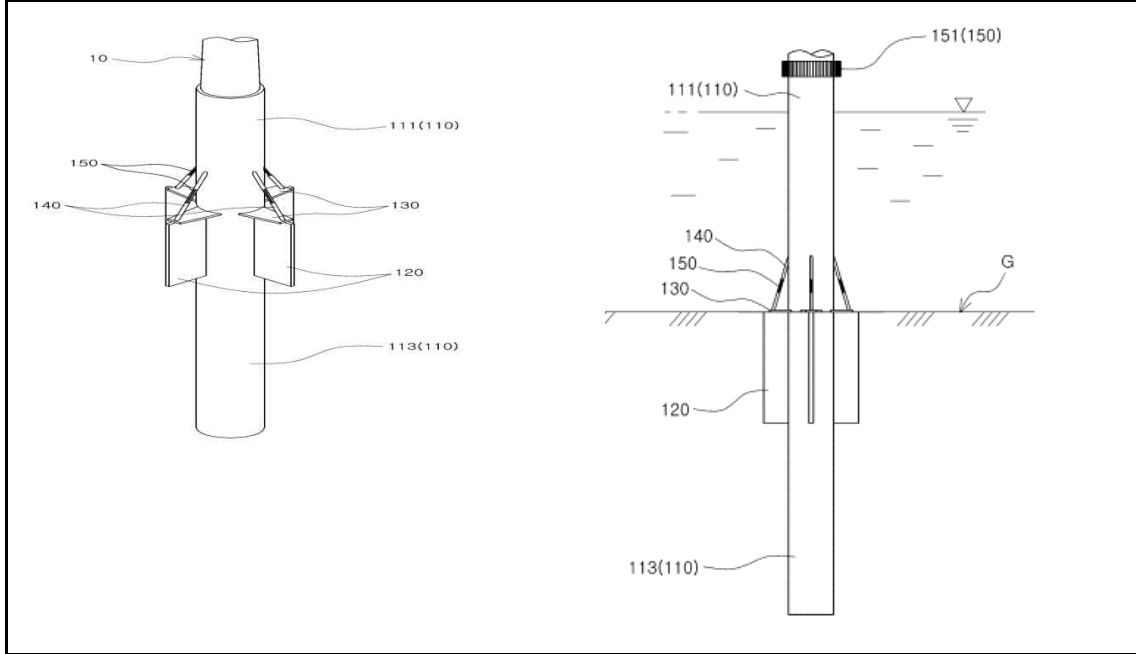
순번	41	기술분류	차수배수
발행번호	KR102014000130804A	발행일	2014-11-12
출원번호	KR102013000049213	출원일	2013-05-02
출원인	한국해양과학기술원		
국제특허분류(IPC)	E02D27/52   E02D7/20		
발명의 명칭	위터 제트를 적용한 석션 파일의 추가 관입 방법		
기술요약	<p>본 발명은 석션 파일의 관입시 토사의 히빙현상을 극복하고 설계 깊이까지 추가적인 관입이 가능하도록 하기 위한 위터 제트를 적용한 석션 파일의 추가 관입 방법 및 그 석션 파일에 관한 것이다. 본 발명은, 상단부가 밀폐되고 하단부는 개방된 중공의 내부를 가지면서 상단부에는 배수구가 형성되어 있고, 상기 배수구는 중공의 내부에 대해 석션이 가능한 석션 펌프와 연결되며, 상단부로부터 중공의 내부 상측을 향해 위터 제트를 분사하는 돌출관이 설치되어 있고, 이 돌출관에는 위터 제트를 분사하기 위한 물을 공급하는 수압 펌프가 연결되는 석션 파일을 의해 구현된다.</p>		
대표청구항	<p>(a) 석션 파일을 해저 지반에 안착시켜 상기 석션 파일의 자중에 의해 석션 파일의 하단부를 해저 지반에 관입하는 단계;(b) 상기 석션 파일의 외부 측에서 상기 석션 파일의 내부와 연통하는 벤츨리관으로 공급수를 통과시켜 상기 공급수가 상기 벤츨리관을 빠른 속도로 통과하면서 압력이 낮아짐에 따라 상기 석션 파일의 내부에 작용하는 석션압에 의해 상기 석션 파일을 상기 해저 지반에 더 깊이 관입하는 단계;(c) 상기 석션 파일의 내부에 계속해서 상기 석션압이 작용하는 상태에서 상기 석션 파일의 내부 상측에 히빙된(heaved) 토사의 측방향으로 위터 제트를 분사시키는 단계;(d) 상기 석션 파일의 내부에 계속해서 상기 석션압이 작용하는 상태에서 상기 (c)단계에서의 위터 제트에 의해 현탁액화한 토사를 상기 석션압에 의해 상기 석션 파일의 내부로부터 외부로 배수되는 해수와 함께 상기 벤츨리관을 통해 상기 석션 파일의 외부로 토출시키는 단계;(e) 상기 석션 파일의 내부에 계속해서 작용하는 상기 석션압에 의해 상기 석션 파일을 상기 해저 지반에 추가적으로 관입하는 단계를 포함하여 이루어진 위터 제트를 적용한 석션 파일의 추가 관입 방법.</p>		

**대표도면**



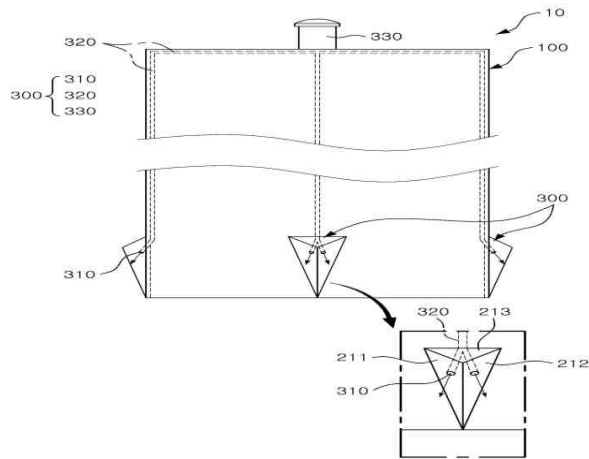
순번	42	기술분류	차수배수
발행번호	KR10001417636B1	발행일	2014-07-09
출원번호	KR102013000050286	출원일	2013-05-03
출원인	재단법인 포항산업과학연구원   주식회사 포스코		
국제특허분류(IPC)	F03D11/00   F03D11/04   E02D27/52   E04H12/00		
발명의 명칭	시공용 가이드 및 이를 활용한 풍력발전 하부구조물의 시공방법		
기술요약	<p>본 발명은 상부에는 풍력발전구조물이 설치되고, 하부는 해저지반에 근입되어 고정되는 모노파일; 상기 모노파일의 외주면에 이격되어 설치되고, 상기 해저지반에 근입되는 복수개의 플레이트; 상기 플레이트의 상단 및 상기 모노파일의 외주면에 접합되고, 해저지반에 접하게 설치되는 복수개의 확대보강부; 및 상기 모노파일의 외주면과 상기 확대보강부의 상단 사이에 경사지게 배치되어 연결되는 복수개의 브레이싱;을 포함하는 풍력발전 하부구조물을 가이드하는 시공용 가이드이고, 상기 시공용 가이드는, 내면에 상기 플레이트가 삽입 가능한 레일부와, 상기 모노파일의 외주면과 동일한 곡률의 내면부를 구비하는 복수개의 가이드부재를 포함하고, 상기 복수개의 가이드부재는 이동가능하게 구비되어, 상기 풍력발전 하부구조물의 외경에 따라 상기 시공용 가이드의 내경 조절이 가능한 것을 특징으로 하는 시공용 가이드를 제공한다.</p>		

**대표도면**



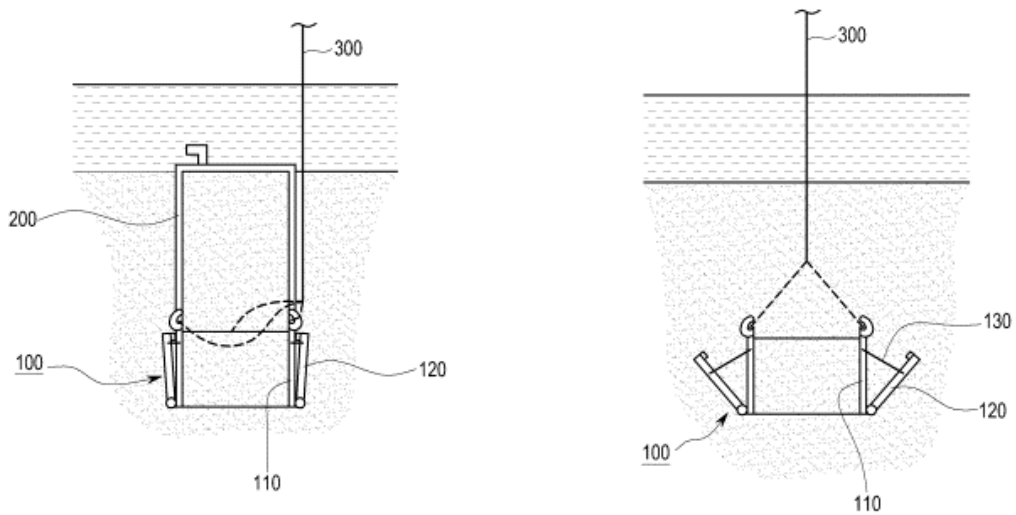
순번	43	기술분류	차수배수
발행번호	KR102015000043601A	발행일	2015-04-23
출원번호	KR102013000121377	출원일	2013-10-11
출원인	재단법인 포항산업과학연구원		
국제특허분류(IPC)	E02D5/54		
발명의 명칭	인발지저력이 향상된 파일		
기술요약	<p>본 발명은 지반에 관입되는 본체부와, 상기 본체부의 외주면에 구비되어, 상기 본체부에 추가적인 인발지저력을 제공하는 쐐기형콘 및 상기 본체부가 지반에 관입시, 상기 쐐기형콘을 통하여 고압의 물을 분사하는 수분사부를 포함하는 인발지저력이 향상된 파일을 제공한다.본 발명은 쐐기형콘의 구성을 포함함으로써, 파일 외주면의 주면마찰력을 증가시켜 인발지저력을 확보할 수 있고, 수분사부의 구성을 포함함으로써, 파일의 외주면에 형성된 쐐기형콘에 의해 증가된 관입저항력을 고압의 물을 분사하는 수단에 의해 관입저항력을 완화시켜 파일이 용이하게 지반에 관입될 수 있는 효과가 있다.</p>		
대표청구항	<p>지반에 관입되는 본체부;상기 본체부의 외주면에 구비되어, 상기 본체부에 추가적인 인발지저력을 제공하는 쐐기형콘; 및상기 본체부가 지반에 관입시, 상기 쐐기형콘을 통하여 고압의 물을 분사하는 수분사부;를 포함하는 인발지저력이 향상된 파일.</p>		

대표도면



순번	44	기술분류	차수배수
발행번호	KR102015000105078A	발행일	2015-09-16
출원번호	KR102014000027280	출원일	2014-03-07
출원인	한국해양과학기술원		
국제특허분류(IPC)	E02D7/20   E02D27/52		
발명의 명칭	석션매입 연직저항 앵커		
기술요약	<p>석션매입 연직저항 앵커에 관한 것으로, 상단과 하단이 개방된 통형의 본체; 상기 본체의 외부 둘레에 방사상으로 배열 설치되고, 상기 본체에 전후방향으로 회전 가능하게 설치되는 복수의 저항판; 상기 본체와 저항판의 사이에 설치되는 스톱와이어;를 포함하는 기술 구성을 통하여 지중에 관입된 후 연직방향의 인발 하중이 작용하는 경우 수직으로 접힌 상태의 저항판이 수평으로 펼쳐지면서 인발력에 대항할 수 있게 되는 것이다.</p>		
대표청구항	<p>상단과 하단이 개방된 통형의 본체(110);상기 본체(110)의 외부 둘레에 방사상으로 배열 설치되고, 상기 본체(110)에 전후방향으로 회전 가능하게 설치되는 복수의 저항판(120);상기 본체(110)와 저항판(120) 사이에 설치되는 스톱와이어(130);를 포함하는 것을 특징으로 하는 석션매입 연직저항 앵커.</p>		

대표도면



---

## **[부록 3] 시험 시공비 정리**

---

강제 우물통 기준 강제물량 적용시 (1기 실규모 시험 시공) : 약 16억

구분		금액		물량	소요 금액
가물 막이 제작 (t=8 철판× 2ea+L 형강 보강)	장비비	280,000,000	식	1.0	280,000,000
	인건비	800,000	원/ton	313.3	250,666,667
	자재비	1,143,000	원/ton	313.3	358,140,000
	소계				888,806,667
가물 막이 거치	장비비	82,000,000	원/월	1.0	82,000,000
	인건비	13,690,000	원/5일	1.0	13,690,000
	자재비	30,787,500	원/10일	1.0	30,787,500
	소계				126,477,500
가물 막이 내부 작업 환경 조성	장비비		원/월		-
	인건비		원/월		-
	자재비	15,000	원/m <sup>3</sup>	1256.0	18,840,000
	소계				18,840,000
구조 물 시공	장비비	99,700,000	원/월	1.0	99,700,000
	인건비	48,532,000	원/기	1.0	48,532,000
	자재비	23,600,000	원/기	1.0	23,600,000
	소계				171,832,000
합계	간접비 30% 적용				1,567,743,017

강제 우물통 기준 강제물량 50% 저감시 (1기 실규모 시험 시공) : 약 12억

구분		금액		물량	소요 금액
가물 막이 제작	장비비	280,000,000	식	1.0	280,000,000
	인건비	800,000	원/ton	156.7	125,333,333
	자재비	1,143,000	원/ton	156.7	179,070,000
	소계				584,403,333
가물 막이 거치	장비비	82,000,000	원/월	1.0	82,000,000
	인건비	13,690,000	원/5일	1.0	13,690,000
	자재비	30,787,500	원/10일	1.0	30,787,500
	소계				126,477,500
가물 막이 내부 작업 환경 조성	장비비		원/월		-
	인건비		원/월		-
	자재비	15,000	원/m <sup>3</sup>	1256.0	18,840,000
	소계				18,840,000
구조 물 시공	장비비	99,700,000	원/월	1.0	99,700,000
	인건비	48,532,000	원/기	1.0	48,532,000
	자재비	23,600,000	원/기	1.0	23,600,000
	소계				171,832,000
합계	간접비 30% 적용				1,172,018,683

강재 우물통 기준 시험체 제작 및 시공 (지름 5m, 높이 10m) : 약 6.5억

구분		금액		물량	소요 금액
가물 막이 제작 (t=8 철판× 2ea+L 형강 보강)	장비비	280,000,000	식	1.0	280,000,000
	인건비	800,000	원/ton	40.8	32,638,889
	자재비	1,143,000	원/ton	40.8	46,632,813
	소계				359,271,701
가물 막이 거치	장비비	82,000,000	원/월	1.0	82,000,000
	인건비	13,690,000	원/5일	1.0	13,690,000
	자재비	30,787,500	원/10일	1.0	30,787,500
	소계				126,477,500
가물 막이 내부 작업 환경 조성	장비비		원/월		-
	인건비		원/월		-
	자재비	15,000	원/m <sup>3</sup>	19.6	294,524
	소계				294,524
구조 물 시공	장비비				
	인건비				
	자재비				
	소계				
합계	간접비 30% 적용				631,856,843

강제 우물통의 가물막이 거치비 상세 내역 : Jacket 및 PC House 거치 내역 참조

구분		금액		물량	소요 금액
장비비	Crane 80Ton	10,000,000	1대/월	1	10,000,000
	해상크레인 300Ton	40,000,000	1대/월	1	40,000,000
	Barge 1500P	6,000,000	1대/월	1	6,000,000
	Barge 2000P	7,500,000	1대/월	1	7,500,000
	Generator	1,000,000	1대/월	1	1,000,000
	Tug Boat	12,500,000	1대/월	1	12,500,000
	Sampam	5,000,000	1대/월	1	5,000,000
인건비	반장	250,000	1인/일	1	1,250,000
	비계공	200,000	1인/일	4	4,000,000
	용접공	350,000	1인/일	2	3,500,000
	보통인부	100,000	1인/일	2	1,000,000
	숙박비	500,000	5일	5	2,500,000
	식비	18,000	1인/일	80	1,440,000
자재비	Crane 80Ton	1,250	1리터/일	700	875,000
	해상크레인 300Ton	1,250	1리터/일	3,500	12,250,000
	Barge 1500P	1,250	1리터/일	280	350,000
	Barge 2000P	1,250	1리터/일	280	350,000
	Generator	1,250	1리터/일	2,100	2,625,000
	Tug Boat	1,250	1리터/일	4,800	24,000,000
	Sampam	1,250	1리터/일	2,100	7,875,000
	기타잡자재	5,000,000	1식	1	5,000,000

---

## **[부록 4] 국내 · 외 Test Bed 후보지**

---

국내·외 Test Bed 후보지 조사

입찰예정사	준비단계	프로젝트명	지반조건	교각 수량	현장 개설 시기
○○건설	입찰 준비중	Obhur Bridge Project (사우디아라비아)	연약지반	약 20기	2019년
○○건설 외	입찰 준비중	새만금 남북 2축 프로젝트 (시화호 내부 횡단교량)	연약지반	-	2018년
○○건설 외	수주	서부내륙 고속도로 평택항 횡단교량 (평택호 대교)	연약지반	10기	2019년
○○건설 외	입찰 준비중	서울-세종 1공구 고덕대교	연약지반	21기	2018년

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.