

R&D / 15TBIP-C093001-01

Pre-Stress 공법을 적용하여 기초를 일체화한 PC옹벽의 사업화 방안 최종보고서

2017. 12. 4.

주관연구기관 / 강탄산업(주)
협동연구기관 / 인천대학교

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

Commercialization for Footing-Unified Precast
Retaining Walls Applied to Pre-Stress Method

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘국토교통기술사업화지원사업’(연구개발 기간 : 2015. 10. 30 ~ 2017. 10. 29) 과제의 최종보고서
10부를 제출합니다.

2017 . 12. 4.

주관연구기관명: 주식회사 강탄산업

(대표자) 김 우 기 (인)

협동연구기관명: 인천대학교 산학협력단

(대표자) 김 영 관 (인)

참여기관명:

(대표자)



국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	15TBIP-C093001-01	해당 단계 연구 기간	2016.10.30.~ 2017.10.29.	단계구분	2016.10.30.~2017.10.29./ 2015.10.30.~2017.10.29
연구사업명	중사업명				
	세부사업명	국토교통기술사업화지원사업			
연구과제명	대과제명	Pre-Stress 공법을 적용하여 기초를 일체화한 PC옹벽의 사업화방안			
	세부과제명	Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 실용화 방안 연구			
연구책임자	김 우 기	해당단계 참여 연구원 수	총 : 16 명 내부: 16 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:281,000천원 기업:190,000천원 정부 외: 천원 계: 471,000천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총 : 16 명 내부: 16 명 외부: 명	총 연구개발비	정부:565,000천원 기업:380,000천원 정부 외: 천원 계 :945,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	(주) 강탄산업			참여기업명: 해당사항 없음	
국제공동연구	상대국명: 해당사항 없음			상대국 연구기관명: 해당사항 없음	
위탁연구	연구기관명: 해당사항 없음			연구책임자:해당사항 없음	
요약				보고서 면수: 77	

- 1.Pre-Stress공법을 적용하여 기초를 일체화한 프리캐스트 옹벽 시스템의 개발과 설계도면을 완성
 - 상세 설계도면 및 사양서 개발
- 2.시스템 상세 해석 기술 개발 및 수행
 - 정밀해석 기법 및 이론적 근거 적립
 - 3차원 유한요소 해석 모델 개발
- 3.유한요소 해석모델을 개발하고 해석을 통하여 개발된 시스템의 거동 재현 및 검증수행
 - 최적형상에 대한 동적해석 수행
 - 토압분포에 따른 단면력 변화 등의 결과의 비교 및 분석을 통한 옹벽의 거동과악
- 4.시스템 활용을 위한 구조실험 및 성능검증
 - 구조실험에 대한 자료수집 및 체계화
- 5.기술실증 및 사업화
 - 정부조달우수제품, 품질인증(Q-Mark), 우수발명품 지정

국문 요약문

연구의 목적 및 내용	본 대상 기술은 <u>Pre-Stress 강봉(Dywidak bar)을 적용하여 기초를 일체화한 프리캐스트 콘크리트 웅벽 개발</u>이다. 벽체와 기초 뒷굽을 일체로 공장에서 제작하고 현장에서 PS 강봉에 의해 Pre-Stress Force를 도입, <u>긴장하여 강결함으로서 벽체·기초를 일체화한 프리캐스트 웅벽</u>이다. PC웅벽 분절공법에서 기초와 벽체를 연결하기 위해 설치하는 강관이나 부벽 때문에 웅벽 안정성에 생명인 뒷채움 다짐을 불량하게 하는데, 만약 이러한 <u>부벽이 없이 기초·벽체 일체식 PC웅벽 효과를 얻을 수 있다면 현장에서 유용하게 적용할 수 있는 PC웅벽 공법</u>이 될 것이다. 당사는 이에 착안하여 <u>웅벽 구조요소에서, 웅벽이 비교적 적고 현장 연결시공성이 좋은 앞굽 형성 PC웅벽 공법을 고안</u>하였고 <u>Pre-Stress공법(PS BAR)을 적용한 PC웅벽 공법</u>을 개발하고자 한다. 본 연구에서는 기존에 정립한 ‘기초 앞굽을 연결 커플러를 사용하여 형성한 프리캐스트 콘크리트 웅벽’의 기본원리와 개념을 활용하여 <u>최적화된 구조형상을 완성하고자 ‘PS강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트 웅벽’을 제안</u>한다. 이러한 웅벽 시스템의 구조형상의 개념설계와 상세설계를 완성하고 시스템의 기본적인 성능을 검증하고자 <u>3차원 유한요소 해석을 수행하여 거동을 예측</u>하고자 한다. 또한, 구조물의 <u>구조시험을 통하여 실질적이 구조성능을 파악하고 해석결과와 비교·분석을 통하여 성능 및 유효성 검증</u>을 수행하고자 한다. <u>연구를 통하여 얻어진 최적화된 프리캐스트 콘크리트 웅벽의 타당성 검증</u>을 통하여 테스트베드 등을 통한 제품화 및 사업화를 추진하고자 한다.				
연구개발성과	콘크리트 웅벽의 벽체와 기초 뒷굽을 공장에서 일체로 제작하여 구조적 강성을 우수하게 하고, 현장에서 기초 앞굽을 프리스트레스력으로 연결 시공함으로써 기존 웅벽의 단점인 기초 지반 반력을 크게 저감시키고 <u>전도와 활동에 만족할 수 있는 비교적 규모가 큰 역T형상의 프리캐스트 웅벽</u>을 제공한다. 일반적인 웅벽의 안정검토 시 고려되는 기존 앞굽은 특히, 기초 지반 반력(Reaction Force)을 크게 저감시키는 구조 요소로써, 우리가 자주 볼 수 있는 현장에 설치된 웅벽의 전면 벽이 앞으로 기우는 현상은, 대부분 웅벽 전면 측 기초지반이 토압, 상재 하중으로 인해 침하가 일어나기 때문이다. 따라서 <u>앞굽이 적절히 설치된 역T형 웅벽은 이런 현상이 거의 발생치 않아 웅벽 앞굽의 중요성은 매우 크다고 할 수 있다</u>. 기존 웅벽구조물에서는 시도하지 않은 프리스트레스 공법을 효율적으로 도입할 필요가 있으며, 이 경우 압축력을 미리 발생시킴으로서 토압으로 인해 발생하는 앞굽의 인장력을 상쇄시켜, 최종적으로 기초 앞굽 단면에 발생하는 합성웅력에는 인장력이 발생하지 않게(Full Pre-Stress 공법) 한다.				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	도로, 철도나 플랜트 등의 건설 시 부지를 효율적으로 활용하기 위한 방법으로써 개발대상 PC웅벽은 폭넓게 활용될 것이며, <u>방음벽 기초와 구조개념이 동일하므로(전도, 활동, 지반반력, 단면력 검토) 도심지역 도로주변이나 철도주변, 그리고 경사지역 등 공간이 협소한 지역에 설치되는 방음벽 설치공사현장에서도 유용하게 적용할 수 있다</u>.				
핵심어 (5개 이내)	프리스트레스	프리캐스트	콘크리트 웅벽	PS강봉	사업화

SUMMARY

Purpose & Contents	The target technology is a pre-cast concrete retaining wall based integrated development by applying the Pre-Stress rod (Dywidak bar). Manufactured in the factory walls and foundation heels integrally introduced the Pre-Stress Force by PS bars on site, by Walls, tension ganggyeol by integrating the foundation is a precast retaining wall. To the poor life of backfill compaction on retaining wall stability due to steel pipe or wall installation to connect the base and walls from a PC retaining wall segment method, useful in the field if any of these walls can get the basics, walls monolithic PC retaining wall effect without the PC would be a method that can be applied to the retaining wall. We are in the retaining wall structural elements in view of this, stress is relatively small and were designed to form a good PC apgup field retaining wall construction method developed PC Connection Workability retaining wall method applied Pre-Stress Method. To complete the structural shape optimization by utilizing the basic principles and the concept of 'one precast concrete retaining wall formed from a connecting coupler basic apgup' one established in the existing and proposed a 'PS one precast concrete retaining wall utilizing the rod. Complete the concept design and detailed design of the structural shape of the retaining wall system and perform three-dimensional finite element analysis to validate the fundamental performance of the system and to predict the behavior. Further, to identify a structure substantially the performance and perform validation and performance through the analysis results and the analysis compared · through the test structure of the structure. Through the validation of the resulting optimization of precast concrete retaining wall through the study is to promote the commercialization and industrialization through a test-bed and so on.				
Results	By making the walls and foundation heels of a concrete retaining wall integrally in the factory and in excellent structural rigidity, by construction connected to the base apgup a pre-stressing force in the field greatly reduce the disadvantages of foundations reaction of the existing retaining wall conduction and a smile on activities a scale with a relatively provides a precast retaining wall of the large reverse T shape.				
Expected Contribution	Roads, will be how to take advantage of the development target PC, the retaining wall is broadly as to utilize efficiently the site during the construction of the railroad or the plants, so noise barrier foundation and structural concepts are the same (conduction, activity, ground reaction force, danmyeonryeok review) urban area road in or around railway around, and that is to install sound barriers installed in a narrow space, such as local area slope can be usefully applied to the construction site.				
Keywords	Pre-Stress	Precast	Concrete Retaining Wall	PS Bar	Commercialization

목 차

제1장. 연구개발과제의 개요	7
가. 연구개발 목적	7
나. 연구개발의 필요성	7
다. 연구개발 범위	7
제2장. 국내외 기술 개발 현황	8
가. 기술 동향 분석 및 사업화 전망	8
(1) 관련 분야의 국내외 연구동향 및 학술적 성과	8
(2) 국내외 관련 기술 특허 동향	12
(3) 국내외 시장분석 및 사업화 전망	21
(4) 종합결론	27
제3장. 연구 수행 내용 및 성과	28
가. 사업화 최종목표	28
(1) 최종목표	28
(2) 최종목표의 성격 및 설정근거	30
나. 연구 수행 내용 및 성과	31
(1) 1단계	31
(2) 2단계	31
(3) 3단계	32
(4) 4단계	32
다. 연구 개발 성과	34
(1) 국내외 논문 게재	34
(2) 지식재산권(특허출원)	35
(3) 신기술 지정(조달우수제품지정)	35
(4) 시제품 제작	35
(5) 현장시험	36
(6) 표준/인증	36
(7) 기술실시계약	36
(8) 사업화/제품화	36
(9) 현장적용	37
(10) 인력양성	37
제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	38
가. 목표 달성도	38
(1) 정량적 연구성과 목표 및 달성도	38
나. 관련 분야 기여도	39
(1) 과학기술적 측면	39
(2) 사회·경제적 측면	40
(3) 정책적 측면	41
제5장. 연구개발성과의 활용계획	42

제6장. 특허관점 기술시장 분석	43
가. 기술경쟁력 분석	43
(1) 주요시장국 기술개발 활동현황	43
나. 세부기술별 기술수준 분석	46
(1) PS력 도입 프리캐스트 방식	46
(2) PC강관 연결방식	47
(3) 부벽식	48
(4) 커플러 방식	49
(5) 앵커 방식	50
다. 시장경쟁력 분석	51
(1) 주요 시장국 기술시장 성장단계	51
(2) 중분류별 기술시장 성장단계	52
(3) 세부기술별 시장진입 경쟁수준 분석	55
라. 주요 경쟁사 및 기술이전 수요처 분석	58
(1) 주요 경쟁자 활동현황	58
(2) IP 시장국별 주요 경쟁자 현황	60
(3) 국가별 주요 경쟁자 현황	61
마. 다출원인별 특허출원 동향	63
(1) 시공공법	63
(2) 체결 구조	64
제7장. 연구개발성과의 보안등급	66
가. 보안등급의 분류	66
나. 결정사유	66
제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	67
제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	68
가. 연구실 안전조치 이행계획	68
나. 교육 훈련	69
다. 위험성 평가 교육실시	70
제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	72
가. 논문성과	72
나. 특허성과	74
제11장. 기타 사항	75
제12장. 연구개발비 사용계획서	76
가. 1차년도	76
나. 2차년도	84
참고 문헌	92
첨부 문서	94
#1. 원가 분석 결과	94
#2. 현장타설 옹벽과의 공사기간 비교	97
#3. 개발옹벽 배수시설	98

제1장. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 목적

원자재의 사용을 절감하면서 구조적으로 가장 효율적인 PS(Pre-Stress)와 프리캐스트(Precast) 공법을 활용한 최적화된 옹벽 제작 공법을 연구하여 경제적이면서 동등 이상의 효과 및 성능을 발현할 수 있는 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 개발 및 실용화방안 모색을 최종 목표로 한다. 기존의 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 운반성 및 시공성 등에 대한 문제점 보완을 위한 기술을 개발하고 PS 기법을 활용한 구조물의 안정성 확보와 프리캐스트 공법을 활용한 구조물 품질의 규격화 및 공사비용 절감을 위한 실험적 성능평가 및 활용방안을 검토하고자 한다.

나. 연구개발의 필요성

본 대상 기술은 Pre-Stress 강봉(Dywidak bar)을 적용하여 기초를 일체화한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 개발이다. 벽체와 기초 뒷굽을 일체로 공장에서 제작하고 현장에서 PS 강봉에 의해 Pre-Stress Force를 도입, 긴장하여 강결 함으로서 벽체·기초를 일체화한 프리캐스트 옹벽이다. PC옹벽 분절공법에서 기초와 벽체를 연결하기 위해 설치하는 강관이나 부벽 때문에 옹벽 안정성에 생명인 뒷채움 다짐을 불량하게 하는데, 만약 이러한 부벽이 없이 기초·벽체 일체식 PC옹벽 효과를 얻을 수 있다면 현장에서 유용하게 적용할 수 있는 PC옹벽 공법이 될 것이다. 당사는 이에 착안하여 옹벽 구조요소에서, 응력이 비교적 적고 현장 연결시공성이 좋은 앞굽형성 PC옹벽 공법을 고안하였고 Pre-Stress공법(PS BAR)을 적용한 PC옹벽 공법을 개발하고자 한다.

다. 연구개발 범위

본 연구에서는 기존에 정립한 ‘기초 앞굽을 연결 커플러를 사용하여 형성한 프리캐스트 콘크리트 옹벽’의 기본원리와 개념을 활용하여 최적화된 구조형상을 완성하고자 ‘PS강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽’을 제안한다. 이러한 옹벽 시스템의 구조형상의 개념설계와 상세설계를 완성하고 시스템의 기본적인 성능을 검증하고자 3차원 유한요소 해석을 수행하여 거동을 예측하고자 한다. 또한, 구조물의 구조시험을 통하여 실질적이 구조성능을 파악하고 해석결과와 비교·분석을 통하여 성능 및 유효성 검증을 수행하고자 한다. 연구를 통하여 얻어진 최적화된 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 타당성 검증을 통하여 테스트베드 등을 통한 제품화 및 사업화를 추진하고자 한다.

제2장. 국내 외 기술 개발 현황

가. 기술 동향 분석 및 사업화 전망

(1) 관련 분야의 국내외 연구동향 및 학술적 성과

(가) 국가연구개발사업 유사연구 검토

[단위 : 천만원]

부처명	사업명	과제명	예산	비 고
국토교통 과학기술 진흥원	국토교통기술 사업화지원	자연암반형 판넬을 이용한 원지반 부착식 옹벽 개발	47	
국토교통 과학기술 진흥원	건설기술 연구사업	지하공사와 공기단축을 위한 무지주 지하옹벽 구조시스템 개발 및 실용화 연구	99	
중소기업청	산학연공동 기술개발	경제적인 프리캐스트 옹벽 및 설계 프로그램의 개발	1.1	
중소기업청	산학연공동 기술개발	프리캐스트 콘크리트 옹벽의 제품화 및 공장자동화 시스템에 관한 개발 연구	0.8	

- 기 수행된 유사한 연구개발과제로는 ‘산학연공동기술개발’사업의 ‘경제적인 프리캐스트 옹벽 및 설계 프로그램의 개발’과 ‘프리캐스트 콘크리트 옹벽의 제품화 및 공장자동화 시스템에 관한 개발 연구’ 과제가 있지만 PS강봉을 활용한 기술, 기초판 앞굽의 개발 기술을 활용한 추가적인 프리캐스트 기술, 기초부 앞굽 활용으로 인한 기초부 단면 축소기술, 프리캐스트 기초의 조립방법, 기술 매뉴얼 등 여러 방면에서 기 수행된 개발기술과 상이하여 중복 가능성이 없다.

- 기 수행된 연구개발 과제와의 비교

구분	연구목표	주요 연구내용	중복성
본 연구과제	국내 현실에 부합되는 새로운 개념의 PS강봉을 도입한 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 개발 및 시공방법에 관한 연구	기존의 프리캐스트 옹벽의 문제점을 해결하기 위해 옹벽 벽체와 기초 뒷굽을 공장에서 일체로 제작하여 단면적이 적은 앞굽을 미리 매입된 커플러에 긴장된 철근을 연결, 시공하여 구조적으로 높은 신뢰도와 공기가 크게 단축되며 급속시공이 가능한 역T형 옹벽 구조물의 프리캐스트화를 제공한다. 또한, 벽체와 뒷굽을 일체로 기초 앞굽을 별도로 공장제작하여 운반에 편리성을 제공한다.	본 연구

자연암반형 판넬을 이용한 원지반 부착식 옹벽 개발	경관성 및 주변 자연과의 조화를 고려한 자연암반형 표면처리 기술 개발과 필요 시 원지반 식생을 이용하여 녹화가 가능한 판넬의 개발 및 수직절취에 의한 Top - Down 방식의 시공이 가능한 원지반 부착식 판넬 개발	자연암반형 표면처리 및 식생이 가능한 원지반 부착형 판넬의 개발 과 실내 및 현장시험을 통하여 개발된 판넬의 재료적 특성 및 현장 적용성을 검토한다. 수치해석을 통하여 개발된 옹벽시스템의 거동특성 파악 및 취약점을 분석하고 외부 전문기관을 통한 경제성 분석을 수행하여 개발 공법의 신뢰성을 확보한다. 또한, 학술지 및 국내·외 전시회 및 세미나 참석을 통한 개발 공법 홍보하고 건설신기술 지정신청을 통한 개발공법을 상용화 한다.	관련 없음
지하공사와 공기단축을 위한 무지주 지하옹벽 구조시스템 개발 및 실용화 연구	주열식 흙막이를 활용하여 옹벽거푸집에 작용하는 측압을 지지시킴으로써 무지주 거푸집에 의해 시공이 가능한 구조시스템과 새로운 거푸집을 개발함. 구조상세의 개발/설계 및 시공공정의 완성을 통한 현장을 실용화하고 Mock up Test에 의한 현장 적용성 평가를 통하여 공법을 최적화함	지하옹벽의 무지주 시공을 위해서는 새로운 형태의 거푸집이 필요하고 시공성과 구조성능의 측면을 고려하여 설계한다. 설계가 완료되면 시제품을 제작하여 현장에 적용하여 그 성능을 평가하고 시공성을 분석하여 거푸집상세를 개발한다. 거푸집은 현재 콘크리트 구조물의 거푸집으로 널리 사용되고 있는 유로폼형과 매설형의 2가지로 개발된 거푸집은 거푸집 설치과정 설계 및 현장 적용성 평가를 실시하고 Mock Up 실험을 통해 실용화를 위한 제품을 생산하여 실제 현장에 적용하여 실용화를 완성한다.	관련 없음
경제적인 프리캐스트 옹벽 및 설계 프로그램의 개발	경제성을 도모할 수 있는 새로운 프리캐스트 옹벽의 개발 및 이에 대한 설계 시스템 및 전용 설계 프로그램 개발	본 제품개발에서는 블록간의 일체화를 위한 결속장치를 첨부하여 프리캐스트 옹벽간의 일체화를 확보하는 옹벽을 개발한다. 옹벽과 보강재(그리드 등)의 일체화는 보강토 옹벽의 안정성 확보차원에서 가장 중요한 문제이며, 프리캐스트 옹벽의 성립 요건 중에 가장 필수적인 사항임에도 불구하고 일부 보강토 옹벽에서는 보강재와 옹벽의 블록간의 일체화를 단지 블록의 중량에 의해 저항한다.	관련 없음
프리캐스트 콘크리트 옹벽의 제품화 및 공장자동화 시스템에 관한 개발 연구	프리캐스트 옹벽 구조물의 규격화 및 세그먼트의 조립방법 및 정착장치 개발	건설현장에서 일반적으로 사용되는 옹벽구조물의 구조계산을 수행하여 최적단면을 결정한 후, 시공 가능한 분절(새그먼트)된 콘크리트 옹벽의 도면을 작성하여 정착장치에 의한 시공방법을 택하므로 품질관리와 공기단축을 내용으로 하는 제작방법과 연결 장치에 대해 개발한다.	관련 없음

(나) 사업화과제의 차별화 방안

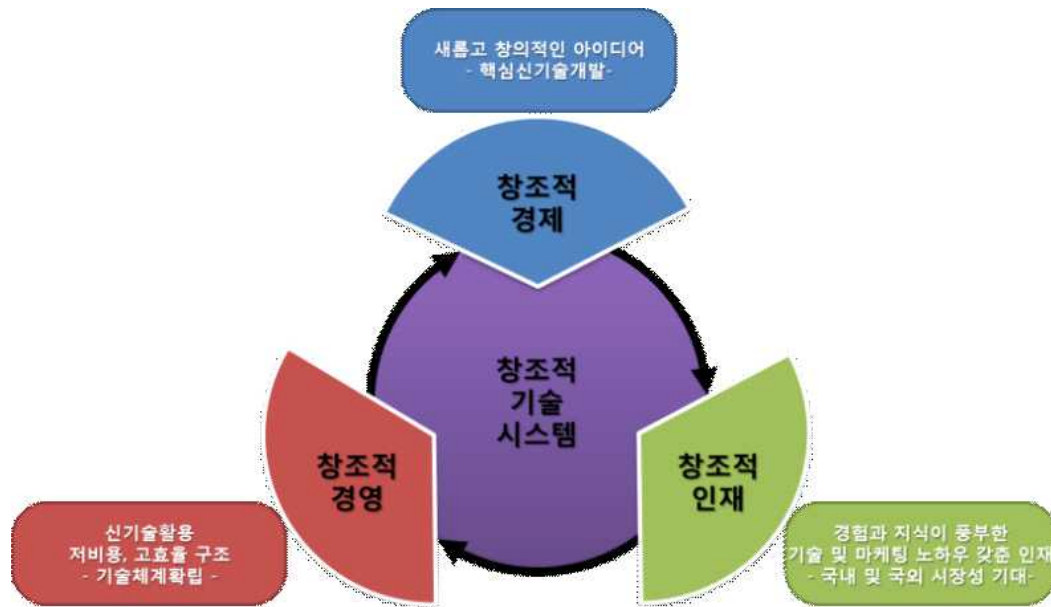


그림 1. 구조 시스템 개발의 차별화전략요소

- 본 연구에서는 다양한 성능을 개선하고 수요를 높이기 위해 기존 옹벽의 단점을 보완한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 구조물을 제안하였다. 기초와 벽체를 분리 제작하는 기존공법의 단점과 운반 및 현장 조립의 용이성 및 기타 환경적 요인에 큰 영향을 받는 방식을 개선하였다. 또한, 새로운 아이디어를 접목한 구조물의 설계 적용에 있어서 새로운 기술을 개척하고 연구의 독창성을 확보하였다고 판단된다. 여기에 본 연구의 새로운 기술과 기존 옹벽기술을 접목시켜 추가적인 기술 연구를 시도하였다.
- 구조물 자체의 성능이 우수하고 전도 및 활동에도 안정성을 갖는 옹벽의 기준을 만족시키면서 저비용·고효율 구조라는 목표를 달성하기 위해 구조기술의 개발 및 기술체계를 확보한다. 또한, 옹벽의 기능수행에 지장이 없이 안정성과 신뢰성이 구비된 구조물로 구조적 성능을 발휘하는 동시에 앞굽의 탈·부착이 가능함으로 인해 유지·보수가 우수한 새로운 옹벽 구조물의 기술체계를 확립한다.
- 연구 제안자의 다년간 축적된 실무 경험 및 노하우와 공동 연구자의 풍부한 구조분야 지식을 바탕으로 외부 환경에 의한 영향을 효율적으로 대응할 수 있는 구조물을 개발하고 활용 방안을 마련한다. 이는 새로운 개념에 추가적인 실험적 기술의 발굴과 국내·외 신기술의 도입에 기술개발 연구로서의 큰 의미를 가진다고 판단된다.

● 기 수행된 과제와의 차별화 전략

과제명	차별화
본 연구과제	본 연구과제는 기존의 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 벽체와 기초의 분리로 인한 구조적 안정성을 보완하고 PS기법을 사용하여 시공성을 증진시키며 운반 시 발생하는 규제를 완화할 수 있는 PS강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽을 제작하여 프리캐스트의 장점인 경제성 및 제품품질의 규격화를 유지하는 동시에 추가적인 장점을 제공하는 동시에 차별화된 성능을 발휘한다.
자연암반형 판넬을 이용한 원지반 부착식 옹벽 개발	본 연구과제는 프리캐스트 공법을 활용한 콘크리트 옹벽으로 기존 옹벽의 문제점으로 지적되어 온 벽체와 기초의 분절(Segment)로 인한 구조적 안전성, 운반성 및 시공성 등을 해결하고 제품을 생산하여 사업화를 위한 연구로 경관성 저하 및 환경문제, 터파기 및 되메움 공정의 발생으로 인한 공기 지연 및 공사비 증가문제를 해결하고 식생이 가능한 자연암반형 판넬식 옹벽을 개발하는 기 수행된 연구와 차별화된다.
지하공사의 공기단축을 위한 무지주 지하옹벽 구조시스템 개발 및 실용화 연구	본 연구과제는 지상과 지하에 사용가능한 PS강봉을 활용한 역 T형의 프리캐스트 콘크리트 옹벽 시스템으로 기 수행된 지하옹벽 구조시스템으로 지주없이 거푸집을 자립시켜, 벽체를 축조하는 공법인 무지주 지하옹벽 구조시스템의 개발연구와 차별화된다.
경제적인 프리캐스트 옹벽 및 설계 프로그램의 개발	본 연구과제는 실제 실무에서 구조용 옹벽으로 일반적으로 사용되는 콘크리트 옹벽의 신기술과 시공방법을 제공하여 해석 및 시험을 통하여 성능을 검증하고 타당성 분석을 통하여 사업화를 위한 연구로 보강재와 옹벽의 블록을 사용하는 보강토 옹벽을 사용하고 프로그램 개발까지 만을 목표로 하는 기 수행된 연구와 차별화하였다.
프리캐스트 콘크리트 옹벽의 제품화 및 공장자동화 시스템에 관한 개발 연구	본 연구과제는 분절된 콘크리트 옹벽이 아닌 L형의 옹벽에 추가적인 앞굽을 PS강봉으로 연장하는 일체화된 옹벽 시스템에 대한 사업화를 위한 연구로 기 수행된 연구와 차별화하였다.

- 본 연구를 통하여 검증된 PS강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술은 기존의 APC옹벽에 비해 순공사비를 기준으로 6.48% 이상의 경제성을 확보한 것으로 평가되고, APC옹벽의 매출액을 기준으로 5년 내에 매출이 급속도로 성장하여 최소 160억의 매출 이익이 예상된다.

[단위 : 원/m]

	개발 기술 적용 전	개발 기술 적용 후	절약비용
합계	1,382,195	1,292,600	89,595
재료비	596,908	520,285	76,623
노무비	748,530	702,667	45,863
경비	36,757	69,648	-32,891

- 이러한 수익을 바탕으로 연구 인력을 확충하여 지속적으로 더욱 새로운 옹벽 신기술을 연구 및 개발하여 경쟁력을 갖는 전문옹벽기술 기업으로 성장할 것으로 예상된다.

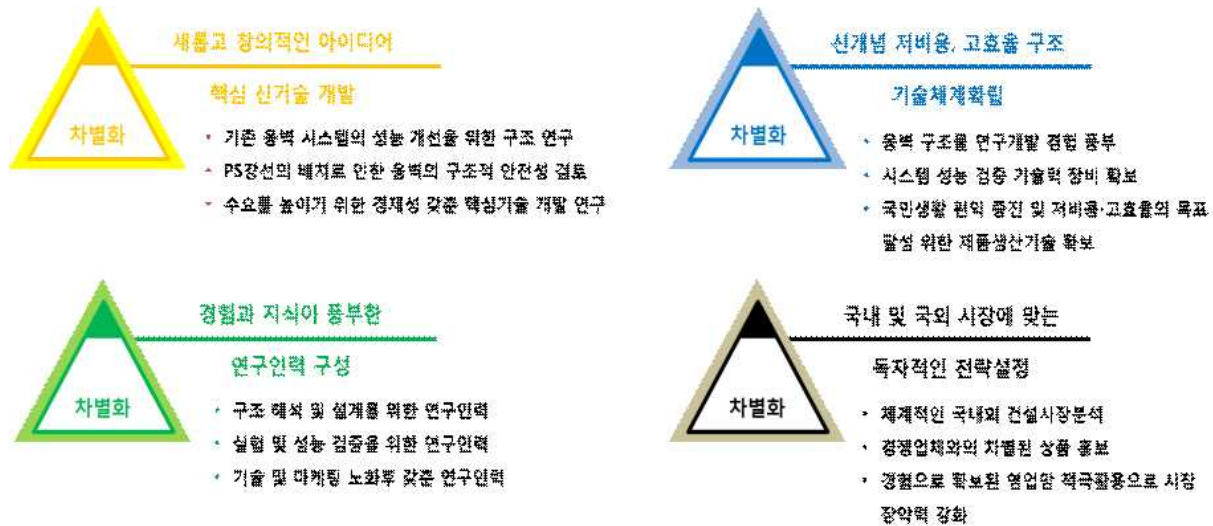


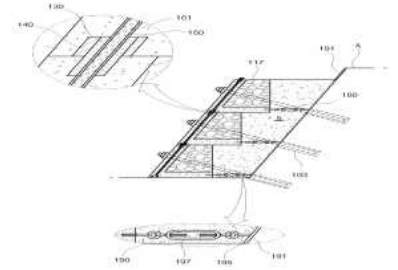
그림 2. 구체적인 차별화 방안

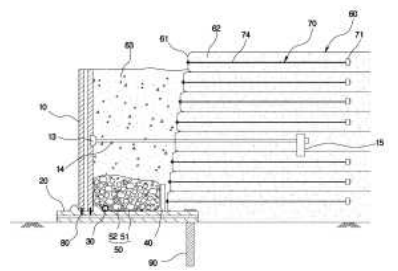
- 본 연구에서는 차별화된 옹벽 구조물의 개념을 정립하고 기존에 수행된 기초도면과 특허 및 해석과 실험을 통하여 성능이 입증된 구조물을 바탕으로 유사환경에서 시험단계의 연구를 제안함으로써 연구개발과제의 차별화 방안을 제시하고자 한다.

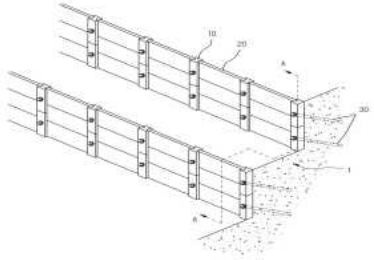
(2) 국내외 관련 기술 특허 동향

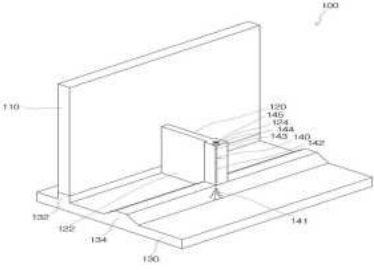
- 옹벽 관련 기술에 대하여 2001년부터 국내, 미국, 일본에 등록 및 공개된 특허는 총 7,636건(프리캐스트 콘크리트 옹벽 외 보강토 옹벽, 친환경 옹벽기술, 옹벽패널 등을 포함)이다. 그 중 콘크리트 옹벽구조에 프리캐스트 공법을 결합시킨 “프리캐스트 콘크리트 옹벽”관련된 특허는 국내 65건, 미국 22건, 일본 19건으로 총 106건으로 조사되었다.
- 기타 옹벽 기술을 포함한 전체 옹벽 기술 관련 특허 출원 및 등록은 1990년대부터 현재 까지 꾸준한 성장세를 보였다. 본 연구 관련 인프라는 최근 10년 일본, 미국 등에 비교하여 동등하거나 그 이상 수준으로 나타났지만 선진국의 경우에는 90년도에 이미 옹벽관련 기술들의 연구는 포화상태 인 것으로 판단된다. 또한, 국내에 발행된 “옹벽 시스템”에 관한 논문은 558건(대한토목학회, 한국지반공학회 등)으로 꾸준한 성장세를 보이는 것으로 나타났다.

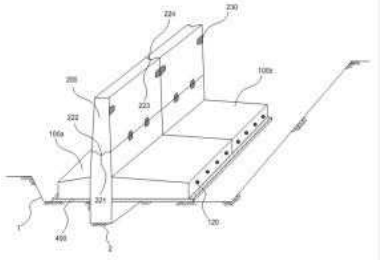
- 프리캐스트 콘크리트 옹벽관련 국내 기술 특허 동향은 다음과 같다.

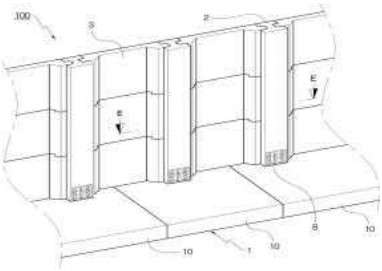
특허명칭	붕괴 방지망과 와이어를 이용하여 사면 밀착이 가능한 중력식 프리캐스트 옹벽		
등록번호	1009985010000	등록일	2010.11.30
출원번호	1020100062454	출원일	2010.06.30
출원인	(주) 대우건설	대표도면	
특허내용	본 발명은 붕괴 방지망과 와이어를 이용하여 사면 밀착이 가능한 중력식 프리캐스트 옹벽에 관한 것으로서, 일체화된 경사벽 축성이 가능하며, 전단키를 이용하여 프리캐스트 옹벽 간에 결합력을 강화시킨다. 프리캐스트 옹벽을 절토부와 앵커로 체결함으로써 절토부와 프리캐스트 옹벽간에 결합력을 강화시킬 수 있고, 상부의 프리캐스트 옹벽과 하부의 프리캐스트 옹벽에 강관을 삽입한 후 강관 내부를 통해 그라우트재를 주입하여 강관과 프리캐스트 옹벽을 일체화시킴으로써 토압력에 효과적으로 저항할 수 있다.		

특허명칭	프리캐스트 콘크리트 부재를 이용한 후 인장 콘크리트 옹벽 및 그 시공방법		
등록번호	1007566800000	등록일	2007.08.31
출원번호	1020060039178	출원일	2006.05.01
출원인	주식회사 도화엔지니어링	대표도면	
특허내용	본 발명은 프리캐스트 콘크리트 부재를 이용한 후 인장 콘크리트 옹벽 및 그 시공방법에 관한 것으로, 그 목적은 프리캐스트(precast) 콘크리트 부재를 이용하여 옹벽을 시공하고, 인장부재를 벽체의 후방으로 수평하게 설치하여 뒤채움 배수층의 타설이 용이하고, 옹벽의 후방으로 토목섬유에 의해 지지되는 토사옹벽을 형성하여 옹벽형성 후 벽체에 가해지는 토압을 경감시켜 안정성이 우수하도록 하며, 자갈주머니를 이용한 벽체의 안정 및 배수능력이 매우 뛰어나도록 하는 프리캐스트 콘크리트 부재를 이용한 후인장 콘크리트 옹벽 및 그 시공방법을 제공함에 있다.		

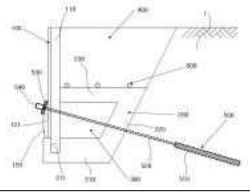
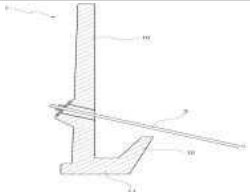
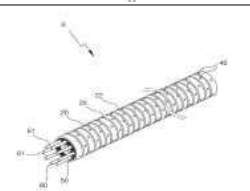
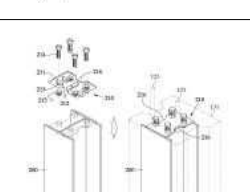
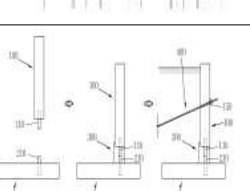
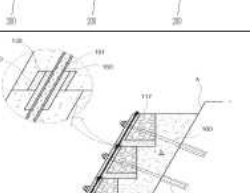
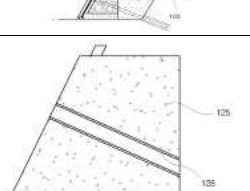
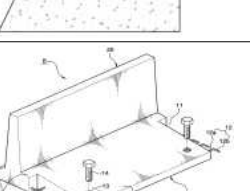
특허명칭	프리캐스트 R.C 옹벽 구조물		
등록번호	1007368520000	등록일	2007.07.02
출원번호	1020060130137	출원일	2006.12.19
출원인	주식회사 한국지오콘 주식회사 삼보기술단	대표도면	
특허내용	본 발명은 붕괴 방지망과 와이어를 이용하여 사면 밀착이 가능한 중력식 프리캐스트 옹벽에 관한 것으로서, 일체화된 경사벽 축성이 가능하며, 전단키를 이용하여 프리캐스트 옹벽 간에 결합력을 강화시킨다. 프리캐스트 옹벽을 절토부와 앵커로 체결함으로써 절토부와 프리캐스트 옹벽간에 결합력을 강화시킬 수 있고, 상부의 프리캐스트 옹벽과 하부의 프리캐스트 옹벽에 강관을 삽입한 후 강관 내부를 통해 그라우트재를 주입하여 강관과 프리캐스트 옹벽을 일체화시킴으로써 토압력에 효과적으로 저항할 수 있다.		

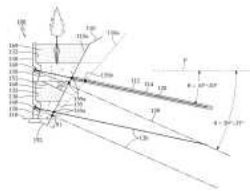
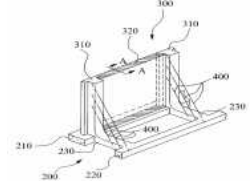
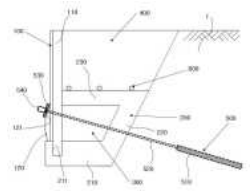
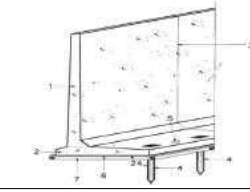
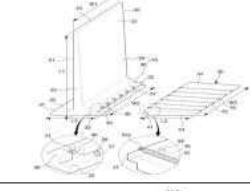
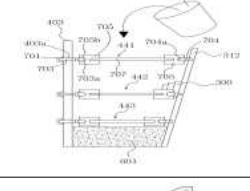
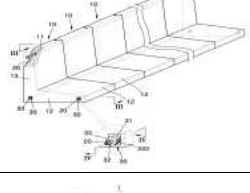
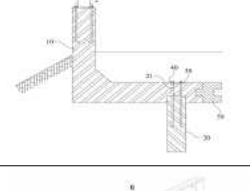
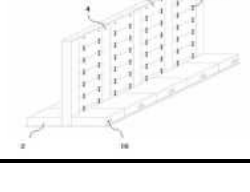
특허명칭	프리캐스트 옹벽 구조물		
등록번호	1010820670000	등록일	2011.11.03
출원번호	1020110039090	출원일	2011.04.26
출원인	주식회사 도우엔지니어즈	대표도면	
특허내용	본 발명은 프리캐스트 옹벽 구조물이 개시된다. 본 발명의 일 측면에 따르면, 토사를 지지하기 위한 지지벽, 일측부가 지지벽의 일면에 결합되며 타측부에 상하 방향으로 관통홀이 형성되는 보강벽, 상면에 지지벽과 보강벽이 배치되는 저판, 및 관통홀에 삽입되며, 일단부가 저판에 설치되고 타단부가 보강벽의 상부에 설치되어 보강벽에 압축력을 가하는 긴장 부재를 포함하는 프리캐스트 옹벽 구조물이 제공된다.		

특허명칭	역 T형 프리캐스트 콘크리트 옹벽블록 및 이를 이용한 시공방법		
등록번호	1006407160000	등록일	2006.10.25
출원번호	1020060032188	출원일	2006.04.10
출원인	주식회사 삼주이앤티텍	대표도면	
특허내용	본 발명은 옹벽설계 중에서 가장 많이 사용되는 역T형 옹벽블록 및 그 시공방법에 관한 것으로, 자세하게는 공장에서 프리캐스트 옹벽블록으로 제작되어 현장에서 벽체부와 기초부의 연결이 고정연결방식으로 일체화 시공되는 프리캐스트 역T형 옹벽블록 및 그 시공방법에 관한 것이다.		

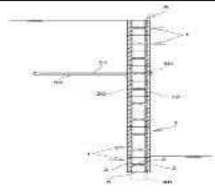
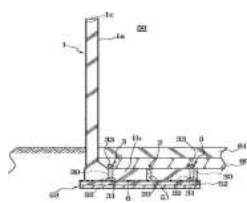
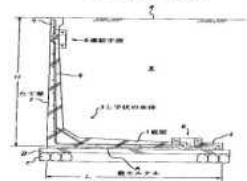
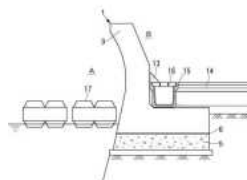
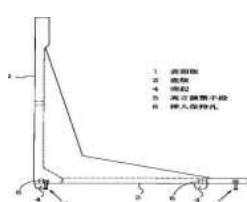
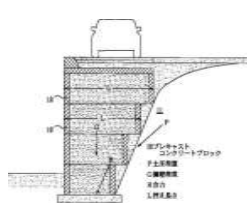
특허명칭	프리캐스트 옹벽 구조물		
등록번호	1014050880000	등록일	2014.06.02
출원번호	1020130141235	출원일	2013.11.20
출원인	삼호코넨(주)	대표도면	
특허내용	본 발명은 지면에 놓이는 기초부와, 연직하게 설치되는 기둥, 그리고 기둥 사이에 배치되는 패널을 현장에서 일체로 조립하여 구축되는 옹벽으로서, 옹벽을 구성하는 각 부재를 프리캐스트 콘크리트로 제작함으로써 제작 품질을 향상시킴은 물론이고, 현장에서의 작업량을 최소화함으로써 비용 절감과 안전관리 편의성 도모하고 시공기간을 단축하여 공기 단축 및 시공비 절감 효과를 달성할 뿐만 아니라, 각 부재에 원하는 색상과 문양을 부여할 수 있으며, 더 나아가 각 부재가 간편한 방법으로 견고하게 일체화를 이루도록 할 수 있는, 프리캐스트 콘크리트 부재를 이용한 새로운 방식의 조립식 옹벽에 관한 것이다.		

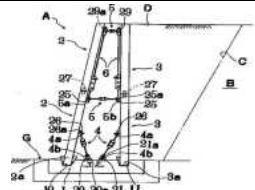
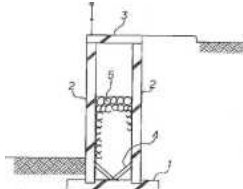
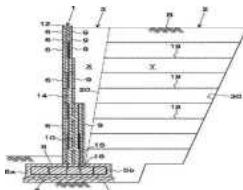
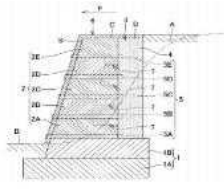
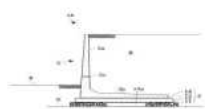
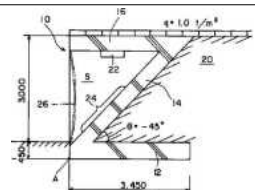
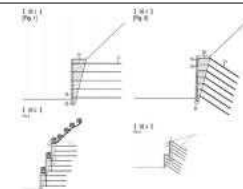
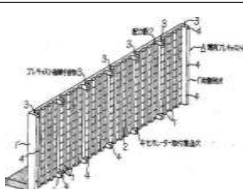
- 프리캐스트 옹벽 관련 기술 동향은 프리캐스트 공법의 경제성 및 운송수단의 문제로 90년대 이후부터 활발히 진행되었으며 공법의 특허 등록 및 신기술 지정 등으로 모방을 방지하고 있다.

특허명칭	출원 및 등록 번호	출원인	대표도면	출원 및 등록 연도
빌트인 프리캐스트 패널옹벽 어셈블리 및 이의 시공방법	1014596900000	주식회사 비엠테크		2014 등록
자립식 메인 패널을 이용한 옹벽 및 그 시공방법	1020140102557	(주)스마텍 엔지니어링		2014 출원
산을 깎은 절개지 및 지반침하가 우려되는 연약지반의 옹벽 시공용 파일 및 그 파일을 이용한 옹벽 시공방법	1014684650000	유지씨 주식회사		2014 등록
파일을 이용한 프리캐스트 자립식 옹벽 및 그 시공방법	1013736740000	(주) 동아이엔지		2014 등록
콘크리트 옹벽 구조물 및 그 시공방법	1020130059005	주식회사 티아이에스		2013 출원
전단키와 강관을 구비한 중력식 프리캐스트 옹벽	1009985020000	(주) 대우건설		2010 등록
긴장력에 의해 일체화된 중력식 프리캐스트 옹벽	1009916640000	(주) 대우건설		2010 등록
프리캐스트 콘크리트 옹벽블록	1007796080000	주식회사 인근개발		2007 등록

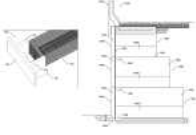
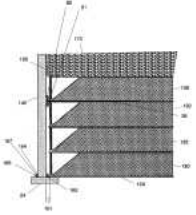
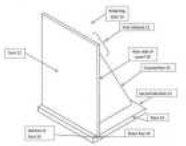
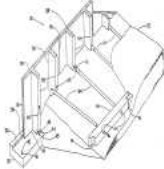
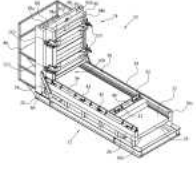
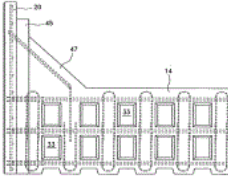
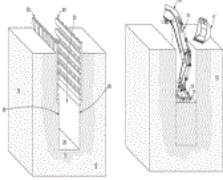
하향경사 저면이 형성되는 딛채움 콘크리트를 구비한 절토부 보강옹벽 및 그 시공방법	1009204610000	주식회사 도화엔지니어 링		2009 등록
긴장부재가 형성된 조립식 옹벽시스템	1006074820000	김정민		2006 등록
빌트인 프리캐스트 패널옹벽 어셈블리 및 이의 시공방법	1014596900000	주식회사 비엠테크		2014 등록
마이크로 파일을 이용한 프리캐스트 옹벽	1019990041224	김우기		1999 출원
분할형 프리캐스트 콘크리트 옹벽 및 그 제조방법	1020110043470	(주) 에프앤이엔 씨		2011 출원
옹벽 구조 및 그 시공방법	1020100127161	(주) 지오알앤디		2010 출원
인장력이 도입된 프리캐스트 콘크리트 옹벽	1020060120937	김범수		2006 출원
프리캐스트 옹벽	1020110066553	누리이앤씨 (주)		2011 출원
프리캐스트 옹벽구조물 및 그의 시공방법	10-2007-0086453	(주) 다음기술단		2007 출원

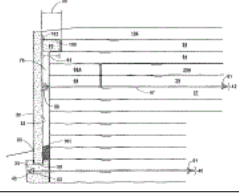
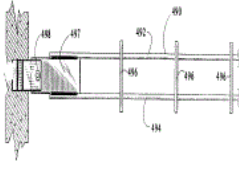
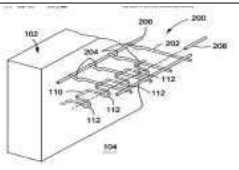
- 국외(미국, 일본) 특허 기술 출원 및 등록 현황
 - 국내·외 옹벽관련 특허 기술은 콘크리트 옹벽, 보강토 옹벽, 자연친화적인 옹벽 등 다양한 방면의 기술이 출원 및 등록 되어있는 실정이며 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 경우에는 옹벽에 사용되는 앵커 및 블록의 형태, 옹벽의 벽체와 기초를 연결하는 방법, 옹벽의 다양한 시공방법 등의 기술현황이 조사되었다.
 - 일본

특허명칭	출원 및 등록 번호	출원인	대표도면	출원 및 등록 연도
RETAINING WALL USING PRECAST CONCRETE MEMBER	05360658	株式会社ピー エス三菱		2013 등록
METHOD FOR CONSTRUCTING PRECAST CONCRETE WALL AND RETAINING WALL AND PRECAST CONCRETE MEMBER	08153617	TOKYU KOKEN IWATO KENSETSU		1996 출원
PRECAST WALL SYSTEM	12238507	MAKIMINATO HYUUMUKAN KOGYOSHO		2000 출원
RETAINING WALL MADE OF PRECAST CONCRETE	03186385	株式会社 復建技術コン サルタント , 前田製管株式 会社		2013 등록
FLOOR SLAB STRUCTURE OF PRECAST CONCRETE BLOCK AND INSTALLATION METHOD THEREOF	12153129	OKUTO SANYO		2000 출원
RETAINING WALL STRUCTURE AND CONSTRUCTION METHOD FOR RETAINING WALL	12171167	FUJITA CORP KYOKUTO CORP		2000 출원

RETAING WALL BUILDING CONSTRUCTION	10109010	HORIGUCHI KEIKO		1998 출원
BOX-SHAPED RETAINING WALL	10322895	NIHON KOGYO CO LTD		1998 출원
RETAINING WALL STRUCTURE	14136354	SHOWACON CRETE IND CO LTD		2002 출원
STRUCTURE OF RETAINING WALL FORMED OF SOIL IMPROVEMENT OBJECT AND ITS CONSTRUCTION METHOD	05146117	竹内 謹治 , 山本 春行		2012 등록
PRECAST FOUNDATION PLATE, PRECAST STRUCTURE, FOUNDATION OF PRECAST STRUCTURE, AND CONSTRUCTION METHOD OF EARTH RETAINING STRUCTURE	23071827	YUTOKU CONCRETE CO LTD		2011 출원
CONCRETE RETAINING WALL	12116110	KENCHIKU KOZO		2000 출원
CONSTRUCTION METHOD FOR RETAINING WALL STRUCTURE	05124007	ヨン ス ソン		2012 등록
CONSTRUCTION OF REINFORCED CONCRETE RETAINING WALL BY USE OF LARGE SIZE PRECAST SLAB	03299596	FUJITA CORP.		2002 등록

○ 미국

특허명칭	출원 및 등록 번호	출원인	대표도면	출원 및 등록 연도
Precast wall system	US8684635	Earth Reinforce- ment Technologies , LLC		2014 등록
Precast wall system	US8388258	Thomas L. Rainey		2013 등록
Synthetic deformed bars and retaining walls	US10047080	John, W. Babcock		2002 출원
PRECAST CONCRETE RETAINING WALL	US13835100	UTILITY CONCRETE PRODUCTS, LLC		2013 출원
vertical precast retaining wall system	US8093171	Babcock John W.		1993 출원
Apparatus for Manufacturing a Pre-Cast Retaining Wall	US 20110038972	Petrov George		2009 출원
Precast wall system	US8388258	Thomas L. Rainey		2013 등록
Retaining wall construction including precast elements	US7044687	The Neel Company		2006 등록
Method for forming a retaining wall, and corresponding retaining wall	US8898996	Maurice Garzon Lavie Garzon		2014 등록

Retaining wall and fascia system	US6238144	Babcock John W.		2001 등록
Stabilizing elements for mechanically stabilized earthen structure	US6050748	Societe Civile des Brevets Henri Vidal		2000 등록
SOIL REINFORCING RETAINING WALL ANCHOR	US 12122080	T & B STRUCTURAL SYSTEMS LLC		2008 출원

- 국·내외 관련 선행 특허 분석을 통한 결과 본 연구에서의 신기술은 중복 가능성이 없으며 독창적인 기술의 연구 수행과 실용화 및 사업화를 통한 기술적, 사회적 파급효과는 클 것으로 판단된다.

(3) 국내외 시장분석 및 사업화 전망

(가) 재난·재해 대응 기술 개발 확산 동향

- 국가 재난관리시스템 강화를 통해 국민들이 각종 재난으로부터 안전한 삶 구현을 위하여 정부의 「국가재난관리 국정과제」 중 ‘제 86번 총제적인 국가재난관리체계 강화’과제가 추진되고 있다.



그림 3. 정부의 국가재난관리 국정과제 세부내용

- 재난·재해의 일상화로 인한 태풍·호우 등 반복적으로 자연재해의 발생으로 인한 재난의 일상화로 막대한 인명·재산 피해가 발생되어 국민안전을 보장하는 과학기술의

역할에 대한 국민 관심과 수요가 증대되고 있다. 이로 인해 정부는 홍수·산사태 등 재해에 걱정 없는 안심국토 실현 과제를 추진하였다.

- 미래창조과학부(2013. 06)는 2014 안건 보고에서 중점투자분야 및 중점투자 분야별 주요기술 선정을 위하여 「2014년 재난·재해 R&D 투자전략」에서는 국가적 차원에서 대응이 시급한 분야를 발굴하여 예산을 지원함으로써 재난·재해 R&D 투자 효율화 및 투자효과 극대화를 목적으로 한다.

중점투자분야	목표
지진 : 한반도 지진피해 예측기법 고도화	◦ 예측불가능한 지진재난에 대하여 지진피해 예측 및 위험관리기술 개발을 통한 국가 지진재난관리능력 향상 및 지진피해 최소화
산사태/급경사지붕괴 : 한국형 토사재해 선제 대응 및 안전 기술 개발	◦ 예방중심의 선제적 토사재해 관리 및 대응을 통한 안심국토 실현 ◦ 전국단위의 산사태 및 토석류 등 토사재해에 대한 사전 재해 예방을 위한 다각적 접근방식 개발을 통해, 선제적 재해 예방 및 재해 후 신속하고 안전한 복구 방안 마련
태풍·호우 : 국가 태풍 분석·예측 및 대응기술개발	◦ 자연재해 중 가장 큰 피해를 일으키는 태풍 분석·예측·대응 융합기술개발 ◦ 태풍에 대한 예보 정확도 및 선행시간 향상을 위한 예측 기술개발 ◦ 수문 방재기술과 융합을 통한 국가적 태풍 종합 대응체계 기반 마련

- 급경사지 재해예방에 관한 법률
 - 국민안전처는 급경사지로 서울(140여 곳), 인천과 경기도(1500여 곳) 등으로 분류하여 옹벽을 설치하고 이를 위해 급경사지 붕괴위험지역의 지정·관리, 정비계획의 수립·시행, 응급대책 등에 관한 사항을 규정함으로써 급경사지 붕괴 등의 위험으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공복리 증진에 이바지함을 목적으로 하는 “급경사지 재해예방에 관한 법률”을 2007년 법률로 지정하여 2014.11월에 개정하여 실시하고 있다.



그림 4. 정부의 경제 활성화로 인한 신기술의 기획창출

(나) 국·내외 건설 시장 분석

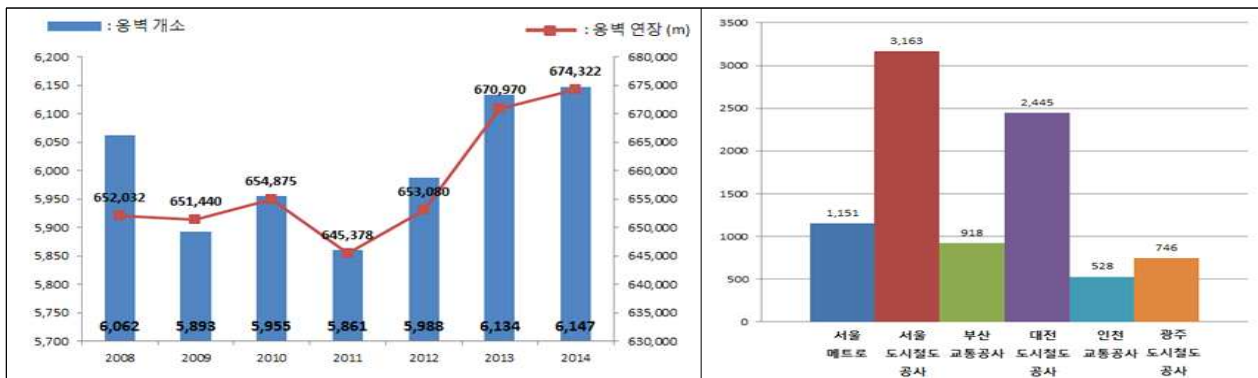
- 건설기술의 발달과 장비의 대형화가 이루어지면서 철근콘크리트 구조물의 신속한 시공 및 우수한 품질관리 등이 요구되면서 공장에서 제작하여 현장으로 운반하고 설치, 시공하는 프리캐스트 공법의 적용이 확대되고 있다.
- 1980년대 교량구조물이나 건축 구조물에서 프리캐스트 공법이 본격적으로 적용되기 시작하였고 1990년대 들어 급속도로 보급이 확장되었다. 특히 빠른 시공과 우수한 품질 확보를 이유로 도심지 공사에서는 프리캐스트 공법이 선호되고 있으며 인력 및 현장 관리의 어려움으로 현장타설 시공은 기피되고 있는 추세이다. 그러나 철근콘크리트 구조물이 프리캐스트 공법으로 전환되고 있는 실정임에도 웅벽 구조물은 과다한 중량과 부피로 인해 프리캐스트공법의 적용이 다른 구조물에 비해 매우 작으며, 일본 등 기술 선진국들에서 기초와 벽체를 분리·제작하여 현장에서 조립하는 일부의 분절 프리캐스트 웅벽공법만이 적용되고 있다.
- 그로인해 현재 기술 보다는 저렴하면서 동등 이상의 성능을 발휘할 수 있는 신기술 공법이 절실하게 필요한 상황이다. 구조물의 안전성 확보와 기술의 효율성 극대화를 목적으로 본 연구에서 제안하는 PS강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트 웅벽의 기술을 개발, 적용 및 확산시키기 위한 연구가 필요하다고 판단된다.



그림 5. SOC 변동 예산 및 내용

- 도로 및 철도에서 웅벽구조물은 많은 개소에서 이용되고 있는데 철도 분야에서 기존선의 경우, 표 와 같이 약 6,000여 개소, 670km의 연장에 웅벽구조물이 시공되어 있다. 현재에도 웅벽구조물은 기존선의 개량 및 복선화, 또는 신설선의 경우 속도향상을 위한 구배나 선형 조정의 필요성으로 인해 교량 등을 대체할 수 있는 경제적인 지반 구조물로서 시공수요가 증가되고 있다. 따라서 철도 연변의 공간을 최대한 활용하고, 기존선 복선화에 따른 용지매입의 어려운 점을 해소하며, 향후 신설되는 선로 등의 중요 구조물 시공을 위해서는 영구적인 구조물로서 보다 안전하고 경제적인 형태의

옹벽 구조물에 대한 개발이 절실하게 요구되고 있는 실정이다.



(a) 일반철도 옹벽 총 현황(2008~2014)

(b) 도시철도 옹벽현황 (2013)

	2008		2010		2012		2014	
노선	옹벽개소	옹벽연장(m)	옹벽개소	옹벽연장(m)	옹벽개소	옹벽연장(m)	옹벽개소	옹벽연장(m)
합 계	6,062	652,032.13	5,955	654,875.13	5,988	653,080.28	6,147	674,321.79
경부선	617	99,455.88	576	89,168.88	568	88,462.88	656	104,689.88
중앙선	986	75,972.65	913	67,005.65	997	77,544.01	997	77,544.01
호남선	544	66,642.3	429	68,749.44	553	68,785.3	571	71,066.3
전라선	363	44,350.53	364	44,356.53	364	44,356.53	364	44,356.53
충북선	236	13,254.72	235	13,204.72	78	13,295.03	78	13,295.03
경인선	81	17,404.2	81	17,404.2	81	17,404.2	81	17,404.2
장항선	174	18,388.7	191	19,783.96	165	17,608.7	182	18,763.7
경의선	30	4,916.8	30	4,916.8	30	4,916.8	30	4,916.8
경원선	91	15,376	142	27,834	132	25,077	93	16,133.2
경춘선	187	18,180.8	190	18,624.8	180	17,440.8	180	17,440.8
교외선	51	4,028	51	4,028	51	4,028	51	4,028
경북선	172	18,219	173	18,294	175	18,399	175	18,399
영동선	556	50,523.27	580	52,719.87	583	52,985.87	589	54,365.63
태백선	381	28,176.11	382	28,246.11	384	28,305.11	384	28,305.11
동해남부선	264	26,850.92	262	26,850.92	207	18,009.22	262	26,850.92
경전선	695	70,453.93	715	72,802.93	737	73,543.93	751	74,295.78
경부고속선	60	7,424.18	60	7,424.18	122	9,541.93	122	9,541.93
기타	574	72,414	581	80,884	581	73,376	581	82,467

(c) 일반철도 노선별 옹벽 현황(2008~2014, 2년 주기)

그림 6. 철도노선별 옹벽 현황

- 지반구조물은 경사가 급하거나 제한된 선로부지 또는 환경적 제약이 있는 개소에서의 시공상 문제를 해결하기 위해 새로운 옹벽기술을 적용하여 보다 안전하고 합리적으로 공간을 확보하는 방안이 연구되고 있다.
- 프리캐스트옹벽은 기존 RC옹벽과 달리 기초판과 벽체를 공장에서 제작하여 현장에서 조립식으로 설치할 수 있어 시공성이 뛰어나고 공기를 획기적으로 단축할 수 있다. 또한, 현장에서 콘크리트 타설, 양생 등의 공정을 생략할 수 있어 품질관리가 용이한 시공 방법이다.

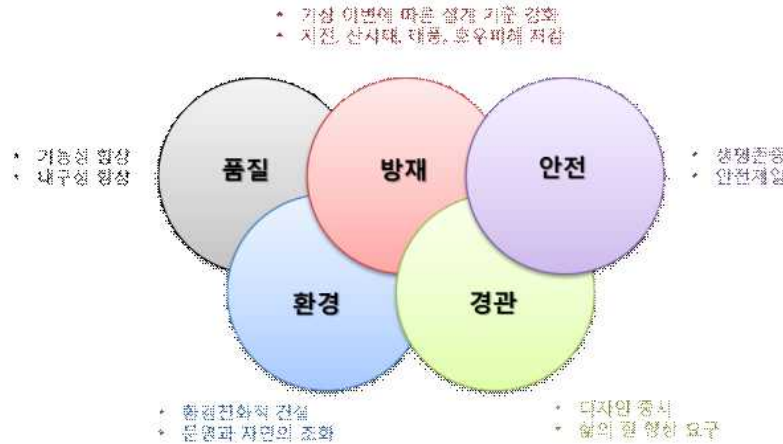


그림 7. 옹벽과 관련된 최근 산업의 주요 이슈

- 고효율 저비용 기술개발은 최근 산업 및 사회기반시설에서 이슈가 되고 있는 ‘국민의 안전한 삶’ 영위에 기여할 것이며, 자연재해로부터 국민의 안전을 보장이라는 국가 신뢰성 고양이라는 사회적 효과가 지대하리라 판단된다.
- 최근 부각되고 있는 건설시장인 아시아 지역은 공법 수입 측면에 보수적이지만 경제성을 갖는 고효율 옹벽 공법을 개발한다면 경쟁력 우위를 바탕으로 많은 매출이 예상된다. 또한 국내 내수시장을 포함하여 큰 시장을 갖고 있는 베트남, 중국, 인도네시아, 중동(리비아, UAE) 등의 나라와 기술개발 부족으로 인한 산사태 등의 자연재해에 노출이 심한 멕시코, 보스니아, 말레이시아 등의 나라에 수출 판로를 개척하여 경제적이면서 성능이 뛰어난 기술 수출이 기대된다. 다만, 본 개발기술의 PC옹벽이 큰 크기의 중량물로서 직접수출이 어렵기에 현지생산이나 기술이전을 통해 개발 기술의 수출 판로를 개척하고자 한다.
- 일반적으로 기술이전 방식은 기술양도(assignment), 공동연구(cooperative research), 라이선싱(licensing), 분사(spin-off), 합작벤처(joint venture), 인수합병(M&A)의 6가지 방법으로 구분할 수 있다. 대학을 포함한 공공연구기관에서 기업으로의 주요한 기술이전 방식은 라이선싱, 계약연구를 포함한 협동연구, 분사 등을 통한 창업기업 설립의 3가지라고 할 수 있으며, 기술이전방식에 따르면 기술양도가 가장 위험이 낮고, 공동연구, 라이선싱, 합작벤처, 인수합병의 순으로 위험도가 증가하며, 기업 설립을 통해 기술을 직접사업화 하는 분사 방식이 가장 위험도가 높으나 기술이전 성공을 통한 수익은 위험도가 높을수록 높다.
- 기술이전 성과에 영향을 미치는 대표적 요인으로는 기술적 특성, 기술제공자 특성,

기술도입자 특성, 정책 및 기반환경을 들 수 있다. 기술적 특성 초기단계(early stage) 발명의 경우나 기초연구의 경우는 공동 연구방식이 적당하며 반대로 실용화정도가 어느 정도 높은 응용연구의 경우 특히, 특허와 같은 지적재산권으로 전유성이 보장되는 발명의 경우 라이선싱(Licensing)이 유효하다.

- 기술제공자 특성: 기술이전 성과가 높은 기술제공자의 특성은 연구 개발자의 자질이 높고 이러한 연구개발자를 기술이전에 참여하도록 만드는 유인체계를 갖고 있는 것으로 특징지어질 수 있다.
 - 기술도입자 특성: 기술이전을 성공으로 이끄는 기술도입기업의 특성은 기술적 능력을 대표하는 기술흡수 능력과 자본적 능력인 보완자산으로 대표될 수 있다.
 - 정책 및 기반환경: 기술이전을 둘러싼 정부정책 및 기반환경은 각 나라의 특성을 고려하여 조성되어야 할 것이다.
- 따라서 국내 내수시장을 포함하여 큰 시장을 갖고 있는 베트남, 중국, 인도네시아, 중동(리비아, UAE) 등의 나라와 기술개발 부족으로 인한 산사태 등의 자연재해에 노출이 심한 멕시코, 보스니아, 말레이시아 등의 나라의 시장 분석을 통해 기술보유 기관이 직접기술을 사업화하거나 합작투자를 통해 합작법인을 만드는 경우보다는 투자비용 및 소요자원의 측면에서 비용 및 성공가능성에 대한 위험이 상대적으로 적은 라이선싱(Licensing) 기술이전방안을 모색하고자 한다.



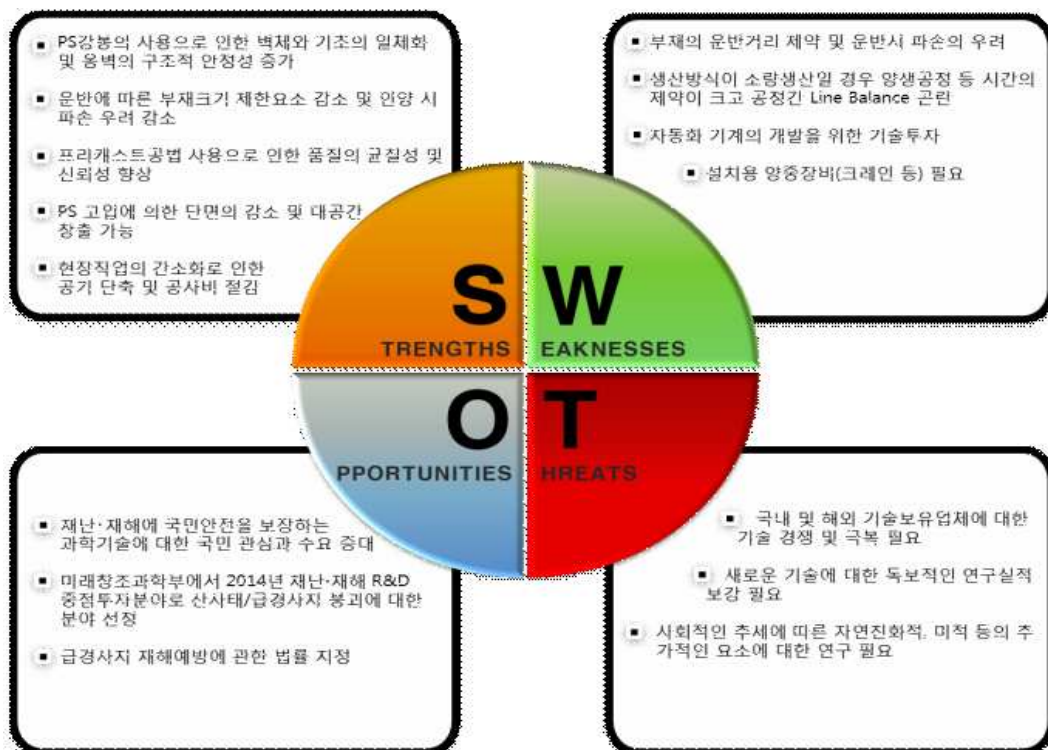
그림 8. 개발기술의 수출 판로 개척

- 또한, 라이선싱 방법의 종류에는 기술실시권의 유형에 따라 전용 또는 독점적 실시권(exclusive license), 통상 또는 비독점적 실시권(Non-exclusive License) 등으로 나눌 수 있으며 이외에도 재실시권(Sublicense), 상호실시권(Cross License), 일괄실시권(Package

License) 등이 기술이전의 목적과 성격에 따라 시행되기도 하므로 시장특성에 맞는 방법을 선택적으로 실시해야할 것으로 판단된다.

(4) 종합결론

- 국내에서는 콘크리트 옹벽의 사용빈도에 비해 관심의 부족으로 선진국에 비해 기술력이 뒤쳐져 있지만, 재해·재난으로 부터의 안전에 대한 관심과 국가사업에서의 안전기술관련 수요가 점증적으로 증가하여 개발대상의 PC옹벽과 같은 구조물의 인프라 시장 규모는 확대될 것으로 전망이다. 따라서 기존 옹벽기술력에 신기술을 도입함으로 얻어지는 기술 개발과 전문인력 양성 및 상업적 적용 투자에 대한 활성화가 필요하다.
- 본 사업에서 제안하고자 하는 ‘프리캐스트 콘크리트 옹벽의 실용화 연구’의 국·내외 시장동향 및 기술개발수준, 국내 인프라 수준, 국제 경쟁력, 과제 수행 연구진의 구성 및 능력 등을 바탕으로 SWOT분석을 실시하였다.
- 분석결과 본 연구를 통해 약점과 위협요인에 대한 대책을 강구하여 강점과 기회요인을 부각시켜 이용할 수 있을 것으로 판단된다.



제3장. 연구 수행 내용 및 성과

가. 사업화 최종목표

(1) 최종목표

원자재의 사용을 절감하면서 구조적으로 가장 효율적인 PS(Pre-Stress)와 프리캐스트(Precast) 공법을 활용한 최적화된 옹벽 제작 공법을 연구하여 경제적이면서 동등 이상의 효과 및 성능을 발휘할 수 있는 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 개발 및 실용화

- 기존의 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 운반성 및 시공성 등에 대한 문제점 보완을 위한 기술 개발
 - 새로운 방식의 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 3차원 유한요소 해석을 통한 성능 검증 및 평가
 - PS기법을 활용한 구조물의 안정성 확보와 프리캐스트 공법을 활용한 구조물 품질의 규격화 및 공사비용 절감을 위한 실험적 성능평가 및 활용방안 검토
 - 테스트 베드 등을 통한 검증 및 제품화를 통한 사업화 방안 모색
-
- 절개지의 대책공법으로 절취에 의하여 절개지를 안정화할 경우, 절개면이 노출되어 있어 시간의 흐름과 함께 절개면의 침식작용과 더불어 붕괴를 유발하는 경우가 전국 곳곳에서 발생하고 있다. 대부분 국내 절개지는 암반으로 구성되어 있어 초기에는 낙석으로 시작하는 대규모 붕괴로 이어지는 경우를 종종 발견할 수 있다. 국내의 붕괴사례를 살펴볼 때 초기의 낙석을 방지할 수 있는 방안을 마련한다면 낙석으로 발생하는 물적, 경제적 피해를 최소화할 수 있을 것이다.
 - 고속도로나 국도, 철도, 주거 및 산업 단지 등에 광범위하게 설치되어 높이에 제한을 받거나 구조적 안전성이 상대적으로 떨어지면서도 비용이나 공사기간 등 많은 요소들이 부담스러웠던 기존의 옹벽을 대체하고, 옹벽의 운반에 대한 규제사항을 완화하며 구조적 불안정성을 해소하기 위해 PS 공법을 이용하여 옹벽의 단점을 보완한 기술이 본 연구에서 제안하는 프리캐스트 콘크리트 옹벽이다.

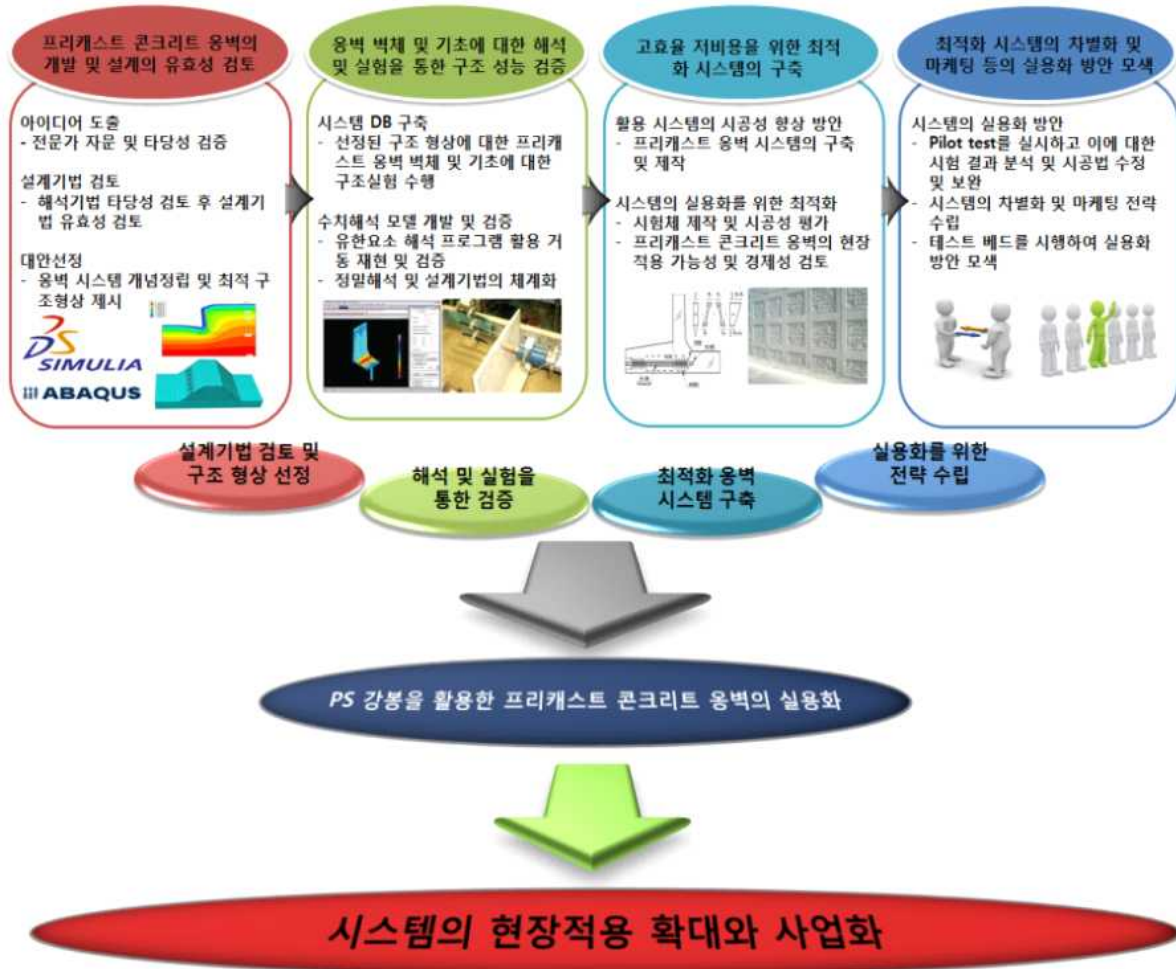


그림 9. PS강봉을 적용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 기술개발 목표

- 본 사업에서는 그림 10에서 보는 바와 같이 PS강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 실용화를 위하여 유한요소 해석을 통한 옹벽의 타당성을 검토하고 설계기법의 유효성을 검토하며 제작성을 고려한 최적 구조물의 형상을 선정하고자 한다.
- 경제적이고 효율적인 시공성 향상을 위한 옹벽상세시스템을 구축하고 프리캐스트 콘크리트 옹벽 벽체와 기초에 대한 상세해석 및 구조실험을 통하여 성능 검증 실험을 수행하고 타당성 검증을 통하여 옹벽의 새로운 기술의 실용화를 이루고자 한다.
- 최적화된 PS강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 Pilot Test의 결과 분석, 테스트 베드를 통한 현장 적용성 등을 통하여 실용화 방안을 모색하고 차별화된 시스템의 신기술 지정, 제품화 및 마케팅 전략 등을 수립하여 사업화를 도모하고자 한다.

(2) 최종목표의 성격 및 설정근거

- 본 사업은 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 실용화를 위하여, 연구목표에 부합하는 새로운 기법의 옹벽 시스템에 대한 ‘제품개발’을 위하여 구조해석을 통한 최적화 구조단면 형상을 선정하고 구조실험을 통하여 성능 검증을 수행하며 ‘고효율 저비용 프리캐스트 콘크리트 옹벽’ 시스템을 구축하여 신기술 등록을 통한 공공서나 대기업 등에 기술이전 등의 방법으로 제품화 및 사업화를 실현하고자 한다.

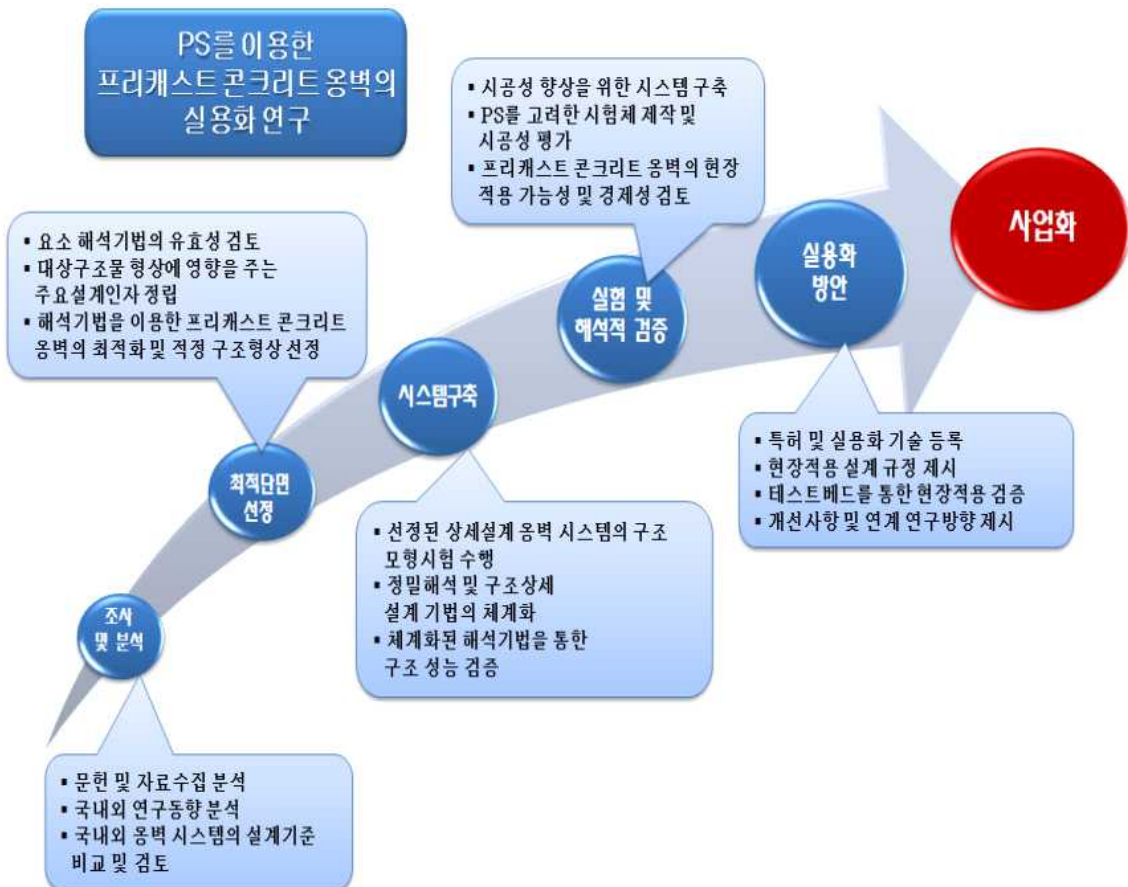


그림 10. 실용화를 위한 연구 추진 단계

- 연구 목표에 대한 최종 성과물과 목표설정 근거는 연구목표와 내용에 부합되도록 설정하여 단계별로 기술하면 다음과 같다.

나. 연구 수행 내용 및 성과

(1) 1단계

프리캐스트 콘크리트 옹벽의 개발 및 설계의 추가적인 유효성 검토	
연구내용	• 국·내외 옹벽의 설계기준 비교 검토 • 옹벽의 해석 및 설계 기법의 특성 검토 • 설계 기법의 유효성 및 타당성 검토 • 옹벽의 최적화 형상을 위한 변수 선정 • 변수에 따른 옹벽의 최적 구조형상 제시 • 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 해석에 대한 자료수집 • 구조물 형상에 대한 3차원 정밀해석 수행 • 해석결과의 비교분석 및 효율성을 고려한 유효성 검토 • 프리캐스트 콘크리트 해석 및 설계 검토는 연구에 대한 3차원 정밀해석 수행 되어야한다. • 실질적인 옹벽의 거동을 구현하기 위해 정밀 해석을 수행하면 거동구현이 가능할 것으로 판단된다.
최종 성과물	• 최적화된 구조적 형상 개발 1) 설계기법의 유효성 검증 2) 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 최적 형상 선정 * 설계도면 개발, 사양서 개발
목표 설정 근거	• 최적화한 옹벽에 대한 설계해석기법의 유효성을 검토할 수 있을 것으로 판단된다. • 본 사업에서 제안하는 옹벽은 주관기관이 보유한 기존의 기술을 토대로 계략적인 기본형상이 설정되어 있지만 최적단면형상은 설정되어 있지 않은 상황이므로 옹벽의 최적형상을 선정하기 위하여 여러 가지 변수를 선정하여 해석을 통해 제시되어야 한다. • 본 연구목표를 위하여 연구기간은 2년으로 수행을 하며, 본 목표에 대하여 (주)강탄산업의 책임연구자 및 참여연구진은 10여년 이상의 구조물 설계에 대한 경력을 지니고 있으며, 인천대학교의 공동연구자는 이론적 배경이 풍부하며, 정밀해석의 수행이 가능하다.

(2) 2단계

옹벽 벽체 및 기초에 구조실험을 통한 구조 성능 검증	
연구내용	• 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 구조시험에 대한 자료수집 • 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 구조시험 구체적 방법 정립 • 선정된 최적형상의 프리캐스트 콘크리트 옹벽에 대한 구조시험 수행 • 체계화된 해석기법을 통한 구조시험의 성능 검증

최종 성과물	• 제품 개발 1) PS 강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트옹벽의 유효성 및 성능 검증 * 테스트베드 적용
목표 설정 근거	• 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 모형시험을 위해서는 구체적 수행방법 구축이 필요하다. • 도로, 철도, 주거 및 산업 단지에 대한 적용을 검토하기 위하여 실제 토압에 대한 구조시험을 수행해야 한다. • 정밀해석을 통한 구조시험의 성능을 검증하여 구조 상세에 대한 해석 및 설계기법을 체계화하도록 한다. • 본 목표를 수행하는 인천대학교는 구조해석에 대한 기술적 지식 및 노하우를 지니고 있다.

(3) 3단계

고효율 저비용을 위한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 시스템 구축	
연구내용	• 실제 옹벽 구조물의 구조적 안전성, 시공성 등의 성능향상을 위한 옹벽 시스템 구축 • 구조시험 및 해석 결과의 비교·분석을 통한 성능의 검증 • 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 구조적 안정성 확립 및 시공성 평가 • 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 현장적용가능성 및 경제성 검토 • 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 실용화를 위한 테스트 베드 구축 및 수행
최종 성과물	• 최적화된 구조적 형상 개발 1) PS강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 타당성 분석 및 평가를 통한 구조성능 확립 * 설계결과 현장적용
목표 설정 근거	• 최적화된 프리캐스트 콘크리트 옹벽 시스템의 확립을 통한 해석 및 설계 기법을 체계화한다. • 실제 시제품의 구조 성능을 검토하기 위하여 체계화된 기틀을 마련한다. • 도로, 철도, 주거 또는 산업 단지에 대한 시스템의 적용성, 시공성 등의 성능 기준을 제공한다. • 본 연구의 주관기관인 강탄산업(주)는 기 수행된 연구에 의한 실질적인 시스템 정립의 노하우를 지니고 있다.

(4) 4단계

프리캐스트 콘크리트 옹벽의 사업화 방안	
연구내용	• 사업성을 위한 구조시스템의 차별화 전략 및 시장성 분석 • 공기업, 지자체, 대형 시공회사 등과의 공사협약으로 인한 판매경로 구축 • 프리캐스트 콘크리트의 제품화 및 사업화 방안 모색

최종 성과물	- 최적화된 구조적 형상 개발 1) PS 강봉을 활용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 시제품 제작 2) 시제품의 판로방안 및 사업화방안 모색 및 확립 * 우수조달제품선정, 사업화/제품화, 공사체결, 기술실시계약
목표 설정 근거	- 사회적으로 안전에 대한 의식이 높아짐으로 인해 안전에 대한 정부의 대책마련이 급증하고 있는 실정이다. - 옹벽의 벽체와 기초의 일체화에 따른 단점을 보완하고 장점을 유지할 수 있는 신기술의 제안이 부족한 상황이다. - 신기술을 활용하여 얻어지는 경제성 및 구조적 안전성 등의 장점을 통하여 사업적 우위를 점유할 수 있을 것으로 판단된다. - 발주업체와 공사계약 체결 등을 통해 제품화 하여 현장에 적용가능 할 수 있을 것으로 판단된다. - 사업수행 과정 또는 이후의 사업화에 따른 고용창출 효과 및 실질적인 기술개발이 가능할 것으로 판단된다.

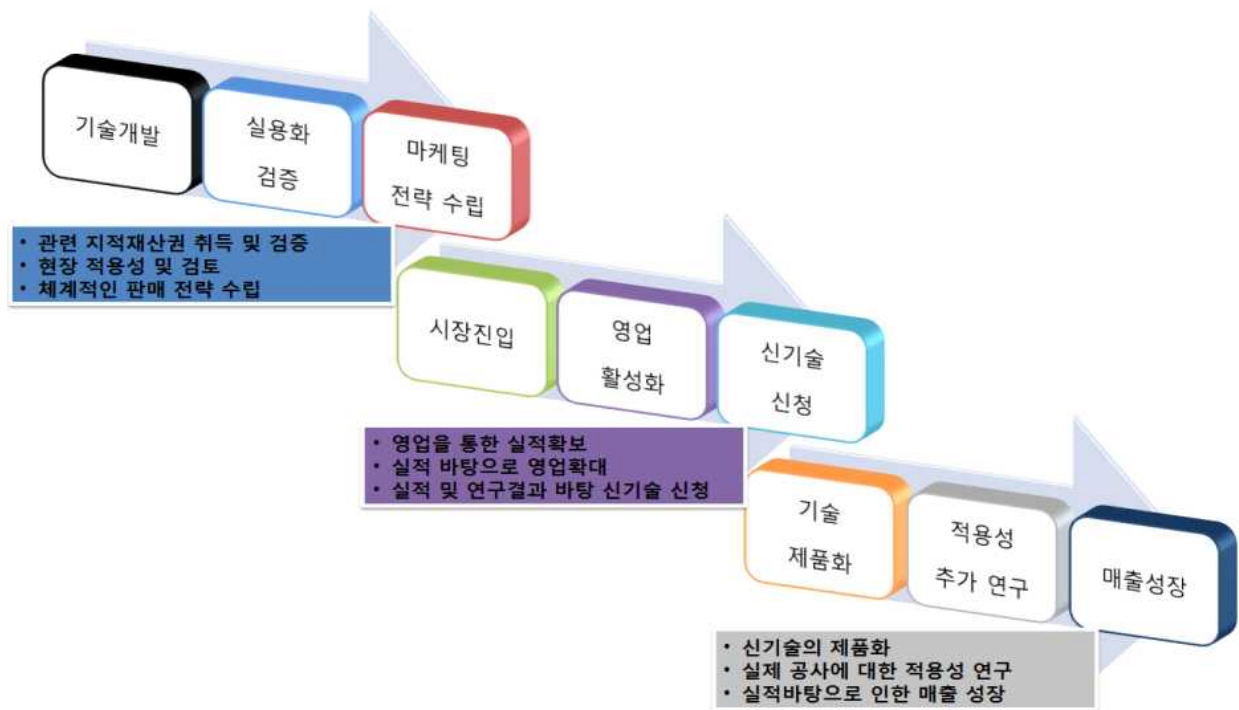


그림 11. 단계별 사업화 전략

다. 연구 개발 성과

(1) 국내외 논문 게재

1	Pilot Study for Investigating the Cyclic Response of the Recentering Bridge Bearing System Combined with Friction Damper							
	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일	등록번호
	Advances in Materials Science and Engineering	허종완:조용일	1	Egypt	Hindawi Publishing Corporation	국외 SCI	2016.08.08	1687-8434
2	Novel Predictive Model of the Debonding Strength for Masonry Members Retrofitted with FRP							
	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일	등록번호
	applied sciences	Iman Mansouri; Jong Wan Hu; Ozgur Kisi	6	Switzerland	MDPI	국외 SCI	20161105	2076-3417
3	Seismic Fragility Estimates of LRB Base Isolated Frames Using Performance-Based Design							
	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일	등록번호
	SHOCK AND VIBRATION	Hu, JW (reprint author),		Egypt	Hindawi Publishing Corporation	국외 SCI	20170411	1070-9622
4	Seismic Response Prediction of Buildings with Base Isolation Using Advanced Soft Computing Approaches							
	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일	등록번호
	ADVANCES IN MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING	MosbehR.Kaloo; Jong Wan Hu		Egypt	Hindawi Publishing Corporation	국내 SCI	20170502	1687-8434

(2) 지식재산권(특허출원)

특허 1	
출원일자	2016. 09. 30
출원번호	10-2016-0126263(접수번호1-1-2016-0950860-65)
출원인 명칭	주식회사 강탄산업(1-2009-017376-3)
국명	대한민국
발명의 명칭	고장력 앵커용 강봉을 갖는 대형 프리캐스트 옹벽

특허 2	
출원일자	2017.03.02
출원번호	10-2017-0027116
출원인 명칭	허종완, Kaloop
국명	대한민국
발명의 명칭	브릿지 구조의 성능을 측정하는 방법

특허 3	
출원일자	2016.11.29
출원번호	2016201200144
출원인 명칭	허종완, 조한민
국명	대한민국
발명의 명칭	에너지 소산형 가새댐퍼

(3) 신기술 지정(조달우수제품지정)

번호	명칭	출원일	고시일	보호기간	지정번호
1	벽체와 저판을 일체화한 프리캐스트 콘크리트 옹벽		20161222	20161222~20191 221	2016167

(4) 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야
1	Pre-Stress 공법을 적용하여 기초를 일체화한 PC옹벽	2016.2.10	(주) 강탄산업	천안시	경사면보호
2	Pre-Stress 공법을 적용하여 기초를 일체화한 PC옹벽	2016.6.10	(주) 강탄산업	의정부시	도로유지용

(5) 현장시험

번호	현장시험명	시험일	시험장소	주요내용
1	연결부 안정성시험	20151118~20151124	(주) 강탄산업 이천공장	연결부 및 구체안정성 검토
2	프리캐스트 옹벽 저항능력 및 균열특성시험	20160504~20160519	(주) 강탄산업 이천공장	프리캐스트옹벽 저항능력 및 균열특성시험
3	인양고리 (육각앵커볼트) 시험	20160905~20160909	(주) 강탄산업 이천공장	인양고리의 하중능력확인
4	휨강도 하중시험	20170626~20170630	(주) 강탄산업 이천공장	휨강도 하중값 측정
5	콘크리트 압축강도 시험	20170928	(주) 건설표준시험원	콘크리트 공시체를 채취하여 압축강도를 확인

(6) 표준/인증

번호	인증번호(규격번호)	인증명	취득일	취득기관	관리기관
1	V56-2016-001	품질인증(Q-Mark)	20160706	한국기계전기전자시험연구원	
2	제2016-1343호	우수발명품 우선구매선정 확인	20160928	한국발명진흥회	

(7) 기술실시계약

번호	계약명	실시기업명	계약체결일	기술사용 시작일	기술사용 종료일	징수 일자	징수 금액	계약 유형
1	프리캐스트 콘크리트 옹벽 및 그 시공방법	인성종합건설(주)	20170711	20170711	20311223			고정
2	프리캐스트 콘크리트 옹벽 및 그 시공방법	한국도로공사 대전지사	20170905	20170905	20311223			고정

(8) 사업화/제품화

번호	사업화명	사업화내용	업체명	사업자등록번호	매출액(천원)	매출발생년도	고용실적(명)
1	태조산 각원사 관광로 정비공사	천안시 각원사 내 법면유지용	천안시		108,535	2016	
2	동부간선도로 확장사업	동부간선도로 의정부 구간도로유지	의정부 시		224,751	2016	

(9) 현장적용

번호	발주기관명	시공업체명	적용현장명	공사 시작일	공사 종료일	공사금액(천원)
1	경기도 연천군	(주) 강탄산업	연천도시계획도로(중3-7호선 상리천구간) 개설공사	20170719	20180331	315,963
2	경상북도 남부건설사업소	(주) 강탄산업	국도25호선 평지~낙서간 보도설치공사	20171020	20180430	151,360
3	수원시하수도사업관리자	(주) 강탄산업	하수1처리장 유입동 주변 옹벽설치	20171018	20180131	80,834
4	경상북도 의성군	(주) 강탄산업	의성후죽리도시계획도로(소로2-10호)사면보수공사	20171017	20180430	63,555

(10) 인력양성

번호	성명	취득학위	인력양성지원기간	학위취득일	비고
1	손홍민	박사	2015. 10. 30 ~ 2017. 08. 17	2017.08	
2	조용일	석사	2015. 10. 30 ~ 2017. 02. 23	2017.02	
3	정병권	석사	2015. 10. 30 ~ 2017. 02. 23	2017.02	
4	차영욱	석사	2015. 10. 30 ~ 2017. 02. 23	2017.02	
5	김경환	석사	2015. 10. 30 ~ 2017. 02. 23	2017.02	

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표 달성도

(1) 정량적 연구성과 목표 및 달성도

세부 연구 목표 (연구계획서의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
특허 출원 2 건	10%	15%	1차년도에 주관연구기관 1건, 공동연구기관 2건을 출원하였다. 주관연구기관은 대형프리캐스트 옹벽에 관한 내용으로서 향후 사업화에 도움이 될 것이라 판단된다.
논문 5 건	10%	8%	1차년도에 공동연구기관인 인천대학교에서 4건을 작성하였다.
설계도면 및 사양서 개발 1 건	10%	10%	옹벽관련분야 11년간의 설계 및 연구 노하우의 주관연구기관과 토목구조 다수의 연구경험을 가진 인천대학교 허종완교수 및 연구진들이 핵심설계 및 해석을 통해 설계도면 및 사양서를 개발하였다.
테스트베드 적용건수 5 건	10%	10%	구조실험을 통한 성능검증 및 완제품 완성 등 다양한 연구를 수행하였다. 연결부 안정성 실험, 프리캐스트옹벽 저항능력 및 균열특성 실험, 인양고리 실험, 휨강도 하중실험, 콘크리트 압축강도 실험 등을 진행하였다.
설계결과 현장적용건수 1 건	10%	10%	태조산 각원사내 법면유지용으로 설계결과 채택되어 현장시공이 되었다.
신기술 신청 1 건	10%	15%	신기술 신청은 하지 못했지만 정부조달우수 제품 으로 선정됨으로써 목표를 초과달성했다고 판단된다.
정책반영 1 건	10%	5%	한국도로공사에서 주관하는 2017년 기술마켓 신기술추천에 제안서를 제출한 상태이며 R&D종료 후 1년안에 달성을 목표로 하고 있다.

사업화/제품화 2 건	10%	10%	천안시 태조산 각원사 관광로 정비공사와 의정부시 동부간선도로 확장사업에 적용하기 위한 제품을 제작하여 사업화를 진행하였다.
공사체결 4 건	10%	10%	경기도 연천군, 경상북도 남부건설사업소, 수원시하수도사업관리자, 경상북도 의성군 등 지자체 및 기관과 공사계약체결을 하였다. 일부 공사가 진행되었고 2018년 상반기 안에 공사가 마무리 될 것으로 예상된다.
기술실시계약 2 건	10%	10%	인성종합건설주식회사 및 한국도로공사 대전지사와 기술실시계약(특허: 프리캐스트 콘크리트 옹벽 및 시공방법)을 하였다.
인력양성 5 명	-	10%	해당과제의 학생인건비를 통해 지원받은 학생 5명이 학위를 수여하였음. - 박사 1명('17. 08) - 석사 4명('17. 02) 배출
합계	100점	113 %	연구계획서에 없던 인력양성, 특허 1건 추가출원 및 정부조달우수제품을 통한 초과 달성

나. 관련 분야 기여도

(1) 과학기술적 측면

- 응력의 발생이 적은 기초 앞굽만을 현장에서 프리스트레스 방법 중 부재 완성 후 긴장하는 포스트 텐션(Post Tension) 방법에 의해 긴장 연결 시공함으로써, 프리캐스트 옹벽의 장점을 극대화할 수 있고, 차량에 의한 운반이 가능하도록 하여 옹벽의 4대 검토요소인 전도, 활동, 지반지지력, 부재 단면력을 모두 만족할 수 있는 구조물을 얻을 수 있다.
- 프리캐스트 옹벽의 중량을 기존 현장타설 옹벽보다 50% 정도로 절감하였다. 따라서 프리캐스트 콘크리트 공법의 연구개발, 구조물별 하중조건에 최적인 새로운 구조형식 개발과 시공성 향상을 위한 공법개발을 촉진시킬 것으로 생각된다.
- 현장에서 연결 시공되는 기존 앞굽은 특히, 기초 지반 반력(Reaction Force)을 크게 저감시키는 구조 요소로써, 우리가 자주 볼 수 있는 현장에 설치된 옹벽의 전면 벽이 앞으로 기우는 현상은, 대부분 옹벽 전면 측 기초지반이 토압, 상재 하중으로 인해 침

하가 일어나기 때문임으로, 앞굽이 적절히 설치된 역T형 옹벽은 이런 현상이 거의 발생치 않아 옹벽 앞굽의 중요성은 매우 크다

- 따라서 이러한 옹벽 앞굽이 제 역할을 하기 위해서 기존 옹벽구조물에서는 시도하지 않은 프리스트레스 공법을 효율적으로 도입가능하다. 이 경우 압축력을 미리 발생시킴으로서 토압으로 인해 발생하는 앞굽의 인장력을 상쇄시켜, 최종적으로 기초 앞굽 단면에 발생하는 합성력에는 인장력이 발생하지 않게 할 수 있다.
- 콘크리트 옹벽의 벽체와 기초 뒷굽을 공장에서 일체로 제작하여 구조적 강성을 우수하게 하고, 현장에서 기초 앞굽을 프리스트레스 힘으로 연결 시공함으로써 기존 옹벽의 단점인 기초 지반 반력을 크게 저감시키고 전동, 활동에 만족할 수 있는 비교적 규모가 큰 역T형상의 프리캐스트 옹벽을 제공한다.

(2) 사회·경제적 측면

- 일반 RC 옹벽은 배수공에서 나온 물로 옹벽 전면이 쉽게 오염되어 미관이 불량하게 되는 단점이 있는데 반해, 본 앵커형 PC옹벽은 조립 연결면에 배수공이 위치하므로 유출된 물이 접합면을 따라 흘러 물자국을 남기지 않게 하는 장점이 있다. 앵커형 강재파일 옹벽은 연결면이 오목, 볼록 형상을 하여 편토압에 의한 단차 발생을 억제할 수 있도록 하였으며, 옹벽 배면과 기초 저판에 매입된 아이볼트와 와샤플레이트, 전나사산 볼트, 너트 (높이 3.5m 옹벽의 경우 아이볼트 및 전나사산 볼트 규격 $\phi 24\text{mm}$)를 이용하여 벽체, 기초에 각각 1개소씩 결합시킨다.
- 이러한 철물에 의한 결합은 지반의 미세한 부등침하로 인한 옹벽 접합면의 벌어짐을 방지하게 된다. 또한, 벽체 연결부 상단 30cm와 벽체 상단은 실린트로 봉합하여 강우 시 연결면에서 발생할 수 있는 토사 유출을 방지하게 된다.
- 활용에 있어서는 기존 옹벽공법 이외에도 기초의 형식이 일부 방음벽 기초와 유사하게 적용될 수 있으므로 도심지역 도로주변이나 철도주변, 그리고 경사지역 등 공간이 협소한 지역에 설치되는 방음벽 설치 공사현장에서도 적용할 수 있을 것으로 예상된다.
- 프리캐스트 콘크리트 옹벽기술의 공사비는 기존 현장타설 옹벽공법과 비슷하지만 유지관리비용이나 공사기간을 줄일 수 있기 때문에 얻을 수 있는 추가적인 경제성은 크

다고 할 수 있다. 특히 도심 옹벽공사의 경우 발생할 수 있는 토지매입비용을 줄이는 것은 본 공법을 적용함으로써 얻을 수 있는 가장 큰 부가적인 장점이라고 할 수 있다.

- 따라서, 국내의 플랜트, 도로, 철도, 건축공사의 옹벽공법으로 대량 채택될 것이며, 이럴 경우, 국내외 건설현장에서의 경제적 파급효과는 매우 높을 것으로 생각된다.
- 순공사비만을 비교할 때 일반 현장타설 옹벽보다 6%정도 공사비가 절감되지만, 현장 관리비(거푸집, 철근 등의 보관, 작업자들 경비)와 우수한 품질, 시공기간 축소 등을 고려하면 훨씬 더 많은 경제적 장점이 있을 것으로 판단된다. 특히, 기존 옹벽공사에 비하여 약 50% 정도의 토공량 감소는 부가적인 경제적 효과를 거둘 수 있다. 현재 공사의 수주가 이미 시공해 본 경험이 있는 현장에서 이루어지고 있는 실정으로 시공경험이 있는 현장관리자가 늘어나고 있는 추세로 점진적으로 경제성 및 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 확신한다.

(3) 정책적 측면

- 프리캐스트 콘크리트 옹벽기술은 기존 현장타설 옹벽과 달리 옹벽을 공장 제작하므로 현장작업 시 발생하는 건설폐기물이 거의 발생하지 않고, 또한 식생물이 자라있는 사면을 절토하여 옹벽을 시공하는 경우 자연훼손을 방지 할 수 있다. 또한 산사태와 사면붕괴와 같은 자연재해로 인한 피해를 최소화 할 수 있다.
- 기존 프리캐스트 옹벽의 저판길이를 줄여 중량을 기존 현장타설옹벽 중량의 50% 정도로 줄이고, 저판길이가 감소됨으로써 저하된 활동과 전도에 대한 저항력을 옹벽 저판에 설치된 고강도 소형 앵커형 강재파일의 인발저항력 및 수평저항력으로 보완하는 구조라는 점이 기존 프리캐스트 옹벽과 차별성을 가진다. 따라서 본 기술의 옹벽 시스템은 프리캐스트 옹벽의 장점을 가지면서 줄어든 저판길이에 비례하여 시공이 더욱 쉬워지고, 토공량이 감소하며, 토지매입 비용이 절감되는 등 그 장점을 극대화 할 수 있는 기술이다.

제5장. 연구개발성과의 활용계획

옹벽 기초 뒷굽의 길이가 짧으므로 토공량이 적고 공사기간을 줄일 수 있을 뿐 아니라 토지 매입 비용의 부담이 적으며, 시공의 안전성, 경제성을 확보 할 수 있는 공법이므로 국내 옹벽 공사에서 수요가 증가할 것으로 예상되며 특히, 도심지 혼잡구간의 공사에서 각광받을 것으로 기대된다.

증가된 수요에 대해서도 본 신청기술 옹벽이 고강도이면서 대량으로 공장제작 할 수 있는 프리캐스트 옹벽이므로 안정적으로 제품을 공급할 수 있다.

프리캐스트 콘크리트 옹벽기술의 공사비는 기존 현장타설 옹벽공법과 비슷하지만 유지관리 비용이나 공사기간을 줄일 수 있기 때문에 얻을 수 있는 추가적인 경제성은 크다고 할 수 있다. 특히 도심 옹벽공사의 경우 발생할 수 있는 토지 매입비용을 줄이는 것은 본 공법을 적용함으로써 얻을 수 있는 부가적인 장점이다.

국내의 플랜트, 도로, 철도, 건축공사의 옹벽공법으로 대량 채택될 것 이며 국내외 건설현장에서의 경제적 파급효과는 매우 높을 것으로 생각된다.

활용에 있어서 기존 옹벽공법 이외에도 기초의 형식이 방음벽 기초와 유사하게 적용될 수 있으므로 도심지역 도로주변이나 철도주변, 공간이 협소한 지역에 설치되는 방음벽 설치 공사 현장에도 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

제6장. 특허관점 기술시장 분석

가. 기술경쟁력 분석

(1) 주요시장국 기술개발 활동현황

(가) 주요시장국 연도별 특허동향

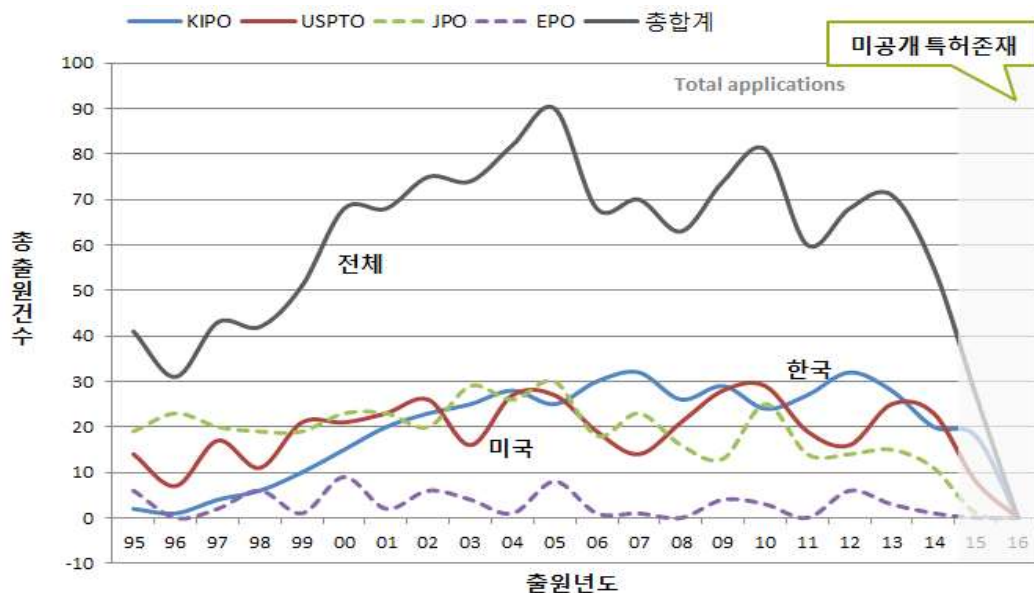


그림 12 전체 연도별 동향

- Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술의 분야의 연도별 전체 출원 동향을 살펴보면, 분석 초기 구간부터 2000년대 중반까지 증감을 반복하며 꾸준히 상승하다가, 2006년 이후 다소 감소세를 보이고 있는 것으로 나타남
- 최근의 이러한 감소세는 2000년대 중·후반의 경기침체 지속에 따른 건설시장 경기 침체가 주요한 원인으로 추측되며, 2007년 이후 국민안전처에서 급경사지 붕괴 등의 위험으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공복리 증진에 이바지함을 목적으로 하는 “급경사지 재해예방에 관한 법률”을 지정하면서 출원율이 회복세를 나타내고 있는 것으로 분석됨

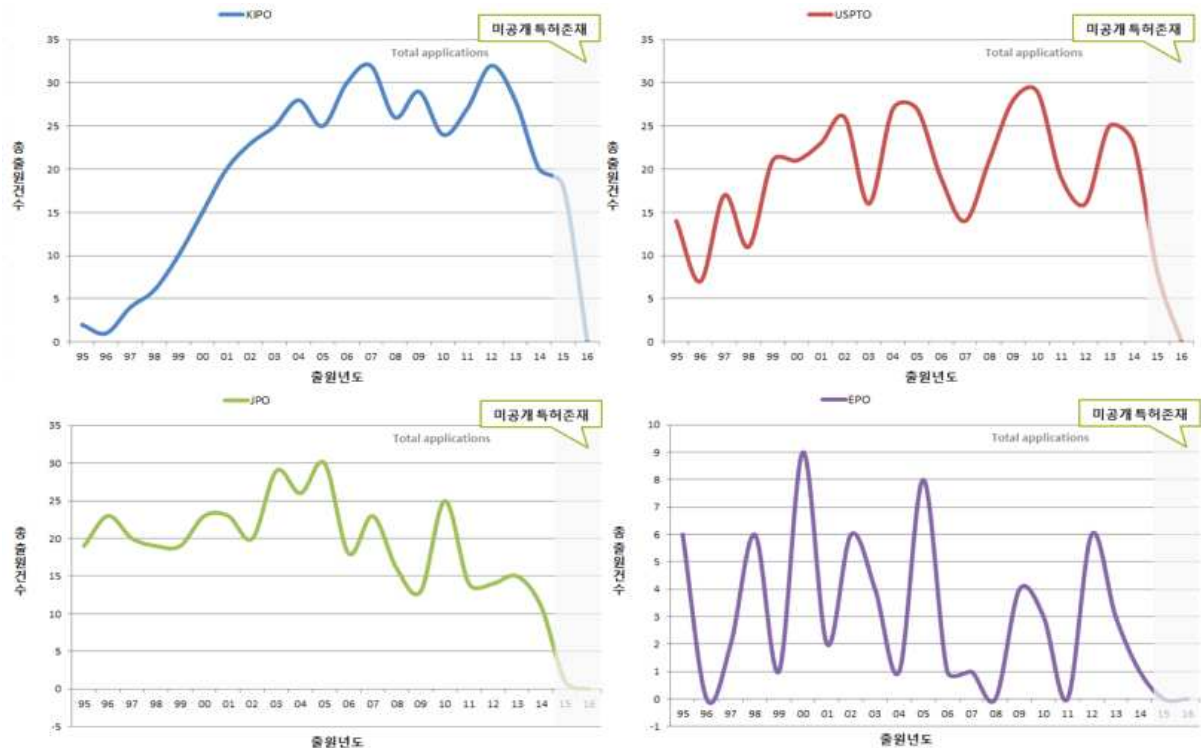


그림 13 국가별 동향

- 한국은 분석 초기구간부터 2000년대 중반까지 큰 상승폭을 기록하며 출원활동을 하고 있는 것으로 나타났으며, 미국의 경우 증감을 반복하며 2000년대 중반까지는 상승세를 기록하다 이후 다소 낙폭을 보이면서 출원활동을 이어오고 있는 것으로 나타남
- 일본은 분석 초기구간에는 미국이나 한국을 앞지르며 가장 높은 출원율을 기록하며 2000년대 중반까지 활발한 출원활동을 보인 것으로 나타났으나 이후로는 다소 감소하고 있는 것으로 나타났으며, 유럽 역시 증감을 반복하며 꾸준한 출원활동을 하고 있는 것으로 나타남

(나) 주요시장국 내·외국인 특허출원 현황

- Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술 분야의 국가별/출원인 국적별 특허 동향을 살펴보면, 한국과 미국이 32%, 일본이 31% 유럽이 5%의 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 특허건수가 한국, 미국 및 일본에서 근소한 차이를 보이고 있는 것으로 나타나 본 과제의 연구개발은 유럽을 제외한 3개국에서 고루 연구개발이 이루어지고 있는 것으로 분석됨
- 주요국의 내·외국인 특허출원현황을 살펴보면, 유럽을 제외한 한국, 미국 및 일본에

서 외국인보다는 내국인의 출원율이 더 높은 것으로 나타나 자국 중심의 시장 확보에 주력하고 있는 것으로 분석되고 있으며, 특히 한국과 일본의 경우 내국인의 출원 비율이 99%에 육박하고 있는 것으로 나타나 내국인에 의한 연구개발이 압도적으로 이루어지고 있는 것으로 분석됨

- 이는 한국 국적 및 일본 국적의 출원인들이 내국의 특허활동을 활발하게 하고 있는 동시에 타 주요시장국에서 한국과 일본 시장에 진출하는 비율이 높지 않기 때문인 것으로 판단되며, 이를 볼 때 해외 국적의 출원인들이 한국 및 일본의 시장성을 미국 및 유럽에 비하여 상대적으로 더 낮은 것으로 판단하여 한국 및 일본 시장에 적극적으로 진입하지 않고 있기 때문인 것으로 볼 수 있음
- 유럽의 경우 내국인보다 외국인의 출원 비중이 높게 나타나는데, 이는 EPO 특허 출원이 갖는 특수성에 기인한 것으로 유추할 수 있으며, 미국 국적 출원인들에 의한 외국인 출원 활동이 두드러지고 있는 것으로 나타나 미국에서 연구 개발된 기술을 바탕으로 유럽시장에 진출하고 있는 것으로 분석 할 수 있음

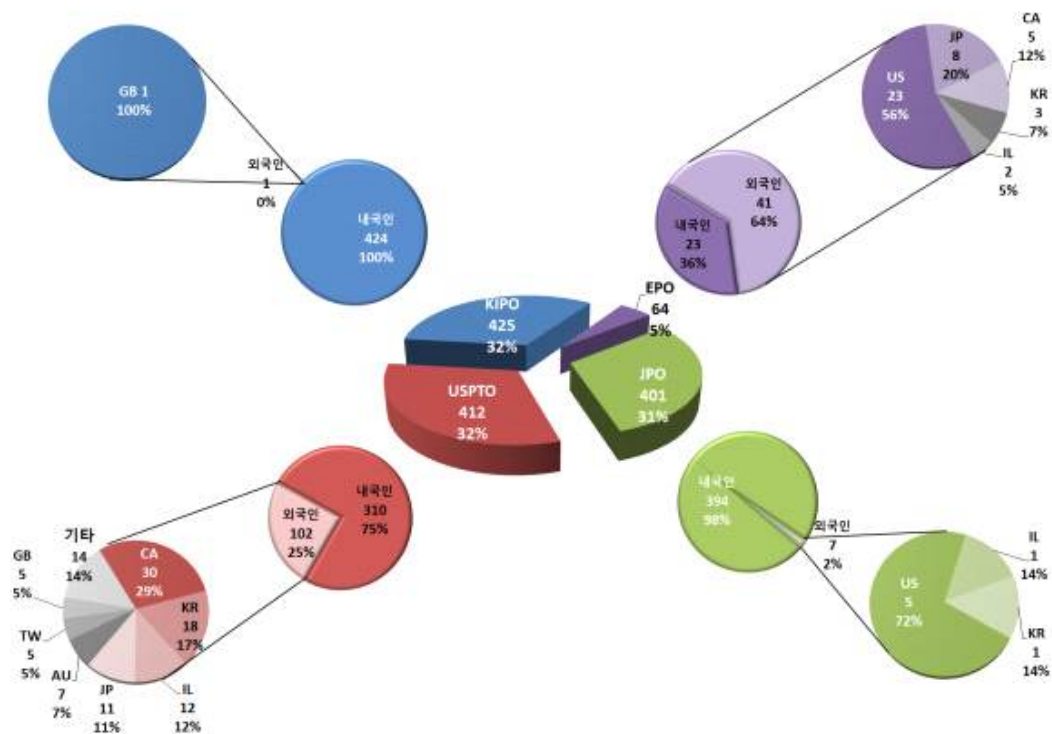


그림 14 내·외국인 특허출원 동향

나. 세부기술별 기술수준 분석

(1) PS력 도입 프리캐스트 방식

표 20 주요 국가별 기술경쟁력 분석 결과

국가명	등록 특허 건수	Family 국가수	피인용 횟 수	피인용도지수		특허영향지수		시장확보지수		기술력지수	
				CPP	순위	PII	순위	PFS	순위	TS	순위
US	17	86	158	9.29	2	1.19	2	1.02	2	20.29	1
CA	5	34	46	9.20	3	1.18	3	1.37	1	5.91	2
KR	2	7	0	0.00	6	0.00	7	0.71	5	0.00	6
DE	1	4	2	2.00	4	0.26	5	0.81	3	0.26	4
TW	1	1	10	10.00	1	1.28	1	0.20	7	1.28	3
EE	1	4	0	0.00	6	0.00	7	0.81	3	0.00	6
IL	1	3	2	2.00	4	0.26	5	0.60	6	0.26	4

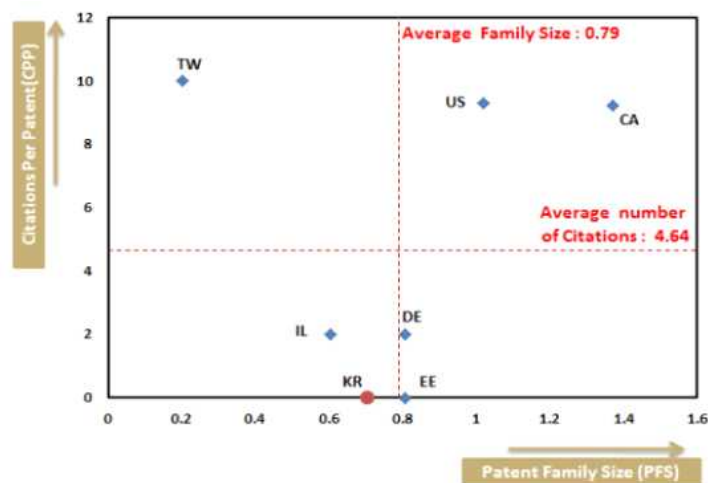


그림 15 국가별 기술의 질적 수준과 시장 확보력

- 미국등록특허를 대상으로 한, PS력 도입 프리캐스트 방식 기술 분야의 국가별 기술수준 순위를 살펴보면 미국이 17건으로 가장 많은 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 피인용도지수, 특허영향지수, 시장확보지수 및 기술력지수에서 모두 높은 수치를 나타내고 있는 것으로 분석됨
- 캐나다는 5건으로 미국에 이어 피인용도지수, 특허영향지수, 시장확보지수 및 기술력지수에서 모두 높은 수치를 나타내고 있는 것으로 나타났으며, 특히 시장확보지수는 미

국을 근소한 차이로 앞서고 있는 것으로 확인됨

- 한국의 경우, 2건의 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타나, 피인용지수 및 시장확보 지수가 평균 이하로 향후 양질의 특허 확보를 위한 지속적인 연구개발 및 투자가 필요한 것으로 사료됨

(2) PC강관 연결방식

표 21 주요 국가별 기술경쟁력 분석 결과

국가명	등록 특허 건수	Family 국가수	피인용 횟 수	피인용도지수		특허영향지수		시장확보지수		기술력지수	
				CPP	순위	PII	순위	PFS	순위	TS	순위
US	37	122	256	6.92	4	1.09	4	0.96	4	40.30	1
KR	4	15	7	1.75	6	0.28	6	1.09	1	1.10	5
AU	2	4	20	10.00	1	1.57	1	0.58	3	3.15	2
CA	2	4	16	8.00	2	1.26	2	0.58	3	2.52	3
TW	2	2	10	5.00	5	0.79	5	0.29	6	1.57	4
IL	1	2	6	6.00	4	0.94	4	0.58	3	0.94	6
JP	1	1	0	0.00	7	0.00	7	0.29	6	0.00	7
IN	1	5	0	0.00	7	0.00	7	1.45	2	0.00	9
IT	1	21	9	9.00	2	1.42	2	6.09	1	1.42	6

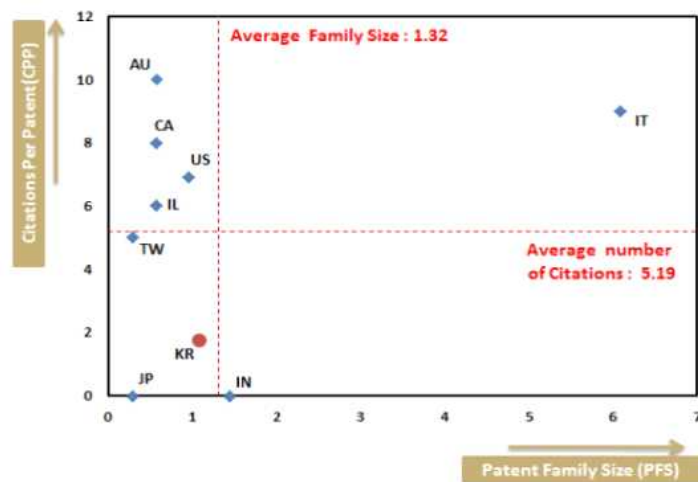


그림 16 국가별 기술의 질적 수준과 시장 확보력

- 미국등록특허를 대상으로 한, PC 강관 연결 방식 기술 분야의 국가별 기술 수준 순위를 살펴보면 미국이 37건으로 가장 많은 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 피인용도지수, 특허영향지수, 시장확보지수 및 기술력지수에서 대체적으로 높은 수치를 나타내고 있는 것으로 나타났으며, 특히 기술력지수에서 40.30의 높은 수치를 기

록한 것으로 나타남

- 오스트리아는 2건의 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으나, 피인용도지수, 특허영향지수 및 시장확보 지수에서 미국을 앞서고 있는 것으로 나타났으며, 기술력 지수 역시 미국에 이어 2위를 차지하고 있는 것으로 나타남
- 한국의 경우 4건의 등록특허를 보유하며 미국에 이어 가장 많은 등록특허를 보유한 것으로 나타났으나, 피인용지수 및 시장확보지수가 평균 이하로 향후 양질의 특허 확보를 위한 지속적인 연구개발 및 투자가 필요한 것으로 사료됨

(3) 부벽식

표 22 주요 국가별 기술경쟁력 분석 결과

국가명	등록 특허 건수	Family 국가수	피인용 횟 수	피인용도지수		특허영향지수		시장확보지수		기술력지수	
				CPP	순위	PII	순위	PFS	순위	TS	순위
US	36	105	370	10.28	1	1.12	1	0.97	3	40.18	1
CA	4	8	2	0.50	4	0.05	4	0.67	4	0.22	4
IL	2	9	15	7.50	3	0.81	3	1.50	2	1.63	2
FR	1	7	9	9.00	2	0.98	2	2.33	1	0.98	3

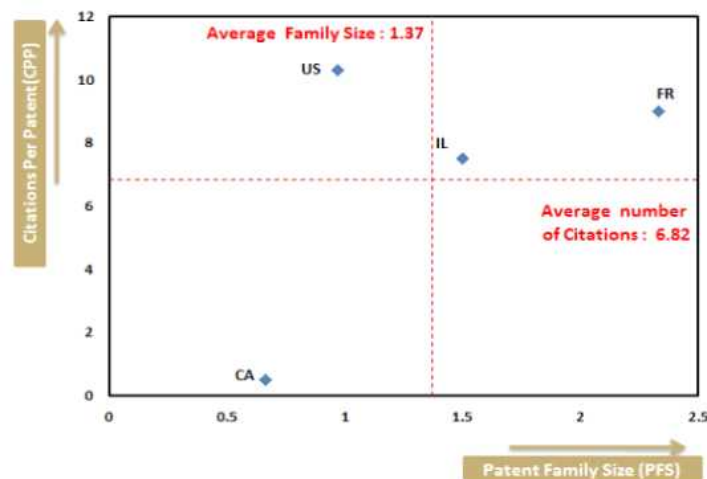


그림 17 국가별 기술의 질적 수준과 시장 확보력

- 미국등록특허를 대상으로 한, 부벽식 기술 분야의 국가별 기술 수준 순위를 살펴보면 미국이 36건으로 가장 많은 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 피인용도 지수, 특허영향지수, 기술력지수에서 모두 높은 수치를 나타내고 있는 것으로 나타났으나 시장확보 지수는 0.97를 기록하며 시장확보력은 다소 낮은 것으로 분석되었으며,

캐나다는 4건으로 미국에 이어 가장 많은 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으나, 피인용지수 및 시장확보 지수가 평균보다 낮은 것으로 나타남

- 한국의 경우, 미국에 출원이 없는 것으로 조사되어 향후 양질의 특허 확보를 위한 지속적인 연구개발 및 투자가 필요한 것으로 사료됨

(4) 커플러 방식

표 23 주요 국가별 기술경쟁력 분석 결과

국가명	등록 특허 건수	Family 국가수	피인용 횟 수	피인용도지수		특허영향지수		시장확보지수		기술력지수	
				CPP	순위	PII	순위	PFS	순위	TS	순위
US	18	53	123	6.83	2	0.94	2	0.85	3	16.91	1
CA	7	30	85	12.14	1	1.67	1	1.24	2	11.68	2
KR	2	14	3	1.50	3	0.21	3	2.03	1	0.41	3
AR	1	2	0	0.00	4	0.00	4	0.58	4	0.00	4
TW	1	1	0	0.00	4	0.00	4	0.29	5	0.00	4

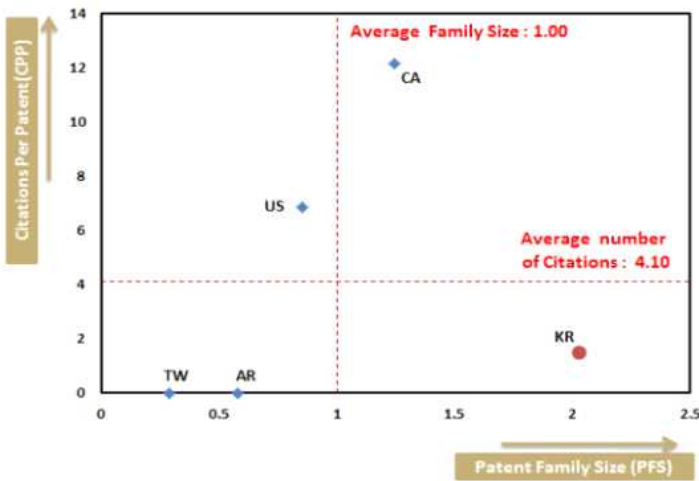


그림 18 국가별 기술의 질적 수준과 시장 확보력

- 미국등록특허를 대상으로 한, 커플러 방식 기술 분야의 국가별 기술 수준 순위를 살펴보면 미국이 18건으로 가장 많은 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 피인용도지수, 특허영향지수, 시장확보지수 및 기술력지수에서 모두 높은 수치를 나타내고 있는 것으로 분석됨
- 캐나다는 7건으로 미국에 이어 피인용도지수, 특허영향지수, 시장확보지수 및 기술력지

수에서 모두 높은 수치를 나타내고 있는 것으로 나타났으며, 특히 피인용도지수, 특허 영향지수 및 시장확보지수가 미국보다 앞서고 있는 것으로 확인됨

- 한국의 경우, 2건의 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 시장확보지수는 2.03으로 가장 높은 수치를 기록했으나 피인용지수가 평균보다 낮은 것으로 나타나 특허의 기술적 수준을 높이기 위한 연구개발 및 투자가 필요한 것으로 사료됨

(5) 앵커 방식

표 24 주요 국가별 기술경쟁력 분석 결과

국가명	등록특허건수	Family국가수	피인용횟수	피인용도지수		특허영향지수		시장확보지수		기술력지수	
				CPP	순위	PII	순위	PFS	순위	TS	순위
US	59	337	741	12.56	4	1.06	4	0.98	3	62.78	1
CA	3	28	43	14.33	1	1.21	1	1.60	1	3.64	2
IL	2	10	13	6.50	5	0.55	5	0.86	3	1.10	4
KR	2	9	3	1.50	6	0.13	6	0.77	4	0.25	6
AR	1	2	0	0.00	7	0.00	7	0.34	6	0.00	7
JP	1	3	14	14.00	2	1.19	2	0.51	5	1.19	3
DE	1	2	9	9.00	4	0.76	4	0.34	6	0.76	5
EE	1	4	0	0.00	7	0.00	7	0.69	7	0.00	9
GB	1	19	15	15.00	1	1.27	1	3.26	1	1.27	4

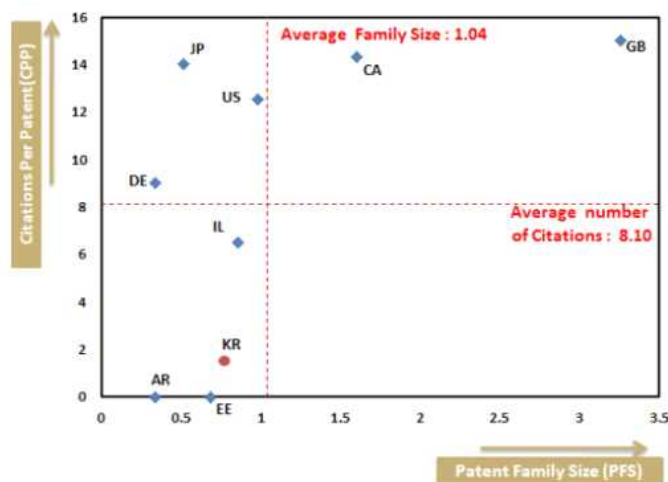


그림 19 국가별 기술의 질적 수준과 시장 확보력

- 미국등록특허를 대상으로 한, 앵커 방식 기술 분야의 국가별 기술 수준 순위를 살펴보면 미국이 59건으로 가장 많은 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 피인용도지수, 특허영향지수, 시장확보지수 및 기술력지수에서 모두 높은 수치를 나타내고 있는 것으로 분석됨

- 캐나다는 3건으로 미국에 이어 피인용도지수, 특허영향지수 및 시장확보지수 및 기술력지수에서 모두 높은 수치를 나타내고 있는 것으로 나타났으며, 특히 피인용도지수, 특허영향지수 및 시장확보지수는 미국을 근소한 차이로 앞서고 있는 것으로 확인됨
- 한국의 경우, 2건의 등록특허를 보유하고 있는 것으로 나타나, 피인용지수 및 시장확보지수가 평균 이하로 향후 양질의 특허 확보를 위한 지속적인 연구개발 및 투자가 필요한 것으로 사료됨

다. 시장경쟁력 분석

(1) 주요 시장국 기술시장 성장단계

1. 태동
 - 신기술의 출현
2. 성장
 - 특허와 특허출원인의 적은 증가
3. 성숙
 - R&D의 급격한 증가, 경쟁의 격화
4. 쇠퇴
 - 특허와 특허 출원인의 빠른 증가
 - 지속적인 연구개발 활동, 일부 업체의 도태
5. 회복
 - 특허 수의 정체, 특허출원인의 정체 또는 감소
 - 개체기술의 출현, 기술발전의 불연속점 발생
 - 특허 수의 감소, 특허출원인의 정체 또는 감소
 - 기술의 유용성 재발견, 대체기술의 쇠퇴
 - 특허와 출원인 수가 증가추세로 전환

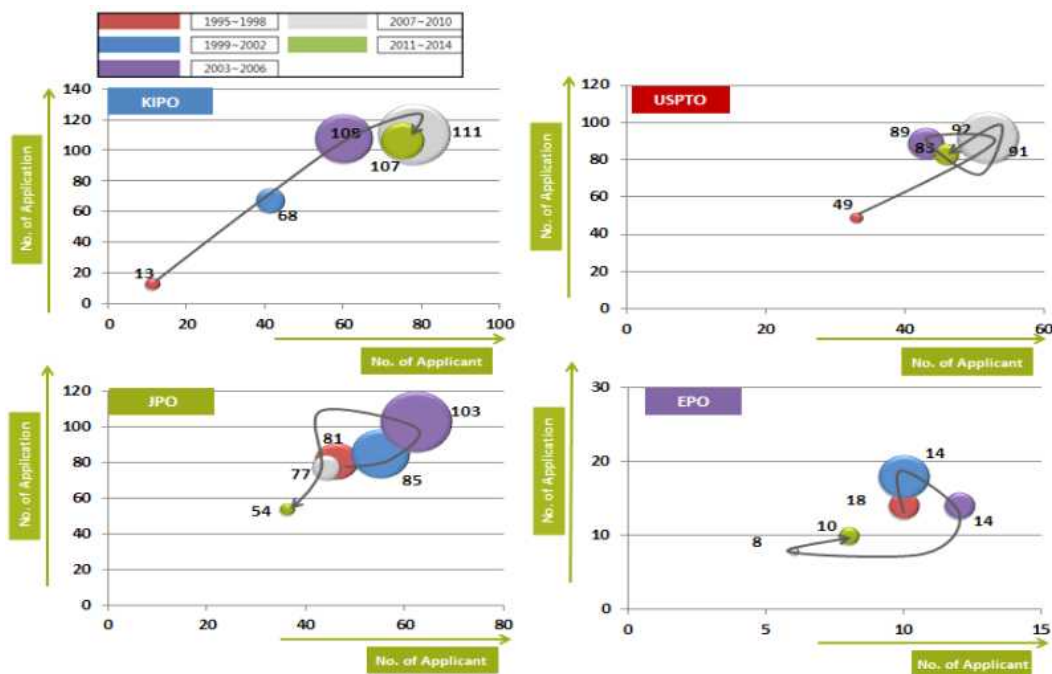


그림 20 기술시장 성장단계 (국가별)

- 본 그래프는 Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술 분야의 전체 및 해당 국가의 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 전체 출원 중 최근 출원 동향을 5개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 나타내어 특허 출원 동향을 통해 기술의 위치를 살펴 볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1995년~1998년), 2구간(1999년~2002년), 3구간(2003년~2006년), 4구간(2007년~2010년), 5구간(2011년~2014년)으로 나누었음
- Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술 분야는 1구간(1995년~1998년)부터 3구간(2003년~2006년)까지는 출원 건수와 출원인 수가 증가하는 양상을 보이다가 최근 4구간(2007년~2010년)부터 5구간(2011년~2014년)까지는 그 수가 다소 정체 되고 있어 성숙기 단계인 것으로 분석됨
- [KIPO] 포트폴리오로 나타난 한국 특허의 기술위치는 1구간(1995년~1998년)부터 4구간(2007년~2010년)까지는 출원 건수와 출원인 수가 증가하는 양상을 보이다 최근 5구간(2011년~2014년)에서 다소 정체 되고 있는 것으로 분석됨. 특히 1구간(1995년~1998년)부터 3구간(2003년~2006년)까지 출원인 수 및 출원 건수가 급격하게 증가한 것으로 나타나 기존 출원인 및 새로운 출원인의 기술집중도가 계속해서 높아지고 있는 것으로 분석됨
- [USPTO] 포트폴리오로 나타난 미국 특허의 기술위치 역시 2구간(1999년~2002년) 이후로 출원인 수 및 출원 건수가 정체되고 있는 것으로 나타나 성숙기 단계에 있는 것으로 분석됨
- [JPO] 포트폴리오로 나타난 일본 특허의 기술위치는 1구간(1995년~1998년)부터 3구간(2003년~2006년)까지는 출원인 수 및 출원 건수가 지속적으로 증가하였으나 4구간(2007년~2010년) 이후 지속적으로 감소하고 있는 것으로 나타남
- [EPO] 포트폴리오로 나타난 유럽 특허의 기술위치는 10건 내외의 출원 건수와 10명 안팎의 출원인 수를 기록하고 있어, 그 규모가 다른 국가와 비교하여 상대적으로 적은 규모를 보이고 있는 것으로 나타나 지속적인 발전양상을 판단하기 위해서는 관망이 필요한 것으로 사료됨

(2) 중분류별 기술시장 성장단계

(가) 시공 공법

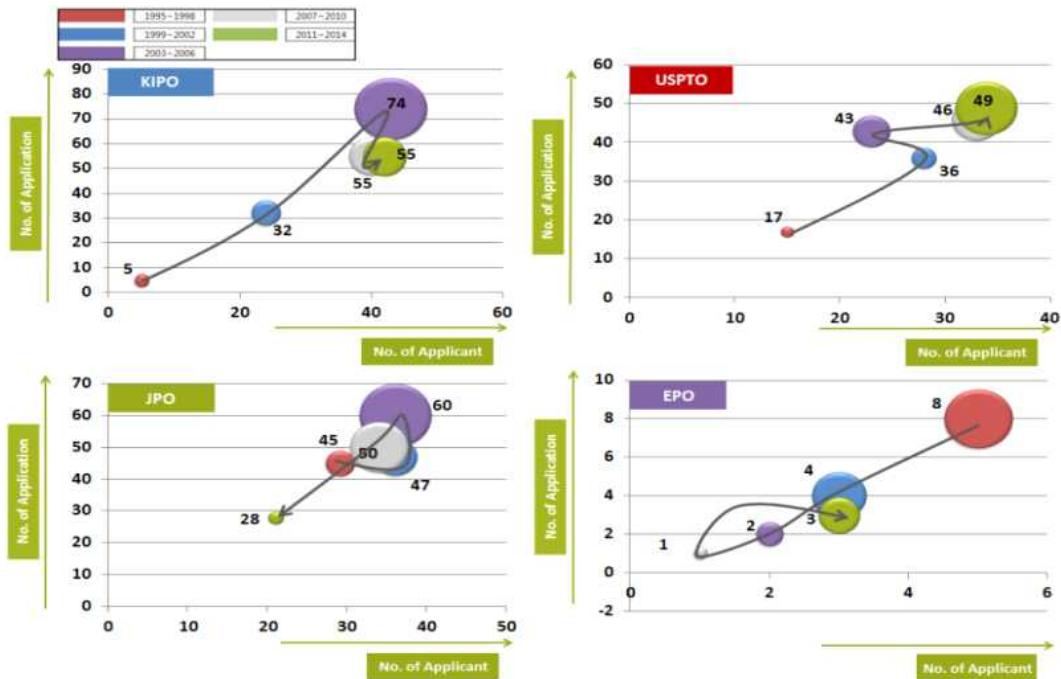


그림 21 시공 공법 기술시장 성장단계

- 본 그래프는 시공 공법 기술 분야와 관련하여 각 국가의 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로, 전체 출원 중 최근 출원 동향을 5개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 나타내어 특허 출원 동향을 통해 기술의 위치를 살펴볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1995년~1998년), 2구간(1999년~2002년), 3구간(2003년~2006년), 4구간(2007년~2010년), 5구간(2011년~2014년)으로 나누었음
- 미국과 한국은 분석 초기 구간부터 최근 구간까지 대체적으로 출원인 수 및 출원 건수가 증가하는 양상을 보이고 있는 것으로 나타났으며, 특히 한국은 1구간(1995년~1998년)부터 3구간(2003년~2006년)까지 출원인 수 및 출원 건수가 급격하게 증가한 것으로 나타나 기존 출원인 및 새로운 출원인들의 기술집중도가 계속해서 높아지고 있는 것으로 분석됨
- 일본의 경우 1구간(1995년~1998년)부터 4구간(2007년~2010년)까지는 출원인 수 및 출원 건수가 정체되고 있는 것으로 나타났으나 5구간(2011년~2014년)에 들어 감소하고 있는 것으로 나타났으며, 유럽의 경우 분석 초기 구간부터 출원인 수 및 출원 건수가 감소하는 양상을 보이고 있는 것으로 나타났으나, 그 규모가 다른 국가와 비교하여 상대적으로 적은 규모를 보이고 있는 것으로 나타나 지속적인 발전양상을 판단하기 위해서는 관망이 필요한 것으로 사료됨

(나) 체결 구조

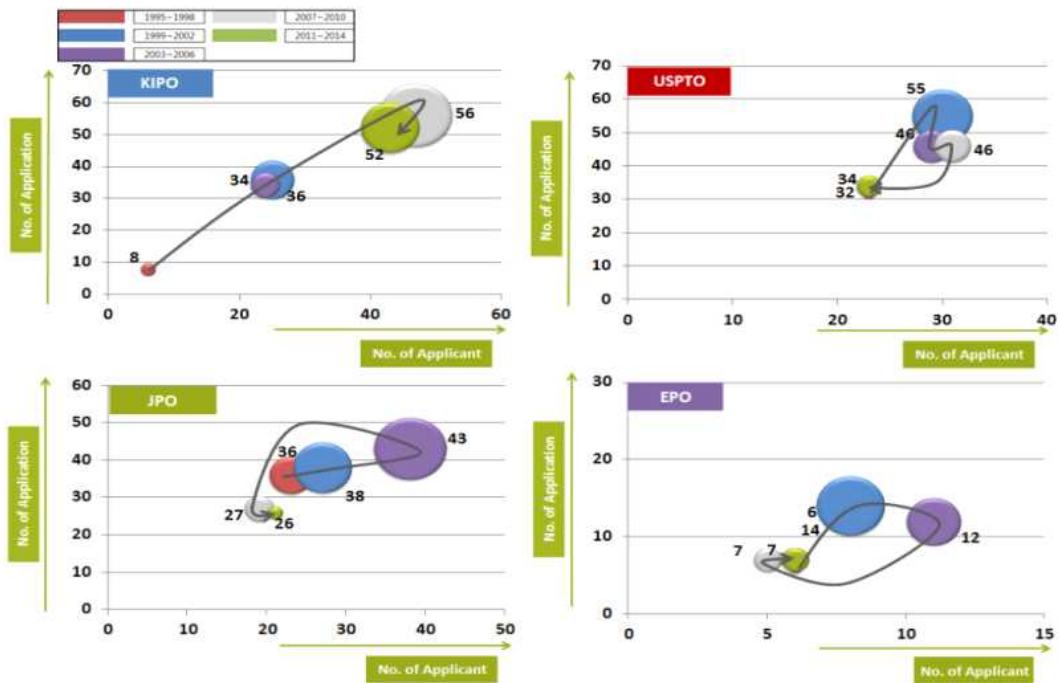


그림 22 체결 구조 기술시장 성장단계

- 본 그래프는 체결 구조 기술 분야와 관련하여 각 국가의 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로, 전체 출원 중 최근 출원 동향을 5개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 나타내어 특허 출원 동향을 통해 기술의 위치를 살펴볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1995년~1998년), 2구간(1999년~2002년), 3구간(2003년~2006년), 4구간(2007년~2010년), 5구간(2011년~2014년)으로 나누었음
- 한국의 경우 최근 5구간(2011년~2014년)에서 다소 정체되는 모습을 보이고 있긴 하나, 1구간(1995년~1998년)부터 4구간(2007년~2010년)까지는 출원인 수 및 출원 건수 모두 지속적으로 증가하고 있어 성장기 양상을 보이고 있는 것으로 나타남
- 미국과 일본의 경우 분석 초기 구간에는 출원인 수 및 출원 건수가 증가하는 양상을 보이고 있었으나 최근 4구간(2007년~2010년) 및 5구간(2011년~2014년)에서 그 수가 감소하고 있는 것으로 나타남
- 유럽의 경우, 10건 내외의 출원 건수와 10명 안팎의 출원인 수를 기록하고 있어, 그 규모가 다른 국가와 비교하여 상대적으로 적은 규모를 보이고 있는 것으로 나타나 지속적인 발전양상을 판단하기 위해서는 관망이 필요한 것으로 사료됨

(3) 세부기술별 시장진입 경쟁수준 분석

- 허핀달-허쉬만 지수(HHI, Herfindahl-Herschman Index)

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2 \left[S_i = \frac{(n\text{번째출원인의출원수})}{(A\text{기술분야의전체출원수})} \right]$$

- A 기술분야에 50개의 출원인이 존재하며, 전체 1000건의 특허 출원이 있다고 가정할 때, A 기술분야에 있어서의 허핀달-허쉬만 지수는 상기 Si²의 총합을 의미하며, HHI 범위가 0~100 미만이면 완전 자유 경쟁 시장, 100~1,000 수준이면 집중화 정도가 거의 없는 시장, 1,000~1,800 사이일 때 경쟁적 시장, 1,800~4,000 수준이면 과점적 시장, 4,000이상일 때 독점적 시장 상태로 평가함

표 26 시장진입 경쟁수준 지표 개요

분석항목	HHI범위	경쟁강도	집중수준 (시장진입 가능성)
완전 자유경쟁 시장 (Perfect competition)	0~100 미만	이론상에만 존재	매우 낮음 (시장진입 용이성 매우 높음)
집중화 정도가 거의 없는 시장	100~1,000수준	구매자 우위의 높은 경쟁강도	중간~낮음 (시장진입 용이성 높음)
경쟁적 시장	1,000~1,800 사이	규제당국이 목표로 하는 경쟁강도 범위	보통 (시장진입 용이성 보통)
과점적 시장	1,800~4,000	공급자 우위의 낮은 경쟁강도	중간~높음 (시장진입 용이성 낮음)
독점적 시장	4,000 이상	독점적 경쟁우위 출현	매우 높음 (시장진입 용이성 매우 낮음)

(가) PS력 도입 프리캐스트 방식

- PS력 도입 프리캐스트 방식 기술 분야의 각국 허핀달지수를 살펴보면 한국이 280, 미국이 393, 일본이 617로 나타나 집중화 정도가 거의 없는 시장으로 시장진입 용이성이 높은 것으로 나타났으며, 유럽의 경우 허핀달지수가 2000을 기록한 것으로 나타나 과점적 시장인 것으로 나타났으나 특허 건수가 10건 내외로 정량적으로 판단하기에는 무리가 있음

표 27 PS력 도입 프리캐스트 방식 시장진입 경쟁수준 분석 결과

세부요소기술	허핀달지수(HHI)			
	한국	미국	일본	유럽
PS력 도입 프리캐스트 방식	280	393	617	2000

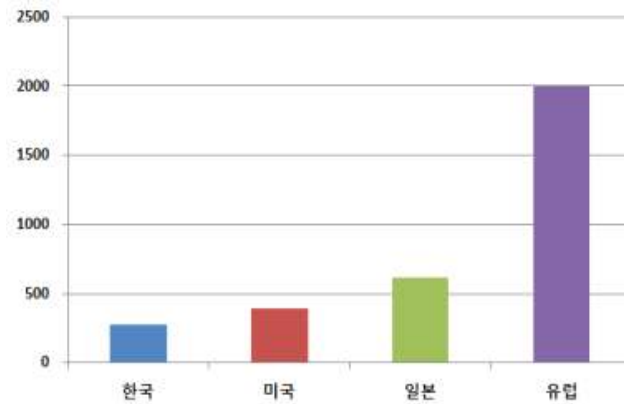


그림 23 국가별 시장진입 경쟁 수준

(나) PC강관 연결 방식

- PC 강관 연결 방식 기술 분야의 각국 허핀달지수를 살펴보면 한국이 203, 미국이 216, 일본이 864로 나타나 집중화 정도가 거의 없는 시장으로 시장진입 용이성이 높은 것으로 나타났으며, 유럽의 경우 허핀달지수가 1250을 기록한 것으로 나타나 경쟁적 시장인 것으로 나타났으나 특허 건수가 10건 내외로 정량적으로 판단하기에는 무리가 있음

표 28 PC 강관 연결 방식 시장진입 경쟁수준 분석 결과

세부요소기술	허핀달지수(HHI)			
	한국	미국	일본	유럽
PC 강관 연결 방식	203	216	864	1250

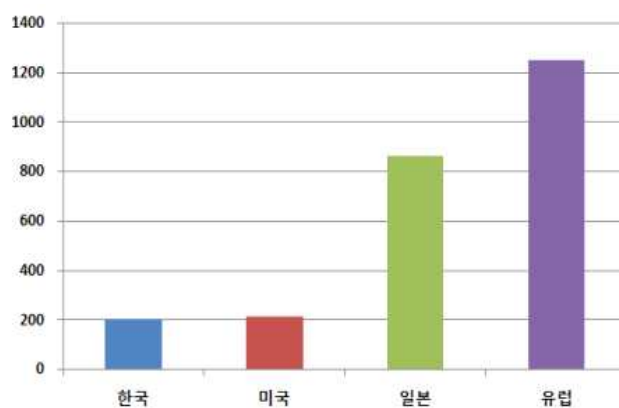


그림 24 국가별 시장진입 경쟁 수준

(다) 부벽식

- 부벽식 기술 분야의 각국 허핀달지수를 살펴보면 한국이 174, 미국이 264, 일본이 173으로 나타나 집중화 정도가 거의 없는 시장으로 시장진입 용이성이 높은 것으로 나

타났으며, 유럽의 경우 허핀달지수가 2000을 기록한 것으로 나타나 과점적 시장인 것으로 나타났으나 특허 건수가 10건 내외로 정량적으로 판단하기에는 무리가 있음

표 29 부벽식 시장진입 경쟁수준 분석 결과

세부요소기술	허핀달지수(HHI)			
	한국	미국	일본	유럽
부벽식	174	264	173	2000

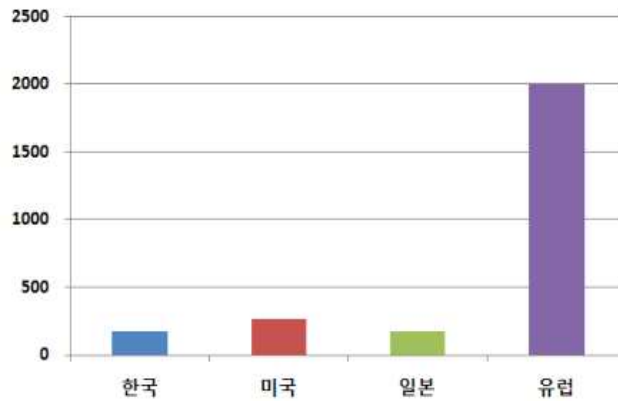


그림 25 국가별 시장진입 경쟁 수준

(라) 커플러 방식

- 커플러 방식 기술 분야의 각국 허핀달지수를 살펴보면 한국이 267, 미국이 217, 일본이 544로 나타나 집중화 정도가 거의 없는 시장으로 시장진입 용이성이 높은 것으로 나타났으며, 유럽 역시 허핀달지수가 972를 기록하며 집중화 정도가 거의 없는 시장인 것으로 나타났으나 특허 건수가 10건 내외로 정량적으로 판단하기에는 무리가 있음

표 30 커플러 방식 시장진입 경쟁수준 분석 결과

세부요소기술	허핀달지수(HHI)			
	한국	미국	일본	유럽
커플러 방식	267	217	544	972



그림 26 국가별 시장진입 경쟁 수준

(마) 앵커방식

- 앵커 방식 기술 분야의 각국 허핀달지수를 살펴보면 한국이 136, 미국이 536, 일본이 199로 나타나 집중화 정도가 거의 없는 시장으로 시장진입 용이성이 높은 것으로 나타났다으며, 유럽 역시 허핀달지수가 813을 기록하며 집중화 정도가 거의 없는 시장인 것으로 나타났으나 특허 건수가 10건 내외로 정량적으로 판단하기에는 무리가 있음

표 31 앵커 방식 시장진입 경쟁수준 분석 결과

세부요소기술	허핀달지수(HHI)			
	한국	미국	일본	유럽
앵커 방식	136	536	199	813

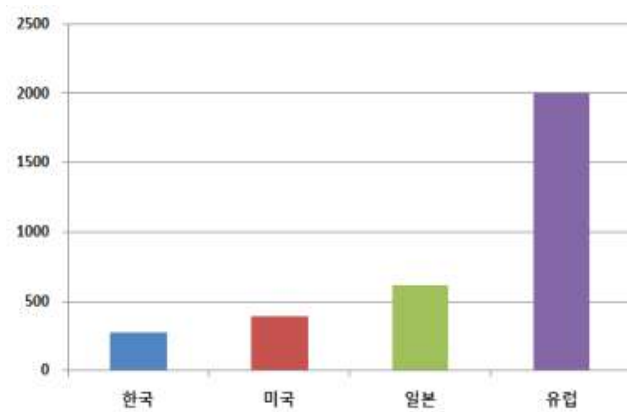


그림 27 국가별 시장진입 경쟁 수준

라. 주요 경쟁사 및 기술이전 수요처 분석

(1) 주요 경쟁자 활동현황

표 32 경쟁자 Landscape

출원인	분석 항목	출원 인 국적	주요 IP 시장국 (건수, %)					특허출원 증가율 (최근5년)	주력기술분 야
			한국	미국	일본	유럽	IP 시장국 종합		
			KR	US	JP	EP			
Anchor Wall Systems		미국	0 0%	35 81%	0 0%	8 19%	미국	-27%	앵커방식
Nippon Steel		일본	0 0%	0 0%	27 93%	2 7%	일본	13%	PC 강관 연결 방식
NIPPON STEEL & SUMIKIN METAL PRODUCTS		일본	0 0%	0 0%	19 100%	0 0%	일본	140%	PC 강관 연결 방식

Keystone Retaining Wall Systems	미국	0 0%	17 89%	0 0%	2 11%	미국	130%	앵커방식
Allan Block	미국	0 0%	12 67%	1 6%	5 28%	미국	-23%	앵커방식
CGL Systems	미국	0 0%	10 77%	1 8%	2 15%	미국	0%	앵커방식
HANEDA CONCRETE	일본	0 0%	0 0%	13 100%	0 0%	일본	0%	PC 강관 연결 방식
OHBAYASHI	일본	0 0%	0 0%	12 100%	0 0%	일본	0%	앵커방식
DAIWA-CRES	일본	0 0%	0 0%	10 100%	0 0%	일본	-20%	앵커방식
KYOSEI KIKO	일본	0 0%	0 0%	10 100%	0 0%	일본	0%	부벽식

- Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술 과제의 주요출원인 TOP 10을 추출한 결과, 미국의 Anchor Wall Systems사(社)가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 일본의 Nippon Steel사(社), NIPPON STEEL & SUMIKIN METAL PRODUCTS사(社) 등이 이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남
- 특히 일본과 미국의 출원인이 주요출원인 TOP 10을 모두 선점하고 있는 것으로 나타나 Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술 분야에서 미국과 일본이 두각을 나타내고 있는 것으로 분석됨
- 이들 주요 출원인들의 주요 시장국과 최근 연구 활동 및 주력 기술 분야의 파악을 위하여 주요 시장국별 출원 건수, 최근 5년간의 특허출원 증가율을 비교 분석한 결과, 주요 출원인들은 대체적으로 자국 시장내에서의 출원활동을 활발히 하고 있는 것으로 나타남
- 주요 출원인 TOP 10 중에 한국 출원인은 없는 것으로 나타났으며, 이들 출원인들은 한국 시장으로의 진출을 하지 않는 것으로 나타나, 한국의 시장 경쟁력을 낮은 것으로 판단하고 있는 것으로 분석됨
- 일본의 NIPPON STEEL & SUMIKIN METAL PRODUCTS사(社)와 미국의 Keystone Retaining Wall Systems사(社)는 이들 주요 출원인 중 최근 5년간 특허출원 증가율이

가장 높은 것으로 나타나 최근에 활발한 출원활동을 하고 있는 것으로 분석됨

- 또한, 대다수의 주요 출원인들이 PC 강관 연결 방식과 앵커 방식 기술 분야에 연구에 주력하고 있는 것으로 확인됨

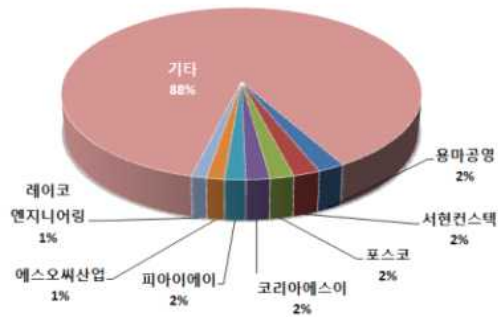
(2) IP 시장국별 주요 경쟁자 현황

표 33 시장국별 주요 경쟁자

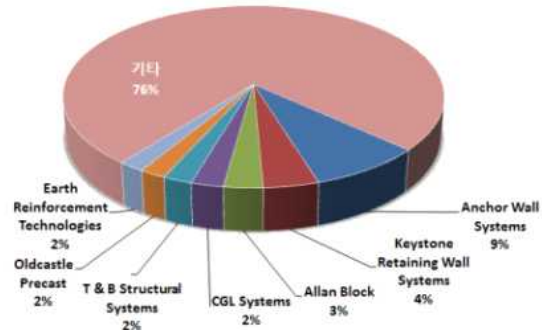
순위	한국		미국		일본		유럽	
	특허권자	건수	특허권자	건수	특허권자	건수	특허권자	건수
1	용마공영	9	Anchor Wall Systems	35	Nippon Steel	27	Anchor Wall Systems	8
2	서현컨스텍	9	Keystone Retaining Wall Systems	17	NIPPON STEEL & SUMIKIN METAL PRODUCTS	19	Allan Block	5
3	포스코	8	Allan Block	12	HANEDA CONCRETE	13	Akamine, Masumi	4
4	코리아에스이	8	CGL Systems	10	OHBAYASHI	12	Maba Fertigteilindustrie	3
5	피아이에이	7	T & B Structural Systems	9	KYOSEI KIKO	10	Pilepro	2
6	에스오씨산업	6	Oldcastle Precast	8	DAIWA-CRES	10	Keystone Retaining Wall Systems	2
7	레이코엔지니어링	5	Earth Reinforcement Technologies	8	MAEDA	8	Nippon Steel	2
8	강남이앤씨	5	Kiltie	7	NISHI NIPPON SPC	7	Averardi Ripari, Fabrizio	2
9	대산시빌 테크날러지	5	The Neel	7	WAKO CONCRETE KOGYO	6	Northern Stresswall Canada	2
10	대 한이.이엔.씨	5	Mortarless Technologies	7	KENSETSU KISO ENG CO	6	Bau-Sanierungstechnik	2

- 미국과 유럽에서 미국의 Anchor Wall Systems사(社)가 다출원인 1위를 차지하고 있는 것으로 나타나 미국의 Anchor Wall Systems사(社)가 Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술 분야에서 활발한 출원활동을 하고 있는 것으로 분석됨
- 한국에서는 다출원인 중 포스코사(社)를 제외한 나머지 기업이 중소기업인 것으로 나타나 Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술 분야에서 대기업 보다는 중소기업 위주의 출원 활동이 활발한 것으로 분석됨

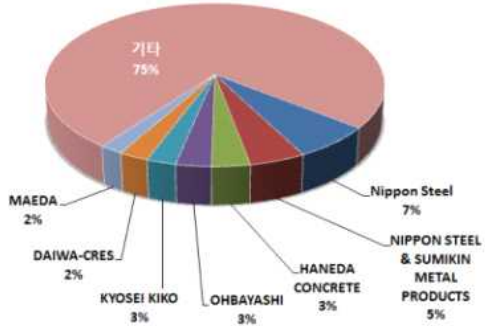
KIPO



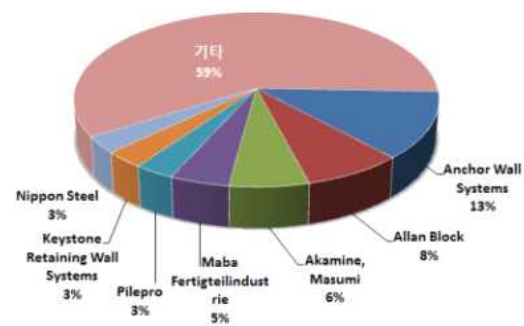
USPTO



JPO



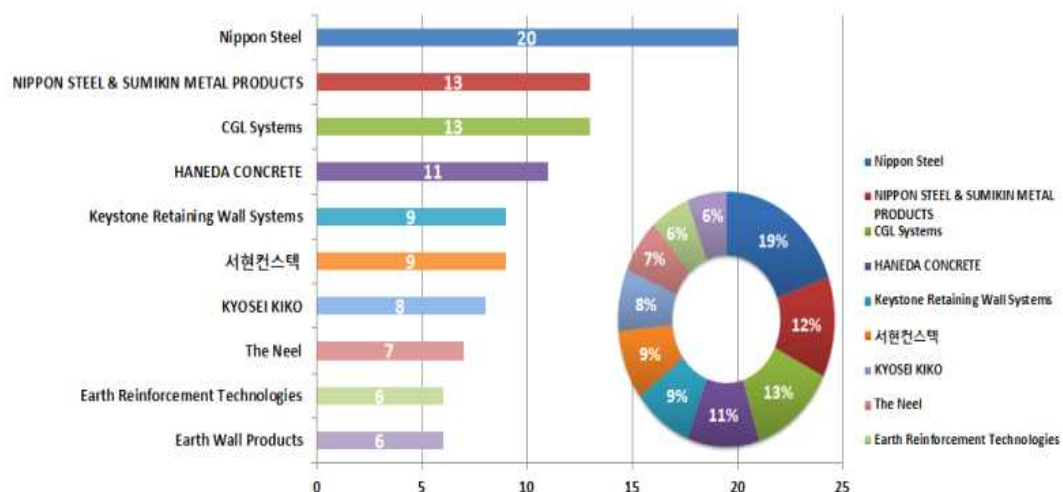
EPO



- 주요 시장국에서 각 시장국별 주요 출원인이 활발하게 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타났으나, 이들이 차지하고 있는 비중이 20% 안팎으로 나타나고 있어, 이들이 차지하고 있는 비율이 높지 않아 Pre-Stress 공법을 이용한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 기술 분야에서는 아직까지 독점적 형태의 시장경쟁이 이루어지지 않고 있는 것으로 파악됨

(3) 국가별 주요 경쟁자 현황

(가) 시공 공법



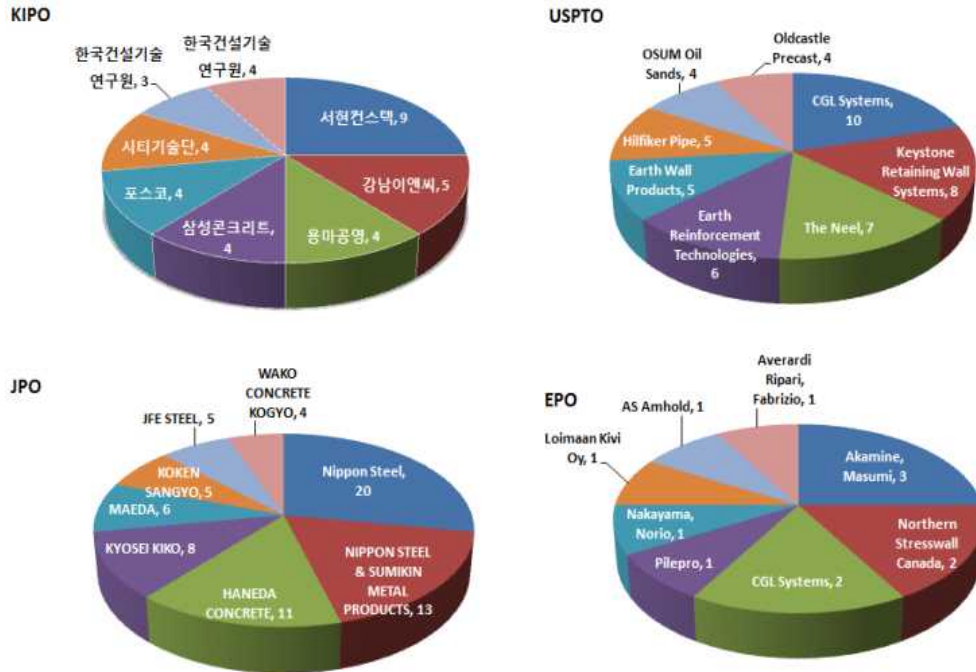
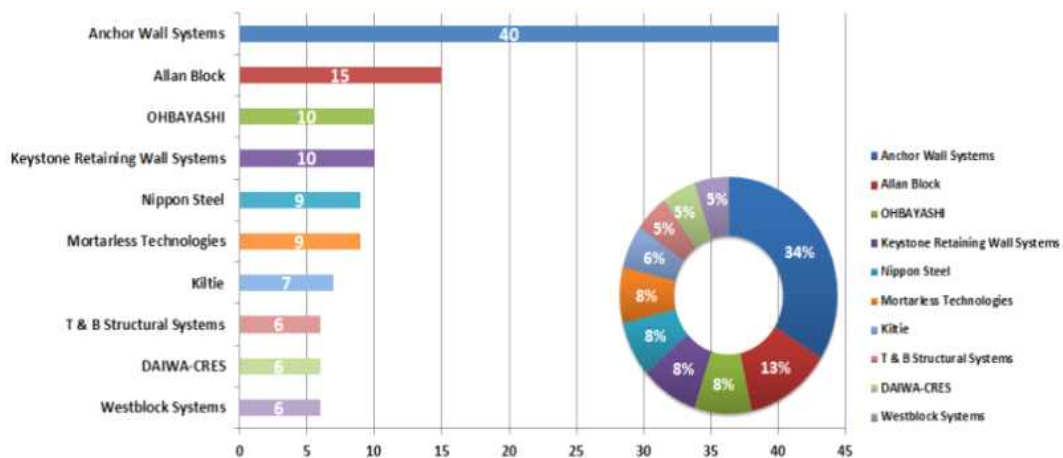


그림 29 시공 공법 국가별 주요 경쟁자 현황

- 시공 공법 기술 분야의 주요 다출원인 동향을 살펴보면, 가장 높은 출원율을 나타내는 출원인은 일본의 Nippon Steel사(社)로 일본에서 총 20건의 특허를 출원하며 19%의 점유율을 차지하며 활발한 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타남. 그 뒤를 이어 일본의 NIPPON STEEL & SUMIKIN METAL PRODUCTS사(社), 미국의 CGL Systems사(社)가 각각 12%, 13%의 점유율을 차지하며 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타남
- 국내의 주요 출원인으로는 주요 다출원인 6위를 기록한 서원컨스텍사(社)가 전체 다출원인에 이름을 올리고 있는 것으로 나타남

(나) 체결 구조



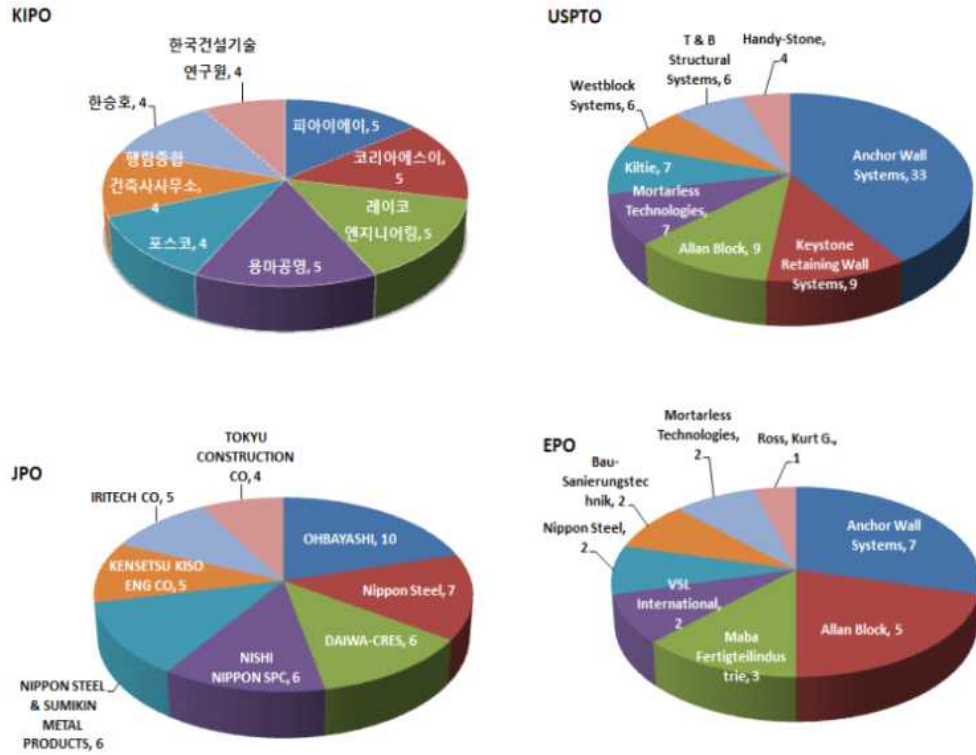


그림 30 체결 구조 국가별 주요 경쟁자 현황

- 체결 구조 기술 분야의 주요 다출원인 동향을 살펴보면, 가장 높은 출원율을 나타내는 출원인은 미국의 Anchor Wall Systems사(社)로 미국과 유럽에서 각각 33건, 7건의 특허를 출원하여 34%의 점유율을 차지하며 활발한 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타남. 그 뒤를 이어 미국의 Allan Block사(社), 일본의 OHBAYASHI사(社)가 각각 13%, 8%의 점유율을 차지하며 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타남
- 국내의 주요 출원인 중에는 전체 출원인에 이름을 올린 출원인은 없는 것으로 나타났으나, 피아이에이와 코리아에스이 등이 본 기술 분야에서 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타남

마. 다출원인별 특허출원 동향

(1) 시공공법

- 시공 공법 기술 분야의 주요 다출원인 동향을 살펴보면, 가장 높은 출원율을 나타내는 출원인은 일본의 Nippon Steel사(社)로 주로 일본시장에서 활발한 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타났으며, 특히 PC 강관 연결방식 기술 분야에서 활발한 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타남

- 일본의 Nippon Steel사(社)를 비롯한 대다수의 주요 출원인들이 자국 내에서의 출원 활동에 집중하고 있는 것으로 나타났으며, 한국의 서현컨스텍사(社)는 PS력 도입 프리캐스트 방식 기술 분야에서 활발한 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타남

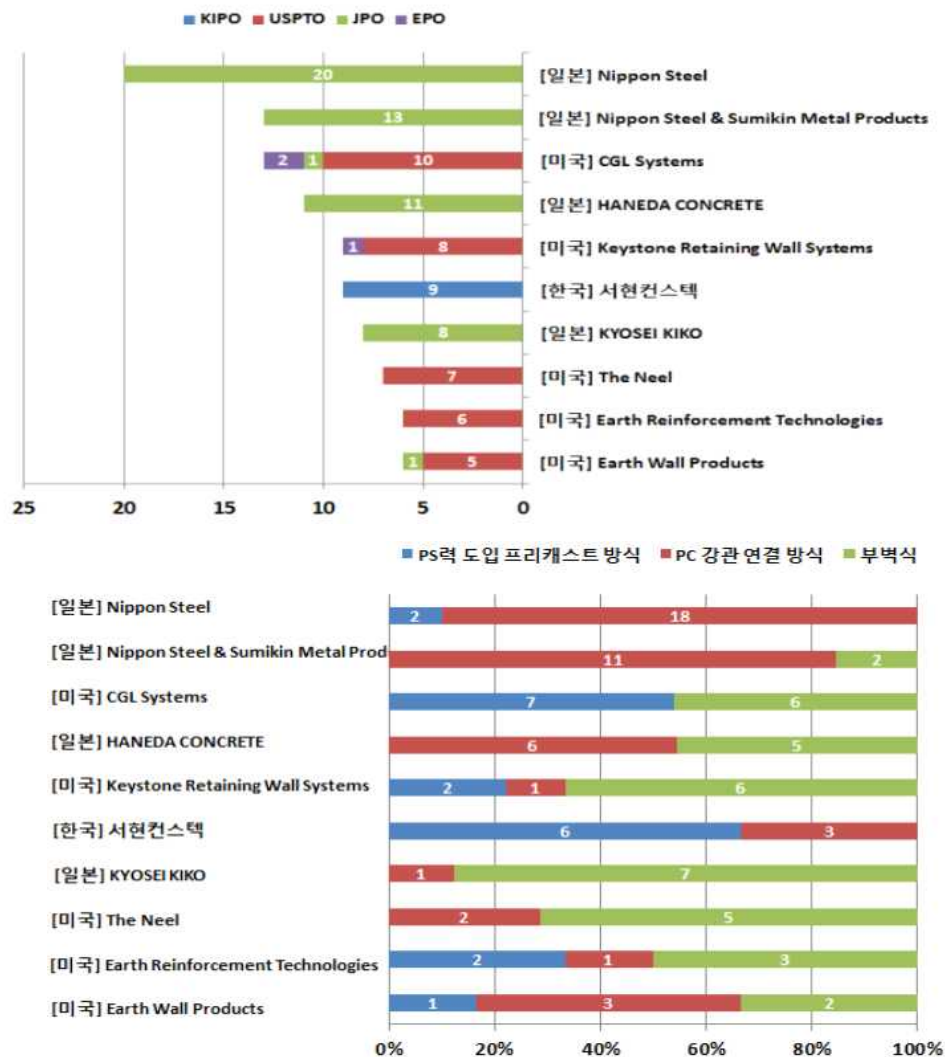


그림 31 시공 공법 다출원인별 특허출원 동향

(2) 체결 구조

- 체결 구조 기술 분야의 주요 다출원인 동향을 살펴보면, 가장 높은 출원율을 나타내는 출원인은 미국의 Anchor Wall Systems사(社)로 주로 미국과 유럽시장에서 활발한 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타났으며, 특히 앵커 방식 기술 분야에서 활발한 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타남
- 미국의 Anchor Wall Systems사(社)를 비롯한 대다수의 주요 출원인들이 자국 내에서의 출원 활동에 집중하고 있는 것으로 나타났으며, 대체적으로 앵커 기술 분야에서 활발한 출원 활동을 하고 있는 것에 반해 일본의 Nippon Steel사(社)가 커플러 방식 기술 분야에서 활발한 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타남

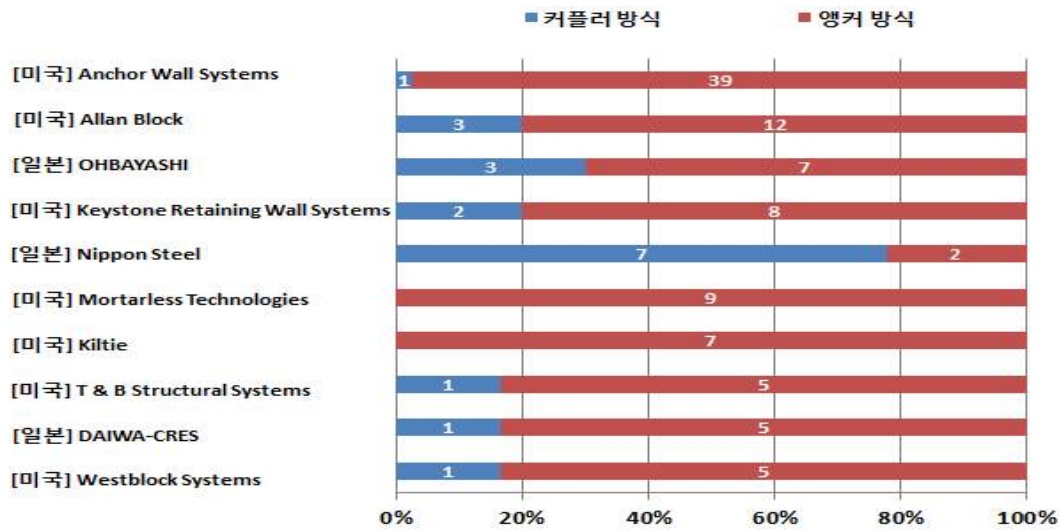
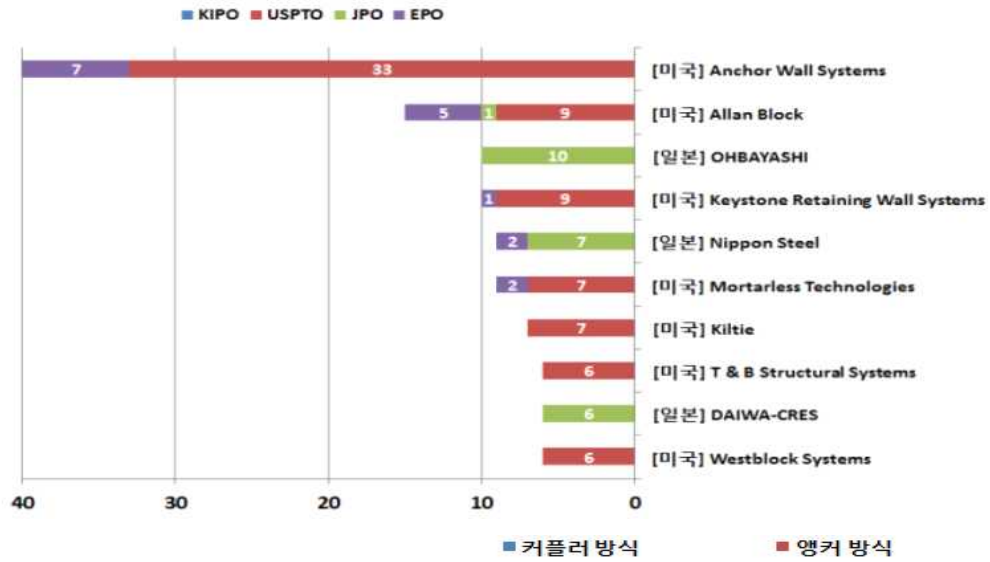


그림 32 체결 구조 다출원인별 특허출원 동향

제7장. 연구개발성과의 보안등급

가. 보안등급의 분류

보안과제	일반과제
	○

나. 결정사유

성과물에 대하여 진흥원과 협의 하에 공개 가능.

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

가. 연구실 안전조치 이행계획

(1) 기술적 위험요소 분석, 안전 관리 대책

■ 실험실 안전 점검 체계

구분	세부내용
일일안전점검	- 점검횟수 : 매일 1회 - 점검내용 : 시약 및 실험폐기물 관리상태 및 정리정돈 상태 등 - 점검대상 : 이공분야 전체 실험실습실 - 점 검 자 : 연구활동종사자 및 연구실 책임자 / 주관 : 연구실 책임자
정기점검	- 점검기간 : 연 1회 이상 - 점검대상 : A,B,C형 실험실 - 점검내용 : 시약보관 상태, 가스용기 관리상태, 보호구 착용 및 관리 상태 외 - 점 검 자 : 정기점검 기관 및 연구실 안전환경관리자 / 주관 : 시설관리팀
정밀안전진단	- 점검기간 : 2년 1회 - 점검대상 : A, B, C형 실험실 중 정기점검 결과에 따른 정밀한 진단이 필요한 실험실 - 점검내용 : 가스누출여부, 전기과부하, 접지상태 점검, 화학약품 반응위험도 점검 등 - 점 검 자 : 정밀안전진단 전문기관 위탁 / 주관 : 시설관리팀
안전순찰	- 점검기간 : 2년 1회 - 점검대상 : 송도, 제물포 이공분야 실험, 실습실 - 점검내용 : 연구실 관리 상태 및 일일점검일지 작성 여부 확인을 통한 관리, 감독강화 - 점 검 자 : 연구실안전환경관리자(시설관리팀)

※ C형 실험실 유형 관리

※ 연구실험실 유형분류

- A형 : 미생물 및 동물, 방사성 동위원소, 위험성이 높은 실험실
- B형 : 가스 및 화학약품(염색 폐수포함) 취급 실험실
- C형 : 기계, 전기 설비 등의 실험실
- D형 : 실험, 실습을 수행하지 않는 설계, 컴퓨터 관련 등의 실험실

■ 실험실 정밀안전진단 실시

- 대상 : 연구개발활동에 유해화학물질 관리법 제2조 7호에 따른 유해화학물질을 취급하는 연구실, 산업안전보건법 제39조에 따른 유해인자를 취급하는 연구실, 과학기술부령이 정하는 독성가스를 취급하는 연구실
- 실시 : 2년마다 1회 실시하여 교과부에 보고

나. 교육 훈련

■ 개요

연구실 안전환경 조성에 관한 법률』에 의거하여 연구실안전교육을 통하여 연구활동 종사자의 안전의식을 높이고, 실험실내 위험인지능력을 강화함으로써 안전사고 및 화재로부터 안전한 연구실 환경을 구축하고자 함

■ 교육대상

교수, 대학원생, 실험조교, 전문직원, 소속연구원, 실험참여 학부생 및 업체직원 등

■ 단계별 교육 이수과정

- 1단계 : 공통이수과목(연구실 안전 일반, 전기, 소방설비 사용요령)
- 2단계 : 선택과목(화학, 기계, 생물, 소방안전 분야)

■ 교육방법

- 온라인교육 : 년 2회 상·하반기 온라인 안전교육 시행

■ 보험 가입 현황

보 험 명	보 상 내 용	대 상	주관부서
신체손해배상 특약부화재보험	· 전손의 경우 건물의 현시가와 관계없이 신축 단가 적용 (보통교실의 경우 1,110천원/㎡) · 분손의 경우 보험사의 재조달가액 지급	건물	시설과
	· 사망/재해 : 호프만 계수에 의해 산출한 실손해액 지급 · 부상 : 치료실비	신체손해	시설과
연구실 안전공제 보험	· 사망의 경우 1인당 1억원 이상, 후유장해의 경우 장해정도에 따라 1인당 장해급별 정액(1급 1억원~14급 625만원) 이상 보상 · 부상의 경우 1,000만원을 한도로 교육과학 기술부장관이 고시한 1인당 상해등급별 정액 및 실손보상	학부생, 대학원생	시설과
물품보험	· 화재보험 : 완전전소시 - 가입액 전액보상 부분전소시 - 물품별 실손실액 보상 · 도난보험 : 전체도난시 - 도난 전액보상 개별도난시 - 도난품목 가입액 보상 ※ 보험가입금액은 물품의 감가(평가) 금액을 적용함.	물품	회계과

다. 위험성 평가 교육 실시

위험성평가 교육 실시 결과 보고서

교육일시	2016 년 08 월 01 일 08 : 00 ~ 10 : 00
교육장소	강탄산업 회의실 (교육장)

■ 교육내용

- 「위험성평가」 추진목표 및 사업주의 추진방침
- 「위험성평가」를 위한 사전준비 및 유해 · 위험요인 파악 방법
- 유해 · 위험요인에 대한 위험성 추정 및 결정방법
- 위험성 감소대책 수립 및 실행의 절차와 기록유지 방법



■ 참석자 명단

소속/직책	성명	서명	소속/직책	성명	서명
강탄산업/상무	이요셉		강탄산업/이사	김원국	
강탄산업/사원	이원섭		강탄산업/사원	김철수	
강탄산업/사원	이종호		강탄산업/사원	순세움	
강탄산업/사원	뒤엔		강탄산업/사원	민저	
강탄산업/사원	후인				

※ 주기적인 평가

사업장명: 주식회사 강 탄 산 업

담당	팀장	공장장
(서명)	(서명)	(서명)

공정명		위험성 평가										평가자 1. 리더 : 2. 팀원 :		
평가일시		2016-2-15												
작업내용	유해 위험요인 파악			관련근거 법적기준	현재상태 및 조치	현재위험성			감소 대책	개선후	개선일	완료일	담당자	비고
	분류	원인	유해 위험 요인			가능성 (빈도)	중대성 (강도)	위험성		위험성				
거푸집 청소	표준기 / 시력저하	불진	미세먼지 표출기불진	제605조부터 제617조	현 : 일반 마스크 조치 : 방진 마스크 착용 보안경 착용	3	2	2	계속적인 교육을 실행함 으로서 착용 의무 실시	1	2016-02-02	2016-02-34		
거푸집 조립	청력	소음	소음으로 인한 청각손실	제512조 부터 제521조	현 : 귀마개 미착용 조치 : 귀마개 착용	3	2	2	공장 출입시 착용유무 확인 미 착용시 그자리에서 착용하 게함	1	2016-02-02	2016-02-34		
배출유 도료	표준기 / 시력저하	불사역	박리제 분사시 표출기 및 눈에 침투	제420조부터 제451조	현 : 일반 마스크 조치 : 방진 마스크 착용 보안경 착용	4	3	3	공장 출입시 착용유무 확인 미 착용시 그자리에서 반복하여 착용하게함	1	2016-02-02	2016-02-34		
기초 거푸집 및 분리형원지 조 립	근골격계부담	분리형 원지 조립	분리형 원지 조립시 허리에 무리감	제656조부터 제666조	현 : 개인운반 조치 : 2인1조 운반	3	2	2	원지 운반시 2인1조로 운반 쉬는시간 스트레칭 유도.	1	2016-02-04	1900-01- 유도중		
SUB2-2 매입골공류 제작	시력저하/ 화상	용접시 스파크	용접시 스파크로인해 시력저하및 화상주의	제667조부터 제670조	현 : 일반용접면 / 호흡장갑 조치 : 전용용접면 / 가죽장갑	4	4	3	작업 공간에 항상 피지 하여 사용할수 있도록 유도 및 교육 실시.	2	2016-02-16	2016-02- 유도중		
용벽 탈형 전출	낙하	용벽낙하	용벽 탈형시 낙하	안전보건규칙 제 50조	현 : 3M에서 크레인 착용 조치 : 탈형시 용벽주의 10M 접근 금지	5	5	5	탈형시 안전 관리감독자 형시 대기하여 주변 인원및 대피 신호발	2	2016-01-16	2016-02- 유도중		

사업장명: 주식회사 강 탄 산 업

담당	팀장	공장장
(서명)	(서명)	(서명)

공정명		위험성평가										평가자 1. 리더: 2. 팀원:		
평가일시		2016-3-15												
작업내용	유해 위험요인 파악			관련근거 법적기준	현재상태 및 조치	현재위험성			감소 대책	개선후 위험성	개선일	완료일	담당자	비고
	분류	원인	유해 위험 요인			가능성 (빈도)	중대성 (강도)	위험성						
기초 거푸집 및 분리형원지 조립	근골격계부담	분리형 원지 조립	분리형 원지 조립시 허리에 무리감	제656조부터 제666조	현: 개인운반 조치: 2인1조 운반	3	2	2	원지 운반시 2인1조로 운반 쉬는시간 스트레칭 유도	1	2016-02-04	2016-03- 유도중		
SUB2-2 매입골공류 제작	시력저하/ 화상	용접시 스파크	용접시 스파크로인해 시력저하및 화상주의	제667조부터 제670조	현: 일반용접면 / 호흡장갑 조치: 전용용접면 / 가죽장갑	4	4	3	작업 공간에 항상 피지 하여 사용할수 있도록 유도 및 교육 실시	2	2016-02-16	2016-03-15		
용벽 탈형 전출	낙하	용벽낙하	용벽 탈형시 낙하	안전보건규칙 제 50조	현: 3M에서 크레인 착용 조치: 탈형시 용벽주의 10M 접근 금지	5	5	5	탈형시 안전 관리감독자 형시 대기하여 주변 인원및 대피 신 호발	2	2016-01-16	2016-03- 유도 개선		
용벽 이동 전제	용벽 이동 전제	지게차 운 반	지게차 운반시 급정 미흡수시 용벽낙하	안전보건규칙 제 50조	현: 지게차 자격증보유자 운전 조치: 자격증보유자 상시교육	4	5	5	이동전제 및 차탈 줄하시 분사 규정에 의한 전제 및 줄하 운반 교육 실시	2	2016-03-02	2016-3- 유도개선중		
장입자 이동작업	장입자 이동	배수구	배수구 부결이 미장착	안전보건규칙 제 50조	현: 나무 판으로 막아놓 조치: 철재판으로 교체	5	3	4	배수구 장착으로 다리걸림 및 상해사고 예방	1	2016-03-03	2016-03- 유도 개선		
용벽 수송	용벽 수송	그라인더 작업	연삭시 분가루 발생	제605조부터 제617조	현: 일반장갑 / 보안경 미착용 조치: 가죽장갑 / 보안경 착용	4	4	5	보안경과 가죽장갑 보호구 사용하여 미연에 방지할수 있도록 유도함다	2	2016-03-05	2016-03- 유도 개선		

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

가. 논문성과

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	Pilot Study for Investigating the Cyclic Response of the Recentering Bridge Bearing System Combined with the Friction Damper	인천대학교	1저자	Advances in Materials Science and Engineering	1.010	2016.08.08.	단독	국외 SCI
2	논문	Novel Predictive Model of the Debonding Strength for Masonry Members Retrofitted with FRP	인천대학교	2저자	applied sciences	1.726	2016.11.05.	단독	국외 SCI
3	논문	Seismic Fragility Estimates of LRB Base Isolated Frames Using Performance-Based Design	인천대학교	1저자	SHOCK AND VIBRATION	1.281	2017.04.11.	단독	국외 SCI

4	논문	Seismic Response Prediction of Buildings with Base Isolation Using Advanced Soft Computing Approaches	인천대학교	2저자	ADVANCE S IN MATERIAL S SCIENCE AND ENGINEER ING	1.299	2017.05.02.	단독	국외 SCI
---	----	---	-------	-----	---	-------	-------------	----	-----------

나. 특허성과

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	특허	고장력 앵커용 강봉을 갖는 대형 프리캐스트 옹벽	(주)강탄 산업		대한민국		출원일 2016.09.30	단독사사	
2	특허	에너지 소산형 가새댐퍼	인천대 학교		대한민국		출원일 2016.11.29	단독사사	
3	특허	브릿지 구조의 성능을 측정하는 방법	인천대 학교		대한민국		출원일 2017.03.02	단독사사	
4	품질인 증(Q-M ark)	프리캐스트 콘크리트 옹벽	(주)강탄 산업		대한민국		최초지정일자 2016.07.06		
5	조달우 수제품 지정	벽체와 저판을 일체화한 프리캐스트 콘크리트 옹벽	(주)강탄 산업		대한민국		고시일 2016.12.22		

제11장. 기타 사항

제12장. 연구개발비 사용계획서

가. 1차년도

1-1. 연구개발비 총괄표

1) 연차별 총괄

(단위: 천원)

구분	1차 연도 (2015)		2차 연도 (2016)		3차 연도 (20XX)		4차 연도 (20XX)		5차 연도 (20XX)		합계
	금액	%	금액	%	금액	%	금액	%	금액	%	
정부출연금	284,000	59.9	281,000	59.7							
기업부담금	현금	19,000	4	19,000	4						
	현물	171,000	36.1	171,000	36.3						
	소계	190,000	40.1	190,000	40.3						
정부 외 출연금											
합계	474,000	100%	471,000	100%		100%		100%		100%	100%

2) 정부출연금, 기업부담금(현금, 현물) 및 정부 외 출연금 배분 내용

(단위: 천원)

구 분			(주)강탄산업	인천대학교	계
1차 연도	정부출연금		204,800	79,200	284,000
	기업부담금	현금	19,000		19,000
		현물	171,000		171,000
		소계	190,000		190,000
	정부 외 출연금				0
	합계		394,800	79,200	474,000
2차 연도	정부출연금		201,800	79,200	281,000
	기업부담금	현금	19,000		19,000
		현물	171,000		171,000
		소계	190,000		190,000
	정부 외 출연금				0
	합계		391,800	79,200	471,000
총계	정부출연금		406,600	158,400	565,000
	기업부담금	현금	38,000		38,000
		현물	342,000		342,000
		소계	380,000		380,000
	정부 외 출연금				
	합계		1,166,600	158,400	945,000

1-2. 1차 연도 연구개발비 비목별 세부 내용

1) 1차 연도 비목별 총괄

(단위: 천원)

비목	(주)강탄산업		인천대학교		합계		구성비 (%)
	현금	현물	현금	현물	현금	현물	
1. 직접비	223,800	171,000	65,476.2		289,276	171,000	97.1
1.1 인건비	30,000	171,000	29,400		30,000	171,000	42.4
1.2 학생인건비			48,600		48,600		10.3
1.3 연구장비·재료비	173,800				173,800		36.7
1.4 연구활동비							
1.5 연구과제추진비			3,544.2		3,544.2		0.7
1.6 연구수당			13,332		13,332		2.8
1.7 위탁연구개발비	20,000				20,000		4.2
2. 간접비			13,723.8		13,723.8		2.9
2.1 인력지원비							
2.2 연구지원비			13,723.8		13,723.8		2.9
2.3 성과활용지원비							
합계	223,800	171,000	79,200		300,000	171,000	100%

2) 1차 연도 연구개발비 비목별 소요 명세(주관연구기관: (주) 강탄산업)

가) 1차 연도 연구개발비 비목별 총괄표

(단위: 천원)

비목	현금	현물	계	구성비 (%)	비고
1. 직접비	223,800	171,000	394,800	100%	
1.1 인건비	30,000	171,000	201,000	50.9%	
1.2 학생인건비					
1.3 연구장비·재료비	173,800		173,800	44%	
1.4 연구활동비					
1.5 연구과제추진비					
1.6 연구수당					인건비(현물+학생인건비 포함)의 %(20% 이내 산정)
1.7 위탁연구개발비	20,000		20,000	5.1%	이 과제의 위탁연구개발비를 제외한 직접비(현물+현금)의 %(40% 이내 산정)
2. 간접비					직접비(현물+위탁연구개발비 제외)의 %(영리기관 5% 이내)
2.1 인력지원비					
2.2 연구지원비					
2.3 성과활용지원비					
합계	223,800	171,000	394,800	100%	

나) 1차 연도 연구개발비 비목별 세부 소요 명세

나)-1. 직접비

나)-1-1. 인건비

(단위: 천원)

구분	인력 구분	성명	직위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계 (A×B/100)		
							현금	현물	계
내부 인건 비	기존 인력	김우기	대 표 이 사		68,400	50		34,200	34,200
		이요셉	상무		54,720	50		27,360	27,360
		이권호	이사		50,160	50		25,080	25,080
		김정근	부장		45,600	50		22,800	22,800
		김철수	차장		36,480	50		18,240	18,240
		이주경	과장		31,920	50		15,960	15,960
		김인정	과장		27,360	50		13,680	13,680
		신일섭	대리		27,360	50		13,680	13,680
	소계(나)							171,000	171,000
	신규 인력	김기환	대리	신규채용	30,000	100	30,000		30,000
소계(다)						30,000		30,000	
외부 인건 비	기존 인력								
		소계(라)							
총액(가=나+다+라)							30,000	171,000	201,000

나)-1-2. 학생 인건비(학생인건비 통합 관리 시행 기관인 경우)

구분	월 급여	월 작업량의 총량	총액	비고
박사후연구원				
박사 과정				
석사 과정				
학사 과정				
합계				

나)-1-2. 학생 인건비(학생인건비 통합관리 미시행기관인 경우)

성명	과정명	학과/학부명	월 급여	참여 기간(개월)	참여율(%)	합계(단위: 천원)
합계						

나)-1-3. 연구장비·재료비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액		비고
				현금	현물	
연구시설	몰드제작 외	11,850	3(set)	35,550		
	철근원형 절곡기	3,555	1(기)	3,555		
	철근절곡기	5,135	1(기)	5,135		
	철근절단기	7,584	1(기)	7,584		
	Overhead crane	19,750	1(기)	19,750		
	증기보일러	19,750	1(EA)	19,750		
연구장비	Truck scale	2,765	1(EA)	2,765		
	Load cell(10tonf)	1,659	1(EA)	1,659		
	Load cell(5tonf)	1,185	1(EA)	1,185		
	컴프레서	1,185	1(EA)	1,185		
	디젤발전기	2,133	1(EA)	2,133		
	지게차	100	94.8(HR)	9,480		
	유류비	1.400	15800(ℓ)	22,120		
	크레인	790	12(건)	9,480		
	평판재하실험기	2503.826	1(기)	2,503.826		
재료비	콘크리트	70.31	100(m³)	7,031		
	철근	57.67	120(ton)	6,920.400		
	시멘트	5.500	671.5(포)	3,693.250		
	철판, 앵글 외	616.2	10(ton)	6,162		
	전산볼트	5.135	240(EA)	1,232.400		
	육각너트	0.0948	480(EA)	45.504		
	아이너트	5.688	240(EA)	1,365.120		
	석재용에폭시 외	19.75	30(ℓ)	592.500		
	드레인보드	12.64	150(m²)	1,896		
	실리콘 외	51.35	20(BOX)	1,027		
	총액			173,800		
	단수정리			173,800		

나)-1-4. 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구활동비					
총액				천원(현금: 원)	

나)-1-5. 연구과제 추진비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구과제 추진비					
총액 [정산하지 않을 경우 직접비(현금+현물)의 10%이내 산정]					직접비의 ____%

나)-1-6. 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	인건비×()%=()원		
합계			

나)-1-7. 위탁연구개발비:

20,000 천원

나)-2. 간접비

① 영리기관의 경우

(단위: 천원)

구분		성명	직위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계(A×B/100)		
							현금	현물	계
인력 지원 비 (1)	지원인력인건비								
	연구개발능력성과급								
	연구지원전문가 인건비								
	소계(C)								

구분	내용	단가	횟수 (수량, 건)	금액	비고
기타 (2)	연구지원에 관한 경비(D)				
	성과활용지원에 관한 경비(E)				
	소계(F=D+E)				
	간접비 총액(G=C+F)			천원(간접비율: %)	

2) 1차 연도 연구개발비 비목별 소요 명세(주관연구기관: (공동) 인천대학교)

가) 1차 연도 연구개발비 비목별 총괄표

(단위: 천원)

비목	현금	현물	계	구성비 (%)	비고
1. 직접비	65476.2		65476.2	82.7%	
1.1 인건비					
1.2 학생인건비	48,600		48,600	61.4%	
1.3 연구 장비·재료비					
1.4 연구활동비					
1.5 연구과제추진비	3544.2		3544.2	4.5%	
1.6 연구수당	13,332		13,332	16.8%	인건비(현물+학생인건비 포함)의 %(20% 이내 산정)
1.7 위탁연구개발비					이 과제의 위탁연구개발비를 제외한 직접비(현물+현금)의 %(40% 이내 산정)
2. 간접비				17.3%	직접비(현물+위탁연구개발비 제외)의 %(영리기관 5% 이내)
2.1 인력지원비					
2.2 연구지원비	13,723.8		13,723.8	17.3%	
2.3 성과활용지원비					
합계	79,200		79,200	100%	

나) 1차 연도 연구개발비 비목별 세부 소요 명세

나)-1. 직접비

나)-1-1. 인건비(미지급)

(단위: 천원)

구분	인력 구분	성명	직 위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계(A×B/100)		
							현금	현물	계
내부 인건 비	기존 인력								
		소계(나)							
	신규 인력								
		소계(다)							
외부 인건 비	기존 인력								
		소계(라)							
	총액(가=나+다+라)								

나)-1-2. 학생 인건비(학생인건비 통합 관리 시행 기관인 경우)

(단위: 천원)

구분	월 급여(천원)	월 작업량의 총량	총액	비고
박사후연구원				
박사 과정	2,500	8	20,000	
석사 과정	1,500	13.3	20,000	
학사 과정	1,000	8.6	8,600	
합계			48,600	

나)-1-3. 연구장비·재료비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액		비고
				현금	현물	
연구시설						
연구장비						
재료비						
총액						

나)-1-4. 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구활동비					
총액				천원(현금: 원)	

나)-1-5. 연구과제 추진비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구과제 추진비	회의비		1건	132,000	
	회의비		1건	248,000	
	회의비		1건	293,000	
	회의비		1건	95,000	
	회의비		1건	212,500	
	회의비		1건	30,000	
	회의비		1건	90,000	
	회의비		1건	50,500	
	사무용품		1건	500,000	
	사무용품		1건	500,000	
	사무용품		1건	800,000	
	사무용품		1건	244,000	
총액 [정산하지 않을 경우 직접비(현금+현물)의 10%이내 산정]				3,195,000	직접비의 5.41%

나)-1-6. 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	인건비×(16.8)%=(13,332,000)원	13,332	
합계		13,332	

나)-1-7. 위탁연구개발비:

20,000 천원

나)-2. 간접비

① 영리기관의 경우

(단위: 천원)

구분		성명	직위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계(A×B/100)		
							현금	현물	계
인력 지원 비 (1)	지원인력인건비								
	연구개발능률성과급								
	연구지원전문가 인건비								
		소계(C)							

② 비영리기관의 경우

(단위: 천원)

총액		13,723.8 천원(간접비율: 17.3%)							
구분		성명	직위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계(A×B/100)		
							현금	현물	계
인력 지원 비 (1)	지원인력인건비								
	연구개발능률성과급								
	연구지원전문가 인건비								
		소계(C)							

구분		내 용	단가	횟수 (수량, 건)	금액	비고
기타 (2)	연구지원에 관한 경비(D)	연구소지원비	-	-	13,723.8	
	성과활용지원에 관한 경비(E)					
	소계(F=D+E)					
간접비 총액(G=C+F)					13,723.8 천원(간접비율: 2.90%)	

나. 2차년도

1-1. 연구개발비 총괄표

1) 연차별 총괄

(단위: 천원)

구분	1차 연도 (2015)		2차 연도 (2016)		3차 연도 (20XX)		4차 연도 (20XX)		5차 연도 (20XX)		합계
	금액	%	금액	%	금액	%	금액	%	금액	%	
정부출연금	284,000	59.9	281,000	59.7							
기업부담금	현금	19,000	4	19,000	4						
	현물	171,000	36.1	171,000	36.3						
	소계	190,000	40.1	190,000	40.3						
정부 외 출연금											
합계	474,000	100%	471,000	100%		100%		100%		100%	100%

2) 정부출연금, 기업부담금(현금, 현물) 및 정부 외 출연금 배분 내용

(단위: 천원)

구 분			㈜강탄산업	인천대학교	계
1차 연도	정부출연금		204,800	79,200	284,000
	기업 부담금	현금	19,000		19,000
		현물	171,000		171,000
		소계	190,000		190,000
	정부 외 출연금				0
	합계		394,800	79,200	474,000
2차 연도	정부출연금		201,800	79,200	281,000
	기업 부담금	현금	19,000		19,000
		현물	171,000		171,000
		소계	190,000		190,000
	정부 외 출연금				0
	합계		391,800	79,200	471,000
총계	정부출연금		406,600	158,400	565,000
	기업 부담금	현금	38,000		38,000
		현물	342,000		342,000
		소계	380,000		380,000
	정부 외 출연금				
	합계		1,166,600	158,400	945,000

1-2. 2차 연도 연구개발비 비목별 세부 내용

1) 2차 연도 비목별 총괄

(단위: 천원)

비목	(주)강탄산업		인천대학교		합계		구성비 (%)
	현금	현물	현금	현물	현금	현물	
1. 직접비	216,800	171,000	65,736		282,536	171,000	96.29
1.1 인건비	30,000	171,000	29,400		30,000	171,000	42.67
1.2 학생인건비			49,464		49,464		10.5
1.3 연구장비·재료비	182,400				182,400		38.73
1.4 연구활동비	4,400		365		4,765		1.01
1.5 연구과제추진비			2,500		2,500		0.53
1.6 연구수당			13,407		13,407		2.85
1.7 위탁연구개발비							
2. 간접비	4,000		13,464		17,464		3.71
2.1 인력지원비							
2.2 연구지원비			13,464		13,464		2.86
2.3 성과활용지원비	4,000				4,000		0.85
합계	220,800	171,000	79,200		300,000	171,000	100%

2) 2차 연도 연구개발비 비목별 소요 명세(주관연구기관: (주) 강탄산업)

가) 2차 연도 연구개발비 비목별 총괄표

(단위: 천원)

비목	현금	현물	계	구성비 (%)	비고
1. 직접비	216,800	171,000	387,800	100%	
1.1 인건비	30,000	171,000	201,000	51.8%	
1.2 학생인건비					
1.3 연구장비·재료비	182,400		182,400	47%	
1.4 연구활동비	4,400		4,400	1.2%	
1.5 연구과제추진비					
1.6 연구수당					인건비(현물+학생인건비 포함)의 %(20% 이내 산정)
1.7 위탁연구개발비					이 과제의 위탁연구개발비를 제외한 직접비(현물+현금)의 %(40% 이내 산정)
2. 간접비	4,000		4,000	100%	직접비(현물+위탁연구개발비 제외)의 %(영리기관 5% 이내)
2.1 인력지원비					
2.2 연구지원비					
2.3 성과활용지원비	4,000		4,000	100%	
합계	220,800	171,000	391,800	100%	

나) 2차 연도 연구개발비 비목별 세부 소요 명세

나)-1. 직접비

나)-1-1. 인건비

(단위: 천원)

구분	인력 구분	성명	직위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계 (A×B/100)		
							현금	현물	계
내부 인건 비	기존 인력	김우기	대표이사		68,400	50		34,200	34,200
		이요셉	상무		54,720	50		27,360	27,360
		이권호	이사		50,160	50		25,080	25,080
		김정근	부장		45,600	50		22,800	22,800
		김철수	차장		36,480	50		18,240	18,240
		이주경	과장		31,920	50		15,960	15,960
		김인정	과장		27,360	50		13,680	13,680
		신일섭	대리		27,360	50		13,680	13,680
	소계(나)							171,000	171,000
	신규 인력	김기환	대리	신규채용	30,000	100	30,000		30,000
소계(다)					30,000		30,000		
외부 인건 비	기존 인력								
		소계(라)							
총액(가=나+다+라)							30,000	171,000	201,000

나)-1-2. 학생 인건비(학생인건비 통합 관리 시행 기관인 경우)

구분	월 급여	월 작업량의 총량	총액	비고
박사후연구원				
박사 과정				
석사 과정				
학사 과정				
합계				

나)-1-2. 학생 인건비(학생인건비 통합관리 미시행기관인 경우)

성명	과정명	학과/학부명	월 급여	참여 기간(개월)	참여율(%)	합계(단위: 천원)
합계						

나)-1-3. 연구장비·재료비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액		필요성 및 용도	비고
				현금	현물		
재료비	콘크리트	70.4	420m³	29,568		PC옹벽 제작	
재료비	철근	572	52ton	29,744		PC옹벽 제작	
재료비	시멘트	5.5	1000포	5,500		시제품 설치	
재료비	철판, 앵글 외	760.716	10ton	7,607.160		시제품 설치	
재료비	전산볼트	2.343	1000EA	2,343		시제품 설치	
재료비	육각너트	0.198	1000EA	198		시제품 설치	
재료비	아이너트	2.530	1000EA	2,530		시제품 설치	
재료비	석재용 에폭시 외	52.8	20조	1,056		시제품 설치	
재료비	드레인보드	52.8	50(20m²/EA)	2,640		시제품 설치	
재료비	실리콘 외	38.5	100box	3,850		시제품 설치	
재료비	박리제	825	3D/M	2,475		PC옹벽 제작	
재료비	큐롬	275	2(200ℓ/drum)	550		PC옹벽 제작	
재료비	레이졸	121	2EA	242		PC옹벽 제작	
재료비	철근결속선(#20X350mm)	9.68	100(10kg/box)	968		철근 결속	
재료비	철근결속선(#20X450mm)	9.68	100(10kg/box)	968		철근 결속	
재료비	유류비	0.8	20000ℓ	16,000		증기 양생	
연구시설	Overhead crane	29,700	1기	29,700		대형자재 운반, 하중실험용	
연구시설	지게차	77	32hr	2,464		PC옹벽 운반, 하중실험용	
연구시설	크레인	1,100	13일	14,300		시제품 설치	
연구시설	몰드제작 외	29,700	1식	29,700		PC옹벽 생산설비	
	총액			182,403.16			
	단수정리			182,400			

나)-1-4. 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구활동비	원가산정검증료	4,400	1(식)	4,400	
총액				4,400 천원(현금:4,400,000원)	

나)-1-5. 연구과제 추진비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구과제 추진비					
총액 [정산하지 않을 경우 직접비(현금+현물)의 10%이내 산정]					직접비의 ____%

나)-1-6. 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	인건비×()%=()원		
합계			

나)-1-7. 위탁연구개발비:

_____천원

나)-2. 간접비

① 영리기관의 경우

(단위: 천원)

구분		성명	직위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계(A×B/100)		
							현금	현물	계
인력 지원 비 (1)	지원인력인건비								
	연구개발능력성과급								
	연구지원전문가 인건비								
	소계(C)								

구분		내 용	단가	횃수 (수량, 건)	금액	비고
기타 (2)	연구지원에 관한 경비(D)					
	성과활용지원에 관한 경비(E)	과학문화활동비	2,000	1회	2,000	홍보물제작
		지식재산권등록비	2,000	1회	2,000	특허등록비
	소계(F=D+E)				4,000	
간접비 총액(G=C+F)					4,000천원(간접비율: 0.85%)	

2) 2차 연도 연구개발비 비목별 소요 명세(주관연구기관: (공동) 인천대학교)

가) 2차 연도 연구개발비 비목별 총괄표

(단위: 천원)

비목	현금	현물	계	구성비 (%)	비고
1. 직접비	65,736		65,736	83%	
1.1 인건비	29,400		29,400	0%	
1.2 학생인건비	49,464		49,464	62.46%	
1.3 연구 장비·재료비					
1.4 연구활동비	365		365	0.46%	
1.5 연구과제추진비	2,500		2,500	3.16%	
1.6 연구수당	13,407		13,407	16.93%	인건비(현물+학생인건비 포함)의 %(20% 이내 산정)
1.7 위탁연구개발비					이 과제의 위탁연구개발비를 제외한 직접비(현물+현금)의 %(40% 이내 산정)
2. 간접비	13,464		13,464	17%	직접비(현물+위탁연구개발비 제외)의 %(영리기관 5% 이내)
2.1 인력지원비					
2.2 연구지원비	13,464		13,464	17%	
2.3 성과활용지원비					
합계	79,200		79,200	100%	

나) 2차 연도 연구개발비 비목별 세부 소요 명세

나)-1. 직접비

나)-1-1. 인건비(미지급)

(단위: 천원)

구분	인력 구분	성명	직위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계(A×B/100)		
							현금	현물	계
내부 인건 비	기존 인력	허종완	부교수		7,500	24	18,000		18,000
		소계(나)							
	신규 인력	김성환	연구원		3,000	30	9,000		9,000
		소계(다)							
외부 인건 비	기존 인력	박정준	연구원		3,000	8	2,400		2,400
		소계(라)							
	총액(가=나+다+라)								

나)-1-2. 학생 인건비(학생인건비 통합 관리 시행 기관인 경우)

(단위: 천원)

구분	월 급여(천원)	월 작업량의 총량	총액	비고
박사후연구원				
박사 과정	2,500	148.88%×12month	44,664	
석사 과정				
학사 과정	1,000	40%×12month	4,800	
합계			49,464	

나)-1-3. 연구장비·재료비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액		비고
				현금	현물	
연구시설						
연구장비						
재료비						
총액						

나)-1-4. 연구활동비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구활동비	인쇄·복사비	250	1460Page	365.12	
총액				365.12천 원(현금:365,120원)	

나)-1-5. 연구과제 추진비

(단위: 천원)

구분	내용	단가	횟수(수량, 건)	금액	비고
연구과제 추진비	사무용품비	250	4건	1,000	토너
	회의비	25	4명*15회	1,500	
총액 [정산하지 않을 경우 직접비(현금+현물)의 10%이내 산정]				2,500	직접비의 3.80%

나)-1-6. 연구수당

(단위: 천원)

구분	산정 기준	금액	비고
연구수당	인건비×(17)%=(13,406,880)원	13,406.88	
합계		13,406.88	

나)-1-7. 위탁연구개발비:

_____천 원

나)-2. 간접비

① 영리기관의 경우

(단위: 천원)

구분		성명	직위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계(A×B/100)		
							현금	현물	계
인력 지원 비 (1)	지원인력인건비								
	연구개발능률성과급								
	연구지원전문가 인건비								
	소계(C)								

구분		내 용	단가	횟수 (수량, 건)	금액	비고
기타 (2)	연구지원에 관한 경비(D)					
	성과활용지원에 관한 경비(E)					
		소계(F=D+E)				
간접비 총액(G=C+F)					천 원(간접비율: %)	

② 비영리기관의 경우

(단위: 천원)

총액		13,464 천원(간접비율: 17%)							
구분		성명	직위	신규 채용 구분	실지 금액 (A)	참여율(%) (B)	합계(A×B/100)		
							현금	현물	계
인력 지원 비 (1)	지원인력인건비								
	연구개발능률성과급								
	연구지원전문가 인건비								
	소계(C)								
구분		내용		단가	횟수 (수량, 건)	금액	비고		
기타 (2)	연구지원에 관한 경비(D)	연구소지원비	-	-	13,464				
	성과활용지원에 관한 경비(E)								
소계(F=D+E)									
간접비 총액(G=C+F)						13,464 천원(간접비율: 2.86%)			

참고 문헌

1. 국토해양부, 도로교 설계기준(한계상태설계법) 제7장 하부구조, 2012
2. 철도설계기준(노반편), 2013
3. 한국콘크리트 학회, 콘크리트 구조설계기준, 2012
4. 한국도로공사, 도로설계요령, 2009
5. 김기봉, 보강토옹벽 설계의 새로운 패러다임 Soilwork Re Wall 소개 기술세미나, 2014.10. 7
서울시서초구 강남대로27 AT센터 5층 그랜드홀
6. 유충식, 김경모, 이광우, 보강토의 기본개념과 설계 및 시공 및 피해사례, 국내적용현황, 문제점 및 개선방안 기술세미나, 2014.10. 7 서울시서초구 강남대로27 AT센터 5층 그랜드홀
7. 양인환, 주건형, 김경철, 프리캐스트 블록 축조식 옹벽 시스템의 안전도 평가, 콘크리트학회 논문집(2011년 봄 학술대회 논문집 pp97-98)
8. 홍익대학교 부설 과학기술 연구소, 앵커형 파일을 적용한 역T형 및 L형 옹벽시스템 개발보고서 2004.5~2005.11
9. 김우기, 마이크로 파일로 보강된 프리캐스트 콘크리트옹벽거동특성에 관한 실험적연구(2005년 대한토목학회 정기학술대회10.20) 제주컨벤션 센터
10. 소형 앵커파일을 갖는 프리캐스트 옹벽의 구조적 거동특성, 홍익대학교, 박사학위논문, 2008.
11. (주)그린힐, (주)창석엔지니어링, 프리캐스트 철근콘크리트 블록을 이용한 격자형 조립식 옹벽 공법, 건설신기술 제431호 2006
12. 최승선, 나선형플렌지가 설치된 앵커파일 프리캐스트 옹벽의 구조적거동에 관한 연구, 우송대학교 철도대학원, 박사학위논문, 2014
13. 김홍택, 박준용, 유찬호, 마이크로파일로 보강된 프리캐스트 콘크리트 옹벽의 최적보강형태에 관한 연구, 한국지반공학학회논문집,(2006년 11월)
14. 이일화, 이수형, 최찬용, 금창준, 강봉으로 보강된 프리캐스트 프리스트레스 옹벽의 동적 안정성 평가, 대한토목학회(2006년 11월)
15. 정성교, 이만렬 동적하중을 고려한 주동토압, 동아대학교 학국자원개발 연구논문집, 제 18권 제 1호, pp.69-75.
16. 정성교, 이만렬, 윤계한, 백승훈(1991), 경사진 중력식 옹벽의 주동토압, 대한토목학회 학술발표회집, 대한토목학회(1994), pp.577-580.
17. 정성교, 정진교, 이만렬, 안정사면에 인접한 옹벽에 작용하는 수평토압, 대한토목학회 학술발표회집, 대한토목학회(1997), pp.634-638.
18. 지홍근, 민감도 분석을 통한 L형 중력식 블록옹벽의 최적설계기법에 관한연구, 수원대학교 박사학위 논문(2013), pp.14 ~ 21.

19. 김철수, 블록형 중력식 옹벽 시스템의 거동 특성, 서울산업대학교 석사학위논문 (2013), pp.21 ~ 29.
20. Fukuoka, M., Akatsu, T., Katagiri, S., Iseda, T., Shimaze, A., and Nakagake, M., Earth Pressure Measurements on Retaining Wall, Proceeding International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering(1977), Tokyo, Japan
21. Kingsley, H. W., Geostatic Wall Pressure, JGE, ASCE, Vol.115, No.9, 1321-1325.
22. NCMA, (1997). National Concrete Masonry Association (NCMA), 1997. Design Manual for Segmental Retaining Walls. Collin, J.G. (Ed.), Herndon, VA, pp.289.
23. Terzaghi, K. Theoretical Soil Mechanics, Wiley(1943), New York.
24. Terzaghi, K. Large Retaining Wall Test, Eng. News Record(1943), Col.112, 1934, pp.136-140
25. Tsagareli, Z. V., Experimental Investigation of the Pressure of a Loose Medium on Retaining Wall with a Vertical Backface and Horizontal Backfill Surface(1965), Soil Mechanics(USSR), No.4, pp.1-3.

첨부 문서

#1. 원가 분석 결과

(주)강탄산업 위촉

벽체와 저판을 일체화한
프리캐스트 콘크리트 웅벽 26종에 대한

예정원가조사보고서

2017. 4.

사단법인 한국산업경제연구소
KOREA INSTITUTE FOR INDUSTRY & ECONOMICS

I . 예정원가조사결과

(주)강탄산업 귀중

우리 연구소는 귀 사의 위촉에 의하여 “벽체와 저판을 일체화한 프리캐스트 콘크리트 용벽 26종”에 대한 예정가격산정을 위한 원가조사를 실시하였습니다.

본 원가조사를 실시함에 있어 우리 연구소는 귀 사에서 제시한 제품규격서를 근거로 하여 일반적인 원가조사기준과 절차를 적용 산출한 결과는 다음과 같습니다.

- 다 음 -

단위 : 원

품 명	규 격	단 위	금 액	비 고
벽체와 저판을 일체화한 프리캐스트 콘크리트 용벽 26종	제품규격서 참조	식	-	※ 별첨참조

- 주 1) 부가가치세 포함
2) 인도조건 : 현장설치도

2017년 4월

사단법인 한국산업경제연구원
이 사 장 김 진
책임연구원 김 용
선임연구원 윤 희
연구원 최 진

- 별 첨 -

건명 : 벽체와 저판을 일체화한 프리캐스트 콘크리트 옹벽 26종

단위 : 원

순번	모델명	규격	단위	금 액			비고
				제조원가	설치원가	합 계	
				주 1)	주 2)		
1	RWS150	1500×950×1500	m	322,912	278,654	601,566	
2	RWS200	1500×1150×2000	m	407,207	340,448	747,655	
3	RWS250	1500×1250×2500	m	566,416	386,470	952,886	
4	RWS300	1500×1500×3000	m	716,453	455,811	1,172,264	
5	RWS350	1500×1750×3500	m	914,804	583,443	1,498,247	
6	RWS400	1500×2200×4000	m	1,119,136	782,351	1,901,487	
7	RWS450	1500×2400×4500	m	1,294,273	889,973	2,184,246	
8	RWS500	1500×2700×5000	m	1,585,651	1,045,586	2,631,237	
9	RWS550	1500×3000×5500	m	1,836,494	1,234,476	3,070,970	
10	RWS600	1500×3200×6000	m	2,056,682	1,317,576	3,374,258	
11	RWS650	1500×3450×6500	m	2,639,856	1,567,877	4,207,733	
12	RWS700	1500×3700×7000	m	2,897,864	1,657,763	4,555,627	
13	RWS800	1500×4100×8000	m	3,583,683	1,901,622	5,485,305	
14	RWW150	1500×1050×1500	m	352,662	311,566	664,228	
15	RWW200	1500×1300×2000	m	437,841	386,326	824,167	
16	RWW250	1500×1550×2500	m	606,088	461,778	1,067,866	
17	RWW300	1500×1750×3000	m	746,880	605,632	1,352,512	
18	RWW350	1500×1950×3500	m	937,820	766,999	1,704,819	
19	RWW400	1500×2250×4000	m	1,146,260	968,601	2,114,861	
20	RWW450	1500×2450×4500	m	1,322,482	1,122,806	2,445,288	
21	RWW500	1500×2800×5000	m	1,760,354	1,312,558	3,072,912	
22	RWW550	1500×3100×5500	m	1,928,910	1,569,469	3,498,379	
23	RWW600	1500×3600×6000	m	2,200,283	1,741,685	3,941,968	
24	RWW650	1500×3850×6500	m	2,837,793	2,101,555	4,939,348	
25	RWW700	1500×4000×7000	m	2,988,176	2,204,622	5,192,798	
26	RWW800	1500×4200×8000	m	3,700,963	2,470,857	6,171,820	

주 1) 제조원가부분 : IV-1-7. 제조원가집계표 참조

2) 설치원가부분 : IV-8-14. 설치원가계산서 참조

3) 상기금액은 현장설치도 및 부가가치세 포함 금액임

#2. 현장타설옹벽과의 공사기간 비교

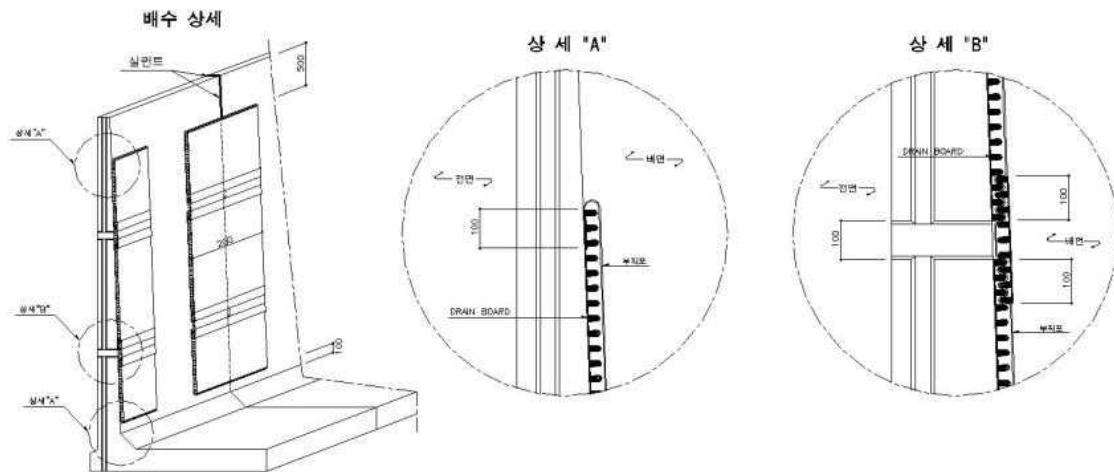


#3. 개발옹벽 배수시설

가. 드레인 보드 설치

배수는 콘크리트 옹벽 및 지하 콘크리트 구조물의 설계와 시공에 있어 중요한 역할을 한다. 원활한 배수 시설이 없으면 지하수의 수압으로 인해 심한 구조적 손실을 초래 할 수 있어 효과적인 배수 방법이 필수적이다. 비용과 시공상의 어려움이 있는 기존 배수(자갈)에 비해 진공 성형식 고밀도 폴리스틸렌과 특수성 필터 (부직포)를 접합시킨 것으로서 옹벽 및 구조물에 설치하여 배수관(유공관)또는 양수관(Weep Hole)으로 물이 흐르게 하는 배수 시스템으로 구조물에 가중되는 수압을 감소시켜 구조물 손상방지 및 지반 안정을 도모해 주는 반영구적인 배수 공법을 적용하며 시공순서는 다음과 같다.

- 1) 판넬1을 코아가 3인치 정도 나올 수 있도록 부착된 부직포를 벗겨서 손질한다.
- 2) 판넬2를 2인치 정도 오버랩시켜 부직포를 덮어서 연결한다.
- 3) 물이 흐르는 방향을 참고하여 겹쳐나간다.
- 4) 판넬폭은 20cm로 한다.
- 5) 흙은 Drain Board보다 6인치 이상으로 채우고 다져야 하며 다짐 작업중 손상된 부직포는 교환한다.
- 6) 드레인보드가 설치되지 않는 벽체 상면과 배면 상단 50cm 구간은 강우시 토사유출을 막기 위하여 실리콘으로 마감처리 한다.



나. 옹벽 배수공

콘크리트 설계기준은 옹벽 전면에 지름 65mm이상의 배수구멍을 4.5m간격으로 설치하도록 되어있다. 해당 기술의 옹벽은 1.5m, 1-segment 단위로 설치되므로 연결부 조인트에 장방형 배수공을 설치하여 연결부 흠으로 물이 흐르도록 해 누출된 배수로 인해 옹벽전면이 오염되지 않도록 한다.

- 옹벽 배수공 단면적 산정

① D=65mm일 경우 배수 단면적

$$A = (\pi \times 6.5^2) / 4 = 33.1 \text{ cm}^2$$

② 그러므로 앵커파일 옹벽에 필요한 배수공 단면적은

$$33.1 \times (1.5 / 4.5) = 11.0 \text{ cm}^2$$

$$2 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} (= 20 \text{ cm}^2) \text{ 적용}$$

③ 배수공의 수직간격은 1.5m로 한다.

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

일 체 화 한 P r e S t r e s s 공 법 을 적 용 하 여 기 초 를
P C 응 벽 의 사 업 화 방 안 최 종 보 고 서 국 토 교 통 과 학 기 술 진 흥 원
국 토 교 통 부