

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()

국토교통기술사업화지원사업 최종보고서

R&D / 16TBIP-C111797

3000MPa급 강연선을 활용한앵커체 및 타이케이블체 개발 최종보고서

2017.3.31

주관연구기관 / (주)동아특수건설

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

3000MPa Development Anchor and Tie-Cable
Used High Strength Wire

R&D Report

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화 지원사업의 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.

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발’(연구개발 기간 : 2016.4.27 ~ 2017. 2 .26) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2017. 3 . 31 .

주관연구기관명 : (주)동아특수건설 (대표자) 심 석 래 (인)



주관연구기관책임자: 심 석 래 대표

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	16TBIP-C11179 7-01	해당 단계 연구 기간	2016-04-27 ~ 2017-02-26	단계구분	1/1 (해당단계)/ (최종단계)
연구사업명	중사업명	국토교통 기술사업화 지원사업			
	세부사업명	중소기업 보유기술 사업화(자유공모)분야			
연구과제명	대과제명	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발			
	세부과제명				
연구책임자	심석래	해당단계 참여 연구원 수	총: 5 명 내부: 5 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 57,690 천원 기업: 41,810 천원 정부 외: 천원 계: 99,500 천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 5 명 내부: 5 명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 57,690 천원 기업: 41,810 천원 정부 외: 천원 계: 99,500 천원
연구기관명 및 소속 부서명	(주)동아특수건설 연구전담부서			참여기업명 해당사항 없음	
국제공동연구	상대국명: 해당사항 없음			상대국 연구기관명:해당사항 없음	
위탁연구	연구기관명:해당사항 없음			연구책임자: 해당사항 없음	
요약				보고서 면수 : 83	
■ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커 및 타이케이블체 시제품 개발 완료 ■ 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 도면 개발완료 ■ 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 사양서 개발완료 ■ 앵커 및 타이케이블체 품질시험·검사성적서 인증완료					

< 요약문 >

연구개발 개요	○ 국내에서는 영구앵커 제조는 6개사 미만으로 단순 WEDGE type 으로 일반적으로 생산중인 제품 하중이 70-90ton 정도 이며, 큰 하중은 일본에 기술료를 지급하고 생산하고 있음. 특히 국내에서 생산되고 있는 앵커체 및 타이케이블체는 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선만을 이용하여 제작되고 있으며, KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선(3000MPa급 강연선)을 이용하여 제작된 앵커체 및 타이케이블체는 전무한 실정임. ○ 따라서 본 연구는 (주)동아특수건설에서 보유하고 있는 타이케이블 생산에 관한 특허 10-0699334 ‘타이케이블 결속장치’와 다년간의 제품개발 경험, 관련 자재 생산 및 납품, 시공경험 등을 바탕으로 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체를 개발하고자 함.
연구의 목적	○ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발 ○ 3000MPa급 강연선을 활용한 타이케이블 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 타이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상 ○ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발은 일반 강연선을 활용하여 제작한 앵커체 및 타이케이블체 대비 설계/시공 본수를 감소시킬 수 있으며, 이를 통한 타이케이블공정의 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감
연구의 내용	○ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발 - 선행연구 사례조사 - 앵커 및 타이케이블 목표구상 · 3000MPa급 강연선 제원 분석 · 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커 및 타이케이블 구상 · 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커 및 타이케이블 목표 성능 구상 - 앵커 및 타이케이블의 해드 개선 방안 연구 · 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 해드 시험 평가 · 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 해드 개선 방안 마련 - 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블 압착공정 개선 방안 연구 · 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 압착공정 시험 평가 · 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 압착공정 개선 방안 마련 - 시제품 제작 · 시제품 제작 · 현장 성능시험 - 도면 및 사양서 개발 · 도면 개발 · 사양서 개발
연구개발성과	○ 고강도 강연선을 활용한 ton급 타이케이블 개발 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커 및 타이케이블체 시제품 개발 - 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 도면 개발 - 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 사양서 개발

연구개발성과	○ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발 - 관련 자료 조사 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 목표 성능 설정 · 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 헤드 개선 방안 연구 · 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블 압착공정 개선 방안 연구 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 성능검증 · 자체시험 및 평가 · 공인인증시험기관에 의한 시험 및 평가 ○ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체의 도면 및 사양서 개발 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 도면 개발 · 관련자료 조사 분석 · 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 양산품 도면 개발 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 사양서 개발 · 관련자료 조사 분석 · 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 양산품 사양서 개발					
	기술적 기대성과	○ 고강도 강연선을 활용한 타이케이블 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 타이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상 - 선진국 대비 기술적 우위를 선점하고 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상시켜 선진국 대열에 도달하는 기반을 마련				
	사회·경제적 파급효과	○ 고강도 강연선을 활용한 타이케이블 제작 기술 개발을 통하여 교량 및 항만의 타이케이블 관련 산업에 대한 체계적인 발전 방향 및 시장 형성에 파급 효과가 클 것으로 기대 - 미국, 유럽 등 선진국이 주도하고 있는 타이케이블 기술을 연구 개발하여 선진국과의 기술 격차를 축소하고, 기업의 중복 투자를 방지하고 모듈화된 기술 개발을 통해 다양한 분야로의 활용이 가능하게 함으로써 생산성 증대와 비용 절감 및 수입 대체 효과 기대 - 고강도 강연선을 활용한 타이케이블 제작을 통해 일반 강연선을 활용한 타이케이블 대비 타이케이블 설계/시공 분수 감소로 타이케이블공정에 대한 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감이 가능함으로 타이케이블 공정에 대한 비용 절감 효과 기대				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 고강도 강연선을 활용한 타이케이블 제작 기술을 특허 및 신기술로 지정하여 지적재산권을 확보하고 관련시장 진출 및 부가가치 창출 - 고강도 강연선을 활용한 타이케이블 제작 기술의 축적은 지속적인 타이케이블 관련분야의 연구에 활용될 수 있으며, 향후 국제적 공동연구를 통하여 종합적 연구로의 시너지 효과와 기술이 필요한 국가로의 기술 이전 등이 가능할 것으로 기대 ○ 고강도 강연선을 활용한 타이케이블을 제작하고 실용화 가능한 기술 수준으로 검증을 거쳐 향후 교량 및 항만 설계 시공시 타이케이블 공정에 활용					
핵심어 (5개 이내)	타이케이블	앵커	SWPC7CL 강연선	3000MPa	KS D 7002:2011	

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	To develop an anchor and tie-cable by utilizing 3000MPa high-strength steel wire based on many years of construction experience, and patent the tie-cable production from DongA.				
Results	1. Technical Expectations - The development of tie-cable manufacturing technology utilizing high-strength steel wire has improved the level of application technology of cables and ports to the level of advanced countries. - Improved technological superiority, and increased the level of applied technology to the rank of developed countries. 2. Social-Economic Impact - The development of tie-cable manufacturing technology by utilizing high-strength steel wires is expected to effectively lead a systematic development and market formation of bridges and ports in the tie-cable industry. - By researching and developing tie-cable technology led by developed countries such as USA and Europe, it is possible to reduce the technology gap in developed countries, prevent overlapping investments, and utilize it in various fields through modularized technology development, leading towards cost reduction and import-substituting effect. - Because the cost in production of the high-strength steel wire tie-cables is lower than the cost in making general steel wires, the material cost for the tie-cable design and construction period is expected to reduce.				
Expected Contribution	- To patent the high-strength steel wire tie-cable and designate it as new technology, securing intellectual property rights and creating value in related markets. - For the accumulation of tie-cable manufacturing technology utilizing high-strength steel wire to be used for continuous research on tie-cable related fields, encouraging future synergies through comprehensive international research and transferring knowledge to countries that need technology. - The tie-cable is fabricated using the high-strength steel wire and verified to the practical technology level as it is used for future bridge and port design construction.				
Keywords	Tie-cable	Anchor	SWPC7CL strand	3000MPa	KS D 7002:2011

<Table of Contents>

1. Research & Development Task Summary
2. Current State of Domestic Technology Development
3. Research Achievements and Results
4. Achievements and Related Contributions
5. Resource Plan of Research & Development Result
6. Overseas Science Technology Information from Development Process
7. Security Level of Research & Development Results
8. Registered Research Facility Equipment Status in the National Science Technology Information System
9. Result of the Safety Activity According to the Performance of Research & Development Task in Lab
10. Research & Development Representative Record of Research
11. Others
12. References

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	7
2. 국내외 기술 개발 현황	12
3. 연구 수행 내용 및 성과	20
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	43
5. 연구개발성과의 활용 계획	50
6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	52
7. 연구개발성과의 보안등급	52
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황	52
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	53
10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	54
11. 기타 사항	54
12. 참고 문헌	54

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

- 국내에서는 영구앵커 제조는 6개사 미만으로 단순 WEDGE type 으로 일반적으로 생산중인 제품을 하중이 70~90ton 정도이며, 큰 하중은 일본에 기술료를 지급하고 생산하고 있음. 특히 국내에서 생산되고 있는 앵커제 및 다이케이블제는 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선만을 이용하여 제작되고 있으며, KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선(3000MPa급 강연선)을 이용하여 제작된 앵커제 및 다이케이블제는 전무한 실정임.
- 따라서 본 연구는 (주)동아특수건설에서 보유하고 있는 다이케이블 생산에 관한 특허 10-0699334 ‘다이케이블 접속장치’와 다년간의 제품개발 경험, 관련 자재 생산 및 납품, 시공경험 등을 바탕으로 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커제 및 다이케이블체를 개발하고자 함.
- 특허 10-0699334 ‘다이케이블 접속장치’ 기술이란 다이케이블을 와이어강선이 내장된 여러가닥의 PC강연선으로 형성하고, 각 PC강연선의 단부에 어댑터와 밀폐링을 끼워 접속헤드의 접속홀에 삽입(결합)시킨 상태에서 접속헤드의 외면을 압착하여 다이케이블접속금구에 각 PC강연선의 단부와 어댑터를 일체형으로 접속시키고, 정착부에 다이케이블접속금구의 후단에 형성된 볼트부를 지지구와 함께 삽입하여 너트를 체결하는 기술임.
- 각 PC강연선의 단부를 압착클립의 내부에 일관하여 삽입시켜 압착하여 줄으로서 PC강연선의 단부를 일체형으로 형성하고, 일체형으로 된 PC강연선의 선단에 결합되어 압착된 압착클립을 다이케이블접속금구의 내부에 깊게 장전시키고 다이케이블접속금구의 선단부 외주를 강력하게 압착함으로 공극을 없애고 PC강연선을 강력하게 접속시킬 수 있음. 또한 압착클립의 내면과 외면에 돌기가 각각 형성되어 PC강연선을 강력하게 접속시킬 수 있으며, 다이케이블접속금구의 후단에 형성된 볼트부를 지지구와 함께 삽입하여 H빔의 후면에서 너트를 체결함으로 다이케이블접속금구에 접속된 다이케이블의 여러 가닥 강선을 강력하게 설치하고 다이케이블의 각 PC강연선이 이탈되는 것을 방지할 수 있는 기술임.
- 또한 특허 10-0699334 ‘다이케이블 접속장치’의 기술은 가시실 및 항만, 교량용의 다이케이블 제작뿐만 아니라 앵커 제작 기술에도 활용 될 수 있는 기술임.

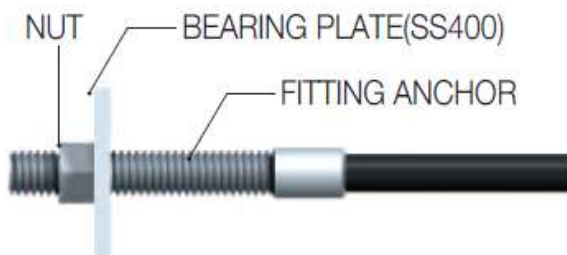


그림. 다이케이블의 FITTING ANCHOR부



그림. PC 앵커의 단순부

2. 연구개발의 필요성

- (주)동아특수건설에서 개발, 제작하는 다이케이블 및 FC 앵커는 본 특허기술을 적용하여 다이케이블의 FITTING ANCHOR부, FC ANCHOR의 만손부를 구성하고 있음. 따라서 본 연구를 통한 연구 결과는 다이케이블 및 앵커에 적용될 수 있으며, 파급효과는 더 클 것으로 기대됨.

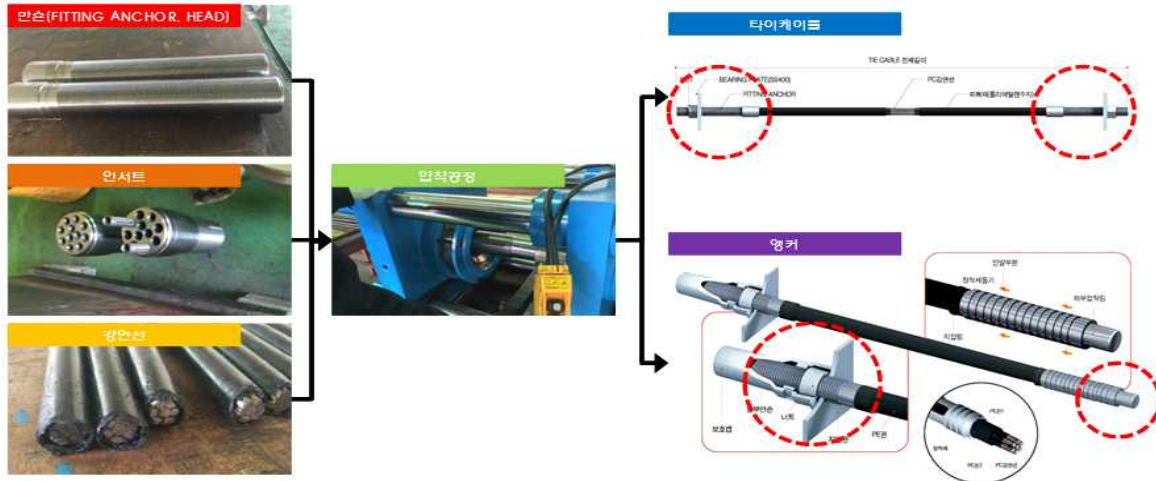


그림. 특허 10-0699334 ‘다이케이블 결속장치’를 활용한 다이케이블 및 앵커 제조 공정

- (주)동아특수건설 및 다이케이블 생산업체에서는 일반적으로 대중화된 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선을 활용하여 다이케이블을 제작하고 있음.
- (주)동아특수건설에서는 특허 10-0699334 ‘다이케이블 결속장치’를 바탕으로 다이케이블을 제작, 납품, 시공하고 있음.
 - 그러나 기존 제작, 납품, 시공된 다이케이블은 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선을 활용하여 제작되었음.

표 1. 다이케이블 제작에 활용되고 있는 강연선 규격 (KS D 7002:2011) SWPC7BL

기호	호칭	0.2% 영구 연신율에 대한 하중	인장 하중	연신율	릴랙세이션 값	
		kN	kN	%	%	L
SWPC7BV	7연선 12.7mm	156 이상	183 이상	3.5 이상	0.8 이하	2.5 이하
SWPC7BL	7연선 15.2mm	222 이상	281 이상	3.5 이상	0.8 이하	2.5 이하



(a) TIE-CABLE 제작 자재(FC Type)



(b) TIE-CABLE 제작공장(압착)

그림. 특허 10-0699334 '다이케이블 결속장치'를 활용한 다이케이블 제작

표 2. 다이케이블 생산 규격 ((주)동아특수건설)

품명	규격			비고
	설계하중	극한하중	직경 \ 강선수	
TIE CABLE (SEEE)	D30T	F50T	8.1 mm × 7	
	D40T	F70T	9.5 mm × 7	
	D60T	F100T	11.1 mm × 7	
	D75T	F130T	12.7 mm × 7	
	D100T	F170T	15.2 mm × 7	
	D120T	F200T	9.5 mm × 19	
	D160T	F270T	11.1 mm × 19	
	D215T	F360T	12.7 mm × 19	
TIE-CABLE	D30T	F55T	12.7 mm × 3	
	D45T	F75T	12.7 mm × 4	
	D55T	F100T	12.7 mm × 5	
	D65T	F110T	12.7 mm × 6	
	D75T	F130T	12.7 mm × 7	
	D90T	F150T	12.7 mm × 8	
	D110T	F185T	15.2 mm × 7	
	D125T	F210T	15.2 mm × 8	
	D140T	F235T	15.2 mm × 9	
	D160T	F265T	15.2 mm × 10	
	D190T	F315T	15.2 mm × 12	
	D220T	F370T	15.2 mm × 14	
	D255T	F425T	15.2 mm × 16	
	D300T	F505T	15.2 mm × 19	

3. 연구개발 범위

- 본 연구에서는 기 보유하고 있는 특허 10-0699334 ‘다이케이블 접속장치’ 기술을 활용하여 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선이 아닌 SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용한 다이케이블을 개발하고자함.
- SWPC7BL TYPE의 강연선을 활용하여 제작된 다이케이블은 과중량으로 인해 공사중 작업성이 나쁘고, 운반 설치비가 과도하게 소요되는 문제점이 있음
- 따라서 SWPC7BL TYPE의 강연선이 아닌 SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용할 경우 동일 단면적 대비 15% 향상된 재원의 다이케이블을 제작할 수 있을 것으로 예상되며, 이에 따라 설치 공수 감소로 인한 공사비를 절감할 수 있을 것으로 판단됨. 한편 동일한 재원으로 제작시 단위중량의 감소를 통하여 공사중 작업성을 향상시킬 수 있음.

표 4. 다이케이블 생산 강연선 규격 (KS D 7002:2011)

기호	호칭	0.2% 영구 연신율에 대한 하중	인장 하중	연신율	릴랙세이션 값%	
		KV	KV	%	N	L
SWPC7BL	7연선 12.7mm	156 이상	183 이상	3.5 이상	0.8 이하	2.5 이하
SWPC7BL	7연선 15.2mm	222 이상	281 이상	3.5 이상	0.8 이하	2.5 이하
SWPC7CL	7연선 12.7mm	182 이상	214 이상	3.5 이상		2.5 이하
	7연선 15.2mm	255 이상	300 이상	3.5 이상		2.5 이하

제2장. 국내외 기술 개발 현황

1. 관련 분야의 국내외 연구동향 및 학술적 성과

가. 국가연구개발사업 유사연구 검토

부처명	사업명	과제명	예산	비고
국토해양부	건설교통기술 촉진연구사업	2160MPa이상 고강도 강연선 활용 모노텐던과 단일 정착시스템을 갖는 PSC거더 개발	1,399,271천원	
국토해양부	건설교통 R&D정책, 인 프라사업	교량 및 지반보강을 위한 스마트텐던 기술의 사업화를 위한 추가기술개발 및 검증 연구	353,350천원	

- 2160MPa 이상 고강도 강연선 활용 모노텐던과 단일 정착시스템을 갖는 PSC거더 개발
20~50m의 단경간 규모의 교량에서 가장 저렴한 구조형식인 PSC거더교에 2160MPa이상
(2160MPa 또는 2400MPa)고강도 PS강선을 활용한모노텐던(Mono Tendon)과 단일
정착시스템을 개발·적용하여 고성능 소재에 적합한 최적 구조시스템 개발을 통한 CO2
10%절감.

기존 PSC거더 대비 공사비 증가 없이 형교 20% 저감 및 비관향상, 강연선에 균등인장
력도입을 통한 시공품질 및 내구성 향상할 수 있는 기술개발 및 개발제품의 사업화를
목적으로 한.

교량 구조물의 장경간화를 목적으로 2160MPa 이상(2160MPa 또는 2400MPa)고강도 PS강
선을 활용하여 콘크리트의 균열을 제어, 단면의 강성을 확보하기 위한 연구임.

- 교량 및 지반보강을 위한 스마트텐던 기술의 사업화를 위한 추가기술개발 및 검증연구
(2010)

광섬유 센서가 내장된 스마트 텐던을 교량 및 어스앵커에 적용하여 토목 및 건축구조
물 붕괴사고를 예방할 수 있는 스마트 텐던의 사업화를 위한 연구임.

- 광섬유 센서가 내장된 스마트 텐던을 개발하고 교량 및 어스앵커에 적용함으로써 도
심 굴착 및 영구 보강사면의 보강재에 대한 장기 모니터링 및 자동화 유지관리 시스
템 구축을 목적으로 하고 있음.

- 2200MPa급 PS강연선의 적용성 연구(채기와 앵커헤드) (김진국 외, 2009). 고강도 강연선
용 앵커헤드의 형상변화에 따른 비선형 기동특성 분석(노명현 외, 2012)등의 연구와 같
이 강연선을 활용하고자 하는 연구가 진행된 바 있으나, 주로 콘크리트의 균열을 제어
하여 단면의 강성을 확보하고 구조물의 장경간화를 위해 콘크리트에 프리스트레싱을 가
하는 프리스트레스트 콘크리트 구조물에 대한 연구에 활용되고 있음.

- 본 연구는 KS규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선을 활용한 앵커제 및 다이케
이블제 개발에 관한 선도적인 연구로서, 일반화된 KS규격(KS D 7002:2011)SWPC7BL TYPE
의강연선을 활용하여 앵커제 및 다이케이블제를 개량하는 연구와는 성격이 다르며 연구
성과의 활용범위, 경제적 파급효과가 보다 클 것으로 예상됨.

특히 프리스트레스트 콘크리트 구조물과 달리 앵커체 및 타이케이블체의 강연선은 주재로서 고강도 강연선을 활용하여 기존의 인장강도 1860MPa 강연선 대비 약 30% 강연선량을 감소시킬 수 있으며, 기존 타이케이블 대비 중량 및 단면적 감소로 시공성 향상, 공사 기간 단축 등의 효과가 예상되며, 동일 한 단면적으로 보다 큰 성능의 타이케이블을 제작 할 수 있음.

나. 사업화과제의 차별화 방안

- 기존에 발표된 2160MPa 이상의 고강도 강연선을 활용한 연구는 주로 PSC거더 개발 및 고강도방안에 관한 연구로서 중량대비 PSC거더 구조물의 부자재인 반면, 앵커체 및 타이케이블에서의 강연선은 중량대비 90%이상의 주자재임. 그러나 앵커체 및 타이케이블체에 3000MPa 이상의 고강도 강연선을 활용한 연구 미비한 실정으로 기존 연구대비 차별성을 갖음.
- 기존 앵커체 및 타이케이블체(SFEE TYPE)는 표 2와 같이 $\varnothing 8.1, 9.5, 11.1, 12.7, 15.2\text{mm}$ 의 강연선을 7가닥 또는 19가닥으로 배치하여 8종의 앵커체 및 타이케이블체를 생산함에 따라 제품간 설계하중이 10~55ton 차이가 발생한. 국내에서 생산되는 강연선은 KS 규격(KS D 7002:2011)에 따라 생산되고 있으며, 탄소함유량에 따른 강도에 따라 SWPC7AL~SWPC7DL TYPE으로 구분됨. 현재 국내에서 생산되고 있는 앵커체 및 타이케이블체에 사용되는 강연선은 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선만을 활용하고 있음.
- 본 기술 특허 10-0699334 ‘타이케이블 결속장치’는 앵커 및 타이케이블 제작시 강연선을 앵커헤드에 결속시키는 방법에 관한 기술로서 강연선의 종류에 구속되지 않으므로 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선 뿐만 아니라 고강도 강연선인 SWPC7CL TYPE의 강연선(3000MPa), SWPC7DL TYPE의 강연선(2400MPa)에 적용 할 수 있는 기술임. 따라서 본 연구에서는 고강도 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체의 단계적 개발을 위해 1차적으로 기 보유하고 있는 특허 10-0699334 ‘타이케이블 결속장치’ 기술을 활용하여 기존 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선이 아닌 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용한 타이케이블을 개발하고자함.
- 본 연구의 차별화 방안으로 (주)동아특수건설에서 보유한 장비와 추가적으로 구비할 장비 등과 지속적인 납품 및 시공 실적을 바탕으로 시제품을 생산, 시험을 통해 신뢰성 있는 제품을 개발하고자 함. 또한 객관적인 시험을 통해 신뢰성을 확보한 시제품에 대하여, 일선 설계 및 시공업체에서 바로 활용할 수 있도록 제품에 대한 도면화를 추진하고, 제작 가능한 품목에 대한 사양서(그로서)를 작성할 계획임.
- (주)동아특수건설에는 자체적으로 56.0, 90.0, 127.0, 197.9, 474.9 TON급 시험장비와 시험과정 실시간 모니터링 할 수 있는 로거장비를 구축하여, 생산하고 있는 제품에 대한 지속적인 품질관리와 신규 제품에 대한 연구를 수행하고 있음.
- KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발에 (주)동아특수건설의 노하우와 제품제작 및 개발경험을 바탕으로 신규제품에 대한 많은 시험으로 객관적인 성능을 제시하고 사양서를 개발하고자 함.

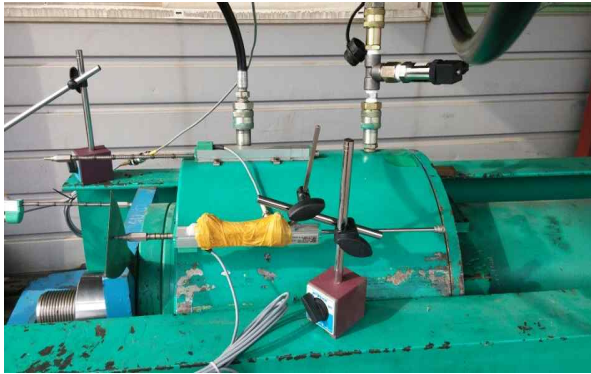


그림. 474.9TON급 시험장비



그림. 연구과제 차별화 방안

2. 국내외 관련 기술 특허 동향

- 국내외 타이케이블 관련 기술로는 국내의 공개실용신안 공개번호 제20-1986-1705호, 공개실용신안 공개번호 제20-1987-14932호, 공개실용신안 공개번호 제20-1988-16341호, 실용신안 등록제 20-277686호, 특허공고번호 제10-1990-7120호, 일본국 특허공보 공고번호 소 50-14810호가 알려져 있음.
- 공개실용신안 공개번호 제20-1986-1705호 (1986.03.05, 황부회)
 - 타이케이블의 양단에 앵커를 각각 삽입하여 일체형으로 형성하되, 각 앵커의 양단에 형성된 요입테 및 나사부를 활용하여 요입테를 빔에 삽입, 걸속시키고 나사부에 너트를 체결하여 장착시키는 기술임.
 - 타이케이블과 앵커가 분리(이탈)되어 걸속력이 해제되는 문제가 있음.
 - 출원일로부터 10년이 경과하여 보호대상이 아님.
- 공개실용신안 공개번호 제20-1987-14932호 (1986.03.14., 황부회)
 - 타이케이블의 양단에 앵커를 각각 삽입하여 고정하되 앵커에 형성된 나사부는 와셔와 너트를 체결하여 빔에 장착시키는 기술임.
 - 타이케이블의 양단에 결합된 앵커를 와셔 및 너트를 활용하여 빔(H빔 또는 박체)에 고정시키므로 타이케이블과 앵커의 걸속력이 약하여 지지력이 떨어지는 문제가 있으며, 타이케이블과 앵커가 분리(이탈)되어 걸속력이 해제되는 문제가 있음.
 - 출원일로부터 10년이 경과하여 보호대상이 아님.

○ 공개실용신안 공개번호 제20-1988-16341호 (1988.10.08., 황부회)

- 다이케이블의 양단에 앵커를 각각 삽입하여 고정하고 앵커에 형성된 나사부는 와셔와 너트를 체결하여 빈에 정착시키는 기술인.
- 타이케이블의 양단에 결합된 앵커를 와셔 및 너트를 활용하여 빈(H빈 또는 벽체)에 고정시키므로 타이케이블과 앵커의 결합력이 약하여 지지력이 떨어지는 문제가 있으며, 타이케이블과 앵커가 분리(이탈)되어 결합력이 해제되는 문제가 있음.
- 출원일로부터 10년이 경과하여 보호대상이 아님.

○ 실용신안 등록제 20 277686호 (2002.03.07., 박태영)

슬라이드라이프의 내부에 내장되는 강연선(타이케이블)들의 양단에 앵커헤드를 각각 삽입하여 결합시키고, 각 앵커헤드의 후방으로 돌출되는 각 강연선(타이케이블)의 단부에는 원뿔형상으로 형성된 웨지를 고정시켜 앵커헤드의 내부에 잠금시키되, 강연선(타이케이블)의 일측에 장착된 앵커헤드를 별도로 형성된 고정장착헤드의 내부에 삽입 잠금하고 고정장착헤드의 후방에 캡을 씌우는 기술인.

강연선(타이케이블)들의 양단에 장착되는 앵커헤드 및 고정장착헤드를 빈(H빈 또는 벽체)의 외측에 위치시키므로 빈(H빈 또는 벽체)에 장착(고정)시킬 수 없는 문제가 있고, 강연선(타이케이블)의 길이 및 장력을 조절하기 위해서는 빈(H빈 또는 벽체)의 외측에서 강연선(타이케이블)을 당기면서(인위적 또는 기계적으로) 단부에 결합되는 웨지의 위치를 조정하여야 하므로 강연선(타이케이블)의 길이 및 장력을 용이하게 조절할 수 없는 문제가 있음.

출원일로부터 10년이 경과하여 보호대상이 아님.

○ 특허공고번호 제10 1990 7120호 (1987.03.18., 이견길)

- PC강선케이블의 양단에서 피복층을 탈피시키고, 외부로 노출되는 강선의 단부에 결합구(결착킵)를 인발 또는 압출에 의해 끼워 고정하고, 결합구(결착킵)의 외부에는 나사부가 외면에 형성된 슬리브를 결합시키되 슬리브가 피복층의 단부에 중첩되도록 결합하며, 슬리브의 외면에 형성된 나사부에는 와셔와 너트를 체결(나사 결합)하는 기술임.
 - 결합구(결착킵)의 내부에 PC강선케이블의 양단으로 노출되는 강선을 인발 또는 압출에 의해 끼워 고정시킬 때에 피복층의 단부를 중첩시켜 결합시키므로 밀폐력을 향상시켜 외기(습기)의 유입을 차단시켜 강선에 녹이 발생하는 것을 다소 방지할 수 있음.
 - PC강선케이블의 양단으로 노출되는 강선 전체를 결합구(결착킵)의 내부에 삽입하여 인발 또는 압출에 의해 일체형으로 고정시키므로, 결합구(결착킵)를 강력하게 인발 또는 압출시키더라도 그 내부에 삽입되어 압착되는 강선들의 사이에는 공극(공간)이 발생하게 되고, 결합구(결착킵)의 내부에 억류되는 강선 사이에 공극이 발생하게 되면 결합력이 약화되어 진동에 의해 흔들리면서 틈이 발생하게 될 뿐만 아니라 이탈되는 현상도 발생하게 되며, 이와 같이 발생하는 틈으로 침투하는 습기에 의해 강선에 녹이 발생하여 부식되면서 결합력이 떨어지게 되는 문제가 있음.
 - 출원일로부터 20년이 경과하여 보호대상이 아님.
-

○ 특허공고번호 제10-1303393호 (2013. 08. 28. 박경룡)

- 선행기술조사문헌 : KR100527389 B1, KR100699334 B1, KR100576053 B1, KR100699015 B1
타이케이블 제작시 상기 외측 케이싱의 수축부를 가압하여 수축부가 수축되면서 내측 케이싱이 소정 변형을 일으켜 케이블 고정공에 고정시키는 기술인.
- 위 특허에 의한 타이케이블은 적은 수의 강연선을 사용한 제품에 가능하며, 현장에서 타이케이블 설치, 제작시 수축부의 수축으로 강연선과 두부가 정착되기 때문에 현장조건에 따라 품질 변동의 가능성이 큼.
- 위 특허에 따른 타이케이블은 강연수가 증가할 경우 현장 설치, 제작시 현장에서 사용가능한 상미의 한계로 문제가 발생할 수 있음. 그러나 (주)동아특수건설의 특허 10-0699334 '타이케이블 결속장치' 기술은 제작공정상 공장에서 별도의 압착공정을 거치게 되어 있으므로, 현장조건에 상관없이 공장제작 통해 품질의 신뢰성을 확보할 수 있음.

○ 일본 특허공보 공고번호 소50-14810호

여러 가닥의 강선으로 된 PC강선케이블의 외주에 폴리에틸렌 등으로 된 합성수지층을 형성하고, PC강선케이블의 양단에서 피복된 합성수지층을 제거하여 여러 가닥의 강선이 노출되도록 하며, 노출된 여러 가닥 강선의 외측에 슬리브(강관)를 끼워 압착 고정하며, 슬리브(강관)의 외주에는 나사부를 형성하여 와셔와 너트를 체결(나사 결합)하는 기술임.

- 강선의 강도가 매우 강하므로 여러 가닥의 강선을 슬리브(강관)에 삽입하여 슬리브(강관)을 강력한 압력(힘)으로 압착하여 고정시키더라도 내부의 강선들은 쥔 짐촉에 의해 서로 간에 접촉되므로 불안정한 상태로 결합되는 문제가 있고, 슬리브(강관)의 내부에 삽입되어 결합되는 각 강선들은 불안정한 결합상태에 의해 장기간 설치하게 되면 진동 등에 의해 결합상태가 악화 되어 틈이 발생하면서 이탈되는 현상도 발생함. 또한 PC강선케이블의 양단으로 노출되는 강선을 압착하고 있는 슬리브(강관)는 후방이 개방형으로 되어 있고, 슬리브(강관)와 합성수지층과의 사이에는 공간이 발생하므로, 이들 개방부와 틈 사이로 유입되는 습기에 의해 강선에 녹이 발생하여 결속력을 약화시키게 되는 문제가 있음.

3. 국내외 시장분석

○ 국내

국내의 앵커체 및 타이케이블체를 제조하고 있는 업체는 6개사 미만으로 생산제품의 대부분이 단순 WEDGE type 이며, 일반적으로 생산하는 제품 하중은 70-90ton 정도 이며, 큰 하중은 일본에 기술료를 지급하고 생산하는 실정임.

○ 국외

- 일본

- 초기 미국이나 유럽의 기술을 도입하고 개선하여 앵커 및 타이케이블체를 개발하고 있으며, 현재 200ton 정도 제품을 생산하고 있음. 특히 고하중용 타이케이블체 개발로 국제적으로 많은 부분에 납품/시공 하고 있으며, 우리나라도 일본에 기술료를 지불하며 고하중 제품을 생산을 하고 있음.

- 유럽

- 일찍이 선진외국은 1948년경 전후로 앵구앵커 및 타이케이블을 개발하여 적용 하였고 이러한 기술이 1970대에 일본에 소개되었으며, 현재 200ton 급 정도까지 생산하고 있음.

- 기존 앵커체 및 다이케이블체(SLEE TYPE)는 표 2와 같이 Ø8.1, 9.5, 11.1, 12.7, 15.2mm의 강연선을 7가닥 또는 19가닥으로 배치하여 8종의 앵커체 및 다이케이블체를 생산하고 한에 따라 제품간 설계하중이 10~55ton 차이가 발생함.
특히 '다이케이블 결속장치 (특허 제10-0699334호)'와 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE, KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용할 경우 생산되는 앵커체 및 다이케이블체는 강연선의 배치를 조정하여 다양한 사양의 앵커체 및 다이케이블체를 생산할 수 있음.
- 앵커체 및 다이케이블체의 강연선은 주차재로서 고강도 강연선을 활용하여 기존의 인장강도 1860MPa 강연선 대비 약 30% 강연선량을 감소시킬수 있으며, 기존 다이케이블 대비 중량 및 단면적 감소로 시공성 향상, 공사기간 단축 등의 효과가 예상되며, 동일 한 단면적으로 보다 큰 성능의 다이케이블을 제작할 수 있음.
- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술을 특허 및 신기술로 지정하여 지적재산권을 확보하고 관련시장 진출 및 부가가치 창출
고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술의 축적은 지속적인 다이케이블 관련분야의 연구에 활용될 수 있으며, 향후 국제적 공동연구를 통하여 종합적 연구로의 시너지 효과와 기술이 필요한 국가로의 기술 이전 등이 가능할 것으로 기대
- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블을 제작하고 실용화 가능한 기술 수준으로 검증은 거쳐 향후 교량 및 항만 설계 시공시 다이케이블 공정에 활용

4. 종합결론

- 국내에서는 영구앵커 제조는 6개사 미만으로 단순 WEDGE type 으로 일반적으로 생산중인 제품 하중이 70-90ton 정도 이며, 큰 하중은 일본에 기술요를 지급하고 생산하고 있음. 특히 국내에서 생산되고 있는 앵커체 및 다이케이블체는 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선만을 이용하여 제작되고 있으며, KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선(3000MPa급 강연선)을 이용하여 제작된 앵커체 및 다이케이블체는 전무한 실정임.
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 개발은 일반 강연선을 활용하여 제작한 앵커체 및 다이케이블체 대비 설계/시공 분수를 감소시킬 수 있으며, 이로 인한 다이케이블공정의 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감을 기대할 수 있을 것으로 판단됨. 또한 3000MPa급 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 다이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상시킬 수 있는 기제가 될 것으로 기대됨.
- 따라서 본 연구에서는 다이케이블 생산에 관한 특허 10-0699334 '다이케이블 결속장치'와 다년간의 제품개발 경험, 관련 자재 생산 및 납품, 시공경험 등을 바탕으로 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체를 개발하고자 함

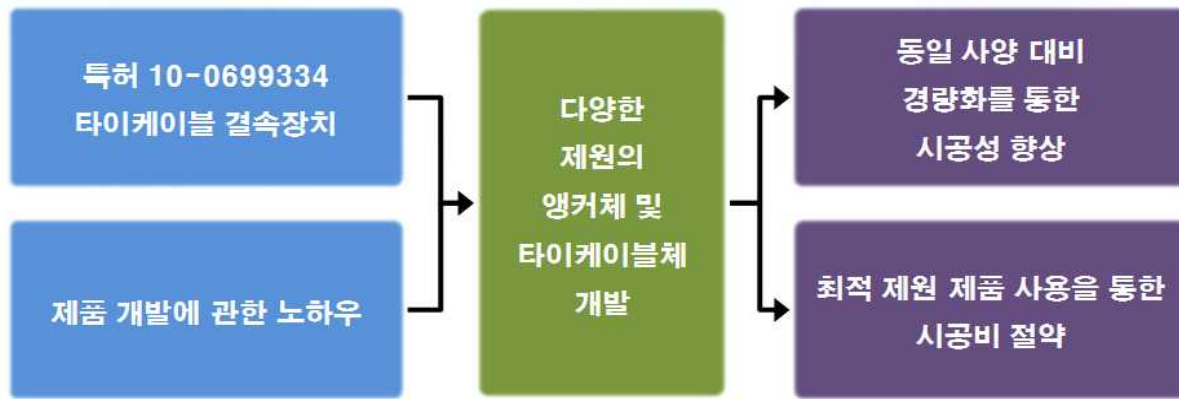


그림. ‘타이케이블 접속장치 (특히 제10-0699334호)’ 기술 및 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발

5. 추가 연구개발

가. 현재 기술 수준

- 본 연구의 원천 기술인 타이케이블 생산에 관한 특허 10-0699334 ‘타이케이블 접속장치’는 특허를 바탕으로 관련 앵커 및 타이케이블을 생산, 시공하고 있으므로 실용화 단계 ‘TRL 8 시제품 설치 및 성능시험 단계’에 해당함. 그러나 본 연구는 3000MPa급 강연선을 활용하여 앵커체 및 타이케이블체를 제작하는 것임으로 실험단계 ‘TRL 3 실험적 증명 단계’부터 실용화 단계 ‘TRL 7 실제환경 시제품 데모 단계’에 해당함.

구분		표기	단계별 설명	
기초연구 단계	TRL 1	☐	TRL 1	이론적 연구단계
	TRL 2	☐	TRL 2	기술적 개념정립 단계
실험 단계	TRL 3	☒	TRL 3	실험적 증명 단계
	TRL 4	☒	TRL 4	실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	☒	TRL 5	유사환경 시험 단계
	TRL 6	☒	TRL 6	유사환경 기술시범 단계
실용화 단계	TRL 7	☒	TRL 7	실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	☐	TRL 8	시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	☐	TRL 9	현장적용/사업화 단계

나. 추가 연구개발 필요성

- 최근 건축물 및 구조물 설계 시공시 공사비 절감을 위해 다양한 시도가 이루어지고 있으며, 이에 대한 일환으로 사용자재 최적화 및 자재에 대한 객관적 시험평가가 이루어지고 있음. 따라서 건축물 및 구조물 설계 시공시 사용되는 자재들은 보다 세분화되거나 다용도목적 다양한 분야와 접목하여 개발되고 있음. 그러나 현재 국내에서 생산되고 있는 앵커체 및 타이케이블체에 사용되는 강연선은 탄소함유량에

따라 분류되는 SWPC7AL, SWPC7DL TYPE 중 SWPC7BL TYPE의 강연선만을 활용하고 있으며, Ø8.1, 9.5, 11.1, 12.7, 15.2mm의 강연선을 7가닥 또는 19가닥으로 배치하여 8종의 앵커체 및 타이케이בל체를 생산함에 따라 제품간 설계하중이 10~55ton 차이가 발생한.

- 생산되는 앵커체 및 타이케이בל체의 제품간 사양의 차이가 크에 따라 실제 필요한 제원보다 큰 사양의 제품이 사용되고 있는 경우가 많으며, 이로인한 과다 시공(제품)비, 높은 사양(높은 중량)의 제품 사용에 따른 작업성 저하 및 시공비 증가가 발생되고 있음. 따라서 (주)동아특수건설에서는 특히 10-0699334 '타이케이בל 결속장치' 기술을 활용하여 강연선의 다양한 배치를 통해 14종의 앵커체 및 타이케이בל체를 생산함으로써 제품간 설계하중이 10~35ton 차이를 보이며, 보다 다양한 성능이 제품을 생산하고 있음. 그러나 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선만을 활용한 제품 구성에는 한계가 있으며, 제품의 다양화를 위해서는 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선 뿐만 아니라 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용 할 수 있는 방법이 필요함.
- 본 기술 특허 10-0699334 '타이케이בל 결속장치'는 앵커 및 타이케이בל 제작시 강연선을 앵커헤드에 결속시키는 방법에 관한 기술로서 강연선의 종류에 구속되지 않으므로 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선 뿐만 아니라 고강도 강연선인 SWPC7CL TYPE의 강연선(3000MPa), SWPC7DL TYPE의 강연선(2400MPa)에 적용 할 수 있는 기술임. 동일 재원의 앵커체 및 타이케이בל체라도 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용하여 제작하면, SWPC7BL TYPE의 강연선을 활용하여 제작된 제품 대비 직경 및 중량을 간소시킬 수 있으므로, 이로 인한 작업성 향상 및 시공비 절감의 효과를 가져 올 수 있음.
- 그러나 실제 제품 생산시 발생될 수 있는 문제점을 파악하고, 이를 개선하는 과정이 필요한. 특히 시험장비 구축을 통해 객관적 시험자료를 확보하고 많은 시험 정보를 바탕으로 생산제품의 신뢰성을 높이는 것이 중요한. 또한 연구를 통해 개발된 앵커체 및 타이케이בל체는 설계 및 시공에 바로 적용 할 수 있도록 제품의 도면화가 병행되어야 하며, 기존 생산 앵커체 및 타이케이בל체 사양서 대비 신기술로 생산되는 제품에 대한 사양서가 마련되어야 함.



그림. 추가 연구 개발의 필요성

제3장. 연구 수행 내용 및 성과

1. 사업화 최종목표

가. 최종목표

- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 개발
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 개발
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 목표 성능 설정
 - a. 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 다이케이블의 헤드 개선 방안 연구
 - b. 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 다이케이블의 압착공정 개선 방안 연구
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 성능 평가 및 검증
 - a. 자체시험 및 평가
 - b. 공인인증시험기관에 의한 시험 및 평가
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 도면 및 사양서 개발
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 도면 개발
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 사양서 개발
- 3000MPa급 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 다이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 개발은 일반 강연선을 활용하여 제작한 앵커체 및 다이케이블체 대비 설계/시공 분수를 감소시킬 수 있으며, 이를 통한 다이케이블공정의 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감
- 3000MPa급 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 다이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 개발은 일반 강연선을 활용하여 제작한 앵커체 및 다이케이블체 대비 설계/시공 분수를 감소시킬 수 있으며, 이를 통한 다이케이블공정의 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감

2. 최종목표의 성격 및 설정근거

가. 단계별 소요기간

← R&D과제 개발기간 →		← 기술의 경제적 수명 (2018년 ~ 2027년 : 총 10년) →		
		매출 발생기간(= 기술의 경제적 수명) 2017년 ~ 2026년 (10년)		
← 양산준비 기간 →		← 고속성장기 →	← 안정성장기 →	← 쇠퇴기 →
2016년 05월 ~ 2017년 03월 (10개월)	2017년 03월 ~ 2018년 01월 (9개월)	2018년 01월 ~ 2021년 01월 (3년)	2021년 01월 ~ 2026년 01월 (5년)	2026년 01월 ~ 2027년 12월 (2년)

나. 현재까지 확보된 기술개발 현황

개발과정	일 자	주요 진행내용	개발주체
연구개발	2006	특히 10-0699334 ‘다이케이블 걸속장치’ 출원	(주)동아 특수건설
시제품개발	2006	- 앵커 및 다이케이블 개발 (KS D 7002:2011, SWPC7BL 강연선) - 생산 자재 홍보 및 판매	(주)동아 특수건설
실제시공	2006	시제품 생산, 판매, 시공 (KS D 7002:2011, SWPC7BL 강연선을 활용하여 제작한 앵커 및 다이케이블)	(주)동아 특수건설

3. 사업화 추진 내용

가. 단계(연차)별 추진내용

연차	연구목표	주요연구내용
1차년도	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 개발	- 관련 자료 조사 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 목표 성능 설정 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 다이케이블의 헤드 개선 방안 연구 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 다이케이블 압착공정 개선 방안 연구 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 성능검증 - 자체시험 및 평가 - 공인인증시험기관에 의한 시험 및 평가
	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체의 도면 및 사양서 개발	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 도면 개발 - 관련자료 조사 분석 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 양산품 도면 개발 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 사양서 개발 - 관련자료 조사 분석 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 양산품 사양서 개발

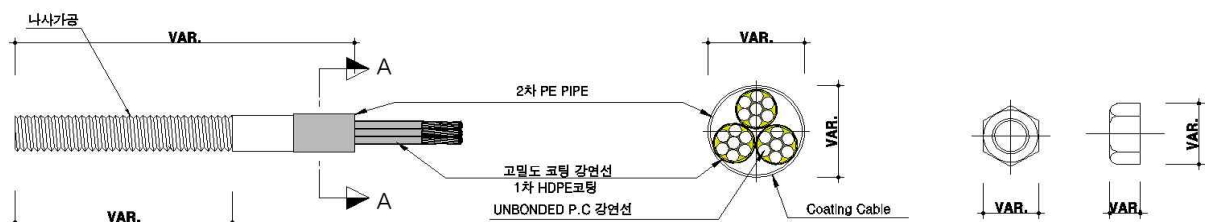
나. 개발 단계에 따른 세부내용

기간	단계별 주요 연구활동	세부추진내용
1단계 ('16.05~ 16.07)	■ 선행연구 사례조사	- 선행연구 사례조사
	■ 앵커 및 타이케이블 목표 구상	- 3000MPa급 강연선 제원 분석 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커 및 타이케이블 구상 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커 및 타이케이블 목표 성능 구상
2단계 ('16.08~ 16.12)	■ 앵커 및 타이케이블의 해 드 개선 방안 연구	3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 해 드 시험 평가 - 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 해 드 개선 방안 마련
	■ 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블 압착 공정 개선 방안 연구	- 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 압 착공정 시험 평가 - 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 압 착공정 개선 방안 마련
3단계 ('17.01~ 17.03)	■ 시제품 제작	시제품 제작
	■ 현장 성능시험	- 현장 성능시험

○ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발

- 개발 제품 예상도

- 본 연구는 3000MPa급 강연선을 활용하여 앵커체 및 타이케이블체를 제작하는 것이므로 시제품은 기성제품과의 호환성 및 적용성을 위해 외관은 크게 바뀌지 않으며, 제품 구성 핵심원재료의 구성은 적용성 시험 및 평가를 거쳐 크게 바꾸지 않는 것으로 계획하고 있음.



(사양에 따라 달라질 수 있음)

그림. 시제품 (타이케이블)

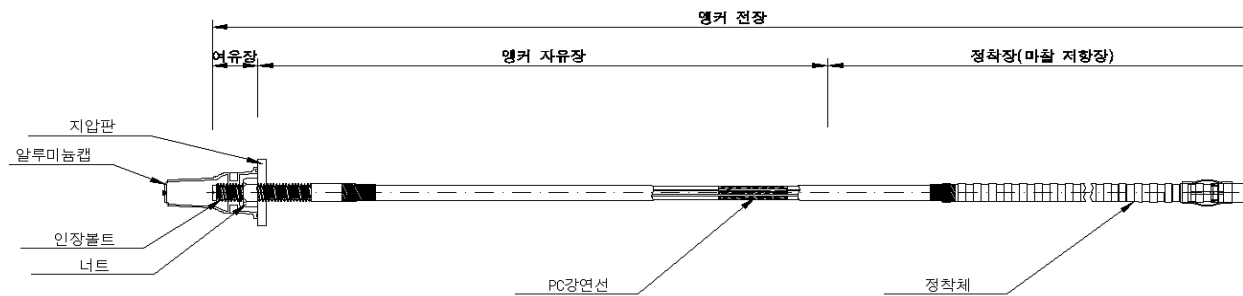


그림. 시제품 (앵커)

○ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 목표 성능 설정

목표성능

- 본 연구를 통해 개발될 다이케이블체 및 앵커체에 활용되는 강연선은 KS D 7002, SWPC7CL 규격의 강연선으로서 KS 규격에 따르면 인장강도 30.0 ton, 항복강도 25.5 ton의 재원을 갖음. 따라서 본 연구를 통하여 개발될 다이케이블체 및 앵커체의 재원은 표 10과 같음.

표. 10 개발예정 다이케이블체 및 앵커체 재원¹⁾

구 분 ²⁾	규격	항복강도 (ton)	인장강도 (ton)	허용하중 (60%)	비고
D50T-F85T	Ø15.2mm x 3연선	76.5	90.0	54.0	
D70T-F115T	Ø15.2mm x 4연선	102.0	120.0	72.0	
D85T-F140T	Ø15.2mm x 5연선	127.5	150.0	90.0	
D100T-F170T	Ø15.2mm x 6연선	153.0	180.0	108.0	
D120T-F200T	Ø15.2mm x 7연선	178.5	210.0	126.0	

1) SWPC7CL 15.2mm 강연선 1가닥의 항복강도 25.5(ton), 인장강도 30.0(ton) 기준임.

2) 허용 재원은 여한치로 허용 치상 및 시험, 공인인증시험 결과에 따라 달라질 수 있음.

- 목표 성능 설정 연구(1분기(1~3개월차))는 KS D 7002, SWPC7CL 규격 강연선 생산 업체의 조사, 생산 강연선 규격의 재원 및 성능 분석을 수행하고 이를 바탕으로 개발될 타이케이블체 및 앵커체의 재원(목표)를 설정할 계획임.

○ 앵커체 및 다이케이블체 헤드 및 압착공정 개선 방안 연구

- 본 연구에서 활용하는 특허기술은 기존의 다이케이블체 및 앵커체 제작기술에서 강연선을 7연선 또는 19연선을 고정으로 사용하는 방식과 달리 강연선의 숫자를 조정하여 타이케이블체 및 앵커체를 제작하는 방식임. (주)동아특수건설에서는 KS D 7002, SWPC7BL 규격의 강연선을 활용하여 타이케이블체 및 앵커체를 개발한 바 있으며, 이에 관한 노하우를 바탕으로 KS D 7002, SWPC7CL 규격의 강연선을 활용한 다이케이블체 및 앵커체를 개발하고자 함.
- 앵커체 및 다이케이블체 헤드 및 압착공정 개선 방안 연구(2~3분기(4~8개월차))는 강연선의 위치 및 배치에 따라 타이케이블체 및 앵커체의 성능이 결정되므로 타이케이블체 및 앵커체의 신뢰성을 확보하기 위해서는 그림과 같이 강연선의 배치에 관한 연구 및 시험을 수행하여 최적의 강연선 매치를 설계할 계획임.

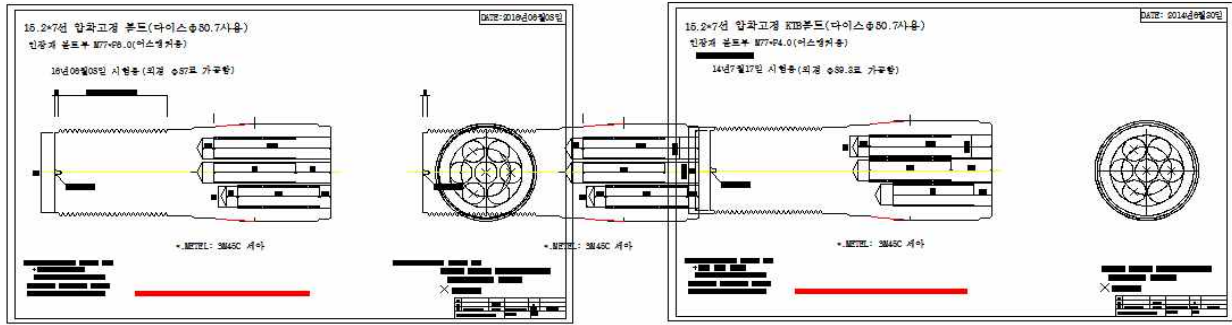


그림. 앵커체 및 다이케이블체의 헤드 내 강연선 배치도면

○ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 성능 평가 및 검증

- 앵커체 및 다이케이블체 성능 평가 및 검증 연구(213분기(4~8개월차))는 앵커체 및 다이케이블체 헤드 및 압착공정 개선 방안 연구와 함께 병행하며, 본 연구를 통해 개발되는 다이케이블체 및 앵커체의 성능 평가 및 검증을 위해 자체시험 및 평가와 공인인증시험기관에 의한 시험 및 평가를 단계적으로 계획하였음.

- 자체 시험 및 평가

- 신제품 개발을 위해서는 앵커체 및 다이케이블체 헤드 및 압착공정 개선 방안 연구를 통해 최적의 강연선 배치를 찾아야 하며, 이를 위해서는 반복적인 자체 시험 및 평가가 이루어져야 함.
- 또한 최종 제품의 공인인증시험기관에 의한 시험 및 평가 전 자체적인 시험 및 평가를 통해 신뢰성을 확보하여야 함.

- 공인인증시험기관에 의한 시험 및 평가

- 최종 제품은 신뢰성을 확보하기 위하여 공인인증시험기관에 시험 및 평가를 진행하였으
며, 아래그림과 같이 한국화학융합시험연구원에서 PC강연선 재료 시험을 완료하였다.

(시험품목은 15.2SWPC7BL, 15.2SWPC7CL, 15.2SWPC7DL, 철선3mm)이다.

제품의 특성상(중량, 고인장) 시험 장비가 구비된 (주)동아특수건설의 제품 생산 공장에서 출장시험이 이루어질 수 있으므로 이에 대한 연구를 계획하고 준비 및 시험비를 책정하였음.

- 신제품 개발 5종에 대하여 공인인증시험기관으로부터 인증시험 완료하였습니다.

아래 그림 품질시험, 검사성적서 5종류(SWPC7CL(3000MPa)15.2mm X 3선, 5선, 6선, 7선)에대하여 공식인증기관으로부터 인증을 완료 하였습니다.

또한, 앵커체와 다이케이블체에대한 인장시험을 공식인증기관으로부터 인증을 완료하였습니다.



그림. 자체 시험 및 평가

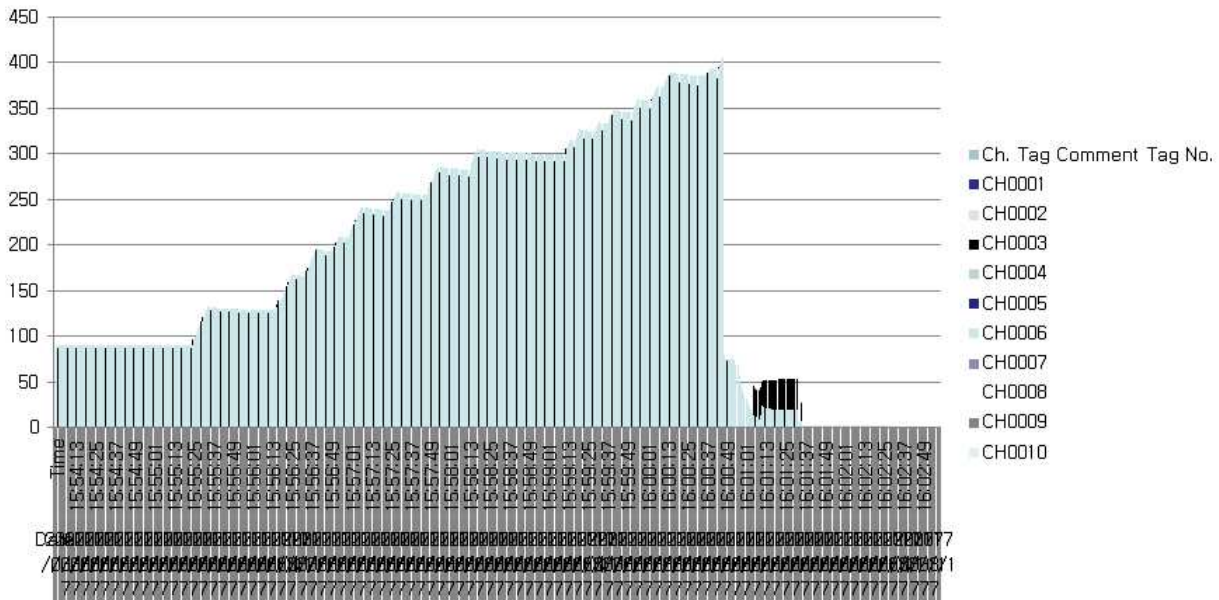


그림. 자체 시험 및 평가

상기 그림은 데이터 로거에 저장된 Raw Data를 Excel Data로 변환하여 Graph화한것임



그림. 공인인증시험기관 시험성적서(한국화학융합시험연구원)

또한, 아래 그림과 같이 앵커체와 타이케이블체에대여 SPC70(L(15.2mm \ 3연선, 4연선, 5연선, 6연선, 7연선)에대한 공식인증기관으로부터 인장시험 인증을 완료하였습니다.

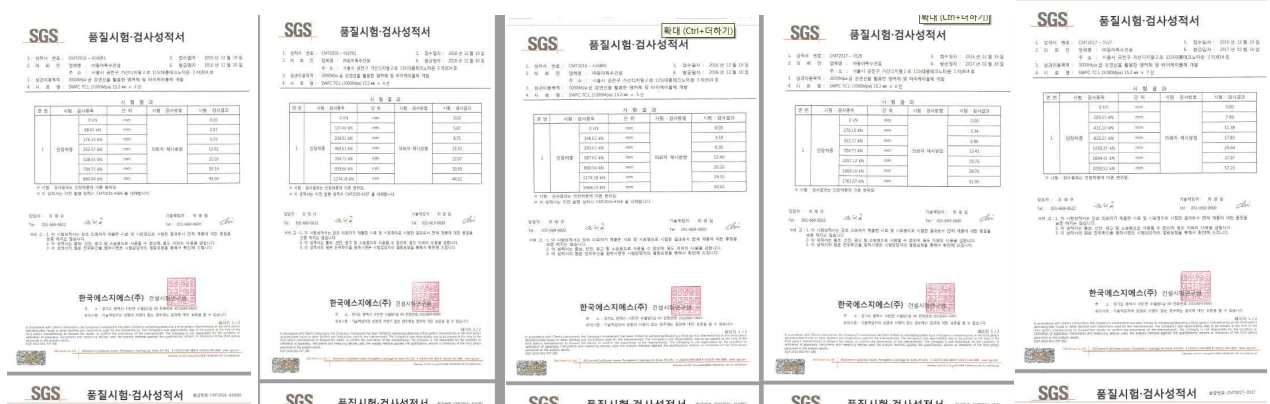


그림. 공인인증시험기관 시험성적서(SGS건설시험연구원)



3000Mpa급 강연선을 활용한 앵커체 및
타이케이블체 개발을 위한
SWPC 7CL(3000Mpa) 인장시험 보고서(7연선)

2017. 1.



한국에스지에스(주)

보고서 번호 : AT-17-11

2017. 1.

수신 : (주)동아특수건설

제목 : SWPC 7CL(3000Mpa) 15.2mm x 7연선 인장시험 보고서

동아특수건설에서 제작한 SWPC 7CL(3000Mpa) 15.2mm x 7연선의
인장시험을 완료하고 그 결과를 보고서로 제출합니다.

경기도 평택시 서탄면 수월암 5길66(마두리)

한 국 에 스 지 에 스 (주)

대 표 이 사 권 이 성

토질및기초기술사 이 원 제
공학박사

목 차

1. 현장 및 시험개요

2. 인장시험

2.1 최대시험하중

2.2 앵커 인장시험절차

2.3 각 단계별 재하중 및 신장량 기준

2.4 시험결과와 평가

3. 시험결과

3.1 SWPC 7CL 15.2mm x 7연선

4. 부록

4.1 시험 데이터

4.1.1 SWPC 7CL 15.2mm x 7연선-1

4.1.2 SWPC 7CL 15.2mm x 7연선-2

1. 현장 및 시험개요

1.1 시 험 명

SWPC 7CL(3000Mpa) 15.2mm X 7연선 인장시험

1.2 시험위치

경기도 화성시 봉담읍에 위치한 (주)동아특수건설 화성공장에서 시험을 실시하였다.

1.3 시험의 목적

본 과제의 목적은 (주)동아특수건설에서 제작한 SWPC 7CL(3000Mpa) 15.2mm X 7연선의 성능을 시험하여 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

1.4 시험체의 제원

본 시험의 수량은 의뢰사에서 지정하였다.

<표 1.1> 시험체 제원 및 시험일자

구분	강선 길이(m)	강선수	설치 각도	하중(tonf)	
				목표하중	시험하중
인장시험	3.0	PC strand 15.2mmx7ea	수평	209.75	209.75

1.5 시험장비

<표 1.2> 인장 시험 장비

장 비 명		수 량	비 고
앵커시험 장비	LVDT	2set	
	유압 실린더	1set	
	로드셀	1set	
	전동 펌프	1set	
	유압게이지	1ea	
	기타부수장비	1식	

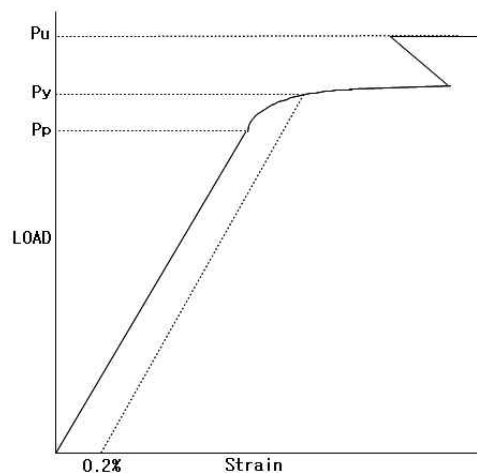
2. 인장시험

2.1 최대시험하중

비례한계강도가 넘는 높은 인장하중 하에서는 강선의 인장하중-신장곡선은 통상 곡률이 크며, 그 원인이 정착지반의 소성변형이나 고정구 변형특성 등이 주된 원인이지만, 인장재의 소성변형이 급격히 증가한다든지 탄성변형에 의해 계산된 유효자유길이가 증가하는 경우 등 복잡한 요인이 내재 하게 된다.

시험체의 불안정 요인이 발생하는 경우 하중을 즉시 제거하고 시험을 종료한다.

본 시험은 고하중 하에서 시험하므로 특히 안전에 유의하여 실시하였고 앵커의 파단에 따른 안전에 유의하여 실시하였다.



<그림> 2-1 Load - strain curve for PC bar

<표 2.1> PC강연선(15.2mm) 최대 시험 가능 하중 결정

하중 구분	15.2mm x 1가닥		최대시험하중***
	100%	탄성한계값	7가닥
극한하중(kN)	300(min)* 309.1(Mill test results)	240.00(80%)	2055.52 (209.75ton)
항복하중(kN)	255(min)** 288.3(Mill test results)	229.50(90%)	

*,** : 제조사에서 제공한 Mill Test Certificate에 근거함.

*** : 최대시험하중은 의뢰사의 요청으로 정하였다.

본 앵커 시험은 15.2mm PC강연선을 사용하는 시험체로 실시하였으며, 시험 의뢰사의 요청으로 시험을 실시하였다.

2.2 인장시험절차

<표 2.2> PC강연선(15.2mm) 최대 인장 시험 하중 결정

강선 개수 (15.2mm, ea)	강선길이 (m)	개별강선하중 (tonf/강선1개)	최대시험 하중
7	3.0	30.91	209.75tonf

*주 1. 시험하중의 10%로, 각주기 처녀하중의 모니터링 시간을 5분으로 실시하였다.

최대시험하중의 10% 하중을 예비 하중으로 하여 첫 단계에는 최대 인장시험 계획하중의 20%, 40%, 60%, 80%, 100% 씩 단계별로 증가하여 변위를 측정하였다.

<표 2.3> 인장 시험 하중 주기표

주기	1주기		2주기		3주기		4주기		5주기	
	하중 (%)	시간 (분)	하중 (%)	시간 (분)	하중 (%)	시간 (분)	하중 (%)	시간 (분)	하중 (%)	시간 (분)
Loading	AL									
	0.2P	1	0.2P	1	0.2P	1	0.2P	1	0.2P	1
			0.4P	5	0.4P	1	0.4P	1	0.4P	1
					0.6P	5	0.6P	1	0.6P	1
							0.8P	5	0.8P	1
									1.0P	5
Rebounding										
	AL	1	AL	1	AL	1	AL	1	AL	1

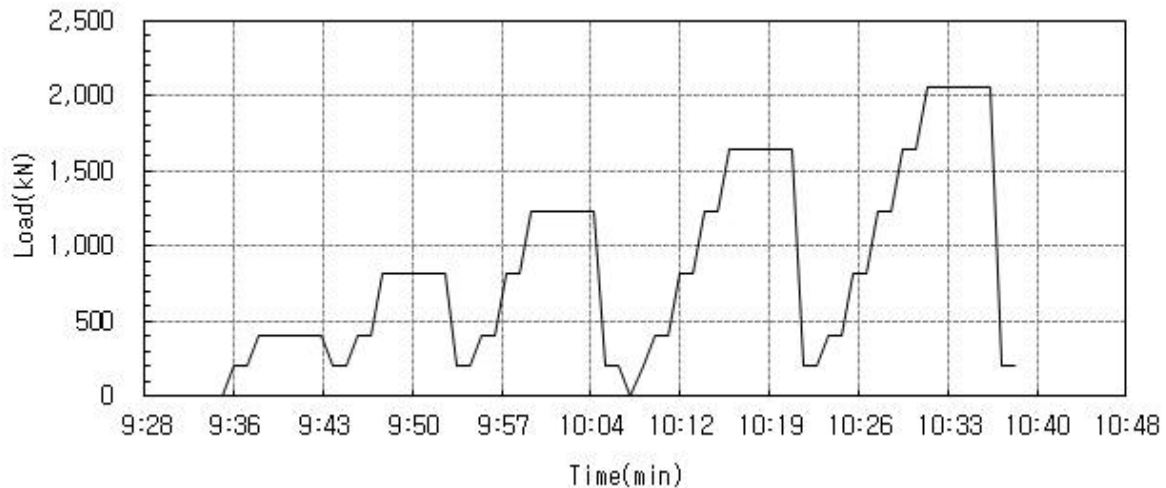
주) P=계획 시험하중 - 최종 주기의 최대 시험하중은 극한하중의 100%로 실시하였다.

3. 인장시험 결과

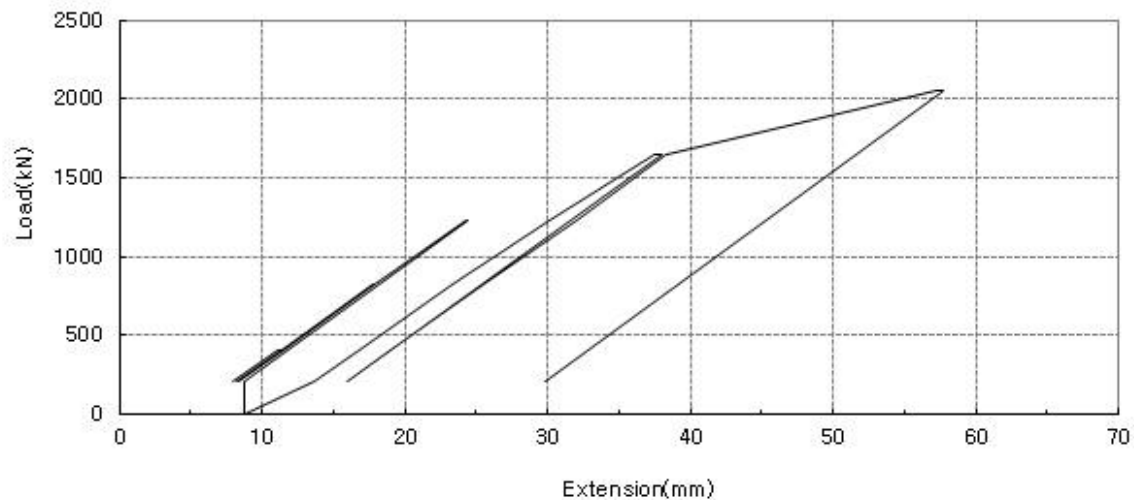
3.1.1 인장시험 15.2mm X 7연선 -1

본 시험은 초기하중(Alignment load) 20.97tonf(205.55kN), 단계하중 41.95tonf(411.10kN)으로 5주기 209.75tonf(2055.52kN)까지 실시하였다.

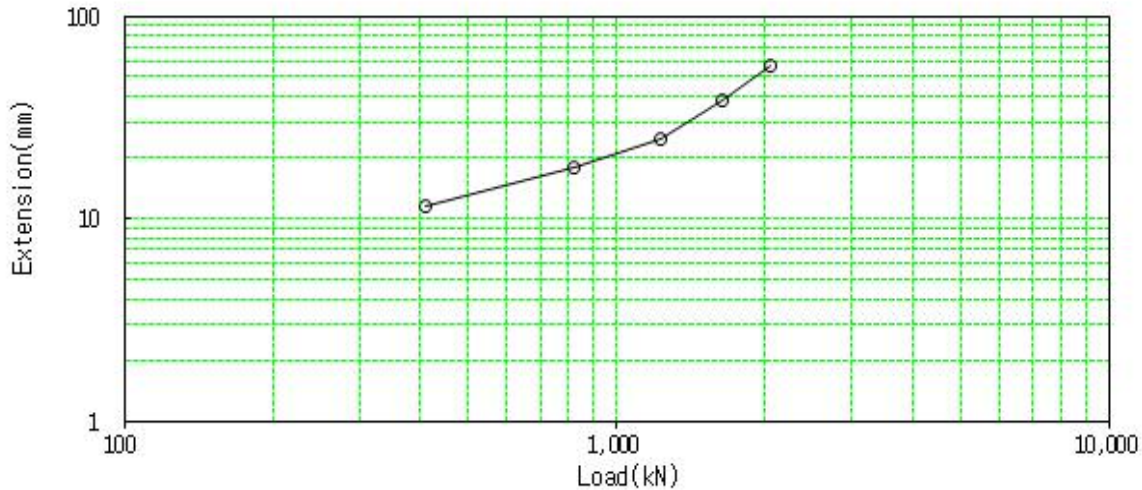
<그림 3-1> 시험하중 주기



이번에 실시한 반복하중 시험결과를 <그림 3-2>에 도시하였다.



<그림 3-3> Log P - LogS 곡선



3.1.2 하중 주기별 변위량

각 하중 주기별 변위량을 집계하면 다음 표와 같다.

<표 3.1> 하중 주기별 변위량

Test Cycle		1	2	3	4	5
Load(kN)	목표인장력	411.10	822.21	1233.31	1644.41	2055.52
	초기인장력	205.55	205.55	205.55	205.55	205.55
	단계인장력	205.55	616.65	1027.76	1438.86	1849.96
Displacement(mm)	전신장량	11.38	17.83	24.44	37.97	57.73
	잔류신장량	8.26	8.35	8.80	15.94	29.83
	탄성신장량	3.11	9.48	15.64	22.03	27.41

3.1.3 잔류 신장량

반복하중시험 결과 얻어진 잔류 신장량의 검토결과 <표3.1>에서 나타난 바와 같이 예비 하중(A I하중) 20.97tonf(205.55kN)에서 최대시험하중 209.75tonf(2055.52kN)으로 변위량은 57.73mm로 발생하였으며 잔류 변위량은 29.83mm로 나타났다.

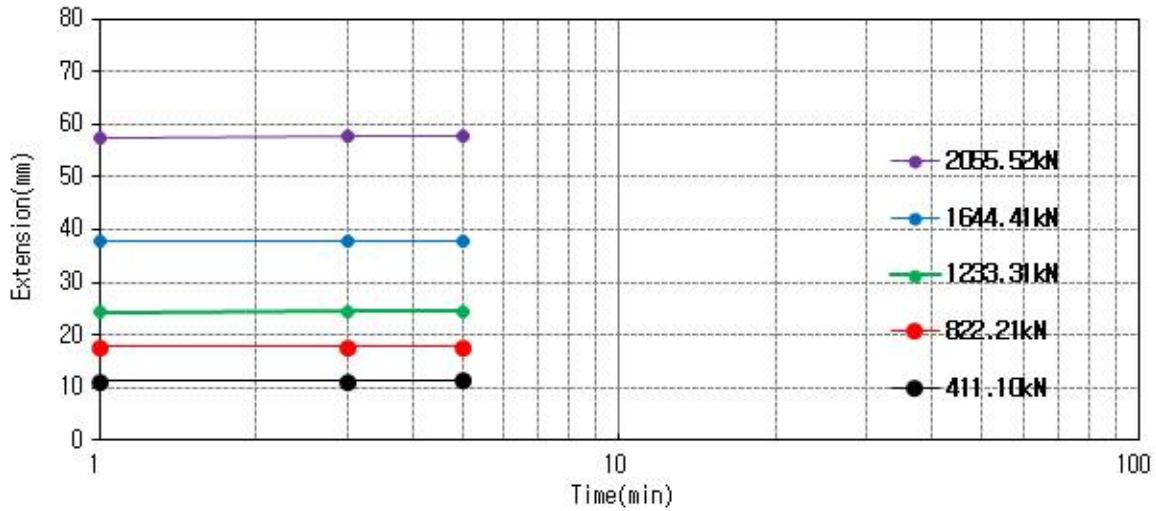
3.1.4 Creep Displacement(DIN 4125 10.4.1)

각 단계하중의 시간경과에 따른 Creep변위 측정결과 5주기 최대시험하중 209.75tonf(2055.52kN)에서 $k_d = 0.61$ 로 나타났다.

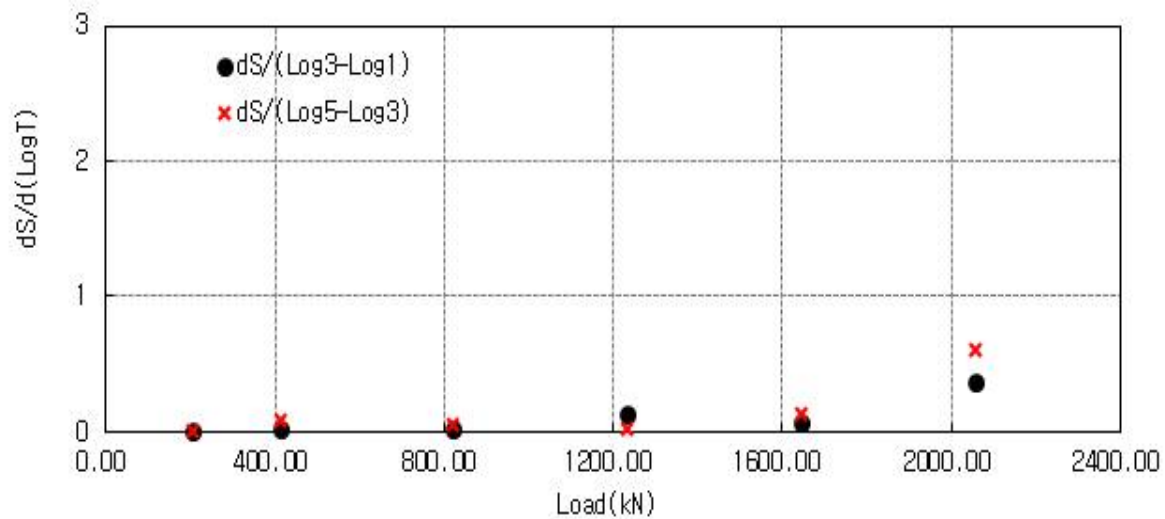
$$d = \frac{X_2 - X_1}{\log(T_2 - T_1)}$$

kd	Creep 상수
X_1	하중 인가후 T_1 분 경과시의 Displacement(mm)
X_2	하중 인가후 T_2 분 경과시의 Displacement(mm)
T_1	하중 인가후 T_1 분 경과시간(min)
T_2	하중 인가후 T_2 분 경과시간(min)

<그림 3-4> Creep Displacement (반복하중시험)



<그림 3-5> Creep Displacement (Kd)



3.1.5 시험 결과 집계

본 시험의 결과를 정리하면 <표 3.2>와 같다.

<표 3.2> 시험결과 집계

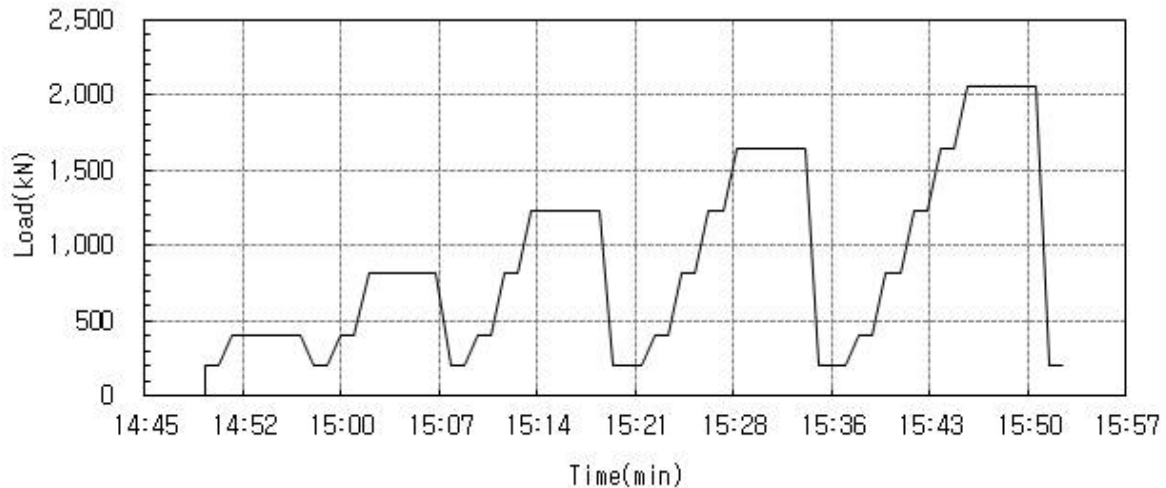
Anchor No.		인장시험 15.2mm X 7연선 -1
앵커 제원	길이(m)	3.00
	Tendon	15.2mm x 7ea
시험일자		2016. 12. 28.
시험결과	쫄신장량	57.23mm /209.75tonf
	잔류신장량	29.83mm /209.75tonf
	Creep Coefficient	kd=0.61 /209.75tonf

본 시험 결과 최대시험하중은 209.75tonf(2055.52kN)이며 최대변위량은 57.23mm, 잔류변위량은 29.83mm 로 나타났다.

3.2.1 인장시험 15.2mm X 7연선 -2

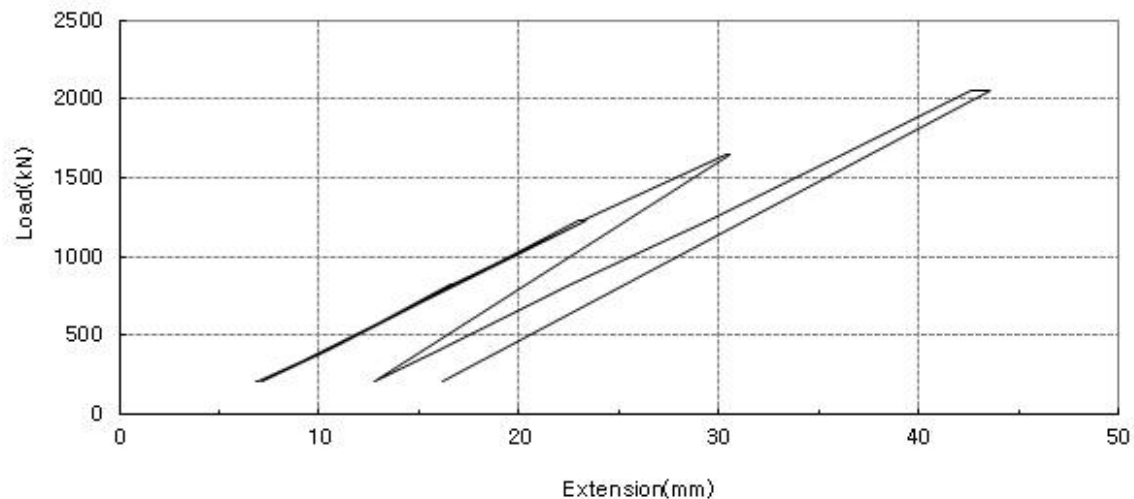
본 시험은 초기하중(Alignment load) 20.97tonf(205.55kN), 단계하중 41.95tonf(411.10kN)으로 5주기 209.75tonf(2055.52kN)까지 실시하였다.

<그림 3-6> 시험하중 주기

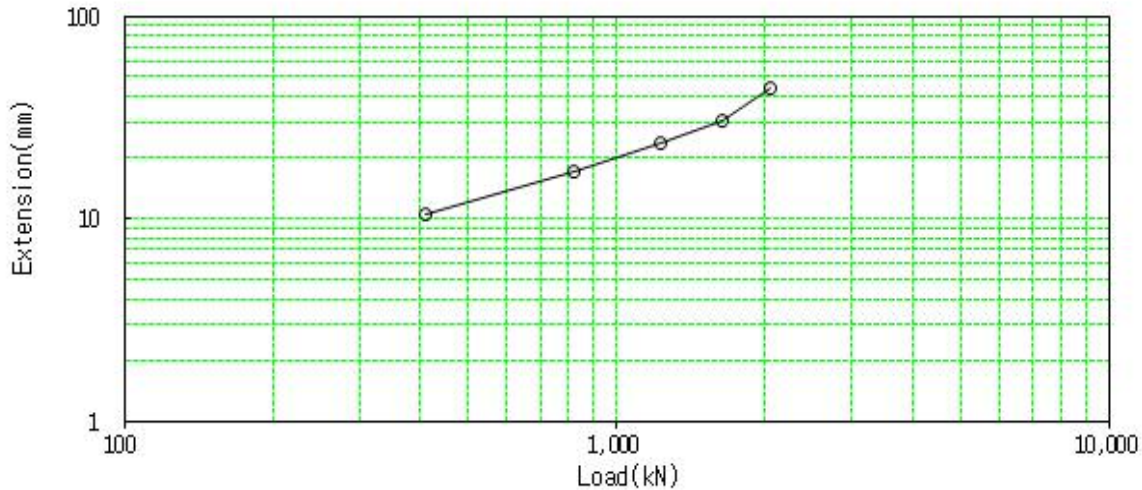


이번에 실시한 반복하중 시험결과를 <그림 3-7>에 도시하였다.

<그림 3-7> 하중-신장량 곡선



<그림 3-8> Log P - LogS 곡선



3.2.2 하중 주기별 변위량

각 하중 주기별 변위량을 집계하면 다음 표와 같다.

<표 3.3> 하중 주기별 변위량

Test Cycle		1	2	3	4	5
Load(kN)	목표인장력	411.10	822.21	1233.31	1644.41	2055.52
	초기인장력	205.55	205.55	205.55	205.55	205.55
	단계인장력	205.55	616.65	1027.76	1438.86	1849.96
Displacement(mm)	전신장량	10.39	16.88	23.41	30.54	43.57
	잔류신장량	7.11	7.15	7.17	12.82	16.18
	탄성신장량	3.9	9.73	16.24	17.72	27.40

3.2.3 잔류 신장량

반복하중시험 결과 얻어진 잔류 신장량의 검토결과 <표3.3>에서 나타난 바와 같이 예비하중(A I하중)20.97tonf(205.55kN)에서 최대시험하중 209.75tonf(2055.52kN)으로 변위량은 43.57mm로 발생하였으며 잔류 변위량은 16.18mm로 나타났다.

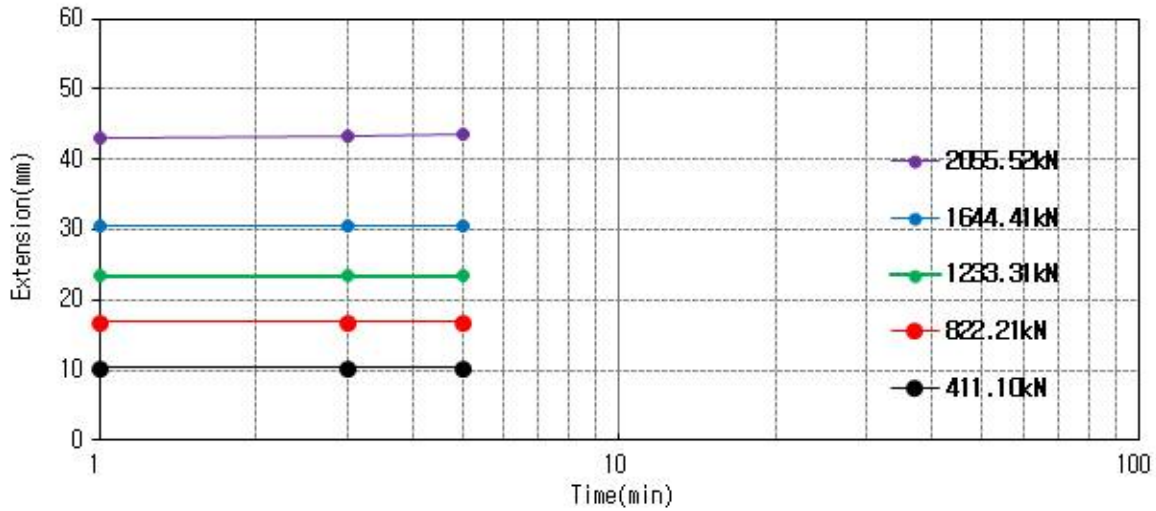
3.2.4 Creep Displacement(DIN 4125 10.4.1)

각 단계하중의 시간경과에 따른 Creep변위 측정결과 5주기 최대시험하중 209.75tonf(2055.55kN)에서 $k_d = 0.63$ 로 나타났다.

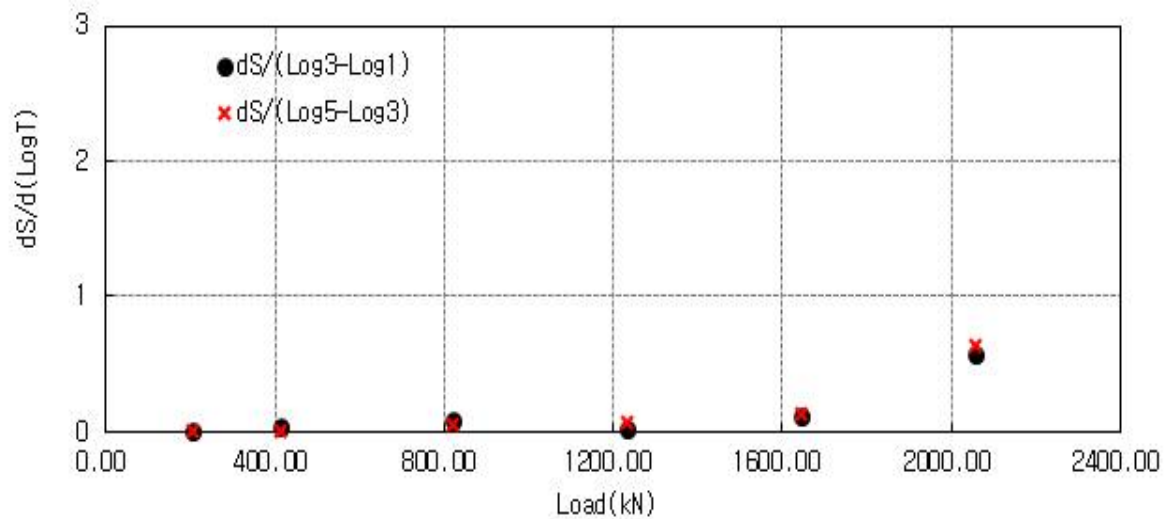
$$d = \frac{X_2 - X_1}{\log(T_2 - T_1)}$$

kd	Creep 상수
X_1	하중 인가후 T_1 분 경과시의 Displacement(mm)
X_2	하중 인가후 T_2 분 경과시의 Displacement(mm)
T_1	하중 인가후 T_1 분 경과시간(min)
T_2	하중 인가후 T_2 분 경과시간(min)

<그림 3-9> Creep Displacement (반복하중시험)



<그림 3-10> Creep Displacement (Kd)



3.2.5 시험 결과 집계

본 시험의 결과를 정리하면 <표 3.4>와 같다.

<표 3.4> 시험결과 집계

Anchor No.		인장시험 15.2mm X 7연선 -2
앵커 제원	길이(m)	3.00
	Tendon	15.2mm x 7ea
시험일자		2017. 01. 18.
시험결과	쏘신장량	43.57mm /209.75tonf
	잔류신장량	16.18mm /209.75tonf
	Creep Coefficient	kd=0.63 /209.75tonf

본 시험 결과 최대시험하중은 209.75tonf(2055.52kN)이며 최대변위량은 43.57mm, 잔류변위량은 16.18mm 로 나타났다.

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표 달성도

가. 최종목표

- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 개발
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 개발
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 목표 성능 설정
 - a. 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이בל의 헤드 개선 방안 연구
 - b. 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이בל의 압착공정 개선 방안 연구
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 성능 평가 및 검증
 - a. 자체시험 및 평가
 - b. 공인인증시험기관에 의한 시험 및 평가
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 도면 및 사양서 개발
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 도면 개발
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 사양서 개발
- 3000MPa급 강연선을 활용한 타이케이בל 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 타이케이בל 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 개발은 일반 강연선을 활용하여 제작한 앵커체 및 타이케이בל체 대비 설계/시공 분수를 감소시킬 수 있으며, 이를 통한 타이케이בל공정의 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 도면 및 사양서 개발
 - 앵커체 및 타이케이בל체 도면 및 사양서 개발 연구(3~4분기(9~10개월차))는 앵커체 및 타이케이בל체 개발 연구 및 시험·평가 결과를 바탕으로 수행할 계획임.
 - 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이בל체 도면 개발
 - 본 연구를 통해 개발된 앵커체 및 타이케이בל체는 설계 및 시공에 반영 될 수 있도록 노력하여야 하며, 이를 위해서는 제품에 대한 도면화와 사양서 개발이 필수적임. 따라서 설계 및 시공에 활용 될 수 있도록 실생산 제품에 대한 도면화가 이루어져야 하며, 이를 반영하여 연구를 계획하고 연구비를 책정하였음

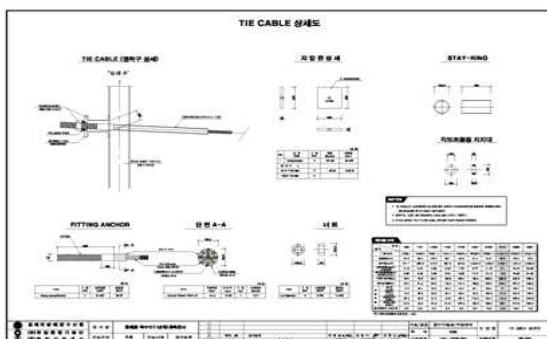
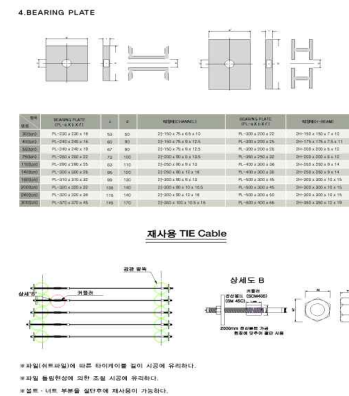
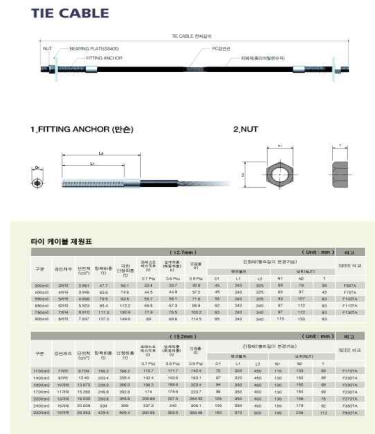
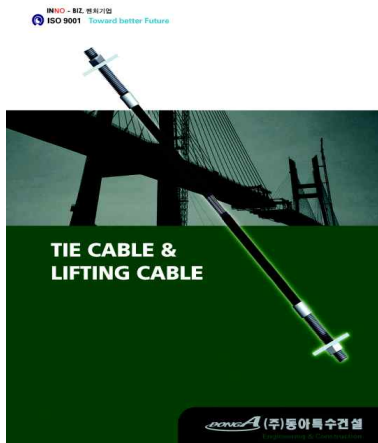


그림. 타이케이בל체 도면



그림. 앵커체 도면

- 본 연구를 통해 개발된 앵커제 및 다이케이블체는 설계 및 시공에 반영 될 수 있도록 노력하여야 하며, 이를 위해서는 제품에 대한 도면화와 사양서 개발이 필수적이다. 따라서 설계 및 시공에 활용 될 수 있도록 실생산 제품에 대한 사양서가 개발되어야 하며, 이를 반영하여 연구를 계획하고 연구비를 책정하였음.



· 타이케이블체 사양서

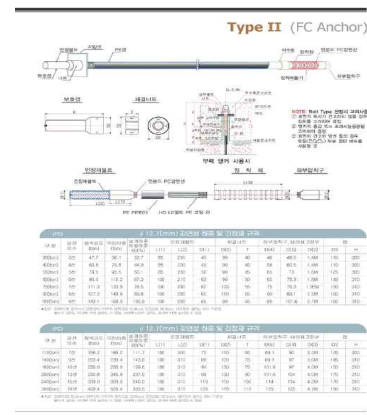
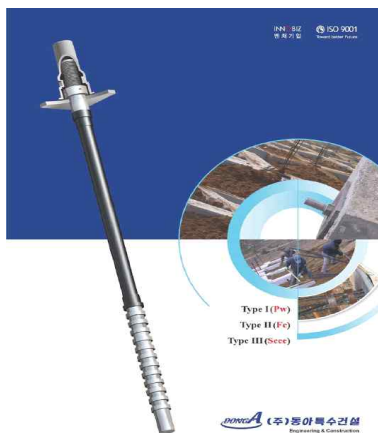


그림. 앵키체 사양서

2. 핵심성과 달성 추진전략

가. 최종 성과목표 및 성과지표

1) 최종 성과목표 및 성과지표

성과목표	성과지표		목표치 설정 근거
성과목표 1	1-1	시제품 검증	■ 앵커 및 타이케이블체 시제품 00분 (50%)
	1-2	실계도면 및 사양서 개발	■ 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 도면 (20%) ■ 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 사양서 (30%)

2) 성과지표 설정의 타당성 및 근거

○ 시제품 검증

- 앵커 및 타이케이블체 시제품 5분 (50%)
 - 자체시험을 통한 제품 사용화 가능성 검증 및 품질 향상
 - 공인인증시험기관 시험 의뢰
 - 본 연구에서 개발하고자 하는 앵커체 및 타이케이블체는 제품 성능에 대한 신뢰성이 가장 중요하므로, 공인인증시험기관의 시험을 바탕으로 시제품을 검증할 계획이며, 이에 따라가 가중치를 50%로 설정함.

○ 실계도면 및 사양서 개발

- 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 도면 (20%)
 - 자체시험 및 공인인증시험기관의 승인을 받은 제품에 대한 시제품 도면 개발
 - 개발 제품에 대한 제원 및 형상을 공개 할 수 있는 객관적인 자료로서 도면 개발을 통해 각 공종의 설계 검토시 근거자료로 사용됨.
 - 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 도면은 기존 도면을 바탕으로 수정, 보완을 통해 비교적 쉽게 작성될 수 있으므로 가중치를 20%로 설정함.
- 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 사양서 (30%)
 - 자체시험 및 공인인증시험기관의 승인을 받은 제품에 대한 시제품의 사양서 개발
 - 개발 제품에 대한 제원 및 성능을 공개 할 수 있는 객관적인 자료로서 사양서 개발을 통해 각 공종의 설계 검토시 근거자료로 사용됨.
 - 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 도면은 시제품 견증을 바탕으로 비교적 쉽게 작성될 수 있으므로 가중치를 30%로 설정함

나. 혁신성과불별 세부 설명

1) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 시제품 개발

정의	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 시제품 개발	
목적	■ SWPC7CL TYPE의 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체를 개발하여 기존 앵커체 및 타이케이블 대비 15% 향상된 재원의 타이케이블을 제작함으로써 앵커 및 다이케이블 관련 공정의 작업성 향상, 공사비 절약에 기여하고자 함.	
성능목표 성능목표	(기존기술 수준) ■ 기존 앵커체 및 다이케이블체(SFEE TYPE)는 표 2와 같이 Ø8.1, 9.5, 11.1, 12.7, 15.2mm의 강연선을 7가닥 또는 19가닥으로 배치하여 8종의 앵커체 및 다이케이블체를 생산함에 따라 제품간 설계하중이 10~55ton 차이가 발생함. ■ 국내에서 생산되는 강연선은 KS 규격(KS D 7002:2011)에 따라 생산되고 있으며, 탄소함유량에 따른 강도에 따라 SWPC7AL~SWPC7DL TYPE으로 구분됨. 현재 국내에서 생산되고 있는 앵커체 및 다이케이블체에 사용되는 강연선은 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선만을 활용하고 있음. (개발기술 수준) ■ 본 기술 특허 10-0699334 ‘타이케이블 결속장치’는 앵커 및 타이케이블 제작시 강연선을 앵커헤드에 결속시키는 방법에 관한 기술로서 강연선의 종류에 구속되지 않으므로 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선 뿐만 아니라 고강도 강연선인 SWPC7CL TYPE의 강연선(3000MPa), SWPC7DL TYPE의 강연선(2400MPa)에 적용 할 수 있는 기술임. ■ 본 연구에서는 고강도 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체의 단계적 개발을 위해 1차적으로 기 보유하고 있는 특허 10-0699334 ‘타이케이블 결속장치’ 기술을 활용하여 기존 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선이 아닌 KS 규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용한 다이케이블을 개발하고자함.	
성과달성 책임자	심석래 ((주)동아특수건설)	
소요기간	'16.04 ~ '17.03 (10개월, 1년차)	
성과달성 확인방법	■ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 시제품 제작 ■ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 시제품 관련 도면 ■ 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 다이케이블체 시제품 관련 제원표	
성과달성에 따른 정량적 최종성과	특허 출원/등록	국내 : 1건, 국외 : 0건
	논문	국내 : 1건, 국외 : 0건
	기타	3건 (시제품, 시제품 관련 도면, 시제품 관련 사양서)

2) 기술개발 애로사항 발생시 해결방법

○ 앵커 및 다이케이블 목표 성능 구상

- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커 및 다이케이블 구상
 - 앵커 및 다이케이블제 제작시 3000MPa급 강연선 배치에 따른 성능목표(제원) 구상
 - 관련 전문가의 자문, 관련 학회 및 세미나 참여를 통한 해결방안 마련 모색

○ 시제품 검증

- 자체 시험
- 공인인증시험기관 시험 의뢰
- 본 연구에서 개발하고자 하는 앵커제 및 다이케이블제는 제품 성능에 대한 신뢰성이 가장 중요하므로, 공인인증시험기관의 시험을 바탕으로 시제품을 검증할 계획임.

○ 설계도면 및 사양서 개발

- 자체시험 및 공인인증시험기관의 승인을 받은 제품에 대한 시제품의 도면 및 사양서 개발시 기존 제품과의 호환성, 혼선방지를 위해 기존 제품의 도면 및 사양서를 활용하여 개발하고자 함.

3) 특허 등 사업화를 위한 지식재산권 확보 방안

- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커제 및 다이케이블제 개발시 사업화를 위해 관련 지식재산권이 필요할 경우 생산제품의 파급효과, 경제성 검토를 통해 확보 할 수 있도록 하고자 함.

4) 성과달성을 위해 필요한 과제제안기관과의 협업 방법

○ 시제품에 대한 객관적 성능 시험 및 평가를 위한 협업

- 시제품에 대한 객관적 성능 시험 및 평가를 위해 시험과 관련된 기준, 시험 절차에 관하여 협업하고자 함.
- 시제품에 대한 객관적 성능 시험 및 평가를 위해 과제제안기관과 연계, 공인된 공인인증 시험기관에 시험 및 평가를 수행하고자 함.
- 보다 객관적인 시제품을 제작하기 위해 관련 전문가의 자문, 협의를 할 수 있도록 협업하고자 함.



그림. 성과달성을 위한 과제 제안기관과의 협업

다). 성과전건기준표

1) 최종 성과별 전건기준

구분			핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준					해당 기관	예산 (백만 원)	양적 성과목표
							질적 성과지표		노요지	측정 방법 양면	검증 방법 양면			
총괄	A	3000이하 상업은행 행위개 별 내 이 계 통 계 별	A-1	지회수 제각	(1)	지회수 5개	지회수 지회수 5개	모인 인수 지회 기관 의뢰	지회 검정 모인 인수 신제 채인	17	6개소이상 보수검정	90	지회 : 중원 1 건 상원 1 건 동원 : 1 건 지회 : 5 건 S회 : 1 건	
			A-2	지회수 관리 비율 제각	(1)	지회수 관리 비율	지회수 관리 비율 1회	회계 계구	회계 계구	1	6개소이상 보수검정	2	지회 : 중원 1 건 상원 1 건 동원 : 1 건 지회 : 1 건 S회 : 1 건	
			A-3	지회수 관리 비율 제각	(1)	지회수 관리 비율	지회수 관리 비율 1회	회계 계구	회계 계구	2	6개소이상 보수검정	2.5	지회 : 중원 1 건 상원 1 건 동원 : 1 건 지회 : 1 건 S회 : 1 건	
			계									20		90.5

2) 연차별 성과목표 및 성과지표

가) 1차년도

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준					해당 기관	예산 (백만 원)	양적 성과목표
					질적 성과지표	노요지	측정 방법	검증 방법	가중치			
총괄	A	3000이하 상업은행 행위개 별 내 이 계 통 계 별	A-1	지회수 제각	(1) 지회수 5개	지회수 지회수 5개	모인 인수 지회 기관 의뢰	지회 검정 모인 인수 신제 채인	17	6개소이상 보수검정	90	지회 : 중원 1 건 상원 1 건 동원 : 1 건 지회 : 5 건 S회 : 1 건
			A-2	지회수 관리 비율 제각	(1) 지회수 관리 비율	지회수 관리 비율 1회	회계 계구	회계 계구	1	6개소이상 보수검정	2	지회 : 중원 1 건 상원 1 건 동원 : 1 건 지회 : 1 건 S회 : 1 건
			A-3	지회수 관리 비율 제각	(1) 지회수 관리 비율	지회수 관리 비율 1회	회계 계구	회계 계구	2	6개소이상 보수검정	2.5	지회 : 중원 1 건 상원 1 건 동원 : 1 건 지회 : 1 건 S회 : 1 건
계									20		90.5	지회 : 중원 1 건 상원 1 건 동원 : 1 건 지회 : 7 건 S회 : 1 건

3) 연도별 주요 추진 일정

구분	연구과제명 (연구수행기관)	관련 성과목표/지표			세부추진내 용 (연구수행 Activity)	Activity 발산 출발	소요 연구비 (백만원)	1차년도			
		핵 심 성 과	단 위 성 과	진 척 성 과지 표				1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4
총관							99.5	99.5			
주관	(주)동아특수건설	\	\ 1	\ 1-①	자료 조사		1				
					요구설능 선정		1				
					시제품 제작		45				
					상능 검증	시제품	40				
					사업화 추진		3				
		\	\ 2	\ 2 ①	자료 조사		0.5				
					시제품 제작	도면	1.5				
		\	\ 3	\ 3 ①	자료 조사		0.5				
					시제품 제작	사양서	7				
계							99.5	99.5			

제5장. 연구개발성과의 활용계획

1. 성과물의 활용방안

- 기존에 발표된 2160MPa 이상의 고강도 강연선을 활용한 연구는 주로 PSC기대 개발 및 보강방안에 관한 연구로서 중량대비 PSC기대 구조물의 부자재인 반면, 앵커체 및 다이케이블체에서의 강연선은 중량대비 90%이상의 주자재임. 그러나 앵커체 및 다이케이블체에 2160MPa 이상의 고강도 강연선을 활용한 연구 미비한 실정으로 기존 연구대비 차별성을 갖춘.
- 본 연구의 차별화 방안으로 (주)동아특수건설에서 보유한 장비와 추가적으로 구비할 장비 등과 지속적인 납품 및 시공 실적을 바탕으로 시제품을 생산, 시험을 통해 신뢰성 있는 제품을 개발하고자 함. 또한 객관적인 시험을 통해 신뢰성을 확보한 시제품에 대하여, 일선 설계 및 시공업체에서 바로 활용할 수 있도록 제품에 대한 도면화를 추진하고, 제작 가능한 품목에 대한 사양서(그로서)를 작성할 계획임.

2. 기대성과 및 파급효과

가. 과학기술적 측면

- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 다이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상
선진국 대비 기술적 우위를 선전하고 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상시켜 선진국 대열에 도달하는 기반을 마련
- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술을 특허 및 신기술로 지정하여 지식재산권을 확보하고 관련시장 진출 및 부가가치 창출
 - 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술의 축적은 지속적인 다이케이블 관련분야의 연구에 활용될 수 있으며, 향후 국제적 공동연구를 통하여 중한적 연구로의 시너지 효과와 기술이 필요한 국가로의 기술 이전 등이 가능할 것으로 기대
- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블을 제작하고 실용화 가능한 기술 수준으로 검증은 거쳐 향후 교량 및 항만 설계 시공시 다이케이블 공정에 활용

나. 사회·경제적 측면

- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술 개발을 통하여 교량 및 항만의 다이케이블 관련 산업에 대한 체계적인 발전 방향 및 시장 형성에 파급 효과가 클 것으로 기대
 - 미국, 유럽 등 선진국이 주도하고 있는 다이케이블 기술을 연구 개발하여 선진국과의 기술 격차를 축소하고, 기업의 중복 투자를 방지하고 보편화된 기술 개발을 통해 다양한 분야로의 활용이 가능하게 함으로써 생산성 증대와 비용 절감 및 수입 대체 효과 기대
 - 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작을 통해 일반 강연선을 활용한 다이케이블 대비 다이케이블 설계/시공 분수 감소로 다이케이블공정에 대한 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감이 가능함으로 다이케이블 공정에 대한 비용 절감 효과 기대

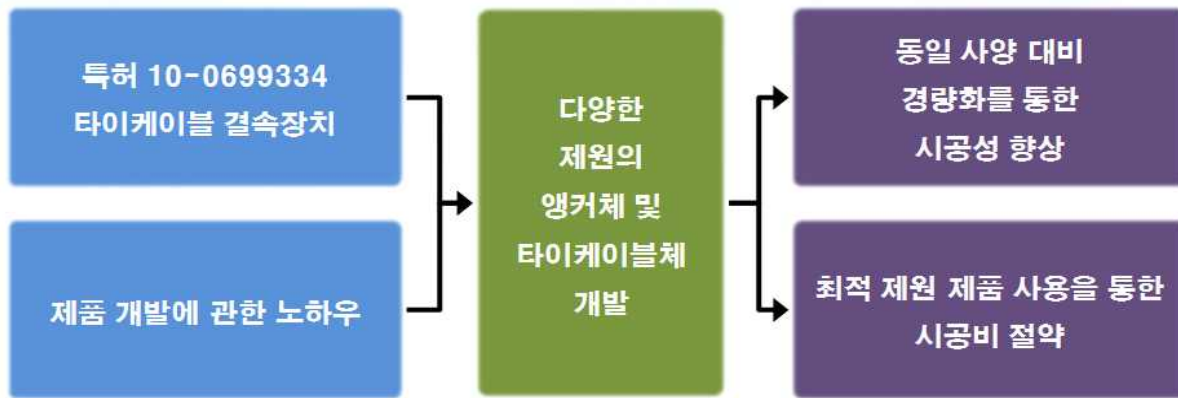


그림. 특허 '타이케이블 결속장치 (특히 제10-0699334호)' 기술의 독창성

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

해당사항 없음

제7장. 연구개발성과의 보안등급

가. 보안등급의 분류

보안과제	일반과제
	○

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

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

해당 사항 없음

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

1. 실험실 안전조치 이행계획 및 단계별 안전관리 대책

참여한 연구원들의 안전에 따른 정신교육 및 휴면예러를 사전 예방하고, 실험실의 안전을 확보하기 위해서 예방적 차원의 조치들의 취하여 진행하였다.

가. 실험실의 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한다.

나. 참여연구원들의 교육훈련 및 건강검진을 실시한다.

다. 참여연구원들의 산재보험가입을 의무화 한다.

라. 실험실의 위험 요소를 근원적으로 없애기 위한 노력을 한다.

마. 참여연구원 스스로 심리적으로 안정된 환경유지로 안전 규칙등을 준수할 수 있도록 권고한다.

2. 실험실 안전 확보 계획

근원적으로 예러를 100% 막는다는 것은 실제로 매우 힘들 수 있고, 경제성 때문에 그렇게 할 수 없는 경우가 많다. 본 개발의 시제품은 볼드, PC강연선등의 재료를 사용하여 절단, 압착, 가공등을 하여 시제품을 완성한다. 시제품을 완성한후 유압펌프, 유압실린더에 연결하여 인장시험을 하기에 위험이 항상 잔존하기에 항상 안전을 우선시 하였다.

따라서, 작업전에 준비운동은 필수이며, 필요한 장비, 자재, 공구등을 준비하였으며, 위험 요인에 노출될 때를 대비해 연구원들은 헬멧이나, 모안경을 착용하도록 했다.

3. 안전조치 이행계획의 세부추진 사항

가. 안전관리체계 수립

나. 안전교육실시

디. 안전점검실시

라. 기타 안전관리실시

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번 호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명 /기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사자 여부 (단독 사자 또는 중복 사자)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	특허	확장형 영구 앵커	(주)동 아특수 건설/ 심석래		한국		2016. 12. 02	단독	10-2016-0 163837
2	논문	Case study on Tensile Test of High Strength Multi-Strand Jointed by grip bolt	Sukrac SI		11th Internation al Conference on Geosynthtic s		2017. 03. 31	단독	

11th International Conference on Geosynthetics/

Case study on Tensile Test of High Strength Multi-Strand jointed by grip bolt/

2017년 2월 27일/ 합격발표 2017년 3월 31일/ 본문 제출 9월 29일/ 학회 2018년 9월 16일-21일

제11장. 기타 사항

해당사항 없음

제12장. 참고 문헌

- 종합불가정보 2016. 01호
- KS 규격(KS D 7002:2011)
- 3000MPa 이상 고강도 강연선 활용 모노텐던과 단일 정착시스템을 갖는 PSC 기대 개발, 국토교통부, 2014
- 교량 및 지반고강을 위한 스마트텐던 기술의 사업화를 위한 추가기술개발 및 검증 연구, 국토해양부, 2010
- 2200MPa급 PS강연선의 적용성 연구(뽕기와 앵커헤드), 한국콘크리트학회, 춘계 학술대회 논문집, 2009
- 공개실용신안 공개번호 제20-1986-1705호
- 공개실용신안 공개번호 제20-1987-14932호
- 공개실용신안 공개번호 제20-1988-16341호
- 실용신안 등록제 20-277686
- 특허공고번호 제10-1990-7120호
- 일본 특허공보. 공고번호 소50-14810호

주관연구기관의 자체평가의견 서

1. 과제 현황

	과제번호			16TB1P-C111797-01		
사업 구분	국토교통기술사업화 지원사업(중소기업 보유기술 사업화 분야)					
연구 분야	건설/교통			과제 구분		단위
사업명	국토교통기술사업화 지원사업					주관
주관과제	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발			주관연구책임자		심석래
세부과제명				과제 유형		개발
연구기관	(주)동아특수건설			연구책임자		심석래
연구 기간 연구개발비 (천원)	연차	연구개발기간	정부출연금	기업부담금	정부 외 출연금	계
	1차 연도	2016.04.27.~ 2017.02.26. (10개월)	57,690	41,810		99,500
	2차 연도					
	3차 연도					
	4차 연도					
	5차 연도					
	계					
참여기업	(주)동아특수건설					
상대국		상대국 연구기관				

※ 총 연구기간이 5차 연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성

2. 평가일: 2017년 3월 25일

3. 평가자(연구책임자):

소속	직위	성명
(주)동아특수건설	대표이사	심석래

4. 평가자(연구책임자) 확인:

본인은 평가 대상 과제에 대한 연구개발성과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 이 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초 자료로 활용되기를 바랍니다.



I. 연구개발 실적

1. 연구개발성과의 우수성/창의성

■ 등급: (아주 우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 선진기술의 의존도를 없애고, 자체국내기술로 개발하여 모델티 지분의 부담이 없음
 - 강연선 Ø15.2mm, 3선, 4선, 5선, 6선, 7선 실험을 통하여 볼트부의 나사선 면적과 강연선 접합부의 파단원인을 찾아 개발함으로써 기술을 업그레이드 함
 - 시험을 통해 디지털 기록이 가능한 장비를 자체 개발함
 - 공인인증시험기관에 시험 의뢰하여 강연선 3선, 4선, 5선, 6선, 7선에 대하여 SWPC7CL인 장시험을 완료하여 품질시험, 전사성적서를 득하였음.
 - 한국화학융합시험연구원의 PC강연선 시험 성적으로 제품의 품질을 보증하였음
-

2. 연구개발성과의 파급 효과

■ 등급: (아주 우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

○ 기술적 기대성과로서

- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 타이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상하였으며, 선진국 대비 기술적 우위를 선점하고 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상시켜 선진국 대열에 도달하는 기반을 마련하였다.
 - 본 연구를 통해 개발을 앵커제 및 다이케이블제는 비탈면 보강용 앵커제, 가시설 보강용 앵커제 및 다이케이블제, 부상방지용 앵커제, 항만용 계류시설용 다이케이블제, 교량용 다이케이블제 등 다양한 용도로 활용 될 수 있음
비탈면보강/부상방지용 앵커는 절토 비탈면의 안정성에 문제가 있어 거동이 예상되는 비탈면에 대하여 원지반을 전공한 후 사면의 예상 활동면 보다 깊은 위치에 앵커제를 정착시킨 다음 이를 고장력 PC강선이나 강봉 등을 통해 지표면에 설치된 수압부에 연결하여 긴장력을 가해 정착시킨으로서 지반의 활동을 억제하는 공법이다.
따라서 부상방지용 앵커는 구조물이 지하수의 영향으로 부력작용이 발생할 경우 구조물의 거동으로 인한 문제점을 해결하기 위한 공법이다.
또한 앞면비탈면에 대한 일반적인 보강공법으로 일반화 되어 있어 수요가 많으며 다양한 양식의 앵커가 개발되어 있으나, 상용화되어 있는 제품은 KS규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선을 이용한 앵커로서 본 연구를 통해 KS규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용한 앵커제가 개발 될 경우 파급효과가 클 것이다.
가시설보강/항만 계류시설용 타이케이블은 지하구조물 설치를 위한 가시설 설치시 토압에 의한 가시설의 안정성을 확보하기 위하여 설치하는 구조물이다.
항만 계류시설용 타이케이블은 항만 구조물 설치시 수압 및 토압에 의한 구조물의 안정성을 확보하기 위하여 설치하는 구조물이다.
상용화되어 있는 제품은 KS규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선을 활용한 다이케이블제가 개발 될 경우 파급효과가 클 것으로 기대한다.
-

교량모강, 주케이블용 타이케이블은 장대교량화 되어 간에 따라 구조물 모강을 위해 설치되는 구조물이다.

상용화 되어있는 제품은 KS규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선을 활용한 다이케이블체가 개발 될 경우 파급효과가 클 것으로 기대한다.

- 앵커체 및 다이케이블체의 강연선은 주자재로서 고강도 강연선을 활용하여 기존의 인장강도 1860MPa 강연선 대비 약 30% 강연선량을 감소시킬 수 있으며, 기존 타이케이블 대비 중량 및 단면적 감소로 시공성 향상, 공사기간 단축 등의 효과가 예상되며, 동일 한 단면적으로 보다 큰 성능의 다이케이블을 제작할 수 있다.

○ 사회·경제적 파급효과로서

- 미국, 유럽등 선진국이 주도하고있는 다이케이블 기술을 연구 개발하여 선진국과의 기술 격차를 축소하고, 기업의 중복 투자를 방지하고 보육화된 기술 개발을 통해 다양한 분야로의 활용이 가능하게 함으로써 생산성 증대와 비용절감 및 수입 대체 효과를 기대한다.
- 또한 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작을 통해 일반 강연선을 활용한 다이케이블 대비 다이케이블 설계/시공 분수 감소로 다이케이블공정에 대한 자재비, 공사기간 단축 으로 인한 시공비 절감이 가능함으로 다이케이블 공정에대한 비용절감 효과를 기대할 수 있다
-

3. 연구개발성과에 대한 활용 가능성

■ 등급: (아주 우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술을 특허 및 신기술로 지정하여 지적재산권을 확보하고 관련시장 진출 및 부가가치 창출을 할 수 있으며, 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술의 축적은 지속적인 다이케이블 관련분야의 연구에 활용될 수 있으며, 향후 국제적 공동연구를 통하여 종합적 연구도의 시너지 효과와 기술이 필요한 국가도의 기술 이전 등이 가능할 것으로 기대한다.
- 또한 고강도 강연선을 활용한 다이케이블을 제작하고 실용화 가능한 기술 수준으로 검증은 거쳐 향후 교량 및 항만 설계 시공시 다이케이블 공정에 활용할 수 있다.
-

4. 연구개발 수행의 성실도

■ 등급: (아주 우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 과제를 수행하면서 연구목적, 연구내용을 성실히 수행을 하였으며, 과제 수행시에 연구노트를 활용하여 각 Event마다 상세히 기록/정리하여 최종 목표를 완성할수 있도록 하였음

연구개발 수행 실적으로

- 앵커 및 다이케이블 성능향상을 위하여 헤드 개선방안 연구 완료
- 시제품 제작 완료
- 공인인증기관으로부터 성능시험 인증완료
- 도면 및 사양서 개발완료
- 디지털 데이터 로거 장비 제작 완료

5. 공개 발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급: (아주 우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

특허출원 1건

- 확장형 앵커앵커

- 논문출원 1건

- Case study on Tensile Test of High Strength Multi-Strand jointed by grip bolt

II. 연구 목표 달성도

세부 연구 목표 (연구계획서의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
앵커 및 다이케이블체 시제품 관련 도면	50	50	공인인증기관 승인완료
앵커 및 다이케이블체 시제품 관련 도면	20	20	실계도면 개발완료
앵커 및 다이케이블체 시제품 관련 사양서	30	30	실계도면 사양서 개발완료
합계	100점	100	

III. 종합 의견

1. 연구개발성과에 대한 종합의견

- 시제품개발완료(시험기록에 의한 품질관리 90%이상 달성)
- 신청기술은 선진기술의 의존도를 낮추고 자체국내기술로 개발하여 로열티지분의 부담이 없음. (오히려 일본에 기술을 수출하여 로열티를 받고 있는 실정임)
- 강연선 Ø15.2mm, 3선, 4선, 5선, 6선, 7선 실험을 통하여 볼트부의 나사선 면적과 강연선 집합부의 파단원인을 찾아 개발함으로써 기술을 업그레이드 함.

-
- 토목 기초 부분 영구앵커, 타이케이בל, 케이슨들고리 등 국내기술 대체 가능한 것으로 판단됨.
 - 고강도 고품량 고품질의 기술적인 차별화로 선진국 기술에 접근할 수 있는 공법의 시장점유율 확보 가능
 - 시험을 통해 디지털 기록이 가능한 장비를 개발함.
-

2. 평가 시 고려할 사항 또는 요구사항

-
- 한국화학융합시험연구원의 강연선 시험 성적으로 제품의 품질을 보증하였음
 - 신기술의 사업화, 실용화를 위해서 조속히 시험시공을 할 수 있도록 제도적 마련 (시공장소)이 절실함.
 - 신기술을 획득하여 SOC사업등에 적극적 사업화 및 실용화 단계도 추진 필요.
-

3. 연구개발성과의 활용방안 및 향후 조치에 대한 의견

-
- 해외로 기술을 수출하고 해외기술 도입비용을 절약할 수 있는 제품개발에 주력 권고
 - 본 신기술이 새롭게 진출하는데 문제점이, 발주기관에서는 실적증명을 요구하는데 실적이 없기에, 공인기관의 기술적 검증이 뒷받침되어야 원활히 진출 가능함.
 - 중소기업개발업계의 공통된 애로사항으로 대학 및 연구기관의 기술검증 지원이 필요.
-

IV. 보안성 검토 (※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성)

1. 연구책임자의 의견

특기사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토 결과

- 특기사항 없음

연구개발결과 활용계획서

A. 과제 일반정보

사 업 명	국토교통기술사업화 지원 사업	과학기술표준분류	건설/교통
과 제 유 형	☐ 기초 ☐ 응용 ☒ 개발	실용화대상여부	☒ 실용화 ☐ 비실용화
연구과제명	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발	과 제 구 분	☒ 일 반 ☐ 연구단 ☐ 사업단
주관연구기관	(주)동아특수건설	연구책임자	심석래
세 부 과 제 명	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발		
협동연구기관		연구책임자	
총 연구기간	2016년 4월 27일 ~ 2017년 2월 26일 (10개월)		
총 연구개발비 (단위 : 천원)	정부출연금 57,690	민간부담금 41,810	합계 99,500
공동연구기관			
참 여 기 업			
구 분	성과활용책임자	성과활용실무자	
성 명			
소속기관/부서			
E-mail			
연락처			

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제35조(연구개발결과의 보고) 제2항에 의거 연구개발결과 활용계획서를 제출합니다.

붙임 1. 성과총람 원고 1부.

2. 기술소개자료 각 1부(기술별).

2017 년 3 월 31일

주관(협동) 연구기관장 :

(직인)

B. 요소기술 정보

□ 요소기술 총괄

과제명 (세부과제명)	해당 기관명	핵심연구성과	요소기술*	정부출연금 (백만원)	기술실시계약 대상여부**	비고	
1세부 :	주관 :		1-가.				
			1-나.				
	공동 :		1-다.				
			1-라.				
소 계							
2세부 :	협동 :		2-가.				
			2-나.				
			2-다.				
	공동 :		2-라.				
	공동						
	공동						
소 계							
연구단 운영비							
합 계							

* 요소기술 : R&D 성과물을 구성하는 단위기술모집, 기술이전이나 활용의 대상이 되는 단위 성과물

** 기술실시계약 대상여부 :

- 대상 : 실용화 대상으로 분류된 연구개발기술로 한여기업 등과 기술실시계약 체결 또는 직접 실시대상이 되는 기술
- 비대상 : 실용화 대상으로 분류되지 않은 연구개발기술, 기초연구단계의 연구개발 결과물 등 과제 특성에 따라 기술실시계약이 불필요 하다고 전문기관의 장이 인정하는 경우 등 「국토교통기술 연구개발사업 관리지침」 제 51조(기술실시계약) 제2항에 해당되어 기술실시계약 대상에서 제외되는 기술

- 귀 기관의 R&D를 통해 창출된 주요 요소기술 정보를 작성해 주십시오.
- 요소기술이 2개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)
- 요소기술: R&D 성과물을 구성하는 단위기술로서, 기술이전이나 활용의 대상이 되는 단위 성과물

구 분	1-가
요소기술명	디지털 데이터 기록장비
기술개요	다양한 실린더의 용량에따라 Switch로 Setting하여 사용할수 있게 하였으며, 또한 펌프로부터 압력 데이터를 Read하여 Digial Data로 Display
관련 키워드	데이터 로거, 디지털 게이지, 실린더, 펌프
기술 분류	(첨부한 기술분류표를 참조하여 세분류를 기재하십시오.)
결과물 유형*	☐ 공법/기법 ☒ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☐ 기준/지침 ☐ 기타
기술수명주기**	☒ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기

* 본 보고서는 R&D 결과물의 유형을 아래와 같이 분류하고 있습니다. 내용을 충분히 숙지하시고 귀 기관이 수행한 R&D 과제에 해당하는 것을 선택해 주십시오.

번호	구분	내용	예시
1	공법/기법	기존 장비와 자재 등을 활용하되, 새로운 절차 및 방법을 제시	시공방법, 설계기법, 분석/평가기법
2	장비/장치	새로운 기계적 구조나 작동원리를 활용하여 기존 장치와 설비를 대체	기계, 로봇, 부품, 측정장치
3	재료/자재	새로운 원료, 재료를 활용하여 기존의 것을 대체	FRP, 강화 콘크리트, 철강재료
4	S/W	새로운 Data Base, 해석 및 설계 방법을 적용한 컴퓨터 프로그램	설계 프로그램, 사업관리시스템, 데이터베이스
5	시스템	다양한 장치와 S/W가 결합하여 일체로 활용되는 유형	고속철도, 경량전철, 공조시스템
6	기준/지침(안)	각종 법령, 건설공사기준, 지침 등	건설교통 법령, 설계기준, 시공기준 안전기준, 표준
7	기 타	()	인프라구축, 정책기획 등

** 아래 기술수명주기 분류를 참조하시어 해당되는 단계를 선택해 주십시오.

번호	구분	내용
1	기술도입기	기술의 잠재적 가능성만 있는 단계
2	기술성장기	기술개발국 및 일부 선진국에서 활용되고 있는 단계
3	기술성숙기	선진국 사이에서 활발한 기술이전이 일어나며, 기술의 표준화가 되어가는 단계
4	기술쇠퇴기	선진국에서 개도국으로 기술이전이 활발하게 일어나고, 선진국에서는 기술의 가치가 저하되나, 개도국에서는 아직 시장의 가치가 높은 기술

C. 성과활용 네트워크 정보

- 귀 기관의 R&D를 통해 개발된 기술을 활용하기 위해 필요한 시험·검증, 현장적용 및 수요기업 정보를 작성해 주십시오.
- 요소기술이 2개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

요소기술 구분	1-가	요소기술명	앵커체 및 다이캐이블체
구 분		주체명	
연구개발결과 시험 검증기관		(주)한국에스지이에스	
연구개발결과 수요기업			
연구개발결과 현장적용 기관·업체			
연구개발결과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관			

D. 성과 정보

- 귀 기관의 성과 정보에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 본 과제를 통해 발생한 성과를 기재해 주십시오.

1. 특허등록

No.	요소기술 구분	특허명칭	등록번호	등록일	출원인 (등록권리자)
A-1	1-가	확장형 영구 앵커	10-2016-0163837	20171202	(주)동아특수건설
A-2	1-가				
A-3	1-나				
A-4	1-나				
A-5	1-나				

2. 학술지 게재

No.	요소기술 구분	SCI/ 일반	논문명	학술지명	ISBN ISSN	주저자명	Vol. (No)	시작 페이지	끝 페이지	게재 일자
B-1	1-가	일반	Case study on Tensile Test of High Strength Multi-Strand jointed by grip bolt	11th International Conference on Geosynthetics		Sukrae Sim				합격발 표 2017년 9월 29일(예 정)
B-2	1-가									

3. 소프트웨어 등록

No.	요소기술 구분	SW명칭	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명
E-1	1-가						
E-2	1-나						

4. 신기술 지정

No.	요소기술 구분	명칭	출원일	고시일	보호기간	지정번호
F-1	1-가					
F-2	1-나					

5. 시제품 제작

No.	요소기술 구분	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야
C-1	1-가					
C-2	1-나					

6. 현장시험*

No.	요소기술 구분	현장시험명	시험일	시험장소	주요내용
D-1	1-가				
D-2	1-나				

* 현장시험: 개발기술의 보완이나 검증을 위하여 실험현장에 최초로 시험·적용하는 행위

7. 표준/인증

No.	요소기술 구분	인증번호 (규격번호)	인증명	취득일	취득기관	관리기관
K-1	1-가	CMT2017-0527	품질시험·검사성적서	20170216	한국에스지에스(주)	건설시험연구원
K-2	1-나					

8. 정책제택

No.	요소기술 구분	구분	정책명	관련기관 (담당부서)	시행일시	채택내용
L-1	1-가					
L-2	1-나					

9. 법령반영

No.	요소기술 구분	구분	활용구분 (신규/개선)	명칭	해당조항	시행일시	관리부처	제정/개선내용
M-1	1-가							
M-2	1-나							

10. 설계기준, 지방시, 지침에 반영

11. 기술실시계약

No.	요소기술 구분	구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	설계기준/시방서/지침 명칭	반영일시	반영내용
J-1	1-가					
J-2	1-나					

No.	요소기술 구분	계약명	실시기업명	계약체결일	기술사용 시작일	기술사용 종료일	징수일자	징수금액 (천원)	계약 유형
G-1	1-가								
G-2	1-나								

12. 사업화/제품화

No.	요소기술 구분	사업화명	사업화내용	업체명	사업자 등록번호	매출액(천원)	매출발생년도	고용실적(명)
H-1	1-가							
H-2	1-나							

13. 현장적용(시공)**

No.	요소기술 구분	발주기관명	시공업체명	적용현장명	공사시작일	공사종료일	공사금액(천원)***
I-1	1-가						
I-2	1-나						

** 현장적용(시공): 사업화주체(기업)가 개발기술을 실제 공사현장(수주)에 적용하여 매출이 발생하는 경우

***공사금액: 당해 기술이 적용된 공사의 총공사금액

E. 성과활용 정보

- 귀 기관의 성과활용 정보에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 요소기술이 1개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

구분	1-가	요소기술명	
----	-----	-------	--

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용”이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

“국토교통 R&D 성과의 활용“이란?

국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

1. 위 내용을 고려하였을 때 현재시점(R&D 종료)에서 귀 기관의 R&D 결과물은 그 성과가 활용되었습니까? ()

1. 예, 활용되었습니다.

2. 아니오, 활용되지 않았습니다.

2. 귀 기관이 수행한 건설교통 R&D 사업의 종료 후, 결과물이 활용되기까지 거쳐야 하는 프로세스를 <보기>와 같은 단계로 정의하였습니다. 귀 기관의 R&D 결과물의 활용프로세스 상 현재 단계를 표시하여 주십시오.

<보기> R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
Ⅰ	기술 개발 단계	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
	☐ 완료	
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계
	☒ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	
Ⅲ	실용화 추진 단계(마케팅)	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안·홍보·입찰 등) 단계
	☐ 준비 ☐ 진행중	
Ⅳ	시장수용 단계	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계
	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	

3. 위 2에서 Ⅰ~Ⅲ단계라고 응답한 경우, R&D 결과물을 활용하기 위해 지속적인 활동을 진행하실 예정입니까?()

1. 예, 계속 활용을 추진할 예정입니다.

2. 아니오, 활용추진을 중단하였습니다.

4. 귀 기관이 위 2번에서 응답한 단계까지 수행한 주요 활동내용을 구체적으로 설명해 주십시오.

※ 만약 귀 기관이 위 2번에서 Ⅲ단계라고 응답한 경우, Ⅰ단계, Ⅱ단계, Ⅲ단계의 주요 활동내용(주체, 시기, 산출물이나 공사명 등을 구체적으로 기입)을 작성해 주십시오.

※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
I	기술 개발 단계	SEPC7CI※ 7 (12.7mm / 15.2mm)강연선을 적용한 앵커체 및 다이케이블 제작
II	기술 검증·보완 단계	인증시험기관 (주)에스지에스 인정시험 득 완료
III	실용화 추진 단계	
IV	시장 수용 단계	

F. 성과활용 계획

- 귀 기관의 성과활용 계획에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 요소기술이 1개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

구분	1-가	요소기술명
----	-----	-------

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표 계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계				
II	기술 검증·보완 단계				
III	실용화 추진 단계				
IV	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명

** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? ()

1. 예, 필요합니다.

2. 아니요, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

국토교통연구개발사업 성과총람 원고

주관연구기관명	(주)동아특수건설
연구책임자명	심 석 래

I. 과제 기본정보

사업명	국도교통기술사업화 지원사업 (중소기업보유기술 사업화(자유공모)분야)	
최상위과제명	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발	
(핵심·세부) 과제명	3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발	
연구책임자 정보	(성 명) 심석래 (전 화) 02-2107-7100 (이메일) slopec@unitel.co.kr (소 속) (주)동아특수건설	

II. 연구개발 배경 및 목표

1. 연구배경

- 국내에서는 영구앵커 제조는 6개사 미만으로 단순 WEDGE TYPE으로 일반적으로 생산중인 제품 하중이 70~90ton 정도이며, 큰 하중은 일본에 기술료를 지급하고 있음. 특히 국내에서 생산되고 있는 앵커체 및 타이케이블체는 KS규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선만을 이용하여 제작되고 있으며, KS규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선(3000MPa급 강연선)을 이용하여 제작된 앵커체 및 타이케이블체는 전무한 실정임.
- 따라서 본 연구는 (주)동아특수건설에서 보유하고 있는 타이케이블 생산에 관한 특허 10-0699334 “타이케이블 결속장치”와 다년간의 제품개발 경험, 관련 자재 생산 및 납품, 시공경험 등을 바탕으로 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체를 개발하고자 함.

2. 연구목표

- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체의 도면 및 사양서 개발
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 타이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발은 일반 강연선을 활용하여 제작한 앵커체 및 타이케이블체 대비 설계/시공 본수를 감소시킬 수 있으며, 이를 통한 타이케이블 공정의 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감

III. 연구개발 내용 및 결과물

1. 주요 연구내용

(1) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발

- 선행연구 사례 조사
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 목표 성능 설정
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 성능검증

(2) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 목표 성능 설정

- 3000MPa급 강연선 대응 앵커 및 타이케이블의 헤드 개선 방안 연구
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블 압착공정 개선 방안 연구

(3) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 성능검증

- 자체시험 및 평가
- 공인인증시험기관에 의한 시험 및 평가

(4) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 도면 개발

- 관련자료 조사 분석
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 양산품 도면 개발

(5) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 사양서 개발

- 관련자료 조사 분석
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 사양서 개발

2. 연구개발 결과

(1) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발



[SWPC7CL 15.2mm x 7연선]

(2) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 목표 성능 설정



[다이스압력게이지]

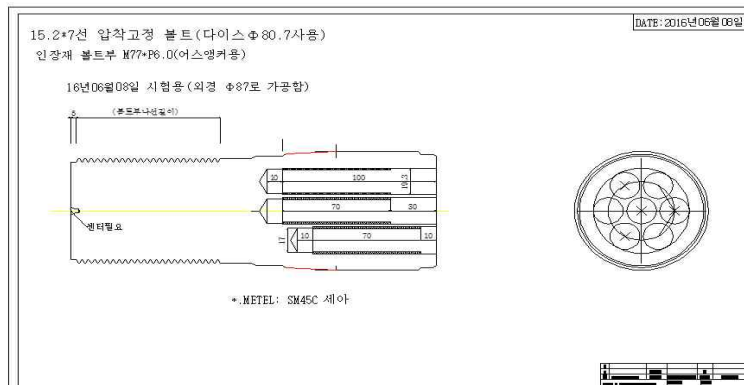
[다이스압착후]

(3) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 성능검증



[인장시험용 실린더]

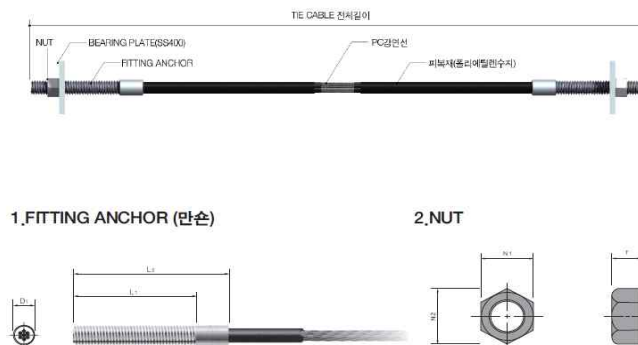
(4) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 도면 개발



[SWPC7CL 15.2x7선]

(5) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 사양서

TIE CABLE

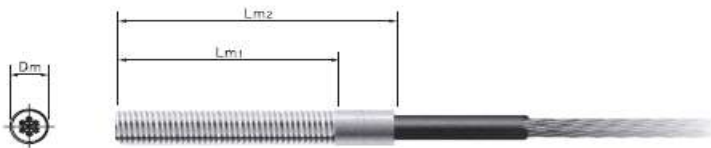


타이 케이블 제원표

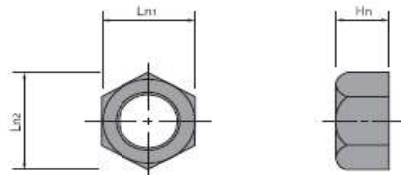
(12.7mm)								(Unit : mm)						비고
구분	강선개수	단면적 (cm ²)	항복하중 (t)	극한 인장하중 (t)	프레스트 레스직후 (t)	설계하중 (허용하중) (t)	인장중 (t)	인장재(볼트길이 변경가능)						SEE 비교
								텐션볼트			넛(NUT)			
								D1	L1	L2	N1	N2	T	
30(ton)	3가닥	2.961	47.7	56.1	33.4	33.7	42.9	45	240	325	69	79	36	F80TA
40(ton)	4가닥	3.948	63.6	74.8	44.5	44.9	57.2	45	240	325	80	97	40	F70TA
55(ton)	5가닥	4.938	79.5	93.5	55.7	56.1	71.6	56	240	325	93	107	60	F100TA
65(ton)	6가닥	5.923	95.4	112.2	66.8	67.3	85.9	62	240	340	97	112	60	F110TA
75(ton)	7가닥	6.910	111.3	130.9	77.9	78.5	100.2	62	240	340	97	112	60	F130TA
90(ton)	8가닥	7.897	127.2	149.6	89	89.8	114.5	65	240	340	115	133	63	

(15.2mm)								(Unit : mm)						비고
구분	강선개수	단면적 (cm ²)	항복하중 (t)	인장하중 (t)	프레스트 레스직후 (t)	설계하중 (허용하중) (t)	인장중 (t)	인장재(볼트길이 변경가능)						SEE 비교
								텐션볼트			넛(NUT)			
								D1	L1	L2	N1	N2	T	
110(ton)	7가닥	9.709	158.2	186.2	110.7	111.7	142.4	70	320	450	115	133	63	F170TA
140(ton)	9가닥	12.48	203.4	239.4	142.4	143.6	183.1	87	320	450	130	150	69	F230TA
160(ton)	10가닥	13.870	226.0	266.0	158.2	159.6	203.4	94	350	480	130	150	69	F230TA
170(ton)	11가닥	15.260	248.6	292.6	174	175.6	223.7	98	350	480	130	150	69	F230TA
200(ton)	13가닥	18.030	293.8	345.8	205.66	207.5	264.42	105	350	480	135	156	75	F270TA
240(ton)	15가닥	20.805	339	399	237.3	240	305.1	105	350	480	155	179	92	F360TA
300(ton)	19가닥	28.353	429.4	505.4	300.58	303.5	366.46	150	370	500	195	226	112	F500TA

1. FITTING ANCHOR (만손)



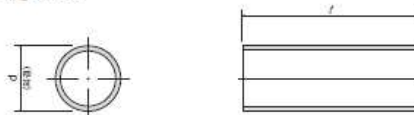
2. NUT



항목	명칭	F50T	F70T	F100T	F130T	F170T	F200T	F230T	F270T	F310T	F360T	F500T
FITTING ANCHOR	Dm	48	55.4	62	68	78	82	90	94	103	110	140
	Lm1	295	320	390	490	500	500	500	500	500	500	500
	Lm2	385	410	485	580	675	675	710	730	765	785	1250
	Weight(kg)	4.2	6.3	8.9	12.2	18.8	20.0	24.7	28.2	35.5	42.7	106.5
NUT	Ln1	75	82	93	97	115	120	130	135	150	155	195
	Ln2	86.5	94	107	112	133	139	150	156	173	179	228
	Hn	45	45	60	60	63	66	69	75	80	92	112
	Weight(kg)	1.1	1.2	1.9	2.0	3.0	3.5	4.7	5.2	7.3	8.0	15.8

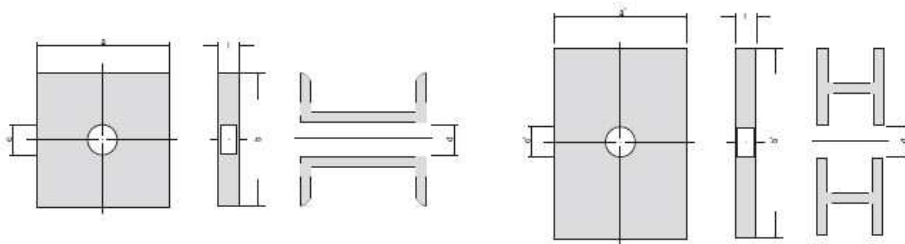
3. STAY RING

코팅된 POLYETHYLENE이 SHEET PILE의 HOLE에 직접 접촉하면 손상될 우려가 있으므로 이를 방지하기 위해 STAY-RING을 사용한다.



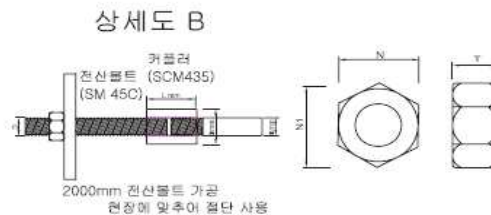
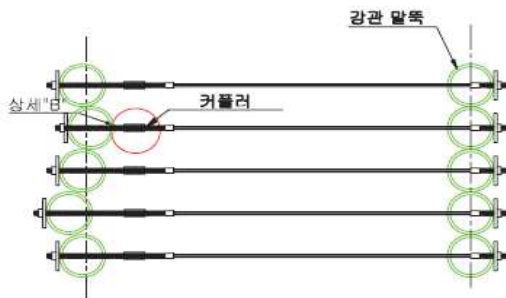
항목	명칭	40ton	55ton	75ton	110ton	140ton	160ton	200ton	240ton	300ton
D		74	74	84	94	104	114	154	163	212
L		200	200	200	200	200	200	200	200	200

4.BEARING PLATE



형식 명칭	BEARING PLATE (PL-a X b X t)	a	b	파장재(CHANNEL)	BEARING PLATE (PL-a X b X t)	파장재(H-BEAM)
30(ton)	PL-230 x 230 x 16	53	80	2[-150 x 75 x 6.5 x 10]	PL-300 x 200 x 22	2H-150 x 150 x 7 x 10
40(ton)	PL-240 x 240 x 16	60	90	2[-150 x 75 x 9 x 12.5]	PL-300 x 200 x 25	2H-175 x 175 x 7.5 x 11
55(ton)	PL-240 x 240 x 19	67	90	2[-150 x 75 x 9 x 12.5]	PL-300 x 200 x 28	2H-200 x 200 x 8 x 12
75(ton)	PL-280 x 280 x 22	73	100	2[-200 x 90 x 8 x 13.5]	PL-350 x 250 x 32	2H-200 x 200 x 8 x 12
110(ton)	PL-290 x 290 x 25	83	110	2[-250 x 90 x 9 x 13]	PL-400 x 300 x 36	2H-250 x 250 x 9 x 14
140(ton)	PL-300 x 300 x 28	95	120	2[-250 x 90 x 12 x 16]	PL-400 x 300 x 38	2H-250 x 250 x 9 x 14
160(ton)	PL-310 x 310 x 32	99	130	2[-300 x 90 x 9 x 13]	PL-500 x 300 x 45	2H-300 x 300 x 10 x 15
200(ton)	PL-320 x 320 x 32	108	140	2[-300 x 90 x 10 x 10.5]	PL-500 x 300 x 45	2H-300 x 300 x 10 x 15
240(ton)	PL-320 x 320 x 36	115	140	2[-300 x 90 x 12 x 16]	PL-500 x 300 x 50	2H-300 x 300 x 10 x 15
300(ton)	PL-370 x 370 x 45	145	170	2[-380 x 100 x 10.5 x 16]	PL-600 x 400 x 65	2H-350 x 350 x 12 x 19

재사용 TIE Cable



※파일(쉬트파일)에 따른 타이케이블 길이 시공에 유리하다.

※파일 틀림현상에 의한 조절 시공에 유리하다.

※볼트·너트 부분을 절단후에 재사용이 가능하다.

3. 연구개발 성과

(1) 공공적 성과

- 선진국 대비 기술적 우위를 선점
- 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상
- 선진국 대열에 도달하는 기반을 마련

(2) 기술적 성과

- 강연선 $\varnothing 15.2\text{mm}$, 3선, 4선, 5선, 6선, 7선 실험을 통하여 볼트부의 나사선 면적과 강연선 전함부의 파단원인을 찾아 개발함으로써 기술을 업그레이드 한
- 토목 기초 부분 영구앵커, 타이케이블, 케이슨들고리 등 국내기술 대체 가능한 것으로 판단
- 고강도 고품량 고품질의 기술적인 차별화로 선진국 기술에 접근할 수 있는 공법의 시장침투율 확보 가능

(3) 학술적 성과

- 교량 및 항만의 타이케이블 관련 산업에 대한 체계적인 발전방향 근거 마련
- 시험을 통해 디지털 데이터 로거 장비를 개발함

(4) 경제적 성과

- 선진국과의 기술 격차 축소 및 수입 대체 효과 기대
- 모듈화된 기술 개발을 통해 다양한 분야로의 활용 가능함으로써 생산성 증대와 비용 절감 효과 기대
- 타이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상

(5) 기타 성과

- 교량 및 항만의 타이케이블 관련 산업에 대한 체계적인 발전방향 제시

IV. 활용계획 및 기대효과

1. 활용계획

- 기존에 발표된 2160MPa 이상의 강연선을 활용한 연구는 주로 PSC거더 개발 및 고강방안에 관한 연구로서 중량대비 PSC거더 구조물의 부자재인 반면, 앵커체 및 타이케이블에서의 강연선은 중량대비 90%이상의 주자재인.
- 앵커체 및 타이케이블체에 2160MPa 이상의 고강도 강연선을 활용한 연구 미비한 실정으로 기존 연구대비 차별성을 갖음.
- (주)동아특수건설에서 보유한 장비와 추가적으로 구비할 장비 등과 지속적인 납품 및 시공 실적을 바탕으로 시제품을 생산, 시험을 통해 신뢰성 있는 제품을 개발하고자 함.
- 객관적인 시험을 통해 신뢰성을 확보한 시제품에 대하여, 일선 설계 및 시공업체에서 바로 활용할 수 있도록 제품에 대한 도면화를 추진하고, 제작 가능한 품목에 대한 사양서(브로셔)를 작성.

2. 기대효과

- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술 개발로 교량 및 항만의 다이케이블 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상
선진국 대비 기술적 우위를 선점하고 관련 응용기술 수준을 선진국 수준으로 향상시켜 선진국 대열에 도달하는 기반을 마련
- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술을 특허 및 신기술로 지정하여 지식재산권을 확보하고 관련시장 진출 및 부가가치 창출
고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술의 축적은 지속적인 다이케이블 관련 분야의 연구에 활용될 수 있으며, 향후 국제적 공동연구를 통하여 종합적연구도의 시너지 효과와 기술이 필요한 국가로의 기술 이전 등이 가능할 것으로 기대
- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작하고 실용화 가능한 기술 수준으로 검증
을 거쳐 향후 교량 및 항만 실계 시공시 다이케이블 공정에 활용
- 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작 기술 개발을 통하여 교량 및 항만의 다이케이블 관련 산업에 대한 체계적인 발전 방향 및 시장 형성에 파급 효과가 클 것으로 기대
미국, 유럽 등 선진국이 주도하고 있는 다이케이블 기술을 연구 개발하여 선진국과의 기술 격차를 축소하고, 기업의 중복 투자를 방지하고 보편화된 기술 개발을 통해 다양한 분야로의 활용이 가능하게 함으로써 생산성 증대와 비용 절감 치 수입 대체 효과 기대
또한 고강도 강연선을 활용한 다이케이블 제작을 통해 일반 강연선을 활용한 다이케이블 대비 다이케이블 설계/시공 본수 감소로 다이케이블 공정에 대한 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감이 가능함으로 다이케이블 공정에 대한 비용 절감 효과 기대

3. 선진 기술수준과의 기술격차 해소

- 본 기술은 강연선과 앵커체의 집합기술로서 국내 (주)동아특수기술에서 최초로 개발한 기술로서 극한하중 95%이상 인장력확보기술로서 성과를 및 인증확인서 참조바랍니다.
- 외국의 경우 85% 수준에서 머물고 있음

기술소개자료(SMK)

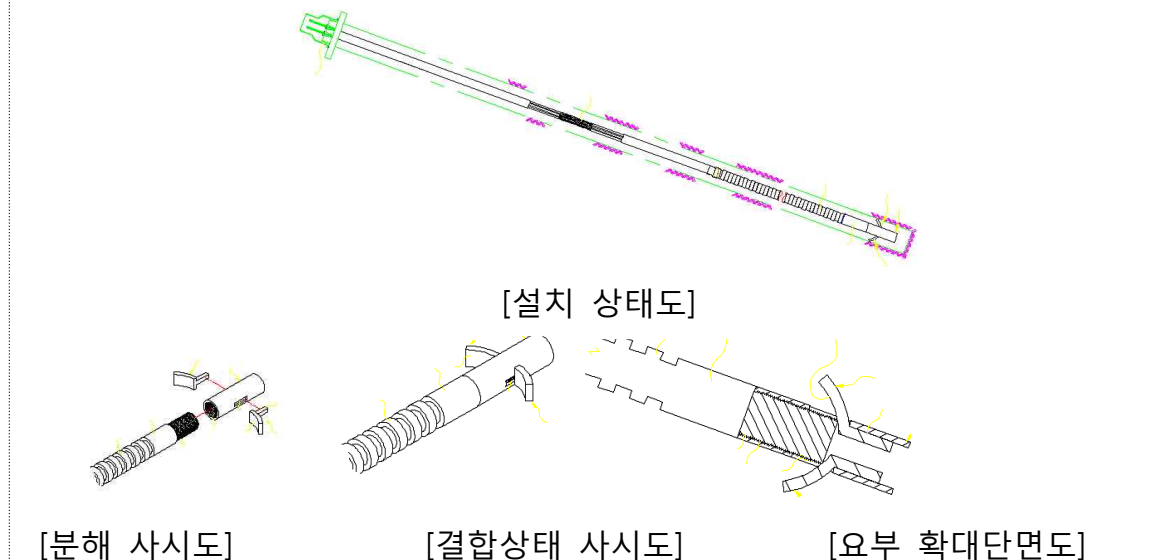
3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발

□ 기술범위 ②

- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커 및 타이케이블체 시제품 개발
- 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 도면 개발
- 앵커 및 타이케이블체 시제품 관련 사양서 개발

□ 기술내용 ③_시공절차, 적용방법 등 그림 포함

- 3000Mpa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발
- 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체의 도면 및 사양서 개발



□ 기존 기술의 문제점 ④

- ① 국내에서는 영구앵커 제작을 단순 WEDGE Type으로 생산하중이 70-90ton 정도이며, 큰 하중은 일본에 기술료를 지급하고 생산하고 있음
국내에서 생산되고 있는 앵커체 및 타이케이블체는 KS규격(KS D 7002:2011) SWPC7BL TYPE의 강연선만을 이용하여 제작되고 있으며, KS규격(KS D 7002:2011) SWPC7CL TYPE의 강연선(3000MPa급 강연선)을 이용하여 제작된 앵커체 및 타이케이블체는 전무한 실정임
- ② 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이케이블체 개발은 일반 강연선을 활용하여 제작한 앵커체 및 타이케이블체 대비 설계/시공 본수를 감소시킬 수 있으며, 이로 인한 타이케이블공정의 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감
- ③

□ 기술의 우수성 및 효과

차별성 ⑤_국내외 기술과 수준 비교표

구분	압축형/영구앵커	SEEE앵커
■ 기능/성능	■ 압축형/웨찌타입 ■ 강연선을 압착구에 주입한 뒤 압착구를 압착하여 소성 변형을 일으켜 일체화함	■ 압축형/너트방식 ■ PC강연선을 만손에 삽입한 뒤 압착하여 정착시킴
■ 장/단점	■ 꼬임에 의한 강연선 각각의 길이 차이 없음 ■ 교차에 의한 응력집중 없음 ■ 강도저감 감소 ■ 재인장 용이 ■ 부식에대한 저항성 큼 ■ 강연선 탄성계수 큼 ■ 국내순수기술로 가격저렴 ■ 인장작업을 위한 최소한의 여유장 필요 ■ 특수공법에의한 제작어려움	■ 꼬임선 케이블 방식을 적용하기 때문에 유연성 떨어짐 ■ 강연선이 교차하는 구간에 응력집중 ■ 꼬임에 의한 강연선 각각의 길이 차이 ■ 강도효율 저하 ■ 강연선 재가공 필수
■ 경제성 (공사비, 유지관리비, 공사기간 등)	■ 정착제 길이 감소에따라 경제적 설계 ■ 공사기간 단축/공사비절감	■ 정착제 길이가 길므로 비경제적 설계 ■ 공사비 증가

우수성 ⑥_국내외 기술대비 경쟁력

- 3000MPa급 강연선을 이용한 앵커체 및 타이케이블체 국내최초개발
- 국내 순수기술개발로 가격 저렴하며, 해외에 로열티 지불하지 않음
- 특수 공법으로 제작되므로 기술우위선점

경제적 효과 ⑦

- 국내 순수기술개발로 가격 저렴하며, 해외에 로열티 지불하지 않음
- 타이케이블 설계/시공 본수 감소로 타이케이블공정에 대한 자재비, 공사기간 단축으로 인한 시공비 절감이 가능함으로 타이케이블 공정에 대한 비용 절감 효과 기대
- (비용)
- (유지관리비)
- (공사기간)
- (간접효과)

□ 기술활용 실적 및 전망

기술활용 실적 ⑧

- 품질시험·검사성적서 인증완료(CMT2017-0527)
- 논문 제출 (11th International Conference on Geosynthetics)
- 특허 출원신청 (10-2016-0163837)

향후 활용전망 ⑨

- 상용화 제품 출시를 통한 제품 생산성 확보
- 국도건설, 터널, 항만 등 대규모 건설공사의 대절토 비탈면 구간
- 성능우수성, 시공성, 안정성으로 기존시장 점유율 및 신시장 진출

□ 수요처 및 권리현황

적용희망수요처 ⑩

- 도로, 철도, 항만 등 교통 SOC건설 사업 주관하는 국가공공기관
- 국내 건축물, 절토면, 교량 설계사, 시공사

권리현황 ⑪_PCT국제출원특허 포함

발명의 명칭	출원/등록번호	비고
■ 확장형 영구 앵커	10-2016-0163837	

□ 추가기술정보

R&D수행이력 ⑫

3000MPa급 강연선을
과제명 활용한 앵커체 및 타이
케이블체 개발

연구기간 2016.04.27.~2017.02.26

연구비 99,500,000원

기술분류□ ⑬

- 기술수준 ⑭
- ☐ 기술개념확립
 - ☐ 연구실환경검증
 - ☒ 시제품제작
 - ☐ 실제환경검증
 - ☐ 신뢰성평가
 - ☐ 상용품제작
 - ☐ 사업화

□ 문의 ⑮

관리자 국토교통과학기술진흥원
창업사업화지원센터
Tel.031-389-6364
techbiz@kaia.re.kr

기술개발자 (주)동아특수건설
심석래(02-2107-7100)
slopec@unitel.co.kr



BEYOND ASIAN HUB. TOWARD GLOBAL WORLD

TEST REPORT

주소 22829 인천광역시 서구 가좌로 68 (가좌동)

TEL (032)5709-700

FAX (032)575-5613

성적서번호 : TAS-016714

대표자 : 김석래

업체명 : (주)동아특수건설

주소 : 서울 금천구 가산동 48 대동테크노타운 3차 814

접수 일자 : 2016년 8월 26일

시험완료일자 : 2016년 08월 10일

시험명 : PC 강연선 (PC강선 및 PC강연선 KS D 7002) Ø15.2 mm S\PC7BL (연구용) (*)

시험결과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
인장하중	kN	-	312	KS D 7002 : 2011
C	%	-	0.81	KS D 1801 : 2003
Si	%	-	0.29	KS D 1801 : 2003
Mn	%	-	0.75	KS D 1801 : 2003
P	%	-	0.011	KS D 1801 : 2003
S	%	-	0.007	KS D 1801 : 2003
Mg	%	-	0.003	KS D 1801 : 2003

(*) 국토교통기술사업화 지원사업(3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이게이틀체 개발

• 용도 : 품질관리용

비고 : 1. 이 성적서는依頼자가 제시한 시료 및 시험요청으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 총포, 선전, 광고 및 소송을 목적으로 사용될 수 있으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(본문 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/복사본은 결과치 참고용입니다.

Park Ki-Woong

책임자 : 박기웅

E-mail : impact@ktr.or.kr

Park Sang-uk

기술책임자 : 함종오

Tel : 1577-0991 (ARS ①~④)

2016년 08월 10일



한국화학융합시험연구원장



위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

전자문서본(Electronic Copy)


 KTR-GP-T09-F01-03(07)

AA(210 X 297)

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD



TEST REPORT

우 22829 인천광역시 서구 가재동로 68 (가좌동)

TEL (032)5709-700

FAX (032)575-5613

검정서번호 : TAS-016713

대 표 자 : 심석래

업 체 명 : (주)동아특수건설

주 소 : 서울 금천구 가산동 448 대동테크노타운 3차 814

접 수 일 자 : 2016년 07월 26일

시험완료일자 : 2016년 08월 10일

시 료 명 : PC 강연선 (PC강선 및 PC강연선 KS D 7002) Ø15.2 mm SWPC7CL (연구용) (*)

시험결과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
인장하중	kN	-	274	KS D 7002 : 2011
C	%	-	0.93	KS D 1801 : 2003
Si	%	-	0.57	KS D 1801 : 2003
Mn	%	-	0.55	KS D 1801 : 2003
P	%	-	0.008	KS D 1801 : 2003
S	%	-	0.007	KS D 1801 : 2003
Mg	%	-	0.003	KS D 1801 : 2003

(*) 국토교통기술사업화 지원사업(3000MPa급 강연선을 활용한 열커체 및 타이게이분체 개발

• 용 도 : 품질관리용

비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시험요청으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 출력이다(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 증명, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 있으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(통본 부합)인 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Paeul Ki Woong

책임자 : 박기웅
E-mail: impact@ktr.or.kr

Pam Jong-od

기술책임자 : 함종오
Tel : 1577-0001(ARS ①-48)

2016년 08월 10일



한국화학융합시험연구원장



위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

전자문서본(Electronic Copy)

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE KTR-QP-T08-F01-02(07)

A4(210 X 297)

BEYOND ASIAN HUB. TOWARD GLOBAL WORLD



TEST REPORT

주소: 22829 인천광역시 서구 가좌로 68 (가좌동) TEL: (032)5709-700 FAX: (032)575-5613

성적서번호: TAS-016712
 대 표 자: 심석래
 업 체 명: (주)동아특수건설
 주 소: 서울 금천구 가산동 48 대동테크노타운 3차 814

접수 일자: 2016년 07월 26일
 시험완료일자: 2016년 08월 10일

시 료 명: PC 강연선 (PC강선 및 PC강연선 KS D 7002) Ø15.2 mm SWPC7DL (연구용) (*)

시험결과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
인장하중	kN	-	332	KS D 7002 : 2011
C	%	-	0.99	KS D 1801 : 2003
Si	%	-	0.73	KS D 1801 : 2003
Mn	%	-	0.52	KS D 1801 : 2003
P	%	-	0.008	KS D 1801 : 2003
S	%	-	0.005	KS D 1801 : 2003
Mg	%	-	0.003	KS D 1801 : 2003

(*) 국토교통기술사업화 지원사업(3000MPa급 강연선을 활용한 열커체 및 타이게이분체 개발)

• 용 도: 품질관리용

비 고: 1. 이 성적서는 소위자가 제시한 시료 및 시험요청으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 출력이기(www.ktr.or.kr) 또는 QR code를 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 총무, 선전, 광고 및 인쇄용 용으로 사용할 수 있으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(본문 부합)인 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Paeck Ki Woong

작성자: 박기웅
E-mail: impact@ktr.or.kr

Paeck Jong-oh

기술책임자: 함종오
Tel: 1577-0091(ARS ①-②)

2016년 08월 10일



한국화학융합시험연구원장



위변조 확인용 QR code

Page: 1 of 1

전자문서본(Electronic Copy)

전자문서본은 시험결과에 대한 참고용입니다.


 KTR-GP-T09-F01-02(37)

A4(210 X 297)

BEYOND ASIAN HUB. TOWARD GLOBAL WORLD



TEST REPORT

우 22829 인천광역시 서구 가재울로 68 (가좌동)

TEL (032)5709-700

FAX (032)575-5613

성적서번호 : TAS-016715

대 표 자 : 심석래

업 체 명 : (주)동아특수건설

주 소 : 서울 금천구 가산동 448 대동테크노타운 3차 814

접 수 일 자 : 2016년 07월 28일

시험완료일자 : 2016년 08월 09일

시 료 명 : 철선 (3mm)

시험결과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
인장하중	kN	-		12.9 : KS-D 7002 : 2011

• 품 도 : 품질관리용

비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시험명의로 시험한 결과로서 전체 세월에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.

2. 이 성적서는 총무, 안전, 광고 및 소송용 용어로 사용할 수 없으며, 중대 이의의 사용을 금합니다.

3. 이 성적서는 원본(원본 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Kim Seok-rae

직명자 : 김석래

E-mail: k8306@ktr.or.kr

Kim Seung-oh

기술책임자 : 김승오

Tel : 1577-0091(ARS ①-④)

2016년 08월 09일



한국화학융합시험연구원장



위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

전자문서본(Electronic Copy)

KTR WORLD TESTING & RESEARCH INSTITUTE

KTR-CP-T09-P01-02(07)

A4(210 X 297)



품질시험·검사성적서

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. 성적서 번호 : CMT2016 - 4166R1 | 5. 접수일자 : 2016 년 12 월 19 일 |
| 2. 의 리 인 업체명 : 한동아록수건설 | 6. 발급일자 : 2016 년 12 월 30 일 |
| 주 소 : 서울특별시 금천구 가산디지털2로 115(대림테크노타운 3차)814 호 | |
| 3. 성과이용목적 : 3000Mpa 급 강연선을 활용한 앵커채 및 타이케이플체 개발 | |
| 4. 시 료 명 : SWPC 7CL (3000Mpa) 15.2 mm x 3 선 | |

시 험 결 과

연 번	시험 · 검사종목	단 위	시험 · 검사방법	시험 · 검사결과
1	인장하중	0 kN	의뢰자 채시방법	0.00
		88.09 kN		2.57
		176.19 kN		5.73
		352.37 kN		12.91
		528.56 kN		21.02
		704.75 kN		33.14
		880.94 kN		43.00

- ※ 시험 · 검사결과는 인장하중에 따른 범위임.
※ 이 성적서는 이전 발행 성적서 CMT2016-4165 을 대체합니다.

담당자 : 조 대 규

기술책임자 : 최 광 일

Tel : 031-669-0622

Tel : 031-669-0600

- ※비고 1. 이 시험성적서는 당초 의뢰자가 제출한 시료 및 시료영으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증 하지는 않습니다.
2. 이 성적서는 공보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 공표 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서의 복본 권위확인을 원하시려면 시험당당자의 열람요청을 통해서 확인해 드립니다.

한국에스지에스(주) 건설시험연구원

주 소 : 경기도 평택시 서탄면 수월로5길 46 전화번호 031-660-0000

유의사항 : 기술책임자의 날명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

페이지 1 / 2

In accordance with Client's instructions, the Company's involvement has been limited to witnessing/observing a third party's intervention(s) at the third party's laboratory/test house or other facilities and equipments used for the intervention(s). The Company's sole responsibility was to be present at the time of the third party's intervention(s) to forward the results, or confirm the occurrence, of the intervention(s). The Company is not responsible for the condition or calibration of apparatus, instruments and measuring devices used, the analysis methods applied, the qualifications, actions or omissions of the third party's personnel or the analysis results.
SGS-2510-001-INT (04)



SGS Korea Co., Ltd. 65, Seomun-gil Seomun-myeon, Pyeongtaek-si, Gyeonggi-do, Korea 411-851 T +82(0)31 640 1000 F +82(0)31 640 1000 www.sgskor.com

Member of SGS Sateac Société Générale de Surveillance

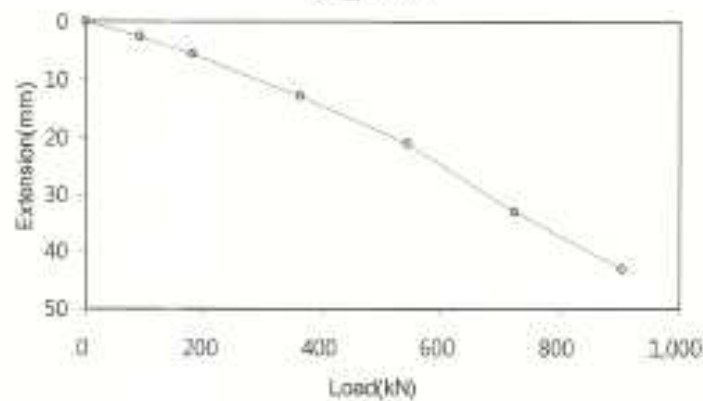


품질시험·검사성적서

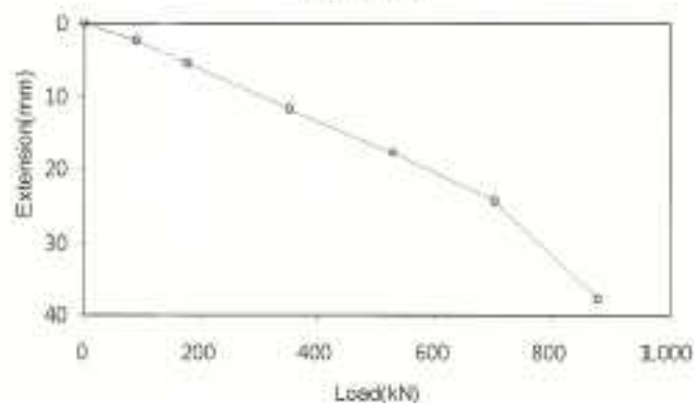
발급번호: CMT2016- 4166R1

연 번	시험 - 검사종목	단 위	시험 - 검사방법	시험 - 검사결과
2	인장하중	0 kN	외외자 재시험방법	0.00
		88.09 kN		2.46
		176.19 kN		5.59
		352.37 kN		11.74
		528.56 kN		17.87
		704.75 kN		24.33
		880.94 kN		37.80

3선 No.1



3선 No.2





품질시험·검사성적서

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. 성적서 번호 : CMT2016 - 4167R1 | 5. 접수일자 : 2016년 12월 19일 |
| 2. 의뢰인 업체명 : ㈜동아특수건설 | 6. 발급일자 : 2016년 12월 30일 |
| 주 소 : 서울시 금천구 가산디지털2로 115(대림테크노타운 3차)814호 | |
| 3. 성과이용목적 : 3000Mpa 급 강연선을 활용한 명커져 및 타이캐이블체 개발 | |
| 4. 시 료 명 : SWPC 7CL (3000Mpa) 15.2 mm x 4 선 | |

시 험 결 과

연 번	시험 · 검사종목	단 위	시험 · 검사방법	시험 · 검사결과
1	인장허중	0 kN	외위자 제시방법	0.00
		117.46 kN		5.87
		234.92 kN		8.75
		469.83 kN		15.53
		704.75 kN		22.07
		939.66 kN		30.69
		1174.58 kN		44.52

※ 시험 · 검사결과는 인장허중에 따른 변위임.

※ 이 성적서는 미전 발행·성적서 CMT2016-4167 을 대체합니다.

담당자 : 조 미 규

Tel : 031-669-0622

기술책임자 : 최 권 일

Tel : 031-669-0600

- ※비 고
1. 이 시험성적서는 당초 의뢰자가 제출한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 자중에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송증거로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서의 유효·진위확인을 위해서는 본 시험당일자의 밀봉요청을 통해서 확인해 드립니다.

한국에스지에스(주) 건설시험연구원

주 소 : 경기도 평택시 서탄면 수월로5길 66 전화번호 (031)669-0600

문의사항 : 기술책임자의 설명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

페이지 1 / 2

In accordance with Client's instructions, the Company's involvement has been limited to witnessing/observing a third party's intervention(s) at the third party's intervention(s) basic or other facilities and installations used for the intervention(s). The Company's sole responsibility was to be present at the time of the third party's intervention(s) to forward the results, or confirm the occurrence, of the intervention(s). The Company is not responsible for the condition or calibration of apparatus, instruments and measuring device used, the analysis methods applied, the qualifications, actions or omissions of the third party's personnel or the analysis results.
KCP-2010-001-P07 (06)



SGS Korea Co., Ltd. | 16, Seomun-ro, Gwanak-gu, Seoul, 151-850 | T +82(02) 490-3800 F +82(02) 490-3888 | www.sgs.com

Member of SGS Group Société Générale de Surveillance

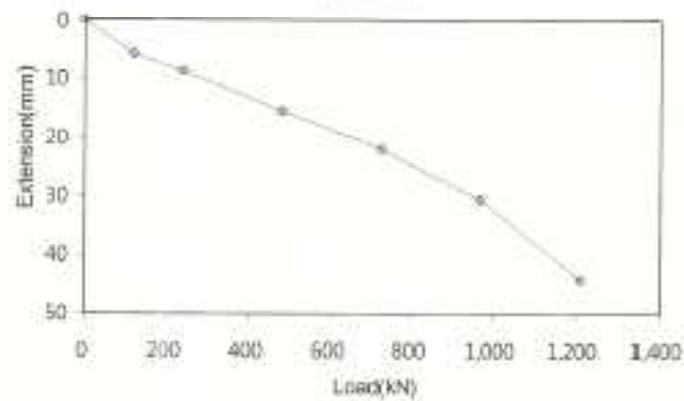


품질시험·검사성적서

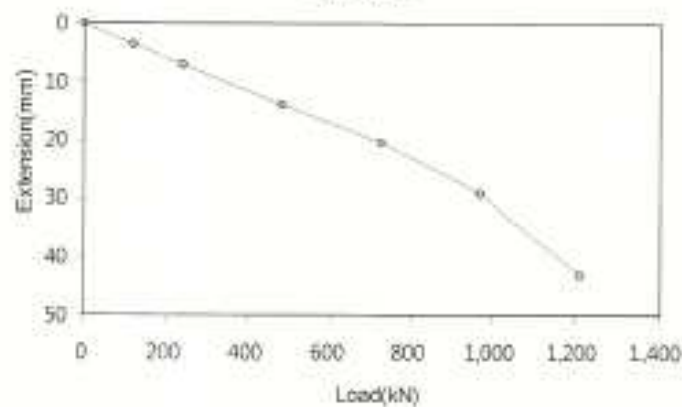
발급번호: CMT2016- 4167R1

연 번	시험 · 검사종목	단 위	시험 · 검사방법	시험 · 검사결과
2	연장하중	0 kN	외회자 제시방법	0.00
		117.46 kN		3.66
		234.92 kN		7.11
		469.83 kN		13.88
		704.75 kN		20.57
		939.66 kN		29.30
		1174.58 kN		43.10

4선 No.1



4선 No.2





품질시험·검사성적서

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. 성적서 번호 : CMT2016 - 4168R1 | 5. 접수일자 : 2016 년 12 월 19 일 |
| 2. 의뢰인 업체명 : R&D아독수건설 | 6. 발급일자 : 2016 년 12 월 30 일 |
| 주 소 : 서울시 금천구 가산디지털2로 115(대림테크노타운 3차)814호 | |
| 3. 성과이용목적 : 3000Mpa 급 강연선을 활용한 열커제 및 타이캐어블체 개발 | |
| 4. 시 료 명 : SWPC 7C.L (3000Mpa) 15.2 mm x 5 선 | |

시 험 결 과

연 번	시험 · 검사종목	단 위	시험 · 검사방법	시험 · 검사결과
1	인장하중	0 kN	의뢰자 제시방법	0.00
		146.82 kN		3.58
		293.65 kN		6.90
		587.65 kN		13.46
		880.94 kN		20.22
		1174.58 kN		29.35
		1468.23 kN		50.65

※ 시험 · 검사결과는 엄정하중에 따른 범위임.

※ 이 성적서는 이관 발행 성적서 CMT2016-4168 을 대체합니다.

담당자 : 조 태 규

Tel : 031-669-0622

기술책임자 : 최 광 일

Tel : 031-669-0600

- 주비 고 : 1. 이 시험성적서는 당초 의뢰자가 제출한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 현재 제공에 대한 품질을 보증 하지는 않습니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서의 원본 진위확인을 원하시면은 시험담당자의 열람요청을 통해서 확인해 드립니다.

한국에스지에스(주) 건설시험연구원

주 소 : 경기도 불특시 서면 수원영5길 66 전화번호 031-669-0600

유의사항 : 기술책임자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

페이지 1 / 2

In accordance with Client's instructions, the Company's involvement has been limited to witnessing/observing a third party's intervention(s) at the third party's (accredited) house or other facilities and instruments used for the intervention(s). The Company's sole responsibility was to be present at the level of the third party's intervention(s) to witness the results, or confirm the occurrence, of the intervention(s). The Company is not responsible for the violation or calibration of equipment, instruments and measuring devices used, the analysis methods applied, the qualification, actions or behaviors of the third party's personnel or the analysis results.
KQP-2515-000-P07 (08)



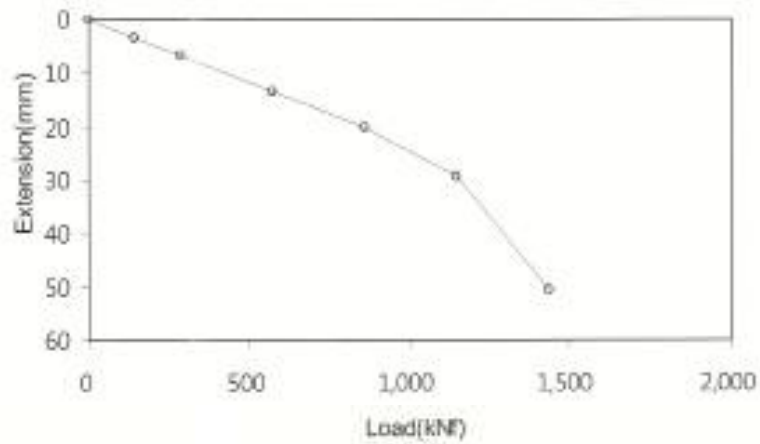
SGS Korea Co., Ltd. | SGS Korea's address: P.O. Box 111, Suwon, 461-812 | T +82(031) 669-0600 F +82(031) 645-3580 | www.sgs.com
Member of SGS Group Société Générale de Surveillance

SGS

품질시험·검사성적서

발급번호: CMT2016- 4168R1

5선 No.1



페이지 2 / 2



SGS Korea Co., Ltd.

66, Jamsil-ro 1-gil, Jamsil, Songdo-gu, Incheon, Korea 413-851, T +82(0)32 846 0800 F +82(0)32 846 0808 www.sgs.com

Member of SGS Group Société Générale de Surveillance



품질시험·검사성적서

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. 성적서 번호 : CMT2017 - 0526 | 5. 접수일자 : 2016 년 12 월 19 일 |
| 2. 의뢰인 업체명 : ㈜동아복수건설 | 6. 발급일자 : 2017 년 02 월 16 일 |
| 주 소 : 서울시 금천구 가산디지털2로 115(대림테크노타운 3 차)814 호 | |
| 3. 성과이용목적 : 3000Mpa 급 강연선을 활용한 앵커채 및 타이케이볼체 개발 | |
| 4. 시 료 명 : SWPC 7CL (3000Mpa) 15.2 mm x 6 선 | |

시 험 결 과

연 번	시험 · 검사종목	단 위	시험 · 검사방법	시험 · 검사결과
1	인장하중	0 kN	의뢰자 제시방법	0.00
		176.19 kN		3.34
		352.37 kN		6.86
		704.75 kN		13.43
		1057.12 kN		20.76
		1409.50 kN		29.70
		1761.87 kN		51.95

※ 시험 · 검사결과는 인장하중에 따른 범위임.

담당자 : 조 태 규

Tel : 031-669-0622

기술책임자 : 최 광 일

Tel : 031-669-0600

- ※비 고 : 1. 이 시험성적서는 당초 의뢰자가 제출한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증 하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서의 원본 진위확인을 원하시면은 시험담당자의 담당요청을 통해서 확인해 드립니다.

한국에스지에스(주) 건설시험연구소

주 소 : 경기도 광복시 서한문 수월당5길 44 전화번호 031-669-0600

유치사항 : 기술책임자의 성명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

페이지 1 / 2

In accordance with Client's instructions, the Company's involvement has been limited to representing/obtaining a third party's intervention(s) at the third party's laboratory/field house or other facilities and installations used for the intervention(s). The Company's sole responsibility was to be present at the time of the third party's intervention(s) to forward the results or confirm the occurrence of the intervention(s). The Company is not responsible for the condition or calibration of apparatus, instruments and measuring devices used, the analysis methods applied, the qualifications, address or relations of the third party's personnel or the analysis results.
 KQF-2523-000-007 (08)



SGS Korea Co., Ltd.

16, Jamsil-ro 7-gil (Jamsil-eyeri), Pyeongtaek-si (Gyeonggi-do), Korea 411-012 | T +82(0)31-669-0600 F +82(0)31-669-0606 | www.sgs.com

Member of SGS Group (SGS SA, SGS SA Group of Companies)

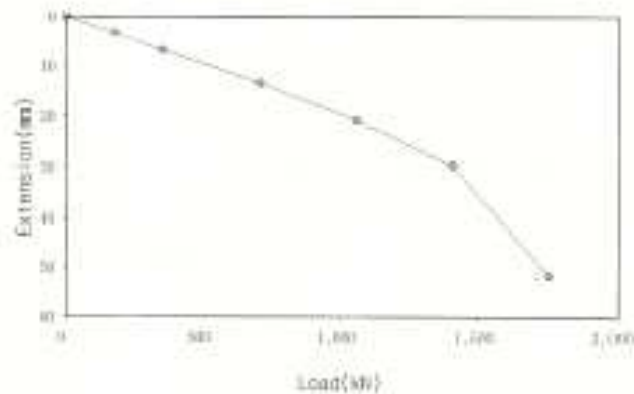


품질시험·검사성적서

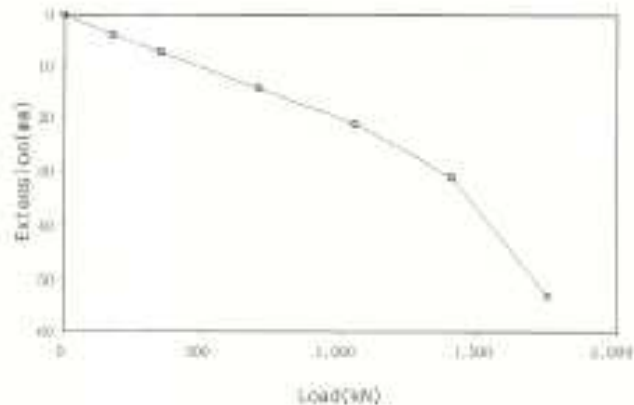
발급번호: CMT2017- 0526

연 번	시험 · 검사종목	단 위	시험 · 검사방법	시험 · 검사결과
2	연장하중	0 kN	의뢰자 제시방법	0.00
		176.19 kN		3.91
		352.37 kN		7.30
		704.75 kN		14.22
		1057.12 kN		21.33
		1409.50 kN		30.84
		1761.87 kN		53.11

6선 No.1



6선 No.2



페이지 2 / 2





품질시험·검사성적서

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. 성적서 번호 : CMT2017-0527 | 5. 접수일자 : 2016년 12월 19일 |
| 2. 의뢰인 업체명 : ㈜동마특수건설 | 6. 발급일자 : 2017년 02월 16일 |
| 주 소 : 서울시 금천구 가산디지털2로 115(대림테크노타운 3차)814호 | |
| 3. 성과이용목적 : 3000Mpa 급 강연선을 활용한 앵커채 및 타이게이볼채 개발 | |
| 4. 시 료 명 : SWPC 7CL (3000Mpa) 15.2mm x 7선 | |

시험결과

연 번	시험·검사종목	단 위	시험·검사방법	시험·검사결과
1	인장하중	0 kN	의뢰자 제시방법	0.00
		205.55 kN		7.99
		411.10 kN		11.38
		822.21 kN		17.83
		1233.31 kN		24.44
		1644.41 kN		37.97
		2055.52 kN		57.23

※ 시험·검사결과는 연장하중에 따른 범위임.

담당자 : 조 태 규

Tel : 031-669-0522

기술책임자 : 최 광 일

Tel : 031-669-0500

- ※ 비 고 : 1. 이 시험성적서는 당초 의뢰자가 제출한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서의 원본 진위확인을 원하시면은 시험담당자의 열람요청을 통해서 확인해 드립니다.

한국에스지에스(주) 건설시험연구원

주 소 : 경기도 평택시 서탄면 수월로5길 66 전화번호 : 031-669-0600

유의사항 : 기술책임자의 실명과 서명이 없는 경우에는 결과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

페이지 1 / 2

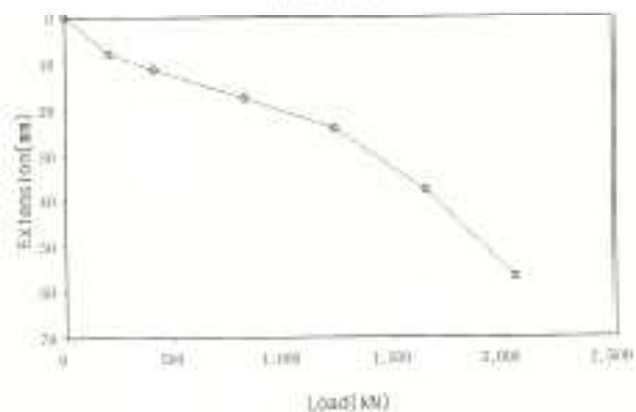
In accordance with User's instructions, the Company's involvement has been limited to witnessing/observing a third party's intervention(s) at the third party's laboratory/field office or other facilities and installations used for the intervention(s). The Company's sole responsibility will be to present at the time of the third party's intervention(s) to forward the results, to confirm the occurrence of the intervention(s). The Company is not responsible for the condition or calibration of apparatus, instruments and measuring devices used, the analysis methods applied, the qualifications, actions or omissions of the third party's personnel in the analysis results.
 KGS-2010-011-007 (K)



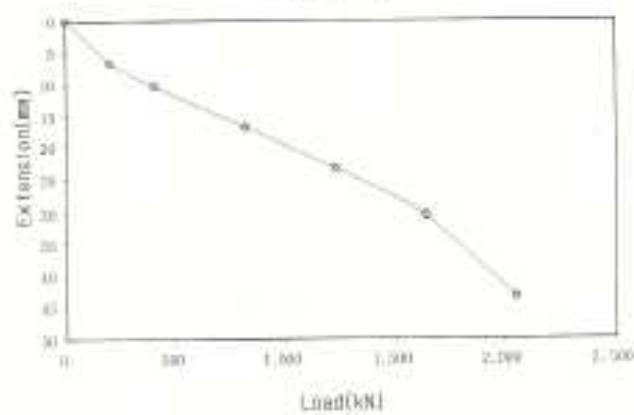
SGS Korea Co., Ltd. | 883 Samsung-ro, Gyeonggi-do, Suwon-si, Korea 410-011 | T +82(031) 669-0600 F +82(031) 669-0918 | www.sgs.com
 Member of the Group of Companies (GOM) (a subsidiary)

면 번	시험 · 검사종목	단 위	시험 · 검사방법	시험 · 검사결과
2	연장하중	0 kN	mm	0.00
		205.55 kN	mm	6.95
		411.10 kN	mm	10.39
		822.21 kN	mm	16.88
		1233.31 kN	mm	23.41
		1644.41 kN	mm	30.54
		2055.52 kN	mm	43.57

7선 No.1



7선 No. 2



실용화 성과점검 결과서

점검위원 : 이성원 (서명)

(분과)과제명	(17분과) 3000MPa급 강면선을 활용한 영커처 및 타이케이볼체 개발
주관연구기관	㈜동아독수건설
점검결과 및 보완요청사항	
○ (사업화 이행실적에 대한 의견) - 신청기술은 선진기술의 의존도를 없애고 자체국내기술로 개발하여 로열티 지불의 부담이 없음. (오히려 일본에 기술을 수출하여 로열티를 받고 있는 실정임) ○ (주요 성과에 대한 의견) - 강면선 $\phi 15.2\text{mm}$, 3선, 4선, 5선, 6선, 7선 실험을 통하여 볼트부의 나사산 면적과 강면선 접합부의 파단원인을 찾아 개발함으로써 기술을 업그레이드 함. - 시험을 통해 디지털 기록이 가능한 장비를 개발함. ○ (점검 결과 및 사업화, 실용화를 위한 보완요청 사항) - 한국화학융합시험연구원의 강면선 시험 성적으로 제품의 품질을 보증하였음. - 신청기술의 사업화, 실용화를 위해서 조속히 시험시공을 할 수 있도록 제도적 마련(시공장소)이 절실함. ○ 기타(과제 성공을 위한 추가 컨설팅 등) - 본 신기술이 새롭게 진출하는데 문제점이, 발주기관에서는 실적증명을 요구하는데 실적이 없기에, 공인기관의 기술적 검증이 뒷받침되어야 원활히 진출가능함. - 중소기업개발업체의 공동된 애로사항으로 대학 및 연구기관의 기술검증 지원이 필요함.	

실용화 성과점검 결과서

점검위원 : 김병태 (서명)

(분과)과제명	(17분과) 3000MPa급 강연선을 활용한 앵커체 및 타이게이블체 개발
주관연구기관	㈜동아특수건설
점검결과 및 보완요청사항	
○ (사업화 이행실적에 대한 의견) - 시제품개발완료 (시험기록에 의한 품질관리 90%이상 달성) - 시험을 통한 디지털 기록 가능 장비 개발 ○ (주요 성과에 대한 의견) - 토목 기초 부문 영구앵커, 타이게이블, 케이슨들고리 등 국내기술 대체 가능한 것으로 판단됨. - 고강도 고용량 고품질의 기술적인 차별화로 선진국 기술에 접근할 수 있는 공법의 시장점유율 확보 가능 ○ (점검 결과 및 사업화, 실용화를 위한 보완요청 사항) - 신기술을 획득하여 SOC사업등에 적극적 사업화 및 실용화 단계도 추진 필요 ○ 기타(과제 성공을 위한 추가 컨설팅 등) - 해외로 기술을 수출하고 해외기술 도입비용을 절약할 수 있는 제품개발에 주력 권고	