

스마트 텐던의 기술이전을 위한 기술가치평가 및 사업화 기획

2008. 10. 24

주관연구기관 / 한국유지관리(주)

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

사업화계획 및 추가기술개발·검증 계획서									
① 사 업 명	건설교통 R&D 정책·인프라				과제번호				
② 연구(기술)분야	국가과학기술 표준분류체계	대분류	Q	중분류	Q3	소분류	Q32		
	전문분야분류	C0403, C0102, E0303							
③ 과 제 분 류	과제유형	2			실용화 대상여부		1		
④ 과 제 명	사업화계획(기술가치평가)		스마트 텐던의 기술이전을 위한 기술가치평가 및 사업화 기획						
	추가기술개발 및 검증		교량 및 지반보강을 위한 스마트 텐던 기술의 사업화를 위한 추가기술개발 및 검증						
⑤ 주관연구기관	한국유지관리(주)				연구 수행형태		산-학		
⑥ 주관연구책임자	성 명(한문)		윤 종 구 (尹 鐘 球)						
	소속 및 부서명		전략기획실				직 위	실장	
	연락처		전 화	02-830-7071(120)		휴대폰	011-9813-2133		
			E-mail	hawaiiyoun@kmctech.co.kr		Fax	02)830-5256		
총 연구기간		2008. 12. 01. ~ 2009. 11. 30. (1년 0월)							
다년도 협약 연구기간		20 . . . ~ 20 . . . (년 월)							
당해연도 연구기간		2008. 12. 01. ~ 2009. 11. 30. (1년 0월)							
연구개발비 및 참여연구원수 (단위 : 천원, 명)									
연도	정부 출연금	기업부담금			정부외 출연금	상대국 부담금	합계	참 여 연구원수	
		현금	현물	소계					
1차년도	200,000	20,000	65,714	85,714			285,714	15	
2차년도									
3차년도									
4차년도									
5차년도									
총계									
협동연구기관명		전남대학교						외(0 개 기관)	
위탁연구기관명								외(개 기관)	
참 여 기 업 명		한국유지관리(주)						외(0 개 기관)	
국 제 공 동 연 구	상 대 국 연 구 기 관 명		상 대 국 연 구 개 발 비		신청액	천원			
					확정액	천원			
	상 대 국 연 구 책 임 자		상 대 국 연 구 개 발 기 간		신청	20 . . . ~ 20 . . . (년 월)			
					확정	20 . . . ~ 20 . . . (년 월)			
건설교통기술연구개발사업운영규정 및 제반 관계규정을 준수하면서 본 연구개발과제를 성실히 수행하고자 첨부와 같이 제출합니다. 붙임 : 기술가치평가결과 보고서 2008년 10월 24일 주관연구책임자: 윤 종 구 (인) 주관연구기관장: 최 준 성 (직인) 한국건설교통기술평가원장 귀하									

목 차

1. 사업화 계획	1
가. 기술가치평가 결과 요약	1
나. 국내외 관련 시장조사	3
(1) PSC 박스거더교의 시장현황	3
(2) 어스앵커의 시장현황	8
다. 사업화 계획	13
(1) 사업화 위험요소(Risk) 분석	13
(2) 추가 기술개발 로드맵(TRM) 작성	14
(3) 스마트 텐던 기술개발 로드맵(TRM)	17
라. 사업화를 위한 비즈니스 모델 수립	18
(1) 시장 니즈(2008년 ~ 2010년)	18
(2) 사업화를 위한 전담조직 구성	20
(3) 스마트 텐던 사업화 모델(BM)	22
 2. 추가기술개발 목표 및 내용	 23
가. 최종목표	23
나. 연구목표 및 내용 (상세히 기술)	23
(1) 스마트텐던의 원가절감 기술 및 방안	24
(2) 스마트텐던의 교량 활용기술 개발	25
(3) 스마트텐던의 지반구조물 활용기술 개발	32
(4) 스마트텐던을 활용한 장력모니터링 통합 SW 개발	37
다. 연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토결과	39
(1) 연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토결과	39
(2) 연구개발과제의 차별화 방안	39
라. 연구개발과제의 차별화 방안	40

3. 추가기술개발 및 검증 계획	42
4. 사업화 및 연구역량 우수성	43
가. 과제 추진 인력의 본 과제 관련 연구실적	43
나. 개발기술관련 기반 기술의 보유 및 숙련도	46
다. 개발기술 사업화를 위한 인적 인프라 확보 여부	52
(1) 인적 인프라 확보	52
(2) 전문가 POOL 확보	53
라. 참여기관 구성의 적절성	54
마. 사업화 핵심역량 보유 여부	55
바. 기업 재무제표의 안정성 및 시장평가	56
(1) 요약 재무제표	56
(2) 재무 안정성 및 추정 재무제표	57
사. 자금 유동성 및 재원조달계획의 적절성, 대응자금 규모 등 ...	60
(1) 자금 유동성 및 재원 조달계획	60
(2) 미래 현금흐름 추정	60
5. 연구목표 및 성과	62
6. 기대효과 및 활용방안	63
가. 연구성과의 활용방안	63
(1) 현장적용 방안(계획)	63
(2) 실용화-제품화 방안	63
(3) 기타 활용방안	64
나. 연구성과의 기대효과	64
(1) 기술적 측면	64
(2) 사회·경제적 측면	65

다. 연구성과의 기업 활용방안	66
(1) 참여기업의 현황분석	66
(2) 참여기업별 연계방안 및 추진전략	68
라. 타 산업에 미치는 효과	69
마. 정부 정책과의 연계 방안	70
바. 관련 후속연구개발의 전망	71
 7. 기술료 납부 계획	72
가. 수익전망	72
(1) 매출액 전망	72
(2) 추정재무제표	74
나. 투자회수방법(기술료 납부계획)	75
 8. 연구개발비 집행실적	76
가. 총괄	76
(1) 주관연구기관 집행실적	77
(2) 협동연구기관 집행실적	78
 9. 참고 문헌	79
 10. 연구수행체계 및 연구참여진(연구조직)	80
가. 연구수행체계	80
나. 주관연구책임자	81
다. 참여 연구원	82
라. 전문가 활용	83
마. 연구원의 해외훈련	83

11. 연구개발비 소요 명세서	84
가. 총 연구개발비	84
나. 1차년도 연구개발비	85
(1) 1차년도 비목별 총괄	85
(2) 1차년도 비목별 세부내역	88
 12. 참여기업 현황 및 부담내역	106
가. 참여기업의 부담내역	106
나. 기업현황	107
 13. 건설교통기술연구개발사업 기관정보	108

부 록 기술가치평가결과 보고서 1부.

1. 사업화 계획

가. 기술가치평가 결과 요약

전남대학교 산학협력단과 한국과학기술원이 공동으로 소유한 스마트 텐던과 관련된 기술 『광섬유 복합 강연선, 그 광섬유 복합 강연선의 제조 방법 및 변형률 측정방법, 국내특허등록, 제0756056호』을 주관연구기관인 한국유지관리(주)에서 이전받아 사업화하기 위하여 산업은행 기술평가원을 통해 기술가치 평가를 수행함.

본 기술가치평가는 2008년 8월 11일을 평가기준일로 삼고 평가대상기술자산의 미래 수익창출능력에 초점을 둔 방식인 수익접근법을 적용하여 평가대상기술로부터 발생하는 미래현금흐름의 현재가치 합계에 기술기여도를 곱하여 기술의 가치를 산정하였음.

평가에 사용된 추정매출액은 낙관적, 중립적, 비관적 추정매출액 중에서 중립적 매출액을 사용하였고 기술의 수명은 10년, 재무비율과 할인율은 기술평가정보유통 시스템에서 제공되는 업계표준을 적용하였으며 그 결과 당해 기술의 가치는 약 113.7백만원임.

<기술가치평가결과 요약>

주요 변수	추정치 또는 결과
기술의 경제적 수명	10년
할인율	12.8%
여유현금흐름의 현재가치 합	262.1(백만원)
기술기여도	43.36%
기술의 가치	113.7(백만원)

<기술가치산출표>

(단위: 백만원)

구분		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	합계
매출액		116.0	292.0	628.0	1,086.0	1,528.0	1,867.0	2,121.0	2,330.0	2,517.0	2,695.0	
	매출원가	78.4	197.4	424.6	734.2	1,033.1	1,262.3	1,434.0	1,575.3	1,701.7	1,822.1	
	판매관리비	29.7	74.7	160.6	277.8	390.9	477.6	542.6	596.0	643.8	689.4	
	법인세 등	1.4	3.5	7.6	13.1	18.4	22.5	25.6	28.1	30.4	32.5	
세후영업이익(A)		6.5	16.4	35.2	60.9	85.6	104.6	118.8	130.6	141.1	151.0	
감가상각비등(B)		2.1	5.3	11.4	19.7	27.8	33.9	38.6	42.4	45.8	49.0	
자본적지출(C)		2.1	5.3	11.4	19.7	27.8	33.9	38.6	42.4	45.8	49.0	
운전자본증감(D)		13.4	20.4	38.9	53.0	51.1	39.2	29.4	24.2	21.6	20.6	
투자액 회수(E)		311.7										
여유현금흐름(F) (F=A+B-C-D+E)		-6.9	-4.0	-3.7	7.9	34.5	65.4	89.4	106.4	119.5	442.1	
현가계수(G)		0.7859	0.6967	0.6177	0.5476	0.4855	0.4304	0.3815	0.3382	0.2999	0.2658	
현재가치(H) (H = F x G)		-5.4	-2.8	-2.3	4.3	16.7	28.1	34.1	36.0	35.8	117.5	262.2
기술기여도(J)		0.4336										
기술가치(K) (K = ∑ H x J)		113.7										

* 평가기준일 : 2008년 8월 11일

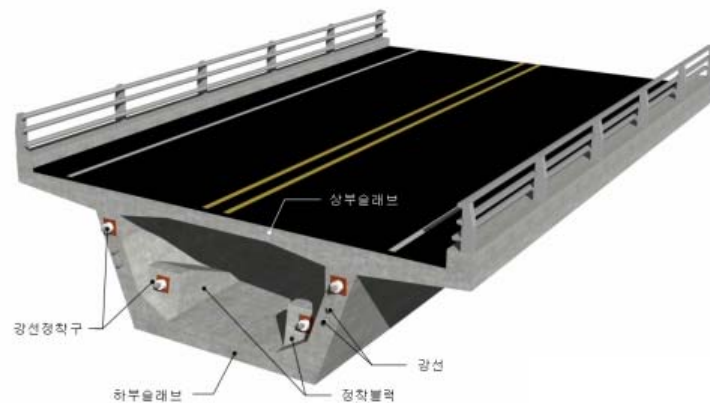
나. 국내외 관련 시장조사

(1) PSC 박스거더교의 시장현황

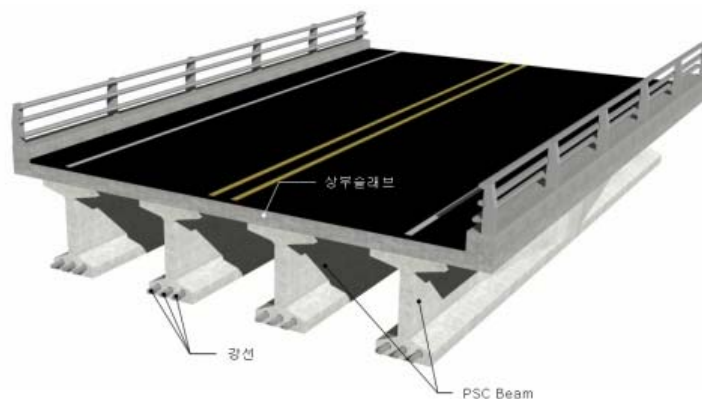
외부 전문가를 활용하여 스마트 텐던 관련 국내외 시장 및 기술 현황에 대하여 다음과 같이 조사를 수행함.

(가) 프리스트레스트 콘크리트 교량 국내 현황

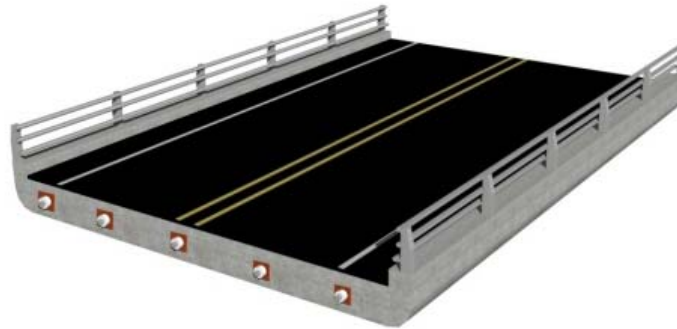
프리스트레스트 콘크리트(PSC) 교량은 프리스트레싱 긴장재를 적용하여 내하력을 보강한 콘크리트 교량을 말한다. PSC 교량은 경제적이고 유지관리가 용이하여 1980년대 이후 국내에 많이 적용되고 있는데 주로 PSC박스거더교, PSC거더교, PSC슬래브교 등이 보편적으로 사용되고 있다.



<PSC박스거더교>



<PSC거더교>



<PSC슬래브교>

건설교통부 교량현황조사서(2007)보고서에 따르면, 2006년 12월말 현재 총 24,361개의 국내 교량 중 4,746개가 PSC교량으로 전체 교량 중 19.5%를 점유하고 있다. PSC교량이 가장 많은 도로는 고속국도로 32.9%를 PSC교량이 차지하고 있다. 지방도나 시군도, 구도 등에는 적용실적이 저조한 것으로 나타나고 있는데, 이것은 국도에 비해 소규모 교량들이 많아 비교적 장지간에 적합한 프리스트레스트 콘크리트의 적용이 미진한데서 기인된 것으로 판단된다.

<전국 교량중 PSC 교량 현황 >

구분	고속국도	일반국도	광역시도	국가지원 지방도	일반 지방도	시도	군도	구도	한강횡단 교량	소계
교량수(A)	6596	5723	1164	963	3228	2414	3855	384	34	24361
PSC 교량(B)	2170	1382	233	119	295	290	228	21	8	4746
비율 (B/A)	0.329	0.241	0.200	0.124	0.091	0.120	0.059	0.055	0.235	0.195

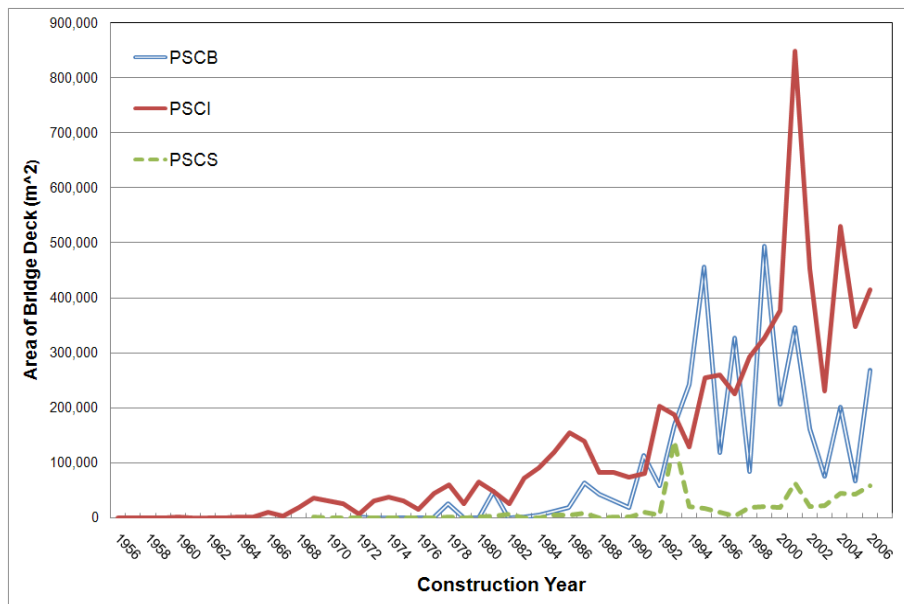
아래 표의 형식별 분포를 보면 PSC교량중에서 교량 개수 측면에서 PSC거더교가 82.6%로 절대 다수를 보이고 있고 바닥판 연면적(교량 연장 × 유효폭)은 PSC 거더교가 60.7%, PSC박스거더교가 34.2%, PSC슬래브교가 5.1%를 점유하고 있다.

<국내 PSC교량 형식별 분포>

TYPE	PSC박스거더교	PSC거더교	PSC슬래브교	소계
개수	432	3,919	395	4,746
바닥판 연면적(m ²)	3,657,036.7	6,500,945.2	549,061.4	10,707,043.2

위 표를 살펴본 바와 같이 PSC박스거더교 개수는 전체 PSC교량의 9.1%에 불과하지만 교량 바닥판 연면적은 34.2%를 차지하고 있다. 그러므로 현재까지 건설된 PSC교량의 상세한 건설 물량을 알아보기 위해서는 교량 개수보다는 교량의 바닥판 연면적을 기준으로 하는 것이 합리적이라고 판단된다.

PSC교량 형식에 따른 연도별 바닥판 연면적의 건설 추이는 그림 4와 같다. 여기서 1990년대 들어서 PSC박스거더교(PSCB)와 PSC거더교(PSCI)의 건설이 급격히 늘어나고 있으며 2000년 이후 경제적인 PSC거더교가 활발히 적용되고 있음을 알 수 있다. PSC슬래브교는 1990년대 초반에 반짝 적용되다가 이후 저조한 건설 실적을 보이고 있다.



<연도별 PSC교량 건설 현황>

(나) PSC교량의 시장 현황

PSC교량의 건설 공사비를 추정하기 위해 고속도로 설계 시 사용하고 있는 평균 단가를 활용하였다. 아래 표는 2003년에 고속도로 설계 시 참고자료로서 건설 시 공사비를 왕복 차로별로 나타나 있다. 여기서 교량 건설비를 살펴보면 교량 형식과 왕복 차로수에 따라 단위 길이 m당 또는 바닥판 단위 면적 m²당 평균 단가를 알 수 있다. 왕복 차로수가 증가할수록 적용 단가는 낮아지고 있으며, PSC거더교가 가장 저렴하고 PSC슬래브교, PSC박스거더교 순으로 단가가 높아지고 있다. PSC박스거더교에서는 가설 공법인 ILM(Incremental Launching Method), FCM(Free Cantilever Method), MSS(Movable Scaffolding System), FSM(Full Staging Method)에 따라 건설비가 달라지고 있다. 본 연구에서는 PSC교량의 시장 현황을 추정하기 위해 최근 도로건설 추세를 반영하여 왕복 4차로를 적용하였으며, PSC박스거더교는 4가지 공법의 평균 단가를 활용하였다.

<2003년 고속도로 건설 평균 단가(추정)>

구 분		차로수	도 시 부 (IC, JCT 포함)			지 방 부 (IC, JCT 포함)			비 고
			계(억원)	공사비	용지비	계(억원)	공사비	용지비	
고속도로	신설	4	281	228	53	185	165	20	km당
		6	368	288	80	261	231	30	km당
		8	503	396	107	314	274	40	km당
	확장	4→6 (2차로확폭)	125	93	32	96	85	11	km당
		4→8 (2차로확폭)	174	109	65	122	101	21	km당
IC		트럼펫	268억(km당)						
JCT		직결형(4지)	428억(km당)						

아래 그림은 PSC교량 형식별로 건설비를 나타낸 것이다. 전술한 바와 같이 PSC거더가 PSC박스거더보다 교량 개수에서는 약 9배, 바닥판 연면적에서는 약 2배이상 달하지만 건설비는 PSC박스거더교가 약 1.1배로 더 크게 나타났다. 이는 PSC

박스거더교가 장지간을 가지고 있고 특수한 시공 공법을 사용하는데 기인한 것으로 판단된다. 아래 그림은 각 PSC교량 전체 건설비 추이를 나타낸 것으로 90년대 들어 국내 경제발전에 인프로 확충으로 교량 건설비가 대폭 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 이는 1994년에 있었던 성수대교 붕괴사고 이후로 노후 교량을 유지 관리가 거의 필요 없는 PSC교량으로 교체한 것도 PSC교량 건설비 증가 요인 중 하나로 판단된다.

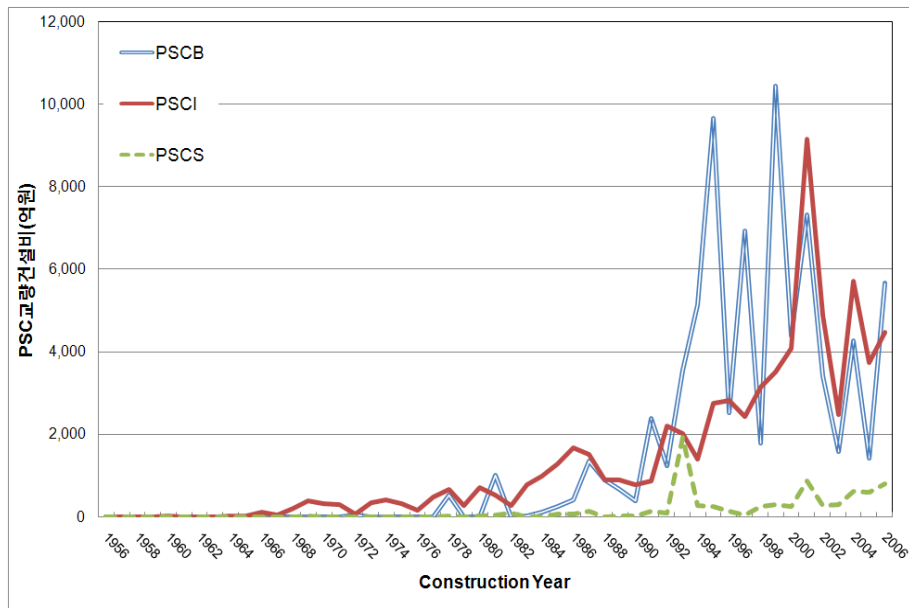
<2003년 PSC 교량 형식별 건설비(추정)>

단위 (천원)			왕복 2차로		왕복 4차로		왕복 6차로		왕복 8차로		비 고
			m 당	m ² 당	m 당	m ² 당	m 당	m ² 당	m 당	m ² 당	
교 량	Slab	RC	10,051	1,546	33,955	1,750	47,466	1,505	61,028	1,576	
		PC	20,680	1,466	35,081	1,378	47,957	1,522	62,151	1,605	
	PSC-Beam		18,802	1,275	26,839	1,080	42,396	1,227	48,708	1,041	
	PSC Box	ILM	28,706	2,036	38,704	1,574	66,916	2,124	86,098	2,224	
		FCM	44,500	3,156	68,552	3,105	104,032	3,302	134,947	3,486	
		MSS	28,210	1,999	47,844	1,968	56,842	1,804	86,098	2,224	
		FSM	26,430	1,873	43,941	1,807	61,560	1,954	79,073	2,041	
	ST. Box		20,421	1,723	41,271	1,681	54,456	1,729	61,196	1,533	
	ST. Plate		31,527	2,236	52,405	2,052	73,610	2,337	94,352	2,437	
	R.C 라멘		34,822	1,850	44,199	1,689	50,841	1,578	55,501	1,330	
터널	NATM	2 차로	10,182 / m당								
		3 차로	17,715 / m당								

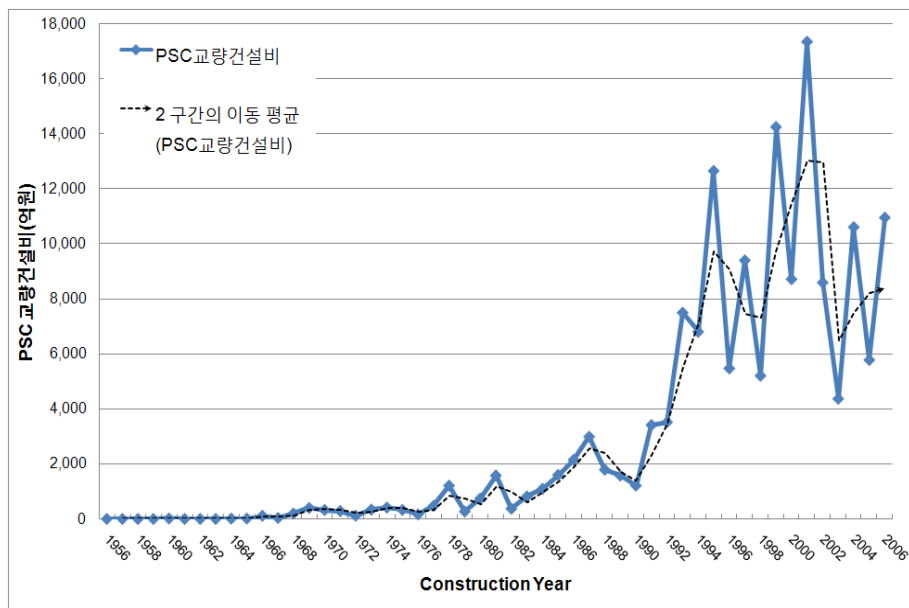
주) 제잡비 포함

PSC교량 건설비는 2001년 약 1조7천억원을 정점으로 약 5천억원에서 약 1조천억원 범위에서 변동하고 있음을 알 수 있다. 여기서 2구간의 이동 평균법을 적용하

면 PSC교량이 현재 약 8천4백억원 정도 건설되고 있다고 추정할 수 있다. 향후 PSC교량의 건설은 교량의 전체 생애주기 비용 감소와 전 세계적인 철강재 가격의 상승 추이를 감안하면 현재 건설되고 있는 물량보다 작지 않을 것으로 전망된다. 따라서 그 시장규모는 약 8천억원정도는 충분히 가능할 것으로 예상되고 있다.



<PSC교량 형식별 건설비 추이>



<PSC교량 전체 건설비 추이>

(1) 어스앵커의 시장현황

(가) 앵커와 앵커시험

어스앵커 또는 그라운드 앵커란 강선이나 강봉을 사용하여 제작된 앵커체를 지중에 정착시키고 구조물의 전면에서 체결하여 구조물을 지지하는 공법이다. 다음은 앵커의 사용 예를 도시한 것이다.



<어스앵커 사용 예시>

앵커의 성능을 시험하기 위해 앵커시험이 수행되는데 현재 수행중인 모든 그라운드 앵커시험의 경우 동적변형률 측정기(DC-104R), 하중계(LoadCell), 변형률계(Strain gage)가 활용되고 있다. 하중계의 경우 앵커 선단부에 설치하여 시간별 앵커에 작용하중과 늘임량을 측정하여 앵커의 성능을 파악하는 방법으로 일반적인 앵커시험에서 많이 활용되고 있다. 반면에 앵커체에 직접 설치하는 변형률계는 앵커체 자체의 변형률을 측정하여 하중전이 현상을 규명할 수 있는 방법이나 설치가 복잡하고, 돌출된 상태에서 지중에 설치되므로 설치나 측정시 망실과 손상될 우려가 있다. 각각의 측정기기에 대해서 설명하면 다음과 같다.

① 로드셀

먼저 하중계의 경우 측정 정도가 낮은 편이라, 50ton 단위로 각 하중에 맞는 제품을 써야한다는 단점이 있고, 그 하중의 정확도도 다소 낮게 평가되고 있다. 아울러 간혹 접지 등의 문제로 인해 게이지값이 튀는 현상을 나타내어 해외에서의 시

험시 예상하지 못한 문제가 발생할 수도 있고, 로드셀 자체의 무게가 상당하므로 운반에 문제도 발생할 수 있다. 또한 앵커와의 접촉시 편심이 발생할 경우 측정값이 오차요인이 증가할 수 있는 문제점이 있다.



<로드셀을 이용하는 어스앵커 적용 모습>

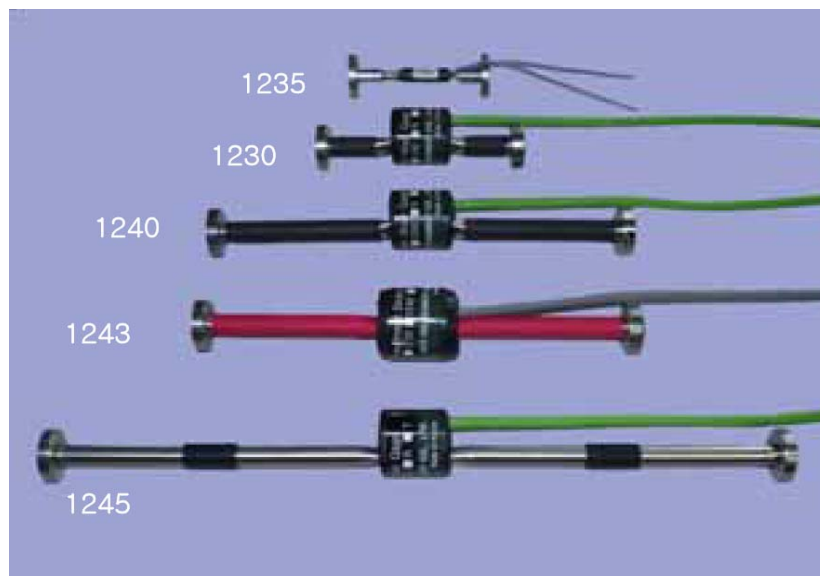
② 디지털 압력계

제품으로 개발되어 있는 디지털 압력계를 사용하는 방법이 있는데, 상당히 정밀한 측정기기로서 정확도가 우수하고 휴대성도 간편한 장점이 있는데 비해, 연결에 필요한 부품이 많아 을 챙겨야 하므로 그 도구들의 숫자가 많아질 수 있고, 또한 현장의 인장기의 형태에 따른 부착의 어려움이 있을 수 있다.

③ 변형률계(Strain gauge)

변위계 관련하여 현재 SPD-200이라는 변위계(측정가능변위20cm)를 사용 중이고 일반적인 용도에 무난한 성능을 보입니다. 하지만 정도가 0.04mm 로 단기 크립 테스트 등에 필요한 정확도에 미치지 못하기 때문에, 보다 고성능(최소정도 0.01 mm)의 변위계로 교체해야할 필요성이 있다. 시중에 레이저 등을 이용한 변

위계가 있지만, 가격이 고가이므로 현장 도입과의 타당성을 검토할 필요가 있다. 한편 일반적인 진동현식 매설형 변형률계(Vibrating Wire Embedment Strain gauge)는 구조물에 매설하여 변형률을 측정하는 방법으로 콘크리트와 같이 외부적 충격이나 변형정도가 낮은 상태에서는 효과적인 거동을 보이나, 어스앵커 시험과 같이 수mm에서 수 cm까지 변형이 발생하는 경우에는 손상의 위험이 있고, 측정 케이블이 다수 외부로 노출되어야 하므로 시험이 번거로울 수 있어 설치개수에 제한을 받게 된다.



<변형률계(Strain Gauge) 제품 모습>

④ 동적변형률 측정기

현재 사용 중인 DC-104R의 경우 휴대성과 적절한 성능을 겸한 좋은 장비라 할 수 있다. 꾸준하진 않지만 지속적인 펌웨어 업데이트로 인해 소프트웨어 자체의 성능도 좋아진 편이고, 필요한 경우 PC에 연결이 아닌 PDA에 연결도 할 수 있어 확장성이 우수하다고 판단된다.

(나) 앵커의 시장규모

굴착공사시 활용되는 가시설 구조물이나 영구구조물의 지지체로서 활용되는 어스앵커를 망라하여 시장규모를 파악하면 생산길이가 대략 3,600,000m 정도(2007년 기준)로 분석된다. 실제 현장에서 천공비, 자재비, 설치비 등을 포함한 m당 시공단가가 약 30,000원 정도이므로 시공규모로 볼 때에는 약 1000억 규모 이상으

로 예상된다. 다음은 최근 5년간 추정된 앵커의 생산규모이다.

<어스앵커 시장규모>

	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
생산길이 (m)	1,780,000	2,150,000	2,920,000	2,950,000	3,647,000
평균시공단가	3만원/m				
시장(시공)규모 (백만원)	53,400	64,500	87,600	88,500	109,410

<어스앵커 생산 규모 및 시장 규모>

다. 사업화 계획

(1) 사업화 위험요소(Risk) 분석

본 사업화 기획과제를 통해 사업화 과정에서 발생할 수 있는 위험요인에 대한 분석을 수행하면서 기술가치 평가의견을 반영한 최종적으로 사업화에 영향을 미칠 수 있는 위험요인을 설정하였고 이를 사전에 제거하기 위하여 당해 추가 기술 개발 과정을 통해 위험 요소를 제거할 수 있는 연구개발을 수행하고자 한다.

<위험요인과 제거 및 저감 방법>

위험요인	제거 및 저감 방법
1. 높은 제품 가격	• 광섬유 및 중공 튜브 제조단가 낮춤 - Phase Mask 방법을 이용한 대량생산 - 전남대 광소재부품연구센터 장비 임차를 통한 생산단가 낮춤 • 공정 자동화 통한 생산단가 낮춤 • 생산 인력의 숙련도 높여 불량률 최소화
2. 현장 적용시험 안됨	• 현장에서 사용되는 것과 동일한 시험체 (PSC I 거더 및 어스앵커 등) 제작 및 실험
3. 기초기술의 성능검증 부족	• 공인기관 통한 성능시험 수행 - 명지대 하이브리드 센터 등
4. 유사 경쟁기술과의 차별성 부족	• 통합 S/W 및 UI 개발로 사용자 편의성 증대 • 시공기술 개발 통한 설치 용이성 확보 • 가격 경쟁력 확보 • NET, NEP 인증 통한 제품 우수성 입증
5. 업종전환 및 사업 확장에 따른 위험	• 업종전환 및 사업 확장에 따른 위험도를 줄이기 위한 최적 BM 개발 - 전남대, 설계 및 시공업체와 전략적 제휴 - 위험부담이 적은 스마트 텐던 제작 공급 - 스마트 거더 및 스마트 앵커는 기존 업체와 제휴 통해 사업 및 시장 확장
6. 시설 등에 대한 초기 투자 규모 큼	• 고가 장비 임차 - 전남대 광소재부품연구센터 장비 (FBG 제조 Setup, Excimer Laser 등) 임차 - 사업화 단계별로 분할 투자 방안 모색

(2) 추가 기술개발 로드맵(TRM) 작성

(가) 기술적 목표

① 시장니즈와 핵심요구기능(Critical System Requirement)

스마트 텐던 기술의 사업화와 관련된 보수보강재 관련 시장의 대표적인 요구사항은 ① 노후 시설물에 대한 보수보강과 동시에 계측이 가능한 스마트 보수보강재 요구, ② 구조물 안전성 모니터링 시스템의 제조 및 시공 단가 인하, ③ 장기 모니터링 위한 솔루션 제공, ④ 긴장재 상태 파악 기능 부가로 요약할 수 있음.

노후 시설물에 대한 보수보강과 동시에 계측이 가능한 스마트 보수보강재를 위해서는 기존 또는 새로운 보수보강재와 계측 센서와의 결합이 필요하며 당사에서 사업화 하고자 하는 스마트 텐던을 보수보강재로 활용하기 위한 기술 개발 요구됨.

구조물 안전성 모니터링 시스템의 제조 및 시공단가 인하를 위해서는 원가절감 기술 및 제조 공정의 최적화에 대한 연구가 필요함.

구조물의 평균수명이 장기화됨에 따른 계측 시스템의 장기 모니터링은 필수불가결하며 이를 위해서는 광섬유 센서를 사용하는 스마트 텐던의 내구성 향상 및 확보가 요구됨.

모니터링 시스템 및 보수보강재의 자가진단 기능에 대한 니즈가 증대됨에 따라 긴장재 상태 파악이 필요하며 이를 위해서는 스마트 텐던의 보수보강재로의 활용 및 통합 소프트웨어 개발이 요구됨.

<시장니즈별 핵심요구기능>

시장니즈	핵심요구기능
• 스마트 보수보강재	스마트 텐던의 보강재 활용기술 개발
• 제조 및 시공 단가 인하	스마트 텐던의 원가 절감
	스마트 텐던의 공정 최적화
• 장기 모니터링	센서의 내구성 확보
	교량 및 앵커 적용 기술 개발
• 긴장재 상태 파악	스마트 텐던의 보강재 활용기술 개발
	통합 소프트웨어 개발

② 핵심요구기능별 주요요소기술

스마트 텐던의 사업화를 위해 시증니즈에 대한 핵심요구기능을 충족시켜야 하며 이를 위해서는 스마트 텐던의 원가 절감 기술 및 공정 최적화 기술개발, 내구성 확보를 위한 기술 개발이 필요함.

또한 스마트 텐던의 보수보강재로 활용하기 위한 추가 기술 개발과 더불어 교량 및 지반 구조물로의 활용을 위한 적용기술에 대한 연구개발이 필요하며 최종적으로 계측 데이터를 분석하고 원격으로 모니터링하기 위한 통합 모니터링 프로그램의 개발이 필요함.

<핵심요구기능 별 주요 요소기술>

핵심요구기능	주요요소기술
스마트 텐던의 원가 절감	스마트 텐던의 원가 절감 기술 및 공정 개발
스마트 텐던의 공정 최적화	스마트 텐던의 최적화된 공정기술 개발
센서의 내구성 확보	스마트 텐던의 내구성 확보 기술 개발
교량 및 앵커 적용 기술 개발	스마트 텐던의 교량 활용을 위한 적용기술 개발
	스마트 텐던의 지반 구조물로의 활용 위한 적용기술 개발
스마트 텐던의 보강재로 활용	스마트 텐던의 교량 보강재 활용기술 개발
통합 소프트웨어 개발	스마트 텐던의 활용한 장력 모니터링 통합 SW개발

(나) 단계적 기술개발 계획

스마트 텐더의 실용화를 위해서는 FBG 광섬유 센서 대량생산을 위한 설비 구축과 중공 강재 튜브의 원가절감 방안이 필수적으로 이루어져야 함.

스마트 텐던의 교량, 지반구조물, 교량 보강재 활용을 위해서는 기술 검증이 필수적이다. 한국도로공사의 PSC I거더교의 최적설계 및 표준화 연구에서 제시하는 중저가형과 최저형고형의 최적단면으로 프리캐스트 I 거더 30m를 제작하여 기술 검증이 이루어져야 하며, 지반구조물의 적용은 스마트 앵커 구조체를 개발 지반보강용 앵커에 적용하여 기술 검증이 이루어져야 한다. 교량 보강재는 교량의 거더

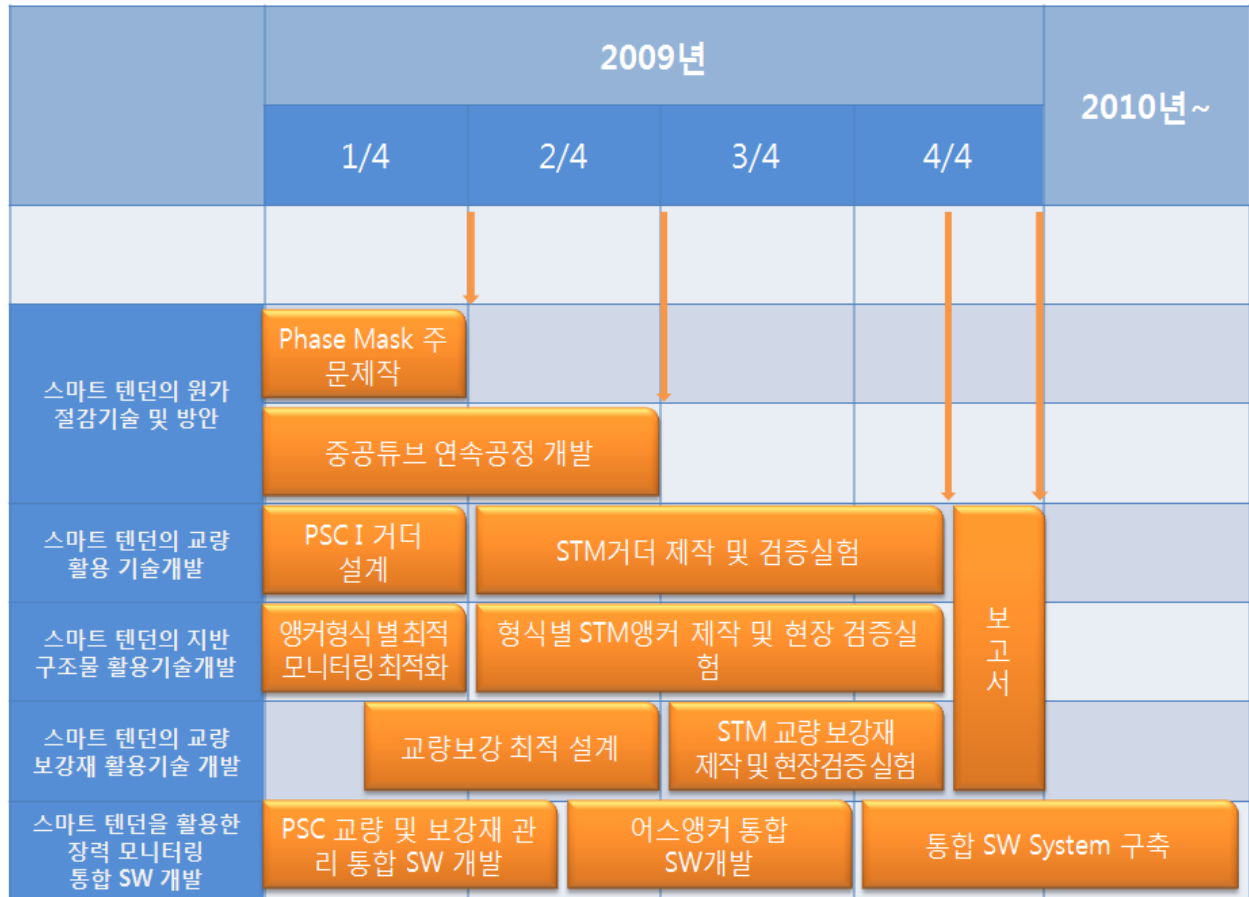
및 교각의 외부에 적용 가능한 구조체를 개발하고 기존의 교량의 보강공사에 적용함으로써 기술 검증이 이루어져야 함.

스마트 텐던을 활용한 장력 모니터링 통합 SW 시스템 기본적으로 동적 측정이 가능하여야 하며 하나의 시스템으로 언제 어디서나 실시간 모니터링 가능한 시스템이 필요함.

<주요 요소기술별 성능목표>

주요요소기술	종류	기술목표	완료시기
스마트 텐던의 원가 절감 기술 개발	FBG센서 대량생산	- Phase Mask 이용한 FBG센서 제작 - FBG 제작용 고가장비 보유한 전남대 광부품연구센터와 전략적 제휴 추진 - 대량 구매를 통한 원가절감 방안	2009.6
스마트 텐던의 최적 공정 개발	중공튜브 연속공정 개발	- 강재 튜브의 스플라이스 기술 개발 - 광섬유 센서와 중공튜브 접합 공정 개발	2009.6
스마트 텐던의 내구성 확보 기술 개발	내구성 확보 위한 공정개발	- 광섬유 센서의 내구성 확보를 위한 연속 제조공정 개발 - 열경화 방법을 적용하여 레진을 이용한 광섬유 센서와 중공튜브 접합기술 개발	2009.8
스마트 텐던의 교량 활용을 위한 적용 기술개발	스마트 텐던의 교량 모니터링 최적화	- 스마트 텐던 제작 시스템 구축	2009.11
	STM거더 설계	- 30m 스마트 텐던 제작	
	STM 거더 제작 및 검증실험	- 교량 모니터링 시스템 구축 - 경간장 30m STM거더 시험체 제작 - 경간장 30m STM거더 구조실험	
스마트 텐던의 지반 구조물로의 활용 위한 적용기술 개발	앵커 모니터링 최적화	- 앵커 모니터링 시스템 구축	2009.11
	STM앵커 설계	- 형질별 STM 앵커 제작	
	STM앵커 제작 및 검증실험	- STM 앵커 현장 검증실험	
스마트 텐던의 교량 보강재 활용기술 개발	STM보강재 최적 설계	- 온도보정이 가능한 스마트텐던 제작기술 고도화	2009.11
	STM보강재 제작 및 검증시험	- STM 보강재 시험적용 및 기술검증	
스마트 텐던의 활용한 장력 모니터링 통합 SW개발	교량 통합 SW개발	- 교량 모니터링 Dynamic SW 개발	2009.10
	앵커 통합 SW개발	- 앵커 모니터링 Dynamic SW 개발	
	통합 시스템 구축	- 통합 실시간 모니터링 시스템구축	

(2) 스마트 텐던 기술개발 로드맵(TRM)

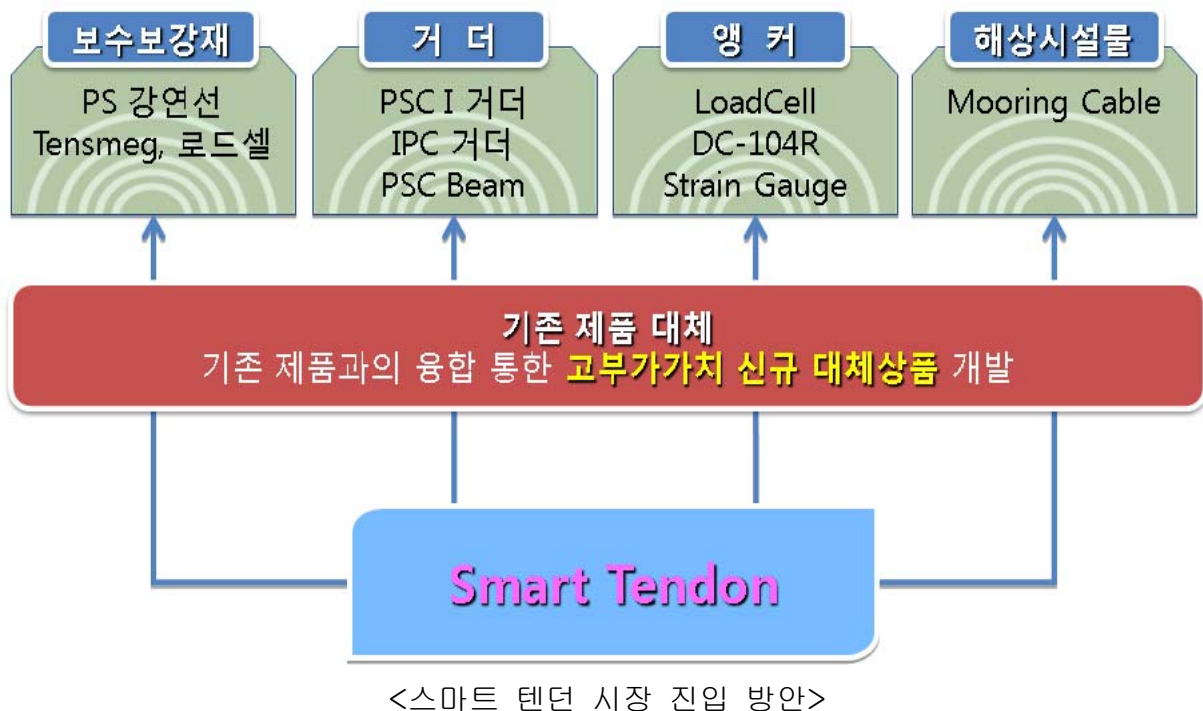


라. 사업화를 위한 비즈니스 모델 수립

(1) 시장 니즈(2008년 ~ 2010년)

사업화에 성공한다는 의미는 시장에서 제품이 널리 사용되고 꾸준한 매출을 올릴 수 있다는 뜻이다. 신제품이 시장에서 성공하는 것은 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째는 기존에 형성되어 있는 시장을 신제품이 대체 상품의 개념으로 시장에서 점유율을 높여 가면서 성공하는 사례와, 둘째는 신제품이 신규 수요를 창출해 기존에 없었던 새로운 시장을 만드는 경우이다.

본 연구과제에서 수행하고 있는 스마트 텐던을 이용한 사업화는 전자에 해당한다. 전술한 바와 같이 PSC박스거더, PSC거더, PSC슬라브 등 프리스트레스트 긴장재를 이용한 교량 시장은 충분히 안정되어 있는 시장이 존재한다. 또한, 우리나라의 경우 사회 인프라 시설의 수요는 갈수록 늘어나는데 반하여 협소한 국토로 인하여 사회 간접시설 및 아파트 단지 등의 건설을 위하여 절토사면 및 암반사면이 늘어나고 있다. 이러한 신규 건설 시장뿐만 아니라, 기존의 교량 및 사면에 대한 보수보강 수요도 늘어나고 있어 향후 긴장재에 대한 수요는 안정적인 증가가 이루어질 것으로 판단된다.



개발된 기술을 사업화하는 과정에서 가장 중요한 것은 시장 수요를 파악하는 것이다. 즉, 마케팅이 우선 수행되어야 한다. 아무리 좋은 기술이더라도 시장의 수요가 없으면 결국 사업화는 실패하게 된다. 따라서 시장니즈(market needs)를 가장 먼저 파악하여 수요가 있는 기술인지 판단을 해야 한다. 한국유지관리(주)와 전남대학교 산학협력단에서는 스마트 텐턴에 대한 시장의 니즈는 아래와 같이 분석하였다.

시장니즈 1. 노후 시설물에 대한 보수보강시장 급성장

- 국토해양부에서는 노후 교량 개축 및 개선, 보수보강을 위해 2008년 약 940억 투입 예정
- 노후 교량 유지보수 비용이 갈수록 증가하고 있고, 이러한 보수보강 이후 지속적인 유지관리를 위한 모니터링 시장이 급성장
- 일상적 정기점검 및 정밀점검, 정밀안전진단에 연간 약 50억원 소모
- 서울특별시의 경우 “서울 = 안전한 도시” 브랜드화 추진
 - 지진 발생 시 서울시 교량 93% 무방비
 - 서울시내 도시철도와 교량 등 시설보강 독려
 - 점검이력의 디지털 관리와 과학적 장비 도입, 점검주기 단축, 안전점검 기술력 향상 등 5대 주요 대책 발표하고 실행에 들어감으로써, 과학적인 관리 방안으로써 스마트 텐턴의 사업화에 가장 유망한 분야로 판단됨.

시장니즈 2. 장기 모니터링 방안 필요

- 일반적으로 토목구조물이나 사회 중요 시설물의 경우 수명이 100년 이상되는 장기간의 모니터링 기술이 필요한 시장이다.
- 토목구조물이나 주요 시설물의 수명(lifetime)에 비하여, 기존의 전기저항식 센서는 6개월 ~ 2년 정도의 수명을 가지고 있고, 진동현식 센서는 10년 이내의 내구성을 가지고 있어, 시설물에 비하여 유지관리를 위한 모니터링 센서들의 내구성이 형편없이 짧다.
- FBG 광섬유 센서는 장기 유지관리 계측을 위한 최상의 제품에 해당한다.

- 최근 국내외에서 교량 등 주요 시설물의 붕괴 및 파손 등의 사례가 증가하여 장기 모니터링에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있고, 시장이 형성되기 시작하고 있어 스마트 텐던 기술을 이용한 장기 모니터링 시장 공력은 주효할 것으로 판단된다.

시장니즈 3. 긴장재의 상태 파악 필요

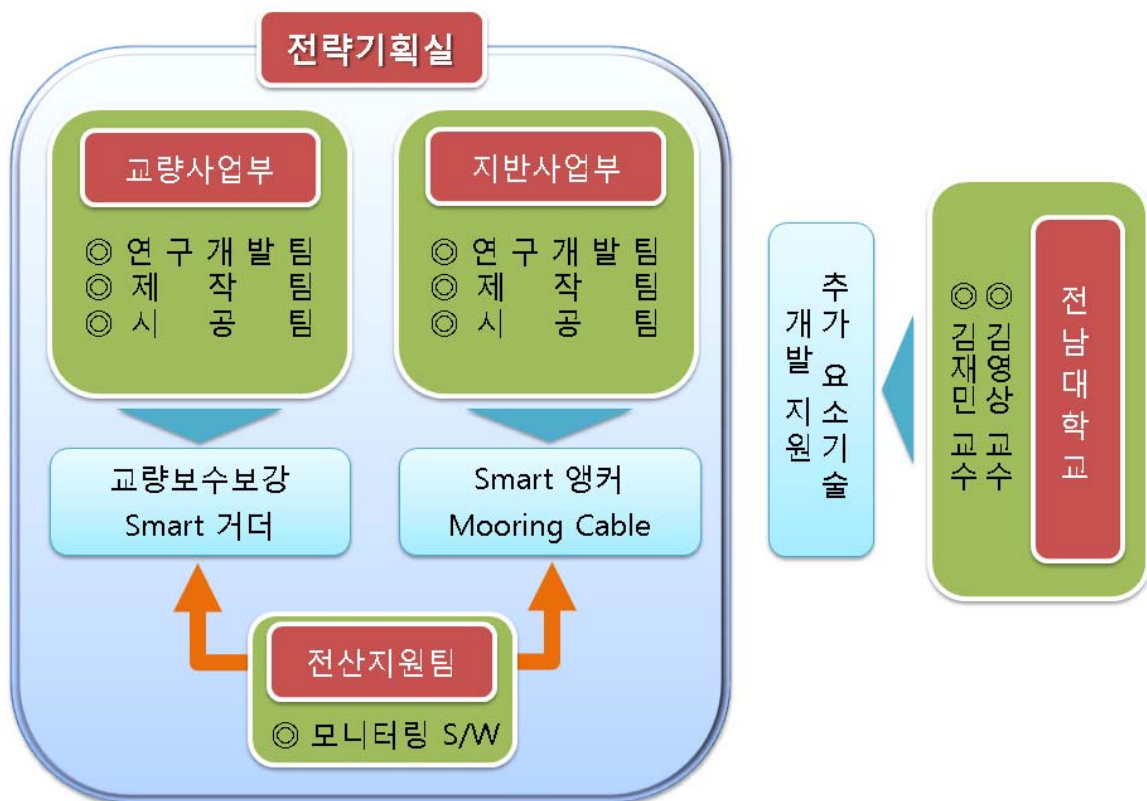
- 최근 구조물은 대규모로 건설되고나 다중 이용시설이 늘어나고 있어, 사고가 발생할 경우 인명 및 재산피해가 급격히 커질 수 있다. 또한 양질의 부지가 부족하여 절토 또는 성토를 통하여 부지를 조성하여 절개지에 대한 모니터링이 필요하다. 현재 대부분의 유지관리 모니터링의 경우 구조재 또는 긴장재와 같은 역학적으로 가장 중요한 것을 모니터링 하는 것이 아닌, 부수적인 2차 현상인 구조물의 변위라든지 주변 지반의 변위 등에 대한 계측을 하고 있는 실정이다.
- 이는 스마트 텐던과 같은 근본적인 구조재(긴장재) 상태를 직접 파악하기 힘들기 때문에, 스마트 텐던에 대한 시장의 니즈는 향후 급속히 늘어날 것으로 판단된다.

(2) 사업화를 위한 전담조직 구성

시장의 니즈를 파악한 이후에는 사업화를 위한 조직이 필요하다. 즉, 사업부서가 필요하다. 마케팅은 분석된 타겟 고객과 예상 시장 점유율을 위한 영업 방안 등을 수립하는 단계이다. 실제로 이를 매출로 이어지게 하는 행위는 세일즈(영업)이다. 흔히 마케팅과 영업이 같은 것으로 오해할 수 있으나, 마케팅과 세일즈는 전혀 다른 업무이고, 서로 다른 조직이 필요하다.

본 기술이 성공적으로 개발되어 사업화를 위한 제품개발이 완료될 경우, 주관연구기관인 한국유지관리(주)에서는 스마트 텐던을 이용한 교량 및 앵커에 적용하는 신규 사업부서를 신설할 계획이다. 교량과 사면의 경우 전문분야가 다르기 때문에 각각 다른 전문가가 필요할 것으로 판단된다. 신규 사업부서는 기존 교량의 보수·보강 및 신규 교량에 적용할 사업팀, 사면에 적용할 어스앵커 제작을 할 수 있는 사업팀과 통합 모니터링 시스템을 구축할 수 있는 전산지원팀을 구성할 계획이다.

사업팀은 기술개발 및 현장 적용성 향상을 위한 연구팀, 스마트 텐던 제작을 위한 제작팀, 그리고 현장에서 교량 및 앵커에 시공하는 시공팀으로 구성된다. 연구팀의 경우 협동연구기관인 전남대학교 산학협력단에서 기술개발과 현장 적용성 향상을 위한 연구 및 지원을 꾸준히 수행할 계획이다. 사업팀의 경우 현재 한국유지관리(주)에서 보유하고 있는 인력과 예상 매출 및 매출 성과를 바탕으로 적재적소에 필요 인력을 충원할 방침이다.



<스마트 텐던 사업화를 위한 전담조직 구성>

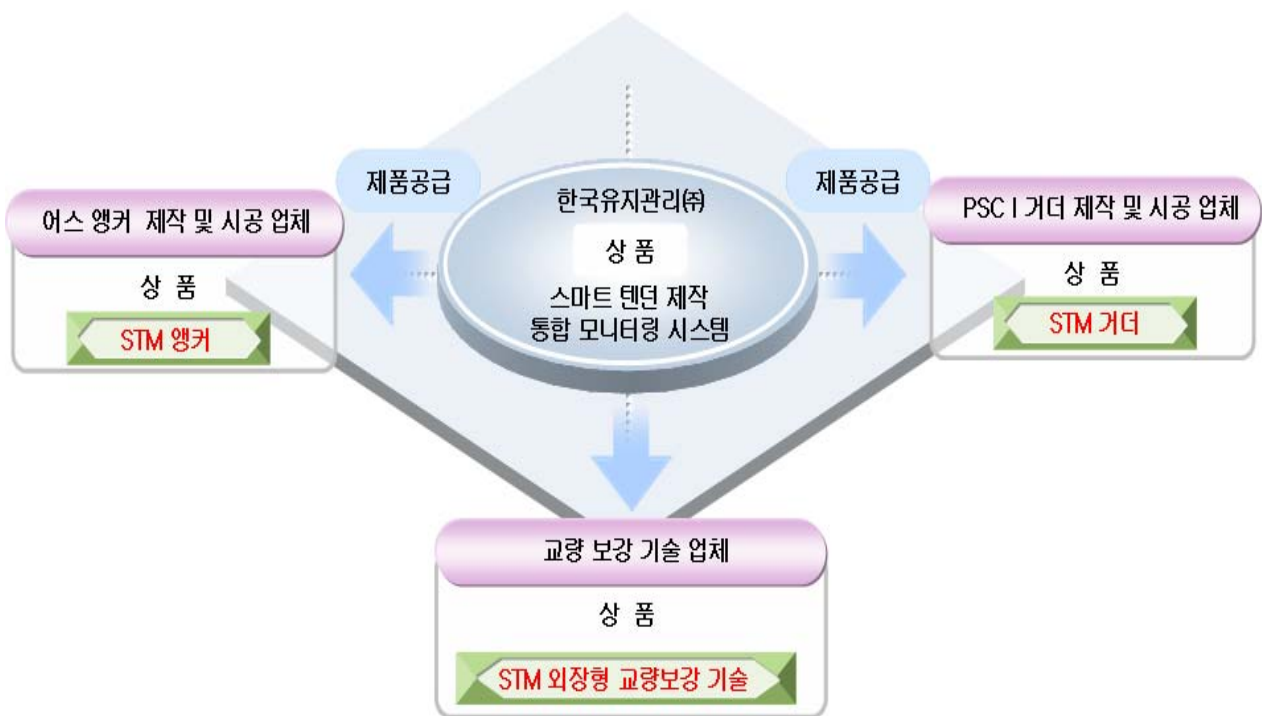
한편, 신규 사업을 시작할 때 중요한 요소 중의 하나는 전문가 또는 전문인력을 보유한 기존의 회사와 협업이 중요하다. 협업의 형태는 전문분야에 대한 아웃소싱(위탁 또는 하청), 자문, 협력 및 공동투자, 마지막으로 사업권 이관 후 기술료(로열티)를 징수하는 등 여러 가지가 있다.

전술한바와 같이 협동연구기관과 한국유지관리(주)에서는 기술개발과 사업화를 위한 마케팅을 실시하고, 스마트 텐던 제작기술을 확보하여 이를 상용화를 것이 주요한 역할이다. 그러나 성공적인 시장 진입을 위해서는 business partner와 협력이 잘되어야 한다. 특히, 본 사업의 경우 전술한 바와 같이 기존 시장을 대체하는 대

체 기술에 해당하기 때문에, 기존 시장에서 의미있는 시장 점유율을 가지고 있는 기업, 전문기업과 협력하는 것이 최선의 방법이다.

따라서 한국유지관리(주)와 전남대학교 산학협력단에서는 다음 그림과 같은 전략적인 방법으로 사업을 추진하고자 한다. 스마트 텐던을 이용한 사업 영역은 어스 앵커제작 및 현장 시공(STM앵커), PSC거더 제작 및 현장 시공(STM거더), 기존 보수·보강 시장(STM 외장형 보강기술)로 크게 구분할 수 있다. 한국유지관리(주)와 전남대학교 산학협력단에서는 이러한 아웃라인을 바탕으로 전문기업에 아웃소싱 및 전문기업과 협력을 통하여 시장 진입을 위한 시행착오를 최소한으로 줄이고, 시장에서 자리매김할 수 있는 사업화 전략을 추진할 계획이다.

(3) 스마트 텐던 사업화 모델(BM)



<사업화 모델(BM) 개념도>

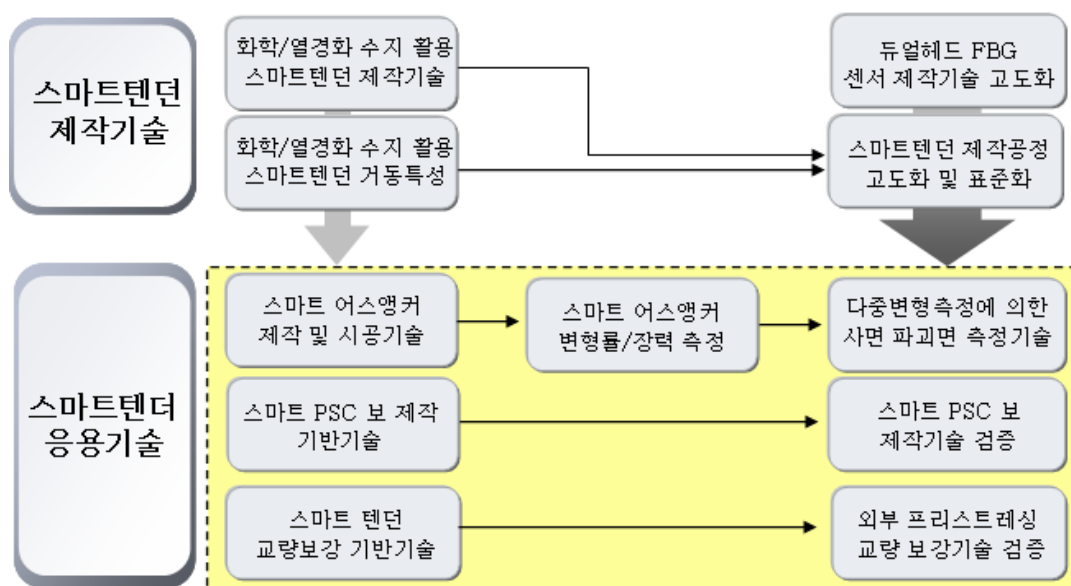
2. 추가기술개발 목표 및 내용

가. 최종목표

광섬유센서가 내장된 스마트텐던를 교량 및 어스앵커에 적용한 사업화를 위한 추가기술개발 및 검증연구를 수행함으로써 건설기술의 발전에 이바지하고 참여기업의 이윤창물에 기여함

나. 연구목표 및 내용 (상세히 기술)

연구목표	주요 연구내용
스마트텐던 원가절감 기술 및 방안	○ 광섬유센서 제작 원가절감 기술 및 방안 ○ 스마트텐던 제작비 원가절감 기술
스마트텐던 교량 활용기술 개발	○ 외부 프리스트레싱 보강공법에 의한 스마트텐던의 교량 보강 검증 ○ 경간장 30m 단경간 PSC I 거더 기술 검증
스마트텐던 지반 활용기술 개발	○ 어스앵커 시험시공 및 검증 ○ 앵커 시험시공 및 검증
장력 모니터링을 위한 통합 SW 개발	○ 교량용 장력모니터링 통합 시스템 개발 ○ 어스앵커용 장력모니터링 통합 시스템 개발

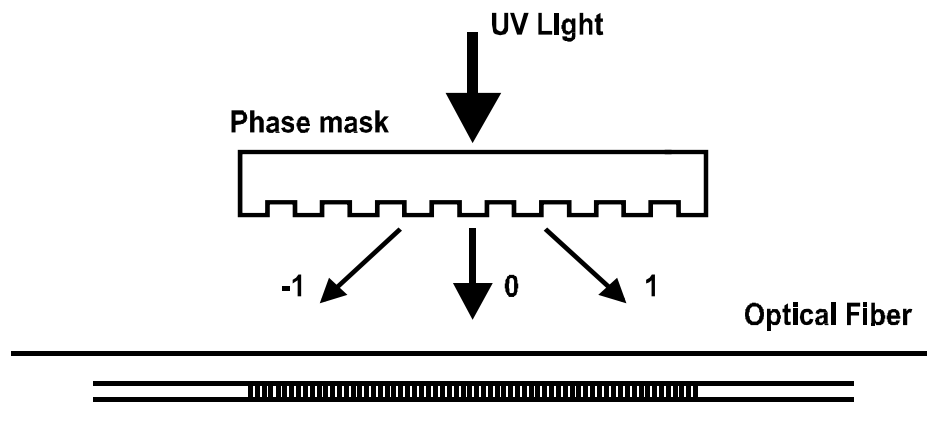


<기술개발 로드맵>

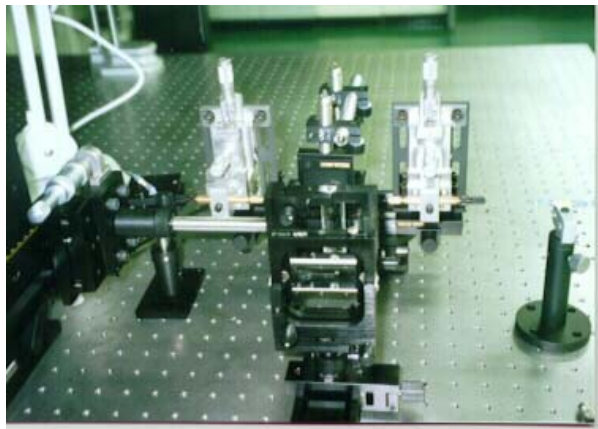
(1) 스마트텐던의 원가절감 기술 및 방안

○ 광섬유 센서 원가절감 방안 모색

- 30m 이상의 광섬유에서 다수의 계측지점 확보 위한 FBG센서 제작 방법 검토
- FBG 광섬유 센서 원가 절감을 위한 대량생산 방법 검토 :
 - => 제조 방법에 따라 FBG 제조용 Phase Mask 사양 및 구매 수량이 결정되므로 고가의 Phase Mask의 효율성을 위해 최적의 FBG센서 제작 및 생산 방법 검토
- FBG 광섬유 센서 대량생산을 위한 설비(레이저 및 Set-up) 임대를 통한 초기 투자비용 절약 :
 - => FBG 센서 제작을 위한 장비를 보유하고 있는 전남대 광소재부품연구센터와 전략적 제휴 추진



<Phase Mask를 이용한 FBG 제조 방법>



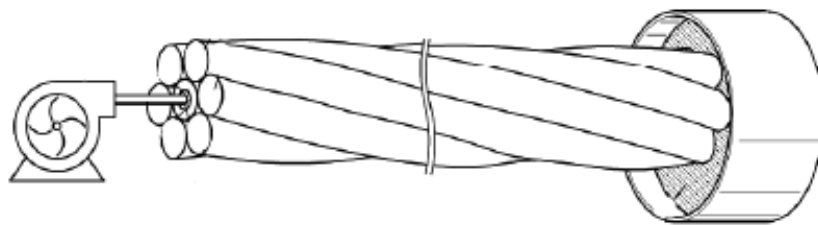
<Excimer Laser와 FBG Setup Image>

○ 중공 강재 튜브의 원가절감 방안 모색

- 대량 구매를 통한 원가절감 방안
- 강재 튜브의 스플라이스 기술 개발

○ 광섬유 센서 삽입 및 레진 경화를 위한 최적 공정기술 개발

- 30m 이상의 긴 스마트 텐던 제작을 위한 광섬유 센서 삽입 기술 개발
- 광섬유 센서와 중공 강연선을 고정시키기 위한 화학/열경화성 수지 작업 공정 기술 최적화



<광섬유 센서 및 레진 삽입 공정 개념도>

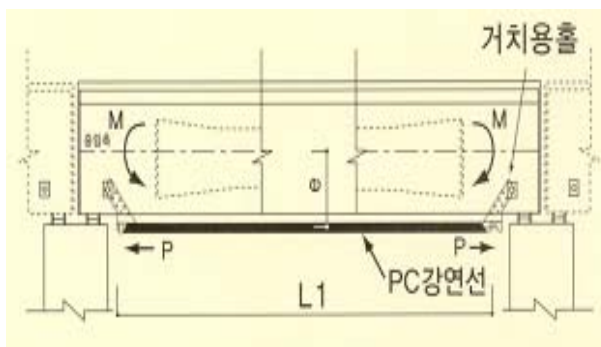
(2) 스마트텐던의 교량 활용기술 개발

(가) 외부 프리스트레싱 보강공법에 의한 교량보강 검증

국내 교량형식 중 가장 널리 보급된 형식은 프리캐스트 PSC-Beam 교로서 경제적이며 시공이 빠르다는 장점 때문에 국내 교량의 30% 가량을 차지하여 왔다. 그리고 이 교량이 노후화됨에 따라 PSC-Beam 교에 대한 내하력평가 (잔존수명평가), 보수 및 보강에 대한 수요가 증가하고 있으며 실제로 많은 보수공사가 이루어져 왔다. 이 교량의 보강공법은 크게 표면부착공법(강판, 탄소섬유, H형강 등을 사용)과 텐던을 이용한 외부 프리스트레싱 보강공법이 있다. 이들 중 표면부착공법은 노후 구조물의 열화과정 관찰이 불가능하고 영구적인 부착성에 대한 신뢰도가 낮아서 아래 그림과 같은 외부 프리스트레싱 보강공법이 많이 사용되고 있다.

외부 프리스트레싱 보강공법을 적용한 교량에 대해서는 프리스트레싱 긴장력에 대한 주기적인 점검이 필요하다. 그러나 텐던의 긴장력 등은 기존 계측방식을 이용한 효율적인 계측방안이 존재하지 않으며, 프리스트레스트 콘크리트 빔의 경우에는 로드셀을 시공 시 매설하여 장력을 측정하는 방법 또는 텐던 정착부에 변형물계를

부착한 후 간접적으로 장력의 변화를 추정하는 방법들이 적용되고 있으나, 그 적용 방안들은 효율적이지 않거나 시공 시 설치의 불편성 등으로 널리 활용되지 못한 것이 현실이다. 따라서 스마트 텐던은 교량의 보수보강을 위한 외부 프리스트레싱 보강공법에 쉽게 활용될 수 있으며, 보강된 교량의 안전도 모니터링 시스템 구축이 용이하다.



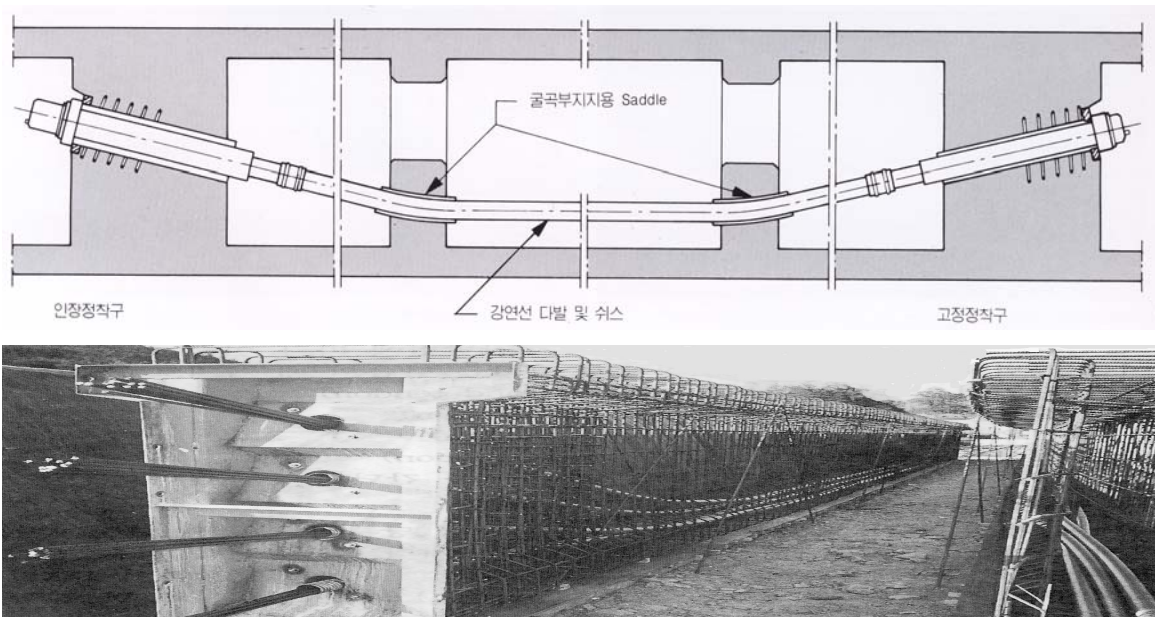
<외부 프리스트레싱 보강공법에 의한 교량의 보강공법 개요>

본 연구의 상세한 연구내용은 다음과 같다.

- 온도보정이 가능한 스마트텐던 제작기술 고도화
- 스마트텐던을 거더의 외부 프리스트레싱 보강공사에 시험적용 및 기술 검증
- 스마트텐던을 교각의 외부 프리스트레싱 보강공사에 시험적용 및 기술 검증

(나) 경간장 30m 단경간 PSC I 거더 기술 검증

신설교량 시공에서 PS 강연선을 이용한 콘크리트 빔은 전체 교량의 50% 이상을 차지하고 있다. 특히 품질관리와 시공의 용이성 때문에 프리캐스트 PSC 빔의 수요가 증가하고 있다. 특히 프리캐스트 PSC I 거더교는 국내 교량의 30% 가량을 차지하여 왔다. 따라서 스마트 텐던 기술은 PSC I 거더교의 장기전인 안전도 모니터링을 위한 수단으로 매우 유용하다고 판단된다.



<스마트 텐던을 교량의 PSC I 거더에 적용>

본 연구의 상세한 연구내용은 다음과 같다.

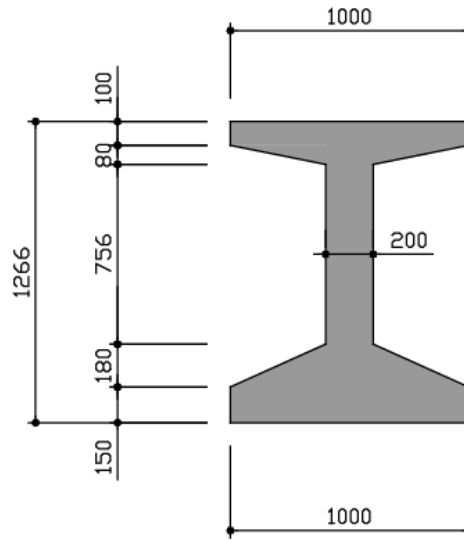
- 한국도로공사의 경간장 30m 표준 PSC I 거더의 단경간 교량 적용기술 검증
 - 한국도로공사에서 개발한 경간장 30m 표준 PSC I 거더 단면(PSC I 거더교의 최적설계 및 표준화 연구, 한국도로공사 도로교통기술원, 2005. 12)에 적용
 - 경간장 30m 표준 PSC I 거더 중 저가형 및 중저가형 단면에 대한 거더 제작
 - 휨균열 발생 반복하중(20회)에 대한 응답거동 계측 및 평가
 - 소성거동 유발 반복하중(20회)에 대한 응답거동 계측 및 평가
 - 단조증가 하중에 대한 파괴거동 및 하중저항능력 계측 및 평가

(다) 시험체 제작 및 실험

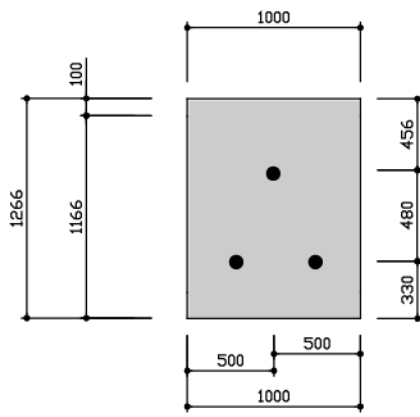
도로교통기술원에서 개발한 최적 PSC I 거더와 바닥판 일부로 이루어진 실험체를 실제로 제작하여 스마트 텐던의 현장 적용성 및 성능 검증 시험을 수행한다.

- 경간장 30m 실규모 PSC I 거더 시험체
 - 한국도로공사에서 개발한 경간장 30m 표준 PSC I 거더 단면(PSC I 거더교의 최적설계 및 표준화연구, 한국도로공사 도로교통기술원, 2005. 12)에 적용

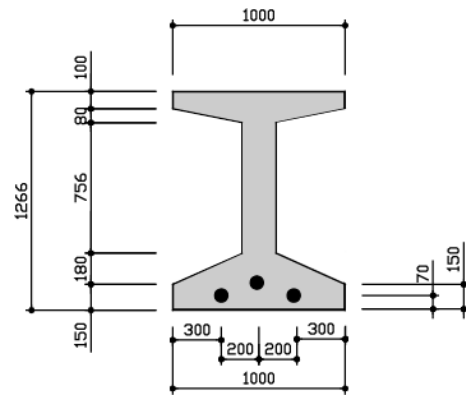
<중저가형>



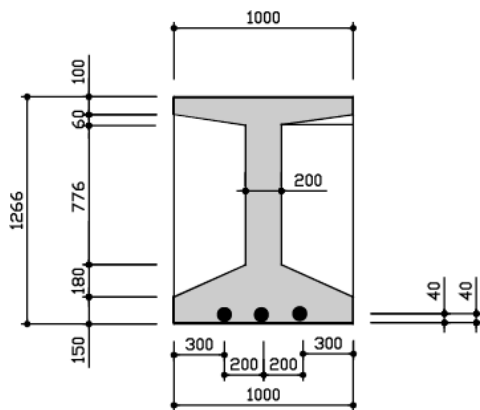
<중저가형 최적단면: 30m, $N_{max}=4$, $N=4.129$ >



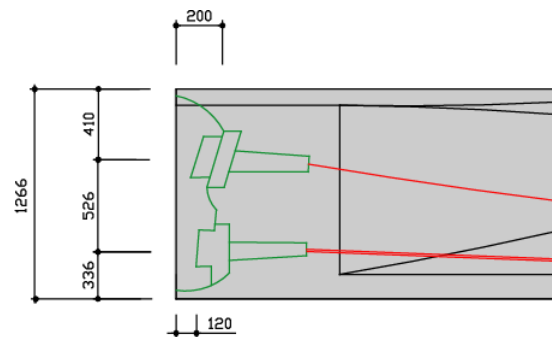
<단부단면>



<1/3지점단면>

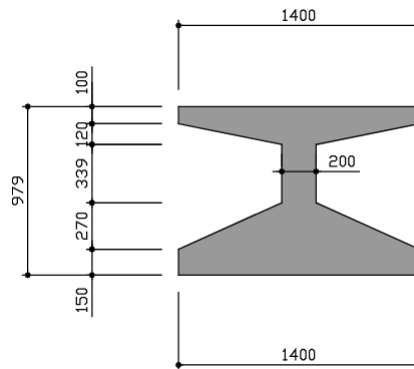


<중앙단면>

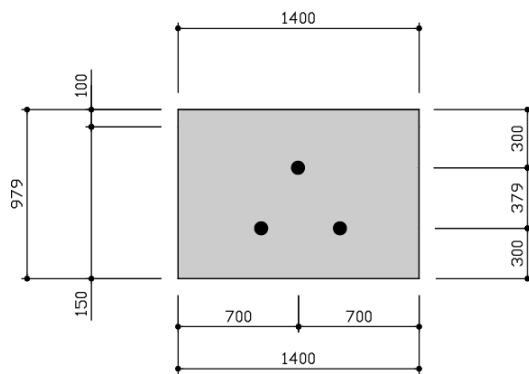


<단부상세>

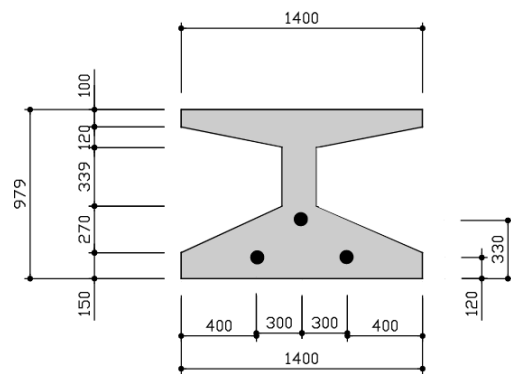
<최저형고형>



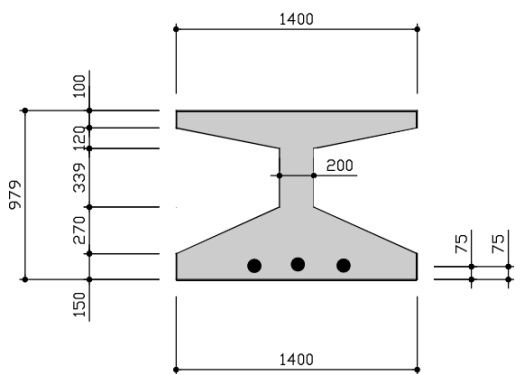
<최저형고형 최적단면: 30m, $N_{max}=3$, $N=5.870$ >



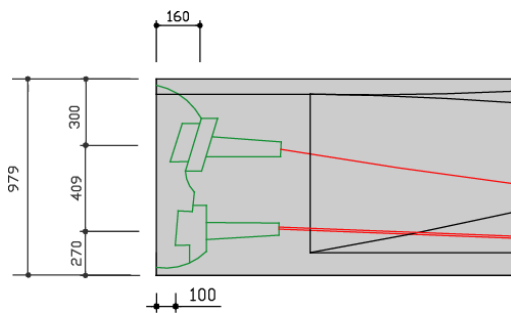
<단부단면>



<1/3지점 단면>

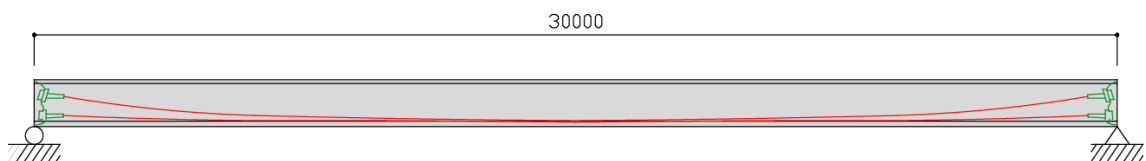


<중앙단면>



<단부상세>

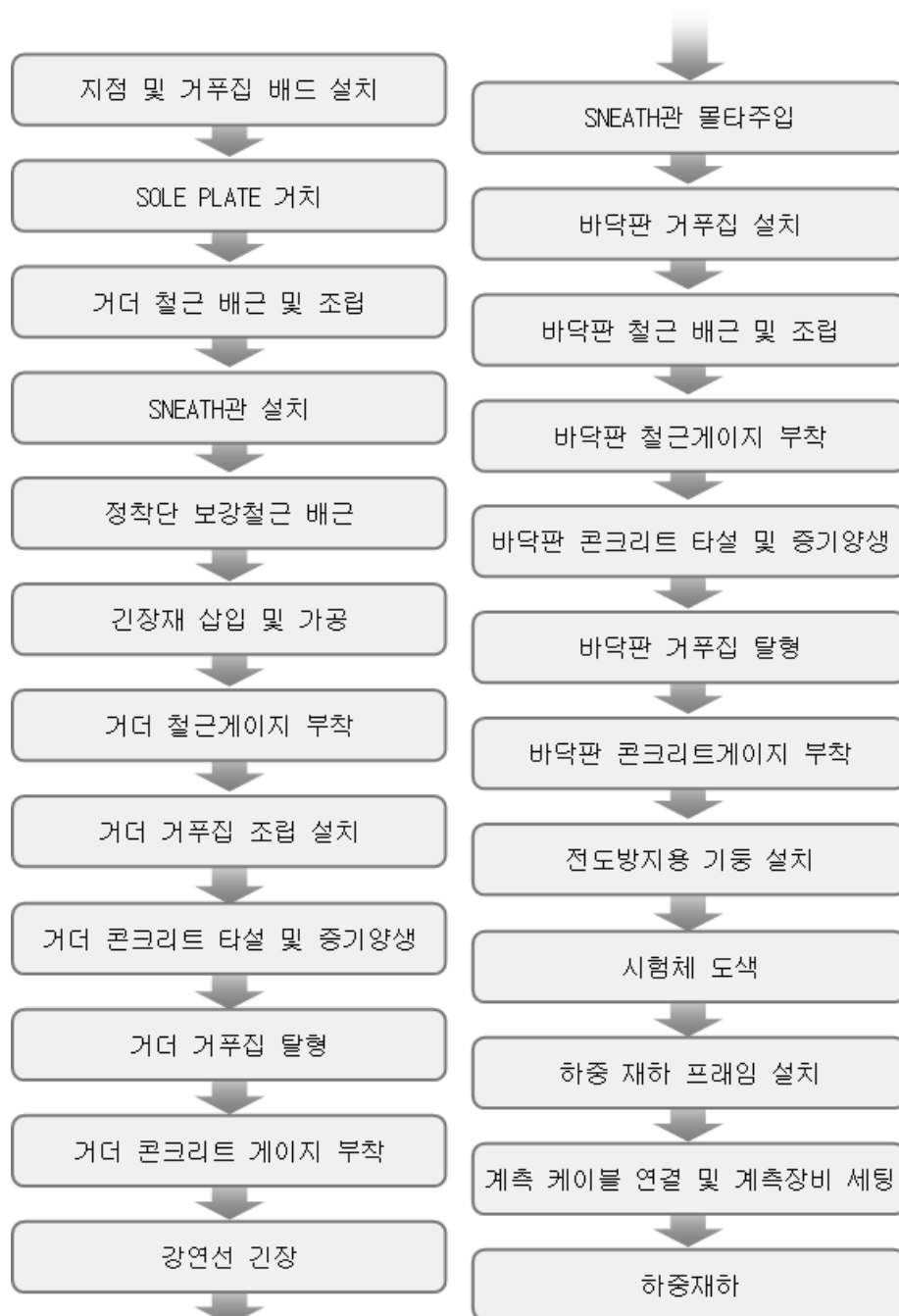
<시험체 30m 모식도>



<PSC I 거더 시험체 모식도>

○ 시험체 제작

- 강재거푸집 및 철근 및 쉬스관 망 제작
- 거더 강재거푸집 설치 및 콘크리트 타설과 양생 후 거푸집 탈형
- 긴장재 삽입 및 인장
- 바닥판 거푸집과 철근조립, 콘크리트 타설, 증기양생, 탈형으로 실험체 완성



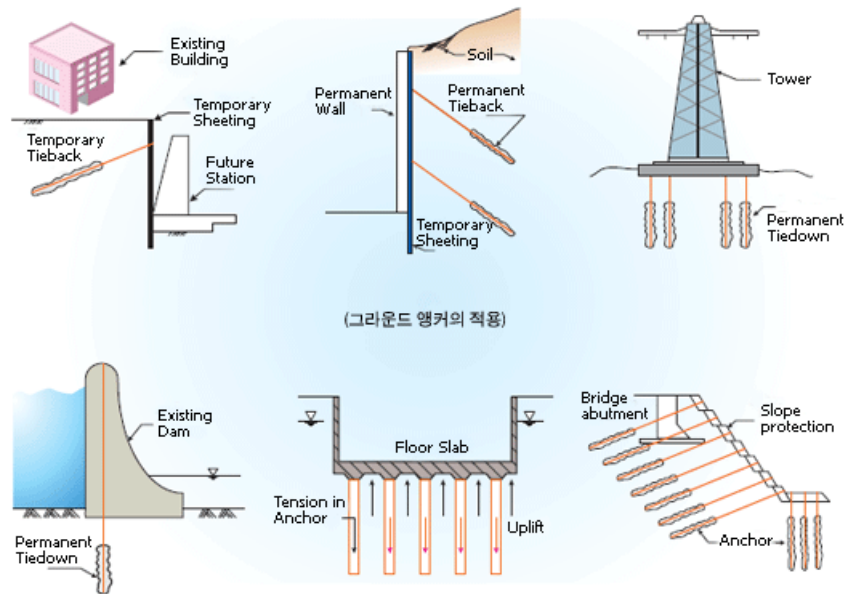
<PSC I 거더 실험체 제작과정>

(라) 실험 수행기간 및 세부일정

	과업수행일(day)																								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	50		
거푸집제작																									
거더 철근 및 쉬스관 조립																									
매립용 센서 설치																									
거더 #1 Con`c 타설 및 철근 조립																									
거더 #1 거푸집 탈형																									
바닥판 #1 거푸집 및 철근 조립																									
거더 #1 긴장																									
바닥판 #1 Con`c 타설 및 증기양생																									
가력 및 계측시스템 설치																									
실험체 #1 실험 실시																									
거더 #2 콘크리트 타설 및 양생																									
거더 #2 거푸집 탈형																									
바닥판 #2 거푸집 및 철근조립																									
거더 #2 긴장																									
바닥판 #2 Con`c 타설 및 증기양생																									
가력 및 계측시스템 설치																									
실험체 #2 실험 실시																									
결과 정리																									

(3) 스마트텐던의 지반구조물 활용기술 개발

앵커공법은 토목이나 건축의 구조물을 지반에 정착시키기 위하여 고강도 강재에 긴장력을 도입하여 주변지반의 변형을 최소화 할 수 있는 공법으로 아래 그림에 나타난 바와 같이 가설 토류벽의 지보공, 영구앵커 토류벽, 송전탑 기초, 댐의 보강, 지하구조물의 부력앵커, 사면 보강 등으로 널리 적용되고 있다.

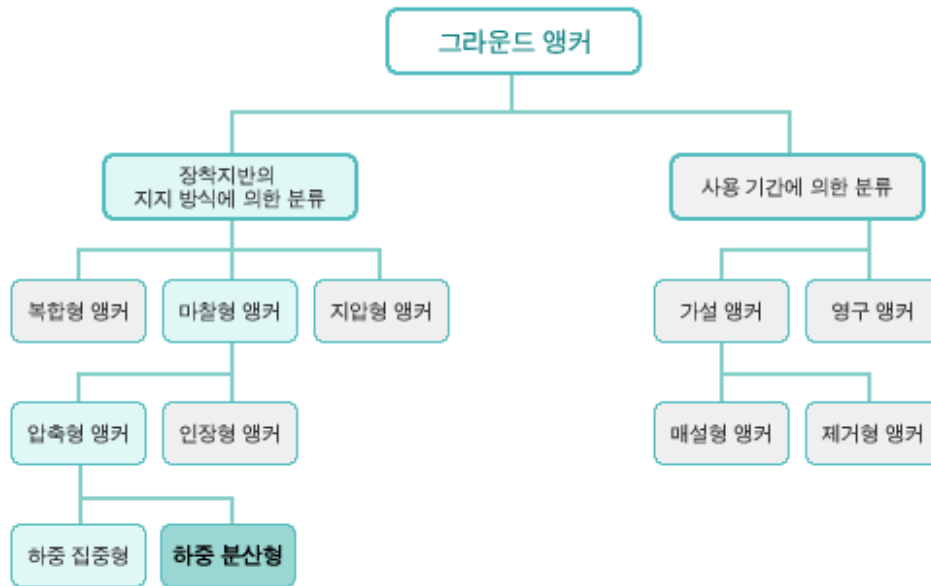


< 그라운드 앵커의 적용(출처:www.swanchor.com)>

한편 앵커는 지반의 종류, 설치되는 방향, 그라우트 방법, 사용기간, 지지방식 등에 따라 다양하게 분류될 수 있으며, 앵커가 정착되는 지반의 지지방식에 따라 그라우트와 지반의 마찰력으로 지지되는 바찰형 앵커, 지압판이나 파일 등을 사용하여 지반의 수동저항력으로 지지되는 지압형 앵커, 그리고 이들 두 방식이 복합된 복합형 앵커 등으로 분류할 수 있다. 이 중 광섬유센서를 이용한 모니터링에 가장 적합한 방식은 마찰형 앵커로 판단된다.

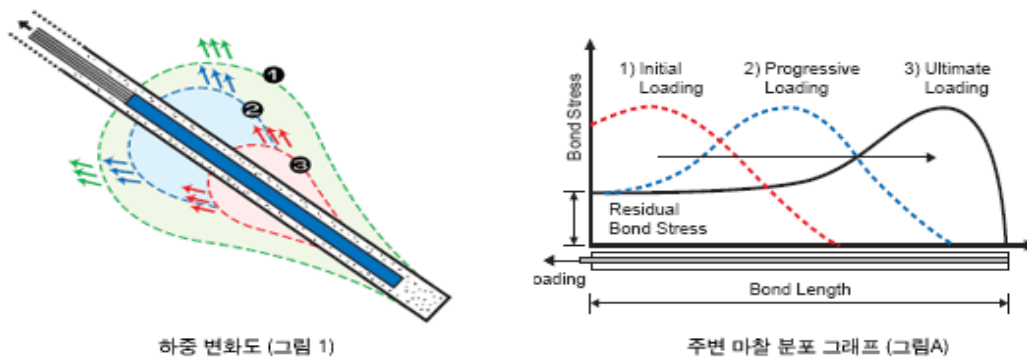
마찰형 앵커는 그라우트에 하중이 가해지는 방식에 따라서 인장형 앵커와 압축형 앵커로 분류할 수 있으며 압축형 앵커는 하중의 분포에 따라 다시 하중 집중형 앵커와 하중 분산형 앵커로 분류될 수 있다.

■ 그라운드 앵커의 분류



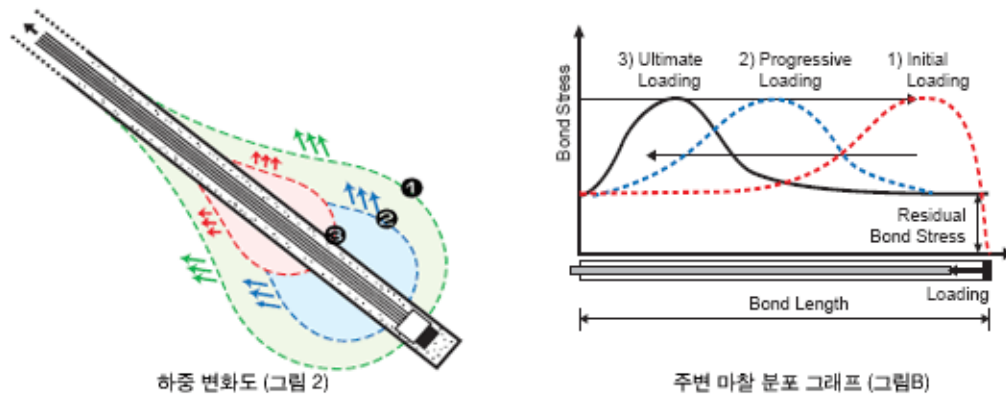
< 그라운드 앵커의 분류 >

일반적으로 인장형 앵커는 그라우트 내의 인장 크랙(tension crack)과 하중집중으로 인한 크립(creep) 등으로 진행성파괴(progressive failure) 현상이 발생되며 하중의 감소가 큰 것으로 알려져 있다. 진행성 파괴에 따라서 재하 초기에는 아래 그림의 1)과 같이 하중 전이 분포를 가지지만 시간의 경과에 따라 하중 집중으로 인한 국부 파괴로 인해 3)과 같은 분포로 하중전이 형상이 변하게 된다. 이러한 하중전이 특성은 궁극적으로 앵커에 재하된 하중이 사용기간 동안 유지되지 못하여 심한 경우에는 파괴를 동반하게 되므로 앵커의 하중전이와 장력변화의 모니터링은 매우 중요하다.



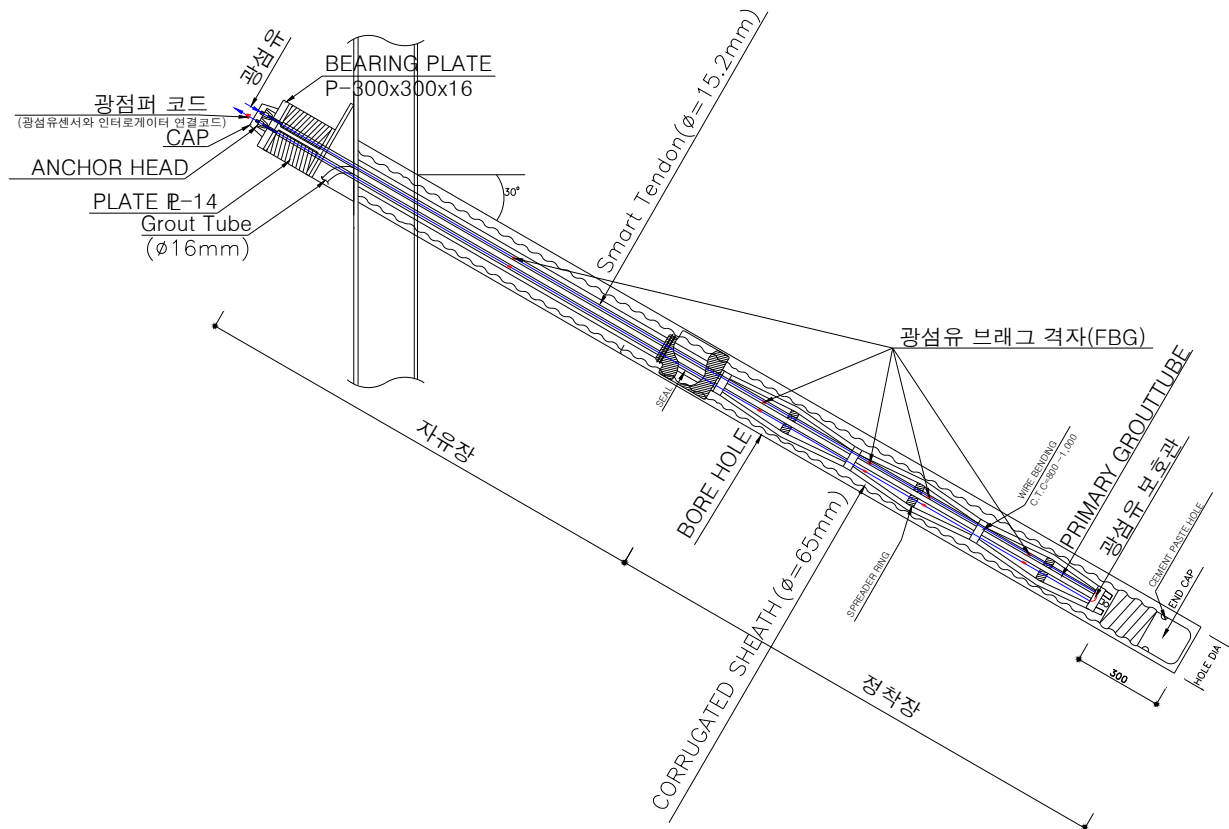
< 인장형 앵커의 하중전이 >

압축형 앵커는 PE코팅된 P.C. 강연선을 사용하여 별도의 정착체에 강선을 구속시켜 그라우트에 압축력을 발생시킬 수 있다. 압축형 앵커는 인장형 앵커에 비해 크릴에 의한 하중감소는 적으나 고강도 그라우트를 사용해야 하며 연약한 지반에서는 소정의 앵커력을 확보할 수 없다는 단점이 있다. 압축형 앵커의 그라우트에 작용하는 압축력은 인장형 앵커와 달리 선단부에 하중이 집중되며 이 또한 아래 그림과 같이 하중전이의 변화를 동반하면서 감소할 수 있다.

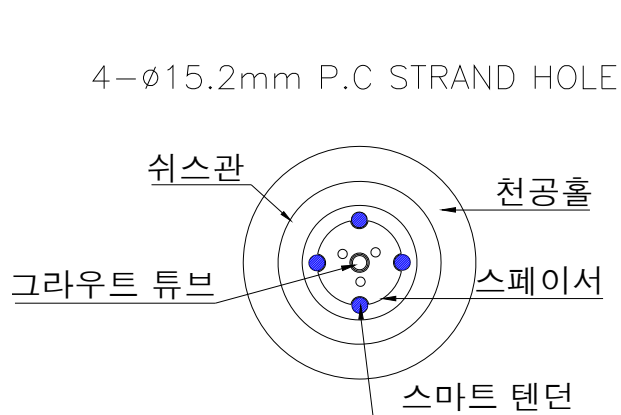


< 압축형 앵커의 하중전이 >

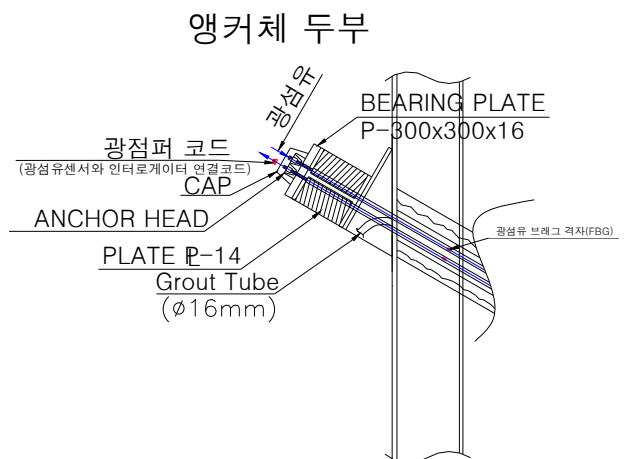
현재 사용되고 있는 압축형 앵커와 인장형 앵커의 하중전이를 효과적으로 측정할 수 있는 방법은 그리 많지 않으며 거의 유일한 방법이 앵커정착부에 로드셀을 설치하여 앵커의 최종적인 인장력변화만을 측정하는 방법이 있다. 그러나 이는 보통 4~10줄의 강연선의 종합적인 장력변화만을 측정할 뿐 응력의 집중에 의해 내부에서 발생하는 앵커력을 모니터링할 수 없다. 그러나 제안된 스마트 텐던은 아래 그림과 같이 앵커를 구성하는 모든 선에 FBG센서를 설치함으로써 각 강연선의 장력변화를 모니터링 할 수있을 뿐 아니라 필요에 따라서는 하중전이를 측정할 수 있도록 다중점 측정(multiplexing)을 수행함으로써 보다 명확한 앵커의 관리가 가능하다. 따라서 스마트 텐던을 지반보강용 앵커에 활용할 경우 토류벽의 안전관리와 사면안정 모니터링에 매우 효과적이며, 향후 자동화 유지관리시스템 구축도 용이할 것으로 기대된다.



(a) 스마트 앵커체 구조

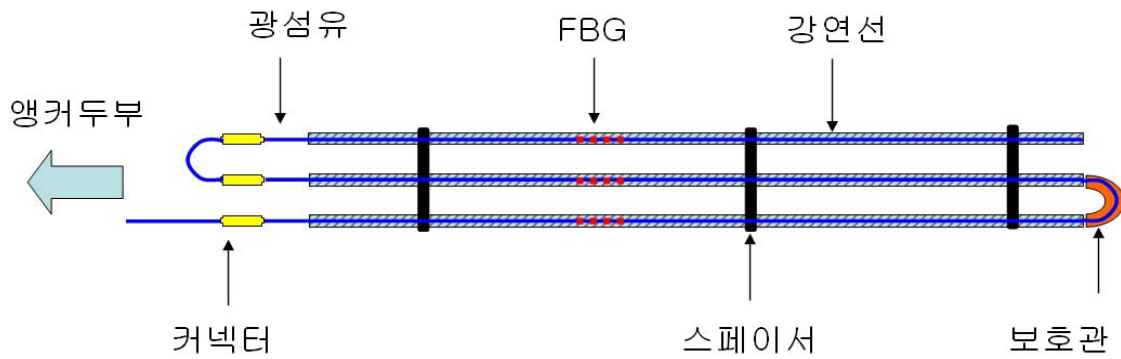


(b) 앵커체 단면 상세도

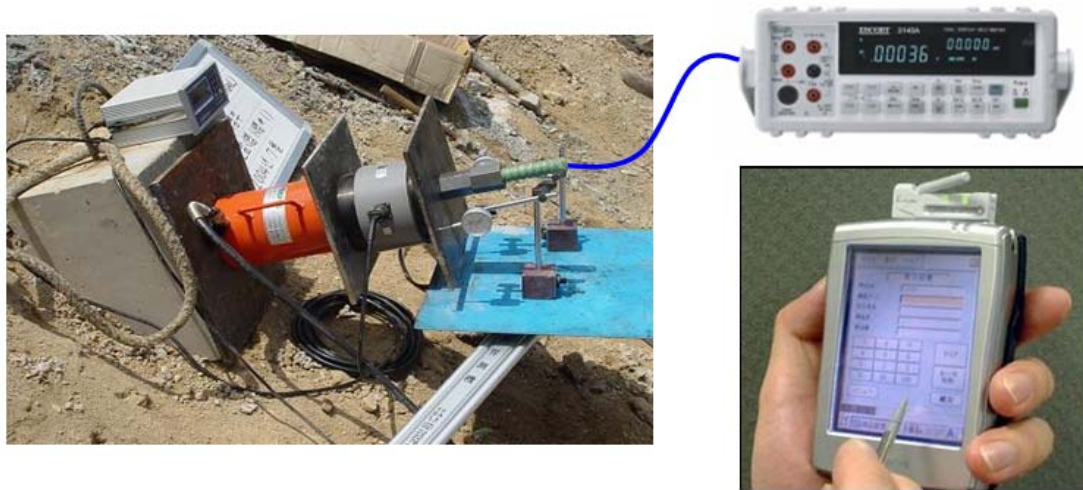


(b) 앵커체 두부 상세도

<스마트 앵커체 구조 및 상세도>



(a) 스마트 앵커체 모식도



(b) 스마트 앵커 긴장력 도입 및 관리 모식도

<스마트 앵커체 및 긴장력 관리 모식도>

본 세부연구 분야의 연구내용은 다음과 같다.

○ 앵커형식에 따른 효과적인 모니터링 방안연구

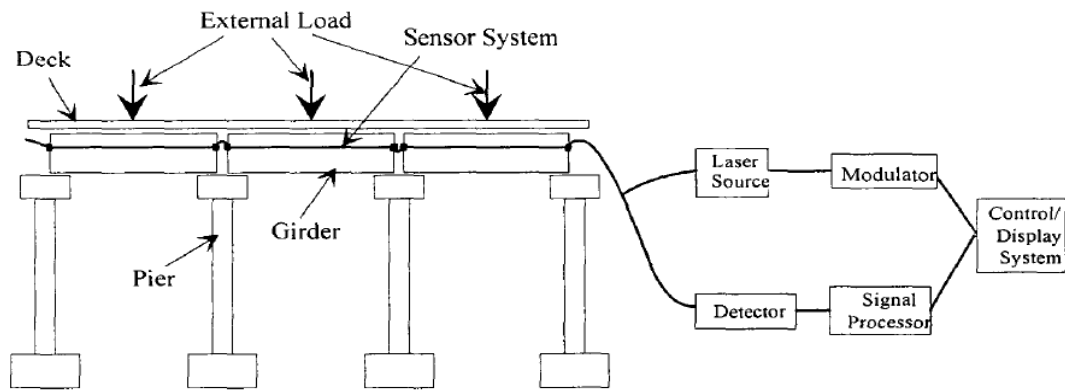
- 인장형 앵커의 장력 및 하중전이 최적 모니터링 방안
- 압축형 앵커의 장력 및 하중전이 최적 모니터링 방안

○ 앵커 시험시공 및 검증

- 스마트 인장형 앵커의 시험시공 및 하중전이 모니터링 검증
- 스마트 압축형 앵커의 시험시공 및 하중전이 모니터링 검증
- 인발시험, 크리프 시험, 장기거동시험

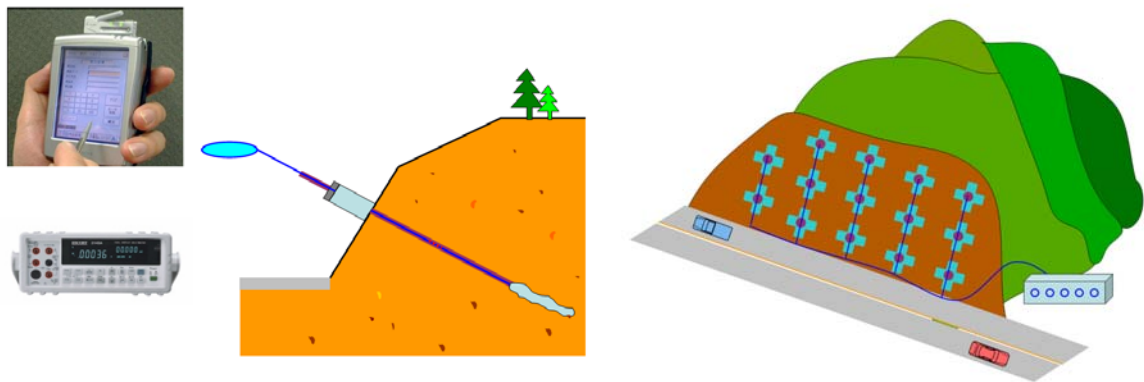
(3) 스마트텐던을 활용한 장력모니터링 통합 SW 개발

○ 교량용 장력모니터링 통합 시스템 개발



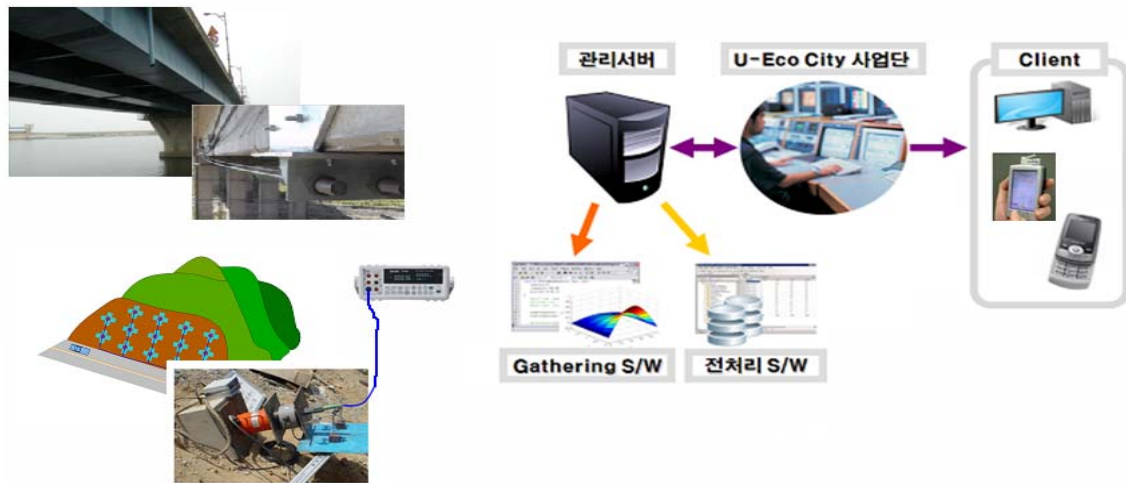
<광섬유를 이용한 교량 유지관리 시스템>

○ 어스앵커용 장력모니터링 통합 시스템 개발



<스마트 앵커 유지관리 시스템 적용>

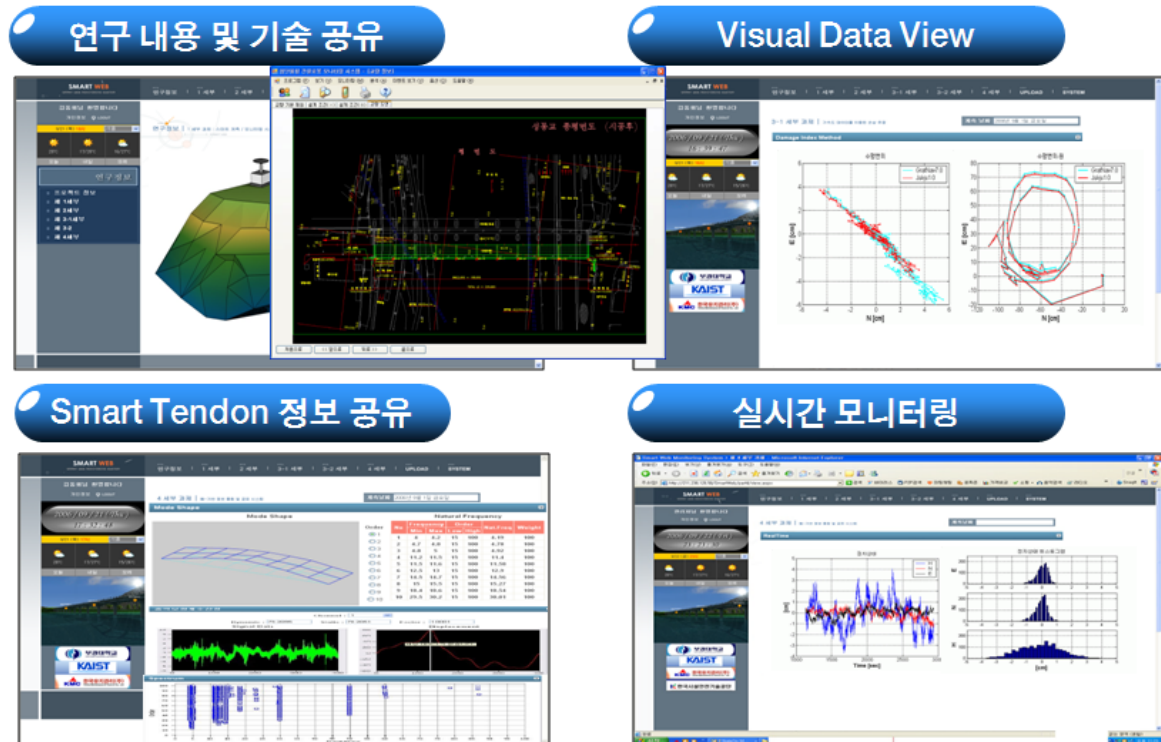
○ 통합 원격 모니터링 시스템 개발



<통합 원격 모니터링 시스템 개념도>

○ 웹 기반 원격 모니터링 프로그램 개발

웹-기반 시스템의 주요기능



<웹 기반 원격 모니터링 프로그램 예시>

다. 연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토결과

(1) 연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토결과

(단위 : 억원)

부처명	사업명	과제명	핵심기술명	예산	비 고
한국과학재단	ERC	광섬유센서기술을 활용한 교량의 건전도 모니터링	광섬유센서를 교량모니터링에 활용하는 기술 개발	0.40	기수행
한국과학재단	ERC	지반구조물 유지관리를 위한 스마트 보강시스템 실용화	스마트 텐던 기술의 지반공학 분야 응용 방법에 대한 기초연구	0.40	수행중

(2) 연구개발과제의 차별화 방안

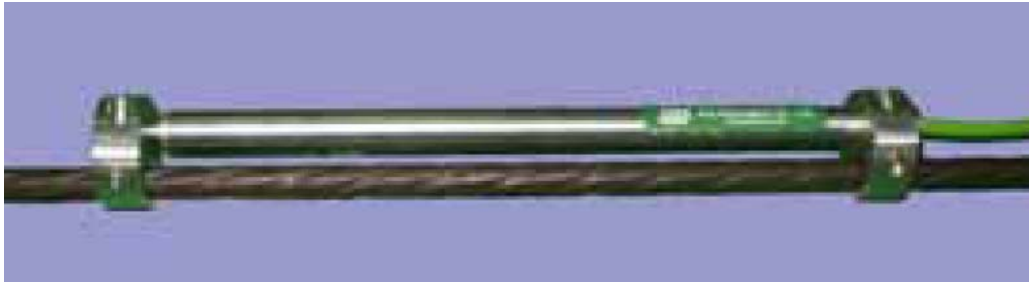
- 상기 기수행된 1개 연구과제는 스마트 텐던에 대한 아이디어를 도출하고 이의 실현 가능성을 증명하는 기초적인 연구이다. 이 연구를 통하여 스마트 텐던에 대한 지적재산권이 확보되었으며 기초기술이 개발되었다.
- 현재 수행중인 1개 연구과제는 스마트 텐던을 지반공학 분야에 활용하기 위한 방안에 대한 아이디어를 도출하고, 도출된 아이디어의 실현 가능성을 증명하는 기초연구이다.
- 반면 본 과제를 통하여 수행하고자 하는 것은 스마트 텐던 기술의 사업화를 위한 기획에 관한 것으로써 제품의 공정개선, 원가절감, 시공기술, 시험시공 등에 관한 추가적인 연구개발에 필요한 TRM 작성뿐만 아니라 당해 기술과 관련된 시장 및 산업동향, 기술동향 등을 조사 분석하는데 목적이 있다.
- 더불어 조사 분석내용을 바탕으로 이익모델 개발, 고객 선정 및 사업범위 결정, 기술 및 시장 불확실성을 기초로 한 리스크 분석을 수행하여 스마트 텐던 기술의 사업화에 적합한 사업모델(BM ; Business)을 개발하고자 하므로 본 사업화 기획과제는 상기 유사연구와 연구의 범위, 목적 및 연구단계 측면에서 차별화 된다.

라. 연구개발과제의 차별화 방안

강연선의 긴장력을 측정하기 위한 방법으로 현재 가장 많이 사용된 방법은 강연선 단부에 로드셀을 설치하는 방법이라고 할 수 있다. 그러나 로드셀은 장기적인 모니터링에 적합하지 않고 단부에서만 측정이 가능하므로 아래 그림과 같이 강연선에 센서를 직접 부착하여 강연선의 변형률을 측정하는 방법이 장기적인 모니터링에 사용되고 있다.

<강연선 측정 센서의 비교>

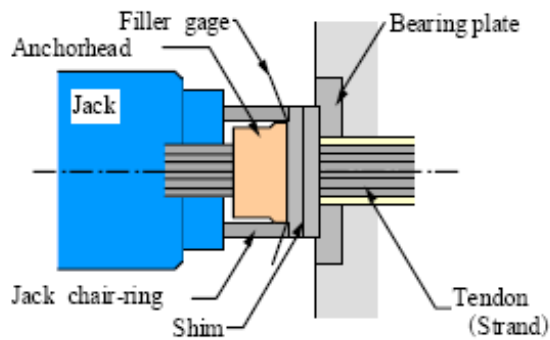
비 교 항 목	Tensmeg 센서	진동형식 센서	FBG센서	비 고
최대측정범위	18,000 $\mu\epsilon$	3,000 $\mu\epsilon$	10,000 $\mu\epsilon$	
외부노이즈 영향	중간	작음	없음	
피구조물의 영향	작음	받기 쉬움	없음	
정밀도	F.S 2.0%	F.S 0.5% 이내	F.S 0.01%	
동적계측	가능	불가능	가능	
다중측정	불가능	불가능	가능	
온도민감도	작음	온도에 민감	온도에 민감	
낙뢰영향	받기 쉬움	받기 쉬움	없음	
적용계기	변형률계	변형률계, 수압계, 토압계, 철근계	변형률계, 온도계, 하중계	
사용온도	-10~75℃	-30~100℃	-55~150℃	
비 용	30만/개	4만/개	5만/1본	



(a) 진동현식 변형률계 (Ace Instruments)



(b) Tensmeg (RST Instruments)



(c) 로드셀

<강연선 긴장력 측정 방법>

하지만 위와 같은 센서 측정방법은 실시간 또는 장기모니터링의 단점 요인들이 많거나, 비용이 고가이다 보니 실질적인 사용성이 부적합하다. 이 연구에서는 기존 센서 측정방법의 단점을 보완한 스마트텐던을 이용하여 교량과 지반구조물의 장력 모니터링의 시스템을 구축하고, 통합 실시간 모니터링 SW개발 목적이 있다.

3. 추가기술개발 및 검증 계획

연구내용	월 단위 추진계획												소요연구비 (천원)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
스마트텐던 원가절감 기술 개발													20,000
스마트텐던 제작 공정 최적화													10,000
외부 프리스트레싱 보강공법에 의한 교량 보강													20,000
경간장 30m PSC I 거더 시험체 제작													58,000
경간장 30m PSC I 거더 적용 및 시험을 통한 성능 검증													42,000
어스앵커 적용기술개발													20,000
어스앵커 시험체 제작 및 시험을 통한 성능 검증													40,000
교량용 장력모니터링 통합 시스템 개발													20,000
어스앵커용 장력모니터링 통합 시스템 개발													20,000
웹 기반 원격 Smart Tension 모니터링 통합 프로그램 개발													20,000
보고서 작성													15,714
합 계													285,714

4. 사업화 및 연구역량 우수성

가. 과제 추진 인력의 본 과제 관련 연구실적

주관연구책임자의 경우 구조물의 하중 및 지반 등에 대하여 5년 이상의 연구 경력을 보유하고 있으며 사업화를 위한 전략기획 및 사업화 추진과 관련된 업무를 3년여간 수행하면서 많은 경험 및 노하우를 확보하고 있음.

또한 주관연구기관의 사업 분야 중에는 광섬유 센서를 이용한 구조물 계측 및 원격 모니터링이 있으며 해당 분야 연구 인력은 최근 3년여 기간 동안 다수의 현장 적용 실적을 보유하고 있음.

더불어 본 과제 참여연구원 중에는 당해 과제를 통해 사업화 하려는 스마트 텐드의 핵심 요소인 광섬유 단주기 격자(FBG ; Fiber Bragg Grating)와 관련하여 FBG센서 제조 기술, FBG 센서의 온도 의존성 저감 기술(온도보상 기술) 및 광 세기를 이용하는 Advanced FBG 센서 기술을 보유하고 있음.

때문에 협동연구기관에서 보유한 중공케이블에 광섬유 센서를 내장하는 기술을 이전받아 높은 수율을 확보할 수 있는 생산 공정(광섬유의 특성상 생산공정에서 불량률이 많이 날 수 있음.)을 개발한다면 고부가가치를 낼 수 있도록 사업화가 가능할 것으로 사료됨.

<주관연구책임자 연구개발 수행 실적>

구조물의 하중 및 지반 등에 대하여 5년 이상의 연구 경력을 보유하고 있으며 사업화를 위한 전략기획 및 사업화 추진과 관련된 업무를 3년여간 수행하면서 많은 경험 및 노하우를 확보하고 있음.

1) 주요 연구수행 실적

- [1] 국내 지반특성을 고려한 지진시 설계지반운동 결정 연구, 한국학술진흥재단, 2002.12~2003.10
- [2] 지진시 구조물 밀면전단력 산정을 위한 지반계수 산정에 대한 연구, 대한주택공사, 2003.5~2003.10
- [3] 경기 파주금촌, 인천 삼산, 수원 망포, 경남 함안, 경북 칠곡, 서울 등촌, 부산 기장, 부산 안락, 경기 화성태안, 전남 장흥 지구 아파트 건설부지 밀면전단력 산정을 위한 지반계수 결정에 대한 연구 - 대한주택공사, 2001.10~2002.12

- [4] 지진재해에 대비한 지반특성 파악에 관한 연구, 국립방재연구소, 2000.3~2000.10
- [5] 철도레인 누적통과톤수 유무선 계측 실험, 서울도시철도공사, 2008

2) 논문 실적(최근 5년 동안 학술지 이상 게재 논문 실적)

(1) 국내 전문 학술지

- [1] 윤종구, 김동수, 방은석, "국내 지반특성에 적합한 지반분류 방법 및 설계응답스펙트럼 개선에 대한 연구(I) - 국내 내진설계기준의 문제점 분석," 한국지진공학회 논문집, Vol. 10, No. 2, pp. 39-50. 2006. 4.
- [2] 윤종구, 김동수, 방은석, "국내 지반특성에 적합한 지반분류 방법 및 설계응답스펙트럼 개선에 대한 연구 (II) - 지반분류 개선방법," 한국지진공학회 논문집, Vol. 10, No. 2, pp. 51-62. 2006. 4.
- [3] 윤종구, 김동수, 방은석, "국내 지반특성에 적합한 지반분류 방법 및 설계응답스펙트럼 개선에 대한 연구 (III) -설계응답스펙트럼 개선방법", 한국지진공학회 논문집, Vol. 10, No. 2, pp. 63-71. 2006. 4.
- [4] 윤종구, 김동수, 임종석, 손덕길, "지진시 고층건물 밀면전단력 산정을 위한 지반계수 결정에 대한 연구", 한국지반공학회논문집, 제19권, 제6호, pp. 85-97, 2003년12월
- [5] 윤종구, 김동수, "국내 지반특성에 적합한 설계지반운동 결정 방법에 대한 연구", 한국지진공학회논문집, 제8권 제3호, pp. 23-32, 2004년 6월호

(2) 해외 전문 학술지

- [1] Kim, D.-S., Yoon, J.-K. , "Development of New Site Classification System for the Regions of Shallow Bedrock in Korea," Journal of earthquake engineering : JEE , Vol. 10, No. 3, pp. 331-358. 2006. 5.
- [2] Dong-Soo Kim and Jong-Ku Yoon, "Numerical Simulation of the SASW Method at the Inclined Soil Layers", Computers and Geotechnics, (submitted)
- [3] Dong-Soo Kim and Jong-Ku Yoon, "Evaluation of earthquake ground motion considering dynamic site characteristics in Korea", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, (submitted)

3) 저서 실적

- 지반구조물의 내진설계, 2006.2, 구미서관, 한국지반공학회

< 광섬유 센서 응용팀 실적 및 보유 기술>

1) 주요 연구수행 실적

과업명	과업수행일	수행과 관련된 기관	과업 수행 장소
대우건설 ATT SHM 시스템 구축	2008.04~ 계속	대우건설기술연구소	인천 송도
FBG를 이용한 FRP 보강근 교량의 동적 거동 모니터링	2007. 10	한국건설기술연구원	경기도 고양시
삼일교 광섬유센서(FBG) 계측 용역	2008.01	한국건설기술연구원	강원도 화천
MSS장비 주요부재 계측	2008.03	삼성건설	경기도 용인
울돌목 조류력 발전시설 광섬유 센서 계측	2008.04	현대건설	전라남도 진도
삼교대교 테스트베드 구축 용역	2008.04~ 2008.09	한국건설기술연구원	충남 당진
서소문고가차도 경관개선사업 유지관리 계측시스템 설치 용역	2008.04~ 2008.08	서울특별시 도시기반 시설본부	서울시 동대문구

<FBG 센서를 이용한 계측 용역 및 모니터링 시스템 구축 실적>

2) 논문 실적

- [1] 박현수, 송종섭, 한원택, 백운출, 정영주, “빛의 세기 측정을 이용한 광섬유 격자 비틀림 센서”, 한국광학회 하계학술대회 2003, 평창, pp. 192-193 2003.07.15
- [2] 정영주, 박현수, 오승태, 송종섭 “광섬유 격자 기술동향”, 광기술특화연구센터 광통신기술동향, pp. 10-20, 2003.06.01
- [3] J. Song, W. T. Han, U. C. Paek, and Y. Chung “New Compensation Method for Temperature Sensitivity of Fiber Bragg Grating Using Bi-metal”, Journal of Opt. Soc. Kor., Vol. 7, No. 2, pp. 84-88, 2003.06.01
- [4] 송종섭, 한원택, 백운출, 정영주, “Bi-metal을 이용한 광섬유 단주기 격자의 온도 보상”, 한국광학회 동계학술대회 2003, 인하대, FG-V46, pp.332-333, 2003.02.14
- [5] J. Song, H. Park, W.T.Han, U.C.Paek and Y. Chung Induction of sinusoidal chirp in fiber Bragg grating and application to optical fiber sensing with intensity

measurements0FS 2002, Portland, TuP27, pp. 231-2342002.05.06

- [6] 송종섭, 박현수, 한원택, 백운출, 정영부, "광섬유 브래그 격자에서 사인 곡선의 chirping 유도과 세기 측정을 통한 광섬유 센서 분야로의 응용", C00C 2002, 경주, ThB3-4, pp. 197-1982002.05.15

3) 광섬유 센서 관련 특허보유 현황

- [1] 송종섭 외, 무선 광섬유 격자 센서 및 이를 적용한 구조물 변형 측정 시스템, 특허등록(10-)
[2] 송종섭 외, 광섬유 격자 구조체 및 이를 적용한 구조물 변형 측정 장치 및 방법, 국내 특허등록(10-) 및 PCT-미국 국내단계 진입 중 (PCT/KR2005/003332 2005.10.07)
[3] 박은용 외, 복합재 보강형 광섬유 구조체의 제조방법, 국내 특허등록(10-0716725), 2007.05.03
[4] 류영준 외, 피 계측부재와 일체화가 가능한 광섬유 센서 고정 장치를 이용한 계측시스템, 국내 특허등록(10-0793857), 2008.01.04
[5] 백종호 외, 미끄러짐이 없는 원통 조절형 광섬유 격자 센서용 고정구, 국내 특허등록(10-00841389), 2008.06.19

나. 개발기술관련 기반 기술의 보유 및 숙련도

<지적재산권 확보 및 신청 상태>

- 광섬유 복합 강연선, 그 광섬유 복합 강연선의 제조방법 및 변형을 측정방법, 등록번호 10-075606-0000, 2007
- 광섬유센서를 활용한 교량의 건전도 모니터링, 출원번호 10-2006-0115477, 2006.
- 광섬유센서를 활용한 앵커시스템, 출원번호 10-2006-0115478, 2006.

<기반기술 보유 및 숙련도 - 전남대>

아래 그림은 중공 킹와이어 (king wire) (외경 5mm, 내경 1mm)에 FBG 센서를 설치하고 만능시험기를 이용한 인장실험 수행 모습을 보여주고 있다. 그리고 아래 그래프는 FBG 센서가 내장된 중공 킹와이어 외부에 변형률계를 부착하여 두 센서 사이의 변형도를 비교한 결과도 보여주고 있다. 시험결과 FBG 센서가 킹와이어

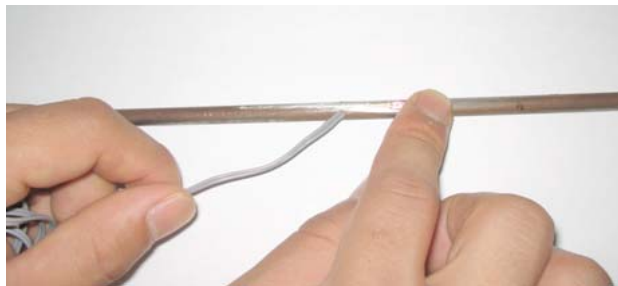
어의 변형도를 대단히 정확하게 계측하여, FBG 센서가 내장된 중공 킹와이어가 부재로서의 기능뿐만 아니라 센서로서의 기능도 우수하게 수행함을 알 수 있다.



(a) 중공 킹케이블
(길이:50cm, 외경:6.0mm, 내경:1.8mm)



(b) 접착제를 이용한 광섬유센서 고정

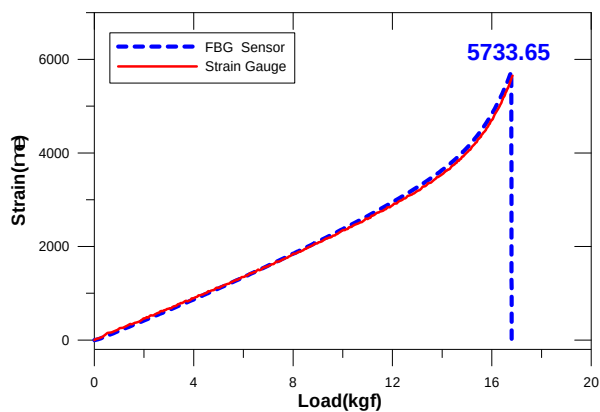


(c) 외부 strain gauge 부착

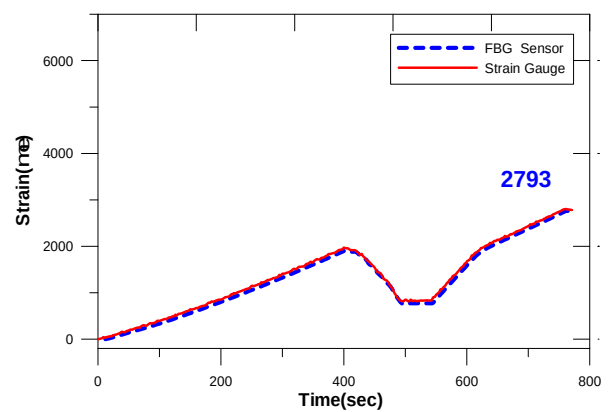


(d) U.T.M을 이용한 인장실험

<스마트 킹케이블 제작 과정 및 인장실험>



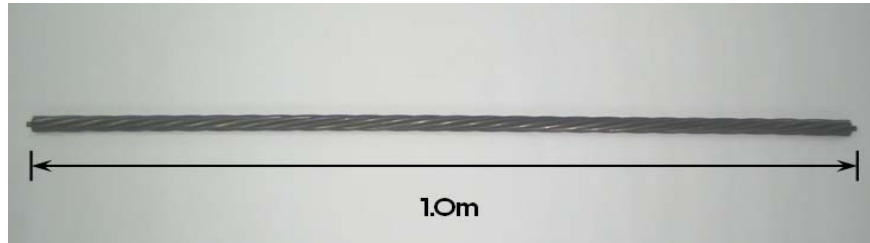
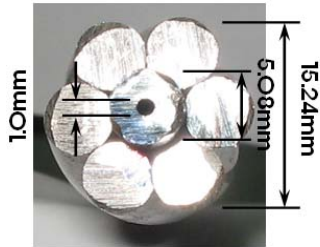
(a) CASE 1



(b) CASE 2

<스마트 킹와이어 인장실험 결과>

아래 그림은 스마트 킹와이어를 7연 강연선에 적용한 제작기술을 보이고 있다.



(a) 중공 강연선 시편(1.0m)



(b) 접착제 흡입을 위한 진공펌프 설치



(c) 접착제 주입을 위한 주입구



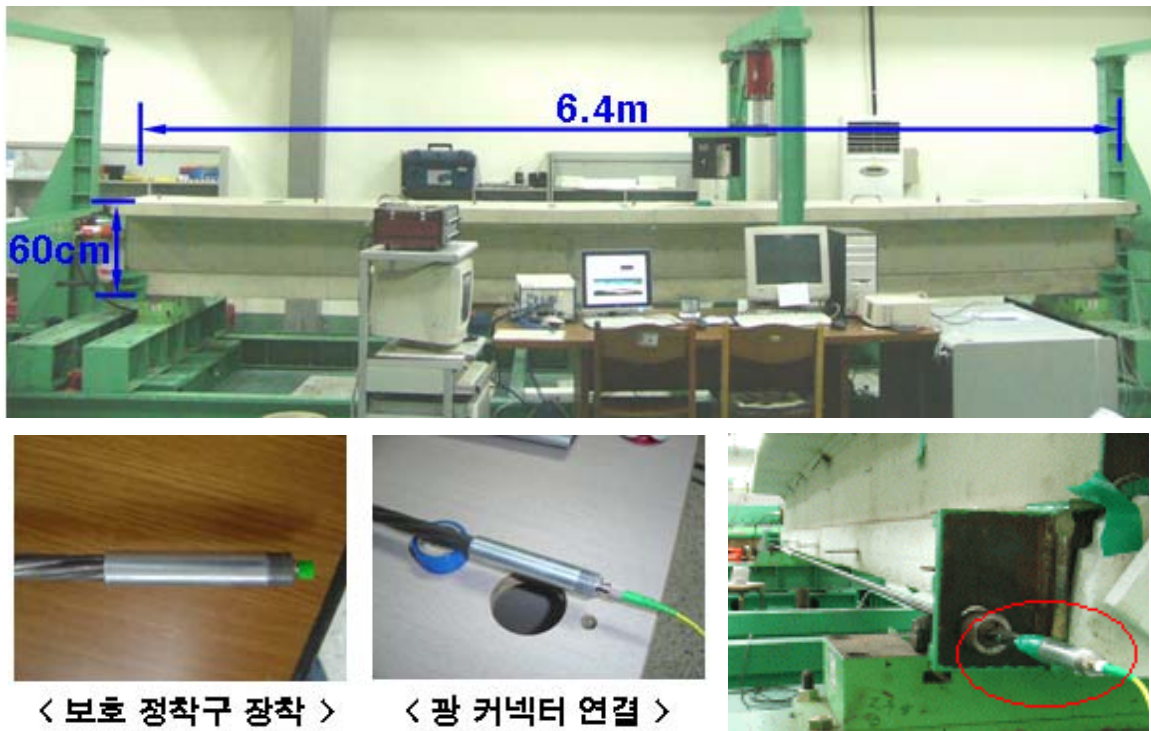
(d) 광점퍼 코드 연결



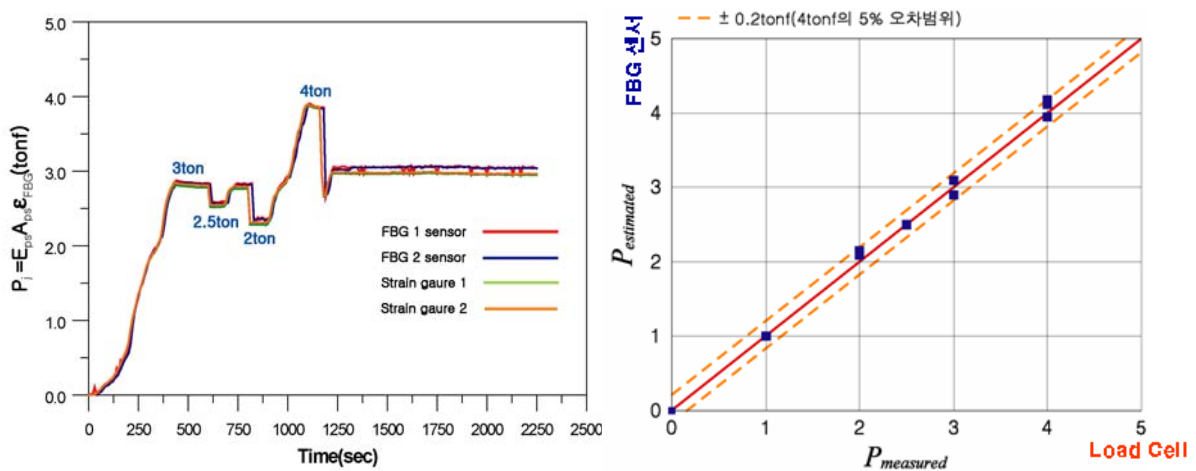
(e) 인장실험을 위한 정착구 설치

<스마트 텐던 제작 과정>

아래 그림은 스마트 텐던을 PSC 교량 외장형 텐던 보강제로 적용한 사례로서 스마트 텐던의 길이는 7.0m 이다. 적용결과 그림 (b)에서 알 수 있듯이 외장형 텐던의 긴장력을 5% 오차범위 내에서 모니터링 할 수 있다.

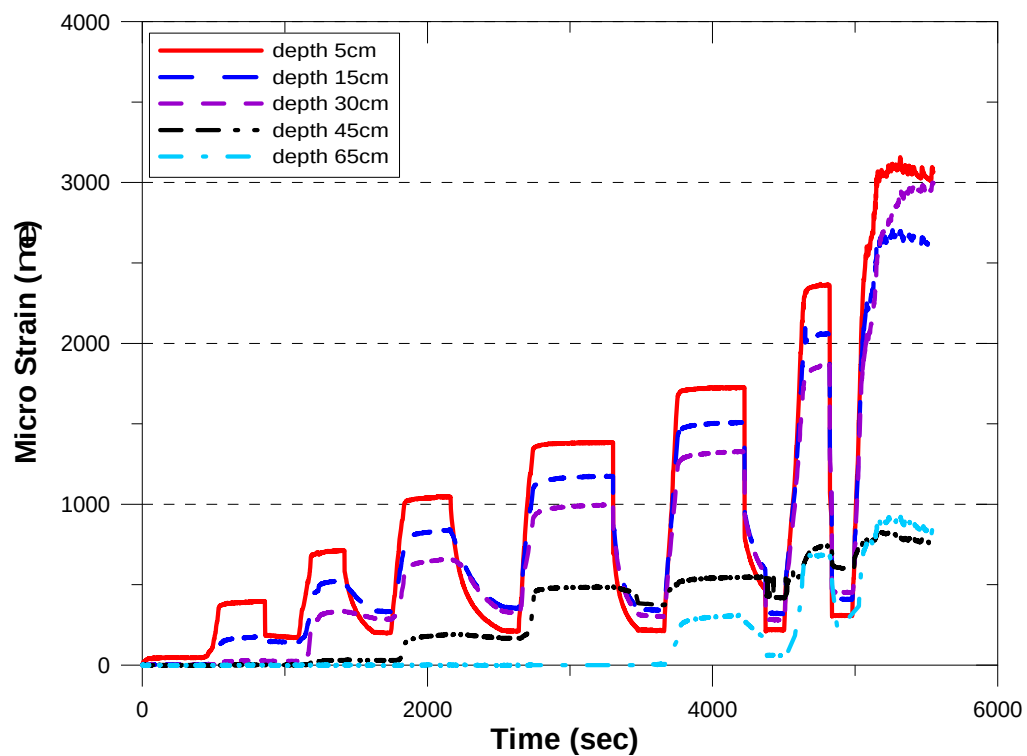
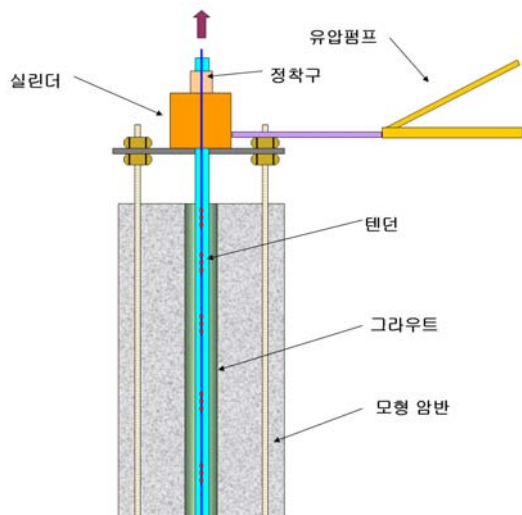


(a) 스마트 텐던을 외장형 보강재로 적용한 사례



<스마트 텐던을 PSC 교량 외장형 보강재로 적용한 사례 (길이 7.0m)>

아래 그림은 지반의 굴착 및 사면보강에 사용할 수 있는 앵커에 적용하기 위한 시험결과로서, 스마트 텐던을 사용하여 강연선 앵커의 거동을 정확하게 모니터링 할 수 있으며 FBG 광섬유센서의 다측점 성능을 확인 할 수 있다.



<스마트 텐던을 이용한 모형 락앵커 및 인발시험 결과>

<주관기관 지적재산권 보유 현황>

번호	특허 발명의 명칭	등록번호(년월일)	보유자
1	모듈화된 센서입력단을 구비한 시설물 계측용 무선 계측 시스템	10-0687209(07.02.20)	한국유지관리(주)
2	무선 주파수 인식 기술을 이용한 산업기간 시설물의 정보관리시스템	10-0739445(07.07.09)	한국유지관리(주)
3	강제진동시험자료를 사용한 지반의 전단파속도와 감쇠계수 산정 방법	10-0592219(06.06.15)	한국유지관리(주)
4	지엔에스에스를 이용한 시설물 시공 관리 시스템	10-0760215(07.09.13)	한국유지관리(주)
5	빔거동 측정형식의 축중량 측정장치	10-0579008(06.05.04)	한국유지관리(주)
6	복합재 보강형 광섬유센서 구조체의 제조방법	10-0716725(07.05.03)	한국유지관리(주)
7	피계측부재와 일체화가 가능한 광섬유센서 고정 장치를 이용한 계측시스템	10-0793857(08.01.04)	한국유지관리(주)
8	가속도계를 이용한 지피에스 변위 보정 시스템	10-0754801(07.08.28)	한국유지관리(주)
9	센서 인터페이스모듈이 분리된 다중 채널 무선 계측 시스템	10-0792545(08.01.02)	한국유지관리(주)
10	철도 구조물의 안전 진단을 위한 레일 계측의 모니터링 장치	10-0782319(07.11.29)	한국유지관리(주)
11	구조물의 지진피해 평가보고 시스템	10-0808817(08.02.25)	한국유지관리(주)
12	지엔에스에스 망조정을 이용한 지반 및 시설물 계측 시스템	10-0812541(08.03.05)	한국유지관리(주)

번호	구 분	프로그램의 명칭	프로그램 등록번호	보유자	비 고
1	프로그램	SMART WEB	제2006-01-189-005513호 (2006.11.09)	한국유지관리(주)	등록
2	프로그램	Prevention	제2006-01-243-005175호 (2006.10.20)	한국유지관리(주)	등록
3	프로그램	BIRDI WEB	제2007-01-189-007238호 (2007.12.10)	한국유지관리(주)	등록

이상 12건의 특허를 포함하여 총 30건의 국내외 특허와 4건의 프로그램을 보유하고 있으며, 신규 개발 기술에 대하여 다수 특허 출원 중임.

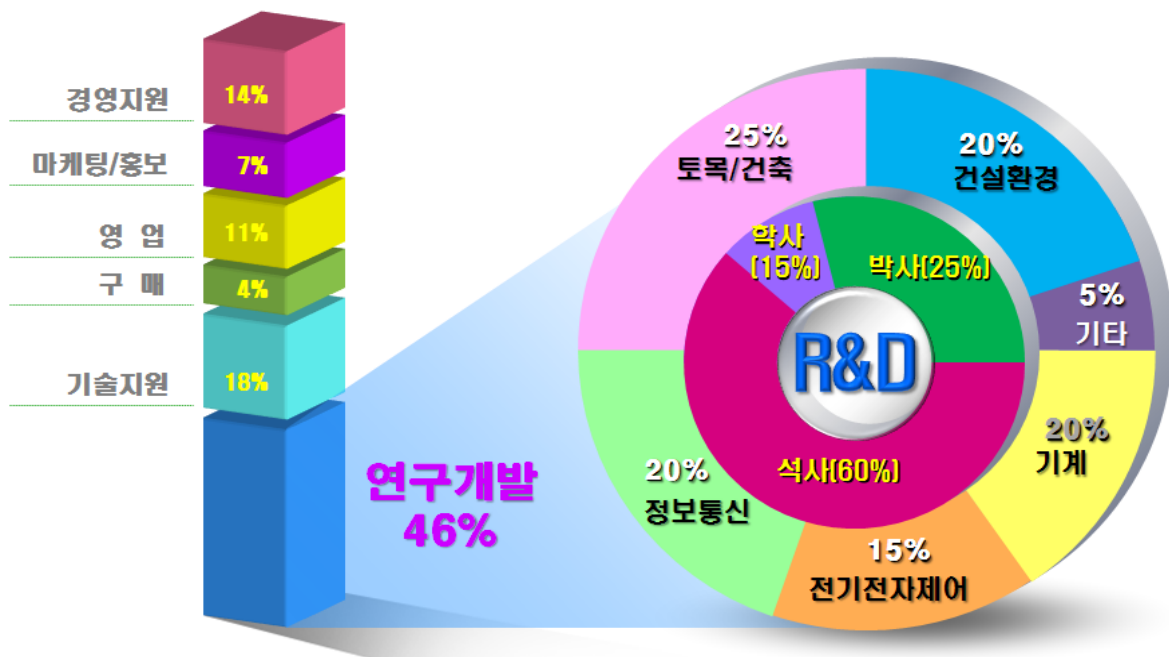
특히, 복합재 보강형 광섬유 센서 구조체 제조 방법과 광섬유 센서 관련 다수의 특허 기술을 보유하고 있어 스마트 텐던 기술의 사업화를 위한 기술적 인프라를 확보하고 있으며 더불어 협동연구기관인 전남대 김재민 교수 및 김영상 교수의 기술이전 및 추가 요소기술 개발 지원을 통해 스마트 텐던 기술의 사업화를 성공적으로 수행할 수 있음.

다. 개발기술 사업화를 위한 인적 인프라 확보 여부

(1) 인적 인프라 확보

스마트 텐던 기술의 사업화를 위해서는 광섬유 센서와 센서의 계측 데이터를 모니터링하고 분석하는 프로그램 개발 등을 위한 IT 분야 전문 연구인력, 적용대상인 교량, 웅벽, 지반 등에 적용하고 계측 데이터를 토목공학 관점에서 물리량으로 분석하고 대응할 수 있는 토목 및 건설환경 분야 전문 연구인력 그리고 현장 설치를 보다 용이하게 하기 위한 지그 및 브라켓, 기타 기구적인 개발을 위한 기계공학 분야의 전문 인력 등을 확보하여야 함.

주관연구기관의 R&D인력은 석박사급 위주의 고급연구인력으로 토목/건축, 건설환경, 기계공학, 정보통신(광섬유공학 등), 전기전자제어 등 다양한 분야의 인력을 고루 확보하고 있어 스마트 텐던의 사업화를 위한 인적 인프라를 확보하였음.



<한국유지관리(주) 인력 현황>

또한, 스마트 텐던 기술의 사업화를 통해 성공적인 시장진입을 위한 전문 마케팅 및 홍보 부서, 국내·외 다양한 고객들에게 제품을 판매하고 더불어 고객에게 새로운 솔루션을 기획하여 제공하는 기술영업을 수행할 수 있는 영업부, 제품 판매 과정에서 발생할 수 있는 기술적 문제를 해결하는 업무를 지원하는 기술지원팀, 구

매전담부서 등으로 조직화되어 있어 사업화 과정에서 발생할 수 있는 업무 로드를 해소하여 최소한의 기간 내에 관련기술의 사업화가 가능할 것으로 사료됨.

(2) 전문가 POOL 확보

더불어 당사의 보유인력이 미치지 못하는 분야의 자문을 위해 국내 스마트 텐던 기술과 연관성이 있는 전문 연구기관, 학교, 산업체뿐만 아니라 국외 관련 전문기관으로 구성된 전문가POOL을 확보하고 있어 효율적인 사업화가 가능함.



<한국유지관리(주) 전문기관POOL - 스마트 텐던 관련 >

라. 참여기관 구성의 적절성

연구개발의 효율성 증대를 위하여 참여기업의 참여를 검토하였으나 본 과제 성격이 기술개발을 통한 사업화 과제이고, 스마트 텐던 기술의 사업화는 주관연구기관인 한국유지관리(주)에서 주도적으로 독점적으로 진행할 예정이기 때문에 과제 종료의 우선 실시권을 갖게 되는 참여기업의 참여는 본 과제의 성격 상 적절치 못한 것으로 검토되어 기술을 보유하고 있는 전남대학교를 협동연구기관으로 사업화를 추진할 한국유지관리(주)를 주관연구기관으로 한 구성은 추가요소기술개발을 통한 사업화를 위해 적절하다고 사료됨.

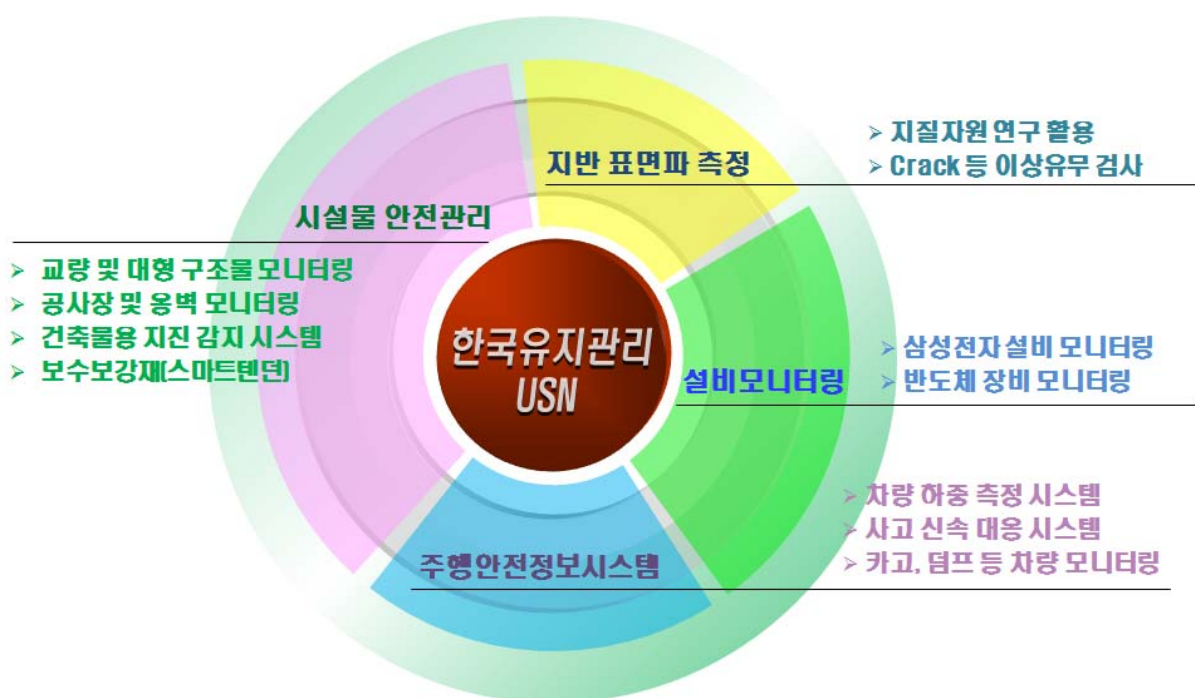
주관연구기관	협동(위탁)연구기관	참여기업
한국유지관리(주) 전략기획실 윤종구 실장	전남대학교 건설환경공학부 김영상 교수, 김재민 교수	
- 스마트 텐던 원가절감 방안 연구 개발 - 스마트 텐던 제작 공정 기술 최적화 연구 - PSC I-beam 제작 및 성능시험 통한 검증 - 스마트 앵커 제작 및 성능시험 통한 검증	- 스마트 텐던의 외부 프리스트레싱 교량 응용 기술 개발 - 스마트 텐던의 PSC I-beam 응용 기술 개발 - 스마트 텐던의 앵커 응용 기술 개발	
- 원가절감 및 리스크 분석을 통한 사업성 검토 - 시장 진입을 위한 사업화 모델(BM) 수립 - 시험체 제작 및 성능 검증	- 사업화를 위한 기반 기술 이전 - 추가 요소기술 개발 지원	

<참여기관의 구성 및 담당 연구개발 분야>

마. 사업화 핵심역량 보유 여부

스마트 텐던의 사업주체인 한국유지관리(주)는 인적인프라 확보 여부에서 전술한 바와 같이 박사 4명, 석사 21명의 고급 기술개발 인력을 보유하고 있으며, 기술개발 인력의 전공이 전기전자, 전산, 기계, 항공, 물리, 토목 및 건축으로 다양하여 제품 개발과 현장 적용 검토 등이 쉬운 Fusion 형태의 조직 운영이 가능하다. 따라서 국내외 영업을 통한 고객의 Needs를 파악하여 신제품 개발에 활용할 수 있으며 최근에는 무선 데이터 로거를 상용화하여 해외에 수출한 쾌거를 이루었다.

본 과제 of 총괄책임자는 주관연구기관에서 전략기획실장으로 근무하고 있으며 KAIST 토목공학 박사로서 최근 5년간 다수의 신규 아이템 발굴 및 사업화 경험이 있어 본 과제를 통해 스마트 텐던의 사업화를 성공적으로 수행할 수 있을 것으로 사료된다. 더불어 한국유지관리(주)의 주요 사업 분야는 본 사업화 대상기술과 밀접한 관련성이 있고 협동연구기관으로부터 기술이전을 받아 사업화하기 위한 기반 인프라를 확보하고 있어 사업화를 성공적으로 추진할 수 있을 것으로 기대된다.



<한국유지관리(주) 주요 사업분야>

주관연구기관은 최근 3년여 기간 동안 광섬유 센서를 이용한 구조물 계측 및 원격 모니터링 시스템을 개발하여 다수의 현장에 적용하여 계측한 실적을 바탕으로

광섬유 격자 센서를 이용한 구조물 모니터링 기술과 시설물 안전관리 분야의 다양한 경험 및 노하우를 보유하고 있다.

더불어 본 과제 참여연구원 중에는 당해 과제를 통해 사업화 하려는 스마트 텐던의 핵심 요소인 광섬유 단주기 격자(FBG ; Fiber Bragg Grating)와 관련하여 FBG센서 제조 기술, FBG 센서의 온도 의존성 저감 기술(온도보상 기술) 및 광 세기를 이용하는 Advanced FBG 센서 기술을 보유하고 있어 스마트 텐던의 사업화를 위한 추가 기술개발을 효율적으로 수행할 수 있을 것으로 사료된다.

또한 협동연구책임자인 전남대학교 김영상 교수는 토목공학 구조공학분야 박사로서 구조물의 해석, 설계, 스마트 구조물 분야에서 10년 이상의 연구경력을 보유하고 있고, 본 사업화 대상기술을 개발한 발명자 중의 1인으로써 기술이전에 필요한 관련분야 노하우 및 추가기술개발을 위한 연구인력 및 인프라를 확보하고 있다.

바. 기업 재무제표의 안정성 및 시장평가

(1) 요약 재무제표

주관연구기관인 한국유지관리(주)의 최근 3개년간 요약 재무제표를 보면 매출액은 2006년까지 해석 및 설계 등 소프트웨어 사업을 통해 약 27억원 수준의 매출을 하는 매출액의 변동이 거의 없는 수준이었으나 2006년 하반기부터 2007년에 걸쳐 토목분야에 IT 기술을 융합하기 위한 집중적인 투자를 통해 매출액이 약 30% 증가하는 성장세로 전환하였다. 다만 매출액 대비 연구개발에 투자된 비용이 더욱 커서 영업 이익을 손실을 기록했지만 영업외 수익을 통해 당기순이익은 크게 증가하였다.

2008년도는 전년도와 비슷한 성장세를 유지할 것이며 연구개발에 투자된 비용은 전년도에 비해 크게 줄어들어 많은 영업이익을 낼 수 있을 것으로 예상된다.

[단위:백만원]

구 분	2005	2006	2007
자 본 금	200	250	250
매 출 액	2,754	2,755	3,563
영 업 이 익	56	118	-37
매출액 대비 영업 이익율 (%)	2	4	-1
부 채 비 율 (%)	145	275	178
당 기 순 이 익	162	128	449

(2) 재무 안정성 및 추정 재무제표

기업 및 기술 가치평가 전문기관인 산업은행에서 수행한 평가보고서의 내용(“기술가치평가보고서” P72~P88 참조>을 토대로 기업의 재무 안정성을 검토하면, 한국유지관리(주)는 연평균 약 14.6%의 성장률을 보이고 있으며, 2007년도에는 약 30% 증가하여 성장추세에 있는 것으로 분석된다.

또한 추정재무제표를 보면 시장에 진입하는 2010년부터 영업이익 및 순이익이 발생함을 확인할 수 있는 데, 이는 건설교통 R&D 정책·인프라사업(창업-사업화 분야)을 통해 초기 사업화 기획 과정을 거쳐 위험요인 등을 저감함으로써 스마트 텐던 기술을 사업화를 진행하기 때문인 것으로 사료된다.

사업화 후 3년째부터는 영업이익이 1억원에 육박할 것으로 예상되며, 매출액은 연평균 약 20% 수준으로, 영업이익은 연평균 약 15% 정도로 증가하여 주관연구기관의 재무안정성을 더욱 굳건히 해줄 것으로 사료된다.

<스마트 텐던 매출액 및 그로인한 추정 재무제표>

(단위:백만원)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
매출액	116.00	293.0	630.0	1,084.0	1,527.0	1,864.0	2,117.0	2,331.0	2,518.0	2,699.0
매출원가	63.80	161.15	347.76	600.54	850.54	1,043.84	1,196.11	1,328.67	1,460.44	1,592.41
매출총이익	52.20	131.85	282.24	483.46	676.46	820.16	920.90	1,002.33	1,057.56	1,106.59
판매비와 관리비	37.12	90.83	189.00	314.36	427.56	503.28	550.42	582.75	604.32	620.77
영업이익	15.08	41.02	93.24	169.10	248.90	316.88	370.48	419.58	453.24	485.82
영업외수익	2.32	5.86	12.60	21.68	30.54	37.28	42.34	46.62	50.36	53.98
영업외비용	1.74	4.40	9.45	16.26	22.91	27.96	31.76	34.97	37.77	40.49
경상이익	15.66	42.49	96.39	174.52	256.54	326.20	381.06	431.24	465.83	499.32
특별이익	0.10	0.26	0.57	0.98	1.37	1.68	1.91	2.10	2.27	2.43
특별손실	0.01	0.03	0.06	0.11	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27
법인세차감전이익	15.75	42.72	96.89	175.39	257.76	327.69	382.75	433.10	467.84	501.47
법인세	1.58	4.27	9.69	17.54	51.55	65.54	76.55	86.62	93.57	100.29
당기순이익	14.18	38.45	87.20	157.85	206.21	262.15	306.20	346.48	374.28	401.18

<한국유지관리(주) 예상 총매출액 및 추정 재무제표>

(단위:백만원)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
매출액	306.00	830.0	1,891.0	3,399.0	4,951.0	6,239.0	7,333.0	8,364.0	9,246.0	10,083.0
매출원가	168.30	456.50	1,043.83	1,883.05	2,757.71	3,493.84	4,143.15	4,767.48	5,362.68	5,948.97
매출총이익	137.70	373.50	847.17	1,515.95	2,193.29	2,745.16	3,189.86	3,596.52	3,883.32	4,134.03
판매비와 관리비	97.92	257.30	567.30	985.71	1,386.28	1,684.53	1,906.58	2,091.00	2,311.50	2,520.75
영업이익	39.78	116.20	279.87	530.24	807.01	1,060.63	1,283.28	1,505.52	1,571.82	1,613.28
영업외수익	6.12	16.60	37.82	67.98	99.02	124.78	146.66	167.28	184.92	201.66
영업외비용	4.59	12.45	28.37	50.99	74.27	93.59	110.00	125.46	138.69	151.25
경상이익	41.31	120.35	289.32	547.24	831.77	1,091.83	1,319.94	1,547.34	1,618.05	1,663.70
특별이익	0.28	0.75	1.70	3.06	4.46	5.62	6.60	7.53	8.32	9.07
특별손실	0.03	0.08	0.19	0.34	0.50	0.62	0.73	0.84	0.92	1.01
법인세차감전이익	41.55	121.01	290.84	549.96	835.73	1,096.82	1,325.81	1,554.03	1,625.45	1,671.76
법인세	4.16	12.10	58.17	109.99	167.15	219.36	265.16	310.81	325.09	334.35
당기순이익	37.40	108.91	232.67	439.97	668.58	877.45	1,060.65	1,243.22	1,300.36	1,337.41

사. 자금 유동성 및 재원조달계획의 적절성, 대응자금 규모 등

(1) 자금 유동성 및 재원 조달계획

당해 스마트 텐던 기술의 사업화를 위한 초기 투자비용은 약 4억원이 소요될 것으로 예상하지만 본 과제에서는 추가요소기술개발 및 검증 과정을 통한 시제품까지만 제작하기 때문에 거푸집 등의 제작 비용을 제외한 약 3억원의 비용이 필요할 것으로 예상된다.

<예상 소요금액 및 조달계획>

구 분	소요금액	조달계획	
		정부지원금	민간자금
금액	300,000천원	200,000천원	85,714천원

본 과제의 수행 과정에서 추가적으로 발생하는 비용은 주관연구기관인 한국유지관리(주)에서 현금을 더 투입하는 방식으로 조달할 계획이다.

당해 스마트 텐던 기술을 사업화하고자 하는 한국유지관리(주)는 지난 2007년에 10억여원의 연구개발 투자를 바탕으로 턴키설계 및 구조해석 등 시뮬레이션이 90% 비중을 차지하던 매출 구조에서 USN 제품 판매, 모니터링 시스템 구축, GPS를 이용한 초고층 빌딩 안전성 모니터링 시스템 등 매출 구조를 다양화하여 작년 대비 20~30% 이상의 매출액 증가를 예상하고 있으며, 판매비 및 관리비 절감으로 수억원의 영업이익을 발생시킬 것으로 기대되고 있어 풍부한 자금유동성을 바탕으로 당해 사업화를 위한 민간자금 조달을 차질없이 수행하여 성공적인 사업화가 가능할 것으로 사료된다.

(2) 미래 현금흐름 추정

스마트 텐던 기술의 사업화를 통한 매출액과 추정손익계산서를 통하여 미래현금흐름을 산출하고 예상되는 경제적 이익을 현재가치로 전환할 수 있다. 산업은행 기술평가원에서 수행한 기술가치평가 보고서의 자료를 참고하면 당해 기술의 사업화를 통한 미래현금흐름은 투자액회수를 고려할 때 사업개시 후 3년부터는 현금 유

동성을 확보할 수 있을 것으로 분석되며, 당해 기술의 사업가치는 2억6천여 만원으로 평가된다.

<미래현금흐름 추정 및 기술가치>

(단위: 백만원)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
매출액	116.0	292.0	628.0	1,086.0	1,528.0	1,867.0	2,121.0	2,330.0	2,517.0	2,695.0
매출원가	78.4	197.4	424.6	734.2	1,033.1	1,262.3	1,434.0	1,575.3	1,701.7	1,822.1
판매관리비	29.7	74.7	160.6	277.8	390.9	477.6	542.6	596.0	643.8	689.4
법인세 등	1.4	3.5	7.6	13.1	18.4	22.5	25.6	28.1	30.4	32.5
세후영업이익(A)	6.5	16.4	35.2	60.9	85.6	104.6	118.8	130.6	141.1	151.0
감가상각비등(B)	2.1	5.3	11.4	19.7	27.8	33.9	38.6	42.4	45.8	49.0
자본적지출(C)	2.1	5.3	11.4	19.7	27.8	33.9	38.6	42.4	45.8	49.0
운전자본증감(D)	13.4	20.4	38.9	53.0	51.1	39.2	29.4	24.2	21.6	20.6
투자액 회수(E)	311.7									
여유현금흐름(F) (F=A+B-C-D+E)	-6.9	-4.0	-3.7	7.9	34.5	65.4	89.4	106.4	119.5	442.1
현가계수(G)	0.7859	0.6967	0.6177	0.5476	0.4855	0.4304	0.3815	0.3382	0.2999	0.2658
현재가치(H)	-5.4	-2.8	-2.3	4.3	16.7	28.1	34.1	36.0	35.8	117.5
사업가치 (H=F x G)	262.1									
기술기여도(%)	개별기술강도(69.2) X 산업요소(62.66) = 43.36									
기술가치	113.64656									

5. 연구목표 및 성과

연구목표	성과지표		가중치	목표치	성과물 명칭
스마트텐던의 원가절감 기술 및 방안	6-1	FBG센서 시제품 제작	7%	5EA	FBG센서
	15-3	중공튜브 연속차 공정 개발 여부	7%	1건	중공튜브 제작 공법
	15-4	신기술, 신제품 인증 신청	3%	1	NET(NEP) 인증 신청
	23-1	산학연간 기술지원 건수	3%	1건	기술지원
스마트텐던의 교량 활용기술 개발	6-1	경간장 30m PSC I 거더 시제품 제작	15%	2건	STM 거더
	6-8	경간장 30m PSC I 거더 시제품 실험	15%	2건	시험성적서
스마트텐던의 지반구조물 활용기술 개발	6-1	어스앵커 시제품 제작	15%	10건	STM 앵커
	6-8	어스앵커 시제품 실험	15%	10건	시험성적서
스마트텐던을 활용한 장력모니터링 통합 SW 개발	6-1	PSC 교량 통합 SW 개발	7%	1건	STM-SW
	6-1	어스앵커 통합 SW 개발	7%	1건	
	4-11	프로그램 등록 출원	6%	1건	프로그램 등록
합계			100%	-	-

6. 기대효과 및 활용방안

가. 연구성과의 활용방안

(1) 현장적용 방안(계획)

- 본 추가기술개발 과제 수행기간동안 현장에서 사용되는 기존 PSC 교량용 거더 (PSC I 거더, PSC 박스거더, IPC 거더) 및 어스앵커, 해상시설물 고정용 Mooring Cable 등에 사용하기 위하여 동일한 시험체를 제작한 후 명지대학교 하이브리드 센터 등 공인기관을 통한 성능검증 수행
- 스마트 텐던 제품의 경우 Test bed 구축 등에는 현실적인 어려움이 있으므로 1차적으로 교량용 보수보강재로 현장에 적용하여 실적 확보하면서 기존 거더 및 앵커 제작, 시공업체와의 전략적 제휴를 통해 신규제품에 적용함.
- 지방자치단체나 한국건설기술연구원 등의 기관을 통해 Test bed 구축을 통한 현장 적용 방안 강구

(2) 실용화·제품화 방안

- 주관기관인 한국유지관리(주)는 기존에 실시해오던 광섬유 센서를 이용한 구조물 계측용역 및 모니터링 시스템 구축 사업 분야를 확장하여 광섬유 복합 강연선(Smart Tendon) 기술을 사업화하고 모니터링 시스템을 옵션으로 제공하는 방식으로 사업화 추진.
- 스마트 텐던의 이상적인 사업화 모델로 설정한 기존 업체와의 전략적 제휴 방안을 모색하고 기존 PSC 교량용 거더(PSC I 거더 등)와 스마트 텐던을 결합한 스마트 거더, 기존 어스앵커와 스마트 텐던을 결합한 스마트 앵커 등의 신제품을 추가적으로 개발하여 제품화할 예정.
- 또한 보수보강재 및 보수보강된 대상 구조물의 상태를 원격으로 모니터링 할 수 있도록 통합 모니터링 소프트웨어를 개발하고, 필요한 경우 주관연구기관인 한국유지관리(주)에서 판매하고 있는 구조물 안전도 계측 시스템과 함께 사용자에게 공급함.

(3) 기타 활용방안

- 시설물 안전관리 기술분야의 고도화 추진 및 국가경쟁력 향상을 위한 기술 집약적 고부가가치 산업 분야로의 진출에 토대로 활용.
- 기술보유기관인 전남대학교 산학협력단 및 한국과학기술원으로부터 기술이전 및 실시계약 체결
- 기존 PSC I 거더, IPC 거더 등 거더 제작업체, 어스앵커 제작 업체 및 시공업체와의 전략적 제휴 및 기술실시 계약을 체결하고 제품을 공급함.

나. 연구성과의 기대효과

(1) 기술적 측면

- 신규 아이템의 사업화를 위해 적어도 2~3년 이상의 기반 기술개발이 필요하나 당해 사업을 바탕으로 한 기술이전 및 사업화 기획을 통한 체계적인 추가기술개발을 통해 제품 상용화 기간을 단축할 수 있을 것으로 기대됨.
- 스마트 텐던 기술의 사업화를 바탕으로 한 고성능 시설물 안전관리 시스템 실현은 과학적 시설물 피해 예측분석 및 사전예방관리 중심의 선진국형 시설물 안전관리체계 구축으로 범정부적 시너지 효과 창출하고, 시설물 피해 및 예측기술 개발로 인해 국가 기반시설물 건설 시 안전한 토지이용이 가능하며 기존 국가 주요시설물의 장수명화 가능함.
- IT를 비롯한 다양한 분야에서 집약적인 연구개발을 통해 괄목할만한 기술발전을 이룩하여 선진국과의 기술 수준 격차를 많이 해소해왔지만 여전히 센서, 계측기, 구조물 안전성 진단 및 모니터링과 관련된 분야에서는 99% 수입품에 의존하고 있으며 국내 개발 제품들의 경우 신뢰성 결여로 현장에서 사용 기피되고 있는 실정임.
- 당해 사업화 기술이 스마트 텐던의 경우 기존 선진국에서 시행되고 있는 보수보강 및 보수보강재를 통한 계측 기술을 뛰어넘을 수 있는, 기술경쟁력을 확보할 수 있는 핵심기술로써 토목계측, 보수보강 및 구조물 안전도 모니터링 분야에서 선진국과의 기술수준 격차를 해소할 수 있는 밑거름이 될 수 있을 것으로 기대됨.
- 또한, 시설물 안전성 확보를 평가하기 위한 현장조사·점검기법 및 조사장비와

같은 하드웨어분야에 있어서는 미국이나 일본과 같은 선진국의 기술수준이 우리나라의 기술수준을 상회하는 것은 사실이나, 첨단 IT기술을 접목한 평가기법 및 시스템통합분야에서는 우리나라가 오히려 선진국을 추월하고 있다고 볼 수 있으므로 하드웨어 분야의 기술은 선진 외국에서 도입하고 여기에 국내 첨단 IT기술을 접목하여 시설물 안전관리 기술 분야에 적용함으로써 선진국에 비해 기술적 우위를 점할 수 있을 것으로 예상됨.

- 본 사업을 통해 기초기술을 바탕으로 한 추가기술개발을 수행하면서 다수의 지적재산권(개량 특허, 디자인권, 상표권 및 프로그램 등) 출원 및 등록이 가능할 것으로 기대되어 사업화를 위한 기술경쟁력 확보 및 후발업체의 시장진입, 혹은 기술 침해에 대한 방어 가능

(2) 사회·경제적 측면

- 당해 기술의 사업화를 통해 주관연구기관인 한국유지관리(주)는 연간 수십억원의 추가 매출을 달성할 수 있을 것으로 예상되고, 스마트 텐던의 기존 제품과의 융합을 통한 신규 시장을 개척할 경우 연간 백억원 이상의 매출이 가능할 것으로 기대됨.
- 본 추가기술개발을 통해 스마트 텐던 제작이 소요되는 원가를 절감하고 생산 공정기술의 최적화가 가능할 것으로 기대되고 생산인력의 숙련 과정을 통해 생산성을 향상시키고 비용을 절감하여 제품의 가격경쟁력을 확보할 수 있을 것임.
- 토목계측, 구조물 안전정 모니터링, 보수보강 등의 분야에서 사용되는 센서, 계측기 등의 장비는 여전히 미국이나 일본 등의 기술선진국에 의존하고 있는 실정이지만 본 과제를 통한 스마트 텐던 기술의 상용화로 연간 수십~수백억원의 수입대체 효과뿐만 아니라 역으로 스마트 텐던 기술의 파생상품의 수출이 가능할 것으로 기대됨.
- 스마트 텐던 기술의 사업화를 바탕으로 한 고성능 시설물 안전관리 시스템 실현을 통해 국가 예산 낭비를 최소화 할 수 있으며 시설물 피해의 사전예측 및 최적 대응을 통한 사회간접비용의 최소화가 달성될 수 있을 것임.
- 광섬유 센서를 이용하면 기존의 기술로는 센서의 동작이 불가능한 환경에서도 사용할 수 있으며, 이를 바탕으로 광섬유 센서는 지난 20여 년간 꾸준히 발전하였으며, 현재 군사용, 산업용, 그리고 의료용을 중심으로 사용이 비약적으로 증가함을 고려할 때, 앞으로 방대한 시장을 형성할 뿐 아니라 다른 산업에의 파급 효과도 매우 클 것으로 기대

다. 연구성과의 기업 활용방안

(1) 참여기업의 현황분석

(가) 일반현황

업체명	한국유지관리(주)						
대표자	최준성						
설립일자	2003년 01월 16일		종업원수		29 명		
법인등록번호 (사업자등록번호)	110111-2696833 (113-81-81967)						
본사	서울시 구로구 구로5동 103-7 헤림빌딩 3층						
개발부서	서울시 구로구 구로5동 103-7 헤림빌딩 5층						
공장현황	용도 지역	상업		대지	169㎡	공장	153㎡
주 생산품	무선계측기, 산업시설물유지보수관리, 설계 및 컨설팅				매출액	3,562백만원	

(나) 경영상태 (결산재무제표 기준)

구 분	내 용
자본금	250,000,000
자기자본비율 (부채+자본계-부채계)/총자본*100	35.9
매출액증가율 (당기-전기/전기)*100	29.2
유동비율 (유동자산/유동부채*100	168.8
차입금의존도 (장단기+유동성장기+사채)/총자본*100	49.8
총자본순이익율 (당기순이익/총자본)*100	15.3
수출액	0
R&D투자금액	1,043,000,000
품질인증/규격획득 (ISO, KS, JIS, UL, QS, GQ, Q, IT, ERP, PL, 형식승인, KT, NT, EM 등)	ISO, MIC형식승인
산업 및 지적재산권 등록현황 (등록일)	특허 23건, 프로그램 등록 3건(별첨 1 참조)

(다) 국가 및 공공기관 연구개발사업 참여 실적 (최근 3년간)

주관부처	사 업 명	연도	주관, 참여	개발과제명	수행결과 (성공/실패) (참여제한)
건설교통부	산학연 공동연구 개발사업	2003 ~2006	참여	교량의 건전성 평가를 위한 IT기반 스마트 계측 및 모니터링 시스템의 개발	성공
산업자원부	공통핵심기술 개발사업	2005 ~2007	주관	스마트 프리캐스트 콘크리트 패널 및 이를 이용한 한국형 조립식 포장공법의 개발에 관한 연구	성공
중소기업청	중소기업혁신 기술개발사업	2006 ~2007	주관	Traffic monitoring을 위한 In-pavement FBG 센서시스템 개발	성공
건설교통부	첨단융합건설 기술개발사업	2005 ~2008	참여	웹기반 실시간 통합 모니터링 프로그램 개발	진행중
건설교통부	도시재생사업	2007 ~2008	참여	최적 모니터링 시스템 구축 기법 개발	진행중
건설교통부	건설기술 혁신사업	2006 ~2008	참여	광섬유센서를 활용한 교량부재계측기술개발	진행중
건설교통부	미래철도기술 개발사업	2007 ~2009	참여	실시간 궤도이상개소 평가시스템의 시작품 개발	진행중
중소기업청	중소기업기술 혁신개발사업	2004 ~2005	주관	폴리에스터를 이용한 노후 콘크리트 포장의 덧씌우기 재료 개발	성공
한국도로공 사	중소기업기술 개발지원사업	2006 ~2007	참여	고속도로 급속보수 현장적용을 위한 폴리에스터 콘크리트의 개발	성공
건설교통부	건설기술 혁신사업	2006~2 009	참여	U-중차량 무인 과적 단속 시스템	진행중

(2) 참여기업별 연계방안 및 추진전략

① 연구기관과의 연계방안

번호	기업명	과제에 대한 기업 관심영역	연계방안								
			기업 활용	장비 활용	교육 연계	기술 상당	정보 제공	기술 지도	기술 이전	공동 연구	창업 지원
1	한국유지 관리(주)	o 스마트텐던 제작 o 원가절감 및 최적화된 공정 기술 o 교량 및 앵커 적용 기술 o 데이터 분석 기술 및 원격 모니터링 시스템 o 모니터링 S/W	V				V	V	V	V	
2											
합계											

※ 주관연구기관과 참여기업이 동일한 한국유지관리(주)이므로 협동연구기관인 전남대학교와의 연계방안에 대해 작성함.

② 사업화 추진전략

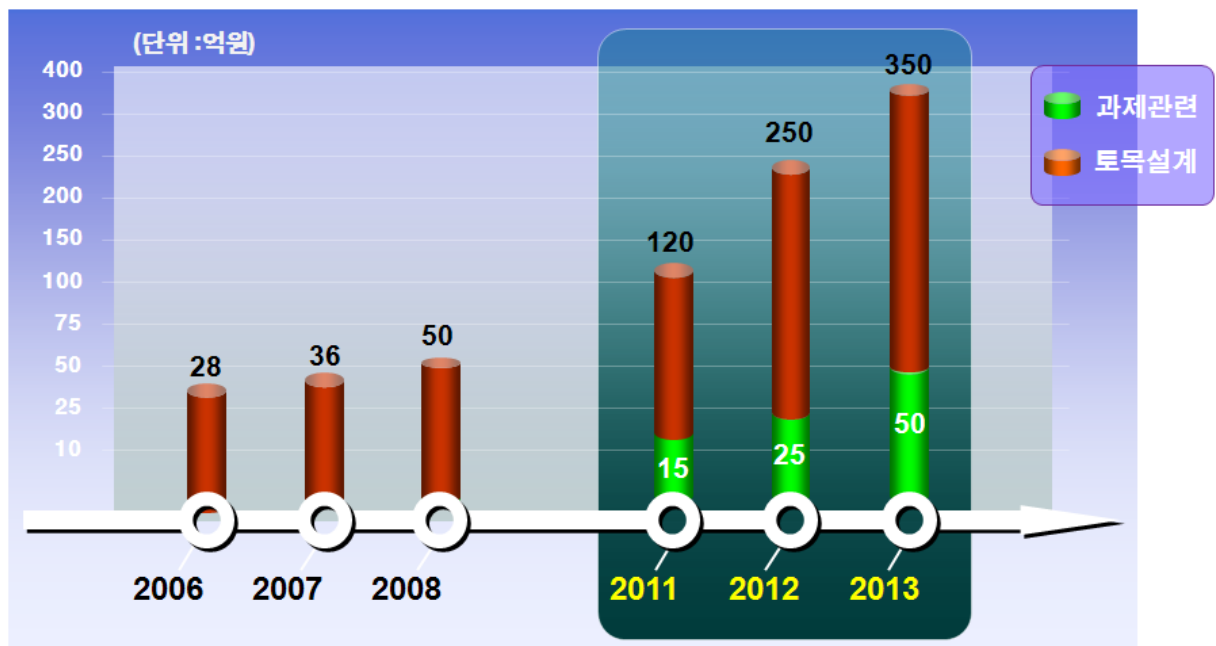
<년도별 사업화 추진 전략>

구 분		사업화년도		
		2010년	2011년	2012년
사업화 품목		- 스마트 텐던 - 응용소프트웨어	- 스마트 텐던 - 응용소프트웨어 - 무선계측센서시스템	- 스마트 텐던 - 응용소프트웨어 - 무선계측센서시스템
투자계획(억원)		10	20	50
판매계획 (억원)	내수	70	120	150
	수출	30	100	200
	계	100	220	350
수업대체효과(억원)		30	100	200
고용창출효과(명)		5	10	10

③ 사업화를 통한 예상 매출전망

스마트 텐던 기술의 사업화를 기반으로 광섬유 센서를 이용한 구조물 모니터링 시장의 동반 상승이 가능하여 2011년에 관련 매출액은 약 15억원, 2012년에 25억원, 2013년에는 50억원에 이르는 매출이 가능할 것으로 사료됨.

2011년에는 총 매출액이 100억원을 돌파하여 120억원의 매출이 기대됨.



<사업화를 통한 예상 매출전망>

라. 타 산업에 미치는 효과

- 본 과제에서 제시한 광섬유격자센서 기반 스마트 텐던 기술의 상용화를 통해 교량을 비롯한 대부분의 건축물 및 구조물에 사용할 수 있을 것으로 예상됨.
 - ⇒ 산·학간 연계 활성화를 통해 기초연구의 핵심기술을 이전
 - ⇒ 고부가가치 진단기술의 상용화를 촉진, 관련 산업체의 경영수지를 개선
 - ⇒ 차세대 사회기반 시설물에 대한 국제경쟁력을 갖춘 보수보강 및 계측이 가능한 안전관리 시스템 확보
 - ⇒ 계측기술의 기술선점 및 특허를 통하여 국외 기술의 침투에 대한 대응 및 수출효과
 - ⇒ 시공과 동시 매설 계측으로 효율적인 운용관리를 통하여 인건비 절감 효과

- ⇒ 복합구조물의 상시관측에 적용하여 안전사고의 예방
 - ⇒ 기술의 사업화시 기술료 및 사후 관리를 통한 경제적 이득
 - ⇒ 접촉식 계측 시 발생할 수 있는 인재 및 산재 사고를 예방하여 보상 및 보험료 사회간접 비용 절감
 - ⇒ 광센서 기술의 기업이전으로 인한 산업분야에의 파급효과 기대
 - ⇒ 광-토목 연구 인력의 양성
 - ⇒ 광기술 및 부재와 광센서의 일체화 기술을 타 응용범위에도 확대 적용가능
- 스마트 거더, 스마트 앵커 등 기존 제품과의 융합을 통한 신규 제품 개발로 토목설계 및 시공, 계측분야 산업의 활성화에 기여.
 - 대학이나 연구소에서 보유하고 있는 기술을 이전받아 당해 과제를 통한 사업화 성공은 세계적인 경기 불황 속에서도 중소기업의 경쟁력 및 안전성을 강화시켜 중소기업의 활성화시키고 이를 바탕으로 대기업 중심의 산업구조 개선에 기여.
 - 당해 과제에 성공적인 사업화 사례를 바탕으로 산학연간의 기술이전 및 교류가 활발해질 수 있으며 산업 전반에 걸쳐 활력소가 될 수 있을 것으로 기대됨.

마. 정부 정책과의 연계 방안

- 당해 기술의 성공적인 사업화를 통해 제품 출시 후에 세일즈를 통한 영업은 기업의 리스크를 증대시킬 것으로 예상되므로 당사의 경우 과제 수행기간을 비롯해 사업화 진행 중에 사전 홍보를 통해 제품의 필요성을 관련 담당자들에게 인식시켜나갈 예정이다.
- 당해 스마트 거더 및 스마트 앵커 제품은 설계 과정에서 사용여부가 반영되고 이를 토대로 토목 건설 현장에서 사용되기 때문에 법, 제도의 제정 및 개정을 통해 스마트 텐던 기술을 적용한 스마트 거더 및 스마트 앵커 사용을 의무화함.
- NET, NEP인증을 확보하고 설계 및 시공업체와의 전략적 제휴를 통해 제품을 사용할 수 있도록 적극적으로 홍보함.
- 당사 회장님으로 계시면서 소방방재분야 등의 사업기획 및 영업을 담당하시는 소방방재청 초대 청장으로 근무하셨던 권 오 전청장님을 통한 정부 및 관련 공공기관과의 협조방안 검토 및 제품 홍보하고, 시범사업을 추진하여 제품의 사용 실적을 확보하고자 함.

바. 관련 후속연구개발의 전망

- 당해과제를 통해 사업화 예정인 스마트 텐던의 PSC Beam 및 거더, 어스앵커와의 융합 과정에서 파생되는 추가 기술을 개발하고 현장 적용 실험 및 시범사업 등의 추진을 통한 성능 검증 연구를 수행할 예정임.
- 등부표, 기상관측용 부이 등 수억원에 이르는 고가의 해상시설물을 고정하는데 사용하는 Mooring Cable은 바닷물 속에 오래도록 존재하여 녹이 슬기도 하고 태풍이나 해일 등에 의해 부이가 심하게 요동치는 과정에서 끊어지기도 하는데, 이를 모니터링 할 수 있는 스마트 텐던의 적용 기술을 개발하여 시장을 확장함.
- 스마트 텐던의 생산 공정을 자동화 할 수 있는 생산 장비에 대한 연구개발을 수행하여 생산성을 향상시키고 원가 절감을 통한 가격경쟁력을 확보할 수 있도록 공정기술에 대한 추가적인 연구를 수행할 예정임.

7. 기술료 납부 계획

가. 수익전망

본 수익 전망은 전문 평가기관인 산업은행 기술평가원에서 분석한 자료를 바탕으로 작성하여 보다 신뢰도가 높으며, 낙관적, 중립적, 비관적 시나리오 중에서 중립적으로 분석한 매출액 추정치를 기준으로 원가분석을 진행하였음.

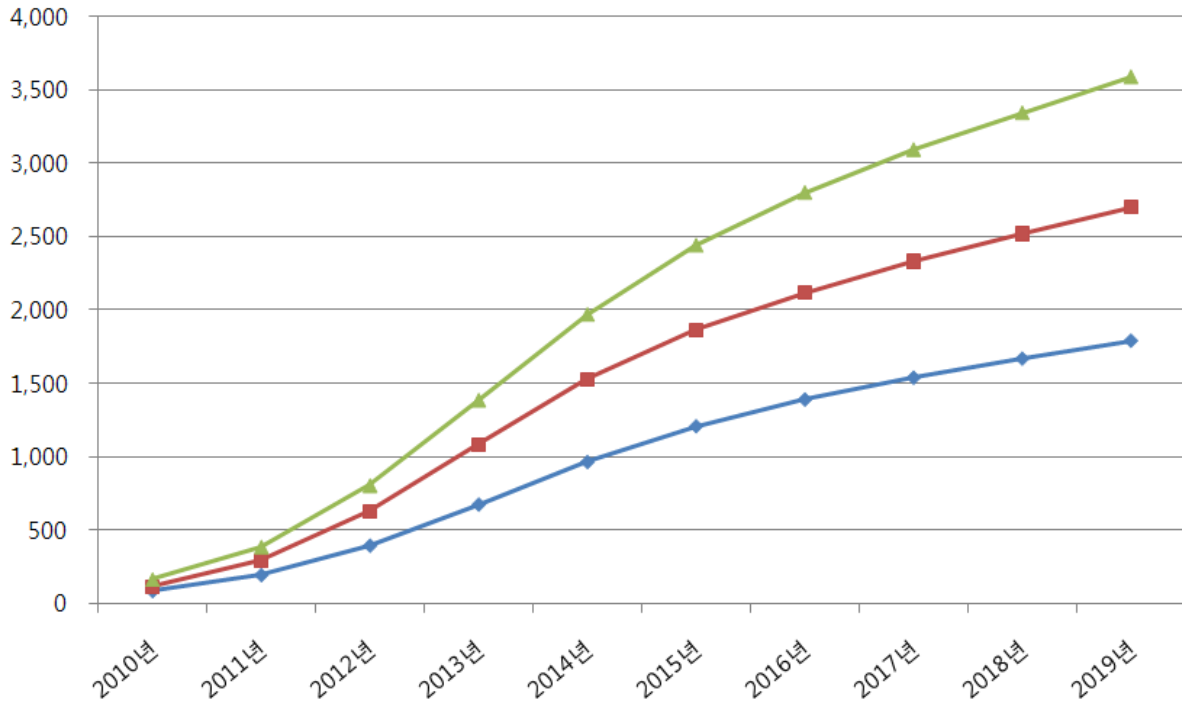
또한 당해 기술의 사업화 계획은 Smart Tendon만을 상품화 하여 보수보강재료로 사용하는 것이 아니라 Girder, Anchor와의 융합을 통한 신규 시장을 창출하는 것으로써 Smart Girder와 Smart Anchor의 매출액 추정치를 추가적으로 검토하였음.

(1) 매출액 전망

스마트 텐던의 매출액 추정				스마트 텐던 시장확장에 따른 매출액 추정			
연도별	비관적 전망	중립적 전망	낙관적 전망	연도별	비관적 전망	중립적 전망	낙관적 전망
2010년	83	116	162	2010년	219	306	426
2011년	192	293	384	2011년	544	830	1,089
2012년	393	630	802	2012년	1,180	1,891	2,405
2013년	673	1,084	1,385	2013년	2,109	3,399	4,340
2014년	963	1,527	1,969	2014년	3,122	4,951	6,383
2015년	1,207	1,864	2,441	2015년	4,040	6,239	8,169
2016년	1,389	2,117	2,801	2016년	4,813	7,333	9,702
2017년	1,538	2,331	3,093	2017년	5,520	8,364	11,096
2018년	1,668	2,518	3,344	2018년	6,123	9,246	12,277
2019년	1,790	2,699	3,589	2019년	6,688	10,083	13,410

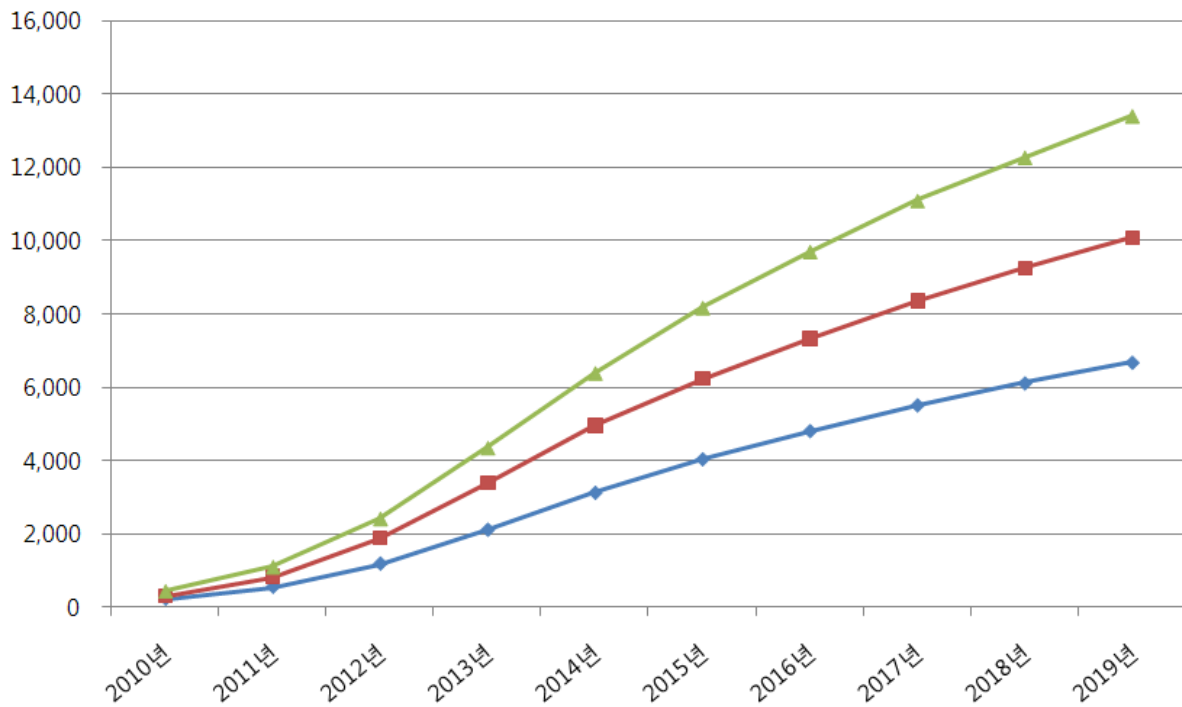
<스마트 텐던 기술의 BM별 매출액 추정>

(단위:백만원)



<시나리오별 스마트 텐던의 추정 매출액 변동 추이>

(단위:백만원)



<시나리오별 스마트 텐던 시장확장에 따른 추정 매출액 변동 추이>

(2) 추정재무제표

<스마트 텐던의 사업화에 따른 추정재무제표>

(단위:백만원)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
매출액	116.00	293.0	630.0	1,084.0	1,527.0	1,864.0	2,117.0	2,331.0	2,518.0	2,699.0
매출원가	63.80	161.15	347.76	600.54	850.54	1,043.84	1,196.11	1,328.67	1,460.44	1,592.41
매출총이익	52.20	131.85	282.24	483.46	676.46	820.16	920.90	1,002.33	1,057.56	1,106.59
판매비와 관리비	37.12	90.83	189.00	314.36	427.56	503.28	550.42	582.75	604.32	620.77
영업이익	15.08	41.02	93.24	169.10	248.90	316.88	370.48	419.58	453.24	485.82
영업외수익	2.32	5.86	12.60	21.68	30.54	37.28	42.34	46.62	50.36	53.98
영업외비용	1.74	4.40	9.45	16.26	22.91	27.96	31.76	34.97	37.77	40.49
경상이익	15.66	42.49	96.39	174.52	256.54	326.20	381.06	431.24	465.83	499.32
특별이익	0.10	0.26	0.57	0.98	1.37	1.68	1.91	2.10	2.27	2.43
특별손실	0.01	0.03	0.06	0.11	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27
법인세차감전이익	15.75	42.72	96.89	175.39	257.76	327.69	382.75	433.10	467.84	501.47
법인세	1.58	4.27	9.69	17.54	51.55	65.54	76.55	86.62	93.57	100.29
당기순이익	14.18	38.45	87.20	157.85	206.21	262.15	306.20	346.48	374.28	401.18

<스마트 텐던의 사업화에 따른 추정재무제표>

(단위:백만원)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
매출액	306.00	830.0	1,891.0	3,399.0	4,951.0	6,239.0	7,333.0	8,364.0	9,246.0	10,083.0
매출원가	168.30	456.50	1,043.83	1,883.05	2,757.71	3,493.84	4,143.15	4,767.48	5,362.68	5,948.97
매출총이익	137.70	373.50	847.17	1,515.95	2,193.29	2,745.16	3,189.86	3,596.52	3,883.32	4,134.03
판매비와 관리비	97.92	257.30	567.30	985.71	1,386.28	1,684.53	1,906.58	2,091.00	2,311.50	2,520.75
영업이익	39.78	116.20	279.87	530.24	807.01	1,060.63	1,283.28	1,505.52	1,571.82	1,613.28
영업외수익	6.12	16.60	37.82	67.98	99.02	124.78	146.66	167.28	184.92	201.66
영업외비용	4.59	12.45	28.37	50.99	74.27	93.59	110.00	125.46	138.69	151.25
경상이익	41.31	120.35	289.32	547.24	831.77	1,091.83	1,319.94	1,547.34	1,618.05	1,663.70
특별이익	0.28	0.75	1.70	3.06	4.46	5.62	6.60	7.53	8.32	9.07
특별손실	0.03	0.08	0.19	0.34	0.50	0.62	0.73	0.84	0.92	1.01
법인세차감전이익	41.55	121.01	290.84	549.96	835.73	1,096.82	1,325.81	1,554.03	1,625.45	1,671.76
법인세	4.16	12.10	58.17	109.99	167.15	219.36	265.16	310.81	325.09	334.35
당기순이익	37.40	108.91	232.67	439.97	668.58	877.45	1,060.65	1,243.22	1,300.36	1,337.41

나. 투자회수방법(기술료 납부계획)

○ 기술료 납부 계획 : 5년 분할 상환

앞에서 살펴본 바와 같이 스마트 텐던 기술의 사업화를 통한 매출액 증가는 연간 수십억원 수준이고 그에 따른 영업이익 및 당기순이익은 2013년 이후부터 1억원 이상을 달성할 수 있을 것으로 분석되었다.

따라서 당해 과제를 수행하는 과정에서 수령한 정부출연금에 대한 기술료 납부는 5년 분할로 상환할 계획이지만 스마트 텐던 기술과 기존의 거더 및 어스앵커와의 융합 제품의 조기 상용화로 2010년경에 시장진입에 성공할 경우 보다 많은 이익 발생이 가능하여 기술료 상환도 조기에 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

○ 특허권 실시료 납부 계획 : 특허권 존속기간 동안 경상이익의 3~5% 비례 안분

한편 당해 기술의 특허권자인 전남대학교 산학협력단과 한국과학기술원으로부터 특허 실시권을 허여받은 대가로 지급하게될 기술 실시료는 특허권이 존속하는 기간 동안 경상이익의 3~5%를 특허권자에게 비율에 따라 안분하여 지급할 계획임.

8. 연구개발비 집행실적

가. 총괄

[단위 : 천원]

구 분 비 목	당초계획		사용금액		잔 액		비 고
	현금	현물	현금	현물	현금	현물	
1. 인건비							
내부인건비		22,500		22,500		0	
외부인건비	1,000		1,000		0		
2. 직접비							
연구기자재 및 시설비							
재료비 및 전산 처리관리비							
시작품 제작비							
여 비	1,200		1,200		0		
수용비 및 수수료	449		449		0		
기술정보활동비	2,051		2,051		0		
연구활동비	300		300		0		
3. 위탁연구개발비							
4. 간접비							
간접경비	500		500		0		
연구개발준비금							
지적재산권 출원·등록비	22,000		22,000		0		
과학문화활동비							
연구실 안전관리비							
합 계	27,500	22,500	27,500	22,500	0	0	

(1) 주관연구기관 집행실적

[단위 : 천원]

비 목	구 분	당초계획		사용금액		잔 액		비 고
		현금	현물	현금	현물	현금	현물	
1. 인건비								
내부인건비			22,500		22,500		0	
외부인건비								
2. 직접비								
연구기자재 및 시설비								
재료비 및 전산 처리·관리비								
시작품 제작비								
여 비								
수용비 및 수수료		449		449		0		
기술정보활동비		51		51		0		
연구활동비								
3. 위탁연구개발비								
4. 간접비								
간접경비								
연구개발준비금								
지적재산권 출원·등록비		22,000		22,000		0		
과학문화활동비								
연구실 안전관리비								
합	계	22,500	22,500	22,500	22,500	0	0	

(2) 협동연구기관 집행실적

[단위 : 천원]

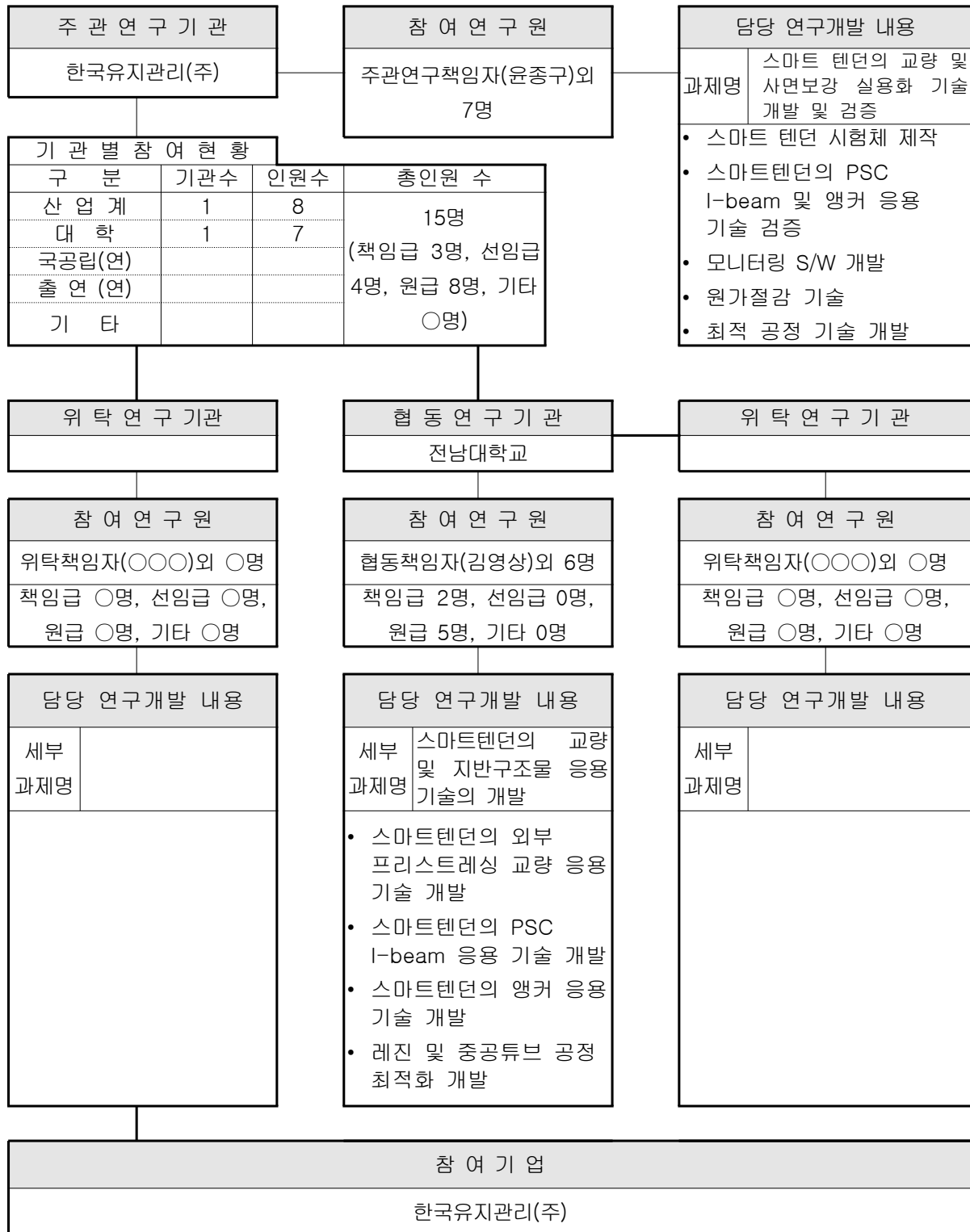
구 분 비 목	당초계획		사용금액		잔 액		비 고
	현금	현물	현금	현물	현금	현물	
1. 인건비 내부인건비 외부인건비							
	1,000		1,000		0		
2. 직접비 연구기자재 및 시설비 재료비 및 전산 처리·관리비 시작품 제작비 여 비 수용비 및 수수료 기술정보활동비 연구활동비							
	1,200		1,200		0		
	2,000		2,000		0		
	300		300		0		
3. 위탁연구개발비							
4. 간접비 간접경비 연구개발준비금 지적재산권 출원·등록비 과학문화활동비 연구실 안전관리비							
	500		500		0		
합 계	5,000		5,000		0		

9. 참고 문헌

- 김현우, 김재민, 김진원, 김영상, 윤정방(2008) 광섬유센서가 내장된 강연선을 이용한 교량의 장력 모니터링 방법, 전산구조공학회, 학술발표대회 논문집 CD, pp. 133~138.
- 김재민, 김영상, 김현우, 서동남, 윤정방(2007) FBG 센서를 내장한 스마트 강연선 개발, 한국전산구조공학회, 정기학술대회 논문집, pp. 33~38.
- 서동남, 김영상, 김재민(2008) FBG 센서가 내장된 스마트 앵커를 이용한 앵커와 그라우트의 하중전이 측정, 한국지반공학회 봄학술발표회.
- Enbang, L., Jiangtao, X., Joe, C., Tiegeng L., Xin, L., Jungeng, J., Lina, L., Yunxin, W. and Yimo, Z., 2005. The experimental evaluation of FBG sensor for strain measurement of prestressed steel strand, SPIE Proceedings, 5649, pp. 463~469.
- Martin, L., Miline, Doug., Ruest, M. and Pakalnis, R., 2004. Evaluation of Instrumented Cable Bolts in Cement Grout to Determine Physical and Numerical Modeling Properties, Report of Investigations 9662, Department of Health and Human Services.
- Zhou, Z., Zhang, Z., Deng, N., Zhao, X., Li, D., Wang, C. and Ou J., 2005. Applications of FRP-OFBG sensors on bridge cables, SPIE Proceedings, Vol. 5765, pp. 668~677.

10. 연구수행체계 및 연구참여진(연구조직)

가. 연구수행체계



나. 주관연구책임자

- 현황

주관연구책임자						
성명	한글	윤 종 구		주민등록번호		741205-1464913
	한문	尹 鐘 球		E-mail		hawaiiyoona@kmctech.co.kr
소 속	한국유지관리(주)	직 위	실장	전화	02-830-7071	
				H.P.	011-9813-2133	
				팩스	02-830-5256	
직장 주소		서울시 구로구 구로5동 103-7 헤림빌딩 3층				
학 력	졸업 연도	학 교	사업자 등록번호	법인번호	전 공	학 위
	2000.2	한국과학기술원			토목공학	공학석사
	2006.2	한국과학기술원			토목공학	공학박사
직장경력	연도 (부터~까지)	기 관	직위(직명)	사업자 등록번호	법인번호	비 고
	2006.3~현재	한국유지관리(주)	전략기획실장	113-81-81967	110111-2696833	

- 주요 연구업적 및 활동(최근 5년 간 대표실적)

- [1] 정착부를 포함한 긴장재의 비파괴 안전진단기술 개발 및 실용화,
한국건설교통기술평가원(포항산업과학연구원) 2006.12.20~2009.12.19
- [2] 항만 리모델링 기반 구축 연구, 한국건설교통기술평가원(한국해양연구원)
2006.8.1~2011.7.31
- [3] 국내 지반특성을 고려한 지진시 설계지반운동 결정 연구,
한국학술진흥재단, 2002.12~2003.10
- [4] 지진시 구조물 밀면전단력 산정을 위한 지반계수 산정에 대한 연구,
대한주택공사, 2003.5~2003.10
- [5] 국내 지반특성을 고려한 지진하중 산정 및 내진설계 사례, 대한주택공사,
2005.11~2005.12

다. 참여 연구원

참여연구원현황정보														
연구 담당 분야	소속 기관	사업자 등록 번호	법인 번호	성명	주민등 록번호	직급 (소속기관 해당직급)	최종학위 및 자격사항					참여 기간 (개월)	참여율 (%)	구분 (정규, 임시)
							학위	연도	전공	학교	자격 사항			
총괄	한국유 지관리 (주)	113-81 -81967	110111- 2696833	윤종구	741205- 1464913	책임급 (실장)	박사	2006	건설 및 환경공학	한국과 학기술 원		12	30	정규
광센서 및 레진 적용 기술개발	한국유 지관리 (주)	113-81 -81967	110111- 2696833	송종섭	770901- 1628111	선임급 (과장)	석사	2003	정보통신 공학	광주과 학기술 원		12	25	정규
교량적용 기술검증	한국유 지관리 (주)	113-81 -81967	110111- 2696833	김동하	780801-1 810111	선임급 (과장)	학사	2004	토목공학	대구대 학교		12	20	정규
교량적용 기술검증	한국유 지관리 (주)	113-81 -81967	110111- 2696833	백종호	700113-1 552011	선임급 (과장)	학사	1997	항공기계 공학	한국항 공대학 교	화약류 관리기 사	12	20	정규
교량적용 기술검증	한국유 지관리 (주)	113-81 -81967	110111- 2696833	류영준	741126-1 482411	선임급 (과장)	석사	2003	토목환경 공학	전주대 학교		12	20	정규
모니터링 /W 개발	한국유 지관리 (주)	113-81 -81967	110111- 2696833	박용민	810921-1 121414	원급 (주임)	석사	2006	컴퓨터공 학	부산대 학교	정보처 리산업 기사	12	15	정규
앵커적용 기술검증	한국유 지관리 (주)	113-81 -81967	110111- 2696833	박은용	790228- 1552912	원급 (대리)	석사	2005	토목공학	경희대 학교	토목 기사	12	15	정규
앵커적용 기술검증	한국유 지관리 (주)	113-81 -81967	110111- 2696833	허윤	820315-1 075311	원급 (사원)	석사	2008	건축계획	고려대 학교		12	31	정규
앵커기술 개발	전남대	409-82 -11942	206371- 0001063	김영상	690117- 1058211	조교수	박사	1999	토목공학	KAIST		12	10	정규
교량기술 개발	전남대	409-82 -11942	206371- 0001063	김재민	680622- 1639219	부교수	박사	1995	토목공학	KAIST		12	5	정규
교량기술 개발	전남대	409-82 -11942	206371- 0001063	김현우	801130-1 574613	박사과정	석사	2008	건설환경 공학부	전남대	토목 기사	12	40	정규
앵커기술 개발	전남대	409-82 -11942	206371- 0001063	성현종	740325-1 629716	박사과정	석사	2003	지반공학	조선대	토목 기사	12	15	정규
자료조사	전남대	409-82 -11942	206371- 0001063	주노아	810421-1 558719	석사과정	학사	2007	해양공학	전남대	토목 기사	12	32.5	정규
자료조사	전남대	409-82 -11942	206371- 0001063	유근모	831102-1 642216	학부과정	-	-	-	-	토목 기사	12	37.5	정규
자료조사	전남대	409-82 -11942	206371- 0001063	김진원	820420-1 573317	석사과정	학사	2008	건설환경 공학부	전남대		12	30	정규

라. 전문가 활용

전문가 현황정보												
구분	세부 연구내용	성명	주민 등록 번호	국명	소속 (직위)	사업자 등록 번호	법인 번호	직급	전공 (학위)	초청 활용 기간	활용 내용	소요 경비
국내	PSC-빔 교량 보수보강	김영진	650828- 1454911	대한 민국	한국건설 기술연구 원	229-82- 01135	111241- 0002284	책임 연구 원	토목 공학	2개월	PSC-빔 교량 적용 관련 자문	1,000
국내	어스앵커	조성하	620808- 1023723	대한 민국	(주)다산 이엔지	79-85- 11133	110111- 1423378	책임 연구 원	토목 공학	2개월	어스앵커 적용 관련 자문	1,000

마. 연구원의 해외훈련

세부 연구내용	성명	소속및 직위	훈련기관	훈련기간	훈련내용	소요경비 (천원)	재원

11. 연구개발비 소요 명세서

가. 총 연구개발비

[단위 : 천원]

총연구개발비 내역								
연 도		정부 출연금	기업부담금			정부외 출연금	상대국 부담금	합계
			현 금	현 물	계			
1차 연도 (‘08.12~’09.11)	금액	200,000	20,000	65,714	85,714	0	0	285,714
	비율	70%	8%	12%	20%	0	0	100%
2차 연도 (‘00.00~’00.00)	금액							
	비율							
3차 연도 (‘00.00~’00.00)	금액							
	비율							
4차 연도 (‘00.00~’00.00)	금액							
	비율							
5차 연도 (‘00.00~’00.00)	금액							
	비율							
총계		200,000	20,000	65,714	85,714	0	0	285,714

나. 1차년도 연구개발비

(1) 1차년도 비목별 총괄

[단위 : 천원]

연구비 비목별 명세						
비 목			현금	현물	합계	구성비(%)
인건비	내부	미지급	8,400		8,400	
		지급		65,714	65,714	23.0
	외부		30,000		30,000	10.5
직접비	연구기자재 및 시설비		22,000		22,000	7.8
	재료비 및 전산 처리·관리비		79,700		79,700	27.9
	시작품 제작비		30,000		30,000	10.5
	여 비		21,230		21,230	7.4
	수용비 및 수수료		3,300		3,300	1.2
	기술정보활동비		5,200		5,200	1.8
	연구활동비		11,600		11,600	4.1
위탁연구개발비						
간접비	간접경비		16,670		16,670	5.8
	연구개발준비금					
	지적재산권 출원·등록비		300		300	0.1
	과학문화활동비					
	연구실안전관리비					
총 계			220,000	65,714	285,714	100

(1-1) 주관연구기관

[단위 : 천원]

연구비 비목별 명세						
비 목			현금	현물	합계	구성비(%)
인건비	내부	미지급				
		지급		65,714	65,714	31.5
	외부					
직접비	연구기자재 및 시설비		5,000		5,000	2.4
	재료비 및 전산 처리·관리비		81,900		81,900	36.8
	시작품 제작비		30,000		30,000	14.4
	여 비		7,230		7,230	3.5
	수용비 및 수수료		2,500		2,500	1.2
	기술정보활동비		2,200		2,200	1.1
	연구활동비		9,200		9,200	4.4
위탁연구개발비						
간접비	간접경비		9,670		9,670	4.6
	연구개발준비금					
	지적재산권 출원·등록비		300		300	0.1
	과학문화활동비					
	연구실안전관리비					
총 계			148,000	65,714	213,714	100

(1-2) 협동연구기관

[단위 : 천원]

연구비 비목별 명세						
비 목			현금	현물	합계	구성비(%)
인건비	내부	미지급	8,400		8,400	
		지급				
	외부		30,000		30,000	39.0
직접비	연구기자재 및 시설비		17,000		17,000	22.1
	재료비 및 전산 처리·관리비		2,800		2,800	3.6
	시작품 제작비					
	여 비		14,000		14,000	18.2
	수용비 및 수수료		800		800	1.0
	기술정보활동비		3,000		3,000	3.9
	연구활동비		2,400		2,400	3.1
위탁연구개발비						
간접비	간접경비		7,000		7,000	9.1
	연구개발준비금					
	지적재산권 출원·등록비					
	과학문화활동비					
	연구실안전관리비					
총 계			77,000	-	77,000	100

(2) 1차년도 비목별 세부내역

(가) 인건비

[1-1] 주관연구기관

① 인건비-내부인건비

[단위 : 천원]

미지급 내부인건비											
기관명	성 명 (주민등록 번호)	부서명 (직급)	월급여	시작일	종료일	참여 개월 수	참여율 (%)	총 액	타 연구사업 참여현황		비 고
									사업명	참여율 (%)	
합계											

지급 내부인건비											
기관명	성 명 (주민등록 번호)	부서명 (직급)	월급여	시작일	종료일	참여 개월 수	참여율 (%)	총 액	타 연구사업 참여현황		비 고
									사업명	참여율 (%)	
한국유지 관리(주)	윤종구 (741205- 1464913)	전략기획 실(부장)	5,000	2008. 12.01	2009. 11.30	12	30%	18,000	건설핵심기 술연구사업 외 1건	40.67	현물
한국유지 관리(주)	송종섭 (770901- 1628111)	연구기획 팀(과장)	3,150	2008. 12.01	2009. 11.30	12	25%	9,450	-	-	현물
한국유지 관리(주)	김동하 (780801- 1810111)	SOC사 업부(과 장)	3,000	2008. 12.01	2009. 11.30	12	20%	7,200	건설기술혁 신사업 외 2건	59.9	현물
한국유지 관리(주)	류영준 (741126- 1482411)	SOC사 업부(과 장)	3,040	2008. 12.01	2009. 11.30	12	20%	7,296	건설기술혁 신사업 외 1건	36	현물
한국유지 관리(주)	백종호 (700113- 1552011)	ES사업 부(과장)	2,976	2008. 12.01	2009. 11.30	12	20%	7,142	건설핵심기 술연구개발 사업 외 1	55.64	현물
한국유지 관리(주)	박은용 (790228- 1552912)	MS사업 부(대리)	2,470	2008. 12.01	2009. 11.30	12	15%	4,446	건설핵심기 술연구개발 사업 외 1건	61.88	현물
한국유지 관리(주)	박용민 (810921- 1121414)	U사업부 (주임)	2,560	2008. 12.01	2009. 11.30	12	15%	4,608	건설기술혁 신사업 외 1건	41.1	현물
한국유지 관리(주)	허윤 (820315- 1075311)	ES사업 부(사원)	2,080	2008. 12.01	2009. 11.30	12	31%	7,572	성능, 환경 복원기술개 발사업	8	현물
합계								65,714			

② 인건비-외부인건비

[단위 : 천원]

외부인건비									
기관명	성 명 (주민등록 번호)	부서명 (직급)	월급여	시작일	종료일	참여 개월 수	참여율 (%)	총 액	비 고
합계									

※ 학사·석사·박사과정 학생의 외부인건비는 참여율 100%를 기준으로 다음 각호에서 정한금액으로 하고, 학생의 참여율은 정규수업에 지장을 주지 아니하는 범위 안에서 계상

- 학사과정 : 월 800,000원
- 석사과정 : 월 1,500,000원
- 박사과정 : 월 2,000,000원

[1-2] 협동연구기관

① 인건비-내부인건비

[단위 : 천원]

미지급 내부인건비											
기관명	성 명 (주민등록 번호)	부서명 (직급)	월급여	시작일	종료일	참여 개월 수	참여율 (%)	총 액	타 연구사업 참여현황		비 고
									사업명	참여율 (%)	
전남대	김영상 (690117- 1058211)	건설환경 공학부 (조교수)	4,500	2008.-	2009.-	12	10	5,400	KOSEF SISTEC	10	
전남대	김재민 (680622- 1639219)	건설환경 공학부 (부교수)	5,000	2008.-	2009.-	12	5	3,000	지역특성 화연구개 발사업	70	
합계								8,400			

지급 내부인건비											
기관명	성 명 (주민등록 번호)	부서명 (직급)	월급여	시작일	종료일	참여 개월 수	참여율 (%)	총 액	타 연구사업 참여현황		비 고
									사업명	참여율 (%)	
합계											

② 인건비-외부인건비

[단위 : 천원]

외부인건비									
기관명	성명 (주민등록 번호)	부서명 (직급)	월급여	시작일	종료일	참여 개월 수	참여율 (%)	총액	비고
전남대	김현우 (801130-1 574613)	건설환경 공학과 (박사과정)	2,000	2008.-	2009.-	12	40	9,600	현금
전남대	성현종 (740325-1 629716)	건설환경 공학과 (박사과정)	2,000	2008.-	2009.-	12	20.25	4,860	현금
전남대	김진원 (820420-1 573317)	건설환경 공학과 (석사과정)	1,500	2008.-	2009.-	12	30	5,400	현금
전남대	주노아 (810421-1 568719)	건설환경 공학과 (석사과정)	1,500	2008.-	2009.-	12	35	6,300	현금
전남대	유근모 (831102-1 642216)	건설환경 공학과 (학부과정)	800	2008.-	2009.-	12	40	3,840	현금
합계								30,000	

(나) 직접비

[1-1] 주관연구기관

① 연구기자재비 및 시설비

- 연구기자재비

[단위 : 천원]

연구기자재비							
구분	품 명	규격	단위	수량	단가	금 액	비 고
임차	엑시머레이저 및 FBG Set-Up	COMPex 205	1개월	10	500	5,000	현금
합 계						5,000	

필요성 및 용도	FBG센서 제조단가 절감을 위해 전남대학교 광소재부품연구센터에서 보유하고 있는 고가의 엑시머레이저 및 FBG 셋업 임차 사용
-------------	---

- 시설비

[단위 : 천원]

시설비						
시 설 명	규격	단위	수량	단가	금 액	비 고
						현금/현물
						현금/현물
합 계						0

필요성 및 용도	
-------------	--

② 재료 및 전산처리·관리비

[단위 : 천원]

재료 및 전산처리 관리비						
품 명	규격	단위	수량	단가	금 액	비 고
프린트 토너(흑백)	HPLaserjet	EA	20	100	2,000	현금
프린트 토너(칼라)	HPLaserjet	EA	10	250	2,500	현금
A4 용지	A4	Box	30	25	750	현금
A3 용지	A3	Box	10	25	250	현금
공CD	CD-R	Box	20	50	1,000	현금
프린터 잉크 카트리지	HPOfficejet Pro K550	set	20	60	1,200	현금
전산처리비	시뮬레이션	회	2	600	1,200	현금
PC강연선	KSD 7002	Ton	10	500	5,000	현금
Seamless Tube	AP-Tube	M	100	50	5,000	현금
폴리에스터 레진	G-689S	ℓ	200	5	1,000	현금
철근		set	2	12,000	24,000	현금
콘크리트		set	2	11,500	23,000	현금
거푸집 제작용 목재		set	2	5,000	10,000	현금
합 계					76,900	

필요성 및 용도	사업화 시험체 제작, 국내외 관련 시장 및 기술조사 관련 소모품 PC강연선 : 어스앵커 및 PSC 교량의 긴장재 Seamless Tube : 스마트텐던의 중앙 킹케이블, FBG센서의 보호 부재 폴리에스터 레진 : FBG센서와 중앙 킹케이블의 충전제 철근 및 콘크리트 : PSC 거더 시험체 제작용 재료
-------------	---

③ 직접비-시작품 제작비

[단위 : 천원]

시작품 제작비							
품 명	규격	단위	수량	단가	금 액	내부제작/ 외주가공 여부기재	비고
Anchor 제작 및 실험		1본	10	3,000	30,000		현금
합 계					30,000		

필요성 및 용도	스마트 텐던의 실용화기술 개발을 위한 어스앵커 시험체 시작품 제작 및 실험
-------------	---

④ 여비

- 국내여비

[단위 : 천원]

국내여비				
직급	인원	횟수	산출 내역	금 액
책임급	1	6	서울-여수 1박 2일 기준 : $\{(25+30)*2\} + \{(45*1)\} + 130 = 1,710$	1,710
선임급	2	6	서울-여수 1박 2일 기준 : $\{(15+25)*2\} + \{(40*1)\} + 130 = 3,000$	3,000
원급	2	6	서울-여수 1박 2일 기준 : $\{(10+15)*2\} + \{(30*1)\} + 130 = 2,520$	2,520
합계				7,230

- 국외여비

[단위 : 천원]

국외여비					
차수	직급	인원	횟수	산출 내역	금 액
1					
	소계				0
	출장 목적 및 사유				
	당해 연구개발과제 관련 내용				
	국내에서 관련정보를 입수하기 어려운 이유				
	출장자			출장 목적지 및 기관	
	출장기간				

⑤ 수용비 및 수수료

[금액단위 : 천원]

수용비 및 수수료			
내역	산출 내역	금액	비고
인쇄/복사/인화/슬라이드 제작비	인쇄(color, 장, 1000, 0.5) 복사(Black, 장, 10000, 0.04)	900	현금
공공요금	(규격, 단위, 수량, 단가 등)		
제세공과금 및 수수료	(규격, 단위, 수량, 단가 등)		
사무용품비	3*300	900	현금
연구환경유지를 위한 기기·비품비	(규격, 단위, 수량, 단가 등)		
위탁정산비	700	700	현금
합계		2,500	

⑥ 기술정보활동비

[단위 : 천원]

기술정보활동비			
내역	산출 내역	금액	비고
전문가활용비			
국내·외 훈련비			
기술정보수집비			
도서 등 문헌구입비	5회*100	500	현금
회의비	7회*100	700	현금
세미나 개최비			
학회·세미나 참가비	2회*500	1,000	현금
원고료, 통역료, 속기료			
기술도입비			
합계		2,200	

기술명	도입국/회사명	금액(원)	비고
합계			

필요성 및 용도	
-------------	--

⑦ 연구활동비

[금액단위 : 천원]

연구활동비			
내역	산출 내역	금액	비고
과제관리비	(인건비 ×%)		
연구활동진흥비	인건비(65,714)의 14%	9,200	현금
합계		9,200	

[1-2] 협동연구기관

① 연구기자재비 및 시설비

- 연구기자재비

[단위 : 천원]

연구기자재비							
구분	품 명	규격	단위	수량	단가	금 액	비 고
구입	Phase Masks	FBG phase masks	EA	5	3,000	15,000	현금
구입	저온보관창고	DS-1201RD	EA	1	2,000	2,000	현금
합 계						17,000	

필요성 및 용도	Phase Masks : 스마트텐던의 제작원가절감, FBG센서 제작 저온보관장치 : 폴리에스터 레진의 저온 보관장치
-------------	---

- 시설비

[단위 : 천원]

시설비						
시 설 명	규격	단위	수량	단가	금 액	비 고
						현금/현물
						현금/현물
합 계						

필요성 및 용도	
-------------	--

② 재료 및 전산처리·관리비

[단위 : 천원]

재료 및 전산처리 관리비						
품 명	규격	단위	수량	단가	금 액	비 고
A4용지	DoubleA	box	32	25	800	현금
프린트토너(칼라)	EPSON C4100	set	1	600	600	현금
프린트토너(흑백)	HP Laserjet	ea	5	100	500	현금
공 CD-R	Imation	box	4	50	200	현금
HDD-300G	Western Digital	ea	2	350	700	현금
합 계					2,800	

필요성 및 용도	사업화를 위한 추가기술개발 및 검증, 국내외 시장 및 기술조사 관련 소모품
-------------	---

③ 직접비-시작품 제작비

[단위 : 천원]

시작품 제작비							
품 명	규격	단위	수량	단가	금 액	내부제작/ 외주가공 여부기재	비고
합 계					0		

필요성 및 용도	
-------------	--

④ 여비

- 국내여비

[단위 : 천원]

국내여비				
직급	인원	횟수	산출 내역	금 액
수석급	2	2	서울-여수 1박 2일 : [{(W25+W30)*2일 } + {(W45*1박)} + W130(왕복항공)] = 285	1,140
원급	5	2	서울-여수 1박 2일 : [{(W21+W20)*2일 } + {(W40*1박)} + W130(왕복항공)] = 257	2,560
합계				3,700

- 국외여비

[단위 : 천원]

국외여비					
차수	직급	인원	횟수	산출 내역	금 액
1	수석급	2	1	[{ (\$78+\$35)*4일 } + { (\$120*3박) }] × 2인 = US\$1624 = US\$1624 × 1,363원 / US\$ = 2,213,000원 왕복항공 : 1,643,500원 / 인 × 2인 = 3,287,000원	5,500
	원급	2	1	[{ (\$49+\$26)*4일 } + { (\$87*3박) }] × 2인 = US\$1122 = US\$1122 × 1,363원 / US\$ = 1,529,000원 왕복항공 : 1,643,500원 / 인 × 2인 = 3,271,000원	4,800
	소계				10,300
	출장 목적 및 사유			World of Concrete (WOC)	
	당해 연구개발과제 관련 내용			PSC 구조물의 최신 제품정보와 세계적인 최신 기술개발 현황을 확인할 수 있음	
	국내에서 관련정보를 입수하기 어려운 이유			PS 강선을 활용한 PSC 구조물의 다양한 제품 발표가 이루어지는 WOC의 자료는 현지에서 직접 확인하고 전시 업체와 협의를 통하여 정보교류가 이루어지므로 국내에서 자료를 입수하기 어렵다.	
	출장자	김영상, 김재민		출장 목적지	라스베가스(미국)
	출장기간	('09. 02. 03 ~ '09. 02. 06)		및 기관	

⑤ 수용비 및 수수료

[금액단위 : 천원]

수용비 및 수수료			
내역	산출 내역	금액	비고
인쇄/복사/인화/슬라이드 제작비	복사비 : 50원/장×10000장=500,000원	500	현금
사무용품비	30,000원/월×10개월=300,000원	300	현금
합계		800	

⑥ 기술정보활동비

[단위 : 천원]

기술정보활동비			
내역	산출 내역	금액	비고
전문가활용비	500×2인×2개월 = 2,000 (PSC-빔 교량 및 어스앵커 실험)	2,000	현금
국내·외 훈련비			
기술정보수집비			
도서 등 문헌구입비	100천원/회×2회=200	200	현금
회의비			
세미나 개최비			
학회·세미나 참가비	100천원/회×2회×4인 =800	800	현금
원고료, 통역료, 속기료			
기술도입비			
합계		3,000	

기술명	도입국/회사명	금액(원)	비고
합계			

필요성 및 용도	
-------------	--

⑦ 연구활동비

[금액단위 : 천원]

연구활동비			
내역	산출 내역	금액	비고
과제관리비			
연구활동진흥비	인건비(38,400) × 10.42%	4,000	현금 (전남대)
합계		4,000	

(다) 위탁연구개발비

[단위 : 천원]

당해 연도 위탁연구비 비목별 명세						
비 목			현금	현물	합계	구성비(%)
인건비	내부	미지급				
		지급				
	외부					
직접비	재료비 및 전산 처리·관리비					
	여 비					
	수용비 및 수수료					
	기술정보활동비					
	연구활동비					
간접비	간접경비					
	연구실 안전관리비					
총 계						

(라) 간접비

[1-1] 주관연구기관

① 간접경비

[금액단위 : 천원]

간접경비			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
현금한국유지관리(주)	[인건비(65,714)+직접비(133,030)]×5% 이내	9,670	현금
합계		9,670	

② 연구개발준비금

[금액단위 : 천원]

연구개발준비금			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
	(내부인건비 × ○%)		
	(내부인건비 × ○%)		
합계			

※ 정부출연연구기관에 한하여 내부인건비의 15% 이내에서 계상

③ 지적재산권 출원·등록비

[금액단위 : 천원]

지적재산권출원 등록비			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
한국유지관리(주)	프로그램 등록 출원비*2건	300	현금
	(규격, 단위, 수량, 단가 등)		
합계		300	

④ 과학문화활동비

[금액단위 : 천원]

과학문화활동비			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
	(내부인건비 × ○%)		
	(내부인건비 × ○%)		
합계			

※ 인건비의 5% 범위 안에서 계상

⑤ 연구실 안전관리비

[금액단위 : 천원]

연구실 안전관리비			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
	(내부인건비 × ○%)		
	(내부인건비 × ○%)		
합계			

※ 인건비의 2% 범위 안에서 계상

[1-2] 협동연구기관

① 간접경비

[금액단위 : 천원]

간접경비			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
전남대학교	[인건비(30,000)+직접비(40,000)]×10%	7,000	현금
합계		7,000	

② 연구개발준비금

[금액단위 : 천원]

연구개발준비금			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
	(내부인건비 ×○%)		
	(내부인건비 ×○%)		
합계			

③ 지적재산권 출원·등록비

[금액단위 : 천원]

지적재산권출원 등록비			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
	(규격, 단위, 수량, 단가 등)		
	(규격, 단위, 수량, 단가 등)		
합계			

④ 과학문화활동비

[금액단위 : 천원]

과학문화활동비			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
	(내부인건비 × ○%)		
	(내부인건비 × ○%)		
합계			

⑤ 연구실 안전관리비

[금액단위 : 천원]

연구실 안전관리비			
기 관	산출 내역	금 액	비 고
	(내부인건비 × ○%)		
	(내부인건비 × ○%)		
합계			

12. 참여기업 현황 및 부담내역

가. 참여기업의 부담내역

[금액단위 : 천원]

구 분 업체명	한국유지관리(주)			○ ○ ○			합 계		
	현금	현물	소계	현금	현물	소계	현금	현물	합계
1차년도	20,000	65,714	85,714				20,000	65,714	85,714
2차년도									
3차년도									
4차년도									
5차년도									
총 계	20,000	65,714	85,714				20,000	65,714	85,714

※ 위의 참여기업의 부담내역 표에 한하여 임의로 수정 가능함

나. 기업현황

[금액단위 : 천원]

참여기업 현황 정보						
기업정보	참여기업명		한국유지관리(주)		기업구분	
	대표자성명		최준성		설립년월일	
	주생산품목		엔지니어링컨설팅		상시종업원수	
	전 연도매출액		3,562,704		매출액대비 연구개발비 비율	
	부채비율		178%		자기자본 비율	
	법인번호		110111-2696833		사업자등록번호	
실무연락 책임자	성 명		송중섭		부서	
	직 책		과장		E-Mail	
	전 화		02-830-7071		FAX	
연구비 부담내역	구 분		현금		현물	
	1차년도		20,000		65,714	
	2차년도					
	3차년도					
	4차년도					
	5차년도					
	합 계		20,000		65,714	
부설연구 소(연구 개발전담 부서)	연구소(실)명		한국유지관리(주) 부설기업연구소		설립년월일	
	연구전담요원수		박사	기술사	기사1급	전체
			1	-	6	11
	연구개발 현황	과거의 실적	과 제 명	수행기간	실용화여부 (추진중 또는 생산중입력)	
			토목 시설물용 무선 계측 시스템	2003.3~2004.9	생산중	
			GPS를 활용한 유지관리계측시스템 개발	2004.3~2005.3	생산중	
			스마트 프리캐스트 콘크리트 패널	2005.6~2007.4	추진중	
		현재 진행상황	과 제 명	착수 연도	연구비재원	
					자체자금융자	정부출연.보조
			초음파 거리 측정기기를 이용한 시설물 변위 측정 시스템	2005	250,000	-
			실시간 궤도이상개소 평가시스템의 시작품 개발	2006.8	100,000	30,000
			다중이용시설 및 공사장 안전관리를 위한 붕괴 모니터링 시스템 개발	2008	100,000	100,000
		기술보유 현황	복합재 보강형 광섬유센서 구조체의 제조방법(제10-0716725호)			
			시설물 계측용 무선 계측시스템(제10-0687209호)			
			교량용 케이블 가진장치(제10-0806367호) 외 다수(별첨 1 참조)			

13. 건설교통기술연구개발사업 기관정보

가. 주관연구기관

주관연구기관 정보								
주관 연구 기관	사업자등록번호		113-81-81967			법인번호	110111-2696833	
	대표자성명		최준성			주관연구책임자명	윤종구	
	기 관 구 분	기관명	한국유지관리(주)					
		구 분	4		형 태	2		
	주 소		서울시 구로구 구로5동 103-7 헤림빌딩 3층				우편번호	152-842
	전화번호		02-830-7071	FAX	02-830-5256		E-mail	hawaiiyoon@kmctech.co.kr
	건설·교통기술개발사업 참여회수			6	타 부처사업 참여(유·무 입력)			유
실무 연락 책임자	성 명	송종섭	주 민 등 록 번 호		770901-1628111			
	소속기관	한국유지관리(주)	부 서	U-사업부		직 위	과장	
	주 소	서울시 구로구 구로5동 103-7 헤림빌딩 3층			우편번호	152-842		
	E-mail	jssong@kmctech.co.kr						
	전화번호	02-830-7071	FAX	02-830-5256		H.P.	017-201-4372	

나. 협동연구기관

협동연구기관 정보								
협동 연구 기관	협동과제명		스마트텐던 사업화를 위한 추가 요소 기술 개발			협동연구책임자명		김영상
	사업자등록번호		409-82-11942			법인번호		206371-0001063
	대표자성명		남계춘					
	기 관 구 분	기관명	전남대학교 산학협력단					
		구 분	7		형 태		4	
	주 소		광주광역시 북구 용봉동 300				우편번호	500-759
	전화번호		061-659-2904	FAX	061-659-2909		E-mail	kyc9204@chonnam.ac.kr
	건설·교통기술개발사업 참여회수			3	타 부처사업 참여(유·무 입력)			유

건설교통기술연구개발과제 참여의사 확인서

과 제 명	교량 및 지반보강을 위한 스마트 텐던 기술의 사업화를 위한 추가기술개발 및 검증		
주 관 연 구 기 관	한국유지관리(주)	총괄연구책임자	윤종구

1. 위의 연구개발과제 수행을 위하여 제출한 건설교통기술연구개발계획서의 연구내용에 동의하고, 본 과제가 심의를 거쳐 지원대상과제로 선정될 경우 건설교통기술연구개발사업 관련법령의 제반사항을 준수하면서 연구개발 과제에 적극 참여할 것을 약속합니다.

2. 또한, 제출한 연구개발계획서의 내용이 사실과 다르거나, 기재사항 오류 및 누락, 참여연구진의 자격제한 등에 따른 결격사유 발생시 한국건설교통 기술평가원의 조치에 따를 것을 약속합니다.

2008년 10월 일

(기관명)	(대표)	
한국유지관리(주)	최 준 성	직 인
전남대학교산학협력단	남 계 춘	직 인
_____	_____	직 인
_____	_____	직 인

한국건설교통기술평가원장 귀하

건설교통기술연구개발과제 수행 협약서(신규과제)

- 연구기관 및 연구책임자용 -

과 제 명	교량 및 지반보강을 위한 스마트 텐던 기술의 사업화를 위한 추가기술개발 및 검증	
연구기관장	최 준 성	
연구기간	2008. 12. 01. ~ 2009. 11. 30.	
연구책임자	성명(한문)	윤 종 구(尹 鐘 球)
	소속(부서)	전략기획실
	직 위	실장
	퇴직 예정일	2015년 12월

상기 추천된 연구책임자가 건설교통기술연구개발사업 관련 규정에 따라 해당과제 종료시까지 지속적·안정적으로 수행토록 보장하고, 연구책임자로서의 맡은 바 임무를 성실히 수행할 수 있도록 인적·물적 지원을 아끼지 않을 것임을 약속합니다.

아울러 건설교통기술연구개발사업 관련 규정 등에 따라 정당한 사유없이 이를 위배할 경우 참여제한, 감점 등의 제재조치도 감수할 것을 약속합니다.

2008년 10월 일

연구책임자 : 윤 종 구 (인)

연구기관장 : 한국유지관리(주) 대표이사 최 준 성 (직인)

한국건설교통기술평가원장 귀하

건설교통기술연구개발과제 수행 협약서(신규과제)

- 연구기관 및 연구책임자용 -

과 제 명	교량 및 지반보강을 위한 스마트 텐던 기술의 사업화를 위한 추가기술개발 및 검증	
연구기관장	남계춘	
연구기간	2008. 12. 01. ~ 2009. 11. 30.	
연구책임자	성명(한문)	김영상
	소속(부서)	건설·환경공학부
	직 위	조교수
	퇴직 예정일	2015년 12월

상기 추천된 연구책임자가 건설교통기술연구개발사업 관련 규정에 따라 해당과제 종료시까지 지속적·안정적으로 수행토록 보장하고, 연구책임자로서의 맡은 바 임무를 성실히 수행할 수 있도록 인적·물적 지원을 아끼지 않을 것임을 약속합니다.

아울러 건설교통기술연구개발사업 관련 규정 등에 따라 정당한 사유없이 이를 위배할 경우 참여제한, 감점 등의 제재조치도 감수할 것을 약속합니다.

2008년 10월 일

전남대학교 : 김 영 상 (인)

전남대학교 산학협력단 : 남 계 춘 (직인)

한국건설교통기술평가원장 귀하