1. 연구개발 과제의 개요

1.1. 연구개발의 중요성(필요성)

1.1.1. 초장대교량 개념

"초장대교량" 이란

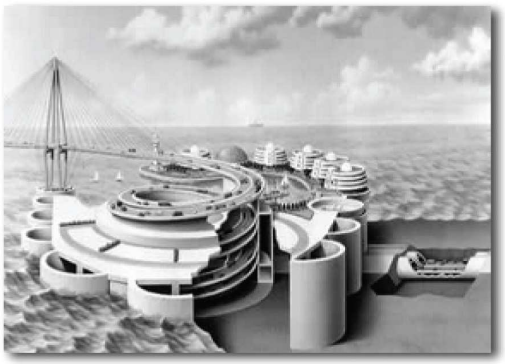
- 일반적으로 **교각과 교각사이**의 길이가(경간장) 200m 이상인 교량을 **장대 교량**으로 정의

  ▸ **교량 설계기준**
  - 도로교 설계기준 : 경간장 200m 이하의 교량에 적용을 원칙
  - 케이블강교량설계지침 : 경간장 200m 이상의 교량 보완적용

"초장대교량" 이라 함은

- 장대교량중 경간장이 기존 설계기준의 한계를 넘어 획기적인 **기술진보나 별도의 설계기준이 요구되는 교량**(일반적으로 현수교 : 2,000m, 사장교 : 1,000m 이상)
- 교량의 높이나 길이보다는 핵심분야별 원천기술의 확보와 독창적인 설계디자인이 우선시 되어야 하며 세부적인 **국내 설계기준은 미비한 실정**

개념도



핵심 사항

- 초장대교량은 기술한계를 극복하고 한나라 또는 한지역의 랜드마크 구조물
- 교량 기술 한계를 극복하는 과학과 예술성이 융합된 교량

초장대교량 특성

초장대교량 특성

사회적 요구

- 그 나라의 교량기술자들이 지금까지 지구상에 존재했던것보다도 좀 더 장대한 교량을 얼마나 구조적으로 안전하고, 경제적으로 싼 공사비로 쉽게 시공할 수 있으면서도 더 좋은 품질을 보장할 수 있고, 나아가 유지관리가 편하면서 또한 주위 환경과 조화를 이루어 자연친화적이 되도록 설계, 시공할수 있는가?

기술 및 사회요구 변화에 따른 교량의 변화

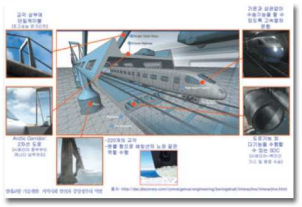
- IT, NT 기술 → 기술융합형 교량
- Design 기술 → 기념비적 교량
- 과학과 예술성 융합 → 초장대교량

교량계획 요소의 변화

- Millau교(프랑스)
  독창적인 디자인과 시공방법 제시하여
  세계에서 가장 아름다운 8경간 연속 사장교로 인정

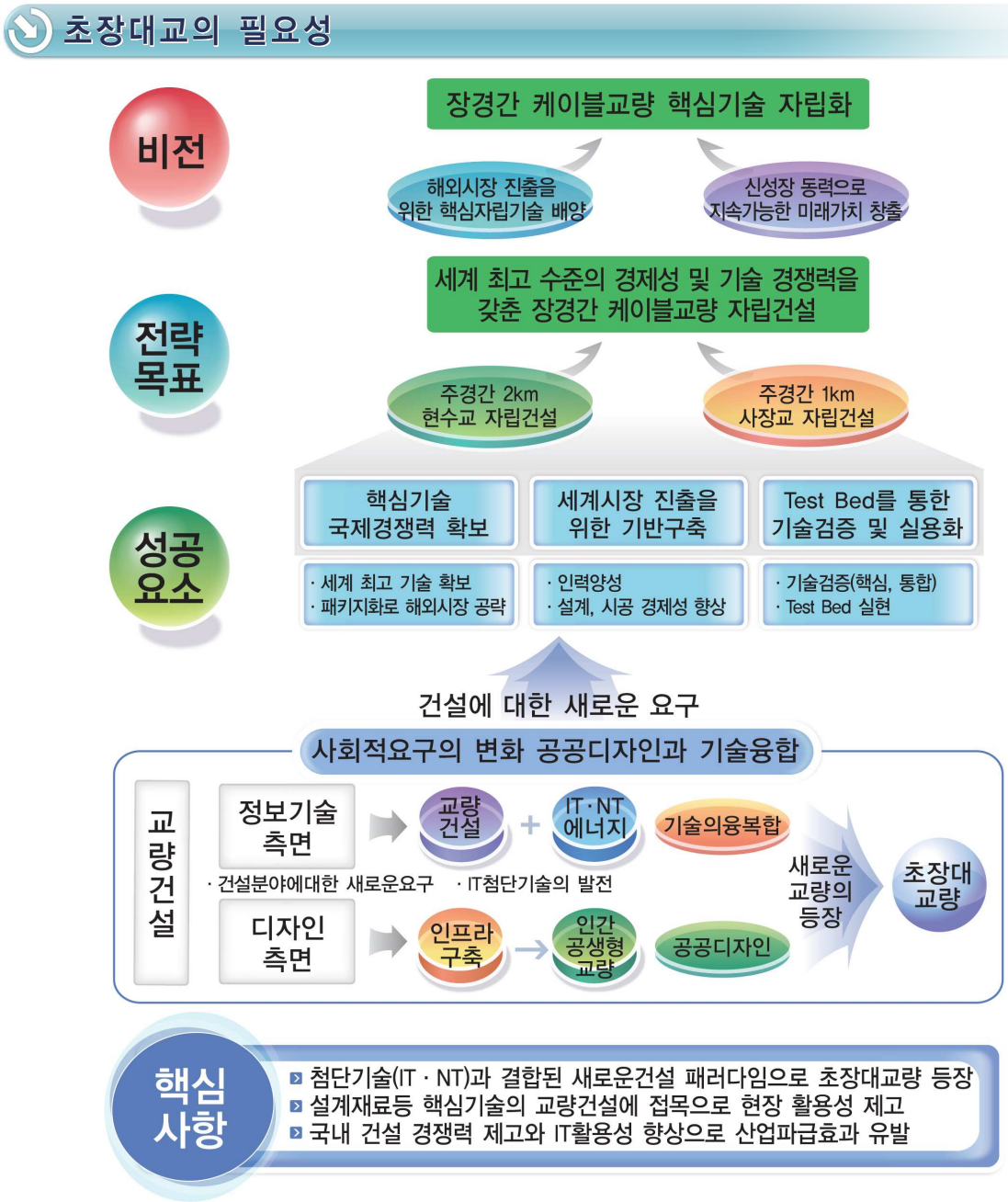
- Rion Antirion교(그리스)
  지진대에 위치하고 있으며 열악한 지반조건하에서
  기초설계 및 시공, 구조시스템 구축으로 세계에서
  가장 안전한 교량으로 인정

- Bering해협 횡단교량
  극한 자연조건(영하 50도, 파고 20m)
  대규모 유빙에도 견딜수 있도록 계획



1.1.2. 사업단 필요성

- 탄탄한 내수시장을 바탕으로 건설기술의 신속한 역량결집을 통한 강력한 엔진 역할을 제공함으로써 세계건설시장의 점유율 확대, Post BRICs등의 Blue Ocean 시장을 선점

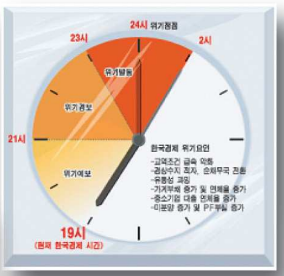


1.1.3. 연구개발 추진배경

- 장대교량 계획·설계 시공기술의 독자적 기술자립 실현
- 탄탄한 내수시장을 통한 기술력 배양으로 세계건설시장 수주 확대
  (BRICs, Post BRICs, 중동 등의 블루오션 시장 선점)

국내 · 외 여건분석

미 국	장기간 장대교량 건설시장 침체로 핵심기술개발 저조 자국내 교량 유지보수 및 건설공사 외국건설사(유럽) 선점
유 럽	고부가치 핵심기술 기반의 경제성 추구 지속적인 연구개발로 장대교량분야 기술우위 선점
일 본	Akashi대교등 최고수준의 건설실적 대비 기술 세계화 미흡 건설침체를 극복하기 위해 차관 사업을 통한 동남아 시장 진출 도모
중 국	30여년간의 자국내 사업과 선진기술 습득으로 장대교량 자립화 2015년 이후 자국건설시장 침체로 세계시장 진출모색
한 국	활성화 되고있는 장대교량 시장 핵심기술 • 장비 해외의존



국내요인
- 핵심기술의 부재
- 건설 R&D 투자인색
- 가격경쟁력 저하
- 건설업에 대한 사회적 편견
- 국내 SOC 투자 지속적 감소

대외요인
- 선진국 기술장벽 형성
- 중국의 가격, 기술경쟁력 급성장
- 시공위주 해외시장 진출 한계
- 대규모 해외 발주 프로젝트 계획에 대비

- 핵심기술 · 재료 · 장비의 국내 자립화 필요
- 세계시장 진출에 대비한 차별화된 기술력 확보

교량 패러다임의 변화

- 우리나라의 교량은 국토 및 지역개발 목적과 단순 도로기능 측면에서 계획
- 1973년 남해대교를 시작으로 1990년 후반부터 해안지역 도로의 건설증가에 따른 서해대교, 영종대교 등이 건설되었으며 최근 세계적 규모의 인천대교와 광양대교가 건설중

교량의 변천

기존교량	미래교량
전후복구단계 비계획적 교량(50년대)	초장대교량
산업화/경제개발 단계 도로의 부가수단(60,70년대)	
인프라 구축, 확대단계 교량발전시대 개막(80,90년대)	
해안지역 개발단계 장경간 교량 건설(2000년대)	
기능 및 "공급자" 중심의 교량건설	

기술융합형 교량 | 기념비적 교량
공공디자인 | 과학과 예술성 융합
자가진단형 교량 | 환경친화적 교량

인간, 자연, 예술이 조화된 교량
"수요자" 중심의 기념비적 교량

시사점

- 기술발전 Trend에 따른 미래지향적인 교량모델 필요
- 지역주민의 다양한 욕구에 부합되는 공공디자인이 고려된 교량
- 인간, 자연, 예술과 기술이 조화되는 기념비적인 교량

사업단 추진 필요성

사회적 요구 및 가치변화에 순응하는 건설정책 필요

국내건설시장 사회적 요구변화

핵심기술의 기술자립화를 통한 수입대체 필요

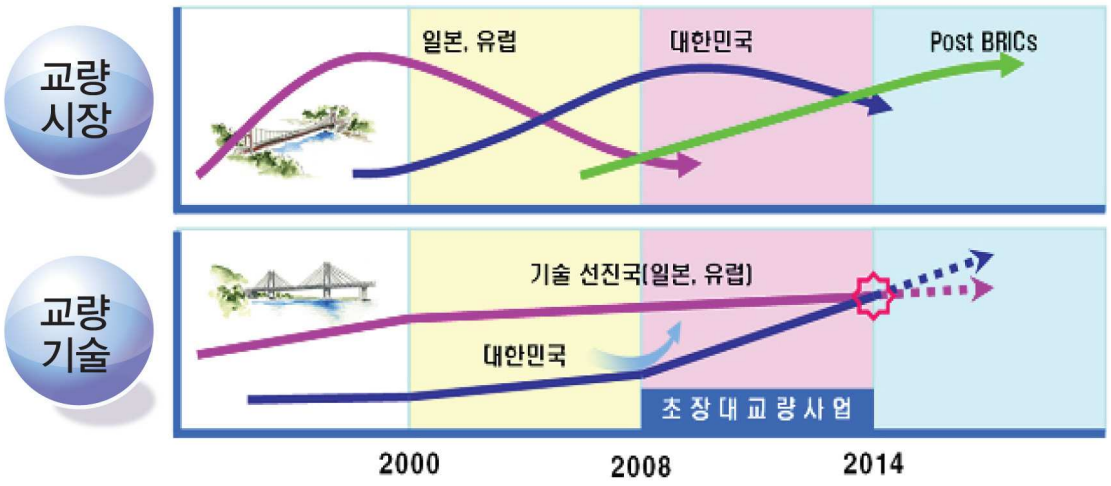
- 현 기술수준은 선진국(유럽) 대비 약 76%로 국내 장대교량 핵심기술의 대부분이 해외기업에 의존

차세대 건설분야 영역개발을 통한 해외건설시장 진출 도모

- 민간기업, 연구소, 대학, 국가기관(발주청)의 역량집중으로 시너지 효과 극대화
- 타산업(IT, NT, 철강)과의 융합을 통해 지금까지 존재하지 않았던 제3의 영역개발이 필요한 시기

건설경쟁력 확보를 위한 종합적 지원체계 마련

- 신생 건설강국 중국과 기존 건설대국 일본, 유럽 사이에서 고전하는 국내 건설산업의 경쟁력 확보를 위하여 정부주도 R&D 사업단이 필요



1.1.4. 국내 R&D 성과분석

국가주도의 R&D 사업

- 실패의 위험에도 불구하고 지속적인 연구개발 투자를 해야 하며, 최종 완제품보다는 기초 원천기술, 인프라 구축, 부품소재에 집중
- 연구개발 자금공급자뿐만 아니라 산학연 공동연구 중계자, 이해관계 조정자, 시장환경 조성자등의 역할을 강화

국내 R&D 사업의 성공적인 모델은 주로 **시장규모가 크고 단일 제품생산 위주의 산업(정보통신, 자동차)으로 성공요인**을 다음과 같이 분석 가능

- **기술적 측면**
  - **기획단계에서부터 철저한 사업기획 및 전략수립**
    - 고선명 TV(HDTV)
      3년여에 걸친 철저한 사업기획으로 10년 후 TV트렌드를 정확히 예측하고 세계 1위의 시장점유율 달성

  - **정부는 기업의 열악한 분야*에 대한 집중지원과 종합적인 육성책** 마련
    * 기초지반기술, 차세대 기술, 시험평가 및 표준화
    ** 지능형 로봇 사업 : 원천기술, 부품소재, 인프라 구축 등을 종합적으로 지원

  - 축적된 「강점기술」의 활용을 극대화하여 **파생기술 창출전략**

시장수요 측면

▸ 시장선점을 위한 국제표준 채택에 역점

- WiBro, DMB 등 : 국제 표준 채택을 위한 적극적인 노력으로 시장선점 기회 확보

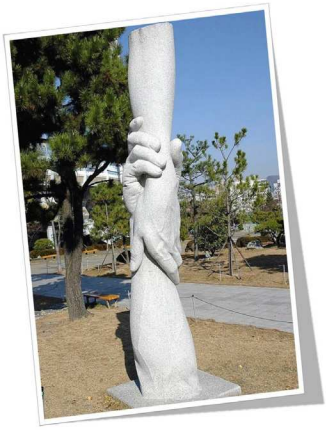
▸ 선진국보다 앞선 시장수요 예측과 과감한 도전으로 시장진입

- TFT-LCD : 평판디스플레이 시대 도래를 예상하고 적극적인 투자
- FINEX : 철강석 원석에서 오염배출이 심한 중간과정을 생략하고 철을 생산하는 공법으로 환경규제, 개방화등 경제사회적 이슈에 적극적으로 대처한 사례

관리 · 제도 측면

▸ 기술발전에 따른 지속적이고 일관성 있는 산업육성 시책

- DRAM : 4M('86)→16M('89)→64M('91)→256M('93) 이어지는 일관된 정부지원



▸ 정부-연구소-대학-생산자-수요자 등 참여기관의 유기적인 공동개발체제 구축과 명확한 역할분담

- 정부 : 이해관계조정, 산업촉진 및 표준화 지원
- 연구소 및 대학 : 핵심기반기술, 시험평가 등 중점
- 산업체 : 발굴된 핵심기술의 상용화 추진

시대별 성공요인 분석

▸ 1990년대는 정부와 민간의 공동협력, 지속적이고 일관성 있는 산업육성정책과 수요자 중심의 연구개발

- 정부 및 국책연구소는 기초원천, 기반기술, 차세대 신기술등 기업 취약분야에 지원 강조

▸ 2000년대는 민간주도의 연구개발과 조기상용화 및 시장선점을 위한 표준화 등의 정부지원이 중요한 성공요인

- 세계 최초의 원천기술개발 강화와 원천기술의 국제 표준화 채택을 위한 정부지원 등이 중요한 역할로 강조

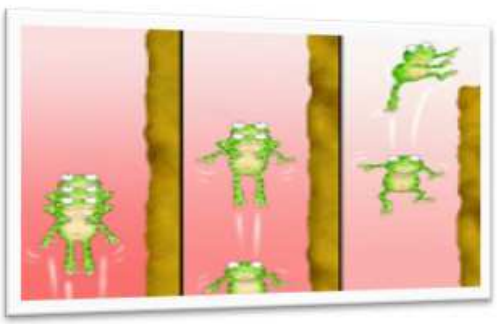
시사점

- **국가연구개발사업의 추진 당위성과 일관성이 중요**
  - ▸ **연구개발의 위험과 시장실패 가능성에도 불구하고 성공한 연구개발사업은 천문학적 국부창출과 국민적 자부심 고취**
    * CDMA의 경우 996억원 연구비가 투자되어 약 150조원이상의 국부창출과 CDMA 종주국 위상 정립

- **정부의 의지는 기업의 투자와 저변확대를 유도하는 촉매제**
  - ▸ **정부 지원금의 규모를 떠나 정부의 개발의지는 기업의 관심과 투자를 유발하는 상징적인 의미**
    * TFT-LCD의 경우 사업초기 3억원 정부지원금이 연구장비 도입에 약 150억원의 기업 자체 투자 유도

- **축적된 강점기술을 여타 산업의 성장 지렛대로 활용**
  - ▸ **20년 이상 축적된 우수한 IT기술과 생산공정기술 등의 강점기술을 여타 산업에 접목·융합하여 산업육성을 도모하는 전략강구**

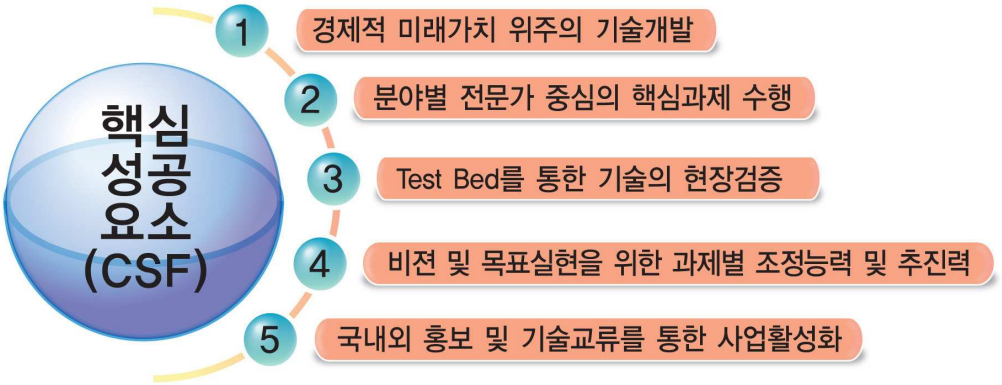
- **기술 및 시장의 환경을 고려한 유형별 연구개발 전략수립 강화**
  - ▸ **민간주도형 : 기술수준과 국내기업의 역량이 우수한 분야**
  - ▸ **정부·민간협력형 : 상용화에 근접했으나 국내역량이 부족한 분야 ➤ 초장대교량 사업**
  - ▸ **정부주도형 : 국내역량이 부족하고 상업화에 장기간이 소요되는 분야**



1.1.5. 초장대교량 사업단 핵심성공요소(Critical Success Factor)

- 초장대교 사업단의 목표실현을 위한 핵심기술개발 단계, 기술적용 단계, Test Bed를 통한 확산단계까지의 각 단계별 R&D 사업에 대한 핵심성공요소 도출

초장대교량 사업단 사업 핵심성공요소(CSF) 도출



1단계

정부지원 → 핵심기술개발 ← 산학연

지경부 국토부 건교평	설계 재료, 시공 유지관리	학계 연구소 기업

- 산학연 전문가 중심의 실용적 연구사업 추진
- 원천기술 개발 및 기술 자립화
- 경제적 파급효과 극대화 가능한 기술중심

2단계

Test Bed

핵심과제별 → 통합형 Test Bed 실용화

- 한국도로공사의 장대교량 건설경험을 바탕으로 효과적인 사업추진
- 핵심과제별 안정된 사업 후보지 발굴·지원
- 과제수행에 필요한 경제적 지원

3단계

- 사업활성화 및 해외진출
- 초장대교량 Test Bed
- 국내 장대교량 기술표준
- 해외 초장대교량 수주 및 건설 국가 성장산업으로 발전

- 개발기술에 대한 해외시장 진출방안 마련
- 기념비적 교량건설에 따른 대외교량 건설기술 홍보
- 국가성장산업으로 발전

핵심사항

- 첨단기술(IT · NT)과 결합된 새로운건설 패러다임으로 초장대교량 등장
- 설계재료등 핵심기술의 교량건설에 접목으로 현장 활용성 제고
- 국내 건설 경쟁력 제고와 IT활용성 향상으로 산업 파급효과 유발

1.1.6. SWOT 분석

장대교량 시장 내외부 요인분석

- 장대교량 분야에 대한 강점, 약점과 기회, 위협요인을 분석하여 대응방안을 마련하고 활용하기 위한 가이드라인 설정

구 분		내 용
시장 환경	강점(S)	• 세계 2번째 규모의 국내시장 전망에 따른 기술개발 적기 • 2012년 세계 4번째 규모의 랜드마크성 장대교량 보유
	약점(W)	• 아직 국내 기술로만 독자적인 설계 및 시공 어려움 • 해외 장대교량 시공 경험 저조
	기회(O)	• 중국, 동남아, 중남미, 중동등 해외에서도 꾸준히 장대교량 사업 발주 예상 • 장대교량 발주국가의 중심이 선진국에서 중국, 한국 등으로 이동
	위협(T)	• 유럽, 일본등 기술 선도업체들은 전세계를 대상으로 마케팅 • 해외의 국내와 상이한 지반, 기후등 글로벌화 기술한계 극복 필요
산업 동향	강점(S)	• 최근 국내 건설사의 활발한 해외 진출 및 시공능력 우수 • 타산업 분야의 기술수준 우수 및 건설재료 분야 급속한 기술발전
	약점(W)	• 보수적인 설계기준 적용으로 국제적인 가격 경쟁력 미흡 • 국내 장대교량 사업에서 케이블 등 주요 자재 및 시공장비 수입
	기회(O)	• 버블경제 붕괴로 선진 기술국(일본, 유럽)의 기술개발 둔화 • 국내 사업에서 해외 선도 업체와 협력 Network 형성
	위협(T)	• 국제 설계수준을 선도하는 대형 전문 설계사 부재 • 케이블 가설장비 보유기관의 기술 및 시장장벽 형성
정책 방향	강점(S)	• T/K 발주를 통하여 신기술 및 차별화된 설계능력 평가 • 타분야와 협력을 통한 첨단 건설융합 기술 개발 장려
	약점(W)	• 건설산업 분야에서 연구개발을 통한 해외진출 사례 저조 • 해외 발주방식에 대한 적응력 부족
	기회(O)	• 사회 인프라 구축 사업에서 비용 절감을 위한 프로그램 진행 • 생애주기비용(LCC) 개념의 경제성 검토 확대
	위협(T)	• 인증 시스템 구축을 통한 독자적 기술장벽 형성 • 동남아 등 개발도상국의 자국 건설시장 보호 정책
기술 동향	강점(S)	• 국내 장대교량 산업을 발판으로 국내 설계사의 기술 자립화 토대 구축 • 세계 최고 수준의 IT, NT, BT 기술확보 및 개발기술의 현장적용 가능성이 많음
	약점(W)	• 자체적인 경관설계등 독창적인 개념설계 능력 미비 • 자체적인 설계해석 프로그램 및 시공장비, 공법 원천기술 미확보
	기회(O)	• 장대 교량건설에 접목 가능한 IT 융합 기술, 신소재 분야의 투자확대
	위협(T)	• 유럽은 도전적인 프로젝트를 통하여 세계 최고 기술 유지 전망 • 일본, 중국의 자국내사업 물량 소화를 통한 세계 최고 기술 보유
연구 개발 인프라	강점(S)	• 충분한 연구인력 및 기술인력 보유 • 교량 등 건설 분야에서 활발한 R&D 기자재 및 예산 확보
	약점(W)	• 해외에서 인증 받은 전문 기술자수 부족 • 장대교량 설계/시공 경험을 보유한 전문 기술자 부족
	기회(O)	• 국제적인 기술교류를 통하여 대외적인 인지도 향상
	위협(T)	• 독보적인 연구개발 실적 미비

분석결과

SO

- 현장적용을 위한 R&D 추진
- 독창적인 시공기술 개발
- 한국적인 경관기술 향상
- 공사비 및 공기에 영향도가 큰 전략적 구조재료 발굴 및 집중 개발
- 국내 현장을 통한 세계적 신기술 구현 및 검증
- 국내 Landmark 교량에 대한 국제적인 홍보
- 해외 기술자와 교류 확대
- 내구성 향상 고성능 소재 및 활용기술 개발
- IT기반의 융복합 유지관리 및 방재 시스템 개발

ST

- 국내 초장대교량 사업에서 주요 수입 자재 국산화
- 수출 가능한 전략적 구조재료 개발 및 마케팅 전략 수립
- 친환경 건설소재 개발
- 가격 경쟁력 확보를 위한 저비용 건설기술 개발
- 타산업과 연계한 첨단 융합 건설기술 개발
- 독창적인 특화기술 및 공법 개발
- 기술우위가 가능한 분야를 선별한 후 집중적인 R&D 투자
- 친환경 건설 소재 개발
- 저비용/고부가가치 통합 소프트웨어 개발

WO

- 해외 업체와 전략적 제휴를 통한 해외사업 컨소시엄 참여
- 조속한 시장진입을 위한 전략적 해외 아웃소싱
- 국제적인 특급 전문인력 양성 필요
- 공기단축을 위한 장비 및 공법개발 필요
- 케이블 소재 및 가설기술 개발을 통한 해외 시장 진출
- 해외 선진 기술 및 시스템 벤치마킹

WT

- 설계기준 및 Documentation 국제화
- Package 형태의 독창적 기술 개발
- 해외 발주방식에 대한 적응력 향상
- 국내 제품에 대한 해외 인증 획득
- 시험평가 등 국제 인증 시스템 구축
- 해외진출 전문기관 및 구심체 필요
- 정책적으로 해외 시장진출을 지원하는 one-stop 시스템 구축
- 신뢰도 기반 장대교 설계기준 개발
- 해외시장 진출을 통한 규모의 경제 구현
- 기술격차 크고 기술장벽 높은 분야는 기술제휴 및 아웃소싱

가이드라인

목표기술	• 관련 부처 및 기업간 공유된 비전에 근거한 세부과제 설정 • 산업간 융복합기술, 제품화 기술에 집중한 세부과제 설정
개발방식	• 단위기술의 성능 향상보다는 분야별 필요 기술들의 통합을 중시한 세부과제 설정
상 용 화	• 개발기술의 신속한 상용화를 위한 체계적인 메커니즘 마련

1.1.7. 공공기관의 사업참여 분석

강점(S)	◦ 재무적 안정성이 높은 기업으로 R&D 투자여력 충분 ◦ 높은 기술자원, 인력, 기술력 보유 ◦ 대규모 프로젝트 수행경험 및 능력 탁월
약점(W)	◦ 준공위주의 사업관리로 보수적인 기술접근및 선진기술과의 기술격차 ◦ 조직의 유연성 부족 및 전략적 의사결정 지원정보시스템 미흡
기회(O)	◦ 동북아 경제중심지 구축을 위한 국가간, 대륙간 고속도로 건설기회 확대 ◦ 신성장동력에 대한 경영자의 의지 및 회사내 분위기 성숙
위협(T)	◦ 경제성 위주의 설계 및 건설에 대한 적응 미흡 ◦ 민간위주의 건설사업 활성화로 인한 국내 독과적 위치의 변화

	위 협	기 회
강점	◦ 대비책 마련 · 고품질의 SOC 건설 · 토목분야의 첨단기술 개발 · 랜드마크 장대교량 구조물 건설	◦ 경쟁우위전환 · 글로벌 공공기관 위상강화 · 토목분야 핵심기술분야 (교량, 도로등)지식 자산화 · 건설사업관리 및 유지관리분야 특화
	· 장대교량 기술력을 통한 국내 토목기술 선도 · 연구와 실용화를 접목시키는 독자적인 R&BD 모델 구축 · 경쟁력 있는 독자적 장대교량 모델 개발로 해외시장 진출 · 연구성과 중심의 사업추진 능력 배양	
약점	◦ 위험 최소화 · 사회적 욕구에 부응하는디자인 개념 도입 · 고품질 도로 및 교량건설을 통한 경쟁우위 확보 · 장경간 교량에 대한 경제적 모델 제시	◦ 제약극복 · 분야별 전문인력 육성 및 배치 · 연구중심의 유연한 조직구축 · 원천기술 확보를 통한 해외진출 도모

시사점

- 초장대교량 R&D 추진을 통한 국가의 미래성장동력 마련
- 건설분야 기술선도기관으로 공공기관의 역할수행

공공기관의 역할분석

- 공정성 : 사업단 운영에 있어 객관적이고 공정한 업무수행 및 조정
- 전문성 : 전문적인 물적, 인적자원 및 재정적 인프라 지원
- 추진성 : 연구 및 실용화 단계에서 문제발생시 해결능력

업무추진에 공정하고 검증된 책임 있는 기관

- 핵심·세부과제 연구기관 선정 및 연구과제 추진시 과업범위의 변경·조정등 민감한 사안에 대한 공정한 기준을 가지고 업무 추진 필요
- 산학연이 공동으로 참여하는 연구특성상 다양한 의견에 대한 공정한 조정자 역할 수행

전문적인 인적, 물적 인프라 및 안정된 재무능력 필요

- 초장대교량의 기술자립화를 통한 세계시장 진출의 사업단 목표달성을 위해서는 자체 사업단이외에 전문적인 인적, 물적지원 필요
- 아울러 사업단 이후 동일분야 연구의 지속성 확보를 위해서는 연구예산 지원등 총괄기관의 재무능력이 중요

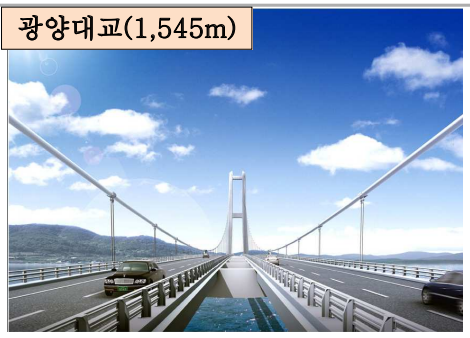
연구성과에 대한 안정적인 TEST BED 구축능력

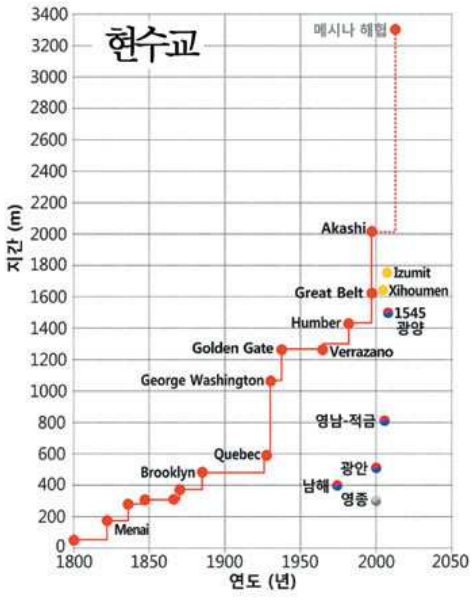
- 연구중심의 학계와 영리목적의 기업은 사업참여 단계에서부터 근본적으로 성격이 달라 이를 조율해줄 기관이 적합
- 또한 Test Bed 구축시 개별법에 따른 인허가, 제도개선, 각종 민원등 갈등요소에 대한 신속한 해결능력과 경험이 풍부한 기관이 바람직

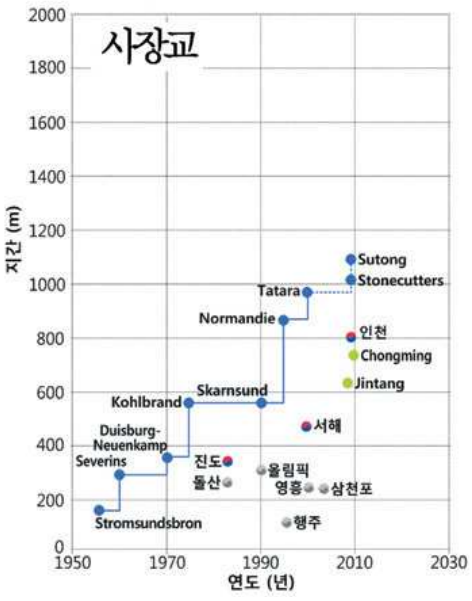
1.2. 장대교량 기술현황 및 과제구성

1.2.1. 장대교량 발전 현황

- 교량은 사람과 문화를 연결하는 인공 구조물로서 구성재료에 따라 다양한 형식이 시도되고 개발 진행중
- 20세기에 들어와서는 교량의 규모는 국가의 기술력을 대표하는 지표로 인식



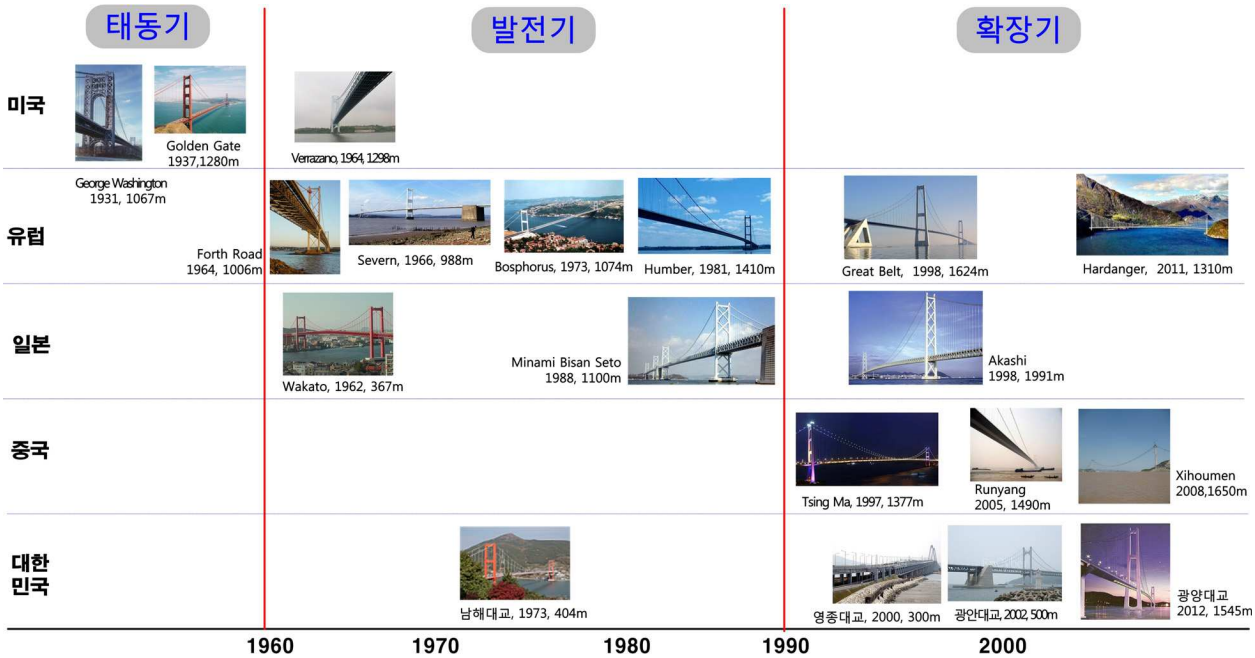




현수교

구 분	국외	국내
태 동 기 (~1960년) 미국선도	• George Washington교(1931년, 주경간 1,067m): 1,000m이상 교량 탄생 • Golden Gate교(1937년, 주경간 1,280m) 건설	
발 전 기 (1960 ~1990) 영국주도	• Forth Road교(1964년, 영국 ,주경간 1,006m) : 준공 • Bosphorus교(1973년, 터키, 주경간 1,074m) : 이스탐블에서 준공 • Humberry(1981년, 영국, 주경간 1,410m) : 콘크리트 주탑, 경사 행어를 동시에 적용	• 남해대교(1973년, 주경간 404m) 최초로 완공
확 장 기 (1990년~) 일본, 덴마크, 중국	• Tsing Ma교(1997년, 홍콩, 주경간 1,377m) : 도로·철도 병행 현수교 준공 • Akashi Kaikyo교(1998년, 일본, 주경간 1,991m) : 세계 최장 현수교 준공 • Great Belt East교(1,998년, 덴마크, 주경간 1,624m) : 콘크리트 주탑높이 254m로서 세계 최고 높이임 • Xihoumen교(2008년, 중국, 주경간 1,650m) : 세계 두 번째 규모	• 영종대교(2000년, 주경간 300m) 3차원 케이블 시스템 도입 • 광안대교(2003년, 주경간 500m) • 광양대교(2012년, 1545m) 건설중

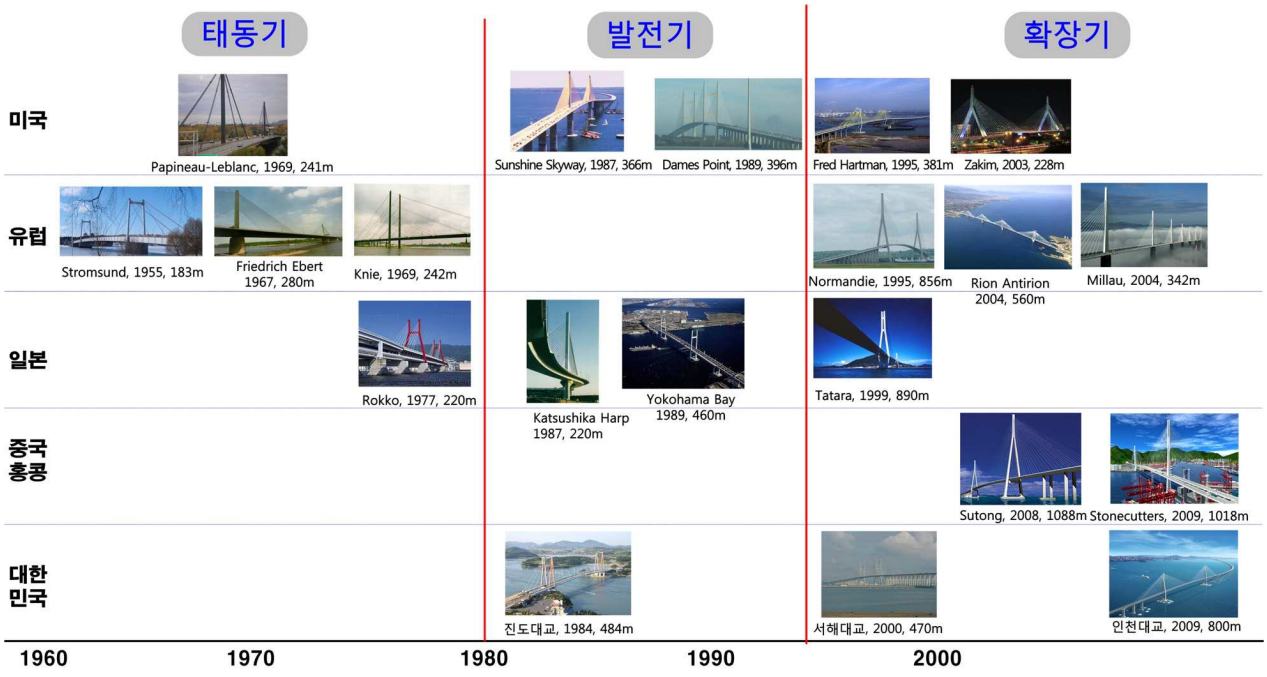
국내·외 현수교 발전동향



사장교

구 분	국외	국내
태 동 기 (~1980년) 독 일 선 도	• Strömsund교(1956년, 독일) : 근대 사장교 효시로 간주 • 200~500m 범위의 경간에 주로 적용되어 발전	
발 전 기 (1980 ~ 1995) 일 본 주 도	• Rokko교(1977년, 일본) : 최초의 복층사장교 • Katsushika Harp교(1980말, 일본) : 세계최초의 S자 곡선모양의 사장교 • Tatara교(1999년, 890m) : 주경간 길이가 지속적으로 증가	• 1984년 진도대교, 돌산대교가 최초로 건설
확 장 기 (1995년~) 유럽,중국	• Rion Antirion교(2004년, 그리스, 주경간 540m) : 기초형식, 내진 등 교량설계의 획기적 작품 • Millau교(2004, 프랑스, 주경간 342m) : 고주탑 343m로 가설공법등 랜드마크적 교량 • Sutong교(2008년, 중국, 주경간 1,088m) : 세계 최장 사장교 준공	• 서해대교(2000년 주경간 470m) • 인천대교(2009년 주경간 800m) LRFD 설계

국내·외 사장교 발전동향



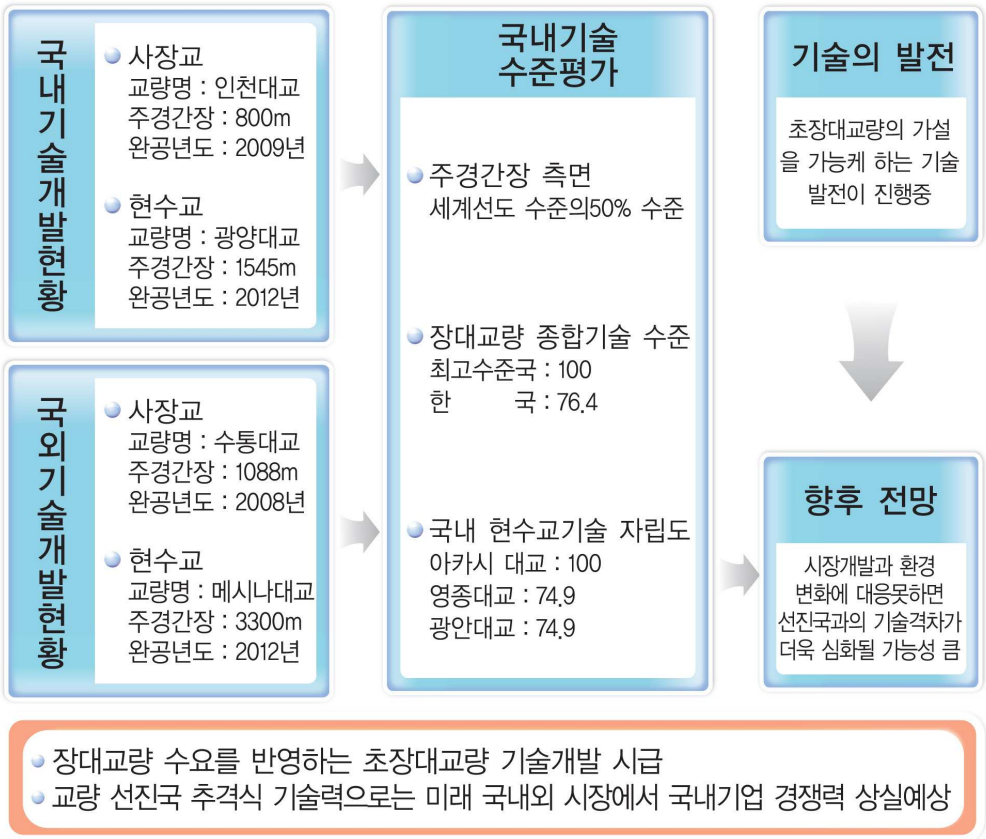
선진국의 해외시장 진출

- 유럽, 북미, 일본은 자국의 장대교량 발주가 정체되어 자국 시장에서 확보한 기술력을 바탕으로 적극적으로 해외 시장진출

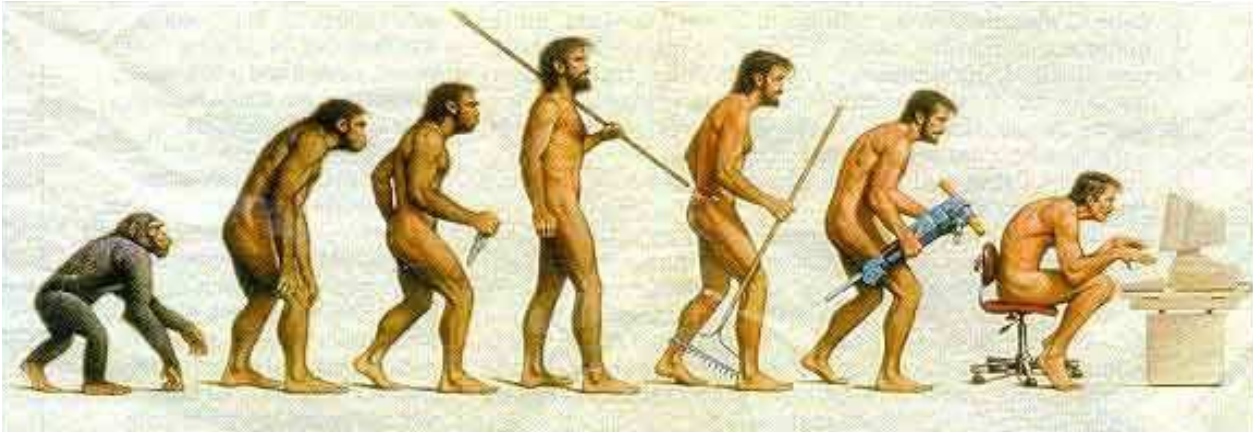
선진국의 해외시장 진출

주요업체	해외 진출 현황	비 고
Ove Arup(영)	인천대교(2008)	자문
	Stonecutters교(중국, 2004)	설계, 감리
Dorman Long Tech.(영)	Xihoumen교(중국, 2007)	설계, 시공, 감리
	Runyang교(중국, 2005)	설계, 시공, 감리
	Jiangyin교(중국, 1999)	설계, 감리
	Tsing Ma교(중국, 1997)	설계, 감리
Cleveland Bridge & Eng.(영)	Jiangyin교(중국, 1999)	시공
	Tsing Ma교(중국, 1997)	시공
COWI(덴)	영종대교(2000)	설계 검토
	서해대교(2000)	시공 감리
	마창대교(2008)	설계 감리
	거가대교(2010)	기본 및 실시설계
	Stonecutters교(중국, 2004)	설계, 감리
	Sutong교(중국, 2008)	설계, 감리
	Hoga Kusten교(스웨덴, 1997)	설계 검토
	Messina교(이탈리아, 2012)	설계
LAP(독)	목포대교(2003)	자문
	북항대교(2004)	자문
	거금대교(2007)	자문
	세풍대교(2014)	자문
	Stonecutters교(중국, 2000)	설계, 감리
	Rosario-Victoria Crossing(아르헨티나, 2002)	설계, 감리
	Panama Channel(파나마, 2004)	설계
	Orinoco River교(베네수엘라, 2006)	자문
Vinci(프)	거가대교(2010)	자문
	Rion-Antirion교(그리스, 2004)	설계, 자문
T.Y. Lin(미)	서해대교(2000)	설계
	Tagus River교(포르투갈,1999)	구조해석 및 설계
	Glebe Island교(호주, 1994)	설계

주요 업체	해외 진출 현황	비 고
Parsons Brinkerhoff(미)	Lion's Gate교(캐나다,1938)	재건설 설계검토
	River Torridge교(영국,1988)	기본 및 실시 설계
Chodai(일)	영종대교(2000)	감리, 자문
	광안대교(2000)	자문
	영흥대교(2001)	자문
	Suez Canal교(이집트, 2001)	차관사업
	Binh교(베트남, 2005)	차관사업
	Can Tho교(베트남, 2008)	차관사업
	Sutong교(중국, 2008)	자문
IHI(일)	Carquinez교(미국, 2000)	미국업체와 Joint Venture구성
	Irtysh River교(러시아, 2002)	일본 차관사업
	Semipalatinsk교(카자흐스탄, 2000)	일본 차관사업
Obayashi(일)	Rama VII교(태국, 2002)	자문
NSE(일)	인천대교(2009)	케이블 가설 전문



1.2.2. 요소기술별 기술동향



인류의 진화는 **핵심기술의 발명**에서 시작되었다

핵심 엔지니어링 기술개발

● **장경간 케이블교량 설계 동향**

기술동향

- 현재 장경간 케이블교량의 기술은 유럽에서 선도하고 있으며 더욱 중요한 것은 기술력과 자본력을 바탕으로 새로운 시장을 개척
- 중국은 풍부한 자국시장을 바탕으로 기술력을 배양하고 있으며 잠시 주춤하던 일본도 Kitan Kaikyo(주경간 2,500m) 계획을 바탕으로 재도약 준비
- 국내에도 2000년 이후 장대교량 시장을 바탕으로 비약적인 발전하고 있으며 핵심기술에 대한 연구분위기 성숙

- 현수교의 발전

태동기(1960년 이전)	발전기(1960~1990년)	확장기(1990년 이후)
● 미국 선도 George Washington Golden Gate Mackinac	● 영국 주도 Forth Road Severn Humber	● 일본, 덴마크, 중국 Akashi Kaikyo Great Belt Xihoumen

사장교의 발전

태동기(1980년 이전)	발전기(1980~1995년)	확장기(1995년 이후)
독일 선도 Stromsund Knie Friedrich Ebert	일본 주도 Meiko Nishi Katsushika Harp Yokohama Bay	유럽, 중국 Rion Antirion Millau Sutong

개요도

1990년 이전

[그림] Minami Bisan Seto교 전경

[그림] 2nd Bosphorus 전경

1990년~2000년

[그림] Great Belt East교 전경

[그림] Akashi Kaikyo교 전경

2010~

[그림] Gibraltar해협대교

[그림] Messina교

내진, 내풍등 핵심설계기술

기술동향

- 내진분야 : Rion Antirion교등 독창적인 설계등으로 유럽이 기술을 선도하고 있으며 일본은 내진분야 실용적 기술을 보유
- 내풍분야 : 내풍기술은 풍동실험시설을 바탕으로 하고 있어 일본, 덴마크, 캐나다, 영국등이 다양한 해석방법을 기초하여 수행중에 있으며 최근 국내에 분산 공유형 시설이 전북대에 설치되었으며, 내풍연구단이 연구수행중

① 자연풍해석기술 ② 풍동실험기술 ③ 버페팅 및 플러터해석기술
④ 전산유체역학(CFD)해석기술 ⑤ 진동제어기술 ⑥ 내풍설계기준 정립기술

- 프로그램 : 국가별, 회사별 독자적인 해석프로그램을 사용하고 있으며 국내에서도 개발된 프로그램이 있으나 국제적인 신뢰도, 범용성 확보 미흡
- 설계기준 : 국내 장대교량에 대한 핵심적인 설계기준 적용은 외국기준을 준용하고 있으며 자국내 시설물에 대한 외국기준의 적용은 기술적인 종속의 문제를 벗어나 자존심의 문제이므로 자립화 필요

개요도

선박충돌방지공, 컨버전스형 교량 설계

기술동향

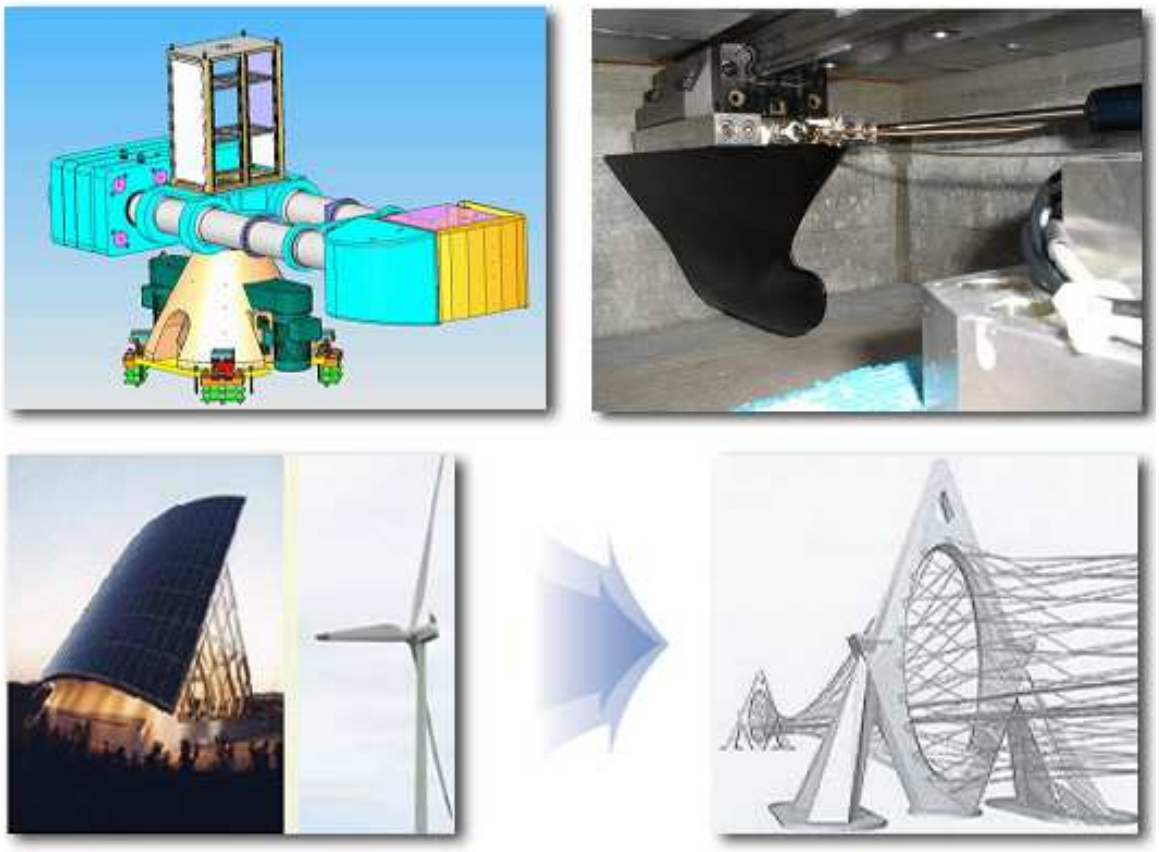
▸ **선박충돌방지공**

– 현재 국내 장대교량(인천, 광양대교)은 덴마크 COWI사에서 설계하였으며 대형 선박의 통행이 빈번한 해상 및 하상구간에 교량의 안전성 확보에 필요한 부대시설물로 분산공유형 시설인 원심모형시험기(Centrifuge)가 KAIST에 설치되어 산학연 공동연구 체계구축

▸ **컨버전스형 교량(에너지, IT 기술융합형 교량)**

– 사업단 독자모델로 추진이 필요한 기술로 기술발전 추세 및 사회적 요구수준이 단순 교량에 벗어나 여러기술이 복합된 구조물에 대한 개발이 요구

개요도



구조재료 분야

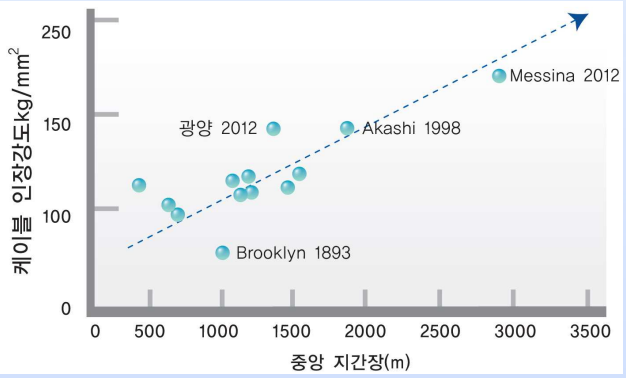
고강도 고성능 케이블 기술개발 현황

기술동향

- 장대교량의 장경간화를 위한 핵심기술로서 일본의 NSC 및 고베제강에서 제품개발 선도
- 국내 철강산업(포스코, 동국제강등)은 세계적인 수준으로 케이블 분야에 대한 연구개발 의지 성숙

구 분	1570MPa급	1670MPa급	1770MPa급	1870MPa급	2100MPa급
적용 사례	Great Belt East교, Humber교	Hubei-Yangluo교	Akashi Kaikyo교, Xihoumen교	광양대교 (계획)	Messina교 (개발 중)

- 케이블이외에 정착장치등 부속시설에 대한 국산화율은 극히 저조하며 케이블 분야 패키지형 세계시장 진출을 위해서는 연구 필요



개요도

복합 신소재(FRP, 하이브리드 구조재료) 분야

기술동향

- 경량 복합신소재는 자중의 문제를 극복할 수 있어, 장대교량 분야의 새로운 패러다임을 제공할 대안 재료로 부상
- 구조부재 중에서도 바닥판에 우선 적용되고 있으며 페어링, 긴장재 및 케이블, 거더 등에도 점차 적용 확대
- FRP를 이용해 신설 구조부재를 적용하는 기술은 세계적으로 대부분 기초 연구 단계이거나 일부 실용화 단계에 머물고 있으며, 더욱 경제적인 고성능 구조물을 만들고 재료간의 장점을 극대화하기 위해 FRP, 콘크리트, 강재 등을 합성시키는 하이브리드 구조물을 개발하는 것이 최근의 연구개발 동향이며 상용화된 FRP 케이블은 일본, 스위스, 독일 등이 주도
- Bridge200(한국건설기술연구원) 과제에서 2002년부터 5년간 콘크리트/복합신소재 합성바닥판 개발 연구 수행 중

기술분야	격차(년)
복합신소재 생산기술	5년
관련 시방기준	10년
복합신소재 적용경험	1~10년
복합신소재 기술자	10년

개요도

장대교량 박층 교면포장 기술

기술동향

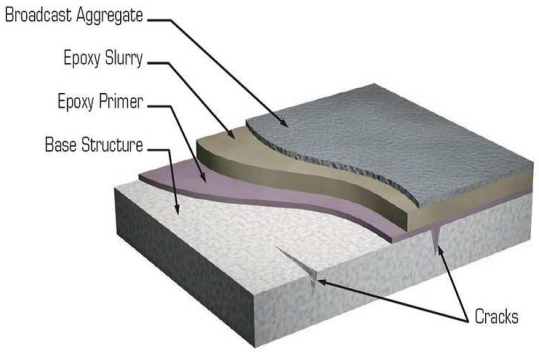
- 교면포장은 진동 및 충격, 혹독한 기상조건 등에 그대로 노출됨. 특히 초장대교량에서 적용되는 포장은 재료 및 물성치에 요구성능이 높음
- 현재 강상판 교면포장으로 구스아스팔트, SMA, 에폭시 아스팔트가 적용되고 있으나 교량의 장경간화 할수록 고도의 성능 요구

소성저항력, 경량화, 수밀성, 균열저항성, 시공성

- 특히 포장의 경량화는 초장대교량 경제성과 직결되는 사항으로 핵심기술중 하나임

교 량 명	주경간장	상 판	포장두께	적용국가(포장년도)
Lions Gate교	473m	강바닥판	40mm	캐나다(1975)
San Francisco Oakland Bay교	704m	콘크리트 바 닥 판	20mm	미 국(1977)
Ben Franklin교	533m	강바닥판	32mm	미 국(1986)
Golden Gate교	1,280m	강바닥판	50mm	미 국(1986)
Runyang교	1,490m	강바닥판	55mm	중 국(2004)
Pingsheng교	350m	강바닥판	50mm	중 국(2006)
Messina교	3,300m	강바닥판	12mm(설계치)	이탈리아(2012)

개요도



상부시공 및 대형기초분야

기술동향

상부구조 및 케이블 시공기술

- 국내 장대교량의 사장교, 현수교 케이블 가설장비는 전량 외국에서 도입하여 가설
- 가설장비의 성능과 공법은 공사기간에 절대적인 영향을 미치는 핵심요소로 기술선진국의 기술장벽이 높게 형성되어 있음
- 기존의 소선별 가설공법인 AS(Air Spinning) 공법에 대용량 가설이 가능한 PPWS(Prefabricated Parallel Wire System) 공법으로 변화하는 추세
- 현재 일본기업(IHI, NSE)이 전세계 시장을 주도하고 있으며 국내기업에서도 해외진출을 위하여 독자적인 장비 개발의지 성숙

교량명	가설중량(톤)	공법	소요공기(개월)
Great Belt East교	21,700	AS	4.3
Akashi Kaikyo교	50,500	PPWS	5
Messina교	166,000	검토중	12(예상)

개요도

대형 해상기초 시공기술

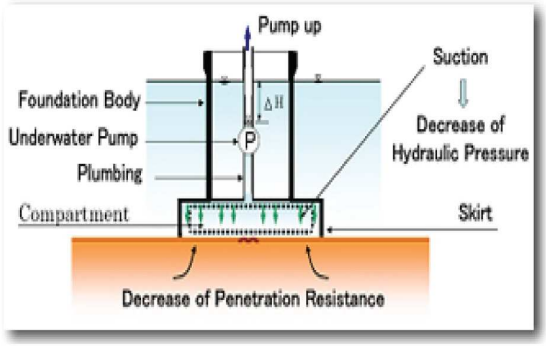
기술동향

- 케이블 교량의 주경간장이 증가함에 따라 해상기초가 대형화하고 해협을 횡단하는 대형프로젝트의 증가로 대수심, 대심도에 주탑기초를 설치
- 계획중인 Gibraltar Strait교, Bab al-Mandeb Strait교는 수심 300m 이상의 대심도에 위치하고 있어 경제성 및 안전성등을 고려한 새로운 형태의 기초형식이 요구
- 현재까지 진행중인 대안은 유전용으로 개발된 중력식 콘크리트 플랫폼형식과 Suction Pile을 이용한 형식이 대안으로 검토

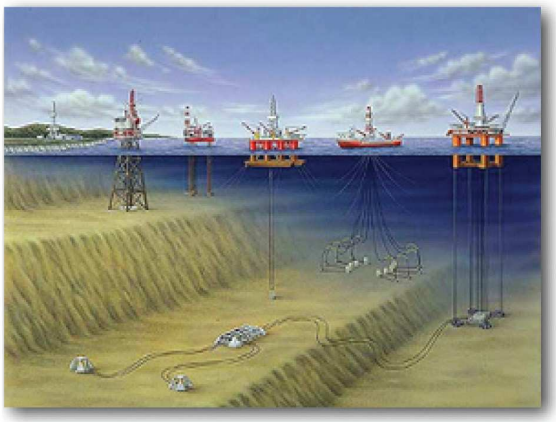
개요도

플랫폼 형식

Suction Pile



케이슨 형식



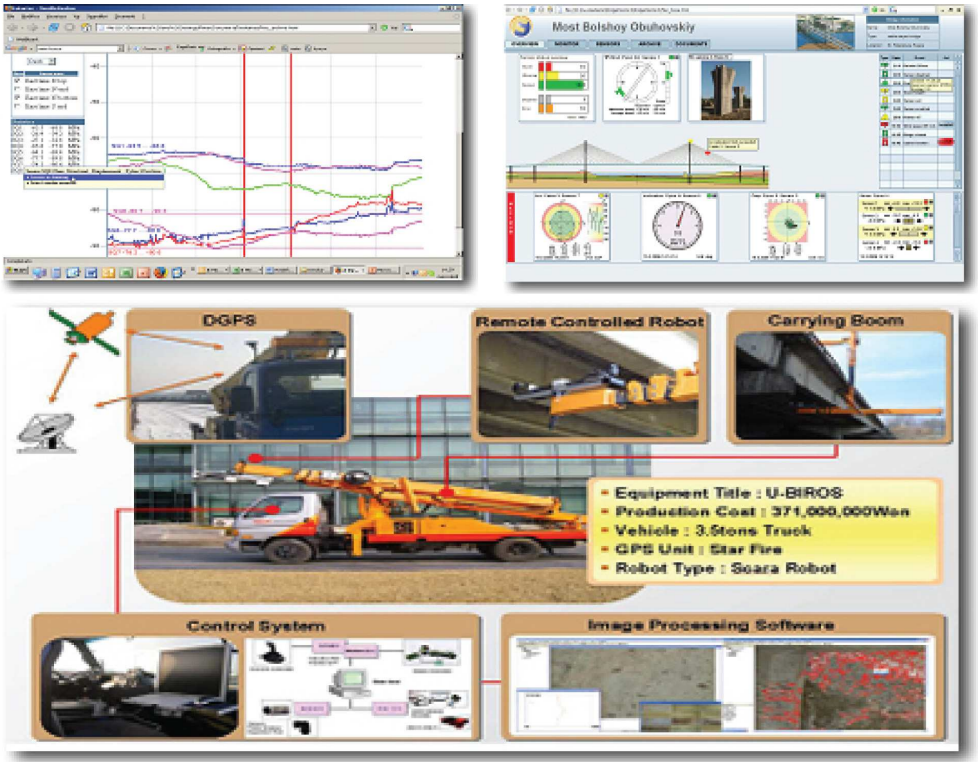
유지관리기술 분야

- 교량점검 및 IT 기반 유지관리기술

기술동향

- 교량의 유지관리 기술은 신뢰성 있는 판단자료를 기초로 효율적이며 안전하게 교량을 유지하면서, 내구수명을 연장하는 기술
- 장경간 케이블 교량은 100년 이상의 내구수명, 이벤트 하중 발생에 대비한 재난관리, 케이블 및 주탑과 같은 특수 부재의 점검
- 현수교 케이블의 부식 정도 파악을 위한 점검기술은 케이블교량 유지관리기술에서 필수적인 핵심기술이며 가장 부가가치가 높은 기술
- 인력을 대신한 로봇점검시스템 및 모바일 점검시스템과 같은 과학적이면서 효율적인 솔루션 개발 활발

개요도



1.2.3. 기술수준 분석

● 세부기술 항목별로 국내외 기술의 수준차이를 다음과 같이 분석하여 핵심과제 및 세부과제 도출에 활용

▸ 설계분야

구 분	성능지표	현 기술수준		비 고
		국내	해외	
설계기술	설계수명	100년	200년	추적
	설계기준	허용응력	신뢰도기반 (세계적인 추세)	의존
	극한사건 대응기술 (선박충돌, 대형지진등)	65%	100%	의존
내풍설계	내풍단면	사장교 : 0.8km 현수교 : 1.55km	사장교 : 1.1km 현수교 : 3.3km	추적
	내풍구조해석	80%	100%	의존
통합형 모델개발	IT, 에너지 복합교량	–	–	선도

▸ 재료분야

구 분	성능지표	현 기술수준		비 고
		국내	해외	
재료분야	케이블	1,860MPa	1,770MPa	선도
	고강도 강재	600MPa	800MPa	추적
성능인증	케이블, 초강도 강재	–	100%	의존
교면포장	포장두께	50mm	40mm	추적

▸ 시공분야

구 분	성능지표	현 기술수준		비고
		국내	해외	
가설장비	케이블	– (장비 해외 임대)	100%	의존
	고주탑 (Formwork)	– (장비 해외 임대)	100%	의존
시공기술	가설 및 연직도관리	90%	100%	추적
복합기초	대수심 기초	60m	100m	추적

▸ 유지관리분야

구 분	성능지표	현 기술수준		비고
		국내	해외	
모니터링	측정정밀도 (GPS기반)	– (시험적용단계)	10mm 변위 감지	의존
지능형 점검시스템	로봇이용	15sec/m	10sec/m	추적
점검매뉴얼	위험도 기반 매뉴얼	– (개념정립중)	100%	의존

기술수준 및 개발성공 가능성

분야	세부연구 아이템	최고기술 수준대비(%)	개발성공 가능성(%)
설계	장경간 케이블교량 설계기준	60	90
	내풍	90	90
	극한사건 대응기술	65	80
	통합형 모델(IT, 에너지복합교량)	–	70
부품 및 재료	고성능 케이블	105	100
	고강도 강재	75	100
	박층 교면 포장	80	95
	성능인증시스템	60	80
시공	케이블 가설장비 및 공법	40	90
	강재 고주탑	40	90
	고주탑 가설 및 연직도 관리	90	90
	대형해상기초	60	80
유지 관리	USN 기반 통합운영시스템	80	90
	지능형 점검 시스템	75	90
	차세대 모니터링	80	90

설계분야 기술 GAP 분석

개 요

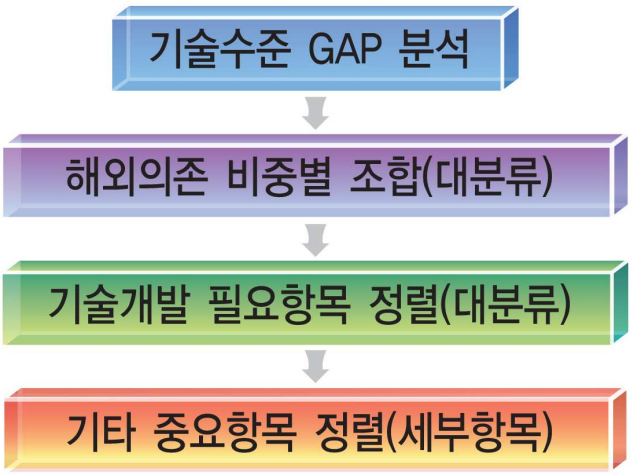
- 연구사업은 장대교량 핵심역량 자립화를 통한 해외시장 진출을 목적으로 추진되는 국가적 연구실용화사업(R&BD)임을 감안하여 핵심설계항목중 외국기술 의존비율이 높은 항목을 선택하여 향후 연구수행시 참고

조사방법

- 국내 장대교량 설계 및 시공등 전문가들로 하여금 설문조사기법을 활용하여 아래 대상교량을 가정하여 국내 설계기술이 필요한 항목을 도출

대상교량

구 분	현수교	사장교	비 고
중앙경간장	3,000m 이상 (메시나교)	1,500m 이상 (광양대교)	
위 치	해상, 해협, 하상		
지 반	연약지반 기초(지진고려)		



▸ 기술개발 필요항목

구 분	현수교	사장교	비고
1순위	• 충돌방지공의 위험도 평가를 통한 경제성 평가 • 방재설계		
2순위	• 주탑기초 • 위험도 평가(PRA)를 통한 예방적 유지관리계획 • 제습설계		
3순위	• 케이블 부속물 • 풍동실험 및 내풍안정성 검토 • 유지관리시설 설계 • 포장구조해석 및 도로 안전성 • 선박의 비선형 동적 충돌 시뮬레이션 • 교량 유지관리 시스템 • 교량 전체 가설계획		
	• 가설단계 검토 • 보강거더 설계 • 앵커리지 • 교량부속시설 • 포장구조해석 및 도로 안전성 • 선박조정 시뮬레이션 • 보강거더 시공계획	• 케이블 시공계획	
기 타	• 하중산정, 하중조합 • 세부형식, 지구곡률영향, 배열 • 행어로프 간격 • 주탑본체 형식 • 행어로프 피로 • 강풍시 안전성 평가 • 화학적 침식 해석 결과 • 콘크리트 배합설계 • 탑정밴트 및 새들 시공계획 • 앵커리지 시공계획	• 하중산정, 조합 • 가설중 풍하중, 내진 안정성 • 보강거더 좌굴장 • 최소강중, 내풍안정성 확보기술 • 강봉설치 및 강연선 • 스토퍼, 신축이음장치 • 강풍시 차량주행 안정성 • 화학적 침식해석 결과 • 항로설계기준, 환경스트레스 • 운송, 인양, 보강블록간 시스템 • 부속시설 시공, 가설장비 해체	

▸ 기술 GAP 분석

– 현수교(기술개발 필요비중)

구 분	기술항목	세부항목
81~100%	• 충돌방지공의 위험도 평가를 통한 경제성 평가 • 방재설계	• 전체 • 화재사고 위험도, 시뮬레이션
41~60%	• 주탑기초 • 위험도 평가(PRA)를 통한 예방적 유지관리계획 • 제습설계 • 케이블 시공계획	• 강진, 동토지역 설계 • 파괴확률 및 손실비용 • 케이블 송기 • 주케이블 가설, Extra Strand 가설
21~40%	• 가설단계 검토 • 케이블 부속물 • 보강거더 설계 • 앵커리지 • 풍동실험 및 내풍안정성 검토 • 교량부속시설 • 유지관리시설 설계 • 포장구조해석 및 도로 안전성 • 선박조정 시뮬레이션 • 선박의 비선형 동적 충돌 시뮬레이션 • 교량 유지관리 시스템 • 교량 전체 가설계획 • 보강거더 시공계획	• 가설힌지부 접합 및 설계 • 센터스테이, 타이다운 설계 • 최소강중, 내풍안정성 확보 기술 • 최적구조 형식 • CFD해석, 행어로프 진동 • 버퍼, 스토퍼, 센터락 • 제습설비 • 교면포장 형식 • 항로설계기준, 환경스트레스 • 비선형 충돌해석 • GPS 이용기술, 무선통신 정보교환, 자기진동형 스마트 센서 • 시공법, 가설계획 • 인양장비
0~20%	• 전체계해석 • 주케이블 • 행어로프 • 주탑본체 • 내진설계 • 내피로 설계 • 차량주행에 따른 구조물의 동적거동 • Wave Travelling 효과를 고려한 SSI 해석 • 내진성능평가 • 수화열 해석 • 내구성 검토 • 중성화 및 염화물이온 침투해석 • 하부구조 시공계획 • 교량 부대시설 시공계획 • 교량기초의 시공성	• 하중산정, 하중조합 • 세부형식, 지구곡률영향, 배열 • 행어로프 간격 • 주탑본체 형식 • 행어로프 피로 • 강풍시 안전성 평가 • 화학적 침식 해석 결과 • 콘크리트 배합설계 • 탑정밴트 및 새들 시공계획 • 앵커리지 시공계획

– 사장교(기술개발 필요비중)

구 분	기술항목	비고
81~100%	• 충돌방지공의 위험도 평가를 통한 경제성 평가 • 방재설계	• 전체 • 화재사고 위험도, 시뮬레이션
41~60%	• 제습설계 • 주탑기초 • 위험도 평가(PRA)를 통한 예방적 유지관리계획	• 케이블 송기설비 • 강진, 동토지역 설계 • 파괴확률 및 손실비용
21~40%	• 케이블 부속물 • 풍동실험 및 내풍안정성 검토 • 유지관리시설 설계 • 포장구조해석 및 도로 안전성 • 선박의 비선형 동적 충돌 시뮬레이션 • 교량 유지관리 시스템 • 교량 전체 가설계획 • 케이블 시공계획	• 케이블 댐퍼 • CFD해석, 버페팅해석 • 제습설비 • 포장형식 • 비선형 충돌해석 • GPS 이용기술, 무선통신 • 교량 시공법 착안사항 및 특징 • 운송, 장력, 댐퍼, 시공관리
0~20%	• 전체계해석 • 가설단계 검토 • 케이블 • 지간장 산정 • 보강거더 설계 • 주탑본체 • 내진설계 • 교량부속시설 • 차량주행에 따른 구조물의 동적거동 • Wave Travelling 효과를 고려한 SSI • 수화열 해석 • 내구성 검토 • 중성화 및 염화물이온 침투해석 • 선박조정 시뮬레이션 • 하부구조 시공계획 • 보강거더 시공계획 • 주탑시공계획 • 교량 부대시설 시공계획 • 교량기초의 시공성	• 하중산정, 조합 • 가설중 풍하중, 내진 안정성 • 좌굴장 • 최소강중, 내풍안정성 확보기술 • 강봉설치 및 강연선 • 스토퍼, 신축이음장치 • 강풍시 차량주행 안정성 • 화학적 침식해석 결과 • 항로설계기준, 환경스트레스 • 운송, 인양, 보강블록간 시스템 • 부속시설 시공, 가설장비 해체

국내 대표교량(광양대교, 인천대교) 해외기술 적용분석

▸ 현수교(광양대교 경간장 : 1,545m)

(단위 : 억원)

구 분	총공사비	해외기술 적용		주요내용
		공사비	비율	
계	3,590	772	21	
대용량 신축이음장치, 버퍼	35	30	80	자재 및 가설공법
케이블 밴드 및 행어가설	360	153	43	가설공법
캣워크 및 케이블 컴팩션	354	146	41	"
주케이블 가설(AS 공법)	509	226	44	"
축도형 육상 앵커리지	160	2	1	설계, 공법
주탑공	368	84	23	거푸집 시스템
보강거더 가설장비	1,230	106	9	가설장비 및 공법
보강거더 공기역학적 검토	26	10	38	내풍단면
선박충돌방지공	190	12	6	설계, 시험
지중정착식 앵커리지	106	1	1	설계, 공법
기초	252	2	1	용량설계, 지반조사

▸ 사장교(인천대교 경간장 : 800m)

(단위 : 억원)

구 분	총공사비	해외기술 적용		주요내용
		공사비	비율	
계	3,965	414	11	
신축이음장치	12	8	67	자재 및 가설공법
교량받침	15	10	67	자재
주경간 가설장비	1,001	26	3	가설장비 및 공법
주탑공	657	67	10	거푸집 시스템
풍동실험	24	9	38	내풍단면
케이블공	371	210	57	케이블 가설
충돌방지공	1,550	70	5	설계, 측량
기초	335	14	4	모형실험, 해상기초

▸ 인천대교(접속교 구간)

(단위 : 억원)

구 분	총공사비	해외기술 적용		주요내용
		공사비	비율	
계	840	119	14	
측경간가설장비	150	27	18	가설장비 및 공법
접속교가설장비	460	60	60	"
FSLM Form	230	32	14	"

❖ 설계 및 검토

업 체 명	국 가	업 무 분 야
CHODAI	일 본	설계
COWI	덴마크	설계 하도업체(충돌 방지공)
Halcrow	영 국	CCE(설계 검토 엔지니어)
오베아럽(ARUP)	영 국	CCE(설계 검토 엔지니어)

주탑 FORM

ACS FORM	
설계사	제작사
DOKA (독일)	DOKA (독일)
시공사	
진성토건	

접속교 가설장비

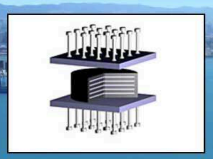
Launching Girder & Carrier

설계사	제작사
P.D.N (이태리)	P.D.N (이태리)

주경간 가설장비

Derrick Crane

설계사	제작사
CAD 2000 (이태리)	CAD 2000 (이태리)
국내 전문 시공사	
아이언 & D	



교량받침

공급사
삼영 M-Tek (일본주조제휴)

신축이음장치

공급사
Mageba (스위스)

측경간 가설장비

FCM FORM

설계사	제작사
CAD 2000 (이태리)	CAD 2000 (이태리)

케이블 공

설계사	제작사
CHODAI (일본)	신일본제철 (일본)
국내 전문 시공사	
아이언 & D	

충돌 방지공

설계사	시험업체
COWI (덴마크)	GeoDelft (네덜란드)

풍동실험

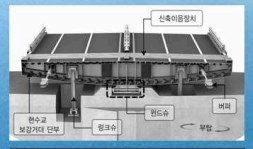
시험업체
멜버른 Monash 대학 (호주)

FSLM FORM

설계사	제작사
NINIVE (이태리)	NINIVE (이태리)

❖ 설계 및 검토

업 체 명	국 가	업 무 분 야
COWI	덴마크	교량컨셉, 설계기준, 공기역학적 검토
CHODAI	일 본	구조검토, 가설공법, 경관 검토
IHI	일 본	교량형식, 상부 및 케이블공사
D+W	덴마크	경관설계
오사카대학	일 본	3차원 세굴 수리모형실험
T.Y.Lin	미 국	에폭시 포장 해석
동경대학	일 본	독립주탑 및 3차원 풍동실험

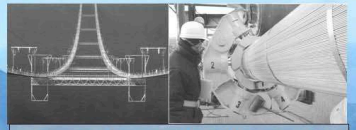


대용량 신축장치,버퍼

공급사 미정

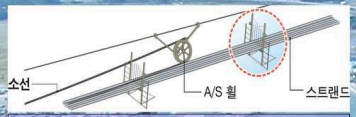
케이블 밴드 및 행어가설

제작	가설
한국중기공	외국사 예상



케트워크 가설 및 케이블 컴팩션

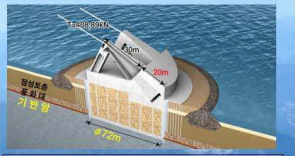
설계	제작 및 가설
IHI	외국사 예상



주케이블 가설(AS공법)

제작 및 가설

외국사 예상



축도형 육상 앵커리지

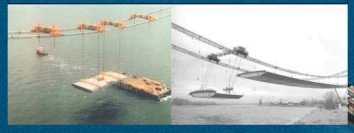
RCC에 의한 속채움 공법

외국사 자문 예상

보강거더 가설장비

Lifting Device (직하인양 및 스윙)

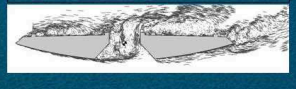
외국사 예상



보강거더 공기역학적 검토

DVMFLOW 해석

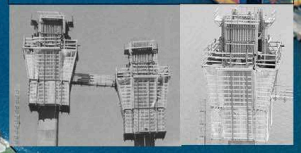
COWI (덴마크)



주탑 FORM

Auto-Climbing Form

외국사 예상



지중정착식 앵커라지

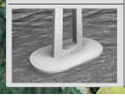
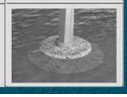
3차원 FEM해석 및 설계

Maunsell (홍콩)

선박 충돌방지공

해석 및 설계

COWI(덴마크)

묘도측 주탑 안벽식 인공섬	광양측 주탑 안벽식 인공섬	묘도측 부탑 사석식 인공섬
		

1.2.4. 해외기술개발 사례분석

● 일본의 장대교량 연구사업 분석

HSBA(혼슈시코쿠공단)에 의하여 수행된 R&D사업은 Akashi Br, Tatara Br등 자국내 해상 장대교량 건설을 목적으로 출발한 사업으로서 사업종료후 설계기준, 핵심기술의 표준화 및 세계적인 인증시스템 미비로 세계시장 진출을 위한 경쟁력 확보에 실패

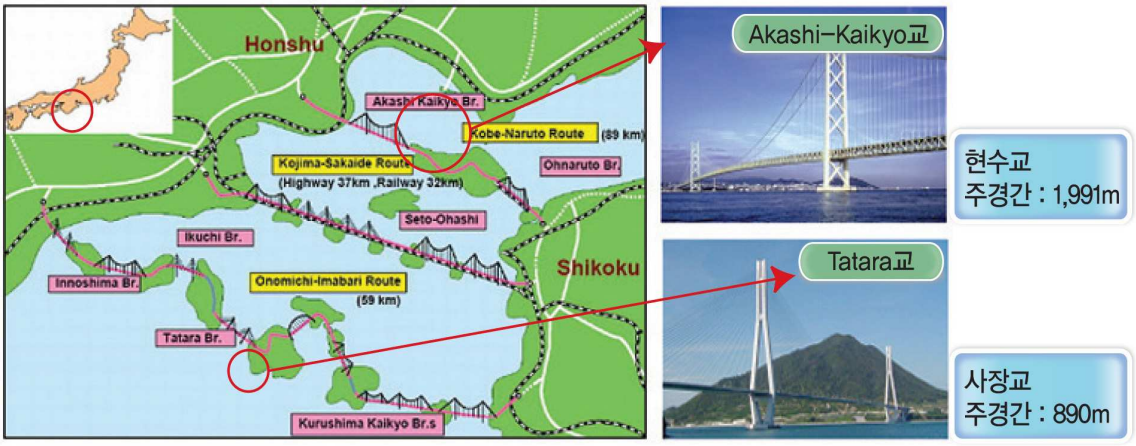
▸ **Honshu-Shikoku Bridge 개요**

- 본주와 사국을 3개의 노선으로 연결하는 프로젝트
- ① 코베-나루토 노선, ② 코지마 사카이데 노선, ③ 오노미치 이마바리 노선
- 경제적으로 뒤쳐진 인구 4백만의 사국을 연락교 건설을 통해 관서권의 경제성장을 촉진시키고자 추진

▸ **추진경과**

- 1955년 : 노선에 대한 현장조사 시작
- 1970년 : Honshu-Shikoku 공사(HSBA) 설립
- 1975년 : 공사 시작
- 1988년 : 중앙노선 개통
- 1999년 : 3개 노선 완성(Akashi Br- 1998년, Tatara Br-1999년 준공)

▸ **노선도**



▸ 핵심 건설기술 분석

설계기준	· Honshu-Shikoku Bridge의 설계는 HSBA 자체적으로 수행 · HSBA는 상부구조 및 하부구조의 내진, 내풍설계와 같은 여러 설계 표준을 제정
핵심기술	· 태풍 통과지역으로 초대형 풍동실험을 수행하여 내풍 안정성 검토 · 고인장강선, 고강도 강재, 고유동 콘크리트 개발 · 중앙노선은 철도-도로 병용교량이기 때문에 철도교를 위한 대용량 신축이음장치 개발 · 지진 다발지역에 건설되어 두 종류의 대형 지진에 대한 내진설계 기준 제정 · 해저의 기초건설을 위해 케이슨 침하 공법 선택 · 새로운 3중 도장 시스템 및 케이블 건조 공기 송풍 시스템 채택 · 강케이슨 표면 상태를 유지하기 위한 전기적 보호방법 개발 · 비파괴 검사, 중량콘크리트의 유지기술, 도장 로봇 등의 유지관리기술 개발
분석결과	· 개발 핵심기술 국제화를 위한 인증시스템 구축 실패 · 경제성을 외면한 자국기술 위주의 연구과제 선정으로 연구종료후 개발제품 사양화 · 이후 장대교량의 자국내 기업이 참여하는 해외 원조사업 추진으로 동남아 시장 진출 확대하는 전략 수정중이며 · 자국내 개발기술의 실현 및 지속적인 발전을 위한 산·학·연 공동연구 수행

시사점

▸ 연구성과 및 기술개발실적의 국제화를 위하여 인증시스템 구축 분야 (2핵심과제)를 세부연구과제로 추진

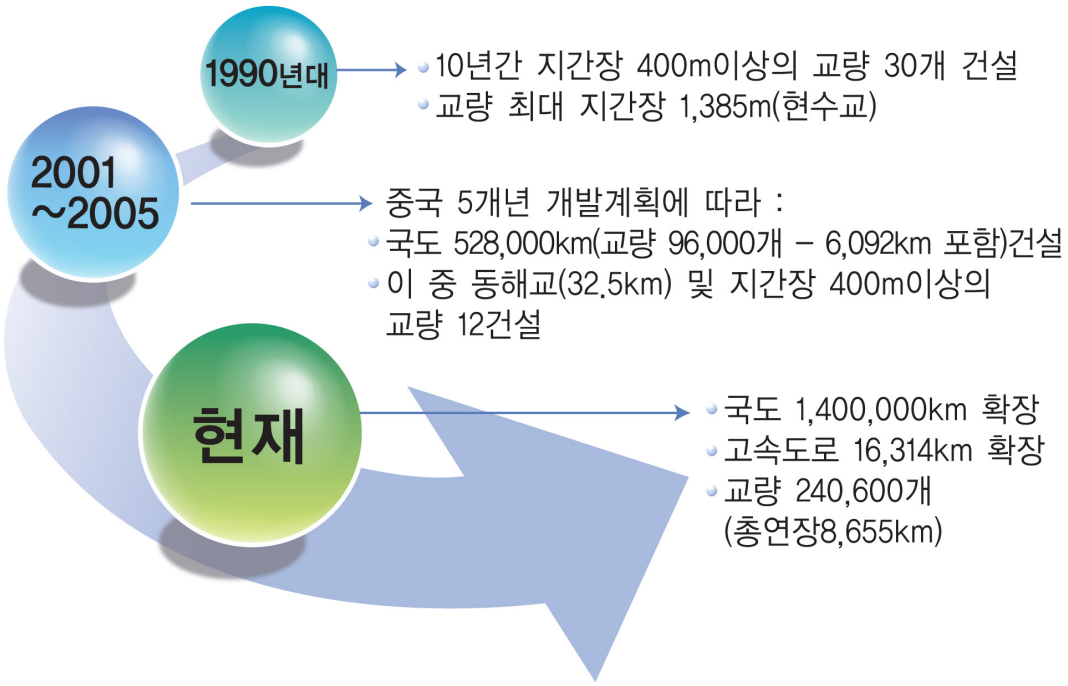
▸ 개발기술에 대한 국내 Test Bed 추진후 기술자립을 통한 세계시장 진출을 본 사업단 추진전략으로 수립

중국의 장대교량 연구사업 분석

20세기말부터 중국역사상 최대 규모의 도로 및 교량건설 진행중에 있으며 2015년을 기점으로 자국 건설산업의 침체로 한국등 인접국가의 건설시장 진출에 대비 필요

▸ 개 요

– 북경 올림픽, 상하이 엑스포등 국제적인 행사와 더불어 정치, 경제 사회의 개방과 개혁정책에 맞추어 활발한 건설을 추진중에 있으며 장대교량을 포함한 대부분의 건설분야 자립기술을 통한 설계 및 시공



▸ 장대교량 시장전망

– 중국의 대규모 국가 건설계획 "7918 국가 고속도로망 계획" 에 따라 추진되고 있으며 2015년부터 2020년에 대부분 완료되어 자국내 건설장비 및 인력의 활용을 위하여 2015년부터 세계시장으로 진출 예상

※ 7918 국가 고속도로망 계획(2004)

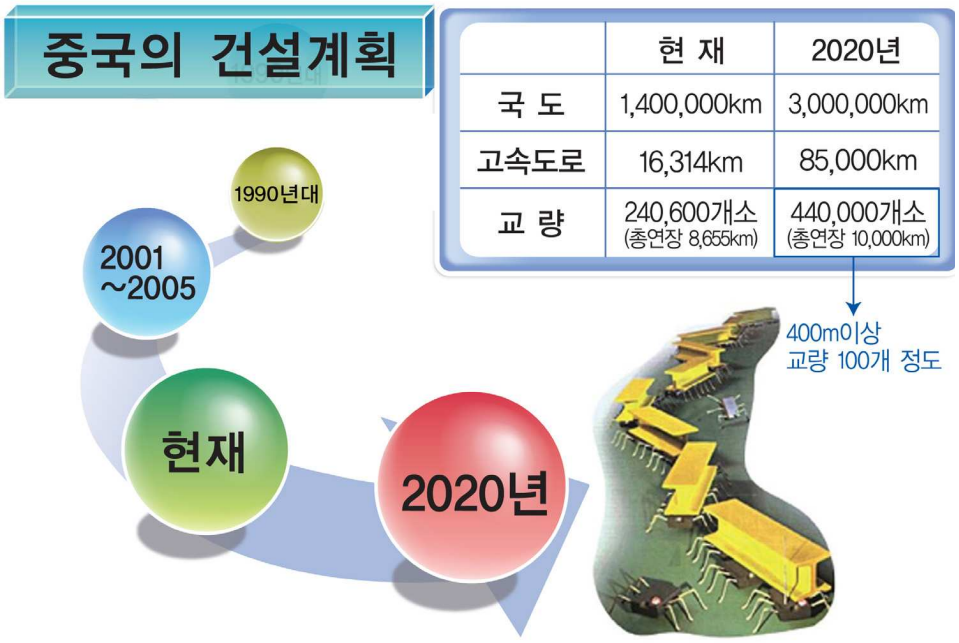
◆ 북경을 중심으로 7개의 순환선 9개의 남북축 18개의 동서축 고속도로를 건설하는 계획

◆ R&D 연구사업은 중국 중앙정부 소속하의 국가자연과학기금위원회(NFSC) 주관으로 자국내 다양한 장대교량 건설시장을 Test Bed로 국내에 첨단 산업(IT, 자동차등)에 비해 장대교량의 설계, 시공등 기술적 측면에서 중국이 한국보다 우위

※ 중국의 장대교량 세계적인 기술수준 분야

◆ **장경간 현수교, 사장교, 내풍, 내진 설계기준**

◆ **신뢰도기반 설계해석, 3D**



	현 재	2020년
국 도	1,400,000km	3,000,000km
고속도로	16,314km	85,000km
교 량	240,600개소 (총연장 8,655km)	440,000개소 (총연장 10,000km)

– 2015년이후 중국의 저임금의 경제성과 설계 및 시공능력을 앞세워 국내 장대교량뿐만 아니라 건설시장 진출시 국내시장 선점 예상

시사점

▸ **국내 기술선도 산업과 연계한 독창적인 핵심기술 개발**

– IT, NT와 결합된 기술집약형 장대교량 모델 개발(Intelligent Bridge)

▸ **국내 장대교량 핵심분야 자립화 추진**

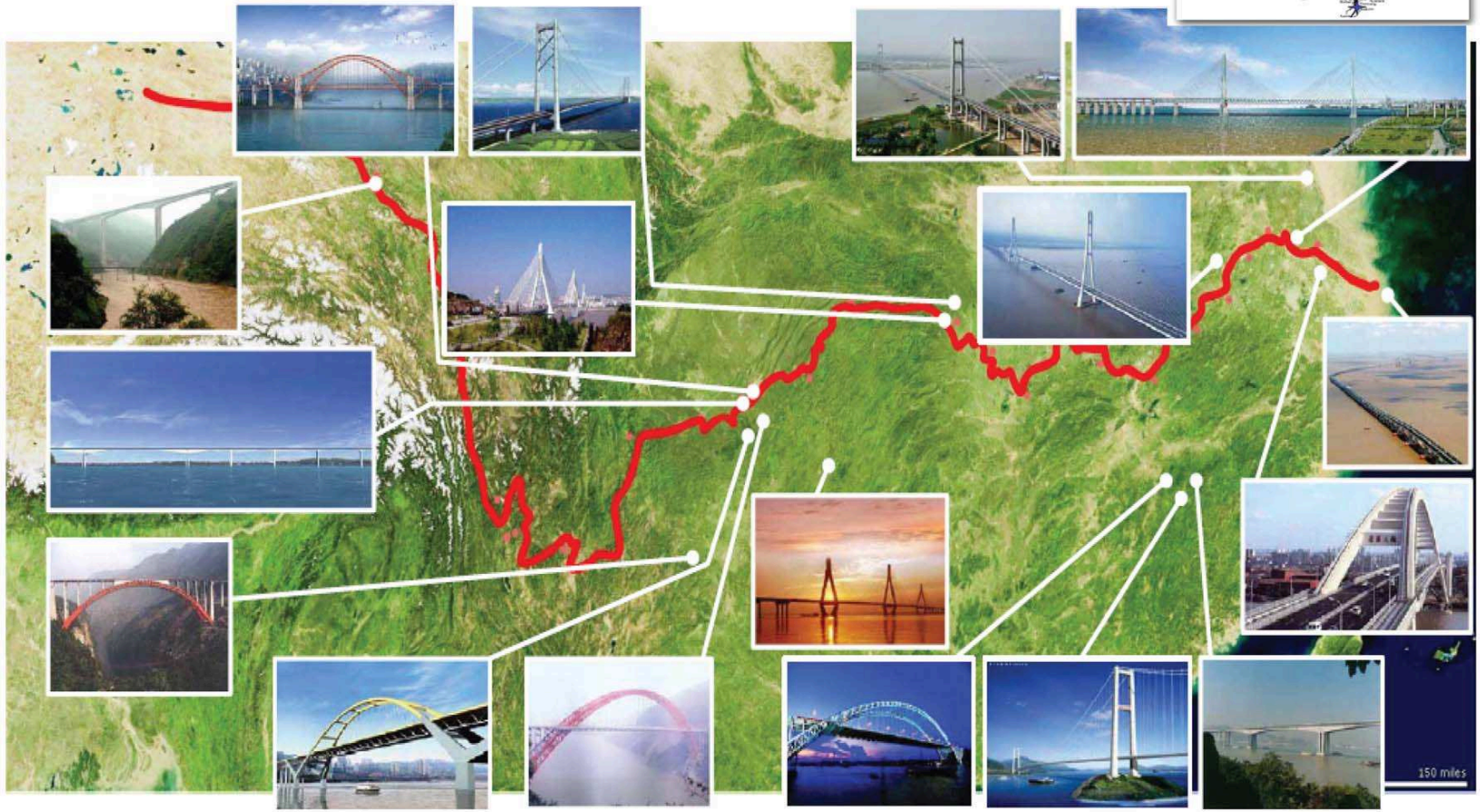
– 케이블 및 주탑등 고부가가치 핵심 분야의 설계 및 장비 국산화

▸ **차별화된 기술과 실적을 바탕으로 세계시장 선도**

– 기술집약형 Test Bed를 통한 설계 · 시공기술의 국제표준화

중국의 장대교량 건설계획

- Bohai Sea Strait
- Qingdao Boy
- Yangtze River
- Qiongzhou Sea Strait



덴마크 COWI사의 발전사례분석

현재 창의적인 설계기법과 우수인력을 바탕으로 세계 장대교량 시장을 선도하고 있어 COWI사 발전사례를 분석하고 향후 초장대교량 사업단의 핵심 설계엔지니어링 분야에 참고

▸ **덴마크 수도 코펜하겐과 유틀랜드 연결사업은 1930대부터 추진되어온 사업으로 최종적으로 1998년 그레이트 해협 횡단교량완공으로 전국토의 육상수송이 가능해짐**

– 그레이트 해협 횡단교량(Great Belt Bridge)
덴마크 쉐란섬와 퓬섬 사이의 17.5km의 해협을 연결하는 경간장 1,624m의 세계 3위의 현수교로 1991년 시작하여 1998년에 공사완료

▸ **발트해 인근 국가(러시아, 폴란드, 스웨덴등)의 국제항로로 계획단계에서부터 인근국가 선박의 통행안전 확보와 더불어 기술적 관심이 집중**

– 자국내 대표적인 설계사인 COWI사가 교량의 계획 및 설계등을 주도하였으며 이를 계기로 장대교량분야의 설계 및 컨설턴트분야의 세계적인 회사로 발전

* COWI

1930년 설립하여 직원수 4,000명으로 현재까지 175개국 5만건 이상의 프로젝트를 수행한 국제적인 설계 및 컨설턴트 그룹 (서해대교, 인천대교, 거가대교 참여)

▸ **산학연의 유기적 결합을 통한 기술발전**

– 90년대 덴마크공대 Gimsing*교수 주도로 장대교량관련 인력양성 및 연구가 집중적 수행

*** 장대교량분야 세계 최고 전문가**

– 이들 인력이 산업계와 연구기관(COWI, Force Technology, DMI) 등으로 진출하면서 기술선도국으로 진입

▸ 정부의 직접적인 지원보다는 자국내 장대교량(Great Belt Strait Br, Öresund Link Project) 프로젝트 수주로 인한 기술력 배양과 건설후 영업력을 바탕으로 세계 시장 진출이 성장의 계기가 된 것으로 판단됨

* Öresund Link Project
범유럽 교통 네트워크 프로젝트의 일환으로 7.8km의 사장교로 덴마크와 스웨덴 연결교량이며 1995년부터 2000년까지 R&D 등에 2천억원(2억 유로) 투자

분석결과

- 교량 등 토목구조물 시공은 시공사가 보유해야 할 핵심기술이며 초장대교량 기술의 경우에는 고난이도를 가진 특수한 기술로써 해외 선진국에 비교하여 국내 기술 수준이 열악

  - 시공사의 입장에서 기술 개발이 수주와 직결되고 있지 않으므로 공사 수주 후에는 외국기술을 도입하여 시공하는 악순환이 계속되고 있어 이를 방치할 경우에는 고부가가치 핵심기술에 대한 기술종속이 지속될 것으로 판단

    * 2011년 이후 국내 시장은 6.7조원 전망, 3,250억원 외국 전문회사로 지출 예상

  - 따라서, 정부에서는 주도적으로 기술 개발을 지원함으로써 대외 경쟁력을 강화하고 동 산업의 해외 진출율을 확대하고 미래의 성장동력으로 국가 발전에 기여할 것으로 판단

- 일본의 경우에도 정부에서 혼슈-시코쿠 공단을 설립하여 핵심분야(케이블, 앵커리지, 기초)에 대한 연구개발을 주도하였으며 자국내 전문 시공회사(신일본제철(NSC), IHI 등)를 통해 세계적인 교량인 Akashi Br (1,991m) 및 Tatara Br*890m)를 준공

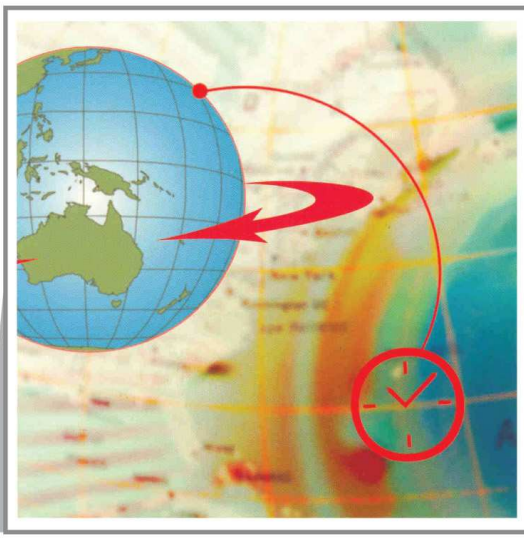
  * 신일본제철 : 케이블 관련 세계적인 전문 시공사
  * IHI : 장대교량 제작 및 가설 전문회사

- 초장대교량은 국토의 낙후된 섬과 육지간을 연결하는 주요간선시설로써 기술개발은 국가SOC사업의 효율화, 국민의 편익 및 안전성 제고에 기여하는 공공적인 성격

  - 또한, 개발기술의 실용화를 위해서는 Test Bed 추진이 필수적이며, 정부 정책 및 국책사업과의 긴밀한 연계 필요

- 노동집약적 건설산업을 기술경쟁기반의 첨단 고부가가치 산업화하여 미래성장 동력으로 육성하기 위해서는 민간의 기술개발을 촉진하기 위한 정부의 적극적 역할이 중요

- 국내 장대교량 건설은 '70년 초 일본 기술을 도입하여 남해대교를 시작으로 2000년대 서해대교, 영종대교, 광안대교등 주요교량을 준공하고, 현재 광양대교, 인천대교를 시공하고 있으나,
  - ▸ 고주탑 시공, 케이블 가설, 내풍설계 등 주요 핵심기술은 외국의 기술진에 의존
  - ▸ 시공회사에서는 국가 또는 지자체에서 추진하는 사업물량의 추가 확보가 보장되지 않은 상태에서 막대한 연구비를 부담하여 핵심기술을 개발하는데 한계가 있으므로 국가지원이 필요



1.2.5. 핵심과제 도출

핵심과제 선정시 중점 고려사항

- 핵심요소기술 개발을 위한 연구과제의 선택과 집중
- Test-Bed 중심의 실용화 및 사업화 연구과제 선정
- 매칭 펀드(Matching Fund) 제공 가능 민간기업의 적극적 참여유도
  * 「건설교통기술연구개발사업운영규정」 제26조에 의거 핵심연구과제 성격에 따라 최대 100%까지 기업에서 부담

- **핵심과제별 독립성, 완결성, 균형 확보**
  - 독립된 비전과 전략, 독창적인 아이디어를 가진 과제 선택
  - 핵심 및 세부과제별 20%~40% 정도의 제안공모과제 추진

- **비전/전략과 연계된 성과지표 설정**
  - 과제구성 초기부터 고유목적 달성을 위한 추진전략(CSF, KPI) 마련
  - 핵심과제별 상위 조직 및 과제지표와 연계된 목표지향
    * CSF : Critical Success Factor(핵심성공요소)
    * KPI : Key Performance Indicator(주요성과지표)

- **선행 연구단 과제와의 중복성 및 활용성 검토**
  - 기존 연구성과에 대한 정밀분석을 통한 사업단 연구과제와의 연계성, Test Bed 적용 가능성등 검토하여 적극적인 활용계획 수립
    * 교량핵심설계기술연구단외 9개 연구단 수행과제별 중복성 Check 및 적용방안 정밀 분석후 과제 선정시 반영

- **선택과 집중**
  - 사업단 설립목적에 부합된 핵심 원천기술 확보를 위한 필수연구과제 선정과 집중투자
    * 핵심과제 압축(6 → 4개), 세부과제(22→12개)

- **시설계를 통한 핵심 실용기술 발굴**
  - 기술지표별 GAP 분석, 실무자의 적극적인 의견반영
  - 실용화 우선과제 선택으로 민·관 기업체 주도적 참여 유도
  - 과제별 실행계획서(Action Plan) 작성

과제선정 배경

- 세계적인 수준에 근접한 핵심 원천기술의 선택과 집중
- 기존 연구과제와의 중복성, 특허, 국내외기술수준 분석
- 핵심기술 단위별 과제선정 및 핵심 전문인력 양성

설계 및 엔지니어링 분야

현 황	• 국내 해상교량 시장 활성화에 따른 핵심기술 자립 요구 • 장대교량의 핵심기술 설계분야에 대한 낮은 국제 신뢰도는 해외진출에 장애요인 • 세계적인 기술발전 추세와 국내기술 강점들이 접목된 차별화된 기술분야 개발 필요 ▸ 에너지분야, IT, NT와 접목된 Intelligent 교량
문제점	• 고부가가치 핵심분야 설계기술 해외의존 ▸ 국내 장대교량 설계비의 20%, 핵심분야(케이블등) 시공비의 40~70% • 선진 교량시장 추격식 기술개발로 비교우위 선점 한계
대응방안	• 국가적 차원의 R&D 사업 및 실용화 추진 • 장경간 케이블교량의 국제표준(Global Standard) 설계기술 확보 • 차세대 지능형 교량기술 개발

고성능 신재료 분야

현 황	• 철강소재 분야 국제 경쟁력 및 연구 인프라 확보 • 케이블, FRP등 특수 건설재료의 국내외 수요 급증
문제점	• 장대교량용 케이블, 고기능성 재료에 대한 해외의존 심화
대응방안	• 세계 최고수준의 케이블, 강재 개발 • 개발소재의 국제적인 성능인증 시스템 구축

고효율 시공기술분야

현 황	• 국내 장경간 해상 및 케이블교량 증가추세 ▸ **국내 자체 케이블 가설장비 90%이상 해외의존** • 고부가가치 특수교량 시공기술 저조 ▸ **시공장비, 가설공법의 원천기술 해외 로얄티 지급** ▸ **케이블 주요자재 수입 및 외국 가설장비 활용·시공**
문제점	• 시공장비·공법의 원천기술 미비 및 확보노력 부재 • 보수적 설계기준 적용으로 경제성 미흡하며, 국내와 상이한 다양한 지반특성에 대한 연구실적 저조
대응방안	• 해외 선도업체와의 전략적 제휴를 통한 해외 장대교량 사업 참여 확대 및 원천기술 확보 • 국내 자체장비 개발 및 운영 기술 습득

연구 성과물 실용화(TEST BED)

현 황	• 연구 성과물 실용화에 대한 학계, 시공사, 발주청의 관심분야 상이 ※ 학 계 : 순수연구, 시공사 : 이윤창출, 발주청 : 목적물 • 장경간 케이블교량의 VE, LCC 영역 미개척 • IT기반 유지관리 분야 세계진출 역량 분위기 성숙
문제점	• 연구 성과물에 대한 장대교량 현장적용의 어려움 ▸ **성능보증, 공사비 증가, A/S등 기술적용에 따른 책임한계등으로 현장적용 미흡** • 유지관리 해외진출 사업화 능력 부족
대응방안	• 국가 주도의 기술집약형 기념비적 Test Bed 구축 • 첨단기술(IT, 로봇) 융합형 유지관리 모델 구축

연구과제 선정

- **기술적 자립화 및 우위를 확보할 수 있는 실용과제 위주로 선정**
  - 설계분야 : 설계지침(신뢰도 기반), 선박충돌등 극한사건 대응기술
  - 재료분야 : 케이블등 소재개발
  - 시공분야 : 가설장비 및 복합기초 개발
  - 유지관리 : 첨단장비(로봇기술)를 이용한 구조물 점검시스템

- **사업단 연구목표 달성을 위한 핵심과제의 가중치 평가**
  - 평가결과 : 핵심과제 : 6 → 4개, 세부과제 : 22 → 12개
    - 연구과제 목표의 변경에 따른 「장경간 케이블교량 자립화」로 결정됨에 따라 Global 사업 시스템 구축 분야 제외

- **세계시장 진출 효율성에 핵심과제 집중**
  - Consultant 기능 → 핵심 엔지니어링 기술 개발
  - Supplier 기능 → 고성능 전략소재 및 이용기술 개발
  - Contractor 기능 → 고효율 시공기술 개발
  - Manager/Inspector 기능 → Test Bed 사업 지원

1.2.6. 핵심과제 구성

초장대교량 사업단 과제구성

핵심과제	세부과제	세세부과제
Ⅰ 핵심 엔지니어링 기술개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	Ⅰ-Ⅰ-Ⅰ. 장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발
		Ⅰ-Ⅰ-Ⅱ. 장경간 케이블교량 내풍구조 시스템 개발
		Ⅰ-Ⅰ-Ⅲ. 미래형 장경간 케이블교량 계획기술
	컨버전스형 장대교량 모델 개발	Ⅰ-Ⅱ-Ⅰ. Intelligent Safety Bridge(ISB) 모델
		Ⅰ-Ⅱ-Ⅱ. Energy Bridge 모델
Ⅱ 고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블 시스템 및 이용기술 개발	Ⅱ-Ⅰ-Ⅰ. 고강도/대직경 강선 개발
		Ⅱ-Ⅰ-Ⅱ. 고강도 강선적용 현수교 케이블 시스템 개발
		Ⅱ-Ⅰ-Ⅲ. 고강도 강선적용 사장교 케이블 시스템 개발
		Ⅱ-Ⅰ-Ⅳ. 고성능 케이블 적용기술
		Ⅱ-Ⅰ-Ⅴ. 케이블 성능인증 시스템
		Ⅱ-Ⅰ-Ⅵ. 사장교용 FRP 케이블 시스템 개발
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	Ⅱ-Ⅱ-Ⅰ. 공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술 개발
		Ⅱ-Ⅱ-Ⅱ. 경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발
		Ⅱ-Ⅱ-Ⅲ. 박층 교면포장재료
		Ⅱ-Ⅱ-Ⅳ. 고기능성 구조재료 적용기술
Ⅲ 고효율 시공기술 개발	고효율 케이블 가설장비 및 공법 개발	Ⅲ-Ⅰ-Ⅰ. 현수교 케이블 가설장비 및 공법
		Ⅲ-Ⅰ-Ⅱ. 케이블 형상관리 시스템
	공기단축형 고주탑 및 시공기술 개발	Ⅲ-Ⅱ-Ⅰ. 강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발
		Ⅲ-Ⅱ-Ⅱ. 콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발
	비용절감형 대형 해상기초 기술 개발	Ⅲ-Ⅲ-Ⅰ. 해저 지반조사 장비 및 분석 시스템
		Ⅲ-Ⅲ-Ⅱ. 대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술
		Ⅲ-Ⅲ-Ⅲ. 고효율 복합기초 공법
Ⅳ Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발	통합형 T/B 사업 추진	Ⅳ-Ⅰ-Ⅰ. T/B 사업 후보지 발굴 및 타당성 평가
		Ⅳ-Ⅰ-Ⅱ. T/B 사업 Prototype 설계
		Ⅳ-Ⅰ-Ⅲ. T/B 사업 발주/관리 지원
		Ⅳ-Ⅰ-Ⅳ. 케이블교량 사업평가기술 개발
	IT 기반 방재 및 유지관리기술	Ⅳ-Ⅱ-Ⅰ. USN 기반 통합운영시스템
		Ⅳ-Ⅱ-Ⅱ. 차세대 모니터링 기술
		Ⅳ-Ⅱ-Ⅲ. 지능형 점검시스템

1.3. 연구개발시 예상되는 파급효과 및 활용방안

1.3.1. 기대효과

- 초장대교량은 4대핵심과제 9개 세부과제로 정부, 국민, 기업측면에서 다양한 기대효과 예상

핵심 사항

- 국가 산업 경쟁력 강화, 국가 R&D 역량 강화, 국제협력 강화, 국가 운영 효율성 증대
- 각 부처간 협력 모델 도출을 통한 공동연구 협력 기반 마련
- 사용자 편의, 안전, 편리성 증대

1.3.2. 파급효과

- 본 연구사업은 핵심기술의 개발 및 Test Bed의 검증과정을 거쳐 핵심 원천 기술의 기술 자립화를 도모하고 국내건설분야 국제적 경쟁력을 제고

사업의 파급효과

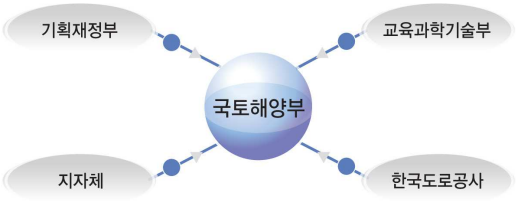
- 국가 경쟁력 향상

핵심원천기술 개발
– 수입대체 효과 및 기술 자립화

안정된 Test Bed 구축
– 핵심개발기술의 실용화

글로벌 산업 경쟁력 강화
– 초장대교량의 해외수출 기반마련

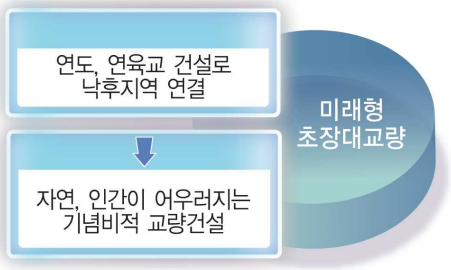
국가 신성장 동력으로 발전
– 초장대교량 연구개발 과제의 실용화를 통한 해외 건설시장 진출



국토해양부 중심으로 정부부처간 협력 모델 도출
– 각 부처의 연구개발 과제 연계를 통해 초장대교량 사업 시너지 창출

초장대교량 Test Bed 정착
– 한국도로공사의 초장대교량 로드맵과 연계한 Test Bed 구현을 통한 장경간 케이블 교량 확산

- 국민의 삶의 질 재고



교량기능 최적화
– 교통, 환경, 재해, 안전기능 효율화로 기능 만족도 향상

미래지향적 교량제공
– 건설과 예술이 융화된 기념비적 교량건설로 국민의 삶의 질 향상

핵심 사항

- 국토해양부를 중심으로 부처간의 협력을 통한 초장대교량 Test Bed의 정착
- 핵심기술 자립화를 통한 국가 신성장 동력의 토대 마련이 가능
- 미래지향적 교량제공을 통한 국민의 삶의 질 향상

1.3.3. 핵심과제별 기대성과

사업단 기대성과

공사비 절감

▸ 초장대교량 사업단의 기대성과는 계획된 6.7조원 규모의 국내 장경간 케이블교량 사업에서 총 1.61조원의 공사비 절감 가능

– 주경간장 1.5km 사장교에 대한 시설계 결과 공사비 17%

– 주경간장 3.3km 현수교에 대한 시설계 결과 공사비 35%

대상 교량 (2011년~)	시설계 결과	기술개발 전 사업비	기술개발 후 사업비	공사비 절감
사장교 (총 11개 교량)	공사비 17% 절감	2.84 조원	2.36 조원	0.48 조원
현수교 (총 5개 교량)	공사비 35% 절감	1.72 조원	1.12 조원	0.60 조원
형식 미정 (총 13개 교량)	–	2.14 조원	1.61 조원	0.53 조원
합 계	**–**	**6.7 조원**	**4.09 조원**	**1.61 조원**

수입대체

▸ 주요 자재 및 공법의 국산화를 통하여 해외로 유출되는 비용을 절감하고 세계 최고 수준의 성능을 확보하여 해외 수출도 가능

구 분	수입대체	해외수출	합계
설계 엔지니어링	669 억원	–	669 억원
고강도 케이블	850 억원	1,400 억원	2,250 억원
케이블 가설	1,710 억원	–	1,710 억원
합계	**3,229 억원**	**1,400 억원**	**4,629 억원**

해외수주

▸ 국내 기술배양을 통한 해외 시장에 적극적으로 진출시 동남아와 중동지역 등에서 약 1조원의 해외 수주 효과도 기대

지 역	시장규모 (10년 기준)	시장 점유율	합계
동남아	12,896 억원	50%	6,446 억원
중동, 중남미, 아프리카 등	14,344 억원	20%	2,869 억원
합 계		**20%**	**9,315 억원**

제1핵심과제(핵심 엔지니어링 기술 개발) 기대성과

공사비 절감

▸ 2011년 이후 국내에서 진행되는 초장대교량 사업에서 해외업체들에 지불하는 컨설팅 비용 절감액은 약 670 억원에 이를 것으로 추정

(단위 : 억원)

대상 교량	예상 사업비	전체 설계 및 컨설팅 비용	예상 해외업체 컨설팅 비용
2011년 이후 계획된 장경간 케이블교량 (총 29개 교량)	66,891	3,345	669

파급효과

▸ 컨버전스형 장대교량 모델 개발 과제에는 핵심원천기술을 개발하는 것을 포함하고 있으며 차별화된 Energy Bridge는 해외수주에 도움

구 분	세부과제	연구성과물	파급효과	기대비용 (2011년 이후)
기술 자립형 해외기술 의존 및 수입 ▼ 100%기술 자립 및 국산화	▫ 장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심 기술개발	▫ 신뢰도 기반 설계지침 ▫ 극한 사건대응 설계기술 ▫ 장경간 케이블 교량 Prototype 설계성과품 ▫ 장경간 케이블 교량 내풍단면 ▫ 장경간 케이블 교량 내풍성확보 완성계 및 안전성 시스템 ▫ 내풍단면 설계용 전산유동장 해석 프로그램	▫ 해외 기술도입 비용절감 –설계 및 컨설팅 비용 ▫ 일반 교량 및 토목 구조물 대상 신뢰도 기반 설계지침 보편화를 통한 경제적인 설계 구현 ▫ 수입대체 효과	▫ **해외업체 컨설팅 비용 670억 절감** 2011년 이후 국내 예정 장대교량 사업비에서 예상 해외 컨설비용 산출
기술 자립형	▫ 컨버전스형 장대교량 모델	▫ Inteligent Safety Bridge ▫ Energy Bridge	▫ 차별화된 Engineering 기술확보를 통하여 해외진출 경쟁력 향상	▫ 해외공사수주에 포함

제2핵심과제(고성능 전략소재 및 이용기술 개발) 기대성과

공사비 절감

- **고성능 케이블 시스템 개발은 세계 1위 성능 제품을 개발하여 세계적으로 기술 및 시장을 선도 목적**
- **국내 장경간 케이블교량 사업에서 케이블 절감 비용 추정 : 623 억원**
  - 사장교 케이블 고강도화(인장강도 1,860MPa → 2,160MPa) : 케이블 중량 28% 절감 가능
  - 현수교 케이블 고강도화(인장강도 1,860MPa → 2,160MPa) : 케이블 중량 40% 절감 가능

(단위 : 억원)

대상 교량 (2011년 이후)	예상 사업비	예상 케이블 자재비	예상 케이블 자재비 절감액
사장교 (총 11개 교량)	28,363	851	238
현수교 (총 5개 교량)	17,105	513	205
형식 미정 (총 13개 교량)	21,423	643	179
총 계	**66,891**	**2,007**	**623**

수입대체 및 수출효과

- **사장교 케이블 수입 대체 비용 추정 : 851 억원**
  - 계획된 사장교 11개 현장의 케이블을 모두 국산 제품 적용 가정
- **고성능 케이블 해외 수출 효과 추정 : 1,400 억원 예상**
  - 세계시장 (2011년 이후 약 28,000억원 규모)의 5% 점유 –〉 약 1,400억원
- **고기능성 구조재료에서 경량 고강도 강재 적용에 따라 강재 중량 감소로 인하여 자재비 280 억원 가량 절감 가능**
  - 사장교 : 보강거더 강재 고강도화(인장강도 570MPa → 800MPa)로 강재 중량 23% 절감 가능
  - 현수교 : 보강거더 강재 고강도화(인장강도 570MPa → 800MPa)로 강재 중량 15% 절감 가능

(단위 : 억원)

대상 교량 (2011년 이후)	예상 사업비	예상 강재 자재비	예상 강재 자재비 절감
사장교 (총 11개 교량)	28,363	567	130
현수교 (총 5개 교량)	17,105	342	51
형식 미정 (총 13개 교량)	21,423	428	99
총 계	66,891	1,338	280

파급효과

▸ 독자적인 케이블 성능인증 시스템 확보를 통하여 국내 장경간 케이블교량 사업에서 해외기관에 의뢰하여 시험하는 비용 약 290 억원을 절감 가능

구 분	세부과제	연구성과물	파급효과	기대비용 (2011년 이후)
기술 선도형 세계1위 성능 제품 개발	▫ 고성능 케이블 시스템 및 이용기술 개발	▫ 고강도 강선적용 현수교 케이블 시스템	▫ 고강도 케이블 적용을 통하여 국내 장대교량 사업에서 케이블 물량 절감 및 경제성 향상 ▫ 사장교 케이블 수입 대체 ▫ 해외 장대교량 사업에 수출	▫ 국내사업케이블 절감 비용 623억원 절감 ▫ 사장교 케이블 수입 비용 851억원 대체 ▫ 고강도 케이블 해외 수출 1,400억원
		▫ 고강도 강선 적용 사장교 케이블 시스템		
	▫ 고기능성 구조재료 및 이용기술개발	▫ 고내후성 강재 및 용접재료	▫ 도장비용 절감을 통한 경제성 향상	–
기술 자립형	▫ 고기능성 구조재료 및 이용 기술 개발	▫ 경량구조용 고강도 강재 및 접합 기술	▫ 보강거더 중량 감소를 통한 경제성 향상	▫ 국내 사업 보강거더 강재 절감 비용 280억원
		▫ 공기단축형 콘크리트 및 현장타설기술	▫ 공기단축을 통하여 전체 공사비 절감에 기여	–
		▫ 박층 교면 포장재료	▫ 포장 자중 감소로 전체 교량 물량 절감에 기여	–
	▫ 고성능 케이블 시스템 및 이용기술	▫ 케이블 성능 인지 시스템	▫ 개발제품의 국제인증을 통한 해외진출 기반 구축 ▫ 자체 인증기준 확립을 통한 국내시장 보호 ▫ 해외의존 성능시험 자체 수행	▫ 해외기관 시험비용 대체 290억원

제3핵심과제(고효율 시공기술 개발) 기대성과

공사비 절감

▸ 고효율 케이블 가설장비 및 공법은 전량 해외 기술에 의존하여 시공하는 현수교 케이블 가설을 해외 선도수준까지 독자적으로 개발하는 것을 목표로 하며 이를 통하여 약 1,700 억원의 수입대체 효과

(단위 : 억원)

대상 교량	예상 사업비	케이블 가설 비용
2011년 이후 계획된 현수교 (총 5개 교량)	17,105	1,711

파급효과

▸ 고효율 케이블 가설장비는 세계적으로 2~3기 정도밖에 되지 않으므로 국내에서 충분한 검증을 거치면 해외 공사에서 약 885 억원 가량의 수주도 가능

– 해외 케이블공 시장 (17,700억원/5년)의 5% 점유 = 885억원

▸ 공기단축형 고주탑 시공기술과 비용절감형 해상 대형기초 기술은 20% 절감 가능

구 분	세부과제	연구성과물	파급효과	기대비용 (2011년 이후)
기술 자립형 해외 기술 의존 및 수입 ▼ 100%기술 자립 및 국산화	고효율 케이블 가설장비 및 공법 개발 공기단축형 고주탑 시공기술 개발	현수교 케이블 가설장비 및 공법 케이블 형상관리 시스템	해외기술 도입비용 대체 해외사업 진출시 주도적 위치확보	해외기술도입 비용 1,711억원 대체 해외 사업 진출을 통하여 885억원 수입증대
	공기단축형 고주탑 시공기술 개발	강재고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템	공기단축을 통하여 전체 공사비 절감에 기여 해외기술 도입비용 절감	–
	비용절감형 대형 해상 기초 기술 개발	해저 지반조사 장비 및 분석 시스템 대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 고효율 복합 기초 공법	비용절감을 통하여 전체 공사비 절감에 기여	–

제4핵심과제(Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발) 기대성과

- **기념비적 교량건설로 홍보효과**
  - 국내 현장에 세계적인 기술집약형 기념비적 장대교량건설을 통하여 국내 건설기술 수준 홍보 및 해외시장 수주 효과

- **파급효과**
  - 케이블교량 사업평가기술개발을 통한 리스크 절감과 사업가치 향상
  - IT 기반 방재 및 유지관리 시스템은 독자적인 원천기술을 개발하는 것을 목표로 하며 유지관리 시스템 운영비용 절감과 케이블 점검인원 및 소요시간 절감 효과 기대

구 분	세부과제	연구성과물	파급효과	기대비용 (2011년 이후)
기술 자립형	▫ 통합형 Test Bed 사업 추진	▫ 케이블교량 사업평가 기술	▫ 사업 리스크 및 비용 절감 ▫ 초장대교량 사업가치 향상	-
기술 선도형	▫ IT기반 방재 및 유지관리 시스템	▫ USN기반 통합 운영 시스템 ▫ 차세대 모니터링 시스템 ▫ 지능형 점검 시스템	▫ 시스템 운영비용절감 ▫ 구조물 안전성 신뢰도 향상 ▫ 케이블 점검인원 ▫ 절감 케이블 점검 소요시간 단축	-

1.3.4. 적용사례 분석

교량개요

교량명	형식	연장(주경간)	공사기간	전체공사비	비 고
광양대교	현수교	2,260m(1,545m)	2007 ~ 2012	4,340억원	전남도
금빛대교	사장교	2,028m(480m)	2007 ~ 2011	2,400억원	익산청

공사비 분석

(단위 : 억원)

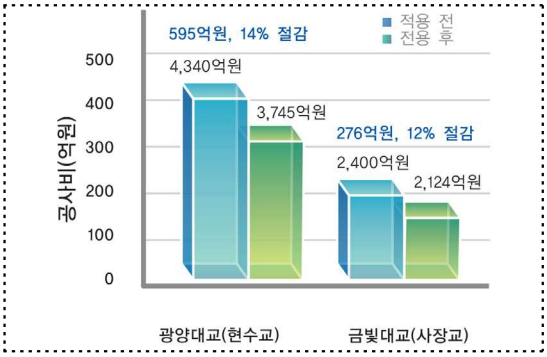
핵심기술		내 용	광양대교	금빛대교
계		-	△ 595	△ 276
설계 (1핵심)	신뢰도기반 경제성	• 공사비, 공기(10% 개선)	△ 153	△ 85
재료 (2핵심)	케이블	• 강도증가(1,770→2,160Mpa)	△ 170	△ 25
	강재	• 강도증가 (520→800Mpa)	△ 224	△ 139
시공 (3핵심)	고주탑, 보강거더	• 공기단축 20%	△ 35	△ 20
	해상기초	• 극한상태 지반 조건시 20% 절감	△ 13	△ 7

결과분석

▸ **연구성과물에 대한 광양대교(현수교), 금빛대교(사장교) 적용시 각각 14%, 12% 절감효과**

※ 광양대교 : 4,340→3,745억원(△ 595억원, 14%)

※ 금빛대교 : 2,400→2,124억원(△ 276억원, 12%)



▶초장대교 연구개발 적용(광양대교)

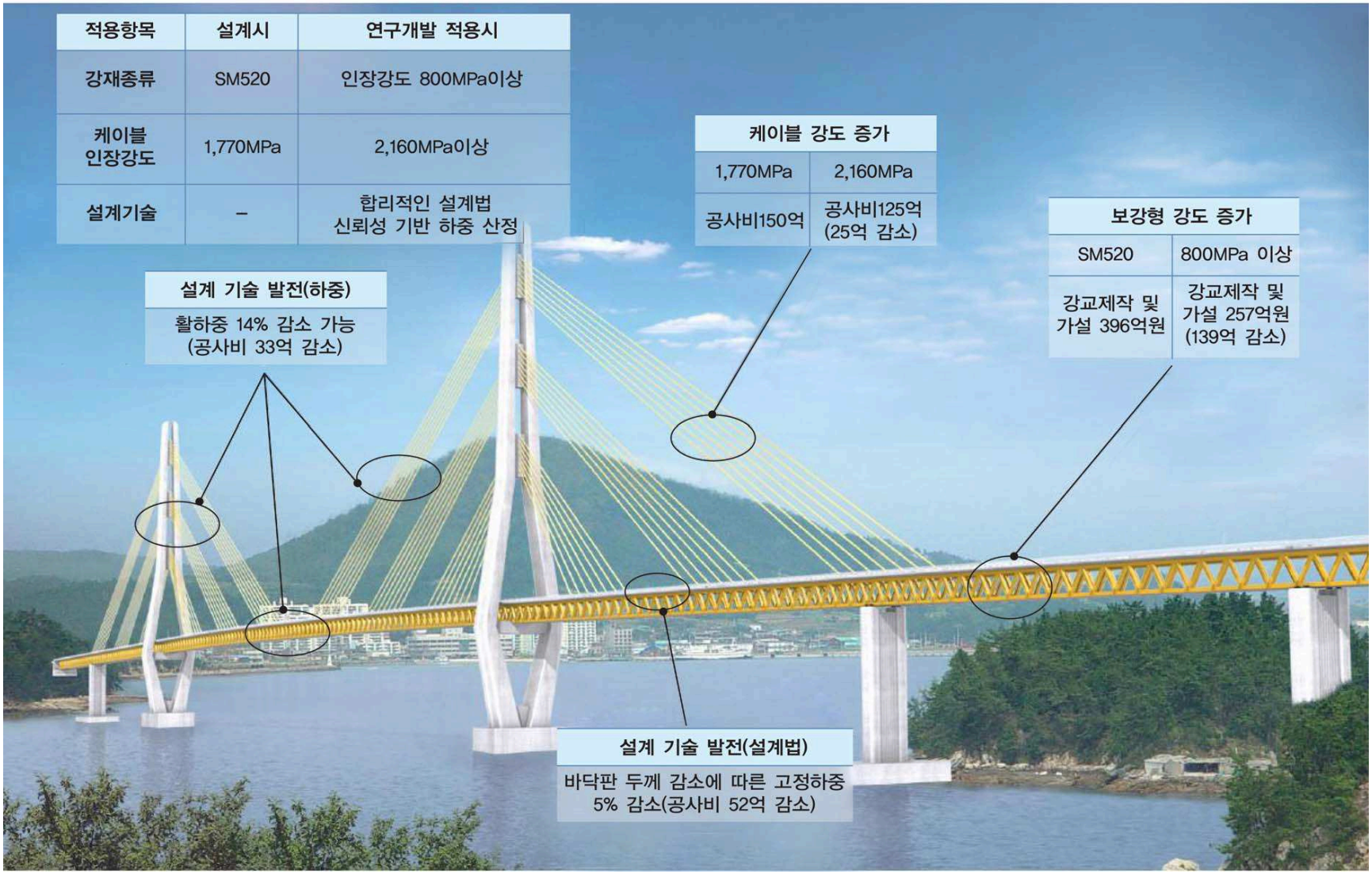
적용항목	설계시	연구개발 적용시
강재종류	SM520	인장강도 800MPa이상
케이블 인장강도	1,770MPa	2,160MPa이상

케이블 강도 증가	
1,770MPa	2,160MPa
공사비970억	공사비800억 (170억 감소)

보강형 강도 증가	
SM520	800MPa
강교제작 및 가설 960억원	강교제작 및 가설 736억원 (224억 감소)

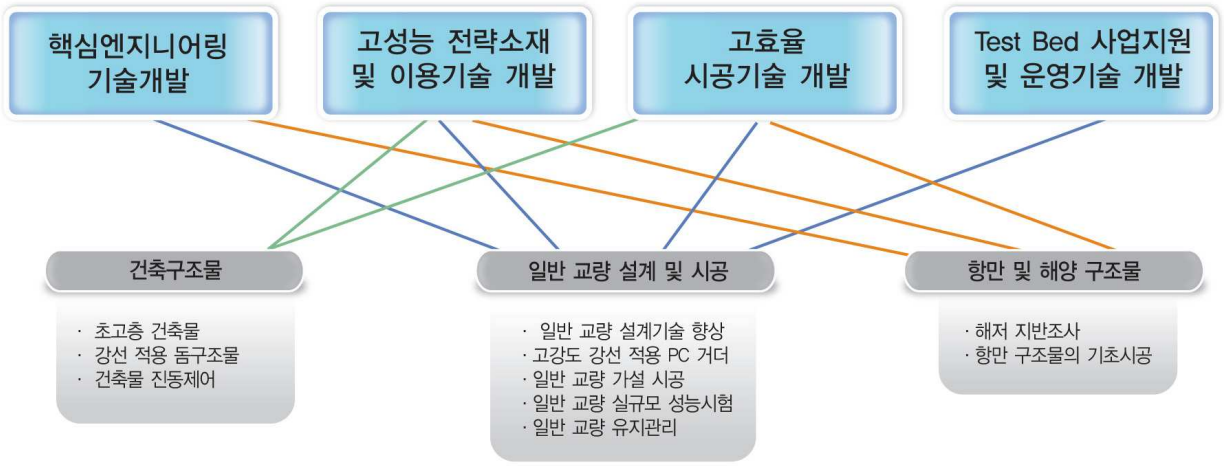
▶초장대교 연구개발 적용(금빛대교)

적용항목	설계시	연구개발 적용시
강재종류	SM520	인장강도 800MPa이상
케이블 인장강도	1,770MPa	2,160MPa이상
설계기술	–	합리적인 설계법 신뢰성 기반 하중 산정



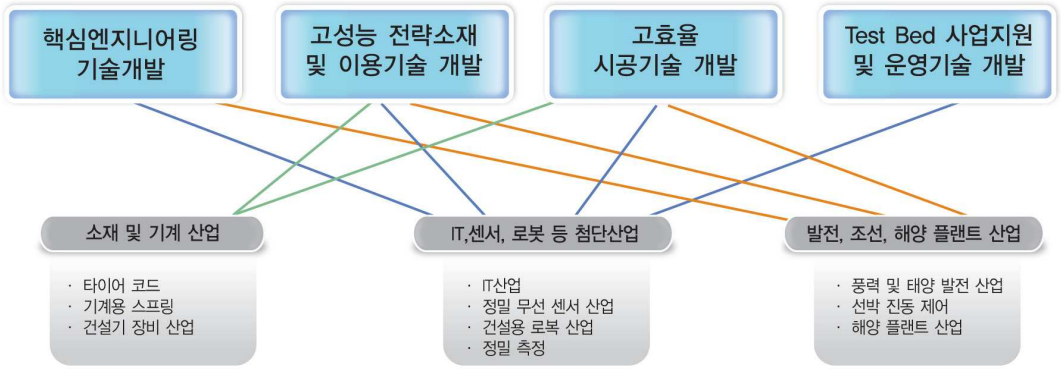
1.3.5. 건설분야 활용방안

- 본 사업단을 통하여 개발된 기술은 직접적으로 주경간장 200m 이하 일반 교량의 설계, 시공, 유지관리 등에도 적용 가능
- 고성능 전략소재 및 고효율 시공기술은 초고층 건축 구조물 분야 적용 가능
- 고효율 시공기술 중 해상기초 분야 기술은 항만 및 해양 구조물에서도 적용 가능



1.3.6. 타산업 활용방안

- 사업단을 통하여 개발된 전략소재 및 시공기술 등은 타이어 코드, 기계용 스프링, 건설기계 장비와 같은 소재 및 기계산업 활용 가능
- 사업단을 통하여 개발된 컨버전스형 교량모델, 유지관리 기술 등은 IT, 정밀 센서, 로봇 산업 등에 활용 가능
- 사업단을 통하여 개발된 컨버전스형 교량 모델, 전략소재, 시공기술 등은 발전, 조선, 해양 플랜트 산업에서도 활용 가능



2. 시장현황 및 사업화 전망

40th Anniversary
Korea Expressway Corporation
한국도로공사 40년

2. 시장현황 및 사업화전망

2.1. 시장규모

2.1.1. 시장분석

▸ 세계적인 글로벌 환경변화와 인구증가, 물류이동 등으로 인해 국가간 지역간 연결의 필요성이 대두되고 있으며 이에 따라 장대교량의 요구가 증가하고 있어 기술적 목표 한계 분석과 지역별 시장 분석

경간장별 분석

경간장	주요내용	분석
500~1,000m	• 사장교 우세한 경간 • 인천대교등 국내외 교량실적 많음 • 신규아이템으로서의 독창성이 없음	
1,000~1,500m	• 사장교와 현수교의 경합구간 • 1,100m정도 사장교 건설추세 • 초장대 사장교로 시장 선점 가능	초장대 사장교로 시장선점 가능
1,500~2,000m	• 2세대 현수교와 3세대 현수교의 혼합구간 • 국내 가능한 최대급 교량경간 • 기술적 검토가 많이 필요한 경간	초장대 현수교로 시장선점 가능
2,000m	• 국내 수요가 제한적일 것으로 예상 • 해외 경쟁력 확보를 위해 핵심기술 연구개발 필요 • 개발기술에 대한 활용도 매우 높음	

지역별 분석

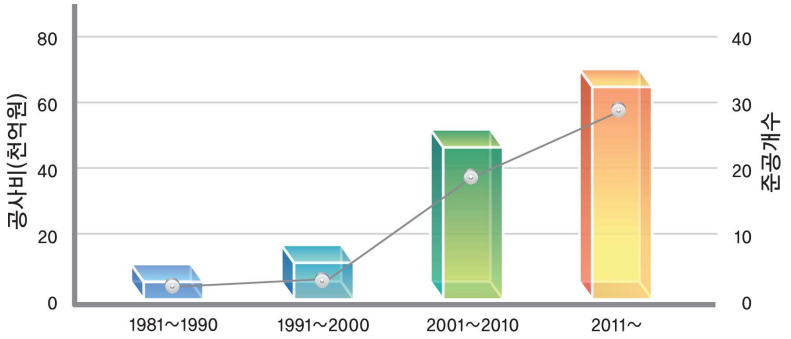
지 역	주요내용	분석
유럽	• 대륙간, 연육, 연도교 사업 추진 • EU 출범후 경제적 사회적 통합을 위한 지역간 국가간 연결 사업 활성화	Messina교, Gibratar교, Izimit Bay교
북미	• 오일샌드 개발로 인해 극한기후지역 교량건설(캐나다) • 교량의 노후화로 인한 기존노선에 새로운 교량건설(미국)	1,000급 내외의 중소규모 장경간 교량
중동	• 오일머니를 바탕으로 아랍국가간 통합 대규모 프로젝트 발주	Bab Al-Mandeb교, Qatar-Bahrain교
동남아시아	• 연도, 연육교를 통한 국가간 지역간 연결을 추진하고 있으며 해외 재정, 기술지원을 통한 자국 교량 건설 희망	Malacca, Sunda Strait교

2.1.2. 국내 시장규모 및 전망

시장예측

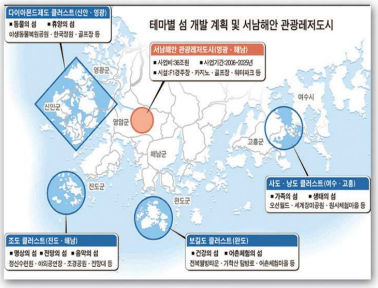
▸ 국내 장대교량의 시장은 1990년 후반부터 급성장하여 2001년부터 2010년까지 4.5조원 규모를 형성하고 2011년 이후에는 약 6.7조원 규모로 성장할 것으로 예상되며 주경간 200m이상의 장대교량은 서해대교와 영종대교(2000년) 준공이후 건설이 급증하고 있으며 주경간 길이도 장대화 추세

● 국내 장대교량 시장규모 변화추이



국내 장대교량 시장규모 변화 추이

▸ 국내 장대교량은 서남해안 개발사업과 30대 선도프로젝트의 일환으로 추진되는 마산~거제 연륙교 등 서남해안 프로젝트 추진으로 인하여 증가추세



시장현황(국내)

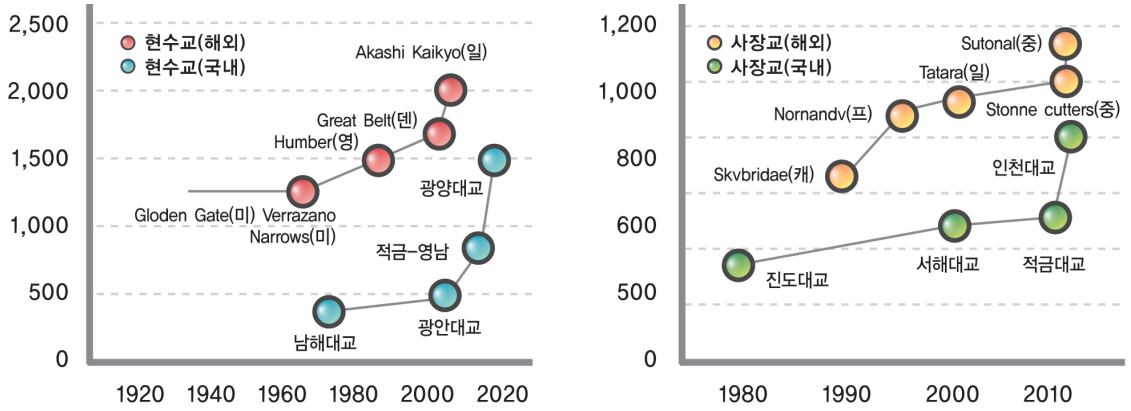
No	구분	교량명	준공년도	교장(m)	주경간장(m)	총사업비
1	현수교	여수-광양(광양대교)	2012	2,260	1,545	3,590
2	현수교	월호도-개도	계획	760		1,300
3	현수교	화양면-조발도	계획	700		2,600
4	현수교	압해-암태(새천년대교)	계획	2,500		5,600
5	현수교	울산대교	계획	1,150	1150	3,378
6	현수교	한려대교	계획	3,000		3,500
7	사장교	군외-남창(완도대교)	2012	430	200	1,142
8	사장교	여수-묘도	2012	760	430	1,776
9	사장교	세풍대교	2014	725	220	1,733
10	사장교	북항대교	2015	1,114	540	3,815
11	사장교	제2성산대교	계획	550	250	2,255
12	사장교	한림-생림(화포대교)	계획	520	260	1,248
13	사장교	보령-안면	계획	10,900		4,800
14	사장교	개도-제도	계획	600		881
15	사장교	조발도-둔병도	계획	700		907
16	사장교	내야도-도초도	계획	1,400		1,186
17	미정	신도청-당진항	계획	700		2,700
18	미정	고금-마량	계획	760		655
19	미정	영광-해제	계획	1,810		1,188
20	미정	화태-개도	계획	580		525
21	미정	제도-백야	계획	640		563
22	미정	둔병-낭도	계획	630		686
23	미정	낭도-적금	계획	500		631
24	미정	목포-압해	계획	1,970		1,889
25	미정	비금도-추포도	계획	1,500		3,574
26	미정	증도-자은도	계획	4,200		3,558
27	미정	자라도-장산도	계획	1,300		1,100
28	미정	도초-하의	계획	3,000		2,100
29	미정	마산-거제(이순신대교)	계획	6,600		6,500
30	미정	하의-장산	계획	2,400		1,650
계						67,029

2.1.3. 국내 시장특징

장대교량 시장형성

▸ 2010년 이후에는 세계 4번째로 주경간이 긴 광양대교가 준공될 예정이므로 시장규모 뿐만 아니라 기술적인 측면에서도 장대교량 관련 기술을 발전시킬 수 있는 최적기

국내외 장대교량의 주경간 증가추이



핵심기술의 해외의존

▸ 장대교량 사업에 필요한 설계, 감리, 시공기술에 대한 자립기술이 확보되지 못하여 대부분 해외업체에 핵심기술을 의존하고 있는 현실이며 격차가 2~4년 정도로 판단됨

▸ 시공은 대부분 국내 건설업체에서 단독으로 수행 가능하나 장대교량용 특수 건설자재 및 장비에 대해서는 해외 의존

국내 장대교량 사업의 해외업체 참여 현황

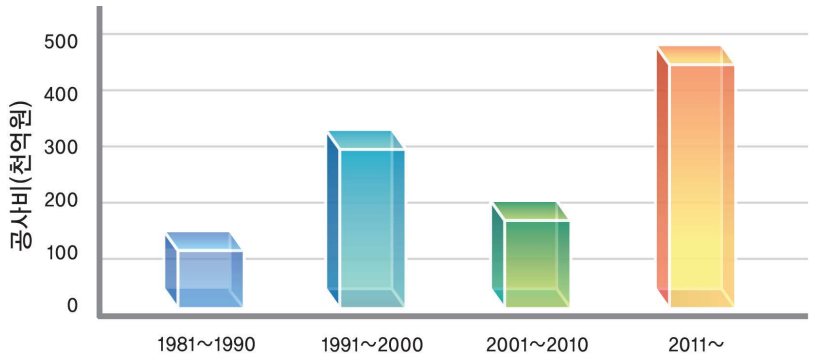
프로젝트	설계, 감리	시 공	프로젝트	설계, 감리	시 공
서해대교	T. Y. Lin(미), COWI(덴)	대림산업	거가대교	Vinci(프), COWI(덴)	대우건설
영종대교	Chodai(일), COWI(덴)	삼성건설	인천대교	Arup(영), Chodai(일)	삼성건설
광안대교	Chodai(일)	동아, 삼환기업	북항대교	LAP(독)	현대산업개발
금빛대교	LAP(독)	현대건설	목포대교	LAP(독)	GS건설
마창대교	LAP(독), COWI(덴)	현대건설, Bouygues(프)			

2.1.4. 해외 시장현황 및 전망

해외 장대교량 시장규모

- 해외 장대교량 준공추이를 보면 1990년대 후반에 많은 실적이 있었으나, 2010년까지 다소 줄어든 후 2011년부터 증가 예상

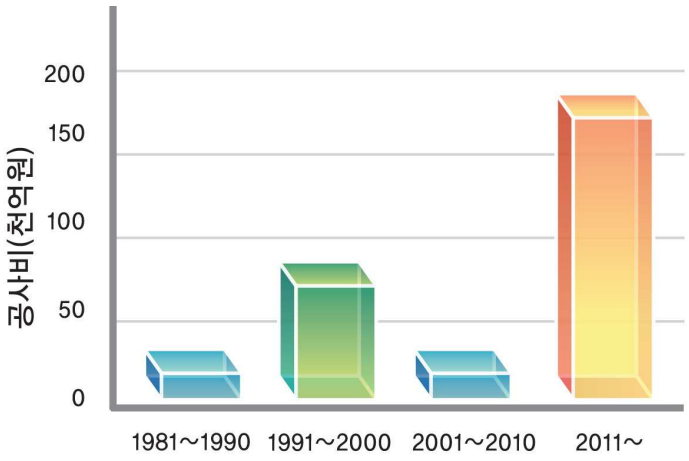
● 해외 장대교량 시장규모 변화 추이

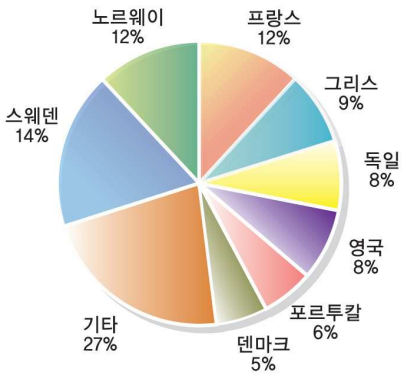


유럽 시장현황 및 전망

- 2000년 이후 장대교량의 준공실적은 감소하고 있으나, 향후 Messina교, 2nd Forth Road교, Hardanger교, Fehmarn Belt Link 등 대형 프로젝트가 계획 및 진행되고 있어 2011년 이후 사업비는 18조원 규모의 시장을 형성할 것으로 예상
- 영국, 프랑스, 독일 등 서유럽에서는 PPP(Public-Private Partnerships) 방식의 프로젝트 추진이 확산됨에 따라 Hochtief(독), Balfour Beatty(영), Bilfinger Berger(독) 등의 업체들이 적극적 참여

● 유럽 장대교량 시장규모 변화 추이 및 시장규모

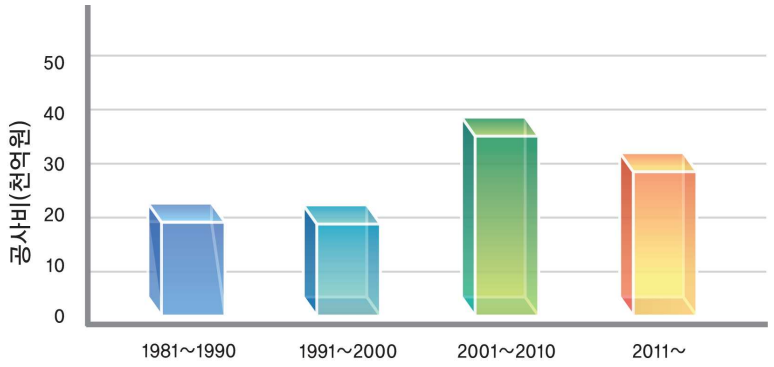




북미 시장현황 및 전망

- 장대교량 건설 시장규모가 감소 추세에 있었으나, 2011년 이후에는 다시 증가하여 3조원 규모의 시장을 형성 예상
- 북미 시장은 1900년대 초반에 건설되었던 노후 교량들을 대체하기 위한 사업이 위주인 것이 주요 특징

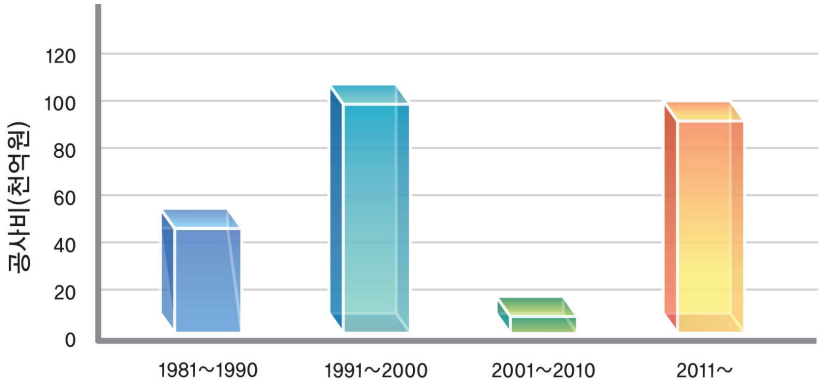
북미 장대교량 시장규모 변화 추이



일본 시장현황 및 전망

- 장대교량 건설 시장규모가 2000년대에 감소 추세에 있었으나, 2011년 이후에는 다시 증가하여 10조원 규모의 시장을 형성할 것으로 예상
- 2000년대 들어서는 Honshu-Shikoku 연결 프로젝트가 완료되고 버블경제의 붕괴로 인하여 시장규모가 급격히 감소하였으나 최근에 일본 경기가 되살아나고 있고 주경간 2,500m급인 Kitan Kaikyo교가 계획되어 있어 장대교량 시장이 다시 활성화될 것으로 판단

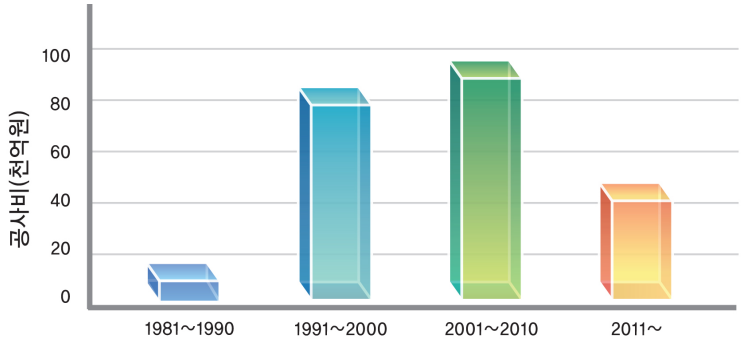
일본 장대교량 시장규모 변화 추이



중국 시장현황 및 전망

- 교통인프라 구축계획으로 1988년 이후 고속도로 건설증가로 교량 건설이 급속히 확대
- 현재 현수교로는 Xihoumen교(1,650m), 사장교로는 Sutong교(1,088m)가 최대 경간장을 기록하고 있으며 Zhousan Island-Mainland 연결 프로젝트, Shanghai Tunnel and Bridge Corridor 프로젝트, Taizhou교 등이 있음
- 2001~2010년까지의 장대교량 시장규모는 9.45조에 달하며, 2011년 이후의 시장규모는 구체적인 사업비가 나타나지 않은 장대교량 사업을 제외하였기 때문에 실제규모는 4.7조원보다 클 것으로 예상

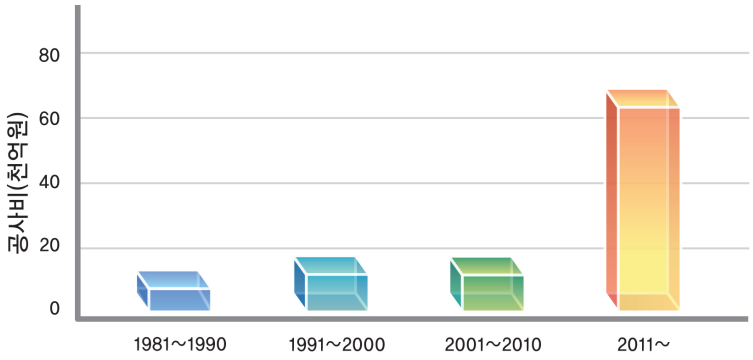
중국 장대교량 시장규모 변화 추이



동남아 시장현황 및 전망

- 2000년 이후 장대교량이 증가하기 시작하는 초기 단계이며 대부분 주경간 500m 내외의 중소규모의 장대교량임
- 2011년 이후, 인도네시아의 Sunda Strait교(주경간 3,000m), Malacca Strait교 등 다수의 교량 계획

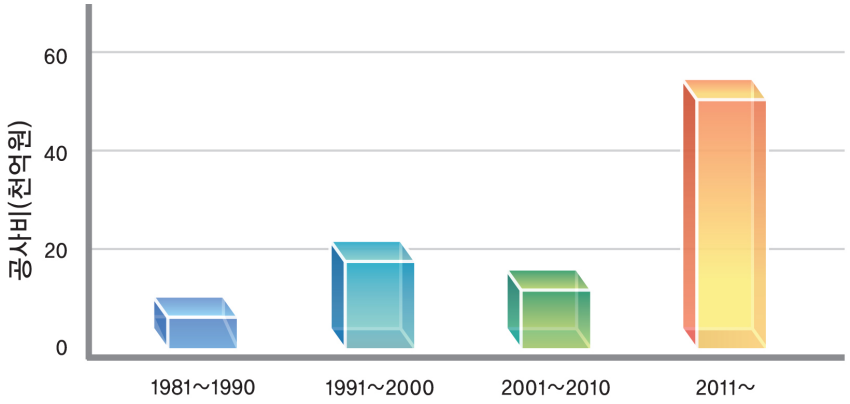
동남아 장대교량 시장규모 변화 추이



기타지역(중동, 중남미, 아프리카, 서남아시아 등) 시장현황 및 전망

- 2010년까지 장대교량의 발주는 거의 없으나, 2011년 이후에 계획된 장대교량은 5.5조원으로 예상되어 향후 주목할 필요
- 칠레의 Chacao Channel교를 포함한 브라질, 아르헨티나, 파나마 등 중남미의 장대교량 시장이 약 3.2조원으로 추정
- 중동은 오일머니를 바탕으로 Bab Al-Mandeb Strait교 등 다수의 장대교량 계획

해외 기타지역 장대교량 시장규모 변화 추이



매일경제(2008.5.8)
- -오마르 구엘레 지부티 대통령과 정상회담
- -Bab al-Mandeb Strait Br 건설사업
  "우리기업이 적극 참여 할 수 있도록 요청"

워싱턴포스트(2008.5.28)
- -알-만데브(눈물의문)사업 : 세계최대 해상교량 연결사업
- -홍해횡단 약28km / 사업비 : 20조 / 예비설계 : COWI
- -3경간 현수교 예정 / 중앙경간 2.7km, 주탑높이 400m
- -2009년초 착공예정 / 공사기간 : 12년

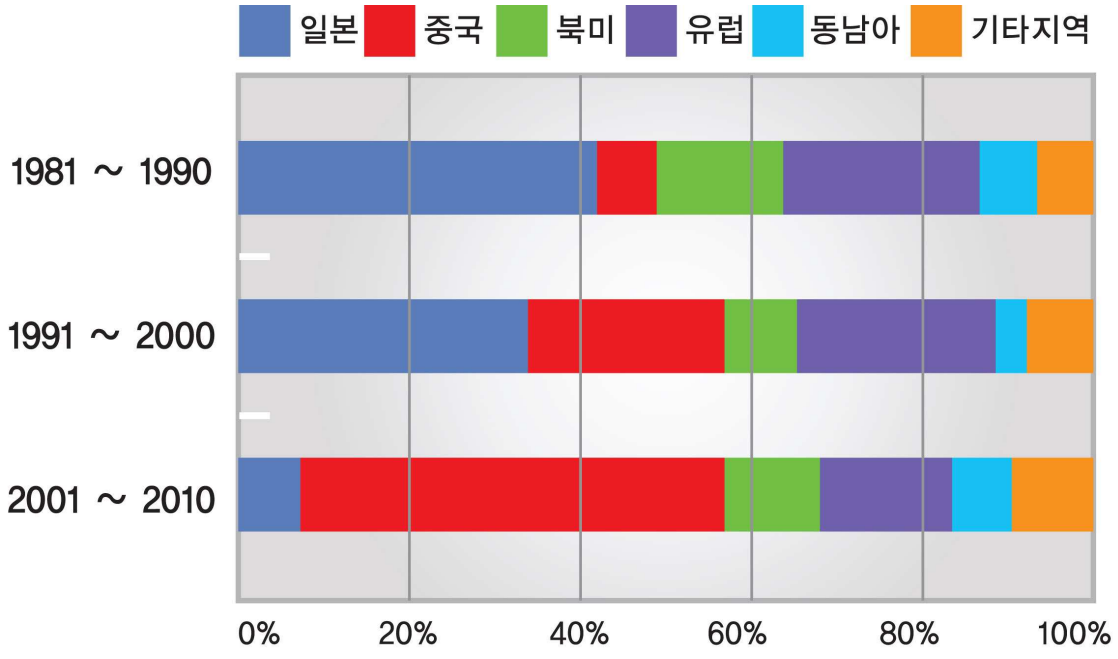
2.1.5. 장대교량 시장특징

구 분		동북아			북 미	유 럽	동남아
		한 국	일 본	중 국			
시장 규모	2001~2010년	4.4조원	1.0조원	9.5조원	3.8조원	2.8조원	1.3조원
	2011년 이후	6.7조원	10조원	4.7조원	3.2조원	17.5조원	6.6조원
주경간장 실적		1,545m	1,991m	1,650m	1,298m	1,624m	550m

장대교량 발주국가 중심이동 및 다변화

▸ 2000년 이전 일본과 유럽의 주도한 장대교량 시장은 중국의 경제발전과 인프라 구축 사업의 일환으로 최대시장으로 부상하였으며 향후 동남아, 남미, 중동등 기타지역으로 장대교량 시장이 이동할 것으로 판단

● 해외 장대교량의 발주국가별 분포



단일 프로젝트의 대형화

교량명	국가	공사착수	연장(m)		공사비 (억원)
			주경간	전체연장	
Fehmarn Belt Link	Germany, Denmark	2011	724	19,000	100,800
Hong Kong-Zhuhai-Macao br	China	2010		29,000	76,580
Bab al-Mandeb Strait Bridge	Yemen	2009	2,700	28,500	210,000
Forth Replacement Crossing	U.K	2011	650		117,600
Halogalands	Norway		1,345		1,570
New Chelas-Barreiro Bridge	Portugal	2008		28,420	30,600
Cape Fear Skyway	USA	2015		14,200	11,200
Caruthers Bridge	USA	2011			19,600
Charles W. Dean Bridge	USA	2011	460	6,850	7,910
Hardanger Bridge	Norway	2009	1,310	1,380	3,578
Mersey Gateway	UK		300	3,400	8,997
New Mississippi River Bridge	USA	2010	457	854	8,960
Oosterweelconnection	Belgium		600	1,500	45,000
Strait of Messina Bridge	Italy		3,300		79,200
Third Bosphorus Bridge	Turkey			17,000	28,000
Verige Bridge	Serbia		450	981	679
Izmit Bay Bridge	Turkey		1,688	3,300	14,000
Golden Horn Bay	Russia	2008	737		91,000
Mumbai Trans Harbor Link	India	2009	240	22,000	25,200
Metsovitikos Bridge	Greece		565		2,376
Tsing Lung Bridge	China		1,418	1,900	15,170
Persian Gulf Bridge	Iran			2,460	11,700
Chacao Channel bridge	Chile		1,100	2,635	13,020
Ohio River Bridges Project	USA	2009			35,000
Saudi-Egypt Causeway	Egypt, Saudi Arabia	2008		21,000	56,000
Reem Island Infra Package-2B	United Arab Emirates	2009		567	1,400
Halogaland(Hålogaland)	Norway		1,345		6,840
Bering Strait Bridge	Asia, North America			88,495	280,000
Strait of Gibraltar Bridge	Spain		5,000	14,000	210,000
Sunda Strait Bridge	Indonesia	2012	3,000	26,000	140,000
Malacca Strait Project	Malaysia, Indonesia			95,000	35,759
Gibraltar Bridge	Europe to Africa		5,000	14,000	210,000
Gravina Island Bridge	USA			2,300	5,572
Qiongzhou Haixia	China		2,500		13,000
Kitan Strait Bridge	Japan		2,500		26,400
Tsugaru Strait Bridge	Japan		3000 ~4000		43,200
Ho-Yo Strait Bridge	Japan		3,000		30,480
Saguenay River Bridge	Canada		1400		11,200
Sum					2,027,591

2.1.6. 장대교량분야 국내외 기관

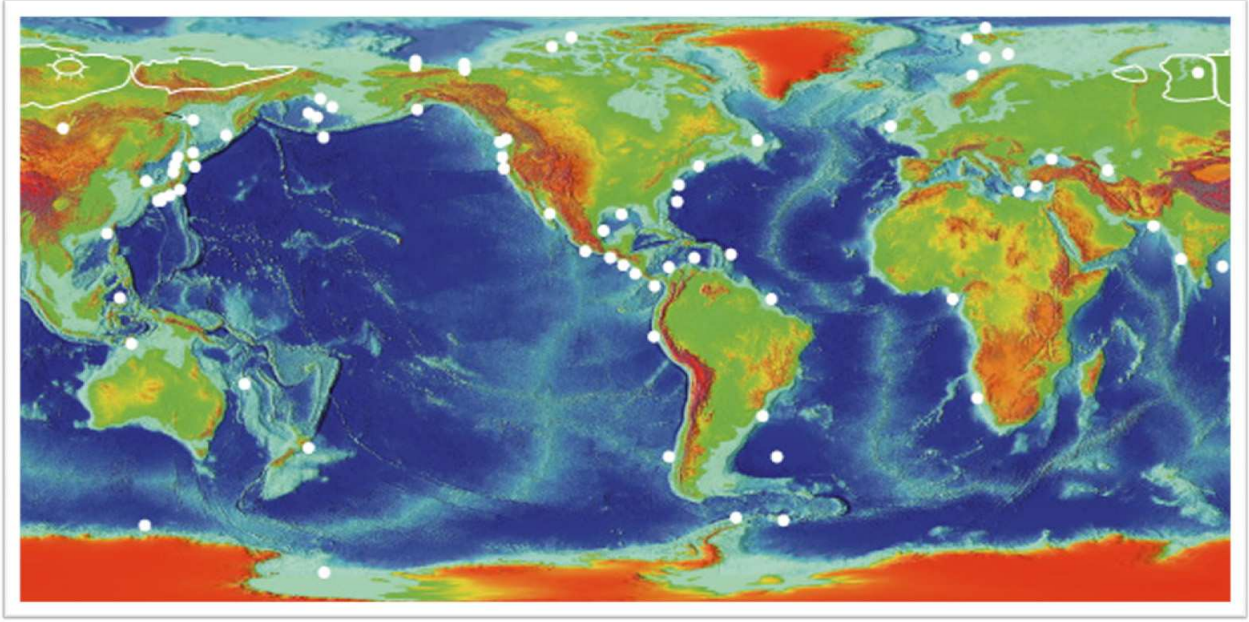
핵심설계분야

핵심기술		국내 연구진 (수행 가능)	국외 선도 기관 및 연구진
신뢰도 기반 설계 기준		• 교량핵심기술연구단	• 미국 : AASHTO(LRFD) • 유럽 : CEN(Eurocode)
개념설계		• 유신엔지니어링 • 서영엔지니어링 • 평화엔지니어링 • DM	• COWI (덴마크) • LAP (독일), • Ove Arup (영국) • Maunsel (영국) • TY Lin (미국)
내풍설계	내풍단면	• 이상기후연구단 • 내풍연구단 • TE Solution	• COWI, IBDAS :DVMFLOW 활용 • TDV : RM(현재 국내 설계사 활용)
	풍동실험	• 대형풍동실험실(전북대) • 풍동실험실(대우건설) • TE Solution	• 덴마크: DMI • 일본: PWRI, 동경대학교 • 캐나다:Ontario University
극한사건	선박충돌	• 지오센트리퓨지 실험시설 (KAIST, 대우건설 기술연구소, 수자원연구소)	• Delft 공대 (네덜란드) • UC Davis, RPI (미국)
	대형지진	• 지진공학회	• Geodynamique&Structure (프랑스, Rion Antirion교)

분야별 전문기관

분야	소 속
설 계	DM, 서영기술단, 유신코퍼레이션, 청석엔지니어링 ENVICO, 코비코리아, 다산컨설턴트,
시 공	후레시네코리아, 대우건설, 현대건설, 삼성건설, 케이블텍 대림산업, GS건설, VSL, 한국도로공사, 진성토건
유지관리	한국도로공사, 건설기술연구원, 씨티씨, 한국시설안전기술공단, 신공항하이웨이, 티엠이앤씨,이제이텍, 대림산업, 비티컨설턴트, 한국유지관리(주), 대우엔지니어링
융합	어플라이드카본나노,로보젠,한국기계연구원,전자부품연구원,전자부품연구원,RIST,기전자동화,생산기술연구원,서울벤처정보대학원
재료	한국건자재시험연구원,RIST,고려제강,FHWA,한일시멘트,건설기술연구원,포스코,RIST,대우건설, 동양메이저,POSCO선재

	영국	미국	일본	유럽	중국	한국
시공	• AMEC • Balfour Beatty PLC • Kvaerner PLC Group	• ABB Lummus Global • Bechtel Group Inc • Black & Veatch • Bovis Lend Lease • Fluor Corp • Kellegg Brown&Root • Parsons Corp • PCL enterprise Inc • Raytheon E&C(Washington Group International, Inc) • America Bridge	• Chiyoda Corp • JGG Corp • Kajima Corp • Kumagai Gumi co Ltd • Nishimatsu construction Co, Ltd • Obayashi Corp • Penta-Ocean Construction co, Ltd • Shimizu Corp • Taisei Corp • Takenaka Corp • Toyo Engng Corp • IHI Co, Ltd • Mitsubishi Heavy Industries Ltd	• Ballast Nedam Int'l Bv • Bilfinger+Berger Bau-AG • Bouygues • Dragados Group • EIFFAGE • Group GTM • HBG Hollandsche Beton Groep NV • Hochtief AG • IMPREGILO SpA • NCC • Philipp Holzmann AG • Skanska AB • Snamprogetti S.p.A. • STRABAG AG • TECHNIP France • Vinci • Walter Bau-AG • Dorman Long Eng, • Cleveland Bridge	• China State Const • China Railway Engng Corp • China Railway Construction Corp • China Civil E&C Corp • Beijing Construction Eng'g Group Co • Shanghai Constr(Group)General Co • Zhejiang Constr Investment Group Co,	• Hyundai E&C CO Ltd • SK E&C CO Ltd • Samsung Corp • Daelim E&C • Daewoo E&C • GS E&C • ---
설계	• AMEC • Balfour Beatty PLC • Halcrow Group Ltd • Kvaerner PLC Group • Mavnsell • Mott MacDonald • Ove Arup • Scott Wilson • Ws Atkins Epsom	• T.Y.Lin • ABB Lummus Global • Bechtel Group Inc • Black & Veatch • CH2M Hill Inc • Earth Tech • Fluor Corp • Jacobs Engng Group Inc • Kellogg Brown&Root • LawGibb Group, McDermott Int'l Inc • Montgomery Watson Inc • Parsons Brinckerhoff Inc • Parsons Corporation • Ston & Webster • URS • Golder Assoc Corp • Hatch Assoc Ltd • SNC-Lavalin Int'l Inc,	• JGC Corp • Nippon koei co Ltd • Pacific Consultants International Group • Toyo Engng Corp • CTL Engng Co Ltd • Nikken Sekkei Group • Chodai,	• ARCADDIS NV • Carl Bro Group A/S • COWI • DHV Group • Fugro N.V • Groupe EGIS • HOchtief AG • Jaakko Poyry Group • Lahmeyer Int'l • NEDECO • Nehtconsult • SYSTRA • TECHNIP Francem • The ERM Group • The Louis Berger Group Inc • Tractebel Engng,	• Shanghai Construction Engng Group • Chengda Engng Corp, of china • China Railway Engng Corp • China Railway Construction Corp,	• Yooshin Corp • Daewoo E&C • Seoyoung • Bns • Envico • PyongWha • Chungsuk • DM----



2.2. 실용화 및 활용전망

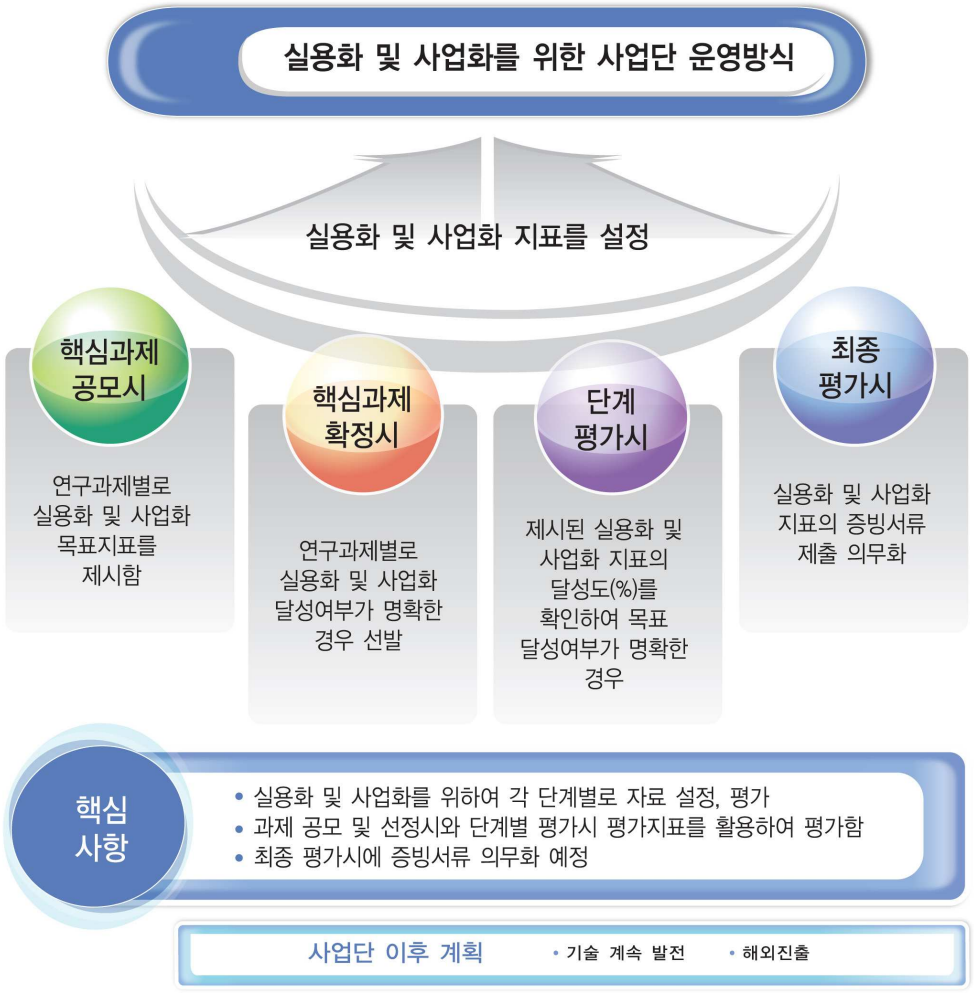
2.2.1. 실용화 및 사업화 계획

● 실용화 사업화 지표를 설정

▸ 공공성이 강한 분야는 실용화에 중점을 두어 추진하고, 상용화를 통해 지속적 발전이 기대되는 성과물은 사업화를 촉진시킬 수 있도록 추진하여, 전 과제의 선정에 있어 융 · 복합화적 전략과 발전적 성과지표를 명시 후 진행

실용화 및 사업화 운영방안

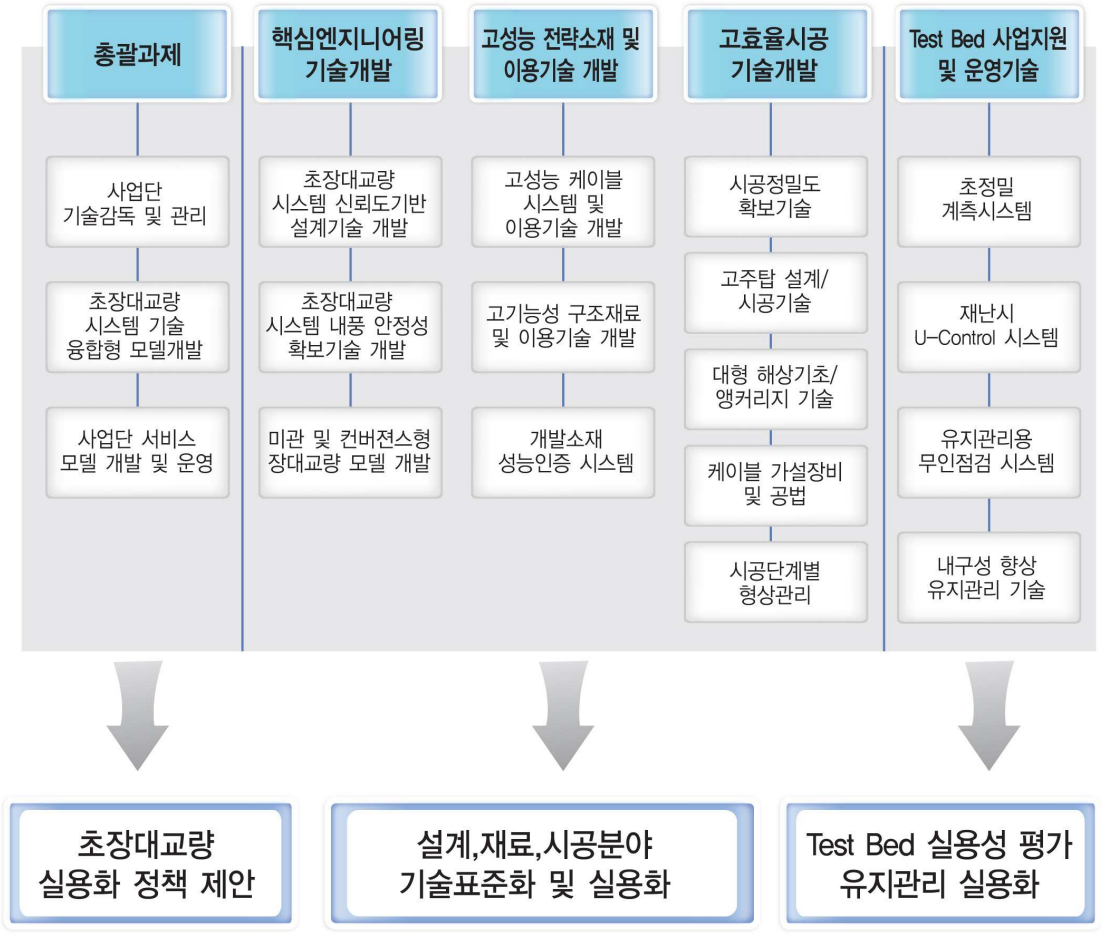
핵심과제별 실용화와 사업화 계획을 달성하기 위하여 연차별로 과제별 실용화와 사업화 지표의 달성도를 관리 감독하며, 필요시 사업단에 전담인력을 배정하여 실용화와 사업화 지원



2.2.2. 핵심(원천)기술의 국내 실용화 계획

- 실용화 전망은 5개 과제중에서 사업화 할 수 있는 세부과제를 도출하고, 실용화 정책 제안, Test Bed의 실용화 방안, 그리고 실용화를 위한 기술표준

세부과제별 실용화 전망



단계 평가시

- 4대 핵심과제를 부분별 9개 세부과제로 분류하여 진행
- 세부과제를 분석하여 사업화 가능한 상세과제 도출
- 핵심과제인 Test Bed를 포함해서 세부과제를 사업과 연계
- 사후 연계후에 사업화에 대한 총괄평가 실시

세부과제별 실용화 전망

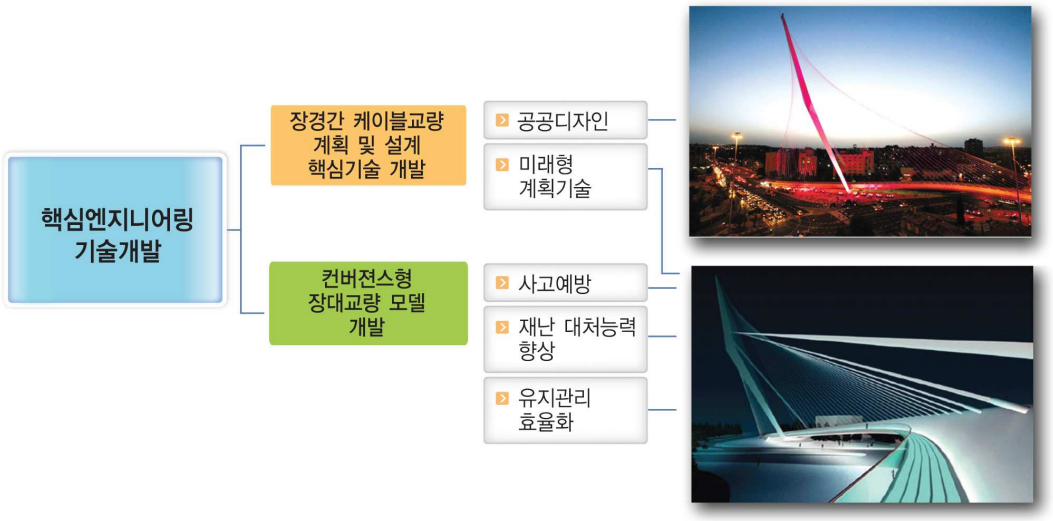
핵심과제	핵심기술	실용화전망					실용화 계획	최종사업화
		타사업활용	표준화	정책제안	TestBed	예산절감		
총괄과제	사업단 기술 감독 및 관리			○			연구기획, 지원 및 관리업무	기술적 비전 및 전략적 모델제시로 각 핵심과제들 성과물 통합
	초장대교량 시스템 기술 융합형 모델개발		○	○		○	컨셉모델 제시, 기술융합형 시스템 모델개발, 브랜드화 전략수립	
	사업단 서비스 모델 개발 및 운영		○	○			연구/교육 네트워크 센터, 대외홍보 프로그램, 전문인력 양성 프로그램	
핵심 엔지니어링 기술개발	초장대교량 시스템 신뢰도기반 설계기술 개발	○	○	○		○	장대교량(사장교, 현수교 등) 구조시스템의 최적화 기술	장대교량 건설비용을 현 수준대비 25% 절감하는 구조시스템 개발
	초장대교량 시스템 내풍 안정성 확보기술 개발	○	○	○		○	장대교량 내풍 및 내진 안정성을 확보하는 설계 기술 개발	
	미관 및 컨버전스형 장대교량 모델 개발	○		○			케이블 지지 교량의 랜드마크적 경관계획 및 경관설계 기술	
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블 시스템 및 이용기술 개발	○	○		○	○	1,870MPa이상의 사장교 또는 현수교용 고강도 케이블 개발	장대교량용 고성능 소재의 국산화를 통한 국내 Supply Chain 구축
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	○	○		○	○	케이블 교량의 행어, 탑정 새들, 스프레이 새들, 스트랜드 슈, 케이블 정착부 등의 부속장치 개발	
	개발소재 성능인증 시스템	○	○	○			고강도 케이블 및 고성능 구조재료의 성능인증 시스템 구축	
고효율 시공기술 개발	시공정밀도 확보기술		○		○	○	대형 기초 및 고주탑 구조물의 시공 정밀도 확보 기술	장대교량용 시공장비 국산화 및 공사기간 20% 단축이 가능한 공법 개발
	고주탑 설계/시공 기술	○			○	○	교량 고주탑 구조물의 설계 및 시공 기술	
	대형 해상기초/앵커리지 기술	○	○		○	○	대형 해상기초와 앵커리지의 시공 기술	
	상부구조 가설장비 및 공법	○			○	○	상부 보강형(거더)의 시공기술과 최적 가설장비 개발	
	케이블 가설장비 및 공법		○		○	○	케이블의 시공기술과 최적 가설장비 개발	
	시공단계별 형상관리		○			○	보강형(거더) 시공단계별 형상관리 기술 개발	
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	초정밀 계측 시스템	○		○		○	IT를 기반으로 하는 초정밀 시공 및 유지관리용 계측시스템 개발	장대교량 시공품질 향상 및 유지관리 자동화 시스템 구축
	재난시 U-Control 시스템	○	○		○	○	유비쿼터스 개념을 적용한 교량의 공용중 재해·재난 대비 시스템 구축	
	유지관리용 무인점검 시스템		○		○	○	교량 유지관리용 무인 점검 시스템	
	내구성 향상 유지관리 기술		○			○	교량 내구성 향상을 위한 유지관리 기술	

2.2.3. 과제별 사업화 추진계획

제1핵심과제 : 핵심 엔지니어링 기술 개발

건설분야 활용방안

▸ 장경간 케이블교량 경제적 설계기술이나 미래형 케이블교량 계획기술은 일반교량에도 합리적이면서 미적으로 우수한 설계가 가능



타산업 활용방안

▸ 미래형 케이블교량 계획기술은 경관 디자인 산업, IT 및 기계관련 산업 Energy Bridge는 해상 풍력발전 산업과 연계하여 활용 가능

제2핵심과제 : 고성능 전략소재 및 이용기술 개발

건설분야 활용방안

▸ 고성능 케이블은 일반적인 PC 거더 교량에 활용하면 케이블 절감으로 인하여 자재비 절감이 가능하며 건축물에도 활용 가능

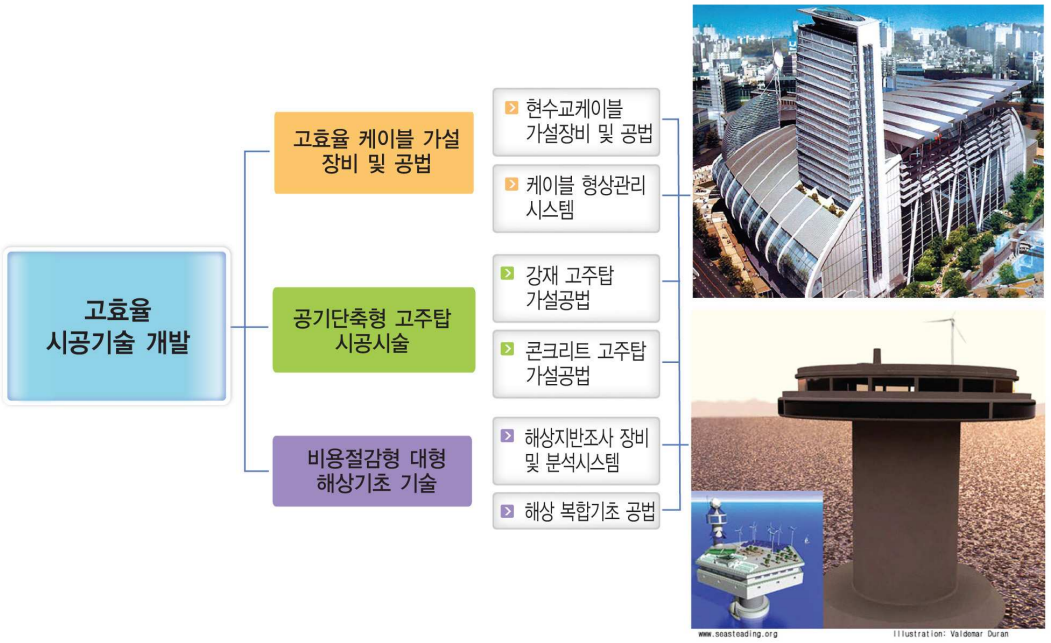
타산업 활용방안

▸ 고강도 강선 및 케이블은 일종의 피아노 선재로서 피아노 선재가 이용되는 타이어 코드, 크레인, 기계용 스프링 산업, 조선이나 해양 플랜트 산업 심해 시추선의 정박 케이블로 활용 가능하며, 요트의 돛줄 등 레저산업

제3핵심과제 : 고효율 시공기술 개발

건설분야 활용방안

▸ 현수교 케이블 가설장비 및 공법과 케이블 형상관리 시스템은 돔 구조물과 같이 케이블을 이용한 건축물, 초고층빌딩, 해상구조물에 활용가능



타산업 활용방안

▸ 현수교 케이블 가설장비 및 공법은 케이블을 이용하는 각종 기계장비 및 장치 산업, 차량, 조선, 항공 등에서 정밀 형상관리에 활용 가능

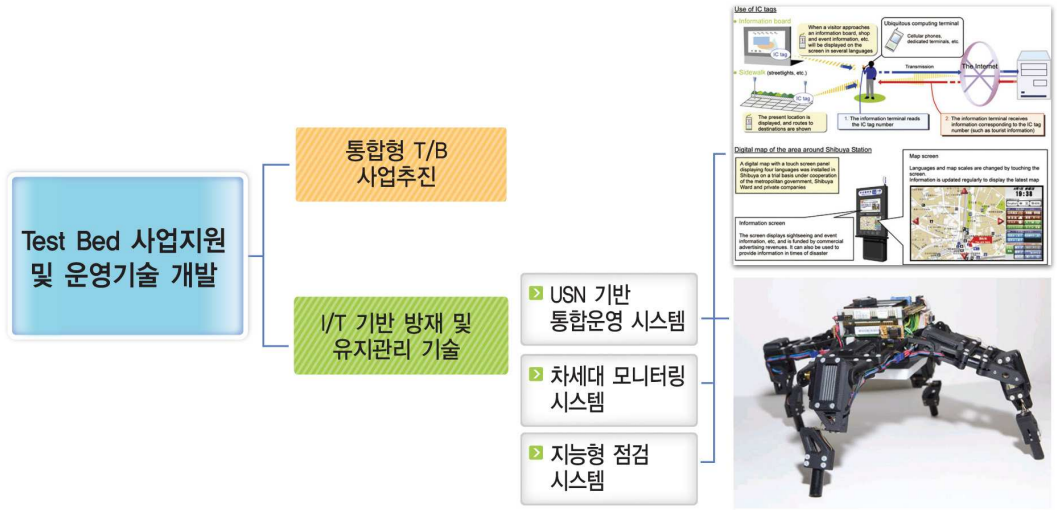
제4핵심과제 : Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발

건설분야 활용방안

- IT 기반 방재 및 유지관리 기술은 장경간 케이블교량 뿐만 아니라 일반 교량의 유지관리에도 활용 가능

타산업 활용방안

- USN 기반 통합 운영 시스템, 차세대 모니터링 시스템, 그리고 지능형 점검 시스템은 센서 및 IT 산업, 로봇 산업 등과 연계하여 활용 가능



2.2.4. 관련기술의 장기 활용전망

사회적 측면

- 고부가가치 핵심 기술 자립화를 통해 침체된 건설분야 혁신의 계기 마련
- 국내 기술집약형 기념비적 Test Bed 구축
  - ▸ 기념비적 Test Bed : 국가, 도시를 대표하는 상징구조물
    - – 미국(Golden Bridge), 일본(Akashi Bridge), 로마(Colosseo), 파리(La Tour Eiffel), 중국(만리장성)
- 공공디자인 사회추세 부응하고 다양한 시설물의 디자인 선도

기술적 측면

고성능·고강도 자재에 대한 타산업 파급효과 기대

▸ **타산업 활용방안**

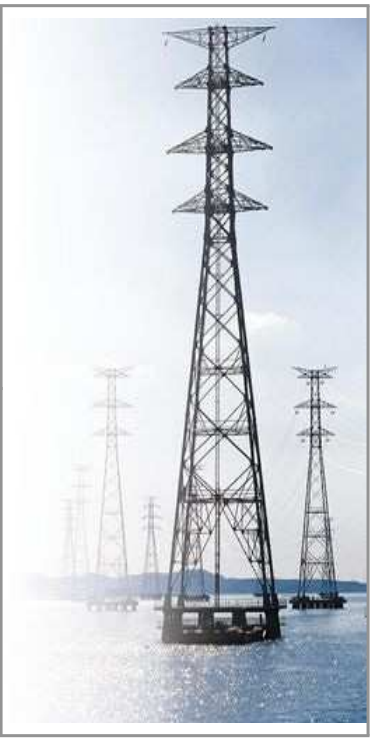
- 자동차 : 타이어 코드, 스프링, 체인
- 조선업 : 선박, 해양플랜트, 정박 케이블
- 요 트 : 돛줄, 장경간 송전탑 케이블 설치

에너지 산업분야 실용화 기술적 기여

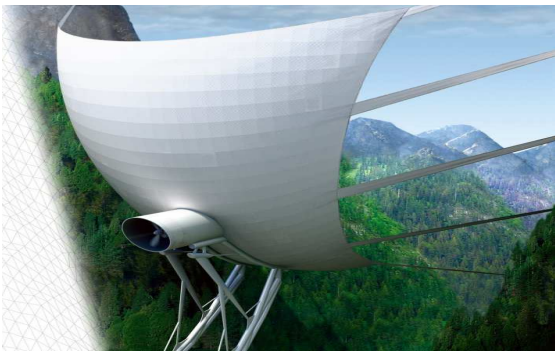
▸ **에너지**

- 해상 풍력발전 기초, 구조물 융합형 발전시스템(풍력, 태양광)

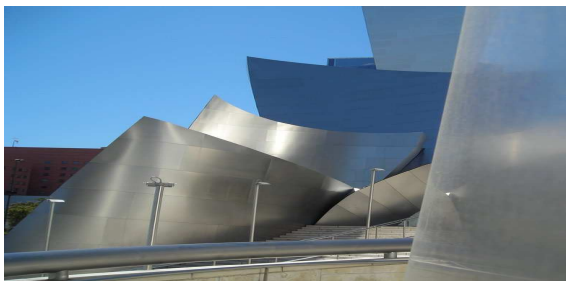
타산업 분야



에너지 분야



관련 산업



경제적 측면

- 장경간 케이블교량 설계 VE, LCC 분석기법 정립을 통한 고기능·고효율의 기술집약형 장경간 케이블교량 구현

  예) 최적설계 & IT, NT와 접목된 기술집약형 장경간 케이블교량
  - 기능향상(F↑) : 극한상태(박무, 강풍) 주행 안전성 극대화
  - 비용감소(C↓) : 단면 축소, 강재, 케이블 중량 감소, 최적설계

- 핵심기술 연구성과 현장 적용시 약 25% 공사비 절감효과
- 국내 기술 자립화를 통한 수입 대체효과
- 사업단을 통한 해외 시장 진출시 케이블 수출 및 해외공사 수주

3. 연구개발의 목표 및 내용

40th Anniversary
Korea Expressway Corporation
한국도로공사 40년

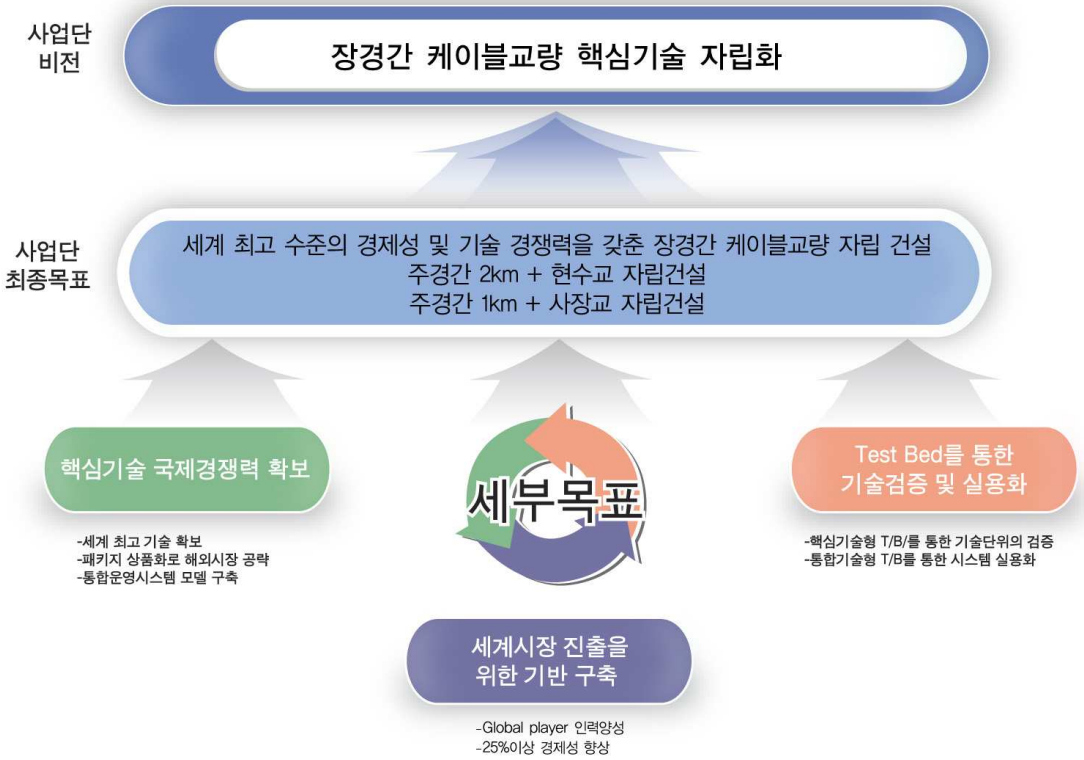
3. 연구개발의 목표 및 내용

3.1. 최종목표

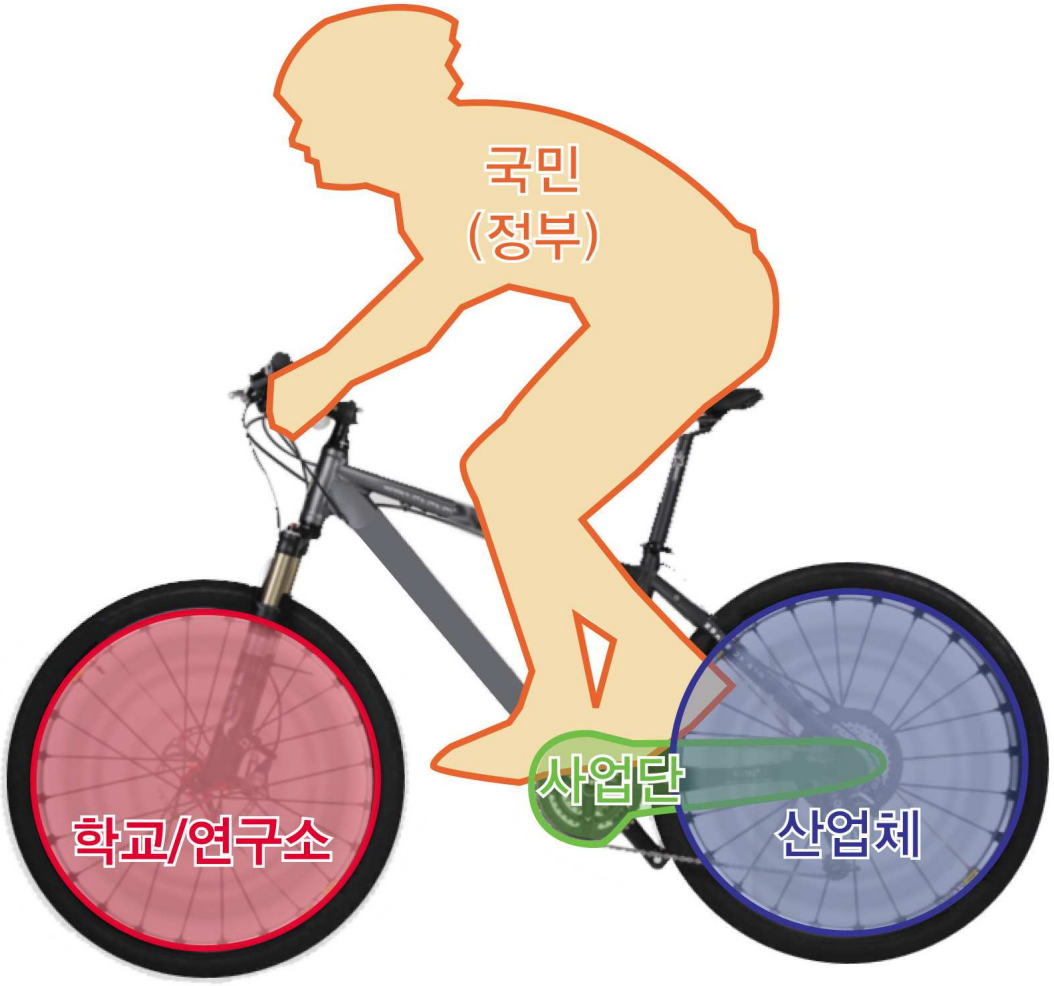
- 사업단의 최종 목표는 세계 최고 수준의 경제성 및 기술경쟁력을 갖춘 장경간 케이블교량 자립 건설기술 확보
  - 주경간 2km이상 현수교 자립건설
  - 주경간 1km이상 사장교 자립건설

- 세부목표
  - 핵심기술 국제경쟁력 확보
  - Test Bed를 통한 기술검증 및 실용화
  - 세계시장 진출을 위한 기반구축

비전 및 목표



최종목표 달성을 위한 사업단의 역할



사업단은 정부의 실용연구 정책과 예산을 동력원으로 학교 및 연구소의 원천기술 개발역량과 산업체의 사업화 역량을 양대 바퀴 삼아 장경간 케이블교량 핵심기술 자립화에 기여

목표 달성을 위한 사업단의 조건

▸ 케이블교량 관련 전문지식

- 현재 최고 수준의 기술과 미래 기술개발에 대한 정확한 예측
- 연구개발에 대한 이해와 강력한 리더 역할
- 국내외 기술교류 및 홍보

▸ Test Bed의 성공

- 실제 현장 시험시공 경험에 의한 문제점과 해결방안 도출
- 발주기관과의 교섭 및 협의
- 제도, 법, 기준 등을 개정, 개선하기 위한 대정부 협상

▸ 사업화에 대한 비전 및 전략

- 다양한 사업방식을 고려한 해외 진출 확대 전략
- 관련기업의 적극적인 참여 유도
- 사업단 종료 후에도 지속적인 Test Bed 관리 및 성과물 유지관리

▸ 강력한 리더쉽을 갖춘 조직

- 다양한 협동, 참여기관의 이해관계 조정
- 추진 공정, 연구 성과물 관리
- 산 · 학 · 연 · 관의 역할 조정 및 유기적인 관계 구축

3.2. 단계별 개발목표

- 사업단은 상세기획 결과, 총 7년의 사업기간을 아래와 같이 「핵심요소기술 개발단계」,「개별기술 검증 단계」,「Test Bed 구현단계」로 구분하여 추진
- 1,2단계에서 개발하여 검증된 핵심성과물을 3단계로 연계하여 통합 Test Bed를 구현할 수 있도록 단계별 핵심과제 일정 및 예산 조정

단계별 개발목표

연차	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
구분	1단계			2단계		3단계	
단계별 목표	핵심요소기술 개발단계			개별기술 검증단계		Test Bed 구현단계	
단계별 전략	-성공 가능성이 높은 핵심기술에 대한 집중적인 투자를 통해 성과물 도출 -핵심기술형 Test Bed 지원을 위한 제도 및 법규 개선			-패키지형 고효율, 저비용 기술 개발 -핵심 Test Bed 조기 적용에 의한 현장 적용성 검증 -국제 인증시험 인프라 조기 구축 및 정착		-발주와 계약제도 개선 및 보완에 의한 Test Bed 사업지원 -해외시장 진출을 위한 지원 시스템 도입 및 제도 개선	

사업단 핵심과제 일정 조정

- 1,2단계에서 핵심성과물을 개발하여 검증한 통합 Test Bed구현을 위한 3단계로 연계하여 사업단의 최종 성공을 지원할 수 있도록 단계별 핵심과제 일정 조정

개별 성과물 도출에서 현장 적용 및 Test Bed 구현으로 중심 이동

연차별 정부지원 예산 적정 배분

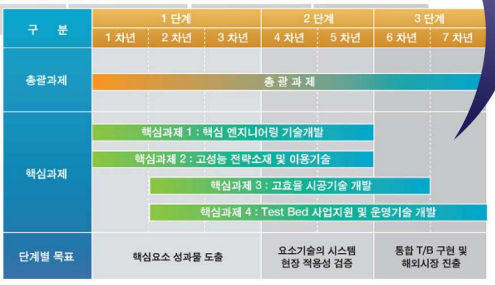
1핵심
-기존 국책 연구단결과 흡수 현장 적용성 검토
-컨버전스형 장대교량 모델 개발 기술적 성숙도 고려 발주시기 조정
- 핵심 엔지니어링 기술 통합 Test Bed지원

2핵심
-도출 성과물 현장 적용에 의한 장대교량 시스템에서의 실용성 검증
- 고기능성 구조재료의 설계 및 시공 지침을 장경간 케이블 교량 설계 기준에 반영

3핵심
-현장을 기반으로 하는 핵심과제 특성 고려
- 통합 Test Bed 지반조사 및 교량기초 설계 시공 지침 지원

4핵심
-유지관리분야 기술적 성숙도 고려
-통합 Test Bed 구현을 목표로 하는 핵심과제 특성 고려

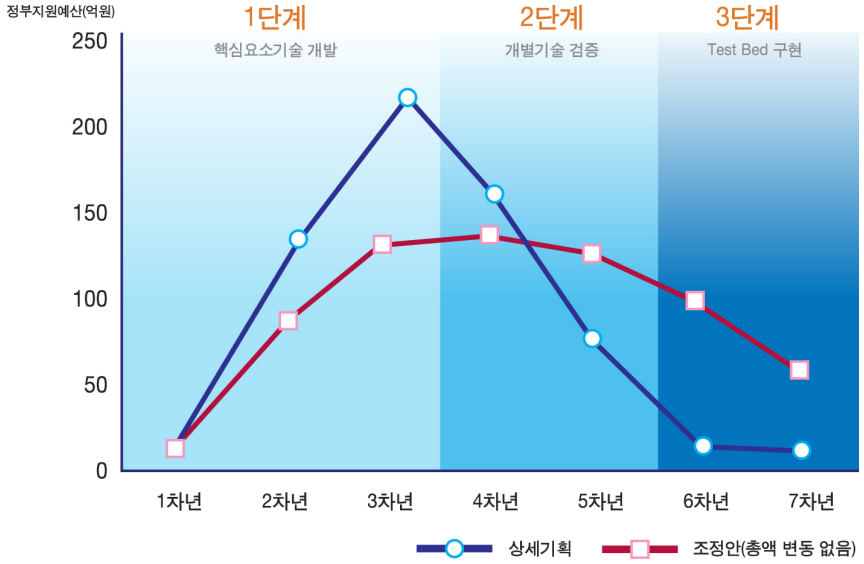
구분	1단계			2단계		3단계	
단계별 목표	핵심요소기술 개발단계			개별기술 검증단계		Test Bed 구현단계	
연차	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
총괄과제	사업단 운영 및 총괄과제						
핵심과제	핵심과제1 : 핵심 엔지니어링 기술개발						
	핵심과제2 : 고성능 전략소재 및 이용기술						
		핵심과제3 : 고효율 시공기술 개발					
		핵심과제4 : Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발					



연구기간 조정에 의한 예산 조정

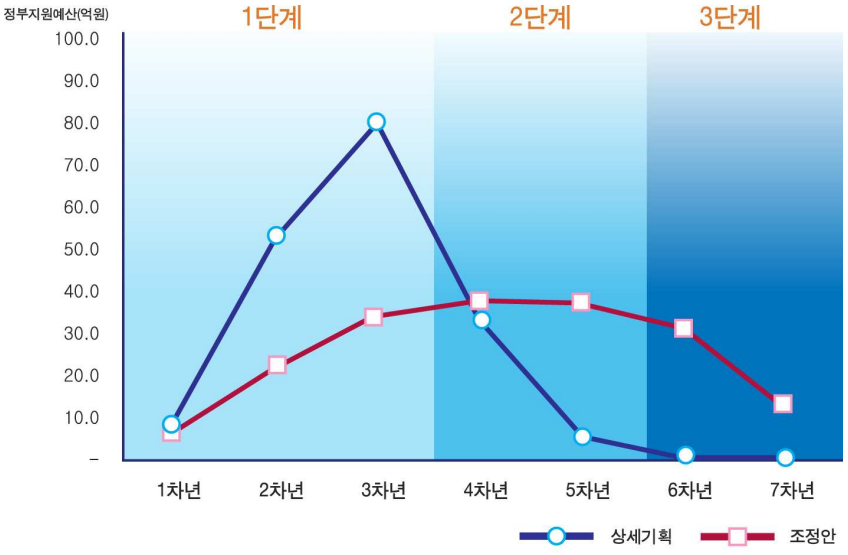
단계별 정부지원예산 조정안

- 개별성과물 도출에서 현장적용 및 Test Bed 구현으로 중심 이동
- 연차별 정부지원예산 적정 배분



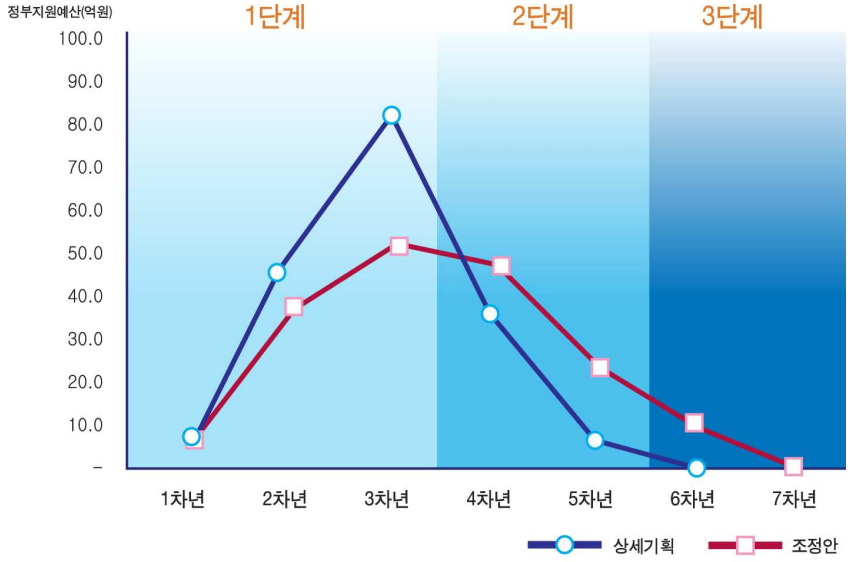
제1핵심과제 단계별 조정안

- 기존 국책연구단 결과 흡수
- 컨버전스형 장대교량 모델 개발 기술적 성숙도 고려
- 통합 Test Bed 구현 지원



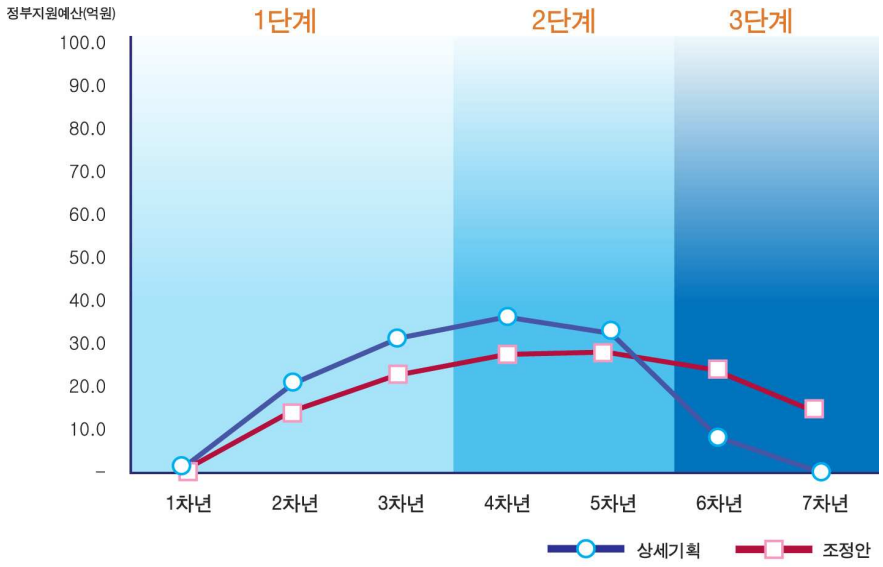
제2핵심과제 단계별 조정안

- 도출성과물 현장검증에 의한 교량시스템 부합 실용화
- 통합 Test Bed 구현 지원

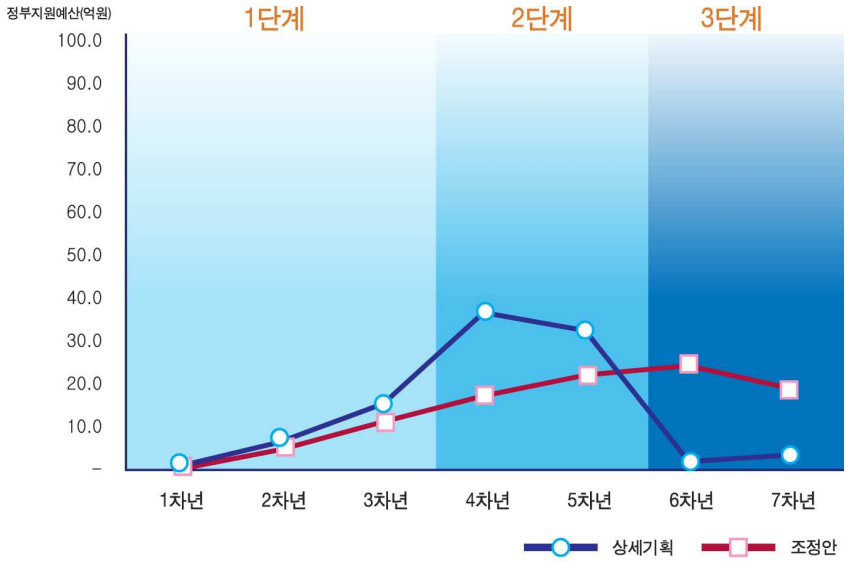


제3핵심과제 단계별 조정안

- 현장을 기반으로 하는 핵심 과제 특성 고려
- 통합 Test Bed 구현 지원



제4핵심과제 단계별 조정안



3.2.1. 1단계 개발목표

- 1단계 개발 목표는 「미래형 고부가가치 핵심기술 집중 지원에 의한 성과물 도출」
- 이를 위하여 1,2,3차년으로 구성된 1단계에서는 상세기획 단계에서 선정된 미래형 고부가가치 핵심 기술에 대하여 연구개발 역량을 집중하여 성과물 도출

1단계 – 핵심요소기술 개발단계			미래형 고부가가치 핵심기술
핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	신뢰도기반 설계기준 완성본 극한사건 시뮬레이션 원천기술 확보
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	전산유동장 해석 프로그램 시제품 개발 현수교 및 사장교 완성계 안정화 시스템
		미래형 장경간 케이블교량 계획기술	미학적 계획기술 지침
	컨버전스형 장대교량 모델 개발	Intelligent Safety Bridge 모델 개발	지능형 안개저감시스템 영상기반 노면 결빙 측정 시스템
		Energy Bridge 모델	장경간 케이블교량 장착 태양광 발전시스템 장경간 케이블교량 장착 풍력 발전시스템
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발	고강도/대직경 강선 개발	Φ6mm 인장강도 2,060MPa급 고강도 강선
		고강도 강선 적용 현수교 케이블 시스템 개발	컴팩트형 케이블 정착 구조
		고강도 강선 적용 사장교 케이블 시스템 개발	고강도 강선 사장교 케이블
		고성능 케이블 적용기술 개발	고성능 케이블 성능규격 고성능 케이블 설계 기준
		케이블 성능인증시스템 개발	케이블 시험 규격 및 인증 체계
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	복합성능 콘크리트 수화열 제어용 초저발열 콘크리트
		경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발	800MPa급 고강도 강재 800MPa급 고내후성 강재 대구경 고강도 볼트
		고기능성 구조재료 적용기술	고기능성 구조재료 성능규격

1단계 – 핵심요소기술 개발단계			미래형 고부가가치 핵심기술
고효율 시공기술 개발	고효율 케이블 가설장비 및 공법개발	현수교 케이블 가설장비/공법	현수교 케이블 가설 장비 시제품 메인 케이블 온도 측정장치 시제품
		케이블 형상관리시스템 개발	케이블 sag 측정시스템 시제품 케이블 장력 제어시스템 시제품 케이블 시공오차 관리시스템 시제품
	공기단축형 고주탑 시공기술개발	강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	강재 고주탑 가설 공법 및 장비 설계도
		콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	콘크리트 고주탑 가설 공법 및 장비 설계도
	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	해저 지반조사 장비 및 분석시스템 개발	해저 착저형 지반조사 장비 시제품 설계지반정수 분석시스템
		대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 개발	해상지반 지지력 예측 시뮬레이션 기법 및 프로그램 해상지반 침하량 예측 시뮬레이션 기법 및 프로그램
		고효율 복합기초 공법 개발	연약지반 및 대수심용 복합기초 공법 내진보강형 복합기초 공법
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 추진	Test Bed 후보지 발굴 및 타당성 평가	Test Bed 사업 후보지(3개소 이상) 예비 타당성 평가 보고서
		Test Bed prototype 설계	신뢰도기반 설계기준 검토서
	IT기반 방재 및 유지관리 기술	USN기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템 개발	장경간 케이블 교량 U재난관리 알고리즘 위험도 기반 유지관리기법
		케이블교량 모니터링 기술 개발	GNSS 활용 케이블교량 관리알고리즘 영상기반 변위감지알고리즘 주케이블 결함진단기법
		지능형 점검 시스템 개발	행어 점검 기법 사장재 점검 기법

3.2.2. 2단계 개발목표

- 2단계 개발 목표는 「1단계 개발 기술의 검증 및 현장을 기반으로 하는 기술 개발」
- 4, 5차년도로 구성된 2단계에서는 1단계에서 개발된 기술을 Test Bed 등을 통하여 검증하고, 현장을 기반으로 하는 요소기술을 개발하는 단계
- 2단계 검증 결과를 지속적으로 반영하여 성공적인 연구 결과 도출 유도

2단계 - 개별기술 검증 및 현장기반 기술개발 단계			현장 또는 시장검증 기술
핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	신뢰도 기반 설계기준 수립 위험도 확률 기반 설계법 Prototype 교량(현수교1. 사장교1)설계
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	전산유동장 해석프로그램 완성품 현수교 및 사장교 가설계 안정화 시스템 Prototype 교량(현수교,사장교 각1) 단면 개발
		미래형 장경간 케이블교량 계획기술	미학적 계획기술 적용 사례 신형식/신소재 적용 구조시스템 모델 현수교+ ISB + Energy Bridge 컨셉
	컨버전스형 장대교량 모델 개발	Intelligent Safety Bridge(ISB)모델 개발	상용화 안개저감시스템 상용화 노면 결빙 측정 시스템 ISB-Pole 안전시스템 시제품
		Energy Bridge 모델	태양광 발전시스템 시제품 풍력 발전시스템 시제품 발전기 제어시스템
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발	고강도/대직경 강선 개발	Φ7mm 인장강도 1,960MPa급 고강도 강선 고내부식성 강선 도금 기술
		고강도 강선 적용 현수교 케이블 시스템 개발	제습용 송기시스템 메인케이블 방식 시스템
		고강도 강선 적용 사장교 케이블 시스템 개발	고강도 강선 사장교 케이블 정착 시스템 사장교 케이블 방식재료
		고성능 케이블 적용기술 개발	고성능 케이블 제작, 가설 기준
		케이블 성능인증시스템 개발	케이블 성능인증 시스템
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	FRP 케이블 Pilot 제품 FRP 케이블 정착구 Pilot 제품
		경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발	복합성능 콘크리트 타설 시스템 수화열 제어용 초저발열 콘크리트 현장타설기술 고주탑 시공용 콘크리트
		박층 교면포장재료	박층 교면 포장재료
		고기능성 구조재료 적용기술	800MPa급 고강도 용접재료 800MPa급 고내후성 용접재료 대구경 고강도볼트 연결상세

2단계 - 개별기술 검증 및 현장기반 기술개발 단계			현장 또는 시장검증 기술
고효율 시공 기술 개발	고효율 케이블 가설장비 및 공법개발	현수교 케이블 가설장비/공법	가설 장비 현장 검증, 보완 제품 온도 측정 시스템 현장 검증 및 상용화 볼트 장력 측정 시스템 시제품, 현장검증
		케이블 형상관리시스템 개발	상용화 케이블 sag 측정시스템 상용화 케이블 장력 제어시스템 상용화 케이블 시공오차 관리시스템
	공기단축형 고주탑 시공기술개발	강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	강재 고주탑 가설 장비 시제품
		콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	콘크리트 고주탑 가설 장비 시제품 연직정밀도 관리시스템 시제품
	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	해저 지반조사 장비 및 분석시스템 개발	지반조사 장비 현장 검정, 보완 제품 신뢰도기반 현장 적용 분석시스템 검증
		대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 개발	해상지반 지지력 산정 기법 해상지반 침하량 예측 기법 대용량 현장 지지력 평가/ 시공상태 확인 시스템
		고효율 복합기초 공법 개발	복합기초 설계 지침 동적 대변위 지반 거동 예측 시스템
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 추진	Test Bed 후보지 발굴 및 타당성 평가	최종 Test Bed 교량 타당성 평가 보고서 Test Bed 제안서
		Test Bed prototype 설계	Test Bed 후보지(3개소) prototype 설계성과품
		Test Bed 사업 발주 및 관리	Test Bed 사업 제안정보요청서(RFI) Test Bed 사업 입찰안내서(RFP)
		장경간 케이블교량 사업평가기술	장경간 케이블교량 RM 지침서 및 Tool 장경간 케이블교량 VM/LCC 지침서 및 분석 Tool
	IT기반 방재 및 유지관리 기술	USN기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템 개발	장경간 케이블교량 U 재난관리시스템 케이블교량 유지관리 매뉴얼 차세대 지능형 운영시스템
		케이블교량 모니터링 기술 개발	GNSS 활용 장대교량 관리시스템 영상기반 케이블 진동감지시스템 현수교 주케이블 결함진단시스템
		지능형 점검 시스템 개발	현수교 행어 점검로봇시스템 사장교 케이블 점검로봇시스템 유비쿼터스 점검시스템

3.2.3. 3단계 개발목표

- 3단계 개발 목표는 「장경간 케이블교량 Test Bed 구현」
- 6, 7차년도로 구성된 3단계에서는 1,2단계에서 개발된 기술을 기반으로 하는 통합형 Test Bed 구현
- 3단계 최종 성과품은 통합형 Test Bed에 대한 사업추진

3단계 – 통합형 Test Bed 구현 단계			장경간 케이블교량 Test Bed 구현 자립기술
핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	고성능 재료(2핵심), 시공법(3핵심) 개발 반영 개정 통합 Test Bed 극한사건 설계 통합 Test Bed 설계변경 지침
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	통합 Test Bed 통한 검증
		미래형 장경간 케이블교량 계획기술	통합 Test Bed 구조시스템 적용 지침 사장교 + ISB + Energy Bridge 컨셉
	컨버전스형 장대교량 모델 개발	Intelligent Safety Bridge 모델 개발	상용화 ISB-Pole 안전시스템
		Energy Bridge 모델	상용화 케이블교량용 태양광/풍력 발전시스템
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	FRP 케이블 성능 규격
		경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발	고주탑 시공 시스템

3단계 – 통합형 Test Bed 구현 단계			장경간 케이블교량 Test Bed 구현 자립기술
고효율 시공 기술 개발	고효율 케이블 가설장비 및 공법개발	현수교 케이블 가설장비/공법	상용화 가설 장비 상용화 볼트 장력 측정 시스템
	공기단축형 고주탑 시공기술개발	강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	강주탑 가설 장비 업그레이드, 상용화
		콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	콘크리트 고주탑 가설 장비 업그레이드, 상용화 상용화 연직정밀도 관리시스템
	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	해저 지반조사 장비 및 분석시스템 개발	통합 Test Bed 설계지반정수
		대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 개발	통합 Test Bed 교량기초 지지력 예측 통합 Test Bed 교량기초 침하량 예측 대용량 지지력 평가/시공상태 확인시스템 현장검증
		고효율 복합기초 공법 개발	통합 Test Bed 교량기초 공법 통합 Test Bed 교량기초 내진설계
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 추진	Test Bed 후보지 발굴 및 타당성 평가	Test Bed 실행 협약서
		Test Bedprototype 설계	Test Bed 사업교량 설계변경 성과품
		Test Bed 사업 발주 및 관리	Test Bed 사업용 설계/공사 시방서
		장경간 케이블교량 사업평가기술	통합 Test Bed RM 보고서 통합 Test Bed VM/LCC 보고서
	IT기반 방재 및 유지관리 기술	USN기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템 개발	통합 Test Bed 운영시스템 모델
		케이블교량 모니터링 기술 개발	통합 Test Bed 모니터링 모델
		지능형 점검 시스템 개발	통합 Test Bed 지능형 점검 모델

3.3. 단계별 연차계획 개발내용 및 개발범위

3.3.1. 1단계 연차계획

1차년도

개발목표

- 장경간 케이블교량 핵심 설계기술 개발
- 고성능 전략소재 개발

개발내용 및 개발범위

핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	• 신뢰도기반 설계지침 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	• 전산유동장 해석 프로그램 개발 • 현수교 및 사장교 완성계 및 안정화 시스템 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발	고강도/대직경 강선 개발	• Φ6mm 인장강도 2,060MPa급 고강도 강선 제조법	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고성능 케이블 적용기술 개발	• 고성능 케이블 성능규격안	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	케이블 성능인증시스템 개발	• 케이블 시험 기준 및 방법 제시	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	• 복합성능 콘크리트 제조기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발	• 800MPa급 고강도 강재 제조기술 • 800MPa급 고내후성 강재 제조기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차

달성목표 평가를 위한 평가지표

- 기술 및 제품 개발 정도
- 규격, 기준 수립 정도
- 인증체계 구축 정도

2차년도

개발목표

- 장경간 케이블교량 핵심 설계 원천기술 확보
- 고성능 케이블 시스템 및 고기능성 구조재료 성과물 도출
- 대형 해상기초 기술 개발
- 장경간 케이블교량 방재 및 유지관리 알고리즘 개발

개발내용 및 개발범위

핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	• 신뢰도 기반 장경간 케이블 교량 설계 지침 개발 • 선박충돌 대응 설계기술 –시뮬레이션 원천기술 확보	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	• 전산유동장 해석 프로그램 개발 • 현수교 및 사장교 완성계 및 가설 안정화 시스템 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		미래형 장경간 케이블교량 계획기술	• 케이블 교량의 미학적 계획 기술 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발	고강도/대직경 강선 개발	• Φ6mm, 2,060MPa급 고강도 강선 시제품 • Φ7mm, 1,960MPa급 고강도 강선 제조법	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고강도 강선 적용 현수교 케이블 시스템 개발	• 주케이블 정착구조 컴팩트화 방안	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고강도 강선 적용 사장교 케이블 시스템 개발	• Φ5mm, 2,160MPa, Φ7mm, 1,960MPa급 사장교 케이블 시제품	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고성능 케이블 적용기술 개발	• 고성능 케이블 성능규격 제정 • 고성능 케이블 설계 기준안	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		케이블 성능인증시스템 개발	• 고성능 케이블 시험규격	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	• 복합성능 콘크리트 시제품 • 초저발열 콘크리트 제조기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발	• 800MPa급 고강도 강재 시제품 • 800MPa급 고내후성 강재 시제품 • 대구경 고강도 볼트 접합기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고기능성 구조재료 적용기술	• 구조재료 성능시험 기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차

고효율 시공 기술 개발	고효율 케이블 가설장비 및 공법개발	현수교 케이블 가설장비/공법	• 고강도 강선 가설기술	1차 **2차** 3차 4차 5차 6차 7차
	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	해저 지반조사 장비 및 분석시스템 개발	• 해저 착저형 지반조사 장비 개발	1차 **2차** 3차 4차 5차 6차 7차
		대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 개발	• 해상지반 연직/횡방향/인발 지지력 예측기법 개발 • 침하량 예측 기법 개발	1차 **2차** 3차 4차 5차 6차 7차
		고효율 복합기초 공법 개발	• 연약지반용 복합기초 공법 개발	1차 **2차** 3차 4차 5차 6차 7차
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 추진	Test Bed 사업 후보지 발굴 및 예비 타당성 평가	• Test Bed 사업 후보지 발굴 및 예비 타당성 평가 • Test Bed 제도/법령 개선	1차 **2차** 3차 4차 5차 6차 7차
	IT기반 방재 및 유지관리 기술	USN기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템 개발	• 장경간 케이블 교량 U 재난 관리 알고리즘 개발	1차 **2차** 3차 4차 5차 6차 7차
		케이블교량 모니터링 기술 개발	• GNSS 활용 케이블교량 관리 알고리즘 개발	1차 **2차** 3차 4차 5차 6차 7차

달성목표 평가를 위한 평가지표

- 기술 및 제품 개발 정도
- 규격, 기준 수립 정도
- 인증체계 구축 정도

3차년도

개발목표

- 장경간 케이블교량 계획 및 신뢰도기반 설계지침 완성
- 고성능, 고기능성 재료 현장 검증과 성능 규격 및 시험기준 수립
- 고주탑, 해상기초 시공장비 개발
- 장경간 케이블교량 점검 및 모니터링 기술 개발

개발내용 및 개발범위

핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	• 신뢰도기반 설계지침 완성 • 지진 대응 설계기술 – 시뮬레이션 원천기술 확보 • Prototype 설계 모델 결정	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	• 전산유동장 해석 프로그램 개발 시제품 완료 • 현수교 및 사장교 완성계 및 가설 안정화 시스템 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		미래형 장경간 케이블교량 계획기술	• 케이블 교량의 미학적 계획기술 지침	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	컨버전스형 장대교량 모델 개발	Intelligent Safety Bridge 모델 개발	• 지능형 안개저감시스템 개발 • 영상기반 노면 결빙 측정 시스템 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		Energy Bridge 모델	• 케이블교량 설치용 태양광 발전시스템 개발 • 케이블교량 설치용 장착 풍력 발전시스템 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발	고강도/대직경 강선 개발	• Φ6mm, 2,060MPa급 고강도 강선 상용품 • Φ7mm, 1,960MPa급 고강도 강선 시제품 • 내부식 향상 기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고강도 강선 적용 현수교 케이블 시스템 개발	• 컴팩트형 케이블 정착구조 설계기술 • 송기시스템 설계기술 • 방식시스템 설계기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고강도 강선 적용 사장교 케이블 시스템 개발	• Φ5mm, 2,160MPa, Φ7mm, 1,960MPa급 사장교 케이블 상용품 • 사장교 케이블 방식기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고성능 케이블 적용기술 개발	• 고성능 케이블 설계기준 제정 • 고성능 케이블 제작/가설기준안	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		케이블 성능인증시스템 개발	• 고성능 케이블 인증체계 구축 • 성능인증을 위한 개별 시스템 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		사장교용 FRP케이블시스템 개발	• 고강도 FRP 제조기술 • FRP 케이블 정착구 제조기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	• 복합성능 콘크리트 제품 • 초저발열 콘크리트 시제품 • 고압송 콘크리트 제조기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차

고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발	• 800MPa급 고강도 강재 상용품 • 800MPa급 고내후성 강재 상용품 • 대구경 고강도 볼트 접합 시험	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		박층 교면포장재료	• 40mm이하 박층 교면포장 기술	3차
		고기능성 구조재료 적용기술	• 고기능성 구조재료 성능규격안	2차 3차
고효율 시공 기술 개발	고효율 케이블 가설장비 및 공법개발	현수교 케이블 가설장비/공법	• 고강도 강선 가설장비 시제품 • 주케이블 온도 측정 시제품	2차 3차
	공기단축형 고주탑 시공기술개발	강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	• 대블럭 강주탑 제작, 가설기술	3차
		콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	• 콘트리트주탑 가설기술	3차
	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	해저 지반조사 장비 및 분석시스템 개발	• 해저 착저형 지반조사 장비 시제품 • 설계지반정수 분석시스템 개발	2차 3차
		대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 개발	• 해상지반 지지력 예측기법 시뮬레이션 • 해상지반 침하량 예측 기법 시뮬레이션	2차 3차
		고효율 복합기초 공법 개발	• 대수심용 복합기초 공법 개발 • 내진보강형 복합기초 공법	2차 3차
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 추진	Test Bed 후보지 발굴 및 타당성 평가	• Test Bed 사업 후보지 발굴 및 예비 타당성 평가	2차 3차
		Test Bed prototype 설계	• Test Bed 후보지 prototype 설계 성과품	3차
	IT기반 방재 및 유지관리 기술	USN기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템 개발	• 차세대 구조 건전도 모니터링 시스템 알고리즘 개발 • 위험도 기반 유지관리기법 개발	2차 3차
		케이블교량 모니터링 기술 개발	• GNSS 활용 케이블교량 관리 알고리즘 개발 • 영상기반 변위 감지 알고리즘 개발 • 현수교 주케이블 손상 및 열화 진단 기법 개발	2차 3차
		지능형 점검 시스템 개발	• 행어 점검 기법 개발 • 사장재 점검 기법 개발	3차

달성목표 평가를 위한 평가지표

- 기술 및 제품 개발 정도
- 규격, 기준 수립 정도
- 인증체계 구축 정도

3.3.2. 2단계 연차계획

1차년도

개발목표

- 컨버전스형 장대교량 모델 개발
- 고성능, 고기능성 재료 사용화와 이용기술 정립
- 고주탑, 해상기초 공법 개발
- 통합형 Test Bed 후보지 Prototype 설계

개발내용 및 개발범위

핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	• 신뢰도 기반 설계기준 수립 • 위험도 확률 기반 극한사건 대응 설계기술 • Prototype 현수교 설계	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	• 전산유동장 해석프로그램 검증 • 현수교 및 사장교 가설계 안정화 시스템 검증 • Prototype 현수교 내풍 단면 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		미래형 장경간 케이블교량 계획기술	• 미학적 계획기술 현장 적용 • 신형식 상/하부구조 적용 구조시스템 모델	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	컨버전스형 장대교량 모델 개발	Intelligent Safety Bridge 모델 개발	• 지능형 안개저감시스템 현장 적용 검증 • 영상기반 노면 결빙 측정시스템 현장 적용 검증 • ISB-Pole 안전시스템 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		Energy Bridge 모델	• 케이블교량 설치용 태양광 발전시스템 현장 적용 검증 • 케이블교량 설치용 풍력 발전시스템 현장 적용 검증	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발	고강도/대직경 강선 개발	• Φ7mm, 1,960MPa급 고강도 강선 상용품 • 고강도 강선 내식 도금 기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고강도 강선 적용 현수교 케이블 시스템 개발	• 컴팩트형 케이블 정착구조 • 제습용 송기시스템 • 주케이블 방식시스템	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고강도 강선 적용 사장교 케이블 시스템 개발	• Φ5mm, 2,160MPa, Φ7mm, 1,960MPa급 사장교 케이블 소켓	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고성능 케이블 적용기술 개발	• 고성능 케이블 제작/가설 기준 제정	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		케이블 성능인증시스템 개발	• 케이블 성능인증 시스템 구축	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		사장교용 FRP케이블시스템 개발	• 고강도 FRP 케이블 개발 • FRP 케이블 정착구 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	• 복합성능 콘크리트 타설기술 • 초저발열 콘크리트 제품 • 400m 고압송 콘크리트 시제품	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발	• 800MPa급 고강도 용접재료 • 800MPa급 고내후성 용접재료 • 대구경 고강도 볼트 접합 기준	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차

고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	박층 교면포장재료	• 40mm이하 박층 교면포장 재료 시제품	1차 2차 **3차** **4차** 5차 6차 7차
		고기능성 구조재료 적용기술	• 고기능성 구조재료 성능규격 • 고기능성 구조재료 설계 및 시공기준안	1차 **2차** **3차** **4차** 5차 6차 7차
고효율 시공 기술 개발	고효율 케이블 가설장비 및 공법개발	현수교 케이블 가설장비/공법	• 고강도 케이블 시제품 검증 • 주케이블 온도 측정장치 검증 • 볼트 장력 측정 기술	1차 **2차** **3차** **4차** 5차 6차 7차
		케이블 형상관리시스템 개발	• 케이블 sag 측정시스템 검증 • 케이블 장력 제어시스템 검증 • 시공오차 관리시스템 검증	1차 2차 3차 **4차** 5차 6차 7차
	공기단축형 고주탑 시공기술개발	강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	• 대블럭 강주탑 연결기술 및 용접장비 개발	1차 2차 **3차** **4차** 5차 6차 7차
		콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	• 콘크리트 고속압송 기술 • 정밀측량 및 시공관리 기술	1차 2차 **3차** **4차** 5차 6차 7차
	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	해저 지반조사 장비 및 분석시스템 개발	• 해저 착저형 지반조사 장비 현장 검정, 보완 • 설계지반정수 분석시스템 개발	1차 **2차** **3차** **4차** 5차 6차 7차
		대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 개발	• 해상지반 지지력 예측 프로그램 개발 • 해상지반 침하량 예측 프로그램 개발 • 대용량 현장 지지력 및 시공상태 확인 시스템 개발	1차 **2차** **3차** **4차** 5차 6차 7차
		고효율 복합기초 공법 개발	• 연약지반용 복합기초 공법 시뮬레이션 검증 • 내진보강형 복합기초 시뮬레이션	1차 **2차** **3차** **4차** 5차 6차 7차
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 추진	Test Bed 후보지 발굴 및 타당성 평가	• Test Bed 사업 후보지 예비 타당성 평가	1차 **2차** **3차** **4차** 5차 6차 7차
		Test Bed prototype 설계	• Test Bed 후보지 prototype 설계성과품	1차 2차 **3차** **4차** 5차 6차 7차
		Test Bed 사업 발주 및 관리	• Test Bed 사업 제안정보요청서(RFI)	1차 2차 3차 **4차** 5차 6차 7차
	IT기반 방재 및 유지관리 기술	USN기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템 개발	• 장경간 케이블교량 U 재난관리시스템 • 차세대 교량 유지관리 알고리즘 개발 • 차세대 지능형운영시스템	1차 **2차** **3차** **4차** 5차 6차 7차
		케이블교량 모니터링 기술 개발	• GNSS 활용 장대교량 관리시스템 • 사장교 영상기반 케이블 진동감지시스템 개발 • 현수교 주케이블 결함진단시스템 개발	1차 **2차** **3차** **4차** 5차 6차 7차
		지능형 점검 시스템 개발	• 현수교 행어 점검로봇시스템 개발 • 사장교 케이블 점검로봇시스템 개발 • 유비쿼터스 점검시스템 개발	1차 2차 **3차** **4차** 5차 6차 7차

달성목표 평가를 위한 평가지표

- 개발 기술 현장 실용화도
- 개발 제품 상용화도
- Test Bed 사업 추진 건수

2차년도

개발목표

- 장경간 케이블교량 신뢰도기반 설계기준 수립 및 Prototype 설계
- FRP 케이블 시스템 및 박층 교면포장재료 개발
- 고주탑, 해상기초 시공장비 현장 적용에 의한 검증
- 통합형 Test Bed 사업 제안

개발내용 및 개발범위

핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	• 신뢰도 기반 설계기준 수립 • 위험도 확률 기반 극한사건 대응 설계기준 • Prototype 사장교 설계	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	• Prototype 사장교 내풍 단면 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		미래형 장경간 케이블교량 계획기술	• 신소재 적용 구조요소 이용 장경간 케이블교량 모델 • 현수교+ ISB + Energy Bridge 컨셉 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	컨버전스형 장대교량 모델 개발	Intelligent Safety Bridge 모델 개발	• 지능형 안개저감시스템 상용화 • 영상기반 노면 결빙 측정시스템 상용화 • ISB-Pole 안전시스템 현장 적용 검증	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		Energy Bridge 모델	• 케이블교량 설치용 태양광 발전시스템 상용화 • 케이블교량 설치용 풍력 발전시스템 상용화 • 발전기 제어시스템	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발	고강도/대직경 강선 개발	• 고성능 강선 내식 도금기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		케이블 성능인증시스템 개발	• 개발된 고성능 케이블소재 성능인증	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		사장교용 FRP케이블시스템 개발	• Φ5mm, 2,800MPa급 FRP 케이블 Pilot 제품 • FRP 케이블 정착구 Pilot 제품 • FRP 케이블 성능 규격 및 평가지침안	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	• 초저발열 콘크리트 현장타설기술 • 400m 고압송 콘크리트 제품	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발	• F13T M30급 대구경 고강도 볼트 접합 실용화	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		박층 교면포장재료	• 40mm이하 박층 교면포장 재료	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고기능성 구조재료 적용기술	• 고기능성 구조재료 설계기준	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차

고효율 시공 기술 개발	고효율 케이블 가설장비 및 공법개발	현수교 케이블 가설장비/공법	• 고강도 케이블 시제품 보완 • 주케이블 온도 측정장치 • 볼트 장력 측정장치 시제품	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** 6차 7차
		케이블 형상관리시스템 개발	• 케이블 sag 측정시스템 • 케이블 장력 제어시스템 • 시공오차 관리시스템	1차 2차 3차 **4차** **5차** 6차 7차
	공기단축형 고주탑 시공기술개발	강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	• 대블럭 강주탑 가설장비 시제품	1차 2차 **3차** **4차** **5차** 6차 7차
		콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	• 콘크리트주탑 가설장비 시제품 • 고주탑 연직정밀도 관리시스템 시제품	1차 2차 **3차** **4차** **5차** 6차 7차
	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	해저 지반조사 장비 및 분석시스템 개발	• 통합 Test Bed 지반 조사 • 신뢰도기반 현장 적용 분석시스템 검증	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** 6차 7차
		대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 개발	• 해상지반 지지력 예측기법 및 프로그램 검증 • 해상지반 침하량 예측기법 및 프로그램 검증 • 대용량 현장 지지력 및 시공상태 확인 시스템 개발	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** 6차 7차
		고효율 복합기초 공법 개발	• 대수심용 복합기초 시뮬레이션 검증 • 동적 대변위 지반 거동 예측 시스템	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** 6차 7차
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 추진	Test Bed 후보지 발굴 및 타당성 평가	• 최종 Test Bed 타당성 평가 • Test Bed 제안서	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** 6차 7차
		Test Bed prototype 설계	• Test Bed 후보지 prototype 설계성과품	1차 2차 **3차** **4차** **5차** 6차 7차
		Test Bed 사업 발주 및 관리	• Test Bed사업 안정보요청서(RFI) • Test Bed사업 입찰안내서(RFP) • Test Bed사업용 설계 시방서	1차 2차 3차 **4차** **5차** 6차 7차
		장경간 케이블교량 사업평가기술	• 장경간 케이블교량 RM 지첨서 및 Tool 개발 • 장경간 케이블교량 VM/LCC 지침서 및 분석 Tool 개발	1차 2차 3차 4차 **5차** 6차 7차
	IT기반 방재 및 유지관리 기술	USN기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템 개발	• 케이블교량 유지관리 매뉴얼 • 통합운영 시스템 알고리즘 및 소프트웨어 개발	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** 6차 7차
		케이블교량 모니터링 기술 개발	• 사장교 영상기반 케이블 진동감지시스템 현장적용 • 현수교 주케이블 결함진단시스템 현장적용	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** 6차 7차
		지능형 점검 시스템 개발	• 현수교 행어 점검로봇시스템 현장 검증 • 사장교 케이블 점검로봇시스템 현장 검증 • 유비쿼터스 점검시스템 현장 검증	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** 6차 7차

달성목표 평가를 위한 평가지표

- 개발 기술 현장 실용화도
- 개발 제품 상용화도
- Test Bed 사업 추진 건수

3.3.3. 3단계 연차계획

1차년도

개발목표

- 기술융합형 장경간 케이블교량 모델 개발
- 통합형 Test Bed 지반조사 및 대형기초 설계 지원
- 통합형 Test Bed 발주

개발내용 및 개발범위

핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	• 고성능 재료(2핵심) 관련 신뢰도 기반 설계기준 개정 • 통합 Test Bed 극한사건 분석 • 통합 Test Bed 설계변경 지침	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	• 통합 Test Bed 내풍단면 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		미래형 장경간 케이블교량 계획기술	• 통합 Test Bed 신형식/신소재 구조시스템 적용 지침 • 사장교 + ISB + Energy Bridge 컨셉	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	컨버전스형 장대교량 모델 개발	Intelligent Safety Bridge 모델 개발	• ISB-Pole 안전시스템 상용화	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		Energy Bridge 모델	• 케이블교량용 태양광/풍력 발전시스템 상용화	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발	사장교용 FRP케이블시스템 개발	• FRP 케이블 성능 규격 및 평가지침	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	• 고압송 콘크리트 시공기술	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고기능성 구조재료 적용기술	• 고기능성 구조재료 시공기준	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
고효율 시공 기술 개발	고효율 케이블 가설장비 및 공법개발	현수교 케이블 가설장비/공법	• 고강도 케이블 가설장비 상용품 • 볼트 장력 측정장치	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	공기단축형 고주탑 시공기술개발	강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	• 대블럭 강주탑 가설장비 검증	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	• 콘크리트 가설장비 검증 • 고주탑 연직정밀도 관리시스템 검증	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	해저 지반조사 장비 및 분석시스템 개발	• 통합 Test Bed 설계지반정수 분석	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차

고효율 시공 기술 개발	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 개발	• 통합 Test Bed 기초 지지력 예측 • 통합 Test Bed 기초 침하량 예측 • 대용량 지지력 평가/시공상태 확인시스템 현장검증	1차 2차 **3차** **4차** **5차** **6차** 7차
		고효율 복합기초 공법 개발	• 연약지반용 및 대수심용 복합기초 공법 현장 검증 • 통합 Test Bed 기초 내진설계	1차 2차 **3차** **4차** **5차** **6차** 7차
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 추진	Test Bed 후보지 발굴 및 타당성 평가	• Test Bed 실행 협약서	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** **6차** 7차
		Test Bed prototype 설계	• Test Bed 사업교량 설계변경 성과품	1차 2차 **3차** **4차** **5차** **6차** 7차
		Test Bed사업 발주 및 관리	• Test Bed 사업 입찰안내서(RFP) • Test Bed 사업용 설계/공사 시방서	1차 2차 3차 **4차** **5차** **6차** 7차
		장경간 케이블교량 사업평가기술	• 통합 Test Bed RM 보고서 • 통합 Test Bed VM/LCC 보고서	1차 2차 3차 4차 **5차** **6차** 7차
	IT기반 방재 및 유지관리 기술	USN기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템 개발	• Test Bed 운영시스템 설계	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** **6차** 7차
		케이블교량 모니터링 기술 개발	• Test Bed 모니터링 모델 개발	1차 **2차** **3차** **4차** **5차** **6차** 7차
		지능형 점검 시스템 개발	• Test Bed 지능형 점검 모델 개발	1차 2차 **3차** **4차** **5차** **6차** 7차

달성목표 평가를 위한 평가지표

▸ Test Bed 구현 정도

2차년도

개발목표

▸ 통합형 Test Bed 구현

개발내용 및 개발범위

핵심 엔지니어링 기술 개발	장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	• 고효율 시공법(3핵심) 관련 신뢰도 기반 설계기준 개정 • 통합 Test Bed 극한사건 설계 • 통합 Test Bed 설계변경 지침	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발	• 통합 Test Bed 내풍 단면 개발	1차 2차 3차 4차 5차 6차 7차
		미래형 장경간 케이블교량 계획기술	• 통합 Test Bed 기술융합형 교량 컨셉	2차 3차 4차 5차 6차 7차
고효율 시공 기술 개발	공기단축형 고주탑 시공기술개발	콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발	• 콘크리트주탑 가설장비 • 고주탑 연직정밀도 관리시스템	3차 4차 5차 6차 7차
	비용절감형 대형 해상기초 기술개발	대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술 개발	• 통합 Test Bed 적용을 위한 설계 지침	2차 3차 4차 5차 6차 7차
		고효율 복합기초 공법 개발	• 통합 Test Bed 교량기초 공법	2차 3차 4차 5차 6차 7차
Test Bed 사업 지원 및 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 추진	Test Bed prototype 설계	• 최종 Test Bed 사업교량 설계변경	3차 4차 5차 6차 7차
		Test Bed사업 발주 및 관리	• Test Bed사업용 공사 시방서	4차 5차 6차 7차

달성목표 평가를 위한 평가지표

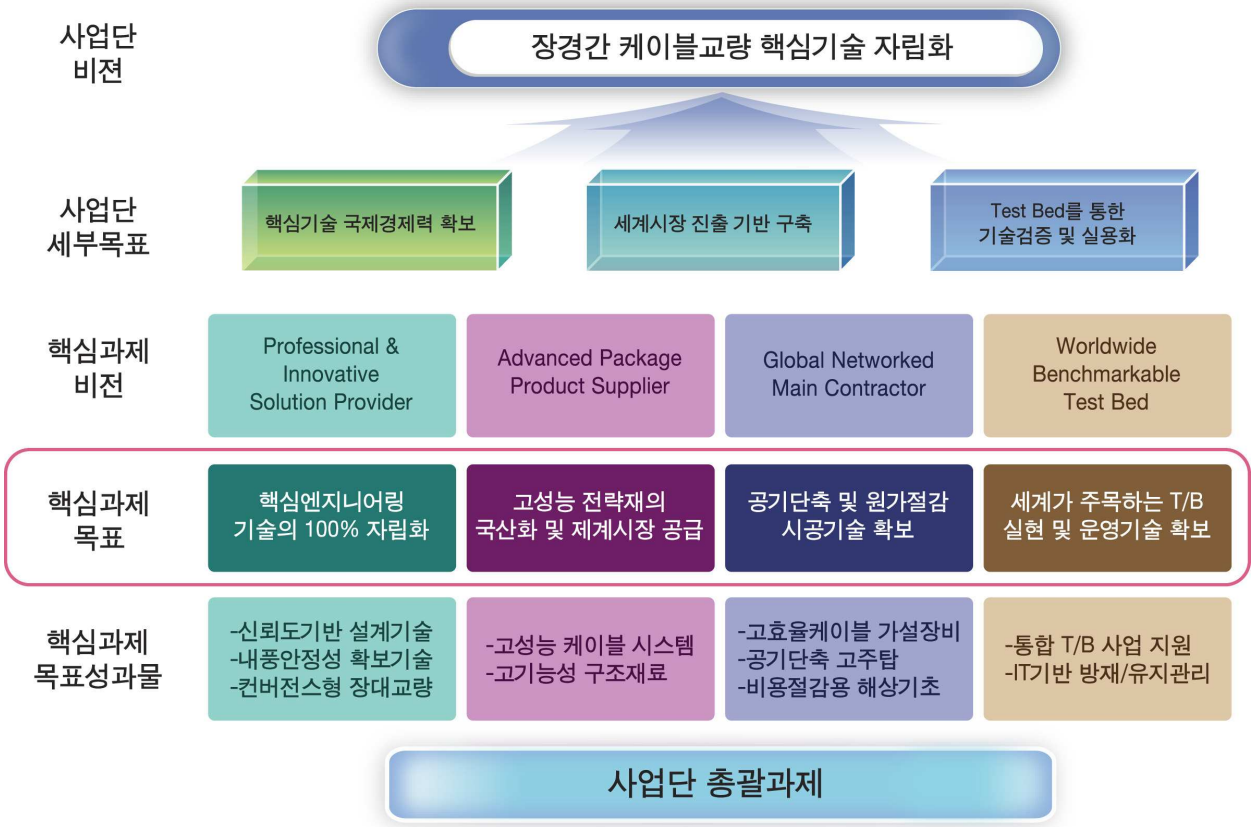
▸ Test Bed 구현 정도

3.4. 핵심과제별 주요 목표 및 추진방안

3.4.1. 핵심과제 주요 목표

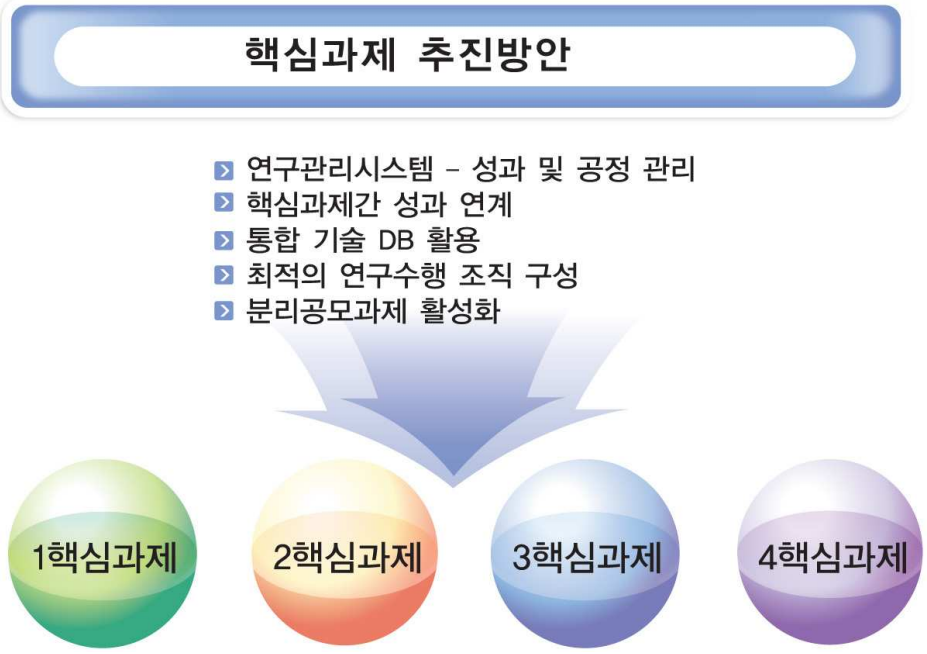
핵심과제별 주요 목표

- 제1핵심과제 : 핵심엔지니어링 기술의 100% 자립화
- 제2핵심과제 : 고성능 전략자재의 국산화 및 세계시장 공급
- 제3핵심과제 : 공기단축 및 원가절감형 시공기술 확보
- 제4핵심과제 : 세계인이 벤치마킹하는 Test Bed 실현 및 운영기술 확보



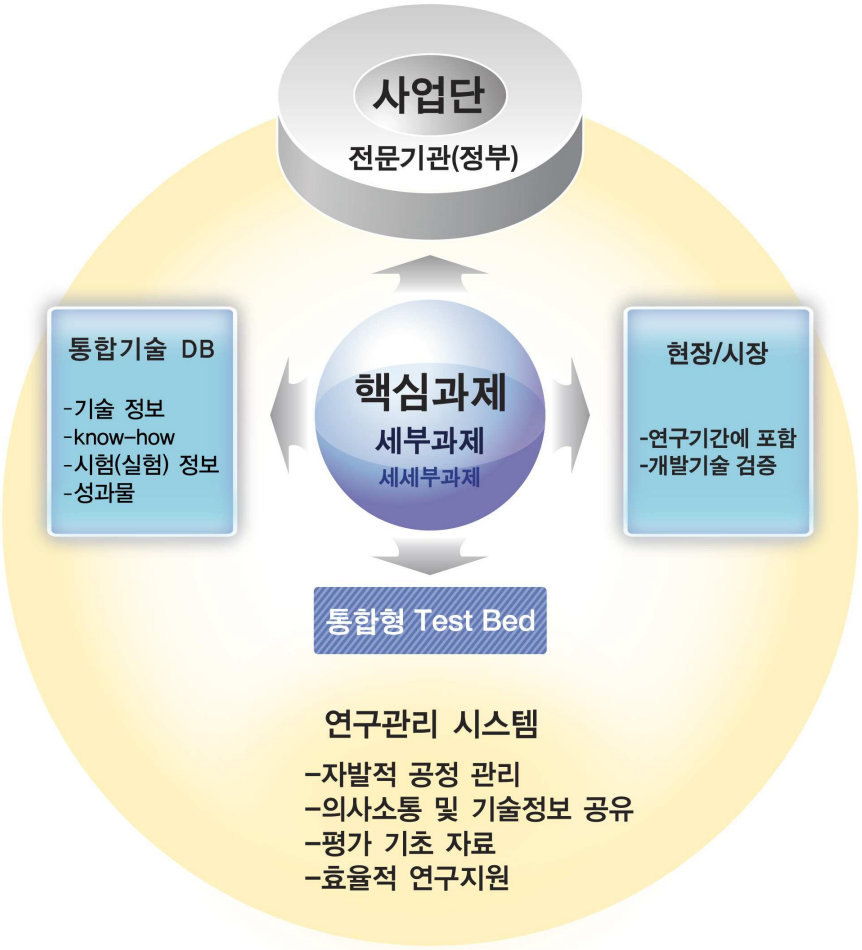
3.4.2. 핵심과제 주요 추진방안

- 연구관리시스템을 이용한 효율적이고 투명한 공정 및 성과 관리
- 핵심과제별 연구 성과 유기적 연계
- 현장/시장 검증 단계 연구기간 포함 핵심과제 수행기간 변경
- 통합 기술DB 구축 및 운용에 의한 과제수행 기록
- 최적의 연구수행 조직 구성 유도
- 분리공모과제 활성화에 의한 창의적인 연구제안 유도



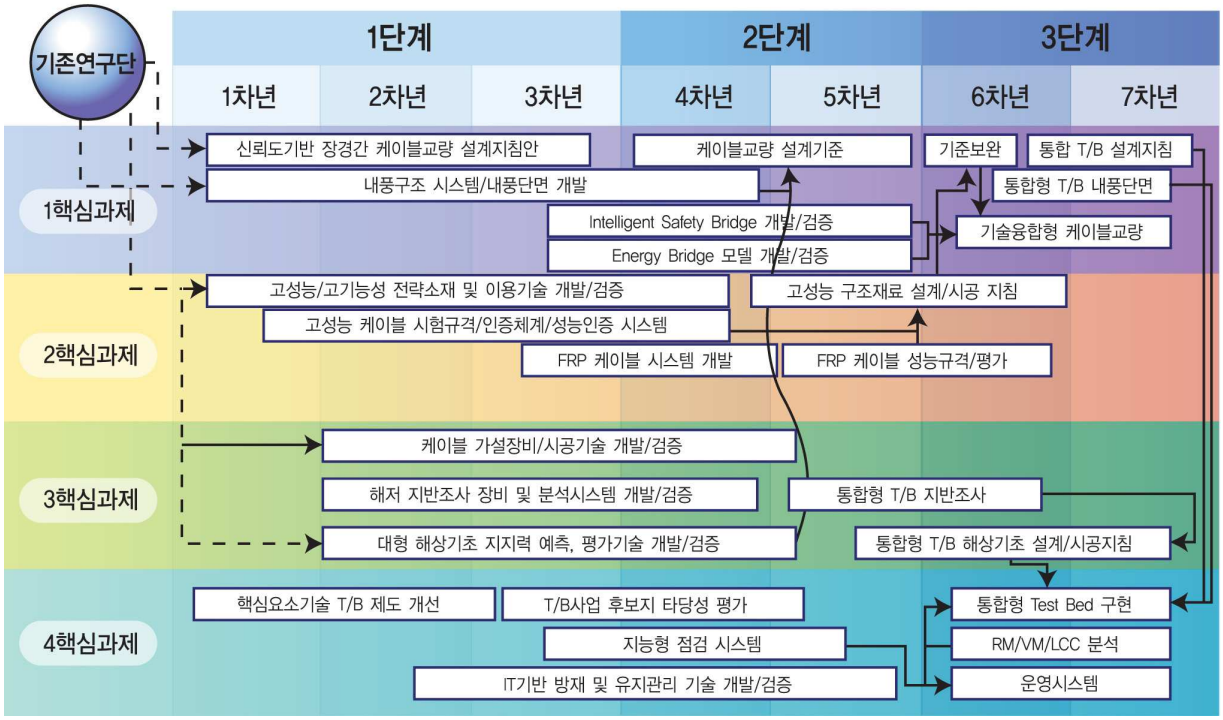
웹기반 연구관리시스템

- 보안 및 사용자 인증 시스템 구축
- 연구 주체의 자발적인 연구 공정 관리 및 모니터링
- 핵심과제별 세부과제별, 세세부과제별 연구 목표 달성을 위한 연구주체간 의사소통 및 기술정보 공유
- 과제별 milestone 설정에 따른 달성도, 중간 성과물, 보고서 등의 공개에 의한 평가의 투명성 확보
- 사업단 및 PD(Program Director)의 효율적인 연구 지원



핵심과제별 연구성과 유기적 연계

- 기존 연구단 연구결과의 유기적인 활용
  - 신뢰도기반 장경간 케이블교량 설계지침안 도출
  - 장경간 케이블교량 내풍구조 시스템 개발
  - 고강도 강선 개발
- 장경간 케이블교량 설계기준 정립과 통합 Test Bed 지원
  - 2핵심과제 고성능 고기능성 재료 개발과 연계한 3핵심과제 시공기술 개발
  - 2핵심과제 고성능 구조재료 설계지침 결과와 3핵심과제 대형기초 설계 지침을 포함하여 신뢰도기반 장경간 케이블교량 설계기준 정립 및 보완
  - 3핵심과제 대형 해상기초 지지력 및 평가기술 연구성과 반영하여 1핵심과제 케이블교량 설계기준 보완
  - 1핵심과제 통합형 Test Bed 설계지침 및 내풍단면 지원
  - 3핵심과제와 연계한 통합형 Test Bed 지반조사 및 교량기초 설계 및 시공지침
  - 4핵심과제 통합형 Test Bed 교량 유지관리 운영 매뉴얼 제공



현장/시장 검증 단계 연구기간 포함

- 연구과제별 성과물에 대한 현장 또는 시장에서의 검증 및 이를 통한 보완 단계를 연구기간에 포함시켜 연구 주체에 의한 위험관리 및 최종 성과 도출

통합 기술 DB의 구축 및 운용

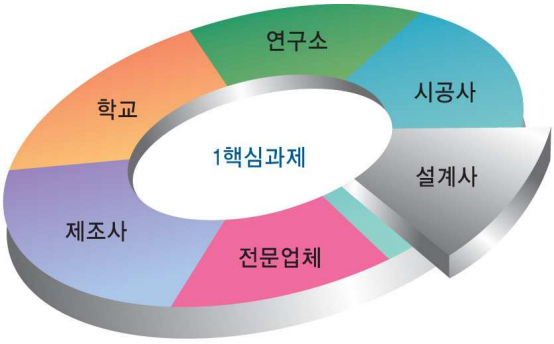
- 연구과제를 수행하면서 축적된 ①기술 정보 ②노하우(Know-How) ③시험 및 실험정보 ④산출물 등을 철저하게 기록하여 토목기술의 사료화

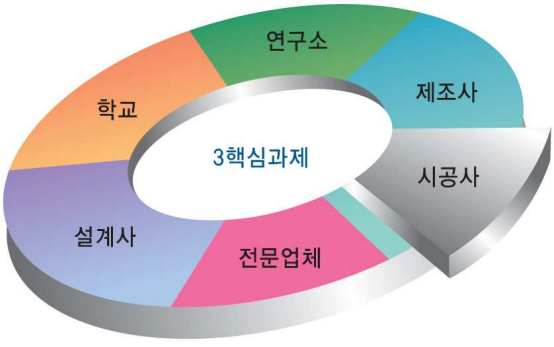
- 기술 DB 사례

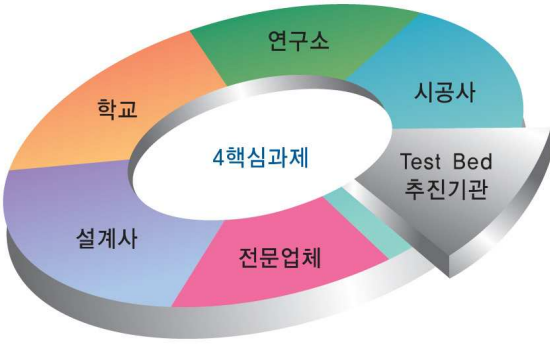
- **발행주체:** 本州四國連絡高速道路株式會社
- DB의 형태: 책자, Honshu-Shikoku 연결 장대교량의 설계, 건설, 유지관리에 대한 기술보고서
- 발행횟수: 연 2회 (현재까지 108호 발행)
- 성격: Honshu-Shikoku 연결 장대교량의 건설 이전의 연구개발 단계에서부터 실시된 실험 및 시험, 해석, 등의 기술개발 내용부터 설계, 공사, 유지관리 등의 모든 내용을 보고서의 형식으로 DB화
- 활용: 현재 국내에서도 활용도 높음

최적의 연구수행 조직 구성 유도

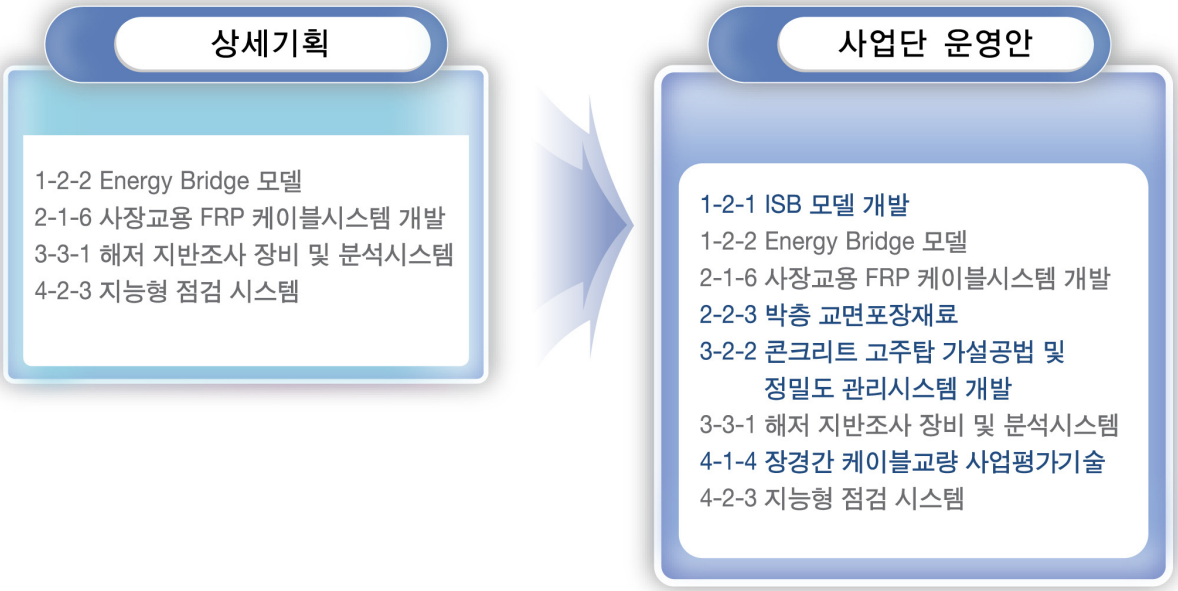
- 1핵심과제
  - 장대교량 설계 경험을 갖는 전문 설계사와 첨단 설계기준, 지침 등을 개발하기 위한 인적자원과 이론적 토대를 갖고 있는 대학, 연구소의 융합
- 2핵심과제
  - 고성능 재료 개발 및 시험 능력을 갖고 있는 연구소와 제조사 및 케이블 시스템의 가설현장을 갖고 있는 전문회사와 시공사의 조합
- 3핵심과제
  - 케이블 교량 시공 현장을 갖고 있는 대형 시공사와 전문회사 및 해상기초 조사, 설계, 시공 능력을 갖는 대학, 연구소 및 전문회사의 조합에 의한 연구 수행
- 4핵심과제
  - 핵심기술형 Test Bed와 통합기술형 Test Bed를 추진하기 위한 행정력과 경험을 갖고 있는 기관과 유지 관리 관련 기술력을 갖고 있는 전문회사와 연구소의 조합







분리공모과제 활성화에 의한 창의적인 연구제안 유도



- **창의적인 연구제안 적극적 유도**
  - 분리공모과제는 연구자들의 연구소재, 방법 등에 대한 창의적 아이디어를 적극적으로 유도할 수 있도록 RFP를 단순화

- **국가 차원의 지원이 필요한 도전적인 과제 선정**
  - 분리공모과제는 개발 기술이 도전적이고 실패할 위험성은 높으나 국가 차원에서 연구개발의 필요성이 인정되는 과제 선정

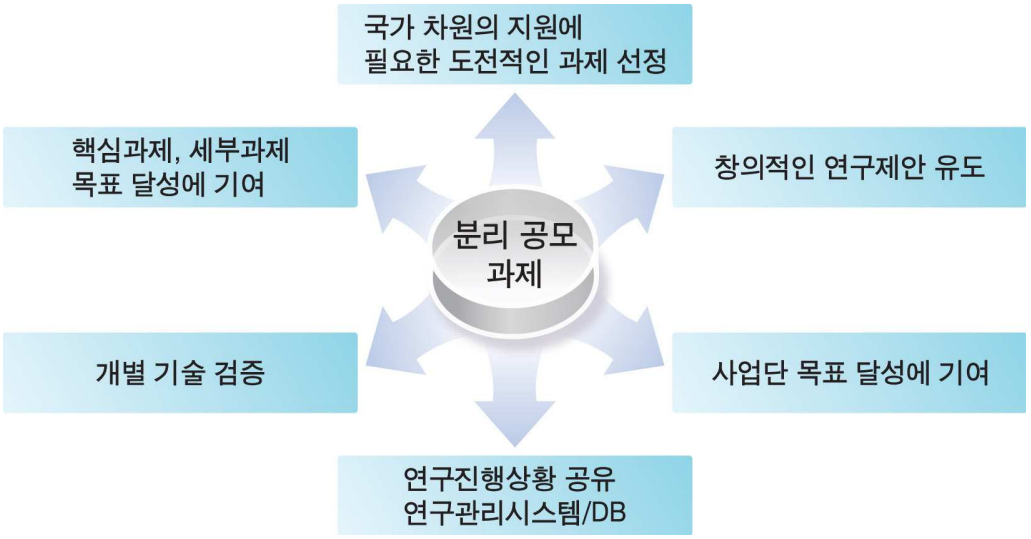
- **다른 과제와의 직접적인 연관성이 낮은 과제**
  - 핵심과제에 포함된 다른 세부과제 또는 세세부과제와의 직접적인 연관성이 낮아서 독자적인 기술 개발이 바람직한 경우 분리공모과제로 수행

사업단 목표 달성에 기여

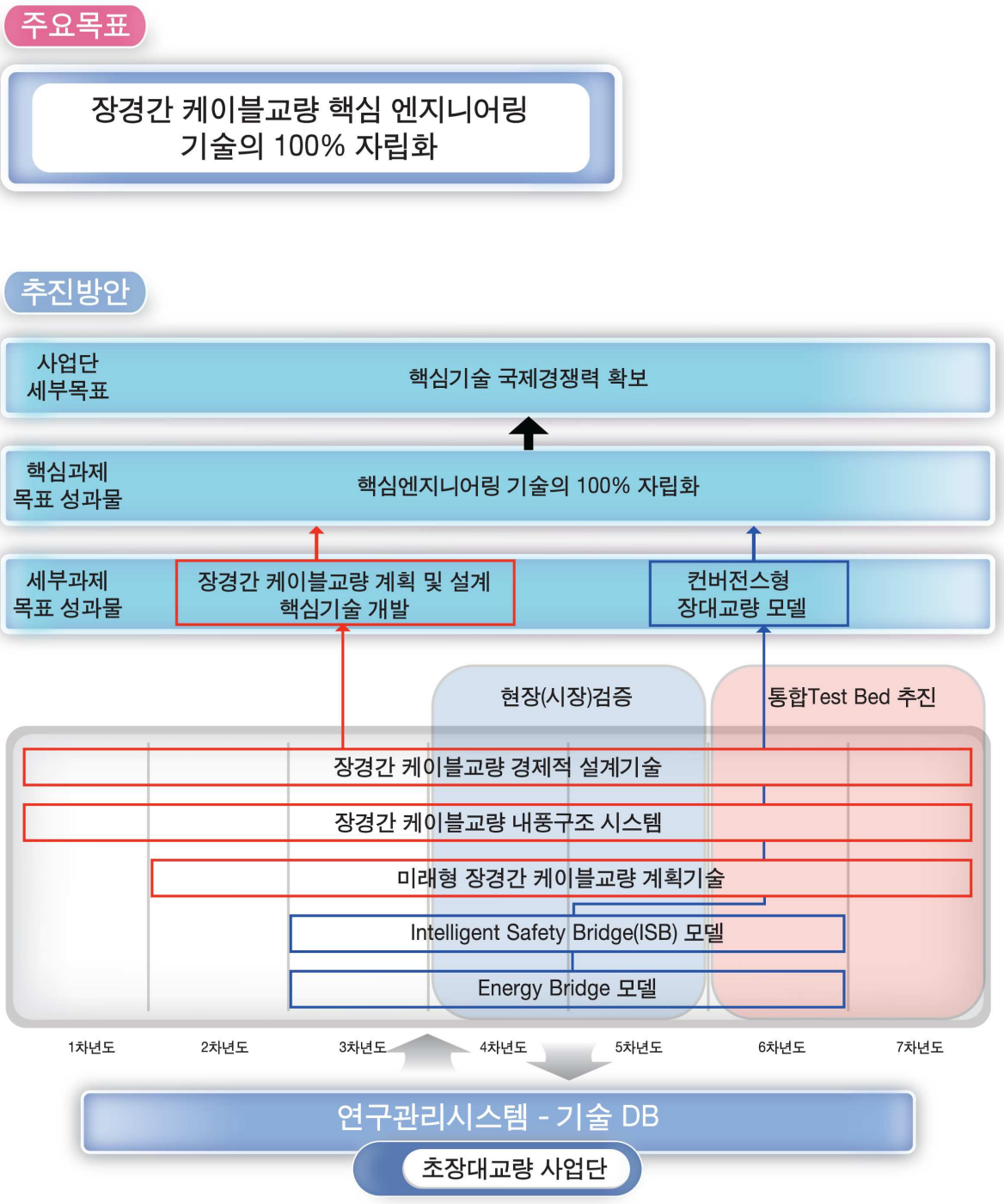
- 기본적으로 사업단이 운영하는 연구관리시스템 및 DB에 연구 진행 상태를 입력하여 연구 내용을 공유할 수 있도록 하고, 세부과제 주관기관 및 핵심과제 주관기관과의 정기적인 회의 및 토론을 통하여 사업단 목표 달성에 기여

개발 기술 검증

- 다른 과제와 마찬가지로 분리공모과제도 가능하다면 현장 또는 시장에서 개발 기술을 검증



3.4.3. 1핵심과제 주요 목표 및 추진방안



세부과제 1-1 목표 및 추진 내용

장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발

글로벌 스탠다드 수준의 장경간 케이블교량 계획 및 설계기술 확보

장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발	장경간 케이블교량 내풍구조 시스템 개발	미래형 장경간 케이블교량 계획기술
-신뢰도기반 장경간 케이블 교량 설계지침 -위험도 확률에 기반한 극한사건 대응 설계기술 -장경간 케이블 교량 Prototype 설계성과품	-장경간 케이블교량 내풍단면 -내풍성 확보 완성계 및 가설안정화 시스템 -내풍단면 설계용 전산 유동장 해석프로그램	-기술융합형 장경간 케이블교량 컨셉 -장경간 케이블교량 시스템의 미학적 디자인 -신형식/신소재 적용 미래형 장경간 케이블교량 구조시스템 모델

세부과제 1-2 목표 및 추진 내용

컨버전스형 장대교량 모델 개발

IT/ET 융합형 장경간 케이블교량 모델 원천기술 확보

Intelligent Safety Bridge(ISB) 모델 개발	Energy Bridge모델
-ISB-Pole 안전시스템 -영상기반 노면 결빙 측정시스템 -지능형 안개저감시스템 (펜스 타입은 제외)	-케이블교량 설치용 태양광 발전시스템 -케이블교량 설치용 풍력 발전시스템 -발전기 제어시스템
분리공모과제	분리공모과제

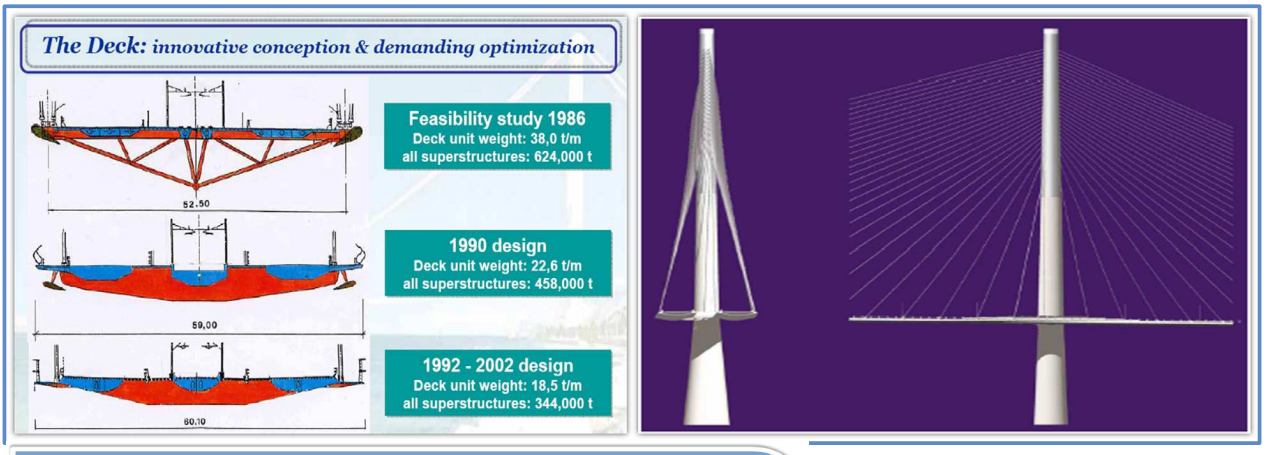
세세부과제 1-1-1 장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발

연구배경

- 국내 일반 교량의 신뢰도 기반 설계기술에 비하여 장경간 케이블교량에 대해서는 아직 국제표준 수준의 체계적인 설계 기준 및 지침 미확보
- 기존 해외 기술에 의존하고 있는 극한사건들에 대한 신뢰도 평가 및 대응 솔루션 개발 필요
- 특히, 각 극한 사건별 신뢰도 편차를 줄인 경제성 있는 대응 솔루션 개발 절실
- 현재의 국내 장경간 케이블교량의 상세설계는 해외에 비하여 다소 보수적으로 설계하고 있고, 창의적인 설계가 이루어지지 않고 있어 기술 경쟁력 미흡

주요 연구내용

- 신뢰도기반 장경간 케이블교량 설계지침 개발
  - 교량 수명 200년 대응 설계지침
  - 초장대 교량 설계 하중 및 한계상태 적용 신뢰도기반 설계 지침
- 위험도 확률에 기반한 극한사건(선박충돌, 지진 등) 대응 설계기술 개발
  - 지진 및 선박충돌 등 극한사건 시나리오 대응 솔루션
  - 각 극한 사건별 신뢰도 편차 최소화 (기존 대비 10%이상 향상)
  - 확률론적/신뢰도 기반 솔루션
- 가격 경쟁력 확보를 위한 장경간 케이블교량 설계기술 개발



기술개발 효과

- 국제 표준 수준의 초장대 교량 설계 신뢰성 향상 및 경제적인 설계 구현
- 기존 해외 기술에 의존했던 극한사건 대응기술 자립
- 주경간 1km+ 사장교, 주경간 2km+ 현수교 100% 기술자립을 통한 해외진출 경쟁력 확보

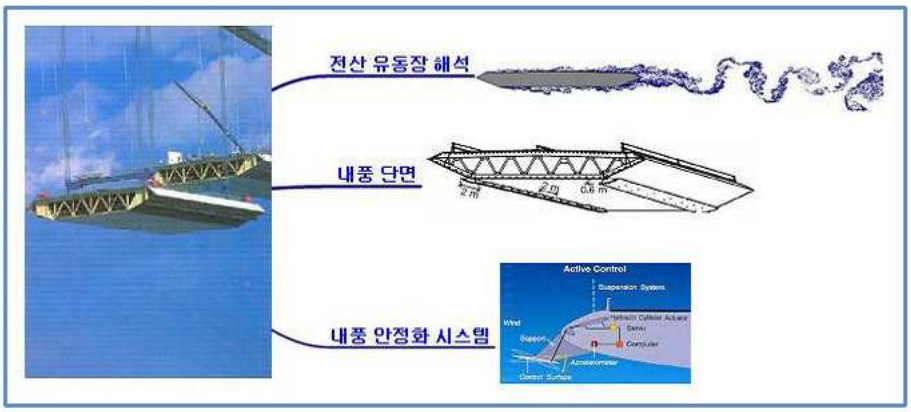
세세부과제 1-1-2 장경간 케이블교량 내풍구조 시스템 개발

연구배경

- 장경간 케이블교량 실현의 핵심 필수요소인 내풍설계 분야의 기술 자립 필요
- 주경간이 증가할수록 풍하중에 의해 보강형, 주탑, 케이블에 버페팅, 와류진동, 플러터 현상 등의 진동이 발생하기 쉽기 때문에, 바람의 영향은 장경간 케이블교량의 안정성을 지배하는 주요 인자임
- 보강거더의 내풍 안정성 및 강중 최소화를 동시에 실현할 수 있는 내풍단면의 개발은 장경간 케이블교량의 경제성을 확보하기 위하여 반드시 필요
  - 주경간 3.3km급의 현수교인 Messina Bridge의 경우, 최적화된 내풍단면을 통하여 최초 설계안 대비 보강거더 중량을 50% 이상 감소 및 상부구조 총중량 45% 감소

주요 연구내용

- 장경간 케이블교량 내풍단면 개발
  - 항력계수: 0.1 이하
- 내풍성 확보 완성계 및 가설안정화 시스템 개발
  - 진동수 비: 1.6 이상
  - 진동가속도: 0.05g 이하
- 내풍단면 설계용 전산유동장 해석프로그램
  - 장경간 케이블교량 설계전용 엔진
  - 정 · 동적계수/플러터풍속 산정
  - 단면 3D 해석+전 · 후처리



기술개발 효과

- 주경간 2km+ 현수교 100% 기술자립을 통한 해외진출 경쟁력 확보
- 주경간 1km+ 사장교 100% 기술자립을 통한 해외진출 경쟁력 확보

세세부과제 1-1-3 미래형 장경간 케이블교량 계획기술

연구배경

- 기술 융합 및 미적 설계 개념을 바탕으로 한 공공디자인의 중요성 대두
- 장경간 케이블교량의 사회적, 기술적, 심미적 중요성에 비해 국내의 공공디자인 개념에 대한 이해는 매우 척박한 수준
- 장경간 케이블교량 선도국 진입을 위하여 미래 지향적, 도전적 개념의 개발 필요

주요 연구내용

- 기술융합형 케이블교량 컨셉 개발
  - 현수교+Intelligent Bridge+Energy Bridge
  - 사장교+Intelligent Bridge+Energy Bridge
- 케이블교량의 미학적 계획기술 개발
  - 미적 기반 공공디자인 개념 적용 장경간 케이블교량 제안
  - 장경간 케이블교량 국제 현상 공모
  - 미적설계/융합기술 분야 전문가 네트워크 구축
- 신형식/신소재를 적용한 미래형 케이블교량 구조시스템 제안
  - 신형식 상/하부구조 적용 장경간 케이블교량 컨셉 제안 모델
  - 신소재 적용 구조요소 이용 장경간 케이블교량 컨셉 제안 모델

기술개발 효과

- 미래지향적 장경간 케이블교량 개념 계획기술 개발을 위한 인프라 구축
- 다분야 전문가 네트워크를 통한 기술 융합 시너지 효과로 혁신 기술 개발 가능성 기대
- 기술 융합 및 공공디자인 개념이 적용된 장경간 케이블 교량 핵심 기술 제시

세세부과제 1-2-1 Intelligent Safety Bridge(ISB) 모델 개발

연구배경

- 장경간 케이블교량 시장을 선도할 수 있는 차별화 원천기술로서 ET/IT 등 첨단기술을 융합한 장경간 케이블교량 모델 개발 필요
- 장경간 케이블교량을 통과하는 차량의 주행 안전성을 확보하고 교량 구간 무사고/무재해를 구현하며, 예기치 못한 재해 발생시 신속하게 대응할 수 있는 IT를 활용한 지능형 안전시스템 도입 필요

주요 연구내용

- ISB-Pole 안전시스템 개발
  - 안전사고 대응률: 90% 이상
  - 3D 기반 안전모니터링: 수치 오차율 10cm 미만
  - ISB-Safety 센서 정확성: ±5% 이내
- 영상기반 노면 결빙 측정시스템 개발
  - 통행차량 속도저감율 축소: 제한속도의 50%→80%
- 지능형 안개저감시스템(Fence 형태는 제외) 개발
  - 안개구간 탐색 정확성: 95% 이상
  - 통행차량 속도저감율 축소: 제한속도의 50%→80%

The Forth Road Bridge from the South

기술개발 효과

- 사용자 친화형 무사고/무재해 교량 구현할 수 있는 원천기술 확보하여 해외 진출시 경쟁력 향상

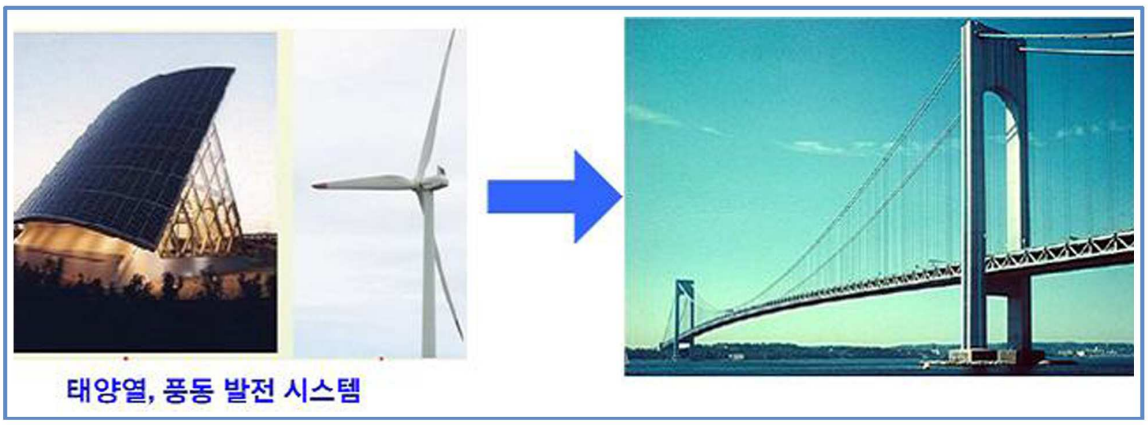
세세부과제 1-2-2 Energy Bridge 모델

연구배경

- 향후 글로벌 시장의 특성상 녹색 성장을 기반으로 하는 기술융합형 교량 모델 개발 필요
- 장경간 케이블교량에 에너지 생산 기능을 부가함으로써 조명, 시설물 작동 등에 소요되는 전력을 자체적으로 조달할 뿐만 아니라 유휴 전기를 판매하여 부가적인 수익을 창출하기 위한 Energy Bridge 모델 구현 가능

주요 연구내용

- 케이블교량 설치용 100kW+급 태양광 발전시스템 개발
  - 발전용량 100kW 이상
  - 에너지 효율 : 25% 이상
- 케이블교량 설치용 200kW+급 풍력 발전시스템 개발
  - 발전용량 200kW 이상
- 안정적인 전력생산을 위한 발전기 제어시스템 개발
  - 전력생산 안정성: 설계 출력 대비 오차율 5% 이하
  - 전기에너지 저장장치 비출력: 5kW/kg 이상



기술개발 효과

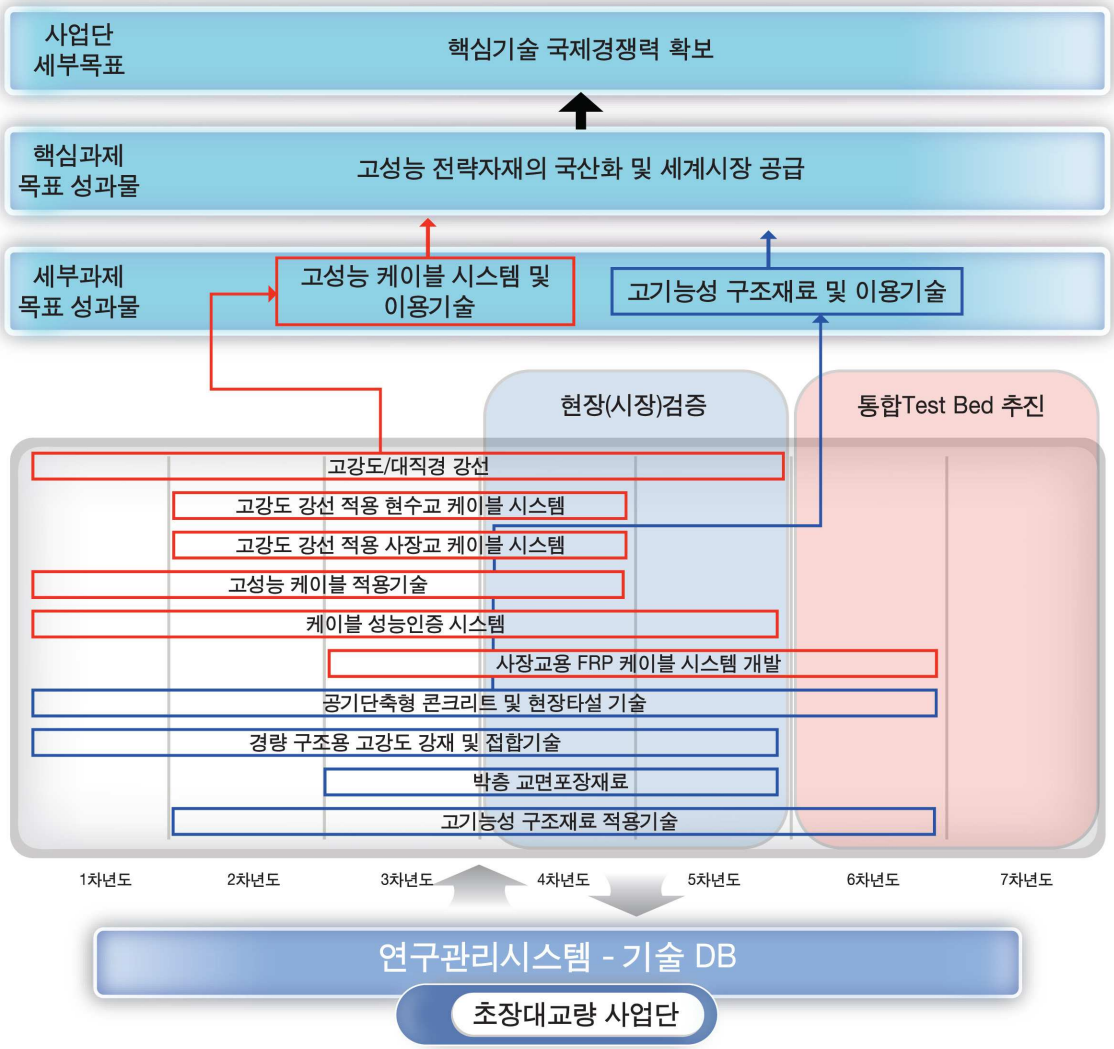
- 고전적인 교량 기능에 에너지 생산 기능을 부가함으로써 교량 유지관리 등 자체적으로 필요한 전력을 공급하거나 남는 전력을 판매하여 부가수익 창출 가능
- Energy Bridge의 차별화된 원천기술/선도기술을 확보하여 해외 진출시 경쟁력 향상

3.4.4. 2핵심과제 주요 목표 및 추진방안

주요목표

장경간 케이블교량 고성능 전략소재의 국산화 및 세계시장 공급

추진방안



세부과제 2-1 목표 및 추진 내용

고성능 케이블 시스템 및 이용기술 개발

세계 최고 수준의 고강도 강선 적용 현수교 및 사장교 케이블 시스템 상용화

고강도/대직경 강선 개발

-φ6mm, 2,060MPa급 고강도 강선 상용제품

-φ7mm, 1,960MPa급 고강도 강선 상용제품

-고강도 강선 내부식성 향상 기술

고강도 강선 적용 현수교 케이블 시스템 개발

-컴팩트형 케이블 정착구조

-제습용 송기시스템

-친환경/장수명 메친케이블 방식시스템

고강도 강선적용 사장교 케이블 시스템 개발

-φ5mm, 인장강도 2,160MPa급 및 φ7mm 인장강도 1,960MPa급 고강도 강선을 적용한 사장교 케이블 상용제품

-개발 고강도 강선 대응 소켓시스템

-장수명 사장교 케이블 방식재료

국제공동연구

고성능 케이블 적용기술

-고성능 케이블 성능규격

-고성능 케이블 설계기준

-고성능 케이블 제작/가설 기준

케이블 성능인증 시스템

-고성능 케이블 시험규격 및 인증체계

-고성능 케이블 성능인증 시스템

사장교용 FRP 케이블 시스템 개발

-φ5mm 인장강도 2,800MPa급 사장교용 FRP 케이블 Pilot 제품

-FRP 케이블 정착구 Pilot 제품

-FRP 케이블 성능규격 및 평가지침

분리공모과제

세부과제 2-2 목표 및 추진 내용

고기능성 구조재료 및 이용기술 개발

장경간 케이블교량 공기단축
및 구조 경량화를 위한 고기능성 구조재료

공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술	경량구조용 고강도강재 및 접합기술 개발	박층 교면포장재료	고기능성 구조재료 적용기술
-앵커리지 수화열 제어용 초저발열 콘크리트 및 현장타설 기술 -높이 400m 이상의 고주탑 시공용 고압송 콘크리트 및 시공 프로세스 -해상기초 시공용 복합성능 콘크리트 및 현장타설 기술	-인장강도 800MPa급 고강도 강재 및 용접재료 상용제품 -인장강도 800MPa급 고내후성 강재 및 용접재료 상용제품 -F13T M30급 대구경 고강도 볼트 접합기술	-포장 두께 40mm이하의 박층 교면 포장재료 분리공모과제	-고기능성 구조재료 성능규격(KS 및 국제규격) -고기능성 구조재료 설계 및 시공기준

세세부과제 2-1-1 고강도/대직경 강선 개발

연구배경

- 장대교량의 장경간화를 위한 핵심기술로서 케이블의 고강도화가 필수이며, 일본의 NSC 및 고베제강은 1,960MPa급 케이블 소선의 개발실적 보유
- 소선의 고강도화와 더불어, 대직경화(직경 7mm)함으로써 케이블 제작 효율성 증대 및 고강도화 유도가 가능하나 소선의 강도는 직경 5mm 대비 저하하므로 제조기술 개발 필요
- 고강도화에 따른 장기거동의 변화, 가설시 코일링 반경의 증가, 시공 작업성의 저하 등이 발생할 수 있으므로 종합적인 현장 적용성 검증을 위한 실용화 연구를 통해 최종적 상용제품의 완성이 가능함

주요 연구내용

- φ 6mm(φ 5mm 대비 단면적 1.4배) 인장강도 2,060MPa급 고강도 강선 상용제품 개발
  - φ 6mm, 2,060MPa 고강도 강선의 실험실 개발로부터 상용제품개발까지 소요되는 일련의 연구 (고강도 선재개발 및 신선기술 개발 포함)
  - 개발 강선의 현장 적용성 검증, 실용화 연구 및 상용제품 개발
- φ 7mm(φ 5mm 대비 단면적 2.0배) 인장강도 1,960MPa급 고강도 강선 상용제품 개발
  - φ 7mm, 1,960MPa 고강도 강선의 실험실 개발로부터 상용제품개발까지 소요되는 일련의 연구 (고강도 선재개발 및 신선기술 개발 포함)
  - 개발 강선의 현장 적용성 검증, 실용화 연구 및 상용제품 개발
- 고강도 강선 내부식성 향상기술 개발
  - 고성능 고강도 강선의 요구 성능을 유지하면서 기존 용융아연도금 방식에 비해 내식성능이 2배 이상 뛰어난 도금기술 개발

기술개발 효과

- 케이블의 고강도화를 통한 구조시스템의 효율성 및 경제성 향상
- 케이블의 단면 슬림화를 통한 공기단축 및 풍하중 절감효과
- 향후 경기장 구조물, 대공간 건축물 등 구조용 케이블 소요분야에 활용 가능

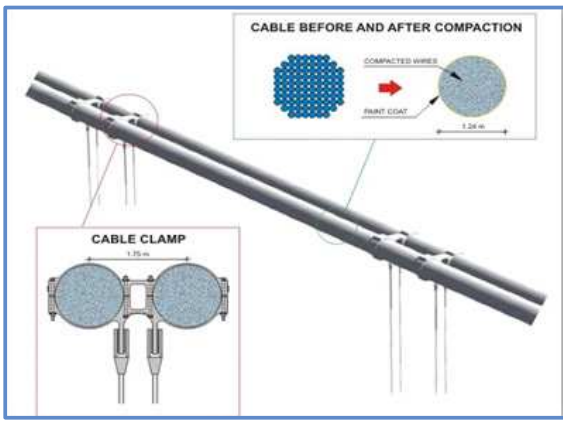
세세부과제 2-1-2 고강도 강선 적용 현수교 케이블 시스템 개발

연구배경

- 고강도 강선의 개발에 따른 현수교 케이블의 고강도화는 앵커리지, 스트랜드슈, 케이블밴드, 새들 등 부속장치 및 구조의 고성능화를 요구하게 되며, 특히 스트랜드 정착구조의 컴팩트화는 앵커블럭 전체의 규모를 저감시켜 총공사비에 미치는 영향이 매우 큼
- 현수교 주케이블의 경우는 완공 후 보수, 보강이 거의 불가능하여 부식 등에 의한 손상이 발생할 경우 심각한 위험을 초래할 수 있으므로 철저한 방식 기술이 요구됨

주요 연구내용

- 컴팩트형 케이블 정착구조 개발
  - φ 6mm 인장강도 2,060MPa급/φ 7mm 인장강도 1,960MPa급 대응 컴팩트형 케이블 정착구조 개발
  - 현수교 주케이블의 스트랜드 정착구조 컴팩트화 개념도출
  - 컴팩트형 정착구조 설계기술 개발
- 제습용 송기시스템 설계기술 개발
  - 현수교 주케이블 내부의 건조공기 송기시스템 설계기술 개발
- 친환경/장수명 메인케이블 방식시스템 개발
  - 도장, 충진, taping, 랩핑 등의 방식 시스템 개발



기술개발 효과

- 고강도 강선의 장경간 케이블교량 적용성 확보
- 총공사비 절감에 따른 시장 경쟁력 확보

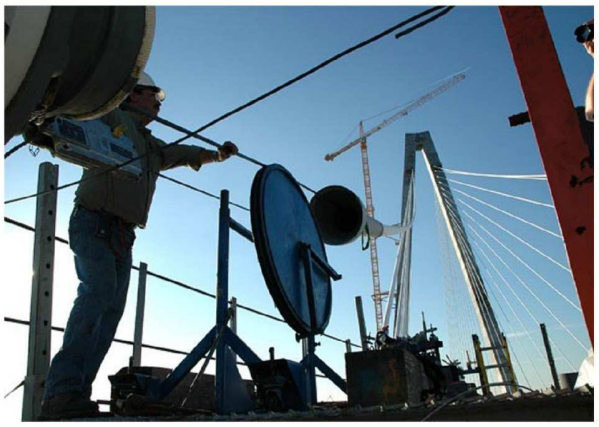
세세부과제 2-1-3 고강도 강선적용 사장교 케이블 시스템 개발

연구배경

- 사장교 케이블 시스템은 일본과 중국의 PWS 케이블과 유럽의 MS케이블 방식으로 나뉘어 시장을 주도하고 있으며, 케이블의 충진재료, 외피재료 등의 개발을 통한 감쇠능 및 보호성능의 개선에 주력하여 연구개발 진행
- 고강도 강선 분야 기술우위를 바탕으로 사장교 케이블 시스템을 개발하여 전략적 우위 선점 가능

주요 연구내용

- 사장교 케이블 상용제품 개발
  - φ 5mm 인장강도 2,160MPa급 및 φ 7mm 인장강도 1,960MPa급 고강도 강선을 적용한 사장교용 스트랜드 및(또는) 케이블 제작기술 개발
- 고강도 강선 대응 소켓 시스템 개발
  - φ 5mm 인장강도 2,160MPa급 및 φ 7mm 인장강도 1,960MPa급 고강도 강선 대응 소켓 시스템 개발
- 장수명 사장교 케이블 방식재료 개발
  - 사장교 케이블의 외피재료 및 충진재료의 개선을 통한 내식성능 향상



기술개발 효과

- 고강도 강선의 장경간 케이블교량에 대한 적용성 확보
- 고강도 강선용 케이블시스템 구축에 의한 글로벌 시장 선점

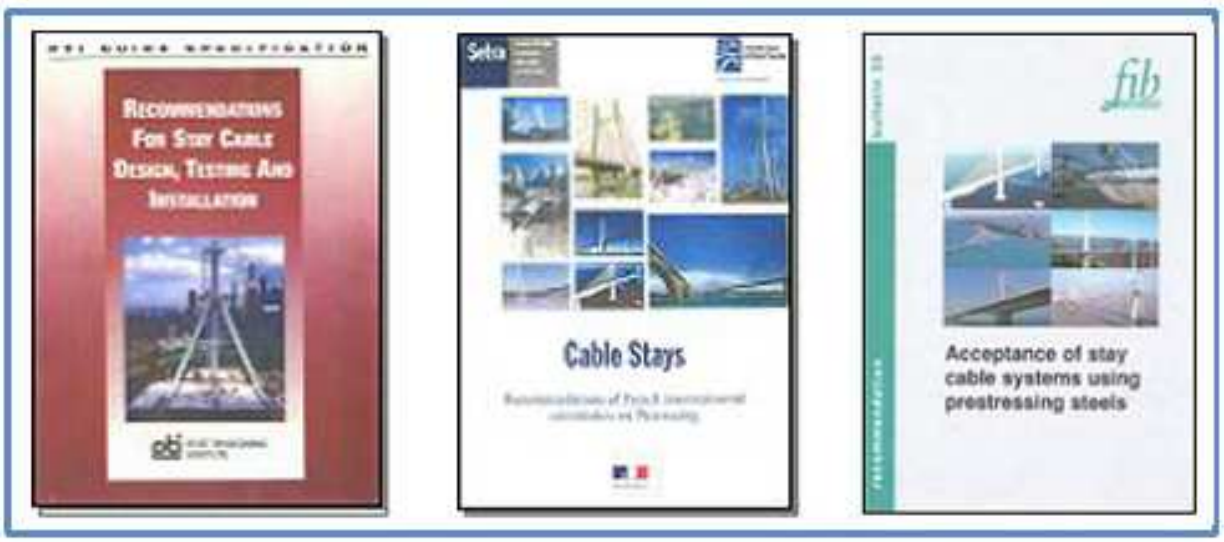
세세부과제 2-1-4 고성능 케이블 적용기술

연구배경

- 고성능 소재의 개발은 적용 기준 개발과 동시에 이루어져야 실용화 가능
- φ 5mm, 2,160MPa급, φ 6mm, 2,060MPa급, 그리고 φ 7mm, 1,960MPa급 고강도 강선을 적용한 현수교 및 사장교 케이블 시스템의 성능 규격을 제정하고, 공장 및 현장 제작과 가설 성능 시험평가 등을 통해 설계/제작/가설 기준을 제공함으로써 소재의 현장 적용성 및 신뢰성 검증 필요

주요 연구내용

- 고성능 케이블 성능규격 개발
- 고성능 케이블 설계기준 개발
- 고성능 케이블 제작/가설 기준 개발



기술개발 효과

- 세계 선도의 기술수준 확립 및 향후 세계시장에서의 고강도 케이블 선점
- 경쟁 제품의 추격 견제 효과

세세부과제 2-1-5 케이블 성능인증 시스템

연구배경

- 고성능 케이블의 국내외 시장공급과 해외 업체에 대한 기술적 진입장벽을 구축하기 위하여 국제적 수준의 독자적인 인증 시스템 보유 필수
- 장경간 케이블교량 건설시 케이블 인증은 주로 미국(CTL), 프랑스(LCPC) 등으로 한정되어 있어 인증을 위한 경제적 부담 가중 및 기술적 우위 선점 불가능

주요 연구내용

- 고성능 케이블 시험규격(기준 및 방법) 및 인증체계 구축
  - 현재 해외 규격을 원용하여 공급사가 제시하고 있는 케이블 시험규격(기준 및 방법)을 개발된 고성능 케이블에 적합한 시험규격 개발
  - 개발된 시험규격과 확립된 인증체계의 정립 및 제도화를 통한 100% 자립화
- 고성능 케이블 성능인증 시스템 구축
  - 응력범위 200MPa 의 피로시험시스템 개발
  - 새들부 케이블 피로성능 및 인장시험 시스템 개발
  - 95% GUTS 파단 평가시스템 개발
  - FIB 수준의 수밀성 평가시스템 개발
  - 케이블 강선 파단 검지기술 개발
  - 최종적으로 개발된 고성능 케이블소재에 대한 성능인증

기술개발 효과

- 해외의존 성능시험 자체 수행 능력 확보
- 국외 제품의 성능인증 시장진출 교두보 마련
- 케이블 이외의 텐던 등과 같은 구조재료에 대한 시험규격 및 인증체계에 활용 가능

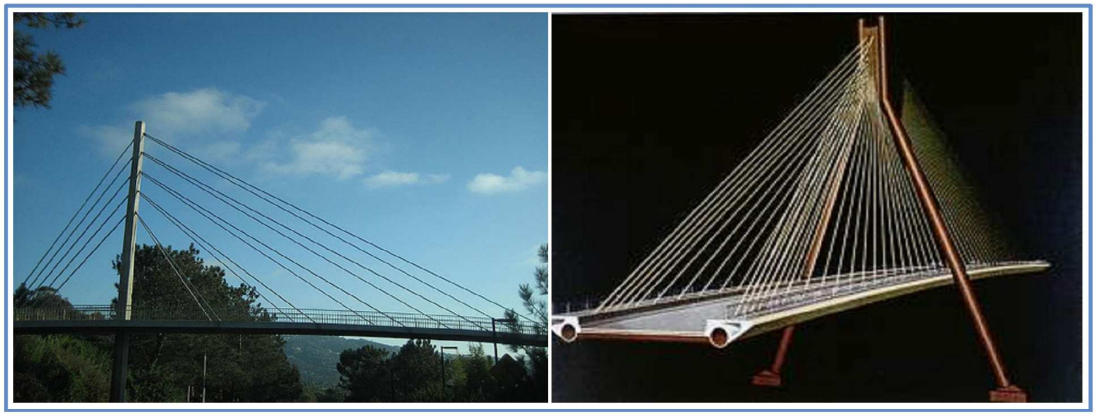
세세부과제 2-1-6 사장교용 FRP 케이블 시스템 개발

연구배경

- 사장교용 케이블은 극심한 피로와 부식환경에 노출되어 있으며, 부식과 피로문제를 해결하기 위한 방법으로 1980년대에 CFRP(Carbon Fiber Reinforced Polymer)가 케이블 재료로 제안
- CFRP 케이블은 부식저항, 피로성능, Creep 특성, Relaxation 특성 등이 기존 강재 케이블에 비하여 우수한 것으로 알려져 있으나, 소재의 가격이 높고, 이방성 재료로 섬유직각방향의 강도가 낮고, 재료의 균질성을 확보하기 어려우며, 적합한 정착방법이 개발되어 있지 않는 등 현장에 적용되기에는 기술적 완성도 부족

주요 연구내용

- φ 5mm 인장강도 2,800MPa급 사장교용 FRP 케이블 Pilot 제품 개발
  - 고강도 FRP 케이블 제조기술 개발
  - 사장재 제조기술(bundle type, twisted type 등) 및 비용절감기술 개발
- FRP 케이블 정착구 Pilot 제품 개발
  - 소규모, 고효율 정착장치 개발
- FRP 케이블 성능규격 및 평가방법 개발
  - FRP 케이블 및 정착장치의 시험, 품질기준, 점검요령, 성능평가 등 제반 규격 및 평가방법 개발



기술개발 효과

- 기존 케이블보다 경량이며 고강도이므로 구조 효율성 증대
- 내식성능 및 피로성능이 우수하여 LCC 측면의 경제성 향상효과
- 신흥시장(중국, 베트남 등)진출에 기술적 우위를 선점
- 건축구조물(Dome 등), 안테나, 시추선 등의 심해 정착케이블로도 활용 가능

세세부과제 2-2-1 공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술

연구배경

- 고기능성 콘크리트 및 현장타설 기술 실용화로 장경간 케이블교량 공사기간 단축 필요
- 국내 시멘트 및 콘크리트 업체가 중심인 Supply Chain 구성으로 물량 적기공급 능력 확보 필요
- 장경간 케이블교량 건설을 위해서는 고주탑 시공기술 및 대형 해상기초의 시공기술이 필수적임
- 플로우 및 압축강도를 만족하는 기초 타설용 복합성능 콘크리트 개발 요구

주요 연구내용

- 앵커리지 수화열 제어용 초저발열 콘크리트 개발 및 현장타설 기술 실용화
  - 수화열 제어를 통해 기존 1종 시멘트 대비 균열발생 저감율이 50% 이상인 초저발열 콘크리트 개발
  - 초저발열 콘크리트를 효율적으로 장경간 케이블교량에 적용하기 위한 현장타설 기술 개발
- 높이 400m 이상의 고주탑 시공용 고압송 콘크리트 개발 및 시공 프로세스 실용화
  - 장경간 케이블교량 고주탑 시공을 위한 수직 400m 이상 일괄압송이 가능한 고압송 콘크리트 개발
  - 10◦C에서 18시간 이내에 5MPa 이상의 강도 확보할 수 있는 콘크리트 개발을 통한 고주탑 시공
  - 고압송 콘크리트를 효율적으로 장경간 케이블교량에 적용하기 위한 시공 프로세스 개발
- 해상기초 시공용 복합성능 콘크리트 개발 및 현장타설 기술 실용화
  - 수중 플로우 600mm 이상의 콘크리트 개발을 통한 해상기초 시공용 복합성능 콘크리트 개발
  - 개발된 고유동성 콘크리트를 효율적으로 장경간 케이블교량에 적용하기 위한 현장타설 기술 개발

기술개발 효과

- 신개념 해양구조물 설계 및 시공으로 해양 강국 실현
- 세계 최고수준의 고부가가치 초저발열 콘크리트 기술 보유국으로 부상
- 세계 최장 교량 건설을 위한 압송기술을 통한 위상 제고

세세부과제 2-2-2 경량구조용 고강도강재 및 접합기술 개발

연구배경

- 고강도 강재 및 고내후성 강재 적용으로 공사비와 유지관리 비용 절감
- 고강도 케이블 적용에 따른 응력 집중부위의 보강구조, 강재 고주탑 등 교량의 초장대화에 따라 고강도 강재가 필요한 구조가 발생하며, 고강도 강재의 장점을 최대한 활용하기 위한 대직경/고강도 접합기술 동시 필요
- 장경간 케이블교량의 경우는 대부분 부식환경이 열악한 해상에 건설되는 경우가 많으며, 이에 따른 고내후성 강재의 개발 필요성 부각

주요 연구내용

- 인장강도 800MPa급 고강도 강재 및 용접재료 상용제품화
- 인장강도 800MPa급 고내후성 강재 및 용접재료 상용제품 개발
  - 고내후성 강재 및 용접재료의 실험실 개발에서 상용제품 개발까지 필요한 일련의 연구
- F13T M30급 대구경 고강도 볼트 접합기술 실용화

기술개발 효과

- 고강도 강재 및 고내후성 강재 적용으로 공사비와 유지관리 비용 절감
- 세계 선도의 기술수준 확립 및 향후 세계시장 선점

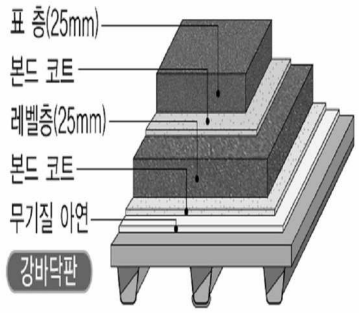
세세부과제 2-2-3 박층 교면포장재료

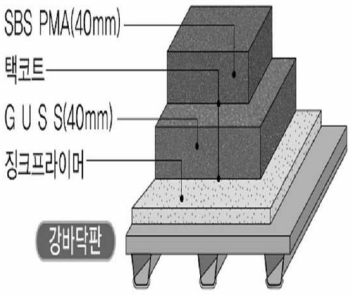
연구배경

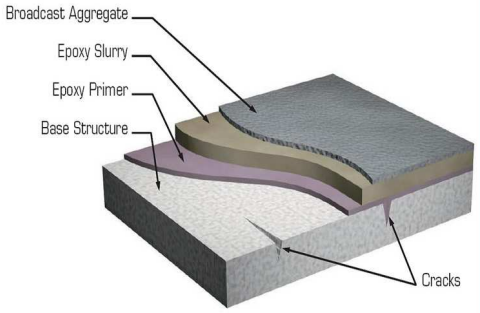
- 교량이 장대화 될수록 사하중의 절감이 전체 구조시스템의 효율성 향상에 크게 기여
- 포장재료의 박층화를 통한 사하중 절감 및 이를 통한 총 공사비 절감 가능
- 장경간 케이블교량의 거동에 대한 안정성 확보, 화재 등의 재난 대비 및 유지관리의 용이성 등을 복합적으로 고려한 포장두께의 감소 요구

주요 연구내용

- 포장 두께 40mm 이하의 박층 교면 포장재료 개발







기술개발 효과

- 세계 선도의 기술수준 확립 및 향후 세계시장 선점
- 박층 교면포장 시장 선점

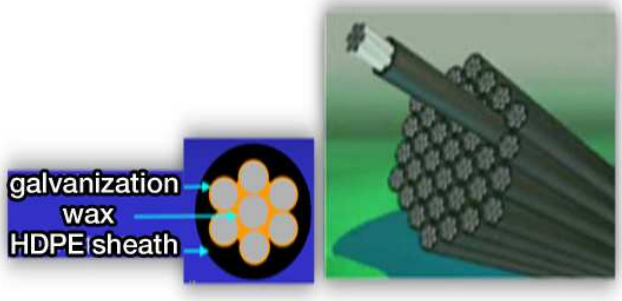
세세부과제 2-2-4 고기능성 구조재료 적용기술

연구배경

- 고성능 소재의 개발과 적용 기준을 동시 개발로 개발 소재의 시장성 확보 필요
- 공기단축형 콘크리트, 800MPa급 고강도 강재, 박층 교면포장재료 등 개발 고기능성 구조재료의 규격화 및 설계기술의 기준화를 통한 개발기술의 일반화 및 확산 필요

주요 연구내용

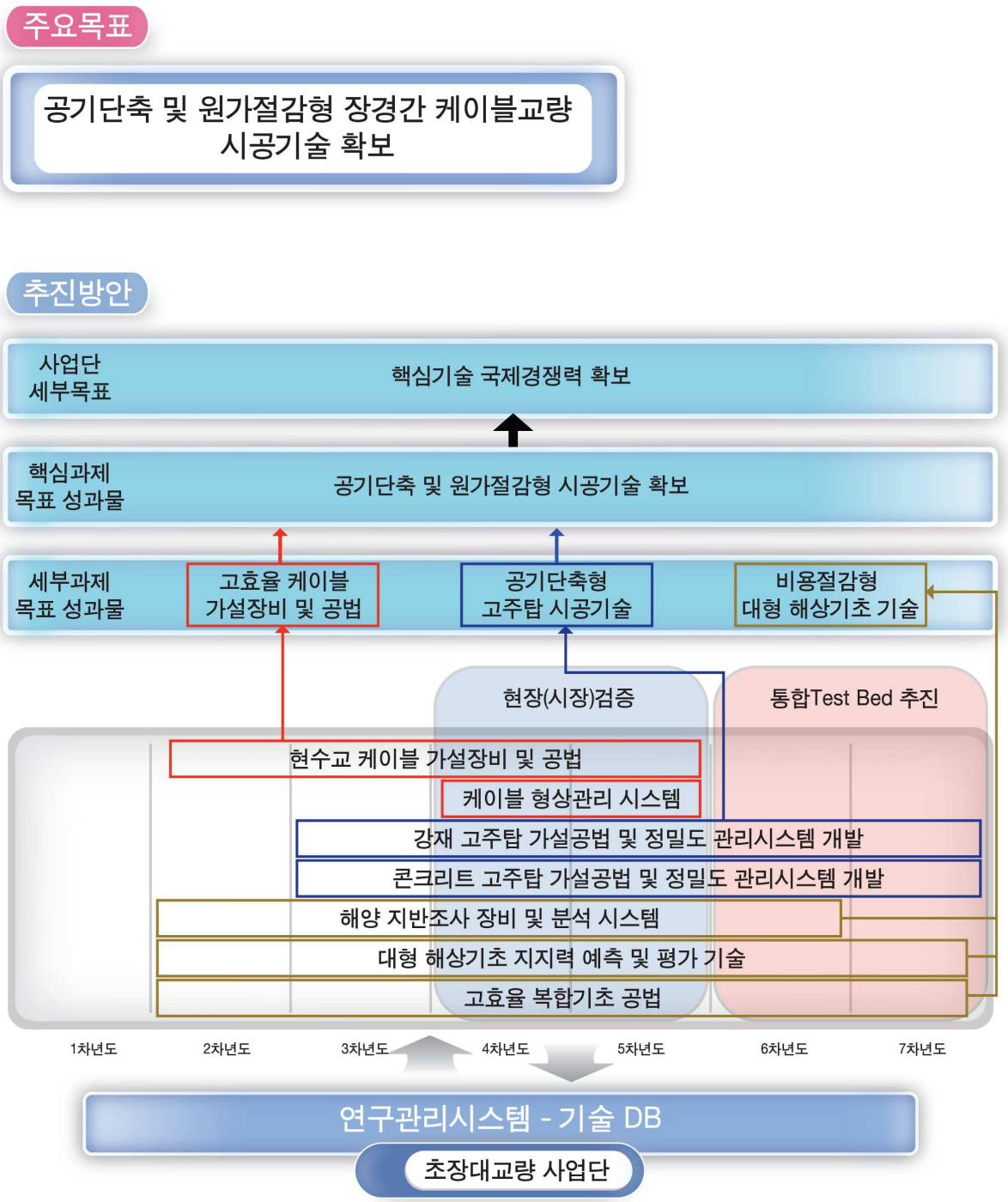
- 공기단축형 콘크리트 성능규격, 설계 및 시공기준 개발
- 고성능 강재 성능규격, 설계 및 시공기준 개발
- 박층 교면포장재료 성능규격, 설계 및 시공기준 개발



기술개발 효과

- 세계 선도의 기술수준 확립 및 향후 세계시장 선점
- 경쟁 제품의 추격 견제 효과

3.4.5. 3핵심과제 주요 목표 및 추진방안



세부과제 3-1 목표 및 추진 내용

고효율 가설장비 및 공법개발

고효율 케이블 가설장비의 국산화 및 가설기술 자립

현수교 케이블 가설장비 및 공법

-현수교 케이블 장비 및 공법
대상케이블:
ø5mm 인장강도 2,160MPa급
ø6mm 인장강도 2,060MPa급
ø7mm 인장강도 1,960MPa급
3,000톤/케이블/월 생산성

-클램핑 볼트 장력 측정기술

-메인 케이블 온도 측정장치

케이블 형상관리 시스템 개발

-케이블 형상관리 시스템

-케이블 sag 측정시스템

-케이블 장력제어시스템

-시공오차관리 시스템

세부과제 3-2 목표 및 추진 내용

공기단축형 고주탑 시공기술 개발

장경간 케이블교량 고주탑
가설공법 개선을 통한 공사기간 단축

강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발

-강재 고주탑 가설장비 및 공법개발

-대블록 강주탑 정밀 제작 공법

-대블록간 연결정밀도 확보기술 개발

-블록간 접합을 위한 고소 작업용 현장용접장비 개발

콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발

-콘크리트 고주탑 가설장비 및 공법

-이동식 거푸집 시스템

-콘크리트 고속 압송 시스템

-고주탑 연직정밀도 관리시스템

분리공모과제

세부과제 3-3 목표 및 추진 내용

비용절감형 대형 해상기초 개발

경제적인 대형 해상기초 기술확보를 통한
장경간 케이블교량 비용 절감

해저 지반조사 장비 및 분석시스템	대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술	고효율 복합기초 공법
-해저 착저형 지반조사 장비 -설계정수 분석시스템	-해상지반 연직/횡방향/인발 지지력 예측기법 -해상지반 침하량 예측기법 -비용절감형 대용량 현장 지지력 평가 및 시공상태 확인 기법	-내진 보강형 복합기초 공법 -연약지반 및 대수심용 경제적 복합기초 공법 -국내 해상기초 내진설계에 대한 효율성 향상 및 해외 강진 지역 진출을 위한 기술력 확보

분리공모과제

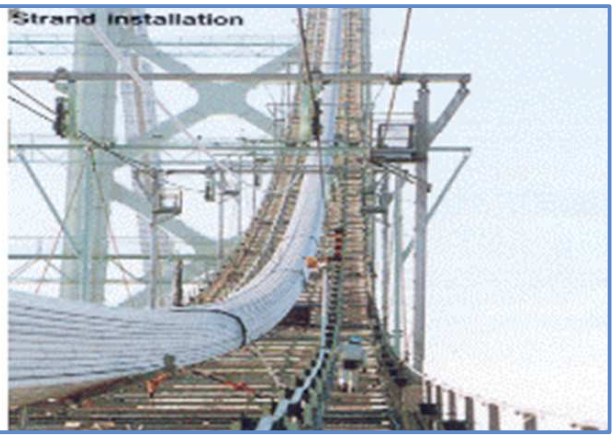
세세부과제 3-1-1 현수교 케이블 가설장비 및 공법

연구배경

- 현수교의 경우, 메인 케이블 가설에 소요되는 비용과 공사기간이 차지하는 비중이 크기 때문에 가설장비 및 공법 개선을 통한 가설생산성 향상 필요
- 현수교 케이블 가설장비는 세계적으로 2~3대 정도 밖에 없으며 국내 현수교 현장에서도 가설은 전적으로 일본의 장비 및 기술에 의존
- 국내에서 계획 중인 현수교는 총 5개소 이상이며 케이블 가설에 소요되는 비용은 약 1,000억 정도로 추정되어 케이블 가설공법의 국산화 필요
- 케이블 가설기술을 해외에 의존하면 익숙한 자국의 케이블 소재를 사용하려고 하므로 세계 최고 수준에 근접한 국내 케이블 소재 산업의 발전 저해

주요 연구내용

- 현수교 케이블 가설장비 및 공법 개발
  - 고효율 현수교 메인 케이블 가설장비 개발
  - φ 5mm 인장강도 2,160MPa급, φ 6mm 인장강도 2,060MPa급, φ 7mm 인장강도 1,960MPa급 고강도 강선용 케이블 대상
  - 가설 생산성 : 3,000톤/cable/month 이상
  - 클램핑 볼트 장력 측정기술 개발
  - 메인 케이블 온도 측정장치 개발



기술개발 효과

- 해외에 의존하는 케이블 가설기술의 자립화
- 장비 운용에 대한 자율성 확보로 세계시장 경쟁력 확보

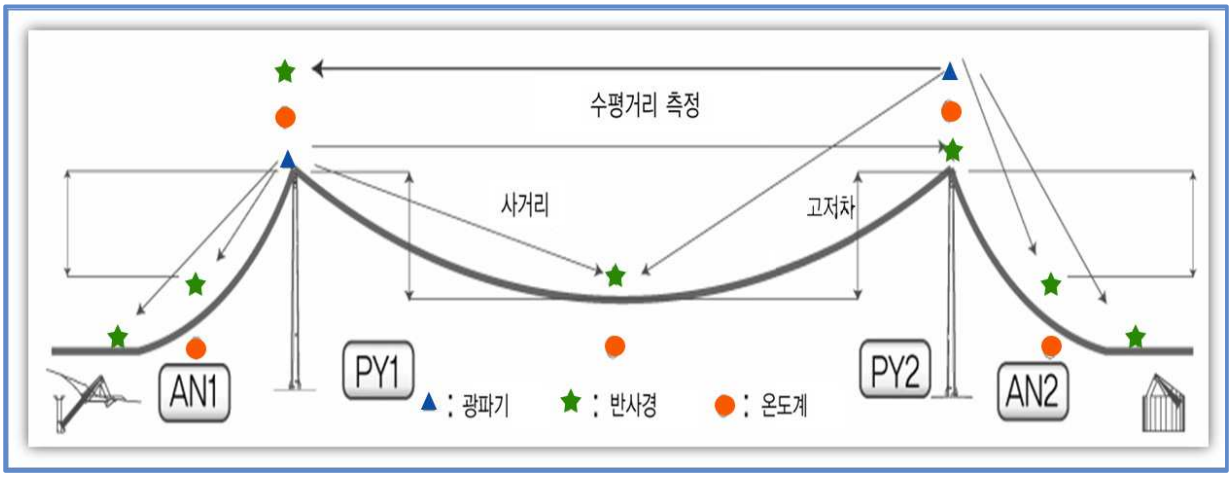
세세부과제 3-1-2 케이블 형상관리 시스템 개발

연구배경

- 현수교 케이블 가설공법의 자립화를 위해서는 현수교 케이블 가설장비와 더불어 시공 관리를 위한 케이블 형상관리 기술 및 시스템 개발 필요

주요 연구내용

- 케이블 형상관리 시스템 개발
  - 케이블 sag 측정시스템 개발
  - 케이블 장력제어시스템 개발
  - 시공오차관리 시스템 개발



기술개발 효과

- 해외에 의존하는 케이블 가설기술의 자립화

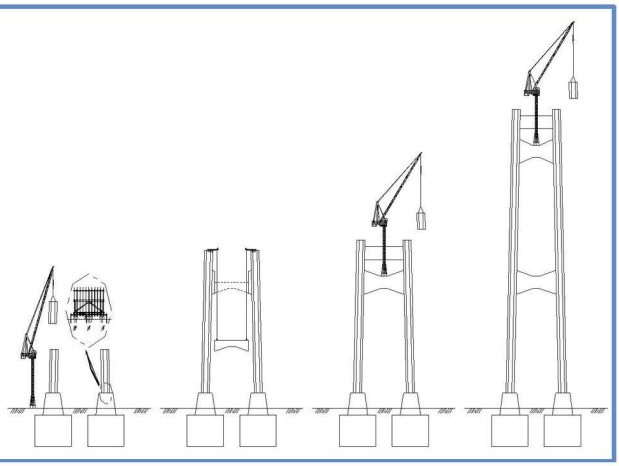
세세부과제 3-2-1 강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발

연구배경

- 장경간 케이블교량의 주경간장 증가에 비례하여 주탑도 높아지고 있어 2011년 이후에는 주탑높이가 400m 이상이 될 것으로 전망 (Akashi Bridge : 283m, 광양대교 : 270m, Messina Bridge : 383m)
- 고주탑은 해상에서 시공하여 공기가 많이 소요되므로 공기 단축을 위한 기술개발 필요
- 강재 주탑을 적용하는 경우 국내 업체의 제작 및 가설 경험이 충분치 않아 대블록의 정밀 제작과 블록간 접합부의 연결 정밀도 확보기술 등 핵심기술 분야는 부분적으로 해외 기술에 의존

주요 연구내용

- 강재 고주탑 가설장비 및 공법 개발
  - 대블록 강주탑 정밀 제작 공법
  - 대블록간 연결정밀도 확보기술 개발
  - 블록간 접합을 위한 고소 작업용 현장용접장비 개발



기술개발 효과

- 강재 고주탑 가설장비 및 공법

세세부과제 3-2-2 콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발

연구배경

- 서남해안에 예정된 다수의 장경간 케이블교량의 시공을 위하여 해외에서 임대 사용하고 있는 콘크리트 주탑용 이동식 거푸집 장비 국산화 필요
- 고주탑의 연직도 등 시공 중 형상관리는 설계단계에서 고려한 형상 및 부재력을 일정한 오차기준 내에서 유지하기 위한 필수기술이며, 장경간 케이블교량의 주경간이 길어지고 구조시스템의 효율성이 좋을수록 그 중요성 부각
- 고주탑은 가설공법과 더불어 고주탑 연직도의 정밀한 측정 및 관리기술 필요

주요 연구내용

- 콘크리트 주탑 가설 공법 개발
  - 이동식 시스템 거푸집 개발
  - 콘크리트 고속 압송 시스템 개발
- 고주탑 연직정밀도 관리시스템 개발
  - 연직도 정밀 측량 시스템
  - 연직도 시공관리 시스템

기술개발 효과

- 콘크리트 고주탑 시공 공기 단축
- 고주탑 효율적인 시공관리

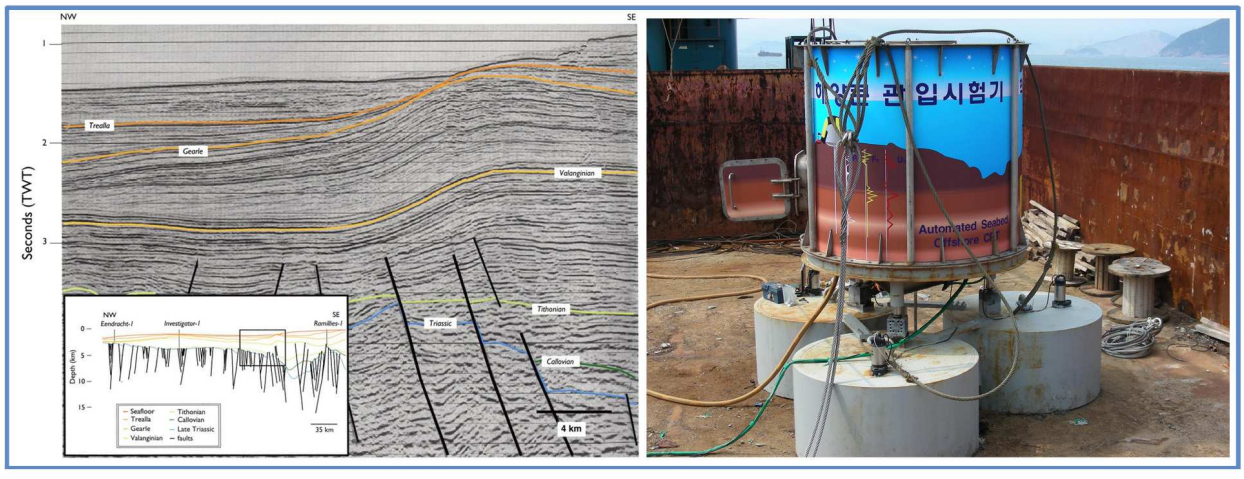
세세부과제 3-3-1 해저 지반조사 장비 및 분석시스템

연구배경

- 경제적인 해상기초의 설계를 위하여 신뢰성 있는 해저 지반조사 필요
- 서 · 남해안의 장경간 케이블교량의 경우 수심 50m 이상, 심도 70m 이상의 지반정보 요구
- 해외 일부 구간에서는 길이 100m가 넘는 기초를 시공하는 등 대심도 구간이 발생하여 이에 대한 대응 필요 (ex. Sutong Bridge : 길이 110m인 현장타설말뚝 적용)
- 기존 연구에서 개발된 해저 지반조사 장비는 수심 50m까지만 사용 가능하고 조사항목도 1개 밖에 되지 않으므로 국내 장경간 케이블교량 사업에서의 적용 한계

주요 연구내용

- 대수심용 해저 착저형 지반조사 장비 개발
  - 수심 100m 및 조사심도 50m 이상 가능한 지반조사 장비 개발
  - 불교란 시료 채취 또는 원위치 재하시험 가능
  - 시험 조사항목 : 3개 이상 (암반에 대한 지반조사 시험 포함)
- 설계지반정수 분석시스템
  - 지반조사 결과로부터 신뢰도 높은 설계지반정수를 도출하는 시스템



기술개발 효과

- 정확한 지반조사 결과를 바탕으로 해상기초 설계의 신뢰성 향상 및 경제적인 설계 구현
- 향후 해양 구조물 등 해양개발에 활용 가능

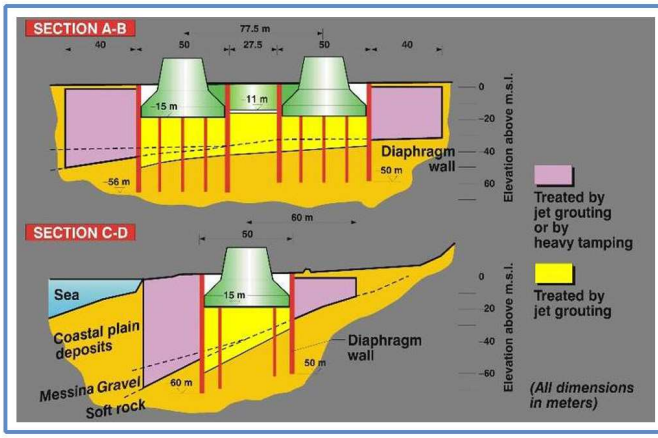
세세부과제 3-3-2 대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술

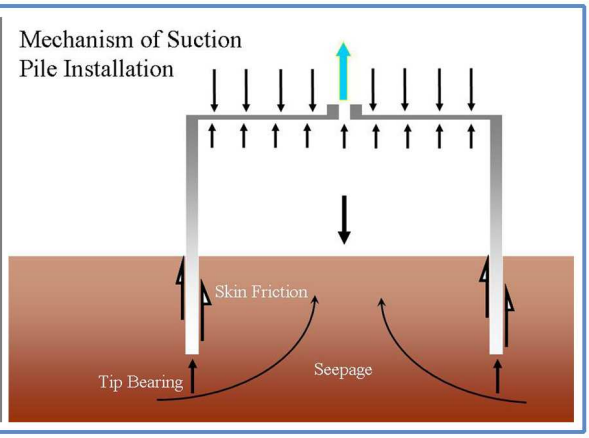
연구배경

- 대형해상기초는 해상 지반조사의 어려움 등으로 보수적인 설계 경향
- 특히, 암반의 점진적 파괴와 절리 특성을 고려하여 정확한 지지력예측 필요
- 대심도 해상기초는 기초를 토사에 시공해야 하는 경우가 많이 발생하게 되며 이 경우 침하량 예측은 설계에 가장 중요한 요소
- 대형 해상기초는 규모가 크기 때문에 대용량 재하시험을 통한 지지력 평가에 많은 비용이 소요되어 경제적으로 지지력을 평가할 수 있는 장치 및 방법 필요

주요 연구내용

- 해상지반 지지력 예측기법 개발 (연직, 횡방향, 인발 지지력 등)
  - 암반의 점진적 파괴와 절리 특성 고려
- 해상지반 침하량 예측기법 개발
  - 지반의 대변위 비선형 거동 고려
- 비용절감형 대용량 현장 지지력 평가 장비 및 시공상태 확인기법 개발
  - 소규모 재하시험을 통한 지지력 예측방법 또는 두부와 선단재하 복합기법 개발





기술개발 효과

- 대형 해상기초의 경제적 설계
- 대용량 지지력 평가시험에 소요되는 비용 절감

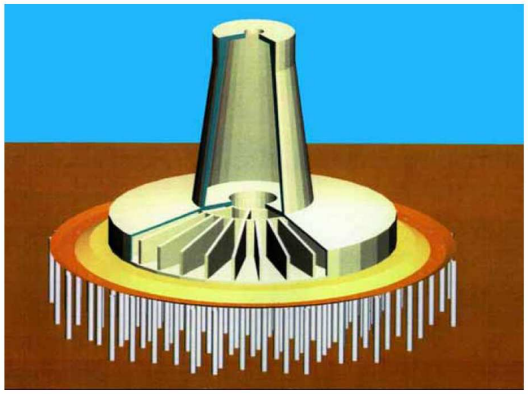
세세부과제 3-3-3 고효율 복합기초 공법

연구배경

- 그리스의 Rion Antirion Bridge는 지반가속도 0.48g인 강진 지역에서 시공한 교량으로 지반을 말뚝으로 보강하고 그 위에 중력식 기초를 시공하여 지진파가 상부 구조에 전달되는 것을 크게 줄이고 상시에는 상부하중을 안전하게 지지하는 형태의 획기적인 형식 채택한 것과 같이 내진성능 확보 중요
- 국내 건설사들이 비교적 진출하기 용이한 동남아에서도 Sunda Strait Bridge(주경간장 3.0km, 인도네시아) 등 장대교량 건설을 계획하고 있는데 이 지역은 강진지역이므로 해외 진출을 위하여 내진성능이 우수한 기초 형식 필요
- 연약지반, 대수심 그리고 빠른 유속에 대응할 수 있는 비용절감형 복합 기초 형식 필요
- 일본에서는 연약지반 및 대수심 지역에 경제성이 유리한 벽강관말뚝 기초나 케이슨과 말뚝기초가 혼합된 형태의 기초도 적용하고 있는 바, 국내에서도 관심을 보이고 있음

주요 연구내용

- 내진 보강형 복합기초 공법 개발
  - 지반가속도 최대 0.5g에 대한 대응이 가능한 기초 공법 개발
  - 지반 대변위의 허용이 가능한 기초 공법 개발
  - 동적 대변위 지반 거동 예측 시스템 개발
- 연약지반 및 대수심용 경제적 복합기초 공법 개발
  - 연약지반 및 대심도 구간에서 경제성이 우수한 기초 공법 개발
  - 직접기초와 깊은기초가 결합된 형태의 복합공법 개발



기술개발 효과

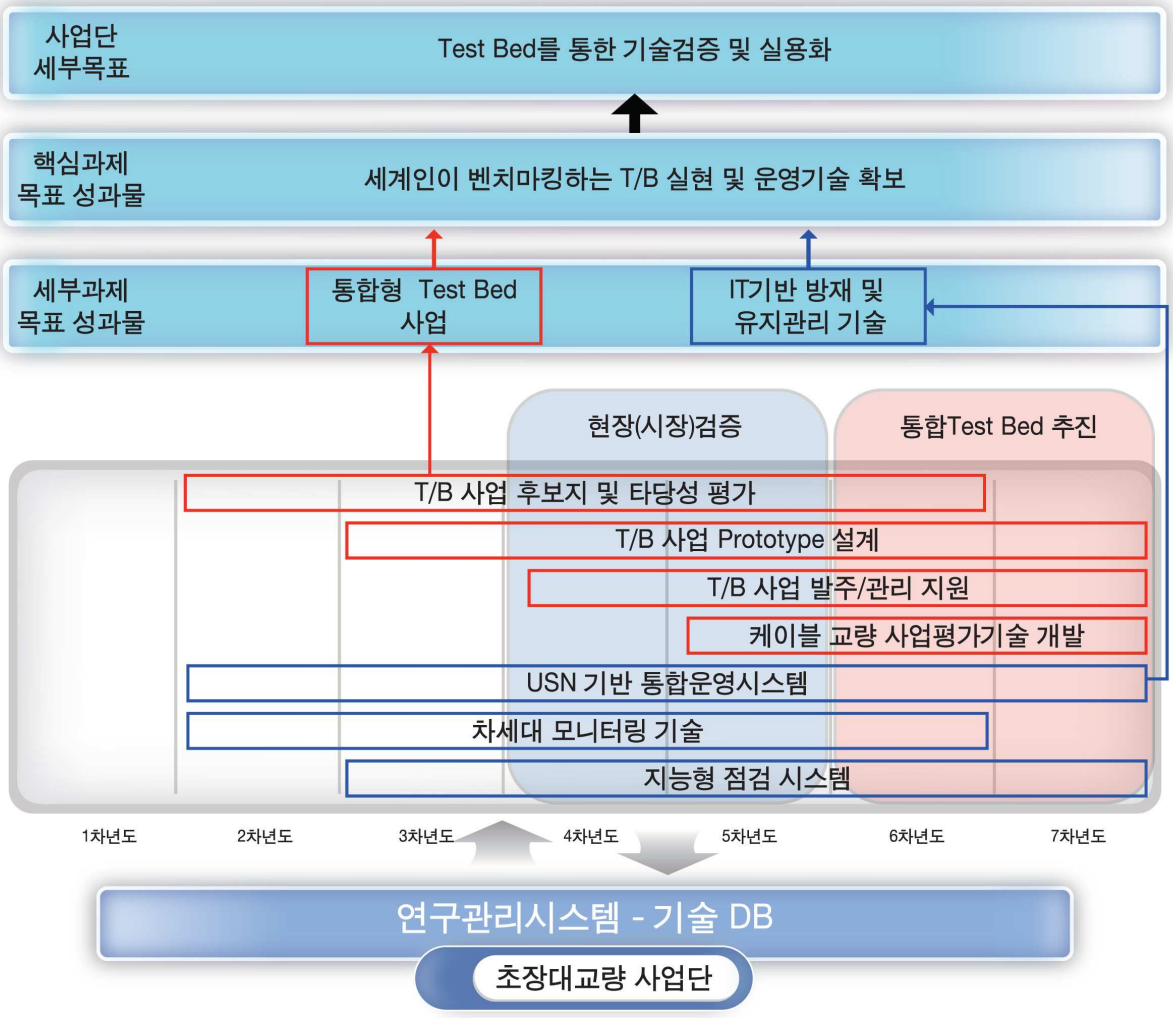
- 국내 해상기초 내진설계에 대한 효율성 향상 및 해외 강진 지역 진출을 위한 기술력 확보
- 연약지반 및 대심도 구간에서 해상기초의 경제성 향상

3.4.6. 4핵심과제 주요 목표 및 추진방안

주요목표

세계인이 벤치마킹하는 Test Bed 실현
및 운영기술 확보

추진방안



세부과제 4-1 목표 및 추진 내용

통합형 Test Bed 사업추진

랜드마크성 장경간 케이블교량 Test Bed 구현

Test Bed 사업 후보지 발굴 및 타당성 평가	Test Bed 사업 Prototype 설계	Test Bed 사업 발주/관리 지원	장경간 케이블교량 사업평가기술
-Test Bed 사업 후보지 및 타당성 평가 보고서 -Test Bed 사업 제안서	-Test Bed 사업 지원용 Prototype 설계 성과품 -각 핵심기술을 통합 적용한 설계 및 시공방법 -사업단 개발기술을 적용한 최적 설계안 도출	-Test Bed 사업 제안정보요청서 -Test Bed 사업 입찰안내서 -Test Bed 사업 설계/공사 시방	-장경간 케이블교량 RM Tool 및 지침서 -장경간 케이블교량 VM 및 LCC평가 Tool 및 지침서 분리공모과제

세부과제 4-2 목표 및 추진 내용

IT 기반 방재 및 유지관리기술

기술 융합을 통한 방재 및 유지관리 효율성 향상

USN 기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템	차세대 모니터링 기술	지능형 점검시스템
-케이블교량 통합 운영시스템 -케이블교량 유지관리 모델	-케이블 손상 및 열화진단시스템 -GNSS기반 형상관리시스템 -영상기반 진동감지시스템	-현수교 행어 점검 로봇시스템 -사장교 케이블 점검 로봇시스템 -유비쿼터스 점검시스템 분리공모과제

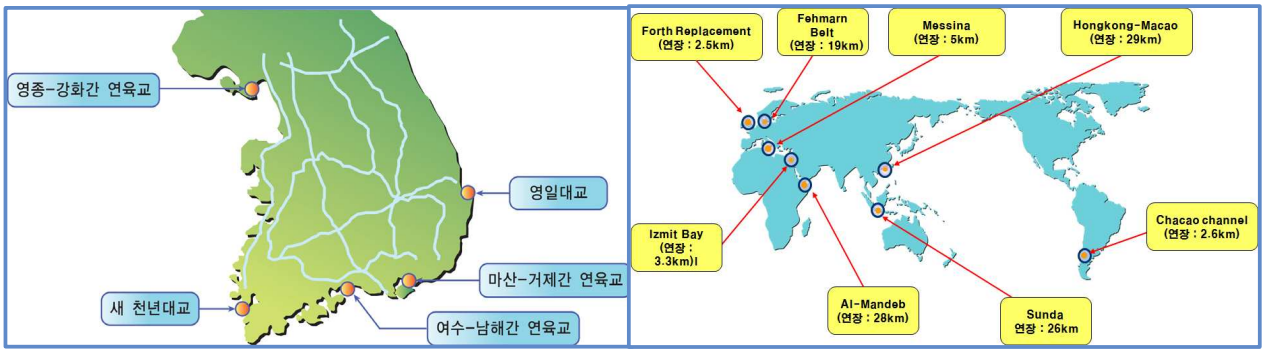
세세부과제 4-1-1 Test Bed 사업 후보지 발굴 및 타당성 평가

연구배경

- 실제 교량을 통한 검증은 연구 결과에 대한 최종 성능을 증명하는 가장 신뢰성 있는 방법
- 각 핵심과제에서 개발되어 검증된 핵심 기술의 장경간 케이블교량 시스템내에서 통합 검증
- 랜드마크적인 통합형 Test Bed 건설에 의한 국내 기술력 홍보 및 이를 통한 해외 시장 점유

주요 연구내용

- 각 세부과제에서 개발된 연구결과의 적용성 종합 분석
- Test Bed 사업 후보지 조사 및 경제성 분석
  - 연구결과를 종합 적용이 가능한 후보지 발굴
  - 기존 설계와 연구결과를 이용한 설계의 장단점 분석
- Test Bed 사업 추진을 위한 최적의 제안서 작성



기술개발 효과

- 세계 최고수준의 장대 케이블 교량의 개념설계 및 개략 공사비 산정 기술 개발
- 연구결과의 종합 적용 능력 배양
- 장대 교량 국제 입찰시 세계적 건설사와 경쟁 능력 확보

세세부과제 4-1-2 Test Bed 사업 Prototype 설계

연구배경

- 각 핵심과제에서 개발되는 기술을 현장적용이 적합한 기술의 사전평가를 실시하여 최적의 상태에서 적용이 가능한 기술의 우선 선정 및 각 기술간의 성능 상호 검증 필요
- 개발 기술의 장점을 기존 설계와 비교하여 발주자에게 구체적으로 설명하기 위한 자료 필요

주요 연구내용

- Test Bed 사업 지원용 Prototype 설계 성과품
  - 각 핵심기술을 통합 적용한 설계 및 시공방법
  - 사업단 개발기술을 적용한 최적 설계안 도출
  - 기존 설계와 비교

기술개발 효과

- 핵심과제에서 개발된 기술의 상호 유기적 연계 추진 가능
- 참조모델 제시로 장경간 케이블교량 건설비용 절감 및 공기단축
- 각 요소기술의 최적화된 적용기법 확보

세세부과제 4-1-3 Test Bed 사업 발주/관리 지원

연구배경

- 사업단에서 개발된 기술을 Test Bed에 적용하여 각 기술의 현장 적용시의 문제점을 파악하고 보완체계를 수립해 나감으로써 각 핵심과제별 기술의 완성도 향상 필요
- 연구 개발 결과를 적용할 수 있는 Test Bed를 건설하기 위하여는 세부 설계기준 및 공사 시방서를 설계 및 시공시에 사용할 수 있도록 심의를 통하여 제정
- 공사시 발생할 문제에 대하여 사업단 이후에 기술지원을 수행하여 공사관리에 지장이 없도록 할 수 있는 시스템 제안
- RM 및 VM 기법을 이용한 공사관리 능력의 첨단화 구현

주요 연구내용

- Test Bed 사업 입찰안내서
  - 실현 가능한 Test Bed 적용 기술 선정
  - 요소 기술들의 연계 및 통합 방안
- Test Bed 사업 설계 및 시방서
  - 단위 요소 기술별 최적의 Test Bed 구성 및 검증 방안 개발
  - 최적 설계 지원
- RM 및 VM 기법을 이용한 효율적 공사관리
  - 각 현장에 적용할 세부적 기법 정립

기술개발 효과

- 장경간 케이블교량 관련 산/학/연/관 네트워크 구축
- 최고가치를 지향하는 발주능력 개발
- RM 및 VM 기법을 이용한 체계적인 건설관리 체계 구축

세세부과제 4-1-4 장경간 케이블교량 사업평가기술

연구배경

- 장경간 케이블교량만의 사업평가기술(RM, VM 및 LCC) 프로세스 개발 필요성 부각
  - 해외 선진국은 RM(Risk Management)의 개발 및 적용단계로 초장대사업의 글로벌시스템 및 해외진출 구축을 위해 필요한 사업평가기술
  - 국내에서도 VE제도 강화를 위해 100억이상 사업에 의무적으로 VE를 적용하도록 규정하고 있고, 외국에서는 VE 보다 한단계 발전된 VM(Value Management)제도 적용

주요 연구내용

- 장경간 케이블교량 사업평가기술 개발
  - 외국사례 분석 및 국내 적용 연구
  - 장경간 케이블교량만의 사업평가기술 시스템 개발
  - RM, VM 및 LCCA 연계방안 검토

기술개발 효과

- 장경간 케이블교량 사업평가기술 개발로 사업리스크 감소 및 공사비 절감, 가치 향상

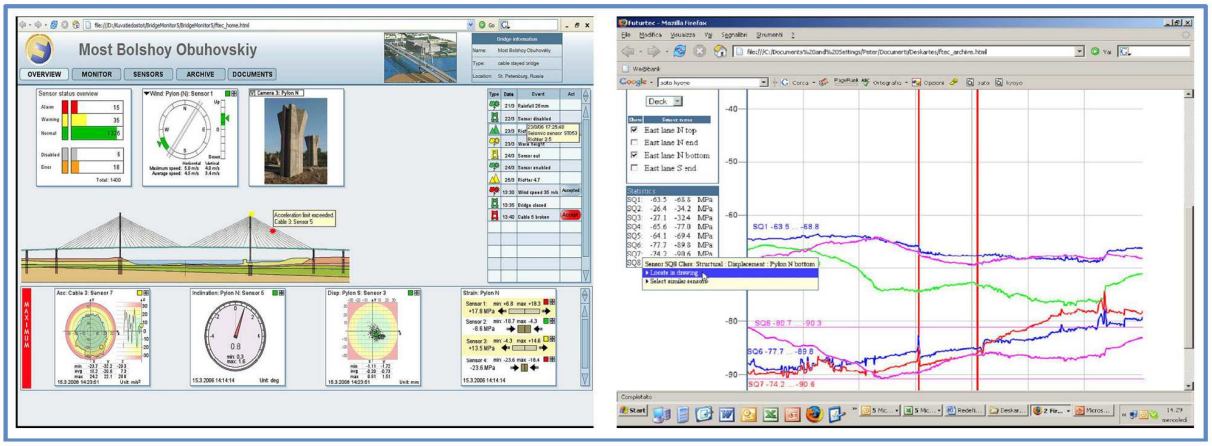
세세부과제 4-2-1 USN 기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템

연구배경

- 교통, 재난, 점검, 계측 등을 유기적으로 관리할 수 있는 통합운영시스템 필요

주요 연구내용

- U 재난관리시스템 알고리즘 개발
  - U 재난관리시스템 설계기술
  - 재난 위험도 평가 / 재난 시나리오별 대응 매뉴얼
- 차세대 구조 건전도 모니터링시스템(SHM) 알고리즘 개발
  - 장경간 케이블 교량 계측데이터 DB 표준화
  - 계측데이터 장경간 케이블교량 유지관리 활용기술
- 차세대 교량유지관리 전산시스템(BMS) 알고리즘 개발
  - 부재별/전체 상태평가기법
  - 열화 예측모델 및 의사결정시스템
- 장경간 케이블교량 유지관리매뉴얼
  - 위험도 기반 점검 최적화 기법
  - 유지관리를 위한 embedded 점검시설 설치 및 관리지침
  - 유지관리 효율성을 위한 케이블 교량 설계지침
- 통합운영시스템 알고리즘 및 소프트웨어 개발



기술개발 효과

- 케이블교량 통합운영관리 모델 제시
- 케이블교량 운영비용 절감

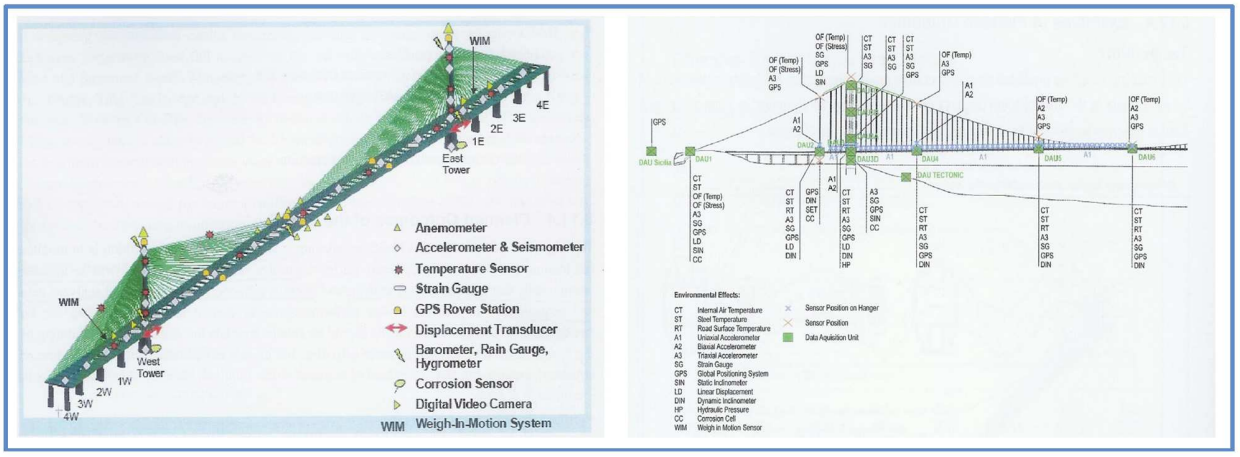
세세부과제 4-2-2 차세대 모니터링 기술

연구배경

- 공용 중 신뢰성 있는 상태평가를 위해 설계, 시공단계부터 고려할 정도로 장대교량에 있어 모니터링시스템은 일반화 되어 있으나 효용성의 문제가 있으므로 다양한 컨텐츠 개발 필요
- 국내 풍부한 IT 인프라와 다수의 시스템 구축 실적으로 세계 선도 가능
- 현재 극한기술로 분류되는 '현수교 주케이블 손상 및 열화진단시스템' 개발을 포함한 장대교량에 특화된 모니터링 기술 개발 필요

주요 연구내용

- 현수교 주케이블 손상 및 열화진단 모니터링 기술
- GNSS(Global Navigation Satellite System)기반 장대교량 모니터링 기술
- 사장교 케이블 영상기반 진동 감지기술



기술개발 효과

- 국내 특수 케이블교량 모니터링 기술 업그레이드
- 유지관리 의사결정을 위한 신뢰성 있는 정량적 데이터 제공

세세부과제 4-2-3 지능형 점검시스템

연구배경

- 장경간 케이블교량 현수교의 행어(200m이상)와 사장교 케이블(500m이상)은 접근성이 불리하여 인력점검 한계
- 행어와 사장재는 케이블교량의 주요 보수·보강 부재로서 보수시기 결정을 위한 상태평가 기법 필요
- 국내 IT 및 RT(Robot Technology)를 접목할 경우 케이블 점검을 위한 솔루션 제공 가능
- 또한, 케이블교량의 점검은 점검자에 의해 이루어지므로, 점검자의 기능을 향상시키면 점검효율 증대
- 점검자의 기능 증대를 위해 첨단 IT기술을 접목한 모바일 점검시스템 개발 필요

주요 연구내용

- 현수교 행어 결함 탐사 비전 및 NDE 기능을 가진 점검로봇시스템
- 사장교 케이블 결함 탐사 비전 및 NDE 기능을 가진 점검로봇시스템
- 무선 양방향 통신기술, 모바일 컴퓨팅기술, 휴대용 점검 kit 개발

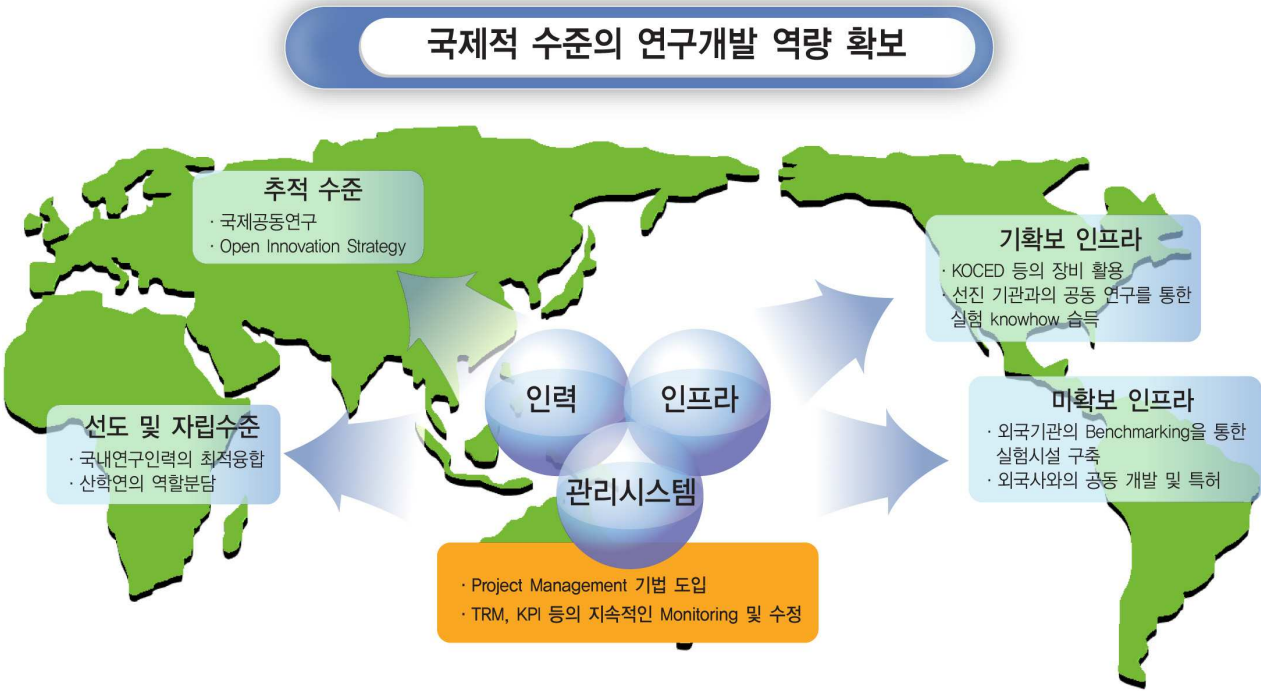
기술개발 효과

- 장경간 케이블교량 점검 취약부위에 대한 효율적인 점검
- 점검자의 기능 향상으로 점검비용 절감

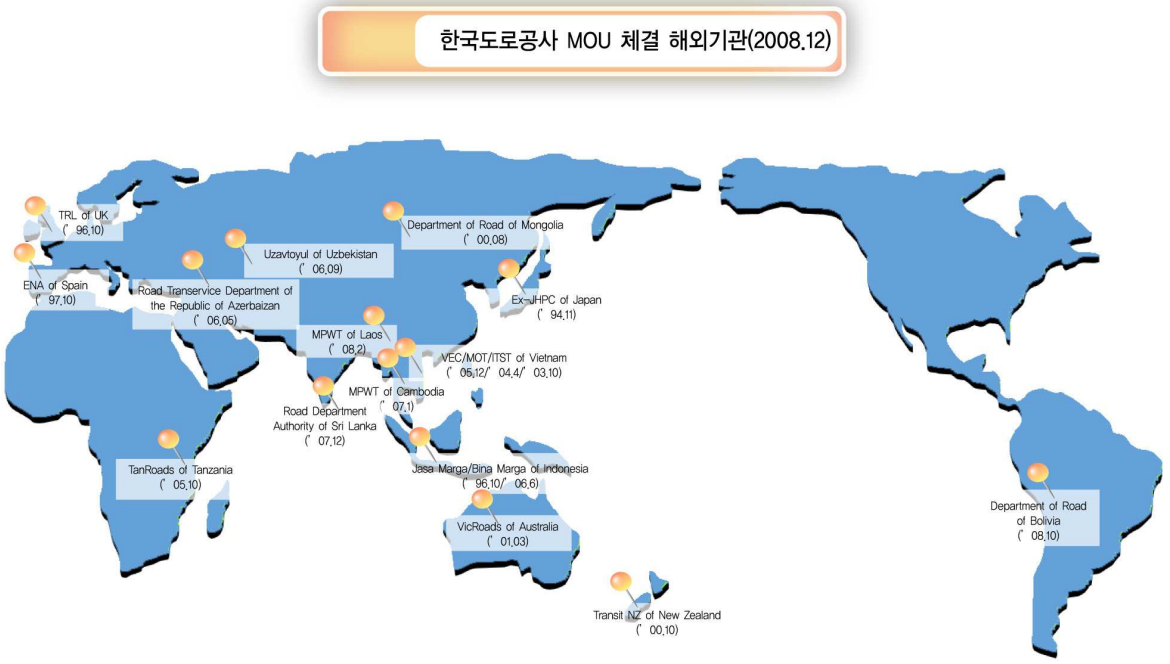
3.5. 국제적 수준의 연구개발 역량 및 기술개발 성과 확보방안

3.5.1. 국제적 수준의 연구개발 역량 확보 방안

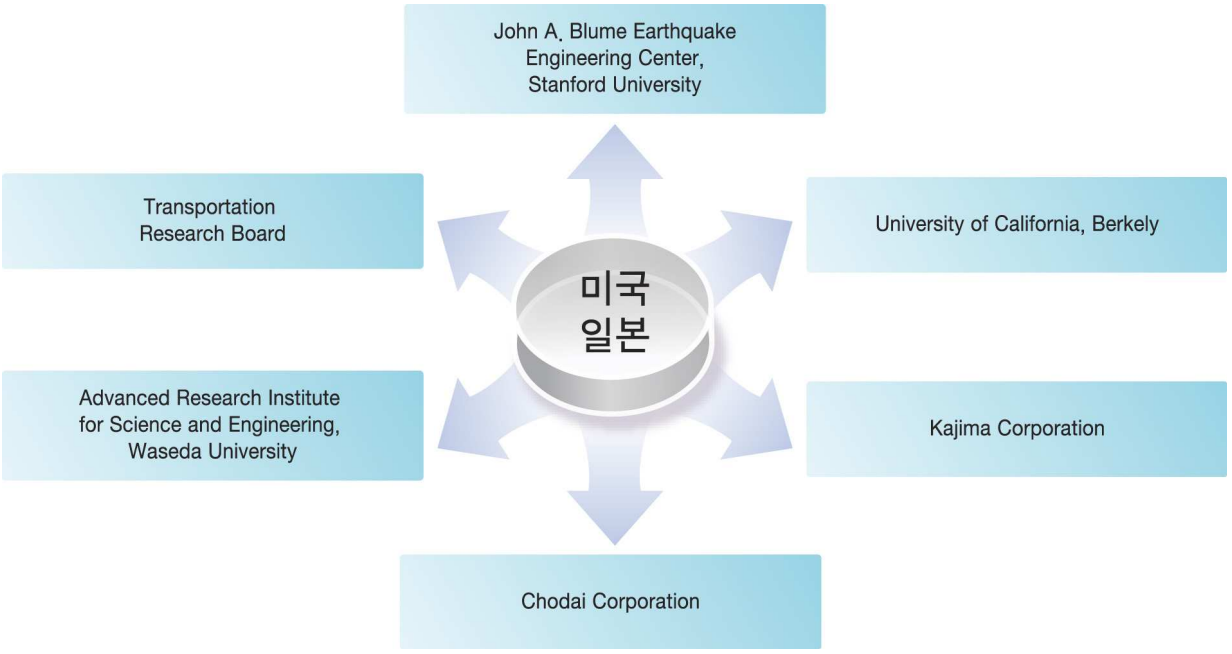
- 최고의 결과를 도출하기 위한 국내외 산·학·연 연구진 컨소시엄 구성
- 국제 기술교류에 의한 선진 기술 흡수 및 전문 인력 양성
- KOCED 등의 기존 연구시설 활용 극대화 및 추가실험시설 유도
- 표준화된 프로젝트 관리시스템에 의한 효율적 연구 관리



국제 협력에 관한 양해각서(MOU) 체결 해외기관을 이용한 기술교류



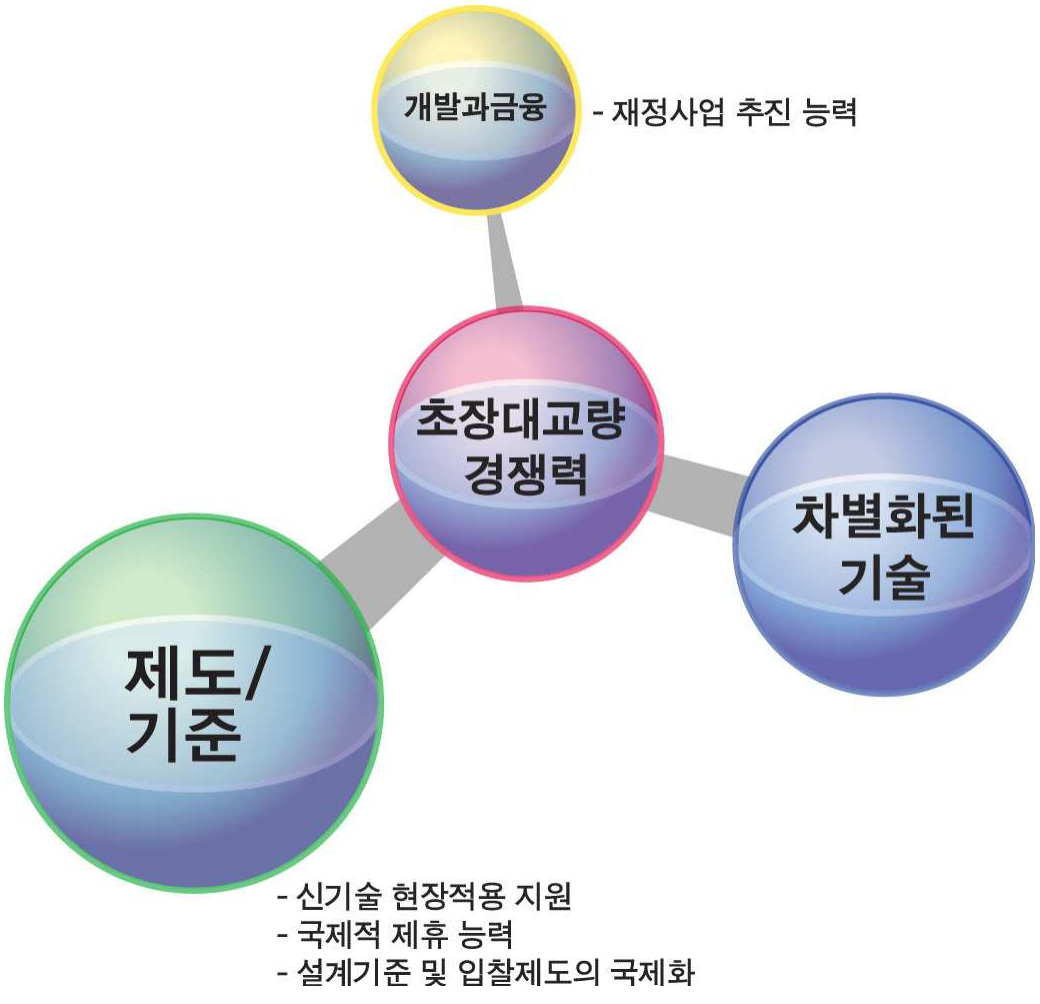
▸ 한국건설교통기술평가원(KICTEP) MOU 체결 해외기관



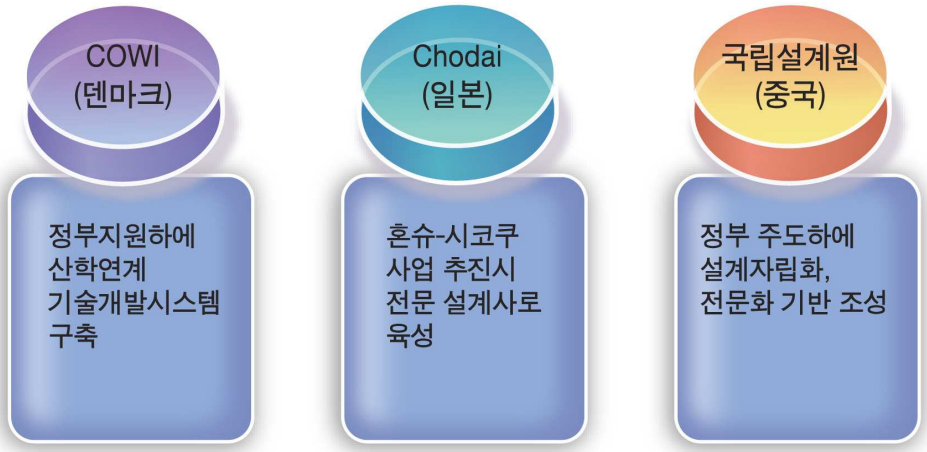
3.5.2. 국제적 수준의 기술개발 성과 방안

- 기술선진국이 보여주는 장경간 케이블교량 사업의 경쟁력 분석
- 기술선진국 벤치마킹에 의한 기술개발 전략 개발
- 기술선진국과의 기술격차 및 연구역량 분석에 의한 기술 수준별 전략 수립
- PDCA 기법을 활용한 Action Plan 적용
- 융복합 기술 및 시장의 변화를 반영할 수 있는 Open Innovation 전략 활용

기술선진국이 보여주는 장경간 케이블교량 사업의 경쟁력 분석



주요 기술주도국 설계사의 경쟁력 확보 배경



기술선진국 벤치마킹에 의한 기술개발 전략 수립

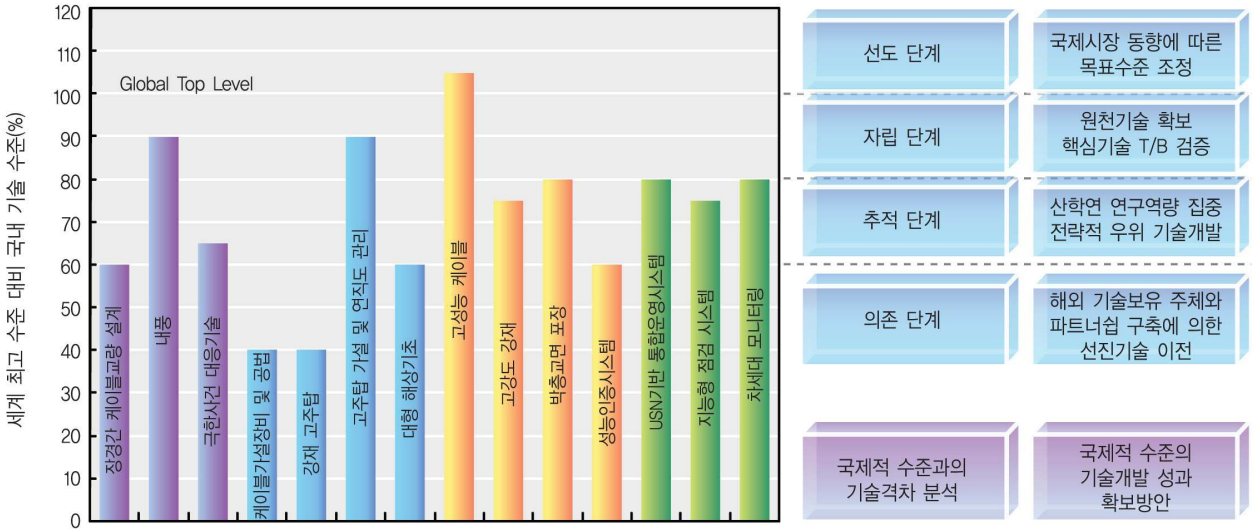
드림팀 구성과 사업단의 도전적인 리더쉽
드림팀 : 최고의 결과를 도출할 수 있는 산·학·연 컨소시엄 사업단 : 풍부한 사업 경험 보유 및 산·학·연·관의 유기적 연계에 의한 시너지효과 창출

⇧

유럽의 기술세계화, 일본의 전문기술, 중국의 가격경쟁력과 기술력 상승 극복

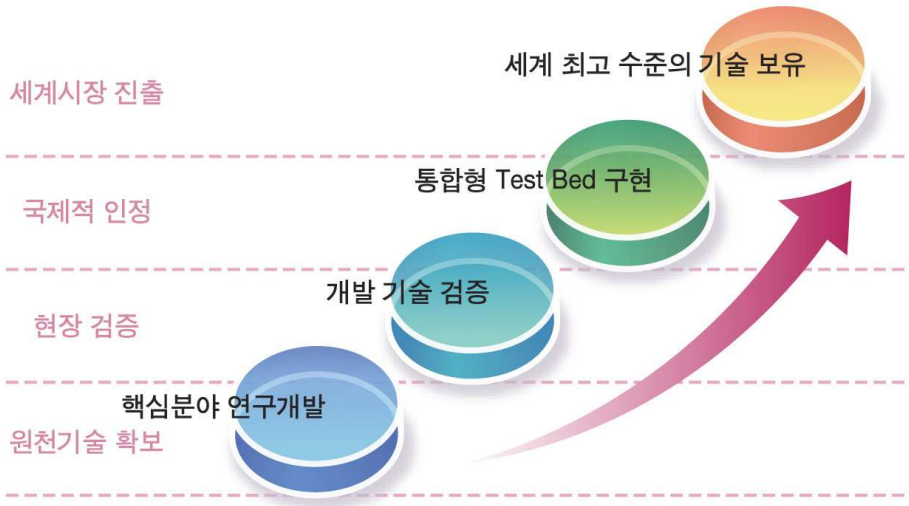
미국	• 약 40년간 장대교량 건설시장 소멸로 전문 기술자 고착화 • 기존교량 유지보수 및 신규 공사 추진 중이나 유럽의 대형 시공사 및 설계사가 경쟁적으로 사업 참여 중
유럽	• 아시아권의 양적 팽창에 대비 기술력 기반의 경제성 추구 • Messina교, 대륙간 연결 사업 등 초장대 교량 사업 연구주도로 차세대 프로젝트의 기술우위 선점 진행 중
일본	• Akashi교, Tatara교 등 현존 1위이나 기술 세계화에 실패 • JV형식 사업추진 및 국가 주도의 차관 위주 해외공사로 개별회사 국제 경쟁력 약화
중국	• 초장대교량 연구 및 사업추진을 통한 내수시장 복구 및 도약 준비 중 • 30여 년간의 집중적 사업추진과 전문 인재를 통해 일본, 미국, 유럽의 기술을 고루 흡수 • 체제의 제약으로 세계 시장 진출이 제한적이나 가격경쟁력을 통해 케이블 및 보강거더 제품 생산 주력 중

기술격차 및 연구역량 분석에 의한 기술 수준별 전략 수립

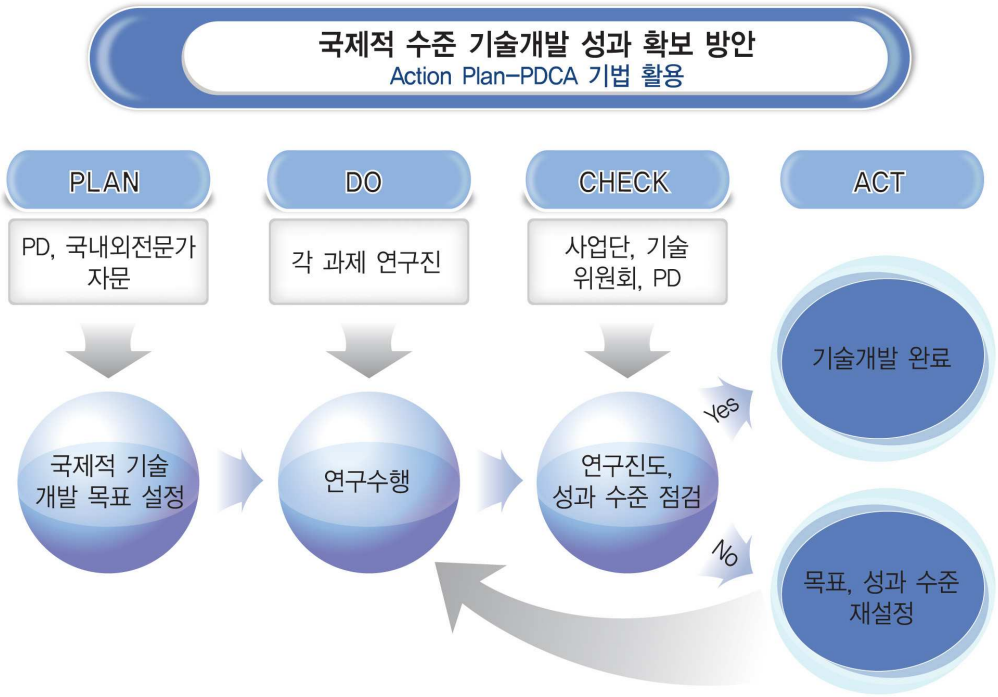


핵심분야 기술개발 역량 집중

- **장경간 케이블교량의 핵심 분야는 연구개발을 통해 기술을 국산화**
  - 선택과 집중을 위해 장경간 케이블교량의 모든 필요기술에 대하여 중요도를 평가하고, 아웃소싱 대상기술은 노우웨어 맵(know-where map)을 구축 활용
- **기술수준에 따라 추적, 자립, 선도등으로 분류하고, 수준별 기술개발 전략 수립**



PDCA 기법을 활용한 Action Plan 수립



기술과 시장 변화를 반영할 수 있는 Open Innovation 전략 수립

▸ 글로벌 대학/기업/연구소와 연계하여 융복합 기술의 발전과 급변하는 세계시장 변화에 능동적으로 대처

4. 연구개발 추진전략 및 체계

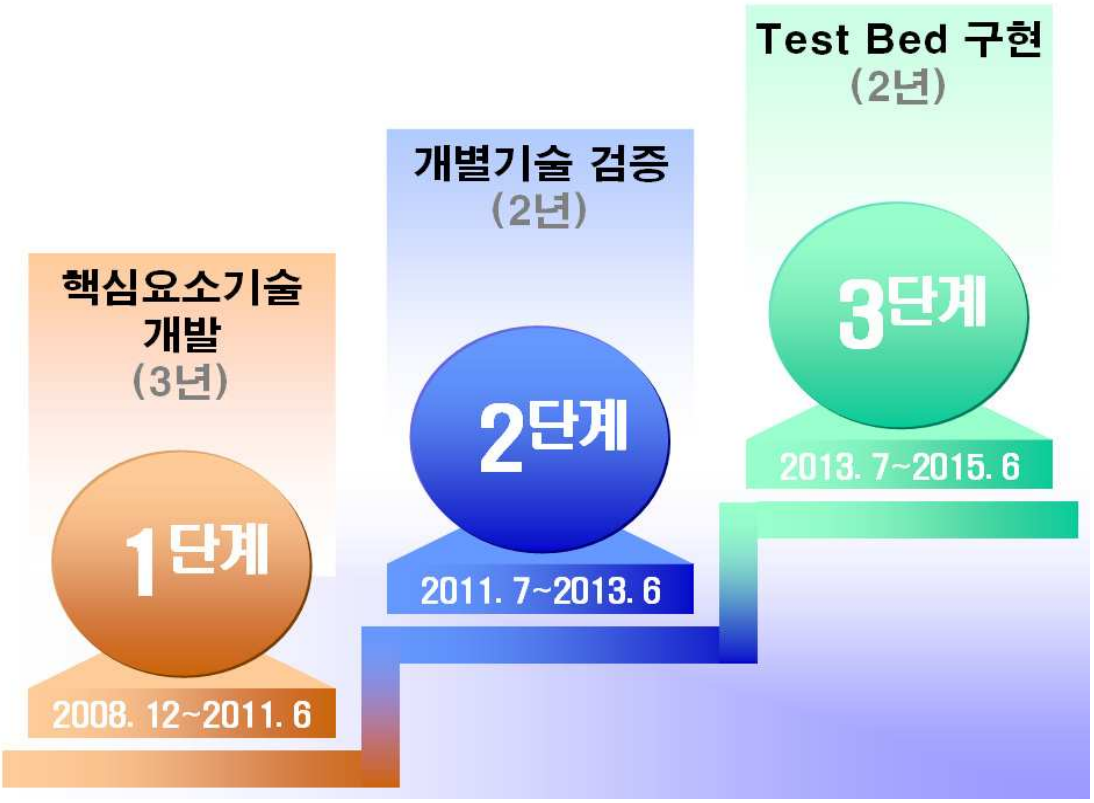
40th Anniversary
Korea Expressway Corporation
한국도로공사 40년

4. 연구개발 추진전략 및 체계

4.1. 연구개발 추진전략

추진전략

- 초장대교량 사업단은 핵심기술 자립화를 통한 경쟁력 확보를 위하여『핵심요소기술 개발단계』3년,『개별기술 검증단계』2년,『Test Bed 구현단계』2년 등 총 7년의 연구기간을 3단계로 나누어 추진



● **CONVERGENCE(Concentration-Verification-Generalization-Centralization) 전략을 통해 성공적 사업단 운영 및 성과도출 유도**

CONVERGENCE전략

기술융합을 통한 초장대교량 사업추진

추진전략의 기본방향

(1) 연구과제의 선택과 집중을 통한 핵심 원천기술 확보

- 기존 연구단 연계 및 연구성과 활용을 위한 기술교류 체결
- 기존 연구와의 중복투자를 배제하여 연구개발비 투자 효율성 제고
- 핵심기술 자립을 위한 실무적 기술개발 및 축적에 집중 투자

(2) 산·학·연 전문가 드림팀 구성

- 각각의 강점을 가지는 분야를 컨소시움 형태로 연구하여 시너지 창출

(3) 국내기반이 극히 취약한 분야는 국외전문기관과 연계하여 국제 공동연구 추진

- 기술도입이 아닌 기술협력 추진으로 원천기술 확보 및 기술자립
- 사업단 역할의 Global화

(4) 연구과제별 독립성 보장을 통한 성과의 완결성 확보

- 과제별 고유의 성과지표를 통한 성과관리와 중간평가를 통한 추진전략 수정
- 예산 집행 및 배분의 적정성 등에 대한 검증절차 확립

(5) 경제성과 실용화·사업화 중점의 실용연구를 통한 민간기업 참여 적극유도

- 개발기술의 최종 보유주체자가 핵심기술 개발을 주도
- 핵심기술 보유자가 기술의 지속적인 업그레이드 및 해외진출 주도

4.1.1. 단계별 추진전략

사업단 단계별 추진전략

비 전	장경간 케이블교량 핵심기술 자립화		
최종목표	세계 최고수준의 경제성 및 기술 경쟁력을 갖춘 장경간 케이블교량 자립 건설		
추진단계	1단계	2단계	3단계
	핵심요소기술 개발	개별기술 검증	Test Bed 구현
단계별 목표	미래형 고부가가치 핵심기술 집중 지원에 의한 성과물 도출	핵심개발기술의 검증	장경간 케이블교량 Test Bed 구현
추진전략	▸ 성공 가능성이 높은 핵심기술에 대한 집중적인 투자를 통해 성과물 도출	▸ 패키지형 고효율, 저비용 기술 개발 ▸ 핵심 Test Bed 조기 적용에 의한 현장 적용성 검증 ▸ 국제 인증 시험 인프라 조기 구축 및 정착	▸ 발주와 계약제도 개선 및 보완에 의한 Test Bed 사업 지원 ▸ 해외시장 진출을 위한 지원시스템 도입 및 제도 개선
중점과제	▸ 연구개발 추진체계 구축 ▸ 연구관리 시스템 조기구축 ▸ 국내외 전문가 네트워크 구축 ▸ 핵심요소기술 연구역량 강화	▸ 고성능 전략소재 ▸ 핵심기술형 Test Bed 조기발굴 ▸ 국제 인증시험 인프라 정착 ▸ 시공기술 개발 검증	▸ 통합기술형 Test Bed 실현 ▸ 개발기술 상용화를 위한 지원체계 구축

4.1.2. 연차별 추진전략

사업단 연차별 추진전략

▸ 1단계에서 도출된 핵심성과물이 2단계에서 개별적인 검증단계를 거치며, 최종 3단계에서는 통합 Test Bed를 통해 구현되도록 연차별 추진전략을 수립.

구분	1단계			2단계		3단계	
단계별 목표	핵심요소기술 개발단계			개별기술 검증단계		Test Bed 구현단계	
연차	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
연차별 목표	추진체계 지표설정	연구역량 집중	핵심기술 성과물도출	핵심기술 검증	인증시험 인프라정착	Test Bed 사업지원	개발기술 사업화
총괄과제	사업단 운영 및 총괄과제						
핵심과제	핵심과제1 : 핵심 엔지니어링 기술개발						
	핵심과제2 : 고성능 전략소재 및 이용기술						
		핵심과제3 : 고효율 시공기술 개발					
		핵심과제4 : Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발					

1차년도

개발목표	• 사업단 조직 및 운영체계 구축 • 장경간 케이블교량 설계 핵심기술 개발 • 고성능 전략소재 개발
추진전략	• 연구개발 **추진체계 구축** • 연구관리시스템 조기구축 • 핵심성과지표(KPI) 등 사업단 과제성과 **지표 설정** • 기존 연구단 적용성 검토

2차년도

개발목표	• 장경간 케이블교량 설계 핵심기술 개발 • 고성능 전략소재 개발 • 고효율 시공기술 개발
추진전략	• 요소기술별 국제 전문가 네트워크 구축으로 해외 협력기능 강화 • 핵심 원천기술 확보를 위한 **연구역량 집중**

3차년도

개발목표	• 장경간 케이블교량 핵심 엔지니어링 기술 개발 • 고성능 전략소재 개발 • 고효율 시공기술 개발 • Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발

추진전략	• 선택적 **핵심 원천기술** 투자를 통해 **성과물 도출** • 1단계 연구성과 검토 및 연구수행체계 분석을 토대로 2단계 추진 방향 조정(2단계 기획) • 대내 · 외 연구환경 변화를 고려하여 필요시 연구개발 추진체계 등을 재검토

4차년도

개발목표	• 장경간 케이블교량 핵심 엔지니어링 기술 검증 • 고성능 전략소재 상용화 • 고효율 시공기술 개발 현장검증 • Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발

추진전략	• Test Bed 조기발굴 및 적용을 통한 **핵심기술 검증** • 국제 인증시험 인프라 조기구축 • 고효율, 저비용 시공기술 개발

5차년도

개발목표	• 장경간 케이블교량 핵심 엔지니어링 기술 검증 • 고성능 전략소재 상용화 • 고효율 시공기술 개발 현장검증 • Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발

추진전략	• Test Bed 조기발굴 및 적용을 통한 핵심기술 검증 • 고효율, 저비용 시공기술 검증 • 2단계 연구성과 검토 및 연구수행체계 분석을 토대로 3단계 추진 방향 조정(3단계 기획) • 국제 **인증시험 인프라 정착**

6차년도

개발목표	• 핵심 엔지니어링 기술 Test Bed 실현 • 고효율 시공기술 Test Bed 구현 • 장경간 케이블교량 Test Bed 구현
추진전략	• 기념비적 **Test Bed 사업 지원**

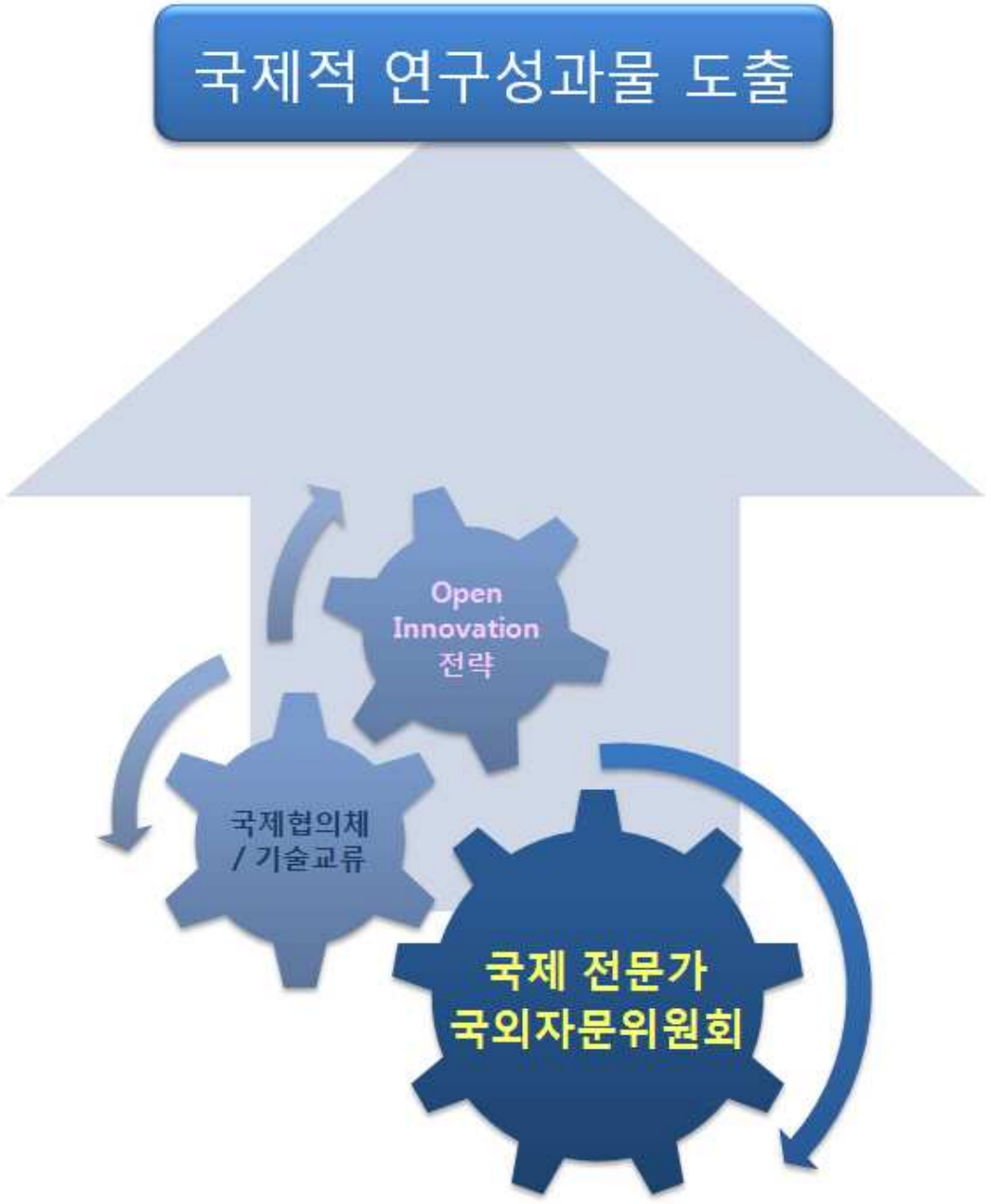
7차년도

개발목표	• 핵심 엔지니어링 기술 Test Bed 실현 • 고효율 시공기술 Test Bed 구현 • 장경간 케이블교량 Test Bed 구현
추진전략	• **개발기술 사업화**를 위한 지원기능 강화 • 과제종료후 개발기술 및 성과보급을 위한 조직 유지 • 해외시장 진출을 위한 홍보강화

4.1.3. 국제 기술협력 방안

국제적인 연구성과물 도출 방안

- 국제적인 기술협력을 통한 세계 최고수준의 연구성과물 도출 유도



국제적인 전문가로 구성된 국외 자문위원회 운영

- 각 분야별 국제 전문가 네트워크를 구성하여 연구목표 및 성과검증

전문기관

① PWRI
(日本土木研究所)
② NGI
(Norwegian
Geotechnical Institute)
③ Delft University
(Netherlands)

시공분야

① Hajime Hosogawa
(H&K Engineering)
② Arne Røen
(Røen Engineering)

설계분야

① Naeem U. Hussein
(Ove Arup)
② Yasugusu Yamazaki
(Maunsell Consultants Asia)
③ S. H. Robin Sham
(Maunsell Consultants Asia)
④ Man-Chung Tang
(T. Y. Lin International)
⑤ Lars Hauge
(COWI Consultants)
⑥ Niels J. Gimsing
(Technical University
of Denmark)

기초분야

① Sangchul Bang
(South Dakota University)
② Roger Olsson
(NGI)
③ Karl Henrick Mokkelbost
(NGI)

극한사건

① Yao Jun GE
(Tongi University)
② Uwe Starossek
(Hamburg University)
③ Yojo Fujino
(Tokyo University)

유지관리분야

① Emin Atkan
(Drexel University)
② Jacob Andersen
(COWI Consultants)

국제 협의체 및 기술교류 네트워크 구축

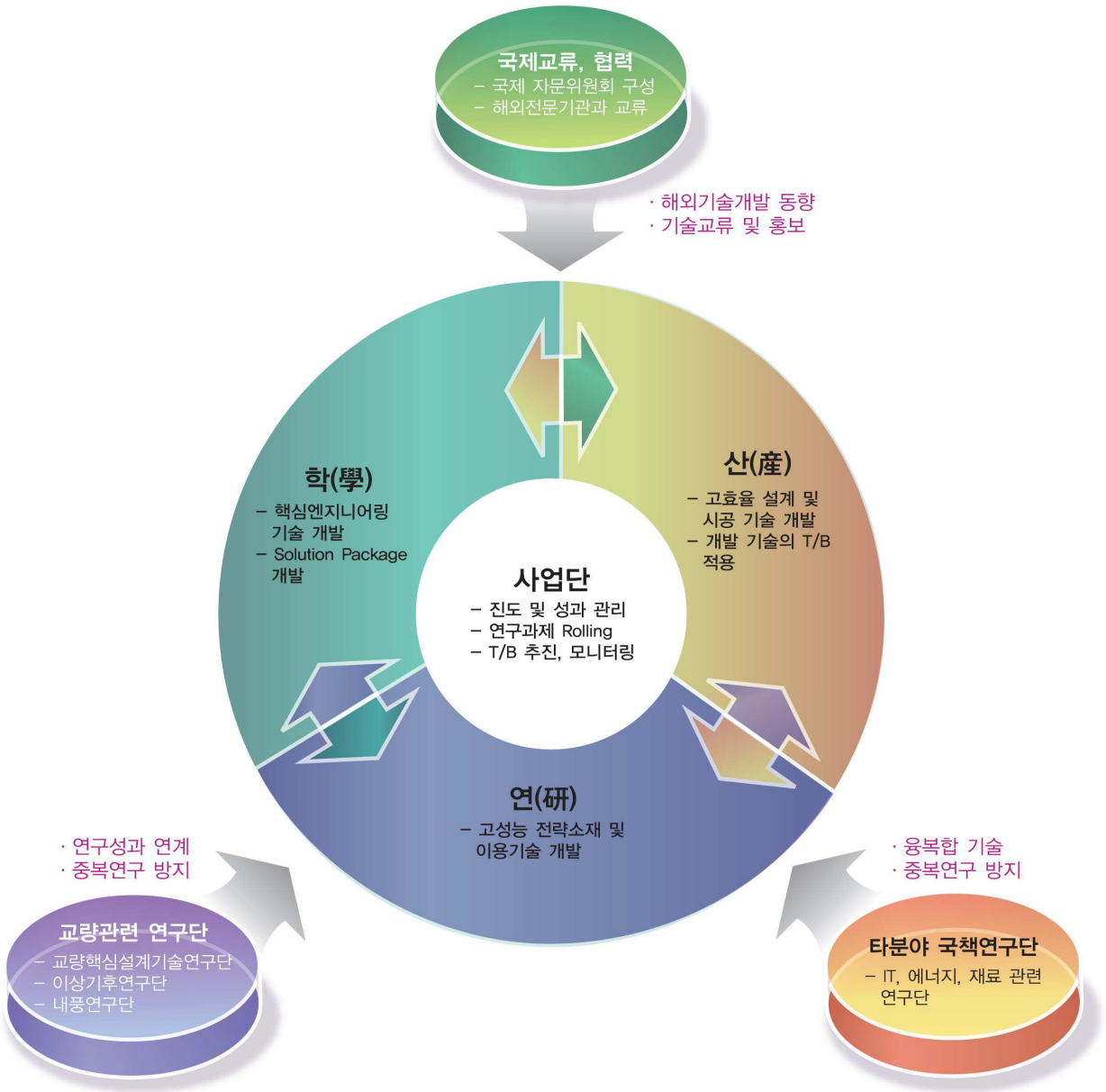
- 국제케이블교량운영협의회(ICSBOC : International Cable Supported Bridge Operators Conference) 주요 회원국으로 참여
- 중 · 일 장대교량기술협의회(China-Japan Workshop on the Technologies of Long Span Bridge)의 한 · 중 · 일 협의회로 확대
- IABSE 한국지회 등의 협력을 통한 국제세미나, 컨퍼런스 개최

글로벌 대학 / 기업 / 연구소와 연계된 Open Innovation 전략

- Open Innovation 전략을 활용하여 초장대교량 기술개발 및 융복합 기술과 관련된 다양한 기술 확보전략을 확인하여 사업단 기술개발 및 국제공동연구 방안 모색에 활용

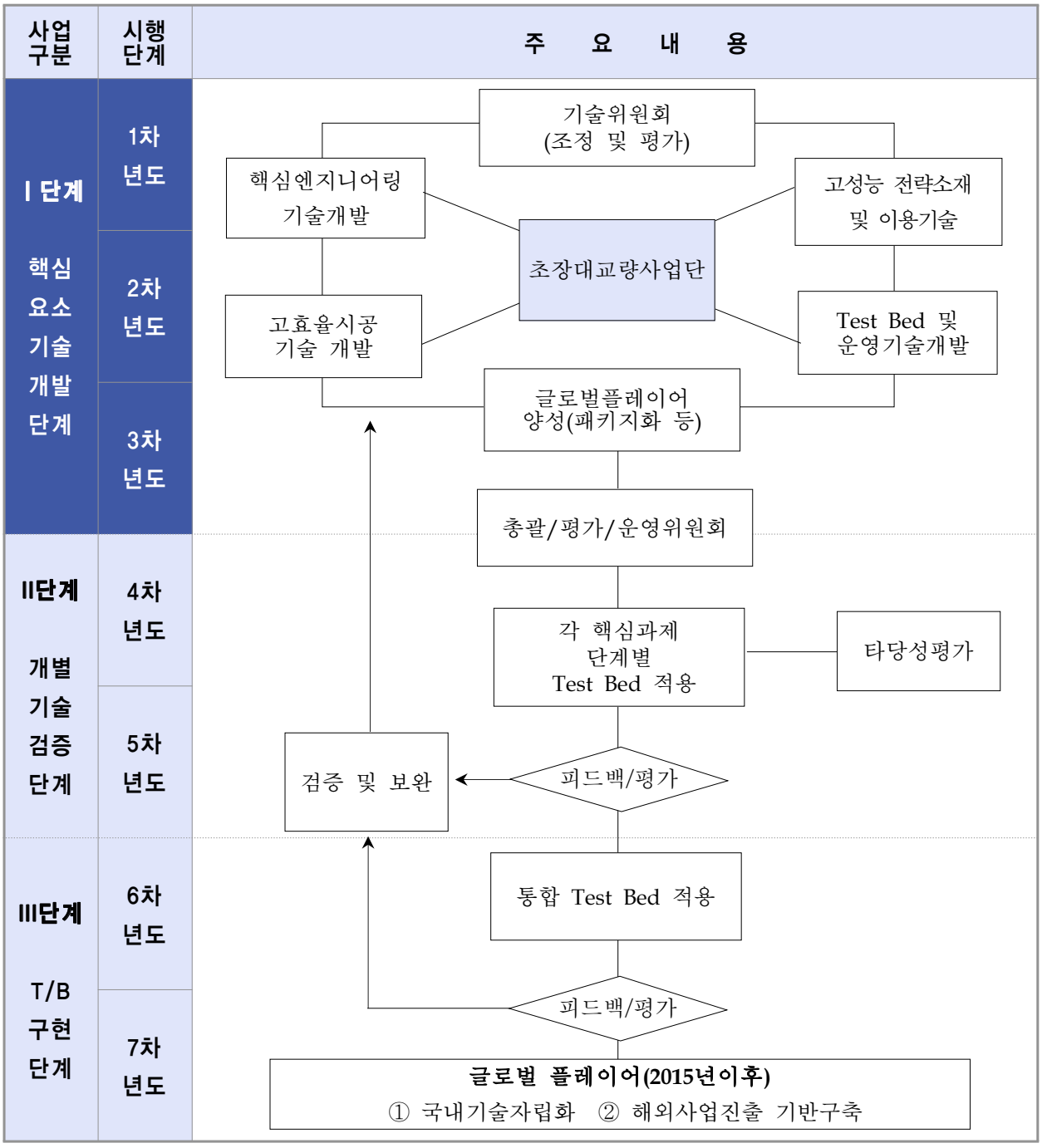
4.2. 연구개발 추진체계

4.2.1. 연구수행 주체간의 역할분담



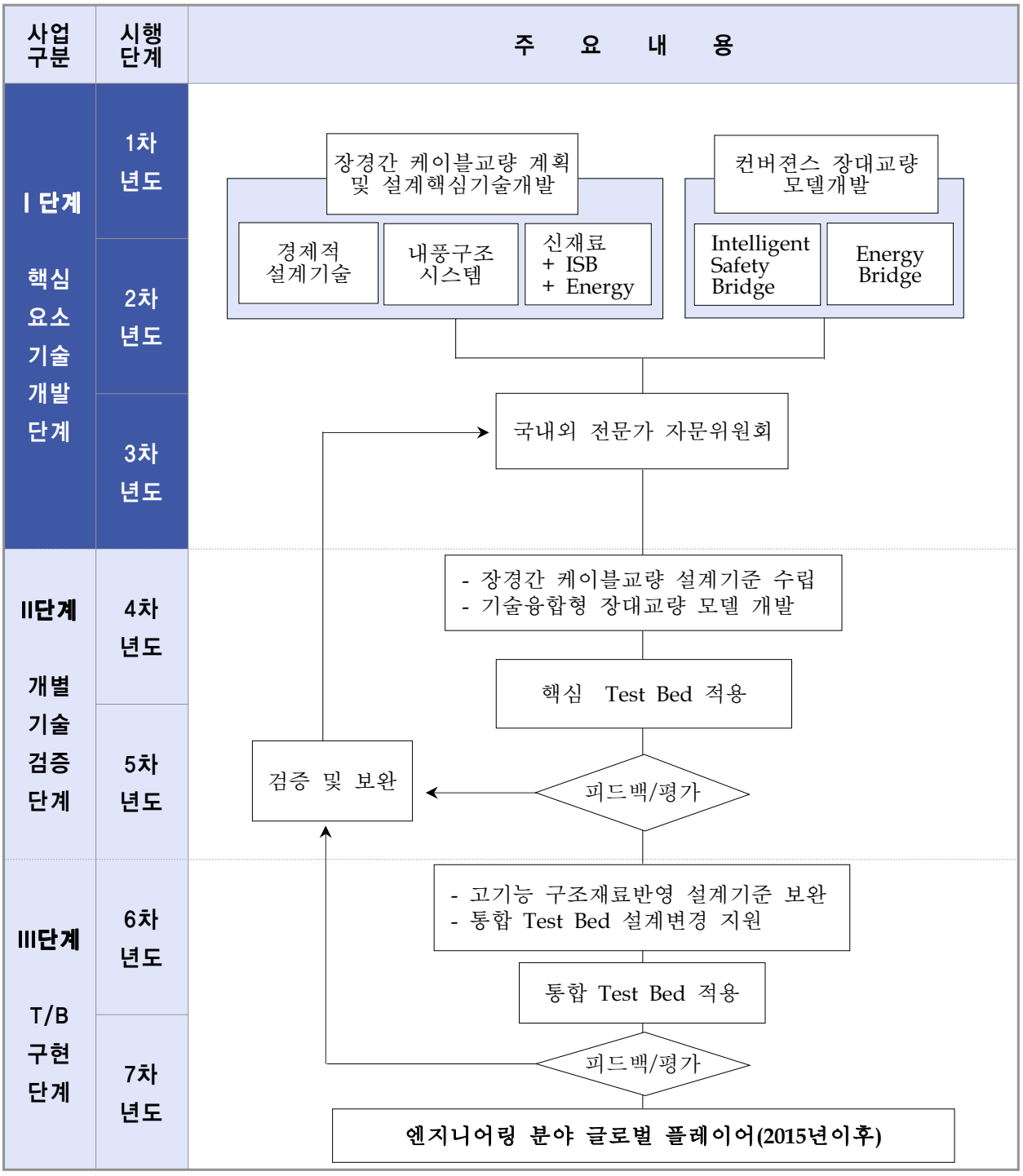
4.2.2. 단계별 추진체계

초장대교량 사업단 종합전략



※ 각 세부 과제별 주요 TRM(기술지도)은 3장, 6장 참조

핵심1과제 : 핵심엔지니어링 기술개발



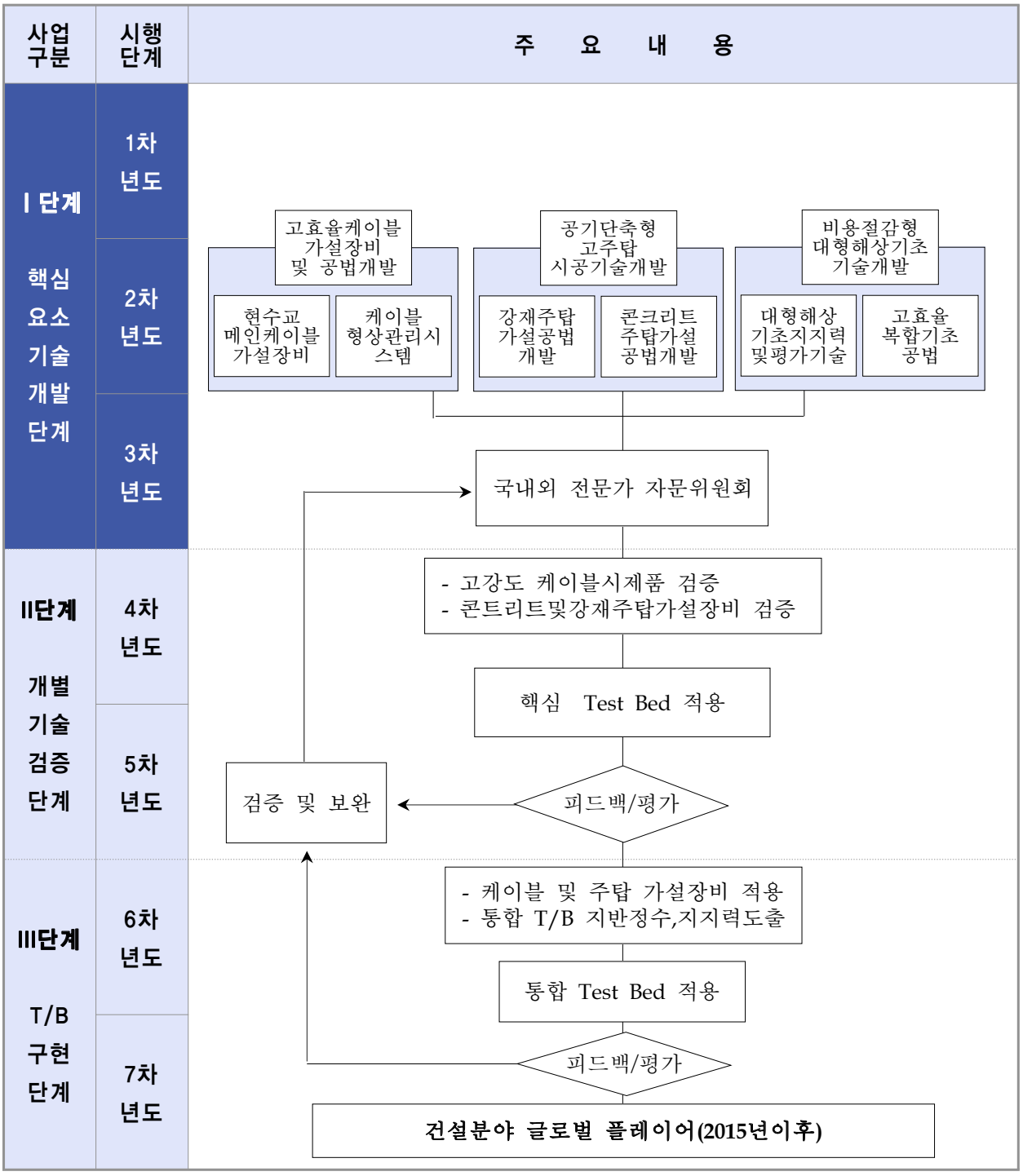
※ 각 세부 과제별 주요 TRM(기술지도)은 3장, 6장 참조

핵심2과제 : 고성능 전략소재 및 이용기술

사업 구분	시행 단계	주 요 내 용
I 단계 핵심 요소 기술 개발 단계	1차 년도	고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발 / 고기능성 구조재료 및 이용기술개발
	2차 년도	고강도/대직경 강선 / 정착구조, 방식, 제습시스템 / 해상기초 콘크리트 / 고주탑 콘크리트
	3차 년도	케이블성능 규격 및 인증 / 사장교 FRP Pilot 시스템 / 고강도 고내후성 강재 / 박층 교면포장
II단계 개별 기술 검증 단계	4차 년도	국내외 전문가 자문위원회 → - 케이블 재료 개발 및 검증 - 강재 및 콘트리트재료 실험, 검증 → 핵심 Test Bed 적용 → 피드백/평가
	5차 년도	검증 및 보완
III단계 T/B 구현 단계	6차 년도	- 고기능 재료 성능 및 인증규격 - 시공기준 수립 → 통합 Test Bed 적용 → 피드백/평가
	7차 년도	전략 소재 분야 글로벌 플레이어(2015년이후)

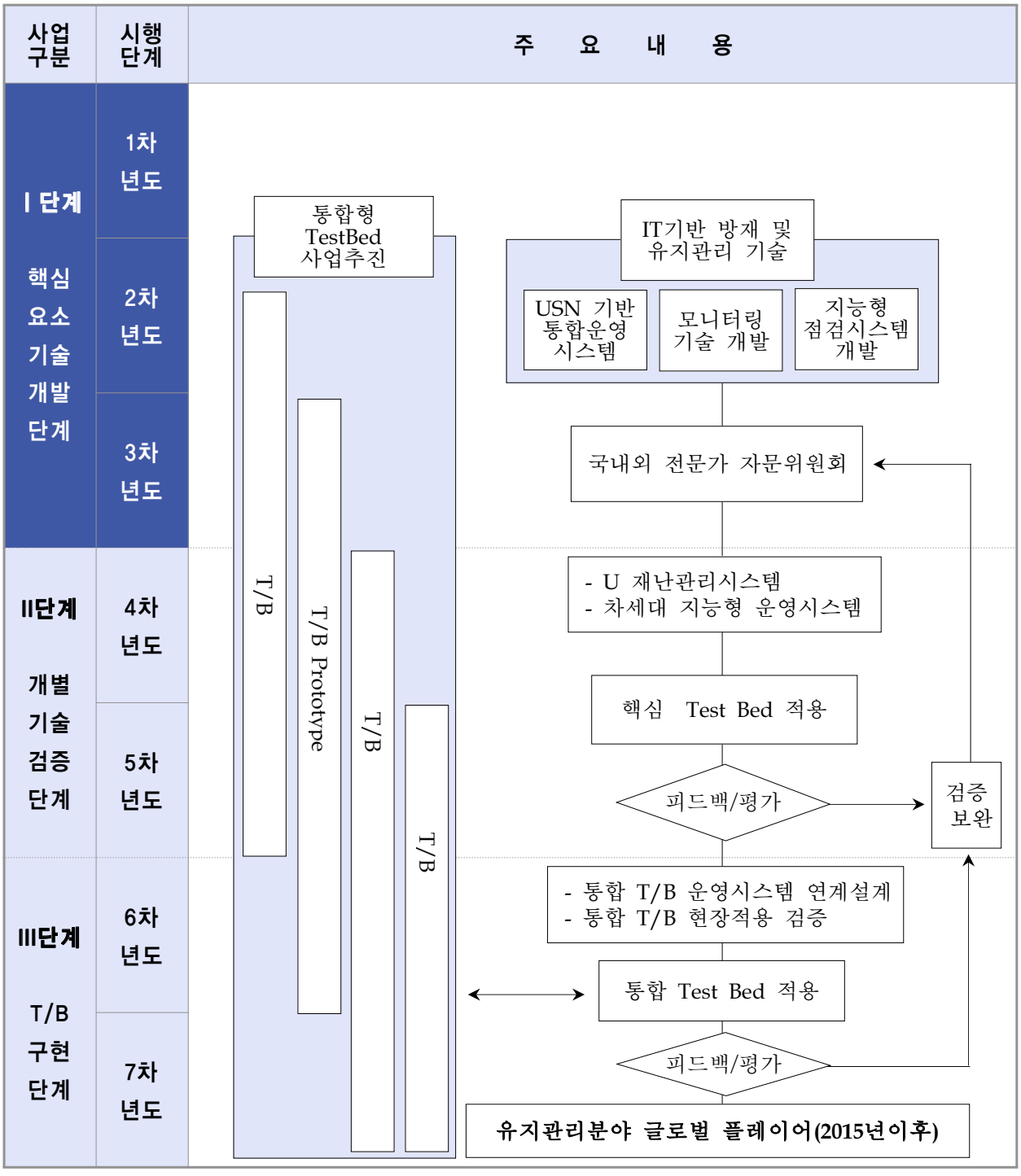
※ 각 세부 과제별 주요 TRM(기술지도)은 3장, 6장 참조

핵심3과제 : 고효율 시공기술 개발



※ 각 세부 과제별 주요 TRM(기술지도)은 3장, 6장 참조

핵심4과제 : Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발



※ 각 세부 과제별 주요 TRM(기술지도)은 3장, 6장 참조

4.3. 사업단과제 편성도

총 괄 기 관

초장대교량사업단장

사업단장(송필용)외 13명

총 괄 과 제

기술융합형 장경간 케이블교량 시스템구축

자유공모 과제

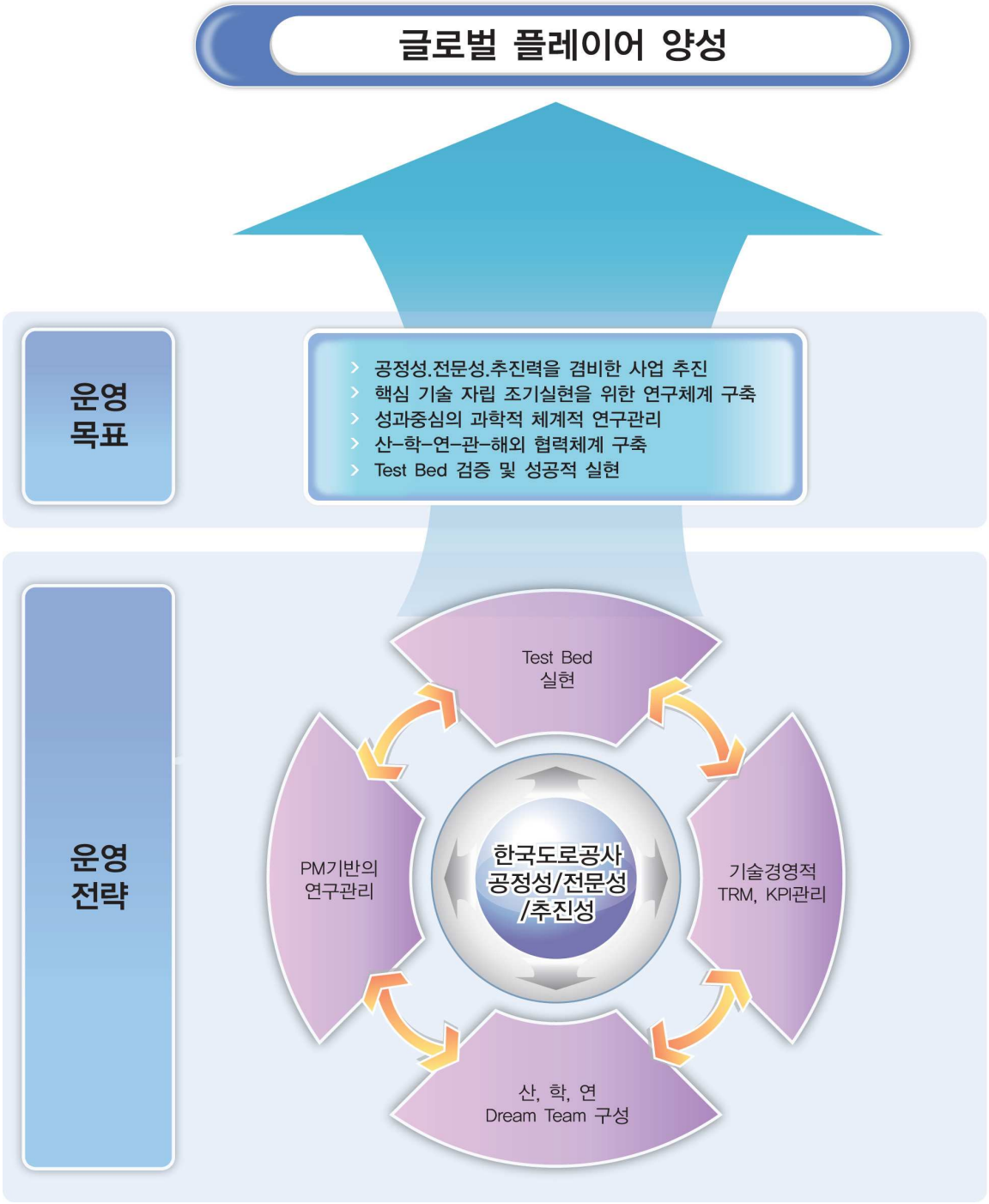
핵심엔지니어링 기술개발 (2009~2015)	고성능전략소재 및 이용기술개발 (2009~2014)	고효율 시공기술 개발 (2009~2015)	Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발 (2009~2015)
1. 장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발 2. 컨버전스형 장대교량 모델개발	1. 고성능 케이블 시스템 및 이용기술 개발 2. 고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	1. 고효율 케이블 가설장비 및 공법 개발 2. 공기단축형 고주탑 시공기술개발 3. 비용절감형 대형 해상기초 기술	1. 통합형 T/B 사업 추진 2. IT 기반 방재 및 유지관리기술
연구개발내용	**연구개발내용**	**연구개발내용**	**연구개발내용**
○ 목표 : 핵심엔지니어링 기술의 100% 자립화 ○ 목표성과물 - 신뢰도 기반 설계기술 - 내풍안정 확보기술 - 컨버전스형 장대교량	○ 목표 : 고성능 전략자재의 국산화 및 세계시장 공급 ○ 목표성과물 - 고성능 케이블시스템 - 고기능성 구조물	○ 목표 : 공기단축 및 원가절감 시공기술 확보 ○ 목표성과물 - 고효율케이블가설장비 - 공기단축 고주탑 - 비용절감 해상기초	○ 목표 : 세계가 주목하는 T/B 실현 및 운영기술 확보 ○ 목표성과물 - 통합 T/B사업지원 - IT기반 방재 및 유지관리
연구수행주체 구성비율	**연구수행주체 구성비율**	**연구수행주체 구성비율**	**연구수행주체 구성비율**
산업계(30)% 학 계(40)% 연구계(30)%	산업계(50)% 학 계(20)% 연구계(30)%	산업계(50)% 학 계(30)% 연구계(20)%	산업계(40)% 학 계(20)% 연구계(40)%

핵심과제별 연구추진 로드맵(Road Map)

	1단계			2단계		3단계	
	1차년도 (2008)	2차년도 (2009)	3차년도 (2010)	4차년도 (2011)	5차년도 (2012)	6차년도 (2013)	7차년도 (2014)
1 핵심과제: 핵심 엔지니어링 기술 개발	핵심 엔지니어링 기술개발			장경간 케이블교량 설계기준 수립 기술융합형 장대교량 모델 개발		고기능 구조재료 반영 설계기준 보완 통합 Test Bed 설계변경 지원	
1-1 장경간 케이블교량 계획 및 설계 핵심기술 개발	1-1-1 장경간 케이블교량 경제적 설계기술 개발						
	1-1-2 장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발						
		1-1-3 미래형 장경간 케이블교량 계획기술					
1-2 컨버전스형 장대교량 모델 개발			1-2-1 Intelligent Saftey Bridge 모델 개발				
			1-2-2 Energy Bridge 모델				
2 핵심과제: 고성능 전략소재 및 이용기술 개발	고성능 케이블, 고기능성 구조재료 및 이용기술 개발			현장/시장 검증		고성능 재료 성능규격/시공기준 수립	
2-1 고성능 케이블시스템 및 이용기술 개발	2-1-1 고강도/대직경 강선 개발						
		2-1-2 고강도 강선 적용 현수교 케이블 시스템 개발					
		2-1-3 고강도 강선 적용 사장교 케이블 시스템 개발					
	2-1-4 고성능 케이블 적용기술						
	2-1-5 케이블 성능인증시스템						
			2-1-6 사장교용 FRP케이블시스템 개발				
2-2 고기능성 구조재료 및 이용기술 개발	2-2-1 공기단축형 콘크리트 및 현장타설 기술						
	2-2-2 경량구조용 고강도 강재 및 접합기술 개발						
			2-2-3 박층 교면포장재료				
		2-2-4 고기능성 구조재료 적용기술					
3 핵심과제: 고효율 시공기술 개발	고효율 정밀 시공기술 개발			가설 장비 현장/시장 검증		가설장비 업그레이드 통합 Test Bed 지원	
3-1 고효율 케이블 가설장비 및 공법개발		3-1-1 현수교 케이블 가설장비/공법					
			3-1-2 케이블 형상관리시스템 개발				
3-2 공기단축형 고주탑 시공기술개발			3-2-1 강재 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발				
			3-2-2 콘크리트 고주탑 가설공법 및 정밀도 관리시스템 개발				
3-3 비용절감형 대형 해상기초 기술개발		3-3-1 해저 지반조사 장비 및 분석시스템					
		3-3-2 대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술					
		3-3-3 고효율 복합기초 공법					
4 핵심과제: Test Bed 사업 지원 운영기술 개발	통합형 Test Bed 사업 발굴 IT기반 방재 및 유지관리 기술 개발			통합형 T/ B 제도 개선 및 사업 발주 점검 및 유지관리 시스템 현장 검증		통합형 Test Bed 구현	
4-1 통합형 Test Bed 사업 추진		4-1-1 Test Bed 사업 후보지 발굴 및 타당성 평가					
			4-1-2 Test Bed 사업 Prototype 설계				
				4-1-3 Test Bed 사업 발주 및 관리지원			
					4-1-4 케이블교량 사업평가 기술 개발		
4-2 IT기반 방재 및 유지관리 기술		4-2-1 USN기반 장경간 케이블교량 통합운영시스템					
		4-2-2 차세대 모니터링 기술					
			4-2-3 지능형 점검 시스템				

4.4. 사업단 운영방안

4.4.1. 운영목표 및 체계도



4.4.2. 연구개발 운영전략

사업단 주요 운영전략

선정 단계

- 성과지향의 창의적인 연구환경 조성
  - 최적의 산·학·연 컨소시움 구성 유도
  - 선행과제 연계 및 자유공모에 의한 창의적 과제 발굴

사업관리단계

- 체계적인 연구관리시스템 구축
  - 국제공인 프로젝트 관리기법(PM) 도입
  - 평가지표에 의한 엄격한 연구진도 및 성과관리
- 기술개발 동향분석을 통한 TRM, KPI 관리
  - 외부 기술경영컨설팅 활용
  - 시장분석, 기술동향을 상시 모니터링, 분석

성과관리단계

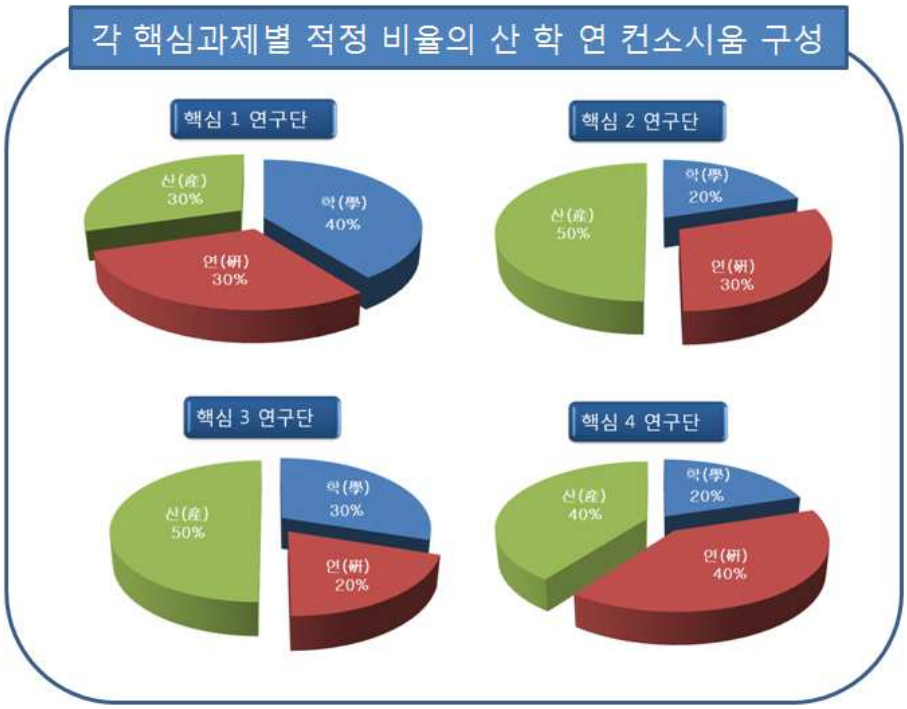
- 성공적 Test Bed 구현을 위한 지원체계 구축
  - 단계별 Test Bed 추진
  - Test Bed 구현을 위한 제도개선 추진

사후 단계

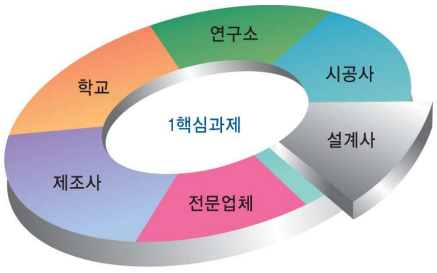
- 연구성과물의 지속적인 관리시스템 구축
  - 해외진출 법인 설립
  - 장대교량 기술센터 구축

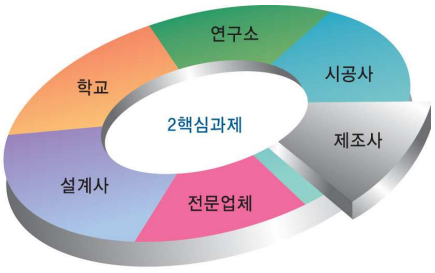
최적의 산·학·연 컨소시움 구성유도

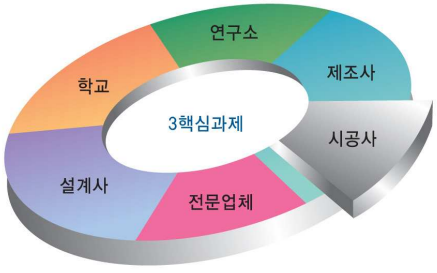
- 각 핵심과제 성과물 특성에 맞는 산학연 적정 컨소시움 유도

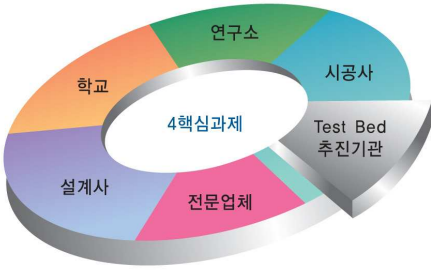


- 각 핵심과제 성과물을 지속발전, 보유 할 수 있는 Global Player 양성유도









선행 연구와의 연계

- **선행 연구와의 중복성 검토**(초장대교량 사업단 상세기획, 한국도로공사, 2008)
  - 건설교통기술연구과제 외 지식경제부 등 정부과제 100여건에 대해 유사성 검토 (중복성 정도 : 중복(3), 매우유사(2), 유사(1), 중복없음(0))
  - 1핵심과제 일부, 2핵심과제 일부 선행과제와 유사

초장대교량사업단 핵심1과제 : 핵심엔지니어링 기술 개발

1-1-1 : 장경간 케이블교량 경제적 설계기술개발
1-1-2 : 장경간 케이블교량 내풍구조시스템 개발
1-1-3: 미래형 장경간 케이블교량교량 계획기술

선행 연구단	선행과제 주관기관	중복 검토 내용		중복정도			
		선 행 과 제 내 용	사업단	0	1	2	3
교량설계핵심연구단 (2003-2008)	서울대학교	국제표준에 부합하는 교량 LRFD설계기준 개발	1-1-1	■	■		
		장대교량의 내풍설계방법 정립	1-1-2	■			
		친자연환경을 고려한 교량의 미학적 설계법	1-1-3	■			
풍환경모델/내풍기술 (2005-2010)	목포대학교	장대교량 내풍해석 고도화 및 상부공가설설계	1-1-2	■	■		
		유연구조물 내풍 제진기술	1-1-3	■			
장대교량 내풍성능향상기술연구(1998-1999)	KAIST	장대교량 내풍안전성 평가 위한 수치해석기법	1-1-2	■			
이상기후 대비 시설기준강화(2005-2010)	한국건설기술연구원	교량 및 기타구조물의 내풍설계기준 정비 및 개발	1-1-2	■			
케이블진동저감용 댐퍼 및 기준(2006-2009)	케이블텍	케이블 댐퍼의 개발 및 실용화	1-1-2	■			

초장대교량사업단 핵심2과제 : 고성능 전략소재 및 이용기술 개발

2-1-1 : 고성능 / 대직경 강선 개발
2-2-1 : 경량구조용 고강도 강재 및 접합기술
2-2-2 : 공기단축형 콘크리트 및 현장타설기술

선행 연구단	선행과제 주관기관	중복 검토 내용		중복정도			
		선 행 과 제 내 용	사업단	0	1	2	3
차세대 대형구조물 강재 개발(2004-2009)	한국신철강기술연합조합	초대형 구조물용 고강도 강선 및 강봉개발	2-1-1	■	■		
차세대시설물용신재료 활용기술(2005-2010)	RIST	고성능강 개발 및 시설물활용기술 실용화	2-2-1	■	■		
고성능 다기능 콘크리트 개발 및 활용화 (2006-2009)	대우건설	고성능 다기능 콘크리트 핵심 및 활용기술	2-2-2	■			

초장대교량사업단 핵심3과제 : 고효율 시공기술 개발

3-3-1 : 해저지반조사 장비 및 분석시스템
3-3-2 : 대형 해상기초 지지력 예측 및 평가기술

선행 연구단	선행과제 주관기관	중복 검토 내용		중복정도			
		선 행 과 제 내 용	사업단	0	1	2	3
해양 콘관입시험기 (2002-2007)	한국해양연구원	무인 착저형 콘관입시험기 개발	3-3-1	■			
LRFD 기초구조물 설계 저항계수결정(2005-2008)	한국건설기술연구원	기초구조물의 하중저항계수 결정법	3-3-2	■			
항만구조물신뢰성설계표준서 및 설계기준(2006-2009)	한국해양연구원	주요설계변수의 확률적 특성조사, 분석 및 평가	3-3-2	■			

초장대교량사업단 핵심4과제 : Test Bed 사업지원 및 운영기술 개발

4-1-4 : 케이블교량 사업평가기술
4-2-1 : USN 기반 통합운영시스템
4-2-2 : 차세대모니터링시스템
4-2-3 : 지능형점검시스템

선행 연구단	선행과제 주관기관	중복 검토 내용		중복정도			
		선 행 과 제 내 용	사업단	0	1	2	3
건설공상의 확률적 위험도 분석평가(1996-2000)	한양대학교	확률적 위험도 분석을 위한 S/W 모듈개발	4-1-4	■			
SOC사업관리모델개발 (1997-2000)	아주대학교	표준적 공사관리 절차 구현	4-1-4	■			
국가주요기반시설물안전관리네트워크(2006-2011)	시설안전기술공단	USN 시설물 안전관리네트워크 및 통합운영시스템	4-2-1	■			
교량 건전성평가 스마트계측 및 모니터링(2006-2011)	KAIST	구조물 손상도평가 / 무선계측시스템	4-2-2	■			
교량유지관리자동화 첨단로봇시스템(2005-2008)	한양대	교량 유지관리 자동화 통합시스템	4-2-1	■			
		자동화 로봇 제작 및 유지관리 자동화 통합시스템	4-2-3	■			

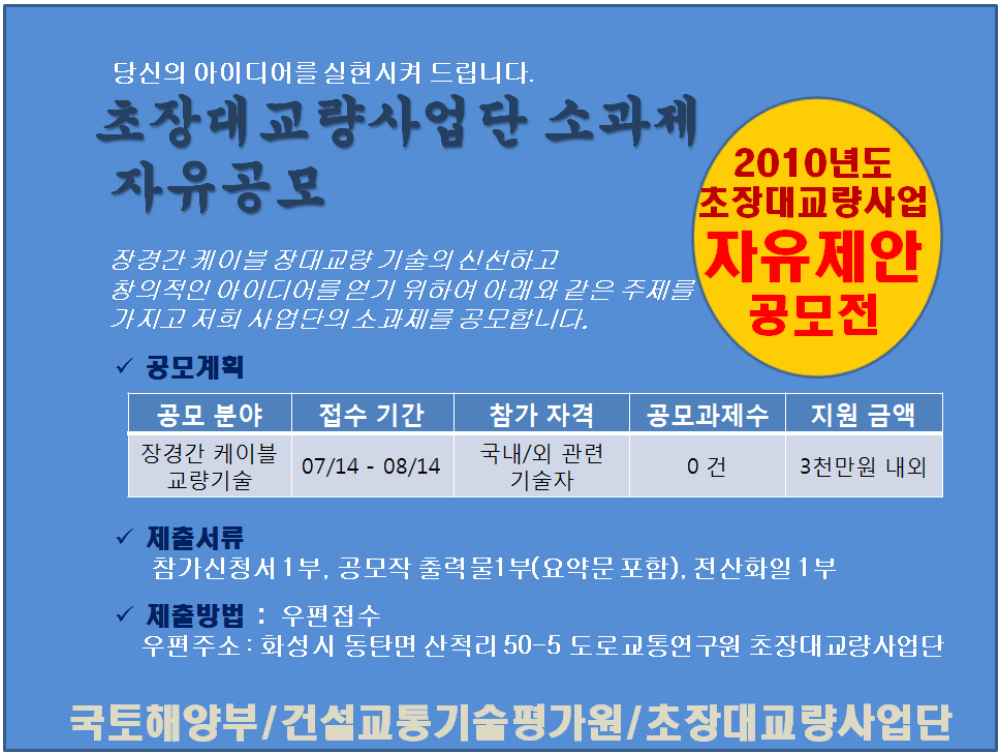
● 선행 연구와의 연계방안

▸ 2009년 시작되는 핵심과제연구단(사업단)과 선행연구단의 주관기관 동일여부, 선행과제의 진행상황에 따라 4가지 CASE로 구분하여 방안 수립

CASE	주관기관 (사업단 vs 선행연구단)	선행과제 진행여부		연 계 방 안
CASE 1	동일기관	종 료	➡	연구성과 활용 및 연계
CASE 2	동일기관	진 행	➡	연구 범위 및 목표 구분
CASE 3	타기관	종 료	➡	연구성과 활용 및 연계
CASE 4	타기관	진 행	➡	MOU (양해각서)체결 ▪ 공동연구 추진방안 ▪ 정기적인 Joint workshop ▪ 연구계획 및 내용 공유 ▪ 성과물 상호활용

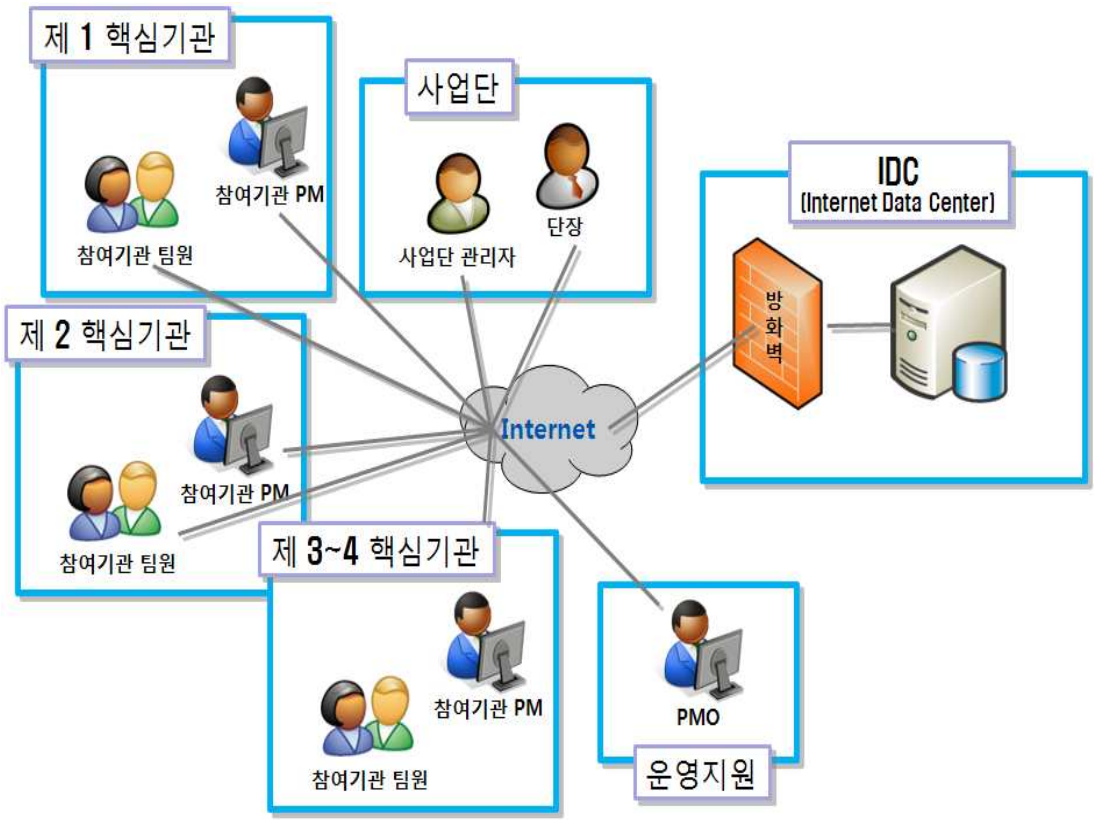
자유공모를 통한 창의적인 아이디어 발굴

- ‘초장대교량 사업단’ 비전과 목표에 부합된 필수 기술이지만 본 사업단 과제 내에 포함되지 않은 참신한 아이디어 발굴
  - ‘장경간 케이블 교량 기술’ 분야의 중추적인 허브로서의 역할 수행, 우수한 기술자의 사업단 참여 유도 및 사업단의 국내 · 외 홍보에도 기여할 것으로 판단되며, 연구결과는 사업단 성공 밑거름으로 활용
  - 연구비는 과제당 3천만원 내외 정도의 소과제 형태
  - ‘장경간 케이블교량 기술’ 을 주제로 국내·외 기술자 대상
  - 본격적인 연구 개발이 이루어지는 3차년부터 6차년에 걸쳐 연 2건의 과제 선정
  - 기술위원회가 제안내용의 창의성, 도전성 및 사업단 목표 기여도에 따라 선정
  - 소요예산은 약 2억 5천만원으로 총괄과제 해당연도 사업비에 포함



국제적인 프로젝트관리기법(PM) 도입

- PMI(국제프로젝트관리협회)*의 PM BOK(프로젝트 지침서)**을 활용하여 체계적이고, 과학적인 사업단 관리
  - 세계적인 프로젝트에 사용되어 좋은 성과물이 도출되고 있는 PM기법 소프트웨어 도입
  - Microsoft Project 및 PrimaVera등 PM기법에 바탕을 둔 소프트웨어 도입하여 PM방법론에 따른 연구단 운영관리



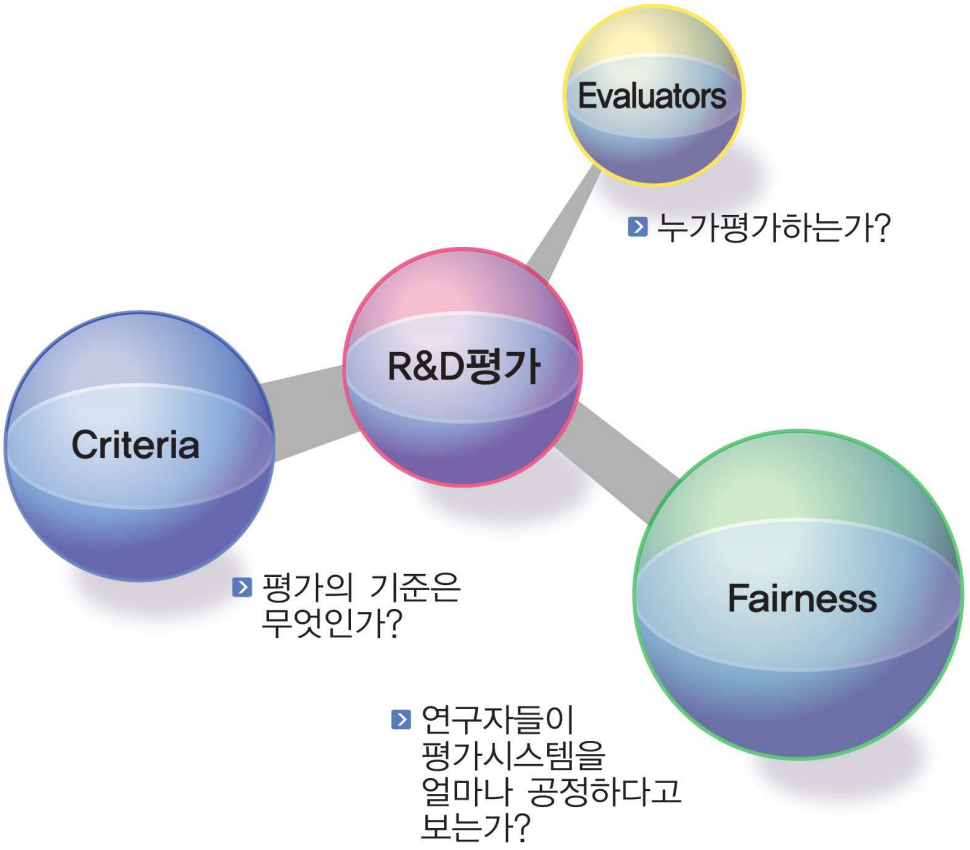
---

* PMI(Project Management Institute) : 미국에 본부를 두고, 전세계 170개국, 265,000명 회원보유한 협회

** PMBOK(Project Management Body of Knowledge) : 국제적인 대규모 프로젝트의 생애주기 모든 사항(발주, 입찰, 진행, 평가, 사후관리)등에 적용되는 지침서 역할

평가지표에 의한 엄격한 연구진도 및 성과관리

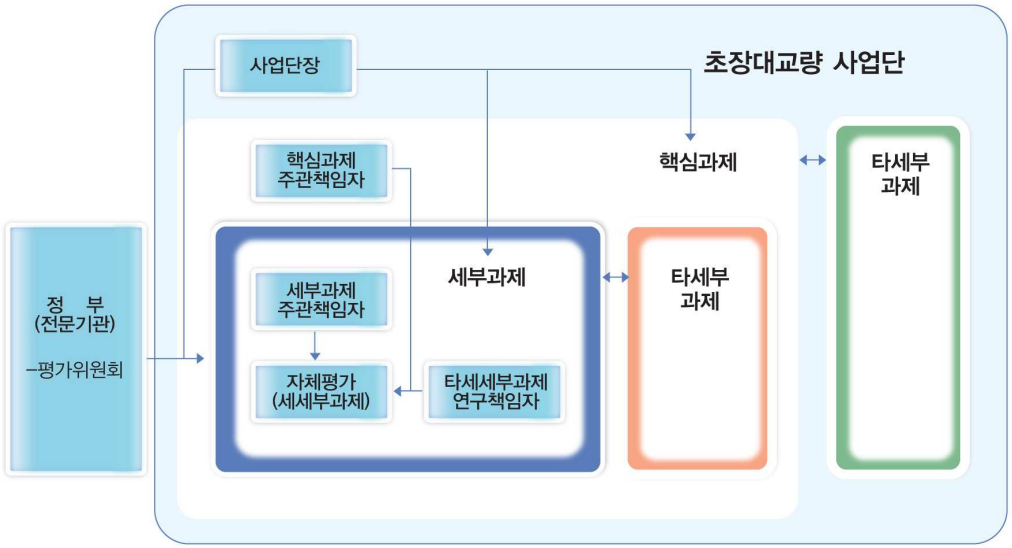
연구개발 평가의 주요 요소



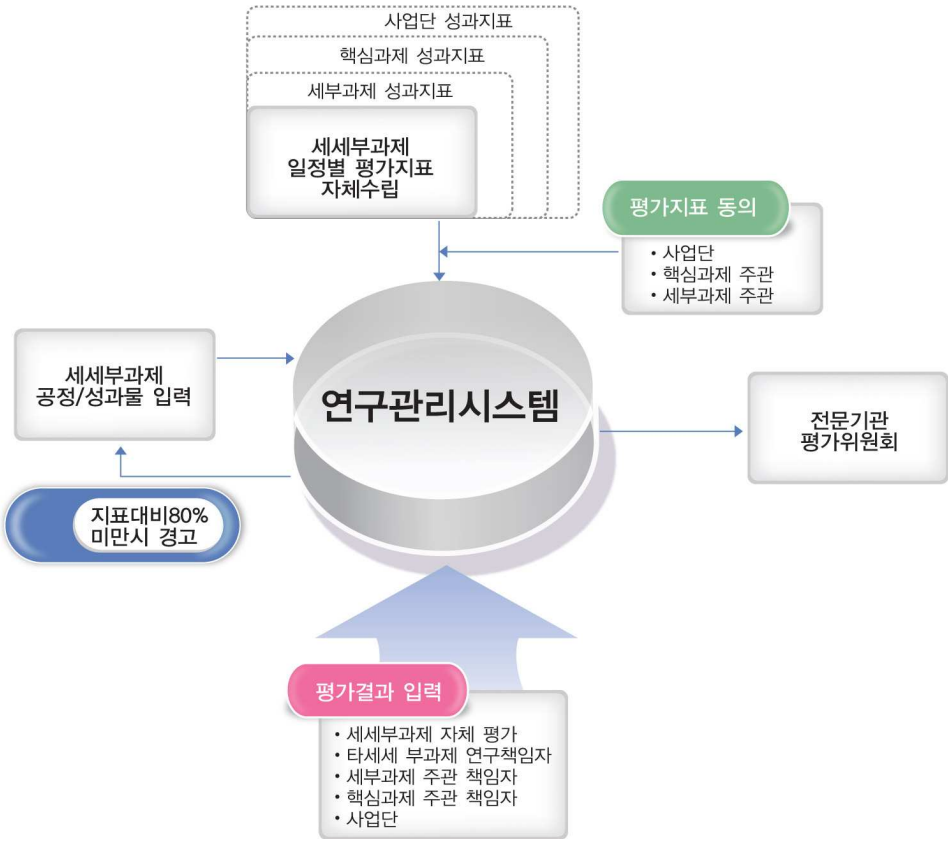
진도 및 평가관리

- **성과에 따른 연구단의 신설, 확대, 축소 또는 폐지를 포함하는 과제 개편 단행**
- 평가지표에 의한 채점
- 성과에 상응하는 포상 및 제재조치 실시

(1) 평가자 선정



(2) 평가의 기준 수립



(3) 공정성 확보

- 연구주체에 의한 일정별 평가지표(milestone) 수립
- 연구관리시스템에 의한 평가의 투명성 확보
- 연관 있는 다수의 평가자에 의한 평가의 균형 확보

● 평가기준 강화

- 점검 실시 확대(년 1회 → 년 2회)

> - 외부전문가 인력 POOL 구성 및 합동점검(년 1회)
> - 핵심과제별 상호 교차 점검 실시(년 1회)

- 각 연구분야별 성과지표 가중치부여 및 계량화지표 설정

평가항목 / 과제성격	기초				실용화				사업화			
	연구업적	논문특허	인력양성	국제협력	표준화	정책	예산절감	Test Bed	기술이전	기존시장	신규시장	해외시장
기초연구분야	●	●	●	●	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○
응용연구분야	○	○	○	○	●	●	●	●	◎	◎	◎	◎
사업화분야	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	●	●	●	●

※평가지표 가중치 - 상 : ● 중 : ◎ 하 : ○

● 보상

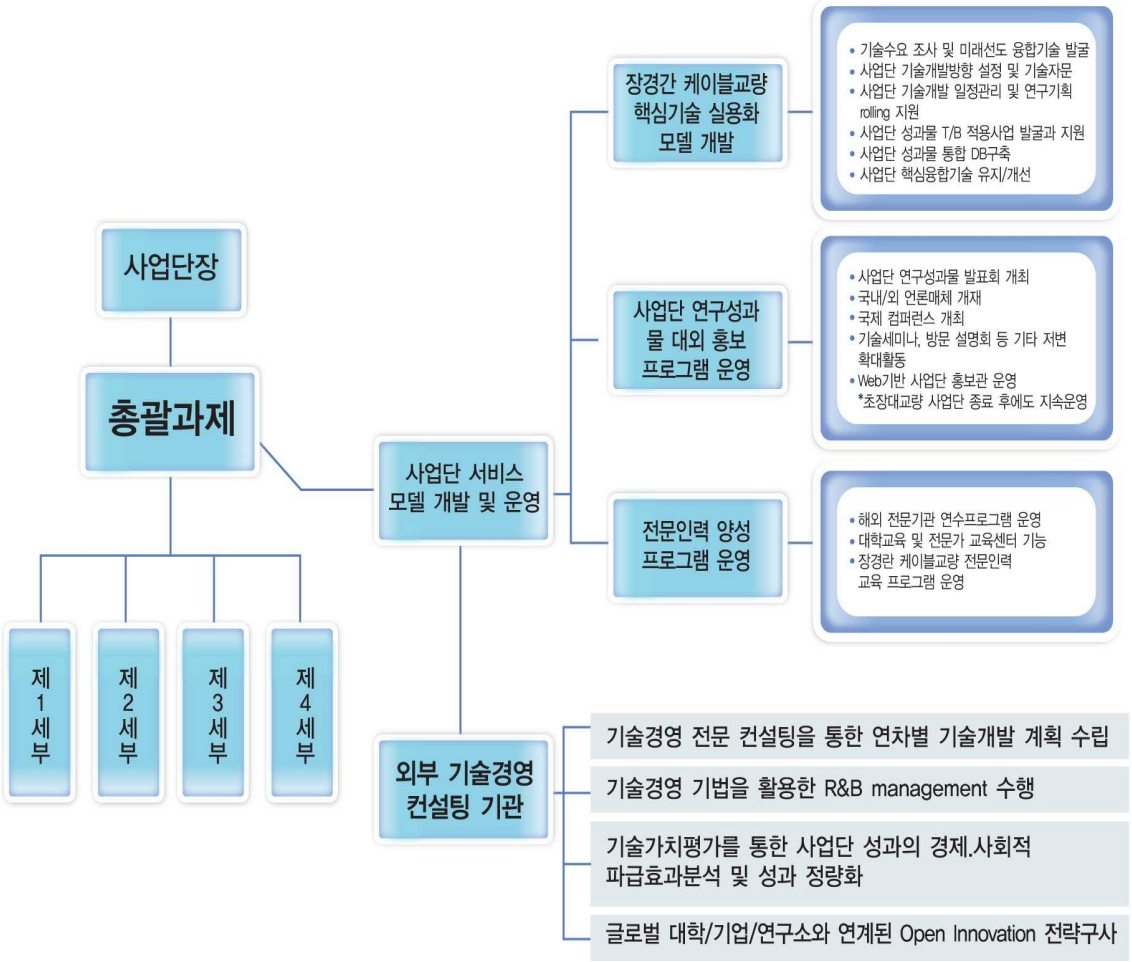
- 매년 우수 연구과제 사업단장 포상 (상패와 상금)
- 건설교통기술 연구개발사업 운영규정에 의한 인센티브 부여

● 제재

- 경고 2회 이하 평가지표 수정 및 이에 따른 평가 점수 감점
- 경고 3회 이상 연구과제 퇴출

외부 기술경영컨설팅 활용

- **기술경영 관점을 도입하여 실용화 및 사업화 전략 수립**
  - 기존 패러다임에 따른 내부 성과관리, 평가의 단점을 극복하기 위하여 객관적인 평가 방법론 및 기술전략 도입
  - 또한, 시장 및 기술의 동향을 상시 분석하여 이를 TRM에 지속적으로 반영하고 수정 보완하기 위한 외부 기술경영컨설팅 기관 활용



성공적 Test Bed 구축을 위한 지원체계 구축

단계별 테스트베드 추진

1단계 : 테스트 베드 기반 구축

- 관계기관 협의에 의한 테스트 베드 결정 및 상호 협약 체결
- 연구성과물 도출 테스트 베드 적용 제도적, 기술적 시스템 구축
- 1단계 연구성과물 핵심기술형 테스트 베드 적용과 피드백

2단계 : 핵심기술 개발 및 통합기술형 테스트 베드 도출

- 1단계 피드백 결과 보완
- 2단계 연구성과물 핵심기술형 테스트 베드 적용과 피드백
- 통합형 테스트 베드 구체안 도출

3단계 : 핵심기술 실용화 및 통합기술형 테스트 베드 실시

- 2단계 피드백 결과 보완
- 3단계 연구성과물 핵심기술형 테스트 베드 적용결과 피드백
- 통합형 테스트 베드 설계 및 적용, 관계기관 협의 및 사후 관리안 도출

제도개선

제도 변경 방향

- 신뢰성 검증

  국가 R&D 개발기술 심위위원회(가칭) 구성

  위원회 운영 : 한국건설교통기술평가원
- 공사비 차액 및 하자 보증

  절감 공사비는 시공사의 수익 및 하자보증비용으로 사용토록 함.
- 시공사 PQ 심사시 가점 부여

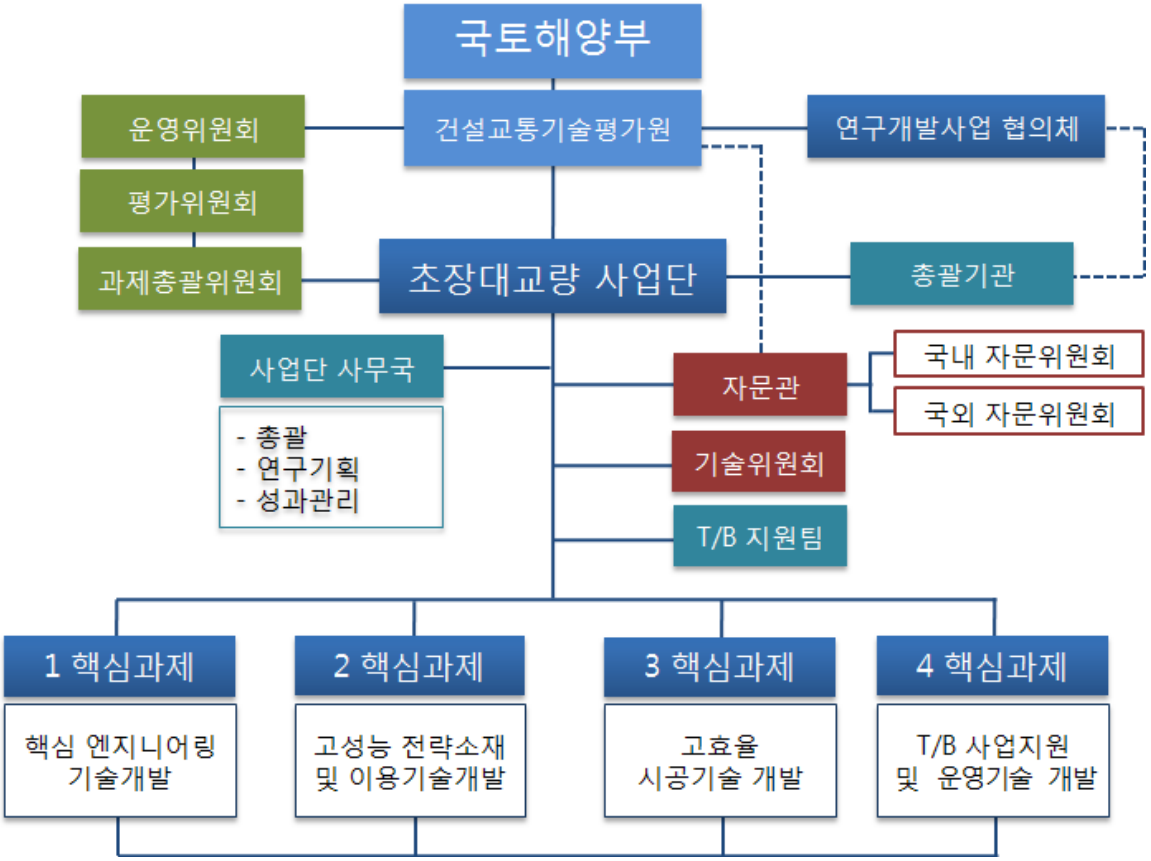
적용 방안(관련법 개정)

- “국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제 65조” 개정
- “건설기술 관리법 시행령” 조문 추가
- “공기업·준정부기관 계약 사무규칙” 에 조문 추가

4.4.3. 사업단조직

사업단 조직 및 관계도

사업단 조직도



사업단 주요 조직 역할 및 업무

조직	주요역할 및 수행업무
자문관 (Program Director)	• 사업단의 기술개발성과를 주기적으로 검토 • 연구개발방향 제시 • 국내,외 자문위원회 총괄 및 운영
기술위원회	• 과제 사업단 자체 평가 • 과제 진도 평가 및 연구비 조정 • 연구 성과지표 조정
사업단 사무국	• 사업단 행정업무 지원 • 사업단 운영, 관리업무 주관

4.4.4. 사업단 사무국 조직구성 및 주요역할

총괄지원

인원계획 : 총 14명

구분	계	사업단장	사무국장	기술	연구		행정
					내부	외부	외부
계	14	1	1	6	2	2	2

※ 인력구분
- 외부직원 : 4명 (직원 인건비는 사업단 운영경비로 충당)
- 내부직원 : 단장 포함 10명 (단장 급여는 사업단 운영경비로 충당)

주요업무

구 분	주 요 업 무	비고
사업 단장	• **사업단 사무국 구성, 운영 및 사업단 관리운영기준 제정, 시행** • **상세기획 선정평가 , 진도관리, 정산, 자체평가, 예산조정 총괄** • 산학연 컨소시엄 역할 배분 등에 관한 사항 • 연구개발결과 사업화, 지적재산권, 정보관리 등 지원, 사업성과 관리 • 인력양성, 국제협력 등 인프라 조성사업의 편성 및 운영 • 국토해양부의 산업육성, 발전정책사항 기술자문 및 업무협조 등	
사무 국장	• **사업단장 업무지원 총괄** • **핵심주관기관 운영관리 총괄 주관** • 사업단 대외업무 총괄 주관 • 기획/운영/평가/과제총괄위원회 등 각종 위원회 구성 운영 또는 지원 총괄	
총괄팀	• **핵심기관 운영(행정)관리 실무 주관** • 사업단 운영비 관리 실무 – 사무국 직원의 인건비 및 운영경비 등에 관한 사항 • 사무국 구성, 운영 및 사업단 관리운영기준 제개정 실무 • 각종 위원회의 구성, 운영 및 위원 관리 등의 실무 • 연구과제 자체, 대외 평가(중간, 최종) 실무 주관	
연구 기획팀	• **사업단 주요업무 기획 관리 등 총괄** • 관련 과제 테스트베드 계획 및 운영관리 실무 – 실용화(Test Bed) 사업으로의 연계를 위한 과제별 추진전략 수립 • 신기술 인증, 실용신안, 특허 등록 및 관리 실무 주관 – 인증, 등록관리 및 절차, 기술료 등에 관한 사항	
성 과 관리팀	• **관련 핵심주관 및 세부연구기관 운영관리 실무** • **관련과제 연구개발 평가, 진도 및 성과관리 등 실무** • 관련과제 법령 및 제도 개선을 위한 국내외 관련 실무 등 • 예산집행계획 수립 및 관리 실무 주관 • 연구개발과제 사업비 관리 실무 주관 – 연구개발사업비 집행실적 및 계획 등에 관한 사항	

4.4.5. 총괄기관 지원체계

지원체계

주요 지원 사항

인력	• 사업단 사무국 및 관리직원 : 10명(상시근무지원) • 사업단장 요청시 : 도로교통연구원 연구진 및 실무부서 직원
사무공간 및 인프라	• 사업단 사무실 : 총 300㎡의 전용공간 및 사무기기 지원 • 사업단장 요청시 : 연구관련 회의실 및 연구설비 지원
Test Bed	• Test Bed 지원팀을 운영하여 단계별로 지원
해외기관 및 인력 Network	• 한국도로공사 해외기관 교류협력체결(MOU)기관 Network 지원 • 한국도로공사 해외연구기관 및 학교 파견인력 Network 지원
독립운영권 보장	• 사업단 의사결정 및 운영권 보장 등 제반사항 적극지원

사업단 실무부서 지원체계

한국도로공사(총괄기관) 지원 방안
(연구인력 + 시험장비 + 사무공간 + 건설사업 노하우 + Test Bed)

- 설계처
- 설계VE팀
- 기술심의팀

- 건설사업단
- 구조물처
- 도로처

핵심엔지니어링 기술개발

고성능전략소재 및 이용기술개발

핵심1과제

핵심2과제

한국도로공사 실무부서

핵심3과제

핵심4과제

고효율 시공기술 개발

Test Bed 사업지원 및 운영기술개발

- 건설계획처
- 건설관리처
- 건설사업단

- 기획처 조사팀
- 해외사업처
- 서해대교관리소

도로교통연구원

5. Test Bed 추진 시나리오 및 실용화 방안

40th Anniversary
Korea Expressway Corporation
한국도로공사 40년

5. Test Bed 추진 시나리오 및 실용화 방안

5.1. Test Bed 범위 및 요구수준

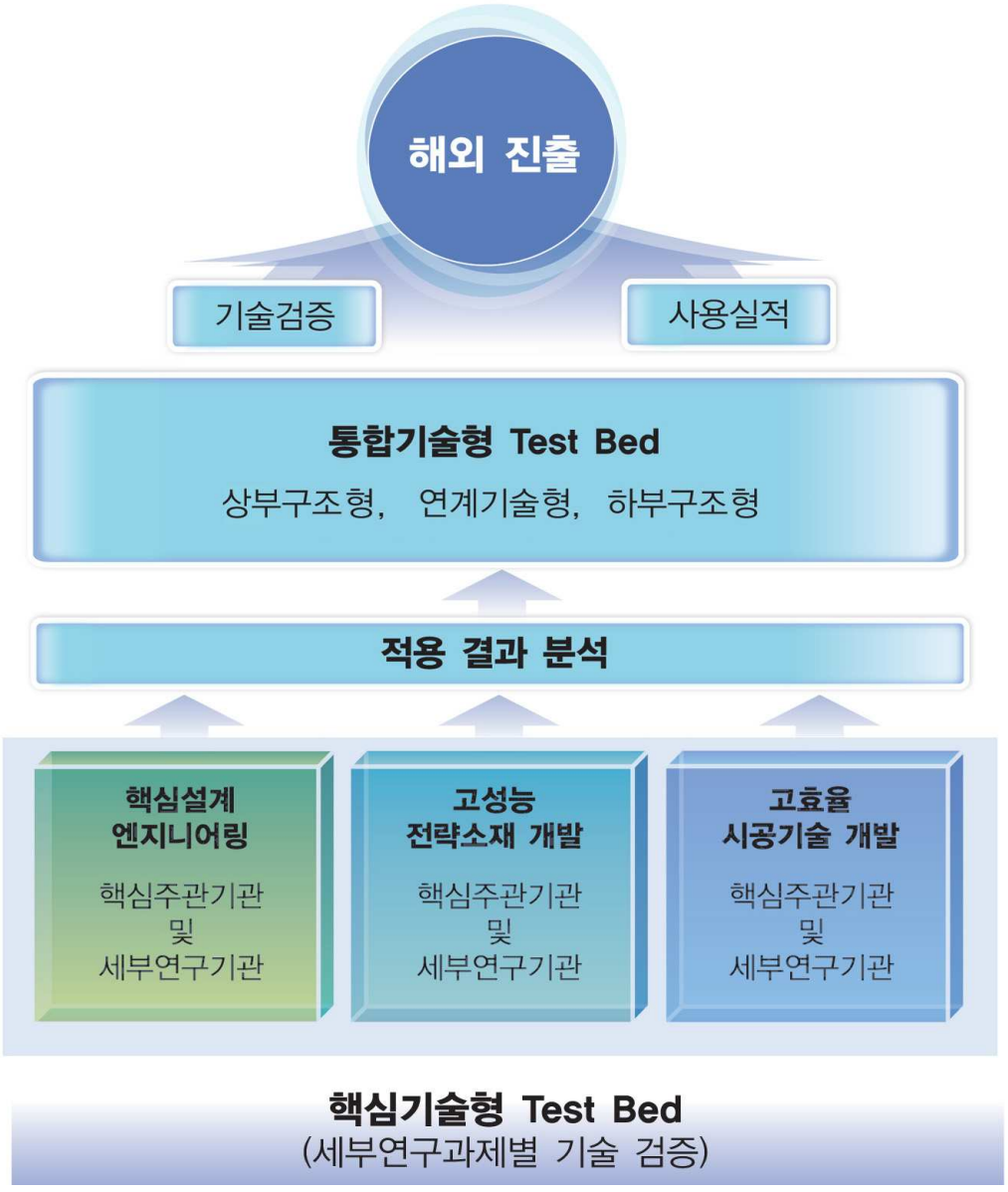
Test Bed 정의

- Test Bed는 연구 개발결과를 실제 케이블 교량에 적용하여 연구결과의 품질, 시공성 및 경제성을 파악할 수 있는 결과물을 의미함.
- Test Bed는 개별 연구결과를 적용하는 핵심기술형과 각 연구결과를 통합하여 각 기술간의 성능의 조화 및 효율을 종합적으로 평가할 수 있는 통합기술형으로 구분함.

Test Bed의 범위 및 요구수준

구 분	내 용
Test Bed 범위	• 노선 계획상 장대 교량이 타당한 공법으로 인정되는 실제 교량 • 공법 적용시 개발기술의 성능을 검증할 수 있는 교량 • 교량 형식 : 사장교 및 현수교 – 핵심 기술형 · 개별 기술의 성능 및 효과를 검증하는 교량 · 핵심엔지니어링, 고성능 전략소재 및 고효율 시공기술로 구분됨. – 통합 기술형 · 핵심기술형 Test Bed를 통하여 검증된 기술에 대하여 각 요소기술 성능의 조화 및 효율을 종합적으로 평가할 수 있는 교량 · 상부구조 통합기술형, 하부구조 통합기술형, 연계기술 통합기술형으로 구분됨
Test Bed 요구수준	• 성 능 : 각 요소 기술별로 세계최고수준이 목표 • 경제성 : 기존의 공법에 비하여 경제성이 확보 • 시공성 : 시공속도와 관련된 기술인 경우 기존의 공법에 비하여 공기단축 및 시공의 용이성이 확보 • 기술자립성 : 현재 케이블 교량 건설시 외국에 의존하는 기술을 대체 • 해외 진출 경쟁력 : 각 요소기술이 통합하여 해외 경쟁력을 확보할 수 있는 수준

Test Bed의 구성


해외 진출
기술검증
사용실적
통합기술형 Test Bed
상부구조형, 연계기술형, 하부구조형
적용 결과 분석
핵심설계 엔지니어링
핵심주관기관 및 세부연구기관
고성능 전략소재 개발
핵심주관기관 및 세부연구기관
고효율 시공기술 개발
핵심주관기관 및 세부연구기관
핵심기술형 Test Bed
(세부연구과제별 기술 검증)

5.2. Test Bed 추진방안

개요

- Test Bed의 구현은 연구결과의 실용화를 가장 효과적으로 증명할 수 있는 방안으로 사업단 성공은 곧 성공적인 Test Bed를 시공함으로써 증명
- Test Bed는 세부연구기관에서 수행한 연구결과를 시공중인 교량에 설계변경을 통하여 적용하는 핵심기술형 Test Bed와 핵심기술형 Test Bed를 통하여 검증된 기술을 통합하여 각 기술간의 적용성 및 융합효과를 확인할 수 있는 통합기술형 Test Bed로 구분하여 추진
- 불량품 생산시 교환할 수 있는 공산품과 달리 토목구조물의 부실시공은 이용자의 안전 및 하자 보증시 소요되는 막대한 비용으로 인하여 사용실적이 충분히 검증된 제품에 대하여 적용하려는 경향이 강함.
- 국가 R&D 연구결과에 대하여는 국내외 전문가의 충분한 검토를 통한 체계적인 검증절차를 마련하여 검증된 기술은 교량 시공자가 안심하고 적용할 수 있는 방안 마련
- 기 공사중인 교량에 설계변경을 통하여 적용하여야 하는 핵심기술형 Test Bed는 설계변경으로 공사비 감소시 시공사는 사업비 감소의 불이익이 있으며, 하자보증에 대한 책임을 져야하므로 현장기술자는 사용실적이 없는 새로운 기술의 적용을 기피
- 발주자에게도 토목시설물의 하자는 이용국민에게 막대한 피해로 이어지며, 이는 발주기관의 책임으로도 이어져 새로운 기술 적용으로 받는 혜택은 없고 책임만을 수반하게 되어 실익이 없음.
- 우수한 연구결과가 있어도 Test Bed구현을 위한 적극적인 노력이 없으면, 실교량에 적용이 현실적으로 어렵게 되고 국내기술의 자립화 및 해외진출은 곤란하다고 판단됨.
- 결국, 현재의 관행을 진취적으로 개선하려는 제도적 장치가 마련되지 않는 경우 우수한 연구결과가 도출되더라도 실교량에 직접 적용하는 것은 현실적으로 매우 곤란
- 기존의 제도를 효과적으로 변경하기 위하여는 연구, 설계 및 시공분야에 실무경험이 풍부한 인력의 지원이 반드시 필요

※ Test Bed 지원팀

1) 배경 : 연구결과를 실무에 적용하기 위하여는 세부적인 설계지침, 공사비 산출방법, 시공성 검토 및 시방서 작성, 유지관리시 문제점에 대한 포괄적인 검토를 수행하고 각 항목에 대한 해결방안이 제시되어야 연구결과가 Test Bed로 적용이 가능

2) 역할 : 연구, 설계, 시공 및 유지관리 경험자로 구성되어 제도개선 추진 및 Test Bed 구현을 위한 실무적 지원

3) 구성 : 한국도로공사 연구원, 설계처, 건설처 및 구조물처의 실무경험이 많은 자로 구성

각 기관별 역할

총괄기관	· 법령 및 시행규칙 개정을 위한 개선방안 수립 · 국내외 전문가 자문의뢰 · Test Bed 지원팀 운영
한국건설교통기술평가원	· 국가 R&D 개발기술 심의위원회(가칭) 운영 * 국가 R&D 개발기술 심의위원회(가칭): 개발기술에 대한 교량 적용의 적정성 심의 및 적용기술의 성능 평가
핵심주관기관	· Test Bed 선정 및 설계변경 실시
세부연구기관	· 기술 개발, 실내 실험 및 설계변경 실시

Test Bed 추진 기관별 역할

절차	수행기관	지원기관
제도개선 방안 마련	건교평 및 총괄기관 (T/B 지원팀)	
법령 및 시행규칙 변경	국토해양부	총괄기관 (T/B 지원팀)
대상교량 선정 및 설계변경	핵심주관기관 및 세부연구기관	
핵심기술형 Test Bed 시공	시공사 및 세부연구기관	
적용기술 성능 평가	건교평 및 총괄기관	국가 R&D 기술 심의위원회(가칭)
통합기술형 Test Bed 선정 및 설계적용	핵심주관기관 및 세부연구기관	
통합기술형 Test Bed 시공	시공사 및 세부연구기관	
적용기술 성능 평가	건교평 및 총괄기관	국가 R&D 기술 심의위원회(가칭)

제도 변경 방향

- **연구결과를 실제 교량에 적용하기 위하여 연구결과에 대한 신뢰성 보증, 공사비 감소에 대한 불이익 해소 및 Test Bed 제공 시공사의 혜택 부여**

- **연구결과 신뢰성 보증**
  - ▸ **국가 R&D 개발기술 심의위원회(가칭)를 신설 운영**
    - 근거 : “건설관리기술법 시행령” 개정을 통해 마련
    - 운영 : 한국건설교통기술평가원
    - 역할 : 세부연구기관에서 개발한 기술에 대한 Test Bed 적용가능 여부 심의 및 적용결과 평가

- **공사비 감소에 대한 불이익 해소**
  - ▸ **공사비 감소액은 시공사의 수익 및 하자보증금으로 처리**
    - 근거 : “국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령" 개정을 통해 마련
    - 효과 : 설계변경으로 발생할 수 있는 공사비 감액에 대한 불이익 해소 및 하자 보증 부담 경감

- **Test Bed 제공사에 대한 혜택**
  - ▸ **시공사 PQ 심사시 가점 부여**
    - 배경 : 성능은 우수하나 공사비 절감효과가 작은 경우에도 적용 유인책 마련
    - 근거 : “공기업 · 준정부기관 계약 사무규칙” 개정을 통해 마련
    - 효과 : 경제적 실익이 없고 장기적 품질에 대한 검증이 없는 경우에도 Test Bed 적용 유도

관련법 개정 방안

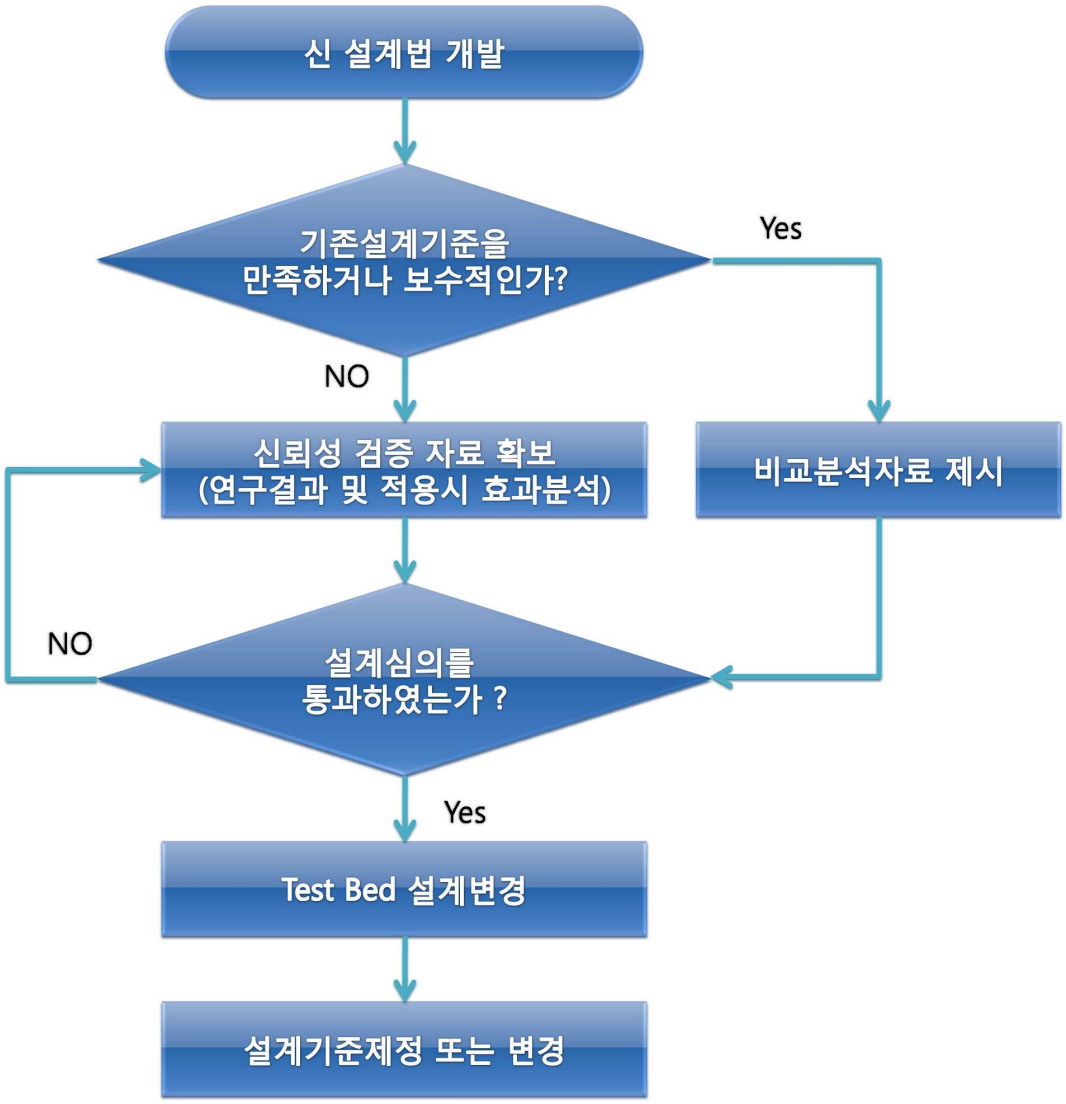
- **“건설기술 관리법 시행령” 조문 추가**
  - 내용 : 국가 R&D 개발기술 심의위원회(가칭) 구성하여 국가 R&D 개발기술의 Test Bed 적용을 위한 기술심의 및 적용결과 평가가 가능하도록 함

- **“국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제 65조” 개정**
  - 내용 : 국가 R&D 개발기술 심의위원회(가칭)* 통과된 기술 적용시 설계변경으로 인한 공사비 감액은 개발기술의 확대적용을 유도하기 위하여 시공사 소유로 하며, 하자 보증에 대한 책임은 시공사가 짐

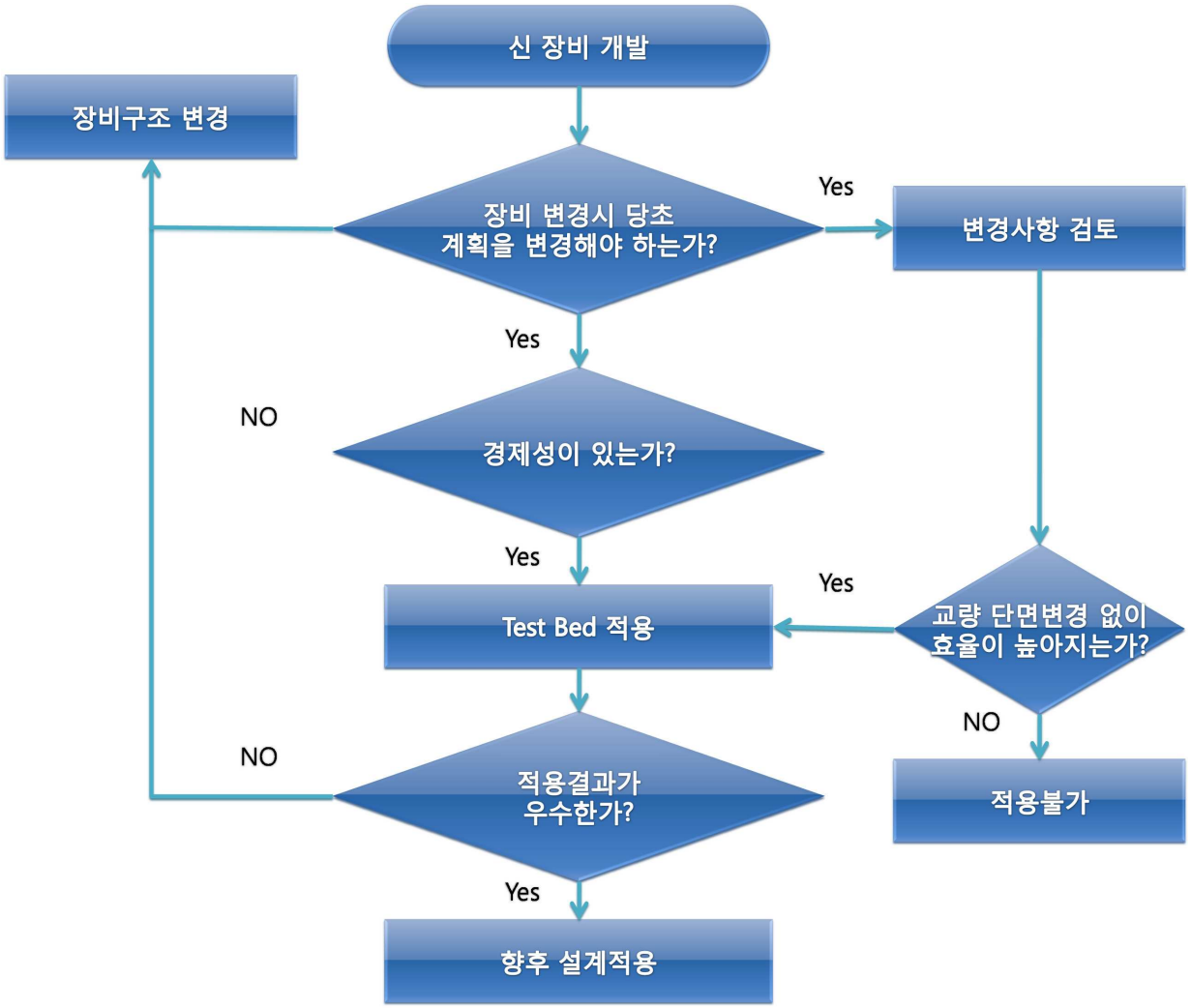
- **“공기업 · 준정부기관 계약 사무규칙” 에 조문 추가**
  - 내용 : 국가 R&D 개발 기술 심의위원회를 통과된 기술을 현장에 적용한 시공사에 PQ 가점을 줄 수 있는 근거를 마련

※ 국가 R&D 개발기술 심의위원회(가칭)
- 임무 : 세부연구기관에서 개발한 기술에 대한 Test Bed 적용가능 여부 심의 및 적용결과 평가
- 구성 : 관련분야 전문가로 한국건설교통기술평가원에서 임명
- 심의절차 : 핵심주관기관 및 세부연구기관에서 사업단장에게 요청하고 사업단장은 선별하여 한국건설교통기술평가원에 심의요청

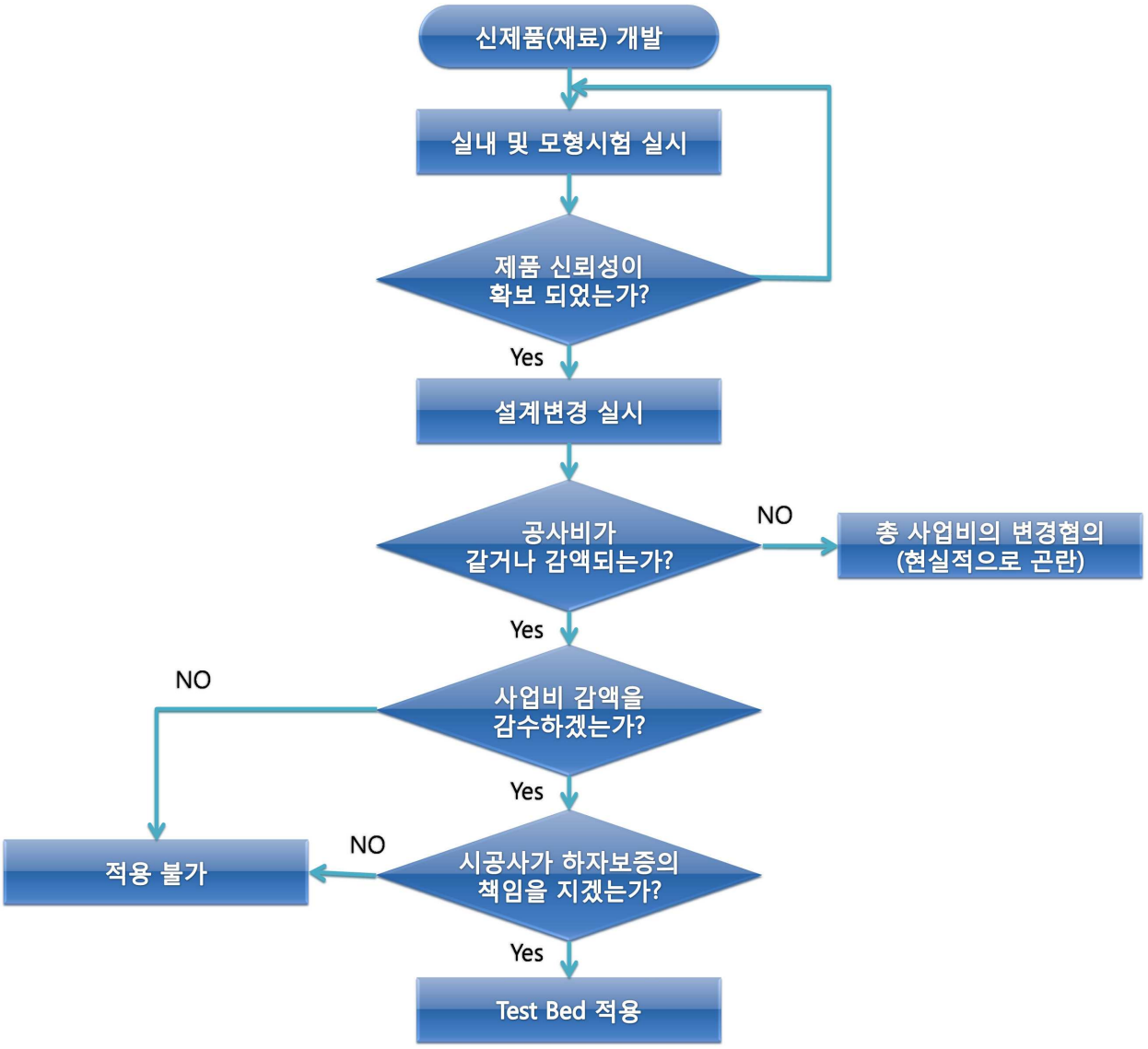
신설계기술 적용 순서


신 설계법 개발
기존설계기준을
만족하거나 보수적인가?
Yes
NO
신뢰성 검증 자료 확보
(연구결과 및 적용시 효과분석)
비교분석자료 제시
NO
설계심의를
통과하였는가 ?
Yes
Test Bed 설계변경
설계기준제정 또는 변경

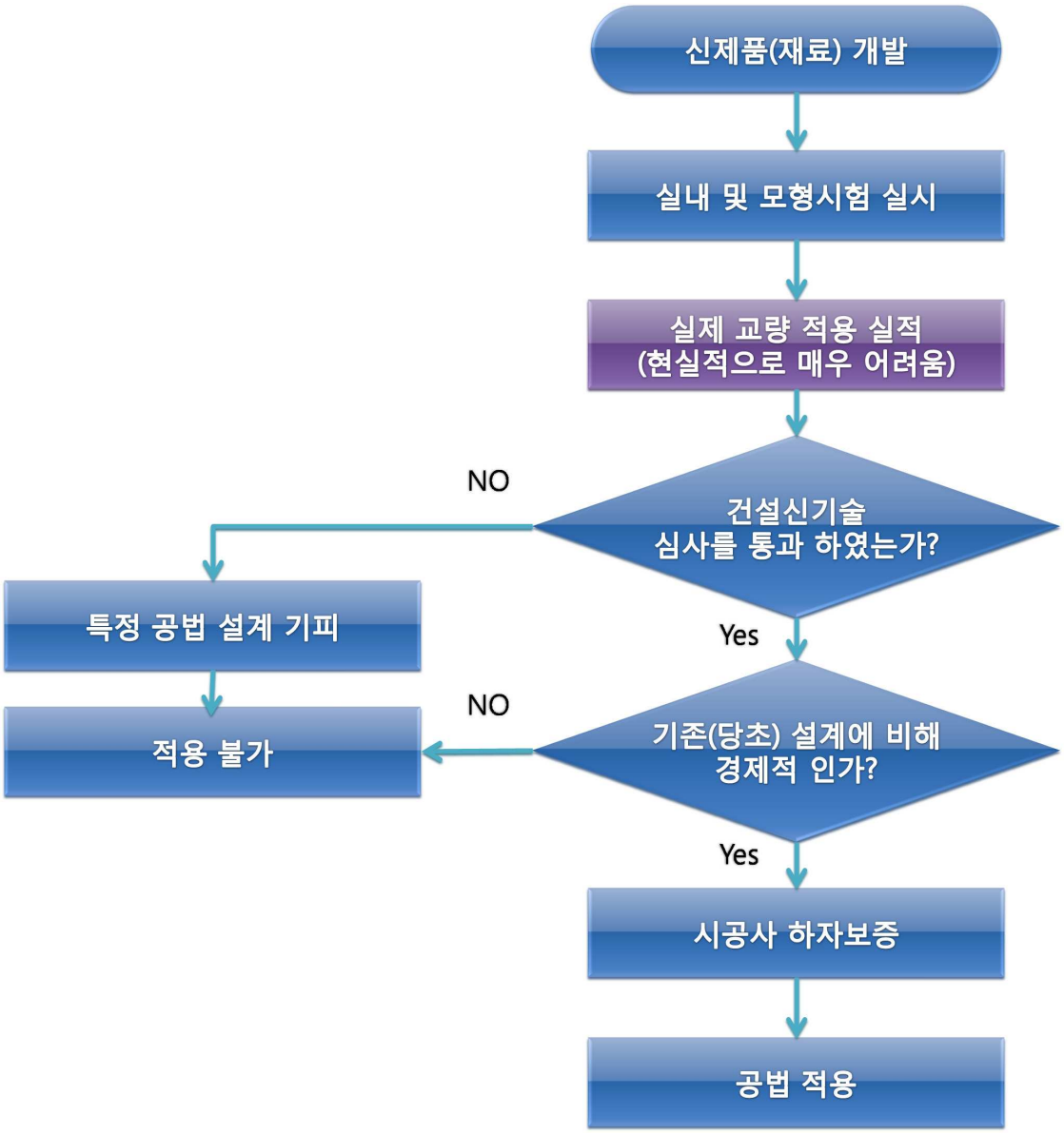
신장비 적용 순서


신 장비 개발
장비구조 변경
장비 변경시 당초 계획을 변경해야 하는가?
Yes
변경사항 검토
Yes
NO
경제성이 있는가?
Yes
Yes
Test Bed 적용
교량 단면변경 없이 효율이 높아지는가?
NO
적용불가
NO
적용결과가 우수한가?
Yes
향후 설계적용

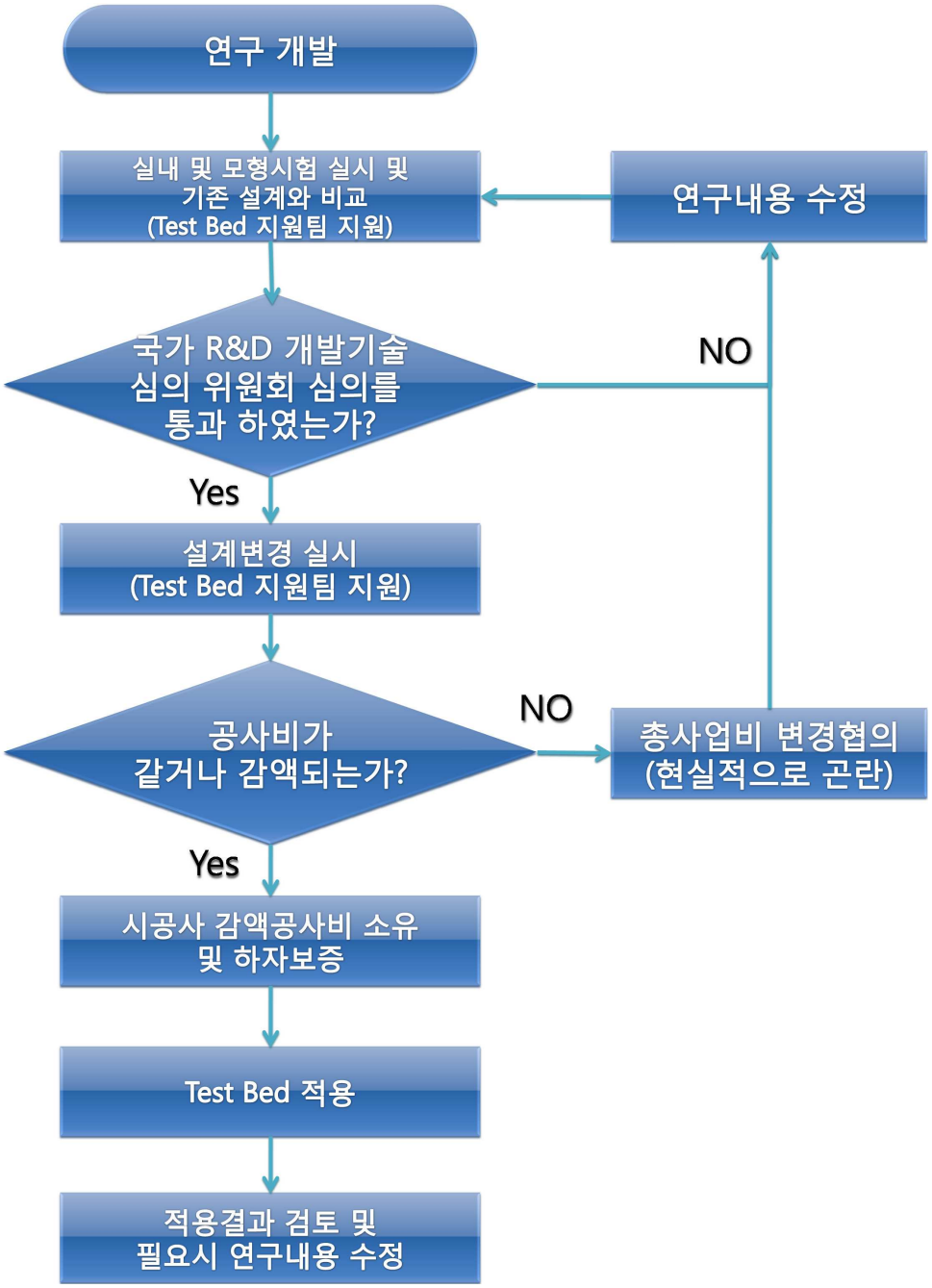
신제품(재료) 적용순서


신제품(재료) 개발
실내 및 모형시험 실시
제품 신뢰성이 확보 되었는가?
Yes
설계변경 실시
공사비가 같거나 감액되는가?
NO
총 사업비의 변경협의 (현실적으로 곤란)
Yes
사업비 감액을 감수하겠는가?
NO
Yes
시공사가 하자보증의 책임을 지겠는가?
NO
적용 불가
Yes
Test Bed 적용

신제품(재료) 적용순서(건설신기술 제도 이용시)



제도 변경시 Test Bed 적용순서



Test Bed의 추진

핵심기술형 Test Bed의 추진 절차

구분	기존 교량 공정분석	적용기술 심의	설계변경	시공실시	시공결과 검증
추진 기관	핵심주관기관 및 세부연구기관	한국건설교통평가원 (국가 R&D 개발기술 심의위원회(가칭))	핵심주관기관 및 세부연구기관	시공사	핵심주관기관 및 세부연구기관
지원 기관	-	총괄기관(도공)	총괄기관(도공)	세부연구기관	총괄기관(도공)

통합기술형 Test bed 의 추진 과정

추진년도	추진내용		담당기관	
	국내	해외	주관	지원
1차년도				
2차년도	사업 후보지 발굴 및 타당성 평가 결과 분석		세부연구기관 및 핵심주관기관	총괄기관(도공)
3차년도	설계 수행		세부연구기관	총괄기관(도공)
4차년도	설계 VE 실시, 입찰관련 조건 검토 및 시방서 작성		세부연구기관	총괄기관(도공)
			국내 / 해외	국내 / 해외
5차년도	Test Bed 시공	후보지 발굴	시공사 / 총괄기관(도공)	세부연구기관 / 핵심주간기관
6차년도	Test Bed 시공	해외 Cable 교량 법인 설립	시공사 / 총괄기관(도공)	세부연구기관 / 핵심주간기관 및 세부연구기관
7차년도	시공결과 모니터링	사업수주	한국건설교통평가원 및 총괄기관(도공) / 총괄기관(도공)	세부연구기관 / 핵심주간기관 및 세부연구기관

※ 총괄기관(도공) : 설계, 시공, 유지관리 실무자로 구성된 Test Bed 지원팀을 구성하여 설계 변경 및 결과 검증을 지원함.

해외 Cable 교량 법인 :

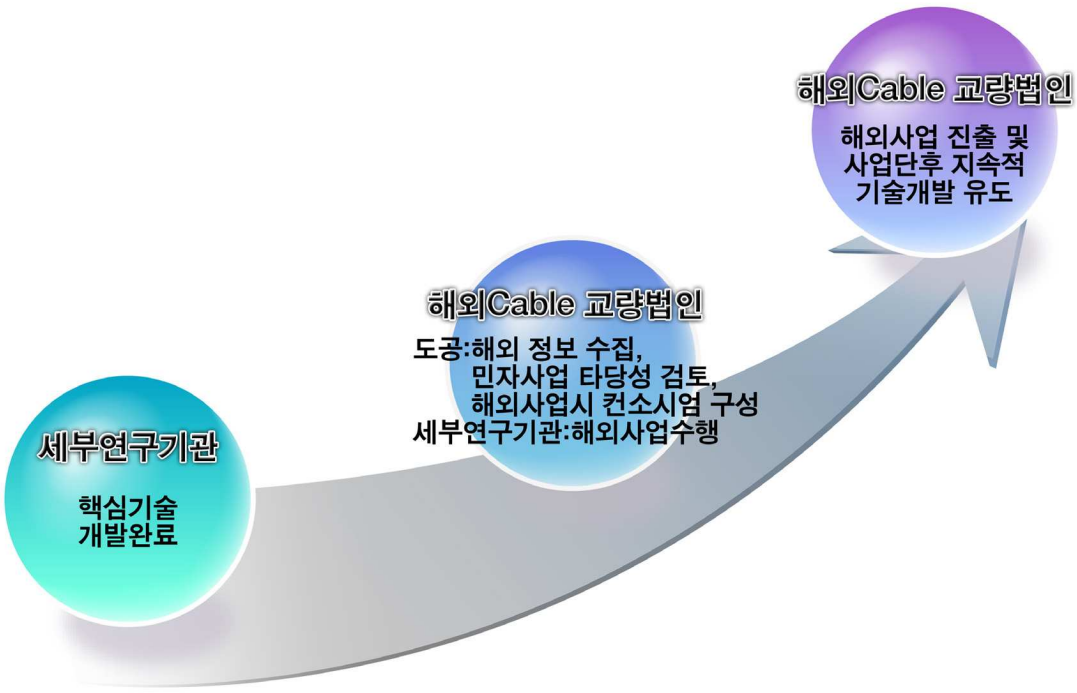
▸ 배경

- 사업단은 다양한 세부연구기관이 참여하므로 해외 사업 수주시 단일 기업의 형태로 참여가 곤란
- 해외 영업력이 부족한 기관은 해외 수주가 매우 곤란
- 해외 통합 Test Bed 구현 및 사업단 이후에 기술의 지속적 개발을 통한 해외 사업 진출을 위해서는 각 기관의 개발기술을 조화롭게 연결될 수 있는 기관 필요

▸ 구성

- 각 기업이 일정 지분을 참여하여 법인 설립
- 세부연구기관의 전문인력은 비상주로 각 소속기관에 근무
- 도공의 해외사업팀 및 민자 추진 부서 직원이 상시 법인업무 수행

▸ 역할 : 해외 사업 참여시 각 기관의 Consortium구성을 주도하는 하며 사업단 이후 해외진출의 교두보 역할을 함.

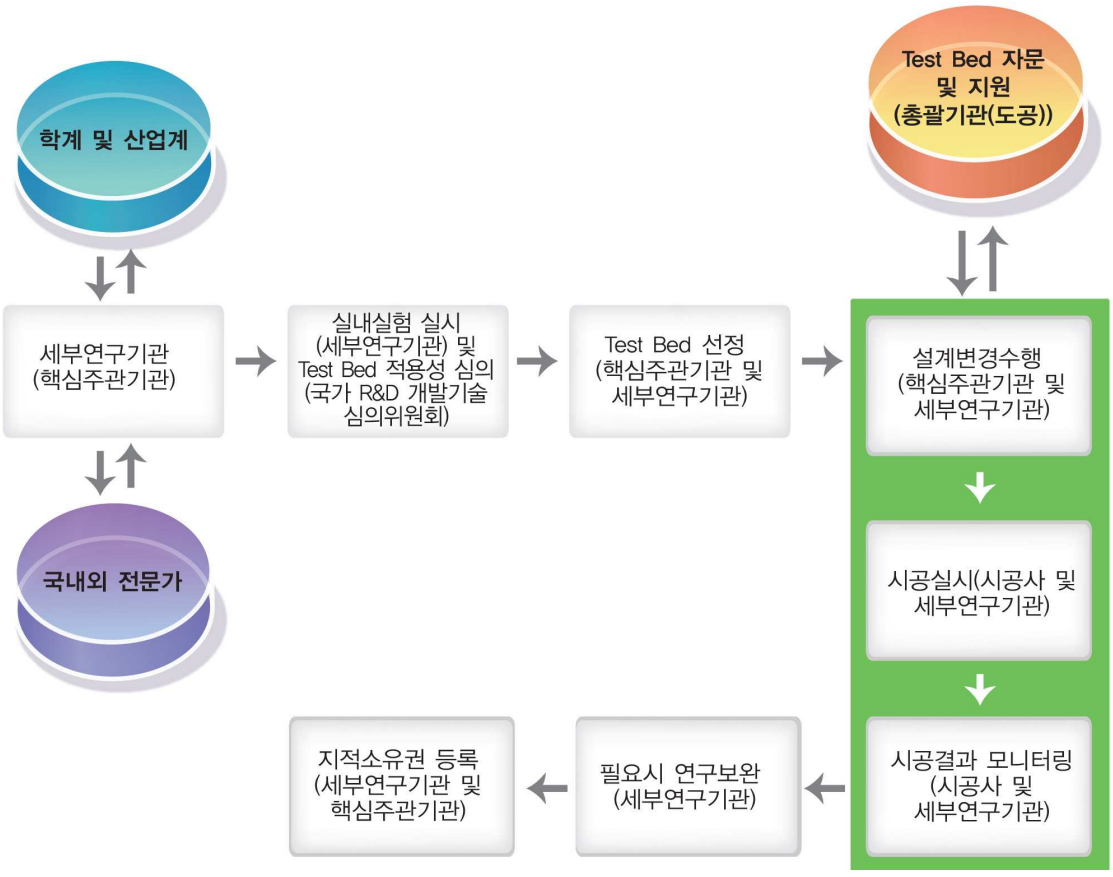


5.3. Test Bed 추진체계

5.3.1. Test Bed 종류별 추진체계

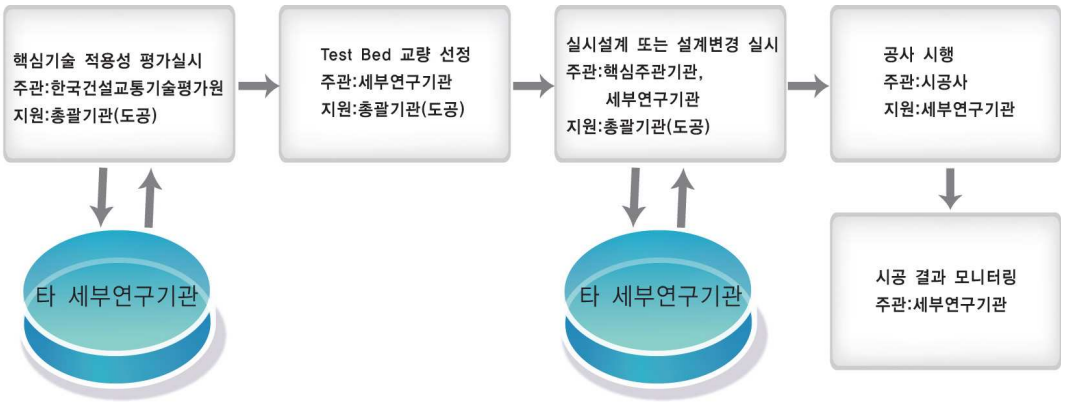
핵심기술형 Test Bed

- 추진체계
  - 핵심기술형 Test Bed는 핵심 주관기관 및 해당 연구기관이 국내에서 공사중인 교량을 설계변경하여 적용하고 그 성능을 조사하여 필요시 연구내용을 일부 보완
  - 사업단 총괄기관(도공)의 Test Bed 지원팀은 설계변경, 시공 및 유지관리시 발생되는 실무적인 사항에 대한 자문 및 지원



통합기술형 Test Bed

- 통합기술형 Test Bed는 핵심기술형 Test Bed에서 검증된 기술을 바탕으로 이를 통합하여 구현하는 교량으로 각 기관에서 개발된 기술 성능을 종합적으로 검증



- 핵심주관(세부연구)기관 및 총괄기관(도공) 추진 내용

구분	핵심주관기관(세부연구기관)	총괄 기관(도공)
개발계획 또는 사전타당성 조사결과 검토	· 대상교량 자료 수집 · 적용기술 선정	· 연구결과 적용을 위한 제도 개선 · 해외Test Bed 구현을 위한 해외 Cable 교량 법인 설립 여건 검토 및 연구참여기관 의견 수렴
Test Bed 후보지 선정	· Test Bed로서의 적합성 분석 · 개발기술 적용시 효과 분석	· 타 세부연구기관의 기술지원 요청 · 발주기관에 홍보
계획 및 설계	· 개발기술을 이용한 설계 실시 · 기존 설계와 차별성 분석 · 설계 VE 실시	· 분야별 자문 수행을 위한 국내외 전문가 추천 · 실무자로 구성된 Test Bed팀 지원실시
관계기관 및 시공사 협의	· 발주기관 및 시공사에 개발기술 내용 및 우수성 설명 · 관계기관 및 시공사 요구사항 파악	· Test Bed 지원팀을 통한 발주기관 및 시공사 설명 지원 · 해외 Test Bed 적용시 해외 Cable 교량 법인 설립
Test Bed 시공	· 시공시 기술지원 및 시공결과 분석 · 필요시 기술개발기관의 자문 시행	· 시공단계별 국내외 관련 학회 및 언론 홍보 실시
시공결과 모니터링	· 시공후 정기적으로 성능 조사 · 적용기술과 해외기술의 비교	· 개발 기술과 해외기술과의 Gap분석 · 해외진출을 위한 홍보전략 수립 · 사업단 이후 해외 Cable 교량 법인 운영 전략 수립

5.3.2. 발주방식 비교

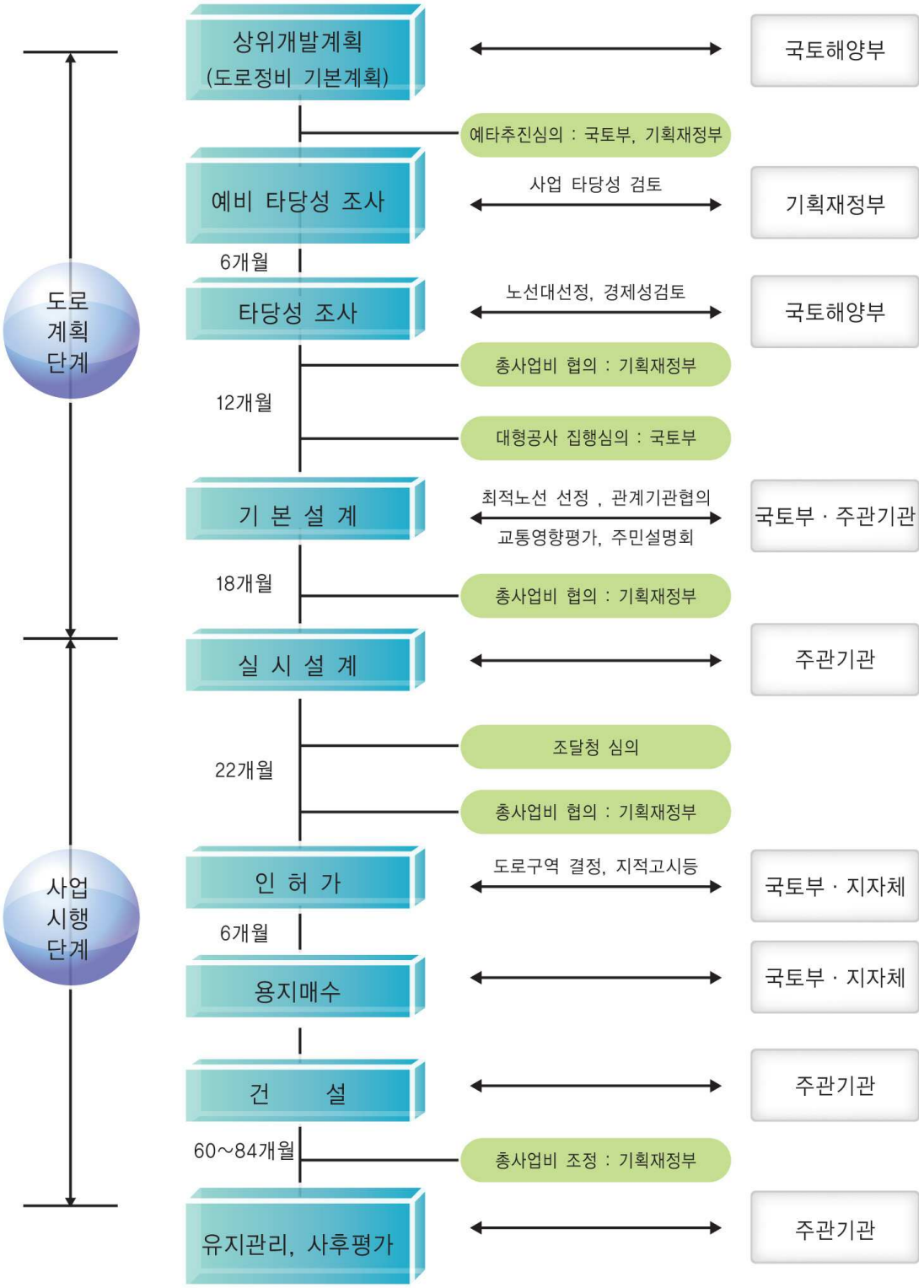
- 교량 건설 사업은 국고 또는 민자로 발주되는 사업으로 구분할 수 있으며, 민자로 발주되는 사업은 정부고시 사업과 민간 제안 사업으로 구분

- 해외 건설은 민간개발방식의 발주가 증가되는 추세이며 프로젝트가 대형화 되고 있음

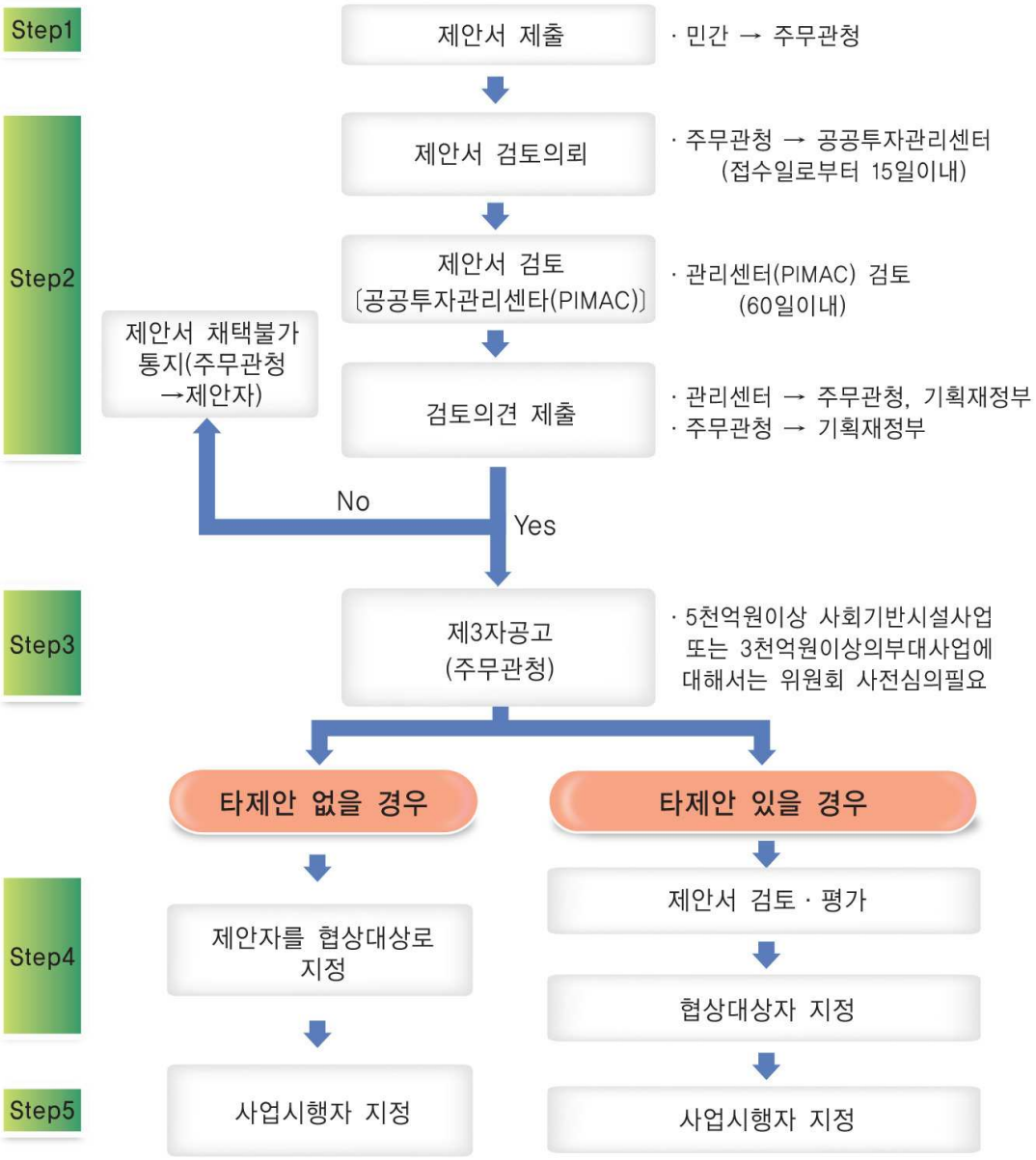
- 민간 제안 사업의 추진방식
  - BTO(Build-Transfer-Operate) 방식 : 사회기반시설의 준공과 동시에 당해 시설의 소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되며 사업시행자에게 일정기간의 시설관리 운영권을 인정
  - BTL(Build-Transfer-Lease) 방식 : 사회기반시설의 준공과 동시에 당해 시설의 소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되며, 사업시행자에게 일정기간의 시설관리운영권을 인정하되, 그 시설을 국가 또는 지방자치단체 등이 협약에서 정한 기간동안 임차하여 사용하여 수익하는 방법
  - BOT(Build-Own-Transfer) 방식 : 사회기반시설의 준공후 일정기간동안 사업시행자에게 당해시설의 소유권이 인정되p며 그 기간의 만료시 시설소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되는 방식
  - BOO(Build-Own-Operate) 방식 : 사회기반시설의 준공과 동시에 사업시행자에게 당해시설의 소유권이 인정되는 방식

- 재원 조달 방식
  - 제1섹타(The First Sector) : 중앙정부 또는 지방자치단체, 정부투자기관의 재원으로 조달
  - 제2섹타(The Second Sector) : 순수하게 민간자본으로 재원 조달
  - 제3섹타(The Third Sector) : 정부(공공부문)와 민간이 공동으로 재원 조달

국고사업 시행절차


도로 계획 단계
사업 시행 단계
상위개발계획 (도로정비 기본계획)
국토해양부
예타추진심의 : 국토부, 기획재정부
예비 타당성 조사
사업 타당성 검토
기획재정부
6개월
타당성 조사
노선대선정, 경제성검토
국토해양부
총사업비 협의 : 기획재정부
12개월
대형공사 집행심의 : 국토부
기 본 설 계
최적노선 선정 , 관계기관협의
교통영향평가, 주민설명회
국토부 · 주관기관
18개월
총사업비 협의 : 기획재정부
실 시 설 계
주관기관
조달청 심의
22개월
총사업비 협의 : 기획재정부
인 허 가
도로구역 결정, 지적고시등
국토부 · 지자체
6개월
용지매수
국토부 · 지자체
건 설
주관기관
60~84개월
총사업비 조정 : 기획재정부
유지관리, 사후평가
주관기관

민자사업 시행절차


Step1
제안서 제출
· 민간 → 주무관청
Step2
제안서 검토의뢰
· 주무관청 → 공공투자관리센터
(접수일로부터 15일이내)
제안서 검토
〔공공투자관리센타(PIMAC)〕
· 관리센터(PIMAC) 검토
(60일이내)
제안서 채택불가
통지(주무관청
→제안자)
검토의견 제출
· 관리센터 → 주무관청, 기획재정부
· 주무관청 → 기획재정부
No
Yes
Step3
제3자공고
(주무관청)
· 5천억원이상 사회기반시설사업
또는 3천억원이상의부대사업에
대해서는 위원회 사전심의필요
타제안 없을 경우
타제안 있을 경우
Step4
제안자를 협상대상로
지정
제안서 검토 · 평가
협상대상자 지정
Step5
사업시행자 지정
사업시행자 지정

5.4. Test Bed 후보대상

5.4.1. 핵심기술형 Test Bed

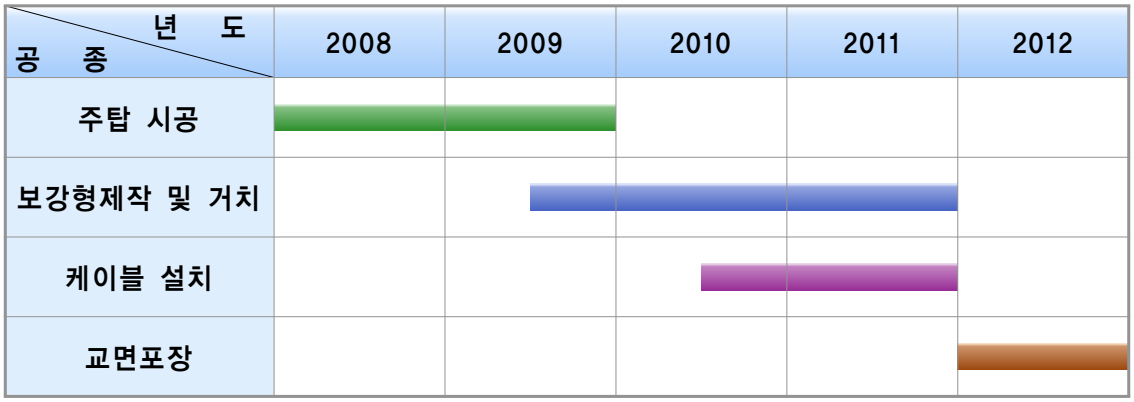
- 사업단의 연구개발계획과 교량의 건설계획을 비교하여 시공중인 교량 9개소 및 계획중인 교량 3개소를 핵심기술형으로 적용이 가능한 Test Bed를 선정

시공중인 교량

고하-죽교

교량형식	사장교 (연장 : 200+500+200=900m, 폭원 : 24.5m)
사업개요	• 시 공 자 : GS건설, 현대건설, 남진건설, 한양, 남영건설 • 설 계 자 : (주)다산컨설턴트, 감 리 자 : 유신코퍼레이션 • 발 주 자 : 국토해양부 익산지방국토관리청 • 공사기간 : 2004 ~ 2012 (현재 공정율 : 37%)
적용가능공종	케이블, 교면포장

▸ 예정공정표



▸ 개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
케이블	2010~2011	1,860Mpa	2,160Mpa
교면포장	2012	PMA(8cm)	박층교면포장(4cm이하)

소록-거금

교량형식	사장교 (연장 : 120+198+480+198+120=1,116m, 폭원 : 11.5m)
사업개요	• 시 공 자 : 현대건설, 남양건설, 여산건설, 남영건설 • 설 계 자 : 현대ENG, 청석ENG, DM ENG, 감 리 자 : 수성ENG • 발 주 자 : 국토해양부 익산지방국토관리청 • 공사기간 : 2002 ~ 2011 (현재 공정율 : 53%)
적용가능공종	교면포장

예정공정표

공종 \ 년도	2008	2009	2010	2011
주탑 시공				
보강형제작 및 거치				
케이블 설치				
교면포장				

개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
교면포장	2011	PMA(8cm)	박층교면포장(4cm이하)

돌산-화태

교량형식	사장교 (연장 : 71+189+500+189+71=1,020m, 폭원 : 14.0m)
사업개요	• 시 공 자 : 한진중공업, 남양건설, 백산건설, 송촌종합건설 • 설 계 자 : 유신코퍼레이션, 도우, 한국종합, 감 리 자 : 청석ENG • 발 주 자 : 국토해양부 익산지방국토관리청 • 공사기간 : 2003 ~ 2012 (현재 공정율 : 31%)
적용가능공종	보강형, 케이블, 교면포장

▸ 예정공정표

공종 \ 년도	2008	2009	2010	2011	2012
주탑 시공					
주탑제작 및 거치					
보강형제작 및 거치					
케이블 설치					
교면포장					

▸ 개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
보강형	2010~2011	490Mpa(SM490Y)	800Mpa
케이블	2010~2011	1,770Mpa	2,160Mpa
교면포장	2012	PMA(8cm)	박층교면포장(4cm이하)

영남-적금

교량형식	현수교 (연장 : 310+850+180=1,340m, 폭원 : 15.5m)
사업개요	• 시 공 자 : 대림산업, 삼성, 금광, 동광, 남해 • 설 계 자 : 유신코퍼레이션,한국기술개발 감 리 자 : 홍익기술단 • 발 주 자 : 국토해양부 익산지방국토관리청 • 공사기간 : 2003 ~ 2012 (현재 공정율 : 27%)
적용가능공종	보강형, 케이블, 교면포장

▸ 예정공정표

공종 \ 년도	2008	2009	2010	2011	2012
기초 시공					
주탑 시공					
앵커리지 시공					
보강형제작 및 거치					
케이블 설치					
교면포장					

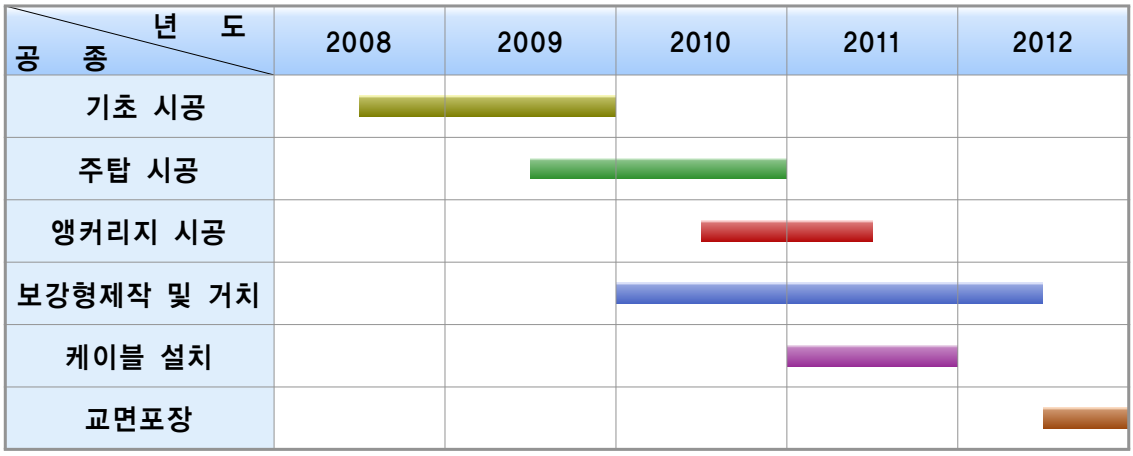
▸ 개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	적용기술
보강형	2010~2011	490Mpa(SM490Y)	800Mpa
케이블	2010~2011	1,770Mpa	2,160Mpa
교면포장	2012	PMA(8cm)	박층교면포장(4cm이하)

광양대교

교량형식	현수교 (연장 : 357.5+1,545+357.5=2,260m, 폭원 : 25.7m)
사업개요	• 시 공 자 : 대림산업, 현대건설, SK건설 • 설 계 자 : 유신ENG, 감 리 자 : 한국기술개발, 동아기술공사 • 발 주 자 : 전라남도 • 공사기간 : 2007 ~ 2012 (현재 공정율 : 8%)
적용가능공종	앵커리지, 보강형, 케이블, 교면포장

예정공정표



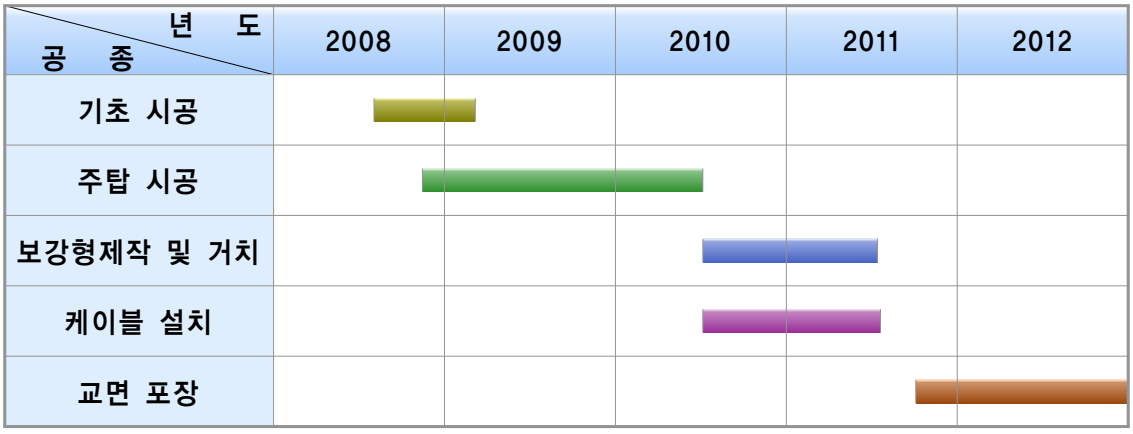
개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
앵커리지	2010~2011	중력식, 지중정착식	앵커리지 수화열 제어용 초저발열 콘크리트
보강형	2010~2012	490Mpa(SM490Y)	800Mpa
케이블	2011	Φ5mm, 1,860Mpa	Φ6mm, 2,060Mpa Φ7mm, 1,960Mpa
교면포장	2012	에폭시아스팔트포장 (5cm)	박층교면포장(4cm이하)

여수-묘도 (여수산단진입도로 개설공사 1공구)

교량형식	사장교 (연장 : 60+105+430+105+60=760m, 폭원 : 25.9m)
사업개요	• 시 공 자 : GS, 쌍용, 동부, 진양, 남영, 경도 • 설 계 자 : 유신코퍼레이션, 감리자 : 서영ENG, KCI, KCM, 한빛 • 발 주 자 : 전라남도 • 공사기간 : 2007 ~ 2012 (현재 공정율 : 8%)
적용가능공종	보강형, 케이블, 교면포장

▸ 예정공정표



▸ 개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
보강형	2010~2011	520MPa(SM520)	800MPa
케이블	2010~2011	1,860MPa	2,060MPa 이상급
교면포장	2010~2011	PMA(8cm)	박층교면포장(4cm이하)

북항대교

교량형식	사장교 (연장 : 60+224+540+224+60=1,114m, 폭원 : 25.7m)
사업개요	• 시 공 자 : 현대산업개발 • 설 계 자 : 유신코퍼레이션, 정인기술단(도로) 감 리 자 : 유신코퍼레이션 • 발 주 자 : 부산광역시(주무관청), 북항대교주식회사(민간사업자) • 공사기간 : 2007.04 ~ 2011.10(현재 공정율 : 15.7%),2008.8월말중지
적용가능공종	보강형, 케이블

▸ 예정공정표 (현재 과업중지중)

년 도 / 공 종	2007	2008	2009	2010	2011
주탑 시공					
보강형제작 및 거치					
케이블 설치					
교면포장					

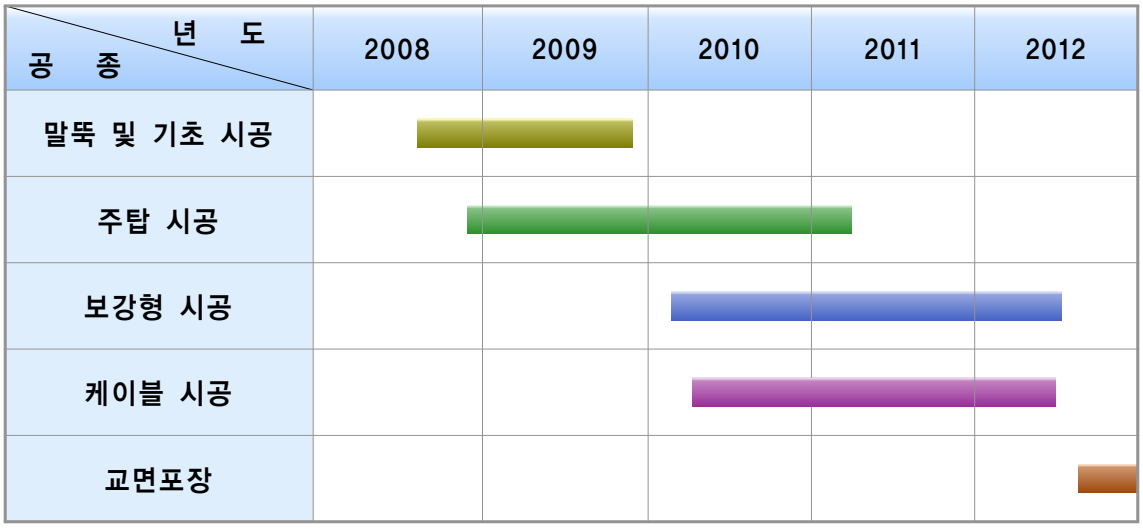
▸ 개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
보강형	2009~2010	520MPa(SM520)	800MPa
케이블	2009~2010	1,560MPa	2,060MPa 이상급

세풍대교

교량형식	사장교 (연장 : 57.5+85+2@220+85+57.5=725m, 폭원 : 23.9m)
사업개요	• 시 공 자 : 대림산업 • 설 계 자 : 청석ENG, 감 리 자 : 동일기술공사 • 발 주 자 : 익산지방국도관리청 • 공사기간 : 2007 ~ 2012 (현재 공정율 : 10%)
적용가능공종	케이블

▸ 예정공정표



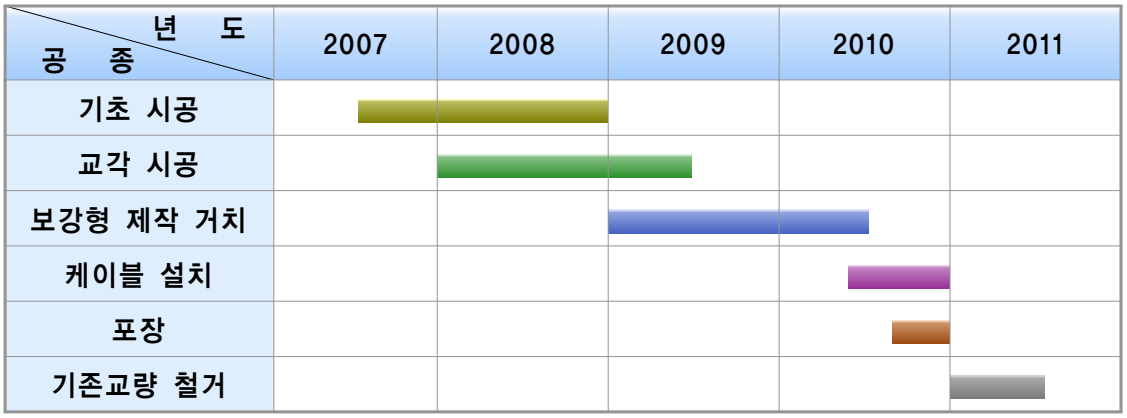
▸ 개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
케이블	2009	1,860Mpa	2,160Mpa

완도대교

교량형식	사장교(연장 : 70 + 90 + 200 +140 = 500m, 폭원 : 24m)
사업개요	• 시 공 자 : 삼성물산(주), (주)대우건설, 덕흥종합건설(주), 우미건설(주), 새천년종합건설(주) • 설 계 자 : (주)유신코퍼레이션, (주)도우엔지니어즈 • 발 주 자 : 익산지방국토관리청 • 공사기간 : 2003.06.30 ~ 2011.07.09(2,880일)
적용가능공종	보강형, 케이블, 교면포장

▸ 예정공정표



▸ 개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
보강형	2009~2010	2,100kgf/㎠(SM520)	800Mpa
케이블	2010	1,800Mpa	2,060Mpa
교면포장	2010	구스아스팔트포장(5cm)	박층교면포장(4cm이하)

계획중인 교량

제2남해대교

교량형식	사장교 (연장 : 220+520+220=960m, 폭원 : 21.8m)
사업개요	• 설 계 자 : 건화,동아기술공사(실시설계용역: 06.3.16~ 07.12.31) • 발 주 자 : 국토해양부 부산지방국토관리청 • 공사기간 : 2009 ~ 2015
적용가능공종	기초, 주탑, 보강형, 케이블(FRP)

▸ 예정공정표

공종 \ 년도	2010	2011	2012	2013	2014	2015
기초 시공						
주탑 시공						
보강형제작 및 거치						
케이블 설치						
교면포장						

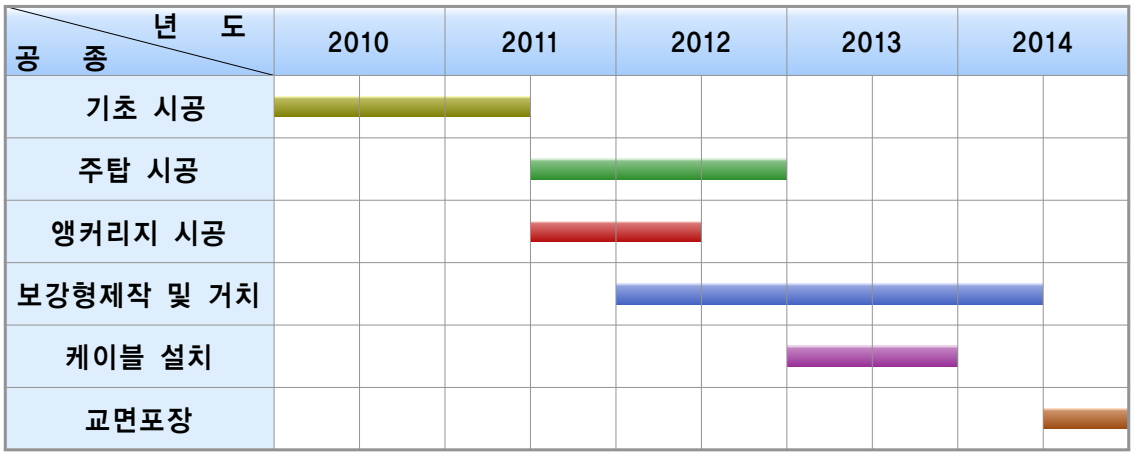
▸ 개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
기초	2010~2011	우물통기초	해상기초 시공용 복합성능 콘크리트
주탑	2011~2013	콘크리트주탑	수직 400m이상 일괄압송이 가능한 고압송 콘크리트
보강형	2012~2014	520Mpa(SM520TMC)	800Mpa
케이블	2013~2014	1,670Mpa	FRP케이블

울산대교

교량형식	현수교 (연장 : 303+1,150+355=1,808m, 폭원 : 25.6m)
사업개요	• 설 계 자 : 유신ENG • 발 주 자 : 울산광역시 • 공사기간 : 2010 ~ 2014
적용가능공종	주탑, 앵커리지, 보강형, 케이블, 교면포장

▸ 예정공정표



▸ 개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
주탑	2011~2012	콘크리트주탑	수직 400m이상 일괄압송이 가능한 고압송 콘크리트
앵커리지	2011~2012	중력식, 터널식	앵커리지 수화열 제어용 초저발열 콘크리트
보강형	2012~2014	490Mpa(SM490)	800Mpa
케이블	2013	Φ5mm, 1,960Mpa	Φ6mm, 2,060Mpa Φ7mm, 1,960Mpa
교면포장	2014	에폭시아스팔트포장(5cm)	박층교면포장(4cm이하)

한강 횡단 교량

교량형식	미정(사장교 유력)
사업개요	• 타당성 조사 진행중 : 2008. 8 ~ 2009. 6 • 발 주 자 : 한국도로공사 • 공사기간 : 2011 ~ 2014
적용가능공종	기초, 주탑, 보강형, 케이블, 교면포장

예정공정표

공종 \ 년도	2011	2012	2013	2014
기초 시공	■			
주탑 시공		■		
보강형제작 및 거치		■	■	■
케이블 설치			■	■
교면포장				■

개발기술 적용

공종	적용시기	현설계	개발기술
기초	2011	미정	해상기초 시공용 복합성능 콘크리트
주탑	2012~2013	미정	수직 400m이상 일괄압송이 가능한 고압송 콘크리트
보강형	2012~2014	미정	800Mpa
케이블	2013~2014	미정	FRP케이블
교면포장	2014	미정	박층교면포장(4cm이하)

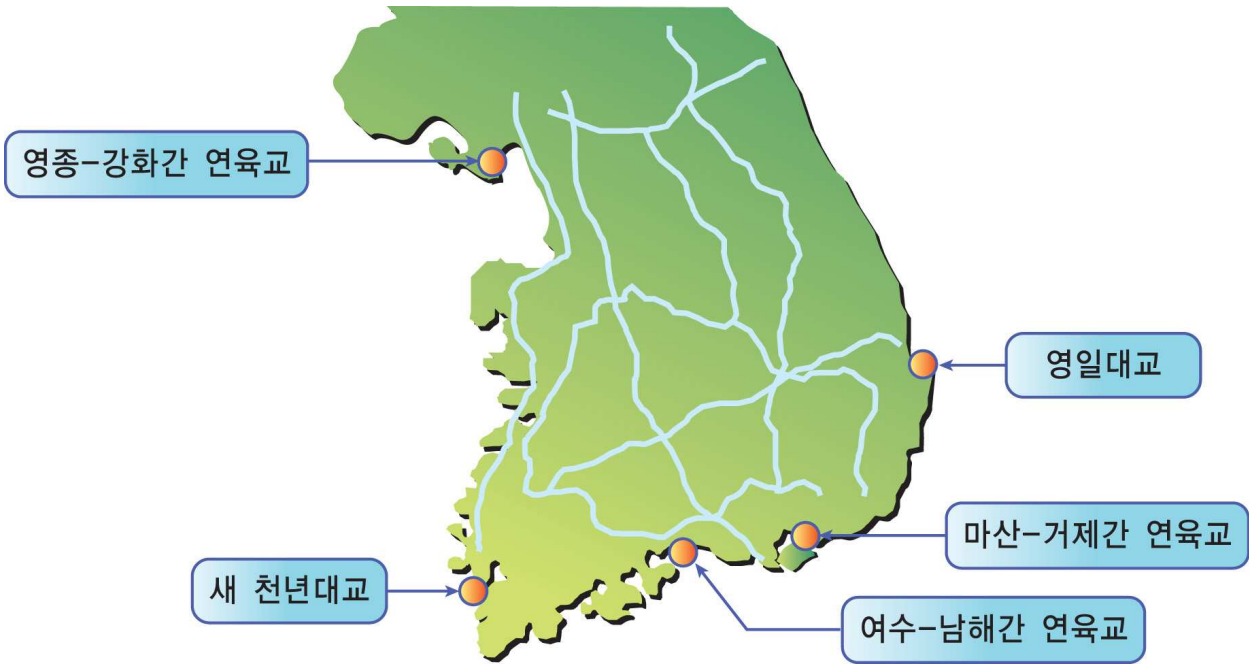
5.4.2. 통합기술형 Test Bed

- 통합기술형 Test Bed는 핵심기술형 Test Bed로 적용한 기술을 통합적으로 검증하는 것이 목적이므로 연구개발 추진공정을 고려하여 국내 및 해외의 교량에 대하여 구상단계의 계획과 타당성 조사단계로 구분하였고 지역개발여건 및 경제성을 종합적으로 고려하여 실현가능성을 상, 중, 하로 구분하여 평가함

- 단, 해외 Test Bed의 경우 국내 건설사가 수주하는 경우에 적용이 가능할 것으로 판단됨.

국내 Test Bed

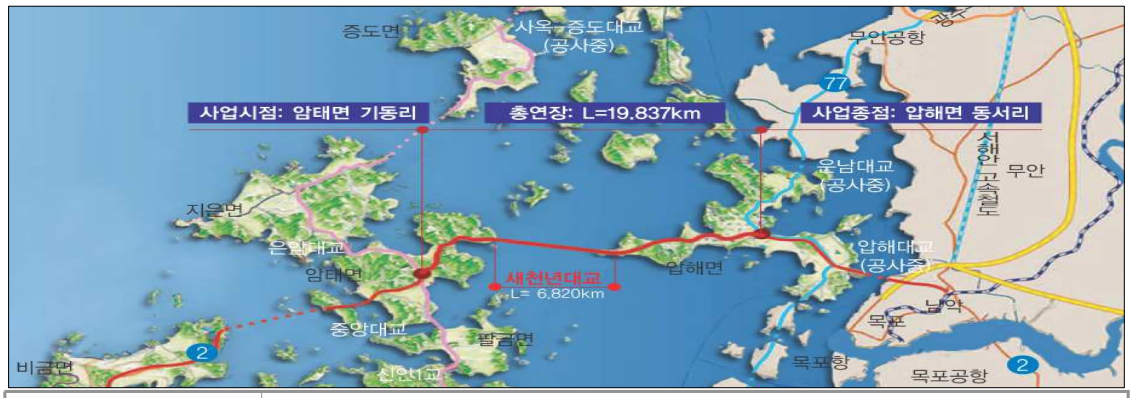
- 국내 통합기술형 Test Bed 후보지는 아래의 그림과 같이 5개소로 조사됨



마산~거제간 연육교

사업개요	
• **광역경제권 30대 선도프로젝트 선정** • 발 주 자 : 국토해양부 부산지방국토관리청 • 기본계획 및 기본설계 : 2009년 예정 • 실시설계(턴키예정) : 2010년 예정 • 공사기간 : 2011~2018 • 거제도를 육지와 연결하는 두 번째 다리로서 마산시 구산면 일원에 추진중인 로봇랜드와 통영 거제 일대의 해양관광 지대를 하나로 묶어 관광 클러스터 형성에 크게 기여	
실현가능성	**상**

새천년대교



사업개요	
• **광역경제권 30대 선도프로젝트 선정** • 발 주 자 : 국토해양부 익산지방국토관리청 • 기본계획 완료 : 2007.11.30 ~ 2008.9.8 • 실시설계(턴키예정) : 2009년 예정 • 공사착공 : 2010년 예정 • 도서지역의 연계로 인적·물적 교류를 통한 지역경제 활성화 및 지역생활권간의 도로 교통전환으로 인한 도서지역 기본 교통권의 확보 및 접근성 개선을 통한 해양관광 활성화	
실현가능성	**상**

영일대교

사업개요	
• 예비타당성 조사 : 2009년 예정 • 고속국도로 승격 추진중 • 2009년 개항 예정인 포항시 북구 흥해읍 영일만항과 인근 산업단지의 물동량 수송로 확보, 도심 교통난 해소, 관광자원 활용 등을 위해 영일만항과 남구 대보면 호미곶을 연결하는 사업	
실현가능성	상

여수~남해간 연육교

사업개요	
• 발 주 자 : 국토해양부 익산지방국토관리청 • 예비타당성 조사 완료 : 2006년 • 여수와 남해 및 나래우주센터로 이어지는 관광벨트 형성에 중요한 역할	
실현가능성	중

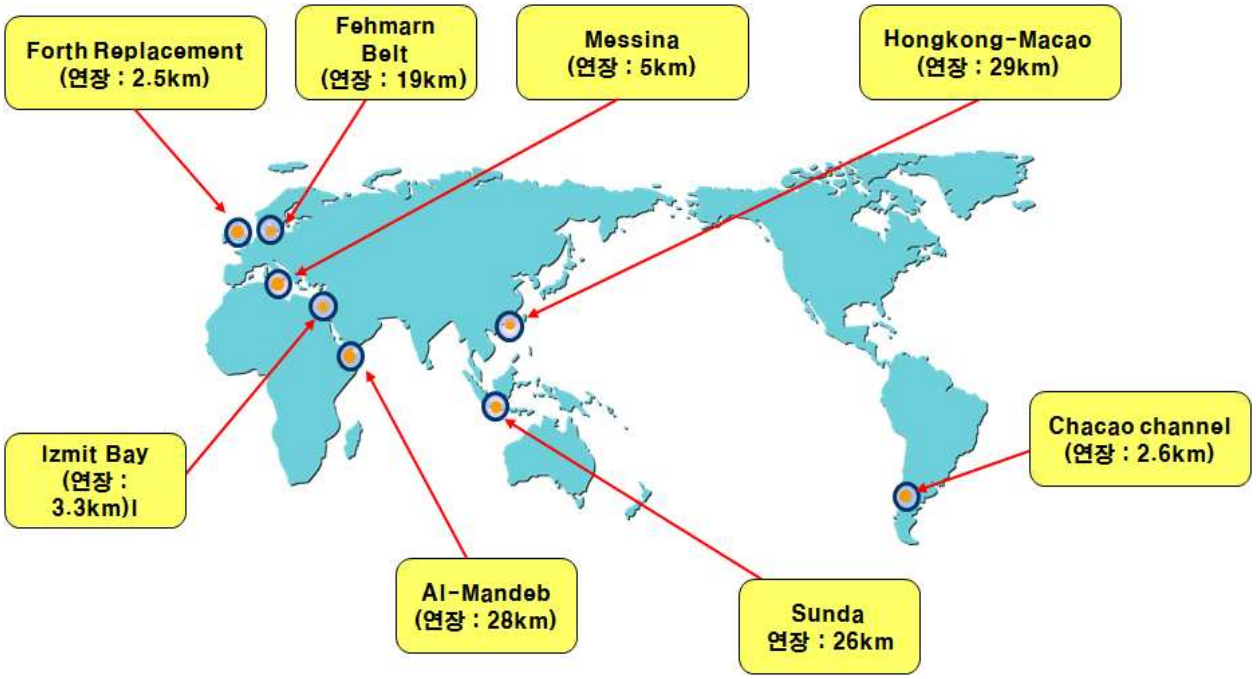
영종-강화간 연육교

사업개요	
• 발 주 자 : 인천광역시 • 진행사항 : 타당성 용역 준비중 • 금융 중심지인 서울과 물류 및 IT의가 활성화된 인천 경제자유지역과 개성 공법지구를 연결하는 네트워크를 구축하기 위하여 영종도-강화도-개성을 잇는 도로러 약 6.8km의 해상구간을 포함하여 약 40.4km의 도로 건설계획임	
실현가능성	중

기타 계획중인 교량

형식	교량명	준공년도	주경간장(m)	총사업비(억원)
현수교	월호도-개도	계획		1,300
현수교	화양면-조발도	계획		2,600
현수교	한려대교	계획		3,500
사장교	제2성산대교	계획	250	2,255
사장교	화포대교(한림-생림)	계획	260	1,248
사장교	보령-안면	계획		4,800
사장교	개도-제도	계획		881
사장교	조발도-둔병도	계획		907
사장교	내야도-도초도	계획		1,186
미정	신도청-당진항	계획		2,700
미정	고금-마량	계획		655
미정	영광-해제	계획		1,188
미정	화태-개도	계획		525
미정	제도-백야	계획		563
미정	둔병-낭도	계획		686
미정	낭도-적금	계획		631
미정	목포-압해	계획		1,889
미정	비금도-추포도	계획		3,574
미정	증도-자은도	계획		3,558
미정	자라도-장산도	계획		1,100
미정	도초-하의	계획		2,100
미정	마산-거제(이순신)	계획		6,500
미정	하의-장산	계획		1,650
계				67,029

해외 Test Bed

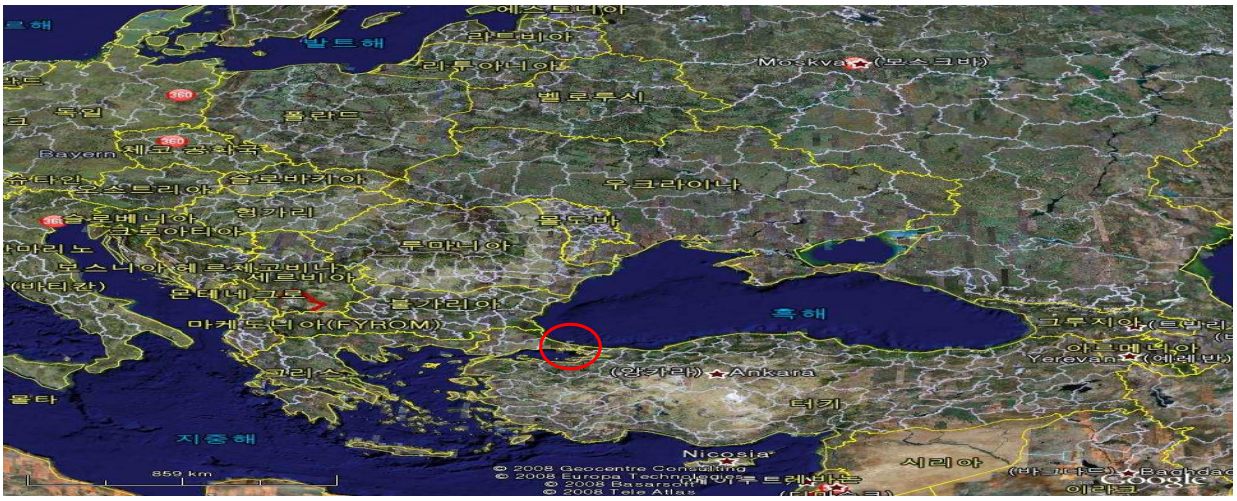


교량명	국가	연 장(KM)	형 식	주경간장(M)
Fehmarn Belt	독일-덴마크	19.0	사장교	724(4주탑)
Izmit Bay	터키	3.3	현수교	1,688
Al-Mandeb	예멘-지브티	28.0	현수교	2,700(3경간)
Hongkong - Macao	홍콩-마카오	29.0	미 정	미 정
Forth Replacement	스코틀랜드	2.5	사장교	650
Messina	이탈리아	5.0	현수교	3,300
Sunda	인도네시아	26.0	현수교	3,000
Chacao Channel	칠레	2.6	현수교	1,100

Fehmarn Belt

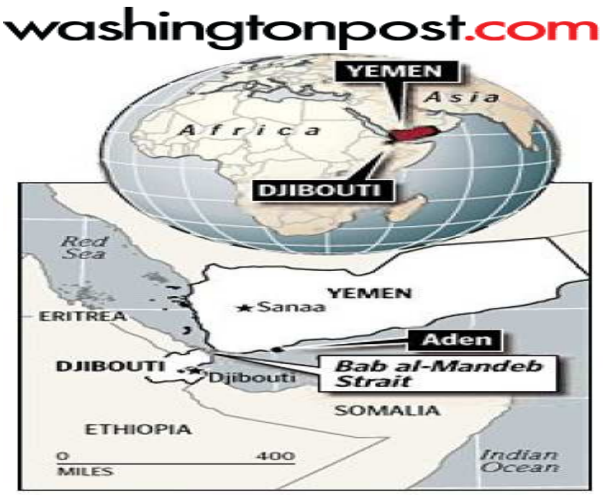
- 연　　장 : 19,000m
- 중 앙 경 간 : 724m + 724m + 724m(4주탑 사장교)
- 형　　식 : 사장교
- 사 업 비 : 약 9조 2천억
- 공 사 기 간 : 2011 ~ 2018
- 사 업 구 간 : 독일 ~ 덴마크
- 사업 가능성 : 상

- Izmit Bay Bridge
  - 연　　장 : 3,300m
  - 중 앙 경 간 : 1,688m
  - 형　　식 : 현수교
  - 사 업 비 : 약 2조원
  - 공 사 기 간 : 2009년 착공 예정
  - 사 업 구 간 : 터키 Izmit bay 횡단
  - 사업 가능성 : 상



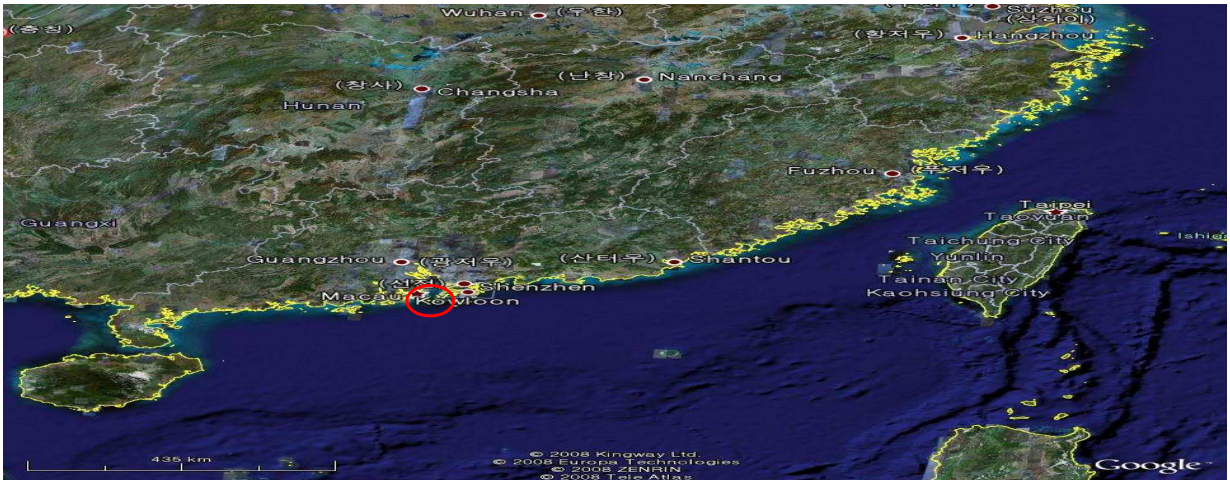
Al-Mandeb Strait Bridge

- 연　　장 : 28,000m
- 중 앙 경 간 : 2,700m(3경간 연속)
- 형　　식 : 현수교
- 사　업　비 : 약 20조원
- 공 사 기 간 : 2009년 착공(사업기간 약12년)
- 사 업 구 간 : 아시아 에멘 ~ 아프리카 지부티
- 사업 가능성 : 상



Hongkong-Zhuhai-Macao Bridge

- 연　　장 : 29,000m
- 중 앙 경 간 : 미 정
- 형　　식 : 미 정
- 사　업　비 : 약 5조 5천억원
- 공 사 기 간 : 2010 ~ 2016
- 사 업 구 간 : 홍콩 ~ 마카오
- 사업 가능성 : 상



Forth Replacement Crossing

- 연　　장 : 2,528m
- 중 앙 경 간 : 650 m + 650 m
- 형　　식 : 사장교
- 사　업　비 : 8,820억원
- 공 사 기 간 : 2011 ~ 2016
- 사 업 구 간 : 스코틀랜드
- 사업 가능성 : 상

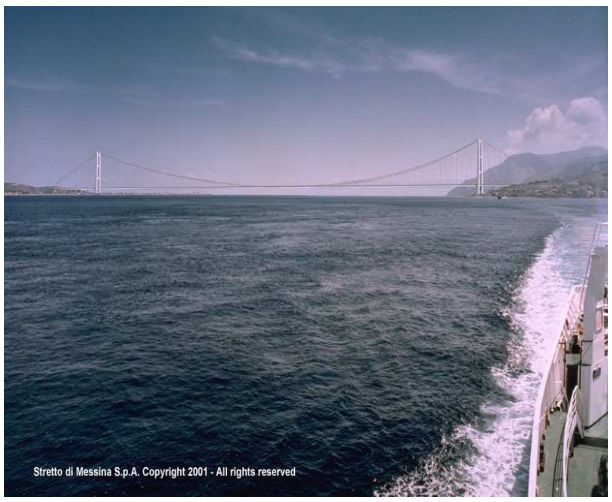
- Sunda Straight Bridge
  - 연　　장 : 26,000m
  - 중 앙 경 간 : 3,000m
  - 형　　식 : 현수교
  - 사 업 비 : 약 10조 5천억원
  - 공 사 기 간 : 미 정(잠정 추진중단)
  - 사 업 구 간 : 인도네시아 자바 ~ 수마트라
  - 사업 가능성 : 중

Chacao Channel

- 연　　장 : 2,635m
- 중 앙 경 간 : 1,100m+1,055m
- 형　　식 : 현 수 교
- 사　업　비 : 약 8,680억원
- 공 사 기 간 : 미 정(당초 2007 ~ 2012)
- 사 업 구 간 : 칠레본토 ~ 칠레 그랜드 섬
- 사업 가능성 : 중

Messina Bridge

- 연　　장 : 5,070m
- 중 앙 경 간 : 3,300m
- 형　　식 : 현수교
- 사　업　비 : 약 5조 3700억원
- 공 사 기 간 : 미　정(사업연기)
- 사 업 구 간 : 이탈리아 본토 ~ 이탈리아 시칠리 섬
- 사업 가능성 : 중



기타 계획중인 교량

교량명	형식	국가	주경간장(M)	비 고
Suzhou-Nantong Yangtze Bridge	사장교	중국	1,088	
Hangzhou Bay Bridge	사장교	중국	-	
Ying Bin Bridge	사장교	중국	1,800	
Qiongzhou Haixia	현수교	중국	2,500	
기탄해협대교	현수교	일본	2,500	
츠카루해협대교	현수교	일본	3,000~4,000	
호오유해협대교	현수교	일본	3,000	
Saguenay River Br	현수교	캐나다	1,400	
Gibraltar Bridge	사장교+ 현수교	스페인-모로코	3,000~5,000	
Saudi-Eypgt Bridge	미정	사우디-이집트	미 정	
Halogaland	현수교	노르웨이	1,500	
3RD BOSPHORUS	현수교	터키	1,200~1,300	
Vladivostok	현수교	러시아	1,296	
Metsovitikos Bridge	현수교	그리스	550	
Angola Bridge	현수교	앙골라	1,500	
Cape Fear Skyway	사장교	미국	-	
Charles W. Dean Bridge	사장교	미국	460	
New Mississippi River Bridge at Saint Louis	사장교	미국	610	
Ronald Wilson Reagan Memorial Bridge	사장교	미국	460	
John James Audubon Bridge	사장교	미국	483	
바레인 고속도로 + 철도	사장교	카타르	4,000	

5.5. Test Bed 추진비용(안)

5.5.1. 개요

- Test Bed 추진 비용은 통합기술형 Test Bed를 구현하기 위하여 후보지 발굴, Prototype 설계, 사업평가 및 관계기관 협의를 위하여 필요한 각종 자료를 작성하고 관리하기 위한 비용
- 단, 사업단(총괄기관)에서 Test Bed 구현을 위한 다양한 실무 경험자의 지원은 사업단을 성공시키기 위한 총괄기관의 자발적 노력으로 간주하며, Test Bed 추진비용에 포함되어 있지 않음

5.5.2. 예산

구 분	예산(백만원)							
	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	7차 년도	합계
소 계	-	133	320	666	1,176	1,501	1,516	5,312
1. Test Bed 사업 후보지 발굴 및 타당성 평가 - T/B 사업 후보지 선정 - T/B 사업 타당성 평가 - T/B 사업 제안서 작성	-	133	133	133	200	200	-	800
2. Test Bed 사업 Prototype 설계 - 핵심기술 통합 T/B 적용 검토 - T/B 사업 지원 Prototype 설계	-	-	187	400	400	667	667	2,320
3. Test Bed 사업 발주 및 관리지원 - T/B사업 제안정보요청서 작성 - T/B사업 입찰안내서 작성 - T/B사업 설계/시공 Spec. 작성	-	-	-	133	133	191	265	722
4. 장경간 케이블교량 사업평가기술 - 케이블교량 위험도관리기법 - 케이블교량 VM/LCC 평가기법	-	-	-	-	443	443	584	1,470