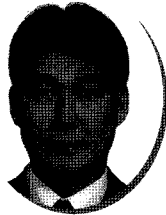


초장대 교량, 그 기술적 한계를 넘어*

초장대 교량사업의 의미 및 지반기술의 중요성



박재현
한국건설기술연구원
지반연구실 수석연구원



정문경
한국건설기술연구원
지반연구실 연구위원



전경수
한국도로공사 초장대교량
사업단 사무국장
(jkshine@ex.co.kr)



송필용
한국도로공사 초장대교량
사업단 단장

1. 서론

최근 계획이 발표된 아시아-아프리카를 연결하는 'Bab al-Mandeb 교', 유럽-아프리카를 연결하는 'Gibraltar Strait 교', 러시아-미국을 연결하는 'Bering Strait 교' 등 초장대교량을 통해 세계는 하나의 대륙으로 변모되어 가고 있다.

시대적 요구에 부응하기 위한 초장대교량 건설사업은 국내 건설 산업은 물론 미래의 신 성장동력이다. 국내 초장대교량 건설시장은 2000년 이후 급성장하여 2011년 기준 6.7조원에 이를 것으로 전망되고 있다. 향후 50조원 규모의 해외시장까지 염두에 둔다면 초장대교량 사업의 핵심원천 기술의 확보가 무엇보다 중요한 시점이다. 고부가가치를 창출할 초장대교량 사업의 핵심기술 자립화를

달성함으로써, 세계 수준의 경쟁력을 확보하고 해외시장의 진출기반을 마련해야 한다. 이에 정부는 2015년까지, 세계 3대 수준의 초장대교량 기술력 확보를 목표로 핵심 분야인 설계, 시공, 재료, 유지관리 등의 기술을 연구, 개발, 실용화하기 위한 R&D 초장대교량 사업단을 운영하고 있다.

장대 교량은 일반적으로 경간장이 200m 이상인 교량을 의미하며, 초장대교량은 경간장이 기존 설계기준의 한계를 넘어 획기적인 기술의 진보나 별도의 설계기준이 요구되는 교량을 의미한다. 초장대교량은 최근 개통된 중국의 Sutong 교(사장교, 경간장 1,088m)나 일본의 Akashi-Kaikyo 교(현수교, 경간장 1,991m) 등 교량의 높이나 길이보다는 기술적 한계를 극복하고 국가적 지역적 랜드마크로서의 상징성을 확보하는 차원에서 진정한 의미로서의 기술과 예술이 총화된 구조물이라 할 수 있다.

* 본 고에 사용된 표와 그림은 "초장대교량 사업단 상세기획 연구(2007)" 과정에서 생산된 연구자료의 일부임을 밝힘

2. 초장대 교량 형식 및 역사

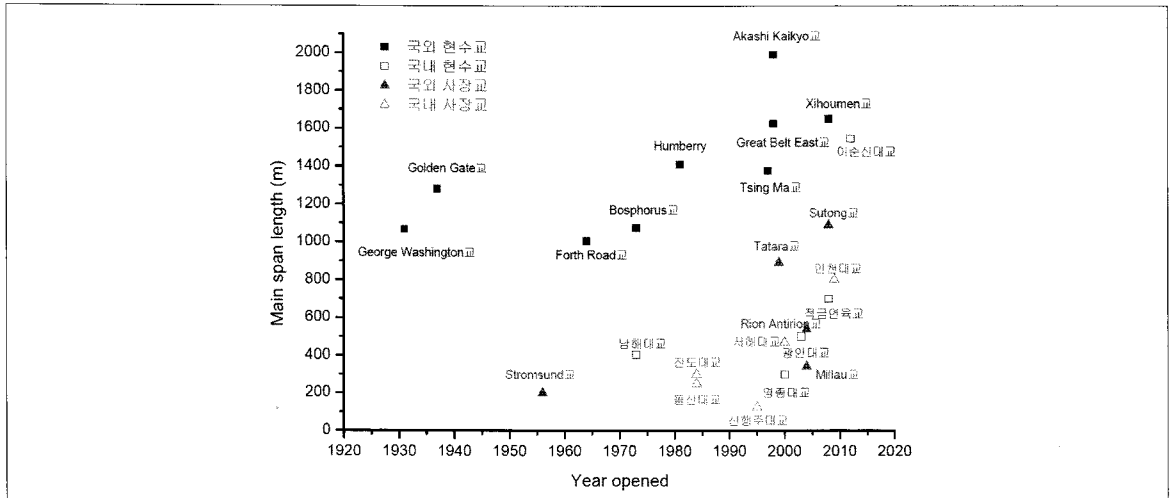


그림 1. 현수교 및 사장교의 시대별 주경간장 변화 추이

표 1. 현수교의 역사

| 구분 | 국외 | 국내 |
|--------------------------------|---|--|
| 태동기 (~1960년) 미국선도 | <ul style="list-style-type: none"> George Washington교(1931년, 주경간 1,067m): 1,000m 이상 교량 탄생 Golden Gate교(1937년, 주경간 1,280m) | |
| 발전기 (1960~1990) 영국주도 | <ul style="list-style-type: none"> Forth Road교(1964년, 영국, 주경간 1,006m) Bosphorus교(1973년, 터키, 주경간 1,074m) Humberry(1981년, 영국, 주경간 1,410m) : 콘크리트 주탑, 경사행어 동시 적용 | <ul style="list-style-type: none"> 남해대교(1973년, 주경간 404m) 최초 완공 |
| 확장기 (1990년~) 일본, 덴마크, 중국 | <ul style="list-style-type: none"> Tsing Ma교(1997년, 홍콩, 주경간 1,377m) : 도로, 철도 병행 현수교 준공 Akashi Kaikyo교(1998년, 일본, 주경간 1,991m) Great Belt East교(1,998년, 덴마크, 주경간 1,624m) Xihoumen교(2008년, 중국, 주경간 1,650m) | <ul style="list-style-type: none"> 영종대교(2000년, 주경간 300m) 광안대교(2003년, 주경간 500m) 이순신대교(2012년, 주경간 1,545m) |

표 2. 사장교의 역사

| 구분 | 국외 | 국내 |
|----------------------------|---|--|
| 태동기 (~1980년) 독일선도 | <ul style="list-style-type: none"> Stromsund교(1956년, 독일) : 근대 사장교 효시 200~500m 범위의 경간에 주로 적용되어 발전 | |
| 발전기 (1980~1995) 일본주도 | <ul style="list-style-type: none"> Rokko교(1977년, 일본) : 복층사장교 Katsushika Harp교(1980년, 일본) : S자 곡선 사장교 Tatara교(1999년, 890m) | <ul style="list-style-type: none"> 1984년 진도대교, 돌산대교 최초 |
| 확장기 (1995년~) 유럽, 중국 | <ul style="list-style-type: none"> Rion Antirion교(2004년, 그리스, 주경간 540m) Millau교(2004, 프랑스, 주경간 342m) : 고주탑 343m로 가설공법 등 랜드마크 교량 Sutong교(2008년, 중국, 주경간 1,088m) 세계 최장 사장교 | <ul style="list-style-type: none"> 서해대교(2000년, 주경간 470m) 인천대교(2009년, 주경간 800m) LRFD 설계 |

2.1 장대교량의 국내외 시장규모 및 발전성

2000년 이전까지 국내의 장대교량은 남해대교, 진도대교 등 손으로 꼽을 수 있을 정도로 소수였으나, 서해대교와 영종대교(2000년)의 준공이후 건설이 급증하고 있으며 주경간 길이도 장대화되고 있는 추세이다(그림 2). 이에 따라 장대교량의 시장은 1990년대에 8천여억원 규모에 불과하였으나 2000년대에는 4조 5천여억원 규모가 되었으며 2011년 이후에는 약 6.7조원에 이를 것으로 전망되고 있다. 또한, 정부 주도로 현재 진행중인 국토 가용면적의 확대와 낙후지역 발전을 위한 서남해안 개발사업을 포함하여 장대교량 건설사업과 계획중인 사업을 합하면 약 9조원 규모의 사업이 진행 중이거나 앞으로 예정되어 있다. 이러한 추세를 고려할 때 2010년 이후 전세계 장대교량 시장에서 국내 시장이 차지하는 비율이 20%로 추정되며, 시장 규모면에서 전세계 시장의 42%를 차지하는 중국에 이어 세계 2위의 시장이 될 전망이다(그림 3). 또한 2012년에는 세계 4번째로 주경간이 긴 이순신대교가 준공될 예정이므로 시장규모 뿐만 아니라 질적인 면에서도 세계 수준의 시장을 형성하여 장대교량 관련 기술을

발전시킬 수 있는 최적기임을 알 수 있다.

국내 장대교량 종합설계기술은 선진국 대비 약 76% 수준으로서 대형 프로젝트에 대한 국내 설계사의 경험이 부족하여 대부분 해외업체가 참여하고 있다(표 3). 시공은 대부분 국내 건설업체에서 단독으로 수행 가능하나 장대교량용 특수 건설자재에 대해서는 국산화가 되어 있지 않아 일본 등의 외국 자재를 수입하는 실정이다.

장대교량 시장은 국내뿐만 아니라 해외시장에서 더욱 가열될 것으로 예상되고 있다. 해외 장대교량 준공추이를 보면 1990년대 후반에 많은 실적이 있었으며 이후 감소 추세이나 10년 기준으로 약 10~30조원 규모의 시장을 형성하고 있고, 2011년 이후 계획된 장대교량은 47조원 이상의 규모로 전망된다(표 2, 그림 4). 해외 시장에서 가장 큰 규모를 차지하는 지역은 동북아(중국, 일본)와 유럽이며, 북미와 동남아 지역도 일정 규모의 시장을 형성하고 있다.

1981년부터 2010년까지 스웨덴, 노르웨이, 프랑스, 그리스, 독일, 영국 등이 주요 장대교량 시장을 형성하였으며, 향후 Messina교, 2nd Forth Road교, Hardanger교, Fehmarn Belt Link 등 대형 프로젝트가 예정, 진행되고

표 3. 국내 장대교량 사업의 해외업체 참여 현황(한국도로공사, 2007)

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

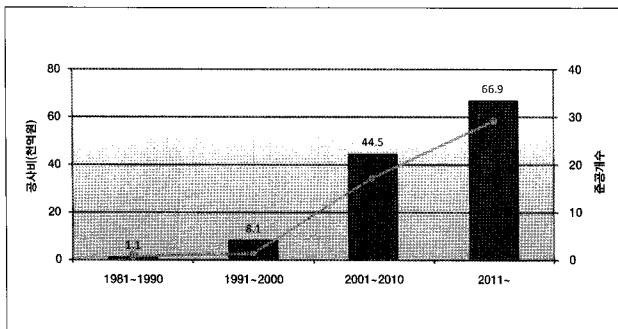


그림 2. 국내 장대교량 시장규모 변화 추이 (한국도로공사, 2007)

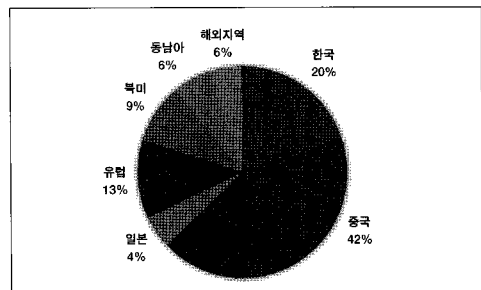


그림 3. 전세계 지역별 장대교량 시장규모 비교 (2001~2010년) (한국도로공사, 2007)

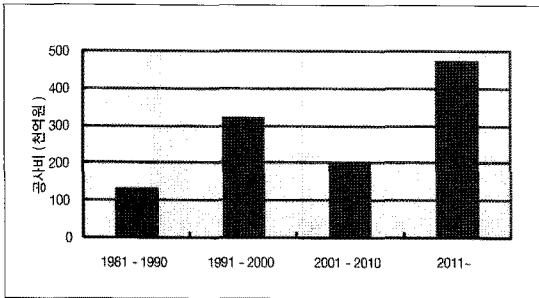


그림 4. 해외 장대교량 시장규모 변화 추이 (한국도로공사, 2007)

있어 2011년 이후 사업비는 18조원 이상 규모의 시장을 형성할 것으로 예상된다. 유럽의 주요 국가는 최근 장대교량 사업이 활발히 이루어지고 있는 한국, 중국, 동남아 및 중남미 등 해외시장으로 활발히 진출하여 기술적으로 인정받고 있으며, 향후 독창적인 설계기술과 세계 최장경간 교량인 Messina교 등 도전적인 프로젝트의 발주로 인하여 세계 최고 수준의 기술력을 유지할 것으로 예상된다.

북미 시장은 1900년대 초반에 건설된 노후 교량들을 대체하기 위한 사업이 위주인 것이 주요 특징이다. 장대교량 건설 시장규모는 최근까지 감소 추세였으나, 2011년 이후 다시 증가하여 3조원 규모의 시장을 형성할 것으로 예상된다. 1960년대까지 활발하였던 장대교량 건설을 통해 원천기술 및 시공기술을 보유하고 있으며, 최근 유지관리에 집중된 노하우를 보유하고 있다. 장대교량 관련 해외프로젝트에 다수 참여한 경험이 있으며, 장대교량 설계에 대한 전문업체를 보유하고 있다. 최근에는 건설경험이 부족해 컨설팅 및 감리분야에 대해서는 외국기술에 의존하는 추세이다.

일본은 장대교량 건설 시장규모가 2000년대에 감소 추세에 있었으나, 2011년 이후에는 다시 증가하여 10조원 규모의 시장을 형성할 것으로 예상된다. 1980~1990년대까지 다수의 장대교량을 준공하였으며 특히, 1990년대에는 자국 경제 활성화에 따라 세계 최대 주경간 교량인 Akashi-Kaikyo교를 포함한 장대교량의 준공이 두드러졌다. 최근 장대교량의 공사비 절감에 대한 사회적 요구에 따라 Toyoshima교 (2009년 준공, 주경간 540m 단경간 현수교)는 세계 최초로 자름 7mm 소선을 사용하여 공기단축 및 공사비 절감을 실현하는 등 세계 최고 기술력

을 확보하고 있다(Hijiri 등, 2000). 최근 들어 자국내 사업 급감으로 동남아 및 국내 사업 진출을 위해서 적극적으로 노력중이다. 일본 정부에서 지원하는 해외 차관사업을 통해, 설계 및 시공뿐만 아니라 케이블 등 주요 건설자재 공급까지 일본 업체에서 수행하는 방법으로 해외 시장 진출 노력을 시도하고 있는 것이 특징이다.

중국은 '5종7형 고속간선망 구축사업' 및 '7918 국가 도로망 계획' 등 대규모 도로인프라 개발계획으로 2005년 기준 고속도로 교량이 336,600개(14,700km)로 1988년 대비 두 배로 증가하였으며, 매년 만 개 이상의 고속도로 교량이 건설되고 있어 장대교량을 포함한 교량의 주요 시장으로 부상하였다(서운석 등 2008). 주경간장 400m 이상의 공용중인 장대교량이 현수교 14개, 사장교 23개, 아치교 4개로서 총 41개에 달하며, 현재 현수교로는 Xihoumen 교(1,650m), 사장교로는 Sutong 교(1,088m)가 최대 경간장을 기록하고 있다. 최근 Hangzhou Bay 교(총 연장 35.7km), Shanghai Yangtze River Tunnel and Bridge(총 연장 25.5km) 등 대규모 교량 프로젝트가 완공되어 공용중이며, Taizhou교(경간장 1,080m 2경간 현수교) 등 다수의 장대교량 사업이 설계·시공 중에 있다. 2001~2010년까지의 장대교량 시장규모는 9.45조에 달하며, 2011년 이후의 시장규모는 훨씬 증가할 것으로 예상된다.

동남아 시장은 2000년 이후 장대교량이 증가하기 시작하는 초기 단계이며 대부분 주경간 500m 가량의 교량 위주로 시장을 형성하고 있다. 2011년 이후에는 인도네시아의 Sunda Straight 교(주경간 3,000m, 총 연장 26km)이 건설되는 등 동남아 국가들의 경제력 향상에 따른 장대교량 시장규모가 증대할 것으로 예상된다. 2000년대 이후 일본의 해외차관 사업이 활발한 상태이며, 현지 업체의 육성을 위하여 협력 파트너 체제를 구축하는 방식으로 진행하므로 해외 업체와 현지 업체의 긴밀한 협조체계가 요망된다.

기타 중동, 중남미, 아프리카, 서남아 등 지역의 시장을 보면 2010년까지 장대교량의 발주는 거의 없으나, 2011년 이후에 계획된 장대교량은 5.5조원으로 예상되어 향후 주목할 필요가 있다.

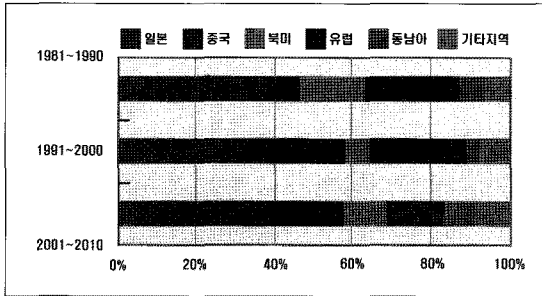


그림 5. 해외 장대교량의 발주국가별 분포 (한국도로공사, 2007)

칠레의 Chacao Channel 교(주경간 1,100m)를 포함한 중남미의 장대교량 시장이 약 3.2조원으로 추정되고, 앙골라의 Angola 교를 포함한 이집트, 알제리 등 아프리카의 시장이 약 1.3조원, 기타 중동(카타르, 사우디아라비아, 예멘(Bab al-Mandeb 교 제외)) 0.5조원, 오스트레일리아 0.3조원, 서남아시아 0.3조원 등으로 추정된다.

1980년대는 일본(41%), 유럽(23%), 북미(16%)의 선진국에서 발주하는 장대교량 사업이 대부분이었으나, 1990년대부터 중국의 발주가 증가하기 시작하여 2000년대는 중국이 54%로 세계 최대 시장으로 성장하였다(그림 5). 2000년 이후 동남아 등 개발도상국에서도 장대교량이 건설되기 시작하여 장대교량 발주국가의 다각화가 진행되고 있음을 알 수 있다. 또한, 단일 프로젝트의 대형화로 PPP(Public-Private Partnership), PF(Project Funding), 사업관리 중요성이 증가하고 있다.

3. 초장대교량 사업단 및 핵심 연구 내용

국토해양부소속 전문기관인 한국건설교통기술평가원은 초장대교량 사업단에 대하여 2006. 12.~2008. 6.까지 사전 및 상세기획을 수행하였고 2008년 12월 한국도로공사를 초장대교량 사업단 총괄기관으로 선정하였다. 2009년 5월부터 설계분야 및 재료분야 핵심과제 연구를 착수하였으며, 2009년 11월부터 시공 및 유지관리 분야의 핵심연구과제를 착수하였다. 연구비는 정부 지원금 619억 및 민간 부담금 472억원으로 총 1,091억원이며, 연구기간은 2015년 12월까지이다. 초장대교량 사업단의 목표는 핵심기술의 자립화와 해외경쟁력 확보에 있다. 설계 목표는 주경간 1km 이상의 사장교와 2km 이상의 현수교로서 설계수명은 200년을 목표로 하고 있으며, 4가지의 핵심연구내용은 다음과 같다.

3.1 핵심 엔지니어링 기술(핵심과제)

설계 엔지니어링 기술은 장대교량 기술자립을 위한 핵심 기반기술로서, 구조시스템 최적화기술, 신뢰도 평가기술, 경관계획 및 설계기술, 내진 및 내풍 안전성 확보기술이 요구된다. 초장대교량은 그 입지조건 특성상 강진, 태풍, 점진적 연속붕괴, 선박충돌, 폭발/화재 등 교량의 안정성에 치명적일 수 있는 극한사건에 대한 예측, 평가 및 대응이 필요하다. 이에 초장대교량 사업단에서는 내풍설

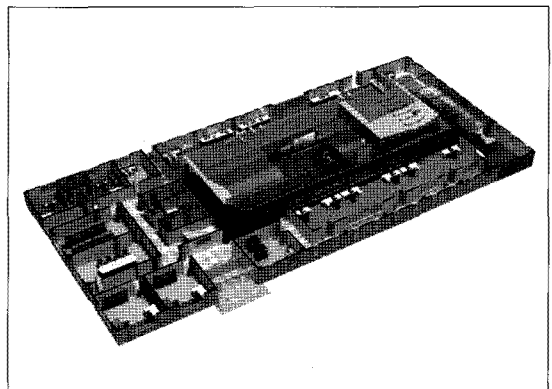
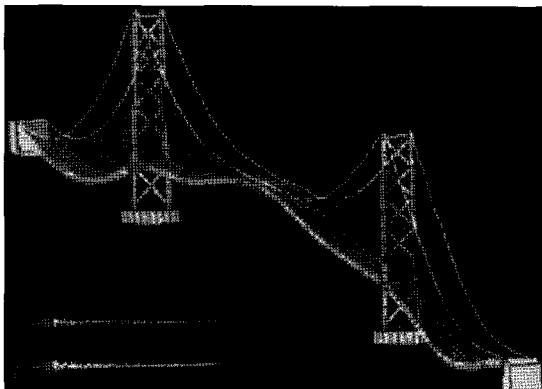


그림 6. Akashi-Kaikyo교 내진해석(좌) 및 전북대 풍동실험장치 (우) (한국도로공사, 2007)

계를 위한 3차원 전고모형실험 및 CFD(computational fluid dynamics) 분석뿐만 아니라, 목표 성능수준에 대한 최적 단면 도출을 위한 신뢰도 기반 LRFD(load and resistnace factor design) 설계기준 개발, 선박충돌방지 공이나 진동제어 및 내진설계기술, 자연풍해석기술 등의 연구로 국제적 수준의 설계기술 확보에 주력하고 있다.

3.2 구조재료 기술(2핵심과제)

구조재료 기술은 고성능 케이블 기술, 복합 신소재 기술, 박층 교면포장 기술 등을 포함한다. 그림 1에서 보는 주경간장의 증가는 케이블의 인장강도에 비례하여 발전해 왔다고 해도 과언이 아니다. 세계 최고 수준의 경제성과 기술 경쟁력을 갖춘 초장대교량의 건설을 위해서는 고강도 강선의 개발과 실용화가 뒷받침되어야 하는 이유이다. 초장대교량 사업단에서는 800MPa급 강판 및 세계 최초로 2100MPa급 초고강선을 개발중이다.

주탑, 앵커리지 및 대형해상기초 건설을 위하여 고압송이 가능한 콘크리트, 수화열을 제어할 수 있는 초저발열 콘크리트 및 수중 슬럼프 플로우가 600mm이상인 수중 불분리 콘크리트를 함께 개발중이다.

3.3 시공 및 대형 해상기초 기술(3핵심과제)

초장대교량의 상부구조 시공은 일반 교량과 달리 많은

시공단계를 거치며, 가설중 불안정성이 매우 높기 때문에 다양한 시공 여건에 대처할 수 있는 시공기술과 체계적이고 첨단화된 가설장비의 개발이 요구된다. 고주탑 상부구조 시공기술과 케이블 가설장비 기술은 교량 전체의 공기 단축과 공사비 절감에 의한 경쟁력 확보와 매우 밀접한 연관성을 갖고 있다. 특히 현수교의 경우 주케이블 가설이 교량 가설비용(25% 이상) 및 기간에 큰 부분을 차지하고 있고, 사장교의 경우도 장대화될 경우 케이블 자중의 증가 및 가설 시간의 증가로 공기에 큰 영향을 준다. 이러한 케이블 가설장비의 성능과 공법은 공사기간에 절대적인 영향을 미치는 핵심요소로서 선진국의 기술장벽이 높게 형성되어 있는 것이 특징이다. 최근 이순신대교를 건설하면서 국내에 현수교 설계 및 시공 기술이 도입되어 주케이블 및 행어 가설 등 국내 자체기술로 케이블 가설 장비 개발이 추진되고 있다. 초장대교량 사업단에서는 케이블 가설 및 시공중 형상관리 기술의 국내 기술력 확보뿐만 아니라 고주탑 변단면 시공기술을 확보하여 그동안 기술적 열세에 머물렀던 고효율 핵심 시공기반 기술 개발에 역량을 집중하고 있다.

초장대교량은 주경간장이 증가함에 따라 상부공의 하중을 안정적으로 지반에 전달하기 위하여 하부구조는 복합·대형화하고 대수심, 대심도의 시공조건에 놓이게 된다. 따라서, 해상기초 및 앵커리지는 장경간 케이블교량의 공사비 및 공사기간을 결정짓는 주요한 공정이 된다. 최근 국내의 해상 교량 건설 시에 강진 지역, 대심도 연약

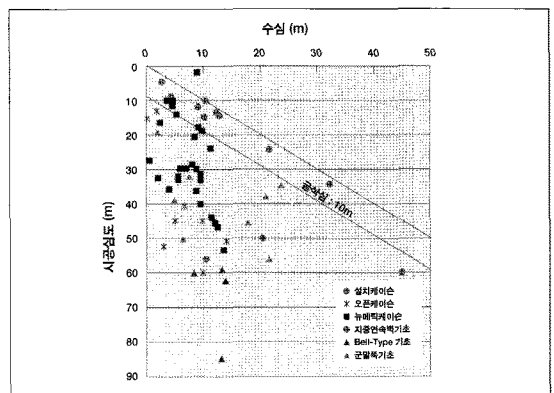


그림 7. New Tacoma Narrows교 케이블(좌) 및 대수심 해상기초 시공 사례(우) (한국도로공사, 2007)

층 지역, 기반암의 절리 우세지역, 대심도 지역 등 취약 지반 상에 대형 해상기초를 시공해야 하는 경우가 빈번히 발생하게 되어 이러한 지반의 특성을 정확히 파악하고, 기초 지지력 및 침하량을 합리적으로 예측·분석·평가하는 기술 및 경제적이고 안정된 기초를 창의적으로 설계하고 시공하는 기술이 필수적으로 요구되고 있다. 장대교량의 공사비에서 대형 해상기초가 차지하는 비중은 15~40% 이상 수준으로서 교량 전체의 가격경쟁력에 미치는 영향이 매우 크다. 대형 해상기초의 경제성을 제고하기 위해서는 지반 거동의 정확한 분석뿐만 아니라 대형 해상기초의 지지력 및 침하량에 대한 정확한 예측·평가가 선행되어야 하며, 비용절감형 고효율 신형식 기초의 적극적인 도입이 필요하다. 이에 초장대교량 사업단에서는 경제적, 효율적인 하부기초 설계, 시공을 위해서 수심 50m까지 적용할 수 있는 착저식 해저지반 무인 자동화 장비 및 설계정수 분석시스템 개발과 대형 해상기초의 지지력 및 침하량 예측기술, 신뢰도기반 LRFD 최적 기초 설계기술, 비용절감형의 고효율 복합기초 공법 개발을 병행 추진 중에 있다.

3.4 유지관리(4핵심과제)

안개로 인한 서해대교 화재사고(2006)와 진도대교 바지선 충돌사고(2006) 등 초장대교량은 자연적, 인위적 다양한 재난 위험에 항시 노출되어 있다. 이 뿐만 아니라 교

량의 노후화로 인한 구조물/인명 피해 등 막대한 사회, 경제적 손실발생을 적극 방지하기 위하여 장대교량의 재난 관리시스템, 실시간 모니터링 시스템, 교량의 최적 점검 체계 및 센서기술 개발이 필요하다. 케이블 교량에서 적용되는 주요 모니터링 항목은 GNSS(Global Navigation Satellite System) 형상변위 측정시스템이 대표적이다. 이는 장대 케이블 교량의 장기 형상변화 관리, 지진이나 강풍, 선박충돌과 같은 극한상황 발생 시 전체 거동 변화를 용이하게 확인할 수 있는 유용한 솔루션이 되기 때문이다. 미국은 국가차원 중앙집중 형태의 시설물 안전관리 정보체계를 구축하고, 일본은 안전관리 CALS/EC 체계, 유럽은 인터넷 기반 안전관리시스템을 구축하고 있다.

현수교와 사장교의 유지관리는 부식으로 인한 케이블 열화 및 교체가 가장 빈번하다. 그러나, 현재 대부분의 현장에서 인력에 의해 점검이 이루어지고 있음으로 인해 많은 작업량과 안전문제, 비용, 교통통제 등으로 조사에 한계가 있으며, 결합 진단 상황을 수시확인하기 어려워 장대교량 유지관리 비용을 증가시키는 요인이 된다. 미국, 일본 및 유럽 일부국가에서는 교량의 손상정도를 파악하고 거동을 예측할 수 있는 유지관리시스템 개발에 많은 노력을 기울이고 있으며, 비파괴검사나 외관조사와 같은 정기적인 점검 외에 장기 모니터링시스템에 의한 유지관리에도 관심을 갖는 추세이다. 장대교량 모니터링은 1970년대 주요 부위에 대해서 정적으로 모니터링 하는 방식에서 광범위한 영역에 걸친 실시간 모니터링 방식으

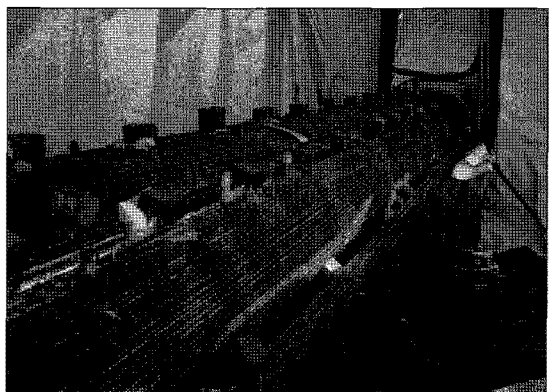
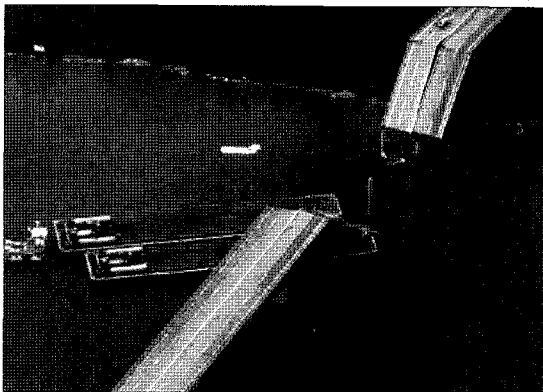


그림 8. 미국의 선박충돌사례(좌)와 주케이블의 부식 예(우) (한국도로공사, 2007)

로 발전, 현재 주경간장이 길어짐에 따라 모니터링시스템 규모도 증가하는 경향이다. 모니터링 시스템은 최적의 센서시스템, 구조 안전성 평가시스템, 유니버설 및 표준화된 웹 방식, 사용자 위주의 인터페이스, 위험 경보시스템, 의사결정 시스템 등 IT 기술과 더불어 동반 발전되는 추세이다. 이에 초장대교량 사업단에서는 USN 기반 통합 운영시스템과 Robotics 지능형 점검시스템, 차세대 모니터링 기술 등 핵심 유지관리 기술의 실용화를 위한 연구에 매진중이다.

4. 맺음말

사장교 및 현수교와 같은 케이블 교량의 경우 지반분야 공사비는 지반 조건에 따라 전체 공사비의 약 15~40%를 차지하고 있으나, 지반분야의 기술은 상부구조물에 비하여 연구가 부족한 실정이다. 장대교량의 경우 지반 및 구조물의 상호작용을 정밀하게 분석하여 지반 구조물을 설계할 필요가 있으며, 지반 조건에 맞는 합리적인 앵커리지 및 주탑기초 건설 기술은 경제적인 교량 건설을 위하여 매우 필요한 기술이다. 초장대 교량 사업을 통하여 해상기초를 건설하기 위한 지반 조사, 설계 및 시공기술을

확보하고 합리적인 앵커리지 설계 능력을 배양한다면 지반 분야 기술 향상과 최근 해외진출을 위해 노력하는 건설사 및 설계사의 경쟁력있는 지반분야 기술력 확보에 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 서운석, 정일호, 이미영 (2008). "중국의 도로현황과 도로정책 방향", 도로정책 BRIEF, 제 6호, pp. 3-5.
2. 한국도로공사 (2007). 초장대교량사업단 상세기획연구, 최종 보고서, 한국건설교통기술평가원.
3. Hijiri, W., Kazuhiko, F., Naoki, W., Shigehiro, F., and Toshio, U. (2000). "Study on Aerodynamic Stability of a Suspension Bridge with Open Grating Deck. (Tentative) Toyoshima Bridge", Proceedings of National Symposium on Wind Engineering, Vol.16, pp. 333-338.
4. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_cable-stayed_bridges
5. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_suspension_bridge_spans