해양한국의 상징인 묘도-광양간 현수교의 설계

김동수, 대림산업(주) 토목사업본부 상무
이용욱, 대림산업(주) 토목사업부 차장

1. 서 론

최근 급변하는 글로벌 무한경쟁 속에서 우리나라가 초일류 교량건설대국으로 가기 위해서는 과거의 기술과 경험을 바탕으로 창조적이며 독보적인 기술력 확보가 더욱 절실한 시기이다.

이러한 사회적 요구에 부응하고자 대림산업은 국내 최대 경간장이자 세계 3위 경간장의 교량인 묘도-광양간 현수교를 탄생시키고자 하고 있으며, 본 교량을 시발점으로 하여 국내 특수교량의 기술을 전세계에 알리고 기술력을 우뚝 세워 세계 최고의 교량건설회사가 되도록 노력하고 있다.

이에, 국내 최고 특수교량의 기술력을 바탕으로 여수국가산단 진입도로 개설공사 제 3공구 구간에 대한민국 대표하는 교량을 시공할 예정이며, 본 묘도-광양간 현수교가 완공되면 장래 여수국가산단과 광양국가산단간의 물동량을 원활히 하고, 물류비용 절감, 광양만권에 대한 설비투자여건 개선 및 2012년 여수세계박람회, 한려해상 등 서남해안 관광개발 여건이 개선될 것이다.

3공구 구간인 묘도-광양간 현수교는 총연장 L= 2,260m 전 구간이 현수교로 되어 있고 중앙경간 1,545m의 타정식 3경간 플로팅 현수교로서 내풍 안정성이 우수한 트윈박스 보강거더를 국내 최초로 채용하였다.

그리고 본 교량은 그동안 축척된 현수교의 설계 및 시공 기술을 바탕으로 국내 기술진들이 계획 및 설계를 수행함으로써 세계와 어깨를 나란히 할 수 있는 국내 교량 기술의 신기원을 이루었다고 할 수 있다.

2. 교량 경간장의 계획 배경

해양한국의 상징인 묘도-광양간 현수교는 상징적 측면, 민원적 측면, 역사적 측면으로 구분하여 교량을 계획하였다.

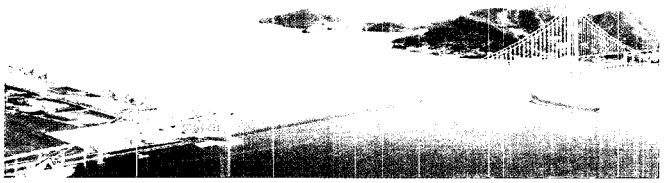


그림 1. 조감도

1) 상징적 측면

한국을 대표하는 세계적 교량건설을 위해 광양항의 위상에 부합하는 Akashi대교(일본), Great Belt교(덴마크)에 이은 세계 3위의 경간장인 1,545m로 계획하여 국내를 대표하는 교량의 세계적 명품화를 구현하였다(표1 참조).

표 1. 세계 제 3위의 경간장

순위	교 량 명	주경간장	위 치
1	Akashi Kaikyo Bridge	1,991m	일 본
2	Great Belt East Bridge	1,624m	덴마크
3	묘도-광양간 현수교	1,545m	한 국
4	Runyang Bridge	1,490m	중 국

2) 민원적 측면

광양항은 2011년까지 세계 11위의 동북아허브항을 목표로 개발 중에 있고, 2030년에 18,000TEU급 선박의 출현이 예상되므

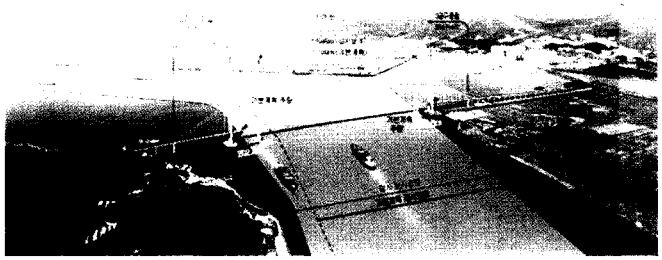


그림 2. 주경간장의 선정

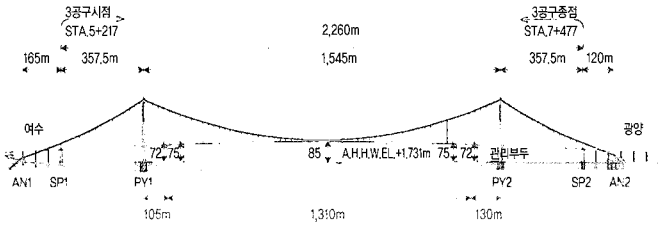


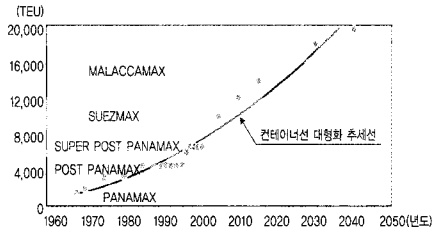
그림 3. 종단면도

로 교량경간장을 최대 18,000TEU급 선박이 교행할수 있도록 확보하여 중앙경간장을 1,545m로 계획함으로써 교량설치반대의 민원을 해소하고 광양항 활성화의 획기적 전환점이 되도록 하였다(표2, 그림2 참조).

3) 역사적 측면

1598년 임진왜란 당시 거북선의 활동 근거지로 충무공 이순신 장군의 최후 격전지에 충무공의 탄신년(1545년)을 상징하는

표 2. 컨테이너선의 대형화 추세



영국 OSC(Ocean Shipping Consulting) 예상

- 2005년 8,500TEU
- 2010년 12,500TEU
- 2020년 14,000TEU
- 2030년 18,000TEU

1,545m의 경간장을 계획하여 잊혀져가는 구국승전의 찬란한 역사를 복원하는 전기를 마련하였다.

3. 주요부재설계

3.1 보강거더

보강거더는 최근 초장대 현수교의 적용 추세인 내풍성능이 우수한 유선형 트윈 강박스 거더를 적용하였고(그림4 참조), 풍동실험 결과 풍속 120m/s까지도 바람에 대하여 안전(요구풍속 Vcr= 82m/s, 안전계수 1.3 적용, 그림 5참조)한 것으로 나타나 바람에 취약한 현수교의 구조적인 문제점을 완벽하게 극복하였다.

3.2 주케이블

케이블은 1,860MPa의 초고강도 케이블을 세계 최초로 적용하여 케이블 자중 감소 및 단면축소로 인한 항력최소화 등 현수

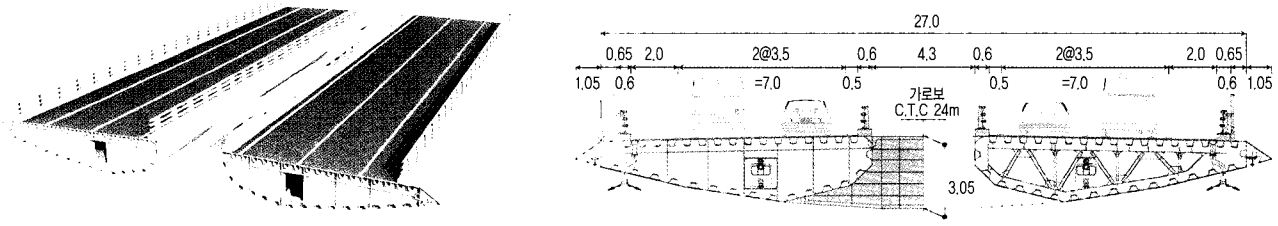


그림 4. 트윈박스 보강거더

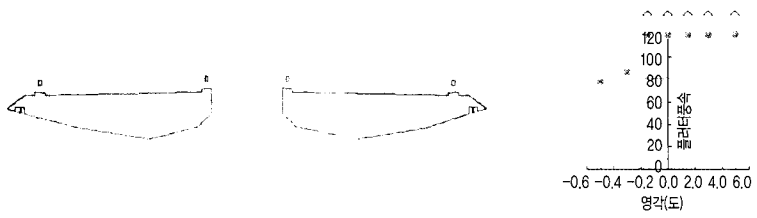


그림 5. 내풍안정성 검토 결과

표 3. 주케이블 구성

구 분		제 원	
소 선	재 질	KS D 3059 피아노선재	
	직 경	φ= 5.35mm	
	단위중량	1.764N/m	
	인장강도	1,860MPa	
	허용인장강도	744MPa(S.F= 2.5)	
스트랜드 (Strand)	소 선 수	400본/Strand	
	외접원직경	120.0mm	
케이블 (Cable)	구분	주경간	측경간
	스트랜드수	32strand	34strand
	소선수	12,800본	13,600본
	래핑전 직경	677mm	698mm
	래핑후 직경	683mm	704mm
	밴드부 직경	668mm	689mm
	단위중량	22.14kN/m	23.52kN/m

교 전체 강성을 증가시키도록 계획하였다.

케이블 구성(표3 참조)은 φ5.35mm 와이어 400EA를 하나의 스트랜드로 하여 측경간 34개의 스트랜드가 되도록 구성하였으며, 중앙경간은 측경간과 장력차가 8%가 되어 경제적 설계를 위해 32개의 스트랜드로 차등 적용하였다.

3.3 앵커리지

그림 3에서 보는 바와 같이 앵커리지는 시점측인 묘도측 앵커리지(AN1)과 종점측인 광양측 앵커리지(AN2)가 있다. AN1는 견고한 암반층의 지지기반을 충분히 활용하여 암굴착량을 최소화하고 환경 훼손이 적은 지중정착식 앵커리지를 적용하였다. 지중정착식 앵커리지는 쐐기 파괴에 대한 활동 안전율 기준 3.0 이상을 확보하였으며 또한 챔버부 유입수에 대한 차수 및 양수 대책과 암반부 PC강선의 보호대책을 수립하였다(그림7 참조).

AN2는 중력식 앵커리지로 원형 연속벽을 이용한 무지보 가설공법을 채택하였다. 개량된 전면 점토층의 수평저항을 고려하지 않고 직접기초 형식으로 계획하여 전체 안정성을 확보하였고, 상시 저면 반력은 사다리꼴 분포가 되도록 하였다. 연속벽 선단은 암반에 근입시켜 고정점 확보 및 침투수 차수 대책을 도모하였고, SCW보강에 의한 공벽 안정성 유지와 시공 실적에 의한 정밀한 연직도 관리를 수행하도록 하였다(그림8 참조).

3.4 주탑

본 교량의 주탑은 라멘형 철근 콘트리트 주탑으로 세계에서

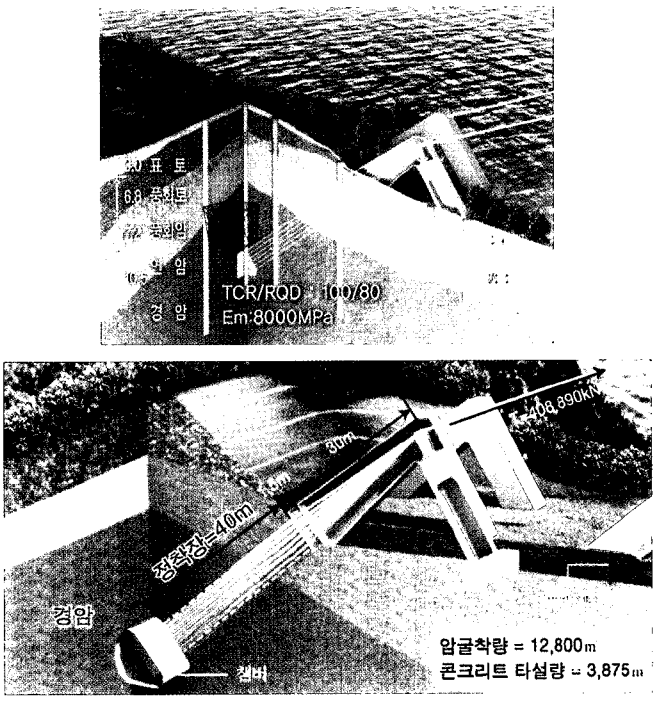


그림 7. 지중정착식 앵커리지(AN1)

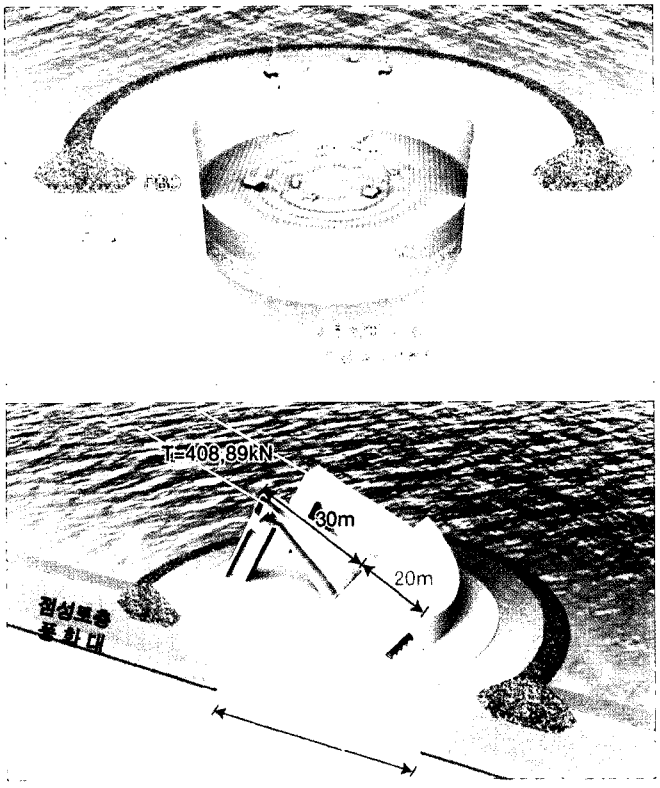


그림 8. 중력식 앵커리지(AN2)

가장 높은 270m 높이의 콘크리트 주탑이다. 보강거더와 마찬가지로 공기역학적으로 유리한 사다리꼴 단면을 선정하였고, 트윈 강박스 거더와 형상면에서 통일성을 추구하여 곡선 탑주로 계획

하였다. 거더 하면에 가로보를 생략하여 Floating 시스템 현수교임을 부각하였다.

상단가로보는 주탑전망대로의 활용 및 공사 중 탑정 크레인지지대로 활용하도록 하였고, 중간가로보는 통과 주행차량의 개방감 확보를 위해 노면 상측 110m에 설치하였다(그림 9 참조). 현수교의 이미지 메이킹의 가장 중요한 의미를 가지는 주탑 형상은 다각도의 검토를 거쳐서 경관설계를 수행하였다(그림 10 참조).

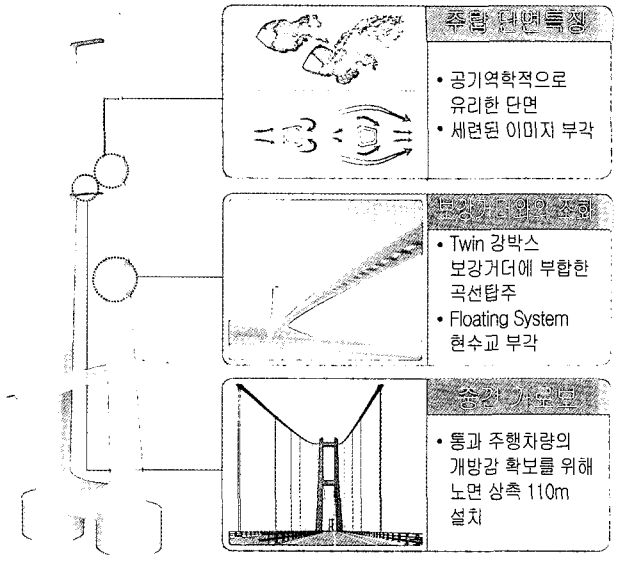


그림 9. 주탑 부재 설계

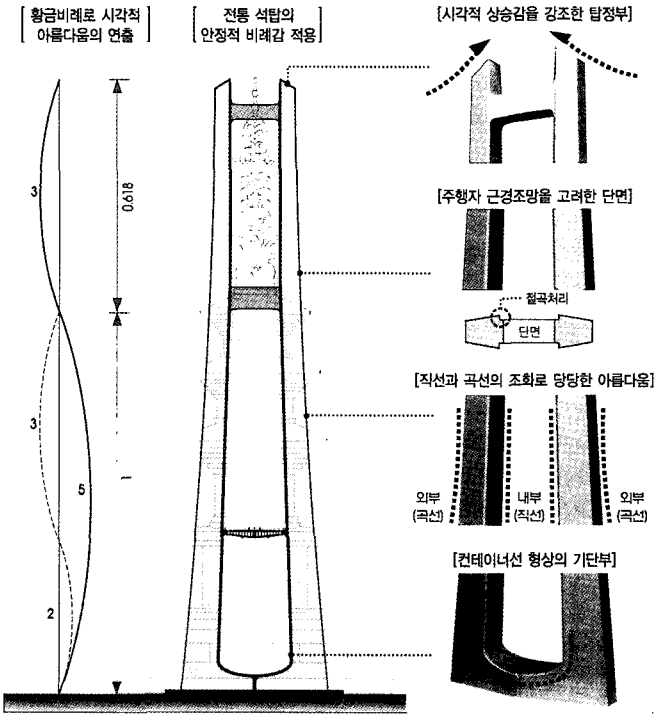


그림 10. 주탑 경관 설계

4. 가설계획

주케이블의 가설공법은 기존의 A/S공법에서 한단계 발전한 저장력 Innovated A/S공법을 적용하여 품질의 향상은 물론 바람의 영향을 적게 받고 시공단계를 줄여서 공기도 단축할 수 있도록 하였다.

또한 케이블 가설을 위한 Catwalk는 Catwalk의 강성과 Cross Bridge의 설치 위치를 엄밀히 검토하여 충분한 내풍안정성을 확보할 수 있는 시스템을 적용하였다.

보강거더 가설공법으로는 본 교량이 초대형 선박이 자주 교행하는 광양항에 위치한 관계로 항로를 점유하지 않고 항로구간 외부에서 Lifting Crane으로 보강거더를 인양하여 가설지점으로 이동하는 Swing공법을 적용하였다(그림 11 참조).

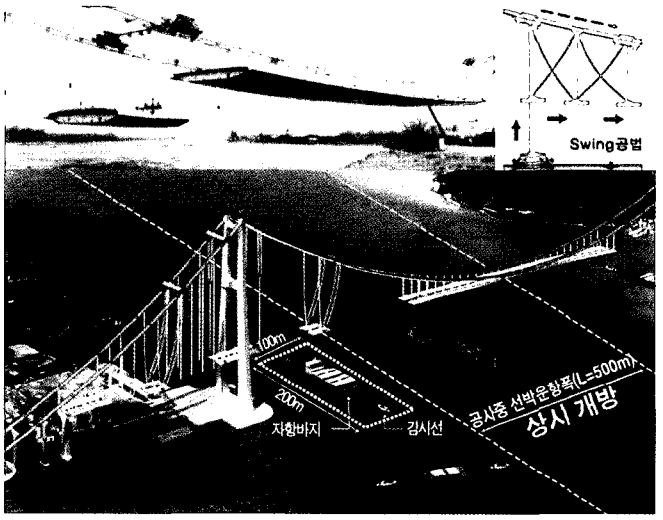


그림 11. Swing공법 개요도

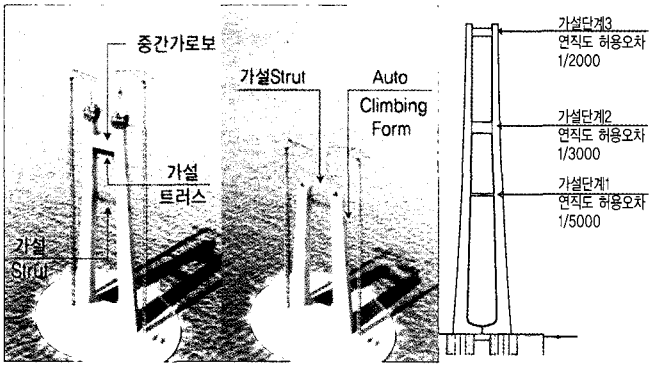


그림 12. 주탑시공단계 및 연직도 관리

주탑의 시공은 주탑의 높이가 콘크리트 주탑으로는 세계최고의 높이인 점을 고려하여 GPS에 의한 연직도 관리방안을 수립하여 설계 및 시공단계에 반영하였다(그림 12 참조).

5. 맺음말

묘도-광양간 현수교의 설계에서는 세계 3위의 초장경간화, 18,000TEU급 선박 통항의 항로조건, 세계 최대급 설계풍속의 풍환경조건 등을 극복하기 위하여 기존의 현수교 구조시스템과 적용기술 수준을 뛰어 넘어 한 단계 업그레이드된 혁신적인 첨단융합구조시스템을 완성하기 위하여 많은 노력을 기울였다.

마지막으로 국내 특수교량분야에서 탁월한 기술력과 건설실적을 갖고 있는 대림산업은 해양한국의 상징인 장대현수교, 더 나아가 세계 3위 경간장의 교량이 될 묘도-광양간 현수교 탄생을 위해 완벽한 설계를 바탕으로 녹색의 땅 전라남도에 성공적인 건설이 되도록 노력할 것을 약속하며 이 글을 맺고자 한다.