

적금-영남 연륙교의 설계 및 시공

Design and Construction of Jeokgeum-Youngnam Bridge



조 호 진*



이 승 주**



이 상 철***



이 종 일****

- * 대림산업 적금-영남간 연륙가설공사 과장
- ** 대림산업 적금-영남간 연륙가설공사 사원
- *** 대림산업 적금-영남간 연륙가설공사 차장
- **** 대림산업 적금-영남간 연륙가설공사 소장

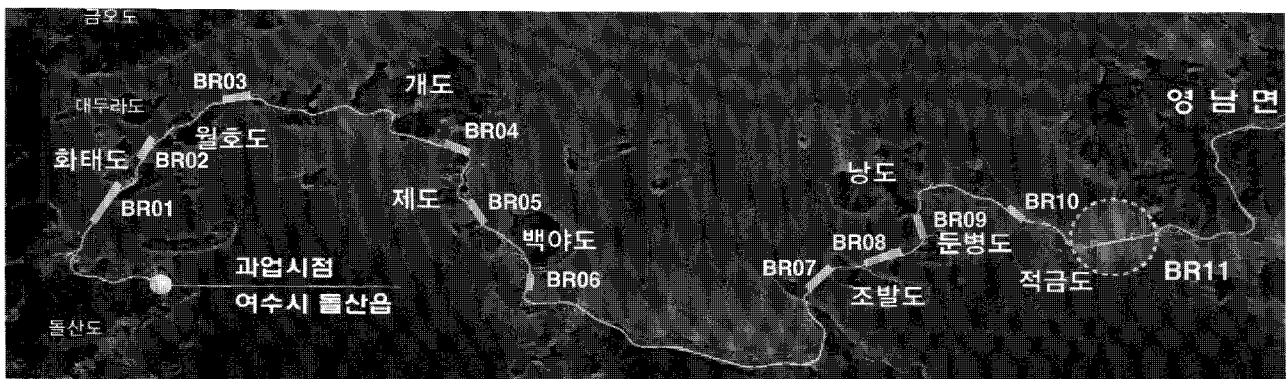


그림 1 여수-고흥간 연륙·연도교 노선도

적금-영남 연륙교는 여수와 고흥을 연결하는 연륙·연도교 사업(그림 1)의 11번째 교량으로서, 여수시 적금도와 고흥군 영남면을 연결하는 총 경간 1,340m의 장대 해상교량이다. 주교량인 현수교는 국내 최초의 단경간 현수교로서 중앙경간이 850m에 달한다. 완성시 여수산단진입도로 3공구에서 시공 중인

광양대교(1545교)에 이어 국내 2번째 지간장의 교량이 되어 현수교 분야에서 국내 기술력을 대변하는 대표 교량이 될 것이다.

1. 일반사항

적금-영남 연륙교의 지간구성은 그림 2에서 보듯이 중앙경간인

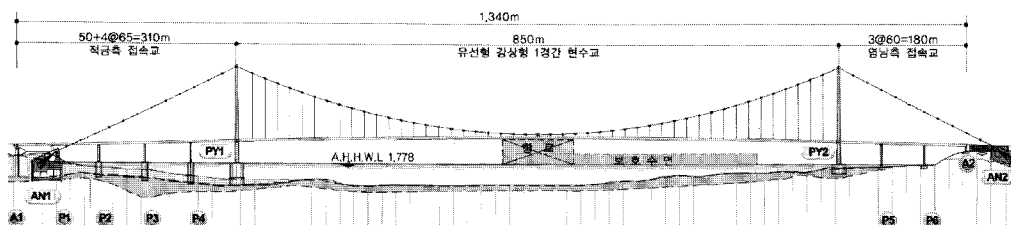


그림 2 적금-영남 연륙교의 지간구성

표 1 구조물 현황

구분	형식			폭 원 (m)	경간구성 및 연장(m)
	상부	하부	기초		
접속교(적금측)	강합성교	교각 역T형 교대	PILE기초 우물통기초	15.5	50+4@65 = 310m
주경간교	타정식 현수교	경사형 주탑	우물통기초	19.7	850m
접속교(영남측)	강합성교	교각 역T형 교대	직접기초	15.5	3@60=180m

표 2 주경간교 설계조건

설계	고정 하중	보강형(2차로)		차선수 및 설계속도	종단구배	
		케이블	103.640kN/m			25.706kN/m
계	129.346kN/m					
활 하중	활 하중		DB24 / DL24	중단구배	2.7%	
	기본풍속		40.0m/s			
풍 하중	설계기준 풍속	보강형	48.2m/s	구 조 계	항 로 고	A.H.H.W.L + 35m
		주케이블	54.5m/s			
		주 탑	54.8m/s			
	지진하중		내진 1등급			
		보강형		폭:19.7m	형고:3.0m	
		케	새그비	1/9		
		이	중심간격	16.5		
		블	본수	1본/편측		

단경간 현수교 850m와 양쪽의 강박스거더 접속교 각각 310m, 180m를 포함하여 총 1,340m이다.

본 교량은 완공시 교통량을 고려하여 2차선과 양측 보도를 가지는 것으로 설계되어 있지만, 향후 교통량 증가 시에는 확장을 통해 4차선 및 양측 보도를 가지도록 확폭이 가능하게 설계되었다. 보강형의 총 폭은 19.7m이고, 주케이블간의 거리는 16.5m이다. 주교량인 현수교구간은 내풍안정성의 주요 인자인 변장비(교장/교폭)가 43.15로써 매우 세장하여 내풍안정성이 중요시되는 구조물이다.

2. 케이블

현수교 주케이블의 가설은 국내 광안대교와 영종대교의

시공에 적용되었던 AS(Air Spinning) 공법이 적용되었다. AS 공법은 스피닝 휠(spinning wheel)을 이용하여 소선(wire)을 가닥 단위로 가설하는 공법으로서, 본 교량의 경우 스피닝 작업을 통해 가설된 소선 380개가 모여 스트랜드를 이루고 이 스트랜드 19개가 모여서 단위 케이블을 구성한다.

케이블 설계시에 스트랜드 수의 결정은 매우 중요하다. 본 교량에서 채택된 19개의 스트랜드는 새들 내에서 스트랜드 배치가 용이하고, 케이블 컴팩션(compaction) 전에 원형 모양의 배치가 가능하며, 앵커리지 내에 적절한 정착면적으로 정착이 가능한 최적의 수이다. 현재 5.1mm 직경의 소선이 적용되어 있으며, 이는 AS공법에 가장 많이 적용된 시공성이 우수한 소선 직경이다.

모든 소선이 가설된 후 케이블은 컴팩션을 통해 원형으로

표 3 케이블 제원 및 구성

구분	제원	구 성
소 선	KSD 3509 피아노선재 직경 5.1mm	
인장강도	1770N/mm ²	
허용강도	708N/mm ²	
케이블구성	케이블당 380 wires×19 strands	
케이블직경	wrapping 후 : 491mm (공극률=20%)	
총단면적	0.1475m ²	
래핑와이어	S type (3mm)	

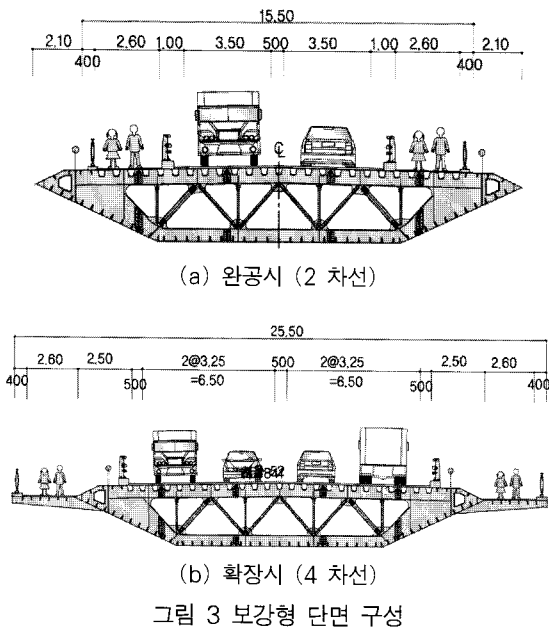
성형되며, 이후 케이블 밴드가 체결된다. 케이블 외면은 부식 방지를 위해 3mm 아연도금 S자형 래핑와이어(wrapping wire)로 둘러 싸고, 유연성 불소수지계 도장으로 마무리한다.

3. 보강형

현수교 구간 보강형은 강박스 거더 형식으로서, 내풍 안정성을 고려하여 날카로운 모서리의 페어링이 부착된 공기역학적 형상으로 설계되었다.

보강형은 두께 10~14mm의 강판으로 구성되어 있으며 교축방향으로 8mm의 U리브로 보강되어 있다. 또한 10mm의 다이아프램이 3.5m마다 설치되어 행어 간격 17.5m와 부합되도록 계획되어 있다. 차로부에는 80mm 두께의 아스팔트가 포장되며, 포장 및 난간 등 2차 고정하중을 포함한 보강형의 무게는 103.64 kN/m이다. 주부재에 사용된 강종은 SM490으로 항복강도는 310MPa이다.

보강형 가설은 1200톤 F/C를 사용한 블럭 가설공법을 적용하여 현장이음을 최소화함으로써 공기단축을 꾀하였다. 또한, 쏘힌지 공법을 적용하여 가설시 보강형의 단면력 및 행어의 장력을 최소화하였다.



4. 주탑

주탑은 그림 4와 같이 높이가 138m에 이르는 콘크리트 구조물로서, 교축직각방향으로 약간 경사진 탑주와 양 탑주를 연결하는 두개의 가로보로 구성되어 있다. 탑주 단면은 8각의 중공단면으로 교축직각 방향으로는 전 길이에 걸쳐

단면이 일정하고 교축방향으로 단면 높이가 선형 변화한다.

주탑 설계시 완성시와 가설시에 대해서 각각 100년 및 5년의 재현주기를 가지는 풍하중이 고려되었다. 주탑은 주케이블이 가설되기 전 독립주탑의 상태에서 교축방향으로 캔틸레버 거동을 하며 이 시점이 가장 세장한 구조로 풍하중에 민감한 상태가 된다. 또한, 주탑 상단의 가로보가 설치되기 전에 주탑은 교축직각방향으로도 캔틸레버 거동을 한다. 따라서 풍동실험을 통하여 가설중 및 완성시의 안정성을 검토하였고, 시공중 탑주의 중간에 임시 가로보를 설치하도록 계획하였다.

주탑 타설시 거푸집은 거푸집과 발판이 일체로 되어 Form을 Lot 단위로 이동 상승시키면서 타설하는 Auto Climbing Form 공법을 적용할 계획이다.

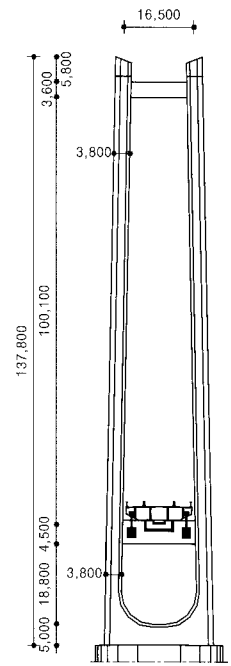
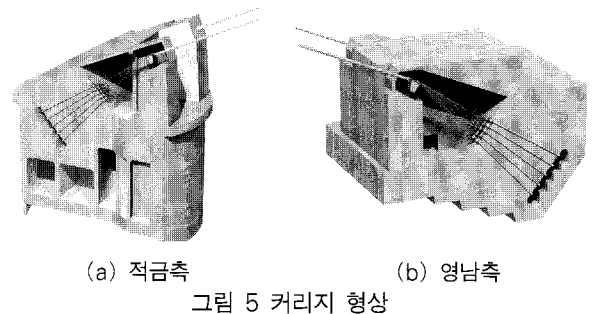


그림 4 주탑 형상

5. 앵커리지

앵커리지는 지반조건을 고려한 최적화를 위하여 그림 5에서 보듯이 서로 다른 형식으로 설계되었다. 적금측의 앵커리지는 중력식 앵커리지로서, 대구경 원형 지하연속벽 시공을 통해 작업공간을 확보함으로써 시공성이 향상되도록 계획하였다. 영남측 앵커리지도 적금측과 마찬가지로 중력식 앵커리지이고, 암반을 계단형식으로 절취하여 케이블의 수평력이 계단을 통해 암반에 효율적으로 전달되도록 하였다. 스트랜드슈의 정착은 PC 정착방식을 적용함으로써 스트랜드슈에 전달되는 장력에 상응하는 프리스트레스력을 사전에 스트랜드슈 정착판에 도입하여 효율적으로 케이블의 장력이 앵커리지에 전달될 수 있도록 하였다.



6. 시공현황

현재까지 하부공사를 위주로 공정이 진행되고 있다. 국내 최대 크기인 직경 30m의 주탑 우물통 2기를 포함하여 총 5기의 우물통에 대한 해상 가거치를 마친 상태이고 일부는 침설을 완료하였다. 우물통 가거치는 2,000톤급 해상 크레인을 사용하였고, 강제우물통인 적금측 주탑(PY1) 우물통은 부력안정성 확보를 위하여 해상크레인으로 인양한 상태에서 강제거푸집 내부에 콘크리트를 타설하면서 점진적으로 침설하였다. 영남측 주탑(PY2)은 두께 5m의

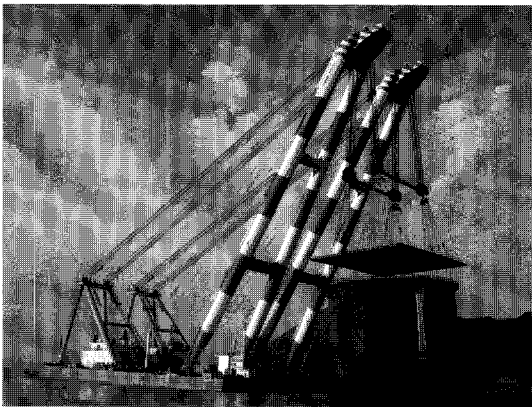


그림 6 적금측 주탑(PY1) 우물통 진수

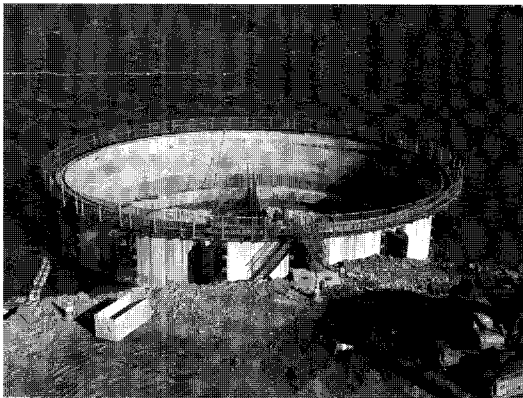


그림 7 영남측 주탑(PY2) 우물통 거치 완료

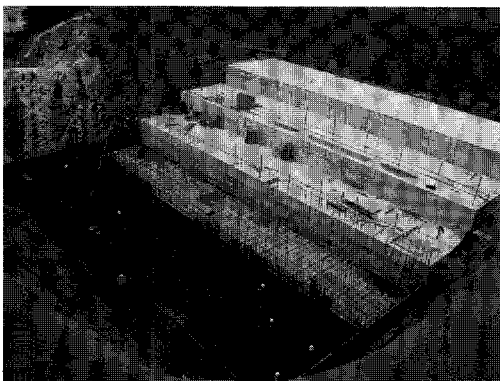


그림 8 영남측 앵커리지 계단식 정착면 시공



그림 9 스트랜드슈 고정용 쉬스관 매입


수중콘크리트의 타설을 완료하고 격벽 타설 및 상부슬래브 타설을 준비하고 있다.

앵커리지는 중점측인 영남측 앵커리지가 약 50%이상 공정이 진행되었고, 적금측은 slurry wall 시공을 위한 사전작업이 진행 중이다. 전술한대로 영남측 앵커리지는 앵커리지의 크기를 줄이면서 안정성을 높일 수 있도록 암반을 계단식으로 굴착하였다. 스트랜드슈 정착을 위하여 PC 정착방식을 채택하였으므로 향후 프리스트레스 작업을 위한 쉬스관을 정확하게 매입하기 위하여 쉬스관 정착용 프레임을 제작하여 시공 정밀도를 높였다.

앞으로의 개략적인 공정계획은 2010년까지 앵커리지 및 주탑의 시공을 완료하고, 2011년부터는 케이블 가설 및 보강형 가설 공정을 시작하여 2012년 말경에 준공시키는 것을 목표로 하고 있다.

7. 맺음말

이상에서 적금-영남 연륙교에 관한 다양한 설계 특징들과 현재까지의 시공현황을 간단히 소개하였다. 본 교량은 여수-고흥 연결도로의 마지막을 장식하는 아름다움을 갖추도록 계획하였고, 주경간교인 현수교 구간은 국내 최초의 단경간 타정식 현수교이면서 설계 당시 국내 최장지간의 교량으로 설계되었다.

현재 본교량은 총 공정의 약 22%가 진행되었고, 2012년 준공을 목표로 시공에 박차를 가하고 있다. 본 교량이 완료되면 관광자원 개발이라는 지역의 경제적 목적을 달성함과 동시에 현재 시공 중인 국내 최장지간 현수교인 광양대교와 함께 국내 현수교에 대한 기술력을 완성시키는데 큰 역할을 하게 될 것이다. 

[담당 : 백종균, 편집위원]