

동이1교 사장교 앵커리지의 시공

Construction of Dong-I 1 Bridge Anchorage



우승민*
Seung-Min Woo



문형찬**
Hyung-Chan Moon



고동민***
Dong-Min Ko



전성용****
Sung-Yong Jun



이주호*****
Joo-Ho Lee

1. 서론

동이1교는 '적성-전곡 도로건설공사 2공구'의 대안설계 구간에 포함되는 교량으로써 타정식 강합성 사장교이다. 입진장을 횡단하는 계곡부에 위치하여 사장교 형식으로는 다소 특이한 구조형식을 취하고 있다. 교량의 연장은 400m이며, 폭원은 23.2m, 역Y형 콘크리트 주탑의 높이는 100m이다<그림 1, 2>.



그림 1. 동이1교 조감도

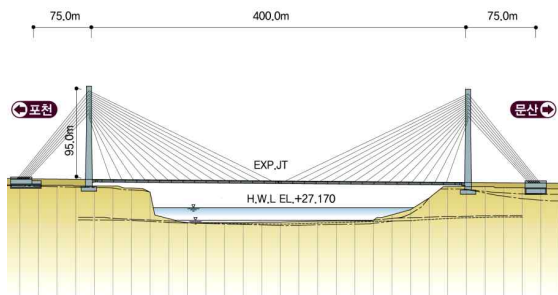


그림 2. 동이1교 종평면도

- * 정회원, 롯데건설(주) 기술연구원 책임연구원
laputa@lottenc.com
- ** 정회원, 롯데건설(주) 적성-전곡 2공구 현장 현장소장
- *** 롯데건설(주) 적성-전곡 2공구 현장 실험실장
- **** 정회원, 롯데건설(주) 기술연구원 수석연구원
- ***** 정회원, 롯데건설(주) 기술연구원 기술연구팀장

2. 앵커리지 시공 계획

동이1교의 앵커리지는 높이 14.5m, 길이 33m, 폭 45m의 중력식 앵커리지를써 구체 자중으로 앵커리지 작용력에 저항하도록 설계되었다. 설계기준강도는 35MPa이다. 하부 통과 부체도로 형하 여유고 확보를 위해 상부 슬래브 하면에 케이블을 정착하였다. 또한 영구인장부재인 앵커리지 케이블 정착부에 대해 3축 방향으로 PS강선을 보강하였다<그림 3>.

앵커리지는 매스콘크리트의 범주에 속하는 대형구조물로 1회 타설량의 제한 및 구조물의 복잡성에 의해 7단계 다단 타설로 계획되었다. 먼저 버림 콘크리트를 타설하고, 앵커리지 기초 타설, 하부 벽체 타설, 중간 슬래브 타설, 상부 벽체 타설, 양측 상부 슬래브 타설, 중앙부 슬래브 타설, 정착구 타설로 나누어 계획하였다<그림 4>.

3. 앵커리지용 저발열 콘크리트 개발

3.1 배합 설계

앵커리지 타설시 콘크리트 수화열에 의한 온도균열 발생을 저감하기 위해 원설계는 저발열시멘트의 사용을 적용하였으나 본사의 기 연구실적 및 시공실적, 원가 최적화 등을 고려하여 일반 포틀랜드 시멘트, 플라이 애쉬, 고로슬래그 미분말을 이용한 저

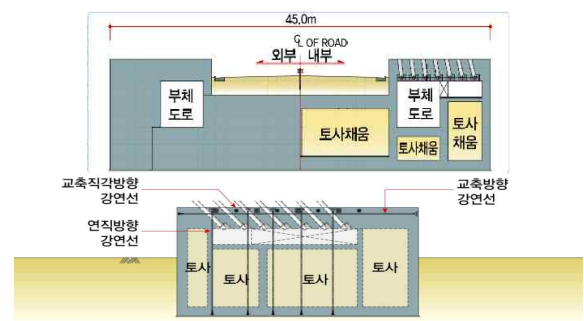


그림 3. 동이1교 앵커리지부 단면도

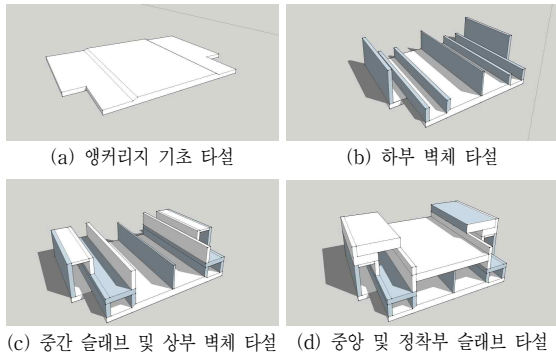


그림 4. 앵커리지 다단 분리 타설 계획

발열 3성분계 혼합시멘트로 변경하여 배합설계를 수행하였다 <사진 1>. 변경된 배합설계는 슬럼프 시험, 공기량 시험, 압축 강도 시험 등의 콘크리트 실내 시험을 통해 <표 1>과 같이 최종적으로 저발열 콘크리트 배합을 도출하였다<사진 2>.

3.2 콘크리트 성능 평가

개발된 앵커리지용 저발열 콘크리트에 대한 콘크리트 열특성치 평가를 위해 단열온도상승 시험을 수행하였다. 앵커리지의 기초 및 벽체 타설 시기가 하절기로 계획되어 타설온도를 30℃에 준하여 단열온도상승 시험을 수행하였으며, 타설 전 수화열 해석을 통한 다단 타설 적정성, 콘크리트를 타설할 때 균열 발생



사진 1. 3성분계 혼합시멘트

표 1. 앵커리지용 저발열 콘크리트 배합 설계

W/B(%)	S/a(%)	W (kg/m ³)	Weight(kg/m ³)					S	G
			B	C	BS	FA	S		
35.7	48.9	162	458	182	182	91	826	863	



사진 2. 실내 배합 시험

확률 예측과 이에 대한 효과적인 대책 마련에 만전을 기하였다. 시험 결과, 타설 콘크리트의 온도가 30℃일 때 최대온도상승량(K)은 49.0℃, 반응계수(a)는 0.834인 것으로 나타났다<그림 5, 표 2>. 도출된 열특성치를 통해 앵커리지에 대한 예비 수화열 해석을 수행한 결과, 앵커리지 온도는 최대 71~72℃에 도달할 것으로 예측되었으나 도출된 균열 지수는 현장 습윤 양생 및 양생 기간의 조정을 통해 제어할 수 있는 수준으로 나타났다 <그림 6~7>.

3.3 현장 시뮬레이션

레미콘 공장에서 생산된 콘크리트는 바로 타설되는 것이 아니라 시공위치까지 레미콘 차량으로 운반되어 타설되기 때문에 이 동시간 및 온도에 따라 그 물성치 변하게 된다. 따라서 타설할 때 소요의 물성치 확보를 위하여 레미콘 공장에서 생산과 동시에 차량에 의한 이동을 통해 현장에 도착해서 타설까지 수행하는 현장 시뮬레이션이 필요하다. 현장 시뮬레이션에서 도출된 물성의 변화를 반영하여 레미콘 공장에서 생산된 콘크리트의 최종 배합을 도출하였다. 현장 시뮬레이션 결과, 콘크리트 온도는 1℃ 증가하고, 슬럼프는 15~20 mm 저하되며, 공기량은

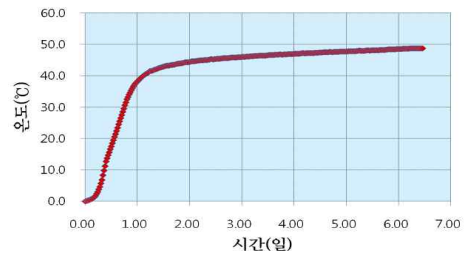


그림 5. 단열온도상승곡선

표 2. 단열온도상승시험 결과

열특성치	결과값
최대온도상승량(K)	49.0℃
반응계수(a)	0.834
타설온도	29.7℃

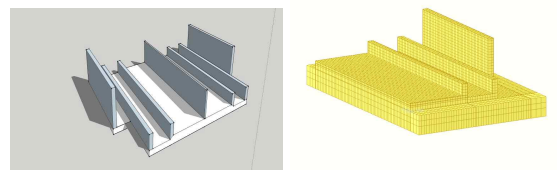


그림 6. 타설 2단계 앵커리지 모델링

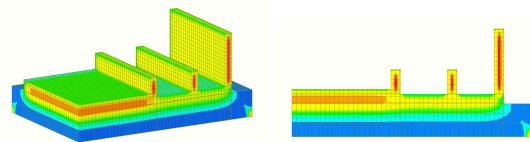


그림 7. 앵커리지 콘크리트 온도 분포

0.7 ~ 1% 저하되는 것으로 나타나 이를 최종 배합에 반영하였다<사진 3>.

4. 사장교 앵커리지 시공

동이1교 앵커리지는 2010년 7월초부터 시공이 시작되어 1단계인 앵커리지 기초 철근 배근 후 첫 타설인 기초 콘크리트 타설을 수행하였다<사진 4>. 기초 콘크리트 타설시 현장에서 콘크리트 온도계측을 수행하였으며, 최고온도가 70℃에 이르렀으나 타설 종료 직후 즉각적인 양생과 충분한 습윤 양생으로 균열은 발생하지 않았다<사진 5>. 기초 콘크리트 타설 후 벽체 및 중간 슬래브에 대한 타설이 순차적으로 수행되었으며<사진 6>, 벽체와 중간 슬래브 시공 후 앵커리지 자중 증가를 위해 내부에 토사 채움을 수행하였다<사진 7>.

2010년 11월말 케이블 정착부인 상부 슬래브 타설을 마지막으로 앵커리지의 모든 타설은 마무리되었으며, 영구인장부재인 앵커리지 구조물의 사장교 케이블 긴장 및 공용 중 균열 방지를 위해 3축 방향으로 강연선을 매입한 후 긴장력을 도입하였다<사진 8>. 현재까지 수화열이나 건조수축에 의한 유해한 균열



사진 6. 앵커리지 벽체 및 중간 슬래브 타설



사진 7. 토사 채움 및 다짐



사진 8. 상부슬래브 타설 및 앵커리지 긴장력 도입

을 발견되지 않았으며, 소요의 콘크리트 품질을 만족하며 시공을 종료하였다.

5. 결론

적성-전곡 2공구 현장 동이1교는 타정식 강합성 사장교로 현수교에 주로 설계되어 있는 앵커리지가 사장교에 도입된 특수교량이다. 현재 앵커리지 1기의 시공이 완료되었으며, 나머지 앵커리지 1기와 주탑 기초에 대한 시공이 준비 중이다<사진 9>.

동이1교 관련 현장 시공자 및 기술연구원 기술자들은 품질 확보에 최선을 다해 사장교 시공에 만전을 기하고 있으며, 이러한 노력 및 시공 기술 확보를 통해 동이1교가 국내 사장교의 적용 확대와 국내 사장교 시공 기술 발전에 이바지 할 수 있도록 국내 교량 기술진의 지속적인 관심과 조원을 기대한다.☑

담당 편집위원 :

정해문(한국도로공사 도로교통연구원) haimoon@ex.co.kr



사진 3. 현장 시뮬레이션



사진 4. 기초철근 배근 및 기초 콘크리트 타설

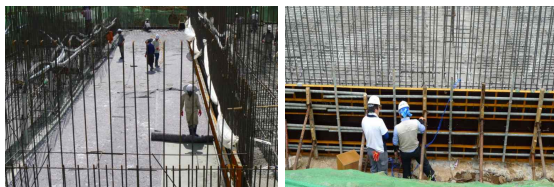


사진 5. 기초콘크리트 양생 및 온도 계측



사진 9. 앵커리지 시공 현황