

하로U형거더교 솟음 원인 및 보강대책 검토

박윤식, 서광우, 김동신

Yunsik. Park, Kwangwoo. Seo, Dongsin. Kim

초 록 철도교량 설계 시 하천 및 도로횡단 구간에서 경간장, 홍수위 등을 고려하여 형하고 확보가 필요한 경우 철도 상부구조 형식으로 PSC계열 하로U형거더를 선정하고 있으며, 슬래브와 벽체에 PS강연선을 삽입 및 긴장하여 프리스트레스를 도입하는 과정에서 부반력 및 솟음현상이 발생한 사례에 대하여 원인규명 및 대책을 검토하였다.

주요어 : PSC하로U형거더, U형하로교, PSC강연선 긴장, 부반력, 거더솟음

1. 서 론

중앙선 도담~영천 복선전철 건설사업 중 경북 영천시 지방하천을 통과구간에서 하천설계기준을 제방여유고가 부족한 것으로 검토되었으며, 과업 종점부에 대구선 복영천 신호장 기면과 연계된 종단선형 제약에 따라 다리밑공간 확보가 가능한 PSC 계열(40 m)로 하로 U거더를 계획하였다. 그리고 시공 중 PS강연선을 인장하는 과정에서 그림 1과 같이 교량 단부에서 솟음이 발생하여 이에 대한 원인규명 및 대책을 검토하였다.

<그림 1> 교량 솟음현황



* P2~A2구간(80M) 인장 후 단부 솟음 발생

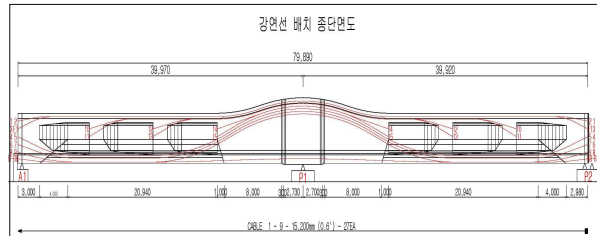
· P2 : 61mm (설계: 0.351mm)

· P3 : -32mm (설계: 0.931mm)

· A2 : 57mm (설계: 0.097mm)

* 설계 개요

- 교량형식: PSC 하로 U거더교
- 교량등급: 1급선(설계속도: 250 km/h)
- 교량지간: $L=2@80.00=160.00$ m
- 가설공법: Full Staging Method(FSM)
- 프리스트레스 도입방식: 포스트텐셔닝(Post-tensioning)



2. 본 론

2.1 현장 신장량 관리

현장에서는 인장작업에 앞서 강연선 신장량 관리를 위해 국내 설계기준에 명시된 마찰계수 중 가장 큰 값을 적용하여 신장량을 산출함

- 원설계: 곡률(μ)=0.25 /rad, 파상(k)=0.005/m
- 현장적용: 곡률(μ)=0.25 /rad, 파상(k)=0.0066/m

번호	설 계 값		재 산 출 적 용 값		
	인 장 력 (ton)	압 력 Mpa	인 장 력 (ton)	신 장 량 (mm)	압 력 Mpa
B1	484.082	54.2	491.579	644.050	55.0

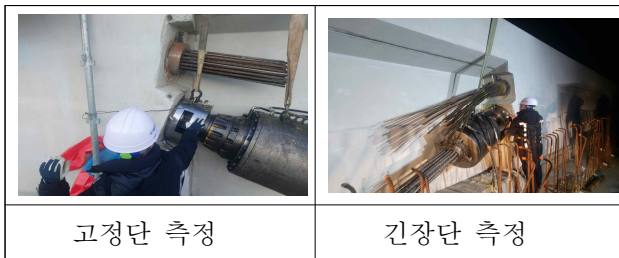
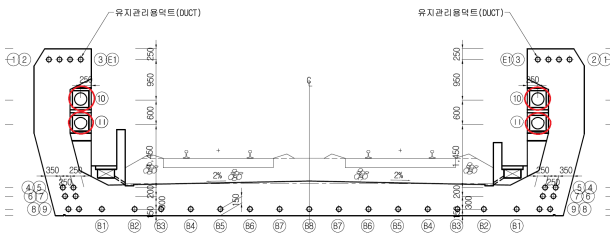
* 가장 큰 마찰계수 가정하는것이 현장입장에서 콘크리트 응력상으로 가장 안전한 방법

2.2 Lift-off 시험 및 마찰시험

현장에서는 인장작업에 앞서 신장량 관리를 위하여 교량 받침부의 부반력 및 이상 솟음 현상의 원인을 규명하고자 교량의 단부 긴장력과 마찰 계수를 도출하는 시험을 실시하였다.

- (1) 텐던 긴장력을 측정하기 위하여 잭의 끝단에 체어를 설치하여 정착구 헤드를 들어올리는 정식 Lift-off 시험을 수행하였으며, 동시에 텐던의 마찰계수를 구하기 위한 마찰 시험을 수행하였다.

<그림 2> Lift-off 시험 및 마찰 시험 텐던



- (2) Lift-off 시험을 포함한 마찰 시험을 실시한 결과 현장적용 마찰계수보다 훨씬 작은 $\mu=0.15/\text{rad}$, $k=0.0018 / \text{m}$ 정도의 마찰계수가 도출되었다. 이처럼 마찰계수가 작을 경우 긴장력의 마찰 손실 또한 작게 발생하게 된다. 이러한 이유로 비록 단부 긴장력은 원 설계와 유사하게 측정되었지만 교량 내부에 분포한 긴장력은 전반적으로 원 설계보다 크게 도입되어 과다 솟음이나 부반력 등 원 설계 시 예상하지 못했던 구조 거동을 나타낸 것으로 파악된다.

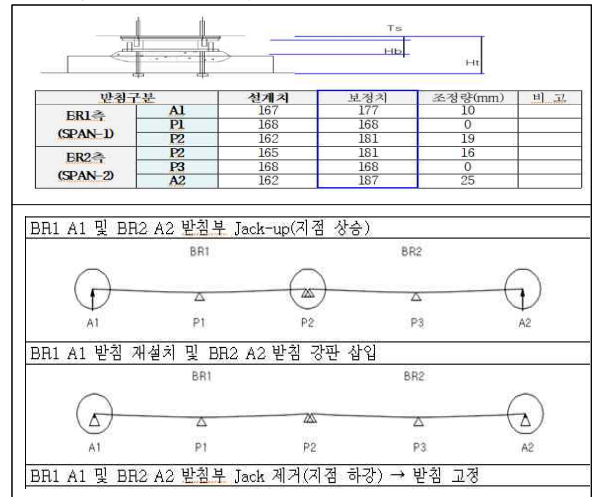
* 마찰손실 : PS강연선과 쉬스관 사이의 마찰력으로 각도변화에 의한 곡률마찰손실과 완전히 직선이되지 못해 길이에 영향을 받는 파상마찰손실로 나뉜

2.3 구조물 보완 대책

현재의 불안정한 지지 조건의 복원과정(지점의 적절한 목표두께를 설정하여 추가강판 삽입 또는 탄성받침 자체 높이 증가)에서 증가되는 단면 응력 값을 적절히 관리하면 구조적 안정성 보장 가능

- 상부구조 단면 응력 검토결과 허용응력 이하로 검토됨
- 단면 응력(MPa) : 16.64~19.73 (허용응력 : 20.60)

<그림 3> 교량 받침 목표두께 및 작업 개요



3. 결론

그간 국내 PSC 교량 현장에서 이처럼 인장 작업 이전에 현장 마찰 시험을 실시하여 마찰계수를 추정해 본 사례는 거의 없었다. 만약 현장에서 사전에 Lift-off 시험을 포함한 마찰 시험을 통해 마찰계수를 추정, 신장량을 산출하고, 현장 인장 작업에서 측정된 신장량이 허용범위를 벗어날 경우 마찰계수를 다시 가정하여 신장량이 허용 범위 이내로 들어오도록 마찰계수를 조정하는 절차를 거쳤다면 이러한 문제가 발생하지 않았을 것으로 판단된다. 따라서, 전문시방서 등에 관련 사항 등이 반영될 필요가 있다.

참고문헌

- [1] 하로판형거더 인장에 따른 과다솟음 발생원인 규명 및 대책수립 용역보고서(2023 한국콘크리트학회)