



FCM 교량 주두부 가시설 해체방법 개선

Improvement of Dismantling Pier Table Scaffolding for FCM Bridge

조확신 Hwak-Shin Cho
(주)삼성물산 고속국도 제60호선
동홍천-양양 제13공구 공사대리

정두용 Du-Yong Jeong
(주)삼성물산 고속국도 제60호선
동홍천-양양 제13공구 현장소장

이용구 Yong-Koo Lee
한국도로공사 홍천양양건설
사업단 품질환경팀 팀장

최기배 Ki-Bae Choi
한국도로공사
홍천양양건설사업단 단장

1. 머리말

동홍천-양양간 고속도로 건설공사는 총연장 71.7 km, 4차로이며, 기존 서울~춘천 간 및 춘천~동홍천 간 고속도로를 연결하는 공사이다. 이 중 삼성물산에서 시공하는 13공구의 방태천1교는 강원도 인제군 기린면 방동리 일대에 위치하고 있으며, 총 공사기간은 2008년 12월~2015년 12월까지 약 7년이며, 2012년 3월에 상부공 공정을 시작하여 2015년 6월 완공을 목표로 추진 중에 있다.

본 기사에서는 방태천1교 현장타설 FCM 공법의 주요 시공과정에 대해 설명하고, 이 중 가장 위험한 공종 중의 하나인 주두부가시설 해체방법과 이에 따른 해체방법 개선사례에 대해 소개하고자 한다.

2. 공사 개요

2.1 교량현황 및 제원

방태천1교는 상·하행 분리 교량으로 총길이는 춘천방향 690 m, 양양방향 720 m이며, 폭원 12,770 m, 형고 7.5 m~3.0 m인 라멘형 PSC 박스 거더 교량이다(그림 1). 상부공은 FSM 및 FCM 공법으로 시공되며, FCM 상부공은 주두부 및 일반 세그먼트(1~14 SEG), 키세그먼트로 구성된다(사진 1). 이 중 주두부는 세그먼트를 시공하기 위한 교두보로써 좌우에 작업대차를 설치하여 세그먼트를 시공할 토대를 마련하는 구조물이다. 이로 인해 주두부는

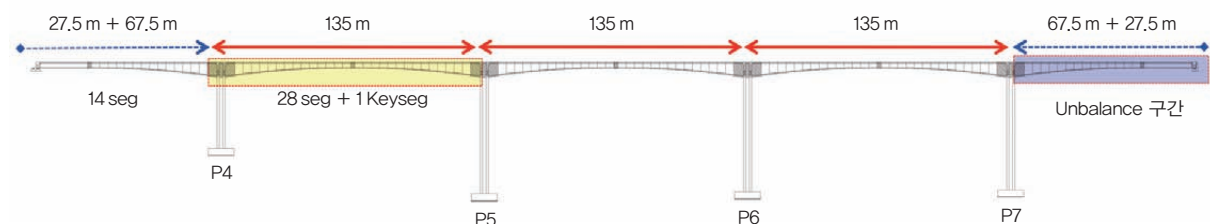


그림 1. 방태천1교 경간 구성 현황

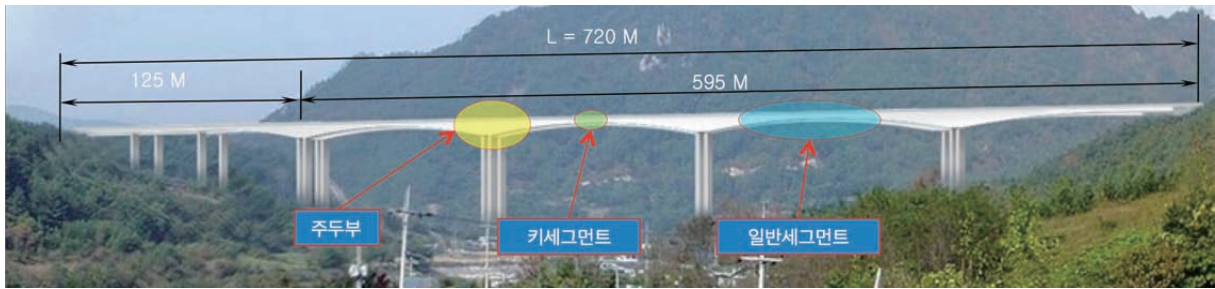


사진 1. 방태천1교 세그먼트 구성도

교각 좌우로 돌출되어 시공되며, 작업공간이 확보되는 가시설 설치 공중에 비해 작업공간의 제약이 있는 해체공중이 일반적으로 더 위험하다.

2.2 FCM 시공개념도

현장타설 FCM 교량의 상부공 시공은 상부공 시공의 버팀대가 되는 주두부 시공을 시작으로 일반 세그먼트 시공 및 측경간 시공, 그리고 키세그먼트 시공을 마지막으로 완공된다. FCM 시공은 많은 실적을 바탕으로 그 시공 사이클이 많이 정형화 되었는데, 이중 주두부 가시설 설치 및 주두부 시공, 폼트래블러(F/T) 설치, 일반 세그먼트 및 키세그먼트 시공, 측경간 FSM 구간 시공 등의 공종별 시공일수를 개략적으로 나타내면 <그림 2>와 같다.

2.3 주두부 가시설 해체개요

현장타설 FCM 교량은 대부분 협곡, 혹은 해상 등 동바리를 설치하기 곤란한 지역에 적용되므로 주두부가 설치되는 교각의 높이가 높은 경우가 대부분이다.

또한 주두부의 시공은 일반적으로 재래식 강재동바리로 시공되며, 주로 교각에 설치된 타워크레인을 이용하여 소부재 단위로 설치, 해체하게 된다. 특히 주두부가 시설의 해체는 구조물의 해체가 진행됨에 따라 작업공간이 협소해지고 자재, 공구의 낙하·비래 또는 근로자의 추락위험이 증가하는 FCM 전 공종에서도 안전에 가장 취약한 공종 중의 하나이다. 따라서 주두부가 시설 해체시에는 반드시 별도의 안전 대책을 마련하여 사고위험성을 최소화하여야만 한다<사진 2>.

3. 유사공종 사고사례 분석

앞서 기술한 것과 같이 구조물의 공법에 따른 특성 및 구조물의 일반적인 해체방법에 의해 주두부가 시설



사진 2. 방태천1교 주두부가시설 현황

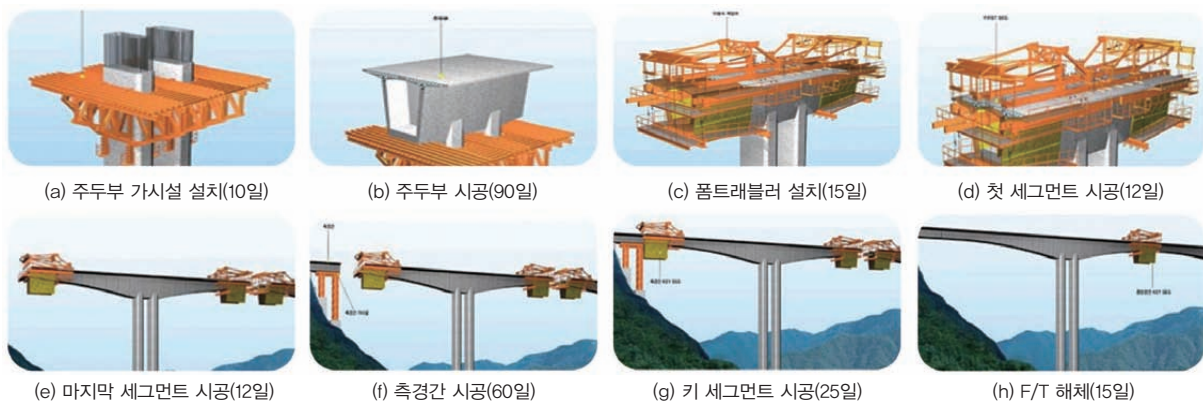


그림 2. FCM 교량 시공순서도

의 해체는 추락 및 낙하로 인한 사고위험이 다른 공중에 비해 월등히 높다. 따라서 위와 같은 위험을 최소화하기 위해 유사공종의 사고사례를 분석하여 개선점을 파악해 보았다. 00대교 접속도로 확 · 포장공사의 경우 주두부 가시설 소부재 해체 시 H-Beam 인양 중 부재가 상부 근로자의 생명줄을 가격하여 생명줄이 이탈, 근로자가 하부로 추락, 사망한 사례이다(그림 3).

주두부가시설 해체 중 발생한 재해의 대부분은 추락 및 낙하사고이며, 사례를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 00고속도로 확장공사(추락)
 - 인양물 상부근로자 가격(사망 2명)
- (2) 00도로 확 · 포장공사(낙하)
 - 로프 파단으로 부재낙하(사망 1명)
- (3) 00도로 건설공사(추락)
 - 인양물 상부근로자 가격(사망 1명)
- (4) 00교량 재가설공사(추락)
 - 작업중 근로자 추락(사망 1명)

4. 해체방법 개선

4.1 개선사례 도출

앞선 사례에서와 같이 대부분의 경우 주두부가시설의 해체 시 소부재 단위로 해체하기 때문에 작업이 진행됨에 따라 추락 등 재해가능성이 매우 높다. 또한 타워크레인이 타공종과 병행으로 사용됨에 따라 크레인 사용효율이 저하되게 된다(사진 3). 따라서 당 현장에서는 상부에서의 작업을 최소화하여 조립상태 그대로 하강시킬 수 있는 대단위 일괄해체 방법을 적용하였다. 대단위 일괄해체 공법을 기존 소부재 단위 해체 공법과 비교하면 다음과 같다(표 1, 사진 4).

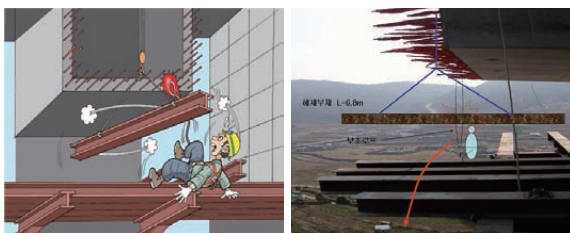


그림 3. 00대교 추락재해 사례(2008. 02)



사진 3. 주두부가시설 소부재 해체 현황

표 1. 주두부가시설 해체공법 비교

소부재 해체시	대단위 일괄 해체시
• Tower Crane 해체	• 유압잭 이용 해체
• 작업공간 협소	• 작업공간/통로 확보
• 소요일수 약 7일	• 소요일수 약 4일



사진 4. 주두부 가시설 일괄해체 현황

4.2 일괄해체 상세

주두부가시설의 일괄해체는 가시설 해체를 위한 유압잭 및 강연선의 설치, 주두부로부터 가시설 이격 및 연직하강의 순으로 시행된다(사진 5). 이때, 주두부가시설을 유압잭으로 안전하게 연직 하강시키기 위해서는 가시설의 무게중심을 고려하여 강연선 고정위치를 선정하는 것이 중요하다. 무게중심을 맞추지 않게 되면 인양 중 편하중에 의해 강연선의 물림 부분에 Slip이 발생할 우려가 있으며, 유압펌프의 분배압이 고르게 분포되지 않아 가설구조물이 한 쪽으로 기울게 될 가능성이 있기 때문이다. 가설구조물이 기울어지게 되면 강연선 꺾임 등으로 연결부 파단이 일어나거나 불

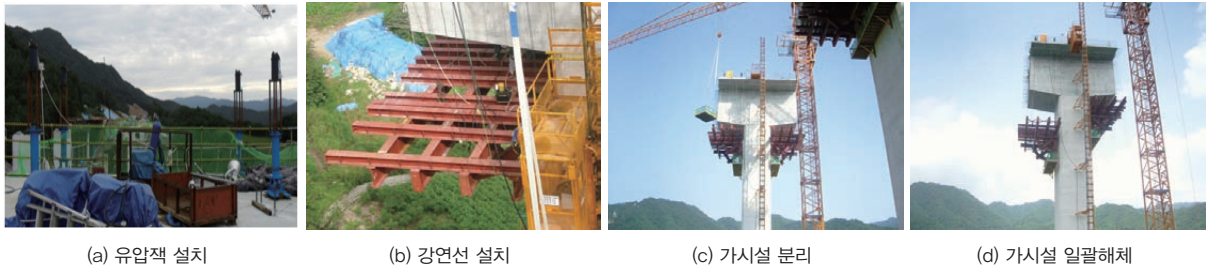


사진 5. 방태천1교 주두부가시설 해체순서

필요한 전단력이 발생할 수 있으므로 주의하여야 한다. 또한 가시설 하강시 돌풍에 의해 주두부가시설이 교각에 부딪혀 강연선이 이탈되지 않도록 인양 위치를 교각으로부터 약 30 cm 이격시켜 예상치 못한 충격에 대비하였다.

4.3 일괄해체공법의 장단점

우리 현장에서는 위와 같은 주두부가시설의 일괄해체를 통해 작업자의 작업 공간을 확보하여 안전성을 향상시킬 수 있었으며, 유압잭을 통한 연직 하강으로 가시설 해체에 따른 구조안전성 역시 확보할 수 있었다. 또한 타워크레인의 사용을 최소화함으로써 타워크레인을 인근 작업에 활용, 크레인의 사용효율을 향상시킬 수 있었다. 주두부가시설 일괄해체에 따른 장점을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 가시설 해체 시 구조적 안전성 확보
- 2) 근로자의 작업 안전성 개선
- 3) 타워크레인 병행작업 가능
- 4) 가시설 해체 시공일수 단축
- 5) 가시설 해체에 따른 경제성 확보

다만 우리 현장에서와 같이 주두부의 개소가 많을 경우에는 유압잭을 활용한 일괄해체 공법이 원가 및 공기단축, 타워크레인 활용 및 안전성 확보 등 모든 측면에서 유리하지만 주두부의 개소가 적을 경우에는 구조해석, 유압잭 및 연결몽치의 임대 등으로 인한 공사원가의 증가를 감안하여야 한다.

4.4 구조안전성 검토

주두부가시설 해체시 가시설의 중량은 약 30 ton이다. 당 현장에서는 해체시의 구조안전성을 확보하기 위해 가시설은 상단 유압잭 고정 후 강연선을 이용하여 연결, 하강하였는데, 강연선의 파단하중은 약 26 ton/EA로 많은 수량을 사용할수록 더 큰 안전율을 확보할 수 있다. 또한 강연선으로 가시설을 안전하게 고정, 하강하기 위한 연결부의 안전을 확보를 위해 연결몽치를 고안하여 상세해석을 통한 구조적 안전성을 확보하였다(그림 4).

가시설의 하강 시 하중 편심으로 인한 구조물의 처짐을 방지하기 위해 <그림 5>와 같이 주두부가시설을 3D 모델화하여 구조물의 무게중심점을 선정하였다.

무게 중심점의 선정은 시공 시 발생할 수 있는 충격,

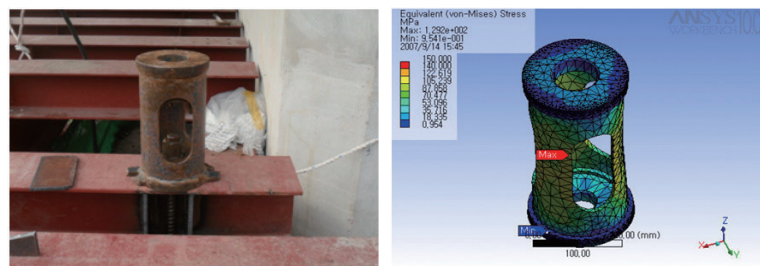


그림 4. 연결몽치 안전성 검토

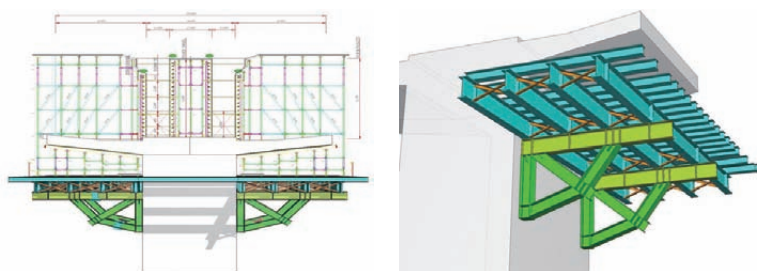



그림 5. 유압잭 설치위치 3D검토

편심 등에 의한 구조물의 불안전성을 최소화하기 위한 중요한 방안 중의 하나인데, 유압잭 설치위치에 따른 상부구조물 및 가시설의 안정검토 등을 포함한 종합적인 검토를 통해 가시설의 안전한 하강을 확보할 수 있었다.

5. 맺음말

주두부 가시설의 해체는 FCM 공법으로 시공되는 교량에서 가장 위험한 공종 중의 하나이다. 해체 시 가시설의 구조적 안전성뿐만 아니라 근로자의 작업안전성도 필수적으로 확보되어야 한다. 우리 현장에서는 이를 해결하기 위해 다수 사례를 분석하고 상세검토를 수행하여 총 8개소의 주두부가시설을 사고없이 안전하게 해체할 수 있었다.

본 기사를 통해 주두부 가시설의 해체방법이 개선되고 유사 공법에 널리 활용되어 안전시공의 초석이 되기를 바라는 바이다. 

담당 편집위원 : 진남희(재)한국건설품질연구원 nhjin70@hanmail.net



조확신 대리는 성균관대학교 대학원 초고층장대교량학과를 졸업 후 2011년 삼성물산에 입사하여 현재 동홍천 13공구 방태천1교 구조설계 및 시공업무를 수행중에 있다.
hwakshin.cho@samsung.com



정두용 현장소장은 1981년 삼성물산 입사 후 고속도로 직무경력 14년 경력으로 현재 홍천양양 건설사업단 동홍천 13공구 현장소장을 역임 중에 있다.
jdy2520@samsung.com



이용구 팀장은 고려대학교를 졸업 후 89년 도로공사 입사, 2000년 서해대교 건설공사에 참여하였으며, 2009년 인천대교 건설공사에서 대통령 표창을 수상하였다. 현재 홍천양양 건설사업단 품질환경팀장을 역임 중에 있다.
yglee@ex.co.kr



최기배 단장은 한양대학교 대학원을 졸업 후 1987년 도로공사에 입사, 1994년 신갈-원주 확장공사에서 건설부장관 표창 및 2004년 충주-상주 건설공사에서 산업포장(대통령)을 수상하였으며, 현재 홍천양양 건설사업단장을 역임 중에 있다.
gibae@ex.co.kr