

# 50m급 이동식 긴장대의 구조특성에 관한 실험연구

김중석\*, 윤기용\*, 김용혁\*\*

\*선문대학교 토목공학과

\*\* (주)장현산업

e-mail:gooddevil82@nate.com

## An Experimental Study on Structural Characteristics of 50m span Portable Prestressing Bed

Jong-Suk Kim\*, Ki-Yong Yoon\*, Yong-Hyeog Kim\*\*

\*Dept of Civil Engineering, SunMoon University

\*\*JANGHEON Industry.

### 요 약

본 연구는 50m급 프리텐션 방식의 PSC 거더를 제작할 수 있는 이동식 긴장대의 실험결과를 분석하여 이동식 긴장대의 구조 성능을 평가한 것이다. 현재 사용되는 프리텐션 방식의 PSC 거더는 공장에서 제작, 운반하여 현장에서 가설하는 방식이나 도로주행 여건에 의해 운반 가능한 부재의 크기가 제한됨에 따라 운반이 가능한 소규모 부재에만 프리텐션 방식이 적용되고 있다. 이에 본 연구에서는 현장에서 프리텐션 방식으로 PSC 거더를 제작할 수 있는 이동식 긴장대를 개발하고자 한다. 본 논문에서는 50m급 PSC 거더를 생산할 수 있는 이동식 긴장대를 제작, 실험하여 실험결과를 통하여 각 구성 요소가 이동식 긴장대에 작용하는 긴장력에 저항하는 메카니즘을 파악하여 개발하고자 하는 이동식 긴장대의 구조적 특성을 파악하고자 하였다.

### 1. 서론

국토해양부의 통계자료에 의하면 2007년까지 완공된 도로교의 수는 총24,923개소(연장 2,289km)에 달하면 2003년에서 2007년 사이에 건설된 전체 교량의 25~30%가 PSC I형 교량으로 가설되었다.(국토해양부, 2008) 프리캐스트 부재를 제작하는 방법에는 콘크리트 타설 후에 강연선을 긴장하는 포스트텐션 방식과 강연선을 긴장한 후에 콘크리트를 타설하는 프리텐션 방식이 사용 되는데 현재 국내에서 PSC 거더의 제작은 주로 포스트텐션 방식을 사용하고 있다. 포스트텐션 방식은 콘크리트 양생 후 긴장력을 도입하여 제작회전율이 높은 특성을 가지나 쉬스, 그라우팅, 정착장치 등이 요구되어 조립과정이 복잡하고 제작단가가 높다. 교량에 적용되는 PSC 거더를 포스트텐션 방식 대신에 프리텐션 방식으로 제작한다면 제작단가를 대폭 감소시킬 수 있을 것이다. 그러나 교량용 PSC 거더의 길이가 일반적으로 30~50m이므로 공장에서 제작하여 현장으로 운반하는 것은 운반비용의 상승 및 운반 가능한 크기도 제한을 받게 된다. 운반의 문제를 해결하기 위해서는

현장에서 PSC 거더를 제작하여야 하는데 현장에 긴장대를 고정식으로 설치하는 것은 제작단가의 상승으로 이어져 경제성을 잃게 된다. 따라서 여러 현장에서 사용할 수 있도록 이동식 긴장대를 제작한다면 경제성을 갖춘 프리텐션 방식의 PSC 거더 생산이 가능할 것이다.

본 연구는 운반문제를 해결하고 경제성을 확보한 30~50m급 프리텐션 방식의 PSC 거더를 제작하기 위하여 이동식 긴장대를 개발하고자하는 연구이다. 50m에 달하는 PSC 거더에는 약 10MN에 이르는 매우 큰 긴장력이 가해져 이동식 긴장대가 콘크리트 양생전까지 이 긴장력을 저항하여야 한다. 따라서 이동식 긴장대는 하중에 대한 안전성과 좌굴에 대한 안정성을 확보하여야 한다. 본 논문에서는 이동식 긴장대의 각 구성요소가 긴장력에 대하여 어떠한 거동을 하는지 파악하기 위하여 50m정도의 PSC 거더를 생산할 수 있는 51m크기의 이동식 긴장대를 실험용으로 제작하고 실험을 통해 구조적인 성능과 거동 특성을 파악하고자 한다.

## 2. 실험체의 설계 및 제작

이동식 긴장대는 그림 1과 같이 바닥판 블록과 정착블록, 긴장대거더(단부거더, 중간거더)로 구성되는데 각 구성요소의 이동을 고려하여 길이 12m 이내, 무게 200kN 내외로 제작하여 현장에서 조립한다. 정착블록 및 긴장대 거더에 사용된 강종은 SS400이고, 중간거더는 H형강(H-808×302×16×30, 단면적:30,760 mm<sup>2</sup>) 2개를 용접이음으로 제작하였다. 바닥판 블록은 M22 볼트로 긴장대거더와 체결하여 긴장력 도입시 긴장대 거더의 좌굴 발생을 억제한다. 바닥판 블록에 사용한 콘크리트의 설계기준강도는 60MPa이다. 각 구성요소를 운반하여 현장에서 이들을 조립하여 긴장대로 사용하게 된다. 이동식 긴장대는 50m급 PSC 거더를 제작할 수 있도록 설계 하였고, 구조특성을 파악하기 위한 실험체는 단부거더(길이: 3.5m 2개)와 중간거더(길이: 10m 2개, 길이: 8m 3개)를 조립, 총길이 51m로 제작하여 50m에 달하는 PSC 거더를 생산할 수 있다.

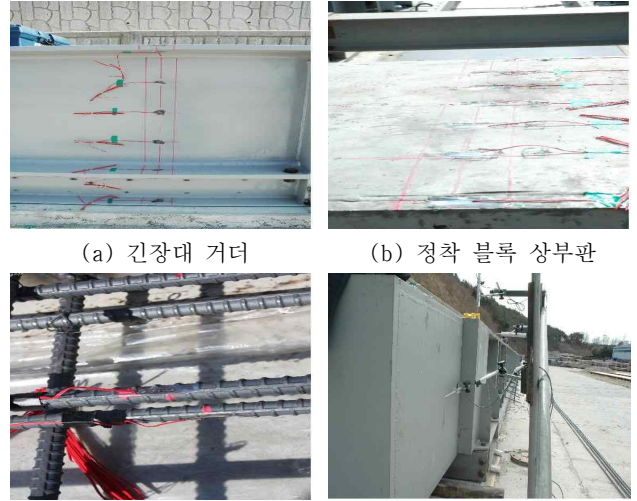


(a) 바닥판 블록 (b) 정착 블록  
(c) 단부거더 (d) 중간거더  
[그림 1] 이동식 긴장대 구성요소

## 3. 실험방법 및 결과

이동식 긴장대 각 구성요소의 응력전달상태를 파악하기 위하여 긴장대 거더의 3개소(종방향으로 1/2 지점 좌,우 2개소, 1/4지점 1개소)와 정착블록의 상부판, 바닥판 블록의 중앙지점 내부철근등에 총 40개의 스트레인 게이지를 부착하였다. 편심의 영향을 최소화하기 위해 긴장력은 긴장대 거더의 도심에 작용하도록 하였으며, 정착블록에서 강연선을 긴장, 정착하여 1본당 177.5kN(1차긴장시 40.846kN, 2차긴장

시 136.654kN)씩 총 52본의 강연선을 긴장하여 총 긴장력은 9,230kN이 가력된다. 실험은 정착블록의 동일한 위치의 좌,우측 강연선을 번갈아가며 긴장하였다. 각 강연선의 긴장이 완료된 시점에 계측장비(UCAM-500A)를 사용하여 변형율을 측정하였다. 긴장력 가력시 이동식 긴장대의 거동을 파악하기 위하여 단부거더에 3개의 변위계를 설치하여 종방향, 횡방향, 상하변위를 측정하였다.



(a) 긴장대 거더 (b) 정착 블록 상부판  
(c) 바닥판 내부철근 (d) 변위계  
[그림 2] 스트레인 게이지 부착 및 변위계 설치

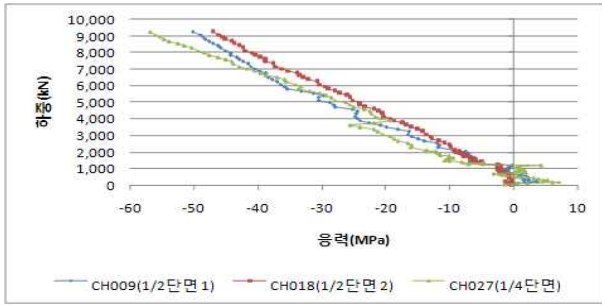


[그림 3] 긴장력 도입

## 4. 실험 결과

### 4.1 긴장력 재하단계에 따른 변형율 및 응력분포

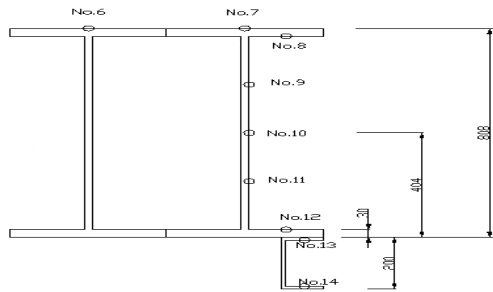
긴장력 재하단계별 긴장대 거더 복부판에서의 응력은 그림 4와 같다. 하중 스텝에 따라 발생하는 응력은 선형거동을 보이며 최대 발생하는 응력이 56.7MPa로 허용치 이내로 가력하중에 대해 안전성은 확보하는 것으로 판단된다.



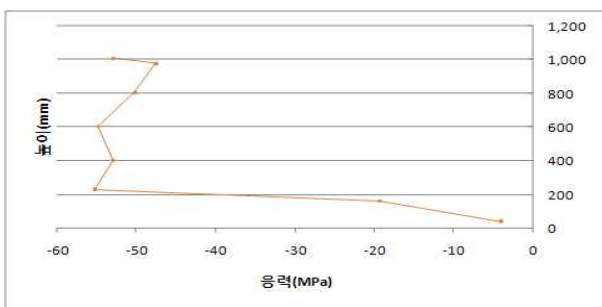
[그림 4] 하중 재하단계별 동일위치의 복부판 응력

4.2 1/2지점에서의 높이에 따른 응력분포

단면에 부착한 게이지 위치는 그림 5와 같으며 단면 1개소에 총 9개의 스트레인 게이지를 부착하였다. 최대 긴장력 작용시 거더 높이에 따른 응력분포는 그림 6과 같다. 거더부에는 전단면에 거의 동일한 하중이 전달되는 것으로 보아 하중작용점과 합성 단면의 도심의 위치가 거의 일치하여 압축력만 전달되는 판단된다. 바닥판 블록으로 일정부분의 하중이 전달되나 합성정도는 낮은 것으로 판단된다.



[그림 5] 단면내 게이지 부착위치

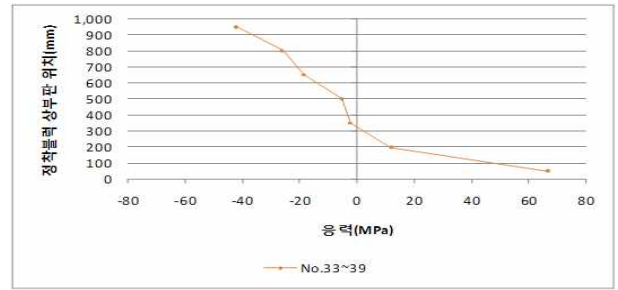


[그림 6] 거더 높이에 따른 응력 분포

4.3 정착블럭 상부판에서의 응력분포

최대 긴장력 작용시 정착블럭 상부판의 응력분포는 그림 7과 같다. 그림과 같이 긴장력이 작용하는 부분과 가까운 지점에서는 압축력이 발생하고 멀어짐에 따라서 인장력이 발생하게 된다. 정착블럭 상부판은 가력하중에 대해 휨거동을 하며 최대 긴장력 도입시 측정되는 응력은 도로교 설계기준에서 제시

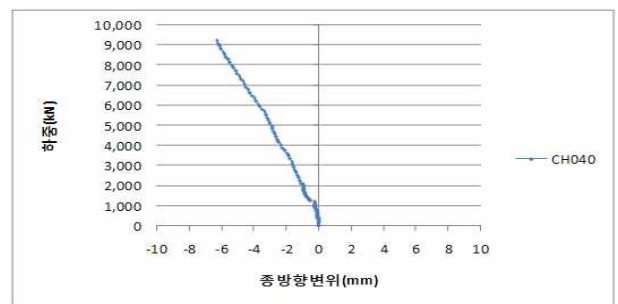
하는 140MPa 이내로 가력하중에 대해 안전성은 확보하고 있는 것으로 판단된다.



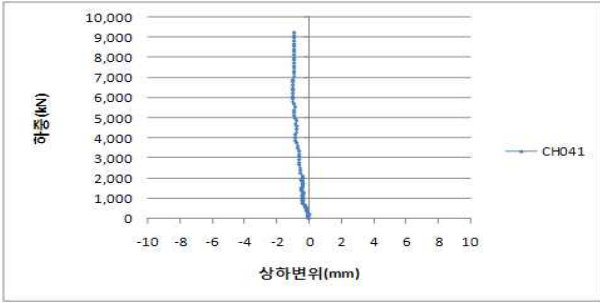
[그림 7] 정착블럭 상부판 응력분포

4.4 단부거더에서의 변위

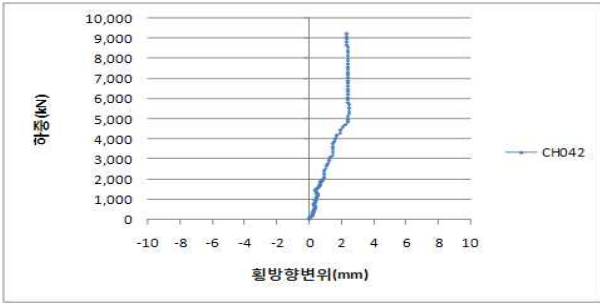
이동식 긴장대 실험체는 평지위에 얹어놓아 가해지는 긴장력에 대해 이동식 긴장대 자중에 의해 저항하는 구조이다. 매우 강한 압축력이 작용시 양쪽 단부거더의 들림이나 종방향, 횡방향 거동을 파악하기 위해 그림과 2와같이 3개의 변위계를 설치하였다. 9,230kN의 긴장력이 도입되었을 때 상부플랜지에서의 최대 횡방향 변위(그림 10)는 2.35mm로 이동식 긴장대의 변위가 거의 발생하지 않는 것으로 측정되었다. 이는 가력되는 하중에 의해 긴장대 거더의 횡비틀 좌굴이 발생하지 않았음을 의미한다. 그림 9의 플랜지 상하변위를 측정된 결과 0.92mm로 가력하중에 대해 들림현상도 없는 것으로 파악되었다. 측정결과 횡방향 및 상하변위는 거의 발생하지 않았으며 하중 가력시 종방향으로 6.31mm의 변위가 측정되어 거더에 작용하는 압축력에 대하여 이동식 긴장대가 수축되는 현상이 발생함을 파악하였다. 수축된 길이를 이용하여 계산해 본 결과 변형율은  $2.47 \times 10^{-4}$  strain 으로 탄성계수(210GPa)를 고려하면 대략 52MPa의 응력이 계산되어진다. 측정된 실험결과와 유사하며 가력하중이 압축력으로만 전달되는 것으로 파악하였다. 이는 하중작용점과 단면의 도심이 거의 일치하는 것으로 판단된다.



[그림 8] 종방향변위



[그림 9] 상하변위



[그림 10] 횡방향변위

### 5. 결론

본 연구를 통해 다음과 같은 결과를 파악하였다.

1. 하중재하단계에 따라 거더에 발생하는 응력은 선형거동을 하며 가력하중에 대한 안전성은 확보하였다.
2. 최대 하중 가력시 정착블럭의 상부관에 발생하는 응력은 휨거동을 하며 가력하중에 대한 안전성은 확보하였다.
3. 가력된 하중에 의해 측정된 횡방향 및 상하변위가 거의 발생하지 않음으로 보아 좌굴은 발생하지 않았다.
4. 종방향 변위를 이용하여 계산한 응력결과와 최대 하중 가력시 측정된 결과가 유사하며 이는 가력된 하중이 압축력으로만 전달된다.

### 감사의 글

본 연구는 중소기업청 지원 산학연공동기술개발지원 사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

- [1] 건설교통부(2005), 도로교설계기준
- [2] 국토해양부(2008), 국토해양통계연보 도로교량 및 터널현황

- [3] 김종석, 윤기용, “이동식 긴장대의 구조특성에 관한 실험 연구”, 한국방재학회 학술발표대회논문집, pp. 456-459, 2010.
- [4] 김종석, 윤기용, 김용혁, “이동식 긴장대의 구조특성에 관한 성능평가”, 한국산학기술학회 춘계학술발표대회논문집, pp. 645-648, 2010.