

윤하중조건에서의 프리캐스트 콘크리트 바닥판 거동 특성

Behaviors of Precast Concrete Bridge Decks under Wheel Load

주봉철* 박홍석** 김영진** 송재준***
Joo, Bong Chul Park, Hung Seok Kim, Young Jin Song, Jae Joon

ABSTRACT

For checking influence of load-position and system of stress-transmission in precast concrete bridge deck system, the test composite bridge was made a experiment by the wheel load machine. The result of experiment was the loop joint system of the precast decks has a difference which was the transmission system of longitudinal stress, comparing with general RC bridge deck system. The loop joint system has a behavior independently.

1. 서론

그동안 교량 바닥판 건설은 주로 현장에서 거푸집을 설치하고 콘크리트를 타설하는 경우가 많았다. 그러나 최근 들어 고품질의 바닥판을 짧은 시간에 건설해야 하는 사회적 요구를 충족시키기 위해 프리캐스트 교량 바닥판의 적용이 불가피 해지는 실정에 이르렀다. 그러나 국내 연구와 경험은 아직 부족한 실정에 있어서 이를 위한 연구가 현재 활발히 진행 중에 있다. 교량 바닥판 실험의 경우 현재 국내 실험실 사정으로 고정점 재하 실험이 주로 이루어지고 있어 실제 교량 바닥판 파괴 양상과는 상이한 패턴을 나타내고 있다. 이를 개선하고자 하는 노력의 일환으로 한국건설기술연구원은 실제 차량하중과 유사한 이동하중조건을 구현할 수 있는 윤하중 실험기를 개발하여 현재 운영 중에 있다. 개발된 윤하중 실험기는 손쉽게 하중의 위치를 이동할 수 있어 다양한 하중조건을 재현할 수 있다.

본 연구는 윤하중 실험기를 이용하여 프리캐스트 교량 바닥판이 루프철근 접이음방법으로 연결되고, 강거더와 스테드 전단연결방법으로 합성된 프리캐스트 콘크리트 강합성 교량을 대상으로 차량(이동)하중의 위치를 다양하게 변화시켜 이에 따른 프리캐스트 콘크리트의 거동특성과 바닥판간 이음부의 응력전달 구조를 확인하는데 그 목적이 있다.

2. 실험체 설계

본 연구의 대상교량은 강합성 Multi-Girder 교량으로 실험체는 대상교량 중 교축직각방향으로 2개의 거더를

*정회원, 한국건설기술연구원 구조연구부 연구원

**정회원, 한국건설기술연구원 구조연구부 수석연구원

***정회원, 한국건설기술연구원 구조연구부 선임연구원

포함하고 교축방향으로 3개의 프리캐스트 바닥판을 포함하는 부분 모델로 설계하였다. 실제 교량에서는 거더의 교축방향 곡률이 존재하나, 순수 바닥판 거동특성을 파악하기 위하여 본 연구에서는 거더의 교축방향 모멘트는 구속하였다. 본 연구에서 적용한 실험체는 바닥판 폭 3.7m, 교축방향 길이 6m의 강합성 교량 프리캐스트 콘크리트 바닥판 실험체로 2.5m의 거더 간격과 220mm의 두께를 갖고 있다. 또한 교축직각방향으로 Prestress가 도입되어 있으며 교축방향으로 30cm의 연결부 길이를 갖는 루프철근 접이음방법으로 연결되었고, 거더와의 합성은 스티드 전단연결재를 이용하여 합성하였다. 바닥판간 이음부는 교축직각방향 보강철근을 배근한 후 팽창 모르타르로 채웠으며, 전단포켓과 베딩층은 무수축 모르타르로 채웠다. 그림 1은 바닥판 패널을 나타낸 그림으로써 교축방향 2m 길이로 제작하였다. 그림 2는 프리캐스트 콘크리트 바닥판 실험체가 합성 제작되어 실험 중인 모습이고, 그림 3은 하중조건과 실험체에 설치된 철근과 게이지의 위치를 나타낸 그림이다. 하중조건은 총 4가지로 바닥판 중앙, 다음 바닥판 패널 중앙과 이음부 측면, 그리고 이음부로 구분하여 차량하중(DB24 후륜 축하중)을 재하하였다.

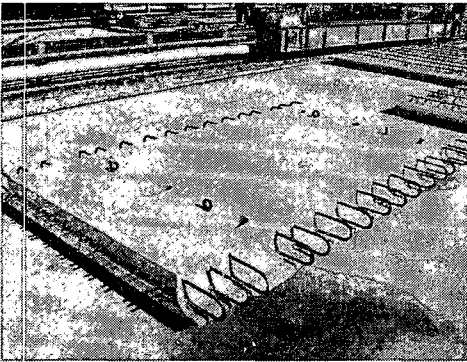


그림 1. 프리캐스트 바닥판 실험체 패널

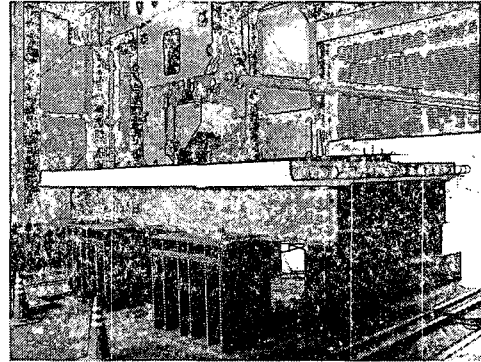


그림 2. 실험중인 프리캐스트 바닥판 실험체

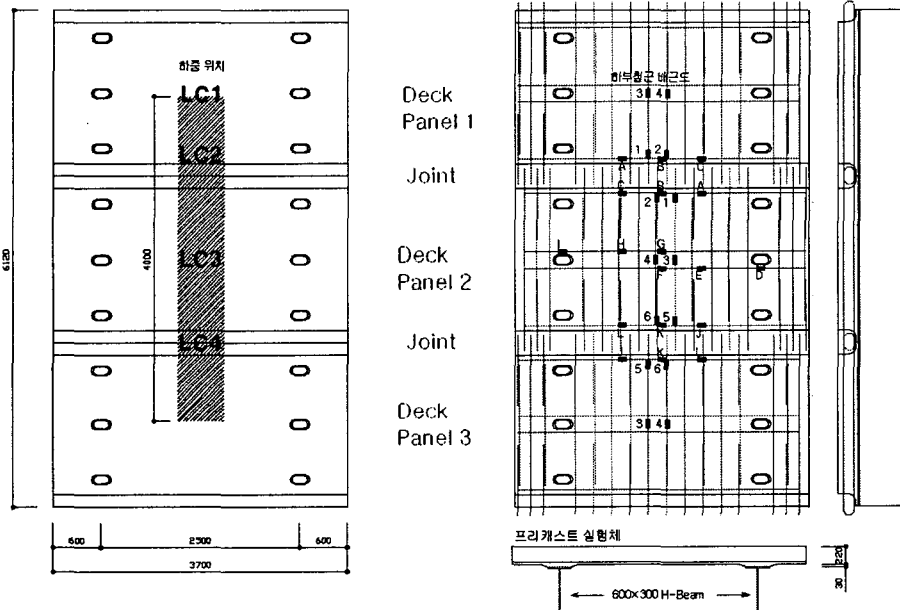


그림 3. 프리캐스트 바닥판 실험체의 하중조건 및 철근 상세도

3. 실험 결과

3.1 처짐 특성

그림 4는 하중 위치에 따른 처짐특성을 나타낸 그림이다. 하중 위치에 따른 처짐곡선은 대부분 유사한 경향을 나타내고 있는 것으로 확인되었다. 하중이 프리캐스트 바닥판 패널 중앙에 위치한 경우(LC3)와 바닥판간 이음부에 위치한 경우(LC4)의 최대 처짐량과 곡률 패턴이 유사한 경향을 나타내고 있으며, LC1의 경우 Deck1에서 Deck3까지의 처짐변화량이 원만한 것으로 확인되어, 본 연구에서 검토한 바닥판간 이음방법은 전체적인 프리캐스트 바닥판의 휨곡률 전달에 특별한 무리가 없는 것으로 판단된다.

3.2 응력 특성

그림 5는 하중위치에 따른 교축직각방향으로 배근된 하부철근의 변형률을 나타낸 그림으로 하중 위치에 따른 프리캐스트 바닥판의 교축직각방향 응력 분포를 알 수 있다. 앞서 처짐 특성과 유사한 경향을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 그림 6은 하중위치에 따른 교축방향으로 배근된 철근의 변형률을 나타낸 그림이다. 교축방향 변형률은 교축직각방향의 변형률과는 달리 바닥판간 이음부에서 응력 전달이 원만하지 않은 것으로 나타났다. 전체적인 변형률

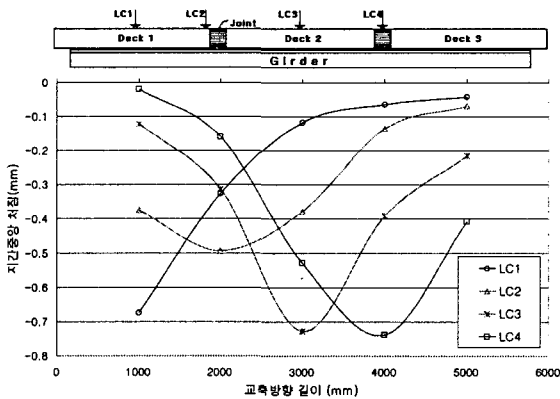


그림 4. 하중위치에 따른 바닥판 처짐 특성

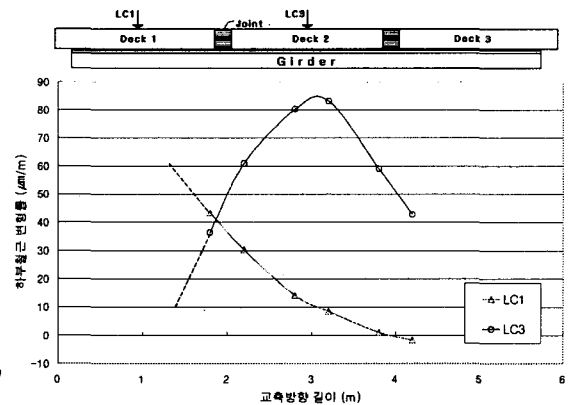
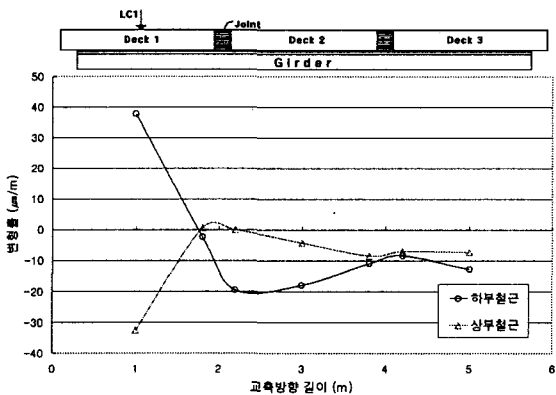
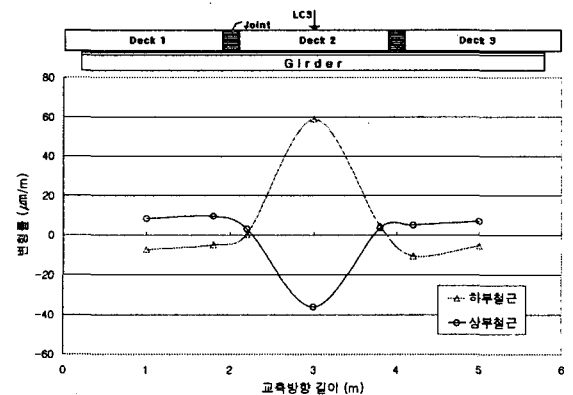


그림 5. 하중위치에 따른 교축직각방향 변형률 특성



(a) LC1의 하중위치 일때



(b) LC3의 하중위치 일때

그림 6. 하중위치에 따른 교축방향 변형률 특성

특성은 바닥판 패널 중앙의 휨곡률이 바닥판간 이음부에서 그 방향이 변하는 것으로 확인되었다. 또한 바닥판간 이음부에서 압축응력보다 인장응력 전달이 보다 크게 왜곡되는 것으로 나타났다. 이와 같은 경향은 LC1의 경우가 LC3의 경우보다 크게 나타났으며 이는 Deck 1, 3은 좌우 바닥판간 이음부 한쪽이 개방되어 있는 것에 기인하는 것으로 판단된다.

3.3 바닥판간 이음부 특성

위와 같은 바닥판간 이음부의 교축방향 응력특성은 프리캐스트 바닥판간 이음부가 그림 7(a)과 같은 응력전달 구조에 의한 것으로 판단된다. 일반적인 현장타설 바닥판은 대부분 철근이 연속적으로 배근되어 있으며, 콘크리트의 재질도 일정하여 그림 7(b)와 같이 바닥판의 교축방향 휨곡률변화가 완만하다. 그러나 본 연구에서 검토 중인 프리캐스트 바닥판간 이음부는 전체적으로 볼 때, 바닥판간 이음부가 독립적으로 거동하며 루프철근만으로 연결되어 있는 양상을 나타내고 있다. 또한 이음부 내부적으로는 좌우 바닥판에서 연장된 루프철근으로 인한 맞물림 토션이 발생하고 있다. 이와 같은 내부적인 응력흐름 속에서 인장응력의 왜곡이 발생하는 것으로 추정되며 이에 대한 보다 명확한 확인은 맞물림 토션에 대한 추가적인 연구를 통하여 가능할 것으로 판단된다.

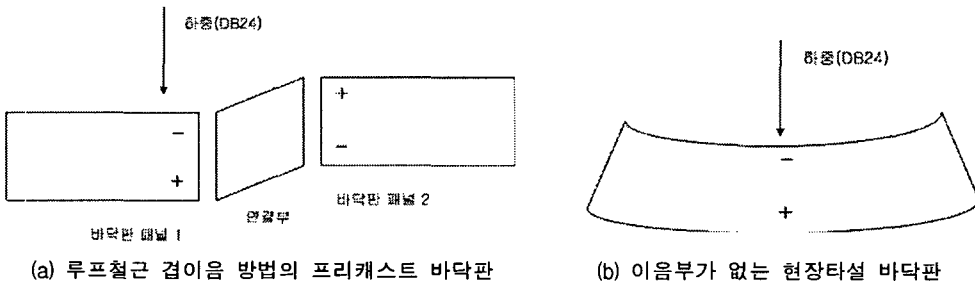


그림 7. 프리캐스트 콘크리트 바닥판간 이음부의 종방향 응력 전달구조

4. 결론

윤하중 실험기를 사용하여 다양한 하중조건을 구현하고 이에 따른 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 거동특성을 확인한 결과, 루프철근 겹이음방법으로 연결된 프리캐스트 바닥판은 교축방향 곡률 전달에는 문제가 없는 것으로 나타났으나 바닥판간 이음부의 응력전달 구조가 일반적인 현장타설 바닥판과 상이하여 본 연구에서 검토한 루프철근 겹이음방법으로 프리캐스트 바닥판을 연결하는 경우, 이에 대한 구조적 검토가 꼭 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 박홍석 등(2004) 장수명 합리화 바닥판 개발 -프리캐스트 콘크리트 바닥판-. 연구보고서, 건기연 2004-054, 한국건설기술연구원
2. 김성운 등(2000) 프리캐스트 콘크리트 교량 바닥판의 개발 및 실용화. 연구보고서, R&D/96-0044, 건설교통부