

PSC 거더와 프리캐스트 바닥판간 부착 강도 평가를 위한 실험적 연구

Experimental Study on Behavior of Bonding between PSC Girders and Precast Decks

김 인 규* 정 철 현** 심창수*** 김 성 운****
Kim, In Gyu Chung, Chul Hun Shim, Chang Su Kim, Seong Woon

ABSTRACT

The full-width, full-depth precast panel system is very efficient for the rehabilitation of deteriorated decks as well as for new bridge construction.. The horizontal bond strength at the interface between the two interconnected elements is of primary importance in order to achieve composite action. The strength of the bond between the two precast members should be high enough to prevent any progressive slip from taking place. However, the case when both of the interconnected elements are precast members bonded by means of grout, is not currently addressed by KBDC or AASHTO. This is the main impetus for this study. A total 43 push-off tests were performed to evaluate the horizontal bond strength and to recommend the best practice for the system. Test parameters included different interface surface conditions, different amount and different types of shear connectors. The presence of the shear keys at the top surface of the beam increased the interface bond capacity tremendously compared to the bond capacity with a different surface conditions.

1. 서 론

국내에서 강거더에 합성되는 프리캐스트 교량바닥판 시스템에 대한 실용화 연구가 완료되어 도로공사 중부내륙고속도로에 실 시공이 이루어짐으로서 향후 강 거더와 합성되는 합성형 교량분야에서 활발한 적용이 예상된다(대우건설&도로공사&서울대학교, 2000, 2001). 선행 연구에서 개발된 프리캐스트 콘크리트 바닥판은 강거더를 갖는 합성형교에 적용이 제한되어 있으나, 현재 국내 교량 시공분야에서는 강합성형거더교와 비교하여 PSC 거더를 갖는 합성형교의 시공이 더 많은 비중을 차지하고 있다. 따라서 기 개발된 프리캐스트 콘크리트 바닥판에 PSC 거더 사이의 수평전단 전달에 적합한 연결부가 도입되어 소요의 전단강도가 확보된다면 프리캐스트 교량바닥판은 PSC 거더에도 효율적으로 적용이 가능할 것으로 판단된다.

*정회원 · 대우건설기술연구소 토목연구팀 선임연구원
**정회원 · 단국대학교 토목환경공학과 교수
***정회원 · 중앙대학교 토목환경공학과 교수
****정회원 · 대우건설기술연구소 토목연구팀 연구위원

프리캐스트 교량바닥판을 PSC 거더에 적용할 경우 기 연구된 프리캐스트 교량바닥판 이음부의 형상, 바닥판간 연결 방식 등은 PSC 합성거더교에 그대로 적용이 가능할 것으로 판단되지만(정철현&심창수&김영진 외, 1999) 프리캐스트 콘크리트 바닥판과 PSC 거더의 합성을 위하여 몇 가지의 추가 연구가 필요하다. 우선 기존 현장타설 교량바닥판에서 그림 1과 같은 PSC 거더에 배치되는 전단 스테럽 설계 및 시공법으로는 규칙적인 전단포켓으로 구성되는 프리캐스트 교량바닥판과의 합성이 어렵다. 프리캐스트 콘크리트 바닥판과 PSC 거더의 완전 합성을 이루기 위해서는 전단연결재의 설계 및 배치방법은 그림 2에서와 같은 방법으로의 변화가 불가피하다. 따라서 새로 제안된 전단연결재에 대하여 설계 및 시공을 위한 구조상세 및 성능평가를 통해 가장 안전하고 합리적인 전단연결재가 제시되어야 한다.

먼저 본 연구에서는 베딩층이 존재하는 PSC 거더와 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 접합면에 대하여 마찰면의 특성에 따른 수평전단 실험을 수행하였다. 전단연결재 설치 유무에 따라 프리캐스트 바닥판과 PSC 거더 접합면만의 부착강도를 평가하기 위해 실험변수를 접촉면의 표면상태를 매끈한 면, 거친 면 및 전단키가 있는 면 등 3가지로 구분하고 접촉면의 부착강도 특성을 평가하고자 하였다.

2. 실험적 연구

2.1 실험부재

프리캐스트 콘크리트 바닥판과 PSC 거더 접합면에서의 수평전단강도를 평가하기 위하여 43개의 수평전단 실험부재를 제작하였다. 실험부재는 그림 2에서 프리캐스트 콘크리트 바닥판을 모사한 상부실험체와 PSC 거더를 모사한 하부실험체로 구성된다. 두 실험부재는 합성은 프리캐스트 콘크리트 바닥판 전단포켓부로 타설되는 무수축모르타에 의해서 접합이 이루어지며, 이들 실험부재 사이에는 베딩층이 존재하게 된다. 프리캐스트 콘크리트 바닥판과 접합되는 PSC 거더를 모사한 실험부재 접촉면은 표면상태에 따른 부착력을 평가하기 위하여 표면상태가 매끈한 경우, 매끈하면서 전단키를 설치한 경우, 표면을 거칠게 처리한 경우를 고려하여 실험부재를 제작하였다. 전단키는 200mm x 200mm 정사각형 형상에 10mm의 깊이를 갖도록 하였으며, 전단키의 형상은 그림 3과 같다. 표면 거칠기는 콘크리트가 굳은 후 표면에 약 7mm 정도의 깊이로 격자모양의 홈집을 내어 제작하였다.

프리캐스트 바닥판과 PSC 거더의 합성을 도모하기 위한 전단연결재는 전단 스테럽과 스테르드를 변수로 하였다. 직경에 따른 전단강도를 평가하기 위하여 스테럽은 직경 D13, D16, D19를 스테르드는

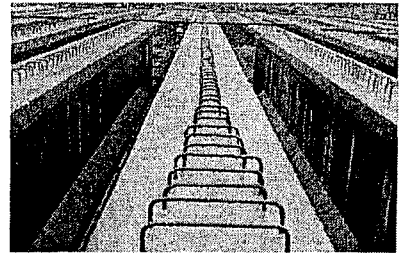


그림 1 현장타설 교량바닥판 적용시 전단스텝 배치 형상

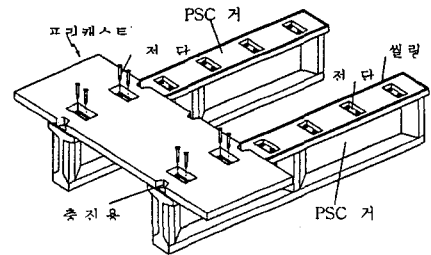


그림 2 프리캐스트 바닥판과 PSC 거더의 합성

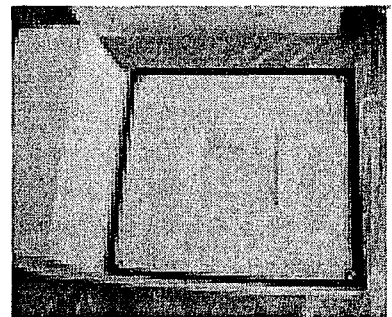


그림 3 전단키형상

D16, D19, D22를 변수로 실험부재를 제작하였다. 전단연결재는 시공성을 고려하여 볼트식으로 제작하여 PSC 거더위에 프리캐스트 바닥판 거치후 전단포켓부로 설치가 가능하게 하였다. 전단연결재의 배치형태는 전단연결재가 없는 경우와 1열 배치와 2열 배치를 고려하였으며, 그림 4와 같은 제작과정을 거쳐 총 43개의 시험체를 제작하였다.

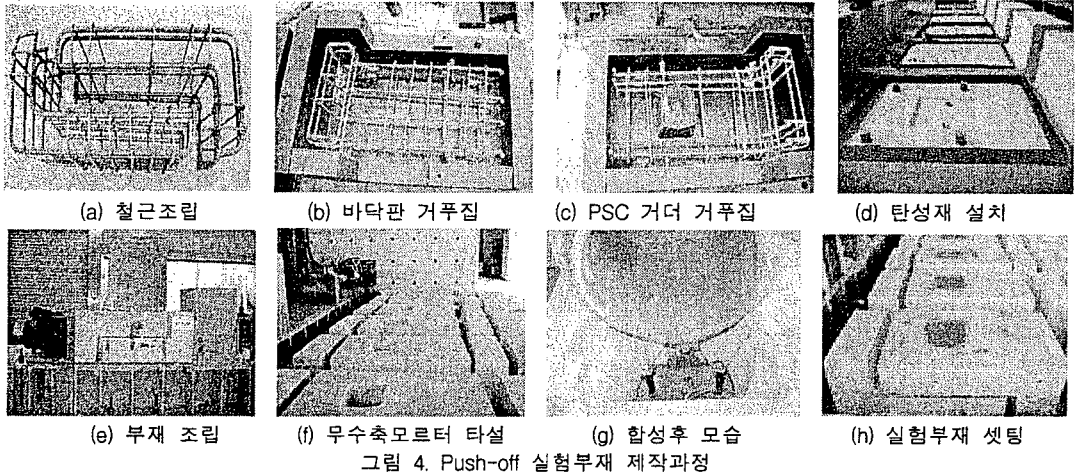


그림 4. Push-off 실험부재 제작과정

2.2 재료성질 및 하중재하

콘크리트의 배합 설계강도는 35N/mm^2 이며, 무수축모르타의 압축강도는 40N/mm^2 이다. 본 연구에서는 프리캐스트 콘크리트 바닥판과 PSC 거더 접합면의 부착강도를 평가하기 위하여 수평전단실험을 수행하였다. 하중재하시 수평하중은 $600\text{mm} \times 400\text{mm}$ 인 재하판을 통해서 $1\text{mm}/150\text{sec}$ 의 변위제어 방식으로 하중을 재하하였다. 실험을 수행하는 동안 실험부재 양쪽에 설치된 LVDT를 통해서 프리캐스트 콘크리트 바닥판과 PSC 거더의 상대변위 변화량을 나타내는 하중-슬립곡선을 측정하였으며, 하중재하 형상은 그림 5와 같다.

3. 실험결과

수평전단 실험결과 전단연결재가 없는 시험체는 모든 시험체에서 접합면의 부착이 파괴되는 순간에 최대하중에 도달하였다. 전단연결재가 있는 경우에는 시험체의 일부는 부착이 파괴되는 직후에 최대하중에 도달하고, 일부는 부착이 파괴된 후, 어느 정도 상대변위가 증가하다가 최대하중에 도달하는 것으로 나타났다. 전단연결재가 없는 경우에는 부착균열이 발생한 후, 급속히 전단내력이 감소하였으며, 전단연결재가 있는 경우에는 접촉면의 표면상태에 따라 차이는 있지만 부착이 파괴된 후 전단내력이 급속히 감소되는 것이 아니고 일정량의 큰 상대변위를 유지하다가 전단내력이 상실되는 것이 확인되었다. 수평전단 시험에서 측정된 하중-슬립곡선에서 부착강도는 상대변위가 0.2mm 발생한 시점에서의 값을 기준으로 결정하였다.

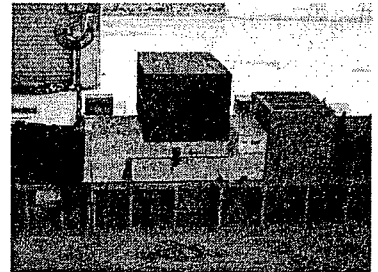


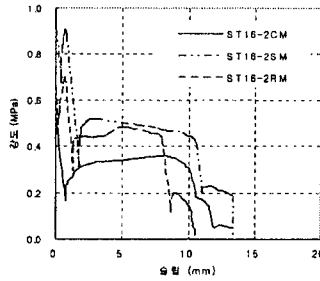
그림 5. 수평전단실험 전경

전단연결재가 없는 경우 접촉면 표면상태에 따른 수평전단 실험결과에서 보면 부착강도의 크기는 전단키를 두는 경우, 면을 거칠게 하는 경우, 매끈한 경우 순으로 나타났다. 각 시험체에서 측정된 부착강도를 표면상태에 따라 평균값을 구하면 단키를 두는 경우가 매끈한 상태보다 약 30% 정도 부착

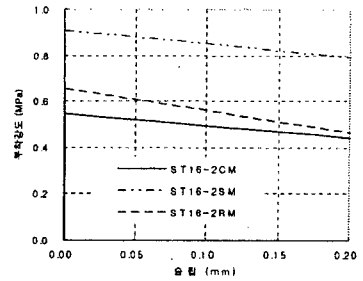
강도가 증가하며, 면을 거칠게 하는 경우는 약 13% 정도 부착강도가 증가하는 결과를 보였다. 전단연결재로 스티럽을 사용한 경우와 스티드를 사용한 경우 표면상태에 따른 수평전단 실험결과를 대표적으로 그림 6과 그림 7에 나타내었다. 이상의 결과에서 보면, 프리캐스트 바닥판과 PSC 거더 접합면의 표면상태에 따른 부착강도는 전단연결재의 존재 유무에 관계없이 전단키를 두는 경우가 가장 큰 것으로 나타났으며, 표면상태를 거칠게 하는 경우는 매끈한 경우에 비해서는 부착강도가 증가하지만 전단키를 두는 경우보다는 효과가 떨어지는 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 프리캐스트 콘크리트 교량바닥판과 PSC 거더 접합면의 부착강도를 평가하기 위한 수평전단실험을 수행하였다. 접합면의 표면상태(매끈한 경우, 전단키가 있는 경우, 면을 거칠게 한 경우), 전단연결재의 설치 유무, 전단연결재의 종류 및 배근량 등을 주요 변수로 실험을 수행하여 각 변수들이 부착강도에 미치는 영향을 평가하였다. PSC 거더위에 프리캐스트 바닥판 거치시 부착을 위해 바닥판과 주형 사이 접합면에 베딩층이 존재하게 된다. 베딩층은 프리캐스트 바닥판에 사전에 설치된 전단포켓부로 타설되는 무수축모르터에 의해서 프리캐스트 바닥판 하면과 PSC 거더 상면 사이에서 형성되며, 이 베딩층의 두께가 부착강도에 미치는 영향을 평가하였으며 프리캐스트 바닥판과 PSC 거더 합성단면의 부착강도 평가시 무수축모르터에 의한 베딩층의 두께 영향이 반드시 고려되어야 할 것으로 판단된다.

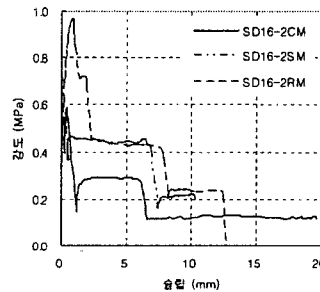


(a) 하중-슬립곡선의 전체 형상

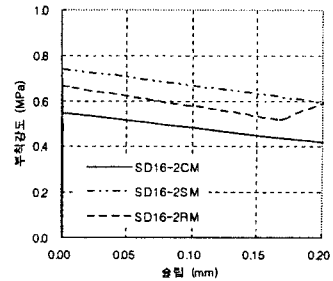


(b) 부착 손실부의 확대 형상

그림 6 스티럽 사용시 접촉면 표면상태에 따른 하중-슬립곡선



(a) 하중-슬립곡선의 전체 형상



(b) 부착 손실부의 확대 형상

그림 7 스티드 사용시 접촉면 표면상태에 따른 하중-슬립곡선

참고문헌

1. 대우건설, 한국도로공사, 서울대학교(2000) 프리캐스트 콘크리트 교량 바닥판의 개발 및 실용화, 96 연구 개발사업 최종보고서, 건설교통부, 한국건설기술연구원.
2. 대우건설기술연구소, 한국도로공사연구소(2002) 신형식 강합성형 교량 개발에 관한 연구, 2001년도 연구 보고서, 도로연 01-30.
3. Hsu, T. T. C. (1976) Horizontal Shear Tests of PCI Prestressed Composite Beams. Report to Prestressed Systems Inc.