

FRP-콘크리트 합성 바닥판과 거더와의 합성 거동 분석

Analysis of Composite Behavior between FRP-Concrete Composite Deck and Girder

조근희* 조정래* 김성태** 진원종** 김병석***
Cho, Keunhee Cho, Jeong-Rae Kim, Sung Tae Chin, Won Jong Kim, Byung-Suk

ABSTRACT

Composite behavior between FRP-concrete composite deck and girder is investigated by numerical analysis and parametric experiments. Compared to reinforced concrete deck, the weight of FRP-concrete composite deck is about 64% but the performance of composition is 90%. Therefore the FRP-concrete composite deck has the advantage of longitudinal section stiffness increase in case of composition to the girder. The experiment, according to the variation of stud diameter, stud length and bedding thickness, is carried out. As a result, the static failure strength increases as stud diameter and length increase and bedding thickness decreases.

1. 서론

바닥판과 거더의 합성 여부는 합성시 바닥판의 종방향 강성 기여도에 의해 결정된다. 기존의 철근콘크리트 바닥판은 그 기여도가 크기 때문에 거더와 합성시켜 설계하는 것이 일반적이고, 최근에 많이 연구되고 있는 FRP 바닥판은 강성 기여도가 작기 때문에 비합성으로 설계한다. 개발 중인 FRP-콘크리트 합성 바닥판에 대해서도 합성 여부를 결정하기 위하여 거더와의 합성에 따른 종방향 강성 기여도를 검토할 필요가 있다. 이에 3가지 바닥판에 대하여 거더와 합성하는 경우와 비합성하는 경우에 대해 바닥판의 종방향 강성 기여도를 해석적으로 고찰한다. 그리고 스티드를 이용한 FRP-콘크리트 합성 바닥판과 강거더와의 합성 방안에 대해 실험 연구를 통하여 정적 파괴 거동을 고찰하고자 한다.

2. 바닥판-강거더 합성거동 검토

철근콘크리트 바닥판, FRP 바닥판, FRP-콘크리트 합성 바닥판을 대상으로 강거더와의 합성 효과를 검토하였다. 이때 검토 대상 단면은 그림 1과 같으며, 거더 제원은 도로설계편람의 플레이트 거더교에 대한 설계 예를 참조하였다. 콘크리트의 강도는 240kgf/cm^2 로 강성은 $251,000\text{kgf/cm}^2$ 이고 FRP 패널의 종방향 강성은 $171,500\text{kgf/cm}^2$, 강재 탄성 계수는 $2,100,000\text{kgf/cm}^2$ 을 적용하였다.

* 정회원, 한국건설기술연구원 구조연구부 선임연구원

** 정회원, 한국건설기술연구원 구조연구부 연구원

*** 정회원, 한국건설기술연구원 구조연구부 연구위원

그림 2는 합성, 비합성에 따른 강성 증가 효과를 그래프로 표현한 것이다. 철근콘크리트 바닥판, FRP 바닥판, FRP-콘크리트 합성 바닥판의 합성에 의한 단면 강성은 거더만의 강성에 대해 각각 221%, 120%, 198%이다. 특히 FRP-콘크리트 합성 바닥판의 합성시 단면 강성은 철근콘크리트 바닥판에 대해 90%로서 상당한 강성 증가 효과를 보임을 알 수 있다. 따라서 합성 설계하는 것이 거더의 피로 측면이나 처짐 등의 사용성 측면에서 유리하다고 할 수 있다.

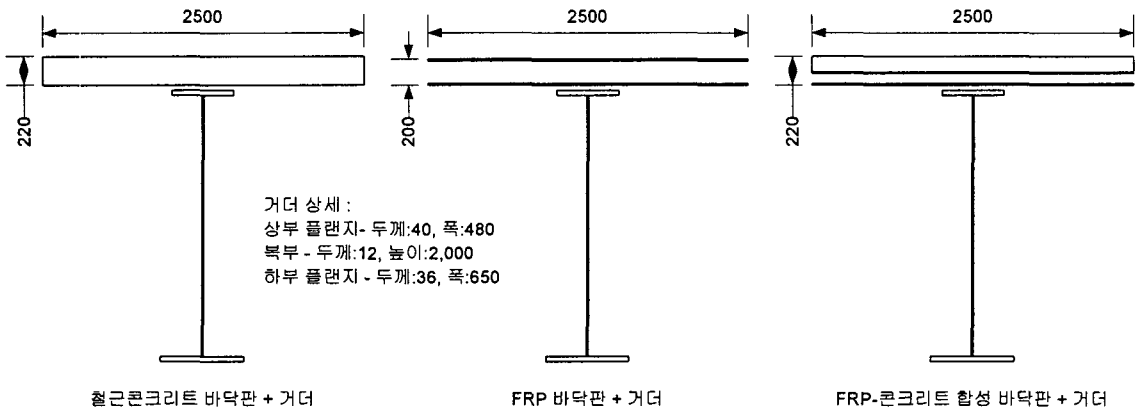


그림 1 강거더 및 바닥판 단면

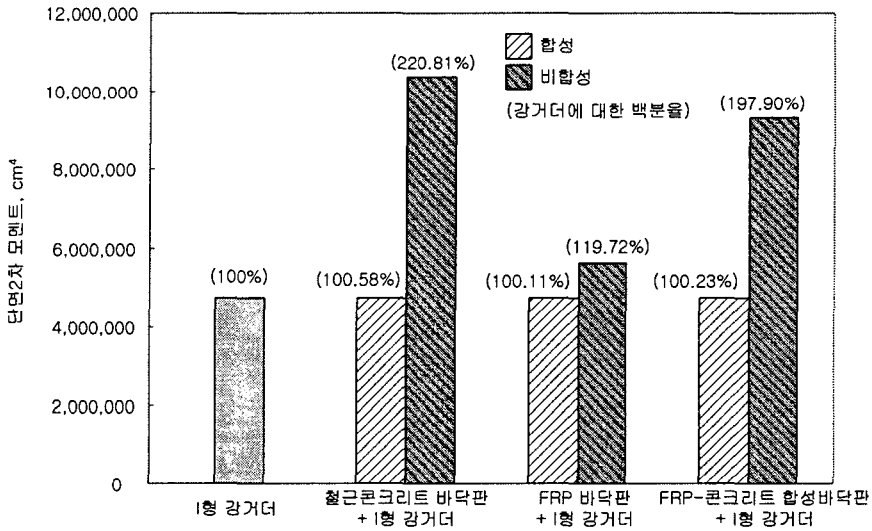


그림 2 바닥판 종류에 따른 합성 효과 비교

각 바닥판의 단위면적당 중량을 비교하였다(표 1). 이때 철근콘크리트 바닥판 및 FRP-콘크리트 합성 바닥판의 높이는 현 도로교설계기준의 바닥판 최소두께규정인 22cm를 적용하였고, FRP 바닥판은 현재 제작되어 교량에 시공되어진 제품을 기준으로 정하였다. 각각의 바닥판에 대한 단위면적당 중량을 비교한 결과 FRP-콘크리트 합성 바닥판의 중량은 콘크리트 바닥판 중량의 64% 수준이며 FRP 바

다판은 16% 수준이다. 이는 FRP-콘크리트 합성 바닥판이 기존의 콘크리트 바닥판에 비하여 상당한 사하중 감소 효과가 있음을 보여주는 것이다.

표 1 바닥판 종류에 따른 단위면적당 중량

구분	높이	단위면적당 중량	중량비
철근콘크리트 바닥판	22cm	0.55 tonf/m ²	100%
FRP 바닥판	20cm	0.09 tonf/m ²	16%
FRP-콘크리트 합성 바닥판	22cm	0.35 tonf/m ²	64%

※ 중량비는 철근콘크리트 바닥판에 대한 비

3. 거더 연결부 전단강도 실험

3.1 실험 개요

FRP-콘크리트 합성 바닥판과 강거더와의 합성에는 그림 3과 같이 강제 스테드를 사용하였다. 전단 실험에서의 실험 변수는 전단연결재의 지름, 길이, 베딩층의 두께 등을 고려하여 표 2와 같이 구성하였다. 그림 4는 실험체의 형상과 이면전단실험 방법을 보인 것이다. 콘크리트와 모르타르의 설계압축 강도는 각각 450kgf/cm², 700kgf/cm²이다.

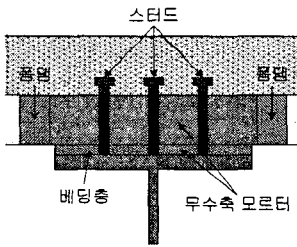


그림 3 합성 방법

표 2 전단실험체의 구성

구분	실험변수		
	베딩층 두께(mm)	스텝 지름(mm)	스텝 길이(mm)
ST-01	0	19	170
ST-02	20	19	200
ST-03	20	19	150
ST-04	20	19	170
ST-05	40	19	170
ST-06	20	22	170
ST-07	20	16	170

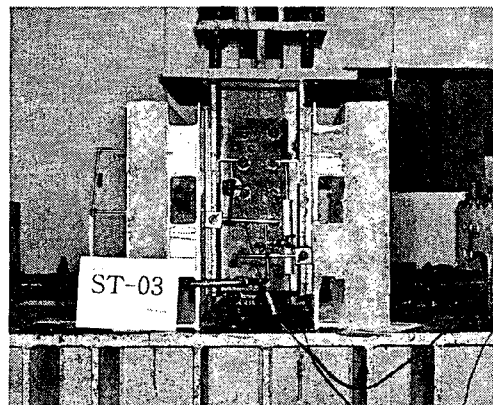
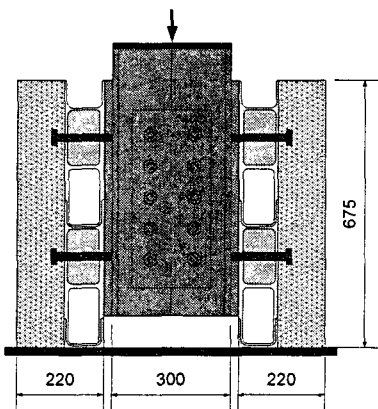


그림 4 실험체의 형상 및 실험 장면

3.2 실험결과와 분석

모든 실험체는 전단연결재의 파단에 의해 파괴되었다. 전단연결재의 파단 위치는 전단연결재의 하단의 용접목 바로 위로 하중 작용 방향과 거의 평행하게 전단파괴가 일어났다.

그림 6은 실험변수별 파괴 하중의 분포를 나타낸 것으로 스테드의 지름에 비례하여 파괴 하중이 증가함을 알 수 있으며, 스테드의 길이도 같은 양상으로 파괴 하중이 증가함을 알 수 있다. 베딩층의 두께에 따른 파괴하중의 양상은 다소 뚜렷하지는 않으나 이 또한 베딩층 모르타르층의 두께에 반비례하는 양상을 확인할 수 있다.

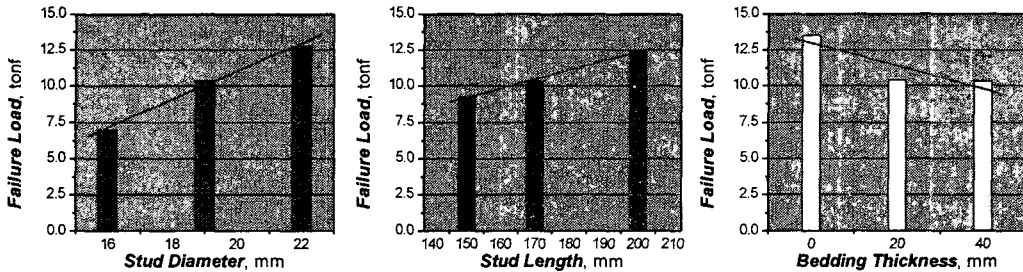


그림 6 실험변수별 파괴강도

4. 결론

FRP-콘크리트 합성 바닥판과 강거더와의 합성 효과를 해석적으로 분석하고 실험을 통하여 정적 파괴 거동을 고찰하였다. FRP-콘크리트 합성 바닥판은 철근콘크리트 바닥판에 비해 중량이 64% 정도로 가벼운 반면 강거더와의 합성 효과는 90% 정도를 보이므로 강거더와의 합성 효과가 매우 크다고 할 수 있다. 또한 강거더와의 합성 거동에 영향을 미치는 스테드 직경, 스테드 길이, 베딩층 두께 등의 변화에 대해 실험을 수행한 결과 스테드 직경이 클수록, 스테드 길이가 길수록, 베딩층 두께가 작을수록 정적 파괴 강도가 커짐을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 한국건설기술연구원의 기관고유사업인 장수명 합리화 바닥판 개발의 과제 지원금에 의해 수행된 것입니다.

참고 문헌

1. 도로교설계기준 (2000) 건설교통부, 474pages.
2. 도로설계편람 (2000) 건설교통부.
3. 조근희, 진원중, 김성태, 조정래, 김병석 (2004) "신개념 FRP·콘크리트 합성 바닥판의 거동 특성 고찰" 한국콘크리트학회 봄학술발표회 논문집, 한국콘크리트학회, pp. 400-405.