

# FRP Sheet로 보강된 콘크리트의 저속 충격 저항 성능에 대한 해석적 평가

## Analytical Study on Concrete Strengthened with FRP Sheet under Low-velocity Impact Loading

김 윤 지\*   류 두 열\*\*   이 슬 기\*   김 미 혜\*   윤 영 수\*\*\*  
Kim, Yun Ji   Yoo, Doo Yeol   Lee, Seul Kee   Kim, Mi Hye   Yoon, Young Soo

### ABSTRACT

Due to the characteristics of high toughness, FRP is a valuable material to apply to the structures that have to withstand the blast or impact loads. FEM analyses for the concrete beams flexurally strengthened in tension part with FRP sheets were performed to improve the low-velocity impact resistance.

### 요 약

FRP는 상대적으로 높은 인성으로 인해 충격하중이나 폭발하중과 같은 극한 하중으로 문제가 발생하는 구조물에 적용할 수 있다. 충격 저항성을 향상시키고자 FRP sheet를 사용하여 인장부를 보강한 콘크리트 부재의 유한요소 해석을 수행하였다.

### 1. 서 론

본 연구에서는 충격하중에 대한 저항 성능을 향상시키고자 구조물의 외부 보강재로 사용되고 있는 GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer), CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) 및 AFRP (Aramid Fiber Reinforced Polymer)로 인장부 보강된 콘크리트 부재의 저속 충격저항 성능에 대하여 유한요소 해석을 수행하고 기존의 실험 결과와 비교하였다.

### 2. 방법 및 결과

100×100×400mm 무근콘크리트 시편에 GFRP, CFRP 및 AFRP 세 가지 섬유로 인장부를 보강하여 각각의 FRP에 따른 거동을 살펴보았다. FRP 보강 콘크리트에 대한 다른 연구자들의 충격저항 실험결과를 살펴보면 보강된 부재의 파괴 형태는 대부분 디본딩에 따른 콘크리트의 인장파괴이다. 이와 같은 파괴 형태의 고려를 위해 유한요소 해석 시 Interface 부분에 관하여 Resin의 부착 성능을 다소 과소평가하였다. 해석에 사용된 FRP 및 Resin의 재료 물성치는 표 1과 같다.

\* 정회원, 고려대학교, 건축·사회환경공학부, 석사과정

\*\* 정회원, 고려대학교, 건축·사회환경공학부, 석·박사통합과정

\*\*\* 정회원, 고려대학교, 건축·사회환경공학부, 교수

표 1. FRP Sheet 및 Resin의 역학적 특성

FRP Sheet	Tensile Strength (MPa)	Elastic Modulus (GPa)	Ultimate Strain (%)	Thickness (mm)
GFRP	2300	76	3.0	0.350
CFRP	4900	230	2.1	0.111
AFRP	2880	100	2.9	0.194
Resin	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (GPa)	Ultimate Strain (%)	Density (g/cm <sup>3</sup> )
Epoxy	90	3.0	8.0	1.2

그림 1에 나타난 바와 같이 유한요소 해석을 통하여 얻어낸 하중-변위 곡선을 기존에 수행된 실험 결과와 비교해 보면 파괴되는 충격하중과 최대 처짐이 유사함을 알 수 있다. 특히 GFRP와 AFRP로 보강한 부재 해석의 경우 Resin의 부착 성능을 과소평가를 함으로써 콘크리트 부재에 디본딩이 일어나 부재가 저항하는 하중의 감소 부분이 잘 묘사되었다.

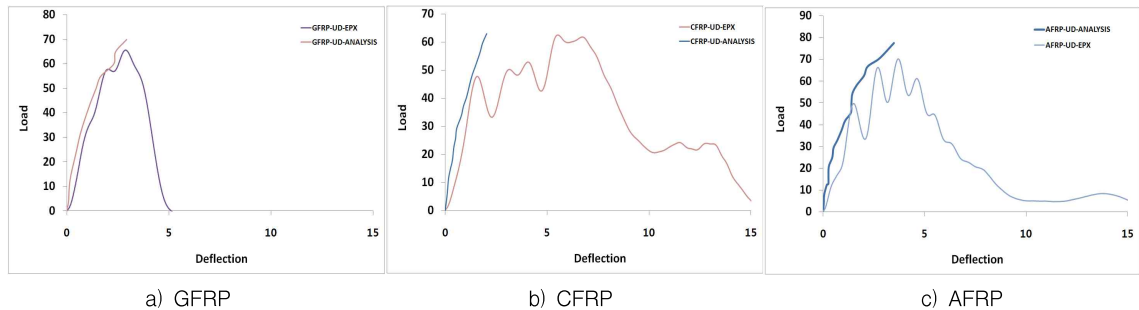


그림1. 실험과 유한요소 해석의 하중-변위 곡선 비교

### 3. 결 론

유한요소 해석을 통해 얻어낸 부재의 충격하중에 대한 실험결과의 하중-변위 곡선이 기존의 실험 결과와 유사한 거동을 보이고 있으며, 파괴시의 하중 역시 유사하게 나타났다. 따라서, 향후 FRP Sheet로 보강된 다양한 철근 콘크리트 휨 부재의 충격 저항 성능을 유한요소 해석을 통해 예측할 수 있을 것이다.

### 감사의 글

이 논문은 2007년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2007-0056796)

### 참고문헌

1. 조성훈, 민경환, 김윤지, 선우윤호, 윤영수, "FRP Sheet로 보강한 콘크리트의 휨성능 및 충격저항성능 평가", 제35회 대한토목학회 정기학술대회, 2009, pp. 397-400.
2. Banthia, N., Mindes, S., Bentur, A., and Pigcon, M., "Impact Testing of Concrete Using a Drop-weight Impact Machine", *Experimental Mechanism*, Vol. 29., No. 1, 1989, pp. 63-69.