

콘크리트의 종류 및 보강방법에 따른 폭발저항성 개선에 대한 실험적 연구

Experimental Study to Improve Blast-resistant Performance according to Concrete Type and Retrofitting Method

최 종 권* 조 윤 구** 박 대 균*** 이 나 현**** 김 장 호*****
Choi, Jong Kwon Cho, Yun Gu Park, Dae Gyun Lee, Na Hyun Kim, Jang Ho

ABSTRACT

Through the test of concrete panel, we evaluate quantitatively the blast resistance performance of concrete structure. In this blast test, eight different panels were tested and the main variables are concrete strength(200 MPa, 24 MPa) and retrofitting materials(CFRP, PolyUrea, BFRP).

요 약

콘크리트 판넬 부재의 폭발실험을 통해 콘크리트 구조물의 폭발에 대한 저항 성능을 정량적으로 평가하였다. 본 실험에서는 콘크리트의 강도, 보강재료를 변수로 총 8가지 종류의 시편에 대하여 폭발실험을 수행하였다.

1. 서 론

911테러 이후 테러 위협이 높아지면서 그동안 토목구조물에서 고려되지 않았던 충격과 폭발하중을 받는 구조물에 대한 연구가 국내외적으로 활발히 이루어지고 있다. 국내의 경우는 폭발하중에 의한 구조물의 영향을 주로 해석적인 연구에 국한하여 이루어졌기 때문에 실험을 통해 검증되지 못했다는 한계를 내포하고 있었다. 본 연구에서는 콘크리트의 강도와 보강재료를 변수로 폭발 실험을 통하여 콘크리트 구조물의 폭발에 대한 저항성능을 평가하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 실험개요

2.1 사용재료

실험에 사용된 콘크리트는 초고강도 콘크리트(SHSC), 섬유보강 초고강도 콘크리트(RPC) 그리고 일반강도 콘크리트(NSC) 네 가지를 사용하였고, 보강재료는 CFRP, CFRP + Polyurea(CPU), Basalt FRP(BFRP) 네 가지를 변수로 하였다. 사용된 재료의 물성은 다음 표와 같다.

- * 정회원, 현대건설(주), 기술연구소, 주임연구원
- ** 정회원, 현대건설(주), 기술연구소, 책임연구원
- *** 정회원, 현대건설(주), 기술연구소, 선임연구원
- **** 정회원, 연세대학교, 콘크리트구조연구실, 박사과정
- ***** 정회원, 연세대학교, 콘크리트구조연구실, 교수

표 2 콘크리트의 물성

물성	NSC	SHSC	RPC
압축강도 (MPa)	25.6	202.1	202.9
탄성계수 (GPa)	16.3	53.1	50.5
할렐인장강도 (MPa)	2.2	9.2	21.4
푸아송비	0.166	0.216	0.187

표 3 보강재료의 물성

물성	CFRP	PolyUrea	BFRP
인장강도 (MPa)	876	20	2500~4800
인장탄성율 (GPa)	72.4	Bond strength 2.1	89
연신율 (%)	1.2	310	3.1

2.2 시편형상 및 시편거치 모양

시편의 크기는 1 m × 1 m × 0.15 m 이고 시편 내부의 철근은 D10철근을 11@82mm간격으로 격자로 배근하였다.

시편은 철제프레임으로 제작한 거치대위에 4변이 완전 구속되도록 하였다. 계측은 크게 폭발압력, 철근 변형율, 콘크리트 변형율, 보강재료 변형율, 처짐, 가속도, 초고속카메라, 비디오카메라를 이용하여 폭발에 의한 현상을 측정하였다.

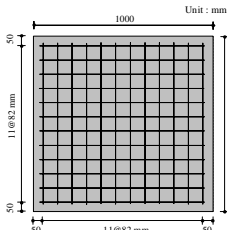


그림 1 시편 철근배치

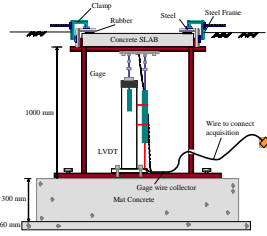


그림 2 시편거치대

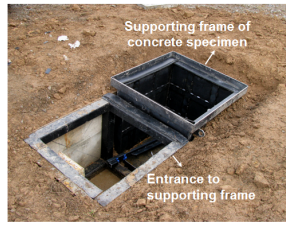


그림 3 시편거치대 매립

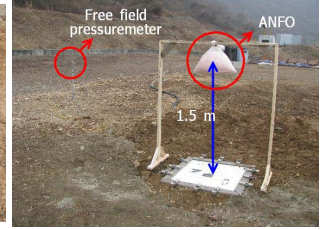


그림 4 실험 세팅

2.3 폭발하중

폭발하중은 ANFO 16 kg(35 lb)를 사용하고 기폭제로 다이너마이트를 이용하여 완폭이 가능하도록 하였다.

3. 결과

3.1 최대처짐

표 4 폭발실험 결과 - 최대처짐, 잔류변형

	NSC	SHSC	RPC	CFRP	UREA	CPU	BFRP
최대처짐 (mm)	18.57	12.83	11.91	14.64	15.65	11.63	14.89
잔류변형 (mm)	5.79	3.86	8.61	2.945	5.14	3.28	10.05

4. 결론

콘크리트 시편의 정량적인 폭발실험을 수행하여 콘크리트 구조물의 폭발저항성을 확인하였다.

1) 고강도 콘크리트는 일반강도 콘크리트에 비하여 최대 처짐은 20~30%, 잔류변위는 30~60% 작게 나타난다.

2) 보강재료는 CFRP와 PolyUrea를 동시에 보강한 시편이 저항성능이 가장 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

- 김호진, 남진원, 김성배, 김장호, 변근주, 폭발 등 극한 하중하에서의 건물 붕괴 방지를 위한 최근 연구동향, 한국콘크리트학회, 2007
- T. Ngo, P. Mendis, and A. Gupta, Blast Loading and Blast Effects on Structures - An Overview, EJSE Special Issue: Loading on Structure, 2007, pp.76-91.