충격하중을 받는 섬유보강 콘크리트 및 시멘트 복합체의 배면변형특성

Strain Properties on Rear Side of Fiber Reinforced Concrete and Cement Composite by Impact Load

이 상 규* 김 규 용** 이 보 경* 윤 민 호* 손 민 재*** 김 경 태***
Lee, Sang-Kyu Kim, Gyu-Yong Lee, Bo-Kyeong Yoon, Min-Ho Son, Min-Jae Kim, Gyeong-Tae

Abstract

In this study, it evaluate the strain properties of fiber reinforced concrete and fiber reinforced cement composite. The types of fiber are Hooked steel fiber and it was mixed 0.5, 1.0 vol.% in concrete and 1.0, 2.0 vol.% in cement composites. The impact test was conducted by using a projectile (diameter: 25mm, velocity: 170m/s) and strain properties on the rear side of each specimen was evaluated by strain gage. After the impact test, fracture grade, fracture depth was evaluated.

키 워 드 : 섬유보강, 충격하중, 변형특성
Keywords : fiber reinforced, impact load, strain properties

1. 서 론

충격하중을 받는 콘크리트 재료는 정적인 하중에서와 달리 국부적인 파괴거동을 보인다. 따라서 충격하중에 의한 국부파괴를 억제시키기 위해 다양한 섬유를 보강함으로써 내충격성능을 향상시키는 섬유보강 시멘트 복합체에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 섬유보강 시멘트 복합체의 경우 기존 콘크리트에 비해 섬유혼입률을 증가시키는데 유리하여 내충격성능 향상에 있어서 우수하지만 일부 연구에 따르면 콘크리트의 굵은 골재에 의해 내충격성능의 향상 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 섬유보강 콘크리트와 섬유보강 시멘트 복합체에 대하여 충돌실험을 함으로써 각각의 시험체에 미치는 충격응력의 영향을 변형측정을 통해 평가하였다.

2. 실험계획 및 방법

표 1에 험계획을 나타냈다. 시험체는 보통콘크리트와 후크형강섬유를 혼입한 콘크리트 및 시멘트 복합체를 제작하였다. 충격시험은 가스압력식 고속 비상체 충돌시험장치를 사용하여 직경 25mm, 질량66.8g의 반구형 비상체를 시험체에 약 170m/s의 속도로 충격을 가하였다. 평가항목으로는 부착형 변형게이지 (PL-60)를 이용하여 시험체 배면의 변형특성을 평가하였으며 충격시험 이후의 시험체 파괴성상 관찰을 통한 파괴등급 분류와 파괴 깊이 및 직경 등을 평가하였다.

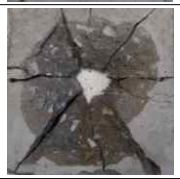
표 1. 실험계획

구분	시험체 조건			시험체 배합							충격조건		평가항목
	섬유 종류	섬유 혼입률 (vol.%)	두께 (mm)	W/B	S/a (%)	Unit weight (kg/m^3) C	W	FA	S	G	비상체	충격속도 (m/s)	
NC[1]	-	-	60	0.4	55	405	180	45	888	758	반구형 직경 25mm 질량 66.8g	170	- 파괴등급(표면 파괴, 관통파괴, 배면 박리) - 파괴 깊이 - 배면변형특성
HSFRC[2]	HSF	0.5, 1.0											
HSFRCC[3]		1.0, 2.0		0.4	100	850	400	150	350	-			

1) NC : 보통콘크리트
2) HSFRC : 후크형강섬유보강 콘크리트
3) HSFRCC : 후크형강섬유보강 시멘트복합체

* 충남대학교 건축공학과 박사과정
** 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(gyuyongkim@cnu.ac.kr)
*** 충남대학교 건축공학과 석사과정

표 2. 비상체의 충돌을 받은 시험체의 성상 및 파괴등급

구분	NC	HSFRC 0.5	HSFRC 1.0	HSFRCC1.0	HSFRCC2.0
표면					
배면					
파괴등급	관통 파괴	배면박리	표면파괴	배면박리	배면박리

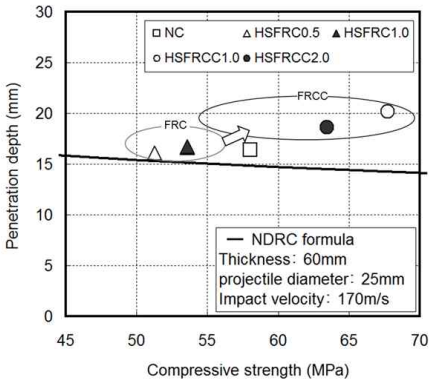


그림 1. 표면 파괴깊이

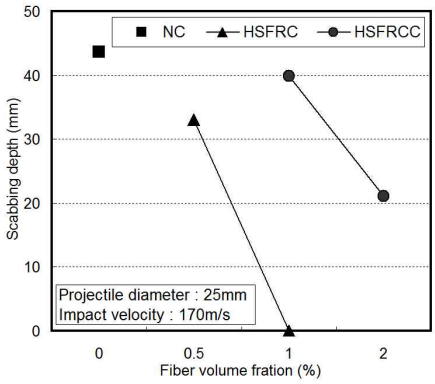


그림 2. 배면 파괴깊이

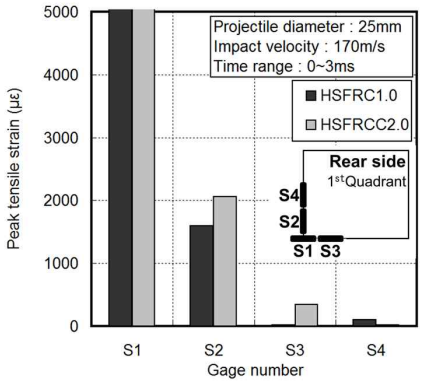


그림 3. 배면의 최대인장변형

3. 실험결과 및 고찰

표 2는 비상체 충돌을 받은 시험체의 파괴성상을 나타낸 것으로 NC의 경우 관통파괴가 발생하였지만 섬유를 보강한 경우에는 관통파괴가 억제되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 동일 혼입률에서 HSFRC1.0은 표면파괴만 발생했지만 HSFRCC1.0은 배면에 박리가 발생하여 내충격성능의 차이를 육안으로 확인할 수 있었다.

그림 1은 표면관입깊이를 나타낸 것으로 FRC의 경우 수정NDRC식에 의한 예측값과 유사한 경향을 나타냈지만 FRCC의 경우 예측값을 크게 상회하면서 FRC에 비해 파괴깊이가 깊은 것으로 나타났다.

그림 2는 배면파괴 깊이를 나타낸 것으로 섬유혼입률 증가에 의해 FRC와 FRCC 모두 파괴 깊이가 감소하였으나 그 감소 비율은 HSFRC가 크게 나타났다. 이는 HSFRC의 경우 굵은 골재에 의해 충격응력이 상쇄되었기 때문으로 사료된다.

그림 3에 시험체 배면의 최대인장변형을 나타냈다. 배면의 중심인 S1에서는 모두 높은 인장변형에 의해 게이지가 파단되었으나 S2에서는 HSFRC1.0, HSFRCC2.0 모두 인장변형이 크게 감소하였으며 감소폭은 HSFRC1.0이 더 크게 되었다. S3에서도 유사한 경향을 나타냈으며 S4에서는 인장변형이 거의 발생하지 않았다.

4. 결 론

섬유보강 콘크리트는 굵은골재에 의해 충격응력이 상쇄되어 배면으로 전달되는 충격응력이 양이 감소하는 것으로 사료되며 이로 인해 배면의 인장변형이 섬유보강 시멘트 복합체에 비해 작게 나타나는 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2015R1A2A2A01007705).

참 고 문 헌

1. Werner, Steve, Karl-Christian Thienel, and Andrea Kustermann. Study of fractured surfaces of concrete caused by projectile impact. International Journal of Impact Engineering Vol.52 pp.23~27, 2013