

비상체의 고속 충격을 받는 시멘트복합체의 혼입 단섬유에 따른 파괴저감특성 분석

Analysis of Failure Reduction Properties Cementitious Composites with Reinforced Fiber by Impact of High Velocity Projectile

전 인 우* 김 규 용** 최 경 철*** 김 홍 섭*** 김 정 현* 한 상 휴*

Jeon, In-Woo Kim, Gyu-Yong Cheo, Gyeong-Cheol Kim, Hong-Seop Kim, Jung-Hyun Han, Sang-Hyu

Abstract

Flexural stress and fracture energy of fiber reinforced cementitious composites is increased by bridge effect of reinforced fiber, scabbing failure is restrained. Shape, properties of fiber were SF(steel fiber), PA(polyamide), NY(nylon) have effects on flexural stress and fracture energy, impact resistance improve of fiber reinforced cementitious composites. In this study, local failure properties by impact of high velocity projectile was analyzed by mixing 3 types of fiber which have different shape and properties respectively.

키 워 드 : 섬유보강, 시멘트복합체, 국부파괴특성
 Keywords : fiber reinforced, cementitious composites, local failure properties

1. 서 론

고속 비상체의 충격과 같은 극한하중을 받는 콘크리트 구조물은 배면바리, 균열 및 관통파괴와 같은 국부적인 파괴거동이 발생한다. 이와 같은 콘크리트의 파괴거동은 비상체의 재료 특성, 충돌속도 및 질량과 콘크리트의 재료 특성, 시험체의 크기 및 두께, 보강재료등의 다양한 요인에 의해 영향을 받는다. 콘크리트의 내충격성능을 향상시키기 위해 주로 콘크리트에 섬유를 혼입하여 휨인장강도를 향상시킨 섬유보강콘크리트가 연구되고 있으며, 섬유의 종류는 매우 다양한 패턴으로 개발 사용되고 있다.

섬유혼입에 의한 휨인성의 증가는 배면파괴를 저감시킬 수 있으며, 보강섬유의 성상 및 물성에 따라 페이스트와의 부착성능, 역학특성 및 배면의 파괴억제효과는 다르게 나타난다. 이에 본 연구에서는 형상 및 물성이 다른 강섬유(SF), 폴리아미드(PA) 및 나일론(NY)의 혼입이 시멘트복합체의 고속충격에 대한 배면의 파괴저감특성에 대해 평가하였다.

표 1. 혼입섬유의 물리적 특성 및 실험계획

실험요인 및 수준			섬유의 물리적 특성				시험 조건				평가항목
보강 구분	섬유 종류	섬유 혼입률 (vol.%)	길이 (mm)	직경 (mm)	형상비	인장 강도 (MPa)	시험체 크기 (mm)	비상체 직경 (mm)	질량 (g)	속도 (m/s)	
무보강	Plain	0.0	-				200×200×30, 40, 50, 70	10	4.07	170	· 역학적특성 · 휨강도, 파괴에너지 · 내충격성능 · 파괴성상
섬유 보강	SF	2.0	30	0.5	60	1,140	20	31.90	300		
	PA		30	0.5	60	594					
	NY		12	0.012	1000	896					

2. 실험 방법 및 사용재료

표 1은 혼입섬유의 물리적 특성 및 실험계획을 나타낸 것으로 무기계 후크형섬유 SF와 합성섬유인 PA 및 NY 섬유를 2.0vol.%혼입하였다. 폴리아미드섬유의 경우 나일론섬유를 공기분사성형하여 만든 동일재질의 섬유로써 무기강섬유와 동일재질의 유기섬유 2종류를 비교군으로 설정

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

하였다. 시험체의 크기는 200×200mm(가로×세로), 두께는 30, 40, 50 및 70mm로 제작하였으며, 비상체 조건은 10mm 및 20mm로 속도 300m/s 및 170m/s로 충격을 가하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 고속비상체의 충격을 받는 시멘트복합체의 혼입 섬유 종류에 따른 표면 및 배면의 파괴두께를 나타낸 것이다. 섬유보강에 의해 표면관입의 억제효과는 미비하였지만, 배면박리억제 성능에 대해서는 크게 향상된 것을 볼 수 있었다. 섬유를 보강하지 않은 시험체는 관통파괴가 나타났으나, 강섬유보강 시험체는 배면파괴가 일어났다. 반면 유기섬유를 보강한 시험체는 배면의 파괴가 억제되는 표면파괴등급으로 나타났다. 이는 유기섬유가 동일 혼입율에서 혼입개체수가 많기 때문에 에너지 분산능력이 우수하여 내충격 성능이 향상되는 것으로 판단된다.

그림 2는 섬유보강 시멘트복합체의 단면 및 배면의 파괴성상을 나타낸 것으로, 강섬유보강 시험체의 경우 배면박리가 발생하였으나, 강섬유와 페이스트간의 부착성능에 의해 일부 파편이 박리가 억제되어 들뜸현상이 발생하였으며, 배면의 미세 균열은 나타나지 않았다. 반면, 유기섬유를 보강한 시험체의 경우 유기섬유의 충격과 분산작용으로 인하여 배면에 많은 미세균열이 발생하는 것을 관찰할 수 있었다. 합성 섬유는 밀도가 낮아 동일 혼입율에서 개체수가 많기 때문에 에너지 분산능력이 우수하며, 이로 인해 배면의 미세균열이 나타나는 것으로 판단된다.

4. 결 론

섬유의 혼입에 의한 휨인성의 향상으로 고속 비상체 충격에 대한 배면파괴를 억제 하였다. 강섬유보강 시멘트복합체의 경우 섬유와 매트릭스의 부착성능에 의해 배면박리가 억제되었으며, 유기섬유보강 시멘트복합체의 경우 충격과 상쇄 및 에너지 분산 작용을 통한 미세균열특성과 많은 혼입개체수를 통해 배면파괴를 억제하는 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 국토교통부 건설기술연구사업 방호·방폭 연구단 (과제번호 : 13건설연구 S02)의 연구지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. Masuhiro BEPPU, Koji MIWA, Tomonori OHNO and Masanori SHIOMI, An experimental study on the local damage of concrete plate due to high velocity impact of steel projectile; Japan society of civil engineers Vol.63, No.1, pp.178~91, 2007.3

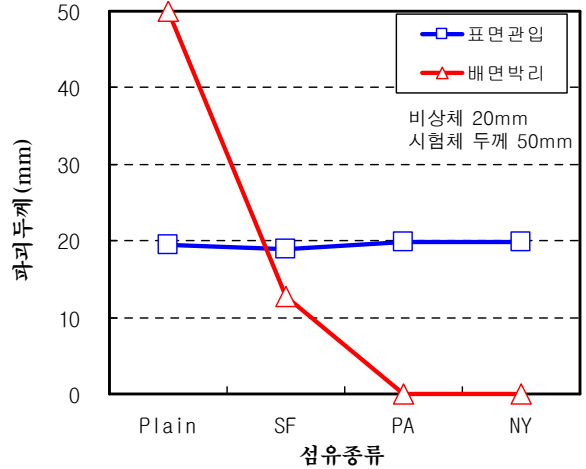


그림 1. 섬유종류에 따른 표면 및 배면의 파괴두께

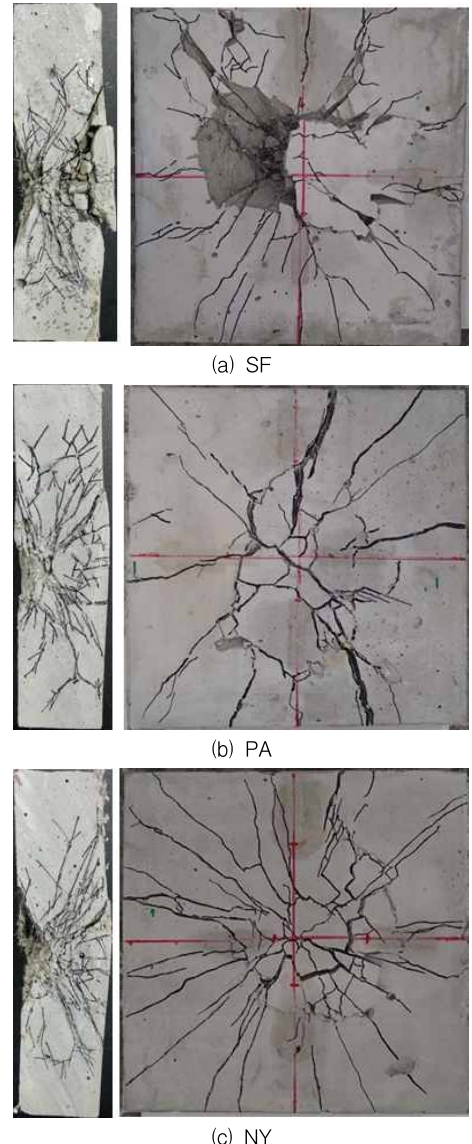


그림 2. 섬유보강 시멘트복합체의 단면 및 배면파괴성상