

고속비상체 충돌에 대한 섬유보강 콘크리트의 국부파괴 매커니즘 분석

Analysis of Local Failure Mechanism of Fiber Reinforced Concrete by Impact of High-Velocity Projectile

한 상 휴* 김 규 용** 김 홍 섭*** 이 보 경*** 김 정 현* 김 래 환*

Han, Sang-Hyu Kim, Gyu-Yong Kim, Hong-Seop Lee, Bo-Kyeong Kim, Jung-Hyun Kim, Rae-Hwan

Abstract

In this study, flexural strength by fiber reinforced for steel fiber and reinforced polyamide fiber concrete, and concrete fracture properties by improvement of flexural toughness and high-velocity projectile impact were evaluated. As a result, it was confirmed that flexural strength are improved by distribution of stress and suppress of cracks, and the back desquamation of concrete by high-velocity projectile impact is suppressed. In addition, It was observed that the spalling of rear is caused when tension stress is caused as shock wave by high-velocity projectile impact was transferred to the rear and tension stress is suppressed by fiber reinforcement.

키 워 드 : 섬유보강, 배면박리, 내충격성능, 국부파괴
 Keywords : fiber reinforced, spalling, impact resistance, local failure

1. 서 론

고속 비상체의 충격을 받는 콘크리트의 표면관입, 충격파에 의한 배면박리, 비상체의 관통 등 국부적인 파괴 거동이 나타난다. 이러한 콘크리트의 국부파괴를 억제하기 위한 방안으로 기존에는 콘크리트의 두께를 증가시키거나, 외피를 보강하는 등의 방법이 주로 이루어졌었다. 하지만 최근 제조시 섬유를 함께 혼입하여 제조하여 별도의 공정 및 시공의 추가 없이 콘크리트 재료의 휨인성 향상을 통하여 내충격 성능을 확보할 수 있는 방법인 섬유보강 콘크리트에 대한 연구가 진행되고 있다. 이에 본 연구에서는 콘크리트에 폴리아미드섬유 및 강섬유를 혼입하여 휨·인장강도 및 파괴에너지 등의 역학적특성과 고속 비상체의 충돌 시험을 통한 내충격 성능을 평가하여 단섬유보강에 의한 휨인성의 향상과 내충격 성능의 관계를 검토하고자 하였다.

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

시험체 종류	Fck (MPa)	W/B (%)	S/a (%)	단위량 (kg/m³)					충격조건				평가항목
				W	C	FA	S	G	비상체		속도 (m/s)	충격에너지 (J)	
									직경(mm)	질량(g)			
Plain	40	40	44.4	163	326	82	749	938	10	4.07	350	249	▪ 역학적특성 - 압축강도(MPa) - 휨강도(MPa) - 파괴에너지(N·m/m²) ▪ 내충격 성능 - 파괴성상 - 표면관입깊이(mm) - 배면박리두께(mm) - 변형-시간관계
PA ¹⁾ 0.50													
PA0.75			55.0	188	376	94	865	733					
PA1.00													
PA1.25			55.0	220	440	110	797	652					
PA1.50													
SF ²⁾ 0.50			44.4	163	326	82	749	938					
SF0.75													
SF1.00													

1) PA : 폴리아미드섬유, 2) SF : 강섬유

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

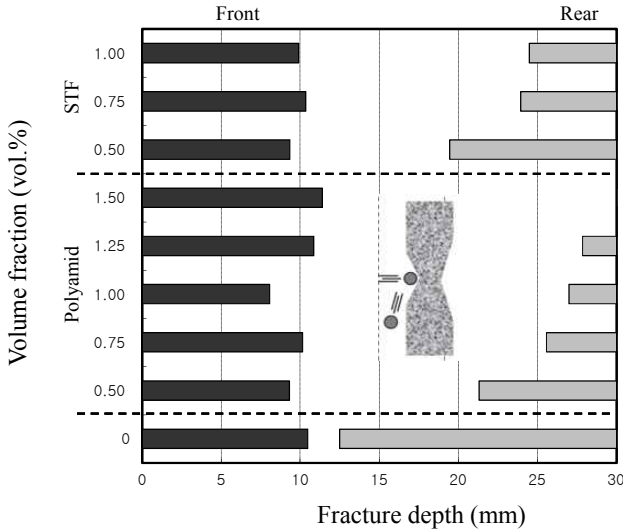


그림 1. 고속비상체 충돌에 의한 파괴깊이 평가 결과

2. 실험계획 및 방법

표 1은 본 연구의 실험계획 및 배합을 나타낸 것으로 설계압축강도 40MPa급 콘크리트에 폴리아미드섬유 0.5, 0.75, 1.0, 1.5vol.%, 후크형 강섬유 0.5, 0.75, 1.0vol.% 혼입한 시험체를 제작하였다. 평가 항목으로 역학적특성은 압축강도, 휨강도 및 파괴에너지를 평가하였고, 내충격 성능으로 고속 비상체 충돌 시험 후 시험체의 파괴성상 관찰을 통하여 표면관입깊이 및 배면박리두께 등을 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 고속비상체 충돌에 의한 파괴깊이 평가 결과를 나타낸 것이다. 표면관입깊이의 경우 섬유보강 유무에 관계없이 약 10mm내외로, 섬유혼입에 의한 표면관입억제효과는 확인할 수 없었다. Plain 콘크리트의 경우 배면에 큰 박리와 함께 시험체가 파괴된 반면, 섬유보강 콘크리트의 경우 섬유보강으로 인한 휨인성의 향상으로 인해 배면박리가 크게 억제되었으며, 폴리아미드섬유 1.25, 1.5 vol.%에서는 배면박리가 발생하지 않는 표면파괴 등급으로 내충격 성능이 크게 향상되었다.

그림 2는 휨강도 및 파괴에너지와 배면박리직경의 비교 결과를 나타낸 것으로 강섬유보강 콘크리트가 폴리아미드 섬유보강 콘크리트에 비하여 휨강도 및 파괴에너지의 향상은 높았으나, 배면박리 억제는 폴리아미드섬유를 보강한 경우가 더 우수한 것으로 나타났다.

4. 결 론

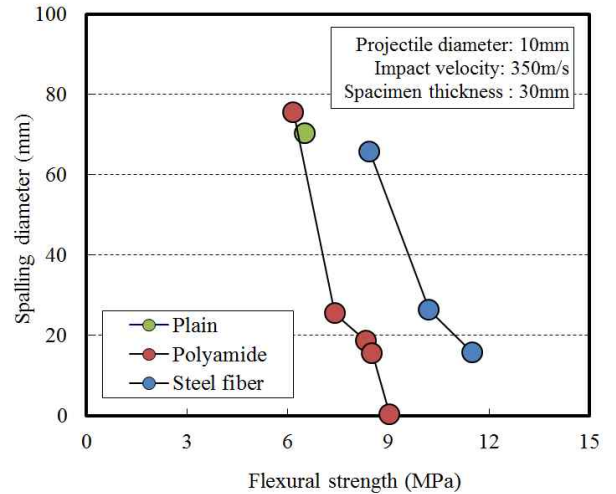
폴리아미드섬유보강 콘크리트는 강섬유보강 콘크리트에 비하여 휨강도 및 파괴에너지는 낮았으나, 배면파괴억제효과는 우수한 것으로 나타났다. 이는 동일 혼입률에서 충격파의 흡수 및 균열 발생 억제에 관여하는 섬유의 혼입개체수가 많기 때문인 것으로 판단된다.

감사의 글

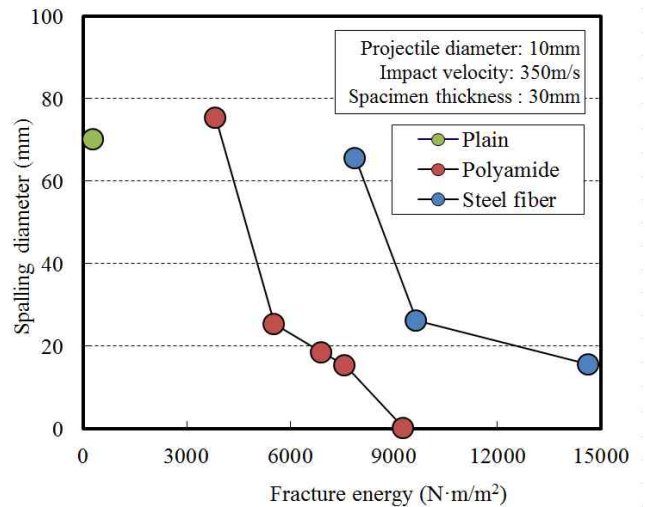
이 연구는 국토교통부 건설기술연구사업 방호방폭 연구단 (과제번호 : 13건설연구S02)의 연구지원에 의해 수행되었습니다.

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



(a) 휨강도



(b) 파괴에너지

그림 2. 휨강도 및 파괴에너지에 따른 배면박리직경