

# 섬유종류에 따른 섬유보강 모르타르의 파괴저감성능 평가

## Evaluation of fracture reduction performance of fiber reinforced mortar according to fiber type

노 종 찬\*      김 규 용\*\*      김 흥 섭\*\*\*      구 경 모\*\*\*      윤 민 호\*      유 재 철\*\*\*\*

Roh, Jong-Chan Kim, Gyu-Yong Kim, Hong-Seop Koo, Kyung-Mo Yoon, Min-Ho Yoo, Jae-Chul

### Abstract

In this study, in regard to fiber reinforced mortar mixing steel fiber and 4types of organic fiber, impact test was carried out. Because to predict fracture reduction performance with flexural, tensile strength when types of fiber were different as impact reduction performance of concrete is closely related with toughness such as flexural strength, tensile strength and fracture energy etc. As a result, enhancement of toughness by fiber reinforcement controls the spall of rear. On the other hand in case of steel fiber relatively turned up high toughness in appropriate load compared with organic fiber but in same mixing rate, impact reduction performance by projectile showed low performance due to few number of an individual of mixing.

키 워 드 : 파괴저감성능, 휨인성, 전단균열, 배면박리

Keywords : fracture reduction performance, toughness, shear crack, spall

### 1. 서 론

고속 비상체의 충돌을 받는 콘크리트는 비상체의 충격에 의한 표면관입이 발생함과 동시에 충격파에 의해 배면박리가 발생하는 등 충격지점으로부터 국부적인 파괴가 발생한다. 이러한 콘크리트의 충격에 대한 파괴저감성능은 휨강도, 인장강도 및 파괴에너지 등 콘크리트의 휨인성과 밀접한 관계를 갖는 것으로 나타나고 있으나, 섬유의 종류가 다른 경우, 단순한 휨·인장강도로 파괴저감성능을 예측하는데 다소 문제가 있다. 본 연구에서는 강섬유 및 4종의 유기섬유를 혼입한 섬유보강 모르타르를 제작하여 충격저감성능을 평가하고자 하였다.

### 2. 실험계획 및 방법

표 1은 본 연구의 실험계획을 나타낸 것으로 혼입섬유의 종류는 강섬유, PVA, PE, PA 및 NY 5종류로 하였으며, 혼입률은 2.0vol.%로 동일하게 혼입하였다. 충격시험에 사용된 시험체의 크기는 200×200×50mm이며, 직경 20mm의 강구를 약 350m/s의 속도로 충돌시켰다. 평가항목으로 충격시험 후 섬유종류에 따른 성상 관찰을 통한 배면박리유무와 균열을 평가하였다.

표 2 및 표 3에 모르타르 배합 및 사용재료의 물리적 성질을 나타내었다.

표 1. 실험계획

실험요인 및 수준			시험 조건				평가항목
보강 구분	섬유 종류	섬유 혼입률 (vol.%)	시험체 크기 (mm)	비상체 직경 (mm)	질량 (g)	속도 (m/s)	
무보강	Plain	0.0	200×200×50	20	31.90	350	- 내충격성능 · 파괴성상
단일 섬유 보강	SF	2.0					
	PVA						
	PE						
	PA						
	NY						

표 2. 모르타르 배합

W/B (%)	단위량(kg/m <sup>3</sup> )			
	W	C	FA	S
40	400	850	150	500

\* 충남대학교 건축공학과 석사과정

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

\*\*\* 충남대학교 건축공학과 박사과정

\*\*\*\* 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사

표 3. 재료의 물리적 성질

구분	물리적 성질
시멘트	OPC, 밀도 : 3.15g/cm <sup>3</sup> , 분말도 : 3,770cm <sup>2</sup> /g
플라이애시	밀도 : 2.30g/cm <sup>3</sup> , 분말도 : 3,228cm <sup>2</sup> /g
규사	밀도 : 2.64g/cm <sup>3</sup> , 흡수율 : 0.38%
Fiber	SF 밀도 : 7.85g/cm <sup>3</sup> , 인장강도 : 1,140MPa 길이 : 50.9mm, 직경 : 500 $\mu$ m, Hook type
	PVA 밀도 : 1.30g/cm <sup>3</sup> , 인장강도 : 1,300MPa 길이 : 12mm, 직경 : 40 $\mu$ m
	PE 밀도 : 0.95g/cm <sup>3</sup> , 인장강도 : 2,700MPa 길이 : 15mm, 직경 : 12 $\mu$ m
	PA 밀도 : 1.14g/cm <sup>3</sup> , 인장강도 : 594MPa 길이 : 30mm, 직경 : 500 $\mu$ m
	NY 밀도 : 1.14g/cm <sup>3</sup> , 인장강도 : 896MPa 길이 : 12mm, 직경 : 12 $\mu$ m
감수제	폴리카arbon산계 고성능 감수제

표 4. 역학특성 평가결과

구분	휨강도 (MPa)	파괴에너지 (N·m/m <sup>2</sup> )
Plain	4.58	142.405
SF	16.47	23640.91
PVA	12.55	11301.65
PE	22.88	25857.16
PVA	11.57	6822.25
NY	7.39	7163.23

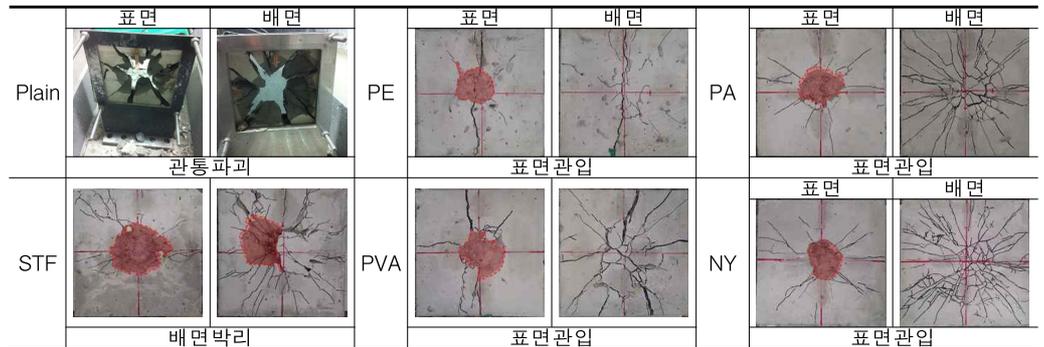
### 3. 실험결과 및 고찰

표 4는 섬유종류별 휨강도 및 파괴에너지를 나타낸 것이고, 표 5는 고속충격 시험에 의한 시험체의 파괴성상을 나타낸 것이다. Plain 모르타르는 비상체의 관통과 함께 시험체가 파괴되었으나, 섬유보강 모르타르의 경우 섬유보강에 의한 휨인성 향상에 의해 배면박리가 억제되었다.

섬유종류에 따른 배면박리억제효과에 있어서 강섬유를 혼입한 경우에서만 배면박리가 발생하여 강섬유 보강에 의한 충격파괴저감능이 가장 낮은 것으로 나타났으며, 유기섬유를 혼입한 모든 시험체는 배면박리가 발생하지 않았으나, 배면전반에 걸쳐 큰 균열이 발생하였다.

강섬유혼입 모르타르의 경우 휨강도 및 파괴에너지는 유기섬유보강 콘크리트에 비하여 높은 수준으로 측정되었으나, 배면박리 억제에 있어서는 가장 취약한 것으로 나타났다. 이는 강섬유의 경우 동일 체적 혼입률에서 혼입 개체수가 상대적으로 적어 전단균열에 의한 배면박리억제에 관여하는 섬유수가 적기 때문인 것으로 판단된다.

표 5. 충격파괴성상



### 4. 결 론

고속 비상체의 충돌을 받는 섬유보강 모르타르에 대하여 섬유종류별 충격파괴저감능을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 고속 비상체의 충돌에 의한 충격파의 전달에 의해 배면에 균열 및 박리가 발생하였으며, 이는 충격파에 의해 발생하는 전단균열에 의한 것으로 판단된다. 또한, 섬유보강에 의한 휨인성의 향상은 전단균열에 의한 배면박리를 억제하는 것을 확인할 수 있었다.
- 2) 강섬유의 경우 정적하중 시험에 있어서 유기섬유에 비하여 상대적으로 높은 휨·인성을 나타내었지만, 동일 혼입률에서 혼입개체수가 적어 비상체의 충돌에 의한 충격파괴저감능은 다소 낮은 것으로 평가되었다.

### Acknowledgement

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업(2012H1B8A2025606)으로 수행된 연구결과이며, 이에 감사드립니다.

### 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 2007 March;63(1):178-91.