

# 선단형상이 다른 비상체의 충돌을 받는 콘크리트의 파괴특성

## Failure Properties of Concrete by Projectile Nose Type

김재필\* 김규용\*\* 김홍섭\*\*\* 김정현\* 한상휴\* 이상규\*  
 Kim, Jae-Pil Kim, Gyu-Yong Kim, Hong-Seop Kim, Jung-Hyun Han, Sang-Hyu Lee, Sang-Gyu

### Abstract

High velocity impact of projectile generate local failure such as penetration, scabbing, perforation on concrete. It has been reported that local failure is affected by such as nose shape, mass of projectile. In this study, comparing and weighing the impact failure properties of concrete by high velocity impact test that using spherical nose and flat nose type projectile. As a result, It was considered that scabbing of Flat nose projectile reduced more than spherical nose projectile by dispersion of impact force.

키 워 드 : 선단형상, 충격파괴특성, 국부파괴  
 Keywords : nose type, impact failure property, local failure

### 1. 서 론

비상체의 충격에 의한 콘크리트의 국부파괴는 콘크리트의 보강유무 및 보강재료에 따른 역학특성과 비상체의 직경, 질량, 선단형상 및 충돌속도 등에 영향을 받는다. 이 중 비상체의 선단형상은 표면관입성상과 배면으로 전달되는 충격파의 형태에 따른 배면파괴특성에 큰 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.

본 연구에서는 질량 및 직경이 동일하고 선단형상이 반구형 및 원통으로 다른 비상체를 사용하여 섬유무보강 콘크리트 및 섬유보강 콘크리트에 충격 시험을 실시하여 선단형상에 따른 표면 및 배면의 파괴 특성을 평가하였다.

### 2. 실험 계획 및 방법

표 1은 본 연구의 시험계획을 나타낸 것으로 압축강도 40MPa급 일반 콘크리트와 강섬유 및 폴리아미드 섬유를 각각 1.0vol.% 혼입한 섬유보강 콘크리트를 제작하였다. 충격 시험체의 크기는 700×600(W×H), 두께는 50mm로 하였으며, 그림 1과 같이 직경 25mm, 질량 65g의 반구형(Spherical)과 원통형(Flat) 비상체를 사용하여 약 200~230m/s 범위의 속도로 충격 시험을 실시하였다.

표 1. 실험 계획

ID.	섬유종류	Vf (vol.%)	W/B (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )					평가항목
					W	C	FA	S <sup>2</sup>	G	
NC	-	1.0	40	55	220	440	110	774	655	• 내충격성능 -표면관입깊이(mm) -배면박리두께(mm) -파괴직경(mm) -배면파괴성상
HSFRC 1.0	HSF <sup>1)</sup>									
PAFRC 1.0	PA <sup>2)</sup>									

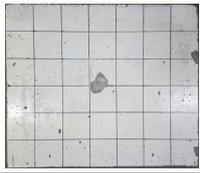
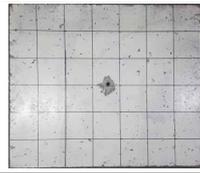
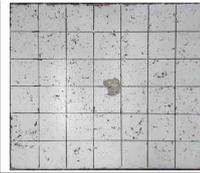
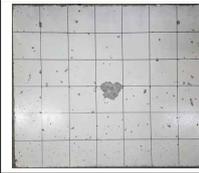
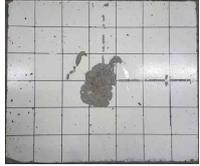
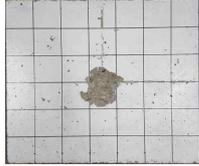
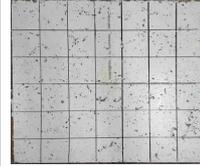
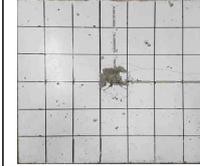


(a) Spherical (b) Flat  
 그림 1. 비상체의 선단형상

1) HSF (Hooked steel fiber) : 길이30mm, 직경0.5mm, 인장강도1,140MPa, 밀도7.80g/cm<sup>3</sup>  
 2) PA (Polyamide fiber) : 길이30mm, 직경0.5mm, 인장강도594MPa, 밀도1.14g/cm<sup>3</sup>

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

표 2. 비상체 선단형상에 따른 콘크리트의 표면 및 배면 파괴성상

구분	NC		PAFRC 1.0		HSFRC 1.0	
	Spherical	Flat	Spherical	Flat	Spherical	Flat
표면						
배면						

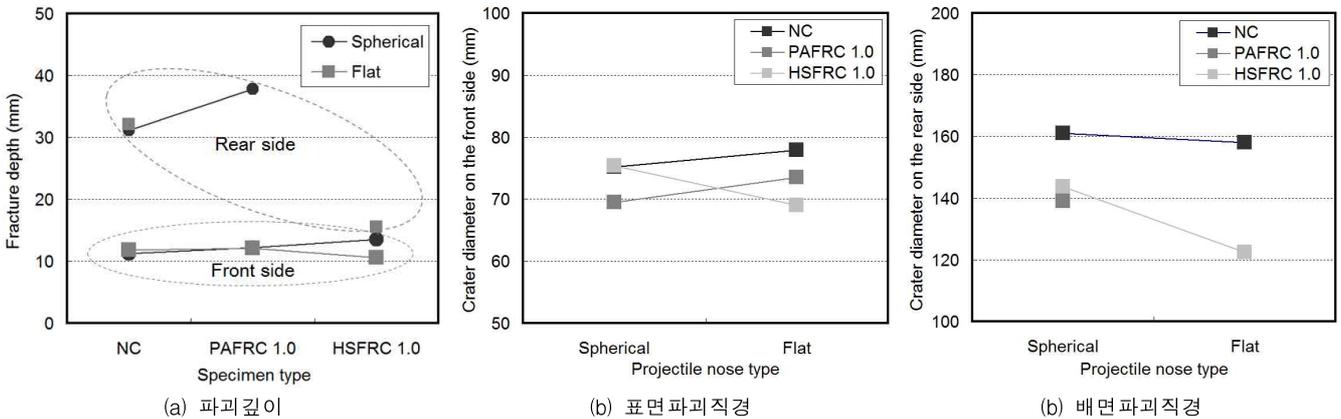


그림 2. 선단형상이 다른 고속 비상체 충돌에 의한 콘크리트의 파괴깊이 및 파괴직경

### 3. 실험 결과 및 고찰

표 2 및 그림 2에 충격시험에 의한 콘크리트의 파괴성상과 표면 및 배면의 파괴깊이와 직경을 나타내었다. 표면관입깊이의 경우 섬유보강에 의한 영향은 크지 않았으며, 반구형 비상체의 경우가 원통형 비상체에 비해 다소 큰 경향을 나타내었다. 한편, 표면파괴직경의 경우 원통형 비상체가 충돌 면적이 크기 때문에 반구형 비상체 보다 큰 것으로 나타났다.

배면파괴깊이 및 직경의 경우 반구형 비상체가 원통형 비상체 보다 크고, 배면파괴가 발생할 확률도 높은 것으로 나타났다. 반구형 비상체의 경우 원통형 비상체 보다 표면의 관입량이 크고, 배면의 중앙으로 충격파의 집중도가 높을 것으로 판단되며, 이는 배면파괴의 발생 확률을 높이고, 배면파괴깊이 및 파괴직경을 증가시키는 것으로 판단된다. 반면, 원통형 비상체의 경우 표면관입량이 작고 충격파가 분산되기 때문에 반구형 비상체에 비해 배면파괴가 감소하는 것으로 판단된다.

### 4. 결 론

반구형 비상체의 경우 콘크리트 시험체에 점충격을 가하기 때문에 표면관입깊이가 다소 증가하는 경향을 나타내었으며, 배면으로 전달되는 충격파가 배면의 중심으로 집중되기 때문에 배면파괴 발생할 확률이 원통형 비상체의 충격조건 보다 큰 것으로 판단된다. 한편, 원통형 시험체의 경우 표면관입깊이는 작으나, 충격파가 표면에서부터 분산되는 것으로 인해 표면파괴직경이 크게 되고 배면파괴의 발생이 감소하는 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업(방호·방폭용 고성능 섬유보강 시멘트 복합재료 및 성능평가 기술 개발)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

### 참고 문헌

1. Koji MIWA, Masuhiro BEPPU, Masaharu Itoh, Masahide Katayama and Tomonori OHNO, A numerical simulation of the local damage on concrete plate subjected by different nose shape projectile, Japan Society of Civil Engineers Vol.9, pp.235~240, 2008.12