

# W/B 변화에 따른 HPFRCC의 인장성능 특성

## Tensile performance of HPFRCC depending on various water-to-binder ratios

이종태\*      박용준\*\*      강병희\*\*      정상운\*\*      한민철\*\*\*      한천구\*\*\*\*  
 Lee, Jong-Tae    Park, Yong-Jun    Kang, Byung-Hoi    Jung, Sang-Woon    Han, Min-Cheol    Han, Cheon-Goo

### Abstract

Recently, there are many research for increasing tensile strength of concrete using fiber-reinforced mortar. Especially, the research about the high ductile concrete with fiber-reinforcement which behaves strain-hardening (defined as HPFRCC) is performed while it has the drawback of decreasing workability because of interruption of fibers such as fiber-ball effect. Hence to solve this problem, as a previous research, combination of metal fiber and organic fiber was suggested. Although this research achieved favorable result of workability of HPFRCC, the research scope was concentrated on workability of the mortar. Therefore, in this research, based on the fiber-combination of previous research, the tensile properties is evaluated depending on water-to-binder ratios to obtain improved tensile performance.

키워드 : W/B, 섬유조합, HPFRCC, 인장강도  
 Keywords : W/B, Fiber combination, HPFRCC, Tensile strength

### 1. 서론

최근 국내에서는 콘크리트의 인성 거동을 보완하기 위해 섬유를 혼입하는 섬유 보강 콘크리트의 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 변형 경화 거동을 보이는 고인성 섬유보강 콘크리트(이하, HPFRCC)는 섬유 혼입에 따른 섬유 뭉침 등의 문제로 인한 유동성 및 강도 저하가 나타나고 있다.<sup>1)</sup>

이에, 선행연구로서, 강섬유와 유기섬유의 조합을 이용하여 유동성 향상에 대한 연구를 진행한 바 있으나,<sup>2)</sup> 다양한 강도 변화 측면에서 인성 거동에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 기존 선행연구에서 도출된 3종(SL+SS+OL)섬유에 대한 W/B 변화에 따른 HPFRCC의 인장성거동 특성을 분석하고자 한다.

### 2. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, W/B는 20, 25, 30, 35, 40 %의 5수준에 대하여 결합재를 OPC:FA:SF=7:2:1로 하였고, SL+SS+OL의 최적섬유조합을 이용하였다. 이때 W/B 25 %를 기준으로 목표 플로는 150±50 mm 만족하도록 배합설계 하였고, 여타 배합에도 동일하게 적용하는 것으로 실험 계획하였다. 또한, 실험사항으로 굳지 않은 모르타르에서는 플로를 측정하고, 경화 모르타르에서는 휨강도 및 인장강도를 측정하는 것으로 계획하였다.

실험 방법으로 굳지 않은 모르타르 및 경화 모르타르는 KS 규격에 의거하여 측정 하였으며, 인장강도의 경우 일본토목학회 규정인 JSCE-E -53에 의거하여 측정하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W / B (%)	5	20, 25, 30, 35, 40
	C : S		1 : 0.6
	결합재 치환율		OPC:FA:SF=7:2:1
	목표 플로 (mm)	1	150±50
	섬유조합		SL <sup>1)</sup> + SS <sup>2)</sup> + OL <sup>3)</sup>
실험사항	섬유혼입율(%)		1
	굳지 않은 모르타르	1	• 플로
	경화 모르타르	3	• 휨 강도(28일) • 인장강도 (7,28일) • 인장강도 변형율 (28일)

1)SL : 길이가 긴 강섬유  
 2)SS : 길이가 짧은 강섬유  
 3)OL : 길이가 긴 유기섬유

\* 청주대학교 건축공학과 박사과정  
 \*\* 청주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\*\* 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사  
 \*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(cghan@chongju.ac.kr)

### 3. 실험 결과 및 분석

그림 1은 W/B 변화에 따른 플로를 나타낸 그래프이다. 먼저, 그림에 초기치는 충격없이 플로를 측정하였을 때 얻어진 값이고, 표준치는 25회 충격 후 측정된 값을 나타낸 것이다. 전반적으로 W/B가 증가할수록 플로는 증가하는 경향을 나타내었는데, 특히 30% 이상부터는 목표 범위인  $150 \pm 50$  mm를 만족하지 못하였고, 35, 40%의 경우 재료분리로 인하여 측정이 불가하였는데, 이는 W/B가 높아질수록 섬유와 결합재간의 부착력이 감소하여, 점성이 저하하고, 유동성이 증가됨에 따라 재료분리가 일어난 것으로 판단된다.

그림 2는 W/B 변화에 따른 휨 강도를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 W/B가 증가할수록 휨 강도는 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히, 20%의 경우 약 17 MPa의 높은 휨강도를 나타내었다.

그림 3은 W/B 변화에 따른 재령 7, 28 일의 인장강도를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 W/B가 증가할수록 인장강도가 감소하는 경향을 나타내었다. 특히, 20%의 경우는 가장 높은 인장강도를 나타내었는데, 이는 낮은 W/B에 의한 강도증진과 섬유와 결합재 간의 높은 부착력에 기인한 것으로 판단된다.

그림 4는 W/B 변화에 따른 응력-변형 곡선을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 W/B가 낮을수록 항복치가 증가하였으며, 특히, W/B 20%에서 가장 높은 항복치를 나타내었고, 40%의 경우는 가장 낮은 인성을 나타내었다. 이는 낮은 W/B 일수록 높은 부배합에 의해 섬유 부착면의 부착강도가 향상됨에 따라 섬유의 최대 가교응력에 의해서 나타난 것으로 사료된다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 W/B 변화에 따른 HSPFRCC의 인장성능 특성을 분석하고자 실험을 진행 하였는데 그결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 굳지않은 모르타르에서는 W/B가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었지만, 30% 이상의 배합에서는 재료분리로 인하여 측정이 불가하였다.
- 2) 경화 모르타르에서는 W/B가 낮을수록 높은 항복치를 나타내었지만, W/B 35%에서 가장 높은 인성을 나타내었다.

### 감사의 글

이 연구는 국토교통부 건설기술연구사업(방호·방폭용 고성능섬유보강 시멘트 복합재료 및 성능 평가 기술 개발)(13건설연구02)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

1. 윤현도, 고인성 섬유보강 시멘트 복합재료의 복합구성에 의한 휨 성능, 한국콘크리트학회 학술발표 논문집, 제15권 제1호
2. 강병희, 유·무기 섬유 조합 변화에 따른 섬유보강 모르타르의 기초적 특성, 대한건축학회 학술발표 논문집, 제34권 제1호

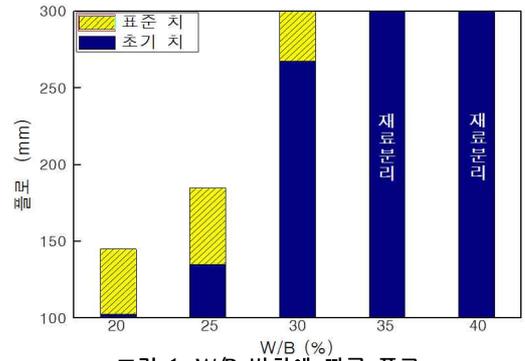


그림 1. W/B 변화에 따른 플로

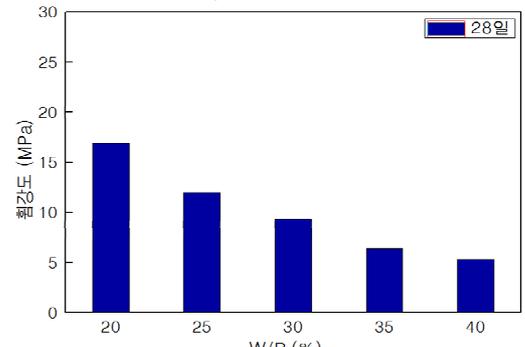


그림 2. W/B 변화에 따른 휨 강도(28 일)

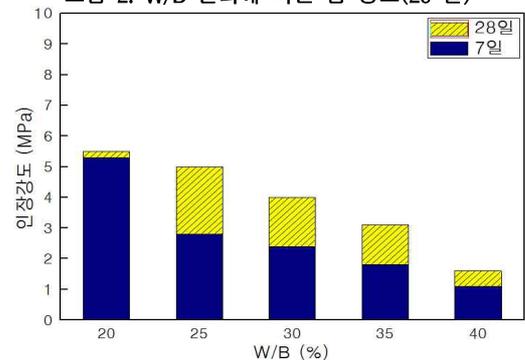


그림 3. W/B 변화에 따른 인장강도 (7, 28 일)

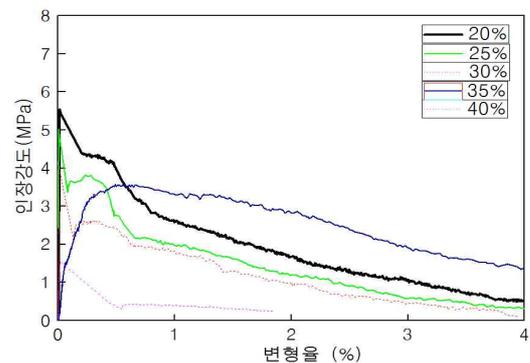


그림 4. W/B 변화에 따른 응력-변형 곡선 (28 일)