

ERCO 혼입율과 섬유혼입비 변화에 따른 HPFRCC의 자기수축저감

Reduction of Autogenous Shrinkage of HPFRCC Depending on Changes of ERCO Replacement Ratio and Fiber Replacement Ratio

이 제 현* 백 철* 조 만 기** 조 성 준** 이 종 태*** 한 천 구****
 Lee, Jea-Hyeon Baek, Cheol Jo, Man-Ki Jo, Sung-Jun Lee, Jong-Tea Han, Cheon-Goo

Abstract

As the treatments of many kinds of explosive objects increase recently, it is in the trend that explosion accidents increase. Thus, many studies on HPFRCC (High-performance Fiber-reinforced Cement Composites) whose ductility is enhanced are being conducted actively in order to minimize the damages from explosion accidents. However, HPFRCC, the self-shrinkage of HPFRCC is on the rise as a problem since it becomes ultra-high strengthened by using low W/B. Thus, in this study, it is intended to evaluate the capacity for reducing the self-shrinkage of HPFRCC depending on some changes of ERCO(Emulsified Refined Cooking Oil) replacement ratio and the fiber replacement ratio between some short steel fibers (SS) and some long organic fibers (OL). As a result, it was found that some excellent effects are exerted since the self-shrinkage was reduced a lot as the ERCO replacement ratio increases and the fiber replacement ratio of SS rather than OL increases.

키 워 드 : HPFRCC, ERCO, 자기수축

Keywords : high performance fiber reinforced cementitious composites, emulsified refine cooking oil, autogenous shrinkage

1. 서 론

최근 폭발성 물질의 취급이 증가됨에 따라 폭발사고가 증가하고 있는 추세이다. 이에 폭발사고의 피해를 최소화하기 위해 인성을 증가시킨 고인성·고성능 시멘트복합재료(이하 HPFRCC)의 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 HPFRCC는 낮은 W/B의 사용으로 초고강도화 됨에 따라 자기수축의 문제점이 대두되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 자기수축 저감제로 개발된 유화처리된 정제식용유(이하 ERCO)를 사용하여 ERCO 및 섬유혼입비 변화에 따른 HPFRCC의 기초적 특성 및 자기수축을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, 배합사항으로 물결합재비(W/B)는 25%, 결합재는 OPC:BS=55:45로 하였으며, Plain의 목표플로는 200±20 mm, 목표공기량은 3.0±1.0%를 만족하도록 배합설계 하였다. 섬유조합의 경우에는 길이가 짧은 강섬유(직경: 0.12 mm, 길이: 13 mm, SS)와 길이가 긴 유기섬유(직경: 0.487 mm, 길이: 30 mm, OL)를 섬유혼입율 1.25%로 혼합하여 섬유혼입비 1:0.5, 1:1, 1:1.5와 ERCO 혼입율 0, 0.5, 1%의 총 9수준을 실험계획 하였다.¹⁾ 실험사항으로는 굳지 않은 모르타르에서 플로 및 공기량을 측정하였고, 경화 모르타르에서는 압축강도, 휨강도, 자기수축 길이변화율을 측정하는 것으로 계획하였다. 사용재료는 국내에서 시판되는 일반적인 것을 이용하였고, 실험방법은 KS의 표준적인 방법에 따랐다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/B	1	25
	결합재 (%)		OPC:BS=55:45
	모르타르 배합비		1:0.6
	목표 플로우(mm)		200±20
	목표 공기량 (%)		3.0±1.0
	섬유조합		SS+OL
	섬유혼입량		1.25 %
	섬유혼입비 (%)		1:0.5, 1:1, 1:1.5
	ERCO 혼입량 (%)		0, 0.5, 1
실험사항	굳지 않은 모르타르	2	· 플로 · 공기량
	경화 모르타르	3	· 압축강도 (3, 7, 28 일) · 휨강도 (3, 28 일) · 자기수축 길이변화율

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(ljh63811@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 박사과정

*** (주)태민엔지니어링 대표, 공학박사

**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르타르의 특성

그림 1은 ERCO 혼입율 및 SS와 OL간의 섬유혼입비 변화에 따른 플로를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 ERCO 혼입율 및 OL에 대한 SS의 섬유혼입비가 증가할수록 플로치가 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 ERCO 혼입율 1%에서 플로치가 150 mm 이하로 급격히 감소하였다.

그림 2는 ERCO 혼입율 및 SS와 OL간의 섬유혼입비 변화에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 ERCO 혼입율이 증가할수록 공기량이 증가하였고, SS와 OL간의 섬유혼입비에는 별다른 영향이 없는것으로 나타났다.

3.2 경화 모르타르의 특성

그림 3은 ERCO 혼입율 및 SS와 OL간의 섬유혼입비 변화에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 ERCO 혼입율 및 OL의 섬유혼입비가 증가할수록 압축강도는 감소하는 경향을 나타내었다.

그림 4는 ERCO 혼입율 및 SS와 OL간의 섬유혼입비 변화에 따른 재령 28일 까지의 자기수축 길이변화율을 나타낸 그래프이다. HPFRCC는 고강도 영역이기 때문에 자기수축 길이변화율이 -1000×10^{-6} 이상으로 매우 큰 값이 측정되었다.

전반적으로 ERCO 혼입율이 증가할수록 자기수축 길이변화율이 감소하는 경향을 나타내었으며, OL의 섬유혼입비가 증가할수록 자기수축 길이변화율이 크게 나타났다. 이는 유기섬유의 낮은 탄성계수가 모르타르의 자기수축을 구속하지 못함에 기인한 것으로 판단된다.

4. 결 론

- 1) 굳지않은 모르타르의 특성으로 ERCO 혼입율 및 SS의 섬유혼입비가 증가할수록 플로는 감소하는 경향을 나타내었고, 공기량은 ERCO 혼입율이 증가할수록 증가하는 경향이였다.
- 2) 경화 모르타르특성으로 압축강도는 ERCO 혼입율 및 OL의 섬유혼입비가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다.
- 3) 자기수축 길이변화율은 ERCO 혼입율이 증가할수록 감소하였으며, SS의 섬유혼입비가 증가할수록 크게 나타났다.

감사의 글

본 논문은 2016년 국토교통부 건설기술연구사업 방호·방폭 연구단(과제번호: 13건설연구 S02)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 이종태, 한천구, 유·무기 섬유를 복합사용한 HPFRCC의 공학적 특성, 한국건축시공학회지 제15권 제6호, pp.615~620, 2012.12

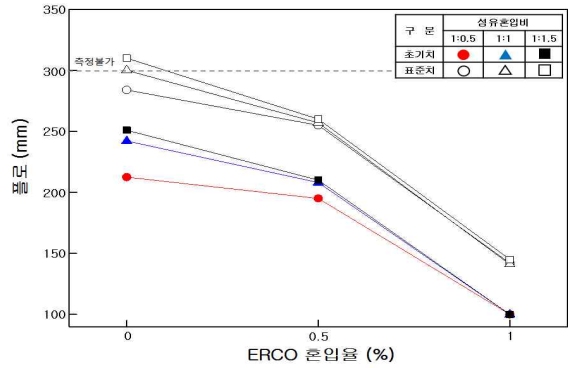


그림 1. ERCO혼입율 변화에 따른 플로

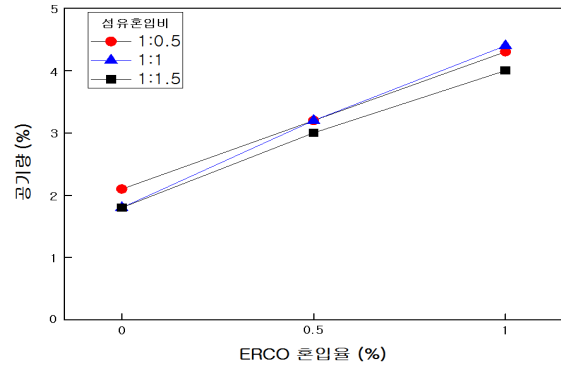


그림 2 ERCO혼입율 변화에 따른 압축강도

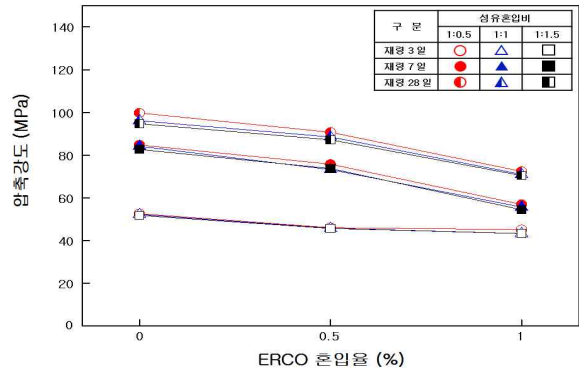


그림 3. ERCO혼입율 변화에 따른 공기량

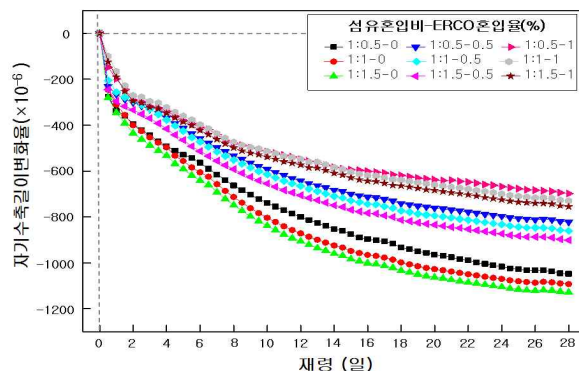


그림 4. 재령경과에 따른 자기수축 길이변화율