

전기로 산화 슬래그 잔골재 치환율 변화가 석회암 기반 초고강도 모르타르의 기초적 특성에 미치는 영향

Influence of Various Replacement Ratio of Electric Arc Furnace Fine Aggregate on Fundamental Properties of Limestone Based High Strength Mortar

문 병 룡*

송 원 루*

이 제 현*

김 민 상*

한 인 덕**

한 민 철***

Moon, Byeong-Yong

Song, Yuan-Ru

Lee, Jea-Hyeon

Kim, Min-sang

Han, In-Deok

Han, Min-Cheol

Abstract

As the demand for super tall buildings is currently increased in domestic and foreign countries, some kinds of ultra-high strength concretes are being developed actively. Since the cross section of concrete becomes smaller thanks to such kinds of ultra-high strength concretes, the concrete structures can be much bigger, more gigantic and much ultra-high. And as another benefit which is generated thanks to the enhancement of the durability performance, the maintenance expenses are also saved. However, since low W/B ultra-high concrete has a high possibility that many cracks can occur in the initial period due to the self-shrinkage caused by the self-desiccation as one of the blending characteristics, the problem becomes bigger by influencing the safety of a structure. Therefore, in this study, it is intended to analyze the effects of substituting some limestone-based ultra-high strength mortar with electric arc furnace oxidizing slag fine aggregates on the self-shrinkage of mortar.

키 워 드 : 전기로 산화 슬래그 잔골재, 석회암 잔골재, 초고강도 모르타르

Keywords : electric arc furnace fine aggregate, limestone fine aggregate, high strength mortar

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 국내외적으로 초고층 건축물에 대한 수요가 증가됨에 따라 초고강도 콘크리트의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 이러한 초고강도 콘크리트는 단면축소에 따른 구조물의 대형화, 장대화 및 초고층화를 이룰 수 있고, 내구성능이 향상되어 유지관리 비용 또한 절감된다는 이점이 있다. 그러나 W/B가 낮은 초고강도 콘크리트는 배합특성상 자기건조로 인한 자기수축으로 초기균열발생의 가능성이 높아 구조물의 안정성에 대한 문제로 까지 발전할 수 있다.¹⁾

따라서 본 연구에서는 석회암 기반 초고강도 모르타르에 약간의 팽창성이 있는 전기로 산화 슬래그 잔골재 (이하 EFA)를 치환시켜 모르타르의 기초적 특성 및 자기수축에 미치는 영향에 대해 분석 하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표1과 같다. 즉, 모르타르 배합 비는 1 : 1 (W/B 20%) 로, 목표 플로는 200 ± 100 mm, 결합재는 OPC : FA : SF = 7 : 2 : 1 로 계획 하였다. 실험 변수로서 EFA 치환율을 0, 25, 50, 100 % 의, 총 4수준으로 실험계획 하였다.

2.2 사용재료 및 실험 방법

표 1. 실험 계획

구분	실험요인	실험수준
배합사항	모르타르 배합비 (W/B)	·1 : 1 (20%)
	결합재 조성비	·OPC : FA : SF = 7 : 2 : 1
	목표 플로 (%)	·200 ± 10
	SP제 혼입률 (%)	·1.45
	잔골재	·석회암 부순 잔골재 ·전기로 산화 슬래그 잔골재
실험사항	전기로 산화 슬래그 잔골재 치환율 (%)	·0, 25, 50, 100
	굳지 않은 모르타르	·플로 ·공기량
	경화 모르타르	·압축강도 (7, 28 일) ·자기수축 길이변화율 (재령 28 일까지)

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(mby4177@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 박사과정

*** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

본 실험에 사용한 재료는 국내에서 유동되는 일반적인 것을 사용하였는데, 단, 실리카폼(이하 SF)은 노르웨이산으로, 각 사용재료의 그 물리·화학적 성질은 표 2~5와 같다. 실험 방법은 KS 규격의 표준적인 방법에 의거하여 실험을 진행하였다.

표 2. 시멘트의 물리적 성질

밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	안정도 (%)	압축강도(MPa)		
			3일	7일	28일
3.15	3 390	0.05	24.8	39.3	56.9

표 3. 혼화제의 물리·화학적 성질

구분	밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	화학성능 (%)		
			L. O. I.	SiO ₂	Al ₂ O ₃
FA	2.21	3 520	4.60	52.3	22.24
SF	2.20	160 000	0.05	96.6	1.670

표 4. 잔골재의 물리적 성질

구분	밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	조립률 (FM)	0.08 mm체 통과량 (%)	입형판정 실적률 (%)
석회암	2.64	1.34	6.19	0.62	63.27
EFA	3.40	1.91	3.10	9.30	55.80

표 5. 혼화제의 물리적 성질

구분	주성분	형태	색상	밀도 (g/cm ³)
고성능감수제	폴리칼본산계	액상	연황색	1.14

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르타르의 특성

그림 1은 EFA 치환율 변화에 따른 플로치를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 치환율이 증가 할수록 플로 값은 감소하였는데, 이는 EFA의 골재 특성 및 포함된 Ca 성분이 용출되어 실리카폼의 Si 성분과 반응하여 잔골재와 시멘트 페이스트의 결합력을 증진시킴에 기인한 것으로 판단된다.

그림 2는 EFA 치환율 변화에 따른 공기량과 단위용적 질량을 나타낸 것이다. 대체로 EFA 치환율이 증가할수록 공기량과 단위용적 질량이 증가하였는데, 이는 전기로 산화 슬래그 자체의 입도분포 및 밀도가 크기 때문인 것으로 사료된다.

3.2 경화 모르타르의 특성

그림 3은 EFA 치환율 변화에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 EFA 치환율 50%가 모든 재령에서 가장 높은 강도를 발현 하였는데, 이는 석회암 잔골재와 전기로 산화 슬래그가 적정히 혼합됨에 따라 공극 사이가 치밀하게 충전되어 나타난 것으로 사료된다.

그림 4는 EFA 치환율별 재령에 따른 자기수축 길이변화율을 나타낸 것이다. 먼저 EFA를 치환함에 따라 free-CaO 등에 의한 수축억제 등으로 자기수축이 저감된 것으로 분석된다. 특히, 치환율 50%에서 자기수축 길이변화가 가장 적었고, 0%에 비해 약 16% 감소되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 EFA 치환율 변화가 석회암 기반 초고강도 모르타르의 기초적 특성에 미치는 영향에 대해 실험을 통해 분석하였다. 그 결과, 플로와 공기량 및 압축강도 보다는 자기수축길이 변화율에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났는데, EFA 50%가 자기수축 저감에 가장 효과 적인 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(13건설연구A02)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 하정수 외 5명, 200MPa급 초고강도 콘크리트의 자기수축 특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집 구조계 제27권 제8호, pp.113~122, 2011.8

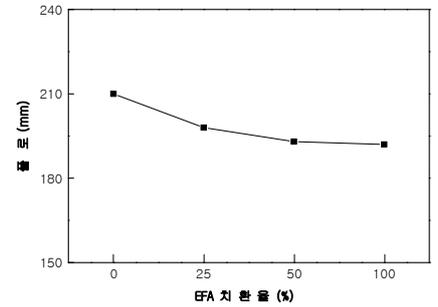


그림 1. EFA 치환율에 따른 플로

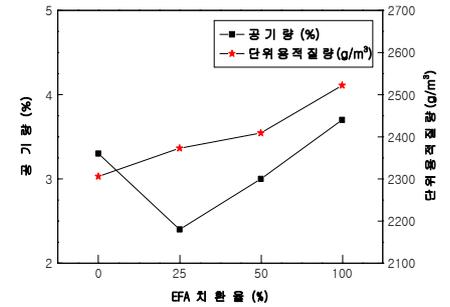


그림 2. EFA 치환율에 따른 공기량과 단위용적질량

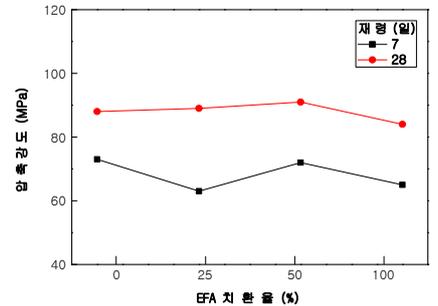


그림 3. EFA 치환율에 따른 재령별 압축강도

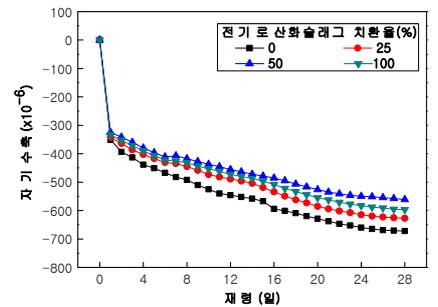


그림 4. 재령에 따른 자기수축 길이변화율