

알파반수석고 치환 고로슬래그 시멘트 모르타르의 경화특성 및 미세구조 분석

Hardening Characteristics and Microstructure Analysis of Blast Furnace Slag-Cement Mortar Replaced Alpha-calcium Sulfate Hemihydrate

김 경 태* 김 규 용** 이 보 경*** 윤 민 호*** 이 상 규*** 서 원 우*

Kim, Gyeong-Tae Kim, Gyu-Yong Lee, Bo-Kyeong Yoon, Min-Ho Lee, Sang-Kyu Seo, Won-Woo

Abstract

In this study, hardening characteristics and microstructure of blast furnace slag-cement mortar replaced alpha-calcium sulfate hemihydrate were analyzed. As a result of replacing alpha-calcium sulfate hemihydrate with 0, 10, 20, 30%, it was confirmed that the initial and final setting times are faster than that of blast furnace slag-cement mortar. The compressive strength of the specimens containing alpha-calcium sulfate hemihydrate decreased in the range of 42 ~ 76% at age 28 days compared with blast furnace slag-cement mortar. In the case of replacing the alpha-calcium sulfate hemihydrate, the shrinkage did not occur more rapidly than the cement mortar, but the slope of the strain curve showed a linear behavior. The results of scanning electron microscopy images analysis showed that the formation of ettringite was increased at alpha-calcium sulfate hemihydrate replaced mortar.

키 워 드 : 알파반수석고, 모르타르, 응결시간, 압축강도, 미세구조

Keywords : alpha-calcium sulfate hemihydrate, mortar, setting time, compressive strength, microstructure analysis

1. 서 론

알파반수석고는 경화시 속경성과 팽창성으로 인하여 응결시간이 빨라지고 수축저감 효과가 있을 것으로 기대된다.¹⁾ 또한, 고로슬래그 시멘트는 건조수축이 크고 초기강도가 낮다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 고로슬래그 시멘트에 알파반수석고를 치환한 고로슬래그 시멘트 모르타르의 응결시간과 압축강도, 건조수축을 평가하는 것을 목적으로 하였다.

2. 실험계획 및 방법

알파반수석고의 경화 특성을 검토하기 위해 알파반수석고를 0, 10, 20, 30 wt.% 치환한 고로슬래그 시멘트 모르타르의 응결시간, 압축강도, 건조수축을 평가하였으며, 미세구조 분석을 위해 주사전자현미경 관찰을 수행하였다. 알파반수석고는 배연탈황석고로부터 기압수용액법으로 제조된 밀도 2.72 g/cm³, 비표면적 1,400cm²/g의 제품을 사용하였으며, 2종의 고로슬래그 시멘트와 ISO 표준사를 사용하여 모르타르를 제조했다. 모르타르 배합은 표 2에 나타내었으며, KS L ISO 679 「시멘트의 강도 시험 방법」에 준하여 물-결합재비(W/B)는 0.5, 결합재:잔골재(B:S)는 1:3으로 설정하였다.

표 1. 실험계획

실험 변수	실험 수준	평가항목
알파반수석고 치환율	0, 10, 20, 30 (wt.%)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 응결시간 ▪ 압축강도 ▪ 건조수축 ▪ 주사전자현미경 이미지

표 2. 고로슬래그 시멘트 모르타르 배합

시험체	W/B	B:S	배합수 (g)	결합재 (g)		잔골재 (g)
				고로슬래그 시멘트	알파 반수석고	
PBC	0.5	1:3	450	900	-	2,700
PBC-α10				810	90	
PBC-α20				720	180	
PBC-α30				630	270	

* PBC : Blast furnace Slag-Cement

* 충남대학교 건축공학과 석사과정

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

*** 충남대학교 건축공학과 박사과정

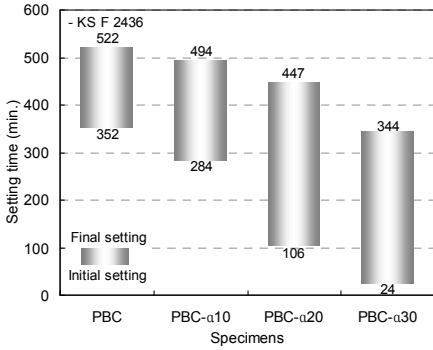


그림 1. 응결시간 측정결과

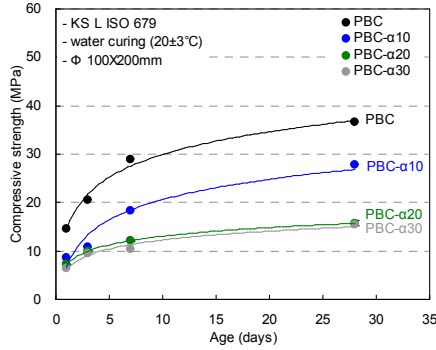


그림 2. 압축강도 측정결과

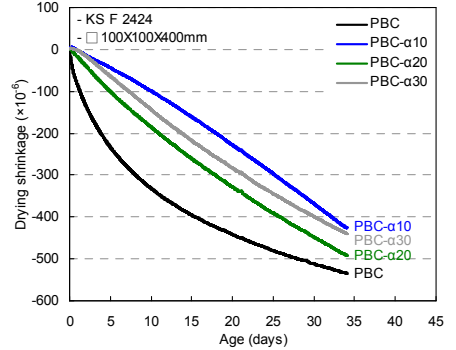
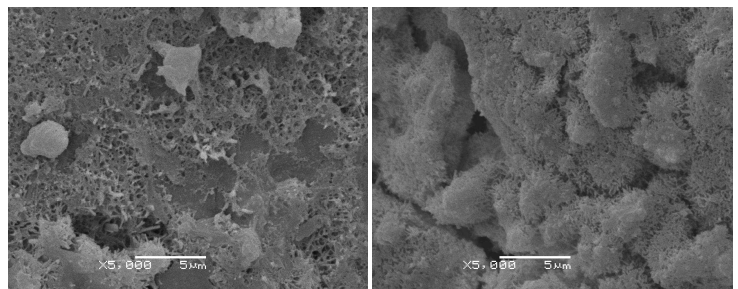


그림 3. 건조수축 측정결과

3. 실험결과 및 고찰

모르타르의 응결시간 측정결과를 그림 1에 나타냈다. 알파반수석고 치환율이 증가할수록 초결시간이 빨라지는 경향을 나타냈으며, 종결시간 또한 빨라지는 경향을 보였다.

그림 2에 알파반수석고를 치환한 모르타르의 압축강도 측정결과를 나타냈다. 알파반수석고의 치환율이 증가할수록 압축강도가 저하되는 경향을 보였다. 특히, 알파반수석고를 치환한 PBC-α 20, PBC-α 30의 재령 1일 압축강도는 PBC대비 약 44~59% 수준으로 나타났으며, 재령 28일 압축강도는 PBC 대비 약 42~43% 수준으로 나타나 재령초기에 비해 압축강도 발현율이 저하하는 것으로 나타났다.



(a) PBC (b) PBC-α10
그림 4. 주사전자현미경 관찰결과 (재령 3일)

그림 3에 건조수축 측정결과를 나타냈다. 알파반수석고를 치환할 경우 초기재령에서 건조수축이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 한편, 초기재령에서 변형률의 차이는 크지만 재령이 지남에 따라 변형률의 차이는 다시 감소하는 경향을 보이기 때문에 알파반수석고를 치환한 고로슬래그 시멘트 모르타르의 장기적인 변형 거동에 대해서는 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

PBC와 수축변형률이 가장 작은 PBC-α 10의 재령 3일에서의 주사전자현미경 관찰결과를 그림 4에 나타냈다. 알파반수석고를 10% 치환한 PBC-α 10의 시험체의 경우 알파반수석고를 치환하지 않은 PBC보다 에트링가이트가 다수 관찰되는 특징을 보였다.

4. 결 론

- 1) 알파반수석고 치환 고로슬래그 시멘트 모르타르의 경화특성과 미세구조를 분석한 결과, 알파반수석고 치환율이 증가할수록 압축강도는 감소하나 초결시간과 종결시간 모두 빨라지는 경향을 보였다.
- 2) 알파반수석고의 치환은 고로슬래그 시멘트 모르타르의 초기재령에서 건조수축을 감소시키는 것을 확인하였다. 그러나 알파반수석고를 치환할 경우 변형률 곡선의 기울기가 선형적인 거동을 보이는 것으로 나타나 향후 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2015R1A5A1037548)임.

참 고 문 헌

1. 이준, et al. 알파형 반수석고를 이용한 바다재용 시멘트모르타르의 물리 역학적 특성에 관한 실험적 연구. 한국콘크리트학회 학술대회 논문집, pp.279~280, 2012