

석고종류 및 소각장애시 치환율 변화에 따른 고로슬래그 미분말 활용 무시멘트 모르타르의 공학적 특성

Engineering Properties of Zero-Cement Mortar with Variation Replacement Ratio of Incineration Waste Ash and Gypsum

박준희* 黃金光* 김준호** 조만기*** 한민철**** 한천구*****

Park, Jun Hui Huang, Jin Guang Kim, Jun Ho Jo, Man Ki Han, Min cheol Han, Cheon Goo

Abstract

In this study, industrial by-products including blast furnace slag, incineration ash and waste gypsum were used with recycled fine aggregates to manufacture the zero-cement mortar. The replacement ratio of dihydrate gypsum and anhydrite gypsum was fixed as 0 and 10%, the replacement ratio of WA1 was fixed as 0.5% and 1.0%, respectively. It could be identified that when the replacement of gypsum was 10% and WA1 of 1.0%, the strength could be in the range of normal strength.

키워드 : 고로슬래그 미분말, 순환잔골재, 이수석고, 무수석고, 순환잔골재

Keywords : Blast furnace slag powder, Recycled fine aggregate, Gypsum Dihydrate, Anhydrous gypsum

1. 서론

전 세계적으로는 지구온난화로 인한 환경문제의 심각성을 인식하여 CO₂의 배출량을 줄이는 노력을 기울이고 있다. 이에 따라, 건설 산업에서는 시멘트(이하 OPC) 사용량을 줄이기 위해 저시멘트 콘크리트와 지오폴리머에 관한 연구 등이 활발하게 진행 중에 있고, OPC 대체 자원으로 고로슬래그 미분말(이하 BS)을 치환하여 사용하고 있는 실정이다.

그러나, 고로슬래그 미분말은 물과 수화반응 시킬 경우 불투수성 피막에 의한 초기강도저하의 문제가 발생하여 이를 해결하기 위해 알칼리자극제를 사용하는데, 기존의 알칼리자극제는 고가이므로 현실적으로 사용하기가 불가능하여 이를 대체할 수 있는 자원이 필요하다.

그러므로, 본 연구에서는 경제성 대책으로 저렴한 알칼리자극제로써 순환자원인 순환잔골재와 황산염 자극제로 산업부산물인 폐석고 및 쓰레기 소각과정 중에 발생하는 소각재(이하 WA1)를 활용하여 모르타르 상태에서 강도발현을 유도함으로써 기존의 강알칼리를 투입하여 제조하는 지오폴리머콘크리트와는 다른 방법으로 일반강도 영역까지 강도를 발현시키고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 사용재료로 BS는 KS F 2563의 3종을 사용하였고, 이수석고(CaSO₄ · 2H₂O)와 무수석고(CaSO₄)는 국내 산을 사용하였으며, RFA는 충북 D사산을 사용하였다. 시험방법으로 플로 측정기는 KS L 5111, 공기량은 KS L 2409, 염화물함유량은 이온 전극법, 압축강도는 KS L 5105, 휨강도는 KS F 2408에 의거 실시하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험내용	
기본 배합	B ¹⁾ : S	1	1 : 3
	W/B(%)		50
	골재 ²⁾		RFA
실험 변수	석고종류 ³⁾	2	GD, AG
	BS에 대한 석고 치환율(%)	2	0, 10
	BS와 석고에 대한 WA1치환율(%)	2	0.5, 1.0
실험 사항	굳지 않은 모르타르	3	플로, 공기량, 염화물함유량
	경화 모르타르	2	압축강도(3, 7, 28 일) 휨강도(3, 28 일)

1) B: 결합재료 BS + 석고+ WA1(소각장애시)

2) RFA: 순환잔골재

3) GD: 이수석고 AG: 무수석고

* 청주대학교 석사과정,

** 청주대학교 산업과학연구소

*** 청주대학교 박사과정

**** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신전자(cghan@chongju.ac.kr)

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지않은 모르타르의 특성

그림 1~3은 석고종류 및 WA1 치환율에 따른 플로, 공기량, 염화물량을 나타낸 그래프이다. 먼저, 플로는 GD와 AG 모두 석고 치환율이 증가할수록 증가하는 경향이 나타났으며, GD가 AG보다 약간 높은 플로를 나타내었다. 또한, WA1 치환율이 증가할수록 플로는 감소하는 경향이 나타났다. 공기량의 경우는 GD와 AG 및 WA1 치환율에 따라 미미한 차이를 보였으며, 염화물함유량은 GD와 AG 및 WA1 치환율에 따라 비례적으로 증가하였다. 특히, AG 10 %와 WA1 1.0 %를 치환하였을 경우 콘크리트 표준시방서의 규정치인 0.30 kg/m³를 상회하는 것으로 나타났는데, 이는 소각장에서 가연성쓰레기를 소각할 때, 음식물에 포함되어 있는 염분에 의한 것으로 판단된다.

3.2 경화 모르타르의 특성

그림 4는 GD 와 AG 및 WA1 치환율에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 먼저, 초기재령인 3, 7일에서는 GD 와 AG 및 WA1의 치환율에 상관없이 유사한 강도를 나타냈으나, 재령 28일에서는 GD와 AG 및 WA1의 치환율이 증가할수록 강도는 비례적으로 높아졌다. 특히, GD와 AG 10 %와 WA1 1.0 % 치환율에서는 일반강도 영역에 도달하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 RFA와 WA1의 알칼리와 석고의 황산염 자극이 복합 작용하여 BS의 잠재수경성 반응을 유도한 것으로 사료된다.

그림 5는 GD와 AG 및 WA1 치환율에 따른 휨강도를 나타낸 것이다. 압축강도와 마찬가지로 GD와 AG 및 WA1 치환율이 증가할수록 휨강도 또한 압축강도와 유사한 경향을 나타내었으며, 압축강도의 1/5에서 1/7을 만족하였다.

4. 결 론

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 굳지 않은 모르타르 중 플로는 GD와 AG의 치환율에 따라 증가하였지만 WA1 치환에 따라서는 저하하였다. 또한, GD와 AG 및 WA1 치환율에 따라 공기량은 미미한 차이를 보였으며, 염화물함유량은 증가하였고, AG 10 %와 WA1 1.0 %를 사용한 경우를 제외하고 콘크리트 표준시방서의 규정치인 0.30 kg/m³를 만족하였다.
- 2) 경화 모르타르의 압축강도와 휨강도는 GD와 AG 및 WA1 치환율에 따라 증가되었다. 또한, GD와 AG를 10 %와 WA1 1.0 % 치환율에서는 무시멘트 모르타르 임에도 불구하고 일반강도 영역에 도달 하는 것을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Huang Jin-Guang, 박재용, 정상운, 허영선, 한민철, 한천구 ; 소각장에서 의 치환률 변화에 따른 순환골재 미분말 함유 고로슬래그 다량치환 모르타르 의 기초적 특성, 한국건축시공학회, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집 제13권 제2호, pp.126~127, 2013.11

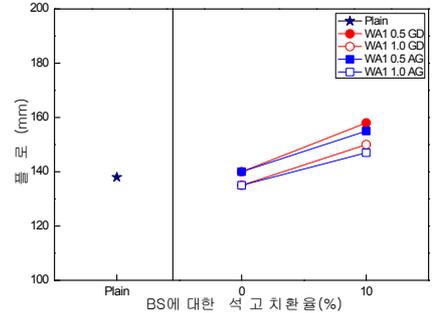


그림 1. 석고종류별 및 WA1 치환율에 따른 플로

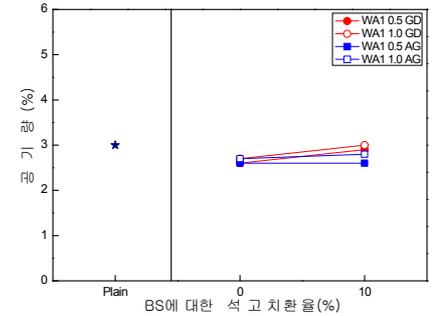


그림 2. 석고종류별 및 WA1 치환율에 따른 공기량

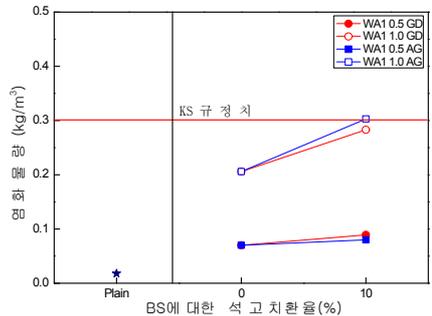


그림 3. 석고종류별 및 WA1 치환율에 따른 염화물량

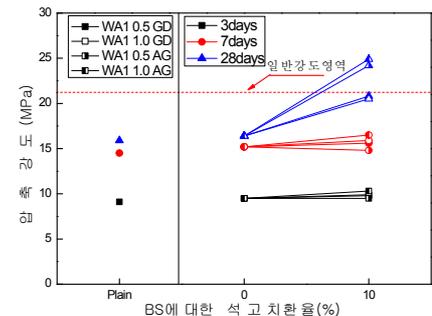


그림 4. 석고종류별 및 WA1 치환율에 따른 압축강도

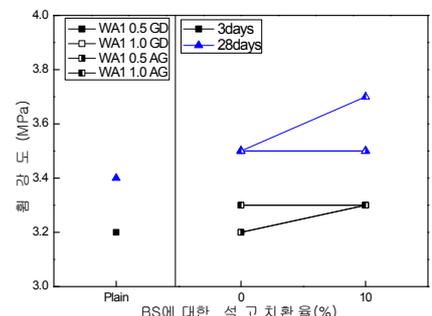


그림 5. 석고종류별 및 WA1 치환율에 따른 압축강도