

SO₃를 다량 함유한 폐석고보드 미분말을 첨가한 3성분계 무기결합재의 길이변화 특성

The Length Change Characteristic of the Ternary System Inorganic Composites
adding the Waste Gypsum Board Micro Powder containing SO₃ the great quantity

김 윤 미* 박 종 필** 이 상 수*** 송 하 영****
Kim, Yun-Mi Park, Jong-Pil Lee, Sang-Soo Song, Ha-Young

Abstract

The cement used in the construction industry of the manufacturing process, large amounts of the greenhouse gas, CO₂ and is currently being studied for cement substitutes that reduce greenhouse gas issue. Therefore, the this study as a replacement for cement industrial by-product of blast furnace slag, red mud, silica fume and alkali-activator, using only inorganic composites without high-temperature calcination process were manufactured. The waste gypsum board micro powder added to compensate for the shrinkage cracks, the compressive strength and flow, and length change characteristics were investigated. Consequently, The setting time was shortened as GB added And liquidity was reduced. GB 2%, 7 days curing the added strength of specimens was the highest. Came out, and change the length of the Plain least.

키 워 드 : 산업부산물, 폐석고보드 미분말, 무기결합재, 길이변화

Keywords : Industrial By-product, Waste Gypsum Board Micro Powder, Inorganic Composite, Shrinkage Strain

1. 서 론

최근 지구환경변화에 영향을 미치고 있는 온실가스 배출저감이 사회적 이슈가 되어 범정부적으로 정책들이 추진되고 있으며, 건설산업에서 사용되고 있는 시멘트는 소성과정 중 온실가스인 CO₂를 다량 발생하고 있어 시멘트 대체재에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한, 우리나라는 연간 3~40만 톤의 폐석고보드가 발생하고 있으며, 이중 95~90%는 재활용 기술이 미비하여 혼합폐기물로 매립되고 있다. 이로 인해 매립지 부족과 환경문제가 대두되어 폐석고보드의 재활용 방안이 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구는 시멘트 대체재로서 산업부산물인 고로슬래그, 레드머드, 실리카 폼과 알칼리 자극제만으로 무기결합재를 제조하였으며, 수축 균열을 보상하고자 SO₃를 다량 함유한 폐석고보드 미분말을 첨가하여 압축강도와 길이변화 특성을 검토하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 사용재료

본 연구에서 사용한 재료는 고로슬래그, 레드머드, 실리카 폼, 폐석고보드 미분말이며, 화학적 성질은 표 1과 같다. 폐석고보드 미분말은 건설현장에서 발생하는 폐기물로 분리선별 공정을 거쳐 분말화시킨 것으로 CaO와 SO₃ 성분이다량 함유되어 있다. 또한, 사용재료의 밀도는 고로슬래그 2.37g/cm³, 레드머드 3.37g/cm³, 실리카 폼 2.30g/cm³, 폐석고보드 미분말 2.29g/cm³이다.

표 1. 사용재료의 화학적 성질

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	TiO ₂	K ₂ O	Cl	P ₂ O ₅	F
BFS ^{a)}	35.08	13.87	0.52	41.10	3.6	2.36	-	1.20	-	-	-	-
RM ^{b)}	12.0	25.14	33.3	2.5	0.2	0.3	8.3	-	-	-	-	-
SF ^{c)}	94.0	2.6	1.69	0.31	1.03	0.15	-	-	-	-	-	-
GB ^{d)}	1.60	0.69	0.22	54.32	0.23	41.47	0.1	0.49	0.46	0.03	0.19	0.15

주 a) BFS(Blast Furnace Slag) : 고로슬래그

b) RM(Red Mud) : 레드머드

c) SF(Silica Fume) : 실리카 폼

d) GB(Waste Gypsum Board Micro Powder) : 폐석고보드 미분말

2.2 실험계획 및 방법

본 연구는 선행연구를 바탕으로 W/B를 31%로 고정된 후 무기

* 국립한밭대학교 건축공학과 학사과정, 정회원

** 국립한밭대학교 건축공학과 석사과정, 정회원

*** 국립한밭대학교 건축공학과 부교수, 정회원, 교신저자
(sslee111@hanbat.ac.kr)

**** 국립한밭대학교 건축공학과 교수, 정회원

결합재로 BFS, RM, SF를 사용하여 CaO의 함유량은 30%, Si/Al은 4로 고정하였다. 또한, 알칼리자극제는 NaOH : Na₂SiO₃를 50:50으로 Binder 400g에 총 100g을 첨가 하였으며, GB를 Binder의 0, 2, 4, 6(%) 첨가하였다. 측정항목으로는 응결시간, 플로우 콘, 압축강도, 길이변화 총 4수준으로 계획하였다. 본 실험계획은 표 2와 같다.

표 2. 본 실험계획

실험요인	실험수준	
무기결합재	· BFS, RM, SF	1
무기결합재조건	· CaO 함유량 30%, Si/Al ^{e)} 변화율 4	1
알칼리자극제	· NaOH:Na ₂ SiO ₃	· 50:50
	· 총량(binder 400g)	· 100g
GB 첨가율	· 0, 2, 4, 6(wt.%)	4
W/B	· 31%	1
시험항목	· 응결시간, 플로우 콘, 압축강도, 길이변화	4

주 e) Si/Al : SiO₂(분자량)/Al₂O₃(분자량)

3. 실험결과 및 분석

3.1 응결시간 및 테이블 콘 플로우

그림 1은 GB의 첨가율에 따른 응결 및 슬럼프 시험결과를 나타낸 것으로 GB를 첨가할수록 응결시간이 단축되었으며, 유동성이 저하되었다. 이는 GB의 높은 흡수율에 의해 잔여 배합수가 줄어들어 응결을 촉진시키고 유동성이 저하된 것으로 판단된다. 또한, GB-2의 시험체만이 Plain보다 응결이 지연되는 것으로 나타났으며, 이는 SO₃의 증가로 인해 나타난 것으로 사료된다.

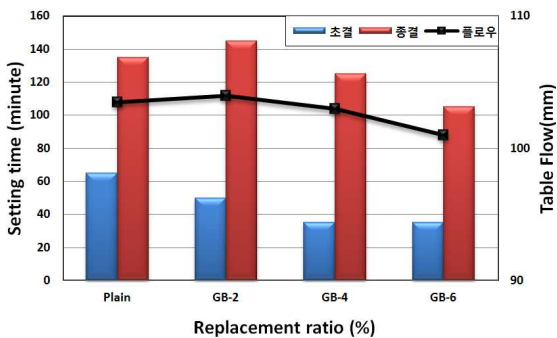


그림 1. GB 첨가율에 따른 응결시간 및 슬럼프

3.2 압축강도

GB의 첨가율에 따른 압축강도는 그림 2에 나타내었으며, GB의 첨가량이 높을수록 강도가 저하되었다. 이는 GB의 첨가로 시험체의 수축으로 인해 나타난 경향으로 판단된다. 또한, 재령 1, 3일의 경우 Plain보다 GB를 첨가하였을 때 낮은 강도를 나타내었지만, 재령 7일에서 GB-2의 강도는 Plain 보다 다소 높게 나타났다. 이는 GB에 함유된 CaO성분에 의해 강도발현이 된 것으로 사료되며, 적정 GB 사용량은 2%인 것으로 판단된다.

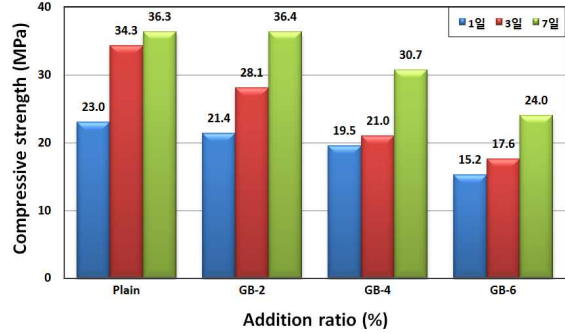


그림 2. GB 첨가율에 따른 재령별 압축강도

3.3 길이변화

그림 3은 GB의 첨가율에 따른 길이변화를 나타낸 것으로 Plain < GB-2 < GB-4 < GB-6의 순으로 Plain의 길이변화가 가장 적은 것으로 나타났다. 이는 GB의 SO₃가 초기재령의 수축제어에 영향이 적은 것으로 판단되며, 추후 지속적인 측정이 필요한 것으로 판단된다.

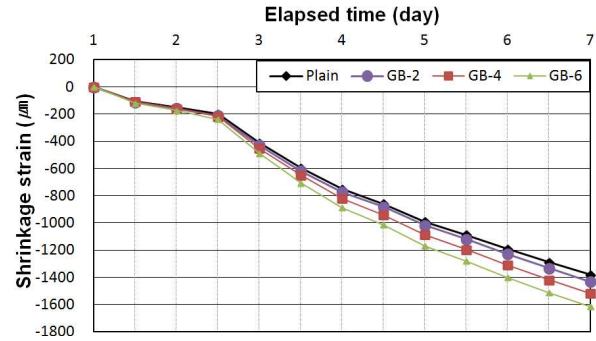


그림 3. GB 첨가율에 따른 재령별 길이변화

4. 결론

본 연구는 SO₃를 다량 함유한 GB의 첨가량에 따른 실험결과로 응결시간은 GB를 첨가할수록 단축되었으며, 유동성은 저하되었다. 압축강도의 경우 재령 7일에서 GB를 2%첨가한 시험체만이 Plain보다 다소 높은 강도 발현을 하였으며, GB의 첨가량이 많아 질수록 강도는 저하되었다. 길이변화는 Plain의 수축량이 가장 적은 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 한국연구재단 지원사업 [과제번호 2012-001570]에 의해 수행되었기에 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- 이운성의, 산업부산물을 사용한 저탄소 무기결합체의 조건별 강도특성, 한국건축시공학회지, 제12권 제1호, 2012