

잔골재 치환율별 저탄소 무기결합재를 사용한 PVA섬유 모르타르의 유동 및 강도특성

The Strength and Flowing Properties of PVA Fiber Mortar using the Low-carbon Inorganic Composite according the Replacement Ratio of Fine Aggregate

박 종 필 **문 지 환** **김 규 용**** **이 상 수***** **송 하 영******
 Park, Jong-Pil Moon, Ji-Hwon Kim, Gyu-Yong Lee, Sang-Soo Song, Ha-Young

Abstract

This study analyzed and compared the flowing and strength properties of mortar depending on the different fine aggregate replacement ratios and whether or not the mixing of PVA fiber was applied, blast furnace slag, red mud, and silica fume that are industrial by-products were used for the analysis. The findings showed that higher replacement level of fine aggregate increased air content while decreasing the table flow. In addition, in case of the compressive strength, Plain mortar and PVA fiber with the replacement ratios of 15% and 30%, respectively showed the greatest strength development.

키 워 드 : 저탄소, 무기결합재, 알칼리 자극제, PVA 섬유
 Keywords : low carbon, inorganic composite, alkali accelerator, PVA fiber

1. 서 론

최근, 기후변화협약에 따라 CO₂ 감축이 국가의 절대 의무가 되고 있는 가운데 우리나라는 2010년도 4월에 발표된 “저탄소 녹색성장”에 의거하여 CO₂ 저감에 관한 연구를 모든 학문 및 건설 산업분야에서 범 정부적으로 추진하고 있는 실정이다. 따라서 CO₂ 저감 및 부존자원의 고갈 문제를 해결하기 위하여 산업부산물인 슬래그 미분말과 자극제를 사용한 지오폴리머 연구가 진행되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 시멘트 대체재로서 고로슬래그, 레드머드, 실리카 흙 등의 단점을 상호 보완하여 알칼리 자극제를 사용하여 고온의 소성과정 없이 상온에서 제조 가능한 저탄소 무기결합재를 제조하기 위한 것으로, PVA섬유 혼입 유무와 잔골재 치환율에 따른 유동 및 강도특성에 대해 파악하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 선행연구 계획 및 분석

* 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 석사과정
 ** 충남대학교 공과대학 건축공학과 부교수, 공박
 *** 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 부교수, 공학박사
 교신저자(sslee111@hanbat.ac.kr)
 **** 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 교수, 공박

본 선행연구는 산업부산물에 알칼리 자극제를 사용하여 경화성을 확인하였으며, 무기결합재의 CaO 함유량 및 Si/Al 변화율에 따른 공시체의 강도 특성을 검토한 후 알칼리 자극제 비율 및 양 변화에 따른 실험을 진행하였다.

따라서 산업부산물인 고로슬래그, 레드머드, 실리카 흙 등을 사용하여 도출된 저탄소 무기결합재의 최적배합은 표 1과 같다.

표 1. 무기결합재 최적배합

W/B (%)	W (g)	알칼리자극제(g)		실험수준	무기결합재 화학성분		
		NaOH	Na ₂ SiO ₃		CaO	SiO ₃	Al ₂ O ₃
31	60	50	50	CaO 30% Si/Al ^{a)} 4	29.6	33.5	16.3

주 a) Si/Al : SiO₂(분자량)/Al₂O₃(분자량)

2.2 본 실험계획

본 연구는 선행실험의 최적배합을 이용하여 BFS, RM, SF 등을 결합한 무기결합재에 NaOH과 Na₂SiO₃를 결합한 액상의 알칼리 자극제를 사용한 실험으로 PVA섬유 혼입유무와 잔골재 치환율에 따른 모르타르 유동 및 강도특성을 검토하기 위한 실험계획은 표 2와 같다.

무기결합재의 CaO 함유량을 30%, Si/Al 4, 알칼리 자극제 비율(NaOH:Na₂SiO₃)을 50:50으로 고정한 후 섬유 혼입한 것을 PVA 1%, 혼입하지 않은 것을 Plain으로 설정하였으며, 잔골재인 세척사를 각각 15, 30, 50(%) 3수준으로 치환하여 실험을 진행하였다.

표 2. 본 실험계획

실험요인		실험수준		
무기결합재		고로슬래그 ^{b)} , 레드머드 ^{c)} , 실리카 흙 ^{d)}		3
무기결합재 조건		CaO 함유량 30%, Si/Al ^{e)} 변화율 4		1
알칼리자극제	비율	NaOH : Na ₂ SiO ₃	50 : 50	1
	양	NaOH(g) + Na ₂ SiO ₃ (g)	100	1
PVA섬유 혼입율		0, 1(vol%)		2
잔골재		세척사		1
잔골재 치환율 ^{e)}		A(15%), B(30%), C(50%)		3
양생조건		상대습도 60±5%, 온도 20±2°C		1
시험항목		테이블 플로우, 공기량, 압축강도		3

주 b) 고로슬래그(Blast Furnace Slag) : BFS
 c) 레드머드(Red Mud) : RM
 d) 실리카 흙(Silica Fume) : SF
 e) 무기결합재 양이 1000g일 때의 잔골재 치환율
 A(B850 : S150), B(B700 : S300), C(B500 : S500)

3. 실험결과 및 분석

3.1 공기량 및 테이블 플로우

그림 1은 저탄소 무기결합재의 PVA섬유 혼입 유무와 잔골재 치환율에 따른 모르타르 공기량 및 테이블 플로우 시험결과를 나타낸 것으로, 잔골재 치환율이 증가할수록 공기량은 증가하고 테이블 플로우는 감소하는 것으로 나타났으며, PVA섬유를 혼입한 경우 소폭 감소하는 경향을 보였다. 또한, 섬유를 혼입하지 않은 Plain 모르타르의 유동성은 PVA섬유를 혼입한 것에 비해 우수한 유동성을 나타내었다. 이는 PVA섬유와 무기결합재 매트릭스와의 우수한 부착력으로 인해 마찰작용이 억제되어 유동성이 저하되는 것으로 판단된다.

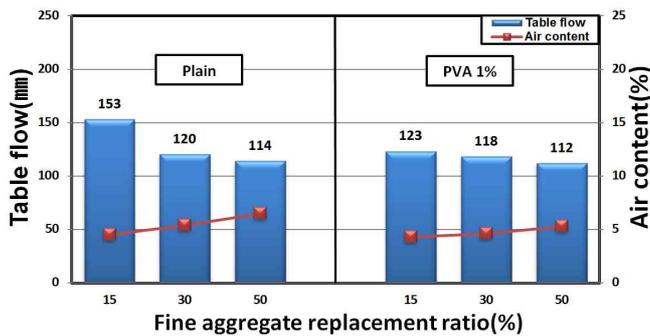


그림 1. PVA섬유 혼입유무와 잔골재 치환율별 유동성

3.2 압축강도

그림 2는 저탄소 무기결합재의 PVA섬유 혼입 유무와 잔골재 치환율에 따른 모르타르 압축강도 시험 결과를 나타낸 것으로서, Plain의 경우 잔골재 치환율이 15% 일 때 가장 높은 강도를 나타내었고 치환율을 증가할수록 강도가 낮아지는 경향을 나타냈다. 이는 무기결합재의 양이 줄어들고 잔골재가 늘어남에 따라 무기결합재 매트릭스가 경화 과정에서 잔골재를 모두 다 접촉할 수 없

어 접착력이 떨어지는 것으로 판단된다. 또한, PVA섬유를 첨가한 모르타르 시험체의 경우 Plain보다 높은 강도를 나타내었다. 이는 PVA섬유표면의 요철이 무기결합재 매트릭스와의 물리적 결합(앵커효과)과 섬유의 공극 충전효과에 의한 공기량 감소에 따라 증가한 것으로 사료된다. 따라서 PVA 섬유를 첨가한 모르타르의 경우 적정 치환율은 30%로 판단된다.

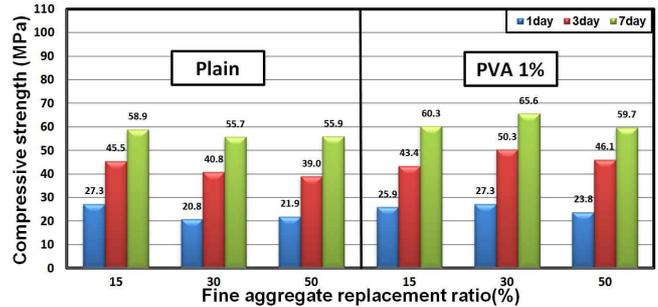


그림 2. PVA섬유 혼입유무와 잔골재 치환율별 압축강도

4. 결론

본 연구는 시멘트 대체재로서 산업부산물을 사용하여 PVA섬유 혼입 유무와 잔골재 치환율에 따른 유동 및 강도특성에 관한 실험결과로써, 잔골재 치환율이 증가할수록 공기량은 증가하였고, 테이블 플로우는 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 모르타르의 압축강도 경우, Plain은 치환율 15%, PVA섬유는 치환율 30% 일 때 가장 우수한 강도 발현을 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 한국연구재단에서 지원하는 2011년도 일반연구자 지원 사업 (과제명 : 저탄소형 비소성 카울린을 사용하는 무시멘트계 친환경 무기페널의 제조기법 연구) 의 일환으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 이상수의, 산업부산물을 사용한 저탄소 무기결합재의 조건별 강도특성. 한국건축시공학회 논문집. pp54~63, 2012.2