

저탄소 무기결합재의 섬유보강에 따른 강도 특성에 관한 연구

A Study on the Strength Properties as according to the Fiber Reinforced of Low Carbon Inorganic Composite

문지환* 이윤성* 이강필* 김상철** 이상수***
 Moon, Ji-Hwan Lee, Yun-Seong Lee, Kang-Pil Kim, Sang-Chul Lee, Sang-Soo

Abstract

The purpose of this study is to produce the low-carbon eco-friendly inorganic composite at room temperature by an alkali accelerator without firing process at high temperature, and complement the problem of previous studies, the deterioration in strength caused by cracking, with incorporation of PVA fibers. Results of reviewing the changes in the strength properties of PVA showed that test body mixed with PVA fibers had the superiority in strength expression.

키워드 : 무기결합재, 알칼리 자극제, 저탄소, 친환경
 Keywords : Inorganic Composite, Alkali Accelerator, Low Carbon, Eco-Friendly

1. 서론

국내의 시멘트 산업은 CO₂ 총 배출량(206.5백만톤) 중 철강산업에 이어 두 번째로 많은 3천 9백만톤(18.9%)을 차지하고 있으며, 생산과정에서 시멘트 1톤당 중유 100L, 전력 120kwh를 소비하는 에너지 사용량이 다른 산업분야에 비하여 매우 큰 에너지 다소비 업종이라 할 수 있다. 이에 국내에서도 플라이애쉬, 고로슬래그 등의 산업부산물을 혼화재 및 시멘트의 혼합재로 사용하여 각종 산업폐기물의 처분 및 재활용률을 증가시킴으로써 에너지의 재이용 및 CO₂ 배출량을 감소시키고자 하는 노력이 이루어지고 있다.

따라서 본 연구에서는 고로슬래그(BFS), 레드머드(RM), 실리카 흙(SF) 등을 사용하여 콘크리트 혼화재가 아닌 시멘트 대체재로서 산업부산물의 단점을 상호 보완하여 알칼리 자극제만으로 고온의 소성과정 없이 상온에서 제조가 가능한 저탄소 친환경 무기결합재를 제조하고자 하였으며, 선행연구에서 문제점으로 드러난 균열에 의한 강도저하를 PVA섬유를 보강하여 강도특성의 변화를 검토하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구는 저탄소 무기결합재에 PVA 섬유의 보강에 따른 강도 특성을 검토하기 위한 것으로 실험계획 및 방법은 표 1과 같다.

표 1. 적정 배합 선정에 따른 실험계획 및 방법

실험요인	실험수준		
무기결합재 조건	CaO 함유량 30%, Si/Al 4 ^{a)}		1
알칼리 자극제 비율	NaOH : Na ₂ SiO ₃ ^{b)}	50 : 50	1
알칼리 자극제 양	100 (g) ^{c)}		1
양생조건	상대습도(80±5)% 온도 (20±2)°C ^{d)}		1
섬유 혼입율	PVA 0, 1.5%		2
시험항목	압축강도, 인장강도, 휨강도		3

- a) Si/Al : SiO₂(분자량)/Al₂O₃(분자량)
- b) 선행연구를 통한 알칼리 자극제 비율 고정
- c) 알칼리 자극제 양 : 무기결합재 바인더가 400g일 때의 양
- d) 무기결합재의 무균열을 위한 적정 온도 선정



사진 1. 무기결합재 혼합



사진 2. 강도 측정

* 한밭대학교 대학원 석사과정
 ** 한밭대학교 건축공학과 조교수, 공학박사
 *** 한밭대학교 건축공학과 부교수, 공학박사, 교신저자
 (sslee111@hanbat.ac.kr)

3. 실험결과 및 분석

3.1 저탄소 무기결합재의 압축강도

그림 1은 PVA섬유 혼입에 따른 저탄소 무기결합재의 압축강도 시험결과를 나타낸 것으로서, PVA 섬유를 혼입한 경우, 재령 28일 87.7MPa를 나타내고 있어 PVA를 혼입하지 않은 경우(plain)에 비하여 120%의 강도증진을 나타내고 있다. 이는 PVA 섬유 자체에 OH기를 가지고 있어 저탄소 무기결합재의 경화시 높은 접착성이 얻어지며, PVA섬유 표면의 요철이 저탄소 무기결합재 매트릭스와의 물리적 결합(앵커효과)에 중요한 역할을 하여 이러한 경향이 나타난 것으로 판단된다.

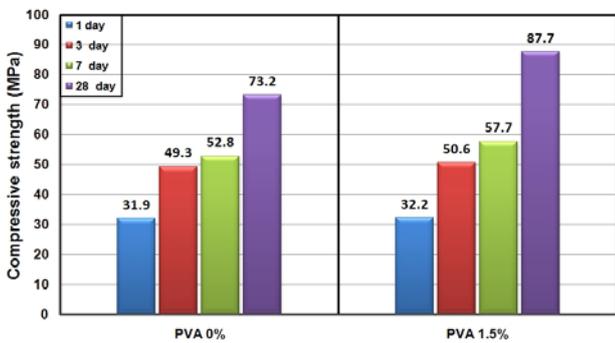


그림 1. 저탄소 무기결합재의 압축강도

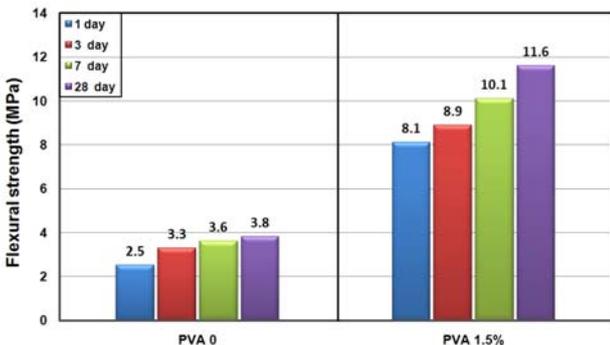


그림 2. 저탄소 무기결합재의 휨강도

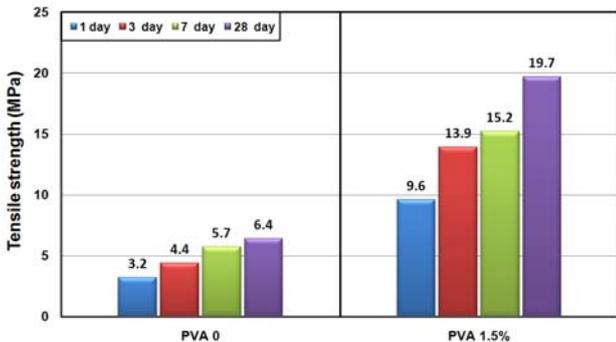


그림 3. 저탄소 무기결합재의 인장강도

3.2 저탄소 무기결합재의 휨강도 및 인장강도

그림 2와 그림 3은 PVA섬유 혼입에 따른 저탄소 무기결합재의 휨강도 및 인장강도 시험결과를 나타낸 것으로서, PVA 섬유를 혼입한 경우가 플레인의 경우에 비하여 재령 1일 및 재령 28일의 강도 증진율이 휨강도의 경우, 224% 및 205%, 인장강도의 경우 200% 및 208%로서 매우 우수한 것으로 나타났다. 이는 휨강도 및 인장강도에 대한 공시체 내 PVA 섬유를 혼입한 경우의 성능이 충분히 발휘된 것으로 판단되며, 공시체의 취성적 파괴로 발전하는 하나의 큰 균열 발생이 아닌 공시체 전체에 미세한 균열을 분포시킴으로써 강도증진에 기인한 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 시멘트대체재로서 산업부산물인 BFS, RM, SF 등을 사용하여 시멘트가 사용되지 않은 저탄소 친환경 무기결합재의 PVA 섬유보강에 따른 강도변화에 대한 실험결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 압축강도의 경우 PVA 섬유를 혼입한 경우가 PVA 섬유를 혼입하지 않은 경우(플레인)에 비하여 120% (재령 28일 87.7MPa)의 강도증진효과를 나타내고 있다.
- 2) 휨강도 및 인장강도의 경우 PVA 섬유를 혼입한 경우 플레인의 경우보다 높은 강도발현율(200%)을 나타내어, 고인성 패널 제작이 가능할 것으로 판단된다.
- 3) 저탄소 무기결합재에 PVA섬유를 혼입한 경우 기존 무기결합재의 문제점인 균열에 의한 강도저하를 보완할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

또한 고로슬래그, 실리카 흙, 레드머드 등의 산업부산물 사용으로 인한 시멘트 사용저감으로 CO₂가스의 배출저감에 기인할 것으로 판단된다.

감 사 의 글

이 논문은 한국연구재단에서 지원하는 2010년도 일반연구자 지원 사업 [과제명 : 저탄소형 비소성 카울린을 사용한 무시멘트 친환경 무기패널의 제조기법 연구]의 일환으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김진태, 서동석, 김갑중, 이종국, 알루미늄 실리카이트계 지오폴리머의 압축강도에 미치는 알카리 활성화제의 영향. 한국세라믹학회지 춘계학술발표대회 논문집, 2010.4