

# 잔골재 치환율별 저탄소 무기결합재를 사용한 모르타르의 유동 및 강도 특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Flowing and Strength Properties of Mortar using Low Carbon Inorganic Binder by Sand Replacement Ratio

**배 상 우\***                      **이 윤 성\***                      **이 강 필\***                      **이 상 수\*\***                      **송 하 영\*\*\***  
 Bae, Sang-Woo              Lee, Yun-Seong              Lee, Kang-Pil              Lee, Sang-Soo              Song, Ha-Young

### Abstract

This study is about the mortar in which fine aggregate is substituted by low-carbon eco-friendly inorganic composite prepared by addition of alkali accelerator in industrial by-products such as blast furnace slag, red mud and silica fume as a replacement for cement. Results of experiments on flow and strength properties in mortar of inorganic composite according to replacement rate of fine aggregate showed that amount of air and table flow decreased as replacement rate of fine aggregate about inorganic composite got higher. Also, it's shown that the compressive strength was the highest at replacement rate 50% of fine aggregate about inorganic composite.

키 워 드 : 무기결합재, 알칼리 자극제, 고로슬래그, 레드머드, 실리카 흙  
 Keywords : Inorganic Composite, Alkali Accelerator, Blast Furnace Slag, Red Mud, Silica Fume

## 1. 서 론

최근, 저탄소 녹색성장이라는 국가정책이 추진됨에 따라 건설 업계에서도 시멘트 생산시 배출되는 CO<sub>2</sub> 가스 발생을 저감시키려고 하는 노력이 지속되고 있는 실정이다. 즉, 환경오염 해소 및 부존자원의 고갈 문제를 해결할 수 있는 방법으로써 산업부산물인 실리카 흙, 고로슬래그, 플라이애시, 레드머드 등의 광물질 혼화재를 시멘트 대체재로 다량 사용하는 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 콘크리트 혼화재가 아닌 시멘트 대체재로서 고로슬래그, 레드머드, 실리카 흙의 단점을 상호 보완하여 알칼리 자극제만으로 고온의 소성과정 없이 상온에서 제조가 가능한 저탄소 친환경 무기결합재를 제조하기 위한 것으로, 금번 실험에서는 잔골재 치환율별 저탄소 무기결합재 모르타르를 제작하여 유동 및 강도 특성에 대해 파악하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 기초실험계획 및 분석

본 연구의 기초실험은 저탄소 무기결합재에 대한 각각의 알칼리 자극제의 경화성상을 확인하기 위한 실험으로, 기초실험계획은 표 1과 같다.

기초실험결과, 고로슬래그, 실리카 흙의 경우 5가지 알칼리 자극제에 모두 경화하였으나, 실리카 흙은 고로슬래그에 비해 늦게 경화하였다. 또한 레드머드의 경우 NaOH과 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>에서만 경화하였다.

표 1. 기초실험계획

실험요인	실험수준	
무기결합재	고로슬래그 <sup>a)</sup> , 레드머드 <sup>b)</sup> , 실리카 흙 <sup>c)</sup>	3
알칼리 자극제	NaOH, K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	5
알칼리 자극제 첨가율	BFS RM SF	1, 3, 5, 7, 10(%) 5

주 a) 고로슬래그(Blast Furnace Slag) : BFS  
 b) 레드머드(Red Mud) : RM  
 c) 실리카 흙(Silica Fume) : SF

### 2.2 본 실험계획

본 실험계획은 기초실험결과를 바탕으로 표 2와 같이 실험요인 및 실험수준을 선정하였다.

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

표 2. 본 실험계획

실험요인	실험수준		
무기결합재 조건	CaO 함유량 30%, Si/Al 변화율 4 <sup>d)</sup>		1
알칼리자극제	비율(NaOH:Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	50:50	1
	양(NaOH+Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	100(g)	
잔골재치환율 <sup>e)</sup>	A(40%), B(50%), C(60%), D(70%)		4
양생조건	상대습도(80±5)%, 온도(20±2)°C		
시험항목	테이블 플로우, 공기량, 압축강도		

주 d) Si/Al : SiO<sub>2</sub>(분자량)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(분자량)

e) 무기결합재 양이 1000g일 때의 잔골재 치환율  
A(B600:S400), B(B500:S500), C(B400:S600), D(B300:S700)

### 2.3 실험방법

저탄소 무기결합재 모르타르의 시험항목 및 방법은 표 3과 같다.

표 3. 저탄소 무기결합재 모르타르의 시험항목 및 방법

시험장비			
측정항목	테이블 플로우	공기량	압축강도
시험방법	KS L 5111	KS L 3136	KS L 5105

### 3. 실험결과 및 분석

#### 3.1 공기량 및 테이블 플로우

그림 1은 저탄소 무기결합재의 잔골재 치환율별 테이블 플로우 및 공기량 시험결과를 나타낸 것으로서, 잔골재 치환율이 증가할수록 공기량 및 테이블 플로우가 감소하는 경향을 나타내었다.

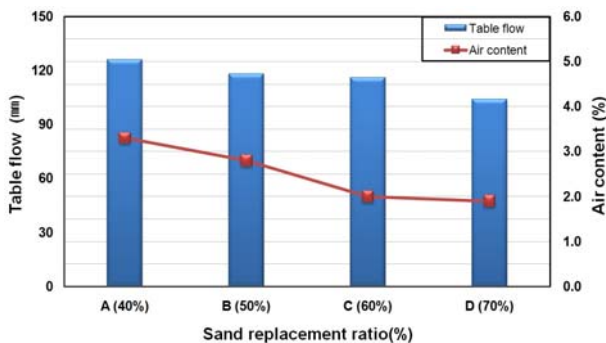


그림 1. 잔골재 치환율별 테이블 플로우 및 공기량

#### 3.2 압축강도

그림 2는 저탄소 무기결합재의 잔골재 치환율별 압축강도 시험 결과를 나타낸 것으로서, 잔골재 치환율이 B(50%) 일 때 즉 무기결합재와 잔골재의 비율이 50:50일 때 압축강도가 가장 높은 것

으로 나타났으며, 잔골재 치환율이 가장 높은 D(70%)의 경우 가장 낮은 압축강도를 나타내었다.

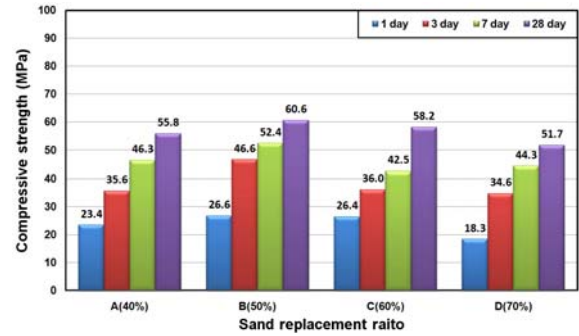


그림 2. 잔골재 치환율별 압축강도

### 4. 결론

본 연구는 시멘트 대체재로서 산업부산물을 이용하는 잔골재 치환율별 저탄소 친환경 무기결합재를 사용한 모르타르의 유동 및 강도 특성에 관한 실험결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 잔골재 치환율이 증가할수록 공기량 및 테이블 플로우는 감소하는 것으로 나타났다. 이는 유동에 기여하는 모르타르의 용적이 상대적으로 감소하였기 때문으로 판단된다.
- 2) 압축강도의 경우 잔골재 치환율이 50%일 경우 가장 높은 강도발현율을 나타내고 있어, 무기결합재와 잔골재 비율이 50:50일 때 가장 최적의 혼합비라고 판단된다.

### 감사의 글

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

### 참고 문헌

1. 이상수의, 고로슬래그와 레드머드를 사용한 무시멘트계 복합체의 유동 및 강도특성에 관한 연구, 한국건축시공학회 추계학술발표대회 논문집, pp.91~94, 2010.11