

# 잔골재 종류에 따른 고로슬래그 미분말 모르터의 응결시간 및 강도발현 특성

## The Setting Time and Strength Development of Blast-Furnace Slag Powder Mortar According to Kinds of Fine Aggregate

**최현규\* 김영희\* 손호정\*\* 이향재\*\*\* 한민철\*\*\*\* 한천구\*\*\*\*\***  
Choi, Hyun-Kyu Kim, Young-Hee Son, Ho-Jung Lee, Hyang-Jae Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

### Abstract

This study is to investigate experimentally the strength properties of mortar using recycled fine aggregates(RA) and blast furnace slag powder(BS) without cement according to type of fine aggregate. In the results of the study, compressive strength of RA was the highest. It can be considered that the results are due to the reaction of the non-hydration cement in RA to the latent hydraulicity reaction of the BS.

키워드 : 순환잔골재, 무 시멘트 모르터, 고로슬래그 미분말  
Keywords : recycled fine aggregates, zero cement mortar, blast-furnace slag powder

### 1. 서론

최근 저탄소 녹색성장에 대한 중요성이 강조됨에 따라 CO<sub>2</sub> 배출량을 저감하기 위한 다각적인 검토가 이루어지고 있는 실정이다. 이러한 환경문제로 인하여 시멘트를 전혀 사용하지 않은 무 시멘트에 관한 연구가 주목받고 있다.

이와 관련하여 무 시멘트의 재료로서 산업부산물인 광물질 결합재를 이용한 연구가 다각적으로 진행되어왔지만, 알칼리 활성화에 대한 문제로 수화반응이 지연되는 단점을 가지고 있어 알칼리 활성을 위한 사용재료의 종류, 성분, 혼합비율 등의 체계적인 검토가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 저탄소 녹색성장에 기여할 수 있는 효율적인 순환자원의 유효한 활용에 대한 기초적인 연구로서 천연잔골재(이하 NA), 부순잔골재(이하 CA), 순환잔골재(이하 RA) 3수준의 잔골재 종류변화에 따른 고로슬래그 미분말 모르터의 강도 발현 특성에 대하여 분석하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, 배합비 1:3, 1:6의 2

수준에 대하여 목표 플로우치는 120±10 mm를 만족하도록 배합 설계하여 W/B를 선정하는 것으로 하였고, 결합재는 고로슬래그 미분말(이하 BS)을 100 % 사용하였으며, 잔골재는 NA, CA, RA 로 3수준을 실험계획하였다. 실험사항으로 굳지않은 모르터에서는 플로우치와 응결시간을 측정하였고, 경화 모르터에서는 각 재령별 압축강도를 측정하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	배합비	2	1 : 3, 1 : 6
	W/B (%)	1	목표 플로우치에 만족하도록 설계
	목표플로우 (mm)	1	120±25
	결합재	1	BS* - 100 %
	잔골재종류	3	·NA** : 천연잔골재 ·CA : 부순잔골재 ·RA : 순환잔골재
실험 사항	굳지않은 모르터	2	·슬럼프 ·응결시간
	경화 모르터	1	·압축강도(1, 3, 7, 14, 28, 56일)

\* BS : 고로슬래그 미분말    \*\* Plain

표 2. RA의 물리적 성질

밀도 (g/m <sup>3</sup> )	FM	흡수율(%)	0.08 mm체 통과량(%)	pH
2.20	2.76	6.20	2.40	11.5

\* 청주대학교 대학원 건축공학과 석사과정, 교신저자 (friendchk@naver.com)  
\*\* 청주대학교 대학원 건축공학과 박사과정  
\*\*\* 신성종합건축사사무소(주), 전문  
\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사  
\*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

또한, 사용재료는 모두 국내산을 사용하였으며, 표 2는 RA의 물리적 성질을 나타낸 것이다. 실험방법은 KS 표준에 의거하여 실시하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 모르터 배합비별 경과시간에 따른 관입저항치를 나타낸 것이다. 먼저, NA의 경우는 배합비 1:3에서 약 150시간에 종결이 났으며, 배합비 1:6에서는 약 685시간(재령 28일)이후에 종결이 나타났다. 또한 CA는 배합비 1:3에서 약 68시간에 종결이 났으며, 배합비 1:6에서는 약 185시간(재령 7일)이후에 종결이 나타났다.

반면, RA의 경우는 배합비 1:3에서 약 5시간, 배합비 1:6에서 약 3시간으로 측정되어 배합비에 관계없이 획기적으로 응결시간이 단축되는 것으로 나타났다. 이는 RA의 표면에 부착되어 있는 미수화 시멘트의 지속인 수화반응성과 동시에 주 결합재로 사용된 BS가 RA의 미수화 시멘트에서 용출되는  $Ca(OH)_2$  등 알칼리 자극제에 의해 촉진된 잠재수경성 반응에 기인한 것으로 판단된다.

그림 2는 모르터 배합비별 재령경과에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 먼저, NA 및 CA의 경우에는 배합비 1:3에서 재령 3일까지 압축강도를 측정할 수 없었으며, 이후 재령에서 소정의 압축강도를 발현하였다. 또한, 배합비 1:6에서 NA는 재령 28일까지 강도를 측정할 수가 없었다. 그러나 RA는 초기재령부터 강도가 발현되어 배합비에 관계없이 모든 재령에서 가장 높은 압축강도를 나타냈다.

이는 전술한 바와 같이, 재령이 경과함에 따라 RA 표면의 미수화 시멘트의 수화반응에 의한 강도발현과 미수화

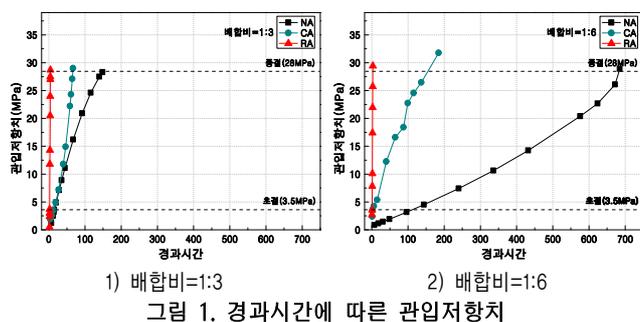


그림 1. 경과시간에 따른 관입저항치

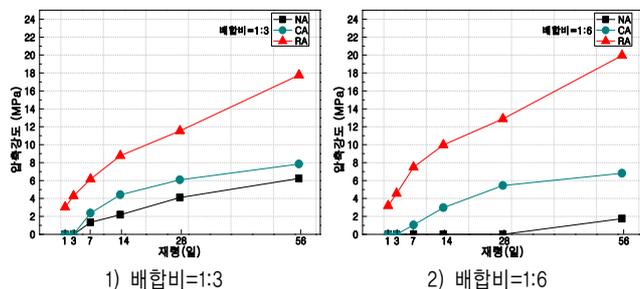


그림 2. 재령경과에 따른 압축강도

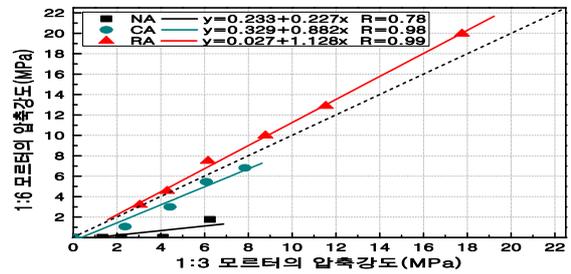


그림 3. 모르터 배합비에 따른 압축강도 비교

시멘트입자에서 용출되는 알칼리로 인해 BS의 불투수성 겔박막이 파괴됨으로서 BS가 시멘트 입자와 같은 계속적인 수화반응에 의해 강도가 비교적 원활히 증진된 것으로 분석된다.

그림 3은 모르터 배합비에 따른 압축강도를 비교한 것으로서 NA 및 CA의 경우는 배합비 1:3에서 높은 강도발현율을 보였지만, RA의 경우는 배합비 1:6에서 우수한 강도발현율을 보였다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 저탄소 녹색성장에 기여할 수 있는 효율적인 순환자원의 활용에 대한 기초적 연구로서 잔골재 종류변화에 따른 고로슬래그 미분말 모르터의 응결 및 강도발현 특성을 분석하고자 하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 관입저항치의 결과 RA는 배합비 1:3에서 약 5시간, 배합비 1:6에서 약 3시간으로 측정되어 배합비 및 여타 잔골재를 사용한 경우보다 가장 빠른 응결시간을 나타냈다.
- 2) 압축강도의 결과 RA가 가장 높은 강도발현을 나타냈는데, 이는 RA 표면의 미수화 시멘트 입자에 의한 수화반응과 미수화 시멘트입자에서 용출되는  $Ca(OH)_2$  등의 알칼리로 인해 BS의 불투수성 겔박막이 파괴되어 수화반응을 일으키므로 강도가 비교적 원활히 증진된 것으로 분석된다.

### 감사의 글

본 연구는 신성종합건축사사무소(주)의 위탁연구 수행 결과 중의 일부로서, 위 기관에 감사한다.

### 참 고 문 헌

1. 한천구의 5인 ; 순환잔골재 사용 고로슬래그 모르터의 결합재 종류 및 치환을 변화에 따른 최적배합 도출, 한국건설순환자원학회 학술발표대회, 제10권 제1호, 2011