

# 3성분계 무기결합재의 W/B 및 규산나트륨 첨가율 변화에 따른 유동 및 강도특성

## Flowing and Strength Properties of Ternary System Inorganic Composite According to the Change of W/B and Addition Ratio of Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>

배 상 우\*      문 지 환\*      이 윤 성\*      이 강 필\*      이 상 수\*\*      송 하 영\*\*\*

Bae, Sang-Woo   Moon, Ji-Hwan   Lee, Yun-Seong   Lee, Kang-Pil   Lee, Sang-Soo   Song, Ha-Young

### Abstract

This study tried to utilize basic data for developing the cement substitute material through ternary system inorganic composite properties of flowing and strength. W/B and addition ratio of Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> have been changed in ternary system inorganic composite combined blast furnace slag, red mud and fly ash. As to the experimental result inorganic composite, the flowing and intensity improvement effect was showed to be bigger than W/B according to the addition ratio change of the Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. When particularly the Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> addition ratio was 6%, the rapid flowing and strength improvement effect was confirmed.

키 워 드 : 무기결합재, 규산나트륨, 고로슬래그, 레드머드, 플라이애시  
Keywords : Inorganic composite, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, blast furnace slag, red mud, fly ash

## 1. 서 론

최근 CO<sub>2</sub>배출에 따른 지구온난화 현상과 그로 인한 피해는 심각한 수준이고, 세계 각국은 CO<sub>2</sub>배출량을 제한하고 있다. 이에 우리나라는 '저탄소 녹색성장' 정책을 통해 산업분야 전반에 걸쳐 CO<sub>2</sub>배출량을 줄이고자 하는 노력하고 있다. 특히 건설산업은 시멘트 생산에 따른 CO<sub>2</sub>발생이 주를 이루고 있는 실정으로 시멘트 사용량 저감 및 대체재의 개발이 시급한 실정이다.

따라서, 본 연구는 시멘트 대체재를 개발하기 위해 산업부산물인 고로슬래그(Blast furnace slag), 레드머드(Red mud), 플라이애시(Fly ash)등을 혼합한 3성분계 무기결합재의 W/B와 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>의 첨가율 변화에 따른 유동 및 강도특성을 분석하여 무기결합재의 기초자료로 활용하고자 하였다.

과 유동성은 FA의 혼합비율이 높을수록 향상되었고, 압축강도는 BFS의 혼합비율이 높을수록 증가하는 것으로 나타났다. RM의 혼합비율은 선행연구를 통해 적정비율을 선정하였고, 그 결과 유동 및 강도적인 측면에서 무기결합재의 적정 혼합비율은 6:2:2(BFS:RM:FA)인 것으로 판단되었다.<sup>1)</sup>

표 1. 선행연구의 실험계획

| 실험요소       | 실험수준           |   |   |   |
|------------|----------------|---|---|---|
| 무기결합재 혼합비율 | BFS:RM:FA      | 6:2:2(A) 5:2:3(B) 4:2:4(C)<br>3:2:5(D) 2:2:6(E)     | 5 |   |
| 알칼리 자극제    | 비율             | 5 : 5<br>(NaOH : Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ) |   | 1 |
|            | 첨가율a)          | 10(%)   |   |   |
| 양생온도       | 20°C±2         |   |   | 1 |
| 시험항목       | 플로우콘 플로우, 압축강도 |   |   | 2 |

주 a) 첨가율: 무기결합재에 대한 NaOH, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>의 총합

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 선행연구에 대한 분석

본 연구의 선행연구인 무기결합재의 혼합비율 변화에 따른 유동 및 강도 특성에 관한 실험은 표 1과 같이 계획하였다. 실험결

### 2.2 실험계획 및 배합

본 연구의 실험배합은 표 2와 같고, W/B를 39%로 하여, 알칼리 자극제는 NaOH 5%, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 3%를 첨가한 Plain에 대하여 W/B를 3%씩 감소한 A, B, C와 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>를 1%씩 증가한 D, E, F등의 실험수준을 총 7수준으로 계획하였다.

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

표 2. 실험배합

| 구분    | BFS (g) | RM (g) | FA (g) | W/B (%) | W (g) | NaOH (분말)g | Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (분말)g |
|-------|---------|--------|--------|---------|-------|------------|--|
| Plain | 600     | 200    | 200    | 39      | 390   | 50         | 30                                     |
| A     |         |        |        | 36      | 360   | 50         | 30                                     |
| B     |         |        |        | 33      | 330   | 50         | 30                                     |
| C     |         |        |        | 30      | 300   | 50         | 30                                     |
| D     |         |        |        | 39      | 390   | 50         | 40                                     |
| E     |         |        |        | 39      | 390   | 50         | 50                                     |
| F     |         |        |        | 39      | 390   | 60         | 60                                     |

### 2.3 실험방법 및 항목

실험방법은 18ℓ 모르타르 혼합기를 이용하여 BFS, RM, FA 를 10rpm으로 60초 동안 건비빔한 후 배합수와 알칼리 자극제를 첨가하여, 10rpm으로 30초, 20rpm으로 30초, 30rpm으로 30초 등 총 150초 비빔 후 토출하였다. 실험항목은 KS L 5111에 의해 플로우콘 플로우를 측정하였고 KS L 5105에 의해 압축강도를 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 W/B 및 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 첨가율 변화에 따른 유동성

그림 1은 무기결합재의 W/B 및 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 첨가율 변화에 따른 플로우콘 플로우 시험결과로 Plain에 비해 W/B를 3%씩 감소한 A, B, C의 감소율이 적는데 반해 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>를 1%씩 증가한 D, E, F는 큰 증가율을 나타냈다. 특히 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>를 6% 첨가한 F의 경우 Plain에 비해 약 160%의 유동성 증진효과를 나타냈다. 이는 이산화규소와 탄산나트륨의 혼합물인 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>의 높은 점성으로 인한 무기결합재 내의 계면활성 작용을 일으켜 급격한 유동성 증진효과가 나타난 것으로 판단된다.

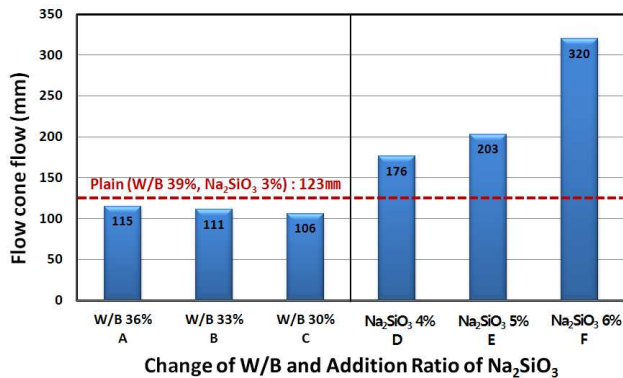


그림 1. W/B 및 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 첨가율 변화에 따른 유동성

### 3.2 W/B 및 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 첨가율 변화에 따른 압축강도

그림 2는 무기결합재의 W/B 및 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 첨가율 변화에 따른 압축강도 시험결과로 Plain에 비해 W/B를 3%씩 감소한 A, B, C 보다 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>를 1%씩 증가한 D, E, F가 큰 강도 증가율을 나타

냈고, 또한 D, E, F는 재령 3일, 28일에서 높은 강도 증가율을 나타냈다. 이는 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>에 의한 규산염 음이온의 증가로 인해 무기결합재의 안정적 구조를 형성한 것으로 판단된다.

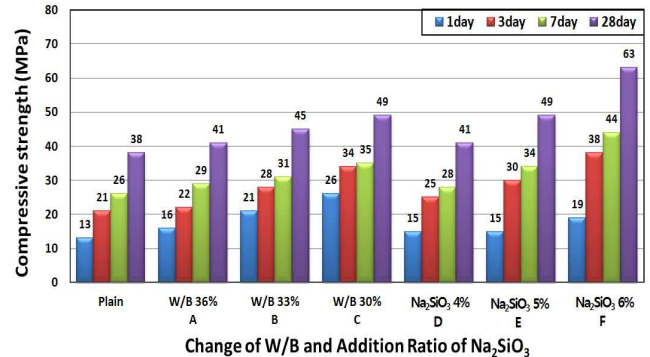


그림 2. W/B 및 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 첨가율 변화에 따른 압축강도

## 4. 결 론

본 연구는 고로슬래그, 레드머드, 플라이애시 등을 혼합한 3성 분체 무기결합재의 W/B 및 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 첨가량 변화에 따른 유동 및 강도특성에 관한 실험으로, 무기결합재는 W/B 보다 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>의 첨가율 변화에 의한 유동 및 강도증진 효과가 큰 것으로 나타났고, 특히 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 첨가율이 6%일 때 급격한 유동성 증가와 강도 증진 효과가 확인되었다.

향후 무기결합재의 낮은 W/B에서 유동성을 증진시키기 위한 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

이 논문은 한국연구재단에서 지원하는 2011년도 기초연구사업 [과제명 : 저탄소 무기결합재를 활용한 친환경 내·외장재 인조석재 개발에 관한 연구의 일환으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

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