

# 고로슬래그 기반 석고를 사용한 경량 경화체의 밀도 및 강도 특성

## Density and Strength Properties of according to the Gypsum replacement of Lightweight Matrix based on Blast Furnace Slag

김 원 종\*      이 승 호\*\*      박 선 규\*\*\*      이 상 수\*\*\*\*  
Kim, Weon-Jeong      Lee, Seung-Ho      Park, Sun-Gyu      Lee, Sang-Soo

### Abstract

This study is the experiment for manufacturing the Lightweight non-cement matrix based on the blast furnace slag, paper ash. Materials like cement and blowing agent in foamed concrete is replaced by by-products fro blast furnace slag and paper ash. Further, the experiment was performed by replacing alkali with nature gypsum and  $\alpha$  type gypsum by (0, 5, 10, 15, 20) of weight of alkali (wt.%) in order to reduce the amount of expensive alkali-activator. Consequently, in the case of the density, plain showed the lowest density and it seems that specimen adding nature gypsum 5% has the best compressive strength and flexural strength. It is detemined that the strength is lowered in accordance with the  $\alpha$  type gypsum replacement ratio is higher. The research that it can supplement the further intensity seems to be needed.

키 워 드 : 고로슬래그, 제지에시,  $\alpha$ 형 반수석고, 천연석고, 알칼리 자극제  
Keywords : blast furnace slag, paper ash,  $\alpha$ type gypsum, nature gypsum, alkali activator

## 1. 서 론

최근 건설산업이 발달과 함께 건설재료인 시멘트의 사용이 늘고 있다. 시멘트를 만드는 과정에서 지구 온난화의 주범인 CO<sub>2</sub>가 발생하는데 이는 통계적으로 CO<sub>2</sub> 발생량의 5%를 차지하고 있다. 이로 인해 자원적인 측면이나 환경적인 측면에 있어서 여러 문제점을 나타내고 있으며 이를 해결하고자 시멘트 수요량을 대체할 수 있는 대체재로서 값이 저렴한 고로슬래그가 사용됨에 따라 연구가 활발히 이뤄지고 있다. 아직 고로슬래그를 전량 사용하는 연구는 미흡한 실정이며 또한 고로슬래그는 잠재수경성이라는 성질을 가지고 있어서 알칼리 자극제를 사용하면 산화피막을 파괴하고 수화반응을 진행하는 성질을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 별도의 기포제를 사용하지 않고, 산업부산물인 고로슬래그와 제지에시만을 사용한 경량 경화체를 제조하고자 하였으며, 고로슬래그의 활성화 및 제지에시의 수소 발생 반응에 필요한 고가의 알칼리 자극제의 사용량을 저감하기 위해 석고를 사용하였다.

## 2. 실험계획

본 연구는 고로슬래그 기반 석고를 사용한 경화체의 밀도 및 강도 특성을 분석하는 실험으로 결합재로써 고로슬래그 및 제지에시를 사용하였고 결합재의 사용비율은 95:5로 고정하였으며, 알칼리 자극제는 NaOH,  $\alpha$ 형 반수석고 및 천연석고를 사용하였다. 알칼리 자극제는 결합재 100g를 기준으로 8.4%를 사용하였고  $\alpha$ 형 반수석고, 천연석고를 NaOH의 질량에 0, 5, 10, 15 (%) 총 5수준으로 치환하였다. W/B는 35%로 고정하였으며 양생조건은 온도 20±2°C, 상대습도 80±5%로 고정하였다. 시험 항목으로는 밀도와 압축강도를 측정하였다.

표 1. 실험계획 및 방법

| 실험 요인       | 실험 수준  |  |
|-------------|--|--|
| 결합재의 종류     | 고로슬래그(BFS), 제지에시(PA)                           |  |
| 결합재의 사용비율   | BFS : PA = 95 : 5                              |  |
| 알칼리 자극제의 종류 | NaOH, $\alpha$ 형 반수석고( $\alpha$ C5H), 천연석고(NG) |  |
| NaOH의 치환율   | 8.4%   |  |
| 석고의 치환율     | 0, 5, 10, 15, 20 (%)                           |  |
| W/B         | 0.35   |  |
| 양생 조건       | 상대습도 80±5%, 온도 20±2°C                          |  |
| 시험 항목       | 밀도 및 압축강도                                      |  |

\* 한밭대학교 건축공학과 박사과정

\*\* 한밭대학교 건축공학과 석사과정

\*\*\* 목원대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

\*\*\*\* 한밭대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(sslee111@habat.ac.kr)

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 경량 경화체의 경량성을 확인하기 위한 밀도시험 결과를 나타낸 것으로, Plain이 가장 낮은 1.05g/cm<sup>3</sup>를 나타냈으며, NG-20의 경화체가 1.18g/cm<sup>3</sup>로 가장 높은 밀도를 나타냈다. 천연석고의 경우 치환율이 증가할수록 밀도가 증가하는 경향을 보였는데 이는 NaOH의 양이 감소하여 수소 기체의 발생량이 저하되었기 때문이라고 판단된다. α 형 반수석고의 경우 치환율이 증가할수록 밀도가 감소하는 것을 확인할 수 있다.

그림 2는 압축강도를 나타낸 것으로 NG-5 시험체가 가장 높은 6.06MPa를 나타냈고, α CSH-20 시험체가 가장 낮은 3.47MPa를 나타냈다. 천연석고를 치환한 시험체의 경우 NG-5 시험체만이 재령일이 지남에 따라 강도증진을 보였으며, 천연석고의 치환율이 10% 이상인 시험체는 재령 3일보다 7일이 강도가 낮은 것으로 나타났다. 이는 수소기체의 팽창압을 견디지 못한 시험체에 균열이 발생하면서 나타난 것으로 판단된다. α 형 반수석고의 경우 치환율이 증가함에 따라 강도가 저하되는 것으로 나타났다.

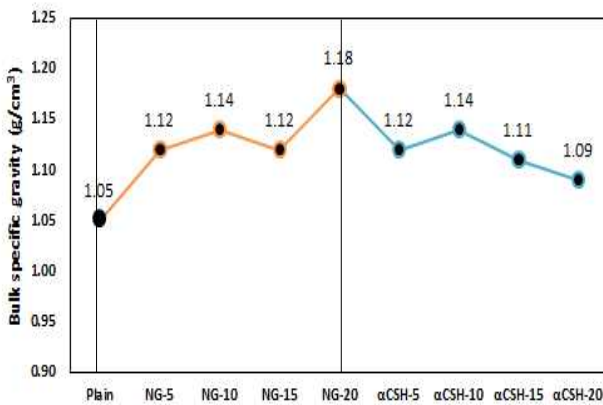


그림 1. 밀도

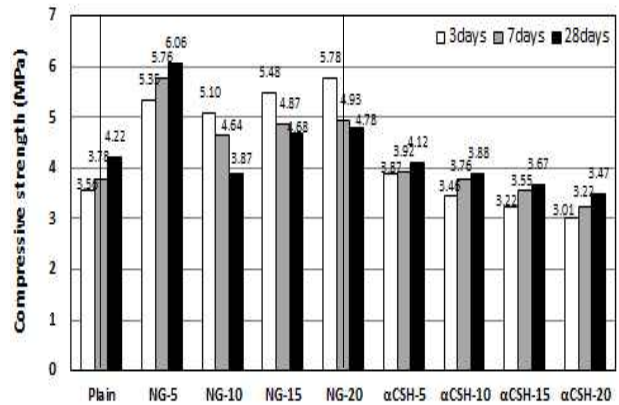


그림 2. 압축강도

### 4. 결 론

본 연구는 알칼리 자극제를 대체하기 위하여 천연석고 및 α 형 반수석고를 사용한 실험으로 알칼리 자극제의 사용량을 줄이고 석고의 사용을 통해 대체제로 사용함으로써 경제적인 측면에 이점과 NG-5 시험체의 경우 Plain에 비해 압축강도가 40%정도 이상 발현된 것으로 보아 가능성이 있다고 판단된다. 하지만 NG-5 시험체를 제외한 나머지 시험체에서 강도발현이 저하됨에 따라 추후 밀도 및 강도를 보완할 수 있는 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

이 논문은 2015년도 국토교통부 건설교통기술촉진연구사업(과제번호 12첨단도시 D01)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

1. 서정필, 알파형 반수석고의 분말에 따른 페이스트에 관한 실험, 콘크리트학회 논문집, 제23권 제1호