

# 제지애시의 치환율에 따른 경량 경화체의 밀도 및 강도특성

## Density and Strength Properties of Lightweight Composites with replacement ratio of Paper Ash

이 승 호\*      최 세 진\*\*      박 선 규\*\*\*      이 상 수\*\*\*\*  
 Lee, Seung-Ho      Choi, Se-Jin      Park, Sun-Gyu      Lee, Sang-Soo

### Abstract

Recently, the reason of using foamed concrete is for core of panel, filler of construction material to give lightness. However, cement causes environmental problem. The cement generates CO<sub>2</sub> but we normally use cement during manufacturing foamed concrete. Accordingly, this study focuses on dynamic properties of matrix according to the addition ratio of paper ash to make lightweight matrix with blast furnace slag and paper ash which are industrial by-product. The experiment progressed in order to select the optimum mixing ratio of the blast furnace slag and paper ash. There are totally 7 levels such as B100:P0, B95:P5, B90:P10, B85:P15, B80:P20, B75:P25, B70:P30 in this study. As a result of the test, B95:P5 matrix has the best density and compressive strength.

키 워 드 : 고로슬래그, 제지애시, 알칼리 자극제, 밀도, 압축강도  
 Keywords : blast furnace slag, paper ash, alkali activator, density, compressive strength

### 1. 서 론

최근 기포 콘크리트는 패널의 심재, 건축재의 충전재 등으로 경량성을 부여하기 위한 목적으로 사용되고 있다. 하지만 기포 콘크리트는 제조 과정 중 CO<sub>2</sub>를 발생시키는 시멘트를 사용하고 있다. 이로 인해 환경적인 측면에 있어서 여러 문제점을 나타내고 있으며 이를 해결하고자 시멘트 수요량을 대체할 수 있는 대체재로서 산업부산물과 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중 산업부산물인 고로슬래그에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 아직 고로슬래그를 전량 사용하는 연구는 미흡한 실정이다. 한편 제지애시는 제지공정에서 발생하는 슬러지를 소각하여 발생하는 산업부산물로 제지산업의 발달로 인해 매년 발생량이 증가하고 있으며, 이에 따라 제지애시를 재활용하기 위한 연구가 필요한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 기포콘크리트의 사용재료인 시멘트와 발포제를 대체하여 산업부산물인 고로슬래그와 제지애시를 사용한 무시멘트 기포 콘크리트를 제조할 목적으로 제지애시의 치환율에 따른 경화체의 밀도 및 강도 특성을 검토하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구는 고로슬래그를 기반의 결합재에 제지애시의 치환율에 따른 결합재의 밀도 및 강도 특성을 검토하는 실험이며 고로슬래그와 제지애시의 적정비율을 선정하고자 하였다. 결합재로써 고로슬래그와 제지애시를 사용하였고 결합재의 비율은 100:0, 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25, 70:30 등 총 7 수준으로 설정하였다. 알칼리 자극제는 NaOH 및 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>를 사용하였으며 NaOH는 결합재 100g를 기준으로 10.8%를 첨가하였고, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>는 0.3%를 첨가하였다. 팰라이트는 결합재의 9%를 첨가하였으며, W/B는 54%로 고정하였다. 양생조건은 항온항습 양생을 실시하였으며 이에 따른 시험 항목으로는 밀도와 압축강도를 측정하였다. 기존 경량벽체의 경우 밀도

표 1. 실험수준 및 요인

| 실험 요인                                  | 실험 수준   |   |
|--|---|---|
| 결합재                                    | 고로슬래그, 제지애시   | 2 |
| 결합재의 비율<br>(고로슬래그:제지애시)                | B100:P0, B95:P5, B90:P10,<br>B85:P15, B80:P20, B75:P25, B70:P30 | 7 |
| 알칼리 자극제                                | NaOH, Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>                          | 2 |
| NaOH의 첨가율                              | 10.8%   | 1 |
| Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 의 첨가율 | 0.3%  | 1 |
| W/B                                    | 0.54  | 1 |
| 양생 조건                                  | 온도 20±2℃, 상대습도 80±5%  | 1 |
| 시험 항목                                  | 밀도 및 압축강도   | 2 |

\* 한밭대학교 건설환경조경대학 건축공학과 석사과정  
 \*\* 원광대학교 건축공학과 조교수, 공학박사  
 \*\*\* 목원대학교 건축공학과 부교수, 공학박사  
 \*\*\*\* 한밭대학교 건설환경조경대학 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(sslee111@habat.ac.kr)

0.8g/cm<sup>3</sup>이하, 압축강도의 5MPa 이상의 성능을 만족해야하기 때문에 본 연구의 목표치를 밀도 0.8g/cm<sup>3</sup>이하, 압축강도의 5MPa이상을 목표로 하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 경량 경화체의 경량성을 확인하기 위한 밀도 시험 결과를 나타낸 것으로 B100:0 시험체가 가장 높은 밀도인 1.22g/cm<sup>3</sup>를 나타냈으며 B70:30 시험체가 가장 낮은 밀도인 0.76g/cm<sup>3</sup>을 나타냈다. 제지에서의 치환율에 따라 밀도가 낮아지는 경향을 보였으나 밀도의 차이가 미미한 것으로 판단된다. 이는 알칼리 자극제와 반응할 수 있는 양이 한정되어 어느 정도의 공극이 생긴 후에는 밀도의 차이가 미미한 것으로 판단된다.

그림 2는 압축강도 시험결과를 나타낸 것으로, B100:P0 시험체가 가장 높은 강도인 12.55MPa를 나타냈고, B70:30의 시험체가 가장 낮은 강도인 1.80MPa를 발현하였다. 전체적으로 제지에서의 치환하였을 경우 강도가 저하되는 것으로 나타났다. 이는 제지에서의 알칼리 자극제의 반응으로 수소기체가 발생하고 공극이 다량 발생하여 나타난 결과로 판단된다. B75:P25의 경우 재령 7일보다 28일의 강도가 낮은 압축강도를 나타냈는데 이는 종결이후 수소기체가 반응으로 팽창에 의해 균열이 발생한 것으로 판단된다.

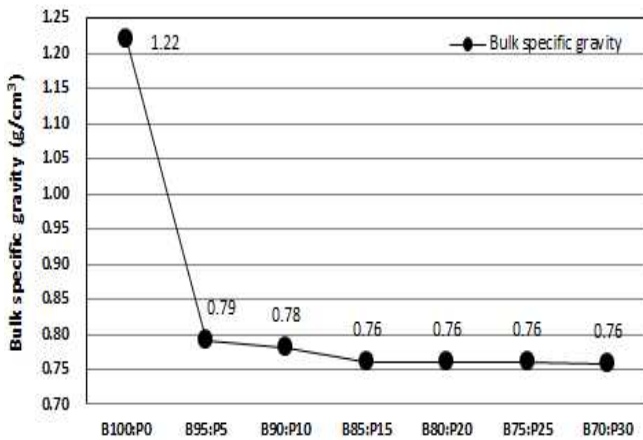


그림 1. 밀도

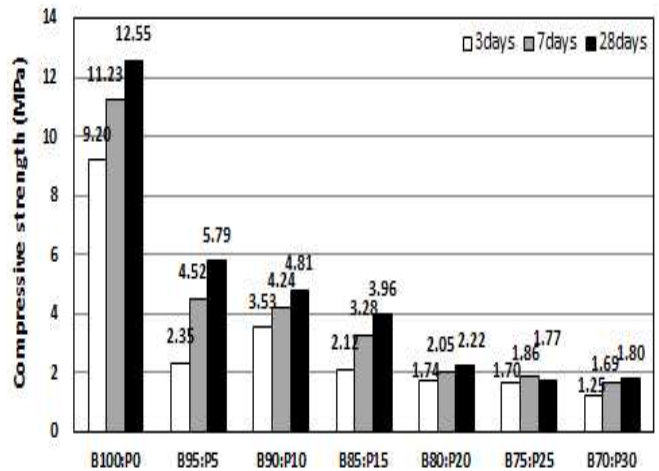


그림 2. 압축강도

### 4. 결 론

제지에서의 치환율에 따른 경량 경화체의 실험 결과, 연구 목표 성능인 밀도 0.8g/cm<sup>3</sup>와 압축강도 5MPa를 만족하는 고로슬래그와 제지에서의 비율인 95:5가 가장 적절할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

이 논문은 2015년도 국토교통부 건설교통기술촉진연구사업[과제번호 12첨단도시 D01]의 연구비 지원에 의해 수행되었 습니다.

### 참 고 문 헌

1. 김윤미, 고로슬래그를 기반으로한 제지에서 사용 경량 경화체의 발포 특성, 석사학위 논문, 2015