

고로슬래그 미분말을 혼입한 기포콘크리트의 물리적 특성

Physical Properties of Foamed Concrete using Blast-Furnace Slag

조 은 석*
Cho, Eun-Seok

임 정 준**
Lim, Jeong-Jun

송 하 영***
Song, Ha-Young

이 상 수****
Lee, Sang-Soo

Abstract

Light-weight foamed concrete using cement as a raw material consumes a lot of energy and generates CO₂ because of the high temperature firing process in the manufacturing process of cement. This study was carried out to evaluate the use of blast furnace slag through the properties analysis by substituting a certain amount of blast furnace slag as an industrial by-product as a substitute for cement. The experimental results showed similar characteristics to those of using only cement when the blast furnace slag fine powder was used in an appropriate amount. Therefore, if a certain amount of cement is replaced with blast furnace slag powder, it can maintain similar quality, reduce natural resources and energy consumption, and reduce carbon dioxide emissions.

키 워 드 : 고로슬래그, 기포콘크리트, 이산화탄소, 산업부산물

Keywords : blast-furnace slag, foamed concrete, carbon dioxide, industrial byproducts

1. 서 론

1.1 연구의 배경

무분별한 산업화와 개발로 인해 지구 곳곳의 이상기후 현상의 발생 및 온난화 현상으로 인한 피해가 막대하다. 에너지고갈 및 기후변화에 대응하고 지속가능한 발전을 실현하기 위한 국제사회의 노력은 지속적으로 강화되고 있으며 우리나라도 국가 온실가스 감축목표를 상향조정하고, 분야별 감축수단 발굴 및 이행노력을 가속화 하고 있다. 국가 온실가스 배출량 감축목표는 Post2020(‘15.12 파리회의’) 30년 BAU 대비 37%(건물부분 18.1%)이다. 건축물 분야는 국가 온실가스 배출량의 25% 이상을 차지하며 시멘트의 사용량이 큰 비중을 차지하고 있다. 시멘트는 제조과정에서 고온소성공정이 필요하기 때문에 많은 에너지 소비와 지구 온난화의 주범인 CO₂를 연간 약 50백만 톤 이상 발생되고 있어 탄소 배출에 대한 문제가 있는 실정이다. 이에 시멘트를 대체할 수 있는 연구가 시급하다.

1.2 연구의 목적

경량기포콘크리트는 시멘트 페이스트에 발포제를 혼입하거나 기포제를 기포발생기를 통해 발포시킨 거품을 혼입하여 콘크리트 내부에 많은 기포를 포함시켜 제조하는 특수콘크리트이다. 경량기포콘크리트는 다공질로 경량이며 흡음성과 단열성이 뛰어나다. 기존의 경량기포콘크리트는 제조 과정에서 시멘트를 사용하기 때문에 불가피하게 원재료 제조 과정에서 이산화탄소가 배출되며 이로 인한 탄소배출의 문제가 발생하였다. 산업 부산물인 고로 슬래그를 사용하여 시멘트의 일부를 대체할 수 있다면 천연 자원과 에너지 사용량의 절감 및 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

2. 실험계획

본 실험은 고로슬래그의 치환율에 따른 기포콘크리트의 특성을 검토하여 시멘트 대체제로서의 고로슬래그의 사용 가능성 및 적정 사용량을 도출하기 위한 실험이다. 기포의 발포방법은 기포제를 물에 희석하여 기포발생기를 통해 발포시키는 선발포 방식을 사용하였다. 기포제는 동물성 단백질 기포제를 물에 3%로 희석하여 사용하였으며, 기포는 전체 용적의 60%로 고정하였다. 물결합재비는 50%로 고정하였으며, 고로슬래그의 치환율에 따른 기포콘크리트의 밀도 및 압축강도를 측정하기 위해 고로슬래그 치환율은 0, 10, 20, 30, 40, 50 (%)의 5가지 수준으로 결정하였다. 양생은 온도 20±2℃, 습도 80±5%의 항온습습기에서 진행하였다. 이에 대한 실험의 요인 및 수준을 표 1에 나타내었다.

* 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 박사과정

** 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 석사과정

*** 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 교수

**** 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 교수, 교신저자(sslee111@hanbat.ac.kr)

표 1. 실험요인 및 수준

실험 요인	실험 수준	비고
W/C	50%	1
결합재	보통포틀랜드시멘트, 고로슬래그 미분말	2
고로슬래그 치환율	0, 10, 20, 30, 40, 50 (%)	6
기포량 혼입율	50 (vol.%)	1
기포제 종류	FP ¹⁾	1
기포제 희석농도	3 (wt.%)	1
양생조건	온도20±2°C 습도80±5%	1
실험항목	압축강도, 겉보기 밀도, 유동성	3

1) FP : Animality protein foaming agent (동물성 단백질 기포제)

3. 실험 결과 및 분석

그림 1은 고로슬래그 치환율에 따른 유동성 및 밀도를 나타내는 그래프이다. 고로슬래그 치환율이 증가함에 따라 밀도는 감소하였다. 이는 고로 슬래그의 밀도가 보통 포틀랜드 시멘트의 밀도보다 낮기 때문으로 판단된다. 유동성은 치환율이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 고로슬래그 분말의 수화열 및 온도 상승 억제 특성의 특성으로 인한 것으로 판단된다. 그림 2는 고로슬래그 치환율에 따른 압축강도를 나타내었다. 재령 7일에서 고로슬래그의 치환율이 증가할수록 압축강도는 감소하는 경향을 나타내었지만, 재령 28일에서 고로 슬래그 치환율 30, 40, 50 (%)에서 OPC보다 높은 압축강도를 나타내었다. 이는 고로슬래그의 잠재 수경성으로 인해 초기 강도는 낮지만 장시간에 걸쳐 강도가 증가한 것으로 판단된다.

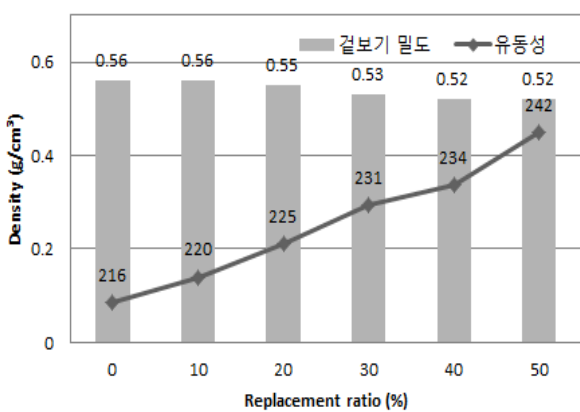


그림 1. 고로슬래그 치환율에 따른 밀도 및 유동성

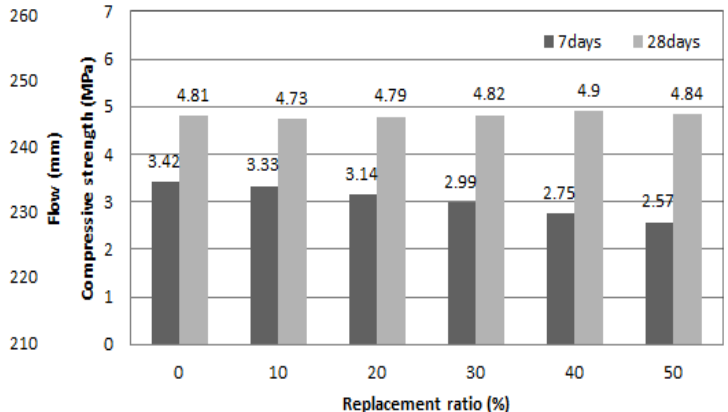


그림 2. 고로슬래그 치환율에 따른 압축강도

4. 결 론

고로 슬래그의 치환율에 따른 실험을 진행한 결과, 고로 슬래그의 치환율이 증가함에 따라 유동성이 증가하고 밀도는 감소하였다. 고로 슬래그를 치환하였을 때 재령 28일에서의 압축강도는 OPC와 비슷한 수준을 나타내었다. 이에 따라 고로 슬래그를 적당량 사용하여 일정량 시멘트를 대체하여 자원 및 에너지 소비를 줄이고 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있을 것으로 판단된다

참 고 문 헌

1. 한상운, 김동우, 고효진, 박용규, 조만기, 한친고, 기포 혼입을 변화에 따른 경량기포콘크리트의 기초적 특성, 한국 콘크리트학회 2016년 봄 학술대회 논문집, 제28권 제1호, pp.503~504, 2016.5