

W/B 및 폴리실리콘 슬러지의 첨가율에 따른 경량 경화체의 발포 특성

Foam Generating Characteristics of Lightweight Matrix according to W/B Ratio and Adding Ratio of Polysilicon sludge

김 윤 미* 김 원 종** 박 선 규*** 이 상 수****
Kim, Yun-Mi Kim, Won-Jong Park, Sun-Gyu Lee, Sang-Soo

Abstract

This is an experimental study on manufacturing of non-cement matrix. Materials like cement and blowing agent in foamed concrete is replaced by by-products from blast furnace slag and paper ash. Sample 43-PS-1 with density showed lowest. The compressive strength test result, showed a similar trend with density. And it showed that compressive strength of the 40-PS-1 was highest.

키 워 드 : 무기결합재, 고로슬래그, 제지애시, 폴리실리콘 슬러지, 경량
Keywords : inorganic binder, blast furnace slag, paper ash, polysilicon sludge, light weight

1. 서 론

제지애시는 제지 공정에서 발생하는 산업부산물인 제지 슬러지를 소각 처리하여 발생하는 것으로, 제지애시의 화학성분과 그 함량은 시멘트 등과 유사하기 때문에 콘크리트의 혼화재료로 사용할 경우 높은 강도를 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한, 제지애시는 OH-계의 알칼리 자극제와 반응하게 되면 공극이 다량 발생하여 기포콘크리트를 제조 할 수 있는데, 알칼리 자극제의 사용이 필수인 무시멘트 경화체에 사용할 경우 그 효과는 매우 클 것으로 판단된다. 한편, 폴리실리콘 슬러지는 태양광 발전시 사용되는 집광판의 주원료로 사용되는 폴리실리콘 생산과정에서 발생하는 부산물로 태양광산업이 발전함에 따라 슬러지의 발생량도 증가하고 있는데, 이에 대한 재활용 방안이 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 제지애시와 마찬가지로 NaOH와 반응하여 수소를 발생시키는 국내 'O'사의 폴리실리콘 제조 공장에서 발생하는 폴리실리콘 슬러지를 사용하여 고로슬래그 기반 경량 경화체의 경량성과 강도를 보완하기 위해 실험을 실시하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 실험에서 사용한 고로슬래그는 밀도 2.91 g/cm³, 분말도 4,464 cm²/g인 것을 사용하였으며, 제지애시는 밀도 2.70 g/cm³, 분말도는 3,600 cm²/g인 것을 사용하였다. 폴리실리콘 슬러지는 밀도 1.95 g/cm³, 분말도 7,122 cm²/g이며, NaOH는 순도 98%이고 밀도 2.13g/cm³인 분말형태를 사용하였다.

실험의 요인 및 수준은 표 1에 나타난 바와 같이 결합재 조건으로써 고로슬래그와 제지애시, 폴리실리콘 슬러지를 치환하여 실험을 실시하였다. 제지애시의 치환율은 고로슬래그 중량에 5% 치환하여 사용하였고, 폴리실리콘 슬러지는 제지애시를 치환한 고로슬래그의 중량에 0, 1, 3, 5 (%) 등 총 4수준으로 치환하였다. 알칼리 자극제는 결합재의 중량 100 g을 기준으로 12.5 % 첨가하였다. W/B는 0.40, 0.43이며, 습도 80±5 %, 온도 20±2 °C인 항온항습 조건에서 양생을 실시하였다. 측정항목은 경화체의 경량성을 검토하기 위한 밀도와 이에 따른 압축강도이다.

3. 실험결과

그림 1은 W/B 및 폴리실리콘 슬러지의 치환에 따른 겉보기 밀도를 나타낸 것으로, 단위용적질량은 W/B 0.43으로 실시한 결합체가 W/B

* 한밭대학교 건축공학과 석사과정

** 한밭대학교 건축공학과 박사과정

*** 목원대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

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

0.40보다 낮은 값을 나타내었고, 폴리실리콘 슬러지의 치환율이 증가함에 따라 단위용적질량이 감소하는 경향을 나타내었다. 겉보기 밀도는 40-Plain이 0.98 g/cm³를 나타내었고, 43-Plain는 0.97 g/cm³로 W/B가 0.43인 경화체가 다소 낮은 밀도를 나타내었다. 또한, 43-PS-1이 0.96 g/cm³로 가장 가벼운 것으로 나타내었는데, 이는 수소가체를 발생시키는데 필요한 수분을 W/B를 높임으로써 응결시간이 다소 늦춰지고 그 동안 수소가체를 충분히 발생시켰기 때문에 나타난 결과인 것으로 판단된다.

W/B 및 폴리실리콘 슬러지의 치환에 따른 압축강도는 그림 2에 나타내었는데, 모든 경화체가 재령일에 따라 강도증진을 나타내었다. 40-Plain의 경우는 재령 28일의 강도가 3.5 MPa를 나타내었고, 40-PS-1의 압축강도는 재령 28일에서 6.8 MPa로 강도발현이 가장 우수하였다. 한편, 40-PS-3은 5.9 MPa, 40-PS-5는 5.5 MPa로 치환율에 따라 강도는 저하하는 경향을 나타내었는데, 이는 제지에서 뿐만 아니라 폴리실리콘 슬러지와 NaOH의 반응으로 발생하는 소량의 수소가체가 경화체 내부에 미세한 공극을 형성함으로써 치환율에 따라 강도가 저하된 것으로 판단된다. W/B 0.43인 경화체는 폴리실리콘 슬러지의 치환율에 따라 강도가 증진되었다.

표 1. 실험요인 및 수준

실험요인	실험수준	
결합재의 종류	고로슬래그(BFS), 제지애시(PA), 폴리실리콘 슬러지(PS)	1
결합재의 사용비율	BFS : PA	95 : 5
폴리실리콘 슬러지의 치환율	0, 1, 3, 5 (wt.%)	4
NaOH 첨가율	12.5 wt.%	1
양생조건	상대습도 80±5%, 온도 20±2℃	1
W/B	0.40, 0.43	2
시험항목	밀도(겉보기 밀도 및 단위용적질량), 압축강도	3

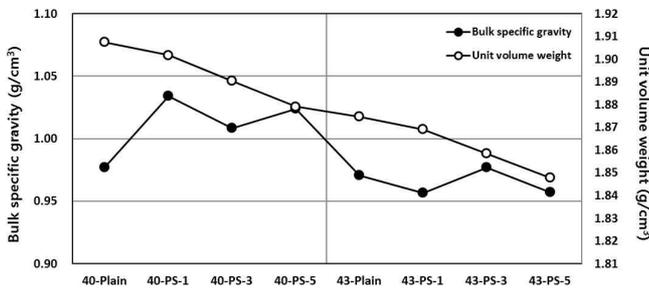


그림 1. 겉보기 밀도와 단위용적질량

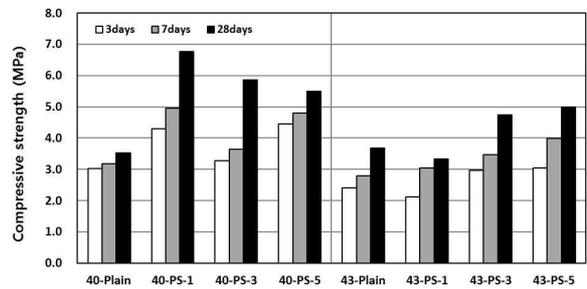


그림 2. 압축강도

4. 결 론

본 연구는 고로슬래그 기반 경량 경화체의 밀도저감과 강도보완을 위해 폴리실리콘 슬러지를 고로슬래그 사용량에 일부 치환하여 밀도와 압축강도를 측정하여, W/B 0.40 보다 0.43으로 실험한 경화체의 겉보기 밀도가 다소 낮은 것으로 나타났으며, 압축강도는 40-PS-1이 가장 높은 강도발현을 하였고 겉보기 밀도가 낮은 것에 비하여 W/B 0.43인 경화체의 강도가 다소 높게 나타났다. 따라서, 고로슬래그 기반 경화체에 경량성을 부여하는데 있어서 폴리실리콘 슬러지의 사용은 W/B를 충분히 높이고, 적정량 사용한다면, 경량을 갖으면서 강도를 발현하는 경화체를 제조할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2012년 국토교통부 건설교통기술촉진연구사업(과제번호: 12첨단도시 D01)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 임정근, 김윤미, 박선규, 이상수, 폴리실리콘 슬러지의 치환율에 따른 무시멘트 경량 경화체의 강도특성, 한국콘크리트학회 2014년도 봄 학술대회 논문집, 제26권 제1호, pp.459~460, 2014