

고로슬래그 기반 경량 경화체의 레드머드 치환에 따른 강도특성

Strength Properties of according to the Red mud replacement of Lightweight Matrix based on Blast Furnace Slag

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. Further, the experiment was performed by replacing alkali with red mud by (0, 5, 10, 15, 25, 35, 45) of weight of alkali (wt.%) in order to reduce the amount of expensive alkali acclerator. Sample Plain with density showed lowest. The compressive strength test result, showed a similar trend with density. And it showed that compressive strength of the RM-0.05 was highest.

키 워 드 : 무기결합재, 고로슬래그, 제지애시, 레드머드, 경량
Keywords : inorganic binder, blast furnace slag, paper ash, red mud, light weight

1. 서 론

가변형 건축물의 건설이 증가하면서 경량벽체 패널의 사용은 지속적으로 증가되고 있는 추세이다. 경량벽체패널은 EPS패널, ALC패널 등 시멘트를 사용한 2차 제품이 대부분이며, 이는 고온고압양생이 필수적이어서 환경 및 경제적 측면에서 문제가 되고 있다. 또한, 시멘트는 소성과정 중에 원료를 탈탄산($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$)함에 따라 이산화탄소가 발생하며, 이때 화석연료를 사용하여 열을 가하기 때문에 이산화탄소가 부가적으로 발생하여 이를 대체할 수 있는 재료가 필요한 실정이다. 한편, 철강산업에서 발생하는 고로슬래그와 제지산업에서 정선처리 과정 중에 발생하는 제지 슬러지를 소각하여 생성되는 제지애시는 시멘트를 기반으로한 패널을 제조할 수 있는 조건을 갖춘 산업부산물로 고로슬래그와 알칼리 자극제의 반응으로 시멘트의 동등 이상으로 강도를 발현할 수 있으며, 제지애시는 알칼리 자극제와 수소기체를 발생시켜 경화체에 공극을 형성시켜 경량성을 부여할 수 있는 장점이 있다. 하지만 알칼리 자극제는 고가의 화학약품으로 이를 대체 및 사용량의 일부를 저감할 수 있는 대책이 필요하다.

따라서, 본 연구는 고로슬래그를 기반으로 경량 경화체의 알칼리 자극제 사용량을 저감하기 위해 보크사이트로부터 수산화알루미늄/알루미나($\text{Al}(\text{OH})_3/\text{Al}_2\text{O}_3$)를 제조하는 과정에서 부산물로 발생하는 레드머드를 알칼리 자극제인 NaOH의 사용량에 일부 치환하여 실험을 실시하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험요인 및 수준은 표 1에 나타난 바와 같이 결합재로써 고로슬래그와 제지애시를 중량 비율 95:5로 고정하여 알칼리 자극제로써 NaOH를 결합재 100g에 12.5g 첨가하였으며, NaOH의 사용량을 저감하기 위해 사용한 레드머드는 NaOH에 중량으로 0, 5, 10, 15, 25, 35, 45 (%) 등 총 7수준 치환하여 실험을 실시하였다. W/B는 0.40으로 고정하였으며, 상대습도 $80 \pm 5\%$, 온도 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 인 항온항습 조건에서 양생을 하였다. 시험항목은 경량성의 척도인 밀도로써 겉보기 밀도와 단위용적질량을 비교분석하였으며, 레드머드가 알칼리 자극제를 대체할 수 있는지에 대한 가능성의 척도로 압축강도를 측정하였다.

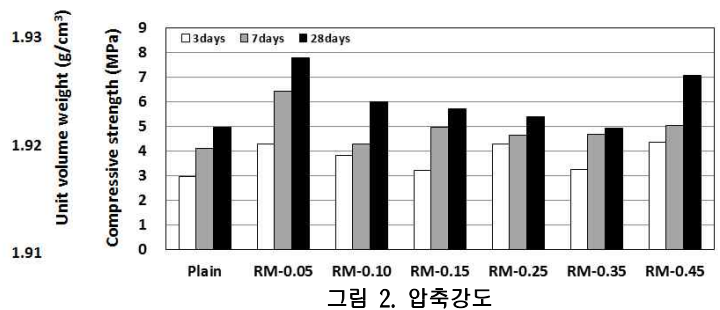
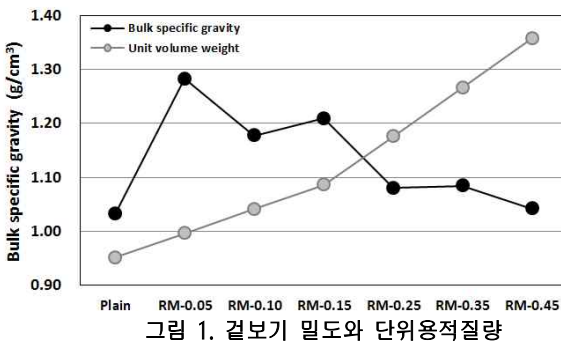
* 한밭대학교 건축공학과 석사과정
** 한밭대학교 건축공학과 박사과정
*** 목원대학교 건축공학과 조교수, 공학박사
**** 한밭대학교 건축공학과 부교수, 교신저자(sslee111@hanbat.ac.kr)

표 1. 실험요인 및 수준

실험요인	실험수준	
결합재	고로슬래그, 제지애시	1
결합재 비율	고로슬래그 : 제지애시	95g : 5g
알칼리 자극제	NaOH	1
알칼리 자극제 첨가율	12.5 (wt.%)	1
레드머드 치환율	0, 5, 10, 15, 25, 35, 45 (wt.%)	7
양생조건	상대습도 80±5%, 온도 20±2℃	1
W/B	0.40	1
시험항목	밀도, 압축강도	2

3. 실험결과

그림 1은 경량성의 척도인 겉보기 밀도와 단위용적질량을 측정한 그래프를 나타낸 것이다. 단위용적질량의 경우 레드머드의 치환에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 겉보기 밀도는 Plain의 밀도가 1.03g/cm³ 수준으로 가장 낮은 밀도를 나타내었고, RM-0.05의 겉보기 밀도가 가장 큰 값을 나타내었다. 또한, 단위용적질량의 경향과 달리 겉보기 밀도는 레드머드의 치환에 따라 밀도가 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 고로슬래그와 NaOH는 빠른 반응을 나타내는데, 레드머드의 사용량이 많아짐에 따라 NaOH의 양이 감소하여 Plain을 기준으로 종결 이후에도 발생하는 수소가체가 경화체 내에 지속적으로 공극을 형성하여 나타난 결과인 것으로 판단된다. 그림 2는 압축강도를 나타낸 것으로 겉보기 밀도와 유사한 경향을 나타내었고, Plain보다 낮은 겉보기 밀도를 갖는 경화체는 없지만 RM-0.35의 재령 28일 압축강도가 다소 낮은 것으로 나타났다. 한편, RM-0.45는 겉보기 밀도보다 비교적 높은 강도를 나타내었다.



4. 결론

본 연구는 알칼리 자극제의 사용량을 저감하기 위해 레드머드를 알칼리 자극제인 NaOH의 사용량에 일부 치환하여 밀도와 압축강도를 측정하여 이를 비교 분석한 것으로, Plain보다는 다소 높은 겉보기 밀도를 나타내고 강도발현에 있어서 치환율과 비교하여 현저히 낮은 강도를 나타내지 않은 것으로 보아 NaOH를 대체하여 전량 사용할 수는 없지만 일부 치환하여 사용하는 것은 밀도와 압축강도뿐만 아니라 길이변화율 및 내수성, 내화성 등의 추가적인 검토를 통해 고로슬래그 기반 경량 경화체의 재료로서 사용 가능할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

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

참고문헌

- 김윤미, 김현태, 박선규, 이상수, 수산화나트륨 첨가율에 따른 무시멘트 경화체의 강도특성, 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집, 제25권 제2호, pp.293~294, 2013