

레드머드를 혼입한 무시멘트 경화체의 물리적 특성

Physical Propertise of Non-Cement Matrix with Red Mud

권형순¹ · 이상수^{2*}

Kwon, Hyeong-Soon¹ · Lee, Sang-Soo^{2*}

Abstract : Through the industrial revolution that began in the 18th century, the amount of carbon dioxide in the atmosphere increased rapidly as humans used fossil energy such as coal and oil as fuel for steam engines and factory machines. The amount of carbon dioxide emitted while producing cement, the main material of concrete used in construction, is large enough to account for 5-8% of the world's carbon dioxide emissions. In this study, Non cement-based matrix were used to reduce carbon dioxide emissions from cement production. Red mud is an industrial by-product generated in the manufacturing process of aluminum hydroxide using bauxite, and more than 120 million tons are produced worldwide. In addition, red mud is a porous material that can be physically adsorbed, and causes a photocatalytic reaction of TiO₂ to remove harmful substances such as nitrogen oxide formaldehyde in the air and chemically adsorbs ammonia and hydrogen sulfide. Therefore, this study aims to examine the physical properties of the matrix by mixing red mud, an industrial by-product with good adsorption performance, into the Non cement-based matrix.

키워드 : 레드머드, 무시멘트, 휨강도, 압축강도, 공기량

Keywords : red mud, non-cement, flexural strength, compressive strength, air content

1. 서론

지구온난화 문제가 지속됨에 따라 주 원인인 이산화탄소 저감이 대두되고 있다. 시멘트산업의 경우, 시멘트를 생산하는 과정에서 우리나라 광물산업의 73.6%에 해당하는 이산화탄소가 발생[1]하고 있으며, 현재 시멘트 대체재에 대한 연구가 진행되고 있다. 레드머드는 보크사이트를 활용한 수산화알루미늄 제조공정에서 발생하는 산업부산물이며, 전 세계적으로 약 1억2천만 톤 이상이 부산되고 있다. 하지만 폐기하는 비용 때문에 재활용 방안이 필요한 실정이다. 레드머드는 다공질 물질이며, 반데르발스 힘에 의해 공기중의 미세먼지를 물리적으로 흡착할 수 있으며, 광촉매인 TiO₂를 포함하고 있어 공기 중의 질소산화물, 포름알데히드 등과 같은 유해물질을 화학적으로 흡착할 수 있다[2]. 본 연구에서는 시멘트 사용량 저감 및 실내 오염물질 저감을 위해 레드머드를 첨가한 무시멘트 경화체의 물리적 특성을 검토한다.

2. 실험계획

실험요인 및 수준은 표 1과 같이 진행하였다.

표 1. 실험요인 및 수준

Experimental factor	Experimental level	Remarks
Binder	Blast furnace slag, Fly ash	2
Adsorbent material	Red mud	1
W/B	34%	1
Replacement ratio of tourmaline	0, 10, 30, 50 (%)	4
Alkaline activator	NaOH	1
Replacement ratio of NaOH	10%	1
Curing condition	Relative humidity (60±5)%, Temperature (20±2)°C	1
Experiment items	Flexural strength, Compressive strength, Air content, Flow table	4

1) 한밭대학교 건설환경조경대학 건축공학과, 석사과정

2) 한밭대학교 건설환경조경대학 건축공학과, 교수, 교신저자(sslee111@hanbat.ac.kr)

3. 실험결과

3.1 휨강도 및 압축강도

그림 1, 2는 레드머드 치환율에 따른 무시멘트 경화체의 휨강도 및 압축강도를 나타낸 것이다. 휨 및 압축강도 모두 치환율 30%까지 증가하는 경향을 보였으며, 치환율 50%의 경우, 재령 3, 7, 28일 모두 레드머드를 사용하지 않은 경화체 보다 낮은 강도를 나타내었다. 이는 레드머드의 높은 Na_2O 성분이 배합수와 반응하여 알칼리성분을 배출해 슬래그의 잠재수경성을 촉진시켜 강도가 증가하지만 레드머드는 결합제가 아닌 이물질이기 때문에 치환율이 과도하게 높은 50%에서는 강도가 감소하는 것으로 판단된다.

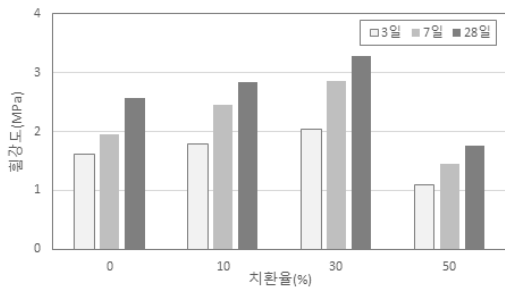


그림 1. 치환율에 따른 휨강도

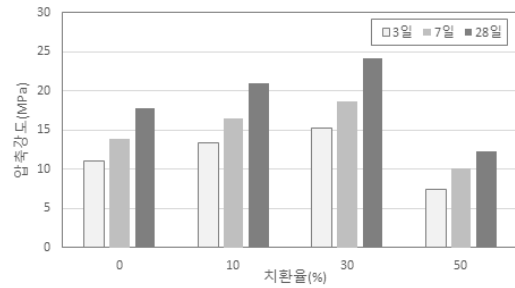


그림 2. 치환율에 따른 압축강도

3.2 유동성 및 공기량

그림 3과 4는 레드머드 치환율에 따른 플로우 시험과 공기량 시험결과를 나타낸 것이다. 그 결과, 레드머드를 사용하지 않은 시험체의 경우, 211mm를 나타내었으며, 치환율이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 반면, 공기량의 경우 레드머드 치환율이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이는 레드머드의 분말도는 낮으나 입형이 세장하고 불규칙하기 때문에 유동성이 감소한 것으로 판단되고 슬래그와 레드머드가 볼베어링 역할을 하여 공기량이 증가한 것으로 판단된다.

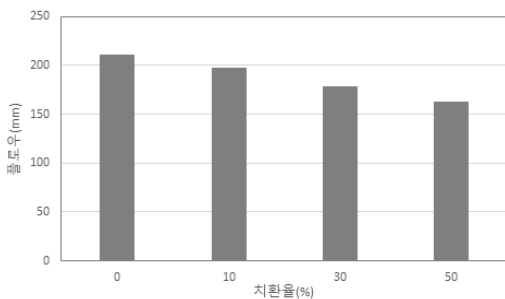


그림 3. 치환율에 따른 플로우 값

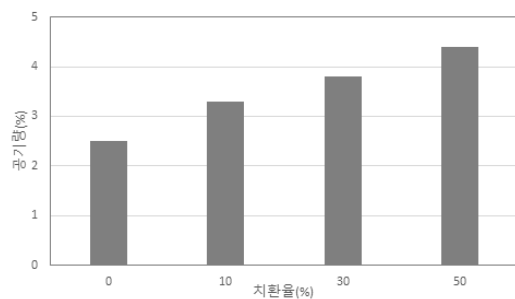


그림 4. 치환율에 따른 공기량

4. 결론

본 실험은 레드머드를 혼입한 무시멘트 경화체의 물리적 특성 검토를 통해 최적 배합 선정을 위한 실험으로 실험결과 휨강도와 압축강도는 레드머드 치환율이 증가함에 따라 강도가 증가하다 50%에서 감소하는 경향을 보이고 밀도는 감소하는 경향을 공기량은 증가하는 경향을 보인다. 따라서 레드머드의 치환율은 강도발현이 가장 잘된 30%가 적정한 것으로 판단되고 이 결과는 추후 레드머드를 건축재료로 사용하기 위한 기초연구로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김낙현. 시멘트산업의 이산화탄소 배출현황 및 환경부하 저감형 재생시멘트 제안. 한국건설순환자원학회지. 2019. pp. 22-28.
2. 추유선. 광축매 도료의 개발에 관한 실험적 연구. 목포대학교 대학원. 2003.