

토르마린을 혼입한 무시멘트 경화체의 강도 특성

Strength Properties of Non-cement Matrix Mixed with Tourmaline

권형순¹ · 이창우² · 황우준² · 이상수^{3*}

Kwon, Hyeong-soon¹ · Lee, Chang-woo² · Hwang, Woo-jun² · Lee, Sang-soo^{3*}

Abstract : As global warming becomes serious, research is continuously being conducted to reduce CO2 emissions. Among building materials, the carbon emission of cement is so high that it accounts for 6.8% of the carbon emission of the entire industry. Studies replacement of cement with blast furnace slag and fly ash are steadily increasing. In addition, efforts are being made to reduce air pollution due to increased damage caused by increased concentrations of harmful substances such as fine dust and heavy metals in the air. There is an increasing number of studies that enable adsorption by mixing adsorbents into building materials. This study reviewed the strength properties to make an adsorbable non-cement finishing material by mixing tourmaline, an adsorbent, based on the non-cement composite, and confirmed that the strength decreases as the replacement ratio increases.

키워드 : 토르마린, 무시멘트, 휨강도, 압축강도, 전기분해

Keywords : tourmaline, non-cement, flexural strength, compressive strength, electrolysis

1. 서론

지구온난화가 심각해짐에 따라 원인인 이산화탄소를 저감하기 위해 국제사회의 주요국들이 기후변화 정책을 집행하기 위해 정부가 기후변화에 대한 체계적인 연구를 지원하며, 기후변화로 인한 생태적·경제적 영향을 파악하여 탄소중립을 포함한 포괄적인 기후변화 정책 설계에 반영하는 등 많은 노력들을 이어가고 있는 실정이다[1]. 또한 건축자재 중 시멘트의 탄소배출량은 전체 산업의 탄소배출량의 6.8%에 해당할 정도로 많다. 이외에도 대기 중 미세먼지, 중금속 등 유해물질의 농도가 증가함에 따른 인한 피해가 발생하여 유해물질을 감소시키기 위한 노력이 이어지고 있으며, 이에 한밭대학교에서는 2017년도 이래로 구조토, 활성백토, 왕겨숯 등의 재료 사용을 통한 흡착콘크리트 개발 연구가 진행되고 있다. 그러나, 물리적 흡착은 쉽게 탈착될 수 있다는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 무시멘트 경화체를 기반으로 화학적 흡착과 물리적 흡착이 모두 가능한 토르마린을 흡착재로 혼입하여 무시멘트 마감재를 만들기 위한 강도 특성을 검토하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 실험은 토르마린을 혼입한 무시멘트 경화체의 강도 특성 검토를 통해 최적 치환율을 확인하기 위한 실험으로 다음과 같이 계획하였다. 기초실험을 통해 무시멘트 경화체의 W/B 35%, 플라이애시 치환율 5%, 알칼리 자극제 NaOH 치환율 5%로 고정하였다[2]. 이후 토르마린의 치환율을 0, 5, 10, 15, 20 (%) 5가지 수준으로 고정하였으며, 실험 항목은 휨강도, 압축강도 2가지로 진행하였다. 휨강도의 시험 방법은 시편 40×40×160(mm³)을 각 치환율 별로 9개씩 제작하여 항온항습양생(온도 20±2℃, 습도 60±5%)을 통해 재령일수 3, 7, 28일에 3개씩을 이용하여 3가지의 롤러 축을 통과하는 2등분점 표면에 하중봉을 수직으로 제하하여 가한 뒤, 하중에 의해 파괴에 이를 때까지 하중을 가하여 강도를 측정하여 평균값을 비교하였다. 압축강도의 시험방법은 시편 40×40×160(mm³)을 각 치환율 별로 9개씩 제작하여 재령일수 3, 7, 28일 에 3개씩을 이용하여 수직재하 램은 시험기의 수직축과 일치시켜 제하 중에 램의 이동방향 이 수직축에 맞도록 조정한 뒤 하중을 가하여 강도를 측정하여 평균값을 비교하였다.

1) 한밭대학교 건설환경조경대학 건축공학과 학사과정

2) 한밭대학교 건설환경조경대학 건축공학과 석사과정

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

표 1. 실험요인 및 수준

Experimental factor	Experimental level	Remarks
Binder	Blast furnace slag, Fly ash	2
Adsorbent material	Tourmaline	1
W/B	35 (%)	1
Replacement ratio of tourmaline	0, 5, 10, 15, 20 (%)	5
Alkaline activator	NaOH	1
Replacement ratio of NaOH	5 (%)	1
Curing condition	Temperature (20±2)°C, Humidity (65±5)%	1
Experiment items	Flexural strength, Compressive strength	2

3. 실험결과

그림 1과 그림 2는 토르마린 치환율에 따른 무시멘트 경화체의 휨강도, 압축강도를 나타낸 그래프이다. 토르마린을 혼입한 시멘트 경화체의 경우 치환율 5, 20 (%)에 대해 비교 시 휨강도가 1.75MPa, 1.13MPa이고 압축강도가 30.15MPa, 24.29MPa로 치환율이 증가함에 따라 휨강도와 압축강도가 감소하는 경향을 보인다. 그러나 재령일에 따라 휨강도는 감소하는 경향을 보이며, 압축강도의 경우 증가하는 경향을 보인다.

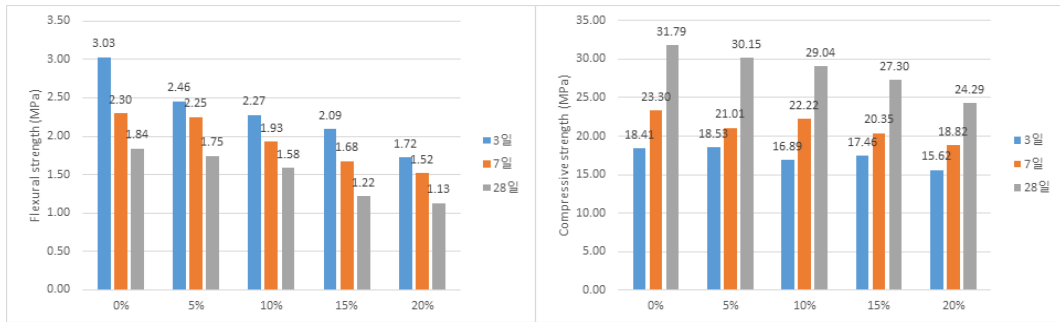


그림 1. 토르마린 치환율에 따른 휨강도

그림 2. 토르마린 치환율에 따른 압축강도

4. 결론

본 실험은 토르마린을 혼입한 무시멘트 경화체의 강도 특성 검토를 통해 최적 배합을 선정하기 위한 실험으로 결과는 다음과 같다. 토르마린 치환율을 0, 5, 10, 15, 20 (%) 5가지 수준으로 치환하여 실험을 진행하였다. 치환율 0%인 경화체와 비교했을 때 치환율이 증가함에 따라 압축강도와 휨강도가 감소하는 경향을 보였다. 이는 토르마린은 전기적 특성을 가지고 있어 물과 만나면 물이 전기분해되어 물의 클러스터가 작은 물 분자로 활성화되어 침투성 및 흡수성이 증가하여 배합수가 부족해짐에 따라 강도가 감소하는 것으로 판단된다. 본 실험에서 진행한 결과에 따라 치환율 5%에서 가장 좋은 강도를 보였으며 향후 실내 마감재로 활용성 평가를 위해 휨강도 증진 등 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 박영석 외 4명. 국제사회의 탄소중립 정책 방향과 시사점. KIEP. 2021. p. 2-15.
2. 이해은, 이상수. 키토산을 혼입한 경화체 보드의 특성. 대한건축학회 논문집. 2021. p. 329-338.