

광촉매 TiO₂ 루타일 타입 치환율에 따른 미세먼지 흡착형 경화체의 강도 특성

Strength Properties of Fine Dust Adsorption Matrix using Photocatalyst TiO₂ Rutile Replacement Ratio

경인수* 이원규** 이상수***
Kyoung, In-Soo Lee, Won-Gyu Lee, Sang-Soo

Abstract

Recently, due to air pollution caused by fine dust, it is considered as a social problem. Increasing fine dust has intensified air pollution, causing many diseases and damages. This year, Seoul, South Korea, reached a severe level of fine dust pollution worldwide. The Ministry of Environment has strengthened the environmental standard for fine dust (PM_{2.5}) from 50 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ to 35 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ since March 2018. When fine dust enters the human body, it causes bronchial or skin elongation such as respiratory allergies, irritable pneumonia, asthma and atopy. In this study, TiO₂ rutile with photocatalytic activity was used, and materials prepared by rutile sulfuric acid method were used. The photocatalytic activity rate is 95% or more and the density is 4.1g/cm³. The matrix was based on cement, and the substitution rate of TiO₂ was 0, 5, 10, 15, 20 (%). The test item is flexural strength and compressive strength.

키워드 : 실내공기질, 미세먼지, 광촉매, TiO₂, 흡착재
Keywords : air quality, fine dust, photocatalyst, TiO₂, adsorbent material

1. 서론

최근 미세먼지에 의한 대기오염 때문에 사회적 문제로 지목되고 있다. 미세먼지 증가로 인해 대기오염이 심화되어 많은 질병과 피해를 초래하고 있다. 올해 대한민국의 서울은 세계적으로 미세먼지 오염도가 심각한 수준에 도달하였으며, 대한민국 환경부는 2018년 3월부터 미세먼지(PM_{2.5})의 환경기준을 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 강화하였다. 미세먼지에 따른 경보가 발생하면 마스크를 쓰거나 외출을 삼가야 한다. 미세먼지가 인체에 유입될 경우 호흡기 알레르기, 과민성 폐렴, 천식 및 아토피 등 기관지나 피부 질환을 유발시킨다. 미세먼지는 황사, 꽃가루 및 먼지 등으로 발생하는 자연적 원인과 존재하지만 화석연료를 사용할 때 발생하는 가스 및 황산화물 등이 대기 중의 수증기와 암모니아에 화학반응을 일으켜 미세먼지가 발생하기도 한다. 미세먼지의 증가로 대기뿐 만 아니라 실내에도 유입되어 실내공기질이 오염되어 인체에 유해한 영향을 미친다. 실내공기질 개선을 위해 많은 연구가 진행 중이지만 뚜렷한 효과를 얻기 어려운 실정이다. 본 연구에서는 실내 마감재에 미세먼지 흡착 및 저감능력을 부여하여 미세먼지 흡착형 경화체의 특성을 분석하였다.

2. 실험계획

본 연구에서는 광촉매 작용을 가지는 TiO₂(산화티탄)를 사용하였으며, TiO₂ 종류 중 황산법을 이용해 제조된 루타일 타입을 사용하였다. 광촉매 활성률은 95%이상이고, 밀도는 4.1g/cm³이다. 시멘트 기반으로 경화체를 제작하였으며, W/B는 30%로 고정하고 TiO₂ 치환율은 0, 5, 10, 15, 20(%)등 총 5가지 수준으로 진행하였다. 실험항목으로는 휨강도 및 압축강도를 측정하였다. 실험요인 및 수준은 표 1과 같으며, 본 실험은 흡착 성능을 검토하기 전 기초 실험으로써 경화체의 물리적 특성을 검토하였다.

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 광촉매 TiO₂ 치환율에 따른 휨강도의 그래프이다. TiO₂ 치환율이 증가할수록 강도는 감소하는 경향을 보이고 있다. 광촉매는 자체의 경화가 이루어지긴 하지만 작은 충격에도 갈라짐이나 파괴가 진행된다. 시멘트의 비율이 감소하면서 강도는 감소하는 것으로 판단된다.

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

그림 2는 광촉매 TiO₂ 치환에 따른 압축강도의 그래프이며, 휨강도와 같은 경향을 보이고 있다. 독립적으로 강도 발현을 하지 않기 때문에 혼화제로 사용할 경우 경화체의 강도는 감소하게 된다. 치환율 15%에서 20% 범위에서 강도저하가 가장 낮았으며, 적정 비율을 찾아야 경제성 및 상품성을 도출할 것으로 사료된다.

표 1. 실험요인 및 수준

실험요인	실험수준	비고
W/B	30 (wt.%)	1
결합재	Cement ¹⁾ , TiO ₂ Rutile ²⁾	2
TiO ₂ Rutile	0, 5, 10, 15, 20 (%)	5
양생조건	항온 항습양생 (온도 20±2℃, 습도 60±5%)	1
실험항목	휨강도, 압축강도	2

1) Cement : 시멘트 2) TiO₂ Rutile : 광촉매 TiO₂ 루타일

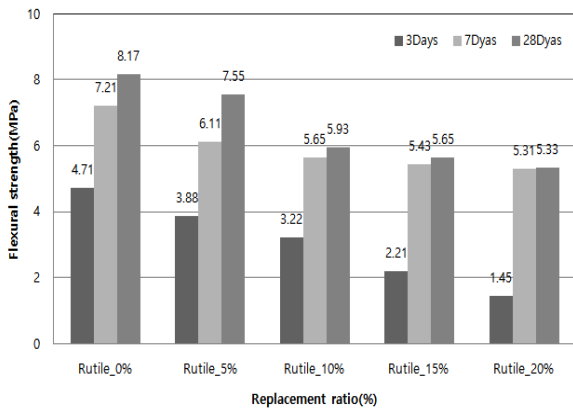


그림 1. 광촉매 TiO₂ 치환율에 따른 휨강도

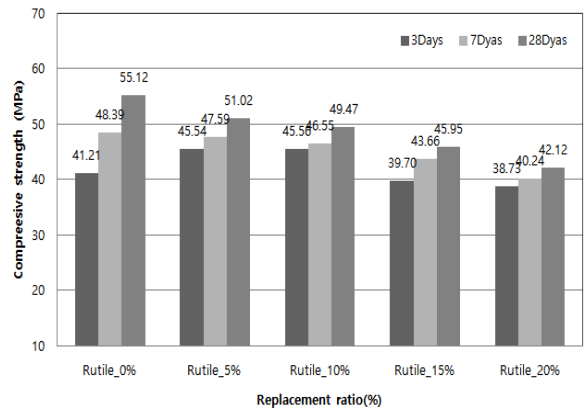


그림 2. 광촉매 TiO₂ 치환율에 따른 압축강도

4. 결 론

미세먼지 제거를 위해 황산법으로 제조된 광촉매 TiO₂ 루타일 타입을 사용하여 흡착형 경화체를 제작하였으며, 결과는 다음과 같다. TiO₂ 치환율이 증가할수록 휨강도 및 압축강도는 감소하였다. 추후 실험에서 TiO₂ 치환율에 따른 미세먼지 저감 성능을 분석한 뒤 적정 배합비를 도출하여야 한다, 광촉매의 사용량이 증가할수록 미세먼지 저감율은 증가할 것으로 판단되지만, 내구성이 감소하여 강도 및 흡착성능에 대한 비교 분석이 필요하다.

Acknowledgement

이 논문은 2018년도 한국연구재단의 중견연구지원사업(과제번호:2018R1A2B6006764)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 박정준, 곽종원, 광촉매 콘크리트의 질소산화물(NOx) 제거 특성, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집, 제29권 제1호, pp.575~576, 2017
2. 환경부 국립환경과학원, 주택 실내공기질 관리를 위한 매뉴얼, 기타간행물, 2019
3. Wenming shi, Cong Liu, Dan Norback, Qihong Deng, Chen Huang, Hua Qian, et al, Effects of fine partivulate matter and its constituents on childhood pneumonia: a cross-sectional study in six Chinese cities, 2018