

팽창흑연을 혼입한 시멘트 경화체의 흡착 특성

Fine Dust Adsorption Properties of Cement Matrix Mixed with Expanded Graphite

이진원¹ · 이창우² · 황우준² · 이상수^{3*}

Lee, Jin-Won¹ · Lee, Chang-Woo² · Hwang, Woo-Jun² · Lee, Sang-Soo^{3*}

Abstract : Now, the world is increasingly anxious about fine dust due to abnormal temperatures caused by global warming and increased yellow dust caused by desertification, and the World Health Organization (WHO) pointed out that more than 99% of the world's population is exposed to fine dust. In this situation, the reduction rate of fine dust and carbon dioxide of the matrix was tested by using expanded graphite, an eco-friendly and porous material, to improve air quality. As a result of the test, since expanded graphite is a material that expands between layers compared to conventional graphite, the reduction rate of fine dust and carbon dioxide decreases as the replacement rate of expanded graphite increases.

키워드 : 팽창흑연, 이산화탄소, 미세먼지, 친환경, 다공성물질

Keywords : expanded graphite, carbon oxide, fine dust, adsorption, eco-friendly, porous material

1. 서론

현재 지구온난화로 인한 이상 기온과 대기 중의 오염물질로 고통 받고 있다. 특히 사막화로 인한 황사의 증가로 인해 발생하는 초미세먼지와 이산화탄소 배출 증가로 인해 지구의 기온상승으로 인한 문제 해결을 위해 국내에서는 기후변화문제와 관련한 건축물의 에너지 사용과 이산화탄소 배출량을 인식해 친환경 건축물 인증제도인 G-SEED(녹색건축 인증)을 시행중이며, 국외적으로는 미국의 환경피해를 최소화할 수 있는 건축에게만 부여하는 녹색건물 인증제도(LEED), 영국의 BREEAM 등 시행중에 있다. 장기간 초미세먼지에 노출될 경우, 면역력이 급격히 떨어져 각종 호흡기 질환은 물론 심혈관 질환, 아토피, 안구 질환 등 각종 질병에 노출될 수 있고, 지구의 기온이 상승할수록 화재의 빈도가 높아지고 대기오염이 심화된다. 이러한 상황에서 미세먼지와 이산화탄소의 부정적 영향을 해결하기 위해 흑연의 층간 구조를 팽창시켜 다공성물질로 전환된 팽창흑연을 시멘트 경화체에 혼입하고자 한다[1,2,3].

2. 실험계획 및 방법

본 실험은 팽창흑연을 혼입한 시멘트의 흡착 능력 파악을 통해 최적 배합을 도출하기 위한 실험으로 계획은 다음과 같다. 시멘트 대비 W/B 42%로 고정하였으며, 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10 (%)의 5개 수준으로 치환하여 각 치환율 별로 미세먼지의 저감율을 측정하였다. 실험 방법은 항온항습기를 통해 20±2℃, 습도 60±5%에서 양생하였으며, 본 연구의 미세먼지 저감율 시험은 국내에 기준이 없어 한밭대학교 스마트건축시공연구실이 제안한 방법을 기반으로 실시하였다. 챔버 내부에 3개의 pan과 미세먼지 측정기, 50*50*50 (mm³) 시험체를 넣어둔다. 미세먼지 침전을 방지해 오차를 줄이기 위해 3개 pan의 방향을 상부로 두어 실험을 진행하며, 160분간 시험을 20분 간격으로 데이터를 기록한다. CO₂ 농도 흡착 시험방법은 50*50*50 (mm³)의 시험체를 기준 CO₂ 농도를 일정하게 유지하며 밀폐된 챔버에 넣고 CO₂ 농도측정기(ISR-5000)을 사용한다. 측정시간은 12시간으로 하였고 매 1시간 간격으로 CO₂ 농도 측정을 실시한다. 실험 요인 및 수준은 표 1과 같다.

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 conditions	Cements	1
W/B	42 (Vol.%)	1
Adsorbent	Expanded Graphite	1
Catalysts lactate	0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 (%)	5
Curing condition	Humidity (60±5)%, Temperature (20±2)°C	1
Experiment item	Fine dust reduction rate, CO2 reduction rate	2

3. 실험결과

그림 1과 그림 2는 팽창 흑연의 치환율에 따른 미세먼지(PM 10)와 이산화탄소 저감율 결과이다. 각 치환율 별로 미세먼지와 이산화탄소의 저감율은 팽창흑연의 치환율이 높아질수록 미세먼지 저감율이 감소하는 경향을 보인다. 시험 경과 60분 기준으로 2.5%는 81%, 5.0%는 89%, 7.5%는 98.6%, 10%는 99.3% 저감되었다. 이산화탄소 저감율은 유사한 결과 값을 나타내었으며 12시간 경과 최대 35.8% 저감되었다.

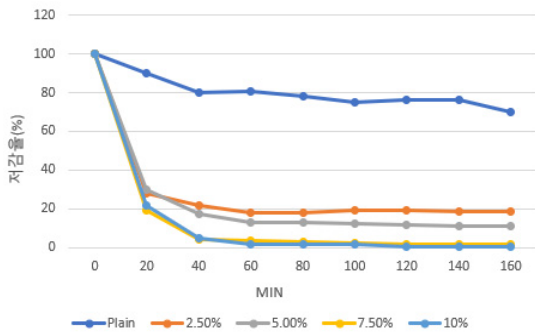


그림 1. 팽창흑연 치환율에 따른 미세먼지 저감율

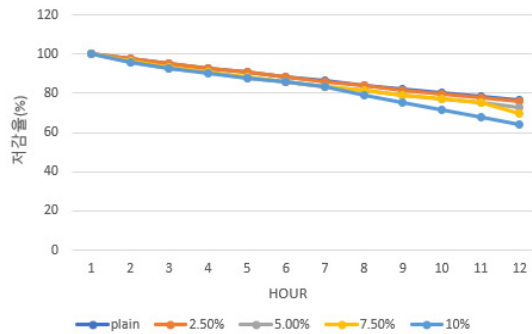


그림 2. 팽창흑연 치환율에 따른 이산화탄소 저감율

4. 결론

본 실험은 팽창흑연을 사용한 시멘트 경화체의 미세먼지 흡착 특성을 평가하고자 하는 실험으로 그 결과는 다음과 같다. W/B 42% 일 때, 시멘트 대비 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10 (%)의 5개 수준으로 치환하여 실험을 진행하였다. 팽창흑연의 치환율이 증가할수록 미세먼지와 이산화탄소의 저감율이 낮아지는 경향을 보인다. 이는 팽창흑연의 특성 상 다공성 물질이며, 흑연의 미세공극으로 이루어지는 기존의 층간과 달리 팽창흑연은 180°C~250°C에서 열을 받아 층간이 팽창함에 따라 중간공극 및 거대공극으로 이루어진 물질로 팽창흑연의 특성상 Ph가 증가함에 따라 전기적 인력에 의해 흡착력이 증가하고 알칼리성이 높은 시멘트와의 반응으로 인해 미세먼지와 이산화탄소의 저감율이 감소했다고 판단된다. 향후 실내 마감재로서의 활용여부 판단을 위해 열전도율, 내충격성, 휨 파괴 하중 등 추가 실험을 진행하고자 한다.

참고문헌

1. 이명은 외 6명. MCM-41 및 팽창흑연의 중금속 흡착특성. 상하수도학회지. 2012. 제26권 2호. p. 275-283.
2. 이채영 외 5명. 팽창흑연을 이용한 p-Xylene 흡착. 한국지반환경공학회 논문집. 2012. 제13권 5호. p. 35-40.
3. 박종훈 외 1명. 팽창흑연의 오일 및 VOC 흡착 특성. 한국열환경공학회 논문집. 2010. 제7권 1호. p. 37-51.