

분말활성탄을 활용한 미세먼지 흡착형 경화체의 물리적 특성

Physical Properties of Fine Dust Adsorption Matrix using Powder Activate Carbon

이 원 규* 김 연 호* 경 인 수** 이 상 수***
Lee, Won-Gyu Kim, Yeon-Ho Kyoung, In-Soo Lee, Sang-Soo

Abstract

As the damage to fine dust increased, the Republic of Korea designated fine dust as a social disaster. The composition of the fine dust is composed of carbon, sulfate, nitrate, ammonium and minerals. The cause of fine dust is naturally generated by dirt, pollen, etc. In addition, there are artificial causes such as gaseous vehicle exhaust gas emitted from the use of fossil fuel. When fine dust enters the human body through breathing, it causes various respiratory diseases and skin diseases. In IARC, fine dust was designated as a carcinogen group 1. In this research, we tried to adsorb fine dust by physical adsorption using powdered activate carbon. Powdered activate carbon is a powdered activated carbon activated in a carbonized state. Porous material with high specific surface area and low density. Experimental items were tested for density, water absorption, and fine dust concentration according to the PAC addition ratio. Basic experiments were carried out to fabricate the fine dust adsorption matrix.

키 워 드 : 미세먼지, 실내공기질, 분말활성탄, 흡착재, 대기오염물질
Keywords : fine dust, air quality, powdered activate carbon, adsorbent material, air pollutant

1. 서 론

미세먼지에 대한 문제점이 지속적으로 발생하면서 대한민국은 미세먼지를 사회재난으로 정의하였다. 미세먼지는 먼지의 일종으로 지름 10 μm 이하인 것을 미세먼지, 지름 2.5 μm 이하인 것을 초미세먼지로 정의하였다. 미세먼지의 조성성분은 매우 다양하며, 주로 탄소성분(유기탄소, 원소탄소), 이온성분(황산염, 질산염, 암모늄) 및 광물성분 등으로 구성된다.¹⁾ 미세먼지의 발생원인으로 흙먼지, 꽃가루 등과 같이 자연적으로 발생하는 것과 화석연료의 사용에 배출되는 가스, 공장과 자동차에서 배출되는 가스 등과 같이 인위적으로 발생한다. 또한 인위적 발생단계에서 배출된 가스가 대기 중의 물질과 화학반응을 일으켜 2차 생성 미세먼지를 발생시키기도 한다. 이러한 미세먼지는 호흡기를 통해 인체 내부에 유입될 경우 폐포의 손상, 호흡기 질환 및 피부 질환 등을 유발시킨다. 세계보건기구(WHO)의 산하 연구기관인 국제암연구소(IARC)에서는 미세먼지를 1군 발암물질(Group 1)로 지정하여 미세먼지의 유해성을 부각시켰다.^{2),3)}

미세먼지는 각종 생활 행동에 따라서도 발생될 수 있으며, 실외의 유해물질이 실내에 유입되어 유해물질이 인체에 노출된다. 실내공기질에 대한 관심이 증가하면서 실내공기질을 개선시키기 위한 연구 및 방안이 제시되고 있지만 대부분이 효과가 미비하여 지속적인 연구가 필요한 실정이다.

2. 실험계획

본 연구에서는 분말활성탄을 활용한 흡착형 경화체의 특성을 분석하기 위하여 시멘트 기반 분말활성탄 첨가율에 따른 실험을 진행하였다. 분말활성탄은 나무 등이 탄화된 상태에서 활성시킨 활성탄을 분말화한 것이며, 1,100 m^2/g 이상의 비표면적을 가지는 다공질 재료이다. 본 연구에서 사용된 분말활성탄의 밀도 0.43 g/cm^3 인 것을 사용하였다.

시멘트 기반으로 흡착형 경화체를 제작하였으며, W/B는 50%로 고정한 뒤 분말활성탄 첨가율은 0, 10, 20, 30, 40(%) 등 총 5가지 수준으로 진행하였다. 실험항목으로는 밀도, 흡수율 및 압축강도를 측정하였다. 실험요인 및 수준은 표 1과 같으며, 본 실험은 흡착 성능을 검토하기 전 기초 실험으로써 경화체의 물리적 특성을 검토하고자 하였다.

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

표 1. 실험요인 및 수준

실험요인	실험수준	비고
W/B	50 (wt.%)	1
결합재	C ¹⁾ , PAC ²⁾	2
PAC 첨가율	0, 10, 20, 30, 40 (%)	5
양생조건	항온 항습양생 (온도 20±2℃, 습도 60±5%)	1
실험항목	밀도, 흡수율, 미세먼지 농도	3

1) Cement : 시멘트 2) Powdered Activate Carbon : 분말활성탄

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 분말활성탄 첨가율에 따른 밀도 및 흡수율 그래프이다. 밀도의 경우 분말활성탄 첨가율이 증가할수록 감소하는 경향을 보이고 있다. 분말활성탄은 0.43g/cm³의 낮은 밀도로 인해 경화체의 질량이 감소한 것으로 판단된다. 흡수율의 경우 밀도와는 반대로 증가하는 경향을 보였으며, 분말활성탄의 높은 비표면적과 높은 흡수율로 인해 흡수율이 증가한 것으로 보인다. 그림 2는 분말활성탄 첨가율에 따른 경화체에 대한 미세먼지 농도를 나타낸 그래프이다. 분말활성탄의 첨가율이 증가할수록 미세먼지 농도의 저감율이 큰 것으로 나타난다. 미세먼지의 다공질 특성으로 브라운 운동을 통해 대류에 따라 흩날리는 미세먼지가 경화체에 부딪히고 분말활성탄 공극과 접촉하면서 물리적 흡착이 이루어지는 것으로 판단된다. 다공질 재료를 사용한 미세먼지 물리적 흡착을 유도하기 위해서는 재료의 공극을 막지 않는 적합한 배합을 도출해야 할 것으로 판단된다.

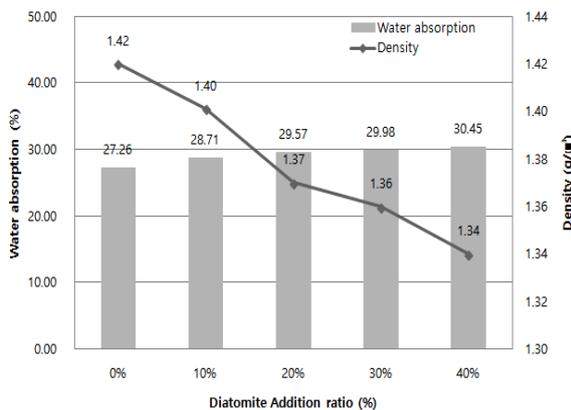


그림 1. 분말활성탄 첨가율에 따른 밀도 및 흡수율

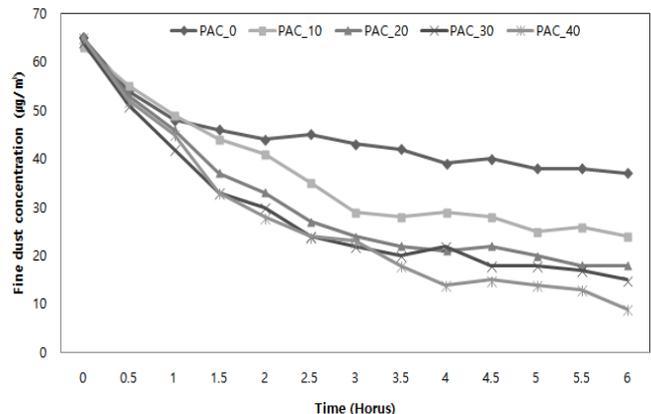


그림 2. 분말활성탄 첨가율에 따른 미세먼지 농도

4. 결 론

시멘트 기반 분말활성탄 첨가율에 따른 흡착형 경화체의 실험결과는 다음과 같다. 분말활성탄 첨가율이 증가함에 따라 밀도는 감소하며, 흡수율은 증가하였다. 분말활성탄을 사용할 경우 밀도와 흡수율은 반비례의 관계를 나타냈다. 또한 미세먼지 농도는 감소하였으며, 분말활성탄의 높은 비표면적에 의한 물리적 흡착이 이루어지는 것으로 분석된다.

Acknowledgement

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

참 고 문 헌

1. 강현호, 국민의 건강권 보호를 위한 미세먼지에 대한 법적 고찰, 한국환경법학회 환경법 연구, 제38권 제1호, pp.159~193, 2016
2. 환경부, 국립환경과학원, 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법, 2019
3. 강진수, 구조도와 분말활성탄소를 흡착재로 활용한 라돈 흡착형 경화체의 특성, 한밭대학교 석사학위 논문, 2018