

# 시멘트 기반 탄화슬러지 치환율에 따른 경화체의 특성

## Properties of Matrix According to the Replacement Ratio of Portland Cement-based Carbonation Sludge

강 용 모\*      이 혜 은\*      이 상 수\*\*  
Kang, Yong-Mo      Lee, Hye-Eun      Lee, Sang Soo

### Abstract

Recently, the spread of intense social distancing and untact culture due to COVID-19 has increased the time spent indoors. In addition, according to the International Cancer Institute, fine dust was classified as a first-class carcinogen, a substance found to be carcinogenic, such as asbestos and benzene. As a result, interest in indoor air quality is increasing, and many studies are underway to reduce air pollutants. This study is a basic experiment of a board made to improve indoor air quality. The basic characteristics of the board, flexural strength and compressive strength, are analyzed and the results of the test are as follows. Experiments have shown that flexural strength and compressive strength tend to decrease as the replacement rate of hydrocarbons increases. It is believed that the strength of the sludge has decreased due to the increase in internal voids due to the increase in non-surface area, volume and diameter of microfiber as it undergoes the carbonation process. In addition, it is believed that the amount of moisture needed for curing during the mixing process was reduced due to the absorption of hydrocarbons.

키 워 드 : 코로나-19, 탄화슬러지, 공기오염, 미세먼지, 흡착  
Keywords : COVID-19, carbonation sluge, air pollutants, fine dust, adsorption

## 1. 서 론

최근 COVID-19로 인한 강도 높은 사회적 거리두기 및 언택트 문화의 확산으로 실내에서 생활하는 시간이 증가하고 있다, 이에 따라 실내 공기질은 인체에 영향을 끼치는 중요한 요소가 되었으며, 실내에서의 환기, 칩기, 건축자재, 가구재에 의한 유해물질 저감에 대한 관심이 대두되고 있다. 국제암연구소 (IARC)에 따르면, 미세먼지를 석면, 벤젠 등 발암성이 있는 것으로 확인된 물질인 1급 발암물질로 분류하였다. 질병관리본부는 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  증가할 때마다 만성 폐쇄성 폐질환 (COPD) 으로 인한 입원율은 2.7%, 사망률은 1.1% 증가하고, 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  증가할 때마다 폐암 발생률이 9.0% 증가 한다고 발표했다.<sup>1)</sup> 이외에도 알레르기성 결막염, 각막염, 비염, 기관지염, 천식, 폐암 등 많은 각종 질병들을 유발한다. 여전히 건설소재의 대부분은 시멘트에 의존하고 있으며 시멘트 소성과정에서 많은 이산화탄소의 발생으로 환경오염의 주범이 될 뿐만 아니라 한정되어 있는 천연원료에 의존하고 있다. 환경부에 따르면 최근 10년간 산업폐기물의 증가가 매년 기하급수적으로 늘어나고 그 중 약 17%가 슬러지에 해당하며 일 평균 564t이 생산되어 슬러지 처리의 한계와 매년 40억 비용이 들어가고 있어 저감 방법이 필요한 실정이다.<sup>2)</sup> 따라서, 본 연구는 실내 공기질을 개선시키기 위해 제작하는 탄화슬러지를 치환한 보드의 기초실험으로, 기초특성인 휨강도, 압축강도를 분석하여 기초 연구자료로 검토하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

본 연구에서는 보통 포틀랜드 시멘트 기반 탄화슬러지 치환율에 따른 경화체의 특성을 평가하기 위한 기초실험을 진행하였다. 휨강도 및 압축강도를 측정하기 위하여 100×100×200(mm)를 사용하였으며, W/C는 55%로 고정하였다. 보통 포틀랜드 시멘트 기반으로 하여 탄화슬러지의 치환율은 0, 10, 20, 30(%)로 하였고 양생조건은 항온항습양생(온도 20±2°C, 상대습도 60±5%)으로 설정하였다. 표 1은 본 연구의 실험 요인 및 수준을 나타낸 것이다.

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

표 1. 실험 요인 및 수준

실험 요인	실험 수준	비고
결합재	보통 포틀랜드 시멘트	1
흡착재	탄화슬러지	1
흡착재 치환율	0, 10, 20, 30 (%)	4
W/C	55 (wt.%)	1
양생조건	항온항습양생 (온도20±2℃ 습도60±5 %)	1
실험항목	휨강도, 압축강도	2

### 3. 실험 결과 및 분석

그림 1, 그림 2는 탄화슬러지 치환율에 따른 휨강도 및 압축강도 그래프이다. 실험결과 휨강도의 28일 강도는 12.8, 11.5, 11.1, 10.3 (MPa), 압축강도의 28일 강도는 56.1, 40.7, 28.8, 36.4 (MPa)로 탄화슬러지 치환율이 증가함에 따라 휨강도 및 압축강도는 감소하는 경향을 보인다. 이는 슬러지가 탄화과정을 거치면서 비표면적, 미세기공의 부피 및 지름이 증가함에 따라 내부 공극율이 증가하여 강도가 저하된 것으로 판단된다. 또한, 배합과정에서 경화 시 필요한 수분을 탄화슬러지가 흡수하여 감소한 것으로 판단된다.

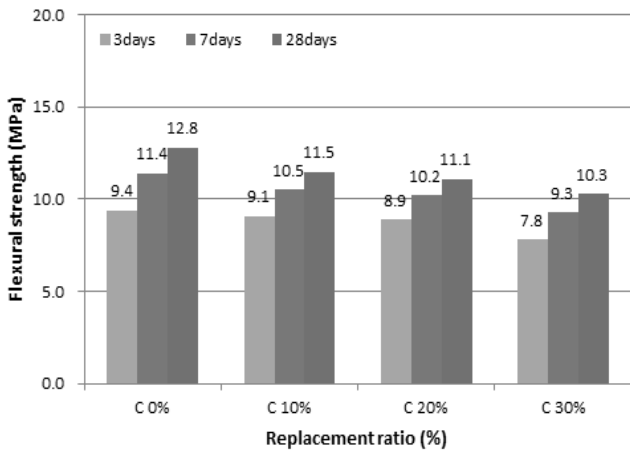


그림 1. 탄화슬러지 치환율에 따른 경화체의 휨강도

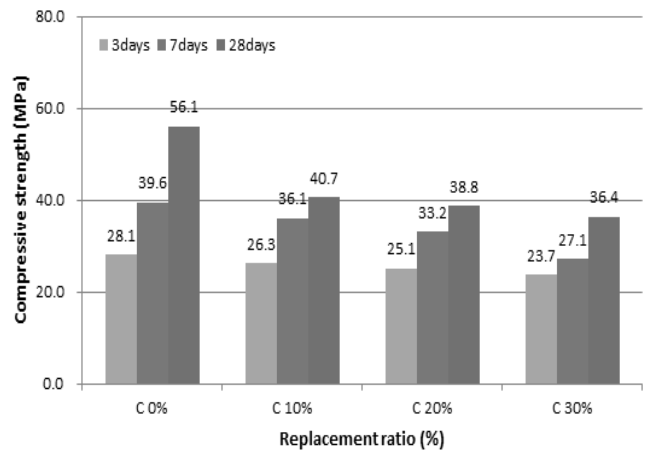


그림 2. 탄화슬러지 치환율에 따른 경화체의 압축강도

### 4. 결 론

실내공기질 개선을 위해 보통 포틀랜드 시멘트를 기반으로 한 탄화슬러지 치환율에 따른 경화체를 제작하여 강도특성을 분석하였으며, 결과는 다음과 같다. 탄화슬러지의 치환율이 증가할수록 휨강도 및 압축강도는 감소하는 경향을 보였다. 추후 시험에서 탄화슬러지 치환율에 따른 미세먼지 및 VOCs의 농도를 분석한 뒤 적정 배합비를 도출하고자 한다. 탄화슬러지의 치환율이 증가할수록 미세먼지 및 VOCs 농도는 감소할 것으로 판단되지만, 내구성이 감소하여 강도 및 흡착성능에 대한 비교 분석이 필요하다.

### 참 고 문 헌

1. 환경부, 미세먼지, 도대체 뭘까?, 행정간행물 등록번호 11-1480000-001435-01, 2016
2. 환경부, 하수 슬러지 처리, 신기술 개발의 필요성, 환경동향보고, 2020