

# 제지애시와 폴리실리콘 슬러지를 활용한 무시멘트 경화체의 펄라이트 첨가율에 따른 단열특성

Thermal insulation property according to pearlite addition ratio of non cement matrix using paper ash and polysilicon sludge

신진현\*

Shin, Jin-Hyun

김대연\*\*

Kim, Dae-Yeon

이동훈\*\*\*

Lee, Dong-Hoon

이상수\*\*\*\*

Lee, Sang-Soo

## Abstract

Researches for the development of renewable energy as a fuel substitute for global warming and depletion of petroleum resources are actively being carried out. Among them, the annual growth rate of PV generation is 20.73%, which is higher than other renewable energy sources. However, the production of 1 ton of polysilicon, which is known as a raw material for solar power generation panels, generates 2 tons of waste. As the demand for PV panels increases, the problem of the treatment of polysilicon sludge is attracting attention, and studies on the utilization of polysilicon sludge are needed. Therefore, in this study, the applicability of polysilicon sludge treated as industrial waste to the lightweight panel for architectural purposes was examined.

키워드 : 폴리실리콘 슬러지, 제지애시, 무시멘트, 펄라이트  
Keywords : polysilicon sludge, paper ash, non cement, pearlite

## 1. 서론

지구온난화와 석유자원의 고갈에 따른 연료 대체제로서 신재생에너지의 개발을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그 중에서도 태양광 발전의 성장률은 연평균 20.73%이며 이는 여타의 신재생에너지보다 높은 성장률을 보이고 있다. 그러나 태양광 발전 패널의 원료로 알려진 폴리실리콘은 1ton생산시 2ton의 폐기물이 발생하게 된다. 태양광발전 패널의 수요가 증가하면서 현재 폴리실리콘 슬러지에 대한 처리방안에 대한 문제점이 주목받고 있으며, 폴리실리콘 슬러지의 활용방안에 대한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 산업폐기물로 처리되던 폴리실리콘 슬러지를 건축용 경량패널의 원료로 사용함으로써 그 활용성을 검토하고자 하였다.

## 2. 실험계획

본 연구는 고로슬래그 기반 제지애시와 폴리실리콘슬러지 활용한 경화체의 펄라이트 첨가율에 따른 특성을 검토하기 위한 실험을 진행하였다. 본 실험에서 사용된 고로슬래그는 밀도  $2.91\text{g/cm}^3$ , 분말도  $4,460\text{cm}^2/\text{g}$ 인 3종을 사용하였으며, 폴리실리콘 슬러지는 밀도  $1.75\text{g/cm}^3$ , 분말도  $7,120\text{cm}^2/\text{g}$ 인 것을 사용하였다. 제지애시는 제지과정 중 발생되는 제지 슬러지를 소각처리하여 발생된 산업부산물로 NaOH와 반응하면 경화체 내에 연속된 수소기체를 발생시키므로 경화체 내의 수많은 공극을 형성하여 밀도 및 열전도율을 저감시키고자 사용하였다. 제지애시의 물리적 특성으로는 밀도  $2.70\text{g/cm}^3$ , 분말도  $3,600\text{cm}^2/\text{g}$ 인 것을 사용하였다. 펄라이트는 진주암을 가용 후 입자의 팽창으로 내부에 기공이 발생되어 본래 부피의 20배 가량 팽창하는 물질로 밀도는  $0.04\sim 0.2\text{g/cm}^3$ 로 매우 경량이며 단열성, 내화성, 흡음성 등이 뛰어난 재료로 경화체의 밀도 및 열전도율 저감을 위해 사용하였다. NaOH는 분말형태의 순도 98%, 밀도  $2.13\text{g/cm}^3$ 인 것을 사용하였다. 결합재는 고로슬래그, 폴리실리콘 슬러지, 제지애시이며, 폴리실리콘슬러지는 결합재를 기준으로 치환율 8(wt.%), 제지애시는 결합재를 기준으로 첨가율 9(wt.%)로 고정하였다. 펄라이트는 0(plain), 2.5, 5, 7.5, 10 (wt.%) 총 5가지 수준으로 첨가하였으며, W/B는 결합재 기준으로 46%로 고정하여 진행하였다. 알칼리 자극제로는 NaOH를 사용하였으며 결합재 중량에 10.5%를 첨가하였다. 양생은 항온항습양생

\* 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 박사과정

\*\* 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 석사과정

\*\*\* 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 조교수

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

을 실시하였으며, 시험항목으로는 밀도, 흡수율, 열전도율, 열저항성이다. 본 실험의 요인 및 수준은 표 1에 나타내었다.

표 1. 실험 요인 및 수준

실험요인	실험수준	비고
결합재	고로슬래그, 폴리실리콘 슬러지, 제지애시	3
W/B	46 (%)	1
폴리실리콘 슬러지 치환율	8 (%)	1
제지애시 첨가율	9 (%)	1
펠라이트 첨가율	plain, 2.5, 5, 7.5, 10 (%)	5
NaOH 첨가율	10.5 (%)	1
양생조건	항온항습양생 (온도 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 습도 $80\pm 5\%$ )	1
시험항목	밀도, 흡수율, 열전도율, 열저항성	4

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 펠라이트 첨가율에 따른 경화체의 밀도 및 흡수율을 나타낸 것으로, 펠라이트의 첨가율이 증가함에 따라 밀도는 감소하고 흡수율은 증가하는 경향을 나타내었다. 펠라이트 첨가율 10%에서 0.79로 가장 낮은 밀도값을 나타내었다. 그림 2는 펠라이트 첨가율에 따른 경화체의 열전도율 및 열저항성을 나타낸 것으로, 펠라이트의 첨가율이 증가함에 따라 열전도율은 감소하고, 열저항성은 증가하는 경향을 나타내었다. 펠라이트 첨가율 10%에서 가장 낮은 열전도율을 나타내었다.

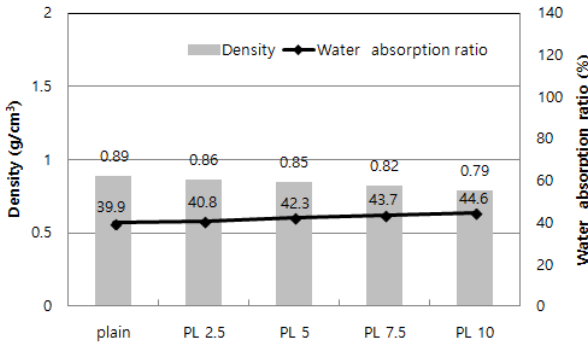


그림 1. 밀도 및 흡수율

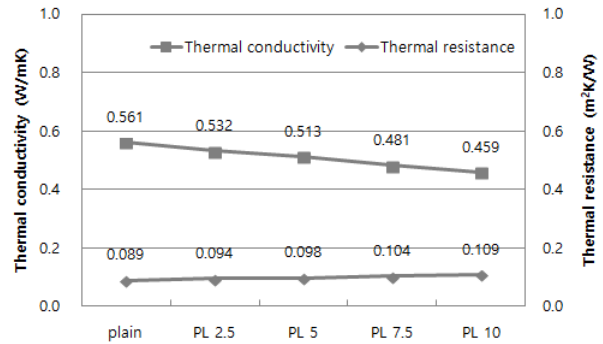


그림 2. 열전도율 및 열저항성

### 4. 결 론

폴리실리콘 슬러지와 제지애시를 활용한 무시멘트 경화체의 펠라이트 첨가율에 따른 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

- 1) 밀도 및 흡수율 시험결과, 펠라이트 첨가율이 증가함에 따라 밀도는 감소하고 흡수율은 증가하는 경향을 나타내었다.
- 2) 열전도율 및 열저항성 시험 결과, 펠라이트 첨가율이 증가함에 따라 열전도율은 감소하고 열저항성은 증가하는 경향을 나타내었다. 따라서, 추가적인 특성을 검토한다면 기존에 활용되어지고있는 경량복합패널 심재를 대체할수 있다고 판단된다.

### 참 고 문 헌

1. 임정근, 이상수, 송하영, 폴리실리콘 슬러지 치환율에 따른 모르타르의 강도 특성, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2014
2. 임정근, 이지환, 박희공, 이상수, 고로슬래그와 폴리실리콘슬러지의 비율에 따른 무기결합재의 역학적 특성, 한국건축사공학회 학술발표대회 논문집, 2014