

경소마그네시아 기반 폴리실리콘슬러지 치환율에 따른 경화체의 물리적 특성

Physical Properties of Matrix According to Replacement Ratio using Polysilicon Sludge Based on Light Burned Magnesia

김 용 구*
Kim, Yong-Gu

김 대 연*
Kim, Dae-Yeon

신 진 현**
Shin, Jin-Hyun

이 상 수***
Lee, Sang-Soo

송 하 영****
Song, Ha-Young

Abstract

Recently, environmental pollution related to global warming is on the rise. Meanwhile, renewable energy is a representative example of many efforts to develop eco-friendly energy to solve the depletion of natural resources and the depletion of petroleum resources in conjunction with global warming. Among them, photovoltaic power generation is increasing the subsidies for the government to increase the production of photovoltaic electricity of the general public, showing a high growth rate. However, polysilicon, which is a raw material of the photovoltaic panel, generates waste called polysilicon sludge in the manufacturing process. In order to produce 1 ton of polysilicon, about 2 tons of waste polysilicon sludge is generated. In 2012, polysilicon sludge was generated at 78,000 tons, with an average of about 220 tons per day. The sludge generated due to insufficient treatment of polysilicon sludge is currently solidified and is processed by landfilling. Therefore, in this study, polysilicon sludge is used as the concept of admixture, and the physical properties of the matrix according to the polysilicon sludge replacement ratio based on light burned magnesia is determined.

키 워 드 : 경소마그네시아, 태양광발전, 신재생에너지, 산업부산물, 폴리실리콘

Keywords : light burned magnesia, photovoltaic system, new renewable energy, industrial by-product, polysilicon

1. 서 론

최근 전 세계적으로 지구온난화와 관련된 환경오염문제가 대두되고 있다. 지구온난화 규제 및 방지를 위한 구체적 이행방안으로 교토의정서부터 현재의 파리기후협약까지 세계 각국은 에너지 사용에 따른 환경 오염 규제를 강화시키고 있다. 한편 지구온난화와 맞물려 천연자원의 고갈과 석유자원의 고갈을 해결하기 위해 친환경 에너지를 개발에 대한 많은 노력들이 이루어지고 있으며, 대표적인 사례로는 신재생에너지가 있다. 신재생에너지는 기존의 화석연료를 재활용하거나 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 풍력발전, 조력발전, 수력발전, 지열발전, 태양열발전, 태양광발전 등이 있다. 특히 태양광발전은 정부에서도 일반인들의 태양광 전기 생산량을 증가시키기 위해 지원금을 늘리고 있으며, 태양광 발전기는 연평균 42%의 성장률을 보이고, 태양광발전패널의 원료인 폴리실리콘 제조 공장 또한 급속히 증가하고 있다. 그러나, 태양광발전패널의 원료인 폴리실리콘은 제조과정에서 폴리실리콘 슬러지라는 폐기물이 발생하게 된다. 폴리실리콘 1톤을 생산하기 위해서는 약 2톤의 폐기물인 폴리실리콘 슬러지가 발생되고 있기 때문에 이는 친환경적인 에너지를 생산하기 위해 또 다른 환경오염을 발생시키고 있다는 것을 의미할 수 있다. 2012년도 폴리실리콘 슬러지의 발생량은 7만8천톤에 육박하며, 일평균 약 220톤 정도 발생되고 있다. 또한 폴리실리콘 슬러지의 처리방법이 미비하여 발생된 슬러지는 전량 고형화 하여 매립등의 방법으로 처리되고 있기 때문에 폐기물의 재활용을 위한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 태양광발전패널의 원료인 폴리실리콘의 제조과정에서 발생하는 폐기물인 폴리실리콘 슬러지를 혼화재 개념으로 활용하여 건설재료로서의 가능성을 확인하고, 경소마그네시아 기반으로 폴리실리콘 슬러지 치환율에 따른 경화체의 물리적 특성을 검토하고자 한다.¹⁾²⁾

2. 실험계획 및 방법

본 연구에서 사용된 폴리실리콘 슬러지는 국내 O사에서 생산된 것을 사용하였으며, 밀도 1.75g/cm³, 분말도 6,490cm²/g인 것을 사용하였

* 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 석사과정

** 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 박사과정

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

**** 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 교수, 공학박사

다. 폴리실리콘 슬러지의 화학적 성분으로는 SiO₂, CaO, Fe₂O₃, MgO, Al₂O₃ 등이 각각 46.60, 45.16, 1.78, 0.69, 0.57 (%)로 구성되어 있다. 본 연구에서 사용된 경소마그네시아는 밀도 3.46g/cm³, 분말도 2,591cm²/g인 것을 사용하였다. 경소마그네시아의 경화를 돕기 위해 제 1인산칼륨을 사용하였으며, 응결지연을 위해 붕사를 사용하였다. 실험요인 및 수준은 표 1에 나타내었다.

표 1. 실험요인 및 수준

실험요인	실험수준	비고
결합재	MgO ¹⁾ , PS ²⁾ , MKP ³⁾ , B ⁴⁾	4
PS 치환율	0, 3, 6, 9, 12 (wt.%)	5
MKP 첨가율	34 (%)	1
B 첨가율	4 (%)	1
W/B	35 (wt.%)	1
양생조건	항온항습양생 (온도20±2℃ 습도60±5%)	1
실험항목	가사시간, 유동성, 밀도, 흡수율, 휨강도, 압축강도	

1) MgO : 경소마그네시아 2) PS : 폴리실리콘 슬러지 3) MKP : 제1 인산칼륨 4) B : 붕사

3. 실험결과 분석

그림 1과 2는 경소마그네시아 기반 폴리실리콘 슬러지 치환율에 따른 경화체의 휨강도 및 압축강도이다. 치환율 0%인 Plain의 강도는 휨강도 10.54MPa 압축강도 54.36MPa를 나타내었으며, 치환율 3%에서 휨강도 10.11MPa 압축강도 53.36MPa로 가장 높은 값을 나타내었고, 치환율 15%에서 휨강도 8.55MPa, 압축강도 40.64MPa로 가장 낮은 값을 나타내었다.

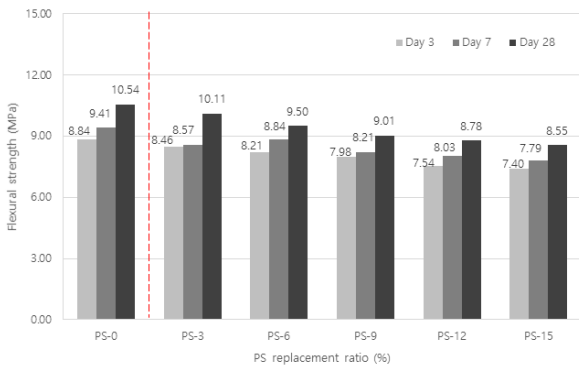


그림 1. 폴리실리콘 슬러지 치환율에 따른 휨강도

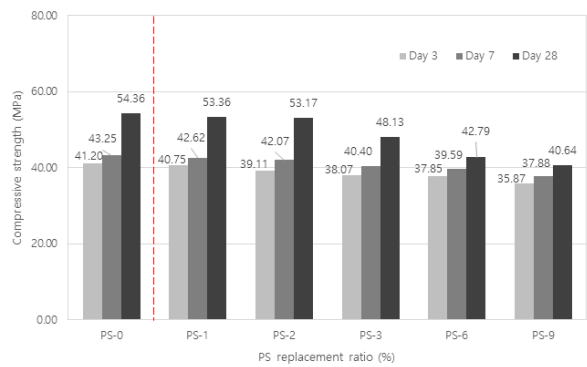


그림 2. 폴리실리콘 슬러지 치환율에 따른 압축강도

4. 결 론

본 실험은 경소마그네시아 기반 폴리실리콘 슬러지를 혼화재로 사용하여 활용성을 검토하고자 하였다.

폴리실리콘 슬러지의 치환율이 증가할수록 유동성, 밀도, 휨강도 및 압축강도는 감소하는 경향을 나타내었으며, 가사시간 및 흡수율은 증가하는 경향을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. 강전욱, 김대연, 신진현, 이상수, 송하영. 활성황토 시멘트 기반 폴리실리콘 슬러지를 사용한 모르타르의 특성, 건설순환자원학회논문집, 제2권 제4호, pp.275~282, 2018.12
2. 임정근, 류영석, 이상수. 폴리실리콘 슬러지를 활용한 무시멘트 경화체의 강도특성. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제34권 제2호, pp.655~656, 2014.10