

# 고로슬래그와 폴리실리콘 슬러지를 활용한 경량복합패널 심재의 제지애시 첨가율에 따른 밀도 및 강도특성

## Density and Strength Properties according to the Paper Ash addition ratio of the Lightweight Composite Panel Core Using the Blast Furnace Slag and Polysilicon Sludge

임 정 근\*      이 지 환\*\*      박 희 곤\*\*\*      이 상 수\*\*\*\*  
Lim, Jeong-Geun    Lee, Ji-Hwan    Park, Hee-Gon    Lee, Sang-Soo

### Abstract

Recently, solar energy generation is one of the fastest growing industries for eco-friendly energy. Every year, solar energy generation industry grows to 42% on average. However, polysilicon sludge is generated from processing of polysilicon but, there is nothing to handle that. Therefore, we need research to recycle polysilicon sludge. Also, improved fire resistance efficiency of wall is required according to reinforced fire safety standards due to many cases of big fires in our country. This study focuses on density and strength properties according to the addition ratio of paper Ash for the lightweight composite panel core with polysilicon sludge. As a result of the test, adding paper ash 9% has the best density and strength properties.

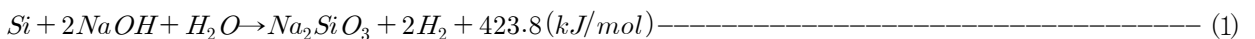
키 워 드 : 태양광 발전, 폴리실리콘 슬러지, 고로슬래그, 제지애시, 경량복합패널  
Keywords : solar power generation, polysilicon sludge, blast furnace slag, paper ash, lightweight composite panel

### 1. 서 론

최근 친환경 에너지를 생산하기 위한 산업 중 태양광 발전은 연 평균 42%의 고속 성장률을 보이며 현재 가장 빠르게 성장하고 있는 산업 중 하나이다. 그러나, 태양광 발전 시 사용하는 집광판의 주 원료인 폴리실리콘은 1톤을 생산하기 위해 2톤의 잉여 부산물이 발생하게 된다. 이렇게 발생된 슬러지는 처리방안 및 활용방안에 대한 연구는 전무한 실정으로 폴리실리콘 슬러지를 건설재료로서 활용할 수 있는 연구가 필요한 실정이다.<sup>1)</sup> 또한, 최근 국내 각종 대형 화재사례로 인해 화재안전기준 강화에 따라 벽체의 내화성능 향상이 요구되고 있는 추세이다. 따라서, 본 연구에서는 고로슬래그와 폴리실리콘 슬러지 등을 활용하여 무기결합재로 제조하여 경량벽체패널의 심재로 활용하기 위한 연구를 진행하고 자 하며, 폴리실리콘 슬러지의 재활용 방안을 모색하기 위한 기초 연구 자료로 제시하고자 한다. 경량벽체패널의 심재로서의 목표 성능치는 압축강도 6MPa이상, 밀도 0.8g/cm<sup>3</sup>이하를 목표값으로 설정하였다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구에 사용된 재료로는 결합재로 고로슬래그와 폴리실리콘 슬러지, 제지애시 등을 사용하였고, 폴리실리콘 슬러지는 국내 O사에서 생산된 밀도 1.75g/cm<sup>3</sup>, 분말도 7,120cm<sup>2</sup>/g인 것을 사용하였다. 폴리실리콘 슬러지는 다량의 수분을 함유하고 있기 때문에 건조 후 별도의 분말화 과정을 거쳐 사용하였다. 제지애시는 제지공정 중 정선처리 과정에서 발생하는 제지 슬러지를 소각처리하여 발생된 것으로 NaOH와 반응하면 경화체 내에 아래 식 (1)과 같이 연속된 수소(H<sub>2</sub>)기체를 발생시키므로 경화체 내에 수많은 공극을 형성하여 본 연구의 밀도를 저감시키고자 사용하였고, 제지애시는 밀도 2.70g/cm<sup>3</sup>, 분말도 3,600cm<sup>2</sup>/g인 것을 사용하였다. 본 실험의 수준 및 요인은 표 1과 같다.



\* 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 석사과정  
\*\* 두산건설 기술연구소, 대리  
\*\*\* 두산건설 기술연구소, 차장  
\*\*\*\* 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(sslee111@hanbat.ac.kr)

표 1. 실험요인 및 수준

실험요인	실험수준	
W/B	40%	1
결합재 종류	고로슬래그, 폴리실리콘 슬러지, 제지애시	3
제지애시 첨가율	0, 1, 3, 5, 7, 9 (wt.%)	5
폴리실리콘 슬러지 치환율	8 (wt.%)	1
NaOH 첨가율	7 (wt.%)	1
양생조건	온도 20±2℃, 상대습도 80±5%	3
시험항목	압축강도, 밀도, 흡수율	3

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 제지애시의 첨가율에 따른 압축강도 시험결과를 나타낸 것으로, 제지애시의 첨가율이 증가함에 따라 압축강도가 저하되는 경향을 나타내었으며 모든 시험체가 목표 강도값인 6MPa 이상의 강도를 발휘하였다. 이는 제지애시의 첨가로 인하여 시험체 내에 수소기체(H<sub>2</sub>)의 발생으로 연속된 기포가 발생되어 공극을 형성하였기 때문에 압축강도가 감소한 것으로 판단되며, 제지애시를 1% 첨가한 PA 1 시험체의 경우 Plain에 비교하여 재령 28일의 압축강도가 약 24MPa 가량 큰 폭으로 강도가 감소하는 경향을 나타내었으나, 1% 이상을 첨가한 경우 강도 저하가 크지 않은 것으로 나타났다. 그림 2는 밀도 및 흡수율 시험결과를 나타낸 것으로, 제지애시의 첨가율이 증가함에 따라 밀도는 저하되는 경향을 나타내었으며, 흡수율은 증가하는 경향을 나타내었다. 모든 시험체에서 목표 밀도값인 0.8g/cm<sup>3</sup> 이상의 밀도를 나타내어 목표 성능치를 만족하지는 못하였지만 제지애시를 9% 첨가한 PA 9 시험체의 경우 Plain에 비교하여 약 0.56g/cm<sup>3</sup>의 밀도가 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 압축강도의 결과와 마찬가지로 시험체내에 발생된 수소기체(H<sub>2</sub>)로 인한 공극으로 밀도가 감소한 것이라 판단된다.

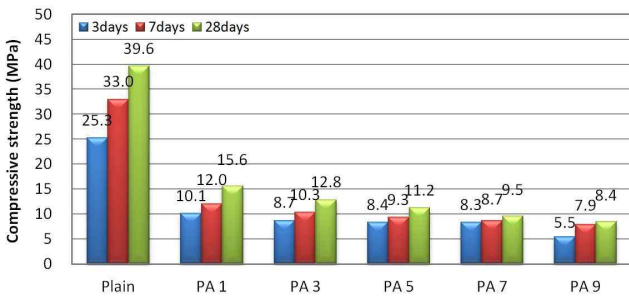


그림 1. 압축강도

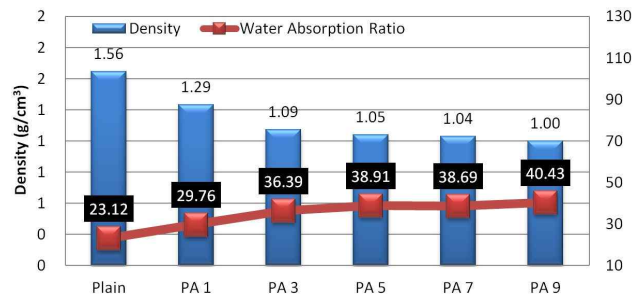


그림 2. 밀도 및 흡수율

### 4. 결 론

고로슬래그와 폴리실리콘 슬러지를 활용한 경량복합재널 심재의 제지애시 첨가율에 따른 밀도 및 강도특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 제지애시의 첨가율이 증가함에 따라 압축강도는 감소하는 경향을 나타내었으며, 밀도 또한 감소하는 경향을 나타내었고, 흡수율은 증가하는 경향을 나타내었다. 압축강도는 목표 성능치인 6MPa 이상의 강도를 발휘하였으나, 밀도는 목표 성능치인 0.8g/cm<sup>3</sup> 이하의 밀도값을 나타내지 못하였지만 제지애시의 첨가로 밀도를 큰 폭으로 저감시키는 효과를 나타냈기 때문에 향후 추가적인 검토를 진행한다면 목표 성능치를 만족할 수 있을 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 중소기업청의 기술혁신개발사업의 일환으로 수행하였음. [S2083341, 폴리실리콘 생산 시 발생하는 부산물을 활용한 저탄소 콘크리트 결합재 및 콘크리트 2차 제품 제조기술개발]

### 참 고 문 헌

- 문지환, 시멘트 혼화재의 대체제로서 폴리실리콘 슬러지의 활용평가, 석사학위 논문, 2013