

폴리실리콘 슬러지와 플라이애쉬 치환율별 역학성능 평가

The Dynamics Performance Evaluation for Type of Replacement Ratio of the Polysilicon Sludge and Fly ash

문지환* 박종필* 김규용** 이상수*** 송하영****

Moon, Ji-Hwan Park, Jong-Pil Kim, Gyu-Yong Lee, Sang-Soo Song, Ha-Young

Abstract

This application plan is hasty prepared with the actual condition in which the majority is reclaimed by the waste with the marine and the polysilicon sludge, that is the main raw material of the solar pannel support, does. In this research, by using OPC and Fly ash, the applicability as the blending material of the polysilicon sludge was analyze and it tried to contribute to the waste reduction afterward. The replacement ratio of the sludge was set to 5, 10, 15, 20(%) with the experiment based on the based test result and the air flow rate, liquidity, flexural strength, and compressive strength was measured. The liquidity was reduced in spite of as the replacement ratio of the sludge increased and the air flow rate increased.

키워드 : 폴리실리콘 슬러지, 산업부산물, 태양광 집열판
Keywords : polysilicon sludge, Industrial by-product, solar pannel support

1. 서론

최근 도시가 발전하고 산업이 발전함에 따라 인구의 대부분이 도시로 밀집되는 현상이 나타나고 있으며, 도시의 대부분은 콘크리트로 이루어져 있다. 하지만 콘크리트의 경우 시멘트 제조 과정 시 발생하는 CO₂가스가 전체 CO₂ 배출량에 5%가량을 차지하고 있으며, 건설 산업에서도 시멘트의 사용량을 줄이기 위한 노력으로 신소재 개발과 건설 폐기물의 재활용을 목표로 다방면의 연구가 이루어지고 있다. 또한, 태양광집열판의 주원료인 폴리실리콘은 제조 산업이 급격히 발전하면서 자연적으로 그에 따른 산업부산물의 양 또한 늘어나고 있어 재활용 기술이 연구되지 못한 폴리실리콘 슬러지의 대부분은 매립처리되어 자원효율성 감소 및 친환경적인 전기생산을 위해 또다른 환경오염을 발생시키고 있다.¹⁾

본 연구에서는 OPC사용량을 줄이고 산업부산물의 재활용 기술을 모색하기 위해 OPC와 플라이애쉬(이하 FA로 함), 폴리실리콘 슬러지(이하 PS로 함)의 배합으로 향후 PS의 활용방안을 통해 폐기물 저감에 기여하고자 하였다.

2. 기초실험

* 한밭대학교 건설환경조경대학 건축공학과 석사과정
** 충남대학교 공과대학 건축공학과 부교수, 공박
*** 한밭대학교 건설환경조경대학 건축공학과 부교수, 공학박사
교신저자(sslee111@hanbat.ac.kr)
**** 한밭대학교 건설환경조경대학 건축공학과 교수, 공박

그림 1.은 OPC에 PS치환율에 따른 모르타르 압축강도를 나타낸 기초실험 결과로서 PS치환율이 증가할수록 높은강도를 나타내었으며, PS 15 %일 때 초기강도부터 28일 강도가 가장 높게 나타났다. 이로서 OPC대비 적정 치환율은 15 %인 것으로 판단되었다.

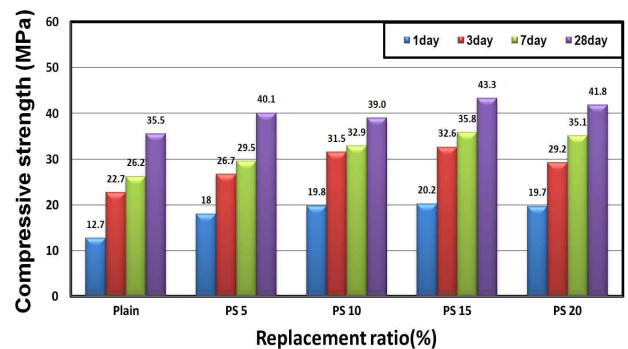


그림 1. PS치환율에 따른 재령별 압축강도

3. 실험계획

3.1 사용재료

본 연구에서 사용한 재료인 OPC, FA, PS등의 화학적 성질은 표 1과 같으며, 시멘트는 국내 H사의 보통 포틀랜드 시멘트(1종)로 밀도 3.15 g/cm³, 분말도는 3,383 cm²/g이다. 플라이애쉬는 밀도 2.20 g/cm³, 분말도는 3,200 cm²/g이다.

표 1. 사용재료의 화학적 성질

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Cl
OPC	24.2	3.1	64.8	-	-
FA	55.5	22	10.02	1.89	-
PS	59.05	0.0514	26.82	2.81	9.93

3.2. 실험계획 및 방법

본 연구의 PS의 치환율에 따른 배합은 표 2와 같으며, 배합은 18 l 강제식 모르타르 혼합기에서 20 rpm의 속도로 60초간 건비빔후 배합수를 첨가하여 30, 40 rpm의 속도로 120초 씩 총 240초간 비빔 후 토출 하였다. 시험항목으로는 굳지 않은 모르타르의 플로우를 KS L 5111에 의거하여 측정하였고, KS L 3136에 의해 공기량을 측정하였다. 또한, 압축강도는 상온 20 °C에서 수중양생 후 KS L ISO 679의 방법으로 강도 측정을 실시하였다.

표 2. 모르타르 배합사항

W/B (%)	PS 치환율(%)	질량배합(kg/m ³)				
		W	C	FA	PS	S
40	Plain	155	271	116	-	1692
	5			97	19	
	10			77	39	
	15			58	58	
	20			39	77	

4. 실험결과 및 분석

4.1 테이블 플로우 및 공기량

그림 2는 PS치환율 증가에 따른 유동성 및 공기량 특성을 나타낸 그림으로서 PS의 치환율이 증가함에 따라 유동성은 다소 감소하며, 공기량은 증가하는 것으로 나타났다.

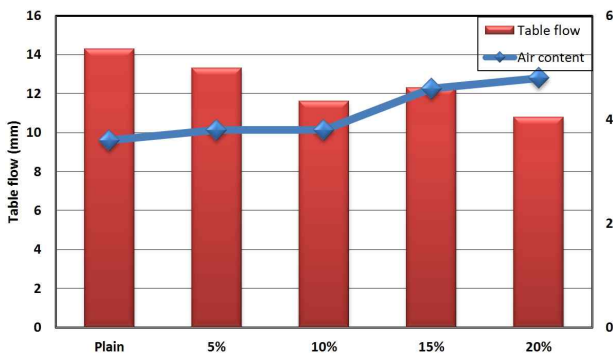


그림 2 PS 치환율에 따른 유동특성 및 공기량

이는 고순도의 다결정 분자를 지닌 PS가 높은 수분 흡수율로 인해 유동성이 감소한 결과로 보여진다.

4.2 휨강도 및 압축강도 특성

휨강도 및 압축강도 특성에서 PS치환율이 15 %일 경우 강도

발현이 가장 우수하게 나타났다. 이는 플라이애쉬의 입자표면의 Ca(OH)₂와 유리질상이 PS의 SiO₂ 와 만나 포졸란 반응을 일으켜 반응한 것으로 판단된다.

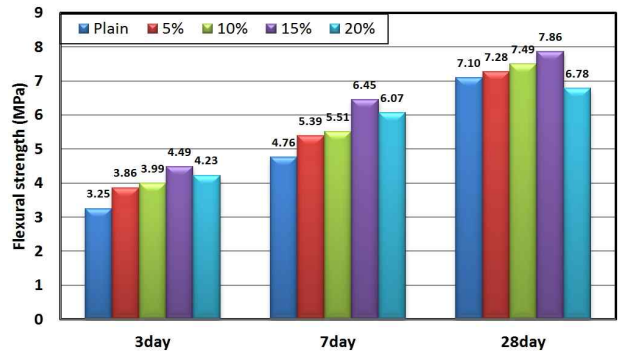


그림 3 PS 치환율에 따른 휨강도 특성

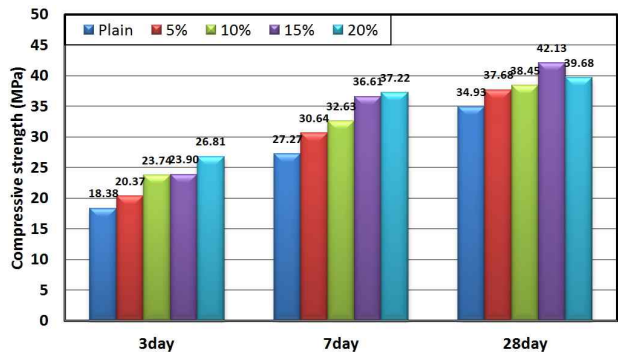


그림 4 PS 치환율에 따른 압축강도 특성

5. 결 론

본 연구에는 폐기물인 PS의 콘크리트 혼화재로서의 활용성을 검토하기 위한 실험으로 OPC와 FA에 PS의 치환율별 유동 및 강도특성에 관한 실험결과는 다음과 같다.

- 1) 유동특성은 PS의 치환율이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 공기량의 경우 PS의 치환율이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났다.
- 2) 휨강도 및 압축강도 시험결과, PS치환율 15 %일 때 가장 높은 강도발현을 나타내었으며, 이로서 OPC와 FA의 PS의 적정 치환율은 기초실험과 동일한 15 %인 것으로 판단되어 진다.

참 고 문 헌

1. 김용하, 류재홍, 박성순, 이은송, 폴리실리콘 제조공정 발생 슬러지의 건설소재 원료화, 한국 폐기물 자원순환학회, 추계학술연구회 발표논문집, 2011