시멘트 혼화재로써 폴리실리콘 슬러지를 활용한 모르타르의 역학적특성

Dynamic Properties of the Mortar Utilizing the Polysilicon Sludge as the Cement Admixture Material

임 정 근* 이 상 수** 송 하 영***
Lim, Jeong-Geun Lee, Sang-Soo Song, Ha-Young

Abstract

The environmental pollution problem the globally related to global warming arises. In the construction industry the cement mostly use material, generates the great quantity of CO_2 among the fired process and the global warming is more aggravated. In addition, the polysilicon that is the main raw material used in the solar power generation, produces 1 ton and the industrial by-product of 2 tons is generated. In this way, the arising sludge there is not method recycling and it is all discarded. Therefore, in this research, try to present as the fundamental research material for using the polysilicon sludge as the admixture of the cement in order to reduce the amount of the cement. The based on 'KS L ISO 679' was progressed mortar test. the liquidity, air flow rate, setting time, water absorption ratio, flexural and compression strength was measured. According to, appropriate replacement ratio of the polysilicon sludge tries to analyze.

키 워 드 : 태양광 발전, 폴리실리콘 슬러지, 혼화재
Keywords : solar power generation, polysilicon sludge, admixture

1. 서 론

최근 도시가 발전하고 산업이 발전함에 따라 인구의 대부분이 도시로 밀집되는 현상이 나타나고 있으며, 도시의 대부분은 콘크리트 구조물로 이루어져있다. 하지만 콘크리트의 경우 주 사용재료인 시멘트는 소성과정 중 다량의 CO_2를 발생시켜 지구온난화를 더욱 악화시키고 있다. 또한, 최근 태양광 발전에 대한 수요는 계속 증가하고 있으며, 연 평균 30%이상의 고속 성장을 기록하며 현재 가장 빠르게 성장하고 있다. 그러나, 태양광 발전 시 사용하는 집광판의 주 원료인 폴리실리콘은 1톤을 생산하기 위해 2톤의 잉여 부산물이 발생하게 된다. 이렇게 발생된 슬러지는 재활용 방안이 없어 전량 폐기물로 처리되는 실정으로 이는 친환경적인 에너지를 생산하기 위하여 또 다른 환경오염을 일으키고 있다는 것을 의미하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 시멘트의 사용량을 줄이고 산업부산물인 폴리실리콘 슬러지의 재활용 방안을 모색하기 위한 기초적 연구 자료로 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구에 사용된 재료로는 시멘트, 잔골재, 폴리실리콘 슬러지이고, 폴리실리콘 슬러지는 국내 O사에서 생산된 밀도 1.75g/cm^3, 분말도 7,122cm^2/g인 것을 사용하였다. 폴리실리콘 슬러지는 다량의 수분을 함유하고 있기 때문에 건조 후 별도의 분말화 과정을 거쳐 사용하였다. 폴리실리콘 슬러지의 치환율은 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 (%) 등으로 총 7수준으로 실험을 진행 하였고, 양생조건은 수중양생(20±2℃)을 실시하였으며, 시험 항목으로는 유동성, 공기량, 응결시간, 흡수율, 휨강도, 압축강도, SEM 등을 측정하였다. 모르타르의 기초적인 역학적 특성을 분석하기 위해 'KS L ISO 679'에 의거하여 실험을 진행하였으며, 실험 배합은 표 1과 같다.

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

표 1. 실험 배합

	W/B (%)	단위 중량 (g)			
		W	S[a)]	C	PS[b)]
OPC	50	1,750	10,500	3,500	0
PS-5%				3,325	175
PS-10%				3,150	350
PS-15%				2,975	525
PS-20%				2,800	700
PS-25%				2,625	875
PS-30%				2,450	1,050

주 a) S (Fine Aggregate) : 잔골재
b) PS (Polysilicon Sludge) : 폴리실리콘 슬러지

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 응결시간 시험결과를 나타낸 것으로, 폴리실리콘 슬러지의 치환율이 증가함에 따라 응결 시간이 빠르게 나타났으며, OPC의 경우 초결이 7시간, 종결이 9시간 30분으로 가장 늦은 응결 시간을 나타내었고, PS-30% 시험체의 경우 초결이 2시간, 종결이 5시간으로 가장 빠른 응결 시간을 나타내었다. 그림 2는 압축강도 시험결과를 나타낸 것으로, 폴리실리콘 슬러지의 치환율이 증가함에 따라 치환율 10% 까지는 강도가 증진되는 경향을 나타내며, PS-10% 시험체의 경우 재령 28일 28.1MPa로 가장 높은 강도를 발현 하였으나, 10%를 초과하여 치환하였을 경우에는 강도가 감소되는 경향을 나타내었다. 이는, 폴리실리콘 슬러지의 높은 분말도로 시멘트와 반응할 수 있는 표면적이 넓어 강도가 증진되다가 적정량 이상 치환하여 사용하였을 경우에는 폴리실리콘 슬러지의 팽창성으로 인해 팽창균열이 발생하여 강도가 저하된 것이라 판단된다. 또한, 폴리실리콘 슬러지의 치환율이 증가됨에 따라 유동성은 감소되고 공기량과 흡수율은 증가되는 경향을 나타내었다.

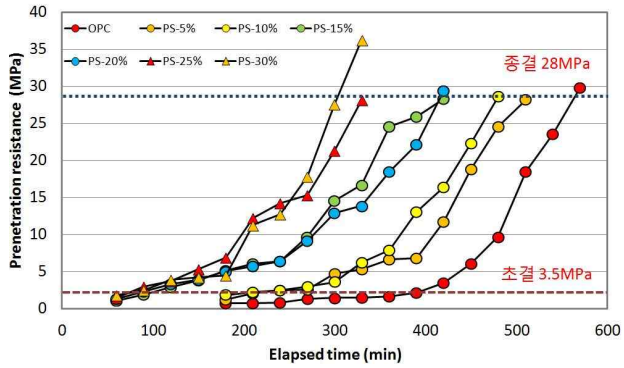

그림 1. 응결시간

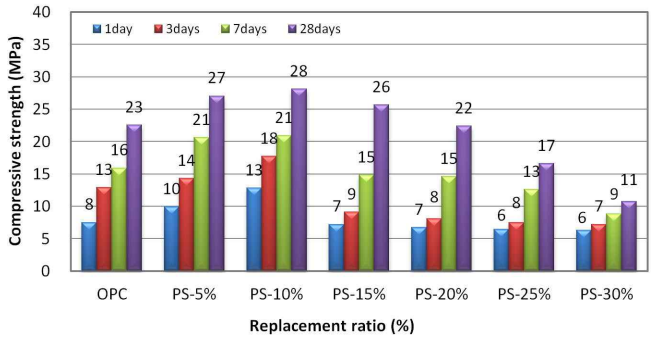

그림 2. 압축강도

4. 결 론

시멘트 혼화재로써 폴리실리콘 슬러지를 활용한 모르타르의 역학적 특성을 분석한 결과, 폴리실리콘 슬러지의 치환율이 증가됨에 따라 유동성은 감소하는 반면, 공기량과 흡수율은 증가하였고, 응결시간은 빨라지는 경향을 나타내었다. 휨강도와 압축강도는 비슷한 경향을 나타내었으나, 폴리실리콘 슬러지의 치환율이 10%를 초과하였을 경우에는 강도가 저하되는 경향을 나타내었다. 따라서, 폴리실리콘 슬러지의 적정 치환율은 10% 이하인 것으로 판단되며, 본 연구를 바탕으로 향후 폴리실리콘 슬러지의 저탄소 콘크리트 2차 제품 제조기술개발의 기초 연구자료로써 활용하고자 한다.

Acknowledgement

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

참 고 문 헌

1. 문지환, 시멘트 혼화재의 대체재로서 폴리실리콘 슬러지의 활용평가, 석사학위 논문, 2013