

폴리실리콘 슬러지를 혼입한 콘크리트의 조기강도 발현 특성에 관한 연구

A study on the early strength development characteristics of the
polysilicon sludge mixed concrete

이 지 환* 박 희 곤** 박 기 홍*** 이 상 수****
Lee, Ji-Hwan Park, Hee-Gon Park, Gi-Hong Lee, Sang-Soo

Abstract

In this study, the research to be utilized as a binder to increase the early strength of concrete polysilicon sludge is a byproduct industries. In this paper, there is a purpose to confirm the initial strength performance of polysilicon sludge.

키 워 드 : 폴리실리콘 슬러지, 조기강도
Keywords : polysilicon sludge, early strength

1. 서 론

본 연구는 태양전지의 원료인 폴리실리콘을 생산하는데 있어 발생하는 슬러지를 콘크리트 결합재로서 활용하여 콘크리트의 조기강도를 개선하기 위한 연구로서, 본 논문에서는 Mock-up test를 통해 조기강도 발현 성능을 확인하는데 목적이 있다.

2. 실험계획

폴리실리콘 슬러지 활용기술 개발을 위한 Mock-up Test 계획은 표 1과 같다. 즉, 결합재 종류는 고로슬래그 미분말, 플라이애시, 폴리실리콘 슬러지 3수준으로 설정하였으며, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시 치환율은 0, 15, 20%, 폴리실리콘 슬러지 치환율은 0, 5%로 설정하여 실험을 실시하였다. 또한 시험항목의 경우 굳지 않은 콘크리트에서의 슬럼프 및 공기량 측정을 실시하였으며, 경화콘크리트에서의 재령별 압축강도 및 코어강도를 측정하였다.

표 1. 실험계획

구분	내용
배합구분	• OPC 100%
	• OPC 80% + SP 20%
	• OPC 80% + SP 15% + PS 5%
	• OPC 80% + FA 20%
	• OPC 80% + FA 15% + PS 5%
시험항목	• 슬럼프 및 공기량
	• 압축강도(재령 1, 3, 7, 28 일)
	• 코어강도(재령 3, 7, 28 일)

3. 실험결과

표 2는 슬럼프 및 공기량 시험결과를 나타낸 것으로서, 폴리실리콘 슬러지를 혼입함에 따라 목표 슬럼프 값인 150±25mm을 만족하기 위한 혼화제 투입량이 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 이는 분말도가 높은 폴리실리콘 슬러지의 사용량이 증가함에 따라 수분을 흡착하는 양이 상대적으로 증가함으로 인해 점성이 커지게 되어 유동성이 저하된 것으로 판단된다. 또한, 폴리실리콘 슬러지를 혼입함에 따른 공기량의 변화는 없는 것으로 나타났다.

한편, 그림 1은 B/P에서 생산된 조건별 콘크리트의 재령별 압축강도 측정 결과를 나타낸 것으로서, Plain 배합의 경우 설계기준강도를 만족하지 못하는 것으로 나타났는데, 이는 생산과정에서 발생할 수 있는 여러 가지 문제(기수, 골재 표면수 차이) 또는 레미콘 차량의 진수 등에 의해 물-결합재비가 변화됨에 따라 설계기준강도를 만족하지 못하는 압축강도를 나타낸 것으로 사료된다. 이를 증명할 수 있는 결과가 유동성 평가를 위한 슬럼프 시험결과 인데, 화학혼화제 사용량은 다른 배합에 비해 상대적으로 작은 반면, 슬럼프 값은 가장 큰 값을 나타낸 것을 확인할 수 있다.

* 두산건설 품질/기술연구소 대리, 교신저자(jihwan.lee@doosan.com)

** 두산건설 품질/기술연구소 차장

*** 두산건설 품질/기술연구소 팀장

**** 한밭대학교 건설환경조형대학 건축공학과 교수

한편, Plain 배합을 제외한 다른 배합의 경우 폴리실리콘 슬러지를 혼입함에 따라 조기강도 및 장기강도가 소폭 개선되는 것으로 나타났다. 압축강도 개선 폭을 살펴보면, 폴리실리콘 슬러지를 혼입함에 따라 재령 1일에 약 5.1~9.6%, 재령 3일에 4.3~6.9%, 재령 7일에 1.5~5.5%, 재령 28일에 9.7~12.5% 개선되는 것으로 나타났다.

표 2. 굳지않은 콘크리트 실험결과

구분	Plain	SP20	SP15PS5	FA20	FA15PS5
슬럼프(mm)	175	160	150	140	160
공기량(%)	3.5	4.0	4.8	3.0	3.3
고성능감수제(%)	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8
AE제(%)	0.5	0.5	0.5	1.5	1.5

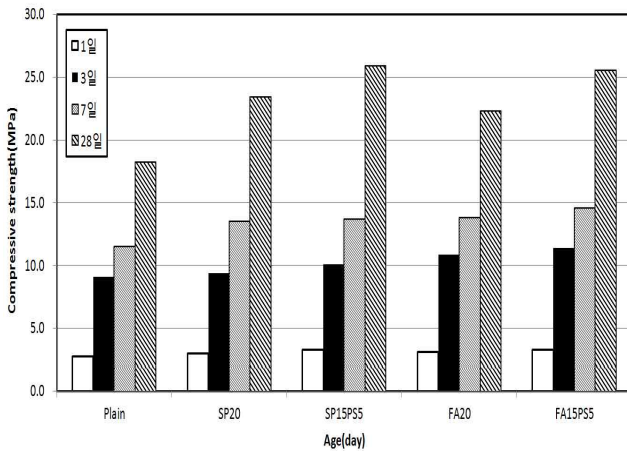


그림 1. 압축강도 측정결과

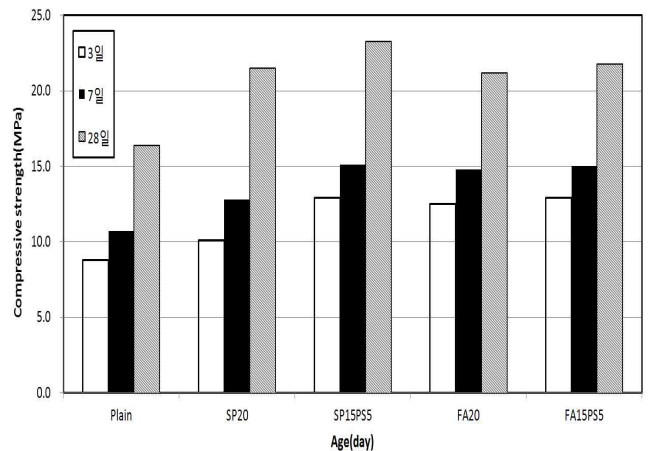


그림 2. 코어강도 측정결과

그림 2는 코어강도 측정결과를 나타낸 것으로서, 타설 후 양생 방법 및 환경조건의 영향으로 인해 공시체 강도 값과는 차이를 나타내었으나, 공시체 강도 측정 결과와 마찬가지로 폴리실리콘 슬러지를 혼입함에 따라 조기강도 및 장기강도가 개선되는 효과를 나타내었다.

코어강도 측정결과에 대한 압축강도 개선 폭을 살펴보면, 재령 3일의 경우 약 3.1~21.7%, 재령 7일의 경우 1.3~15.2%, 재령 28일의 경우 2.8~7.7% 개선되는 효과를 나타내었다.

4. 결 론

폴리실리콘 슬러지를 혼입한 콘크리트의 조기강도 발현 특성을 알아보기 위해 Mock-up test를 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 폴리실리콘 슬러지를 혼입함에 따라 유동성이 소폭 저하하는 경향을 나타내고 있으나, 화학 혼화제 사용량 증가 등의 적절한 배합설계를 통해 성능을 개선할 수 있는 것으로 나타났다.
- 2) 폴리실리콘 슬러지를 혼입함에 따라 콘크리트의 조기강도 및 장기강도가 개선되는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 대한건축학회, 건축공사표준시방서, 2013
2. 이승헌, 이세진, 우양이, 박정수, 폴리실리콘 슬러지를 원료로 사용한 포틀랜드 시멘트 클링커의 특성, 한국건설순환자원학회지, 제2권 제4호, pp.328~334, 2014.12
3. 박선규, 김윤미, 이상수, 플라이애시 및 폴리실리콘 슬러지 혼입율에 따른 제지에서 경화체의 경량특성, 한국건설순환자원학회, 제2권 제2호, pp.166~171, 2014.6