

C₃S 자극 경화촉진제를 사용한 초조강 콘크리트 개발에 관한 실험적 연구

Experimental study on the development of super high early strength concrete
using C₃S stimulating hardening accelerator

민 태 범* 조 인 성** 이 한 승***
Min, Tae-Beom Jo, In-Seong Lee, Han-Seung

Abstract

In order to develop concrete generating compressive strength of 10MPa~15MPa aging for 6hours in the room temperature curing, Hardening accelerator containing Ca²⁺ mixed with rapid hardening portland cement containing C₃S in quantity. The result was that the more addictive contents of Hardening accelerator is, the more greatly early compressive strength was improved. That's because the composition of Ca(OH)₂ was mass-produced at early-ages.

키 워 드 : 경화촉진제, 초조강 콘크리트, 미세 화학 분석
Keywords : Hardening accelerator, Super high early strength concrete, Micro chemical analysis

1. 서 론

본 연구에서는 6시간내에 상온 양생으로 10~15MPa의 압축강도를 발현하는 초조강 콘크리트를 개발하기 위한 기초적 연구로서 C₃S를 자극하는 경화촉진제를 사용한 시멘트 페이스트의 압축강도 발현 및 미세화학분석 실험을 실시하였다.

2. 실험개요

본 연구는 조강 시멘트에 혼입된 경화촉진제 촉진 성능을 고찰하고 이를 바탕으로 촉진제 성능검증을 목적으로 페이스트 시험체를 제작하여 실험을 실시하였다. 또한 경화촉진제의 조강성 성능검증을 위해 시험체의 양생재령은 4, 6, 8, 12시간으로 설정하였으며 시멘트 수화초기에 생성되는 시멘트 수화물을 측정하기 위하여 TG/DTA시험기를 이용하여 Ca(OH)₂의 양을 재령별로 측정하였으며 경화촉진제 사용량에 따라 공극량 측정실험과 미소수화열 실험을 실시하여 촉진제의 성능평가실험을 실시하였다.

표 1. 실험 배합표

실험체 명	시멘트 종류	W/C (%)	Unit weight(kg/m ³)		AD (C×%)	HA (C×%)
			W	C		
OPC series	OPC-0	20	200	1000	1.2	0
	OPC-1					1
	OPC-3					3
3J series	3J-0	20	200	1000	1.2	0
	3J-1					1
	3J-3					3

3. 실험결과

그림 1은 경화촉진제 첨가량에 따른 페이스트 Zero Flow 값을 나타낸 것이다. 실험 결과 경화촉진제의 사용량이 증가 할수록 Zero Flow 값은 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 경화촉진제의 성분 중 유동성을 증가시키는 성분이 포함되어 있는 것으로 사료되며 일반 OPC를 사용한 시험체 보다 3종시멘트를 사용한 시험체에서 유동성이 감소하는 원인은 3종시멘트의 분말도 증가로 인하여 물과의 흡착 부족으로 인해 나타나는 현상으로 판단된다. 실험결과 경화 촉진제 사용량이 증가 할수록 응결시간은 단축 되는 것을 알 수 있었으며 또한 일반 OPC 보다 3종시멘트를 사용한 시험체가 경화촉진제와 반응이 활발한 것을 알 수 있었다. 이는 경화 촉진제가 시멘트 화합물 중 C₃A와 C₄AF를 촉진시켜 응결시간을

* 한양대학교 건축공학과 박사과정/ (주)케미콘 기술연구소 연구원
** (주)케미콘 기술연구소 연구소장
*** 한양대학교 건축학부 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

단축시키는 것으로 판단된다. 또한 그림3은 재령별 축진제 함유량에 따른 압축강도를 나타낸 그림이다. 실험결과 경화축진제 사용량이 증가할수록 압축강도를 증가하는 형상을 보였으나 3J-3의 실험체만 본 연구에서 설정한 재령 6시간의 목표 강도를 만족하는 하는 것으로 나타났다. 이는 응결실험에서 경화축진제 사용에 의해 초결 이후 급격하게 수화반응이 일어나는 것과 초기의 수산화칼슘의 생성이 강도에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

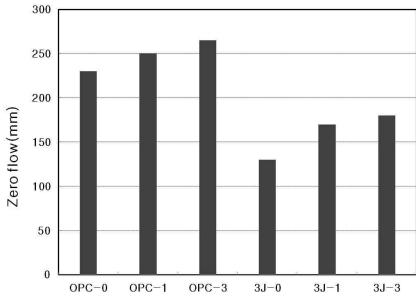


그림 1. 축진제 첨가량에 따른 유동성

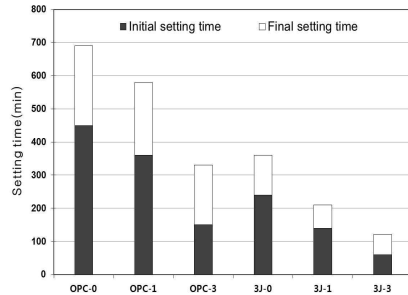


그림 2. 축진제 첨가량과 응결시간

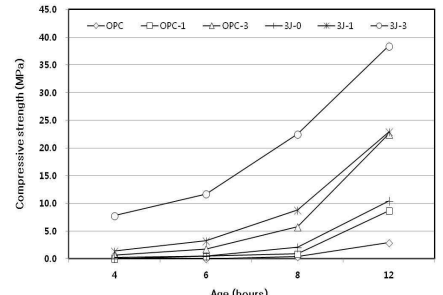


그림 3. 축진제 첨가량에 따른 압축강도 발현

그림4는 Ca(OH)₂ 생성량을 평가한 결과이다. 실험결과 경화축진제 사용량이 증가 할수록 Ca(OH)₂ 생성량이 초기 재령부터 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 경화축진제 첨가량이 증가할수록 Ca이온의 포화도가 증가하기 때문에 Ca(OH)₂ 생성량도 증가하는 것으로 판단된다. 그림 5와 그림 6은 경화축진제 사용량에 따라 수화열측정실험 결과를 나타낸 것이다. 수화속도 실험결과 OPC-Series 보다 3J-Series가 초기 수화속도가 빠르며 특히 C₃S의 함량과 관계가 있는 2차피크가 빠른 시간에 나타나며 높게 나타나는 것을 알 수가 있다. 이는 경화 축진제가 주로 C₃S를 축진시키기 때문에 OPC의 C₃S함량보다 3종시멘트의 C₃S 함량이 높음으로 인해 이와 같은 결과가 나타난 것으로 판단된다. 또한 경화축진제 사용량이 증가할 수 록 1차 피크점이 사라지기 전 이미 2차 피크점을 향해 수화속도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는 경화축진제를 첨가함에 따라 C₃S의 수화속도를 촉진 시킨 결과로 판단 할 수 있다. 따라서 수화속도 측정 실험을 통하여 본 연구의 핵심인 경화축진제의 혼입에 따라 약 1시간 이후부터 경화축진제가 C₃S의 수화를 촉진시켜 초기에 강도발현을 이끌어내는 효과를 확인했다.

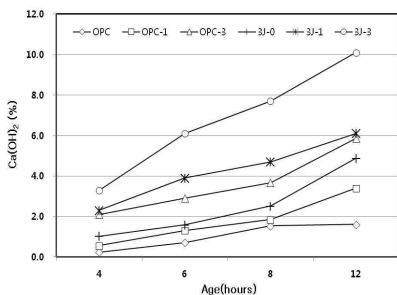


그림 4. 축진제 첨가량에 따른 Ca(OH)₂ 생성량

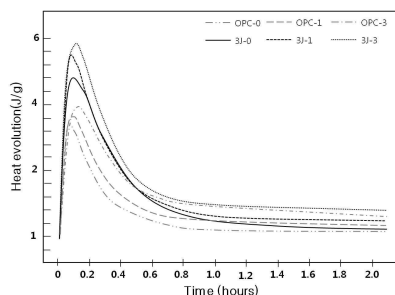


그림 5. 축진제 첨가량에 따른 미소수화열 곡선(2시간)

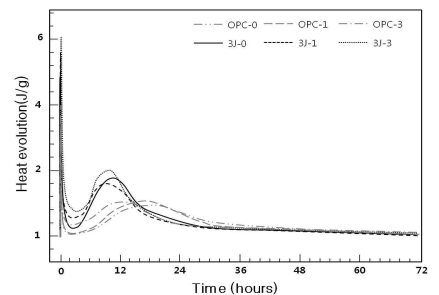


그림 6. 축진제 첨가량에 따른 미소수화열 곡선(72시간)

4. 결 론

연구결과 경화축진제의 사용량이 증가 할수록 응결시간이 빨라지며 시멘트와의 수화반응시 Ca이온의 포화도를 높여 초기에 Ca(OH)₂를 생성 하여 초기강도에 영향을 미치며 이러한 경화축진제는 4시간이후부터 강도발현의 원인이 되는 C₃S반응을 촉진시키는 것을 미소수화열 측정 실험을 통해 검증하였다. 또한 경화축진제는 일반 포틀랜드 시멘트 보다 3종시멘트에 더욱 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 사용된 경화축진제는 초기강도발현 시키는 것에 대해 효과적인 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 연구는 국토해양기술연구개발사업의 일환인 첨단도시개발사업(12첨단도시C19)연구비 지원에 의한 결과의 일부이다.

참 고 문 헌

1. 민태범, 증기양생이 필요 없는 프리캐스트 콘크리트 개발에 관한 기초적 연구, 대한건축학회논문집 구조계, 제28권 제12호, pp.61~68, 2012.2