

조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 강도발현 특성

Characteristics of concrete intensity using high early strength AE water reducing agent

김 정 태* 이 승 한** 장 석 수*** 정 용 옥**** 여 인 동*****
Kim, Jung Tai Lee, Seung Han Jang, Seck Soo Jung, Yong Wook Yeo, In Dong

ABSTRACT

Recently early strength concrete has been required for economical assurance and the prevention of frost damage in winter through air reduction in construction of concrete structures.

This study presented the optimum condition revealing compressive strength 5MPa which has the possibility of removal of form in 24 hours, and researched the changes of unit weight of cement types of high early strength AE water reducing agents, characteristic of compressive strength expression as cure temperature conditions and slump or airspace.

Test results showed at 15°C with compressive strength of 5MPa that premature removal of form was possible in case of using highly early strength PC water reducing agent with unit weight of cement 360 ; 22hours faster than 10, unit weight 360 ; 20hours faster than 7, unit weight 390 ; 18 hours faster than 4 comparing with OP water reducing agent. And at 5°C in case of using highly early strength PC water reducing agent with unit weight of cement 330 ; 32hours faster than 10, unit weight 360 ; 30hours faster than 7, unit weight 390 ; 27hours faster than 4 comparing with OP water reducing agent. Therefore as the temperature rises 10°C, compressive strength of 5MPa reaching hour shortens 10 hours.

요 약

최근 콘크리트 구조물 공사에서는 공기단축을 통한 경제성 확보와 동절기 초기동해방지를 위하여 콘크리트의 조기강도 발현을 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 조강형 AE감수제의 종류별 단위시멘트량과 양생온도 조건에 따른 압축강도발현 특성, 공기량 및 슬럼프 등의 경시변화를 검토하여 재령 24시간에 거푸집 조기 제거가 가능한 압축강도 5MPa를 발현시킬 수 있는 최적 조건을 제시하고자 하였다.

실험결과, 온도 15°C에서 거푸집조기 제거가 가능한 압축강도 5MPa 발현 시간은 조강형 나프탈렌계 감수제를 사용한 경우 단위시멘트량 330kg/m³에서 표준형 감수제에 비하여 10시간 빠른 22시간, 360kg/m³에서는 7시간 빠른 20시간, 390kg/m³에서는 4시간 빠른 18시간으로 나타났다. 또한 온도 5°C에서는 조강형 나프탈렌계 감수제를 사용한 경우 단위시멘트량 330kg/m³에서 표준형 감수제에 비하여 10시간 빠른 32시간, 360kg/m³에서는 7시간 빠른 30시간, 390kg/m³에서는 4시간 빠른 27시간으로 나타났다. 따라서 양생온도가 10°C 높아짐에 따라 압축강도 5MPa 도달시간은 10시간이 단축되었다.

* 정회원, 영해레미콘 이사
** 정회원, 계명대학교 토목공학과 교수
*** 정회원, 계명대학교 토목공학과 박사과정
**** 정회원, 첨단건설재료 실험센터 연구원
***** 정회원, 계명대학교 토목공학과 석사과정

1. 서 론

최근 콘크리트 구조물 공사에서는 공기단축을 통한 경제성 확보와 동절기 초기동해방지를 위하여 콘크리트의 조기강도 발현을 요구하고 있다.

콘크리트의 조기강도 확보 방법은 단위시멘트량의 증가, 조강 및 초조강시멘트 사용, 가열양생, 축진형 및 조강형 AE감수제를 사용하는 방법 등 크게 5가지로 분류할 수 있다. 이러한 조기강도 발현 방법으로 최근에는 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 연구가 활발히 이루어지고 있으나 온도조건과 단위시멘트량 등의 영향을 크게 받으며, 공기량 및 슬럼프 로스로 인한 시공성 저하의 문제점을 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 조강형 AE감수제의 종류별 단위시멘트량과 양생온도 조건에 따른 압축강도발현 특성, 공기량 및 슬럼프 등의 경시변화를 검토하여 재령 24시간에 거푸집 조기 제거가 가능한 압축강도 5MPa를 발현시킬 수 있는 최적 조건을 제시하고자 하였다.

이를 위하여 실험에서는 단위시멘트량을 330kg/m^3 , 360kg/m^3 , 390kg/m^3 으로 변화시켰으며, 혼화제의 종류로 표준형감수제(OP계)와, 조강형 AE감수제로 나프탈렌계(NP계)와 폴리카본산계(PC계)를 사용하였다. 또한 온도조건은 한중공사를 대상으로 5°C 와 춘추기 온도를 대상으로 15°C 를 설정하였다.

2. 실험개요

2.1 사용재료

실험에 사용한 시멘트는 H사의 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 경북 성주산을 사용하였다. 혼화제는 조강형 나프탈렌계 AE감수제와 폴리카본산계 AE감수제를 사용하였으며, 조강형 AE감수제와의 비교검토를 위하여 표준형 AE감수제를 사용하였다.

2.2 실험계획

본 연구는 혼화제 종류와 온도조건 및 단위시멘트량에 따른 콘크리트의 조기강도 발현 특성을 검토한 것으로 실험계획을 표 1에 나타내었다.

표 1. 실험계획

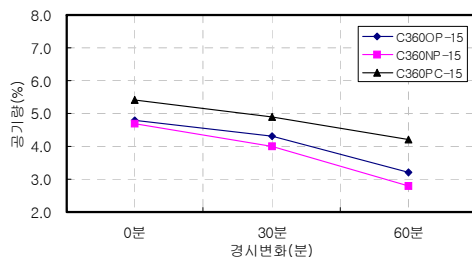
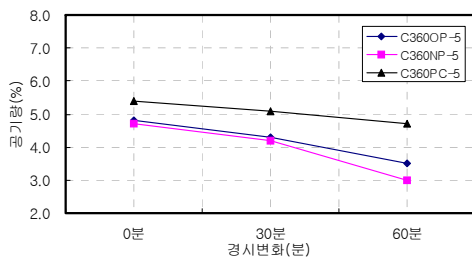
시리즈	굳지 않은 콘크리트			경화 콘크리트
	공기량 경시변화	슬럼프 경시변화	응결특성	압축강도
C330OP-5,15	0분 30분 60분	0분 30분 60분	초결 종결	16H
C330NP-5,15				20H
C360OP-5,15				24H
C360NP-5,15				30H
C360PC-5,15				36H
C390OP-5,15				42H
C390NP-5,15				48H
				3D

3. 결과 및 고찰

3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

3.1.1 공기량

단위시멘트량 360kg/m^3 에서 목표 공기량을 $4.5\pm 1.5\%$ 로 설정한 후 AE감수제의 종류에 따른 5°C 와 15°C 에서의 공기량 경시변화를 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서 조강형 폴리카본산계 감수제 1.2%, 표준형 감수제 1.6%, 조강형 나프탈렌계 감수제 1.9% 순으로 감소되었다.



(a) 5°C (b) 15°C
그림 1. 혼화제 종류에 따른 5°C 와 15°C 에서의 공기량 경시변화

3.1.2 슬럼프

그림 2에 온도조건 5°C와 15°C에서 고성능 AE감수제의 종류에 따른 슬럼프 경시변화를 나타내었다.

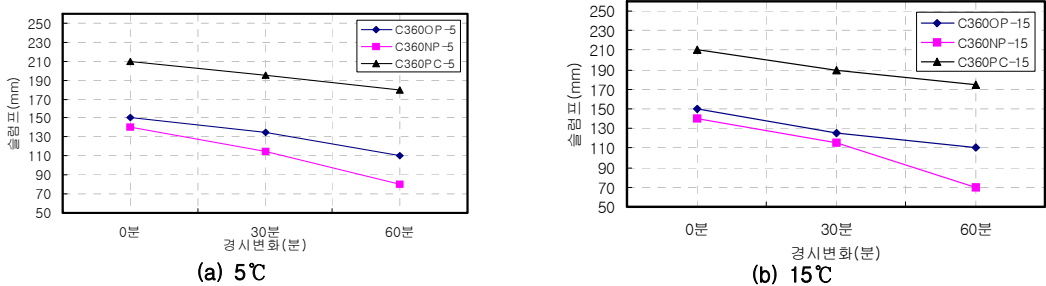


그림 2. 혼화제 종류에 따른 5°C와 15°C에서의 슬럼프 경시변화

그림 2에서 온도조건 및 혼화제 종류에 관계없이 감소하는 경향을 나타내었다. 목표슬럼프 150±25mm인 NP계 감수제의 경우 70mm로 가장 크게 나타났으며, OP계 감수제의 경우 40mm로 나타났다. 반면 목표슬럼프 210±25mm인 PC계 감수제는 슬럼프로스가 35mm로 가장 작게 나타내어 작업성 유지성능이 우수한 것으로 나타났다.

3.2 경화 콘크리트의 특성

3.2.1 단위시멘트량에 따른 압축강도 특성

단위시멘트량 변화에 따른 표준 및 나프탈렌계 조강형 AE감수제의 사용이 콘크리트 압축강도 발현 특성을 검토하기 위하여 단위시멘트량을 330kg/m³, 360kg/m³, 390kg/m³으로 변화시켜 온도조건 5°C와 15°C에서 압축강도 특성을 그림 3에 나타내었다.

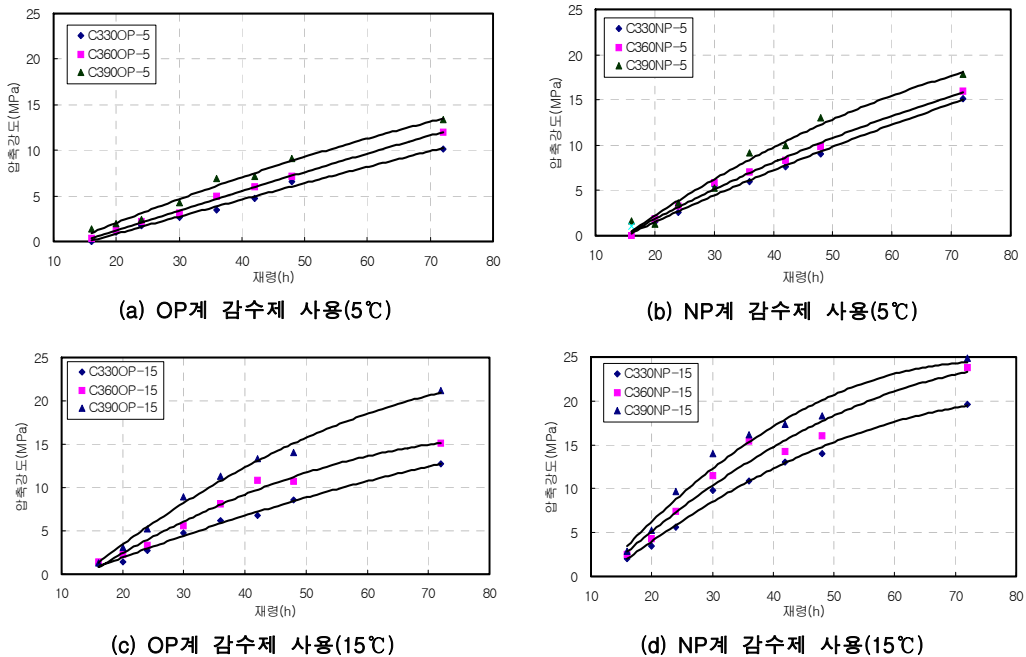


그림 3. 단위시멘트량 변화에 따른 5°C와 15°C에서의 압축강도 특성

그림 3에서 단위시멘트량에 따른 콘크리트 압축강도 5MPa 도달시간은 단위시멘트량 390kg/m³에서 OP계 감수제의 경우 22시간으로 나타났으나, NP계 감수제 사용시에는 단위시멘트량 330kg/m³에서도 22시간으로 OP계 감수제와 동일하게 나타나 NP계 감수제의 사용은 동일 압축강도 발현시 단위시멘트량을 60kg/m³ 줄일 수 있는 것으로 판단된다.

3.2.2 혼화제 종류에 따른 압축강도 특성

혼화제 종류에 따른 압축강도 특성을 검토하기 위하여 단위 시멘트량 360kg/m³에서 표준형 AE감수제와 조강형 나프탈렌계 AE감수제 및 폴리카본산계 AE감수제로 변화시켜 온도조건 5°C와 15°C에서 압축강도 특성을 그림 4에 나타내었다.

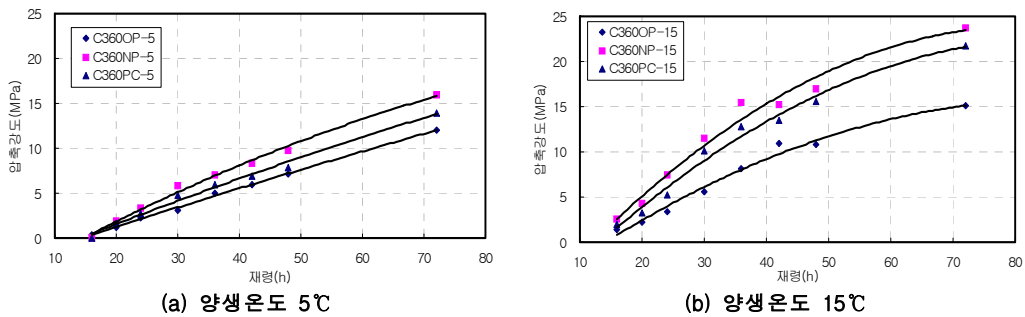


그림 4. 단위시멘트량 360kg/m³에서 혼화제 종류에 따른 압축강도 특성

그림 4에서 양생조건 5°C와 15°C 모두 혼화제 종류에 따른 콘크리트 압축강도 5MPa 도달시간은 NP계 감수제, PC계 감수제, OP계 감수제의 순으로 높게 나타났으며 OP계 감수제를 사용한 콘크리트보다 PC계 감수제를 사용한 콘크리트는 4시간, NP계 감수제를 사용한 콘크리트는 7시간 단축되었다.

4. 결론

본 연구는 조강형 AE감수제를 사용하여 콘크리트 구조물 공사시 거푸집 조기 제거를 위한 공기단축을 목적으로 한 것으로 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 단위시멘트량에 따른 콘크리트 압축강도 5MPa 도달시간은 단위시멘트량 390kg/m³에서 OP계 감수제의 경우 22시간으로 나타났으나, NP계 감수제 사용시에는 단위시멘트량 330kg/m³에서도 22시간으로 OP계 감수제와 동일하게 나타나 NP계 감수제의 사용은 동일 압축강도 발현시 단위시멘트량을 60kg/m³ 줄일 수 있는 것으로 판단된다.
2. 혼화제 종류에 따른 콘크리트 압축강도 5MPa 도달시간은 NP계 감수제, PC계 감수제, OP계 감수제의 순으로 높게 나타났으며 OP계 감수제를 사용한 콘크리트보다 PC계 감수제를 사용한 콘크리트는 4시간, NP계 감수제를 사용한 콘크리트는 7시간 단축되었다.

참고문헌

1. 한국콘크리트학회 (편). (2001). **콘크리트 혼화재료**. 서울: 기문당.
2. D. D. Vu. (2003). Stregth and Durability Aspects of Mortar and concrete. *Cement Concrete Compositise*, 23, pp. 471-478