

# 한중환경하 타설된 구조체콘크리트의 결합재 종류별 관리재령 28일 설계기준강도 확보 기법

The designed compressive strength assurance method to the concrete  
subjected to cold weather at 28 days

이 영 준\*      현 승 용\*\*      이 상 운\*\*\*      이 정 교\*\*\*\*      한 민 철\*\*\*\*\*      한 천 구\*\*\*\*\*  
Lee, Young-Jun    Hyun, Seung-Yong    Lee, Sang-Woon    Lee, Joung-Gyo    Han, Min-Cheol    Han, Cheon-Goo

### Abstract

The aim of the research is to suggest the compensating strength values depending on various managing periods of concrete based on the strength development model calculated with equivalent age method for OPC 100 % concrete. As a result, for 28 days of managing period, 6, and 3 MPa of compensating strength values were suggested when the temperatures were from 4 to 9°C, from 9 to 17°C, respectively. Additionally, for 42 days of managing period, 3MPa of compensating strength value was suggested when the temperature was from 4 to 10°C, and for 56 days of managing period, 3 MPa of compensating strength value was suggested when the temperature was from 4 to 5°C. Furthermore, for 28, 42, 56, and 91 days of managing periods, any compensating strength values were needed when the temperature were higher than 17, 10, 5, and 4°C, respectively.

키 워 드 : 양생온도, 등가재령, 겉보기 활성화에너지, 관리재령, 강도보정  
keywords : curing temperature, equivalent age, apparent activation energy, curing age, strength correction

## 1. 서 론

사계절이 뚜렷한 우리나라의 기후 특성상 겨울철에도 건축공사를 원활히 실시하기 위하여는 한중콘크리트 시공법이 필수적으로 적용되어야 한다.

한중콘크리트는 초기동해 방지와 강도지연 대책을 필요로하고 있는데, 강도지연 대책을 위한 방법으로 미국의 경우는 배합과정에서 양생온도 저하에 따른 보정을 실시하고 있으며, 일본의 경우엔 호칭강도와 설계기준강도의 차이를 보정하기 위하여 기온보정강도를 도입하고 있다.

그러나, 우리나라의 경우에도 건축공사표준시방서에서는 기온보정강도의 개념을 사용하고 있었지만 국토교통부 건설기준 통합코드제정 과정에서 콘크리트공사에서는 이러한 개념이 삭제 되었다.

그러므로 본 연구에서는 강도지연 대책으로 등가재령 방법에 의해 해석된 강도증진 모델을 이용하여 결합재 종류별 양생온도 저하에 따른 기온보정값을 제시하여 통합코드에 반영을 제안하고자 한다.

## 2. 연구계획 및 방법

본 연구의 실험 계획은 표 1과 같다. 먼저 W/C는 50%, 결합재 치환율은 3수준으로 OPC 100 %, FA 20 %, BS20 %를 사용 하였으며, 양생온도는 0, 5, 20°C로

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/C (%)	1	· 50
	결합재 치환율(%)	3	· OPC 100 · FA 20 · BS 20
	양생온도 (°C)	3	· 0    · 5    · 20
실험사항	굳지 않은 콘크리트	3	· 슬럼프 · 공기량 · 양생온도별 응결시간
	경화콘크리트	1	· 양생온도별 압축강도 (응결시간 X 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64배 재령)

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(ljy8931@naver.com)  
 \*\* 청주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정  
 \*\*\*\* 신동아건설 이사, 공학박사  
 \*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사  
 \*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

하였다. 굳지않은 콘크리트에서 양생온도별 응결시간과 경화콘크리트에서 양생온도별 압축강도를 응결시간의 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64배 재령으로 측정하였다. 이때, 해석 모델은 등가재령 방법으로 강도증진을 모델화 하였으며, 4~17°C영역에서 평균양생온도가 저하함에 따라 강도 3MPa 단위로 강도보정을 실시하였고, 관리재령 28일에서 결합재 종류별 평균양생온도 저하에 따른 표준양생조건과의 차이를 보정하였다.

### 3. 결과 및 분석

그림 1은 결합재 종류별 콘크리트의 관리재령 28일에서 평균양생온도 변화에 따른 강도차이를 나타낸 그래프이다. 전체적으로 평균양생온도 저하에 따른 강도저하에 의해 강도차이가 나타나는 경향이 있으며, OPC와 FA를 사용하였을 때 4°C이상 17°C미만의 평균양생온도에서 3, 6MPa의 강도를 보정하도록 제안 하였으며, BS를 사용하였을 때 4°C이상 17°C미만의 평균양생온도에서 3, 6, 9MPa의 강도를 보정하도록 제안하였다. OPC, FA, BS를 사용한 콘크리트에서 모두 평균양생온도 17°C 이상에서 보정값이 0임을 확인 할 수 있었다. 이때, 보정값의 하한치 4°C의 미만의 온도에서는 물시멘트비를 보정하고 있으며, 보정값의 상한치는 콘크리트공사표준시방서에서의 구조체 표준양생(20±3°C)조건에서 표준 범위의 최저 온도인 17°C까지는 표준양생조건에 따라 강도보정의 범위를 선정하였고, 이를 토대로 표 2와같이 결합재 종류별 평균양생온도에 따른 기온보정 강도값을 제안 하였다.

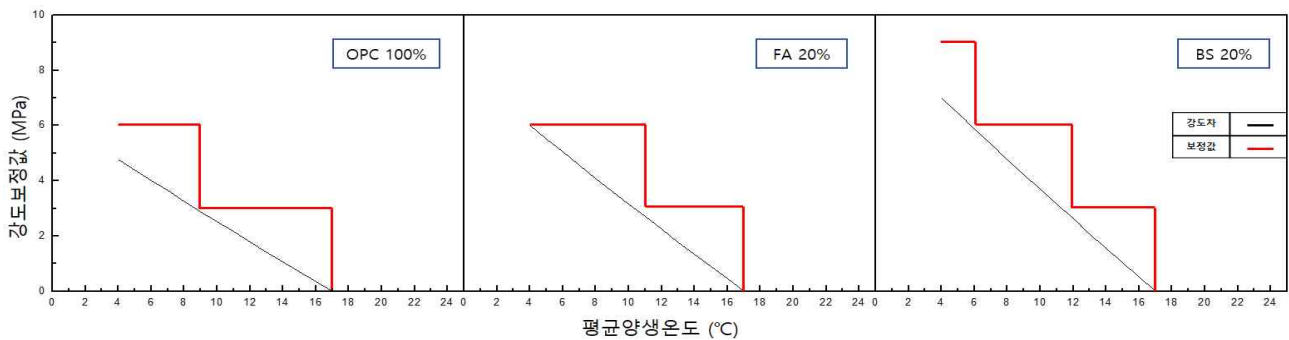


그림 1. 결합재 종류별 콘크리트의 관리재령 28일에서 평균양생온도에 따른 강도보정값

표 2. 관리재령 28일 콘크리트의 평균양생온도에 따른 보정값  $T_n$

결합재 종류	관리재령 28일 콘크리트의 기온에 따른 보정값 $T_n$			
		$4 \leq \theta < 9$	$9 \leq \theta < 17$	17 이상
OPC	-	$4 \leq \theta < 9$	$9 \leq \theta < 17$	17 이상
FA	-	$4 \leq \theta < 11$	$11 \leq \theta < 17$	17 이상
BS	$4 \leq \theta < 6$	$6 \leq \theta < 12$	$12 \leq \theta < 17$	17 이상
콘크리트 강도의 기온에 대한 보정값 $T_n$ (MPa)	9	6	3	0

### 4. 결 론

본 연구는 결합재 종류별 등가재령 방법으로 해석된 모델을 관리재령 28일에서 양생온도 저하에 따른 표준양생 조건과의 차이를 보정하기 위하여 기온보정강도  $T_n$ 을 제안하였다.

### Acknowledgement

본 논문은 2018년도 한국연구재단의 기초연구사업(과제번호 : NRF-2017R1D1A1B03030302)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

### 참 고 문 헌

- 한민철, 한천구, 우리나라 각 지역의 단계별 기온보정강도 적용기간 설정, 한국건축시공학회 학술기술논문발표회 논문집, 제7권 제1호(통권 제12호), 2007.4