-10℃ 조건에서의 보온양생방법 변화에 따른 벽체 콘크리트의 온도이력

Temperature History of the Wall Concrete Subjected to -10℃ depending on Heat Curing Method

한 상 윤* 손 호 정** 정 상 현*** 안 상 구*** 한 천 구**** 한 민 철*****
Han, Sang-Yoon Son, Ho-Jung Cheong, Sang-Hyun Ahn, Sang-Ku Han, Cheon-Goo Han, Min-Cheol

Abstract

This study investigates the effect of a curing condition on the temperature history and strength development of concrete under -10℃. Combination of various curing methods was applied, i.e. a conventional form was combined with compressed insulation, heat panel and heat cable. Results showed that the concrete cured by a single use of a conventional form resulted in serious deterioration of early strength development. However, other concretes cured by the proposed curing methods maintained the temperature of the concretes between 5 and 20℃, and thus resulted in no frost damage.

키 워 드 : 한중콘크리트, 단열보온양생, 열선보온양생
Keywords : cold weather concrete, insulation curing, heat cable curing

1. 서 론

본 연구에서는 -10℃의 혹한온도조건에서 원전 구조물용 콘크리트 시공의 최적화를 위한 일련의 실험을 진행하고자 하는데, 구조물 부재중 벽체 콘크리트를 대상으로 초기동해 방지를 위한 최적의 보온양생 방법을 제안하고자 한다.

이를 통해, 본 연구에서는 건설공사에서 일반적으로 사용되는 합판거푸집에 압축단열재, 발열패널, 열선을 조합하는 복합양생방법을 이용하여 -10℃의 혹한조건에서 벽체 콘크리트의 온도이력 및 강도발현특성을 분석하고자 한다.

2. 실험 계획 및 방법

본 연구의 실험 계획은 표 1과 같다. 먼저, 혹한환경을 모사하기 위하여 외기온을 -10℃ 정온조건으로 7일간 유지하는 것으로 실험 계획하였고, 외기온 조건에 따른 콘크리트 내부의 온도이력 측정을 위한 벽체 부재에 대한 개요는 그림 1과 같으며, 양생방법별 부재 사진은 사진 1과 같다. 사용재료는 모두 국내산을 사용하였으며, 실험방법은 KS규격에 의거하여 실시하였다.

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자 (ez2line@hanmail.net)
** 청주대학교 건축공학과, 박사과정
*** (주)포스코건설 기술연구소, 연구원
**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사
***** 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	W/B(%)	1	50
	목표 플로우(mm)	1	150±15
	목표 공기량(%)	1	4.5±1.5
양생방법	복합양생 (-10℃ 상정)	4	· 일반 거푸집 · 단열 거푸집 · 발열 거푸집 · 열선 거푸집
실험 사항	굳지않은 콘크리트	2	· 슬럼프 · 공기량
	경화 콘크리트	2	· 부위별 온도이력 · 코어공시체 압축강도 (7, 14, 28일)

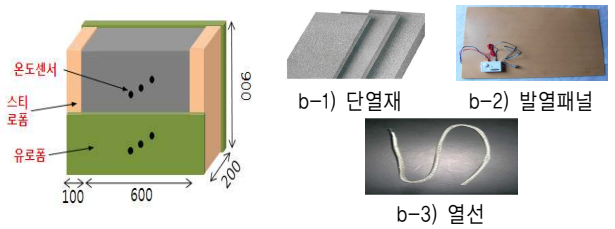

그림 1. 시험체의 구성 및 양생장비

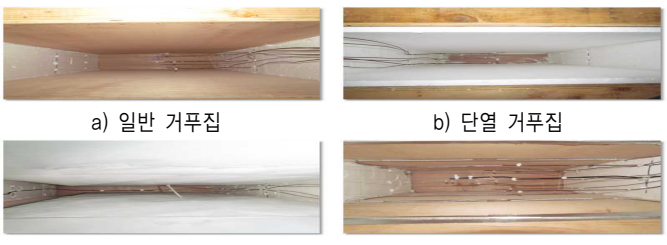

사진 1. 양생방법별 부재 개요

3. 실험결과 및 분석

3.1 양생방법 변화에 따른 콘크리트의 온도이력 및 적산온도

그림 2는 7일 재령동안 −10℃ 정온 조건에서 양생 방법에 따른 콘크리트의 내부 온도이력을 비교한 것이다. 먼저, 콘크리트의 내부온도이력은 발열 및 열선 거푸집의 경우 상승과 하강을 반복하는 변곡형태의 양상을 나타내며 일정온도를 유지하였고, 일반 거푸집의 경우 낮은 외기온의 영향으로 온도가 지속적으로 저하하여 약 20시간 경과후에는 외기온과 비슷한 온도이력을 나타냈다. 반면 단열 거푸집의 경우 콘크리트의 내부온도가 평균 7℃ 정도로 나타났는데, 이는 콘크리트의 수화열과 고압축 스티로폴 단열재의 높은 열 저항성에 기인한 것으로 판단된다.

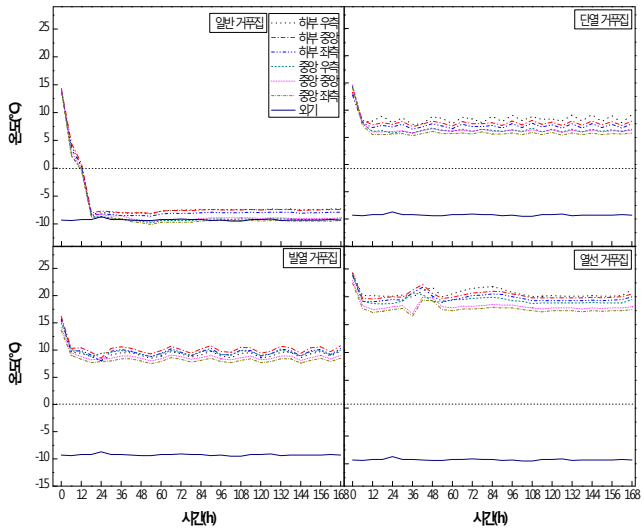

그림 2. 양생방법변화에 따른 콘크리트 온도이력

그림 3은 시간경과별 시험체의 온도이력을 적산온도로 환산한 것이다. 시간경과에 따른 적산온도는 온도이력과 마찬가지로 열선 거푸집의 경우가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 일반 거푸집을 제외한 여타 배합의 경우 재령 3일에서 64 D°D를 상회하는 것으로 나타나 초기동해방지에 요구되는 적산온도를 비교적 조기에 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

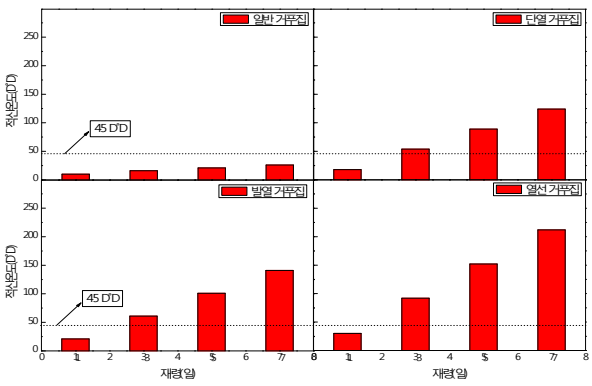

그림 3. 양생방법변화에 따른 재령별 적산온도

3.2 양생방법 변화에 따른 콘크리트의 강도 특성

그림 4는 양생방법변화에 따른 콘크리트의 재령별 코어압축강도를 나타낸 그래프이다. 일반 거푸집을 제외한 모든 배합에서 초기동해 없이 모두 7일 이전에 목표 강도인 5 MPa 이상을 확보하였다. 이는 단열재, 발열재 및 열선양생에 의한 높은 온도이력에 따른 적산온도 증가에 기인한 것으로 판단된다.

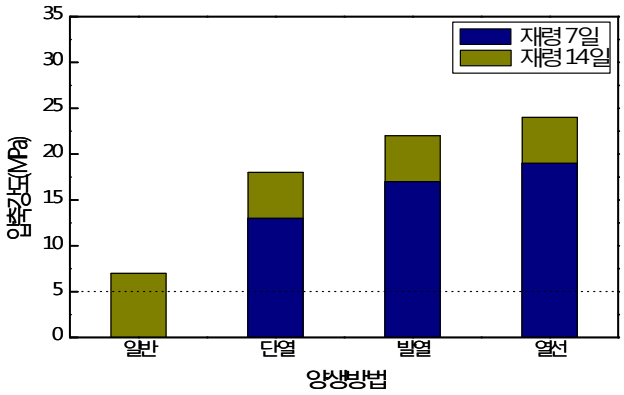

그림 4. 양생방법변화에 따른 콘크리트의 압축강도

4. 결 론

1) 양생방법에 따른 콘크리트의 온도이력의 경우 일반 거푸집을 제외한 여타 시험체의 경우 발열재 및 열선가열과 단열재의 단열 효과에 기인하여 −10℃의 외기조건에도 콘크리트의 온도는 약 5~20℃의 온도를 유지하는 것으로 타나났다.
2) 콘크리트의 압축강도의 경우 단열재, 발열재 및 열선가열에 기인하여 초기동해 없이 양생이 가능하였고, 특히 일반 거푸집을 제외한 모든 시험체에서 3일 이전에 초기동해 방지에 필요한 5 MPa 이상의 강도를 확보하였다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제(20101210100004J)입니다.

참 고 문 헌

1. 한천구, 오선교, 신동안, 전충근, 김종, 2중 버블시트를 이용한 한중 콘크리트의 단열보온양생 공법, 한국콘크리트학회지, 제18권 제6호, pp.51~59, 2006