

초기 저온의 온도변화가 초기동해 깊이에 미치는 영향

The Effect of Changes in Early Low-Temperatures in Early-Frost Damage Depth

김 태 우* 김 민 상* 문 병 룡* 이 제 현* 김 동 규** 한 민 철***
 Kim, Tae-Woo Kim, Min-Sang Moon, Byeong-Yong Lee, Jea-Hyun Kim, Dong-Gyu Han, Min-Cheol

Abstract

The current study assumed a condition in which concrete curing was not completed correctly in the winter, in order to analyze the effect of changes in early low-temperatures in early-frost damage depth. As a result, lower external temperature early on after depositing the concrete greatly reduced the temperature in the upper parts of the concrete, and it delayed the time during which the concrete temperature restored. In addition, for early-frost damages, lower early temperature increased the expansion of frozen water, which in turn relaxes the concrete structures and increases the absorption rate, ultimately extending the depth of early-frost damage.

키 워 드 : 초기동해 깊이, 온도이력, 흡수율

Keywords : early-frost damage depth, temperature history, water absorption

1. 서 론

최근의 건축물은 초고층화·대형화됨에 따라 공기단축의 중요성이 강조되어 동절기 작업불능일에도 연중시공이 이루어지고 있다. 따라서 동절기에는 낮은 외기온 특성상 콘크리트가 동결할 염려가 있음에 따라, 적절한 양생을 실시하여야 하는데, 그렇지 않으면 초기동해 피해가 발생하고 응결 및 경화지연에 따른 강도발현 저하 등의 문제점으로 콘크리트의 품질을 저하시키게 된다.

그러므로 본 연구에서는 동절기 양생불량인 조건을 상정하여 초기저온의 온도 변화가 콘크리트의 초기동해 깊이에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, 배합사항으로 물시멘트비(W/C)는 50%, 목표슬럼프는 180±25mm, 목표공기량은 4.5±1.5%를 만족하도록 배합설계 하였다. 콘크리트 타설 후 초기온도의 경우에는 20, -10 및 -20℃의 3수준으로 하였다. 실험사항으로 굳지 않은 콘크리트에서는 슬럼프, 공기량을 측정하였으며, 경화 콘크리트에서는 300×300×300mm 시험체의 온도이력 측정 후 Ø 75mm 코어공시체에 의한 초기동해깊이 및 흡수율을 측정하는 것으로 계획하였다.

3. 실험결과 및 분석

그림 1 및 2는 콘크리트 시험체의 상부표면으로부터 50mm 간격으로 6지점에 대하여 온도를 측정한 결과이다. 먼저 초기온도 -10℃의 경우는 영하의 온도조건 특성에 따라 시간이 경과할수록 슬래브의 위치별 온도가 저하하였다. 특히, 외기와 근접한 콘크리트의 상부일수록 가장 낮은 온도분포를 나타내었다.

또한, 초기온도 -20℃의 경우는 전반적으로 초기온도 -10℃의 경우와 비슷한 경향을 나타내었지만, -10℃의 경우보다 낮은 영하의 온도 조건에서 슬래브 상부의 최저온도가 -12℃로 가장 크게 저하하였다. 이후 영상의 온도로 전환하였을 시 콘크리트의 온도가 회복되는 시간은

표1. 실험 계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	W/C (%)	1	50
	목표슬럼프 (mm)	1	180±25
	목표공기량 (%)	1	4.5±1.5
	결합재 (%)	1	OPC 100%
	양생온도	3	20℃(표준양생온도), -10℃, -20℃
실험 사항	굳지 않은 콘크리트	2	· 슬럼프 · 공기량
	경화 콘크리트	2	· 온도이력 측정 (6개소) · 초기동해 깊이 · 흡수율 측정

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(teawoo0215@naver.com)

** 청주대학교 산업경영대학원 건설공학과 석사과정

*** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

-10℃의 경우보다 약 12시간정도 지연되었다.

그림 3과 4는 코어채취 공시체에 의한 콘크리트 타설 후 초기의 외기온이 초기온도별 초기동해 깊이와 흡수율을 나타낸 것이다. 즉, 그림 4와 같이 초기동해를 입지 않은 콘크리트 하부나 양생온도 20℃의 경우는 흡수율이 약 3.7%로 일정한 값을 나타내었지만, 초기동해 피해가 의심되는 콘크리트 상부의 경우 초기동해를 입은 콘크리트는 동결수의 팽창으로 조직이 이완되어 -10℃의 경우는 6.61%, -20℃의 경우는 7.21%로 건전부분보다 흡수율이 증가한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 채취된 코어 공시체의 건조과정에서 건전부와 초기동해 피해부분 간에 명도차가 발생하게 되었다. 이때, 측정된 초기동해 깊이는 -10℃의 경우는 45mm, -20℃의 경우는 75mm로 저온일수록 그 깊이가 증가하였다.

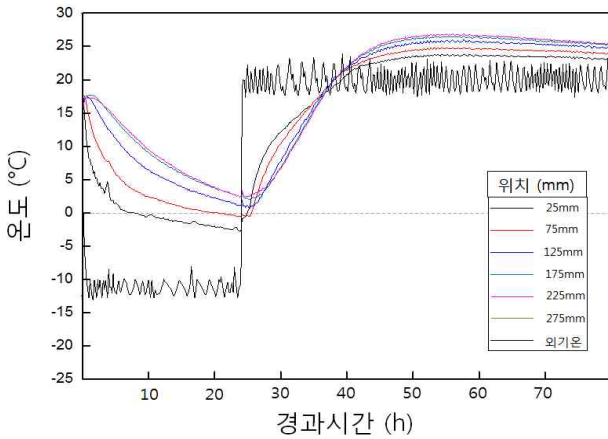


그림 1. 경과시간에 따른 온도이력 (양생온도 -10℃)

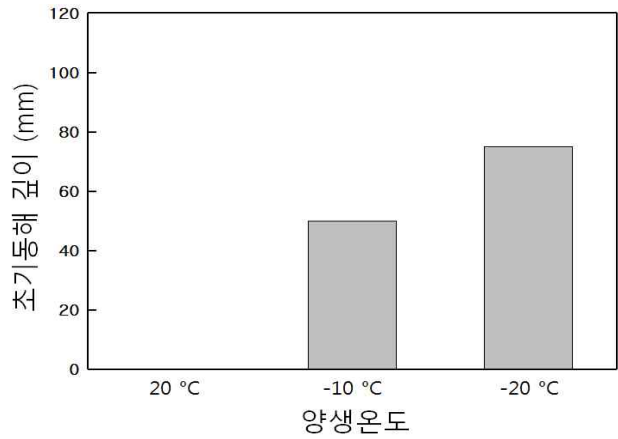


그림 3. 양생온도에 따른 초기동해 깊이

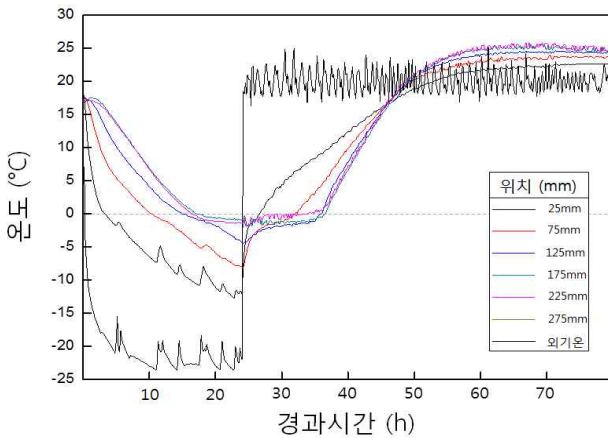


그림 2. 경과시간에 따른 온도이력 (양생온도 -20℃)

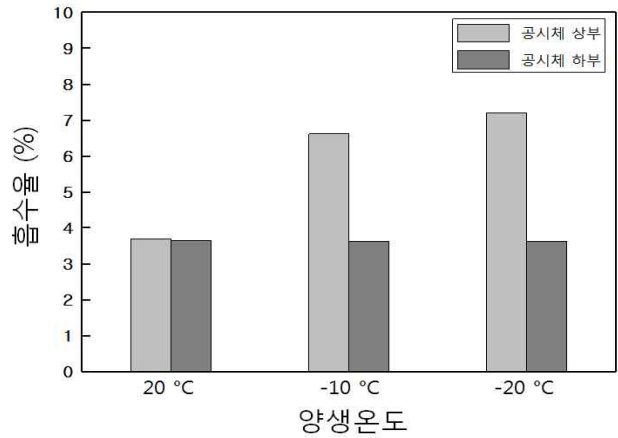


그림 4. 양생온도에 따른 흡수율

4. 결 론

본 연구는 초기 저온의 온도변화가 초기동해 깊이에 미치는 영향을 분석한 것으로 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 콘크리트 타설 후 초기의 외기온이 낮을수록 콘크리트의 상부의 온도가 크게 저하하였다. 또한, 영상의 온도조건에서 콘크리트의 온도가 회복되는 시기도 지연되었다.
- 2) 초기동해 피해의 경우 초기온도가 낮아질수록 동결수의 팽창으로 부피가 증가하여 콘크리트의 조직이 이완됨에 따라 흡수율이 증가하는 것으로 나타났으며 이에 따른 초기동해 피해깊이가 증가하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 이제현, 김태우, 연구원, 한민철, 한천구, 콘크리트의 초기동해 깊이 판별에 관한 기초적 연구, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집, 제29권 제1호, pp.371~372, 2017