

외기온 -20°C 의 유지시간 변화에 따른 초기동해 피해의 기초적 연구

Fundamental Research of Early Frozen Damage on Concrete Depending on Various Time Periods of -20°C Temperature Condition

최윤호*

한준희**

이영준**

현승용***

한민철****

한천구****

Choi, Yoon-Ho

Han, Jun-Hui

Lee, Young-Jun

Hyun, Seung-Yong

Han, Min-Cheol

Han, Cheon-Goo

Abstract

The aim of the research is evaluating the feasibility of inspection for early age frozen damage and for expansion of concrete under the various time periods of -20°C temperature condition. When the concrete samples were exposed for 12 hours and 24 hours, the frozen depth of the concrete were 10 and 60 mm, respectively, under the wet conditions. From the experiment results of temperature and expansion, only surface area suffered frozen damage for 12 hours exposing conditions while entire area suffered frozen damage for 24 hours exposing conditions.

키 워 드 : 외기온, 초기동해, 양생시간, 목업시험

Keywords : outdoor temperature, early frost damage, curing time, mock-up test

1. 서 론

최근 건축물의 초고층화로 인한 공기단축이 강조되면서, 시공사입장에서는 가능 할 수 있다면 겨울철에도 초기동해 피해에 대한 특별한 양생대책 없이 공사를 진행하고 싶은 것이 현실이다.

그러나, 외기온이 영하로 저하하는 겨울철에 공사를 진행할 때에는 특별한 양생대책을 세우지 않으면 초기동해 피해를 입을 수 밖에 없다. 초기동해 피해를 입은 구조체는 당연히 설계기준강도에 비해 낮은 강도를 발휘하게 되는데, 이는 구조체의 안전성문제와 관련하여 공사비용에 직접적인 영향을 미치게 된다.

그러므로, 본 연구에서는 외기온 -20°C 에서 유지시간 변화에 따른 초기동해 피해의 한계점 분석을 위한 일련의 연구다. 즉, 보통콘크리트를 대상으로 12시간 및 24시간의 저온조건 변화에 따른 콘크리트의 온도 및 길이변화 한계점 초기동해 피해여부 및 깊이를 분석하고자 한다.¹⁾

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 특히 본 연구는 초기동해에 취약한 슬래브로 가정하여 부재의 사이즈는 $150 \times 150 \times 200\text{mm}$ 이고 단열재는 윗면을 제외한 5면에 모두 50 mm 두께로 설치하였다. 콘크리트의 온도는 열전대를 설치였고, 길이변화는 스트레인 게이지를 매설한 후 그 자료를 데이터로 기록하였다. 초기동해 깊이는 $\varnothing 52\text{mm}$ 코어를 이용하여 채취한 후 24시간 수중침지 후 10분 단위로 건조시키며 공극의 분포 및 크기에 따른 수분 증발율 색상의 차이변화로 조사하였다.

표 1. 실험 계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/C (%)	1	· 50
	결합재 조성비 (%)		· OPC 100
	목표 슬럼프 (mm)		· 180 ± 25
	목표 공기량 (%)		· 4.5 ± 1.5
	부재 길이 (mm)		· $150 \times 150 \times 200$
양생조건	양생 온도 ($^{\circ}\text{C}$)	1	· $-15 (-20)^{1)}$
	양생 시간 (h)	2	· 12 · 24
실험사항	경화콘크리트	3	· 온도이력 측정 · 길이변화 측정 · 수중침지 후 건조

1) 냉동고 내부 온도를 -20°C 로 하였을 때의 평균온도

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(3384cjj@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 석사과정

*** 청주대학교 건축공학과 박사과정

**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과 석좌교수, 공학박사

3. 실험결과 및 분석

표 2는 초기동해 깊이측정과 관련하여 슬래브 시험체를 코어 채취하여 수중침지 후 건조시키는 과정의 모습이다. 시간이 경과하면서 12시간 노출된 콘크리트의 30분 경과 시점에서 하부보다 상부 부분에서 진한색이고, 24시간 노출된 콘크리트의 60분 경과 시점에서 하부보다 상부에서 진한색이다. 색이 진한부분의 길이는 -20°C에서 10 mm, 65°C에서 60 mm로 이 부분이 초기동해에 의해 조직이 열화되어 흡수율이 큼에 기인한 것으로 분석된다.

그림 3은 콘크리트를 타설 후 냉동고의 내부 온도를 -20°C로 하고 콘크리트를 24시간 노출하였을 때 상·하부의 온도를 측정할 것이다. 외기온의 평균 온도는 -16°C로 콘크리트의 상부는 외기온의 영향으로 점차 온도가 감소하였다. 하지만 하부는 외기온의 직접적인 영향을 받지 않아 19시간까지는 콘크리트의 평균온도-0.5°C로 유지된 후 20시간부터 24시간까지 초기동해를 입는 모습을 보이며 최저 온도는 -7.9°C로 나타내는 것을 확인하였다.

그림 4는 그림 3의 조건에서 상·하부의 길이변화를 측정할 것이다. 외기온의 영향을 많이 받지 않는 하부는 10시간까지 콘크리트가 수축하고 콘크리트 내부의 물이 얼면서 13시간까지 팽창하였다. 최대 팽창은 26시간까지 유지되다가 24시간 후 외기온이 영상이 되면서 다시 수축하는데 이는 얼음이 녹으면서 수축한 것으로 보인다. 이후 순조롭게 길이변화율이 증가하는 모습을 확인하였다.

그림 1은 콘크리트를 타설 후 냉동고의 내부 온도를 -20°C로 하고 콘크리트를 12시간 노출 하였을 때 상·하부의 온도를 측정할 그래프 이다. 외기온의 평균 온도는 -14°C로 콘크리트의 하부는 초기동해가 입는 모습을 보이지 않고, 상부는 10시간부터 12시간까지 콘크리트의 최저온도는 -2.6°C로 약간의 초기동해 피해를 입은 것을 확인하였다. 이후 영상으로 올라가면서 초기동해를 입은 역순으로 용해가 되는 모습을 나타낸 것을 확인하였다.

그림 2는 그림 1의 조건에서 상·하부의 길이변화를 측정할 것이다. 하부에 비해 상부가 외기온의 조건을 많이 받아 수축이 많이 발생하였다. 12시간 후 영상의 조건일 때 하부는 초기동해의 피해를 입지 않아 양생이되면서 팽창하는 것이 확인되었다. 상부는 영상이 되어도 하부에 비해 더딘 변형회복 모습을 나타내는 것을 확인하였다.

4. 결 론

본 연구는 외기온이 -20°C실제는 -15°C전후에서 유지시간 변화에 따라 콘크리트의 초기동해 피해발생여부 및 길이진단에 대한 기초적 연구이다. 12시간 과 24시간을 노출 시켰을 때 콘크리트의 초기동해 피해를 수중침지 후 건조법에서 그 깊이는 각각 01 mm 및 60 mm의 깊이를 나타냈다. 12시간의 온도 및 길이변화 그래프에서 하부는 초기동해 피해를 입지 않고, 외기온의 영향을 많이 받은 상부에서만 간단히 초기동해 피해를 입은 것을 확인 할 수 있었다. 24시간의 온도 및 길이변화그래프에서는 상부와 하부 모두 초기동해 피해가 발생하는 입은 것을 확인하였다.

참 고 문 헌

1. 김태우, 이혁주, 한준희, 김동규, 한민철, 한천구, 겨울철 외기조건에서 보통강도 콘크리트의 부재 두께 변화에 따른 초기동해 피해 특성분석 및 길이진단, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제38권 제1호, pp.597~598, 2018

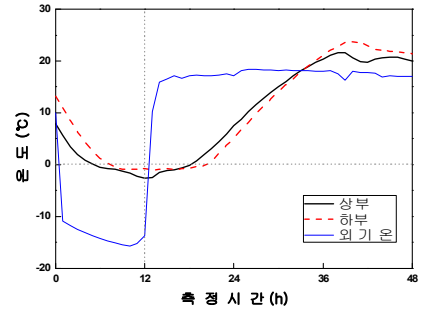


그림 1. 12시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 온도 측정

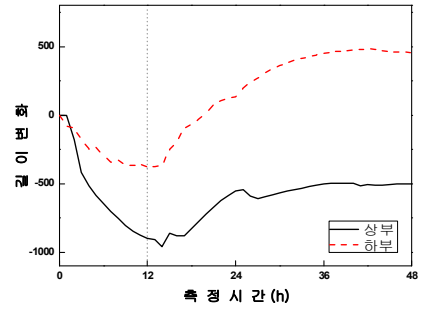


그림 2. 12시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 길이변화

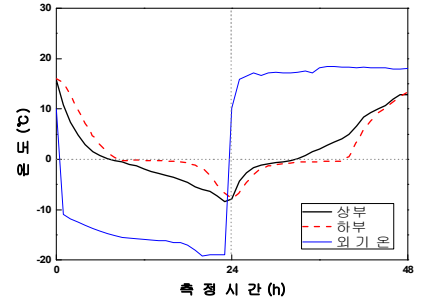


그림 3. 24시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 온도 측정

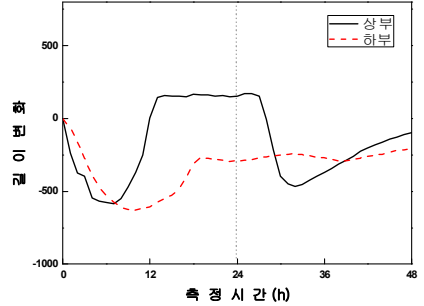


그림 4. 24시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 길이변화

재령 시간 (h)	수중침지 후 건조시간(min)			
	10분	30분	60분	120분
12				
24				

표 2. 외코어채취 시료의 수중침지 후 건조시킨 사진