동절기 타설 콘크리트의 초기동해 피해부위와 건전부위 압축강도 발현 특성 비교

Comparison of the Compressive Strength between Damaged Part due to Early Frost Damage and Sound Part of the Concrete in Winter

최 윤 호* 김 상 민** 박 병 주** 김 종*** 한 민 철**** 한 천 구*****
Choi, Yoon-Ho Kim, Sang-Min Park, Byoung-Joo Kim, Jong Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

The objective of the study is to investigate the compressive strength of damaged part by early frost damage and sound part of the concrete placed when exposed to a low temperature of -20℃ for 24 hours in normal concrete. Test results indicated that the compressive strength of damaged part was 14.5 MPa lower than that of sounf part due to early frost damage.

키 워 드 : 외기온, 초기동해, 양생시간, 노출시간
Keywords : outdoor temperature, early frost damage, curing time, exposure time

1. 서 론

최근 건설공사에 있어 공기단축이 강조되면서, 동절기에도 부득이하게 콘크리트 공사를 진행하는 경우가 많아지고 있다. 이와 같은 동절기에 진행되는 콘크리트 공사는 초기동해 피해의 우려가 있으므로 그에 맞는 보온양생대책이 요구된다.

그러나, 철저한 보온양생대책을 마련하지 않으면 급작스런 기온 저하 및 예상하기 어려운 자연현상 등으로 인해 콘크리트는 영하의 외기온에 노출되어 초기동해 피해를 입을 수 있다. 이때 초기동해를 입은 콘크리트는 강도 및 내구성 저하가 발생하는 것으로 알려져 있어 초기동해를 정량적으로 판단할 근거가 필요한 상황이다.

그러므로, 본 연구에서는 보통 콘크리트를 대상으로 -20℃인 저온조건에 24시간 노출하였을 때 초기동해 피해를 입은 부분과 건전부분의 압축강도를 측정하여 상호 비교분석 하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저양생시 외기온은 -20℃, 노출은 24시간으로 1수준으로 계획하였다. 특히 본 연구는 초기동해에 취약한 슬래브로 가정하였으며, Mock-up의 크기는 475×325×200 mm로 계획하였고, 윗면을 제외한 5면에 50 mm 단열재를 부착하였다. 온도 센서는 중앙부와 코너부의 밑면부터 33 mm 단위로 각 5개의 위치에 설치한 후 데이터로거를 통해 온도를 측정하며, 측정 위치는 그림 1과 같다. 콘크리트의 상·하부 압축강도는 ∅40 mm의 코어기로 채취 후 상·하부 높이를 80 mm로 절단하여 측정하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/C(%)	1	50
	결합재 조성비(%)		OPC 100
	목표 슬럼프(mm)		150±25
	목표 공기량(%)		4.5±1.5
실험변수	양생온도(℃)	1	-20
	-20℃ 노출 시간(h)	1	24
	Mock-up 크기(mm)	1	475×325×200
실험사항	굳지않은 콘크리트	2	슬럼프 공기량
	경화 콘크리트	4	콘크리트 온도이력 상부 압축강도 (7, 28일) 하부 압축강도 (7, 28일) 수중침지 후 건조

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(3384cjy@naver.com)
** 청주대학교 건축공학과 석사과정
*** 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사
**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사
***** 청주대학교 건축공학과 명예석좌교수, 공학박사

3. 실험결과 및 분석

그림 2는 콘크리트를 -20℃에 24시간 동안 노출 시켰을 경우 외기온 및 콘크리트의 부위 및 높이별 온도이력을 나타낸 것이다. 부위별 온도로는 -20℃일 때 중앙부보다 코너부의 온도가 낮았으나 영상 20℃의 조건에서는 코너부가 중앙부보다 더 빨리 온도가 상승하는 것으로 나타났다.

높이별 온도로는 중앙부와 코너부 모두 -20℃일 때 하부에서 상부로 올라갈수록 낮은 온도로 나타났으며, 20℃의 조건에서도 마찬가지로 하부에서 상부로 올라갈수록 높은 온도를 나타냈다.

이는 콘크리트의 높이가 하부에서 상부로 올라갈수록 외기온과의 접촉면이 많아져 온도변화에 민감하게 반응한 것으로 분석된다.

그림 3은 -20℃에서 24시간 노출된 콘크리트의 상·하부 압축강도를 나타낸 것이다. 당연한 결과로 표준양생한 콘크리트의 압축강도는 -20℃에서 양생된 콘크리트보다 높게 측정되었다. 재령 28일 압축강도는 표준양생의 경우 35.8 MPa이며, -20℃에서 양생된 하부는 30.8 MPa, 상부는 16.3 MPa로 나타나 외기온에 많이 노출될수록 낮은 경향을 나타냈다. 이는 그림 2에서 측정된 낮은 외기온의 영향으로 인해 초기동해 피해를 하부보다 상부가 더 깊게 입은 것으로 분석된다.

그림 4는 -20℃에서 24시간 노출된 콘크리트의 코어채취 시료를 수중에 24시간 침지 후 건조과정을 촬영한 것이다. 건조시간이 경과함에따라 하부는 60분 이전에 건조가 시작된 반면 상부는 260분이 경과하여도 건조가 되지 않고 수분을 머금고 있는 경향을 나타냈다. 이는 그림 2 및 3에서 나타난 경향과 같이 낮은 외기온에 대한 영향으로 인해 상부부터 초기동해를 입어 공극의 크기가 증가하였고 피해를 입지 않은 하부에 비해 흡수율이 증가되어 많은 수분을 흡수한 것으로 분석된다.

4. 결 론

본 연구는 보통콘크리트를 대상으로 -20℃인 저온조건에 24시간 노출하였을 때 초기동해 피해를 입은 부분과 건전부분의 압축강도를 측정하여 상호 비교분석 하였다. 실험결과 전체적으로 콘크리트의 온도는 외기온에 노출된 상부가 영향을 많이 받아 상부의 압축강도가 하부보다 14.5 MPa 낮게 나타났다.

참 고 문 헌

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

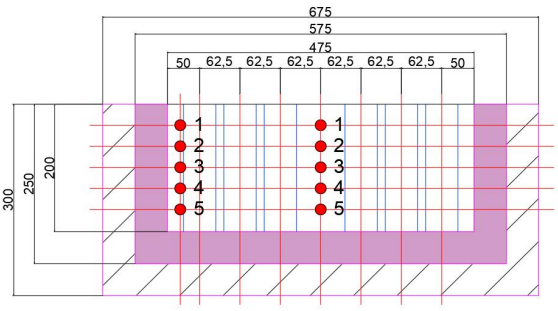

그림 1. 콘크리트 온도 측정 위치

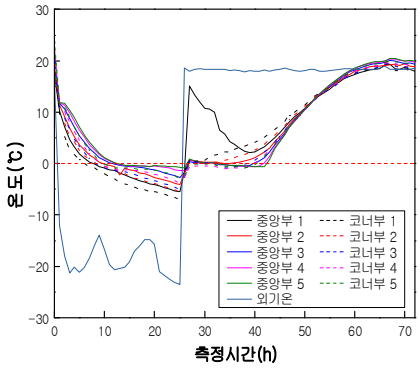

그림 2. 콘크리트 부위 및 높이별 시간경과에 따른 온도이력

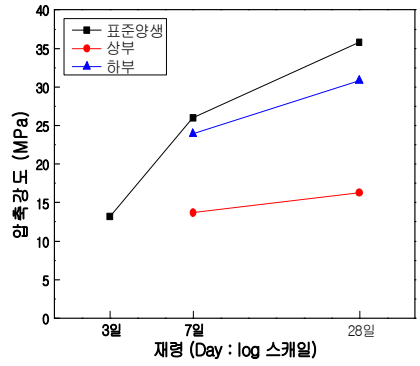

그림 3. 초기동해 피해를 입은 콘크리트의 상·하부 압축강도

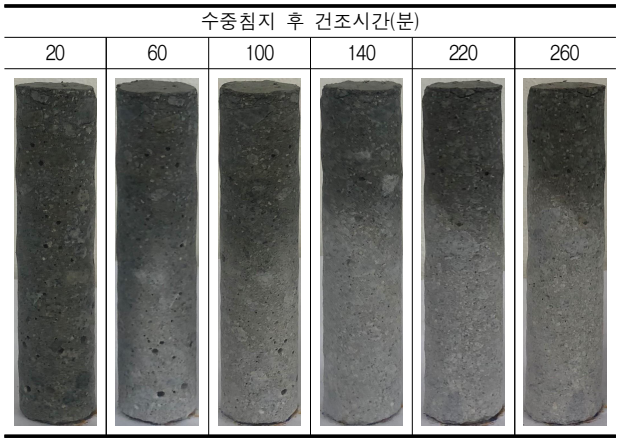

그림 4. 코어채취 시료의 수중침지 후 건조시간