

# 외기온 -15℃에 노출시간 변화가 콘크리트의 초기동해 피해에 미치는 영향

## Outside -15℃ Exposure Time Impact on Early Frost Damage

**최 윤 호\***    **이 영 준\*\***    **이 동 주\*\*\***    **경 영 혁\*\*\***    **한 민 철\*\*\*\***    **한 천 구\*\*\*\***  
 Choi, Yoon-Ho   Lee, Young-Jun   Lee, Dong-Joo   Kyoung, Young-Houck   Han, Min-Cheol   Han, Cheon-Goo

### Abstract

In this study, when the normal concrete became a 20℃ image after the exposure time at an external temperature of -15℃, the limit point of the early frost damage was analyzed. As a result, it was confirmed that the degree of concretion was higher than the external level after carrying in and after exposure, and that the initial Tokai damage was observed after 12 hours of exposure.

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

### 1. 서 론

최근 건축물의 초고층화로 인한 공기단축이 강조되면서, 겨울철에도 공사를 진행 할 수 밖에 없는 실정이다. 이와 같은 겨울철 공사는 초기동해에 의한 피해가 발생할 우려가 있으므로 양생대책이 요구된다.

그러나, 공기단축이 강조되는 최근 건축공사의 경우 어느정도의 조건에서 초기동해가 발생하는지를 정확히 알 수 있다면 좀 더 효율적인 한중콘크리트 시공을 계획 및 수립하고 시행할 수 있을 것으로 사료된다.

그러므로, 겨울철 영하의외기온 조건에서 유지시간 변화에 따른 초기동해 피해의 한계점 분석을 위한 일련의 연구로서, 본 연구는 보통콘크리트를 대상으로 -15℃인 저온조건에 노출 시간을 변화시켜 콘크리트의 내부 온도 및 길이변화를 측정하므로써 초기동해 피해 시점에 대하여 분석하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 특히 본 연구는 초기동해에 취약한 슬래브로 가정하여 부재의 사이즈는 200×200×200 mm 이고, 단열재는 윗면을 제외한 5면에 모두 50 mm 두께로 설치하였다. 양생시 외기온은 -15℃, 콘크리트의 외기온 노출 시간은 6, 12, 18 및 24시간의 4수준으로 계획하였다. 콘크리트의 온도는 열전대, 길이변화는 매립형 스트레인 게이지를 상·하부 각 50mm 이격된 위치에 매설한 후 데이터로거를 통해 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 콘크리트를 -15℃에 6시간 동안 노출 시키고 이후 20℃조건에 노출 시켰을 경우 외기온 및 콘크리트의 온도이력을 나타낸 것이다. 콘크리트 상부는 약 1℃까지 하락 후 영상에서 약 30℃까지 증가하였다. 하지만 하부의 온도는 10℃ 이하로 내려가지 않는 경향을 나타냈다.

표 1. 실험 계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	W/C(%)	1	50
	결합재 조성비(%)		OPC100
	목표 슬럼프 (mm)		180±25
	목표 공기량(%)		4.5±1.5
	부재 크기(mm)		200×200×200
양생 조건	양생 온도(℃)	1	-15
	콘크리트 노출 시간(h)	4	6
			12
			18
24			
실험 사항	경화콘크리트	2	온도이력 측정 길이변화 측정

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(3384cgy@naver.com)  
 \*\* 청주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정  
 \*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사  
 \*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 명예석좌교수, 공학박사

그림 2는 상기와 동일요령으로 12시간 동안 노출 시킨 경우 외기온 및 콘크리트의 온도이력을 나타낸 것이다. 콘크리트의 상부와 하부가 영하의 외기온 조건에서 약 0℃로 같은 경향을 나타냈다. 12시간 후 상부는 급상승하였고 하부는 완만히 상승하였지만, 이후 같은 온도 및 거동을 나타냈다.

그림 3은 동일요령으로 18시간 동안 노출 시킨 경우 외기온 및 콘크리트의 온도이력을 나타낸 것이다. 콘크리트 부재의 상부와 하부가 모두 하락하였는데, 상부는 0℃ 이하의 온도를 나타내어 상부의 표면은 초기동해가 발생할 수 있는 것을 알 수 있다.

그림 4는 동일요령으로 24시간 동안 노출 시킨 경우 외기온 및 콘크리트의 온도이력을 나타낸 것이다. 콘크리트의 상·하부가 약 -2℃로 하락 후 영상에서도 같은 거동을 보이며 온도가 상승하는 경향을 나타내어 상하 모두 초기동해가 우려된다.

그림 5는 콘크리트를 -15℃에 6시간 동안 노출 시키고 이후 20℃조건에 노출 시켰을 경우 콘크리트의 길이변화율을 나타낸 것이다. 외기온 -15℃ 조건에서는 상부와 하부가 같은 거동으로 수축하였으나 20℃에서는 하부에 비해 상부가 많은 팽창하는 경향을 나타냈다.

그림 6은 동일요령으로 12시간 동안 노출 시킨 콘크리트의 길이변화율을 나타낸 것이다. 상부와 하부가 같은 거동을 보이며 12시간까지 수축 후 약간의 팽창하였으나 수축상태를 유지하는 경향을 나타냈다.

그림 7은 동일요령으로 18시간 동안 노출 시킨 경우 콘크리트의 길이변화율을 나타낸 것이다. 콘크리트의 상부가 하부보다 수축량이 많았으며, 이후 영상의 외기온 조건이 되어도 팽창하지 않고 유지되는 것을 확인하였다.

그림 8은 동일요령으로 24시간 동안 노출 시킨 경우 콘크리트의 길이변화율을 나타낸 것이다. 부재의 상부가 하부보다 수축량은 작았으나 그림 7과 같이 영상의 조건일 때 팽창되지 않는 경향을 나타냈다.

#### 4. 결 론

본 연구는 보통콘크리트를 외기온 -15℃로 노출 시간변화 후 영상 20℃의 조건이 되었을 때 콘크리트에 초기동해 피해의 한계점을 분석하였다. 실험 결과 전체적으로 콘크리트의 온도는 반입온도 및 노출 후 외기온 보다 높았으며, 12시간 이상 노출하였을 때 부터 초기동해 피해를 입는 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 깊이진단. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제38권 제1호, pp.597~598, 2018

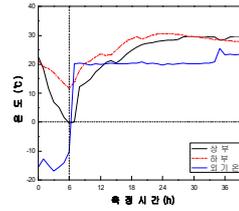


그림 1. 6시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 온도

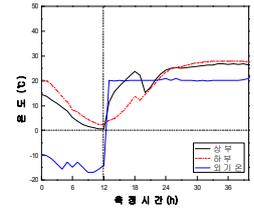


그림 2. 12시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 온도

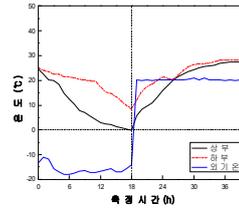


그림 3. 18시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 온도

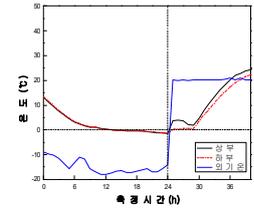


그림 4. 24시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 온도

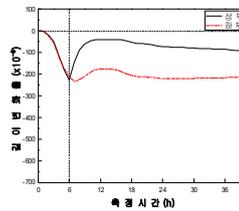


그림 5. 6시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 길이변화

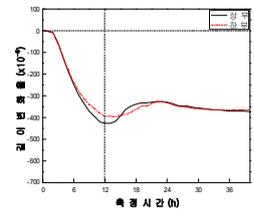


그림 6. 12시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 길이변화

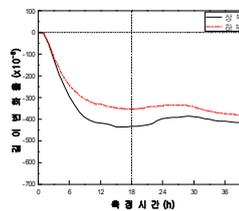


그림 7. 18시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 길이변화

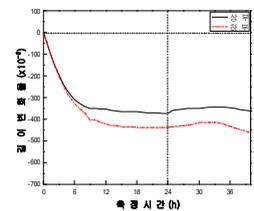


그림 8. 24시간 노출 시 콘크리트 상·하부의 길이변화