

단열양생재 변화 및 열선 전력용량 차이에 따른 슬래브 콘크리트의 온도이력 특성

Characteristic of Temperature History of Slab concrete by the Change of Insulation Curing Material and Difference of Heated cable Power Capacity.

정은봉* 안상구** 정상현*** 고경택**** 한민철***** 한천구*****

Jung, Eun-Bong Ahn, Sang-Ku Jung, Sang-Hyun Koh, Kyung-Taek Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

In this study, the temperature history was evaluated for the improved bubble sheets combining hot wires and PE films, which were developed under the extreme environmental condition of -10°C and applied on the top surface of slab to prevent initial damage by freezing. Results can be summarized as follows. If improved bubble sheets combining hot wires with different capacity on double and quadruple bubble sheets are used, the temperature history for all materials decreased to $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ below zero but all test materials except Type 1 secured the accumulative temperature of $45^{\circ}\text{D}\cdot\text{D}$ at 7 days of material age, required for the prevention of initial freezing damage. This indicates the bubble sheets can prevent the initial damage by freezing.

키워드 : 한중 콘크리트, 초기동해, 버블시트

Keywords : Cold Weather concrete, Frost damage at early age, Bubble sheet

1. 서론

본 연구진에서는 -10°C 및 -20°C 이하의 혹한 온도 조건에서의 원진 구조물용 콘크리트의 보온양생방법을 개발하고자 일련의 실험을 진행하였는데, 시공성을 고려한 2중 버블시트와 열선 및 PE필름으로 일체화 된 개량형 버블시트를 개발한 바 있다. 이러한 개량형 버블시트를 슬래브 부재의 상부에 포설할 경우, 극저온 환경하에서 콘크리트의 초기동해 피해를 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 비교적 두께가 얇은 슬래브 부재를 타겟으로 버블시트 및 열선의 열용량을 변화시켜 슬래브 상부에 포설함으로써 단열 및 보온양생방법 변화가 콘크리트에 미치는 영향을 온도이력을 통해 고찰하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 혹한환경을 모사하고자 $3\times 4.5\times 15\text{ m}$ 의 양생챔버 내부의 온도를 -10°C 정온조건으로 유지하였고, 그림 1과 같이 버블시트 및 열선의 열용량 변화에 따른 4개의 개량형 버블시트를 제작하여 슬래브 부재 상부에 포설하였다. 또한, 온도이력 측정을 위한 열전대는 그림 2와 같이 슬래브 상, 중, 하, 모서리 부위에 매설하고, 데이터 로거를 이용하여 온도이력을 측정하였다.

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자 (flykorea8@nate.com)

** POSCO E&C CENTER 기술연구소 수석연구원

*** POSCO E&C CENTER 기술연구소 대리

**** 한국건설기술연구원 연구위원

***** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	W/B (%)	50	
	목표슬럼프 (mm)	150±15	
배합 사항	목표공기량 (%)	4.5±1.5	
	양생체 종류 ¹⁾	• 슬래브(2중 버블시트+15W) - Type 1 • 슬래브(2중 버블시트+20W) - Type 2 • 슬래브(4중 버블시트+15W) - Type 3 • 슬래브(4중 버블시트+20W) - Type 4	
실험 사항	양생온도	-10°C	
	굳지않은 콘크리트	2	• 슬럼프 • 공기량
	경화 콘크리트	1	• 부위별 내부온도이력

1) 버블시트(2중 및 4중)+열선(15W, 20W) - 개량형 버블시트(일체형)

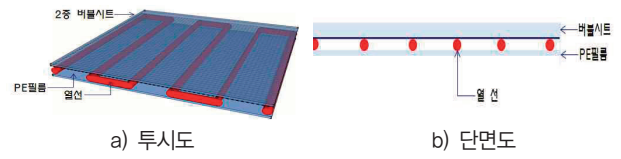


그림 1. 개량형 버블시트

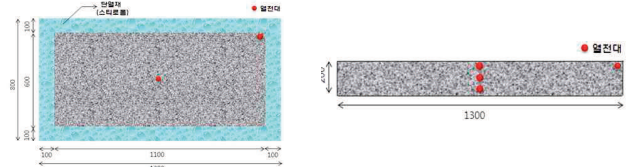


그림 2. T-type 열전대 매설위치

3. 실험결과 및 분석

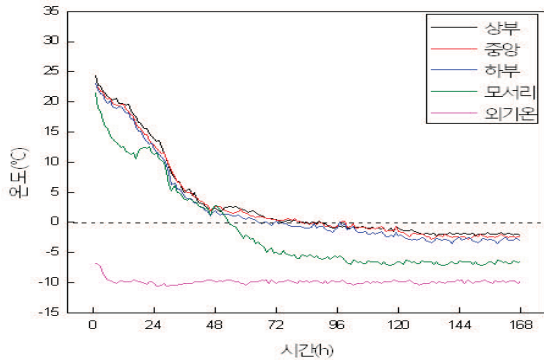


그림 3. Type 1 시험체 온도이력(2중버블시트+15W열선)

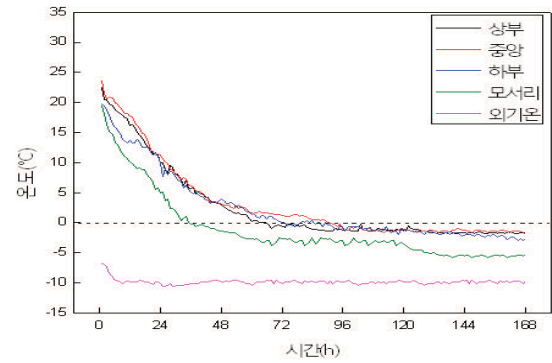


그림 4. Type 2 시험체 온도이력(2중버블시트+20W열선)

그림 3~6은 단열양생재 종류 및 열선의 열용량 변화에 따른 슬래브 콘크리트의 온도이력을 나타낸 것이다. 먼저, 그림 2 및 3의 2중 버블시트에 열선의 열용량을 변화시킨 Type 1 및 2 시험체의 경우, 콘크리트 타설 후 급격한 온도저하 후 약 60~72시간을 전후로 하여 0°C 이하로 저하하는 것을 확인할 수 있었고, 비교적 전력용량이 큰 열선을 사용한 Type 2 시험체의 경우가 더 오랜시간 영상의 온도를 확보하는 것을 확인할 수 있었다. 반면, 모서리 부위의경우에는 두 시험체 모두 약 30~48시간을 전후로 하여 영하의 온도로 저하한 후 외기온으로 근접하는 것을 확인하여 모서리 부위의 취약점을 확인하였다.

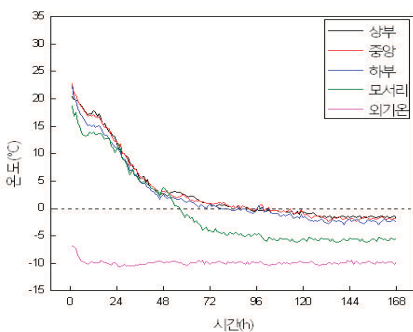


그림 5. Type 3 시험체 온도이력(4중버블시트+15W열선)

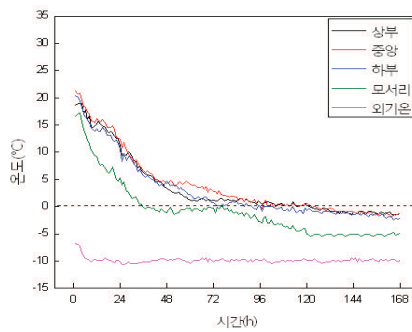


그림 6. Type 4 시험체 온도이력(4중버블시트+20W열선)

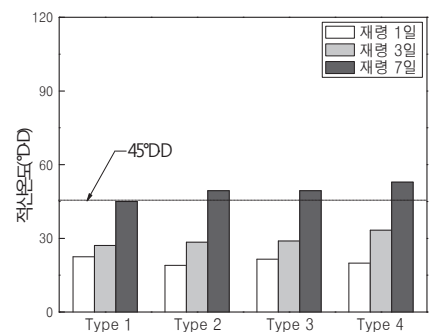


그림 7. 보온양생 방법에 따른 부재별 적산온도

또한, 그림 5 및 6은 4중 버블시트에 각기 다른 열선을 조합한 개량형 버블시트를 포설한 경우의 온도이력을 나타낸 것이다. 이는 2중 버블시트를 사용한 경우보다 약 1~2℃ 정도의 비교적 높은 온도이력을 확보함을 알 수 있었으나, 이도 마찬가지로 96시간을 전후로 하여 영하의 온도로 저하하는 것을 확인할 수 있었으며, 모서리 부위도 Type 1, 2 시험체와 마찬가지로 타 부위에 비해 급격하게 온도저하가 이루어져 모서리 부위의 경우, 별도의 보온양생조치를 취해야만 초기동해 피해를 방지할 수 있을 것으로 사료된다.

그림 7은 부재별 적산온도를 나타낸 것으로서 Type 1 시험체를 제외하고 모두 재령 7일 전후에서 목표 적산온도인 45° D·D를 만족하는 것으로 나타났는데, 개량형 버블시트를 초기양생 기간인 7일간 슬래브 부재 상부에 포설할 경우, -10℃의 극저온 환경에서도 조기 강도를 확보하여 초기동해 피해를 방지할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 -10℃ 한중환경하 개발되어진 개량형 버블시트(버블시트+열선+PE필름)를 슬래브 상부에 포설하여 온도이력을 검토하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

시험체 모두 재령이 증가함에 따라 낮은 외기온에 의해 평균 2~3℃로 저하하는 것으로 나타났으나, 적산온도에서 볼 때, 비교적 열용량이 작은 열선과 2중 버블시트를 사용한 Type 1 시험체를 제외한 나머지 시험체는 재령 7일에서 목표 적산온도를 확보하는 것을 확인하였다.

Acknowledgement

본 연구는 2010년 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제(2010121010004J)입니다.