

혹한온도 조건에서의 양생방법 변화에 따른 벽체 콘크리트의 온도이력 특성

Temperature History of Wall Concrete with Heat Insulating Curing Method Subjected to Severly Cold Climate

손 호 정* 한 상 윤** 정 상 현*** 안 상 구*** 한 천 구**** 한 민 철*****
 Son, Ho-Jung Han, Sang-Yoon Cheong, Sang-Hyeon Ahn, Samg-Ku Han, Cheon-Goo Han, Min-Cheol

Abstract

This study is to propose a curing method for a concrete wall structure under severe cold climate. The curing methods of using heated cable, heated panel and insulated form were applied. Results showed that the concrete cured by the heated cable resulted in the highest temperature history and the highest strength development at 28 days. Further, it is believed that the curing methods of the heated panel and insulated form are also recommendable for the resistance of the early frost damage on the concrete in practice.

키 워 드 : 한중, 양생방법, 온도이력
 Keywords : cold Weather, curing method, temperature history

1. 서 론

본 연구에서는 동절기 한중 조건에서의 원자력발전소 구조물에 적용되는 콘크리트를 대상으로 효율적인 양생방법을 제안하기 위하여 벽체를 가정한 모의 구조체를 제작하여 양생방법 변화에 따른 온도이력 특성을 분석하고자 한다.

2. 실험 계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, W/B 50 % 1수준에 대하여 양생방법 변수로 일반 노출, 단열거푸집을 이용한 단열보온, 열선 및 발열판넬을 부착하는 것으로 하여 4수준을 실험계획하였다. 이때 콘크리트의 양생온도는 극심한 온도 조건을 고려하여 -20℃로 하였고, 콘크리트의 목표 슬럼프는 150±15 mm, 목표 공기량은 4.5±1.5 %를 만족하도록 배합설계한 후 실험변수별로 동일하게 적용하였다. 실험사항으로 굳지않은 콘크리트에서 슬럼프 및 공기량을 경화 콘크리트에서는 내부온도이력 및 재령별 압축강도를 측정하는 것으로 하였다. 표 2는 배합사항을 나타낸 것이다.

본 연구의 사용 재료는 국내에서 유통되는 일반적인 제품을 사용하였고, 실험 방법은 KS 규격에 의거하여 실시하였다. 내부온도이력은 사진 2.1과 같이 시험체를 제작하여 중앙과 하부에 온도 측정용 열전대를 매립한 후 데이터로그를 이용하여 7일간 측정하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/B(%)	1	50
	목표 슬럼프(mm)	1	150±15
	목표 공기량(%)	1	4.5±1.5
	보온 양생방법	4	노출 단열거푸집 열선 발열판넬
실험사항	양생온도(℃)	1	-20
	굳지않은 콘크리트	2	슬럼프 공기량
	경화 콘크리트	3	내부온도이력 압축강도

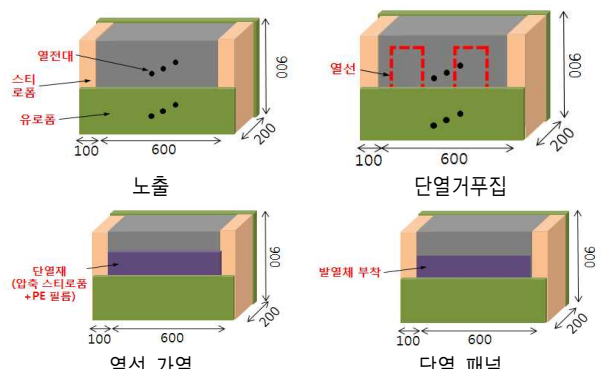


그림 1. 양생 방법 적용 및 온도측정 위치

* 청주대학교 건축공학과 박사과정, 교신저자 (sonmr50@hanmail.net)
 ** 청주대학교, 건축공학과 석사과정
 *** (주)포스코 건설 연구원
 **** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사
 ***** 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

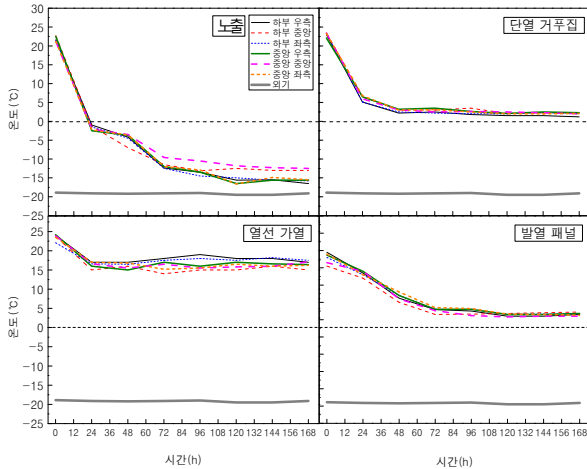


그림 2. 양생방법 별 경과시간에 따른 내부 온도 이력

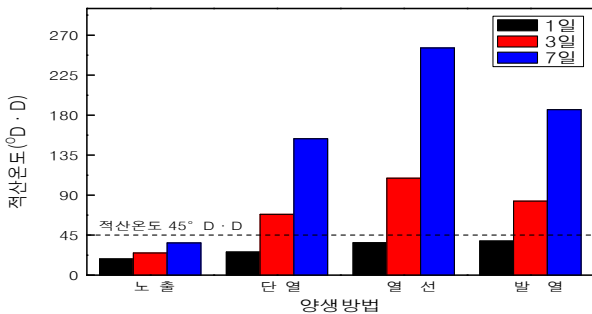


그림 3. 재령 별 양생방법 변화에 따른 적산온도

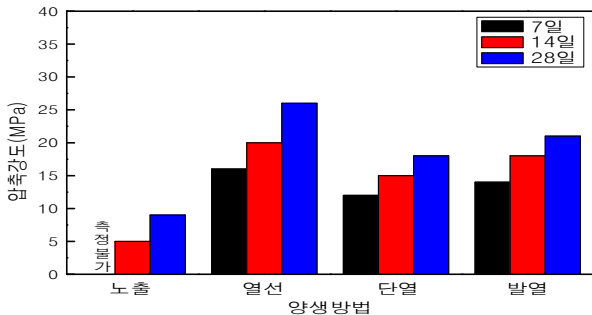


그림 4. 재령 별 양생방법 변화에 따른 압축강도

3. 실험결과 및 분석

그림 2는 양생방법 별 시간 경과에 따른 콘크리트의 내부 온도 이력을 나타낸 것이다. 먼저 양생방법을 적용하지 않은 노출 배합의 경우 타설 후 급격하게 온도가 저하하여 경과시간 24시간 전후로 영하로 저하한 후 시험 종료시까지 약 -15°C 이하의 온도 범위를 나타낸 반면, 보온 양생방법을 적용한 시험체의 경우 양생방법 적용에 의한 단열 효과에 기인하여 모두 영상의 온도 범위를 유지하는 것으로 나타났다. 즉, 양생방법 변화에 따른 타설 후 168시간의 평균온도이력은 단열거푸집의 경우가 약 1.6°C , 열선 가열의 경우 약 16.5°C 전후, 발열 패널의 경우가 약 6.6°C 의 범위를 나타내어 열선가열의 경우가 한중시 콘크리트의 양생 방법

으로 가장 효율적인 것으로 나타났다.

그림 3은 재령 별 양생방법 변화에 따른 적산온도를 나타낸 것이고, 그림 4는 재령 별 양생방법 변화에 따른 코어 공시체의 압축 강도를 나타낸 것이다. 먼저 양생방법 변화에 따른 적산온도는 내부온도이력과 마찬가지로 열선의 경우가 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 발열 패널, 단열거푸집, 노출 순이었으며, 양생을 하지 않은 노출을 제외한 모든 구조체에서 재령 2~3일 사이에 적산 온도 $45^{\circ}\text{C} \cdot \text{D}$ 이상을 발현하였다. 재령 별 코어 공시체의 압축 강도는 먼저, 노출의 경우 초기동해에 의해 재령 7일에서는 압축 강도 측정이 불가하였고, 재령 14일에서 5 MPa의 범위를 나타낸 반면, 양생방법을 적용한 구조체의 재령 7일 압축강도는 열선의 경우가 16.2 MPa, 단열거푸집의 경우가 12.7 MPa, 발열 패널의 경우가 14.1 MPa로 초기동해 방지가 가능한 5 MPa 이상의 강도를 발현하는 것으로 확인할 수 있었다. 또한, 양생 방법 변화에 따른 재령 28일 압축강도는 열선, 발열패널, 단열 거푸집 순으로 높게 나타나 동절기 한중 콘크리트 시공시 열선양생 적용이 가장 효과적인 것으로 판단되며, 현장의 시공성 및 작업의 편의성 등 현장 여건을 고려하여 발열 패널 부착 및 단열 거푸집 양생을 실시하여도 초기동해를 방지하는데 효과적일 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 양생방법 변화에 따른 원전용 콘크리트의 온도 이력 특성을 분석하였는데 결과를 요약하면 다음과 같다. 양생방법 변화에 따른 콘크리트의 내부 온도이력은 열선가열의 경우가 가장 효과적인 것으로 나타났고, 재령 28일 압축강도는 열선, 발열패널, 단열 거푸집 순으로 나타나 동절기 한중 콘크리트 시공시 열선양생 적용이 가장 효과적인 것으로 판단되며, 현장 여건을 고려하여 발열 패널 및 단열 거푸집 양생을 실시하여도 초기동해를 방지하는데 효과적일 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술 평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제(2010161010004)입니다.

참 고 문 헌

1. 한천구, 한민철, 백대현, 이중버블시트의 포설 시공조건 변화에 따른 한중 콘크리트의 단열보온 성능 분석, 한국건축시공학회 논문집, 제10권 제5호 pp.121~126, 2010.10
2. 김형래, 조호규, 김찬수, 지남용, 전기발열시트에 의한 한중 콘크리트의 양생 및 온도이력에 관한 실험 연구, 한국건축시공학회 논문집, 제3권 제2호(통권 제8호) pp.135~139, 2003.6