

저온양생하에서 거푸집 종류에 따른 콘크리트의 압축강도와 적산온도 특성 평가

Evaluation of the Compressive Strength and Maturity According to Form Types in Low Temperature

최시현* 문영범** 김재영*** 이한승****
Choi, Si-Hyun Mun, Young-Bum Kim, Jae-Young Lee, Han-Seung

Abstract

When concrete exposed to low temperatures, the free water in the concrete is freeze. If the pressure developed exceeds the tensile strength of the concrete, the cavity will dilate and rupture. It cause expansion and cracking, scaling and crumbling of the concrete. In this study, to prevent such damage, five different types of form were used. Concrete was poured into each form, cured for 7 days at temperature of -10°C . To measure the temperature history, two thermocouples were installed on each of the inside and outside. And to measure the compressive strength, collected core from each form. The maturity is formed by temperature history. The maturity and the compressive strength has a correlation.

키워드 : 저온 환경, 거푸집, 적산온도
Keywords : low temperature, form, maturity

1. 서론

외기의 온도가 낮은 겨울철이나 한대기후, 냉대기후의 지역에서는 콘크리트 시공시 동결 피해를 받지 않게 하는 것이 중요하다. 동결 피해를 입게 되면 수화반응이 지연되는데, 이는 수경성 재료인 시멘트의 큰 약점이라고 할 수 있다. 각 나라에서는 이러한 피해를 막기 위해 시방서에 저온환경에서도 소요의 품질이 얻어지도록 양생, 재료, 거푸집 등에 적절한 조치를 취하도록 규정하고 있다. 따라서 본 실험에서는 낮은 온도에서도 콘크리트 양생이 가능하도록 발열 및 단열 거푸집을 사용하였고, 거푸집 종류에 따른 초기재령의 압축강도와 보조적 자료로서 온도이력을 바탕으로 계산한 적산온도의 특성을 확인하고자 한다.

2. 실험방법

거푸집은 TEGO합판 거푸집(TE), TEGO합판+아이소핑크 거푸집(TE+ISO), TEGO합판+잔공단열재 거푸집(TE+VA), TEGO합판+발열시트 거푸집(TE+HS), TEGO합판+발열시트+아이소핑크 거푸집(TE+HS+ISO) 5종류를 실험에 사용하였다. TEGO합판 두께 12mm, 단열재 두께 10mm, 발열시트 두께 5mm를 사용하였으며 발열시트의 경우 생석회를 넣고 콘크리트의 수분과 화학반응하여 발열하도록 설계하였다. 또한 거푸집 온도이력 측정을 위한 열전대 설치를 하였는데 그림 1과 같은 위치에 열전대를 설치하였다. 거푸집에 콘크리트를 타설하고 -10°C 의 챔버안에서 7일간 양생하였다. 압축강도는 재령 3일, 재령 7일의 거푸집에서 코어를 3개씩 채취하여 측정하였다. 거푸집 온도이력 결과값을 바탕으로 Nurse-Saul 공식(1)을 사용하여 적산온도를 계산하였다.

$$M = \sum (\theta + A) \Delta t \text{ ----- (1)}$$

여기서 M 은 적산온도(성숙도), θ 는 콘크리트 평균 양생온도, A 는 기준온도, Δt 는 양생온도 측정시간을 나타낸다.

3. 실험결과

표 1은 압축강도와 온도이력을 적산온도로 계산한 결과값이다. 외기의 영향을 받는 외부보다 중심부의 적산온도가 높게 나왔으며, 단열성

* 한양대학교 건축시스템공학과 석사과정

** 성신양회 기술연구소 대리

*** 성신양회 기술연구소 과장

**** 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 공학박사, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

이 좋거나 발열시트를 부착한 거푸집의 적산온도 값이 높게 나타났다. 또한 적산온도가 높을수록 압축강도가 높게 나오는 경향을 확인할 수 있다.

표 1. 압축강도 및 적산온도

항목	측정값									
	TE		TE+ISO		TE+VA		TE+HS		TE+HS+ISO	
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C
M_3	364.9	408.9	526.1	549.2	826.1	840.7	507.1	534.6	758.7	764.9
M_7	555.4	666.8	719.0	749.8	1093.6	1145.1	782.5	812.7	1025.4	1015.5
F_{c3}	측정불가		2.8		5.4		측정불가		4.7	
F_{c7}	측정불가		5.6		8.5		2.2		9.4	

※ E:콘크리트 외부 온도 이력, C:콘크리트 중심부 온도이력, M_3 (°C·hour):재령 3일 적산온도, M_7 :재령 7일 적산온도, F_{c3} (MPa):재령 3일 압축강도, F_{c7} :재령 7일 압축강도

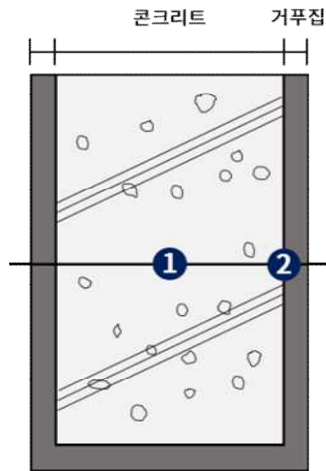


그림 1. 온도 측정 위치
(1-콘크리트 중심부, 2-콘크리트 외부)

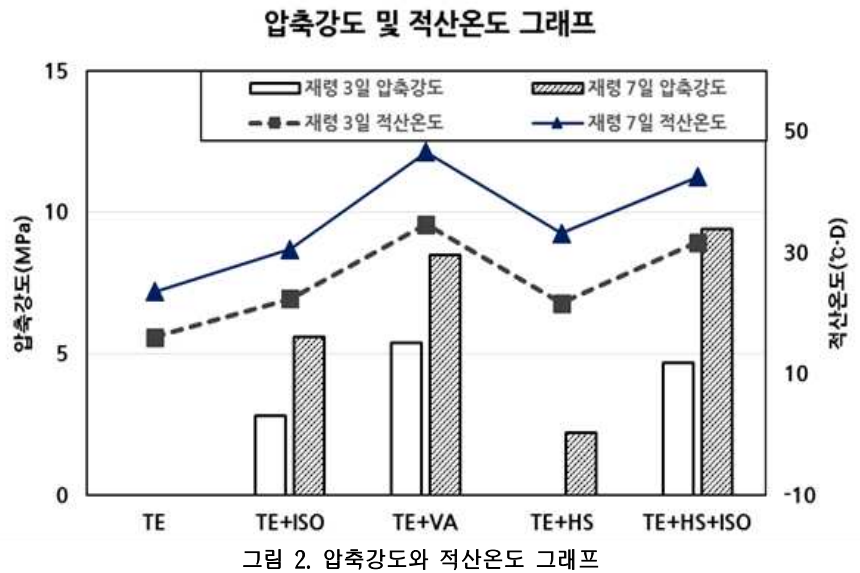


그림 2. 압축강도와 적산온도 그래프

4. 결 론

단열재의 성능이 좋을수록 발열시트가 존재할수록 저온환경에서의 거푸집 효과가 우수하였으며, 거푸집별 적산온도와 압축강도가 미미한 차이는 있지만 유사한 경향성을 보여주고 있다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진 연구사업의 연구비 지원(16CTAP-C078650-03)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 민충식 외 5인, 영하 온도 조건에서의 적산온도를 이용한 콘크리트 압축강도 발현 성능 예측에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집, pp.463~464, 2015.10