

고로슬래그 콘크리트의 구조체 보정강도(mSn) 산정을 위한 고로슬래그 혼입 구조체 콘크리트의 적산온도법 적용에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Application of the Maturity Method of Ground Granulated Blast Furnace Slag(GGBFS) Concrete to Calculate the Concrete Strength Correction Value(mSn)

김한솔¹ · 정민구¹ · 이한승^{2*}

Kim, Han-Sol¹ · Jeong, Min-Gu¹ · Lee, Han-Seung^{2*}

Abstract : Recently, as blast furnace slag concrete has become widely used, managing the strength of concrete has become important. mSn is a method of correcting the difference in strength between standard cured specimens and concrete exposed to changes in temperature. In this study, the predicted strength based on the maturity of the central and outer parts of the blast furnace slag concrete structure is compared with the actual strength measured through coring. As a result, the actual strength difference between the center and the outer part of the concrete mixed with blast furnace slag was larger than the predicted strength difference.

키워드 : 적산온도, 고로슬래그, 콘크리트

Keywords : maturity, ground granulated blast-furnace slag, concrete

1. 서론

최근 고로슬래그 등을 혼입한 다성분계 콘크리트가 널리 사용되면서 콘크리트의 초기 양생 및 강도관리의 중요성이 대두되고 있으며, 정확한 거푸집 존치기간 산정을 위해 콘크리트의 강도 발현을 예측하는 연구가 진행되어왔다. 구조체 보정강도(mSn)는 실험실에서의 표준양생 공시체와 양생온도의 변화 등에 노출된 구조체 콘크리트의 강도 차이를 보정하는 방법으로, 고로슬래그 콘크리트의 구조체 보정강도를 얻을 수 있다면 번거로운 검사 없이 손쉽게 강도 관리가 가능할 것으로 기대된다. 본 연구에서는 구조체 콘크리트를 모사한 콘크리트 실험체를 고로슬래그 혼입률별로 제작하고 각 실험체의 중심부와 외곽부의 적산온도에 기반한 예측강도와 코어링을 통한 실측강도를 비교하였다.

2. 실험

호칭강도 35MPa의 600mm×600mm×6800mm(h) Mock-Up 콘크리트 시험체를 고로슬래그 혼입률별로 제작하였으며, 실험 조건은 표 1과 같다. 그림 1과 같이 중심부와 외곽부에 각각 3개씩 온도센서를 삽입하여 온도를 측정하고 적산온도를 산정하였으며, 중심부와 외곽부를 절취하여 실측한 강도를 적산온도에 기반한 Chrino의 쌍곡선 모델(식 1)을 이용한 예측강도와 비교하였다.

$$S = \frac{S_u \cdot k_T(t_e - t_0)}{1 + k_T(t_e - t_0)}$$

식 1. Chrino 압축강도 예측식

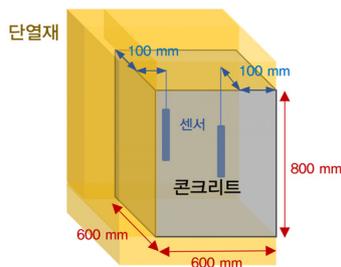


그림 1. 콘크리트 시험체 모식도

표 1. 실험 개요

Category	Experimental Level	Unit
W/B	45	%
Normal Strength	35	MPa
Temperature	10 ~ 30	℃
GGBFS	0, 20, 40, 60	replacement ratio (% of B)

1) 한양대학교, 스마트시티공학과 박사과정

2) 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 교신저자(erclechs@hanyang.ac.kr)

3. 실험 결과

그림 2는 30일간 구조체 콘크리트의 중심부(C)와 외곽부(B)에서의 내부 온도와 적산온도를 나타낸 것이며 타설 직후부터 양생 7일 까지 중심부에서의 높은 수화열로 인하여 부위에 따른 적산온도의 차이가 발생하였다. 표 2는 적산온도에 기반한 예측강도와 코어링 시료채취 후 실측한 강도를 비교한 것이다. 적산온도에 의한 예측강도는 외곽부가 중심부에 비하여 0.5MPa~0.8MPa 낮게 발현될 것으로 계산되었으나 실측을 통해 비교한 결과 2.5MPa~8.4MPa 더 낮게 발현되었으며 고로슬래그를 혼입한 콘크리트가 차이가 비교적 더 크게 발생하였다.

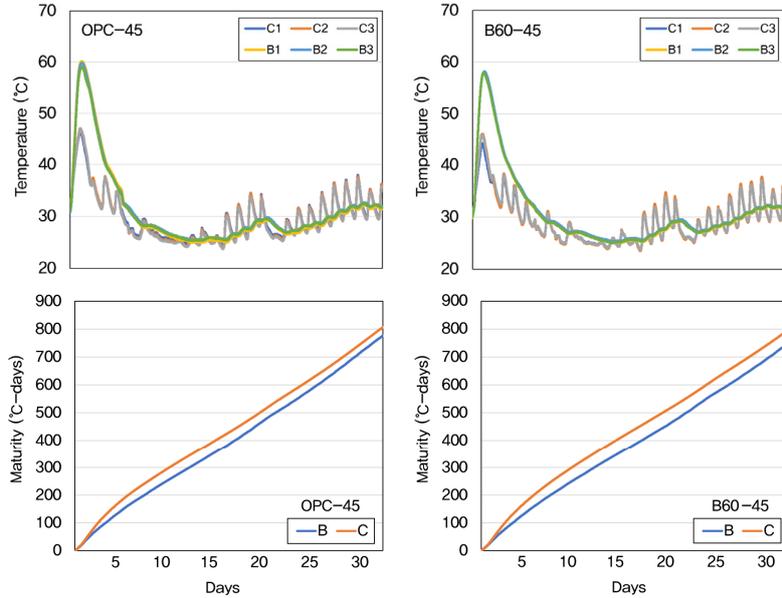


그림 2. 구조체 콘크리트의 배합별 내부 온도 및 적산온도

표 2. 재령별 외부양생 콘크리트의 실측강도와 강도예측식에서 계산된 예측강도

배합	OPC 100%			OPC 80%, GBFS 20%			OPC 60%, GBFS 40%			OPC 40%, GBFS 60%		
	중앙부 (C)	외곽부 (B)	C-B	중앙부 (C)	외곽부 (B)	C-B	중앙부 (C)	외곽부 (B)	C-B	중앙부 (C)	외곽부 (B)	C-B
적산온도에 기반한 예측강도 (MPa)	36.5	35.9	0.6	35.6	35.0	0.6	43.5	42.7	0.8	33.2	32.7	0.5
코어링을 통한 실측강도 (MPa)	35.0	33.5	1.5	37.8	29.4	8.4	42.1	36.7	5.4	29.7	23.3	6.4

4. 결론

본 연구에서는 구조체 콘크리트에서의 적산온도법을 적용하기 위해 Mock-Up 시험체 제작 후 코어링을 통한 부위별 강도를 적산 온도에 기반한 예측강도와 비교하였다. 실험 결과 고로슬래그를 혼입한 콘크리트에서 중심부와 외곽부간 적산온도 차이에 의한 예측 강도 차보다 실측강도 차이가 더 크게 발생하였다. 이는 중심부가 비교적 높은 초기 양생온도로 인하여 촉진된 잠재수경성 반응을 적산온도가 충분히 반영하지 못한 것이 원인으로 보이며 이에 대한 보완이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2022년 과학기술정보통신부 한국연구재단(과제번호: NRF-2022R1A2C1093253)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Min-Cheol Han, Byung-Cheol Shin. Estimation of Compressive Strength of Concrete Using Blast Furnace Slag Subjected to High Temperature Environment. Journal of the Environmental Sciences. 2007. Vol.16, No.3. p.347-355.