

한랭환경에서 타설되는 고로슬래그 시멘트 콘크리트의 설계기준강도 확보 기법

Designed Compressive Strength Assurance Method of Management Period for Winter Concrete Using Blast Furnace Slag

이 영 준* **이 혁 주**** **한 준 희**** **현 승 용**** **서 항 구***** **한 민 철******
 Lee, Young-Jun Lee, Hyuk-Ju Han, Jun-Hui Hyun, Seung-Yong Seo, Hang-Goo Han, Min-Cheol

Abstract

The research is to suggest the compensating strength values depending on various managing periods of concrete based on the strength development model calculated with equivalent age method for 20% of blast furnace slag replaced concrete. As a result, for 28 days of managing period, 9, 6, and 3MPa of compensating strength values were suggested when the temperatures were from 4 to 6° C, from 6 to 12° C, from 12 to 17° C, respectively. Additionally, for 42 days of managing period, 6 and 3MPa of compensating strength value was suggested when the temperature was from 4 to 7° C, from 7 to 12° C, and for 56 days of managing period, 3MPa of compensating strength value was suggested when the temperature was from 4 to 9° C. Furthermore, for 28, 42, 56, and 91 days of managing periods, any compensating strength values were needed when the temperature were higher than 17, 12, 9, and 4° C, respectively.

키 워 드 : 설계기준강도, 관리재령, 강도보정, 고로슬래그

Keywords : specified design strength, curing age, strength correction, blast furnace slag

1. 서 론

최근 건설공사는 대형화·고층화가 이루어짐에 따라 공기준수를 위해 겨울철 작업 불응일에도 한중콘크리트가 필수적으로 시행되고 있다.

이러한 한중콘크리트를 타설할 경우 구조체의 강도는 기온이 저하함에 따라 저하하는 경향을 보이는데, 외국의 사례를 보면 기온저하에 따른 강도저하를 보정하기 위하여 기온보정강도를 규정하거나 배합과정에서 기온을 강도에 포함시켜 고려하고 있다.¹⁾

그러나 우리나라의 경우 종전의 건축공사표준시방서에서는 기온보정강도를 고려하였지만, 현재 국토교통부 건설기준 통합코드제정 과정에서 기온보정강도 개념이 삭제되어 구조체 콘크리트의 기온저하에 따른 강도저하에 대처할 수 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 등가재령 방법을 이용하여 해석된 모델식을 활용, 관리재령별 기온 저하에 따른 강도차이를 검토한 후 고로슬래그 치환 콘크리트의 기온보정강도를 건설기준 통합코드에 제안하고자 한다.

표 1. 실험계획

| 실험요인 | | 실험수준 | |
|------|------------|------|---|
| 배합사항 | W/C (%) | 1 | · 50 |
| | 결합재 구성(%) | | · BS 20 |
| | 양생온도 (°C) | 3 | · 0 · 5 · 20 |
| 실험사항 | 굳지 않은 콘크리트 | 3 | · 슬럼프 · 공기량 · 양생온도별 응결시간 |
| | 경화 콘크리트 | 2 | · 양생온도별 압축강도 (응결시간 X 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64배 재령) |

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(lyj8931@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 석사과정

*** 청주대학교 건축공학과 박사과정

**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저 W/C는 50%, 결합재 구성은 BS 20%를 사용하고, 양생온도는 0, 5, 20°C로 하였다. 실험사항으로 굳지 않은 콘크리트에서 양생온도별 응결시간과 경화콘크리트에서 양생온도별 압축강도를 종결시간의 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64배 재령으로 측정하여 강도증진을 위한 해석모델을 작성하였다. 이때, 해석모델은 등가재령 방법으로 강도증진을 모델화 하였으며, 온도범위 4~17°C에서 평균양생 온도가 저하함에 따라 감소되는 압축강도를 3 MPa 단위로 강도보정을 제안하였고, 관리재령 28, 42, 56, 91일까지 평균양생온도 저하에 따른 표준양생(20±3°C) 조건과의 차이를 보정하도록 하였다.

3. 결과 및 분석

그림 1은 BS 20% 콘크리트의 관리재령별 평균양생온도에 따른 기온보정값을 나타낸 그래프이다. 이때, 관리재령을 연장함에 따라 기온보정의 범위가 줄어드는 것을 확인 할 수 있었다. 관리재령 28일의 경우는 4°C 이상 17°C 미만의 온도범위에서 3, 6, 9 MPa의 강도보정이 요구되었고, 관리재령 42일에서는 4°C 이상 12°C 미만의 온도에서 3, 6 MPa의 강도보정이 요구되며, 관리재령 56일의 경우는 4°C 이상 9°C 미만의 온도에서 3 MPa의 강도보정이 요구 되었다. 하지만 관리재령 91일의 경우에서 온도범위의 하한값의 4°C 이상에서 강도보정을 실시하지 않고도 표준양생조건에서 실시한 관리재령 28일 압축강도 이상의 강도를 나타내어 강도보정이 필요 없었다. 그 원인은 관리재령 증가에 따라 등가재령 역시 증가하였고, 강도증진 모델에 의해 해석된 결과값에서 표준양생(20±3°C)에서 관리재령 28일의 표준조건보다 압축강도가 그 이상으로 증가함에 따른 것으로 분석되었고, 이를 토대로 표 2와 같이 관리재령 단계별 연장에 따른 기온보정강도 값을 제안하였다.

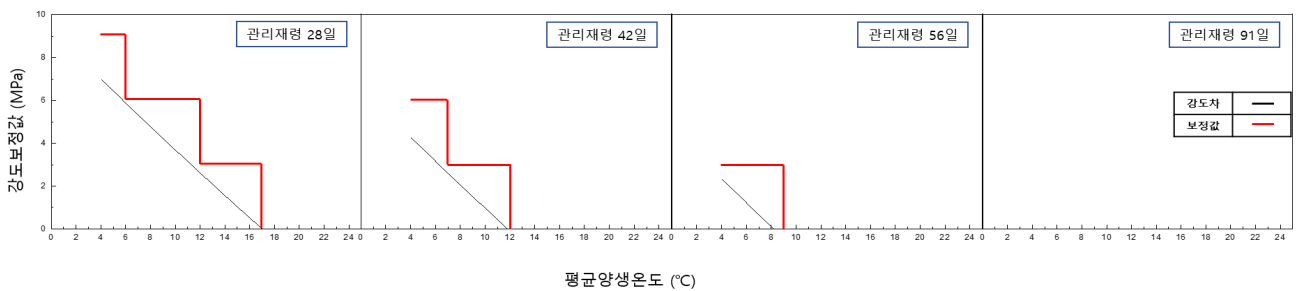


그림 1. BS 20% 콘크리트의 관리재령별 평균양생온도에 따른 기온보정값

표 2. BS 20% 콘크리트의 N일 관리재령에 따른 기온보정값 T_n

| 관리재령(일) | 콘크리트 타설부터 관리재령 n일 까지 기간의 예상평균기온의 범위 (°C) | | | |
|---------------------------------|--|----------------------|-----------------------|-------|
| | $4 \leq \theta < 6$ | $6 \leq \theta < 12$ | $12 \leq \theta < 17$ | 17 이상 |
| 28 | | | | 17 이상 |
| 42 | - | $4 \leq \theta < 7$ | $7 \leq \theta < 12$ | 12 이상 |
| 56 | - | - | $4 \leq \theta < 9$ | 9 이상 |
| 91 | - | - | - | 4 이상 |
| 콘크리트 강도의 기온에 대한 보정값 T_n (MPa) | 9 | 6 | 3 | 0 |

4. 결 론

본 연구에서는 한랭환경하 타설되는 BS 20% 치환 콘크리트의 기온저하에 따른 강도저하를 보정하기 위하여 등가재령 방법으로 해석된 모델을 관리재령 28, 42, 56, 91일에서 양생온도 저하에 따른 표준양생 조건과의 차이를 보정하기 위하여 기온보정강도 T_n 을 제안하였는데, 그 결과를 표 2에 제시하였다.

Acknowledgement

본 논문은 2018년도 한국연구재단의 기초연구사업(과제번호 : NRF-2017R1D1A1B03030302)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 한민철, 기상자료를 이용한 콘크리트의 단계별 기온보정강도 적용기간 산정, 한국건축시공학회 논문집, 제8권 제2호(통권 제28호), 2008, 4