

고온가열을 받는 초고강도 콘크리트의 압축강도저하 모델 제안

Compressive strength degradation model of Ultra high strength under high temperature

최 경 철* 김 규 용*** 윤 민 호* 이 영 욱** 이 보 경* 김 홍 섭*

Choe, Gyeong-Choel Kim, Gyu-Yong Yoon, Min-Ho Lee, Young-Wook Lee, Bo-Kyeong Kim, Hong-Seop

Abstract

Study on high temperature properties of concrete and internal force estimation of structural member subjected to high temperature mainly applied high temperature strength model based on experimental results with concrete under 40MPa. However, it is reported that degradation of internal force at high temperature and spalling of ultra high strength concrete are higher than that of normal strength concrete. Therefore, this study attempts to propose compressive strength degradation model which is suitable to ultra high strength concrete comparing to existing model by evaluating high temperature properties of ultra high strength concrete.

키 워 드 : 초고강도콘크리트, 고온가열, 강도저하

Keywords : Ultra high strength concrete, High temperature heating, Strength degradation

1. 서 론

콘크리트 고온특성이나 고온을 받는 건축구조부재의 내력산정에 관한 연구는 압축강도 40MPa 이하의 일반강도콘크리트를 대상으로 한 연구 결과를 바탕으로 제안된 고온강도모델을 적용한 경우가 많다. 그러나 최근 사용량이 증가하고 있는 초고강도콘크리트의 경우 일반강도콘크리트에 비해 폭렬의 발생이나 고온에서의 내력저하가 크게 발생하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 초고강도 콘크리트를 대상으로 고온가열에 따른 콘크리트의 고온특성을 평가하고 기존에 제시되고 있는 모델과 비교하여 초고강도 콘크리트에 적합한 압축강도 저하모델을 제안하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획 및 콘크리트 배합을 표 1에 나타냈다. 초고강도 콘크리트의 W/B는 20.0, 14.5, 12.5%로 설정하였다.

가열방법은 가열시작 직후와 종료 전 30분간은 0.77°C/min으로 가열하고, 이 외의 구간은 1°C/min으로 가열하였다. 고온가열에 따른 콘크리트의 잔존압축강도를 평가하기 위해 상온, 100, 200, 300, 500, 700°C 의 목표온도로 가열한 후 압축강도시험을 실시했다. 잔존압축강도비는 상온압축강도에 대한 고온압축강도의 비율로 계산하여, 기존에 제시되고 있는 Eurocode¹⁾, NIST²⁾의 연구결과와 비교평가 하였다.

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

| W/B (%) | fck (MPa) | 가열방법 | 재 하조건 (X·fcu) | Slump-flow (mm) | 가열 온도 (°C) | Air (%) | S/a (%) | 단위질량 (kg/m3) | | | | | | | 평가항목 |
|---------|-----------|-----------|---------------|-----------------|---------------------------------------|---------|---------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| | | | | | | | | W | C | BFS | FA | SF | S | G | |
| 20.0 | 100 | · 1°C/min | 0 0.25 | 750±100 | 20 100 200 300 500 700 | 2±1 | 43.0 | 150 | 525 | 0 | 150 | 75 | 644 | 870 | · 압축강도 |
| 14.5 | 150 | | | | | | 35.0 | 150 | 652 | 207 | 0 | 124 | 448 | 848 | |
| 12.5 | 200 | | | | | | 35.0 | 150 | 660 | 240 | 0 | 240 | 389 | 736 | |

* 충남대학교 건축공학과 박사과정

** 충남대학교 건축공학과 석사과정

*** 충남대학교 건축공학과 부교수, 공학박사(gyuyongkim@cnu.ac.kr)

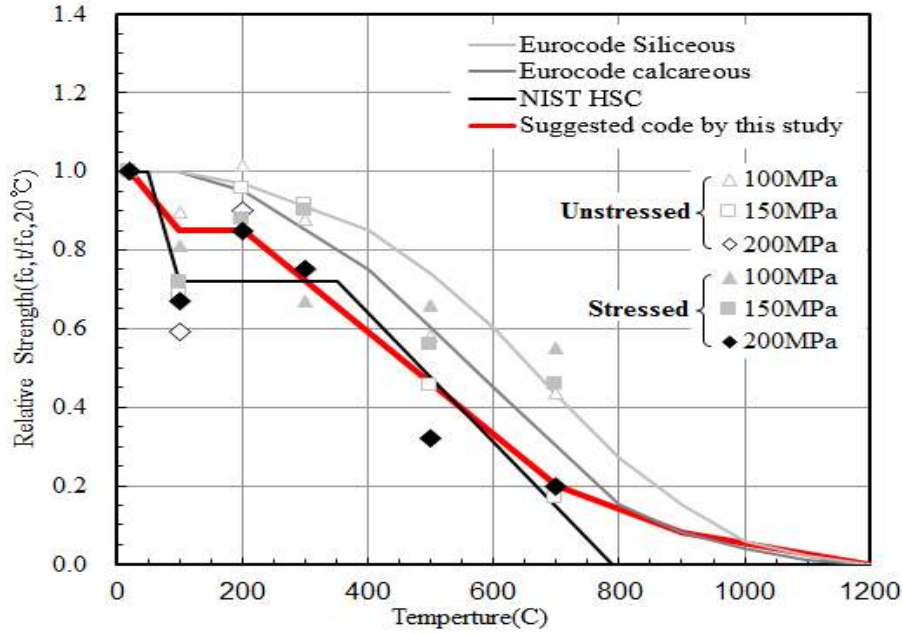


그림 1. 고온가열에 따른 초고강도콘크리트의 잔존압축강도비

초고강도 콘크리트의 잔존압축강도비($k(\theta)$, f_t/f_{20})

$$\theta \leq 20 \quad k(\theta) = 1$$

$$20 < \theta \leq 100 \quad k(\theta) = 1.0375 - 0.0019t$$

$$100 < \theta \leq 200 \quad k(\theta) = 0.85$$

$$200 < \theta \leq 700 \quad k(\theta) = 1.1 - 0.0013t$$

$$700 < \theta \leq 900 \quad k(\theta) = 0.62 - 0.0006t$$

$$900 < \theta \leq 1200 \quad k(\theta) = 0.32 - 0.0003t$$

$$\theta > 1200 \quad k(\theta) = 0$$

3. 결 론

고강도콘크리트는 일반강도콘크리트보다 고온가열시의 강도저하가 크게 발생하는 것과 같이 본 연구에서 사용한 W/B 12.5%의 초고강도콘크리트도 급격한 강도저하현상을 확인할 수 있었으며, 특히 비재하시험의 경우는 가열온도 280°C에서 폭렬에 의해 파괴되는 현상이 발생하여 가열온도 300°C 이상의 온도에서는 고온압축강도를 평가할 수 없었다.

또한, 기존의 연구결과와 비교하여 고온가열에 의한 초고강도콘크리트의 고온강도는 Eurocode2 와 비교해 낮은 경향을 나타내며 NIST의 실험 결과에 가까운 경향으로 나타났다. 본 연구의 결과와 기존의 제안식을 고려하여 초고강도 콘크리트의 고온강도 강도 예측식을 제시하였으며, 향후 초고강도콘크리트를 사용한 건축구조부재의 잔존내력 평가를 위한 기초적 자료로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업(2012H1B8A2025606)으로 수행된 연구결과임. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Comité Européen de Normalisation, 'ENV 1992-1-2: Eurocode 2: Design of Concrete Structures, Part 1 -2: Structural Fire Design', CEN/TC 250/SC 2, 1993
2. Phan, L.T.; Carino, N.J., Mechanical Properties of High Strength Concrete at Elevated Temperatures, NISTIR 6726, Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, 2001,3