

설계하중 및 고온을 받은 초고강도 콘크리트의 잔존압축강도 및 변형 특성 평가

Evaluation on Residual Compressive Strength and Strain Properties of Ultra High Strength Concrete with Design Load and Elevated Temperature

윤민호* 김규용** 남정수*** 윤종일* 배창오* 최경철*
Yoon, Min-Ho Kim, Gyu-Yong Nam, Jeong-Soo Yun, Jong-Il Bae, Chang-O Choe, Gyeong-Cheol

Abstract

In this study, the ultra high strength concrete which have 100, 150, 200MPa took the heat from 20°C to 70 0°C and the 0, 20% stress in normal condition's to evaluate stress-strain, residual compressive strength and thermal expansion deformation were evaluated. The heating speed of specimen was 0.77°C/min 20~50°C, 50°C before the target temperature, and the other interval's heating speed was 1°C/min. As a result, the stress-strain curve of non-load specimen showed the liner behavior at high temperature when the specimen's strength increased more. If ultra high strength concrete got loads, its compressive strength tended to decrease different from the normal strength concrete. The thermal expansion deformation was expanded from a vitrification of quartz over 500°C, however, over the 600°C, it was shrinked because of the dehydration of the combined water.

키 워 드 : 초고강도 콘크리트, 폭렬, 잔존압축강도, 과도변형

Keywords : Ultra High Strength Concrete, Spalling, Residual Compressive Strength, Transient Creep

1. 서 론

콘크리트는 내화재료로 생각되지만 고온에 의해 폭렬과 같은 현상이 발생할 수 있으며, 초고강도의 경우 밀실한 내부구조로 인해 폭렬에 더욱 취약하다. 따라서 고온에 노출된 초고강도 콘크리트의 역학적특성 평가가 필요하다.

또한 콘크리트는 압축력을 받는 부재로 설계되지만 기존의 연구들은 이러한 하중조건을 고려하고 있지 않아 본 연구에서는 하중조건을 고려하여 고온에서 초고강도 콘크리트의 잔존강도 및 변형 특성을 평가하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

실험에 사용된 재료와 콘크리트 배합은 표 1에 나타난 것과 같 으며, 본 연구에서는 100, 150, 200MPa의 초고강도 콘크리트를 대상으로 비재하 및 압축강도의 25%를 재하하고 100, 200, 300 500, 700°C까지 가열을 실시하여 응력-변형, 잔존압축강도, 열

팽창변형을 평가하였다.

2.2 초고강도 콘크리트의 역학적 특성 시험방법

시험체의 가열은 기존연구를 참고하여 균일한 온도로 가열하기 위해 상온~50°C 및 목표온도 전의 50°C 구간은 0.77°C/min으로 가열하였으며, 이외의 구간은 1°C/min으로 가열하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 응력-변형 관계

그림 1은 응력-변형 곡선을 나타낸 것이다. 재하 0.0f_{cu}에서는 기존 연구와 유사하게 압축강도가 100°C에서 감소, 300°C에서 증가, 500°C이후에 감소하는 경향을 보였다. 0.25f_{cu}의 경우에는 재하에 의한 열팽창변형의 역제가 가능하여 취성적으로 파괴되는 경향을 나타냈다.

3.2 잔존압축강도

그림 2는 고온 및 재하를 받은 초고강도 콘크리트의 잔존압축 강도를 나타낸 것이다. 비재하시 모든 수준의 100°C에서 압축강도가 저감하였다. 또한 200°C에서 압축강도가 상승하며 200MPa 시험체는 상온압축강도 대비 약 90%, 150MPa은 95%, 100MPa

* 충남대학교 건축공학과 석사과정
** 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사
*** 충남대학교 건축공학과 박사과정

표 1. 실험계획 및 초고강도 콘크리트 배합

NO.	W/B (%)	Slump Flow (mm)	S/a (%)	Air (%)	재하 조건 ($\times f_{cu}$)	목표 온도 (°C)	Unit Weighty (kg/m ³)								평가항목
							W	C	BFS	SF	FA	Gy	S	G	
100	20	750 ± 100	43	2±1	0.0 0.25	20, 100	150	525	0	75	150	0	644	870	<ul style="list-style-type: none"> ■ 응력-변형 ■ 잔존압축강도(MPa) ■ 열팽창변형
150	14.5		200, 300			652		207	124	0	52	448	848		
200	12.5		500, 700			660		240	240	0	60	389	736		

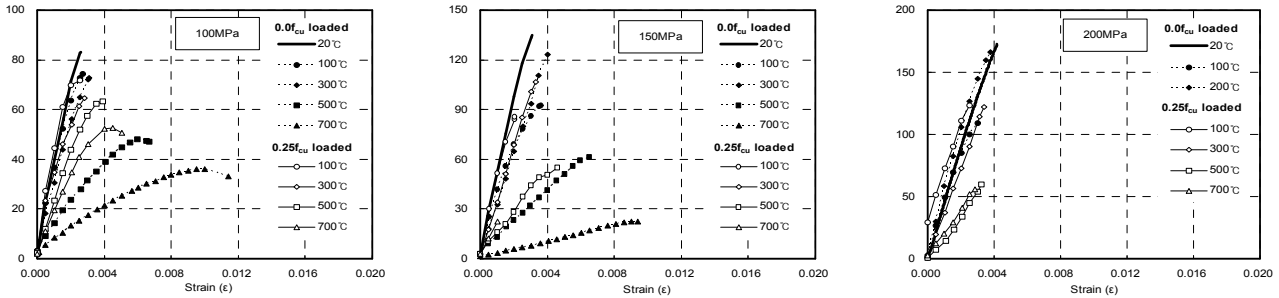


그림 1. 초고강도 콘크리트의 응력-변형 곡선

은 102%의 압축강도를 나타내어 상온압축강도가 낮을수록 높은 잔존강도 상승률을 보였다.

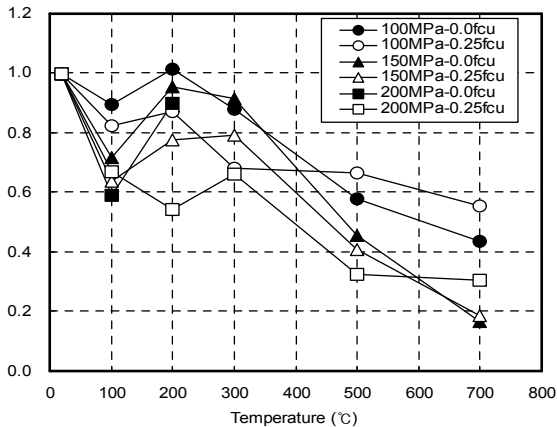


그림 2. 초고강도 콘크리트의 잔존압축강도

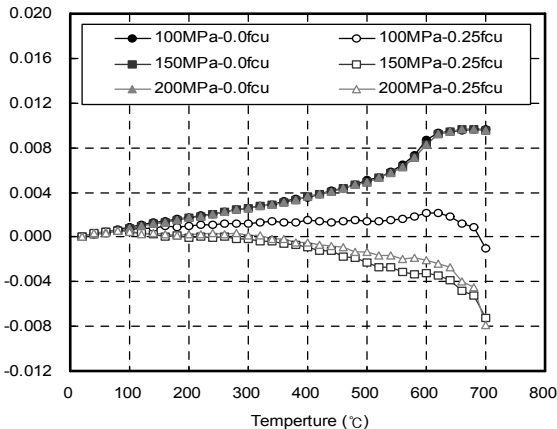


그림 3. 초고강도 콘크리트의 열팽창변형

3.3 열팽창변형

비재하 시험의 경우 강도에 따라서 차이 없이 유사하게 변화하는 것으로 나타났다. 500°C 이상에서 석영의 유리화에 따라 열팽창변형이 증대되고 600°C 이후에서 결합수의 탈수작용에 의하여 수축이 발생한다는 기존보고와 일치하였다.

4. 결론

- 1) 초고강도 콘크리트의 응력-변형의 관계는 비재하시에는 기존경향과 유사하게 100°C에서 감소, 300°C에서 증가하는데 이는 재하에 의해 골재계면의 균열을 억제할 수 있기 때문으로 판단된다.
- 2) 초고강도 콘크리트는 일반강도와 달리 하중을 받을 경우 압축강도가 저하하였다. 또한 200MPa의 경우 300°C 이상에서 잔존압축강도가 60%로 급격하게 내력이 저하하였다.
- 3) 열팽창변형은 비재하시 500°C 이상에서 석영의 유리화에 의해 증가하는 경향을 보이고 600°C 이후에서는 결합수가 탈수되면서 수축하는 현상을 보였다.

감사의 글

이 논문은 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구(NRF-No. 2010-0014723)에 의해 수행되었으며 연구자의 일부는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았음.

참고 문헌

1. Schneider U, Behaviour of concrete at high temperatures, Deutscher Ausschus fur Stahlbeton, Heft 337, 1982