

가열 및 재하를 받은 콘크리트의 응력-변형 특성

Stress-Strain Properties of Concrete with Heating and Loading

김 규 용* 미야우치 히로유키** 김 영 선*** 이 태 규*** 민충식**** 박규연*****
Kim, Gyu Yong Hiroyuki Miyauchi Kim, Young Sun Lee, Tae Gyu Min Choong Sic Park Gyu Yeon

ABSTRACT

In this study, it aimed to analyze relation of stress and strain strain for concrete with various under-loading level at elevated temperature.

요 약

본 연구는 하중이 재하된 상태에서 온도의 상승에 따른 콘크리트의 응력-변형의 관계를 분석하는데 목적이 있다.

1. 서 론

콘크리트의 고온특성 평가는 주로 비재하시험방법에 의하여 평가가 되고 있지만 최근에는 사전재하에 의한 방법이 가열을 받을시 열팽창변형에 영향을 주는 요소로써 작용될 수 있다는 점이 고려되고 있다. 따라서 본연구에서는 사전재하 요인에 따른 콘크리트의 응력-변형의 관계를 분석하는데 목적이 있다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구에서는 표 1에 나타낸 바와 같이 콘크리트의 목표강도를 27, 40, 60 MPa로 결정한 후, 목표강도의 0%, 20%, 40%의 재하조건을 상정하여 목표온도에 따른 고온에서의 압축강도, 탄성계수 및 응력-변형, 최대응력에서의 변형을 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 2는 고온시 재하수준에 따른 응력-변형곡선의 결과(60MPa)를 나타낸 것으로 압축강도에 관계없이 사전재하 수준이 증가할수록 응력변형곡선의 기울기가 상온시의 응력-변형곡선과 유사한 것으로 나타났다. 500℃이상의 온도영역에서는 내력저하가 완만하며 압축과괴시 최대응력에서의 변형은 상온에 비하여 약 3배 이상의 값을 나타내고 있다. 또한 500℃ 이전에서는 압축강도의 저하율이

* 정회원, 충남대학교, 건축공학과, 공학박사, 부교수
** 정회원, 충남대학교, 건축공학과, 공학박사, 조교수
*** 정회원, 충남대학교, 건설·재료시공학연구소, 공학박사
**** 정회원, 충남대학교, 건설·재료시공학연구소, 박사과정
***** 정회원, 충남대학교, 건설·재료시공학연구소, 석사과정
***** 정회원, (주)포스코건설, 건축사업본부, 차장

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

시험체 기호	W/C (%)	하중 조건 (fc%)	Slump-flow (mm)	Air (%)	S/a (%)	단위 수량 (kg/m ³)	단위 중량 (kg/m ³)				측정항목
							C	S	G	F	
27M-□ ¹⁾	55	0	180±20	4±2	45	175	318	781	996	0	· 압축강도 · 탄성계수 · 응력-변형 · 최대응력변형
40M-□	42	20	450±50			170	405	756	964	0	
60M-□	35	40				165	471	760	969	0	

1) 27M-0 : 설계기준강도 27MPa-재하수준 □%

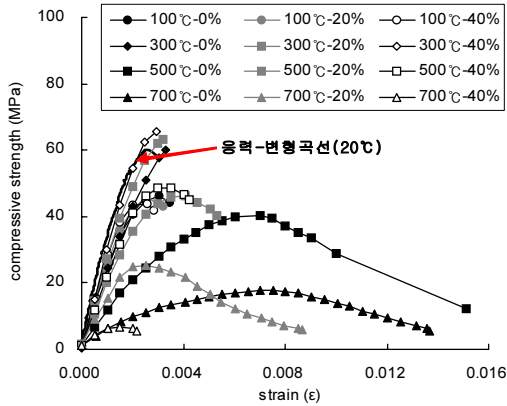


그림 1. 재하수준에 따른 응력-변형 곡선 (60MPa)

표 2. 재하수준에 따른 가열시험후 열적특성

No.	측정 온도 (°C)	Compressive strength (Fc'/Fck)			Elastic modulus (E'/Ec)			Strain at peak stress (%)		
		0%	20%	40%	0%	20%	40%	0%	20%	40%
		27M	100	0.55	0.72	0.75	0.95	0.81	0.81	0.45
	30	1.05	1.14	1.10	0.59	0.84	0.76	0.63	0.64	0.67
	500	0.84	0.83	0.89	0.38	0.52	0.70	1.02	1.15	1.33
	700	0.33	0.53	0.54	0.15	0.42	0.44	1.21	1.17	1.44
40M	100	0.72	0.76	0.76	0.63	0.85	0.70	0.54	0.42	0.54
	300	1.13	1.03	1.10	0.64	0.58	0.83	0.51	0.59	0.64
	500	0.74	0.76	0.82	0.37	0.50	0.47	0.72	0.72	0.76
	700	0.31	0.41	0.14	0.13	0.20	0.19	0.45	0.66	0.46
60M	100	0.80	0.79	0.77	0.68	0.80	0.93	0.36	0.43	0.46
	300	1.03	1.09	1.13	0.58	0.84	0.80	0.54	0.55	0.59
	500	0.70	0.80	0.84	0.30	0.57	0.68	0.50	0.61	0.62
	700	0.31	0.44	0.11	0.13	0.42	0.21	0.40	0.23	0.25

비재하시험체에 비하여 10~20%정도 상회하는 것으로 나타났으며 그경향은 강도가 높아질수록 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 700°C에서는 급격히 내력이 저하하여 재하수준 40%에서는 압축강도를 측정하기전에 파괴가 발생하였다. 이는 사전재하에 따른 내력저하의 역제는 콘크리트의 상태가 급격히 나타나는 500°C 이전까지 유효한 것으로 판단되며 40%이상의 재하는 화재규모 및 구조중요도에 따라 고려되어야 할 것으로 사료된다.

4. 결론

고온과 사전재하를 받은 콘크리트의 응력-변형은 500°C를 전후로 하여 재하수준에 따라 상이한 관계를 나타내고 있으며 20~40%의 사전재하는 콘크리트의 변형억제 효과가 큰 경향을 나타내었다.

또한 700°C에서의 파괴현상은 콘크리트의 내력이 재하하중에 비하여 하회된 결과로써 이에 대한 체계적인 고려가 필요하다.

감사의 글

이 논문은 (주)포스코건설 R&D기술연구소의 연구비 지원에 의해 수행과 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았음. 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 김영선, 이태규, 이대희, 이승훈, 김규용, 김무한, 콘크리트의 고온특성 평가를 위한 열전달가열 시험방법에 관한 기초적연구, 한국콘크리트학회 봄학술발표회논문집, Vol.20 No.1, 2008, pp. 761~764