

가열 및 하중조건에 따른 초고강도콘크리트의 과도변형

Transient Creep Strain of Ultra High Strength Concrete with Heating and Loading

최 경 철* 김 규 용**** 윤 민 호* 이 영 욱** 황 의 철** 유 재 철***

Choe, Gyeong-Choel Kim, Gyu-Yong Yoon, Min-Ho Lee, Young-Wook Hwang, Ui-Chul Yoo, Jae-Chul

Abstract

In this study, stress-strain, thermal expansion strain, total strain and high temperature creep strain of ultra-high-strength concrete with compressive strengths of 80, 130, and 180MPa were experimentally evaluated considering elevated temperature and loading condition. Also, transient creep strain has been calculated by using the results of experiment. Experimental coefficient K was proposed with application of non-steady state creep model. It is considered that the experimental results of this study could be baseline data for deformation behavior analysis of ultra-high-strength concrete.

키 워 드 : 초고강도 콘크리트, 고온가열, 하중조건, 과도변형

Keywords : Ultra high strength concrete, High temperature heating, Loading condition, Transient creep strain.

1. 서 론

Anderberg는 고온 및 하중을 받는 콘크리트의 변형특성을 식 1과 같이 4가지 인자의 합으로 설명하는 4인자 변형설을 제안하였다. 여기서, ϵ_{tr} 은 과도변형(Transient creep strain)으로 온도와 하중이 동시에 작용하는 비정상상태의 크리프를 의미하며 정상상태 크리프와 구별되는 변형 인자로서 실험적 평가가 불가능한 요인이다. 따라서, Anderberg는 식(1)로부터 ϵ_{tr} 을 계산하여 식(2)와 같은 모델을 제시하였다. 식(2)의 실험상수 k는 일반강도 콘크리트의 실험결과를 바탕으로 제안된 것으로 본 연구에서는 80MPa 이상의 초고강도 콘크리트 대상으로 각각의 변형인자를 실험적으로 평가하여 초고강도 콘크리트의 과도변형 모델에 적합한 실험상수 k를 제안하였다.^{1),2)}

$$\epsilon_{tot} = \epsilon_{th} + \epsilon_{\sigma} + \epsilon_{cr} + \epsilon_{tr} \text{ ----- 식(1)}$$

여기서, ϵ_{tot} : 전체변형, ϵ_{th} : 열팽창변형, ϵ_{σ} : 응력변형, ϵ_{cr} : 크리프변형, ϵ_{tr} : 과도변형

$$\epsilon_{tr} = -k \cdot \frac{\sigma}{\sigma_{u,20}} \cdot \epsilon_{th} \text{ ----- 식(2)}$$

여기서, k : 실험상수, σ : 응력(N/mm²), $\sigma_{u,20}$: 압축강도(N/mm²)

2. 실험계획 및 방법

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

W/B (%)	fck (MPa)	가열 방법	재 하 조건 (X·fcu)	Slump-flow (mm)	가열 온도 (°C)	Air (%)	S/a (%)	단위질량 (kg/m ³)							평가항목
								W	C	BFS	FA	SF	S	G	
20.0	80	· 1°C/min	0	750±100	20	2±1	43.0	150	525	0	150	75	644	870	· 응력 변형 · 열팽창 변형 · 전체 변형 · 크리프 변형(5시간)
14.5	130		0.25		200		35.0	150	652	207	0	124	448	848	
12.5	180		0.40		300		35.0	150	660	240	0	240	389	736	
					500										
					700										

* 충남대학교 건축공학과 박사과정

** 충남대학교 건축공학과 석사과정

*** 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사

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

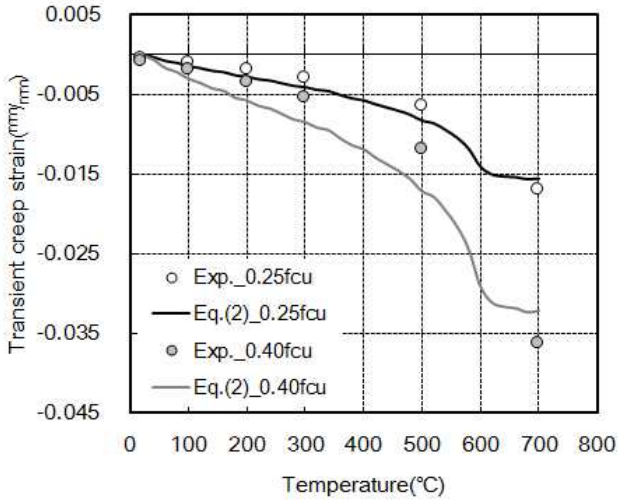


그림 1. Transient creep strain of 80MPa concrete

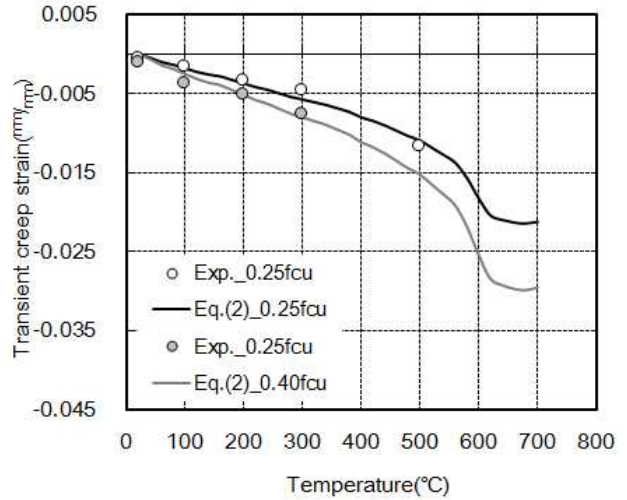


그림 2. Transient creep strain of 130MPa concrete

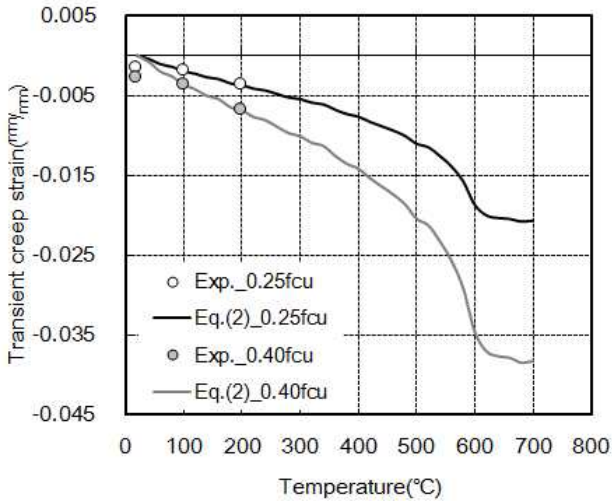


그림 3. Transient creep strain of 180MPa concrete

표 2. 초고강도 콘크리트의 과도변형모델의 실험정수

f _{ck} (MPa)	k	
	하중조건	
	0.25f _{ck}	0.40f _{ck}
80	6.47	8.35
130	8.85	7.70
180	8.59	9.93

3. 실험결과 및 결론

고온가열 및 하중조건에 따른 설계기준강도 80, 130, 180MPa 초고강도 콘크리트의 응력변형, 열팽창변형, 전체변형, 크리프 변형을 실험적으로 평가하여 엔터버그의 4인자 변형이론을 바탕으로 과도변형량을 계산하였고, 비정상상태 크리프 모델식에 적용하여 실험정수 k값을 표 2와 같이 제안할 수 있었다. 따라서, 이 실험정수 k와 식(2)를 이용하여 초고강도 콘크리트의 변형거동 해석에 관한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 국토교통부 건설기술연구사업 방호방폭 연구단 (과제번호 : 13건설연구S02)의 연구지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. Anderberg, Y, and Thelandersson, S., Stress and Deformation Characteristics of Concrete, 2-Experimental Investigation and Material Behavior Model, Bulletin 54, University of Lund, Sweden, 1976.
2. 菊田繁美, 平島岳夫, 占田止友, 上杉英樹: 超高強度鉄筋コンクリート柱の耐火性に関する解析的研究, 콘크리트 工学年次論文集, Vol.25, No2, pp187~192, 2003