

고온을 받은 나일론 섬유보강 고강도 콘크리트의 크리프 거동

Creep Behavior of Nylon Fiber Reinforced High Strength Concrete at Elevated Temperature

이 영 욱* 김 규 용** 최 경 철*** 윤 민 호*** 이 보 경*** 김 래 환*

Lee, Young-Wook Kim, Gyu-Yong Choe, Gyeong-Cheol Yoon, Min-Ho Lee, Bo-Kyeong Kim, Rae-Hwan

Abstract

Decrease of performance degradation of High Strength Concrete occurs more than that of normal strength concrete at elevated temperature. Therefore, when it comes to evaluating performance of structures, strain of concrete subjected to elevated temperature and loading are important items. In this study, creep strain of High Strength Concrete subjected to various temperature conditions and 33% loading was evaluated. As a result, creep strain increased with increase of temperature and loading. Creep strain of concrete at high temperature is influenced by loading.

키 워 드 : 나일론 섬유보강, 고강도 콘크리트, 크리프 거동

Keywords : nylon fiber reinforcement, high strength concrete, creep behavior

1. 서 론

최근 국내외적으로 고강도 및 초고강도 콘크리트의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 이와 같은 초고강도 콘크리트는 낮은 물-결합재비에 의해 화재 시 폭발에 따른 급격한 내부가 치밀해져 화재시 급격한 역학적 성능 저하가 일어난다. 이러한 가운데 최근 폭발 방지용 섬유로 우수한 분산력과 건조수축을 감소시키는 효과가 있는 나일론(nylon)섬유가 사용된 연구가 발표되고 있다.

한편, 고온 및 하중하에서 콘크리트의 변형은 화재시 구조물의 성능을 평가하는데 가장 중요한 특성중 하나이다. 특히, 화재온도에서 약 120~180분간 노출된 콘크리트 구조 부재의 크리프 변형값은 일반 환경하에서 약 20~30년 동안 발생한 크리프 변형값과 유사할 정도로 구조물의 성능을 크게 좌우할 수 있는 요인이다.

종합적으로 위에 언급한 내용에 따라 나일론 섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 열적 특성에 대한 평가가 필요하지만 고온하에서 나일론 섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 크리프 거동을 평가한 연구는 부족하다. 이에 이 연구에서는 여러 온도 조건 및 하중하에서 나일론 섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 압축강도 및 크리프 시험을 수행하였다.

2. 실험 계획 및 방법

본 연구의 실험계획 및 콘크리트 배합을 표 1에 나타냈다. 고강도 콘크리트는 60, 100MPa 시험체를 사용하였고, 재하하중은 상온압축강도의 33%로 전 가열구간에 걸쳐 재하 하였다. 또한, 목표온도는 100, 200, 300, 400, 500, 600℃의 6수준으로 설정하고, 가열방법은 1℃/min의 속도로 목표온도까지 시험체를 가열 한 후, 목표온도에 도달된 시점으로 부터 5시간 동안 온도를 유지하여 크리프 변형을 평가하였다.

표 1. 실험 계획 및 콘크리트 배합

WB	재하하중 (× f _w)	목표온도 (℃)	가열방법 ¹⁾	단위중량 (kg/m ³)								평가항목	
				W	C	SF	BFS	FA	S	G	Fiber		SP
0.26	0.33	100,200,300, 400,500,600	1℃/min	163	392	-	180	50	743	845	0.8	4.54	· 고온압축강도 · 고온크리프변형
0.20				163	418	64	257	64	671	803	1.5	12.04	

1) 목표온도에서 5시간 유지

* 충남대학교 건축공학과 석사과정

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

*** 충남대학교 건축공학과 박사과정

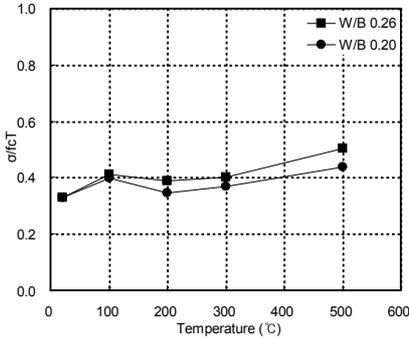
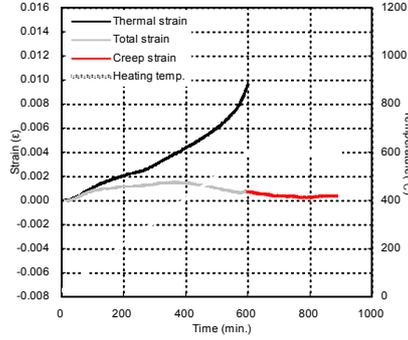
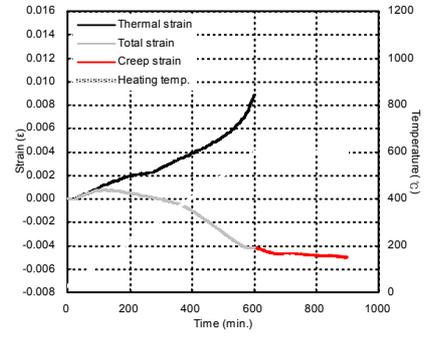


그림 1. 초기응력과 온도별
잔존압축강도와의 비



(a) W/B 0.26



(a) W/B 0.20

그림 2. 재하와 고온가열에 따른 나일론 섬유보강 고강도 콘크리트의 최종 크리프 변형

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 W/B에 따른 초기 33%의 응력과 온도별 잔존압축강도와의 비를 나타낸 것이다. 상온압축강도의 33%를 전 온도구간에 걸쳐 동일하게 적용하였으나 온도가 높아짐에 따라 압축강도의 저하율이 높아지면서 하중비가 증가하는 것으로 나타났다. 그림 2는 재하와 고온가열에 따른 나일론 섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 최종 크리프(5시간) 변형을 나타낸 것이다. 800°C에서의 크리프는 모든 W/B 시험체에서 크리프 시험전 하중(σ)에 의한 압축 파괴가 발생하였다. 나일론 섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 크리프는 W/B에 관계없이 온도가 높아짐에 따라 증가하였다. 또한, 처음 50분까지 매우 빠른 속도의 크리프 거동을 나타내었으며 이후 변형 속도가 서서히 감소되는 것으로 나타났다. 600°C 이하 온도에서 크리프 변형은 초기 100분까지 300분 동안 평가된 전체 크리프의 약 80% 이상에 해당하는 수축 변형이 발생하였고 이후 일정한 변형 값에 수렴하는 종국 크리프 형태를 나타내고 있다. 또한, 크리프 변형 거동은 W/B가 낮아짐에 따라 다소 크게 나타나는데 이는 온도의 증가에 따른 강도 저하율 때문에 앞서 전체 변형에서 기술한 원인(그림 1)에 의한 결과로 판단된다.

4. 결론

나일론 섬유를 혼입한 고강도 콘크리트는 온도가 증가함에 따라 크리프가 증가하는 것으로 나타났으며, 크리프시험 초기 100분 이내에서 전체 크리프변형의 60% 이상이 발행한 후 200분부터 일정한 값에 서서히 수렴하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업(2012H1B8A2025606)으로 수행된 연구 결과이며, 참여 연구원의 일부는 BK21플러스 사업의 지원을 받았습니다. 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 김영선, 이태규, 김우재, 김규용, 고온을 받은 나일론 섬유 보강 고강도 콘크리트의 크리프 거동, 한국콘크리트학회 논문집 제23권 제5호, pp.627~636, 2011
2. Kim, G. Y., Kim, Y. S., and Lee, T. G., Mechanical Properties of High-Strength Concrete Subjected to High Temperature by Stressed Test, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, Vol.19, pp.128~133, 2009