

PP, NY섬유를 혼입한 150MPa 콘크리트의 고온역학적 특성

Evaluation on High-Temperature Mechanical Properties of 150MPa Concrete Mixed with PP and NY Fiber

백재욱* 김규용** 윤민호*** 황의철*** 손민재* 남정수****
Baek, Jae-Uk Kim, Gyu-Yong Yoon, Min-Ho Hwang, Eui-Chul Son, Min-Jae Nam, Jeong-Soo

Abstract

Ultra high-strength concrete can prevent spalling by mixed ratio of PP and NY fiber. However, there is a lack of research on the deterioration of strength due to changes in mechanical properties after spalling prevention. In this study, the effect of high temperature on the mechanical properties of 150MPa concrete mixed with PP and NY fiber was evaluated. As a result, mixing PP and NY fiber is judge to be little effect on the mechanical properties of the 150MPa concrete at high temperature.

키 워 드 : PP섬유, NY섬유, 고온역학적특성

Keywords : PP fiber, NY fiber, high-temperature mechanical properties

1. 서 론

초고강도 콘크리트는 단위면적당 지지할 수 있는 하중이 크기 때문에 구조체의 단면이 감소되며, 가용면적이 증대되는 이점이 있다. 그러나 초고강도 콘크리트는 배합 시 낮은 물-결합재비로 인해 일반콘크리트 대비 치밀한 내부구조를 갖게 되고, 화재와 같은 고온에 노출될 경우 내부 수증기압과 열응력 등에 의한 폭렬이 발생할 우려가 있다. 이러한 폭렬은 구조물의 심각한 내력 저하를 야기할 수 있어 이를 방지 및 제어하기 위한 합성섬유 혼입 연구가 활발히 진행되고 있으나, 폭렬 제어 후에 발생하는 콘크리트의 역학적특성 저하에 대한 연구 및 평가는 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 PP 및 NY섬유를 혼입하여 폭렬이 방지된 150MPa 콘크리트의 고온역학적특성에 대해 평가하였다.

2. 실험계획 및 사용재료

표 1에 실험계획 및 콘크리트 배합에 대해 나타내었다. 본 연구에 사용된 PP 및 NY섬유는 각각 비중이 0.91, 1.1g/cm³, 용융점은 165℃, 225℃이며, 두 섬유 모두 직경 20μm, 길이 19mm로 동일 설정하였다. 섬유 종류에 따른 고온역학적특성을 평가하기 위해 섬유 혼입률을 0, 0.25 vol.%로 설정하였으며 1℃/min.의 가열 속도로 가열하여 고온압축강도, 고온탄성계수, 열팽창변형에 대해 평가하였다.

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

섬유 종류	섬유 혼입률 (vol.%)	목표 온도 (°C)	F _{ck} (MPa)	W/B (%)	slump flow (mm)	S/a (%)	Air (%)	Unit Weight(kg/m ³)						평가 항목	
								W	C	BFS	ZSF ³⁾	Gy ⁴⁾	S		G
PP 섬유 ¹⁾	0	100, 200,	150	14.5	750 ± 100	35.0	2±1	150	652	207	124	52	448	848	· 고온압축강도 · 고온탄성계수 · 열팽창변형
NY 섬유 ²⁾	0.25	300, 500, 700													

1) PP : 폴리프로필렌, 2) NY : 나일론, 3) ZSF : 실리카흙, 4) Gy : 무수석고

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 섬유 종류에 따른 고온압축강도를 나타낸 것이다. CEB코드와 비교하여 Plain시험체와 PP 및 NY섬유를 혼입한 시험체 모두 100℃

* 충남대학교 건축공학과 석사과정

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

*** 충남대학교 건축공학과 박사과정

**** 충남대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

에서 고온압축강도비가 저하된 뒤 200°C에서 상승하는 유사한 경향을 나타냈으며, 특히 PP섬유혼입 시험체의 경우 200°C구간에서 코드보다 크게 상회하여 400°C까지 상회하는 경향이 유지되었다. NY섬유혼입 시험체의 경우 전체적으로 코드보다 하회하는 경향을 나타냈다. 섬유 혼입 유무에 관계없이 목표온도 700°C에 도달한 뒤 고온압축강도비가 0.2에 수렴하였으며 상온압축강도 대비 20%수준의 강도를 나타냈다.

그림 2는 섬유 종류에 따른 고온탄성계수를 나타낸 것이다. CEB코드와 비교하여 Plain시험체와 PP섬유혼입 시험체의 경우 100°C에서 고온탄성계수비가 저하된 후 200°C에서 상승하는 경향을 나타냈으며, 특히 PP섬유혼입 시험체의 경우 200°C구간에서 코드보다 상회하는 현상을 보였다. NY섬유혼입 시험체의 경우 혼입량에 관계없이 지속적으로 코드보다 하회하는 경향을 나타냈다. 섬유 혼입 유무에 관계없이 목표온도 700°C에 도달한 뒤 고온탄성계수비가 0.05에 수렴하였으며 상온탄성계수 대비 5%의 수준을 나타냈다.

그림 3은 섬유 종류에 따른 열팽창변형을 나타낸 것이다. CEN코드와 비교하여 Plain시험체와 PP 및 NY섬유를 혼입한 시험체 모두 열팽창변형이 200°C까지 코드와 유사하게 유지되는 경향을 보이다가 300°C이후 전체적으로 하회하였다. PP 및 NY섬유혼입 시험체의 경우 거의 유사한 기울기로 증가하였으며 Plain시험체의 기울기 또한 섬유혼입 시험체와 유사한 형태로 증가하였으나 변형률은 섬유혼입 시험체보다 낮은 것으로 나타났다. 목표온도 700°C에 도달한 뒤 최대열팽창변형은 Plain 시험체에 비해 PP및 NY섬유혼입 시험체가 약 0.002 크게 나타났다.

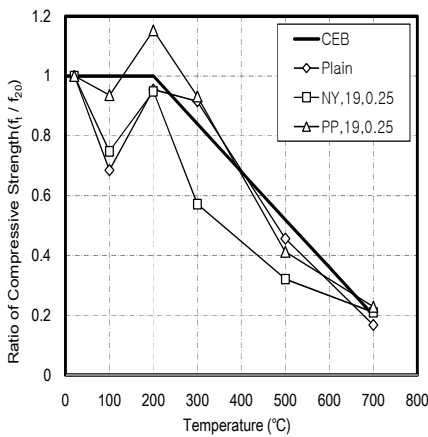


그림 1. 섬유 종류에 따른 고온압축강도

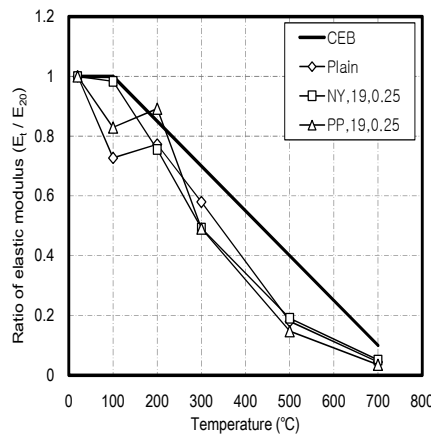


그림 2. 섬유 종류에 따른 고온탄성계수

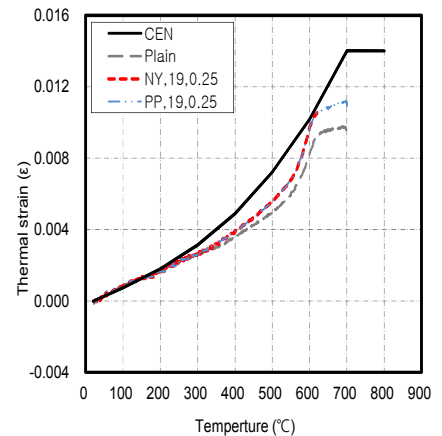


그림 3. 섬유 종류에 따른 열팽창변형

4. 결 론

PP섬유 및 NY섬유를 혼입한 150MPa 콘크리트의 고온역학적 특성을 평가한 결과, 100~200°C를 제외하고 섬유 혼입률에 관계없이 온도가 증가할수록 고온압축강도 및 고온탄성계수가 저하되는 경향을 나타냈으며, 열팽창변형은 전체온도범위에서 유사하게 증가하는 경향을 나타냈다. 이에 본 연구의 섬유 종류에 따른 혼입이 150MPa 콘크리트의 고온역학적특성에 미치는 영향은 적은 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2015R1A5A1037548).

참 고 문 헌

1. 김규용, 유기섬유의 용융 및 기화에 따른 초고강도 콘크리트의 폭렬특성 평가, 한국콘크리트학회지, 제24권 제2호, pp.173~183, 2012.4