

# 폭렬저감을 위한 섬유유 가열속도에 따른 중량감소평가

## Evaluation on Weight Loss of Spalling Control Fiber by Heating Rate

유성일\*  
Yu, Sung-Il

김규용\*\*  
Kim, Gyu-Yong

최경철\*\*\*  
Choe, Gyeong-Cheol

윤민호\*\*\*  
Yoon, Min-Ho

이영욱\*  
Lee, Young-Wook

김홍섭\*\*\*  
Kim, Hong-Seop

### Abstract

In this study, evaluation on weight loss properties of spalling control fiber with heating rates has been conducted. For evaluation of this study, 3types of organic fibers(Polyethylene, Polypropylene, Nylon) are used as spalling control fiber. Also, to evaluate the effect of heating rate to spalling control fiber, heating rates are set as 10, 25°C/min. As a result, the start time of weight loss of fiber with various heating rate was delayed as heating rate was increased.

키워드 : 중량감소, 폭렬저감용 섬유, 가열속도  
Keywords : weight loss, spalling control fiber, heating rate

## 1. 서론

최근 국내외적으로 고강도 및 초고강도 콘크리트의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 이와 같은 초고강도 콘크리트는 낮은 물-결합재비에 의해 화재 시 폭렬에 따른 급격한 내부가 치밀해져 화재시 급격한 역학적 성능 저하가 일어난다. 이러한 폭렬을 방지하기 위한 방법의 일환으로 콘크리트 비빔시 유기섬유를 혼입하는 공법이 사용되고 있다.

이처럼 콘크리트 내부에 혼입된 유기섬유는 고온에 의해 용융되어 공극을 형성함으로써, 콘크리트 내부에서 발생하는 수증기를 외부로 배출시키는 통로가 되며, 이를 통해 수증기압력을 저감시켜 폭렬방지에 효과적인 것으로 알려져 있다. 그러나 콘크리트 부재의 크기 및 내부위치에 따라 가열되는 표면의 온도와 상이한 온도상승 속도를 나타낸다. 따라서 폭렬방지용 섬유 혼입에 의한 효과적인 폭렬방지를 위해 가열속도에 따른 섬유유 공극형성을 예측하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 폭렬저감용으로 사용되는 섬유유를 대상으로 가열속도에 따른 폭렬저감용 섬유유 중량감소에 대해 평가하였다.

## 2. 실험 계획 및 방법

본 연구의 실험계획 및 콘크리트 배합을 표 1에 나타냈다. 폭렬저감을 위해 사용되는 섬유유로는 Polyethylene(이하, PE)섬유, Polypropylene(이하, PP)섬유, Nylon(이하, NY)섬유 3종류로 설정하였으며, 가열속도는 10°C, 25°C/min의 2가지 수준으로 하여 가열속도에 따른 폭렬저감용 섬유유 중량감소를 평가하였다.

또한 본 연구에 사용된 섬유유 물리적 특성을 표 2에 나타내었다. 모든 섬유유 길이는 12mm로 설정하였으며, 섬유유 직경은 PE섬유유 경우 12µm, PP 및 NY섬유유는 20µm의 섬유유를 사용하였다.

표 1. 실험 계획 및 콘크리트 배합

섬유종류	가열속도(°C/분)	평가항목
Polyethylene Polypropylene Nylon	10, 25	중량감소율(%)

\* 충남대학교 건축공학과 석사과정

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

\*\*\* 충남대학교 건축공학과 박사과정

표2. 섬유 물리적 성질

물리적성질	섬유의 종류		
	Polyethylene	Polypropylene	Nylon
길이(mm)	12	12	12
직경( $\mu\text{m}$ )	12	20	20
밀도( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0.91	0.91	1.1
용융점( $^{\circ}\text{C}$ )	100	165	225

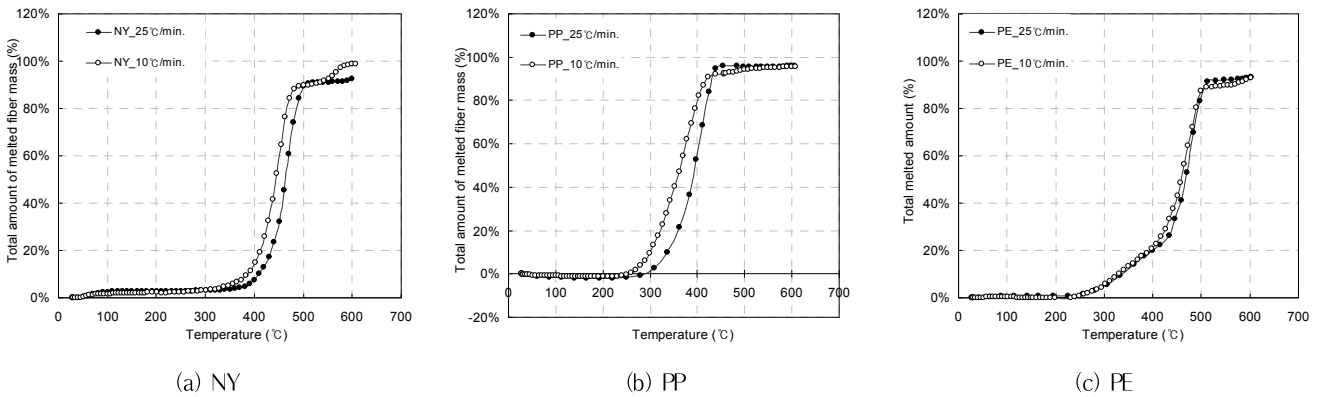


그림 1. 가열속도에 따른 섬유종류별 중량감소율

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 가열속도 10, 25°C/min에 따른 섬유종류별 중량감소율을 나타낸 것이다. 나일론 섬유의 경우 100°C이하의 온도에서 초기 중량감소가 시작되어 25°C/min의 경우 약 300°C에서 중량감소 속도가 증가하기 시작하여 400°C부터 급격히 감소하는 것으로 나타났으며, 10°C/min의 속도로 가열하였을 경우 이러한 경향이 약 20°C가량 낮은 속도에서 나타났다.

PP섬유의 경우에도 가열속도가 낮은 경우 상태변화가 더 빨리 일어나는 것으로 나타났으나, 초기 250°C까지 약간의 팽창이 일어나는 것으로 나타났다.

PE섬유의 경우 앞의 두 가지 섬유와 유사한 경향을 나타냈으나 그 정도가 차이에 있어서는 비교적 작은 것으로 나타났다.

모든 폭발저감용 섬유의 가열속도에 따른 중량감소는 가열속도가 높아짐에 따라서 발생시점이 지연되는 경향을 나타냈다.

### 4. 결론

가열속도가 증가할수록 폭발저감용 섬유의 중량감소시점이 지연되는 것으로 나타났고, 그 정도는 PP>NY>PE의 순서로 나타났다. 그리고 NY섬유의 경우 가열초기부터 약 2%의 중량이 감소되는 것으로 나타났고, PP섬유는 3종류의 섬유중 가장 낮은 온도에서 중량이 감소되었다.

### 감사의 글

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

### 참고 문헌

1. Pierre Kalifa, Gregoire Chene, Christophe Galle High temperature behavior of HPC with polypropylene fibers from spalling to microstructure, Cement and Concrete Research, Vol.31, pp.1487~1499, 2001