

# 구속 링형 시험에 의한 PP섬유 혼입 콘크리트의 폭렬 특성 평가

## Evaluation on Spalling Properties of Polypropylene Fiber reinforced Concrete by Restrained Ring-type Test

**한 철 환\***      **김 규 용\*\***      **윤 민 호\*\*\***      **황 의 철\*\*\***      **백 재 욱\***      **남 정 수\*\*\*\***  
 Han, Cheri-Hwan      Kim, Gyu-Yong      Yoon, Min-Ho      Hwang, Eui-Chul      Baek, Jae-Uk      Nam, Jeong-Soo

### Abstract

In this study, the spalling properties of Polypropylene reinforced concrete were evaluated by the restrained ring-type test. As a result of the experiment with the fiber mixture ratio set at 0, 0.15 vol.%, The PP fiber reinforced specimen showed lower water vapor pressure as a whole than the Plain specimen, but the restraint stress was measured to be higher. This is thought to be due to the fact that higher thermal stresses were applied in the PP fiber reinforced test specimen.

키 워 드 : 구속 링형 시험, PP섬유, 폭렬 특성  
 Keywords : Restrained Ring-type test, Polypropylene fiber, Spalling properties

### 1. 서 론

현대 건축물이 점차 장대화, 초고층화 되어감에 따라 초고강도 콘크리트의 사용성이 증대되고 있다. 초고강도 콘크리트는 일반 강도 콘크리트에 비해 높은 물-결합재비로 인해 밀실한 내부구조를 이루게 되어 폭렬 현상이 일어날 가능성이 크다고 보고되고 있으며, 이러한 폭렬 현상을 방지·제어하기 위해 섬유 혼입 콘크리트에 대한 연구들이 진행되고 있다. 폭렬 특성을 파악하기 위해서 수증기압력, 열응력 등 콘크리트에 발생하는 내부적 요인에 대해 평가할 필요성이 있으나, 실질적인 시험 방법 및 섬유 혼입에 따른 폭렬 특성에 대한 연구는 부족한 상황이다. 이에 본 연구에서는 구속 링형 시험을 이용하여 PP섬유(Polypropylene fiber)의 혼입률에 따른 130MPa 초고강도 콘크리트의 폭렬 특성에 대해 평가하였다.

### 2. 실험계획 및 콘크리트 배합

표 1에 실험계획 및 콘크리트 배합을 나타내었다. 본 연구에 사용된 PP섬유는 비중 0.91g/cm<sup>3</sup>, 직경 20 $\mu$ m, 길이 12mm, 용융점 165°C이며, 섬유 혼입에 따른 콘크리트의 폭렬 특성을 평가하기 위해서 섬유 혼입률을 0, 0.15vol.%로 설정하였다. 평가항목으로 수증기 압력, 구속 응력에 대해 평가하였으며, 수증기 압력과 열응력을 더한 값을 구속 응력으로 산정하였다.

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

섬유 종류	섬유 혼입률 (vol.%)	가열 조건	F <sub>ck</sub> (MPa)	W/B (%)	slump flow (mm)	S/a (%)	Air (%)	Unit Weight(kg/m <sup>3</sup> )							평가 항목
								W	C	SF <sup>2)</sup>	GGBS <sup>3)</sup>	SO <sub>4</sub>	S	G	
PP 섬유 <sup>1)</sup>	0 0.15	ISO-834	130	14.5	750 ± 100	35.0	2±1	150	652	124	207	52	448	848	• 수증기압력 • 구속 응력

1) PP : 폴리프로필렌, 2) SF : 실리카흄, 3) GGBS : 고로슬래그 미분말

\* 충남대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\* 충남대학교 건축공학과 교수, 교신저자(gyuyongkim@cnu.ac.kr)  
 \*\*\* 충남대학교 건축공학과 박사과정  
 \*\*\*\* 충남대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

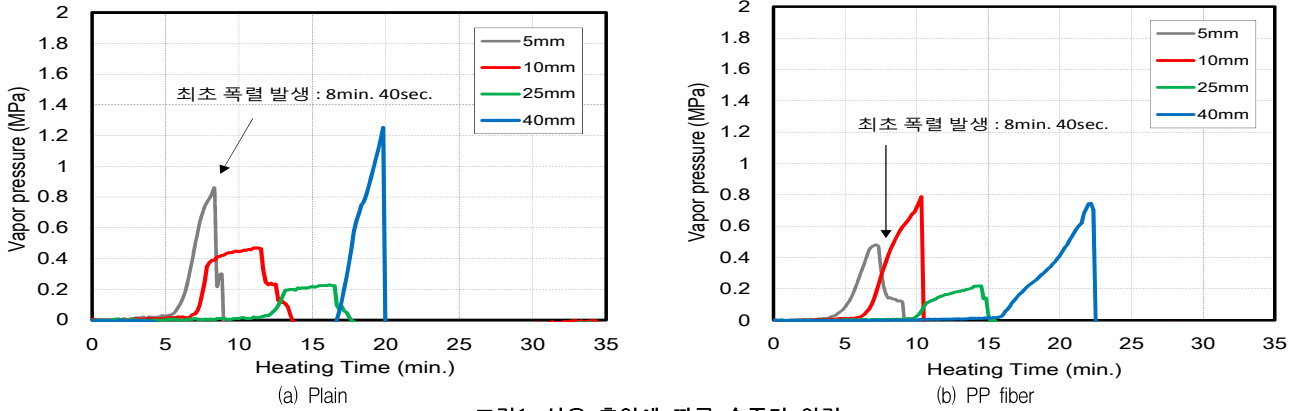


그림1. 섬유 혼입에 따른 수증기 압력

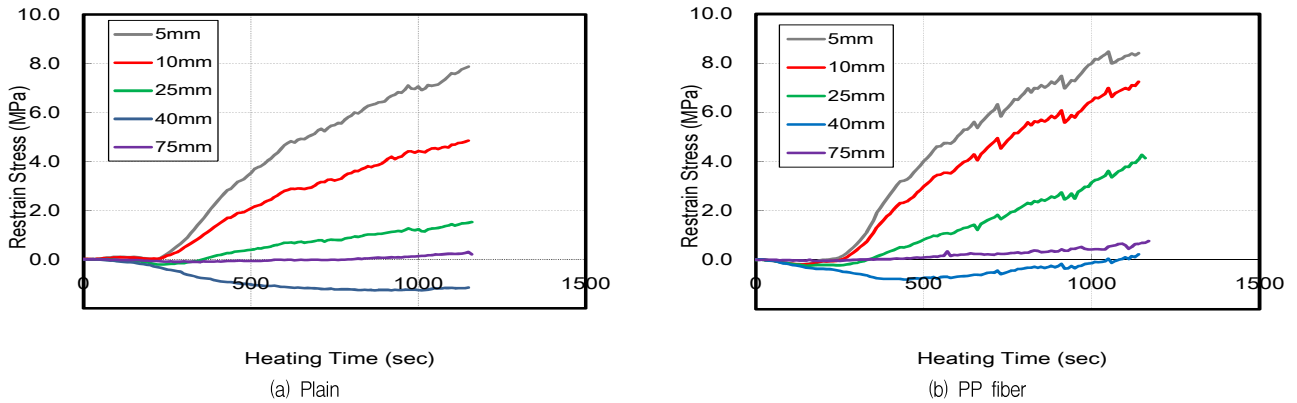


그림2. 섬유 혼입에 따른 구속 응력

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 1에 섬유 혼입에 따른 구속 링형 콘크리트의 수증기 압력을 나타내었다. Plain시험체의 경우 8분 40초에 최초로 폭발이 발생하여 5mm위치의 파이프에서 급격히 상승했던 수증기 압력이 배출된 것을 확인하였으며, 위치가 높아짐에 따라 수증기압의 상승 및 감소가 반복됨을 확인하였고, 최대 수증기 압력은 약 1.2MPa로 측정되었다. PP섬유 혼입 시험체의 경우, 최초 8분 40초에 폭발이 발생하였으며 각 위치 별 수증기 압력의 형성이 Plain시험체와 유사한 경향을 나타내었으나, 최대 수증기압이 약 0.8MPa로 측정되어 Plain시험체에 비해 다소 낮은 측정값을 나타내었다.

그림 2에 섬유 혼입에 따른 구속 링형 콘크리트의 구속 응력을 나타내었다. 섬유의 혼입 유무에 관계없이 Plain 시험체와 PP섬유 혼입 시험체 모두 가열 표면에 가까울수록 높은 구속 응력을 나타내었으며, 두 시험체 모두 최대 약 8MPa로 측정되었다. PP섬유 혼입 시험체의 경우 각 위치에서 측정된 구속 응력의 값이 Plain 시험체에 비해 높은 값으로 측정이 되었는데, 이는 가열에 의한 PP섬유 혼입 시험체의 팽창이 링형 강관에 크게 작용하여 전체적으로 Plain시험체에 비해 더 큰 변형을 나타내었기 때문으로 판단된다.

### 4. 결 론

구속 링형 시험을 이용해 PP섬유 혼입에 따른 130Mpa 초고강도 콘크리트의 폭발 특성을 평가한 결과, 본 연구의 혼입률인 0.15vol.%로 PP섬유를 혼입하였을 시 폭발을 방지하지 못하고 파쇄가 발생한 것으로 나타났다. 수증기 압력 및 구속 응력은 Plain시험체와 PP섬유 혼입 시험체가 비슷한 경향을 나타내었으나, 수증기 압력의 최댓값은 PP섬유 혼입 시험체가 Plain시험체에 비해 다소 낮게 측정되었고, 구속 응력의 경우 각 위치에서 Plain시험체에 비해 PP섬유 혼입 시험체가 높게 측정되었다. 이는 PP섬유 혼입 시험체가 Plain시험체에 비해 전체적 위치에서 낮은 수증기 압력이 작용함에도 불구하고 보다 높은 열응력이 작용하였기 때문인 것으로 사료된다.

### Acknowledgement

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2015R1A2A2A01007705)

### 참 고 문 헌

1. 佐藤正己, 小泉公志郎, and 梅村和明, "超高强度コンクリートの熱養生サイクルの最適化に関する基礎的研究" セメント・コンクリート論文集 69, 1 pp.558~564, 2016