

# 비정질 강섬유 혼입 고강도콘크리트의 수증기압력 평가

## Evaluation on Water Vapor Pressure of Amorphous Steel Fiber reinforced High Strength Concrete

**김 덕 우\***      **김 규 용\*\***      **황 의 철\*\*\***      **손 민 재\*\*\***      **백 재 욱\***      **남 정 수\*\*\*\***  
 Kim, Duck-Woo    Kim, Gyu-Yong    Hwang, Eui-Chul    Son, Min-Jae    Baek, Jae-Wook    Nam, Jeong-Soo

### Abstract

In this study, water vapor pressure of high strength concrete reinforced with amorphous steel fiber(AF) was evaluated. Experimental results show that spalling occurs when the incorporation rate of amorphous steel fiber is 0.5 vol.% or more. This is because the ratio of AF increased per unit area influenced the formation of the water vapor pressure discharge passage by the polypropylene fiber(PPF) melting. Therefore, it is necessary to find the proper mixing ratio of AF and PPF to prevent spalling.

키 워 드 : 비정질 강섬유, 고강도콘크리트, 수증기압력  
 Keywords : amorphous steel fiber, high strength concrete, water vapor pressure

## 1. 서 론

고강도콘크리트는 낮은 물-결합재비에 의해 치밀한 내부구조를 형성하며 화재와 같은 고온상황에 노출될 경우 폭렬이 발생할 가능성이 큰 것으로 보고된다. 이에 폭렬을 억제하기 위한 방안으로 유기섬유의 혼입 및 용융에 의해 콘크리트 내의 수증기압력을 완화하는 연구가 주로 진행되어 왔다. 한편, 화재 발생 이후의 유기섬유 혼입 콘크리트는 내부에 잔재해있는 공극에 의해 잔류강도가 저하될 우려가 있으나 이를 개선하기 위한 방안은 부족한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 PP섬유(Polypropylene fiber, PPF)를 혼입하여 고온 노출에 따른 콘크리트의 폭렬 발생을 방지함과 동시에 비정질강섬유(Amorphous steell fiber, AF)를 혼입하여 콘크리트의 인장강도 개선 및 잔류강도를 확보하고자 하였으며, 폭렬 발생의 주요인 중 하나인 수증기 압력에 대하여 평가하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 콘크리트 배합

표 1에 실험계획 및 콘크리트 배합을 나타냈다. 설계기준강도 150MPa 콘크리트에 길이 12mm의 PPF를 0.25vol.%의 혼입률로 고정 배합하였으며, 길이 30mm의 AF에 대해 혼입률을 0, 0.3, 0.5vol.%로 달리 설정하였다. 평가항목으로 내부온도, 수증기압력에 대해 평가하였다.

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

$f_{ck}$ (MPa)	W/B (%)	S/a (%)	Air (%)	slump flow (mm)	Unit Weight(kg/m <sup>3</sup> )							섬유혼입률 (vol.%)		가열방법	평가 항목
					W	C	SF <sup>1)</sup>	BFS <sup>2)</sup>	Gypsum	S	G	PPF	AF		
150	0.15	45	2	650±50	160	693	160	160	53	513	615	0.25	0 0.3 0.5	ISO -834	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내부온도</li> <li>• 수증기압력</li> </ul>

1) SF : 실리카흙, 2) BFS : 고로슬래그

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

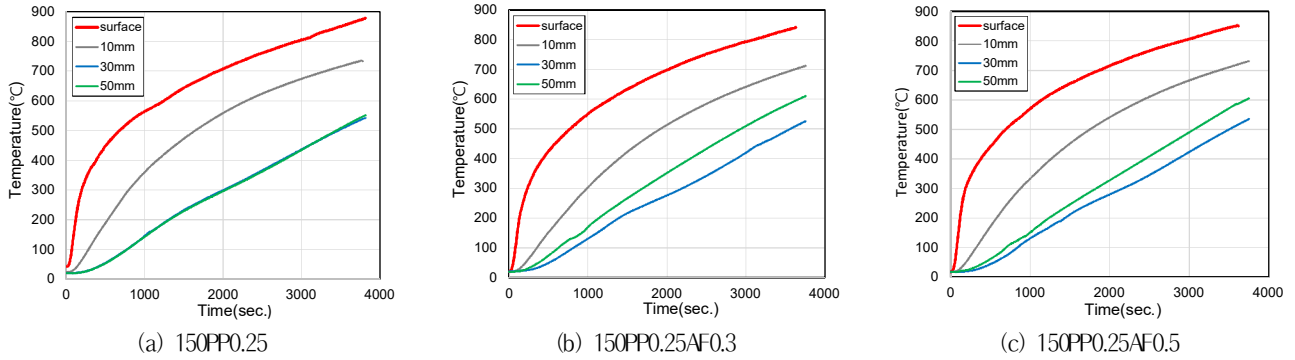


그림 1. 내부온도

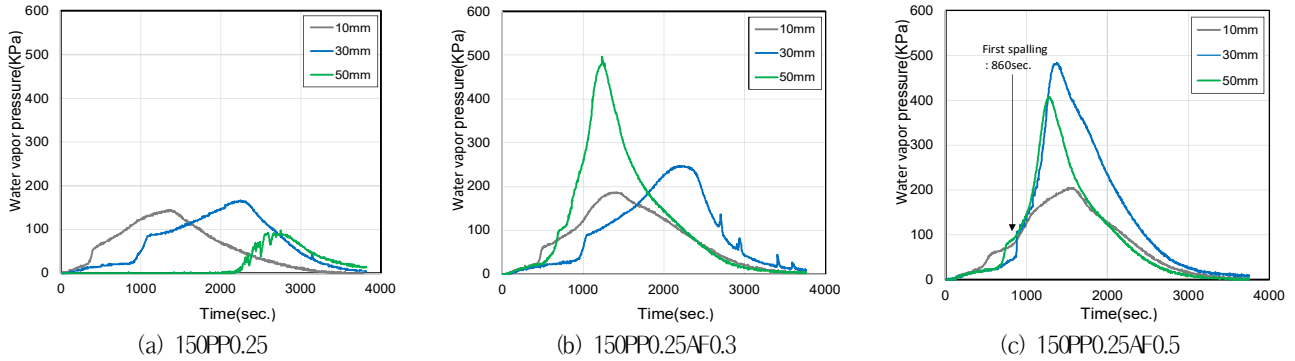


그림 2. 수증기압력

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 1에 PPF 및 AF 혼입 콘크리트의 내부온도를 나타냈다. 세 시험체 모두 AF의 혼입률에 관계없이 가열 표면에 가장 가까운 10mm위치의 열전대에서 시간에 따른 온도 증가가 가장 큰 것으로 나타났다. AF를 0.3, 0.5vol.% 혼입한 시험체의 경우 30mm위치보다 50mm위치에서 시간에 따른 온도 증가율이 더 큰 것으로 나타났으나, AF를 혼입하지 않은 시험체의 경우 30, 50mm위치에서 거의 동일한 기울기로 온도가 증가하는 것으로 확인되었다.

그림 2에 PPF 및 AF 혼입 콘크리트의 수증기압력을 나타냈다. AF를 혼입하지 않은 시험체의 경우 폭발이 발생하지 않았으며 최대수증기압력은 약 180KPa로 측정되었다. 한편 AF를 0.3vol.% 혼입한 시험체의 경우에도 폭발이 발생하지 않았으나 최대수증기압력은 50mm위치에서 약 500KPa로 측정되어 AF를 혼입하지 않은 시험체에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. AF를 0.5vol.% 혼입한 시험체의 경우 약 860초에 최초 폭발이 발생하였으며 최대수증기압력은 30mm위치에서 약 480KPa로 측정되었다. 또한 50mm위치에서 약 400KPa의 수증기압력을 나타내며 비교적 30mm위치와 유사한 경향으로 수증기압력이 증가 및 감소되는 현상을 나타냈다.

### 4. 결 론

비정질 강섬유 혼입 고강도콘크리트의 수증기압력 평가결과, AF 혼입률 0.3vol.% 이하의 콘크리트에서는 폭발이 발생하지 않았으나, AF 혼입률 0.5vol.%의 콘크리트에서 폭발이 발생한 것으로 나타났다. 이는 콘크리트의 단위 면적당 증가한 AF의 비율이 고온 후 잔류강도를 확보하는데 유리한 역할을 하나, PPF의 용융에 의한 수증기 압력 완화 통로를 상대적으로 제한하였기 때문으로 판단된다. 이에 콘크리트에 PPF와 AF를 혼입할 경우 적정 혼입비율을 도출하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

### Acknowledgement

이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2017R1D1A1B03034776)

### 참 고 문 헌

1. 최경철, 이태규, 남정수, 박병근, & 김규용. 가열 속도에 따른 콘크리트의 폭발 특성 및 내부 수증기압력 평가. 콘크리트학회 논문집, 제24권 제5호, pp.605~612, 2012