

가열조건에 따른 초고강도 콘크리트의 내부수증기압력 평가

Evaluation on Vapor Pressure of Ultra-high-strength Concrete by Heating Condition

황 의 철* **김 규 용**** **윤 민 호*** **이 보 경*** **서 원 우***** **백 재 욱*****
 Hwang, Eui-Chul Kim, Gyu-Yong Yoon, Min-Ho Lee, Bo-Kyeong Seo, Won-woo Baek, Jae-Uk

Abstract

Ultra-high-strength concrete exposed to high temperature is likely to cause spalling. Spalling is caused by the vapor pressure of the concrete, and the vapor pressure may be different depending on the heating conditions of the concrete. Therefore, in this study, a ring-type restrained specimen was fabricated using ultra-high-strength concrete and the vapor pressure generated in the concrete by heating condition(rapid and slow heating) was evaluated.

키 워 드 : 초고강도콘크리트, 폭렬, 수증기압력, 링형구속시험체

Keywords : ultra-high-strength concrete, spalling, vapor pressure, ring-type restrained specimen

1. 서 론

초고강도 콘크리트는 고온에 노출될 경우 폭렬이 발생할 가능성이 높다. 이러한 폭렬 현상은 고온에 의한 콘크리트의 내부 수증기압력 형성과 밀접한 관계가 있으며, 선행연구에서는 가열조건에 따라 초고강도 콘크리트에서 수증기압력의 형성이 다르게 나타나며, 표면폭렬 및 폭발 폭렬이 발생한다고 보고되고 있다. 이에 기존연구에서는 링형 강관을 이용한 시험체를 제작해 급속가열 시 콘크리트 내부의 수증기압력을 평가하고 있지만, 가열조건에 따른 콘크리트의 폭렬과 수증기압력의 관계에 대한 연구는 부족하다.

따라서, 본 연구에서는 100MPa 초고강도 콘크리트를 이용한 링형구속시험체에 대해, 가열조건에 따른 콘크리트의 폭렬과 그에 따른 수증기압력을 평가하였다.

2. 실험 개요

2.1 실험계획 및 방법

표 1.에 실험계획 및 콘크리트 배합을 나타냈다. 지름300mm, 높이50mm, 두께 7mm의 링형강관에 100MPa 초고강도 콘크리트를 타설하여 링형구속시험체를 제작하였다. 링형구속시험체를 가열로 위에 설치하여, 바닥면을 가열하는 1면가열을 실시하였다. 가열방법은 급속(ISO-834) 및 저속(1°C/min.)으로 실시했으며, 평가항목으로는 폭렬상상, 내부온도, 수증기압력으로 설정하였다.

표 1. 실험 계획 및 콘크리트 배합

F _{ck}	W/B (%)	가열방법	슬럼프 플로우 (mm)	공기량 (%)	S/a (%)	Unit weight(kg/m ³)						평가 항목
						W	C	SF	FA	S	G	
100	20.0	급속가열(ISO-834) 저속가열(1°C/min.)	750 ± 100	2	43	150	525	75	150	642	870	- 폭렬상상 - 내부온도 - 수증기압력

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

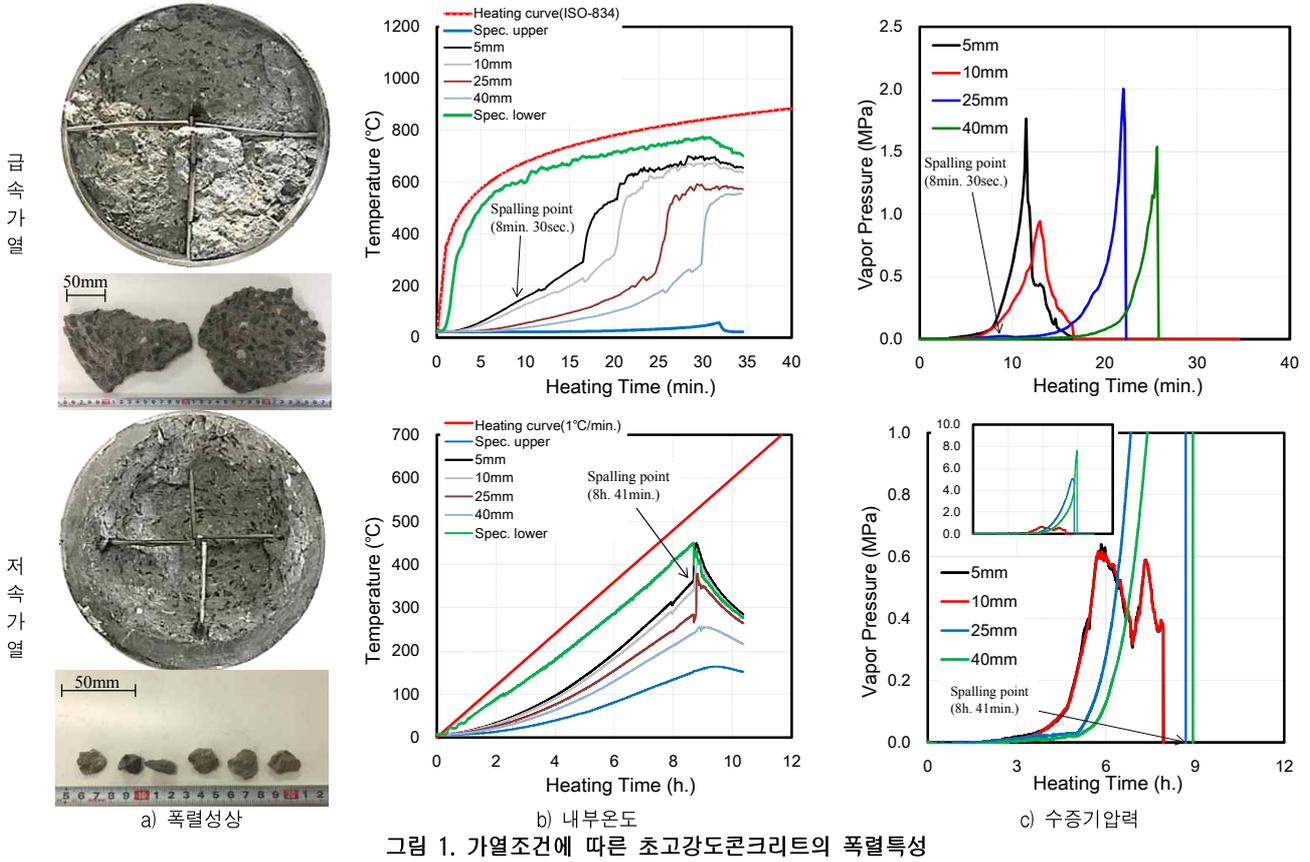


그림 1. 가열조건에 따른 초고강도콘크리트의 폭열특성

3. 실험결과 및 고찰

그림-1의 a)에 가열조건에 따른 초고강도콘크리트의 폭열성상을 나타냈다. 급속가열시 가열면 중앙으로부터 표면폭렬이 발생하였으나, 저속가열은 단발성으로 크게 파괴되는 폭발폭렬이 발생하였고, 폭렬의 파편크기 차가 크게 나타났다.

그림-1의 b)에 가열조건에 따른 초고강도콘크리트의 내부온도를 나타냈다. 급속가열시 내부온도가 급격히 증가하는 현상을 통해 폭렬이 진행된 깊이를 확인할 수 있었다. 저속가열의 경우는 폭발폭렬이 발생하는 시점에 5~25mm의 열전대가 동시에 노출되는 현상이 나타나 내부온도가 급격히 상승하는 것을 확인했다.

그림-1의 c)에 가열조건에 따른 초고강도콘크리트의 수증기압력을 나타냈다. 급속가열시 수증기압력은 깊이에 따라 순차적으로 증가 및 감소하였다. 이는 온도에 의한 콘크리트의 폭렬과 균열에 의해 증가했던 수증기압이 배출되는 것으로 생각된다. 하지만, 저속가열의 경우 모든 깊이에서 수증기압이 증가하는 시점이 유사하게 나타났으며, 25, 40mm의 수증기압력은 배출되지 못하고 응축된 후, 폭발폭렬이 발생함과 동시에 배출되는 것으로 나타났다.

4. 결 론

가열조건에 따른 폭렬과 수증기압력의 관계를 평가한 결과, 급속가열의 표면폭렬은 다소 낮은 수증기압력에서 발생되지만, 저속가열의 폭발폭렬의 경우 높은 수증기압력으로 인해 내부에서 크게 파괴되는 것을 확인했다.

감사의 글

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

참고 문헌

1. 崔景喆, 金圭庸, 朴奎衍, 金武漢, 急速と低速加熱によるコンクリートの?部水蒸?力及び爆裂特性, 콘크리트工学?年次論文集, Vol.35, No.1, pp.1165~1170, 2013.
2. 谷辺 徹, 小津 満津雄, 鎌田 亮太, 内田 裕市, 六郷 恵哲, 高温環境下での高強度コンクリートの耐爆裂性評価における爆裂発生指標の提案, 土木学会論文集E2 (材料・コンクリート構造), Vol.70, No.1, pp.104~117, 2014