

가열조건에 따른 링형 구속 콘크리트의 폭렬특성

Spalling Properties of Ring-Type Restrained Concrete by Heating Conditions

황 의 철*

김 규 용**

이 상 규*

손 민 재*

백 재 욱***

남 정 수****

Hwang, Eui-Chul

Kim, Guy-Yong

Lee, Sang-Kyu

Son, Min-Jae

Baek, Jae-Wook

Nam, Jeong-Soo

Abstract

In this study, surface spalling and explosive spalling of ring-type ultra-high strength concrete under rapid heating and slow heating were investigated. In rapid heating, the internal temperature difference of the concrete is large, so that continuous surface spalling occurs. However, in slow heating, the difference in the internal temperature of the concrete is small, resulting in explosive spalling at a time. Since the heating condition has a great influence on the internal temperature of the concrete, it is necessary to consider the spalling of the concrete under various heating conditions.

키 워 드 : 링형 구속, 초고강도콘크리트, 폭렬, 급속가열, 저속가열

Keywords : ring-type restrained, ultra-high strength concrete, spalling, rapid heating, slow heating

1. 서 론

최근 사용량이 증가하고 있는 초고강도 콘크리트는 결합재량이 많아 치밀한 내부구조를 갖고 있으며, 이에 의해 화재와 같은 고온에 노출되는 경우 폭렬현상이 발생할 가능성이 높아진다. 또한, 기존 연구들은 급속가열의 조건에서 가열면으로부터 작은 파편이 지속적으로 탈락하는 표면폭렬, 저속가열의 조건에서 한번 크게 폭발하여 큰 파편이 탈락하는 폭발폭렬이 생길 수 있다고 보고하고 있다. 이러한 폭렬의 주요 요인으로 가열시 발생하는 콘크리트의 내부수증기압력에 대한 연구는 다수 진행되었지만, 또 다른 주요 원인인 콘크리트의 팽창응력에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 링형 구속조건을 통해 콘크리트의 팽창응력을 간접적으로 계산할 수 있는 방법을 이용하여 가열조건에 따라 링형 구속 콘크리트에서 발생하는 폭렬발생의 메커니즘에 대해 검토하고자 한다.

2. 실험계획

표 1에 본 연구의 실험계획 및 콘크리트 배합을 나타냈다.

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

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

* 충남대학교 건축공학과 박사과정

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

*** 충남대학교 건축공학과 석사과정

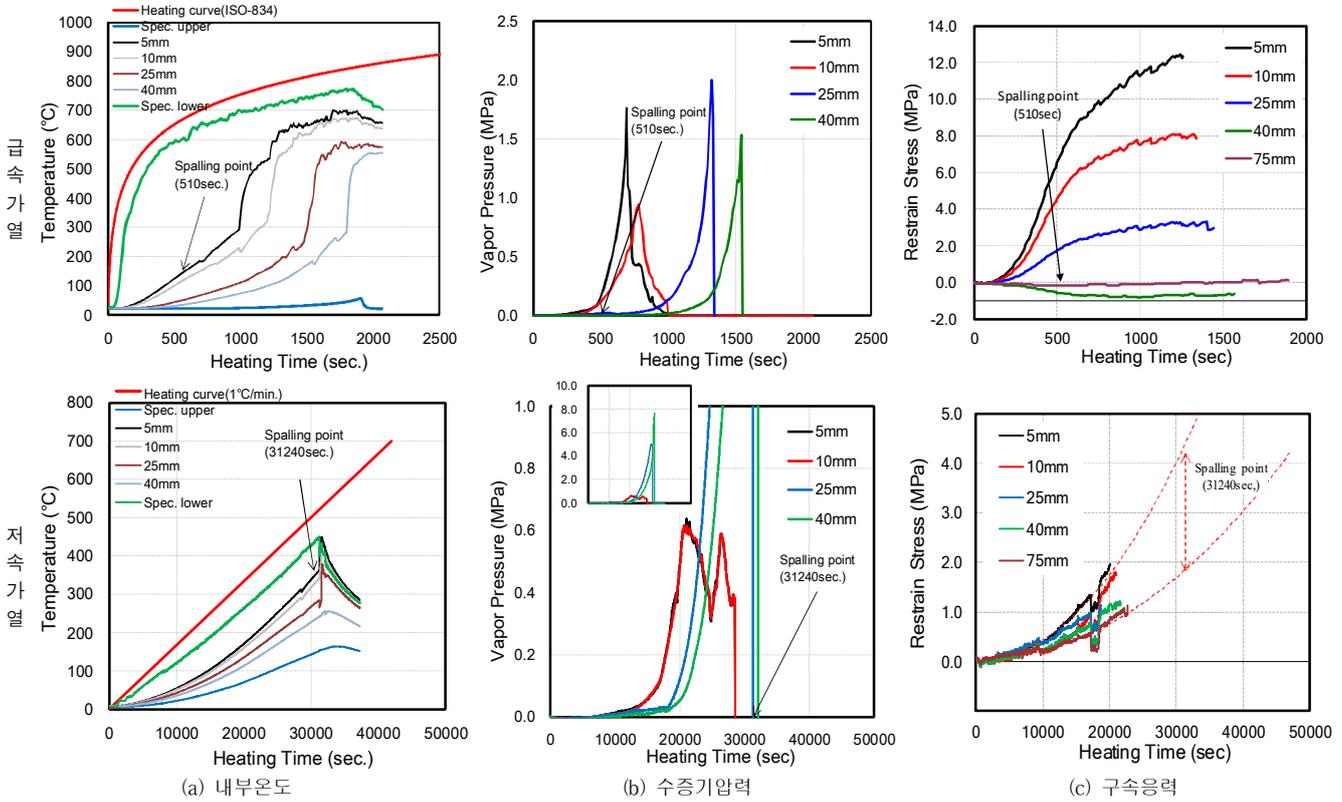
**** 충남대학교 건축공학과 조교수, 공학박사



(a) 급속가열

(b) 저속가열

그림 1. 가열조건에 따른 링형 구속 콘크리트의 폭발성상



(a) 내부온도

(b) 수증기압력

(c) 구속응력

그림 2. 가열조건에 따른 링형 구속 콘크리트의 내부온도, 수증기압력, 구속응력

3. 실험결과 및 고찰

링형 구속 콘크리트는 급속가열에서 가열면 중앙부분부터 지속적으로 표면폭렬이 발생하였고, 저속가열에서 내부에서 크게 파괴되는 1회의 폭발폭렬이 발생하였다. 또한, 급속가열에서는 약 510초에 표면폭렬이 시작되고 저속가열에서는 약 31240초에 내부에서 폭발폭렬이 발생였다. 수증기압력은 급속가열에서는 가열면에 가까운 부분부터 순차적으로 증가와 감소를 반복했지만, 저속가열에서는 수증기압력이 완만하게 상승하였다. 구속응력의 경우 급속가열에서는 내부온도의 상승과 마찬가지로 가열면에 가까울수록 크게 발생하지만, 저속가열에서는 완만히 상승하는 것을 확인 할 수 있었다.

4. 결 론

콘크리트의 내부온도 차에 의해 수증기압력과 구속응력이 다르게 형성되며 표면과 폭발폭렬의 발생에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 콘크리트의 폭발현상은 다양한 가열조건하에서 분석이 필요하다고 생각된다.

Acknowledgement

이 연구는 2018년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20002166).

참 고 문 헌

1. Ozawa, Mitsuo, et al, Behavior of ring-restrained high-performance concrete under extreme heating and development of screening test. Construction and Building Materials 162, pp.215~228, 2018