

고온에 노출된 링형 강관 구속 콘크리트의 폭렬 및 초음파투과시간

Spalling and Ultrasonic Pulse Transmission Time of Ring-Type Restrained Concrete exposed to High Temperature

황 의 철* 김 규 용** 이 상 규* 손 민 재* 편 수 정* 남 정 수***
 Hwang, Eui-Chul Kim, Guy-Yong Lee, Sang-Kyu Son, Min-Jae Pyeon, Su-Jeong Nam, Jeong-Soo

Abstract

In this study, the spalling and ultrasonic pulse transmission time of concrete were investigated according to compressive strength during heating. As a result, the higher the compressive strength of the concrete, the more the explosion occurs, which affects the cross-sectional loss and the spalling fragment size. Also, ultrasonic pulse transmission time was found to be strongly influenced by the section loss of concrete.

키 워 드 : 급속가열, 링형 구속 콘크리트, 고강도콘크리트, 폭렬, 초음파투과시간

Keywords : rapid heating, ring-type restrained concrete, high strength concrete, spalling, ultrasonic pulse transmission time

1. 서 론

고강도 콘크리트는 결합재량이 많아 치밀한 내부구조를 형성하기 때문에, 화재와 같은 고온에 노출될 경우 폭렬현상이 발생할 가능성이 높다. 폭렬의 주요 요인은 수증기 압력, 열응력, 복합응력이라고 보고되고 있다. 또한, 폭렬현상과 더불어 가열 중 콘크리트의 내부조직의 열화에 의해 역학적 특성이 저하되며 이는 내력저하를 발생시킬 가능성이 있으므로, 고온에 노출된 콘크리트는 안정성을 평가 할 필요성이 있다. 그러나 콘크리트의 압축강도 차이에 의해 발생하게 되는 폭렬 유무에 따른 초음파 투과시간의 검토는 부족한 상황이다.

한편, 기존연구에서는 같이 링 구속 시험체를 이용하여 급속 가열 조건에서 수증기 압력과 구속 응력을 검토 한 사례가 보고되고 있으며, 이 방법은 콘크리트를 구속한 강관의 변형에서 콘크리트의 팽창응력을 계산할 수 있다고 보고하고 있다.

따라서, 본 연구는 링형 강관 구속 시험체를 제작하여 콘크리트의 압축강도에 따른 폭렬 특성 및 가열 중의 초음파 투과시간을 평가하였다.

2. 실험계획 및 방법

표 1에 실험계획 및 콘크리트 배합을 나타냈다. W/B 0.450, 0.350, 0.200, 0.145의 콘크리트를 대상으로 링형 강관 구속 콘크리트를 제작하여 폭렬성상, 내부온도, 초음파 투과시간을 평가했다. 박스형 가열로를 이용하여 가열로의 상부에 시험체를 설치하여 급속가열 (ISO-834)을 진행했다. 또한 가열 중 시험체의 상면에서 초음파 투과시간을 간접법으로 측정했다.

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

F _{ck}	W/B	가열방법	슬럼프 플로우 (mm)	공기량 (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)								평가항목
						W	C	FA	SF	BFS	SO ₄	S	G	
40	0.450	급속가열 (ISO-834)	150 ± 25 ¹⁾	4.5	43.6	163	180	90	-	90	-	763	991	- 폭렬성상 - 내부온도 - 초음파 투과시간
60	0.350		650 ± 100	4	40	165	471	0	0	-	-	681	1026	
80	0.200		750 ± 100	2	43	150	525	150	75	-	-	642	870	
100	0.145		750 ± 100	2	35	150	651.72	-	124.14	206.90	51.72	488.55	848.74	

1) slump (mm)

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



그림 1. 링형 강관 구속 콘크리트의 압축강도에 따른 폭렬성상

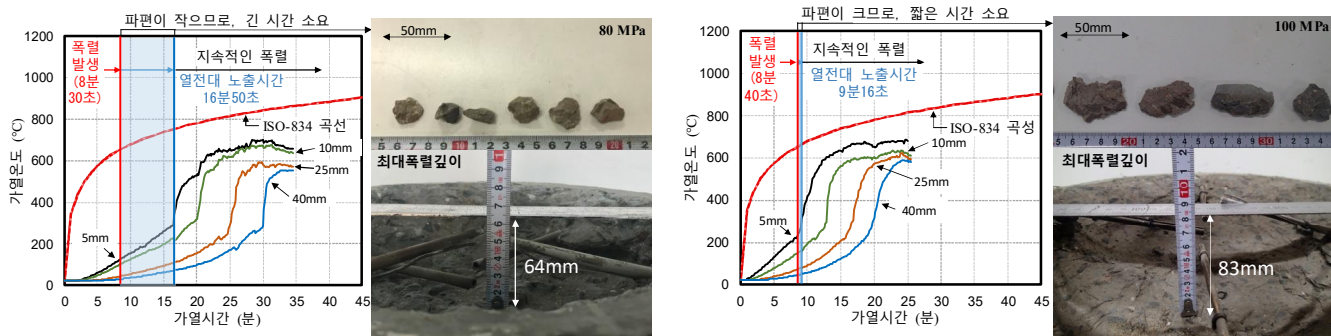


그림 2. 폭렬이 발생한 링형 강관 구속 콘크리트의 내부온도, 폭렬 파편

3. 실험결과 및 고찰

링형 강관 구속 콘크리트의 압축강도에 따른 폭렬성상을 그림 1에 나타냈다. 80, 100MPa 콘크리트는 폭렬에 의한 단면손실 때문에 모든 금속파이프 및 열전대가 노출되었다.

폭렬이 발생한 링형 강관 구속 콘크리트의 내부온도, 폭렬 파편을 그림 2에 나타냈다. 80, 100MPa 콘크리트는 폭렬 의해 단면이 손실되어 5mm 위치의 열전대에서 급격한 온도상승이 나타났다. 이후 지속적으로 폭렬현상이 나타났다. 또한 80, 100MPa 콘크리트의 첫 폭렬 이후 5mm 위치 열전대의 급격한 온도상승이 발생하는 시간은 80MPa에서 약 8분 20초, 100MPa에서 약 36초로 나타났다. 압축강도에 따른 링형 강관 구속 콘크리트의 초음파투과시간비 및 잔존시험체두께비의 비교를 그림 3에 나타냈다. 폭렬에 의해 콘크리트의 단면이 손실되는 경우 초음파의 투과시간이 짧아지며, 콘크리트의 열화가 발생한 경우에는 초음파 투과시간은 길어진다. 80MPa 콘크리트는 폭렬에 의한 단면 손실이 100MPa 콘크리트에 비해 천천히 발생하여 초음파의 투과 시간이 급격히 길어진다고 생각된다. 100MPa 콘크리트의 경우 폭렬에 의한 급격한 단면손실 때문에 초음파의 투과시간의 변화가 적은 것으로 판단된다.

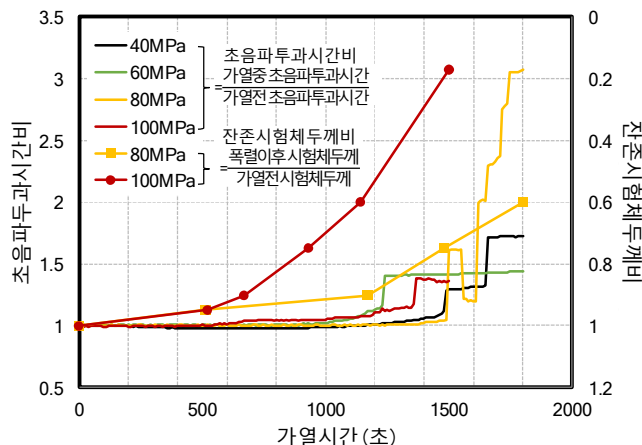


그림 3. 압축강도에 따른 링형 강관 구속 콘크리트의 초음파투과시간비 및 잔존시험체두께비의 비교

4. 결 론

콘크리트의 압축강도에 따라 폭렬성상이 다르게 나타났으며, 이는 초음파 투과시간의 변화에 주요한 요인으로 작용하는 것을 확인할 수 있었다.

Acknowledgement

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2015R1A5A1037548).

참 고 문 헌

1. Ozawa, M., Tanibe, T., Kamata, R., Uchida, Y., Rokugo, K., & Parajuli, S. S.: Behavior of ring-restrained high performance concrete under extreme heating and development of screening test. Construction and Building Materials, 162, pp.215~228, 2018