

가열 중 콘크리트의 초음파속도 평가

Ultrasonic Pulse Velocity Evaluation of Concrete During Heating

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, the ultrasonic pulse velocity of the concrete cooled to room temperature after heating and the concrete during heating were evaluated. Also, the ultrasonic pulse velocity and mechanical properties of concrete were compared. As a result, the ultrasonic pulse velocity decreased when the concrete degraded during heating, and the ultrasonic pulse velocity of the cooled concrete decreased significantly. Which is consistent with the deterioration of mechanical properties of concrete.

키 워 드 : 콘크리트, 초음파속도, 열화, 가열

keywords : concrete, ultrasonic pulse velocity, degradation, heating

1. 서 론

철근콘크리트 구조에서 콘크리트는 철근을 보호하는 역할을 하고있으며, 기본적으로 내화성능을 보유하고 있는 것으로 알려져 있다. 하지만, 화재와 같은 고온가열에 노출된 콘크리트는 내·외부의 열화가 발생하며, 이에 의해 압축강도 및 탄성계수와 같은 역학적특성이 저하하는 것으로 보고되고 있다.¹⁾ 이에 고온에 노출된 콘크리트는 파괴 및 비파괴 검사를 이용하여 잔존역학적특성에 대해 평가되고 있다. 파괴검사는 콘크리트의 단면을 손실하게 되고 국부적으로 평가되기 때문에, 최근에는 비파괴검사 중 단면손실이 없고 내부까지 평가가 가능한 초음파속도를 이용하여 콘크리트의 열화를 평가하는 연구가 진행되고 있다. 하지만 기존연구들은 콘크리트가 열화조건에 노출된 이후의 제한적인 조건에서 이루어지고 있어, 고온에 노출되어 있는 콘크리트의 열화 진행에 대해 평가하고 있는 연구는 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 30, 70, 110MPa의 보통~초고강도 콘크리트를 대상으로 가열 중, 가열 후 콘크리트의 초음파속도를 측정하여 콘크리트의 역학적특성과 비교·분석하였다.

2. 실험계획

표 1에 본 연구의 실험계획 및 콘크리트 배합을 나타냈다. 콘크리트는 보통~초고강도 콘크리트를 대상으로 가열 중, 가열 후 초음파속도를 측정하였다.

표. 1 실험계획 및 콘크리트 배합

F _{ck}	W/B	가열방법 (°C/min.)	가열온도 (°C)	슬럼프 플로우 (mm)	공기량 (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)						평가항목
							W	C	SF	BFS	S	G	
30	0.55	1	20, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700	1801	4	45	185	336	0	0	797	956	- 초음파속도 (가열 중, 가열 후)
70	0.33			650±50	2		165	475	25	0	755	905	
110	0.19			160	589		126	126	618	741			

1) slump (mm)

* 충남대학교 건축공학과 박사과정

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

*** 충남대학교 건축공학과 석사과정

**** 충남대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

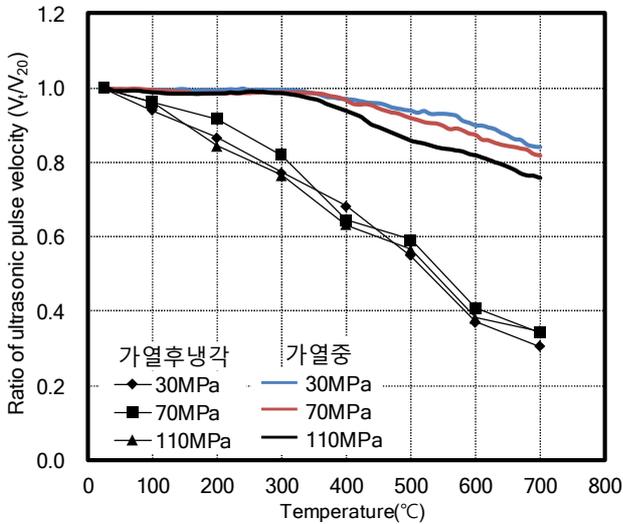


그림 1. 가열 중, 가열 후 냉각된 콘크리트의 초음파속도

3. 실험결과 및 고찰

그림 1에 가열 중, 가열 후 냉각된 콘크리트의 초음파속도를 나타냈다. 가열 후 냉각된 콘크리트의 초음파속도의 경우, 가열온도가 높아질수록 저하하였으며, 압축강도에 관계없이 초음파속도의 저하율이 유사하게 나타났다. 이는 54kHz의 초음파가 압축강도에 따른 콘크리트의 내부구조를 구별할 수 없기 때문으로 생각된다.

가열 중 콘크리트의 초음파속도는, 압축강도에 관계없이 300°C까지 유지되었다. 이것은 가열에 따라 콘크리트 내부에서 열팽창력이 발생되기 때문으로 생각된다. 300°C이후의 온도에서는 콘크리트의 초음파속도는 급격히 저하하는 경향을 나타냈다. 기존연구에서는 300°C 이후 콘크리트의 역학적특성이 급격히 저하하는 것으로 보고되고 있다. 300°C이후의 온도에서, 열팽창변형이 급격히 증가하고, 상승하던 수증기압력이 급격히 배출되며, 투기계수가 상온에 비해 약 100배이상 증가한다.

4. 결 론

초음파속도를 이용한 가열 중 콘크리트의 열화 평가 결과, 가열 중 콘크리트의 초음파 속도는 300°C이후의 온도에서 콘크리트의 역학적 특성이 급격히 저하하는 경향과 일치하는 것을 확인했다. 향후 가열 중 콘크리트의 초음파속도를 평가하기 위한 장치 및 방법에 대한 연구·개발이 필요할 것으로 생각된다.

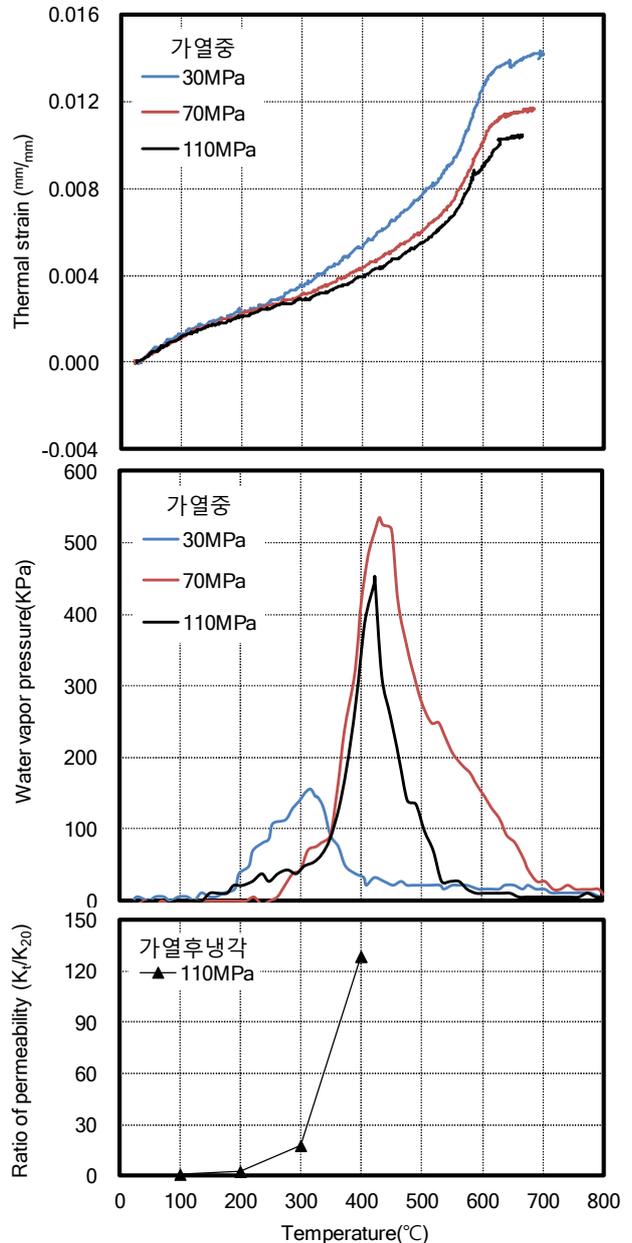


그림 2. 고온에 따른 콘크리트의 열팽창변형, 수증기압력, 투기계수

Acknowledgement

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

참 고 문 헌

1. M. H. Yoon, G. Y. Kim, G. C. Choe, Y. W. Lee, T. G. Lee, Effect of coarse aggregate type and loading level on the high temperature properties of concrete, Constr Build Mater 78, pp.26~33, 2015
2. Pundit Manual, CNS Instrument Limited, pp.61~63 Holmes Road London. N. W. 5.