

고온이력을 받은 콘크리트의 강도별 기본파와 고조파 특성

Fundamental and Harmonic Wave Characteristics of Concrete Subjected to Temperature by Strength

서 동 균* 김 규 용**** 손 민 재** 사 수 이** 유 하 민* 남 정 수***
Suh, Dong-Kyun Kim, Gyu-Yong Son, Min-Jae Sasui, Sasui Eu, Ha-Min Nam, Jeong-Soo

Abstract

The non-destructive method using ultrasonic waves has been applied in many studies due to its low damage to the structure and its simple evaluation method and high precision. On the other hand, if the concrete is subjected to a high-temperature, the mechanical properties may be deteriorated due to the micro-crack network and the damage may be severe depending on the strength of the concrete. Therefore, this study attempts to evaluate the fundamental wave behavior of different strength ranges using the ultrasonic non-destructive method for concrete that has been subjected to high-temperature. As a result, the relative power of the fundamental wave was decreased as temperature increase. And it was confirmed that the 2nd and 3rd harmonics were generated at 110 MPa. However, to check the 2nd, 3rd harmonics 110 MPa or less, there is a need for further research considering the ultrasonic output, the output of the sender and receiver, and the appropriate frequency accordingly.

키 워 드 : 비파괴시험, 초음파, 고온환경

Keywords : non-destructive test, ultrasonic pulse wave, high temperature

1. 서 론

초음파를 이용한 비파괴 방법은 구조체에 가하는 손상이 적으며 평가방법이 간편하고 정밀도가 높아 많은 연구에서 적용하고 있다. 초음파를 이용한 비파괴 평가방법 중 고조파를 이용한 초음파 비파괴 방법은 재료의 역학적 특성을 나타낼 수 있는 비선형 특성과 결함이 있을 경우에 감쇠가 일어나는 특성을 가지고 있다. 한편, 콘크리트가 고온이력을 받는다면 내부 응력으로 인한 미세 균열 네트워크로 인하여 역학적 성질이 저하하고 콘크리트의 강도에 따라 그 피해 정도가 심해질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 구조체에 손상을 최소화하기 위해 고온이력을 받은 콘크리트를 초음파 비파괴방식을 이용하여 일반강도, 고강도, 초고강도 범위에서 기본파의 크기 거동을 평가하려고 한다.

2. 실험 방법 및 사용재료

실험체는 목표강도 30MPa, 70MPa, 110MPa으로 설정하고 초음파 거동을 평가하기 위하여 □100×100×400 각형 공시체를 제작하였다. 실험체 가열은 전기저항식 가열로를 이용하여 저속가열(1℃/min.)을 진행하고 상온까지 냉각시킨 후에 실험을 진행하였다. 발신기와 같은 AE 광대역 수신기를 이용하여 신호를 수집하고 신호 분석 프로그램인 스펙트럼 분석기를 이용하여 FFT(Fast Fourier Transform)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1에 강도범위가 다른 시험체의 온도별 기본파의 상대적인 크기 변화를 나타내었다. 30MPa과 70MPa 수준은 500℃까지 가열하면서 이상이 없었지만 110MPa의 500℃에서는 폭렬이 일어나 측정이 불가하였다. 30MPa의 경우 가열 전 상온에서 기본파의 크기가 가열 후보다 낮게 나타났지만 가열온도가 높아질수록 점차 기본파의 크기가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 70MPa의 경우에서도 가열온도가 높아짐에 따라 기본파의 크기가 작아지는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 두 수준에서 모두 고조파는 나타나지

* 충남대학교 건축공학과 석사과정

** 충남대학교 건축공학과 박사과정

*** 충남대학교 건축공학과 교수

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

않았다.

그림 2에 110MPa 수준의 온도별 고조파 개형을 나타내었다. 100°C 이하의 범위에서는 2차, 3차 고조파가 나타났으며, 100°C에서 상온보다 2차, 3차 고조파의 크기가 크게 나타났다. 기본파의 크기는 100°C 이후에 크게 저하하는 양상을 나타냈으며 이는 콘크리트의 강도가 높아짐에 따라 온도에 의한 성능 저하 정도가 커지기 때문이라 판단된다.

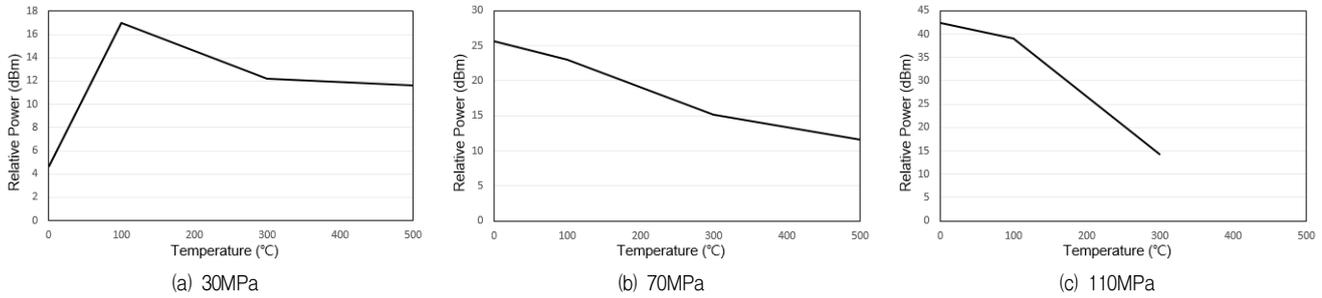


그림 1. 온도 및 강도별 기본파 변화

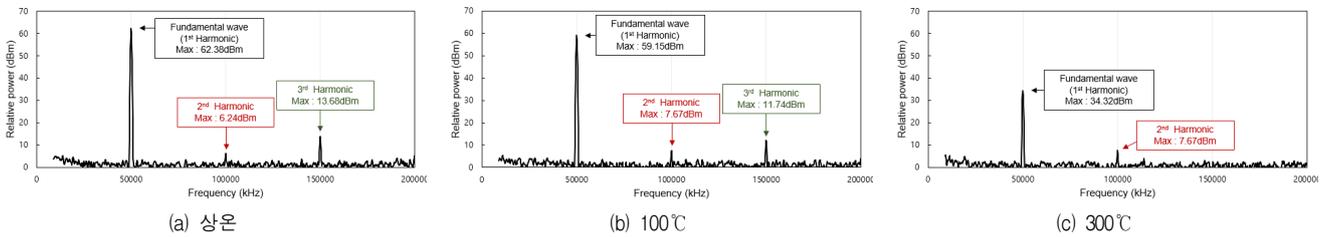


그림 2. 온도별 110MPa의 고조파

4. 결 론

초음파 비파괴방법을 적용하여 콘크리트를 통과한 기본파의 크기가 온도가 증가함에 따라 작아지는 것을 통하여 콘크리트의 역학적 성능 저하에 따른 상관관계가 있는 것으로 판단된다. 적용한 강도 범위에 따른 기본파의 크기는 내부 조직의 밀실도와 관계되는 것으로 판단되며, 110MPa에서는 2차, 3차 고조파가 발생하는 것을 확인하였다.

하지만 110MPa 이하의 강도 범위에서 고조파 확인을 위해서는 초음파 출력, 발신자와 수신자의 출력과 그에 따른 적정 주파수를 고려한 연구가 더욱 진행되어야 할 필요성이 있다.

Acknowledgement

이 논문은 2015년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다(No.2015R1A5A10375 48).

참 고 문 헌

1. Hwang, E., Kim, G., Choe, G., Yoon, M., Gucunski, N., & Nam, J., Evaluation of concrete degradation depending on heating conditions by ultrasonic pulse velocity. Construction and Building Materials, Vol.171, pp.511~520, 2018