

초음파 검사를 이용한 모르타르 내 균열깊이 측정

Measurement of Crack Depth inside Mortar using Ultrasonic Test

김 대 유* 임 흥 철** 조 윤 진***
Kim, Dae-You Rhim, Hong-Chul Cho, youn-jin

Abstract

Cracks are inherent to concrete by its nature. The various size and shape of cracks induce deterioration of reinforced concrete structures including nuclear power plants. The wider and deeper the crack is, the concrete structures are more vulnerable to carbonization. Thus, it is essential to develop a reliable measurement technique of cracks inside concrete. In this study, an ultrasonic test method is applied to the crack measurements. The results can be used for evaluation of existing reinforced concrete structures.

키 워 드 : 초음파 검사, 초음파 속도법, 모르타르, 균열 깊이, 측정

keywords : ultrasonic test, ultrasonic pulse velocity method, mortar, crack depth, measurement

1. 연구의 목적

콘크리트 구조물 내부에 존재하는 균열은 콘크리트 내부 철근의 부식을 촉진시켜 내구성을 저하시키는 요인이 된다. 콘크리트 구조물의 내부 균열 깊이가 구조물의 안전성에 미치는 영향이 큰 경우에는 콘크리트에 발생한 균열 깊이를 정확히 측정하는 것이 중요하다.¹⁾ 콘크리트 구조물의 균열 깊이 측정을 위해서 가장 많이 이용하고 있는 방법은 비파괴 검사법 중 초음파 속도법(Ultrasonic Pulse Velocity Method)이다. 콘크리트에서 초음파를 이용한 균열 깊이를 측정하는 경우 기존의 측정방법은 동일 매질내의 초음파 속도가 일정하다는 가정 하에 측정되는데, 불균질한 콘크리트의 경우에는 상당한 오차가 발생할 수 있다. 이번 연구는 콘크리트의 균열 깊이 측정을 위한 초음파 검사의 신뢰성을 검증하고, 원자력발전소 격납건물을 포함한 사회기반 시설의 안전성 평가를 위한 균열 깊이에 대한 정량적인 평가에 도움이 되고자 한다.

2. 기존연구 및 이론

초음파 검사 실험방법은 초음파 기기로 측정되는 동일한 시편에서 균열이 존재하는 부위와 존재하지 않는 부위에서의 탐사시간을 측정하여 상대적인 시간차를 이용한 깊이를 추정하는 To-Tc법(식1)을 사용한다.²⁾³⁾⁴⁾

$$D = \frac{L}{2} \sqrt{\left(\frac{T_c}{T_o}\right)^2 - 1} \quad \text{----- (1)}$$

여기서, D: 표면으로부터의 균열 깊이(mm), L: 탐촉자 사이의 측정거리(mm), Tc: 초음파의 균열부 도달시간(μsec), To: 초음파의 건전부 도달시간(μsec), Vp: 콘크리트에서의 종파 음속(cm/s) 이다.

3. 실험체 개요 및 실험 계획

실험체는 재료의 균질성을 확보하기 위하여 모르타르 시편을 제작하고, 배합비는 표 1과 같다. 정확한 균열 깊이를 생성하기 위해 모르타르를 타설한 후 시편의 중앙의 위치에 각각 다른 깊이의 균열을 인공적으로 만들었다. 그 후, 직경 50 mm의 탐촉자로 54 kHz 주파수를 사용하여 측정하였다. 균열이 있는 부분과 없는 부분을 중심으로 같은 거리에 양쪽으로 두 탐촉자를 배치하여 측정하는 To-Tc법을 통하여 각각의 시편 위에서 일정 간격만큼 대칭적으로 이동하며 균열 깊이를 측정하였다.

* 연세대학교 건축공학과 석사과정

** 연세대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(hcrhim@yonsei.ac.kr)

*** 연세대학교 건축공학과 석사과정

표 1. 시편 배합표

C:S (중량비)	W/C (%)	W (kgf/m ³)	무게 배합(kgf/m ³)	
			C	S
1 : 2.4	50	249	497	1193

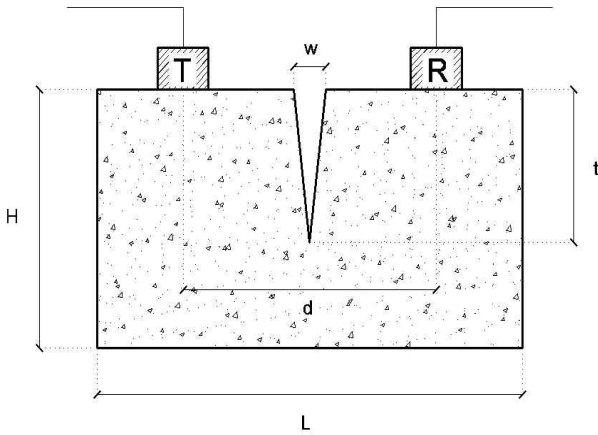


그림 1. 시편 도면



사진 1. 시편 균열 깊이 측정 모습

4. 결 론

54 kHz 주파수로 균열 깊이와 탐사거리와의 상관관계를 측정하였고, 균열 깊이 측정의 한계를 파악할 수 있었다. 또한, 탐촉자간 측정거리와 균열 깊이가 상관관계를 보일 수 있다는 것을 알 수 있었다. 향후 연구를 통해 초음파법을 통한 균열 깊이 측정에 신뢰성을 확보하고, 콘크리트 표면에서 발생하는 균열폭과 내부의 균열깊이와의 상관관계에 대해 연구하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20151520101090)

참 고 문 헌

1. Amasaki, S, and Akashi, T., Study on Measurement of Crack Depth of Concrete Member by Pulse Velocity Technique, Proceedings of the Japan Concrete Institute, Vol.2, pp.133~136, 1980
2. 박석균, 최욱, 초음파법에 의한 콘크리트 표면 균열 깊이의 측정오차 분석에 관한 연구, 한국콘크리트학회 2003년도 봄 학술발표회 논문집, pp.175~180, 2003.5
3. 김연수, 임홍철, 초음파 시간전파법(TOFT)을 이용한 콘크리트 시편에서의 균열깊이 탐사, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제22권 제1호, pp.119~122, 2002.4
4. 강민오, 장현석, 백상기, 홍성욱, 조영상, 초음파 전파시간을 이용한 콘크리트 모의부재의 균열깊이 추정, 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, 제32권 제2호, pp.425~426, 2012.10