

# 공극을 포함한 실리카샌드 시편의 초음파 속도변화 측정

## Measurement of Ultrasonic Wave Velocity Changes in Silica-Sand Specimens with Voids

김 대 유\*

Kim, Dae-You

임 흥 철\*\*

Rhim, Hong-Chul

조 윤 진\*\*\*

Cho, Youn-Jin

### Abstract

In order to examine the effect of voids on the ultrasonic wave velocity, specimens made of Silica-Sand with voids were prepared for the measurements. The volume fraction of 0, 15, and 30% of voids were used to compare the differences. Because of its more homogeneous distribution of materials properties, the Silica-Sand specimens were used, as compared to mortar specimens. The results showed clear change in ultrasonic wave velocity with different volume fraction of voids. This result is to be used for the estimation of the integrity of concrete structures using ultrasonic wave velocity method as nondestructive testing.

키 워 드: 비파괴 검사, 초음파 속도법, 공극, 실리카샌드, 건전도, 평가

Keywords: nondestructive test, ultrasonic pulse velocity method, void, Silica-Sand, integrity, evaluation

### 1. 연구 배경과 목적

대부분의 국내 건축물이 콘크리트 구조물인 상황에서 콘크리트의 건전성과 안전성을 평가하는 것은 중요해지고 있다. 평가하는 방법인 비파괴 검사 중 초음파검사는 콘크리트의 건전성 및 강도를 평가하는데 널리 사용되고 있다. 초음파 속도법(Ultrasonic Pulse Velocity Method)을 이용하여 콘크리트 내부를 탐상하고, 압축강도 등의 정보를 통하여 콘크리트의 내부 상태 및 안전성을 진단할 수 있다. 콘크리트 타설 및 양생 과정, 준공 후의 다양한 요인으로 인하여 존재하게 되는 콘크리트 내부의 공극은 콘크리트의 내구성과 강도에 영향을 줄 수 있다. 이에 본 연구에서는 공극의 비율에 따라 측정되는 초음파 속도 변화를 통하여 콘크리트 내부 공극탐상의 신뢰도를 향상시키는데 그 목적을 두고 있다.

### 2. 기존 연구 및 이론

초음파 속도법은 초음파 기기를 이용하여 대상물에 투과되고 돌아오는 초음파의 탐사시간을 측정하여 대상 물체의 내부 상태 등을 파악하는 방법이다. 물체에 손상을 가하지 않고 반복적으로 측정을 할 수 있고, 이를 통해 콘크리트의 균열과 공극 등을 찾고, 압축강도를 추정할 수 있다. 이에 대한 연구로는 탐사거리와 균열깊이의 상관관계, 균열깊이 측정에 있어서의 탐상각도에 대한 연구<sup>(1)</sup>, 시멘트 모르타르의 공극률과 내구특성과의 관계에 대한 실험<sup>(2)</sup>, 초음파 속도법을 이용하여 모르타르 내 공극이 강도에 미치는 영향을 측정하는 실험<sup>(3)</sup>, 초음파 속도법을 이용하여 콘크리트 슬라브를 측정법을 달리하며 속도를 비교한 실험<sup>(4)</sup>이 진행되었다.

초음파 속도는 음파가 통과하는 매질의 밀도와 탄성계수에 영향을 받는다. 만약 매질 안에 균열, 공극과 같이 불연속의 매립물이 존재하면, 초음파 속도가 그 매립물의 크기와 부피에 따라, 감소하게 된다. 초음파 검사를 통해 이같은 공극 등의 존재와 그 영향을 정량적으로 측정할 수 있으면, 향후 콘크리트의 강도검사 등에 유용하게 사용될 수 있다.

### 3. 실험체 개요 및 실험 계획

균질한 시편을 제작하여 실험에 사용하기 위해 경화제, 주재, 규사(실리카샌드)를 1:3:10의 무게비로 배합하여 200mm×200mm×200mm 크기의 정육면체 시편을 제작하였다. 또한, 내부 공극에 의한 초음파 속도 차이를 확인하기 위하여, 공극 역할을 하는 직경 30mm의 구

\* 연세대학교 건축공학과 석사과정

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

\*\*\* 연세대학교 건축공학과 석사과정

형 스티로폼을 일정한 비율로 매립하였다(그림 1). 측정하는데 있어서 직경 50mm의 54 kHz 주파수의 탐촉자를 사용하였다. 다양한 측정 환경에서 신뢰도 있는 초음파 속도법의 결과를 도출하기 위하여, Direct Method와 Semi-Direct Method로 측정하였다(사진 1).

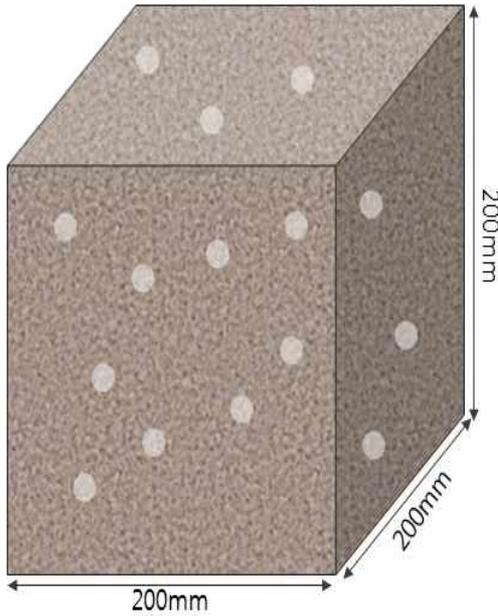


그림 1. 공극 시편 투상도



사진 1. 시편 측정 모습

#### 4. 결 론

본 실험을 통하여 시편 내부의 공극이 증가할수록, 초음파 속도가 감소하는 것을 정량적으로 확인할 수 있었다. 콘크리트 건축물을 초음파 기기를 통하여 평가할 때, 다양한 측정 환경에서도 신뢰도 있는 결과를 얻을 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 초음파 속도법이 공극을 포함한 콘크리트 구조물의 내부 상태를 파악하는데 있어서 유용한 방법임을 보여주었다.

#### 감사의 글

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

#### 참 고 문 헌

1. 임홍철, 김연수, 이상균, 송영철, 초음파를 이용한 콘크리트 시편의 피복두께 이하에 위치한 균열깊이 탐사, 한국구조물진단유지관리공학회 논문집, 제6권 제4호, pp.181~188, 2002
2. 박상순, 권성준, 김태상, 시멘트 모르타르의 공극률과 내구특성과의 관계에 대한 실험적 연구, 대한토목학회 논문집, 제29권 제2A호, pp.171~179, 2009
3. 김동연, 임홍철, “초음파 속도법을 이용한 모르타르 내 공극의 강도 영향 측정,” 한국건축사공학회 춘계학술발표대회 논문집, 제15권 1호, pp. 224-225, 2015
4. Ismail O. Y., Gokhan I., Nazli Y., Haluk A. M., Ultrasonic pulse velocity in concrete using direct and indirect transmission, ACI Materials Journal, Vol.98, No.6, pp.450~457, 2001