

초음파 및 레이더를 활용한 콘크리트 내부결함탐상 알고리즘 개발

The Development of an Algorithm for Internal Defect Inspection of Concrete using Ultrasonic Detective Device and Radar Equipment

오 흥 섭* 주 민 관** 이주원***
Hongseob Oh, Minkwan Ju Juwon Lee

ABSTRACT

Nowadays, the necessity of the NDT technique for concrete structure has been increased due to maintenance of infra-structure. With this reason, NDT detecting technique has been considered as a effective maintenance method to prevent the rapid degradation of the infra-structure. In this study, to investigate the internal defect of concrete structure, ultrasonic detection device and radar equipment was applied then tested in laboratory and field. In the result of the experimental test, the internal cavity and steel arrangement can be detected and it was possible to adopt the ultrasonic detection method to the maintenance of concrete structure. And an algorithm for performing the maintenance procedure of concrete structure applying ultrasonic detection device and radar equipment was developed and suggested in this study.

요 약

최근 각 분야에서 연구 및 개발하고 있는 IT 및 자동화 경향이 건설 유지관리에도 전파됨에 따라 유지관리 로봇의 개발과 함께 개발될 비파괴 시스템의 장착이 각광 받을 것으로 예상되고 있다. 토목 구조물의 경우, 이러한 첨단기술의 발전과 더불어 유지관리 측면에서 이러한 첨단기술을 사용하는 것이 적극적으로 고려되고 있다. 그 중 NDT 비파괴 검사방법이 토목구조물의 효율적인 유지관리를 해결할 방법으로 사료되고 있다. 본 연구에서는 콘크리트 구조물의 내부결함 탐상을 위해서 초음파 및 레이더 장비가 적용되었으며, 이를 활용하여 실험실 및 현장실험을 통하여 그 적용성을 실험적으로 분석하였다. 실험결과, 초음파 및 레이더 장비는 콘크리트 구조물의 내부결함을 탐상하는데 효과적임으로 분석되었다. 또한 본 연구에서는 실험결과를 바탕으로, 초음파 및 레이더 장비를 적용한 콘크리트 구조물의 유지관리를 위한 알고리즘을 개발 및 제안하였다.

* 정회원, 진주산업대학교 토목공학과, 교수

** 정회원, 한양대학교 토목공학과 박사수료

*** 정회원, 진주산업대학교 토목공학과 연구원

1. 서 론

콘크리트 구조물은 공용수명이 증가함에 따라, 노후화로 인해 성능저하가 발생한다. 이 성능저하과정이 길어지면 예기치 못한 붕괴나 이를 복구하기 위한 막대한 사회적 비용손실이 발생할 우려가 있다. 이를 사전에 방지하고자, 유지관리 기술이 지속적으로 발전하고 있으며, 최근 첨단장비를 도입한 토목구조물의 유지관리 기법의 활용도가 높아지고 있는 실정이다. 그 중 NDT 비파괴 검사방법이 효율적인 유지관리 방법으로 각광받고 있으며, 이를 위한 비파괴 진단장비 또한 연구개발이 지속적으로 이루어지고 있다.

본 연구에서는 콘크리트 구조물의 내부결함 탐상을 위해서 초음파 및 레이더 장비가 적용되었으며, 이를 활용하여 실험실 및 현장실험을 통하여 그 적용성을 실험적으로 분석하였다. 실험결과, 초음파 및 레이더 장비는 콘크리트 구조물의 내부결함을 탐상하는데 효과적으로 분석되었다. 또한 본 연구에서는 실험결과를 바탕으로, 초음파 및 레이더 장비를 적용한 콘크리트 구조물의 유지관리를 위한 알고리즘을 개발 및 제안하였다.

2. 탐상 알고리즘 개요

2.1 초음파탐상 개요도

본 연구에서는 20~150kHz의 초음파 주파수대역을 갖고 있으며, 길이방향 혹은 2방향의 에코-펄스 탐상법과 웨도우 탐상법이 가능한 Acoustic Control System사의 A1220 Monolit 초음파 탐상장비를 사용하였다. 탐상방법은 550mm×550mm의 시험체 단면을 x방향과 y방향 2방향으로 50mm 간격으로 순차적으로 진행하였다. x방향의 수직단면검사로서 B-scan이라고도 한다. 이러한 B-scan을 y방향으로 50mm씩 총 10회 실시한 결과를 조합하여 시험체 수평단면의 상태를 검사하였다(C-scan). 그림1은 이렇게 진행된 B-Scan과 C-Scan에 대한 개요도를 나타낸다.

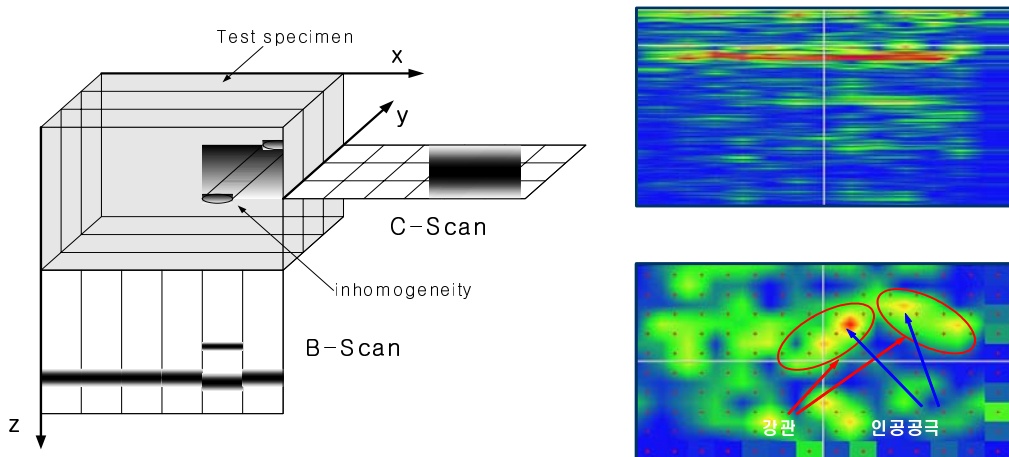


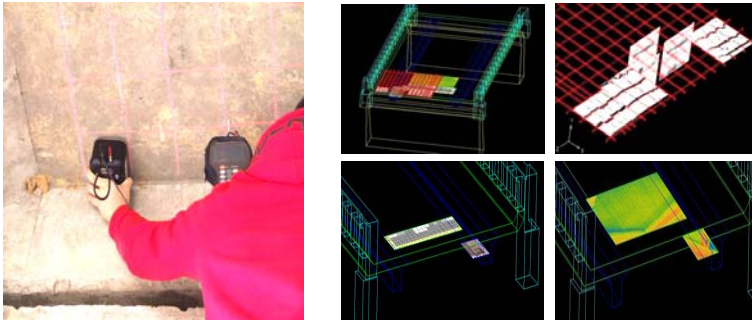
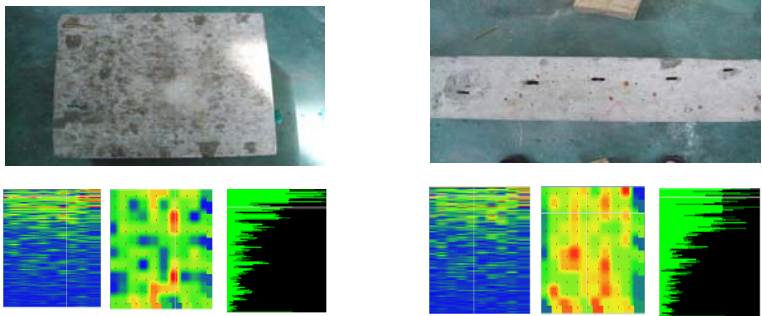
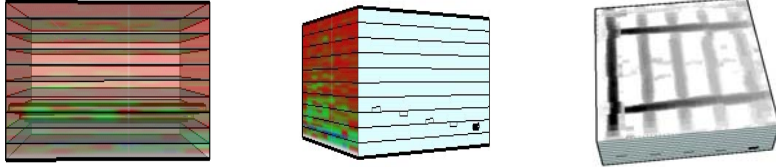


그림1. 시험체 탐상개요도

2.2 실교량 초음파 및 레이더 내부진단 알고리즘

다음은 초음파 및 레이더 장비를 활용한 콘크리트 구조물의 내부진단을 위해 제안된 알고리즘 개요도이다.

<p>Step 1</p> <p>대상교량선정</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 내부진단이 필요한 대상교량 선정 - 진단범위 및 육안조사 
<p>Step 2</p> <p>Rebar를 활용한 철근탐사</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 진단부분에 대한 철근탐사 및 균열폭 계측 및 사용성 분석  <p style="text-align: right;"><좌측> <중앙> <우측></p>
<p>Step 3</p> <p>초음파를 활용한 내부진단 및 3D 모델개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 초음파 장비를 이용한 철근깊이 및 내부공극 계측 - 3D 캐드와 연계를 통한 3D 진단모델 개발 

<p>Step 4</p> <p>초음파를 활용한 내부진단</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 진단대상 구조물을 모사할 수 있는 시편제작 - 균열깊이, 초음파속도, 파장 등의 변수를 적용한 초음파 민감도분석 
<p>Step 5</p> <p>3D 유저 인터페이스</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 진단단계별 분석데이터 동영상화 - 철근깊이, 내부공극, 내부손상형상 등 종합적 진단시스템 개발 

3. 결론

- 1) 교량구조물 뿐 아니라 초고층 구조물에 대한 내부결함 진단 첨단화 기술로의 연계 및 극한환경 구조물의 시공 및 진단기술의 개발로 확대할 수 있다.
- 2) 초음파 내부결함 진단기술을 활용한 유지관리 기법의 개발로 인해 국내 유지관리 시장의 선진화를 추구할 수 있을 뿐 아니라 기술표준화 및 정책화를 위해 국외 전문 활용 방안 및 국내 적용사례를 바탕으로 기술정책화 추진이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2005년 한국건설교통기술평가원 “교량 유지관리 자동화를 위한 첨단 로봇시스템 개발” 성과로서 이에 저자들은 위 기관의 연구지원에 감사드리는 바입니다.

참고문헌

1. 임홍철, 김연수, 이상균, 송영철, “초음파를 이용한 콘크리트 시편의 피복두께 이하에 위치한 균열 깊이가 탐사”, 한국구조물진단학회논문집, 제6권, 4호, 2002. 10, pp.181-188
2. Christoph kohl, Doreen Streicher, “Result of reconstructed and fused NDT-data measured in the laboratory and on-site at bridges”, Cement and Concrete Composites, 2006. 4, pp.402-413
3. M. Krause, F., Mielentz, B., Milman, W. and Muller, V. Schmitz, H. Wiggenhauser, “Ultrasonic imaging of concrete members using an array system”, NDT&E international, 2001, 10, pp.403-408