

고출력펄스 레이저 기반 비접촉 콘크리트 열화깊이 추정 기법 검토

Review of Non-Contact Concrete Damage Depth Estimation Technique Based on High-Power Pulsed Laser

최경철^{1*} · 김홍섭² · 전준서² · 김은영² · 이문환³

Choe, Gyeong-Cheol^{1*} · Kim, Hong-Seop² · Jeon, Jun-Seo² · Kim, Eun-Young² · Lee, Mun-Hwan³

Abstract : Out of an estimated 7 million buildings nationwide, approximately 38% of them have been standing for over 30 years, and this number is expected to continue to increase. Additionally, due to the Building Act, safety inspections will be mandatory for approximately 70,000 buildings annually, leading to an increase in demand for building safety inspections. However, the current building safety diagnosis heavily relies on manpower, making it difficult to diagnose locations that are hard to access, and requiring lengthy investigation periods. Therefore, this paper presents the basic research results of a non-contact concrete damage depth estimation technique using laser technology aimed at remote building safety diagnosis and shortening investigation periods.

키워드 : 콘크리트, 열화깊이, 레이저, 비접촉

Keywords : concrete, damage depth, laser, non-contact

1. 서론

전국적으로 약 700만동으로 추산되는 건축물 중 30년 이상 경과된 건축물은 약 38%로 이는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 또한, 건축물관리법에 따라 연 7만동에 대한 점검이 의무화될 예정으로 건축물 안전점검의 수요가 증가하고 있다. 그러나 현행의 건축물 안전진단은 인력에 대한 의존성이 높기 때문에 접근이 어려운 위치의 진단이 어렵고, 장기간의 조사기간이 요구되는 문제가 있다. 따라서 이에 본 논문에서는 건축물 안전진단의 원격화 및 조사기간의 단축을 목적으로 레이저 기술을 이용한 비접촉식 콘크리트 열화깊이 추정 기법에 대한 기초적 연구결과를 제시하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획을 표 1에 나타냈다. 본 연구의 목적은 콘크리트 표면에 발생하는 열화 깊이를 추정하는 것으로 콘크리트는 압축강도 70MPa의 일반콘크리트와 700°C로 가열한 열화콘크리트를 사용하였다. 콘크리트의 열화깊이 추정 시스템(그림 1)은 충격파 발생장치, 레이저 수신장치, 탄성파 데이터 처리 기법으로 구성하였으며, 충격장치로 Q-switched Nd:YAG 레이저 (6.36mJ, 12ns)를 사용하였고 수신장치는 Laser Doppler vibrometer를 사용하였다. 탄성파의 처리는 수집된 Time-signal 데이터를 Waverlet 변환하여 표면파 분산곡선을 도출하여 분석하였다.

표 1. 실험계획

구분	시험체	시험체 두께	레이저 진동 위치	평가항목
Type 1	일반콘크리트	100mm	<ul style="list-style-type: none"> Point 1 : 충격지점 50mm 이격지점 Point 2 : 충격지점 100mm 이격지점 	<ul style="list-style-type: none"> Time - signal 표면파분산
Type 2	열화콘크리트	100mm		
Type 3	일반콘크리트+열화콘크리트	200mm		

1) 한국건설기술연구원, 수석연구원, 교신저자(g.choe@kict.re.kr)

2) 한국건설기술연구원, 수석연구원

3) 한국건설기술연구원, 선임연구위원

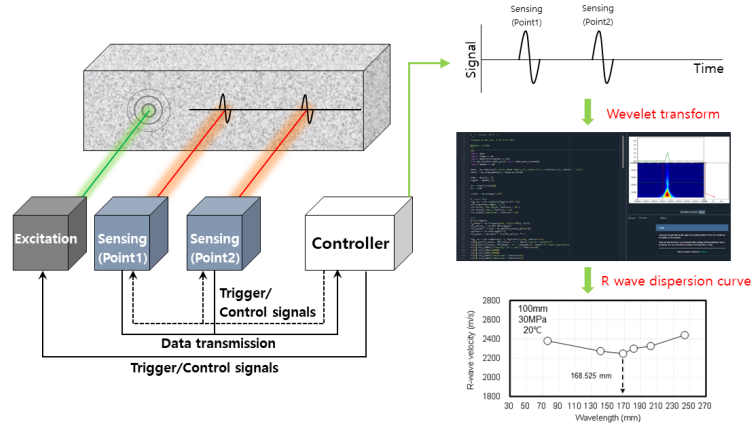


그림 1. 레이저 기반 비접촉 콘크리트 열화 깊이 추정 시스템 구성도

3. 실험결과 및 결론

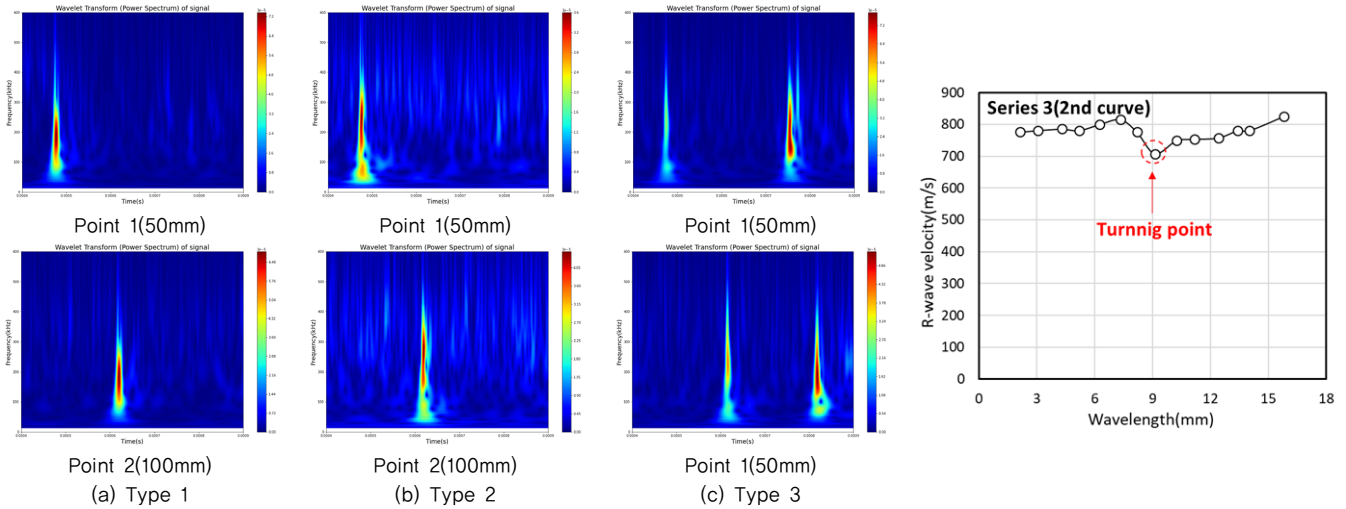


그림 2. Wavelet transform spectrum

그림 3. 표면파 분산곡선

본 연구에서 제안한 레이저 기반 비접촉 콘크리트 열화 깊이 추정 시스템을 이용하여 고출력 펄스레이저 가진에 의한 콘크리트의 진동신호를 비접촉 방식으로 수집할 수 있었다. 깊이에 따라 콘크리트의 기계적 성질이 다르지 않은 Type 1과 Type 2에서는 콘크리트 표면파분산을 확인할 수 없었다. 이는 동일한 매질은 같은 전파 속도를 갖기 때문에 콘크리트에서 발생하는 모든 파장의 속도 또한 동일한 것으로 판단된다.

한편, 매질의 성질이 다른 Type 3에서는 9mm의 파장에서 변곡점이 발생이 관찰되어 콘크리트의 표면파분산이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 변곡점이 발생하는 깊이와 실험에서 계획한 열화깊이는 큰 차이를 나타냈다. 이것은 레이저 도플러 변위계를 이용해 획득한 콘크리트 진동신호에서 고주파 성분의 신호가 다수 수집되어 깊은 깊이를 전파하는 저주파 신호가 적게 수집된 문제로 판단된다.

따라서, 본 연구에서 제안한 비접촉 콘크리트 열화깊이 추정 시스템의 정밀도를 향상시키기 위해서는 고출력 펄스 레이저의 출력량 및 진동신호의 수신 위치 변경 등 다양한 실험조건에서 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2022년 한국건설기술연구원 평가인증사업의 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: 20220045-001