

궤도상태 평가를 위한 비파괴 검사기술 비교

A Comparative Study of Non-destructive Tests on Railway Track Foundation

조호진**, 부탄응오*, 레딘비엣*, 임유진*†

Hojin Cho **, Vu Than Ngo *, Le Dinh Viet *, Yujin Lim *†

초 록 구조물이 점점 노후화됨에 따라 효과적인 구조물의 안전진단법이 중요하게 되었다. 또한 철도와 같이 주요한 시설물은 빠르고 안전하면서도 구조물에 영향을 주지 않는 효과적인 비파괴시험 기술이 필요하다. 특히, 공용중인 철도시설물 중 콘크리트 슬래브에 대한 건전도 평가는 매우 중요하다. 비파괴시험법 중 충격반향기법은 콘크리트 슬래브 표면에서 간편하게 건전도를 평가할 수 있는 가장 효과적인 방법이다. 본 연구에서는 콘크리트 슬래브 시험체 내부와 하부에 공동 및 들뜸 등의 이상개소가 있는 경우 충격반향기법을 이용하여 이상개소의 발생 위치 및 깊이에 따른 공진주파수 특성을 확인하였다. 공진주파수로부터 콘크리트 슬래브의 두께를 산정한 후 실제 두께와 비교하여 시험의 적용성과 효율성을 확인하였다. 또한 일반적인 주파수 특성을 이용한 결과분석 이외에 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)에 의한 해석법이 이와 같은 들뜸 및 이상개소 해석방법에 보다 효과적으로 적용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

주요어 : 충격반향기법, 콘크리트 슬래브궤도, 들뜸, 웨이블릿, 공진주파수

1. 서 론

철도와 같은 성능 기반 시설의 사용성 증가는 구조물의 외관상 품질뿐만 아니라 구조물 내부의 상태평가 및 강도와 강성특성에 대한 정확한 평가를 필요로 한다. 따라서, 이러한 철도구조물을 포함한 콘크리트 시설물의 손상 및 결함을 탐지할 수 있는 비파괴시험(NDT; Non-Destructive Test)기술은 국내외에서 최근 비상한 관심을 보이고 있으며 관련기술의 급속한 발전이 이루어지고 있다.

비파괴시험 중 충격반향기법(Impact Echo Test)은 기존의 콘크리트 구조물 평가를 위한 고급 시험법 중 하나이다. 충격반향기법의 기초 연구는 약 30년 전부터 시작되었다.

충격반향기법은 탄성과 기반의 시험방법으로서 콘크리트 구조물의 표면에서 검사가 가능하다. 이러한 탄성과 기반의 시험방법은 포장 슬래브의 두께를 측정하고 콘크리트의 표면에서 내부의 공동 및 들뜸 등 이상 개소의

깊이를 확인할 수 있으며 콘크리트 구조물의 강도를 모니터링 하는데 효율적으로 활용되고 있다. 본 연구에서는 콘크리트 층 사이에 들뜸과 공동이 발생할 경우 충격반향기법을 이용하여 검측이 가능한지의 여부를 확인하기 위하여 간이 모형슬래브를 설치하고 이에 대한 충격반향시험을 실시하였다. 또한 보편적인 충격반향기법의 주파수 중심 시험결과 해석과 더불어 최근 새롭게 각광 받고 있는 신호처리기법 중 한 방법인 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)을 이용하여 해석방법의 유효성과 신뢰성을 확인하고자 하였다. 이러한 시험과 분석을 통하여 콘크리트궤도 슬래브의 들뜸 파악을 위한 새로운 데이터 분석절차와 분석기법을 제시하고자 한다.

2. 충격반향기법 및 시간-주파수 해석

2.1 충격반향기법의 원리

충격반향기법은 응력파를 이용한 비파괴 시험으로 초기에는 콘크리트의 결함을 탐지하기 위해 개발되었으며, Sansalone[1]과 Cho[2] 등은 콘크리트 슬래브 내의 이상개소 탐지에 효과적임을 검증시험을 통하여 확인한 바 있

† 교신저자: 배재대학교 건설환경철도공학과
(yujin@pcu.ac.kr)

* 배재대학교 건설환경철도공학과

** (주)지에스지

다. 일반적으로 콘크리트의 시공표면에서 시험을 수행하며, 터널라이닝과 도로 포장층의 건진도 평가에 적용되어왔다. 충격반향기법은 Fig. 1과 같이 응력파가 이상개소와 표면 사이에서 지속적으로 반사되어 발생하는 공진주파수를 취득하여 평가하는 비파괴 시험이다.

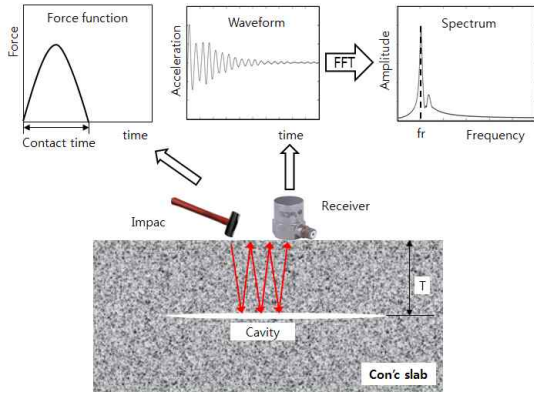
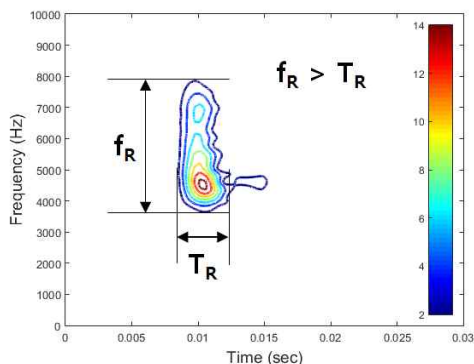


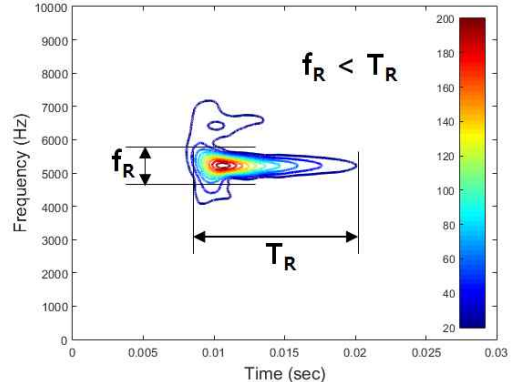
Fig. 1 Process of impact echo test and data acquisition

2.2 시간-주파수 분석

푸리에 변환(Fourier Transform)은 신호처리에 있어 가장 널리 쓰이는 강력한 기법으로서 계측된 신호를 각기 다른 주파수 성분을 갖는 여러 개의 정현파로 나누는 방법이다. 이러한 변환기법은 계측된 신호의 총 주기 내에서 평균적인 주파수 특성을 평가하게 되므로 시간에 따라 주파수 특성이 변화하는 신호에 대해서는 시간 정보를 손실하게 된다. 즉 시간에 따른 주파수의 변화 특성을 규명하기 위한 방법으로는 적합하지 않다. 이러한 한계를 극복하기 위해 신호의 시간 정보 및 주파수 정보를 동시에 능동적으로 해석할 수 있는 시간-주파수 해석 기법을 도입하였다 [3].



(a) Wavelet contour of non cavity case



(b) Wavelet contour of cavity case

Fig. 2 Wavelet contour shapes according to cavity or non cavity

3. 결론

콘크리트 슬래브층 사이 및 하부에 공동 및 들뜸 등의 이상개소가 발생할 경우 충격반향기법을 이용하여 검측이 가능한지에 대한 검증을 간이 모형시험을 통하여 확인하였으며 콘크리트 궤도와 같이 비교적 큰 길이방향의 구조물에 대한 전반적인 상태평가를 위해 일정간격으로 가속도센서 및 타격위치등의 조정을 통한 연속적인 상태평가가 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(16RTRP-B114179-01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] M. Sansalone, W. B. Streett (1997) Impact-echo: nondestructive testing of concrete and masonry, Bullbrier Press, ITHACA, NY, pp. 9-13.
- [2] M. R. Cho, H. S. Lee, H. H Kim, K. B Kim (2005) Finite element analysis of the impact-echo testing at a concrete slab with complex boundary conditions, KSCE Journal of Civil Engineering, 9(2), pp.113-117.
- [3] D. Gabor (1946) Theory of communication, Journal of Institution of Electrical Engineers, 93(3), pp. 429-457.