

비파괴 시험을 통한 콘크리트 궤도 도상결함 측정 분석

Non-Destructive Test to Analyze the Defect of Concrete Track

조호진*†, 박재학*, 박성백**, 임유진***

Hojin Cho*†, Jaehak Park*, Seongbaek Park**, Yujin Lim***

초 록 본 연구에서는 콘크리트 슬래브 궤도 내부와 하부에 공동 및 들뜸 등의 이상개소가 있는 경우 충격반향기법을 이용하여 이상개소의 발생 위치 및 깊이에 따른 주파수 특성을 확인하였다. 이상개소가 의심되는 공용중인 콘크리트 궤도 구간에서 충격반향기법을 이용하여 측정된 주파수로부터 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

1. 서 론

철도와 같은 성능 기반 시설의 사용성 증가는 새로운 구조물의 품질과 강도에 대한 정확한 내부 평가를 필요로 한다. 따라서, 이러한 철도 콘크리트 시설물의 손상 및 결함을 탐지할 수 있는 비파괴시험(NDT; Non Destructive Test)기술은 국내 외에서 큰 관심을 보이고 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 공동 및 들뜸 등 이상개소의 깊이를 확인할 수 있으며, 콘크리트 구조물의 강도를 모니터링 하는데 효율적으로 활용되고 있다.

또한 방대한 데이터의 효율적인 가공을 위하여 Matlab 프로그램을 이용한 GUI를 개발하였다. 데이터의 특성상 측정위치에 따른 상대적인 틀림 및 진동을 획득하기 위하여 Wavelet 기법을 이용한 거리-공간주파수 분석을 실시하였다.

본 연구에서는 콘크리트 슬래브 층 사이에 들뜸과 공동이 발생할 경우 충격반향기법을 이용하여 검측이 가능한지의 여부를 확인하기 위하여 공용중인 콘크리트 슬래브상에서 충격반향시험을 실시하였다. 또한 보편적인 충격반향기법의 주파수 중심 시험결과 해석과 더불어 최근 새롭게 각광받고 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 콘크리

† 교신저자: (쥬지에스지(hojin@igsg.co.kr))

* (쥬지에스지)

** 한국철도공사

*** 배재대학교

트 슬래브 내의 이상개소 탐지에 효과적임을 검증시험을 통하여 확인한 바 있다. 일반적으로 콘크리트의 시공표면에서 시험을 수행하며, 터널라 이닝과 도로 포장층의 건전도 평가에 적용되어왔다. 충격반향기법은 Fig. 1과 같이 응력파가 이상개소와 표면 사이에서 지속적으로 반사되어 발생하는 공진주파수를 취득하여 평가하는 비파괴 시험이다.

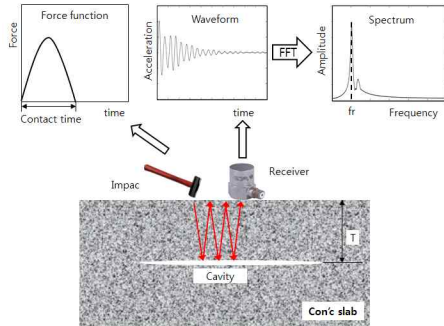
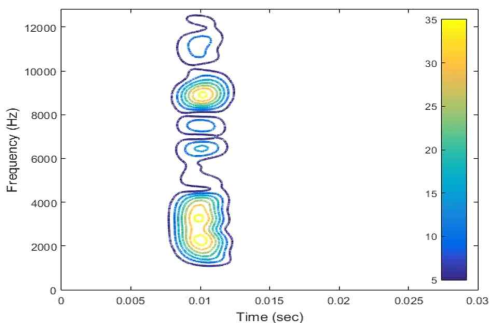


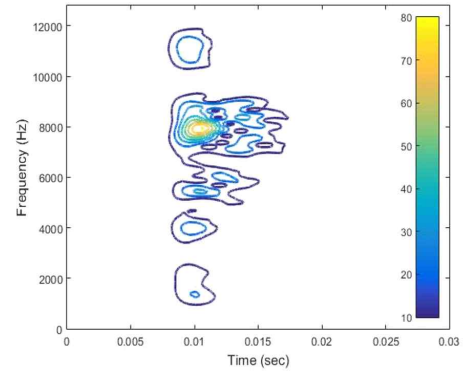
Fig. 1 Process of impact echo test and data acquisition

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 해석 할 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 공용중인 콘크리트 슬래브케도 상에서 확인하였다. 향후 시험 시스템의 최적을 통하여 신속한 시험수행 및 결과확인을 위한 시스템의 개발이 필요하며, 큰 길이방향의 구조물에 대한 2차원적인 이상개소 검토를 위한 분석 모듈에 대한 개발이 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비 지원(18RTRP-B113566-03)에 의해 수행 되었습니다.

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.