

웨이블릿 기법을 이용한 궤도틀림 및 축가속도 분석 기술 개발

Developed the Technology of Analysis of Track Irregularity and Axial Vertical Acceleration using Wavelet Technique

조호진^{*†}, 최찬용^{**}, 박재학^{*}, 임유진^{***}

Hojin Cho^{*†}, Chanyong Choi^{**}, Jaehak Park^{*}, Yujin Lim^{***}

초 록 본 연구에서는 호남고속철도의 테스트베드 구간인 정읍~익산구간에서 획득한 궤도틀림과 차상 가속도 데이터를 분석하였다. 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.

분석구간은 교량 접속부, 표준성토노반, 연약지반이며, 각 구간 별 측정 데이터에 따른 주파수 특성을 확인하였다.

주요어 : 웨이블릿, 궤도틀림, 축가속도, 고속철도, 공간주파수

1. 서 론

현재 고속철도구간은 궤도 검측차량(Roger 1000K)과 KTX 36호차를 이용하여 궤도 틀림 및 차상진동가속도를 측정하고 있다. 이를 이용하여 보수 구간을 결정하고 승객의 승차감 및 안정성을 평가한다. 그러나 측정된 차상모니터링 계측결과와 고속검측차량의 궤도틀림은 개별적으로 측정되며 이러한 방대한 데이터를 가공 처리하여 분석 및 평가를 할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 다양한 궤도상태 평가기법(PSD, KP기준 공간주파수, Wavelet 등)을 이용하여 궤도틀림의 파장길이 및 차상진동가속도의 주파수 특성을 분석하였다.

이를 통해 향후 국내 고속선 궤도상태평가 기법의 합리적인 방안을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

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.

2. 본 론

2.1 계측 데이터의 구성

계측 데이터는 KTX 36호차와 Roger 1000k에서 매달 주기적으로 측정하고 있는 차상 가속도 데이터와 궤도 틀림 데이터이다. KTX 36호차에서 측정된 원데이터(Raw Data)는 차체(3축; X, Y, Z), 대차(2축; Y, Z), 윤축(2축; Y, Z)의 진동가속도와 속도 및 위치(KP, GPS)데이터로 구성된다. 또한 Roger 1000k에서 측정된 궤도틀림 데이터는 KP기준 거리, 속도, 궤간틀림, 줄틀림, 면틀림, 고저틀림, 캔트 등의 데이터로 구성된다.

2.2 거리-공간주파수 해석

본 연구에서 사용한 거리-공간주파수 해석 기법은 Wavelet 기법 중 Short-Time Fourier

† 교신저자: (쭈지에스지(hojin@igsg.co.kr))

* (쭈지에스지)

** 한국철도기술연구원

*** 배재대학교 건설환경철도공학과

Transform(STFT)을 사용하였다. STFT는 시간에 따른 주파수 특성을 나타내기 위하여 시간 대역별로 윈도우 함수를 적용하여 구간화 및 필터링된 함수를 얻고 그에 대한 푸리에 변환을 수행하는 기법이다.

본 연구에서는 차상 가속도와 궤도틀림 데이터를 이용하여 거리영역 해석, 공간주파수 영역 해석을 수행하였고 측정된 신호의 총 주기에 대하여 32 ~ 1024개의 구간으로 나누어 각 구간 중심에서 256개의 윈도우 데이터 포인트에 대하여 거리-공간주파수 해석을 수행하였다.

3. 결론

본 연구에서는 호남고속철도의 테스트베드 구간인 정읍~익산구간에서 획득한 차상 가속도와 궤도틀림 데이터를 분석하였다. Fig. 2는 그 중 교량 접속부 구간의 고저틀림 데이터에 대한 공간주파수(Spatial Frequency) 및 Wavelet 분석 결과를 나타낸 것이다. 공간주파수가 0.03[1/m]에서 진폭이 크게 발생하였으며 Wavelet 결과로부터 교량구간에서 집중적으로 발생한 것을 알 수 있다.

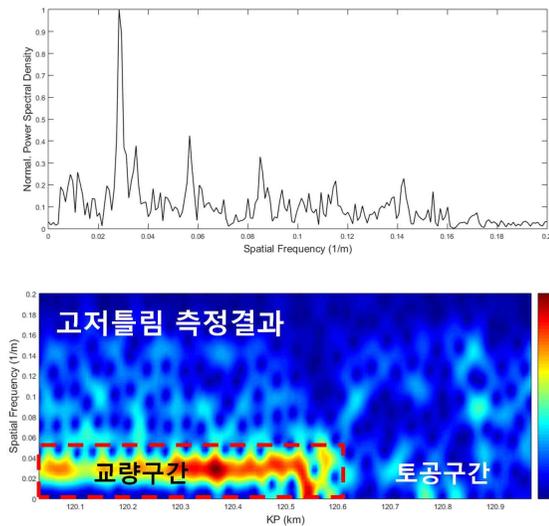


Fig. 2 Longitudinal level of bridge connection section

또한 Fig. 3은 표준성토노반 구간의 축 수직가속도 데이터에 대한 공간주파수(Spatial Frequency) 및 Wavelet 분석 결과를 나타낸 것이다. 공간주파수가 6 및 20[1/m]에서 공진이 발생하였으며 Wavelet 결과로부터 약 6[1/m]의 주파수에서 10m

간격의 진동이 발생하였다. 또한 약 109.48km 구간에서 약 10, 20 및 24[1/m]의 공간주파수에서 PSD의 진폭이 크게 발생하였다.

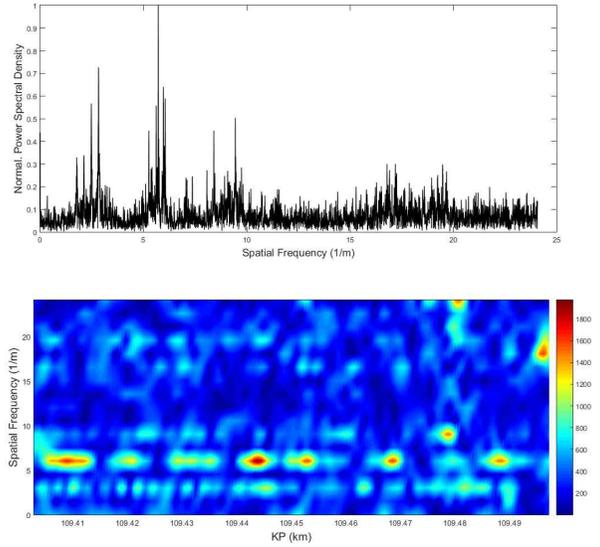


Fig. 3 Axial vertical acceleration results of embankment slope section

후 기

본 연구는 “호남고속철도 테스트베드를 활용한 인프라 통합모니터링 시스템 구축 및 소음저감장치 고도화(16RTRP-C114169-01)”로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Z. Li., M. Molodova, A. Núñez, R. Dollevoet (2015) Improvements in axle box acceleration measurements for the detection of light squats in railway infrastructure, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 62(7), pp. 4385-4397