

궤도시스템을 고려한 고속철도교량의 진동특성에 대한 연구

A Study on Vibration Characteristic of High-speed Railway Bridges considering Track System

곽종원† · 윤혜진* · 진원중**

Jong-Won Kwark, Hyejin Yoon and Won-Jong Chin

1. 서 론

고속주행하는 열차가 교량 위를 통과할 때는 구조물, 궤도 그리고 차량들 간의 상호작용에 의해서 진동이 발생하게 된다. 특히 고속열차의 주행으로 구조물에 공진이 발생하는 경우에 이러한 진동이 크게 발생할 수 있으며, 이는 레일의 체결력 약화 또는 운중의 손실이 발생되어 탈선의 위험성이 증대되고 열차의 주행 안정성을 해치게 된다. 따라서 국내 고속철도설계기준인 호남고속철도설계지침⁽¹⁾에서는 고속열차의 주행 안전성 확보를 위하여 진동 발생에 대한 제한 기준을 두고 있다. 하지만 고속철도교량은 도로교와 달리 궤도구조를 통하여 하중이 교량에 전달되기 때문에 공용중인 고속철도교량에서 수집된 가속도 신호는 교량 뿐만 아니라 궤도구조로 기인되는 진동수 성분을 포함한다. 호남고속철도설계지침에서는 궤도 구조로 기인되는 가속도 성분을 배제시키지 않고 가속도 제한기준을 두고 있다. 이는 안전성 확보의 측면에서 유리하지만, 진동가속도를 지나치게 과다 평가할 수 있다. 따라서 이러한 궤도 구조에 의한 영향을 배제시킬 필요가 있다. 이 논문에서는 현재 공용중인 고속철도교량에 대한 현장계측 실험을 통하여 가속도 신호를 수집하고, 궤도 시스템으로 기인되는 가속도 성분의 고려여부에 따른 가속도 크기를 비교하였다.

2. 고속철도교량 진동가속도 특성

† 곽종원 ; 비회원, 한국건설기술연구원
origilon@kict.re.kr
Tel : 031-910-0575, Fax : 031-910-0121

* 한국건설기술연구원

** 한국건설기술연구원

2.1 진동가속도 측정

현재 공용중인 고속철도교량에 대한 현장계측 실험을 통하여 가속도 신호를 수집하였다. 선정된 교량은 태기교이다(그림 1). 태기교는 PSC BOX 교로 1@35m와 1@40m으로 구성되어 있다. 진동가속도는 1@35m 구간의 경간 중앙에서 측정하였다. 또한 궤도구조로 기인되는 진동수 성분을 확인하기 위하여 노반에서도 가속도 측정을 동시에 실시하였다. sampling rate는 250Hz이다. 그림 2는 해당 교량에서의 가속도 센서 설치 위치를 나타내고 있다.



Figure 1. Taegi Viaduct

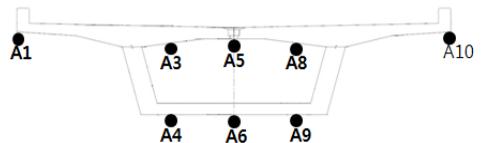


Figure 2. Accelerometer layout

2.2 진동가속도 분석

그림 3은 태기교의 궤도 시스템에 인접한 위치의 상판에서 측정된 가속도 응답이다.

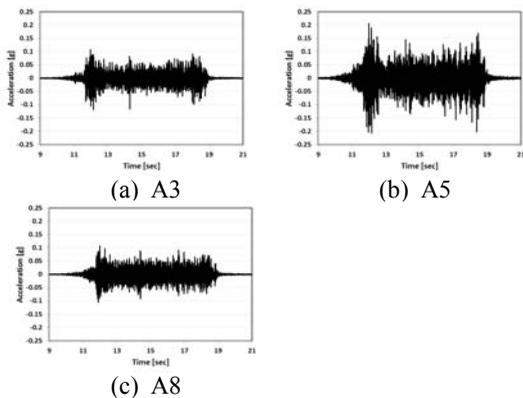
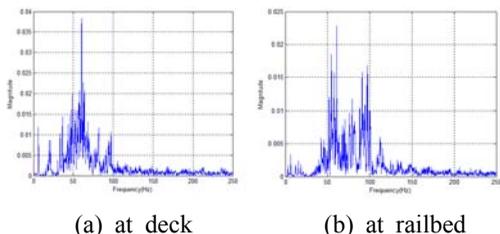


Figure 3. Acceleration responses

교량에서 수집된 가속도 성분과 궤도 구조로 기인되는 주파수 성분을 확인하기 위하여 교량상판의 가속도(A5)와 노반에서 측정된 가속도 성분을 분석하였다. 궤도는 교량 상판과 노반에 공통적으로 적용되기 때문에 두 가속도 신호에서 공통적인 진동수 성분을 궤도로 기인되는 진동수 성분으로 볼 수 있기 때문이다.

그림 4는 상판의 상부 중앙가속도(A5)와 노반 가속도의 진동수 성분을 분석한 것이다. 노반에서 지배적인 50Hz ~ 100Hz 영역의 주파수 성분이 교량 상판에서도 공통적으로 나타났는데, 이는 궤도구조로 기인되는 주파수 성분으로 판단된다. 또한 교량 상판은 노반에서와는 달리 30Hz 이하의 저진동수 성분도 지배적인 것을 확인할 수 있었다. 따라서 고속철도교량의 가속도 검토시에는 이러한 궤도 구조로 기인되는 주파수를 제외시킬 필요가 있다고 판단된다.



(a) at deck (b) at railbed

Figure 4. FFT Analysis of acceleration response

그림 5는 궤도구조로 기인되는 주파수 고려여부에 따른 가속도 크기를 비교하기 위하여 250Hz 진

동수까지 고려했을 경우와 궤도구조의 영향을 배제하기 위하여 30Hz 진동수까지 고려했을 경우의 최대 가속도 크기를 비교한 것이다. 30Hz 진동수까지 고려하였을 때 최대가속도는 250Hz로 측정된 가속도 크기의 8% ~ 33% 수준으로 나타났다.

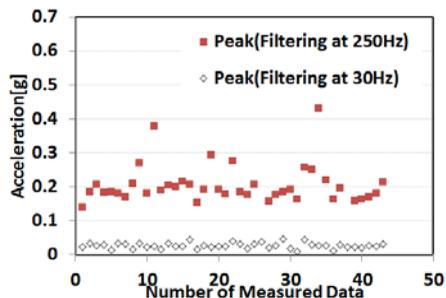


Figure 5. acceleration at frequency range

3. 결 론

현행 호남고속철도설계지침에서의 가속도 제한기준은 궤도시스템으로 기인되는 진동수까지 포함하고 있어 지나치게 큰 가속도로 열차의 주행 안정성을 확인하고 있다. 가속도는 궤도시스템 진동수 고려여부에 따라 크게 달라질 수 있으므로 이를 고려하여 제한할 필요가 있다.

후 기

이 연구는 한국철도시설공단의 연구비 지원(과제명 : 철도건설 경쟁력 확보를 위한 용역)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- (1) 한국철도시설공단, “호남고속철도 설계지침,” 한국철도시설공단, 2007