

철도교량 처짐 자료를 활용한 감쇠비 산정 연구

A Study on the Estimation of Damping Ratio Using Railway Bridges Deflection Data

서강석*[†], 여인호*, 김기현*, 정우리나라*

Gangseok Seo*[†], Inho Yeo*, Ki Hyun Kim*, Urinara Jeong*

Abstract Damping ratio is estimated by regression analysis using the deflection measurement data for a PSC beam girder bridge at the Jeolla line. The solution to the free vibration of viscously damped system was fitted to the deflection data after a train passed the bridge which can be considered as free vibration signal. Also the damping ratio was calculated using the conventional logarithmic decrement method. The damping ratios obtained from the two methods were 4.42% and 4.08%, respectively. The two methods resulted in the damping ratios with 8% difference, meaning that the regression method used in this paper is applicable to the estimation of the damping ratio. Therefore, the regression method proposed in this paper can be used as a basic tool for the evaluation of the railway bridge design standards related to damping ratio through the application to railway bridges of various types and spans.

Keywords : Damping Ratio, Regression Analysis, Logarithmic Decrement, Railroad Bridge

초 록 전라선 구간의 PSC 빔 거더 철도교에 대한 처짐 계측 데이터를 사용하여 해당 교량의 감쇠비를 추정하였다. 열차가 통과한 후의 자유진동 데이터를 단자유도 점성감쇠 시스템의 자유진동에 대한 해석해로 회귀분석한 감쇠비와, 기존의 대수감쇠율(Logarithmic decrement) 방법을 적용하여 계산한 감쇠비를 비교분석하였다. 두가지 방법으로 분석한 감쇠비는 각각 4.42%와 4.08%로 매우 유사하여 본 논문에서 사용한 회귀분석 방법은 감쇠비 추정에 적용성이 높다고 판단된다. 따라서 여러 형식 및 다양한 지간에 대한 계측 데이터에 대해서 유사한 방법을 적용한다면, 국내외 철도교 설계기준의 감쇠비 기준의 평가에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

주요어 : 감쇠비, 회귀분석, 대수감쇠율, 철도교량

1. 서 론

철도교량의 동적해석 및 설계 검토 시 감쇠비의 선택은 매우 중요하다. 교량에 공진이 발생 되는 조건에서는 응답이 감쇠비에 따라 민감하기 때문이다. 하지만 현재 사용하고 있는 감쇠비는 국내 철도교량의 여건을 고려한 것이 아니라 유럽의 교량 감쇠비를 토대로 설정된 값이 대부분이다. 따라서 본 논문에서는 국내 철도교량 중 하나의 교량을 선택하여 열차주행 후 자유진동 데이터를 도출하였고 회귀분석을 통해 감쇠비를 분석하였다. 또한 기존에 많이 사용하는 대수감쇠율(Logarithmic Decrement)방법을 적용한 감쇠비와 회귀분석을 적용한 감쇠비 결과를 비교해 보았다.

[†] 교신저자: 한국철도기술연구원 고속철도연구본부 첨단인프라연구팀 (seogs406@krri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 고속철도연구본부 첨단인프라연구팀

2. 본 론

2.1 대상교량

본 논문은 감쇠비 추정을 위하여 전라선의 섬진강 제 1교의 현장계측 데이터를 활용하였다. 섬진강 제 1교는 전라북도 임실군에 위치한 PSC 빔 거더 교량으로 Fig. 1은 대상교량인 섬진강 1교의 전경이며, Fig. 2는 교량 슬래브에 설치한 센서 위치를 보인 것이다.



Fig. 1 Selected bridge (Sumjingang 1 bridge)



Fig. 2 Displacement sensor position

2.2 감쇠비 추정

섬진강 제 1교의 감쇠비는 자유진동 영역에 대한 회귀분석과 대수감쇠율 분석을 통해 추정하였다. 현장계측으로 측정된 신호는 Low-pass filter를 적용하여 필터링하였다. 현장 계측한 자유진동 데이터를 30 Hz와 50 Hz로 필터링한 결과, 해석결과에 차이가 없어 본 연구에서는 50Hz Low-pass filter를 적용한 그래프를 제시하였다. Fig. 3은 열차운행으로 인한 교량 거더의 시간-변위 그래프이며, 붉은색으로 표시한 자유진동데이터로 회귀분석을 수행하여 감쇠비를 분석하였다. Fig. 4는 자유진동구간을 확대하여 이를 Fitting한 그래프와 함께 도식화 하였다. 이에 따라 감쇠비는 4.42%로 분석되었고, 대수감쇠율 방법으로 감쇠비를 분석한 결과는 4.08%로 계산되었다. 두 가지 방법으로 측정된 감쇠비의 오차는 약 8%로 매우 유사하여, 회귀분석을 이용한 방법은 감쇠비 계산에 적용성이 높다고 판단된다.

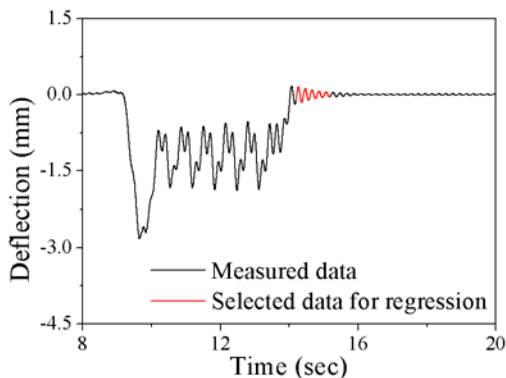


Fig. 3 Measured data and the selected data for regression (red)

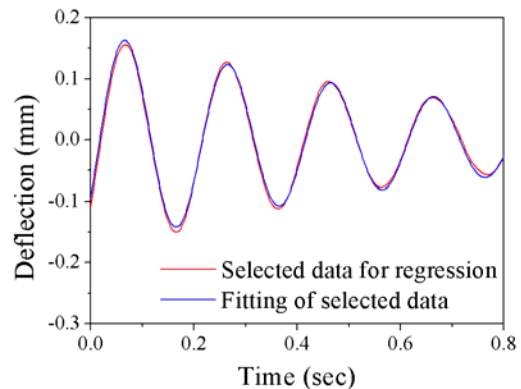


Fig. 4 Measured data and its fitting (blue)

3. 결 론

본 연구는 전라선의 철도교량을 선정하여 처짐 계측 데이터를 바탕으로 감쇠비를 추정하였다. 감쇠비의 산정은 실 교량에 대한 계측결과로 얻어진 데이터이기 때문에 추후 동적해석 및 설계 검토 시 좋은 자료로 사용될 수 있다. 또한 회귀분석방법과 일반적으로 사용하는 대수감쇠율방법을 적용한 감쇠비 결과가 매우 유사하여, 본 논문에서 사용한 회귀분석 방법은 감쇠비 추정에 적용성이 높다고 판단된다. 따라서 여러 형식 및 다양한 지간에 대한 유사한 방법 적용을 통하여 국내외 철도교 설계기준의 감쇠비 기준에 대한 평가에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

본 논문은 국토교통부 철도기술연구사업(과제번호: 17RTRP-B067919-05)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] S.I. Kim, H.M. Kim (2014) Comparison of Dynamic Responses according to the Damping Ratio from Field Tests of Railroad Bridge, *Journal of Korean Society for Railway*, pp. 360-365.
- [2] R.K. Min, D.Y. Sung, Y.G. Park (2012) Experimental Evaluation for Damping Ratio Limit of Railway Bridge according to Structure Types, *Journal of Korean Society for Railway*, pp. 154-161.
- [3] H.J. Yoon, W.J. Chin, E.S. Choi, J.Y. Kang, et al (2011) A Study of Estimation of Damping Ratio for Railway Bridges, *Journal of Korean Society for Railway*, pp. 2430-2434.