

열차주행속도에 따른 판형교의 동적응답 분석

Analysis of dynamic response plate girder bridge according to train running speed

박순응*[†], 구자안*, 김병호*, 홍천희*, 이두형*, 조명진*

S. E. Park*[†], J. A. Gu*, B. H. Kim*, C. H. Hong*, D. H. Lee*, M. J. Cho*

초 록 본 연구는 열차주행 시 무도상 판형교의 과다 횡방향 진동이 지속되어 판형교를 통과하는 열차의 안정성과 교량의 주행안전성을 확보하기 위해 긴급 서행(60km)을 실시하였다. 따라서, 서행조치의 적정성을 확인하기 위해 판형교를 통과하는 상시 운행열차의 윤중 및 교량의 연직거동과 횡거동을 측정하여 서행전·후의 동적응답 결과를 분석하였다.

주요어 : 판형교, 횡방향 진동, 주행속도, 재하시험

1. 서 론

무도상 강판형교에 대한 정밀점검에서 열차 운행시 횡방향 이상진동이 일부 구간에서 확인되어 받침교체 및 보자리 보수, 브레이싱 추가 설치, 레일 및 침목교환 등의 보수·보강을 시행하였으나 교량의 횡방향 이상진동이 지속되어 긴급 서행(60km/h)을 실시하였다.

본 연구는 서행조치의 적정성을 확인하고 상시 운행열차에 의한 교량의 거동을 계측하여, 무도상 판형교를 통과하는 열차의 안정성과 교량의 주행안전성을 확보하기 위해 서행전·후의 동적응답을 분석하였다.

2. 현장측정

2.1 열차주행속도

열차주행속도는 서행전(2017.7) 무궁화 열차 99~119km/h, 화물열차는 71~88km/h였으나, 서행후(2017.12) 무궁화열차는 53~58km/h, 화물열차는 51~68km/h로 운행 중인 것으로 측정되었다.

2.2 대상교량

재하시험 대상교량은 무도상 판형교이며 횡변위가 가장 크게 발생하는 S6, S8, S13 경간에 대해 실시하였다.



Fig. 1 Steel Plate Girder

2.3 측정센스

센스는 윤중, 연직치짐, 응력, 횡변위 등을 설치하였으며 현황은 Fig.2와 같다.

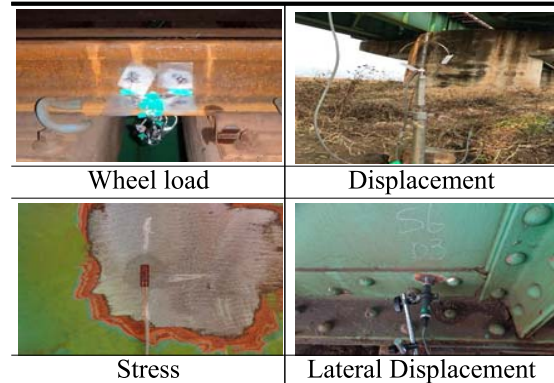


Fig. 2 Measurement sense

[†] 교신저자: 한국철도공사 시설기술단
(plastic2@korail.com)

* 한국철도공사 시설기술단

3. 동적응답 결과

3.1 윤중

열차서행에 따른 윤중의 변화는 크지 않은 것으로 나타났으며 KRL-2012의 윤중 110kN을 초과하는 것으로 분석되었으나 이는 정지상태의 정적하중과 비교한 결과이며 속도에 따른 동적하중계수(DAF)적용하면 최대 250.8kN까지 변화할 수 있어 기준 값을 만족하는 것으로 분석되었다.

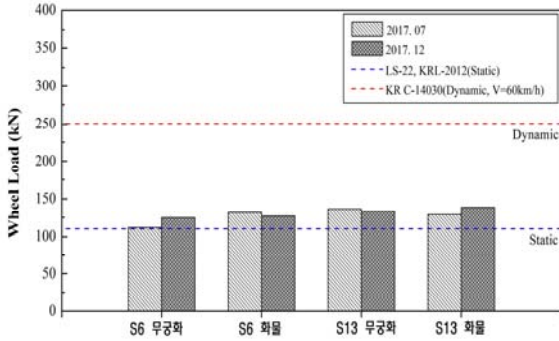


Fig. 3 Measurement of wheel load

3.2 응력

열차 서행에 따라 응력은 감소하는 것으로 나타났다. 다만, S13의 경우 최대응력에서 서행전(2017.07) 측정결과보다 약 3~6MPa 증가하는 것으로 분석되었다.

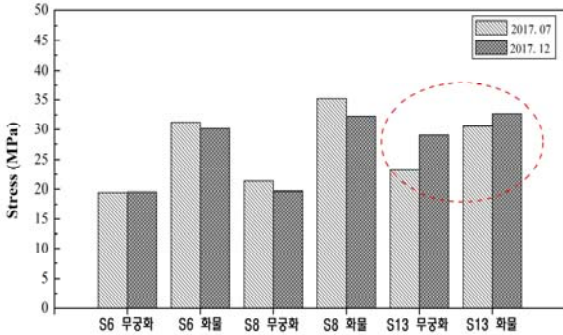


Fig. 4 Measurement of Stress

3.3 연직처짐

열차 서행에 따라 거더 중앙부 연직처짐은 측정경간 모두에서 감소하는 것으로 나타났으며, S13경간에서 화물열차는 서행전 9.32mm, 서행후 5.97mm로 44%로 감소하였으며 무궁화열차 서행전 7.19mm, 서행후 4.30mm로 33%로 감소하는 것으로 분석되었다.

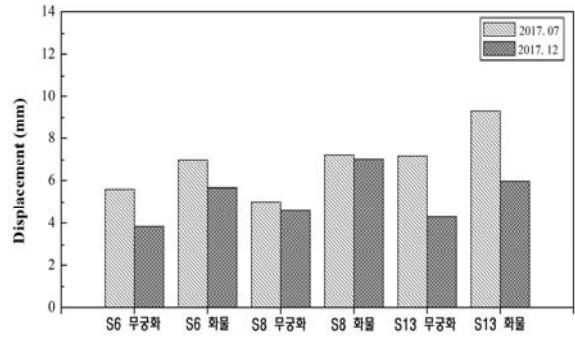


Fig. 5 Measurement of Displacement

3.4 횡변위

열차 서행에 따라 거더 중앙부 횡변위는 감소하는 것으로 나타났으며, 화물열차는 S13경간에서 서행전 12.186mm, 서행후 4.612mm, S6경간에서 서행전 13.818mm, 서행후 4.74mm로 현저히 감소하는 것으로 분석되었다.

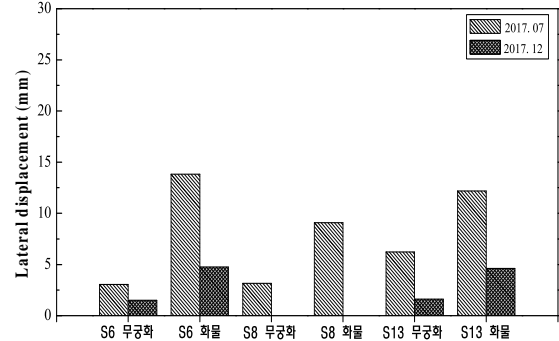


Fig. 6 Measurement of lateral displacement

4. 결론

무도상 판형교에 대한 서행전·후의 계측 결과값을 분석한 결과 열차 서행 운행이 횡방향과 연직변위 저감의 주요 요인인 것으로 판단된다. 그러나 정상적인 열차 속도로 운행을 하기 위해서는 장기적으로 유도상화 등 개량공사 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 철도설계기준 노반편(2016)
- [2] 충북선 무심천교 진동 원인규명 및 대책방안 수립 용역 보고서(2017.12), 한국철도공사
- [3] 기존선 속도향상에 대비한 판형교의 동적안정성 향상기술개발(2007), 한국철도기술연구원