

장대레일이 부설된 무도상 판형교의 교량받침 특성에 따른 하부구조 작용력 분석

Analysis of the Substructure Force according to the property of Bridge Bearings on CWR-installed Ballastless Plate Girder

이용재*, 장승엽*†, 최준혁*, 이창진**, 이광재***

Yong Jae Lee*, Seung Yup Jang*†, Jun Hyuck Choi*, Chang Jin Lee**, Kwang Jae Lee***

초 록 이 연구에서는 무도상 판형교에 장대레일을 부설할 경우 궤도-교량 상호작용 해석에 의한 교각 작용력을 유한요소해석을 이용하여 분석하였다. 해석 결과에 따르면 교각의 종방향 강성이 클수록, 교대의 종방향 강성이 작을수록 교각이 받는 힘은 크게 증가하는 것으로 나타났다. 기존 무도상 교량에서 교각과 교대의 종방향 강성을 정확히 산정하는 것이 어렵기 때문에 궤도-교량 상호작용 해석 결과에 큰 오차가 발생할 수 있으므로 주의가 필요하다. 이 경우 2단 선형 탄성 거동을 하는 먼진 받침(SIS)을 설치하면 교각 작용력을 일정 크기 이내로 제어할 수 있는 것으로 나타났다.

주요어 : 무도상 판형교, 장대레일, 궤도-교량 상호작용, 교각 작용력, 먼진 받침

1. 서 론

장대레일을 교량 위에 부설이 되면 궤도-교량 상호작용으로 인해 레일 부가축응력과 하부구조 작용력이 발생하게 된다. 노후 무도상 교량에 장대레일을 부설하는 경우에는 궤도-교량 상호작용에 의한 힘에 의해 교량의 안정성에 문제가 발생할 수 있으므로 보다 정확한 평가가 필요하다. 하지만, 운영중인 기존 무도상 교량의 하부구조 강성을 정확하게 산정하는 것은 쉽지 않다. 따라서 이 연구에서는 교각과 교대의 종방향 강성과 먼진 받침(seismic isolation support, SIS)의 적용에 따른 궤도-교량 상호작용에 의한 하부구조 작용력을 유한요소 해석을 이용하여 분석하였다.

2. 해석모델

해석 대상 교량으로 무도상 판형교인 H교를 대상으로 선정하였다. 대상 교량은 1914년에 준공되었으며 총연장 62m(32m, 30m)의 2경간 하로 판형교이다.

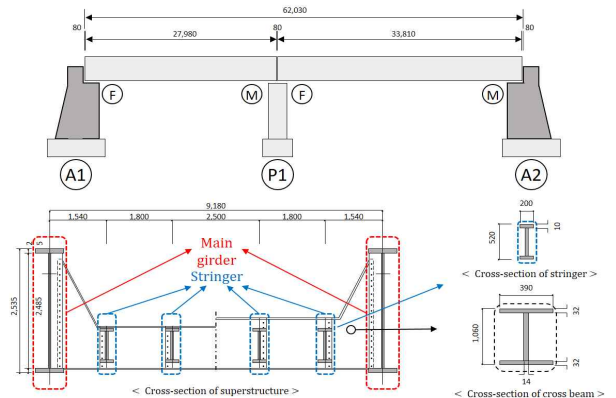


Fig. 1 Dimensions of "H" bridge

† 교신저자: 한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과(syjang@ut.ac.kr)

* 한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과

** (주)삼보기술단 철도사업본부

*** 교통안전공단 철도안전실 철도승인처

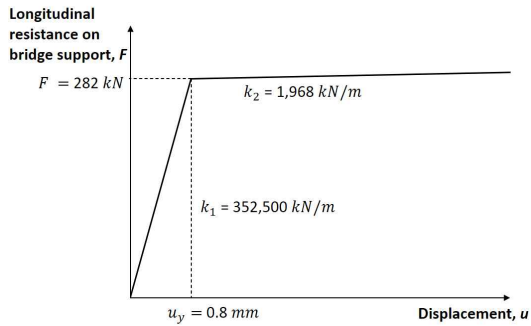


Fig. 2 Input data of SIS for TBI analysis

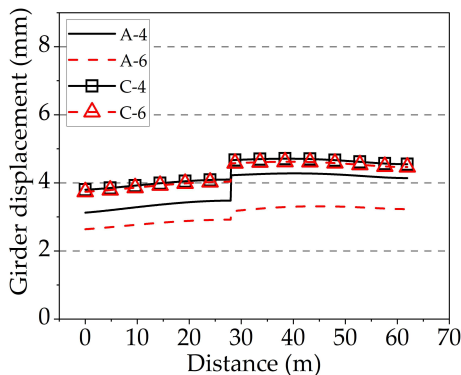


Fig. 3 Longitudinal girder displacement due to traction and braking load

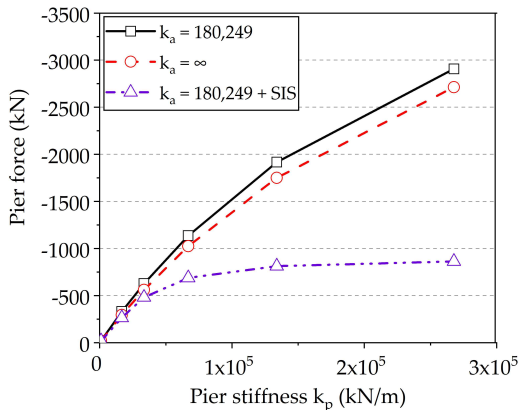


Fig. 4 Result of pier force

교량의 구성과 단면 형태, 주요 치수는 Fig. 1과 같다(상세 제원과 물성은 문헌[2] 참조). Abaqus 프로그램을 이용하여 해석하였으며, 해석 모델은 2D 요소로 구성하였다. 거더와 거더 상부, 거더와 거더 하부는 강결로 연결하고, 레일과 침목, 침목과 거더 상부는 스프링 요소로 연결했다. 교량 하부구조를 모델링하기 위해 고정 지점부에 각각 교대와 교각 종방향 강성을 반영한 스프링을 배치하였다. 교각 및 교대의 종방향 강성과 교량받침의

종류(일반 포트받침, 면진받침)를 해석의 주요 변수로 설정하였다. 교대는 완전 고정지점으로 가정하는 경우와 종방향 강성이 66,950 kN/m인 경우, 면진 받침을 적용한 경우를 고려하였다. 면진 받침은 Fig. 2와 같은 2단 선형 탄성 거동을 나타내는 스프링으로 모델링했다. 하중 조건은 열차의 온도하중, 수직하중, 시·제동하중을 개별 적용하였다.

3. 결과 및 분석

Fig. 3은 시·제동하중이 작용할 때 교량 종방향 변위를 일반 포트 받침(A-4, A-6)과 면진 받침(C-4, C-6)의 경우를 비교 분석한 결과이다. 면진받침을 설치했을 때와 설치하지 않았을 때 교량의 종방향 변위 차이가 크다는 것을 알 수 있다.

Fig. 4는 궤도-교량 상호작용에 의한 교각 작용력 해석 결과이다. 해석 결과에 따르면 교각의 종방향 강성이 클수록, 교대의 종방향 강성이 작을수록 교각이 받는 힘은 크게 증가하는 것으로 나타났다. 반면 면진 받침(SIS)을 설치하면 면진 받침의 1차 한계 종저항력에서 더이상 증가하지 않는 것을 알 수 있다. 교각 작용력이 교각의 강도를 초과하면 하부구조의 전도가 발생하게 된다. 이를 무도상 교량에서는 면진 받침을 설치함으로써 교각 작용력을 일정 크기 이하로 제어하여 교량의 안정성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

이 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(20RTRP-B137949-04)과 2021년 한국교통대학교의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] KR C-08080 (2017) Analysis of Track bridge longitudinal interaction, Korea Rail Network Authority
- [2] Y.J Lee, S.Y Jang, C.J Lee, K.J Lee (2021) Mitigation of Impact by Track-Bridge Interaction after Laying Continuously Welded Rail on Ballastless Bridge, Journal of the Korean Society for Railway, 24(4), pp.372-385.