

철도교 단부 변형에 의한 사용성 검토 기준의 적정성 분석

Analysis of Suitability of Criteria for Serviceability Due to Railway Bridge End Deformation

이용재*, 장승엽*†

Young-Jae Lee*, Seung Yup Jang*†

초록 이 논문에서는 레일 인상력에 대한 허용기준의 적정성을 검토하기 위해 유한요소 해석을 이용하여 교량 단부의 단위 변형이 작용할 때 레일체결장치 수직강성에 따른 인상력과 레일-교량 상대변위의 변화를 비교하였다. 해석결과는 레일체결장치 수직강성에 따라 레일에 작용하는 인상력이 상당히 과대 평가하는 반면 레일-교량 상대변위는 상대적으로 작은 변화를 보이는 것으로 나타났다.

주요어 : 교량 단부, 궤도교량 상호작용, 인상력, 레일-교량 상대변위

1. 서론

장대레일이 부설된 교량에서는 궤도-교량 상호작용을 검토하여야 한다. 특히 콘크리트궤도를 부설하는 경우에는 교량 단부의 단차 및 회전에 의해 레일에 작용하는 인상력과 압축력을 검토하도록 관련 규정을 정하고 있다(KR C-08090, 2014). 그러나 선형해석에서 인장과 압축 스프링계수를 동일하게 가정하기 때문에 인상력에 대한 스프링 강성을 과대 평가하기 때문에 인상력(uplifting force)에 대한 허용기준이 다소 엄격하다는 지적이 있다. 이에 본 연구는 교량 단부에서 작용하는 레일의 인상력과 압축력 허용기준의 적정성을 검토하고 그 대안을 모색하고자 한다.

2. 유한요소 해석

2.1 모델

레일 인상력에 대한 허용기준의 적정성을 검토하기 위해 교량 단부 유한요소 해석모델을 Fig. 1과 같이 구성하고 레일 체결장치의 수직 스프링 강성을 변수로 하여 교량 단부의 단위

변형에 의해 발생하는 레일의 수직 변위와 인상력을 비교하였다.

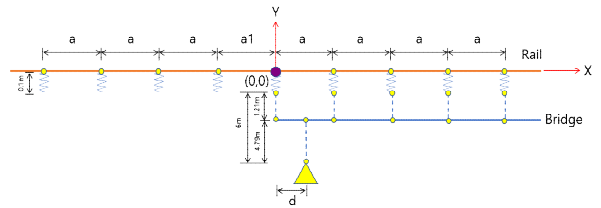


Fig. 1 Schematic diagram of FE model

Fig. 1에서 침목간격 a 와 a_1 은 0.625 m, 교량 지지점과 첫 번째 레일 지지점 간 거리 d 는 0.3175 m, 교량 지점은 고정단으로 모델링 하였다.

Table 1 Properties of model

Materials	Rail
Young's Modulus [kN/m ²]	210 x 10 ⁶
Poisson's Ratio	0.3
Coefficient of expansion [°C]	1.2x10 ⁻⁵
Cross-section area [m ²]	0.01516
Moment of inertia of area [m ⁴]	5.443
Longitudinal restraint [kN/m/track] / elastic limit displ. [mm]	20 / 0.5
Vertical stiffness of rail support [kN/mm]	30(Case1), 60(Case2) 150(Case3), 300(Case4)

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

* 한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과

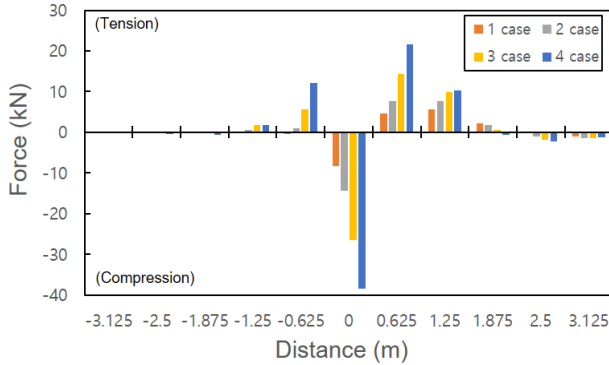


Fig. 2 Vertical force due to end rotation

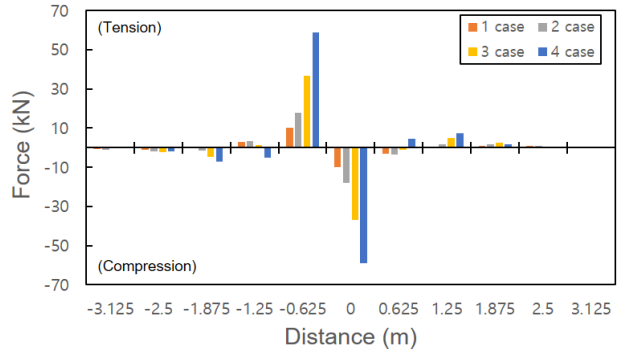


Fig. 3 Vertical force due to offset

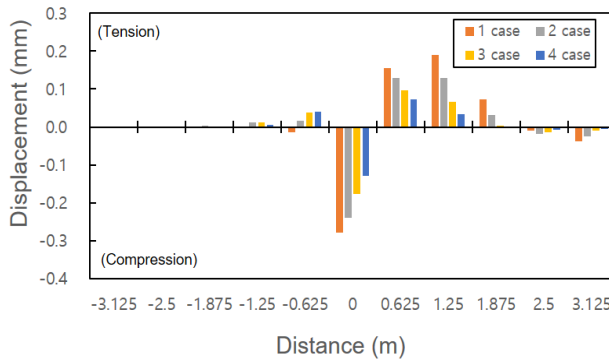


Fig. 4 Vertical displacement of rail due to end rotation

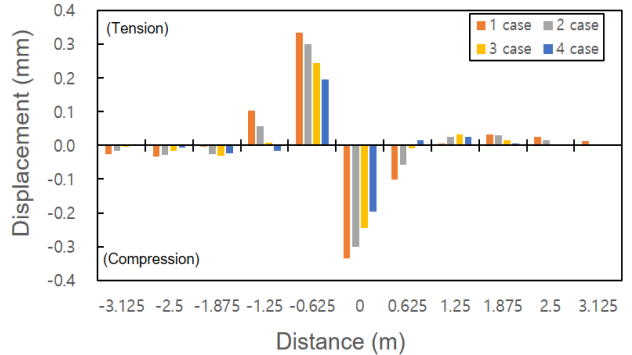


Fig. 5 Vertical displacement of rail due to offset

해석모델에서 Table 1과 같이 물성을 설정하였다. 레일체결장치의 수직 강성은 30, 60, 150, 300 kN/mm 4가지를 고려하였고, 해석은 상용 해석프로그램인 Abaqus를 사용하여 수행하였다.

2.2 해석 결과

교량의 단위 변형(단위 회전 1%, 단차 1 mm)에 의해 레일에 작용하는 인상 및 압축력과 레일-교량 상대변위 해석 결과를 Fig. 2~5에 나타냈다. 이 결과에서 교량 단부에서의 단차 또는 단부회전으로 인상은 레일체결장치의 수직 강성에 따라 상당히 큰 차이를 보이지만, 레일-교량 상대 변위는 상대적으로 그 차이가 크지 않다는 것을 확인할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 레일 인상력에 대한 허용기준의 적정성을 검토하기 위해 유한요소 해석을 이용하여 교량 단부의 단위 변형이 작용할 때 레일체결장치 수직강성에 따른 인상력과 레일-교량 상대변위의 변화를 살펴보았다.

해석결과는 레일체결장치 수직강성에 따라 레일에 작용하는 인상력이 상당히 과대 평가될 수 있다는 것을 보여주고 있다. 따라서 만약 인장측의 스프링 강성과 압축측 스프링 강성의 차이가 크다면 해석 시 압축측 스프링 강성을 적용하게 되면 인상은 매우 과대평가될 수 있다. 반면 레일-교량 상대변위는 상대적으로 작은 변화를 보이므로, 허용기준을 힘을 기준으로 설정하는 대신, 변위를 기준으로 설정한다면 이러한 문제점을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

후 기

이 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(19RTRO-B137949-03)과 2019년 한국교통대학교의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] KR C 08090 (2014), Investigation of serviceability of concrete track at bridge end, Korea Rail Network Authority.