

장대레일이 부설된 무도상 교량에서 교대와 교각 종방향 강성에 따른 궤도-교량 상호작용의 영향

Influence on Track-Bridge Interaction of Abutment and Pier Longitudinal Stiffness on Ballastless CWR Bridge

이용재*, 장승엽†, 이창진**

Young Jae Lee *, Seung Yup Jang*†, Lee Chang Jin**

초 록 철도교량의 설계에서는 궤도-교량 종방향 상호작용을 고려하는 것이 매우 중요하다. 특히 노후 무도상 판형교에 장대레일을 부설하는 경우 궤도의 종저항력과 교량 하부 구조의 강성 등에 따라 안정성이 크게 다르게 평가될 수 있음에도 불구하고 그 값을 정확하게 산정하기에는 많은 제약이 따른다. 이에 본 논문에서는 교대와 교각의 강성의 변화가 장대레일을 설치한 무도상 판형교와 궤도의 안정성에 미치는 영향을 분석하고자 검토 대상 교량의 교대와 교각의 강성을 추정하고 강성이 추정값을 기준으로 일정 범위 내에서 달라질 때 궤도-교량 상호작용에 의한 레일의 부가 축응력과 교대 및 교각에 작용하는 힘이 어느 정도 범위에서 변화하는지 살펴보았다. 검토 결과에 따르면 정확한 산정이 없을 경우 철도교 설계의 안전성 문제가 발생 되는 것을 확인하였다.

주요어 : 궤도-교량 상호작용, 무도상 판형교, 장대레일, 종방향 강성

1. 서론

장대레일이 부설된 철도교 설계에서 궤도-교량 상호작용 해석을 수행할 때 궤도의 종저항력, 교량 하부구조 강성 등을 고려하고 있다. 주로 교량 하부구조 강성값의 추정에 있어 불확실성이 크고 정확한 산정이 어려워 하부구조 강성이 명확하지 않다는 문제가 있다. 불확실한 교량 하부구조의 강성값의 결정은 곧 철도교량의 하부구조와 장대레일의 부가 축응력 안정성 문제로 직관 된다.

이에 본 논문에서는 교량 하부구조의 강성값을 추정하여 유한요소 해석프로그램 ABAQUS로 모델링을 진행하고 추정값을 기준으로 강성의 변화를 주어 교대, 교각의 작용하는 힘을 도출하여 무도상 교량에서 교량 하부구조의 영향을 분석하였다.

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

* 한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과

** 서현기술단 기업부설연구소

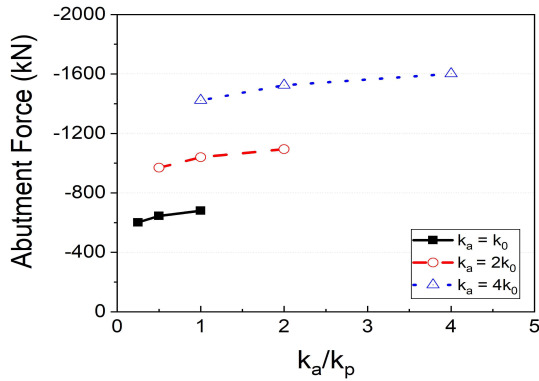
2.1.1 모델의 제원과 변수 설정

2경간 무도상 판형교를 대상으로 궤도-교량 종방향 상호작용 해석을 실시하였다(Fig. 2 참조). 대상 교량과 궤도의 제원은 Table 1 과 같다.

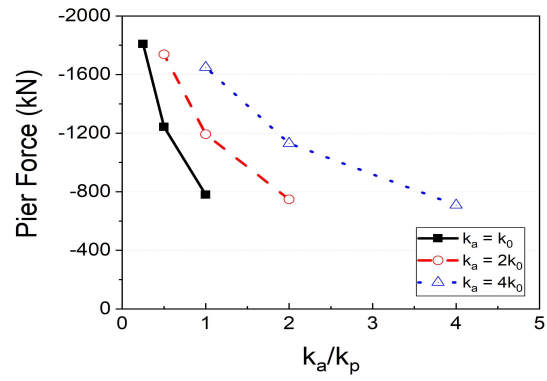
Table 1 Properties of modeling

Components	Properties	Value
Longitudinal resistance of the track	Unloaded (kN)	10
	Loaded (kN)	36
	Critical displacement (mm)	0.5
Rail (UIC 60)	Modulus of elasticity (GPa)	210
	Poisson's ratio	0.3
	Coefficient of thermal expansion	1.2×10^{-5}
Steel girder	Cross section area (m ²)	0.2088
	second moment of area (m ⁴)	0.17077
	Modulus of elasticity (GPa)	210
	Poisson's ratio	0.3
	Coefficient of thermal expansion	1.2×10^{-5}

2. 해석 모델 및 결과 분석

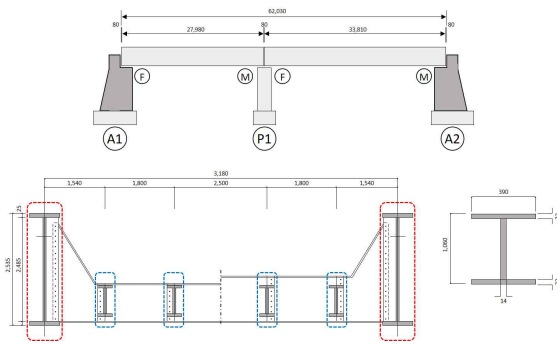


(a) Force on abutment

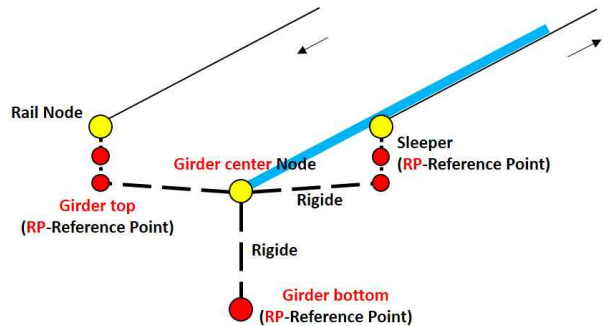


(b) Force on pier

Fig. 1 Maximum longitudinal force on abutment and pier according to variation of longitudinal stiffness



(a) Geometry and dimensions of bridge



(b) FE model

Fig. 2 Geometry and dimensions of bridge and schematics of FE model

주요 변수는 교대와 교각의 종방향 강성으로 설정하였다. 교각의 기준 강성은 $K_0 = 80,000$ kN/m로 가정하였고, 교대와 교각의 강성을 K_a , K_p 로 나타낼 때 K_a 와 K_p 가 각각 $K_0 \sim 4K_0$ 범위에서 변화할 때 교대와 인접한 거더 간의 종방향 상대 변위, 교각에 작용하는 힘, 레일 부가 축응력 등을 분석하였다. 작용 하중으로 온도하중, 수직하중, 시·제동하중을 각각 작용시켜 개별 해석을 수행하였다.

2.1.2 결과 분석

Fig.1 (a)는 교대에서 최대 작용력을 나타내는 그림으로 교대-교각 강성비(K_a/K_p)가 커질수록 교대의 작용력은 상대적으로 커지는 변화를 보이지만 100 ~ 150 kN으로 적은 변화율을 보이고 있다.

Fig.1 (b)의 그림은 교각에서 최대 작용력 그래프로 강성비(K_a/K_p)가 커질수록 교각에 작용하는 작용력은 작아지고, 900 ~ 1000 kN의 큰폭의 변화를 보이고 있으며, 대상모델 교각의 강도는 1800 kN으로 강성비에 따라 강도를 초과한다.

3. 결론

이와 같이 교량 하부구조의 강성은 궤도-교량 종방향 설계에 있어 정확한 선정이 되지 않을 경우 무도상 교량의 안전에 문제가 될 수 있어 이를 위한 정확한 선정 기준의 도입이 필요하다.

후기

이 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(20RTRP-B137949-04)과 2020년 한국교통대학교의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] KR C-08080 (2017) Analysis of Track bridge longitudinal interaction, Korea Rail Network Authority
- [2] S.Y. Jang and K.C. Lee (2019) Design of Railway Bridge considering Track-Bridge Interaction, *Korea Society of Civil Engineer*, 67(10), pp.27-34