

현장계측을 통한 궤도-교량 종방향 상호작용 분석

Track-Bridge Longitudinal Interaction Analysis on Field Measurement

전병훈*, 윤경민*, 박범호*, 이진옥*, 임남형†

Byeong-heun Jeon*, Kyung-Min Yun*, Beom-Ho Park*, Chin-Ok Lee*, Nam-Hyoung Lim†

Abstract Response by track-bridge interaction is the result represented by the variety of factors. It is hard to investigate quantitatively the track-bridge interaction response, therefore methods and variables for analysis such as design loads, longitudinal resistance curve are presented in the safe side. In this study, measurement system was constructed on track supported by bridge and field monitoring has been carried out to analyze the influence on track and bridge interaction, also track-bridge interaction responses were analyzed by comparing results of measurement and numerical analysis.

Keywords : Track-Bridge Interaction, Field Measurement, Longitudinal Resistance

초 록 궤도와 교량의 상호작용에 의한 응답은 다양한 요인에 의해 복합적으로 나타나는 결과이다. 이러한 궤도-교량 상호작용 응답은 정량적으로 규명하기가 어려워 상호작용에 대한 설계 하중 및 궤도의 종저항력 등의 해석 변수, 해석 방법은 안전측으로 제시되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 궤도와 교량의 상호작용에 의한 응답 분석을 위하여 대상 교량에 현장 계측을 위해 계측 시스템을 구축하여 상호작용 응답을 계측하였으며, 또한 수치해석을 통하여 현장 계측 결과와 수치해석 결과를 비교하여 궤도-교량 상호작용의 응답을 분석하였다.

주요어 : 궤도-교량 종방향 상호작용, 현장계측, 종저항력

1. 서 론

장대레일 부설 시 온도변화에 의한 신축의 영향으로 축력이 발생하게 되며, 특히 장대레일이 교량 상에 위치하는 경우, 궤도와 교량의 상호작용에 의하여 부가축력 및 변위가 발생하게 된다. 이는 궤도의 안전성과 사용성에 큰 영향을 미치게 되기 때문에 상호작용을 발생시키는 구성인자들을 정립하고 각각의 인자들이 미치는 영향을 분석하여 국내의 철도설계기준 KR C-08080 궤도-교량 종방향 상호작용 해석[1], KR C-08090 교량 단부 콘크리트 궤도 사용성 검토[2] 등에 반영하여야 한다. 이에 본 연구에서는 궤도-교량 상호작용을 유발시키는 인자 및 계측 항목을 도출하고, 계측시스템을 구축하여 각각의 인자들에 대한 거동을 계측하여 응답 결과를 분석하였다.

† 교신저자: 충남대학교 공과대학 토목공학과(nhrim@cnu.ac.kr)

* 충남대학교 공과대학 토목공학과

2. 궤도-교량 종방향 상호작용 현장 계측 및 수치해석

2.1 현장계측 시스템 구축

궤도와 교량의 상호작용 계측 시스템 부설을 위하여 교량의 길이가 충분하여 거동이 크고, 데이터 분석이 용이하며, 접근성 등이 편리한 장대레일 구간에 부설된 교량을 선택하였다. 대상교량은 총 지간 160m, 4경간으로 호남고속철 구간에 부설되어 있는 PSC Box 거더교량이며, Fig. 1은 대상 교량의 전경이다.



Fig. 1 View of the bridge

대상교량의 상부와 레일에는 온도센서 및 변위계, 변형율계를 이용하여 중앙부 처짐, 종방향 변위, 거더의 온도, 레일의 변형율 등을 계측하였으며, 전체 센서에 대한 개요도는 Fig. 2, Table 1과 같다. 2015년 3월 28일 11시부터 동년 6월 4일 14까지 매 30분 단위로 계측을 하였으며, 온도변화에 따른 영향을 분석하였다.

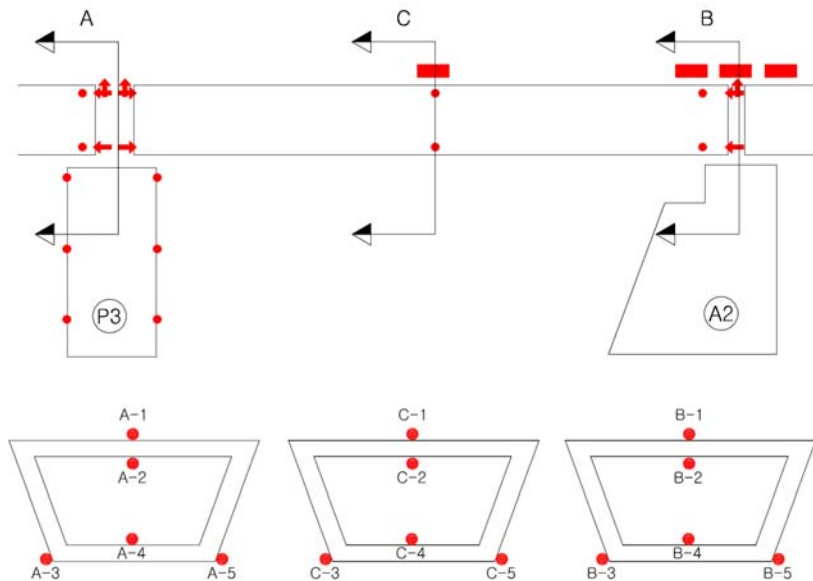


Fig. 2 Legend of the installed sensors

Table 1 Composition factors of track-bridge interface

Mark	Sensor	Unit	Note
●	Temperature	21	-
➔	Displacement	14	Center ,Deck end
□	Strain	8	-
Total		43	-

2.2 대표온도 도출

PSC box는 단면 내 위치에 따라 온도차는 크게 발생하였으며, 수치해석을 위한 대표온도산출을 위하여 Fig. 3과 같이 가동단 변위와 온도와의 선형관계를 도출하였으며, 가장 선형관계를 잘 나타내는 C-4를 대표온도로 도출하였다.

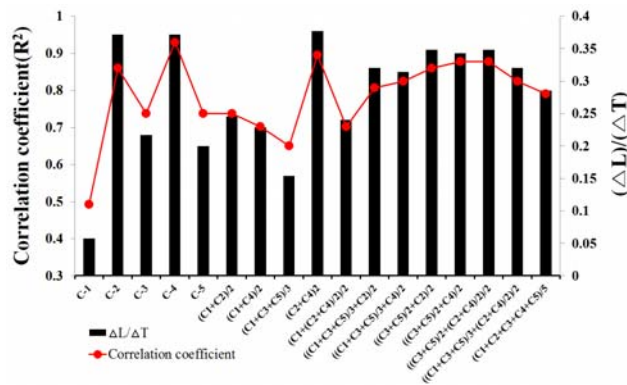


Fig. 3 Whole view of fastener experiment

2.3 궤도-교량 상호작용해석

궤도-교량 상호작용 해석을 위하여 범용유한요소해석 프로그램(ABAQUS 6.13)[3]을 이용하였다. 신축이음부 없는 장대레일 궤도를 묘사하기 위하여 토노반상 궤도는 교량 시중점 교대부로부터 300m까지 모델링하였다. 교량 제원은 Fig. 4, Table 2와 같다.

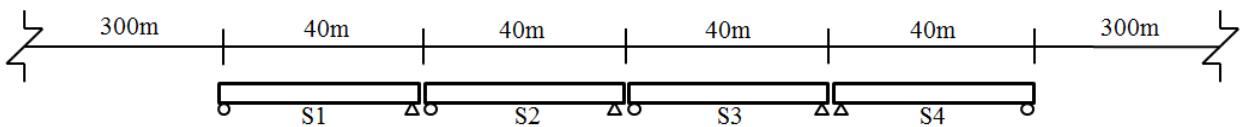


Fig. 4 Plan of the bridge

Table 2 Geometry and material property

Member	Area(m ²)	Young's modulus (N/m ²)	Thermal coefficient (/°C)	Moment of Inertia (m ⁴)	Depth (m)
Rail(UIC60)	0.0155	2.1E+11	1.2E-5	3.055E-5	-
Deck	8.668	3.1E+11	1.0E-5	15.3	4.1

하중은 온도하중을 고려하였으며, C-4에서 발생한 최대 온도 15℃를 거더에 재하하였다.

3. 결과 분석

C-4에서 15℃ 발생 시 동일한 시각의 응답을 수치해석결과와 비교 분석하였다. Fig. 5는 거더의 종방향 변위이며, Fig. 6은 레일-교량 상대변위를 계측 결과와 수치해석 결과를 비교하였다.

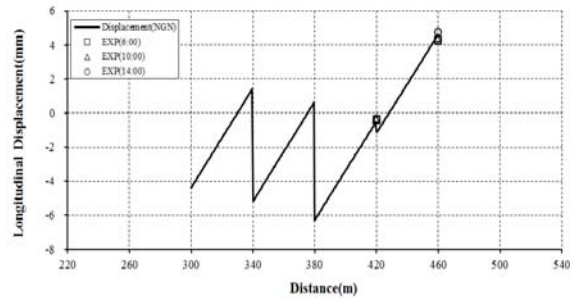


Fig. 5 Comparison of result(displacement of girder)

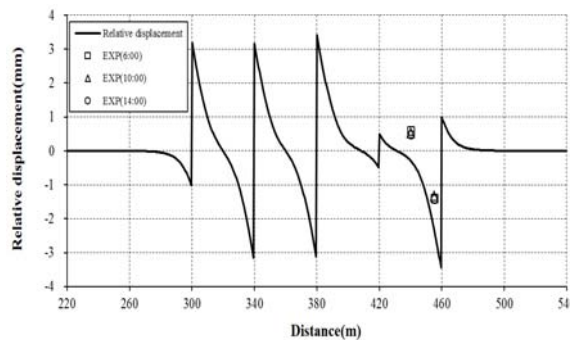


Fig. 6 Comparison of result(Relative displacement of rail-girder)

계측 결과와 수치해석 결과의 비교를 통해 비슷한 응답을 보였으며, 이를 통해 단면의 대표온도 도출 방법이 타당한 것으로 판단된다. 또한 계측결과와 절대값은 차이가 나타났으나, 유사한 경향을 나타냈다. 상대변위의 경우 체결장치의 종저항력에 의한 영향을 받으며 추후 실제 저항력을 고려 시 더욱 정확한 결과가 나올 것으로 판단된다.

4. 결론

본 논문에서는 교량상 콘크리트궤도에서의 종방향 궤도-교량 상호작용에 영향을 미치는 인자를 도출하였으며, 수치해석 및 현장계측을 통해 실제 현장의 궤도-교량 상호작용을 분석하였다.

1. 거더의 단면 내 위치에 따라 온도의 편차는 크게 나타났으며, 거더와 온도조합과의 상관관계를 이용하여 단면 내 대표온도를 도출하였다. PSC Box 거더의 경우 박스 내 하부의 온도를 사용하는 것이 합리적으로 판단되며, 수치해석 결과와 비교하여 타당성을 검증하였다.

2. 거더의 신축 및 레일-거더 상대변위는 응답계측 값과 해석 값이 매우 유사하게 도출되었으며, 수치해석을 통해 궤도와 교량의 거동을 잘 예측 할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(15RTRP-B071565-03-000000)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] KR (2014), KR C-08080: Track-bridge longitudinal interaction analysis

[2] KR (2014), KR C-08090: Serviceability of concrete track on railway bridge deck end.

[3] ABAQUS Version 6.13(2013), Analysis User's Guide, Dassault Systems.