

# 무도상 교량 레일장대화를 위한 침목고정장치 적정 강성 도출 Derivation of Optimum Stiffness of Sleeper Fastener Device for Installing CWR on Balastless Track Bridge

박종찬\*, 이영섭\*, 임남형†

Jong-Chan Park\*, Yeong-Seob Lee\*, Nam-Hyoung Lim†

**초 록** 국내에 현재까지도 많이 사용 중인 무도상 교량은 상부구조의 자중이 열차보다 상대적으로 경량이라는 특성으로 인해 심각한 소음과 진동이 발생한다. 또한 20~50m 길이의 레일을 이음매관으로 연결하여 사용하고 있어 고속화도 어려운 실정이다. 고속화 문제를 해결하기 위해 무도상 교량의 레일 장대화가 필수적인데, 레일 장대화시 궤도-교량 상호작용으로 인한 레일부가응력으로 인해 무도상 교량의 레일 장대화는 어려운 실정이다. 본 논문에서 이에 대한 문제점을 해결하기 위해 무도상 교량의 침목고정장치 강성에 따른 궤도-교량 상호작용 영향을 분석하여 레일 장대화를 위한 방안을 모색해보고자 한다.

**주요어** : 무도상 교량, 궤도-교량 상호작용, 레일장대화, 침목고정장치,

## 1. 서론

무도상 교량은 국내에서 최근까지 많은 개소에서 사용 중인 교량 형식이다. 그러나 무도상 교량은 심각한 소음과 진동이 발생하며 레일장대화도 되어있지 않아 열차의 고속화에 제한이 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 무도상 교량의 레일 장대화는 필수적이다. 그러나 국내의 많은 무도상 교량은 레일 장대화시 발생하는 궤도-교량 상호작용의 영향으로 발생하는 레일부가응력으로 인해 레일 장대화가 어려운 실정이다.

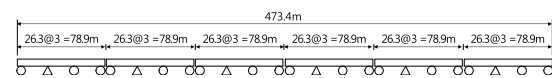
본 논문에서는 무도상 교량 침목고정장치의 강성에 따른 궤도-교량 상호작용 영향을 분석해 레일 장대화를 위한 방안을 모색해보고자 한다.

## 2. 본론

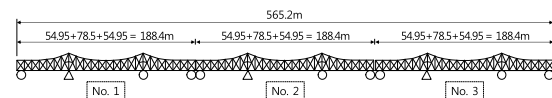
### 2.1 해석모델

#### 2.1.1 교량 및 궤도

본 연구의 대상 교량은 Fig. 1에 나타난 교량으로, 3경간 연속 플레이트 거더교 6개소 473.4m와 3경간 연속 트러스 교량 3개소 565.2m로 총연장 1038.6m의 교량이다. Fig. 1(a)의 플레이트거더 교폭은 9.0m이며 Fig. 1(b)의 트러스 교량 교폭은 9.3m이다. 교량받침은 MFMM의 형식으로 이루어져 있다.



(a) Plate Girder Bridge



(b) Truss Bridge

Fig. 1 Target Bridge

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

\* 충남대학교 공과대학 토목공학과

본 연구에서 사용된 궤도는 무도상 목침목

궤도이며, 레일은 KR60을 사용하였으며, 목침목은 교량용 침목 (230mm×230mm×3000mm)이다. 체결장치의 강성은 다음 Table. 1과 같으며, 침목고정장치의 강성은 매개변수로 설정해 해석을 수행하였다.

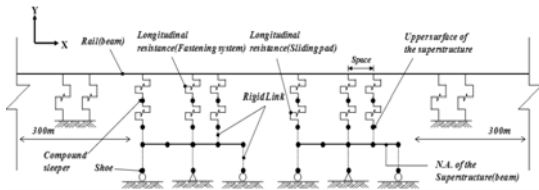
**Table 1** Stiffness of Fastener

Type	Resistance
Longitudinal	8000 N, 0.5 mm
Lateral	2.6E+4 N/mm
Vertical	3.5E+4 N/mm
X-axis Rotation	6.0E+4 N/rad
Y-axis Rotation	
Z-axis Rotation	

### 2.1.2 유한요소 해석모델

궤도-교량 상호작용의 해석은 Abaqus 2018을 사용하여 수행하였다.

궤도 모델은 레일-침목간의 레일 체결장치와 침목-중형간의 저항력을 모사하기 위해 2개의 비선형 스프링요소(Spring2, nonlinear)를 사용하였다. 또한, 장대레일의 특성인 부동구간을 모사하기 위해 교량 양끝에서 토공부 300m를 적용하였으며 Fig. 2은 F.E 모델 전체 종단면을 나타낸다.

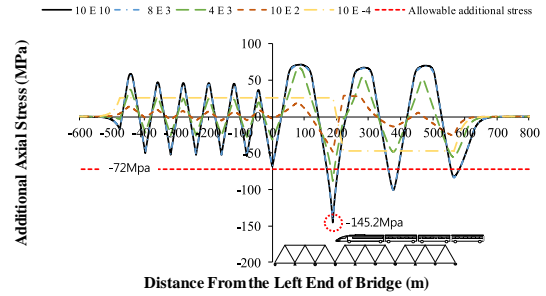


**Fig. 2** F. E Model of Longitudinal Section

## 2.2 궤도-교량 상호작용

### 2.2.1 레일부가응력

기존 무도상 교량에 장대레일화시 침목고정장치 강성에 따른 영향을 분석하기 위해 침목고정장치를 10E-4N ~ 10E+10N의 저항력과 0.5mm의 한계변위로 가정해 5가지 CASE에 대해 해석을 진행하였다. 그 결과는 다음 Fig. 3과 같다.



**Fig. 3** Additional Axial Stress of Rail

해석결과 침목고정장치의 강성이 감소할수록 레일부가응력도 함께 감소하는 경향을 확인할 수 있다. KR Code-08080에서 제한하고 있는 72MPa를 만족하기 위해선 침목고정장치의 저항력을 약 3400N 이하로 제한해야 된다.

### 2.2.2 토공부 레일 변위

KR Code-08080에서 제한하고 있는 토공부 레일변위를 검토하기 위해 시제동하중을 재하하여 변위검토를 수행하였다.

그 결과 침목고정장치의 강성이 감소함에 따라 토공부 레일변위는 증가하는 것을 알 수 있었으며, 침목고정장치의 저항력을 약 800N 이상을 확보해야 KR Code-08080에서 제시하고 있는 기준을 만족할 것으로 보인다.

## 3. 결론

본 연구에서 무도상 교량의 침목고정장치 강성에 따른 영향을 분석하였다. 그 결론은 다음과 같다.

- (1) 무도상 교량의 침목고정장치의 강성이 감소할수록 레일부가응력은 감소하며, 저항력을 약 3400N 이하로 제한해야 허용부가응력을 만족한다.
- (2) 토공부 레일의 변위는 침목고정장치의 강성이 감소할 경우 증가하는 추세를 보이며, 저항력을 약 800N 이상을 확보해야 검토기준 (4mm)을 만족한다.

위와 같이 무도상 교량의 레일 장대화를 위한 침목고정장치의 적정 강성은 약

800N~3400N을 확보해야 KR Code-08080 기준을 만족한다. 그러나 교량의 부가응력과 교량받침의 성능을 추가적으로 고려해줄 필요가 있다.

### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 철도기술연구 사업인 ‘기존선 무도상 교량 장대레일화 기술 개발’ 과제[19RTRP-B146886-03]의 일환으로 이루어졌습니다. 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- [1] Park, J.C. (2018) Installation of CWR on Long Span Bridges of Ballastless Tracks, *Journal of Korea Society of Hazard Mitigation*, 18(7), pp. 47-52
- [2] Lim, N.H. (2001) Three Dimensional Nonlinear Analysis of Continuous Welded Rail Tracks, Korea university, the doctor's thesis, Korea University, South Korea
- [3] ABAQUS/Standard User's Manual – Version 2018 (2018) ABAQUS, Inc.
- [4] Yun, K.M. (2016) Modified Design Method of CWR Tracks on Railway Bridges based on the Track-Bridge Interaction, Chungnam National University, the doctor's thesis, Chungnam National University, South Korea
- [5] KR (2017) KR C-08080, Korea Rail Network Authority, South Korea