

미끄럼 허용 궤광 시스템 횡방향 지지부재의 영향 분석

박종찬*, 장운재*, 임남형*

*충남대학교 토목공학과

e-mail:mioso@cnu.ac.kr

Effect Analysis of Lateral Support Member on Sliding Track Panel System

Jong-Chan Park*, Yun-Jae Chang*, Nam-Hyoung Lim*

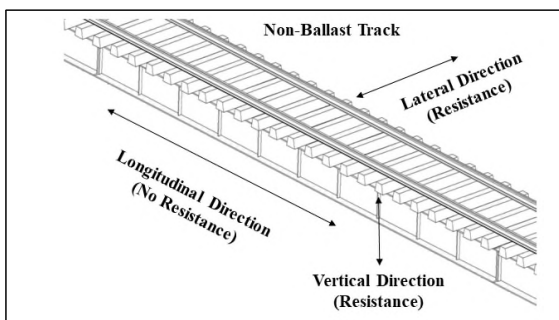
*Dept. of Civil Engineering, Chungnam University

요약

최근 국내에는 열차속도의 증가로 궤도의 취약부인 레일 이음매를 보완할 수 있는 장대레일은 필수적인 요소이다. 그러나 국내의 무도상교량은 20~50m 길이의 레일을 이음매판으로 연결하여 사용하고 있어 열차의 주행안전성에 문제가 발생한다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 무도상교량 레일의 장대화가 시급하다. 그러나 트러스 교량과 같이 고정지점간의 간격이 긴 구간에서는 레일부가응력의 허용치 초과로 레일의 장대화가 어려운 실정이다. 그리하여 종방향 저항력을 제거한 Sliding Track Panel(STP) 시스템의 적용을 제시하고자 한다. STP 시스템의 적용은 레일부가응력측면에서는 매우 유리하지만, 좌굴에 취약한 구조로 횡방향에 대한 보강이 필수적이다. 이러한 횡방향 보강은 많을수록 좌굴에 대해 안정적이지만 효율적이고 경제적인 보강간격의 도출이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 STP 시스템 적용 시 최적의 횡방향 브레이스의 간격을 도출하고, 브레이스의 소요 강성을 알아보하고자 한다.

1. 서론

국내의 무도상 교량은 정척레일을 이음매판으로 연결하여 사용하고 있어 열차의 고속주행 및 주행안전성에 문제가 되고 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 무도상교량 레일의 장대화가 시급하다. 그러나 트러스 교량과 같이 고정지점간의 간격이 긴 장경간 교량에서는 레일부가응력의 허용치 초과로 레일의 장대화가 어려운 실정이다. 그리하여 종방향 저항력을 제거한 Sliding Track Panel(STP) 시스템의 적용을 제시하고자 한다.



[그림 1] 미끄럼 허용 궤광시스템 개념도

미끄럼 허용 궤광(STP) 시스템은 트러스 구간과 같은 장경간의 교량에서 레일 부가응력을 효과적으로 감소시켜주는 시스

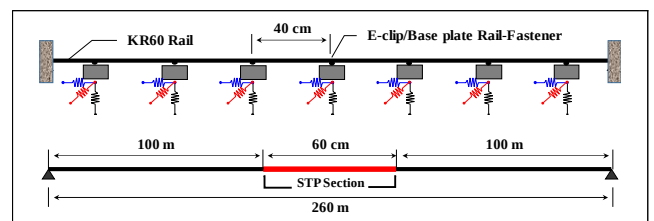
템이다. STP 시스템의 원리는 레일 부가응력에 가장 지배적인 요소인 온도하중에 의한 영향을 종저항력을 제거함으로써 감소시키는 방법이다. (그림 1)

또한 STP 시스템의 적용은 레일부가응력은 만족하지만, 좌굴에 취약한 구조로 횡방향에 대한 보강이 필수적이다. 이러한 횡방향 보강은 많을수록 좌굴에 대해 안정적이지만 효율적이고 경제적인 보강간격의 도출이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 STP 시스템 적용 시 최적의 횡방향 브레이스의 간격을 도출하고, 브레이스의 소요 강성을 알아보

2. F.E. 좌굴 해석 모델

무도상 교량의 STP 시스템 적용에 따른 좌굴 안전성 검토를 위해 다음 그림 2와 같은 F.E. 좌굴 해석 모델을 작성하였다.



[그림 2] 좌굴 해석 모델

적용된 궤도는 무도상 목침목 궤도이며 레일은 KR60, 체결장치는 목침목용 E-clip, 침목은 교량용 목침목, 침목 고정장치는 개량형 고정장치이며 궤간은 표준궤간 그리고 침목 간격은 0.4m이다. 궤도의 물성치는 박종찬(2018)과 한상운(2006)의 논문을 참고하였다.

궤도-교량 종방향 상호작용 해석과 좌굴해석은 범용 유한요소 프로그램인 ABAQUS 2019를 사용하였으며 Riks method를 사용하였다.

3. 좌굴 해석 결과

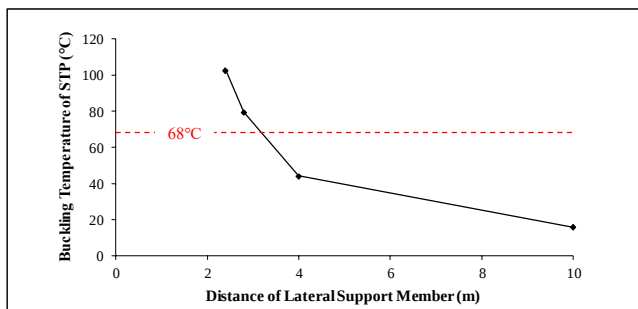
3.1 STP의 횡방향 지지구조 최적 간격

STP 구간 60m에서 Table. 1과 같이 임의간격으로 브레이스를 설치해 그 영향을 분석하였다.

[표 1] 횡방향 지지구조 간격

구분	간격 (m)	지지구조 개수(EA)
1	2.4	26
2	2.8	23
3	4.0	16
4	10.0	7

해석결과에서 좌굴온도를 산출하기 위한 방법으로는 Southwell Plot 기법을 적용하였으며, 횡방향 지지구조 간격에 따른 STP의 좌굴온도는 다음 그림 3과 같다.



[그림 3] 지지구조 간격에 따른 좌굴 온도

분석 결과 60m에 걸쳐 STP가 적용된 교량이 충분한 횡방향 좌굴강도를 확보하기 위해서는 약 2.8m 이하로 횡방향 지지구조가 설치되어야함을 알 수 있다.

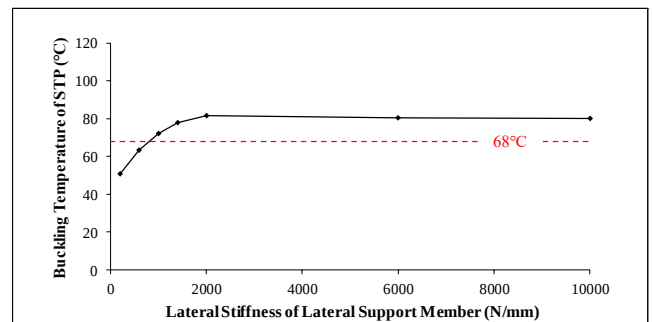
3.2 STP의 횡방향 지지구조 소요 강성

STP에 설치될 횡방향 지지구조의 간격을 2.8m인 경우에 대하여 Table 4와 같은 횡방향 지지구조의 횡방향 강성에 따른

STP의 좌굴강도를 평가하였다. 여기서 횡방향 지지구조의 강성은 STP의 적용에 따라 발생하는 횡방향 좌굴하중에 저항하기 위한 소요강성을 뜻한다.

[표 2] 횡방향 지지구조 강성

구분	간격 (m)	강성(N/mm)
1	2.8	200
2		600
3		1,000
4		1,400
5		2,000
6		6,000
7		10,000



[그림 4] 지지구조 강성에 따른 좌굴 온도

분석결과는 위 그림 4와 같으며, 소요 횡방향 좌굴온도 68°C를 고려하면 횡방향 지지구조의 횡방향 강성은 최소 800N/mm 이상을 확보하여야 한다.

감사의글

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(20RTRP-B146886-04)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 국토교통부, “무도상 교량 장대레일화 기술개발 기획 최종보고서”, 5월, 2016년.
- [2] 박종찬 외 3명, “무도상 장대교량 레일의 장대화 방안에 대한 소고”, 한국방재학회 논문집, 제 18권 7호, pp. 47-52, 12월, 2018년.
- [3] 박종찬 외 3명, “무도상 교량 레일 장대화시 침목고정장치 강성에 따른 궤도-교량 상호작용 영향 분석”, 한국도시철도학회 논문집, 제 7권 2호, pp. 187-195, 6월 2019년.
- [4] 한상운 외 3명, “궤도 안정성에 대한 장대레일과 체결구의 민감도”, 대한토목학회 논문집, 제 26권 4A호, pp. 719-726, 7월 2006년.