

슬라이딩 콘크리트 궤도의 마찰거동 평가를 위한 실험적 연구

Experimental Study for Friction Behavior of Sliding Slab Track

정동기^{*1}, 이경찬^{*}, 장승엽^{*}, 여인호^{*}, 김태구^{*}

Dong-Ki Jung ^{*†}, Kyoung-Chan Lee ^{*}, Sung-Yup Chang ^{*}, In-Ho Yeo ^{*}, Tae-Gu Kim ^{*}

Abstract Sliding slab track which can effectively reduce track-bridge interaction has a low-frictional sliding layer between bridge deck and track slab. The low-frictional sliding layer plays a roll to reduce interaction force of track-bridge induced by relative longitudinal displacement due to temperature changes and applying train loads. In this study, friction behavior of the sliding layer is examined by experimental tests. Durability of the sliding layer was examined as well according to a number of cyclic loads. Based on the test results, the applicability of the sliding slab track is proved.

Keywords : Sliding Slab Track, Track-bridge interaction, Friction characteristics

초 록 궤도-교량의 상호작용력을 효과적으로 저감시킬 수 있는 슬라이딩 콘크리트 궤도는 교량 바닥판과 콘크리트 궤도 슬래브 사이에 저마찰 슬라이드층을 통하여 구현된다. 저마찰 슬라이드층의 기능적 역할은 온도변화와 열차하중에 따라 발생된 교축방향 변위에 대한 궤도-교량 상호작용을 원천적으로 저감시키는 것이다. 이에 따라, 실험적 연구를 통한 슬라이드층의 마찰특성분석이 필수적으로 요구된다. 본 연구에서는 교량상 슬라이딩 궤도 시스템을 모사하여 마찰거동과 내구성을 평가하고 궤도의 적용 가능성을 입증하였다.

주요어 : 슬라이딩 궤도, 궤도-교량 상호작용, 마찰특성

1. 서 론

장대레일을 적용한 교량상 궤도는 온도하중과 열차하중에 의한 종방향 상호작용 효과로 인하여 레일에 상당한 크기의 부가응력이 발생한다. 현 설계기준에서는 콘크리트 궤도의 경우 부가 축력의 최대 한계를 92 MPa로 제한하고 있다. 이러한 레일 축력의 제약으로 인하여 철도교량에서는 단경간 단순교를 주로 적용하고, 장경간인 경우에는 특수 체결장치 또는 레일 신축이음장치를 적용하여 이를 저감시키고 있다.

슬라이딩 콘크리트 궤도는 이와 같은 궤도-교량의 상호작용력을 효과적으로 저감시킬 수 있어 장경간 교량에 효과적으로 적용 할 수 있는 것으로 확인되었다[1]. 슬라이드층은 교량의 종방향 변위가 궤도에 전달되지 않도록 저마찰 분리층을 교량 바닥판 상면과 궤도 슬래브 하면 사이에 두어 상호작용 효과를 저감시킨다. 본 연구에서는 슬라이딩 콘크리트 궤도의 마찰거동 실험을 실시하여, 저마찰 슬라이드층의 마찰특성을 분석하고, 궤도-교량의 종방향 거동시 발생하는 마찰계수 및 내구성을 평가한다.

¹ 교신저자: 한국철도기술연구원 고속철도연구본부 첨단인프라연구팀(dkjung0428@krrri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 고속철도연구본부 첨단인프라연구팀

2. 마찰특성분석 실험

2.1 슬라이드층의 마찰특성 실험 방법 및 내용

실험부재는 바닥판과 콘크리트 궤도 슬래브 및 저마찰 슬라이드층으로 구축하였으며, 종방향 거동에 따른 슬라이드층의 마찰특성을 평가하기 위해서 Fig. 1과 같은 시험체로 마찰 특성분석 실험이 진행되었다. 슬라이드층은 장섬유부직포(400g)와 1.5mm 두께의 PE SHEET(경도D60)로 구성되었으며, ASTM D 1894[2]에 따른 검증시험결과 부직포와 PE시트 간의 동마찰계수는 0.417, 정마찰계수는 0.405로 각각 확인되었다.

궤도 슬래브의 단부에서 하중을 재하했으며, 재하속도는 10mm/hour로 진행하였다. 초기 마찰계수를 바탕으로 안정화 단계에 도달하기 위해 4회 반복하여 실시하였다. 하중속도는 안정화된 범위 안에서 속도를 증가시켜 평가하였으며, 하중방향은 단방향 및 양방향 거동을 실시하였다. 실험체 계측은 Fig. 1과 같이 와이어 변위계로 콘크리트 궤도 슬래브의 종방향 거동 및 편심을 측정하였고, 바닥판의 하중방향에 대한 슬립을 관찰하기 위해 LVDT를 사용하여 계측하였다.

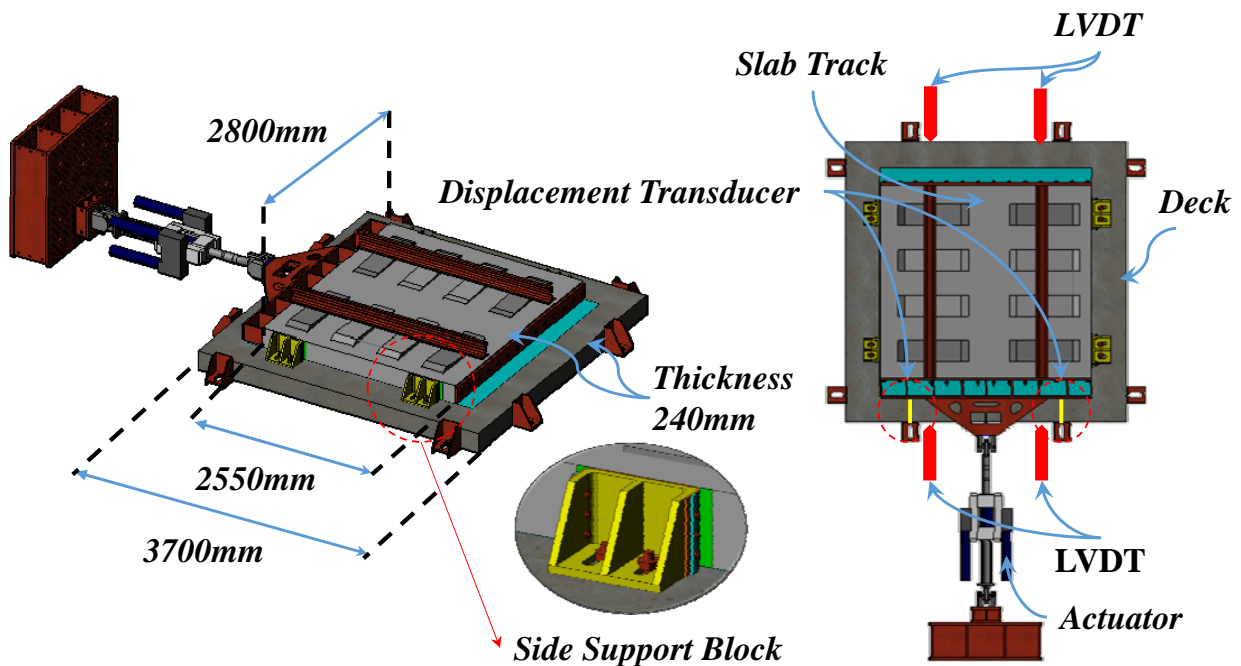


Fig. 1 Detail of The Sliding Concrete Track Specimen & Measurement plan

2.2 실험 부재 제작

슬라이딩 콘크리트 궤도 시스템의 제작과정을 Fig. 2에 나타내었다. 부재 제작은 바닥판과 콘크리트 궤도로 나뉘어서 진행되었으며, 콘크리트 궤도 슬래브의 경우, 거푸집 상면에 장섬유로 구성된 부직포를 설치한 후에 Rheda2000 침목을 설치하였다. 이후 체결된 침목과 레일을 부상시켜, 수직, 수평레벨을 측정한 후 콘크리트 궤도의 연속성을 고려한 종방향 철근은 배근하였다. 철근은 가력프레임과의 체결을 위해 양 끝단에 나선 가공하여 부재 밖으로 돌출하였다. 조립순서는 바닥판 상면에 부직포+PE SHEET 순으로 슬라이드층을 구축한 후 콘크리트 궤도를 거치하였다. 이후 횡방향 지지블럭을 설치하여 횡방향 거동을 구속시켰다.

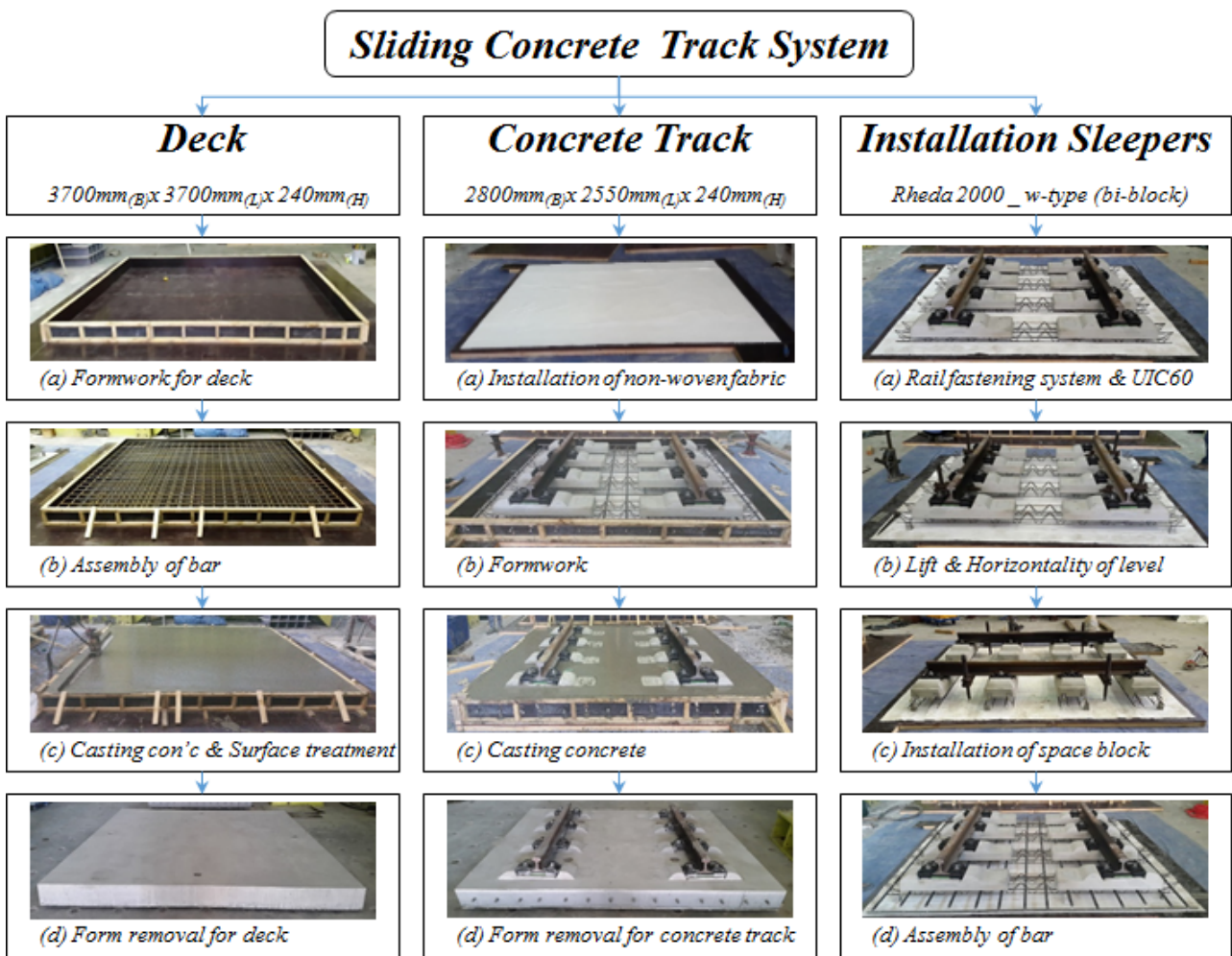


Fig. 2 Fabrication procedure for The Sliding Slab Track System

2.2 실험 결과

슬라이딩 콘크리트 궤도의 마찰특성분석은 10mm/hour의 재하속도를 기준으로 점차적으로 재하속도를 증가하여 평가하였다. 슬라이드층의 구성조건에 따른 평가를 진행하였으며, 실험부재의 자중과 열차하중을 모사한 하중 블럭을 사용하여 마찰거동을 평가하였다.

마찰계수에 따른 재하 하중은 궤도 자중(61.3kN)과 부가하중(5ton)의 조합에 따라, 마찰계수 0.4일 경우에 수평하중은 25 kN, 45 kN(부가하중)으로 도출되었다.

3. 결론

슬라이딩 콘크리트 궤도의 마찰특성분석을 위한 실험은 실제 교량상 콘크리트 궤도를 모사하여 수행하였으며, 슬라이드층의 구성조건과 저마찰 재료의 마찰계수에 따라 재하 하중이 도출되는 것으로 확인되었다. 이는 콘크리트 표면의 거칠기 및 표면특성을 부직포로 대체시킨 것으로 판단되며, 결과적으로 전단저항에 대한 요소를 최소화 시키며, 저마찰 재료간의 마찰 특성으로 궤도 시스템이 구성되었음을 확인하였다.

후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(과제번호 15RTRP-B071566-03, 과제명: 상호작용완화를 위한 궤도 및 교량 바닥판 구조 개발)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] K.-C. Lee (2015) Evaluation of Stress Reduction of Continuous Welded Rail of Sliding Slab Track from Track-Bridge Interaction Analysis, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 35(5).
- [2] ASTM (2001) ASTM D 1894-01 Standard Test Method for Static and Kinetic Coefficients of Friction of Plastic Film and Sheeting.