아스팔트 궤도노반용 콘크리트 슬래브 직결궤도의 전단키 설계 및 성능평가

Performance Evaluation and Design of Shear Key of the Concrete Slab on Asphalt Trackbed

전선표*, 이진욱***, 이성혁***, 정우영*†, 주부석**

Seon-Pyo Jeon*, Jin-Wook Lee***, Seong-Hyeok Lee***,Woo-Young Jung*†, Bu-Seog Ju**

Abstract The Concrete slab on asphalt trackbed experiences the misalignment phenomenon from the original place caused by the curved track, the displacement from temperature difference between the top and bottom of the slab, and the wind pressure exerted on the train. In order to suppress this phenomenon, the shear key was installed between two. In this study, a comparison of experiment and analysis on two different shear keys was utilized to interpret the actual model result analysis

Keywords **:** Shear key, Asphalt trackbed, FEA, Shear Test

초 록 아스팔트 궤도노반 콘크리트 슬래브는 곡선부, 슬래브의 상부와 하부의 온도차로 인한 변위, 열차에 가해지는 풍압 등으로 인하여 본래의 위치에서 이탈하는 현상이 일어나게 되는데 이 현상을 억제하기 위하여 둘 사이에 전단키를 설치한다. 본 연구에서는 종류가 다른 두 가지 전단키의 실험과 해석의 비교를 통하여 실제 모델을 해석 연구하였다.

주요어 : 전단키, 아스팔트 궤도노반, 유한요소해석, 전단실험

1. 서 론

최근 고속철도에 관심이 높아짐에 따라 철도 관련 연구가 활발히 진행되고 철도차량이 고속화가 됨에 따라 안정성 부분이 중요시되고 있다. 열차의 고속화, 승차감 향상, 안전성, 유지보수 비용 절감 등을 위해 아스팔트 궤도시스템을 도입하기 위하여 국내에 맞추어 연구중이며 본 논문에서는 콘크리트 슬래브가 아스팔트 궤도노반 위에서 이탈하는 현상을 억제할 전단키를 전단실험을 통한 데이터와 3차원 유한요소 프로그램인 ABAQUS를 이용하여 해석한 결과 데이터를 비교 분석 하였다.

† 교신저자: 강릉원주대학교 공학대학 토목공학과(woojung@gwnu.ac.kr)
* 강릉원주대학교 공과대학 토목공학과
** 강릉원주대학교 방재연구소 전임연구원
*** 한국철도기술 연구원 첨단인프라연구단 TFT

2. 콘크리트 블록 전단키

2.1 콘크리트 블록 전단키 해석

안전성 검토에 사용된 횡하중은 궤도에 작용하는 횡압의 최대치로서 차량의 탈선계수를 고려하여 축하중의 0.8배 이상이 되지 않으며 'Figure 1'의 HL-25 표준 활하중이 침목에 영향을 주는 분포하중의 0.2배부터 0.8배까지 횡압을 주어 안전성 검토를 실시 하였다.

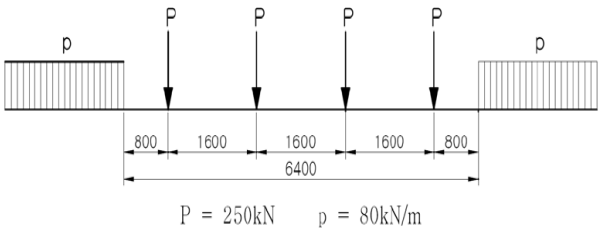

Figure 1 HL-25 Standard Live Load

광폭침목과 전단키는 ㈜ENE건설에 의하여 개발되었으며 모델 형태는 'Figure 2'와 같이 크게 2가지로서 상부 부분이 솟은 형태와 평평한 형태로서 이는 전단 블록시공으로 인하여 침목의 가운데 부분에 홀을 만들게 됨으로서 각기 다른 형태의 침목을 검토하게 되었다.

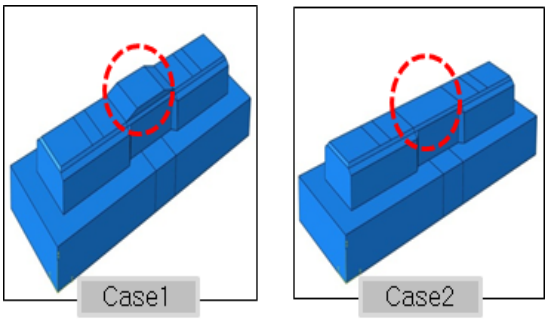

Figure 2 Double Width Tie Model Case

모델링은 'Figure 3'과 같이 광폭침목과 전단블록, 전단블록 캡(고무), 아스팔트 슬래브로 작용 하중은 광폭침목의 측면부에 압력으로 힘을 주었으며 침목과 슬래브 사이에는 아스팔트-슬래브 패널 마찰 실험에서 개발된 3차원 비선형 경계부착(Friction Contact) 모델을 적용하였다.

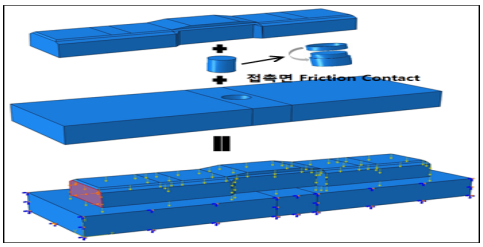

Figure 3 Modeling and Live Load Effect

2.2 콘크리트 블록 전단키 실험

실험은 한국철도기술연구원 주관으로 아스팔트 노반과 콘크리트 슬래브 사이의 전단키 실험을 수행하였다. 실험체 제작은 'Figure 4' 와 같고 실험 속도는 1mm/min으로 횡으로 압력을 가했으며 실험체 사이즈는 'Table 1' 과 같다. 실험은 3번 수행하였다.

Figure 4 Experiment Sectional View and Experiment Picture

Table 1 Specimens Size

종류	크기(mm)
아스팔트 노반	800 × 800 × 200
콘크리트 슬래브	600 × 600 × 200

2.3 콘크리트 블록 해석 및 실험 결과 분석

'Figure 5' 은 해석 결과이다. 국부적으로 큰 전단응력과 중신 전단응력을 나누어 있다.

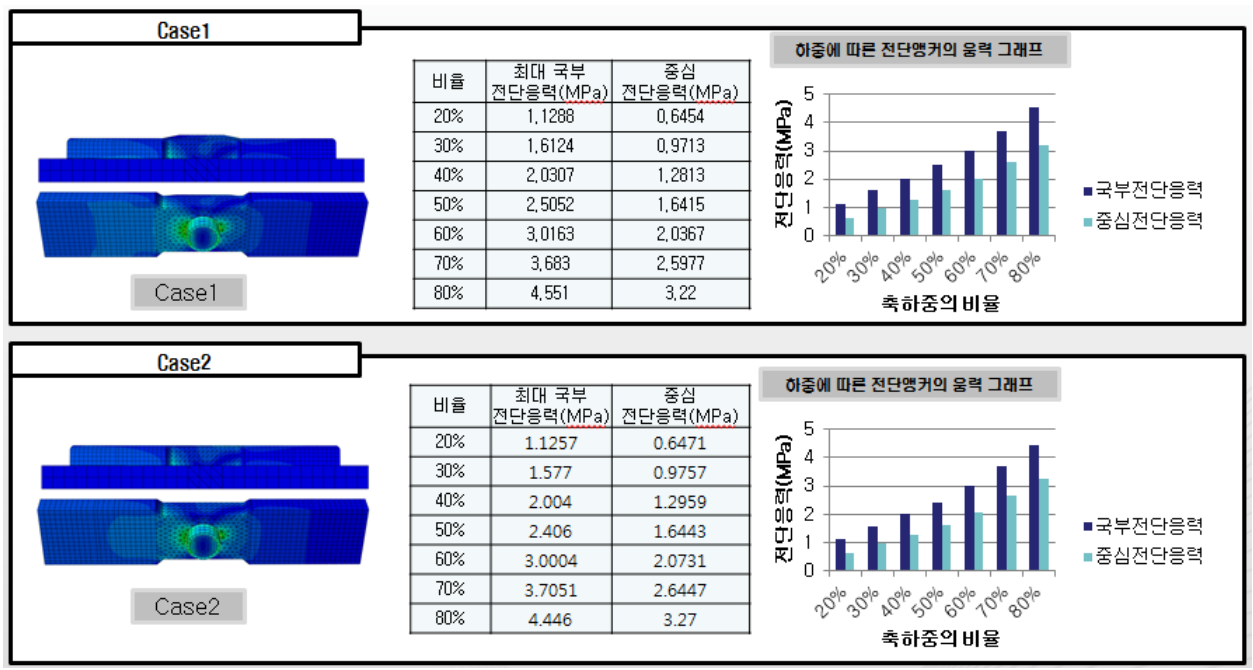

Figure 5 Result of Analysis

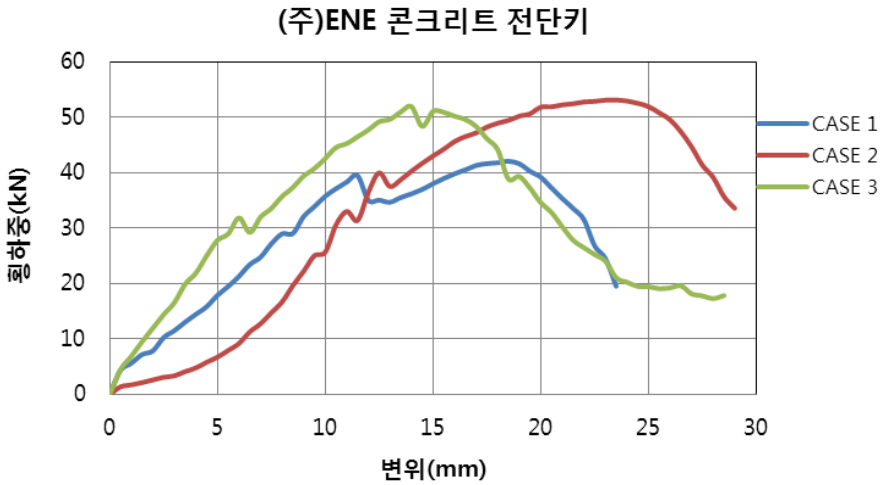

Figure 6 Result of Experiment

실험결과는 'Figure 6'과 같다. case2는 처음부분 슬립현상을 고려한다면 대체적으로 case 2와 case3은 그래프 패턴은 비슷하게 보이며 각 case의 최대 횡하중의 평균적인 값을 산출하면 약 49.5kN이 나온다. 실험에서 도출된 평균값을 이용하여 허용전단응력값을 계산하면 1.57MPa이다.

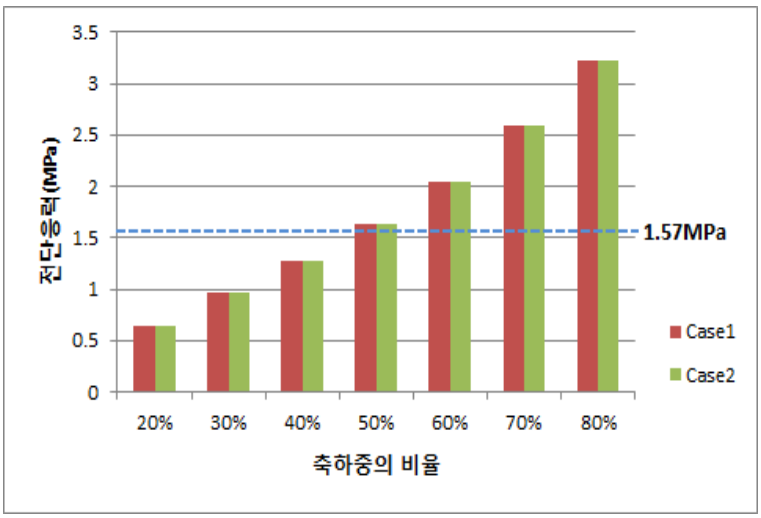

Figure 7 중심 전단응력의 허용범위

'Figure 7'과 같이 전단실험으로 얻은 허용전단응력 1.57MPa에 들어오는 것은 축하중의 40% 비율일때는 모든 케이스가 허용이지만 50%가 넘어가면 허용 범위를 초과 할 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 구조 해석시 탄성패드(고무)의 물성치는 실제 전단키에 사용되는 고무의 물성치가 아닌 일반적인 고무의 물성치를 사용하였기에 해석에서의 약간의 오차가 있을 수 있으며 전단 실험시 초기에 횡하중을 전단키에서 버팀으로서 변위발생이 크지 않은 상태에서 횡하중의 최대값이 산출되어야 하지만 전단실험 결과 데이터를 분석하였을 때 아스팔트 슬래브와 콘크리트 전단블록 사이의 이격과 탄성패드를 고려하더라도 상당히 변위가

크게 발생한 지점에서 최대값이 산출되기 때문에 실험에 대한 오차와 허용전단응력에 대한 불확실성을 고려할 필요가 있다.

3.결 론

• 콘크리트 전단블록의 경우 전단실험으로 허용전단응력을 얻어 축하중의 40% 까지는 허용 가능하지만 50% 이상은 허용하지 못하는 것으로 판단하였지만 해석과정 중 탄성패드의 물성치가 실제와 다른 것과 실험에 대한 오차와 허용전단응력에 대한 불확실성을 고려 해야 하며 국부적으로 발생되는 전단응력에 대해 감소시킬 방안을 연구 할 필요가 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

[1] S.Y.Jang (2006) Ministry of Construction & Transportation, Standardization of Permanent Way System of Urban Railway

[2] S.B.Seo (2009) *Fundamentals of Track Dynamics*, BookGallery, Yeongdeungpo-gu, pp.158-159