

플로팅궤도에서 침목패드 스프링정수 변화추이 분석 연구

An analysis of transitions in the spring constant of the
sleeper resilient pads on the floating track

임성은[†], 최철수*, 김만화**, 최진유***, 박용걸****

Sung Eun Lim[†], Chol Su Choi*, Man Hwa Kim**, Jin Yu Choi***, Yong Gul Park****

Abstract Lines 5 – 8 of the Seoul Metropolitan Rapid Transit have their track in the form of STEDEF on the floating track, and it is the sleeper pads that determine the track support stiffness. The decrepitude of the sleeper pads in long-term use results in the decrease in their thickness and increase in the spring constant. They are the causes of the increment in the track support stiffness, which influences the damage of the track structure. This study has identified the loss in the function of the sleeping pads caused by their decrepitude by means of measuring their thickness and the spring constant. It has proven that there exists a correlation between the spring constant and the thickness of the spring pads, and thus by measuring the thickness of the sleeper pads on the spot, evaluating their spring constant is possible.

Keywords : Resilient pad, Track support stiffness, STEDEF, Spring constant

초 록 서울도시철도 5~8 호선은 플로팅 궤도인 STEDEF 형식 구조로 궤도지지강성을 결정짓는 주요재료는 침목패드이다. 장기간 공용중인 침목패드는 노후화로 인하여 두께의 감소와 스프링 정수의 증가로 나타난다. 침목패드의 두께 감소와 스프링 정수의 증가에 따라 궤도 지지강성이 증가하여 궤도시설물의 손상에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 장기간 공용중인 침목패드의 두께와 스프링 정수를 측정하여 침목패드의 노후화에 따른 기능 상실을 확인하였고, 침목패드의 스프링 정수와 두께변화(감소량) 시험결과 서로 상관관계가 있는 것으로 분석되어 현장에서 침목패드 두께치수 측정이 스프링 정수를 개략적으로 평가하는 방법이 유효한 것으로 검증되었다.

주요어 : 침목패드, 스프링정수, 궤도지지강성

1. 서 론

복잡한 도시의 도시철도 운영현황은 특성상 지하터널로 건설되어 건설비와 유지 관리비를 고려하여 콘크리트 궤도로 주로 건설 운영하고 있다. 서울도시철도 5~8 호선의 경우도 콘크리트궤도 구조인 STEDEF 궤도 형식으로 부설하여 장기간 공용중에 있는 실정이다.

† 교신저자 : 서울과학기술대학교 철도전문대학원 글로벌시스템학과 석사과정(lse419@smrt.co.kr)

* 서울특별시도시철도공사 궤도처장

** 서울특별시도시철도공사 기술계획처장

*** 한국철도기술연구원 책임연구원, 공학박사

**** 서울과학기술대학교 철도전문대학원 교수, 공학박사

장기간 공용중에 따라 STEDEF 궤도 형식의 구조에서 침목패드의 기능상실이 예상되며 침목패드의 기능상실은 궤도 지지강성의 변화를 수반하게 되며, 이는 궤도시설물의 손상에 영향을 미칠수 있다. 본 연구에서는 STEDEF 궤도형식의 궤도구조에서 장기간 공용중인 침목패드의 스프링 정수와 두께 측정을 통하여 기능상실 정도를 파악하고 침목패드 스프링 정수를 현장에서 개략적으로 평가할 수 있는 방법으로 두께 측정이 적정한지 여부를 고찰하고자 한다.

2. 본 론

2.1 연구범위 및 내용

서울도시철도 5호선의 경우 Stedef 궤도형식의 궤도구조로 공용기간이 약20년에 도달하였다. 본 연구에서는 장기간 공용중인 5호선 구간중 곡선반경 400m, 1,200m, 직선구간에 부설된 침목패드를 곡선 내외측부 각 3개씩 총 18개 추출하여 스프링 정수와 두께를 측정하여 제작 기준치와 비교 분석하여 장기간 공용에 따른 침목패드의 기능상실 정도를 확인하였고, 침목패드의 두께와 스프링정수의 상관관계를 분석하였다.

2.2 침목패드의 역할 및 구성

Stedef 궤도 형식의 궤도구조에서 침목패드는 레일과 침목으로 전달되는 열차하중을 받고 콘크리트도상에 힘을 분산시키는 역할을 함에 따라 적절한 스프링 정수를 확보하여야 한다. 침목패드의 구성은 Fig. 1과 Fig. 2와 같다.

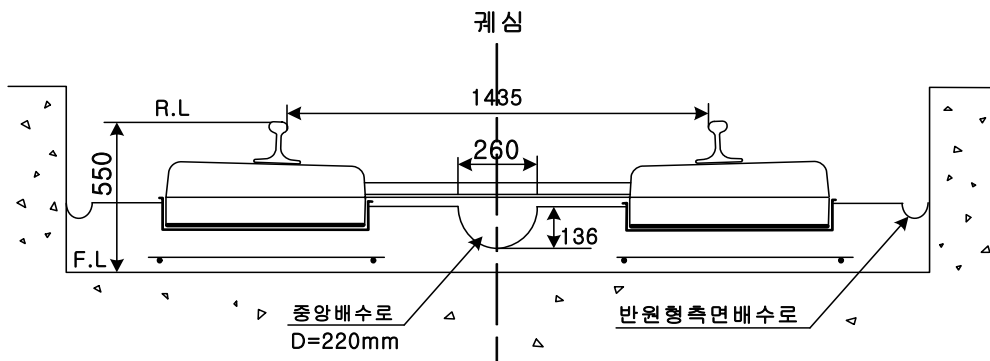


Fig. 1 STEDET Track Diagram



Fig. 2 STEDET Track Component materials and Spring Model

2.3 침목패드 시험방법 및 교환기준

침목패드 시험방법 및 유지관리에 관한 교환기준은 Table 1과 같다.

Table 1 Track Pad Test Methods and Replacement Cycle

구 분	내 용
제작기준치	정적 스프링 정수 130kg/mm ~200kg/mm
시험방법	1. 치수검사 : 일반적인 측정기구로 측정 2. 정적 스프링계수 시험 : 제작시방서에 의거하여 최소하중 245N, 최대하중 6,500N 하중으로 시험편에 가하여 최대하중 도달 후 (60±15초)에서 변위값 측정
교환기준	1. 외관상 손실(열화,경화,손상등) 되어 기능이 상실 또는 기능 저하가 우려되는 것 2. 두께 감소율이 25%이상인 것.

2.4 실내시험

본 연구에서는 도시철도 곡선반경 400m, 1,200m, 직선구간의 선로를 대상으로 침목패드의 두께 및 스프링정수를 측정하기 위해 대상구간을 선정하여 시험편을 채취하였다. 시험편 채취구간 및 침목패드 시험전경은 Table 2 및 Fig. 3와 같다.

Table 2 Test Specimens and Sampling Section

구간	침목패드 부설형태	선별	곡선반경	시험편 채취 수량
1	방진패드 12T	상선	R≤400	내외측 각3개(6개)
2	방진패드 12T	상선	R≤1,200	내외측 각3개(6개)
3	방진패드 12T	상선	직선부	내외측 각3개(6개)
합 계				18개



Fig. 3 STEDET Pad and The Spring constants Test

2.5 시험측정 및 분석

2.5.1 침목패드 스프링정수 측정

침목패드의 스프링정수를 측정한 결과는 Table. 3과 같으며, 장기간 공용으로 침목패드의 스프링정수 측정값은 제작기준치를 상회하고 있는 것으로 측정되었으며, 같은 곡선내에서 외측의 침목패드보다 내측의 침목패드의 스프링정수 증가가 심한 것으로 측정되었다.

Table 3. The Spring Constant Test Result

구간	곡선반경	내측(3개) 평균	외측(3개) 평균	외측값대비 내측값
1	400m	389 kgf/mm	256 kgf/mm	+52.2%
2	1,200m	280 kgf/mm	242 kgf/mm	+15.5%
3	직선	282 kgf/mm	278 kgf/mm	+1.3%
4	신품	199 kgf/mm		제작기준치 200 kgf/mm

2.5.2 침목패드 두께감소량 측정

침목패드의 두께감소량을 측정한 결과 Table. 4와 같으며, 장기간 공용으로 침목패드의 두께감소량 측정값은 스프링정수 측정값과 동일하게 제작기준치와 차이가 있는 것으로 측정되었으며, 스프링정수시험과 동일하게 같은 곡선내에서 외측의 침목패드보다 내측의 침목패드의 두께감소량이 심한 것으로 측정되었다.

Table 4 The Thickness reduction Test Result

구간	곡선반경	내측(3개) 평균	외측(3개) 평균	외측값대비 내측값
1	400m	3.19mm	1.45mm	+1.74mm
2	1,200m	1.32mm	1.00mm	+0.32mm
3	직선	1.63mm	1.85mm	-0.22mm
4	신품	0.3mm		제작기준치 0mm

2.5.3 침목패드 스프링정수와 두께감소량 상관관계

침목패드의 스프링정수와 두께 감소량과의 상관관계를 분석한 결과 Fig. 4와 같이 결정계수가 0.8305로 상관관계가 일부 있는 것으로 확인되었다.

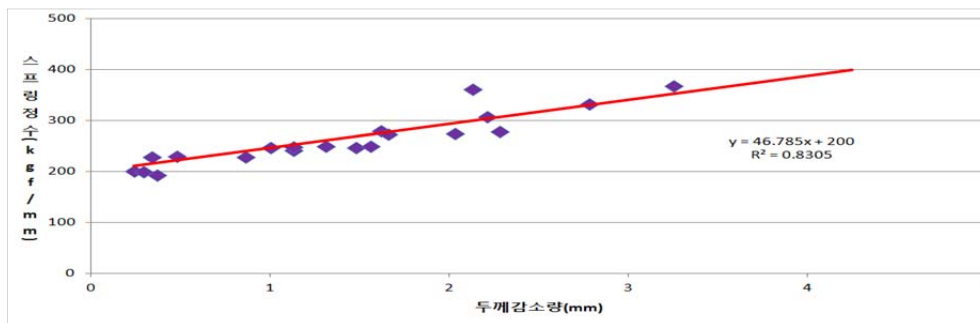


Fig. 4 The Spring Constants of the PAD And The Thickness reduction Correlation

3. 결 론

본 연구에서는 서울도시철도의 Stedef 궤도형식의 궤도구조에서 장기간 공용 중인 침목패드의 스프링정수 시험과 두께 측정을 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 장기간 공용중인 Stedef 궤도형식의 궤도구조에서 침목패드의 스프링정수와 두께의 변화가 확인되었고 제작기준치를 초과하고 있어 침목패드의 교환기준에 대한 연구가 필요하다.

둘째, Stedef 궤도형식의 구조에서 곡선 내외측별 침목패드의 스프링정수와 두께 감소량을 측정한 결과, 곡선 내외측부의 스프링 정수와 두께 감소량이 차이가 있어 곡선 내외측별 침목패드 스프링 정수 적용에 대한 연구가 필요하다.

셋째, Stedef 궤도형식의 구조에서 침목패드의 스프링정수와 두께감소량이 일부 상관관계가 있는 것으로 분석되어 현장에서 스프링 정수를 개략적으로 평가하는 방법으로 침목패드 두께 측정값 적용방법이 유효한 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] Seoul Metropolitan Subway Construction Headquarters(1996), Seoul subway 6 line Track detailed design of the final report
- [2] Y T. Jung(2015), A study on effect of additional installation of under sleeper pad in floating track, Seoul national university of science and technology
- [3] D Y. Lee(2015), Fatigue effect evaluation method of resilience pad for sleeper floating track, Seoul national university of science and technology
- [4] D H. Kim(2015), A study on the dynamic behavior of sleeper floating track according to various track support stiffness on serviced urban transit, Seoul national university of science and technology
- [5] Seoul Metropolitan Rapid Transit Corp(2015) The sleeper resilient pads manufacture specification