

자갈궤도상 열차 주행 시 광폭침목별 궤도 거동 평가

Track behavior for various wide sleepers in train operation on the ballasted track

배영훈[†], 표석훈^{*}, 이일화^{**}

Younghoon Bae[†], Sukhoon Pyo^{*}, Il-Wha Lee^{**}

초 록 도상 자갈은 열차의 반복적인 운행에 따라 자갈입자의 이동, 마모 및 깨짐 등이 발생할 수 있으며, 이는 자갈궤도의 궤도틀림으로 이어진다. 광폭침목은 침목 저부의 면적이 일반 PSC침목 대비 상당 수준 확대된 침목으로 자갈도상 압력 및 궤도틀림 진전 저감, 궤도 안전성 확보가 가능한 궤도 구성품이다. 본 연구에서는 자갈궤도 및 급속경화궤도에 사용되도록 설계된 광폭침목 3종(MF-L형, MF-S-60형 및 MF-S-150형)을 기존 자갈궤도 선로에 부설한 후, 열차 운행 시 각각의 광폭침목에서 궤도 거동을 비교·분석하였다. 열차 주행 시 궤도 거동 측정 결과, MF-L형 광폭침목이 가장 안정적인 거동을 보였다. 동일한 형상이라 하더라도 콘크리트 압축강도가 큰 MF-S-150형 광폭침목이 MF-S-60형 보다 궤도 거동이 안정적이었으며, 침목에 발생하는 응력수준도 낮았다.

주요어 : 자갈궤도, 궤도틀림, 광폭침목, 궤도 거동

1. 서 론

자갈궤도를 구성하는 요소 중 도상 자갈은 열차의 반복적인 운행에 따라 자갈입자의 이동, 마모 및 깨짐 등이 발생할 수 있으며, 이는 자갈궤도의 궤도틀림으로 이어진다. 궤도틀림은 열차의 주행 안정성 및 궤도 수명 저하를 야기할 수 있으므로 이를 억제하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다[1].

광폭침목은 침목 저부의 면적이 일반 PSC침목 대비 상당 수준 확대된 침목으로 자갈도상 압력 및 궤도틀림 진전 저감, 궤도 안전성 확보가 가능한 궤도 구성품으로 알려져 있다[2].

본 연구에서는 자갈궤도 및 급속경화궤도에 사용되도록 설계된 광폭침목 3종(MF-L형, MF-S-60형 및 MF-S-150형)을 기존 자갈궤도 선로에 부설한 후, 열차 운행 시 각각의 광폭침목에서 궤도 거동을 비교·분석하였다.

2. 본 론

2.1 광폭침목 시험 부설

자갈도상에서 열차 주행 시 광폭침목별 궤도 거동 평가를 위해 Fig. 1과 같이 광폭침목을 부설하였다. MF-L형(L=2.8 m) 및 MF-S-60형(L=2.4 m, 콘크리트 압축강도 60 MPa) 침목은 각각 20 m, MF-S-150형(L=2.4 m, 콘크리트 압축강도 150 MPa) 침목은 10 m에 걸쳐 설치되었다.

2.2 열차 주행 시 궤도 거동 측정 항목 및 결과

2.2.1 측정항목

열차 주행 시 광폭침목별 궤도 거동 평가를 위해 광폭침목 종류별로 각각 1개의 지점에 다수의 센서를 설치하였으며, 지점별 측정항목은 윤중, 레일 변위(수직 및 수평), 레일 가속도, 침목 변위(수직), 침목 가속도, 침목 응력(레일 좌면부 및 중앙부 상·하면)이다.

2.2.2 측정결과

광폭침목이 시험 부설된 자갈궤도 선로는 도시철도 차량기지 내 시험선이며 선형조건으로 인해 최대 운행속도는 35 km/h였으며, 공차 상태의

† 교신저자: 한국철도기술연구원 첨단궤도토목본부
(yhbae@krrri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 미래혁신전략실

** 한국철도기술연구원 첨단궤도토목본부



Fig. 1 Field installation of wide sleepers in ballasted track

열차는 해당 선로를 총 6회 왕복하였다. 이중 6회차 측정된 데이터는 Table 1과 같다.

열차 운행 시 침목 길이 및 저부 면적이 가장 큰 MF-L형 광폭침목에서 측정된 레일 및 침목 관련 데이터가 가장 작았으며, 같은 형상의 침목인 MF-S형 광폭침목에서도 압축강도가 큰 MF-S-150이 MF-S-60에 비해 측정된 레일 및 침목 관련 데이터가 작았다. 특히 침목 중앙부 상면 응력의 경우, 동일한 열차 운행 시 MF-S-150 광폭침목은 약 0.4 MPa($E_c = 45,757$ MPa)이며 MF-S-60 광폭침목은 약 2.35 MPa($E_c = 34,350$ MPa)였다.

Table 1 Measurement results of each wide sleeper in train operation

Items	Type of wide sleeper			
	MF-L	MF-S-150	MF-S-60	
Wheel load	46.4 kN	47.3 kN	45.8 kN	
Rail	D_v	0.82 mm	1.27 mm	1.56 mm
	D_h	0.20 mm	0.41 mm	0.33 mm
	A_{cc}	10.9 g	18.2 g	28.3 g
Sleeper	D_v	0.23 mm	0.8 mm	1.76 mm
	A_{cc}	1.6 g	1.7 g	3.2 g
	S_R	3.6 μ s	12.8 μ s	14.5 μ s
	S_c	5.4 μ s	8.3 μ s	68.4 μ s

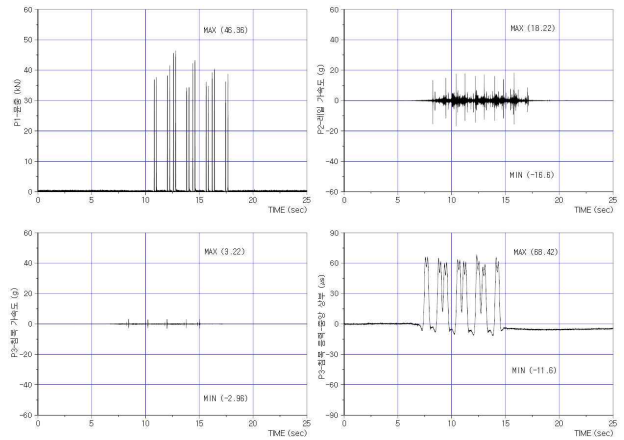


Fig. 2 Data measured in train operation(V = 35 km/h)

3. 결론

자갈궤도에 열차 운행 시 자갈도상 압력 및 궤도틀림 진전을 저감시킬 목적으로 개발된 광폭침목을 자갈궤도에 시험부설한 후, 반복적으로 열차를 주행시킨 상태에서 궤도 거동을 측정하였다.

측정항목은 운중, 레일 및 침목에 대한 변위 및 가속도, 침목 레일 좌면부 및 중앙부 응력이며, 측정 결과, MF-L형 광폭침목이 가장 안정적인 거동을 보였다. 동일한 형상이라 하더라도 콘크리트 압축강도가 큰 MF-S-150형 광폭침목이 MF-S-60형 보다 궤도 거동이 안정적이었으며, 침목에 발생하는 응력수준도 낮았다.

후 기

본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 철도기술연구사업의 연구비 지원(18RTRP-B065581-06)으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] B. Indraratna, W. Salim, C. Rujikiatkamjorn (2011) *Advanced Rail Geotechnology-Ballasted Track*, CRC Press, NY, pp. 20-24.
 [2] Y.H. Bae, I.W. Lee (2018) Evaluation of flexural strength of wide sleepers with reinforcing bars for quick-hardened concrete track, *Journal of the Korea Academia- Industrial*, 19(2), pp. 702-709.