

まくらぎ直角狂いの発生原因に関する一考察

北海道旅客鉄道株式会社	正会員	○大塚	孝
鉄道総合技術研究所	正会員	佐古	武彦
鉄道総合技術研究所	正会員	片岡	宏夫
鉄道総合技術研究所	正会員	柳川	秀明

1. はじめに

JR 北海道内高速運転線区における半径 600m～1000m の曲線において、内軌レールが列車進行方向へ継続的にふく進し、まくらぎ直角狂いが発生している。本研究では、レールふく進力について予備解析による検討、レールのふく進の発生状況の分析および新たに開発したレールふく進力測定装置を用いた現地測定試験を実施した。また、測定したデータの分析を行い、輪重とレールふく進力の関係を明らかにした。

2. レールふく進力の測定方法の検討

車両からのレール長さ方向の作用力によりレールとまくらぎ間に発生するレールふく進力を、有限要素法により解析した。その結果、レールふく進力の最大値は、最終道床縦抵抗 6.0kN/m/レールを換算した道床縦抵抗のばね定数が 1.8kN/mm の場合に 430N、その 10 倍と仮定した 18.0kN/mm の場合に 727N となり、列車通過時のレールふく進力を測定できる可能性が認められた（図 1）。

3. レールふく進力測定装置の開発

上記の解析結果よりレールふく進力の測定が可能であると考えられたことから、営業線においてレールふく進力を測定するための測定装置を開発した（図 2）。合成まくらぎに切り欠き加工をし、レールとまくらぎ間にレール長さ方向の作用力を測ることのできるロードセルを設置した。また、加工した合成まくらぎの剛性を確保するために加工部底面に U 字型鋼板を取付ける構造とした。

4. 現地測定試験

レールふく進検査データを時系列で整理し、回帰直線により 1 年あたりの平均ふく進量を算出した結果、内軌が列車進行方向へ、外軌がその反対方向へ継続的にふく進する事象が発生している箇所、まくらぎ直角狂いの発生が顕著であった¹⁾。この結果に基づき、特に左右レールの平均ふく進量の差が大きい千歳線 31K628M 運転下り線（50N レール、曲線半径 1000m、カント量 61mm）を選定し、開発したレールふく進力測定装置を用いて現地測定試験を実施した（図 3）。

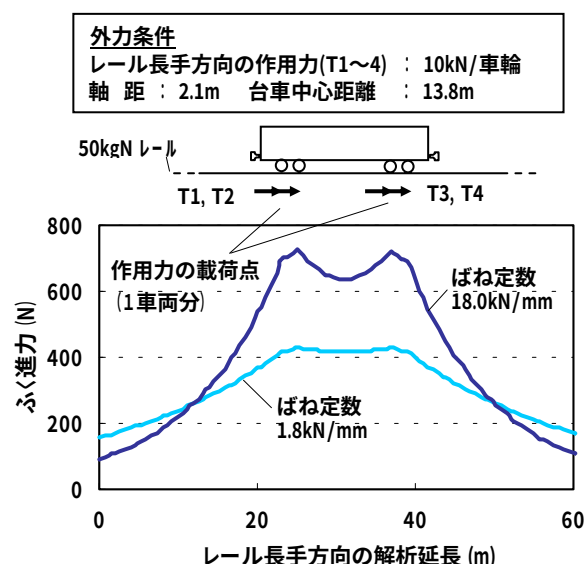


図 1 レールふく進力の解析結果

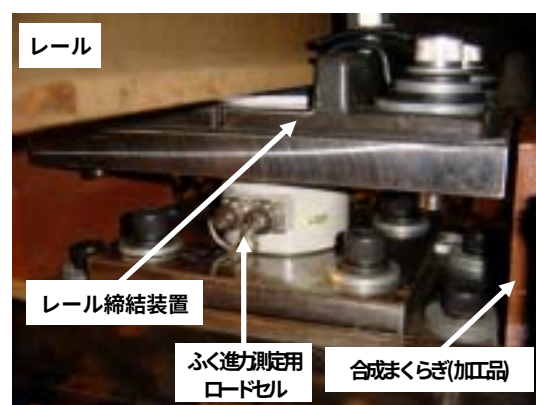


図 2 ふく進測定装置

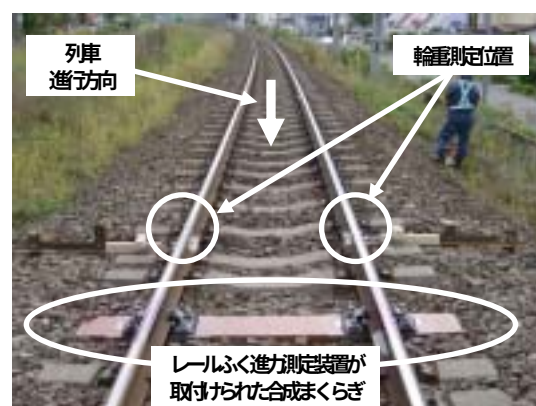


図 3 測定箇所の状況

キーワード まくらぎ，まくらぎ直角狂い，ふく進，レールふく進力

連絡先 〒060-8644 北海道札幌市中央区北 11 条西 15 丁目 1 番 1 号 TEL011-700-5790 FAX011-700-5791

5. 試験結果

(1) 測定波形

現地測定した輪重とレールふく進力の測定波形から、列車通過時にレールふく進力が発生していることが確認された（図4）。レールふく進力は車輪の通過前後に変動し、内軌と外軌ともに概ね台車前軸が通過する前に列車進行方向（+）へ、後軸が通過した後でその反対方向（-）へ推移する傾向が認められた。また、図4においては、台車の通過前に内軌が列車進行方向（+）へ、外軌がその反対方向（-）へ変動する傾向がみられる。

(2) レールふく進力のピーク値と輪重

各列車を測定した波形から、列車毎に先頭より3車両分の各輪軸の通過に対応するレールふく進力のピーク値と輪重データを分析した結果、輪重の増加により、前軸はレールふく進力が列車進行方向に、後軸はその反対方向に増加する傾向が認められた（図5）。また、後軸が通過する前後では、内軌の一部でレールふく進力のピークが列車進行方向に発生することが確認された。

6. 考 察

図5より、列車通過時の前軸と後軸のレールふく進力のつり合いが取れず、内軌では列車進行方向へ、外軌ではその逆方向へレールふく進力が発生し、内軌と外軌が逆方向へ継続的にふく進することによるまくらぎ直角狂いが発生する可能性が考えられる。

7. おわりに

本研究において、列車通過時にレールふく進力が発生していること、および内軌と外軌が逆方向へ継続的にふく進することによるまくらぎ直角狂いが発生する可能性が考えられた。今後は、測定したデータの詳細な分析により、まくらぎ直角狂いの発生メカニズムの解明を行うとともに、列車荷重の繰返しによるレールふく進の解析を実施し、有効な対策法を検討する。さらに、対策法の効果確認試験を実施し、まくらぎ直角狂いの防止策を提案する。

【参考文献】

- 1) 大塚孝他：“まくらぎ直角狂いの発生原因に関する一考察”土木学会第59回年次学術講演会、IV-070（2004）

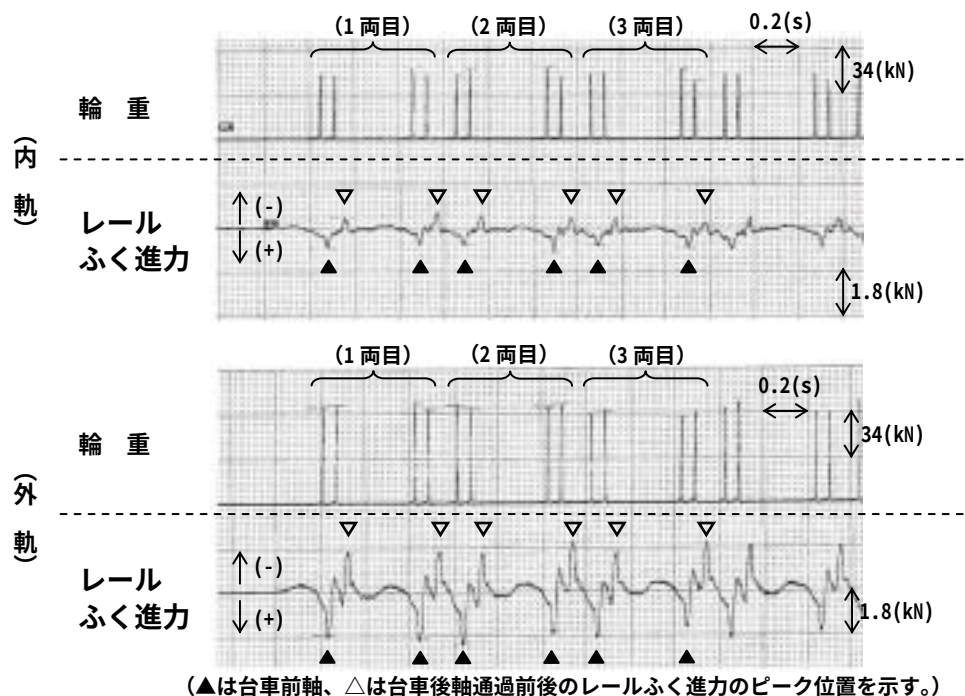
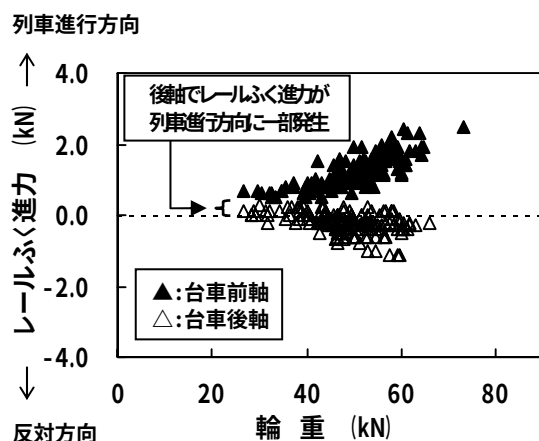
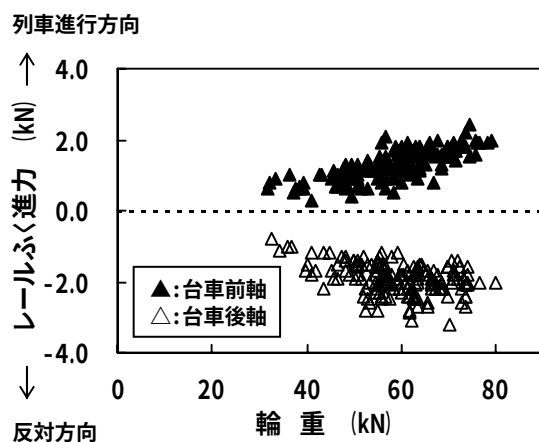


図4 輪重およびレールふく進力の測定波形例



(a) 内 軌



(b) 外 軌

図5 輪重とレールふく進力の関係