

木まくらぎ連続不良区間での横圧荷重に対する軌道の安定性について

○ 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 瀬川 祥
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 前田洋明
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 高山宜久

1. はじめに

近年ローカル線の軌道において、保守量低減と安全性の確保の両面を念頭に置いた新しい管理手法が各箇所で行われている。中でも木まくらぎの連続不良は軌間拡大による脱線につながるため重要な安全基準となっており、ローカル線保守経費の 60%を占めている。そのため、力学的解析モデルを通じて一定の割合で PC まくらぎを挿入し軌間保持する等の構造的対策が提案されている。

本研究では、横圧荷重に対し発生した軌間膨大量が安全限度値を超過しない PC まくらぎの挿入割合を現場試験を通じて判定し、軌道の安全性の一つの目安として提案する。

2. 従来の研究

レール横圧に対する軌間拡大の研究として、各まくらぎを支点として離散的に弾性支持されると仮定した「有限間隔支持理論モデル」による安定性の検討が行われている。このモデルでは、犬くぎ締結の有道床軌道でのレール横圧力に対する安全性を解析的に検討しており、(1) $R=300\sim500$ の急曲線を想定し、外軌側のみに輪重・横圧を載荷 (2) 左右方向のばね定数は「レールまくらぎ間横支持ばね」「犬くぎ横支持ばね」を並列ばね定数で仮定、という 2 つの前提条件をもとに、安全性について、

- (1) 不良まくらぎ横の健全まくらぎのレール横圧力が犬くぎの支持力を上回っていないか
- (2) 不良まくらぎ区間での軌間膨大量が許容値(20mm)を上回っていないか

という 2 項目で検討している。この解析結果では、5 本に 1 本 PC まくらぎ+パンドロール締結装置を挿入することで連続まくらぎ不良に対する安全性がほぼ保証されると結論づけている。

3. 試験方法

本研究では実軌道で横圧を載荷し、最大レール変位量を測定し、解析モデルの安全性を検証した。

試験は、写真.1 のような横圧変位測定器を用い、左右レール間の横圧力に対する軌間変位量およびレール小返り量を測定した。不良まくらぎ片側の犬くぎを除去して設定し、1t、2t、3t の順に静的に横圧載荷して軌間変位量を計測した。

3.2 試験条件

試験条件を表.2 に示す。犬くぎ区間とタイプレート区間の双方について 2 パターンずつ設定し、各々について、PC まくらぎを挿入しない場合および 1/3 ～ 1/6 本挿入して試験した。

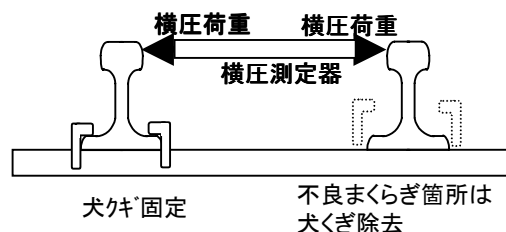


図.1 レール横圧載荷試験の模式図



写真.1 横圧変位測定器(カネコ社、KS626)

油圧シリンダ能力:	MAX 4.5t
シリンダ可動範囲:	1052 ～ 1126mm
圧力計能力	: 0 ～ 3t
ダイヤルゲージ	: 0 ～ 20mm

表.1 横圧変位測定器の性能

キーワード：軌間拡大、レール横圧、横圧測定器、PC まくらぎ挿入割合

連絡先：〒910-0006 福井市中央 1 丁目 1-1 TEL. 0776-26-1668 FAX. 0776-22-6605

表.2 横圧载荷試験条件一覧表

レール 種別	タイ プレート	PC 投入 本数	PC 間の 連続 不良数	平均ま くらぎ 間隔
50N (一部 50PS 有り)	有り	無し	0~5 本	745
	有り	1/3 本	0~2 本	757
	有り	1/5 本	0~4 本	754
	無し	無し	0~5 本	743
	無し	1/3 本	0~2 本	808
	無し	1/4 本	0~3 本	817
	無し	1/5 本	0~4 本	813
	無し	1/6 本	0~5 本	829

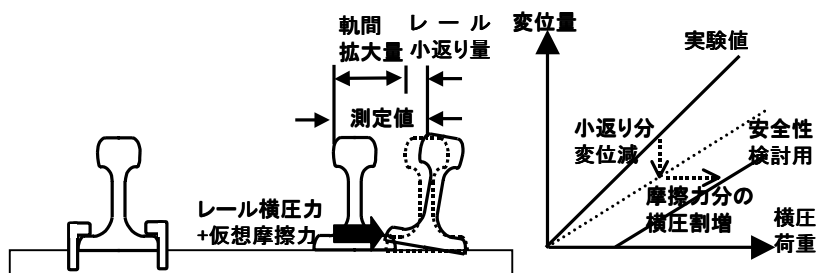


図.2 安全性検討時の荷重-変位量のイメージ

4. 結果と考察 - 安全性の検討

安全性の検討は有限間隔支持モデルの場合と同様に横圧荷重載荷位置での軌間拡大量と許容値とを比較して判定する（解析モデルの許容値は 20mm で設定）。ただし本試験は有限間隔支持モデルと比較して (1) 輪重を載荷していない (2) 軌間変位量の中にレール小返り量が含まれている、という 2 点の相違点がある。

従って今回は、まず実際の軌間変位量からレール小返り量を差し引いた値を軌間拡大量とし、次に輪重による摩擦力を割増して横圧荷重-変位曲線をプロットした（図.2 参照）。この曲線をもとに急曲線区間（R=300,400,500）での輪重横圧を設定し、変位量が 20mm 以下か否かで安全性を検討した。但しレール小返り量は最大 6mm 程度と僅かな量であった。

以上をまとめた安全性の検討結果を図.3 に示す。R=300 の急曲線の場合、軌間拡大量に対する安全性が確保されるのはタイプレート区間で 1/5 本であった。この結果は有限間隔支持モデルによる解析結果と一致している。また実験では犬クギ区間での軌間拡大量はタイプレート区間に比べていずれも 3 割程度大きかったが、この理由としては実験では犬クギを完全に除去して横圧載荷したことにより、不良まくらぎにも僅かに作用する犬クギ押し出しばねによる反力が得られなかったこと、また摩擦力を上記のように仮想的に作用させたことによる誤差等であると考えられる。

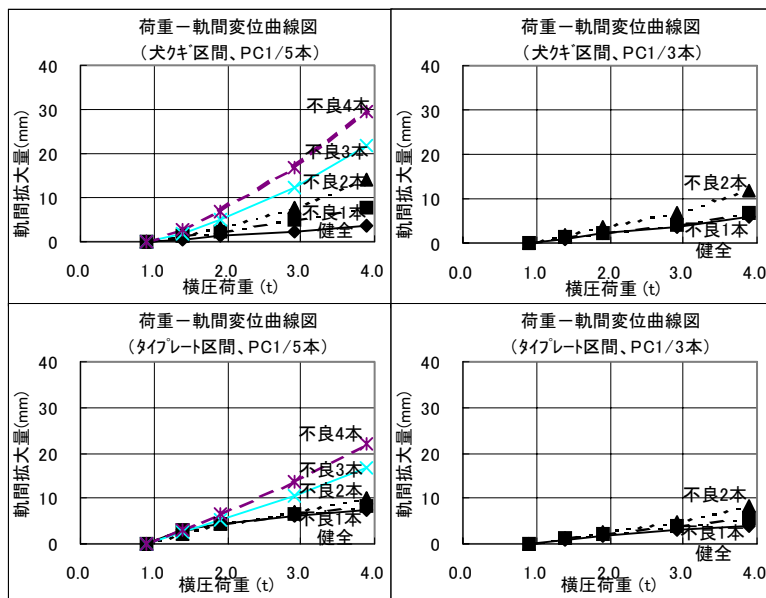
また今回は静的な載荷であり、動的荷重による横圧の継目衝撃分を考慮していない。継目衝撃分を考慮するときは、別途これによる横圧を載荷したモデルで安全性を検討する必要がある。

5. おわりに

以上、PC まくらぎを一定割合で挿入することで木まくらぎ連続不良区間による安全性が向上されることが実験により検証され、また仮想的な輪重を設定することで既存の解析モデルとも一致した傾向が見られることが確認された。ただし上述のように多くの仮定条件の上に成り立っているものであり、今後はより現実に近い条件での現場試験を行って検証することを考えている。

参考文献

- 1) 内田雅夫、石川達也、三和雅史: 有限間隔支持モデルによる木まくらぎ連続不良区間の安定性の検討、土木学会第 53 回年次学術講演会, p918、1998.10

図.3 横圧荷重-軌間拡大量曲線の結果例
PC まくらぎ割合 1/5 本および 1/3 本の場合