

レール締結装置性能評価法の高精度化

弟子丸将 玉川新悟 野口雅人 杉野満 片岡宏夫

近年、レール締結装置一組による斜角載荷試験において、荷重条件の算出に用いるレール小返り計算の精度不足等が懸念されていました。そこで、非線形性を考慮した有限要素法によるレール小返り解析モデルを提案し、試験結果との比較によりその妥当性を検証しました。さらに、提案した解析モデルを用いて算定した荷重条件に基づき二方向からの斜角載荷試験を行い、複数のレール支承体を並べた試験軌道による載荷試験結果と比較し、その妥当性を確認しました。

また、レールふく進抵抗試験について、従来の方法ではふく進抵抗力の再現性に課題があり、また試験時の締結数と締結装置一組あたりのふく進抵抗力の関係にばらつきが

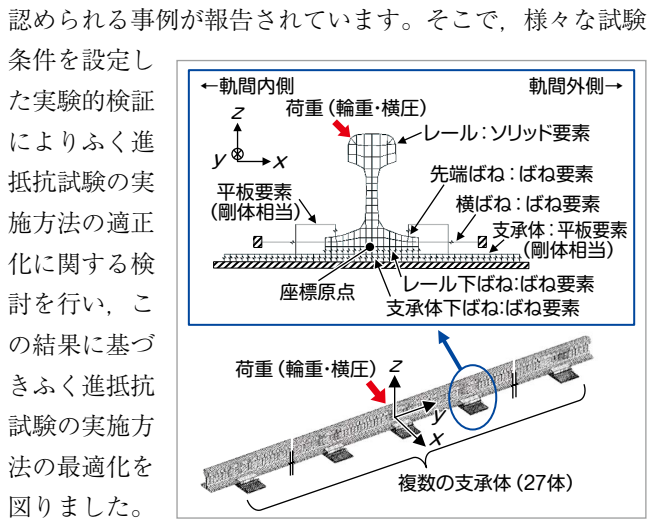


図 提案した解析モデルの概要

ベイナイトレールにおける白色層起因シェリングの予防削正周期

辻江正裕 兼松義一 松井元英 浦川文寛 名村明

近年、レールの損傷抑制効果を図って開発されたベイナイトレールにおいて、白色層を起因とするシェリングの発生が確認されています。レール削正は白色層起因シェリングの抑制にも効果的ですが、ベイナイトレールにおいては削正基準が構築されていません。そこで、ベイナイトレールの白色層起因シェリング予防削正周期について検討しました。

ベイナイトレールでは普通レールに比べて、同じ熱量が加わった場合に形成される白色層は、約30%薄いことがわかりました。また営業線において形成される白色層は、そのほとんどが10~20 μm であり、最大でも40 μm 程度でした。したがって深さ0.1mmの削正により、白色層自体は完全に除去することができます。

また、営業線レールにおいて確認された白色層をもとに

転動疲労試験を実施した結果、通過トン数7000万トンあたり深さ0.1mm削正することで、ベイナイトレールにおける白色層起因シェリングを予防できる見通しを得ました。

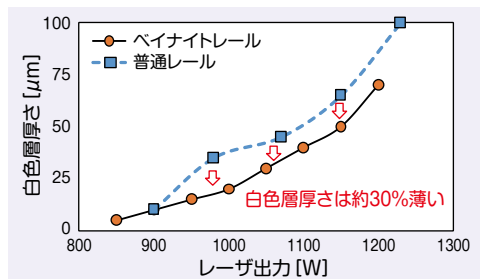


図 レーザ出力と白色層厚さの関係

表 発生した微小き裂の最大深さ

通過トン数 [万トン]	形成した白色層の厚さ [μm]			
	10	20	35	50
6000	36	45	49	52
7000	36	65	60	68
8000	37	234	157	443

0.1mmの削正で除去

マルチボディダイナミクスに基づくレール摩耗形状予測モデルと妥当性検証

辻江正裕 水谷祐貴 嘩道佳明

レールにおける摩耗は、レール損傷事例のように急激に進展することはないものの、レール更換基準の一つとなっているほか、シェリングやきしみ割れといったき裂の発生と密接な関係があることから、摩耗進展を予測することは重要です。そこで本研究では、マルチボディダイナミクスツールを援用したレール摩耗形状予測モデルを構築しました。そして室内摩耗試験や試験装置をモデルとした摩耗進展解析を行い、摩耗形状予測モデルの妥当性を評価しました。

その結果、レールの摩耗進展状況を把握するとともに、転動距離に応じた摩耗係数を算出しました。また、摩耗試験と同じ条件での摩耗進展解析結果より、非線形に摩耗が進展する様子を再現することができました。摩耗深さや摩

耗帯域の解析結果は実験結果の3/4程度にとどまりましたが、この原因として試験装置の振動などが考えられます。構築したモデルは、さまざまな条件下での摩耗進展予測に活用できます。

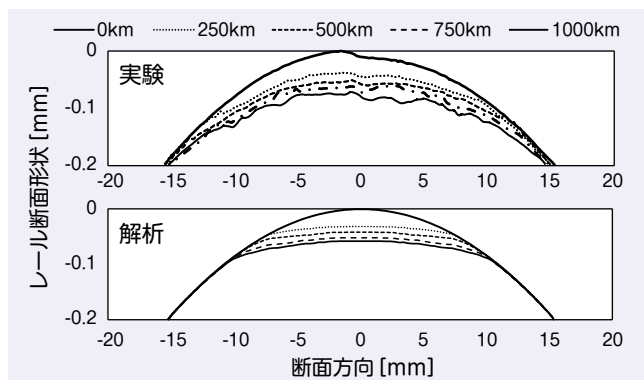


図 室内摩耗試験結果と摩耗進展解析結果

施工が容易で低コストなS型弾性まくらぎ直結軌道の開発

谷川光 高橋貴蔵 桃谷尚嗣 吉川秀平

弾性まくらぎ直結軌道(弾直軌道)は、構造物音や地盤振動の低減効果を有することから、都市部の高架橋上やトンネル内を中心に敷設され、保守の省力化と沿線環境の改善に貢献してきました。しかしながら、従来のD型弾直軌道では、鉄筋コンクリート製のコンクリート道床の過密な配筋や型枠の寸法管理に多くの時間を要していました。今後の適用拡大に向けて更なる低コスト化や施工性の向上が求められていました。

そこで、せん断キー(Shear-key)で横圧に抵抗し、コンクリート道床の肩部がない形状とすることで、スリム化による低コスト化と敷設速度の向上を図った「S型弾直軌道」を開発

しました。非線形FEM解析、要素実験および実物大試験の結果、十分な性能を有することを確認しました。さらに、実際の施工環境での施工性およびコストを確認した結果、良好に施工できることを確認し、軌道全体の敷設コストを20%削減でき、敷設速度も1.7倍にできることがわかりました。

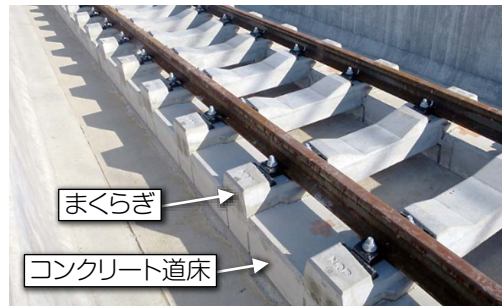


図 開発したS型弾性まくらぎ直結軌道

バラスト軌道における軌道支持剛性評価方法の開発

中村貴久 桃谷尚嗣 谷川光 吉川秀平 木次谷一平

バラスト軌道の保守作業においては、軌道変位を測定して仕上りの状態を管理していますが、これまで軌道の支持状態を力学的に評価する方法は十分に検討されていませんでした。軌道支持剛性を管理することで仕上り状態の高品質化が期待できることから、小型FWDを用いて軌道支持剛性を評価する方法を開発し、軌道の変形特性との関係を実物大模型試験により検討してきました。本報告では、小型FWDを用いた現地試験により、軌道支持剛性と軌道変位進みの関係を検討し、つき固め保守直後の軌道支持剛性と保守後の軌道変位進みに相関が得られることを確認しました。また、現地にて人力で測定装置の運搬ができ、簡易かつ迅速に軌道支持剛性の測定を行うことができる測定装置(RFWD)を開発しました。

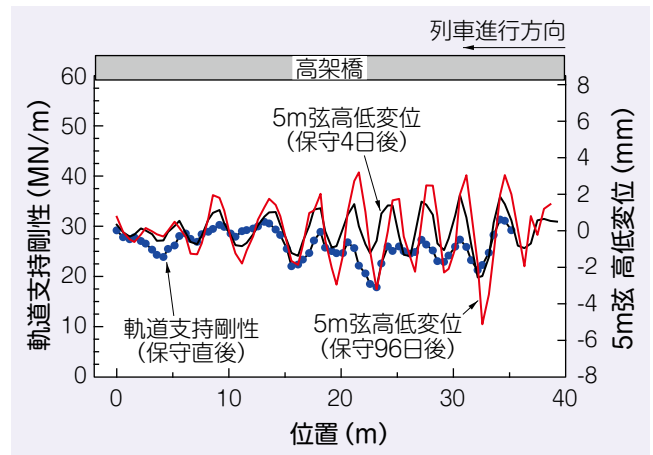


図 保守直後に測定した軌道支持剛性の分布と保守後の高低変位の関係

軌道スラブの動的変位に基づくてん充層の補修箇所の選定手法

高橋貴蔵 淵上翔太 吉川秀平 小滝康陽

一部の寒冷地の明かり区間では、軌道スラブとてん充層の界面に隙間が生じています。今後、隙間の範囲が拡大すると、軌道スラブに生じる応力が増加し、ひび割れ等が生じる可能性があります。しかし、列車通過時の軌道スラブの挙動は一部報告されているものの、隙間の状態が軌道スラブの限界状態に達する荷重に与える影響については不明な点が残されています。さらに、多くのスラブ軌道を同時に補修することは困難なため、優先順位を定め、予防保全的な補修を実施していく必要があります。そこで、載荷試験により隙間の状態が軌道スラブに与える影響を評価するとともに、隙間を設けたスラブ軌道の三次元非線形解析を行いました(図参照)。解析によって輪重と軌道スラブ隅角部の変

位の関係を算出し、軌道スラブが限界状態に達する際の変位からてん充層の補修箇所を選定する方法を提案しました。

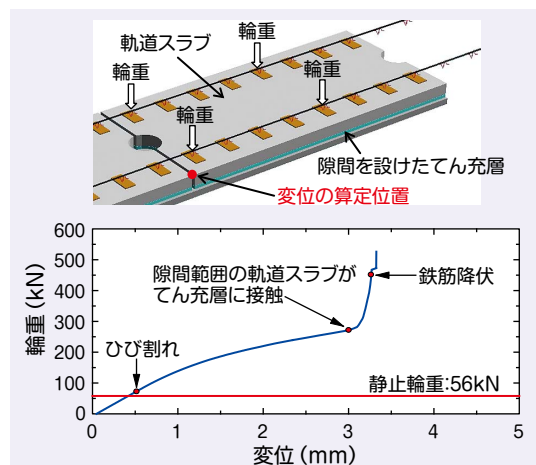


図 解析による軌道スラブ隅角部の輪重-変位関係の例

高頻度検測データに対応した軌道変位の局所的な急進箇所抽出・予測法

田中博文 山本修平 大島崇史 三和雅史

近年、営業車に搭載可能な小型の軌道検測装置が国内外で実用化されており、高頻度な軌道検測が可能になってきています。その一方で、高頻度検測データを効率的に処理し、軌道の維持管理へ活用する手法の開発が課題となっていました。

本研究では、高頻度検測データを用いて、局所的な軌道変位の急進箇所を把握し、その箇所の軌道変位を予測する手法を開発しました。まず、別々に検出した2つの検測データ間の位置ずれを短い区間ごとに補正する、従来よりも高精度な位置補正手法を開発しました。この位置補正された検測データの差（高低変位差）から、局所的な軌道変位の急進箇所の自動抽出を可能としました(図)。次に、位

置補正された軌道変位データを用いて、検測の度に軌道変位進みを逐次更新する、確率的な軌道変位予測手法を開発しました。これにより、軌道状態を考慮した適切な時期の軌道整備を可能としました。

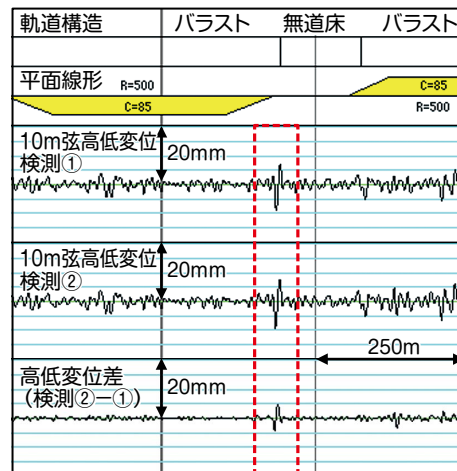


図 高低変位と高低変位差の例

保守用車に搭載可能な動的軌間・平面性測定装置の開発

坪川洋友 石川智行 塩野幸策

軌道変位の測定には、軌道検測車による動的検測と手押しの検測装置等による静的検測があります。軌道検測車は非常に高価なため、地方鉄道事業者の路線や大手鉄道事業者でも構内線等では静的検測が行われていますが、車両走行時の輪重・横圧による動的な軌道変位を把握できないため、軌道部材の劣化により動的な軌道変位が大きい場合には脱線事故が発生することがあります。そこで、脱線事故のさらなる低減を目的として、車両の走行安全性の低下の要因になることの多い軌間及び平面性変位を測定できる、保守用車に搭載可能な測定装置を製作して走行試験を行いました。

本装置の検測精度については、モーターカーに搭載した動的な走行試験により、在来線用の軌道検測車に必要な再現

性があることを確認しました。また、試験区間中に締結装置を外した箇所を設けてレール左右変位を測定し、本装置による軌間と比較した結果、動的な軌間変位の測定が可能であることを確認しました。



図 動的軌間・平面性測定装置