

画像解析技術を活用した軌道のリスクベースメンテナンス法の開発

清水 淳 三和 雅史

安全性とコストを考慮できる軌道の維持・管理を目的として、画像解析による沿線環境のハザードセンシング技術の開発を行いました。また、センシング結果とリスク推計モデルを使用し、軌道変位管理を対象としたリスクベースメンテナンス法を開発しました。

その結果、営業列車の前頭画像データを解析し、沿線の物体や距離を認識して、脱線後の車両の構造物等への衝突や転落など、脱線事故時の被害を拡大させるハザード要因の抽出が可能となりました。また、ハザードセンシング結果を撮影された画像や設備台帳の情報とともに表示するビューアにより、沿線のハザード分布を視覚的に把握でき

ます。さらに、軌道変位保守費と脱線事故時の想定被害規模を考慮して、軌道変位の管理値と検査周期の適正値を検討する維持・管理モデルを構築しました。本モデルにより、各線区や箇所において想定される脱線事故リスクを考慮した軌道変位管理を行えます。



図 ハザードセンシングビューア

中長期軌道保守の効率化のための軌道状態予測・保守計画

三和 雅史 山本 修平 松本 麻美 大島 崇史 吉田 尚史

道床やレール等の材料が劣化すると、軌道変位の進みの増加や保守による改善効果の減少により、軌道変位保守頻度が増えます。こうした箇所では、材料交換等により軌道変位保守頻度を減らせますが、多くの費用を要するため、中長期的な経済性を考慮して交換等を行う必要があります。

そこで、5年程度の期間における軌道変位保守と道床交換の計画を作成する中期保守計画モデルを構築しました。本モデルでは、軌道変位等の履歴データを用いて道床状態を診断して交換箇所を選択し、各年度の上限保守量の制約下で5年後の軌道変位を最良とする保守・交換計画を出力します。そして、保守量と軌道状態の関係を分析し、維持したい軌道状態を、少ない保守費で実現する計画を作成します。

また、軌道や車両等の条件変化（施策）を考慮して、軌道変位・材料状態の長期的な推移を予測できるモデルを構築しました。これにより、施策や材料保守周期が軌道状態や保守費用に与える影響を評価できるようになりました。

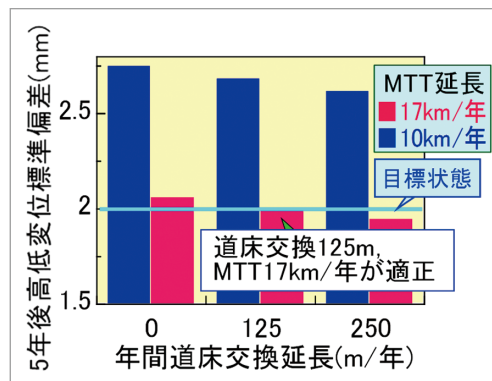


図 保守量と軌道状態の関係

熱処理レールのき裂進展速度の推定

細田 充 水谷 淳 山本 隆一 片岡 宏夫

熱処理レールに発生する横裂の進展速度を把握するため、頭部に人工傷を設定した実レールによる横裂進展試験を実施し、横裂進展特性を明らかにしました。さらに、本試験を模擬したFEM解析を実施し、その精度の検証をした後、予測手法を構築しました。

熱処理レールのゲージコーナき裂を想定して、人工傷を10mmゲージコーナ側に偏心させた横裂進展試験により、中心に人工傷がある場合と比較して横裂深さの比較的浅い位置で破断に至ることがわかりました。温度変化によるレール軸力を付加した状態で鉛直荷重を繰返し載荷する横裂進展試験を実施し、頭部曲げ応力振幅、軸力が大きくなるほど横裂進展速度が速くなる結果を得ました。また、残

留応力の影響によるばらつきもみられました。

試験を模擬した横裂進展解析を行い、測定した残留応力を考慮することで精度が向上することを確認し、最終的に各種軌道条件を考慮することが可能な横裂進展解析モデルを構築しました。

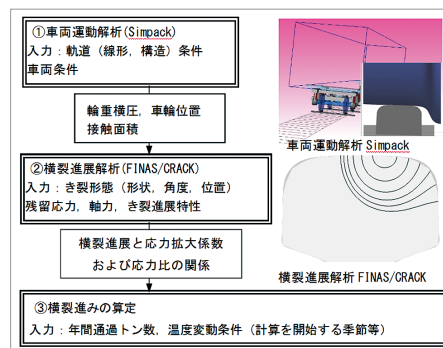


図 横裂進展解析のフローチャート

レール頭部きず補修工法の適用拡大と脱技能化

伊藤太初 山本隆一 寺下善弘 辰巳光正

レール頭部きず補修工法は、テルミット溶接を利用した補修溶接方法であり、低コストでレールきずを補修することが可能な手法です。しかしながら、摩耗に強い高硬度レールへの適用が検証されていないため、施工が制限されています。また、熱間矯正によって補修部の熱収縮による落ち込みに対処していますが、手で矯正量を調整しているため作業性が悪く矯正量にばらつきが生じやすいです。そこで、本研究では、高硬度レールへの適用条件および熱間矯正作業における自動制御機構について検討しました。その結果、高硬度レールと同等の硬度となる溶接施工条件を提案し、提案条件で作製した補修部が実用上十分な強度を有

することを確認しました。また、熱間矯正時の矯正量を自動で制御する新しい熱間矯正装置を開発しました。さらに、当該装置を営業線における現地試験に適用し、標準的な施工時間(約150分)で仕上げ作業を含めた補修作業を完了できることを確認しました。



図 自動制御式熱間矯正装置

分岐器における走行安全性および軌道部材強度の評価手法

清水紗希 及川祐也 塩田勝利

分岐器構造の設計は、一般に経験則による照査や、JISに適合したものを選定する適合みなし仕様による設計によって行われています。そのため、これまでにない全く新しい分岐器構造全体を評価する手法は確立されていないのが実情です。そこで本研究では、力学的根拠に基づいた分岐器構造の評価手法を開発しました。

新しい分岐器構造を検討するためには、走行安全性の評価および軌道部材の強度評価を実施する必要があります。本手法では、それらを効率的に実施するために、それぞれ分けて検討することにしました。具体的には、走行安全性の評価については分岐器の線形を梁要素で模擬した簡略軌道モデルにより行います。また、軌道部材の強度評価につ

いてはソリッド要素でモデル化した分岐器部材に、簡略軌道モデルで得られた輪重・横圧を、輪軸を介して静的に載荷する詳細モデルにより行います。

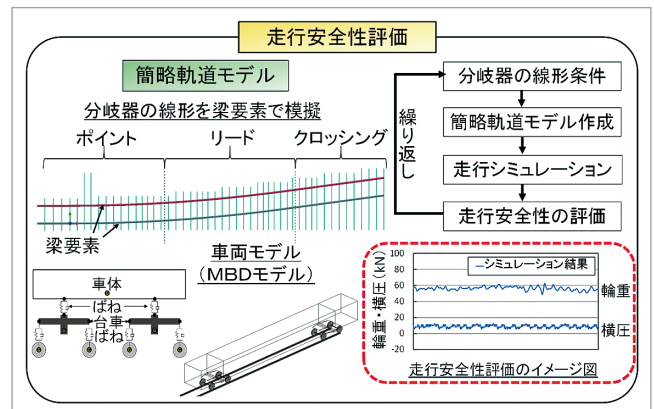


図 走行安全性の評価の概要

大型振動台による橋台背面盛土上バラスト軌道の座屈再現と対策の検証試験

吉川秀平 中村貴久 桃谷尚嗣 牛田貴士 佐名川太亮 西岡英俊

バラスト軌道のロングレール区間では、レール温度の上昇に伴い軸力が増大しやすく、酷暑期には常時でも座屈の発生が懸念され、地震時にはさらにその危険性が高くなります。特に、橋台と盛土の接続部のような構造物境界部では、地震時において橋台背面盛土の沈下などにより道床横抵抗力が減少するため、座屈安定性が低下しやすいと考えられます。地震時の座屈発生メカニズムの解明および座屈対策は、鉄道のさらなる安全性を高めるためには重要な課題です。そこで、構造物・軌道一体模型を用いた水平2方向加振試験により、酷初期のロングレール区間を想定し、レールを加熱して軸力を高めた

条件で橋台背面盛土上における座屈再現および座屈対策工の効果を検証しました。その結果、L2地震動を上回る地震動で座屈を再現するとともに、構造物の耐震補強に軌道の座屈対策工を組み合わせることで、同様の地震動に対して模型軌道の座屈を防止できることを確認しました。

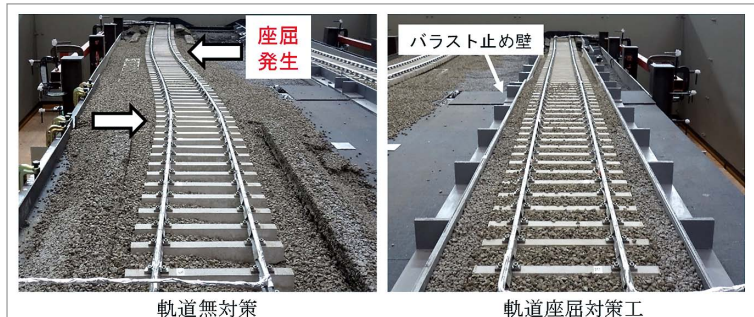


図 大型振動台試験による座屈再現と対策の効果

重錘落下および打音による軌道スラブ底面に生じる隙間の検査方法

高橋貴蔵 小滝康陽 桃谷尚嗣 板倉真理佳

スラブ軌道の一部では凍害および列車荷重の影響で軌道スラブとCAモルタルの境界に隙間が生じています。スラブ軌道の定期検査の一つとして側面から測定した軌道スラブとてん充層の隙間量があり、隙間量が目安値を超過した場合にCAモルタルの補修が行われていますが、隙間に起因すると考えられるひび割れが生じている軌道スラブもあります。これは、現在の検査方法では支持状態を評価することができていないことが原因の一つとして考えられます。そこで、実物大スラブ軌道供試体に対して重錘落下（小型FWD）試験および打音試験を行い、小型FWD試験で得られる支持ばね係数および図に示す

打音試験で得られる共振振幅比によって隙間を評価する方法について検討を行いました。それを踏まえ、営業線のスラブ軌道で試験を行い、小型FWD試験および打音試験によって隙間の範囲を評価できることを確認しました。

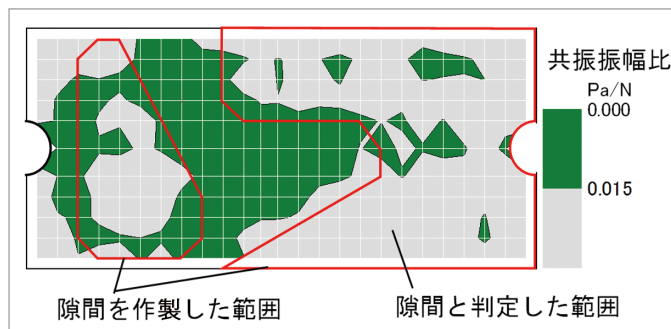


図 打音試験で得られる共振振幅比により判定した隙間の範囲