

レール損傷管理におけるモニタリング装置の活用に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社

○臼井 瑛憲

東日本旅客鉄道株式会社

正会員

斎藤 典孝

東日本旅客鉄道株式会社

中村 隆介

1. 研究の背景と目的

従来のレール管理は非破壊検査である RFD および探傷器とそれを補完する形で人間系によるレール検査(目視)や線路総合巡視を活用した目視点検を実施している。しかしながら従来手法では、探傷車運用の制約によるデータ不足や取得周期が不規則であること、人間系検査はデータの定量化が困難であり損傷見逃しも発生するといった問題があり、レール損傷の予兆管理や急進性の把握は困難であった。

本研究では軌道材料モニタリング装置より取得する濃淡画像を活用する事で、人間系に依らず損傷をタイムリーかつ定量的に把握する手法を確立し、レール管理における予防保全をより一層深度化する事を目的とする。

2. 本研究の位置付けと期待される効果

人間系のレール管理として、監視マークによる傷の進捗把握や、RFD 走行前に予め探傷を実施し適切に処置するといった予防保全を実施してきた。しかし人間系検査で見逃した新規傷が RFD 等で検出されれば突発的な対応に迫られるという課題が残る。図1に示す通り、人間系検査にモニタリング装置活用を加えることで、業務の効率化と更に下記のメリットを得ることが期待され、予防保全の深度化を図ることが可能となる。

- i) 損傷データの取得頻度の増加 (12 回/年)
- ii) 取得データの質向上 (定量化・見逃し無し)

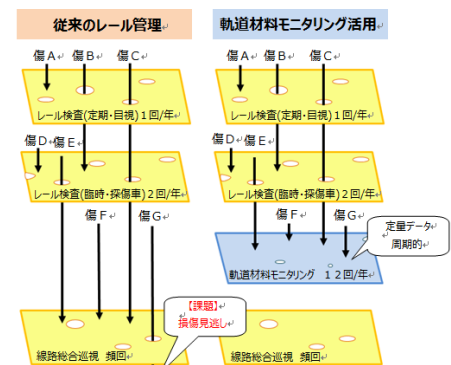


図1. 従来手法と新手法比較イメージ

3. 研究概要

3-1. 分析フロー

図2に、軌道材料モニタリング装置より取得されるレール近傍を連続撮影した濃淡画像の分析フローを示す。本研究では、輝度をパラメータとし、独自に作成した判定ロジックによってシェリングの有無について自動判定を行い、その検出精度を検証した。

3-2. 解析対象

対象線区は軌道材料モニタリング稼働全線区とし、2017 年度レール検査において検出されたBランクのシェリング傷 159 箇所および健全部 171 箇所を対象とした。

3-3. レール頭面の抽出処理

濃淡画像にはレールだけでなく締結装置等の情報が含まれているため分析時にノイズとして作用する。そのためレール頭面のみを自動抽出するロジックを作成し、問題の解決を図った。濃淡画像G1, G2, G3の3種類の中で分析に適した画像を検討するため、全画像に抽出ロジックを適用し抽出成功率を確認した。図3に示す通り、G2が抽出成功率100%となったため、本研究ではG2の画像を分析に採用した。

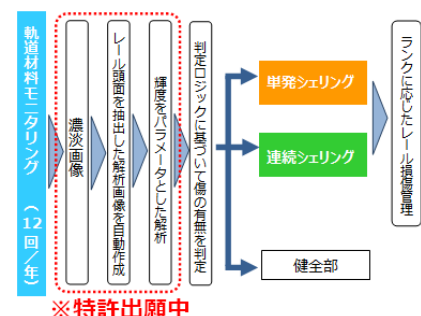


図2. 分析フロー

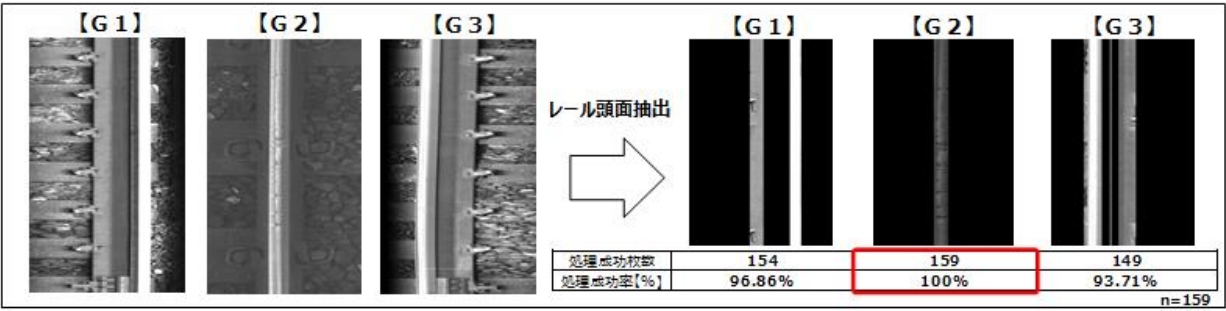


図 3. 濃淡画像およびレール頭面抽出結果

3-4. 検知ロジックの検討

レール頭面のみを抽出した画像より、輝度の連続性をレール長手方向にチャート化し、健全部との変化を捉える閾値を設定することで、レール損傷有無を検知するロジックを検討した。今回対象としたシェリングにおいては、図4に示す単発シェリングと図5に示す連続シェリングの輝度チャートは異なる傾向を示しているため、損傷を検知するロジックも2種類検討した。

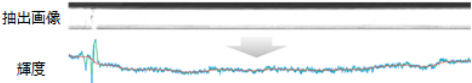


図 4. 単発シェリングの輝度チャート

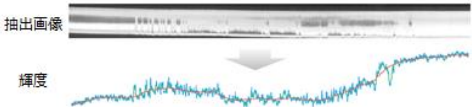


図 5. 連続シェリングの輝度チャート

4. 解析結果

図6に、単発シェリングの検知ロジックと連続シェリングの検知ロジックを組み合わせ適用し解析した結果を示す。「組合せて適用」とは、単発ロジックまたは連続ロジックのどちらかで損傷ありと推定されれば、「シェリングあり」として推定することを意味している。今回の解析対象とした全ての傷画像159件と、健全部171枚の画像を対象に解析し、正しく推定できたのは全体の88.8%であった。異常見逃しが6.4%、誤検知が4.8%であった。

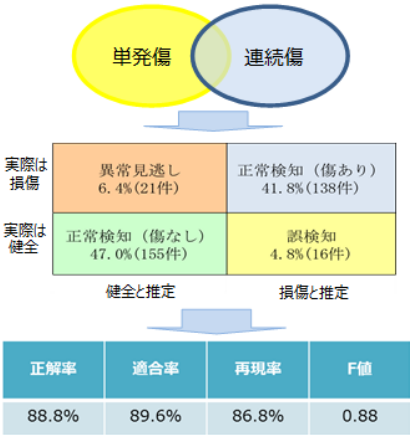


図 6. 2つの検知ロジックを組合せた解析結果

5. 考察

本研究でおこなった、単発シェリング及び連続シェリングを検知するロジックにより得られた検知率であれば、これまで人間系検査で見逃してきた傷を検知することができると考える。また、上記2つの検知ロジックを単独で運用するのではなく、一方の検知ロジックを補完する目的とした組み合わせ検知ロジックによる運用が、異常見逃しを少なくするためには最適であると考えた。また、今回の検知ロジックはモニタリング導入線区全体の画像を用いて閾値を検討しているため、本研究の成果を水平展開させる際には、線区や設備環境に応じた最適な閾値を設定させることが必要となる。また、「異常見逃し」と「誤検知」はトレードオフの関係であることから、支社や線区のメンテナンス方針に基づいて閾値を設定することで実務において効率的に運用ができると考える。

6. まとめ

本研究では軌道材料モニタリング装置より得られる濃淡画像を活用し、損傷データ定量化および周期的取得によってレール頭面傷の検知を可能とした。今後は、従来手法では困難であった予兆管理や急進性の把握が可能となり、レール損傷管理における予防保全の深度化が可能になると考えられる。

キーワード 線路設備モニタリング, レール損傷, シェリング, 自動検知, 予防保全

連絡先 〒330-0853 埼玉県さいたま市大宮区錦町13番(2F) 大宮保線技術センター TEL048-641-0302