

軌道材料モニタリング装置を活用した新たな遊間管理手法の提案

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○高瀬 祐一
正会員 原田 泰彦

1. 背景と目的

JR 東日本八王子保線技術センター管内では、本線の 89%はロングレール化されており、11%は定尺レールである。定尺レール区間は駅構内および 50m を超える橋梁上であり、遊間管理を行っている。遊間検査は年 2 回、春と秋に実施されており、1 か月以上かけて夜間に人力で測定している。今後の保線技術者の減少傾向を踏まえると、より一層検査の効率化が求められる。また、当社では線路設備モニタリングデータの活用により巡視頻度の見直しや効率化が図られているが、画像処理によるレールや遊間管理など、ビッグデータ解析の領域は研究途上にある。現状、モニタリング画像による遊間測定値を既存の遊間検査に適用するには、精度の検証および温度条件の達成が課題となっている⁽¹⁾。

本研究では、モニタリング画像による適切な遊間量の自動算出およびレール温度とモニタリング遊間量を紐づけた新たな遊間管理手法の提案を目的とする。

2. 研究内容

(1) 対象区間の選定

対象区間は R600 曲線区間で PC6 砕石である。測定継目すべてに塗り測定している。測定回数は、昼間に合計 10 回である。

モニタリングデータは直近 1 年分（図 1a は 1 か月分）のデータを用いて解析を行っている。

(2) 輝度分析による遊間量算出

モニタリング検測車で取得するレール頭頂面の画像では、遊間部分はレール部分と比較して輝度が著しく低下する。この特性を利用して、レール画像の画素ごとに輝度を算出し、一定の輝度以下の画素を遊間と判定することで遊間量が算出できる⁽¹⁾。

本研究では RPA および Excel マクロを用いて図 1

で示すフローで遊間量の自動算出を行った。最適な輝度の閾値設定手法について、輝度は 0~255 までの 256 段階で値が大きいほど明るいことを示す。輝度の閾値が高いほど遊間と判断される領域が広がるため、算出遊間は大きくなる。閾値 N を変化させて複数回プログラムを実行し、モニタリング遊間量と現場遊間量との誤差の総和が最も小さいときを最適な閾値と考え、本研究では最適閾値を 35 とし考察を行う。

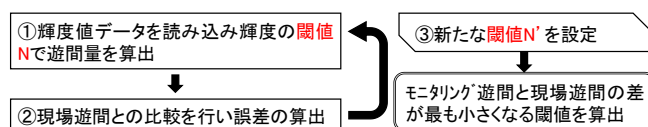
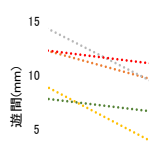


図 1. 最適輝度算出フロー

3. 研究結果

(1) モニタリング遊間量と現場遊間量の比較

図 2 に現場およびモニタリング遊間におけるレール温度-遊間量相関図をそれぞれ示す。規定遊間線を図中の赤実線で示す。現場遊間、モニタリング遊間ともに、規定遊間線の傾き(自由遊間においてレールが 1℃変化するときの遊間変化量)と比較して、傾きが小さい、すなわち規定遊間よりも継目の動きが小さいという傾向を捉えられている。



53460.3 L 53485.3 L 53510.3 L
53535.3 L 53560.3 L 53585.3 L

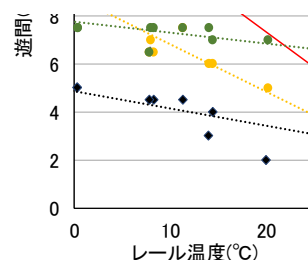


図 2a. 相関図(現場) 図 2b. 相関図(モニタリング)

次に求めた遊間ループを用いてレール温度 20℃のときに換算した現場遊間量とモニタリング遊間量を

キーワード：遊間, モニタリング, 遊間ループ, 輝度, 継目板拘束力, CBM

連絡先：〒192-8502 東京都八王子市旭町 1 番 8 号 八王子保線技術センター TEL042-621-1282

算出して以下の図 3 に示す。なお、当区間の継目開口限度を考慮して中位温度として 20℃のときの遊間量を算出している。図 3 からモニタリング遊間と現場遊間の誤差は最大約 2 mmであった。

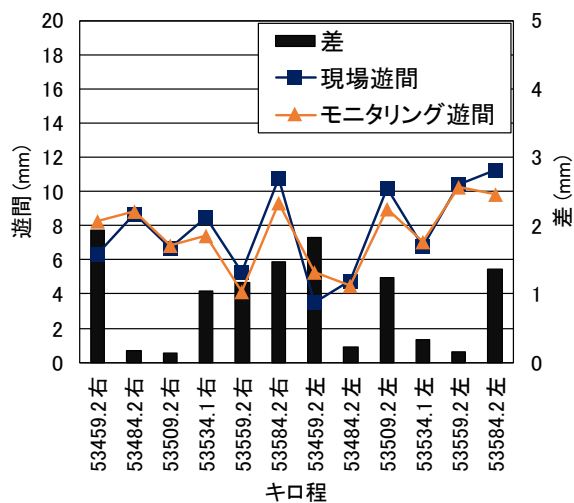


図 3. 各継目における遊間量・誤差

レール温度を 20℃に換算した際のモニタリングによる遊間量と現場遊間量の相関図を図 4 に示す。決定係数 R^2 は 0.85 であった。この結果からモニタリング画像による遊間量は現場の遊間量と整合性が得られていると考えられる。

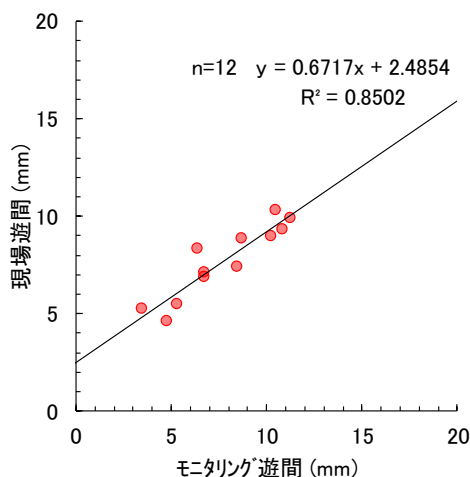


図 4. 現場遊間とモニタリング遊間の相関図

(2) 各継目に対応した修正遊間の算出

ここで遊間ループに着目し、継目板拘束力の算出を行った。モニタリング遊間量(温度下降時)と現場遊間量(温度上昇時)をプロットし、仮想遊間ループを算定した。図 5 より平均して修正遊間は 1 mm となった。仮想遊間ループを算出することで、1 継目ごとに破断側・座屈側で修正遊間量が計算できるため、より現場に即した管理が可能になると考えられる。

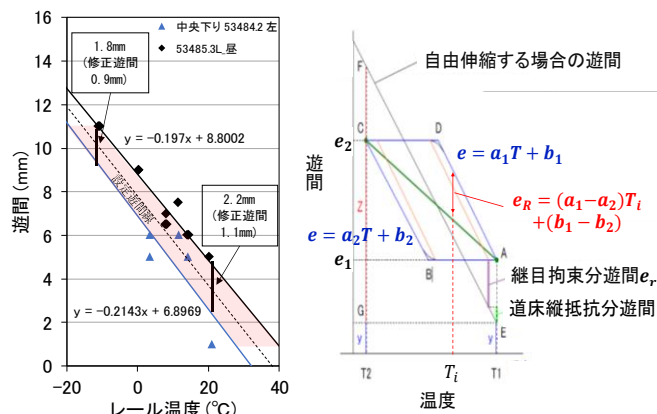


図 5a. 遊間ループ例 図 5b. 継目板拘束力の算定

(3) 緊締トルクの測定

個々の継目の動きに着目した調査を行った。モニタリング遊間量の傾きを算出し、現場のトルクを測定した。その結果、傾きが小さいと判断された継目(図 6a)はトルクが約 240 N・m で、傾きが大きいと判断された継目(図 6b)は約 100 N・m となった。この結果からモニタリングによる遊間量の傾きと緊締トルクには一定の関係性があり、トルク管理を行う上での指標として活用できる可能性があることが分かった。さらに、当遊間グループ全体では、年間を通じて遊間が小さいことがわかっている。そのため、適正トルクと適正トルク以下の継目が同一グループ内にあるとき、適正トルクの継目は相対的に傾きが小さい、すなわち動きが小さいと判断されることがわかった。

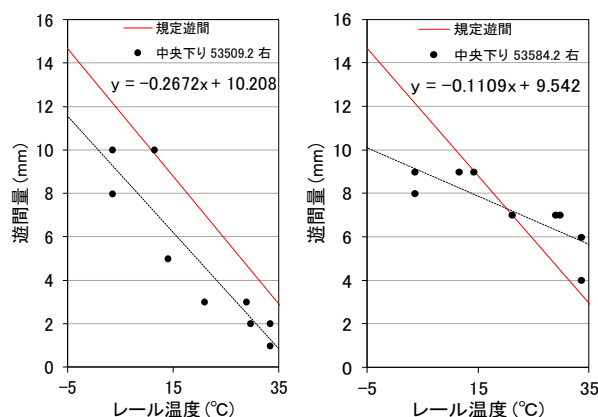


図 6a. 傾きが大きい継目 図 6b. 傾きが小さい継目

4. まとめ

本研究では、モニタリングデータを用いた遊間測定の精度の検証および新たな管理手法の提言を行った。今後、より多くのデータを用いた検証や画像処理の精度向上が求められる。

《参考文献》

- 1) 小崎将平,小田岬,齊藤寛大: 線路設備モニタリング装置を活用した軌道管理に関する研究, 新線路, PP26-29, 2019/4