

列車前方面像を活用した巡視手法の検討

北海道旅客鉄道 正会員 ○糸井謙介 山崎雅仁
 鉄道総合技術研究所 正会員 坪川洋友 加藤爽
 鉄道総合技術研究所 非会員 長峯望 合田航

1. はじめに

徒歩巡視（以下、巡視という）は、通常の検査と異なり、線路及び沿線の定期的な観察を日常的に行う必要がある。また、巡視は他の検査に比べ頻度が特に高く、多くの労力を要している。

一方、これらの課題に対して高精度に線路設備モニタリングを行い、巡視周期を延伸する事例もあるが、モニタリング装置の導入、データ処理体制の構築、列車運用の調整や維持管理に大きなコストがかかる。

そこで、鉄道総合技術研究所（以下、鉄道総研という）が開発中の木まくらぎ劣化度判定システム¹⁾を応用して、低コストかつ簡易なシステムにより画像上から線路の状態を確認できる巡視支援システムの構築、及び活用方法を検討している。これにより、巡視業務の支援を行うことで、労力低減や巡視精度の向上を目指している。

本稿では、本システムの概要や画像を活用した巡視手法の検証試験結果について報告する。

2. 徒歩巡視支援システムの概要

本システムは、現場の社員が撮影から画像処理、画像確認の一連の作業を容易に行えるように設計している。図1に、本システムの構成を示す。

まず、前方撮影では市販の4Kカメラを吸盤式のマウントを用いて列車の前方に設置し、列車巡視と同時にを行うことを想定している。

次に、撮影した動画データは、①射影変換処理（図2）により動画をフレームごとに分割し、まくらぎ縦横幅

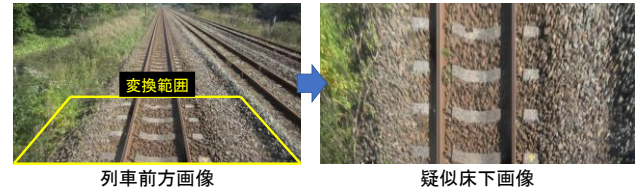


図2 射影変換処理の例

の画像寸法を実寸法の比率に合わせることで、擬似的に床下画像を生成する。続いて、②キロ程推定処理では、フレームごとに生成した疑似床下画像間の移動量（pixel）を画像解析により推定し、その累積値と実際に走行した距離（m）との関係から、列車のランカーブを算出する。

最後に、得られた画像データと距離データは専用のビューアに表示する。本ビューアの大きな特徴は、任意の移動量（m）ごとに列車前方面像と疑似床下画像を自動表示することができ、列車の走行速度に影響を受けず、一定の速度で画像を確認できる。また、画像上から軌道調査を行うための支援機能として、画像の拡大、測長（距離・面積・まくらぎ直角狂い）、キロ程検索や画像保存等の機能に加え、軌道変位データを同時表示する機能を有している。

3. 画像を活用した巡視支援システムの検証試験

(1) 検証試験の概要

巡視支援の一環として、巡視の一部を画像確認に置換えることとすると、鮮明な画像から線路内の状況を把握することに加え、撮影から画像確認までの作業が従来の巡視と同等の時間でできることが望ましい。

そこで、画像確認による巡視作業（以下、画像巡視という）を想定して、1日目を線路撮影と画像処理、2日目をビューアによる画像確認とし、本手法の有用性について検証試験を実施した。また、画像確認は現地で行う巡視と同等の速度で画像を自動表示することとした。

表1に、選定した検証区間の概要を示す。表1より、検証区間は複線で総延長が約30~35kmであり、バラス

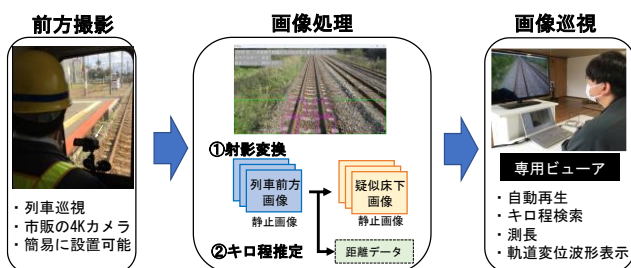


図1 徒歩巡視支援システムの構成

キーワード: 徒歩巡視, 列車前方面像, 画像処理, AR マーカー

連絡先: 〒060-8644 北海道札幌市中央区北11条西15丁目1番1号

北海道旅客鉄道（株） 鉄道事業本部 工務部保線課 TEL042-573-7277

ト軌道のロングレールである。また、列車の最高線区速度は 120km/h である。

表 1 検証区間の概要

区間	延長（上下）	軌道構造	最高線区速度
A	31.9 km	バラスト・PC・F1 型・ロングレール	120 km/h
B	35.9 km		

(2) 画像巡視の検証結果

画像確認により線路状態を記録した結果例を図 3 に示す。図 3 より、列車前方画像では線路周辺の状況から、建築限界に近い植物や諸標の状態を把握できる。また、後述するキロ程推定の精度に一部課題はあるものの、キロポストの表記内容を鮮明に確認できるため、従来の巡視と同等の位置把握が可能である。

一方、疑似床下画像では画像のぶれが少なく鮮明に変換処理されており、噴泥の発生状況、バラスト不足やレール締結装置の有無等の軌道材料状態を画像上から把握できることを確認した。また、締結装置の緩みや、接着絶縁のレールフロー等を把握することは困難であったが、定期検査と組み合わせることで十分補完できると考えられる。

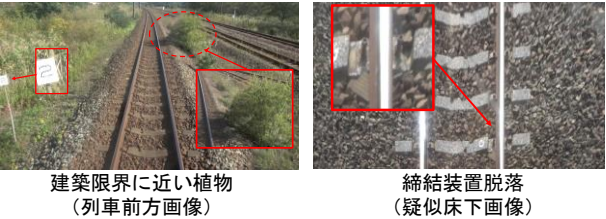


図 3 画像確認における記録の結果例

次に、画像巡視に要した時間を表 2 に示す。表 2 より、撮影に要した時間は約 30 分（上下線）であり、画像処理は約 130 分であることから、短時間でデータ処理が可能であることを確認した。また、画像確認速度は 4.5～5.0km/h であり、1 回に必要とされる巡視距離を日中の就業時間内に完了させることが可能である。

一方で、長時間の画像確認は確認者の負担が大きいため、これらを低減する対策が求められる。

表 2 画像巡視に要する時間

撮影時間	画像処理時間	画像確認速度
約 30 分	約 130 分	4.5～5.0km/h

以上のことから、鮮明な画像を撮影し、本システムにより従来の巡視に近い環境を再現することで、画像上から線路の保守状態や線路沿線の環境変化について把握することが十分可能である。また、画像巡視では従来の

の巡視に比べ、列車間合や作業時間帯等の条件によらず、少ない労力で安全に行えることから、巡視業務を効率的かつ効果的に支援できることを確認した。

(3) キロ程推定の検証結果

撮影した画像から推定したランカーブの例を図 4 に示す。図 4 より、撮影した列車の走行速度を概ね推定できていることがわかる。一方で、一部の箇所では跨線橋等で発生する影の影響により、フレーム間の画像変化を捉えられず、誤って速度が 0km/h となることでその近傍に誤差が発生していると考えられる。

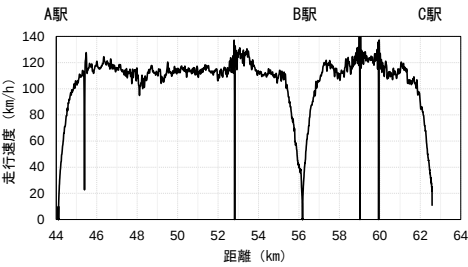


図 4 画像から推定したランカーブ例

また、図 5 にキロ程管理の精度を向上させる手法として AR マーカーの活用例を示す。図 5 より、本手法は列車前方画像からマクラギ端部に設置した AR マーカーを検知し、事前に登録したマーカー Id のキロ程情報を画像中表示する。これにより、情報支援に加えキロ程補正に活用することを検討している。

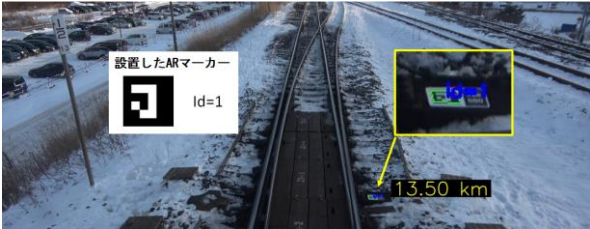


図 5 AR マーカーの活用例

4. まとめ

画像を活用した巡視支援システムの概要や検証試験の内容について報告した。本手法は、キロ程の推定精度に課題はあるが、従来の巡視や定期検査等を組み合わせることで、巡視業務の負担低減や効果的に実施できると考えられる。

今後は、鉄道総研や他の鉄道事業者の知見を頂きながら、本システムの精度向上に加え、従来の巡視の一部を画像巡視に置換える試行を実施し、実用化を目指す。

参考文献

1) 糸井 謙介, 長峯 望, 合田 航, 坪川 洋友, 加藤 爽: 列車前方画像を用いた木まくらぎ検査手法の精度向上, J-Rail, 2021