

軌道パッド飛び出し量測定装置の開発について

東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○浅香 俊朗
非会員 大下 敦毅
非会員 千葉 幸伸
非会員 富澤 竜也
非会員 高畑 俊祐

1. はじめに

スラブ軌道では、レールが滑って伸縮する構造となっており、レールの滑動に伴って軌道パッドや軌道パッドに付いている鋼板が飛び出し、最終的に脱落に至る場合がある。新幹線において軌道パッドが脱落した場合、軌道状態に影響を与えるほか、脱落した軌道パッドや鋼板が列車風圧によって巻き上げられ、車体に衝突する危険性や、高架下への落下による第三者への被害も懸念される。このことから、軌道パッドが脱落しないように、軌道パッドずれの管理を強化することとしている。これまで確認車に搭載できる軌道パッド飛び出し量測定装置を開発し、軌道パッドの飛び出し量を簡易に把握できる手法を確立した。しかし、レール転倒防止装置の敷設拡大により、画像分析時に一部誤判定するという課題が確認された。また、撮影した締結装置画像の位置情報に、ずれが生じていることや、画像の視認性、画像確認から施工会社への施工指示までの流れに課題が残っている。そこで、位置補正方法、画像解析ロジックの改良、実作業に即した解析ソフトの改良を実施することとした。

2. 測定装置概要

本測定装置は、確認車(GA-100 型)に取付アームによってセンサ BOX を搭載し、左右締結装置の連続撮影を行う(図-2)。撮影された画像データは、確認車の位置情報、及び1km間隔に設置されている地上子を利用した位置情報とリンクし、位置情報が車上の記録装置に保存される。保存された撮影データを抽出し、事務所内の端末により画像分析処理を行い、軌道パッドずれ量について自動判定を実施し、軌道パッドずれ発生箇所におけるずれ量・位置について把握する。

センサ BOX 内にはカメラ、ストロボ装置、レーザー変位計が2対搭載されている(図-3)。確認車の走行に伴いレーザー変位計が締結装置を通過する際、直結8型の板バネを検知することで、カメラ、ストロボが作動し、左右レールにおける全締結装置の静止画像が連続撮影される。カメラが撮影対象となる締結装置の対面側に位置し、水平に近い角度で配置されているため、鮮明に軌道パッド部分を撮影することが可能である。確認車の走行中は車上のモニターでリアルタイムに画像が表示され、動作状況の確認も行える。

撮影された画像は専用の解析ソフトにより、軌道パッド部分の飛び出し量が自動で測長され、画像解析時に任意に設定した閾値を基に飛び出し量が判定される。撮影した画像における軌道パッドずれ量の算出は、左右の軌道パッドの検知位置(a, b)と板バネの右側位置(c)、締結長(L)により算出している(図-4)。これまでの検証結果から軌道パッドの飛び出し量が危険側に判定されることが無いことは確認済である。

軌道パッドずれ量の算出結果は、画像上で確認できることに加え、撮影画像ごとに数値をエクセルファイルに出力することもできる。軌道パッドずれ量の自動判定に加え、手動での測長機能も有しているため、誤検知画像の確認やその他用途への活用も期待できる。画像分析の際に輝度の調節もできるため、測定時の状況に合わせた分析が可能である。測定速度については確認車の走行速度上限である90km/hでも問題なく撮影、解析が可能である。また、進行方向によらず、順線、逆線のどちらにも対応している。データサイズは約40km(左右レール)連続撮影して6GB程度である為、特殊な記録媒体を用いなくても長距離の連続的な撮影、記録が可能である。晴天時の使用を想定しているが、防水仕様となっており、悪天候による装置故障の心配もない。



図-1 直結 8 型締結装置

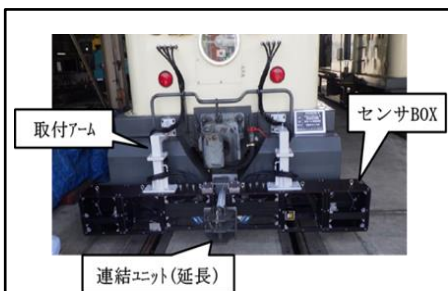


図-2 測定装置の概要

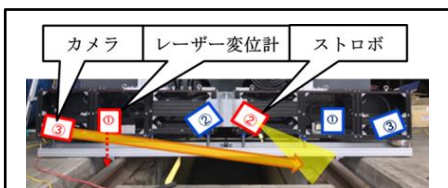


図-3 センサ BOX 内の構造

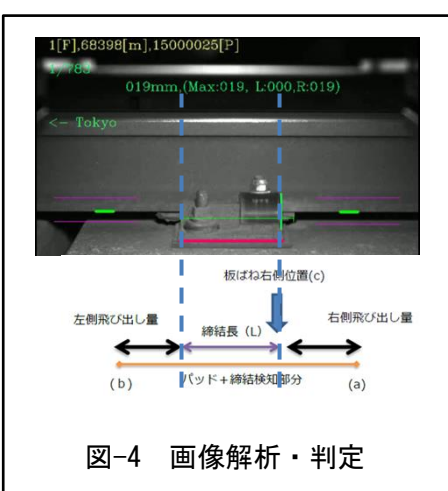


図-4 画像解析・判定

3. 検討項目

上越新幹線及び北陸新幹線の一部区間において運用している軌道パッド飛び出し量測定装置の撮影データを活用し、測定装置及び解析装置の性能について検証した。今回検討したのは、以下の項目のとおりである。

- (1)撮影した締結装置画像のキロ程精度誤差±1m以内
- (2)レール転倒防止装置による誤判定解消
- (3)直結4型締結装置による誤判定解消
- (4)確認画像の視認性向上
- (5)画像確認時の作業性向上

4. 検討結果

キロ程情報の精度向上に向けて、従来の確認車の位置情報に加え、1 km間隔で設置されている地上子を画像解析で検出し、設備台帳より正規のキロ程で誤差補正を行った。その結果、位置情報を1m程度の誤差に収めることができた。また、スラブの端部を検出することでスラブ台帳よりスラブ及び締結番号を付与したことで、正確な締結位置の特定が可能となった。地上子、及びスラブ端検出の画像を図-5に示す。解析画像下部に線名、線別、左右別、キロ程、スラブ番号、締結番号を表示し、視認性、データ活用の利便性も向上した。

画像解析において、判定対象外を撮影してしまったために軌道パッド飛び出し「有」に誤判定されていた画解が多数見受けられていた。誤判定を削減するため、軌道パッド飛び出しの判定対象外である主なものとして、レール転倒防止装置、及び直結4型締結装置を画像解析により判別することとした(図-6)。対象外として判別することで誤判定が大幅に減少し、現在、本測定装置を運用している高崎支社管内において、画像の目視確認を要する(飛び出し判定「有」)数を約59%削減することができた。

作業性について、これまでは目視により判定画像を確認したものを手作業で報告書として整理していた。今回、画像確認画面に選択肢を設け、下記の3つから結果を確定する仕様とした①判定結果を採用②判定対象外として除外③何らかの障害物による誤判定の為判定結果を修正

判定結果を確定させたものについては図-7に示す通りキロ程等の各種情報とともに自動で報告書が作成され、Excel形式での出力が可能になった。

開発した装置を活用することで、軌道パッドの飛び出し量管理における、労力、コストが削減できるだけでなく、施工会社への施工指示において正確な位置を示すことが可能となり、管理、施工の双方にとって十分な効果が期待できるといえる。また、位置情報が正確であるため、同一箇所における追跡調査が可能となり、様々な条件下での軌道パッド管理の検証が期待できる。

5. まとめ

本研究開発で得られた知見について以下にまとめる。

- (1)軌道パッドずれ箇所は1m程度の誤差範囲内で位置の特定が可能。
- (2)確認用画像の視認性向上により、正確さ、使いやすさが向上。
- (3)判定対象外の画像を自動識別することで、画像確認における労力の大幅削減が可能。
- (4)画像確認と報告書作成を同時に行うことができ、時間短縮が可能。
- (5)解析精度向上により、パッドずれ管理におけるコストダウンだけでなく、正確な位置情報により軌道パッドの挙動をより詳細に把握することが可能となり、精度の高い点検の実務に供するものと考えている。

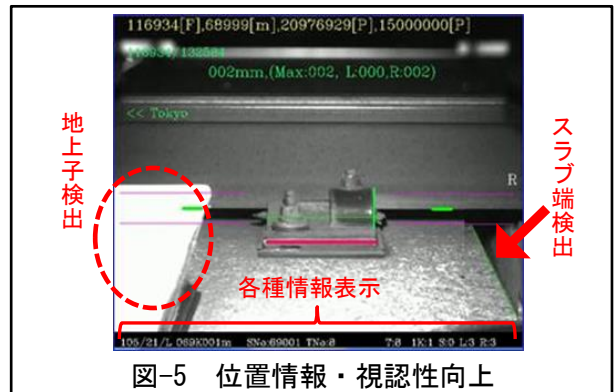
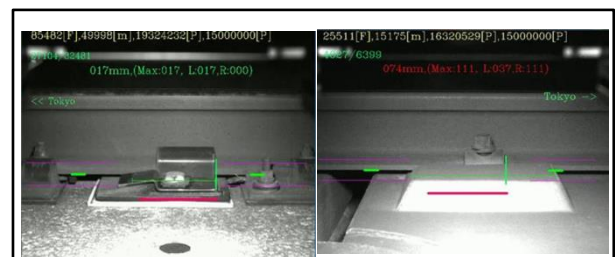


図-5 位置情報・視認性向上



レール転倒防止装置

直結4型締結装置

図-6 判定対象外画像の判別



図-7 画像確認方法の効率化

キーワード 新幹線, 軌道パッド, 確認車, 画像分析, カメラ

連絡先 〒370-0846 群馬県高崎市下和田町5丁目4番3号 高崎新幹線保線技術センター TEL 027-325-6069