

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 千葉 幸伸
非会員 富澤 竜也
非会員 大下 敦毅
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がある。また、脱落した軌道パッドが高架下へ落下し、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。現在は、締結装置画像収録装置(ATカート牽引型)にて全線1回/月の測定を実施しているが、撮影作業に多くの日数を要することに加え、約200万枚の撮影画像全数目視により確認しているため、多大な労力を要している。そこで、確認車を活用した軌道パッドずれの把握について検討を進めており、直結8型締結装置(図-1、以下直結8型)を連続撮影し、撮影画像から軌道パッドずれ量を自動判定する測定装置を開発することとした。



図-1 直結8型締結装置

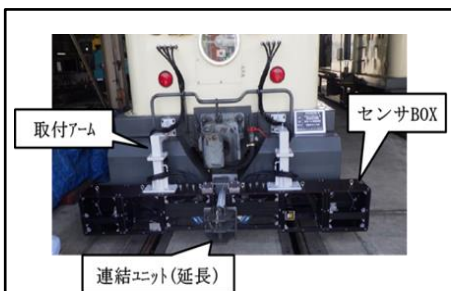


図-2 測定装置の概要

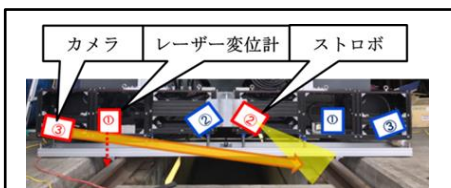


図-3 センサBOX内の構造

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とリンクし、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。判定された画像は全撮影画像、閾値超過、閾値未満、判定不可の4つのグループに分類される。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)。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。また、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。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。

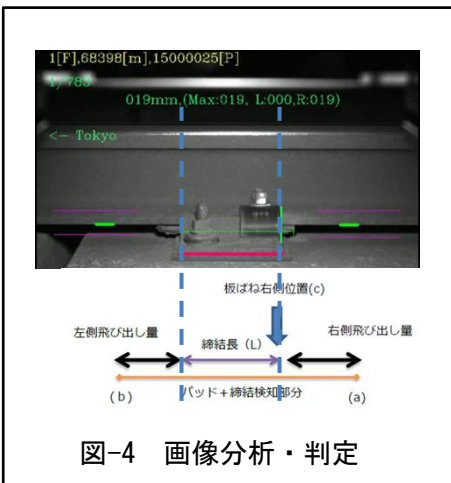


図-4 画像分析・判定

3. 検証試験

上越新幹線(上下)において確認車(GA-100型)に測定装置を装着し、本線試験を実施し、測定装置の性能について検証した。今回検証したのは、以下の項目のとおりである。

(1)直結8型において左右締結装置同時撮影および記録

- (2)90 (km/h) 以上走行時の撮影画像による自動判定
- (3)進行方向によらない撮影および記録
- (4)軌道パッドずれ箇所の位置特定
- (5)長距離連続撮影および記録
- (6)確認車(GA-100 型)へ測定装置を簡易に脱着ができ、走行時に脱落しないこと

4. 検証結果

上越新幹線における確認車を使用した走行試験の検証試験結果(90 km/h 走行時)を表-1 に示す。

閾値超過は判定基準値を 30mm に設定した場合の、基準値を超えている箇所数である。撮影視野に地上子が映り込んだものや、締結装置以外を誤検知して撮影した場合は判定不可となる(図-5)。試験を実施した 1000m の区間について、締結装置間隔は 625mm であるため締結装置は約 1600 箇所である。4 回の検証において全て 1612 枚撮影しているため、安定的に全数撮影されていることが確認できた。判定結果を検証するため、閾値超過を画面上で目視により確認した。実際の 30mm 超過箇所数は No. 1 では 5/149、No. 2 では 12/61、No. 3 では 5/149、No. 4 では 12/98 という結果であった。実際には軌道パッドがずれていないにもかかわらず閾値超過として判定されているもののほとんどは、可変パッドの耳(樹脂注入孔)部分を誤判定してしまっているためである(図-6)。しかし、全て安全側に判定されている為、装置を運用していくうえでは問題ないと考えられる。また、測定データの再現性については、同一箇所を測定し、同等の結果が得られていることを確認した(図-7)。

長距離連続撮影に関しては、約 40km (左右レール) 連続撮影したファイルサイズが 6GB 程度である為、特殊な記録媒体を用いなくても長距離、または連続的な撮影、記録が可能であると考えられる。測定装置の脱着に関しては、装着時にレーザー変位計の調整が必要となるが、本線試験の中で、測定装置が脱落したり、各所に緩みが発生することはない。

開発した装置を活用することで、締結装置画像収録装置(AT カート牽引型)による画像撮影の労力、コストが削減できるだけでなく、従来の 1/10 以下の画像確認で済むため、十分な効果が期待できるといえる。また、現在も判定精度の向上に向けて、各種試験、改良を重ねているところである。

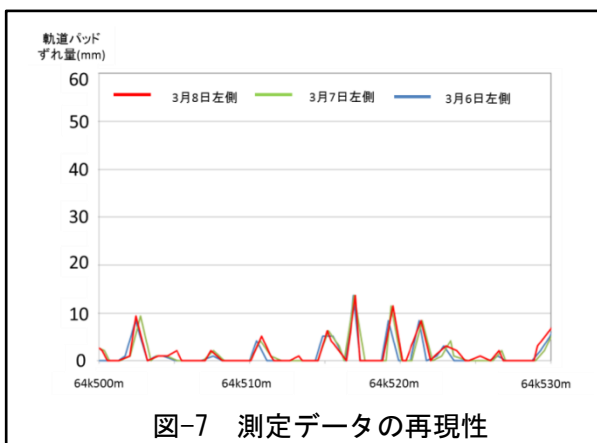
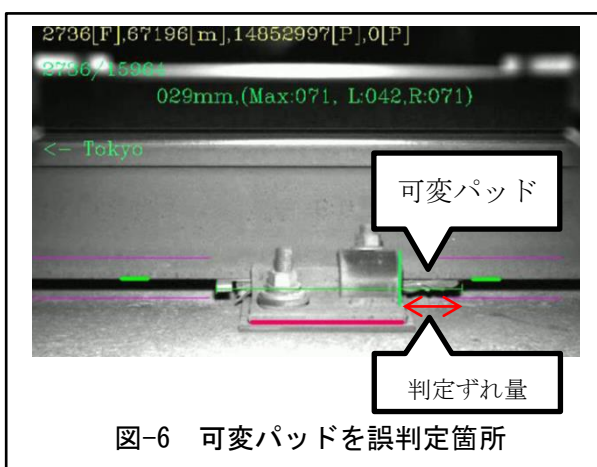
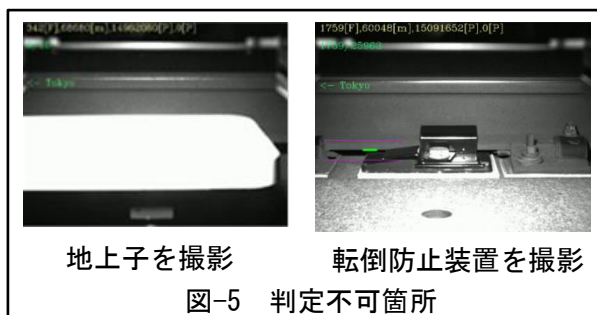
5. まとめ

本研究開発で得られて知見について以下にまとめる。

- (1)直結 8 型において左右同時に締結装置を漏れなく撮影および記録することができた。
- (2)90 (km/h) 走行時における画像撮影に漏れがなく、危険側に判定しないことを確認した。
- (3)進行方向によらず、順線、逆線ともに撮影および記録することができた。
- (4)軌道パッドずれ箇所は最大 3m 程度の誤差範囲内で位置の特定が可能。
- (5)データ容量は約 40km (左右レール) の測定で 6GB 程度であるため、特殊な記録媒体を用いなくても長距離の測定が可能である。
- (6)確認車(GA-100 型)へ測定装置を簡易に脱着ができ、走行時に脱落しないことを確認した。
- (7)乾燥状態における測定で問題なくデータをとれることが確認できたため、本開発品は確認車の運用を調整することで点検の実務に供するものと考えている。

表-1 90 (km/h) 走行時の測定結果

No.	測定方向	速度(km/h)	測定延長(m)	敷設締結装置数	全撮影画像数	検出率(%)	閾値超過数	実際の不良箇所数	判定不可数
1	順線左	90	1,000	1612	1612	100	149	5	0
2	順線右	90	1,000	1612	1612	100	61	12	2
3	逆線左	90	1,000	1612	1612	100	149	5	1
4	逆線右	90	1,000	1612	1612	100	98	12	2



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 027-325-606