

動的軌間・平面性測定装置の実用化に向けた性能向上

鉄道総研 正会員 ○坪川 洋友
 鉄道総研 正会員 糸井 謙介
 アクト電子 塩野 幸策

1. はじめに

現在、軌道検測項目を車両の走行安全性の低下の要因になることの多い軌間及び平面性に限定して低コスト化を図った、動的軌間・平面性測定装置の開発を進めている¹⁾。今回、本装置の実用化に向けて、2次元センサで取得したレール形状の画像から軌道変位算出のための測定点を精度よく検出する画像処理方法を開発して検測性能の向上を行った。本稿では開発した画像処理方法の概要と、走行試験による検証結果を報告する。

2. 動的軌間・平面性測定装置の概要

動的軌間・平面性測定装置は保守用車等に搭載して、車両走行時の動的な軌間・水準・平面性を測定する装置であり、軌道変位を測定するセンサユニットと、ドップラーセンサー等のパルス信号を処理して走行距離や速度を求めるコントローラで構成される¹⁾。本装置のセンサユニットには、図1に示すように、レーザー光源と3次元計測用カメラで構成される2次元センサが2台と、角度センサが搭載されている。

図2に、本装置による軌道変位の測定イメージを示す。本装置ではセンサユニットの両端に設置した2次元センサにより左右のレールに帯状のレーザーを照射し、カメラでレーザー光を撮影してレール断面形状の画像データを取得する。そして、取得した画像データから画像処理により軌道変位の算出に使用するレール頭頂面とレール側面の変位測定点を検出する。軌間は、センサユニットとレール側面の変位測定点との相対変位より算出し、水準および平面性は、センサユニットとレール頭頂面の変位測定点との相対変位と角度センサで取得した装置の姿勢から求める。

3. 2次元センサで取得される画像データの特徴

走行試験において2次元センサで取得した画像データと従来方法による変位測定点の検出結果の例を図3に示す。本装置の2次元センサによるレールとの相対変位の測定範囲は、曲線部における車両の偏倚量等に対応できるように設定(設置位置から上下方向 $\pm 20\text{mm}$ 、左右方向 $\pm 120\text{mm}$)している。そのため、画像データには、測定レールの近傍に設置されているガードレールや踏切などの設備や、太陽光や雑草による外乱が測定したいレールと同じ色で現れる。図3のように測定レール以外の箇所を変位測定点として検出すると、軌道変位を正しく求めることができないため、画像データから変位測定点を正しく検出する画像処理方法を開発した。



図1 動的軌間・平面性測定装置のセンサユニット

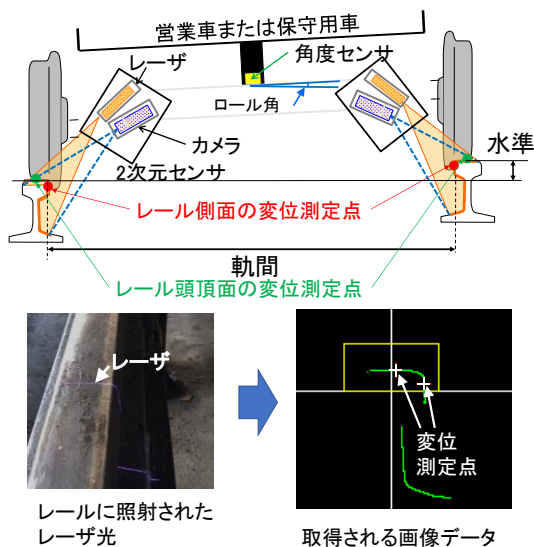


図2 本装置の軌道変位の測定イメージ

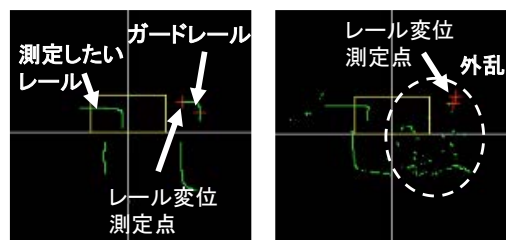


図3 2次元センサで取得される画像データ
(従来方法による測定点の検出結果)

キーワード 動的軌間・平面性測定装置, 2次元センサ, 画像処理方法, 検測精度

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 軌道管理 TEL : 042-573-7277

4. 変位の測定点を検出する画像処理方法の開発

開発した変位測定点を検出する画像処理は、マスク機能を活用して処理範囲を制限することによる測定レールの判別と、画像の輝度値のヒストグラムを併用した方法である。画像処理方法の概念を図4に示す。まず、測定開始地点の画像データに対して、踏切ガード、脱線防止ガード、分岐器内のリードガード等のフランジウェーブ幅を考慮して、画像処理範囲を制限する測定レール判別用枠を設定する。次に、この範囲内において図4(b)のようにX軸とZ軸のそれぞれの輝度値のヒストグラムを作成し、X軸のヒストグラムが最大となるピクセルをレール側面、Z軸のヒストグラムが最大となるピクセルをレール頭頂面として両者の位置関係から変位測定点を検出する。2データ目以降の画像については、前の画像で特定した変位測定点を中心となるようにレール判別用枠の位置を移動させて処理範囲を設定し、同様に枠内の輝度値のヒストグラムから変位測定点を検出する。これを各断面の画像に対して連続で処理することで、変位測定点の誤検出を防止する。なお、レール判別用枠のサイズや2測点目以降の判別用枠の移動範囲については、数値で設定できるようにした。

図3の画像データについて、開発した画像処理方法により変位測定点を検出した結果を図5に示す。従来方法では誤った位置を測定点として検出しているのに対して、開発した

方法ではいずれも測定レールを判別して変位測定点を検出できている。次に、これらの画像データの区間を含む3回の軌道検測結果を図6に示す。従来方法でも分岐器を除く区間では軌道検測装置に必要な精度（再現性）は得られていたが、画像データからの変位測定点の誤検出を防止できたことにより特に分岐器区間の検測が安定することを確認した。光飛びデータを除いて2回の測定値の差の標準偏差である再現性を算出した結果は、軌間が0.20mm、平面性が0.25mmであり、本装置の検測性能を向上できた。

5. おわりに

本装置の2次元センサで取得した画像データについて、マスク機能を活用した処理範囲制限による測定レールの判別と、画像の輝度値のヒストグラムを併用して、変位測定点を検出する画像処理方法を開発した。走行試験で取得したガードレールや太陽光等の外乱が含まれる画像データに対して本画像処理を適用した結果、正しく変位測定点を検出でき、特に分岐器区間の検測が安定することを確認した。本装置の基本性能を確立できたことから、今後、GNSSによる測定位置の把握機能²⁾などとあわせて本装置の活用法を提案することで現場での実用化を図る。

参考文献

- 1) 石川智行、坪川洋友：動的軌間・平面性測定装置の開発と性能検証試験，第22回鉄道工学シンポジウム論文集，2018
- 2) 坪川洋友、石川智行、岡本学：GNSSを活用した軌道検査の測定位置の把握法，土木学会第75回年次学術講演会，2020

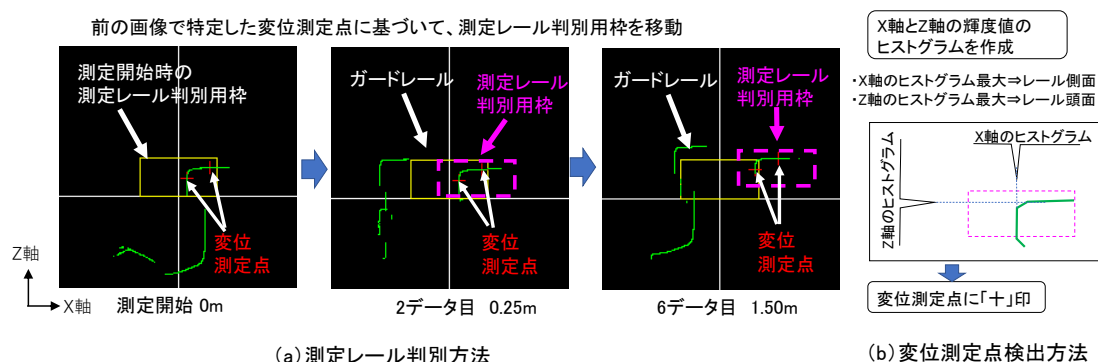


図4 画像処理範囲の制限と画像の輝度値を併用した変位測定点の検出方法

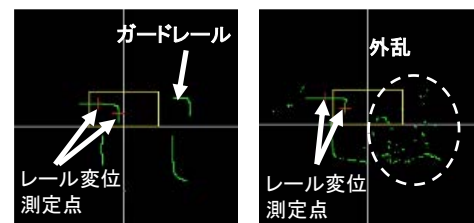


図5 変位測定点の検出結果

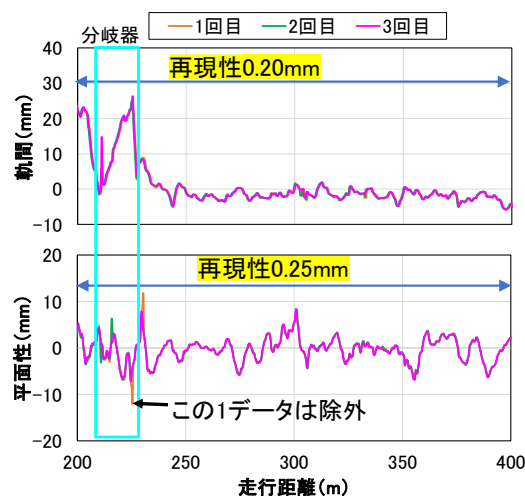


図6 走行試験による軌道検測結果