

ステレオ画像処理技術の分岐器検査への適用

鉄道総研	正会員	○坪川	洋友
鉄道総研	正会員	石川	智行
アクト電子		塩野	幸策

1. はじめに

分岐器は一般軌道と比べて多くの部材で構成されており、構造が複雑で検査項目が多い。それらの検査項目の中で、トンダレールやクロッシング部に関する項目は車両の走行安全性に関するものがある。現在の分岐器検査は、一般には目視による損傷の確認や定点における摩耗定規を用いたレールの摩耗量測定が行われており、検査には多くの労力と時間を要している。また、測点以外での損傷や摩耗の状態を把握するのが困難である。そこで、分岐器に関する検査を省力化するために、レール摩耗検査等を保守用車速度で非接触かつレール長手方向に対して連続で行うことを目的として、ステレオ画像処理技術を用いた検査装置（以下、「ステレオ画像撮影装置」という。）の開発を進めている。本稿では、本装置で連続撮影された画像データの処理手順と測定精度の検証結果を示す。

2. ステレオ画像撮影装置の概要および処理手順

図1にステレオ画像撮影装置の全景を示す。本装置は撮像部、電源部、制御部、モニターで構成されている。本装置は、制御部において輪軸に設置したエンコーダ等のパルス信号を処理して、レール長手方向の画像を一定距離間隔で撮影する。



図1 ステレオ画像撮影装置

本装置の処理手順を図2に示す。測定は、事前に2台のカメラの撮影条件を一致させるよう調整した上で、Step1では左右カメラで撮影された画像を読み込んで3次元点群データを算出する。次にStep2では連続撮影画像に対してStep1を適用して算出した各位置での点群データを結合して、台車が移動した区間の3次元点群データを作成する。その後、連続した点群データから測定したい断面を指定してレール断面形状を出力し、レールの摩耗管理に活用する。

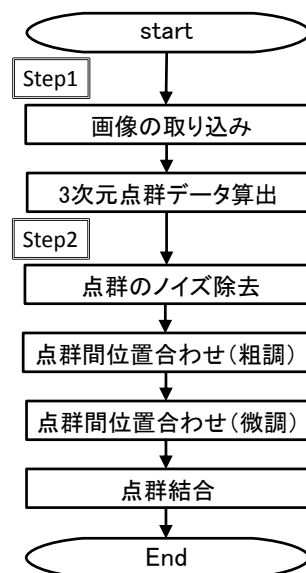


図2 処理手順

3. 測定精度の検証

3.1 静止状態での測定精度

まず Step1 の算出結果の精度を確認するために、室内で装置を固定した状態で側摩耗したレールを撮影し、左右カメラの画像データから3次元点群データを作成した。その点群データから、ある断面の座標データを抽出して、図3に示すように既存のレール断面形状測定装置による測定結果との比較を行った。その結果、本装置は静止状態では、レールの摩耗量を $\pm 1\text{mm}$ 以内の精度で測定できる性能を有していることが分かった。

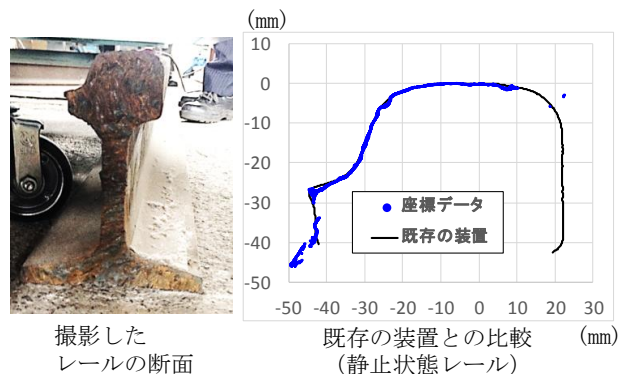


図3 静止状態でのステレオ画像撮影装置の精度

キーワード ステレオ画像撮影装置、分岐器、摩耗検査、レール断面形状

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 軌道管理研究室 TEL(042)573-7278

3.2 連続撮影画像処理後の測定精度

次に Step2 の処理結果の精度を確認するために、本装置を手押しで走行させてレール長手方向の画像を連続で撮影し、撮影画像から算出した点群データの結合処理を行った。

点群データの結合では、2 測定間の点群データの重なる範囲の形状を合わせることになる。しかし、Step1 の処理で作成される 3 次元点群データには、撮影時の外部環境の影響により部分的に多くのノイズが存在することがあり、結合処理の際に測定誤差の要因となると考えられる。そのため、レール断面の形状は残しながらノイズを除去する方法を検討し、図 4 に示すように、①解析範囲設定（元画像の解析範囲の指定）、②はずれ値除去（一定範囲内の座標データ数による除去判定）の処理を併用することで、3 次元座標データのノイズを除去でき、指定した断面のレール形状を安定して抽出できることが分かった。

次に、点群データの位置合わせ法については、予め把握している測定間隔分データを移動させて大まかな位置合わせを行ったのち、点群データの位置合わせで一般的に用いられる ICP(IterativeClosestPoint) を用いて微調整を行うこととした。ただし、本処理では、測定間隔の誤差を 10mm 以内にする必要があることが確認されたため、走行距離に応じて安定してパルスが発生させる方法を検討する必要がある。

以上の処理で作成した 3 次元点群データから、指定した断面のレール形状を抽出して、既存のレール断面形状測定装置による測定結果との比較を行った。

図 5 にクロッシングにおける処理結果を示す。図 5 より、本装置で連続撮影したデータから求めたレール断面形状は、既存の装置による測定結果とほぼ一致しており、測定精度は $\pm 1\text{mm}$ 以内であることが分かった。ただし、本装置の撮像部から影となる場所が存在することがあるため、カメラの設置角度や照明の投射法等を検討して改善する必要がある。

4. まとめ及び今後の予定

ステレオカメラ技術を利用した分岐器検査の適用可能性を検討した。その結果、ステレオ画像撮影装置でレール長手方向に対して連続撮影した画像を適切に処理することで、 $\pm 1\text{mm}$ 以内の精度でレール断面形状を測定できることが分かった。今後、照明の投射法等を検討して測定精度の向上を図るとともに、モータカーけん引の走行試験により本装置の性能を検証する予定である。

参考文献

1) 坪川洋友, 石川智行, 矢澤英治: 分岐器検査へのステレオカメラ技術の適用法の検討, 土木学会第 71 回年次学術講演会, 2016.9

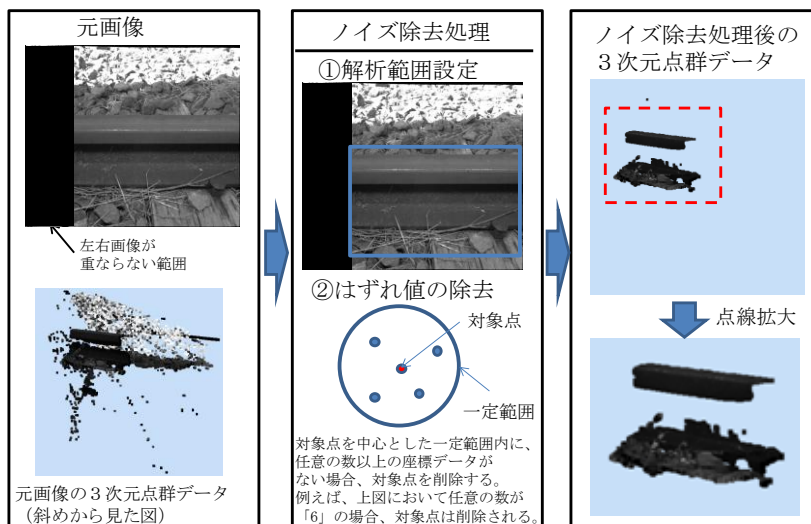
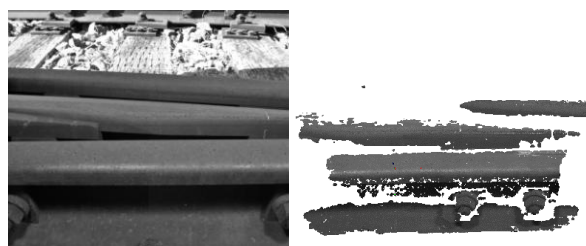
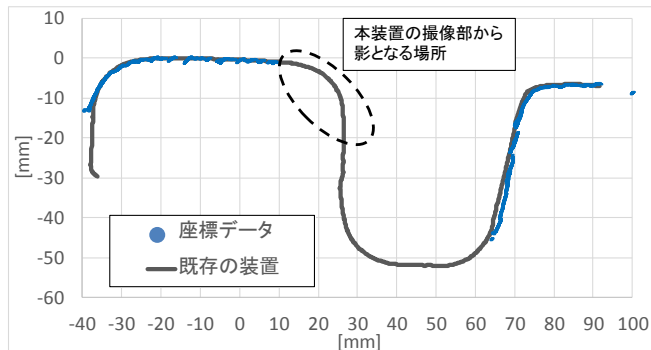


図 4 3 次元点群データのノイズ除去法



(a) 画像データ

(b) 3 次元点群データ



(c) 断面形状（既存の装置との比較）

図 5 3 次元点群データの結合処理後の精度