

SfM 多視点ステレオ写真測量を活用した分岐器検査の検討

鉄道総合技術研究所 正会員 〇杉山 祐耶

鉄道総合技術研究所 正会員 坪川 洋友

鉄道総合技術研究所 正会員 昆野 修平

1. はじめに

鉄道線路の維持管理においては、近年の社会情勢の変化や鉄道技術者の減少、高齢化、設備の老朽化を背景に、業務の効率化が求められている。それに対し、近年は、技術の進歩が目覚ましい画像解析技術を活用した業務の効率化が進められている。

関連する先行研究¹⁾として、デジタルカメラで撮影した大量の写真から3次元情報を復元する技術であるSfM多視点ステレオ写真測量(以下、SfM)の鉄道脱線事故調査への適用可能性を検討した。SfMは、対象物を異なる角度から撮影した複数枚の画像の視差情報から、対象物の3次元情報を取得する手法であり、1台のカメラでも測定が可能であること、事前のキャリブレーションが原則不要であること、さらに、大量の画像を用いることで高精度かつ広範囲の3次元情報を取得できることといった特徴を有する。

本研究では、このSfMの技術の分岐器検査への活用の可能性を検討した。

2. 検討方法

2.1 撮影方法

表1に撮影に使用したデジタルカメラの性能を示す。一般的にデジタルカメラの撮影画像で解析を実施する場合、解像度が高いほど高精度な結果となるが、その分解析の時間が必要になる。今回、分岐器検査への活用を検討するため、カメラ性能の最大の画素数で撮影した。

表1 カメラの主な性能²⁾

メーカー・型番	Nikon・W300
撮像素子	1/2.3 型原色 CMOS センサ
有効画素数	1605 万画素
画素数(本調査の設定)	1592 万画素 (4608*3456)
焦点距離	4.3-21.5mm
開放F値	f/2.8-4.9

2.2 解析方法

本検討では、SfM用のソフトウェアとして、先行研究でも使用した3DLOW社製の3DF Zephyr³⁾を用いた。本ソフトウェアは、画像からだけでなく動画からも解析可能である。

2.3 検討する分岐器検査項目

分岐器検査の目視で確認している検査と検測器具等で測定し数値で管理している検査のうち一部の項目について検討した。

目視検査の検査項目は下記の通りである。3次元モデルでこれらの検査を実施可能か調べた。

- ・継目箇所 の 取付け状態、接触の有無
- ・トングレール の フロー

数値管理の検査項目は下記の通りである。3次元モデル上の測定値と計測した実測値との誤差を調べた。

- ・クロッシング部 の バックゲージ
- ・カード、クロッシング の フランジウェー幅

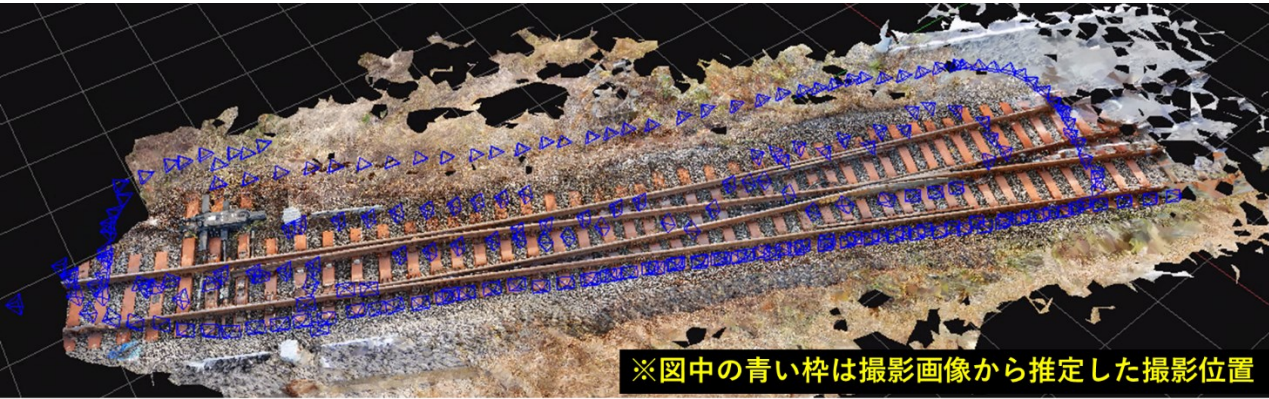


図1 分岐器の3次元モデル

キーワード SfM、画像処理、3次元メッシュモデル、分岐器、維持管理

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 TEL042-573-7277

3. 検討結果

3.1 3次元モデルの取得

図1に、本検討で用いた分岐器の3次元モデル（テクスチャ付きメッシュモデル）の全体を示す。撮影では、対象となる分岐器の周りを一周した。また、隣り合う画像で8～9割程度重なるように撮影し、214枚の画像数から延長約20mの範囲を復元した。なお、解析時間は、約35分であった。

3.2 目視検査の検証

図2にSfMにより作成された継目箇所（スリット）の3次元モデルを示す。3次元モデルから分岐継目板、各種ボルト、レールボンドの取り付け状態を確認することができる。図2は、ある1視点から3次元モデルを確認した結果であるが、色々な角度から状態を確認できることで位置関係を把握することが可能である。



図2 継目箇所の3次元モデル例

図3にSfMにより作成されたトングレールの3次元モデルを示す。今回は、トングレールの形状が正確に再現できず、ゆがみが生じている箇所があり、状態を正確に把握することは困難であった。分岐器の周りから撮影を行ったため、レール長手方向の撮影した画像がなく、軌間内側の画像が少なくなったためであると考えられる。



図3 トングレールの3次元モデル例

3.3 各寸法測定の精度検証

図4にSfMにより作成された3次元モデル上での寸法測定例を、表2にSfMにより作成された3次元モデルから測定した各測定値と計測した実測値を示す。測定結果については、最大10mmの誤差が生じ、検査に適

用するには精度が不足していると考えられる。上述のように、本検討においては、分岐器の周りから撮影を行ったため、軌間内側の画像が少なく十分な精度で3次元復元できていない可能性がある。精度を向上させるためには、軌間内側を撮影した画像の枚数を増やすことと、対象物により近接に撮影することが考えられる。



図4 3次元モデル上の寸法測定例（バックゲージ）

表2 寸法測定の精度検証結果

測定位置	実測値 [mm]	3次元モデル測定値 [mm]	誤差 [mm]
バックゲージ（基）	1026	1021	5
バックゲージ（分）	1024	1014	10
ガードFW（基）	44	43	1
ガードFW（分）	43	45	-2
クロッシングFW（基）	44	43	1
クロッシングFW（分）	43	41	2

4. まとめ

本研究では、撮影した画像から3次元情報を復元する手法であるSfM多視点ステレオ写真測量の分岐器検査への活用の可能性を検討した。その結果、3次元モデルを用いて、色々な角度から各部材の位置関係や取付け等の状態を確認することが可能であった。その一方、各寸法を測定した結果、最大で10mmの誤差が確認され、分岐器検査に活用するには誤差が大きかった。精度を向上するためには、今後、撮影方法や枚数、解像度を増やす等のさらなる検討をする必要がある。

参考文献

1) 箕浦慎太郎、田中博文、昆野修平：鉄道脱線事故調査へのSfM-MVS技術の適用可能性の検討、土木学会、AI・データサイエンス論文集、Vol.3、No.12、pp.104-111、2022

2) 株式会社ニコン：COOLPIX300、<https://www.nikon-image.com/products/compact/lineup/w300/>、最終アクセス日：2023年3月10日

3) 3DFLOW：3DF ZEPHYR、<https://www.opt-techno.com/opt-zephyr/product.html>、最終アクセス日：2023年3月10日