

3D レーザースキャナを活用した分岐器管理手法の開発

JR 東日本 正会員 ○岩倉 悠美子

蛭田 雄介, 屋木 祥吾

1. はじめに

保線設備である分岐器は複雑な構造であるがゆえ、軌道上の弱点となりやすい。そこで私たちは定期的に検査を行い必要によりメンテナンスすることで、日々の安全・安定輸送を支えている。現状の分岐器検査では、人力または専用の検査機器により実施している。しかし特に軌道変位検査においては、10m 弦正矢による「点」での測定・管理をしており、その特性上、設計値との比較が困難である。分岐器前後に曲線等が介在している場合は、さらに困難を極めている。また、その他の検査においても、様々な問題を有している。

そこで、前述問題を解決するため、既存の 3D レーザースキャナ技術を活用し、安全性を低下させることなく、現状の分岐器検査に代わる新たな管理手法の開発を試みた。



図1 人力による測定



図2 分岐器検査装置

2. 3D レーザースキャナとは

3D レーザースキャナとは計測対象に触れることなく、地形や構造物の三次元データを取得可能なノンプリズムの計測機器である。従来の測量機での「単点」の測量・計測と違い、秒間に数千～数十万点の情報を高速・高精度に取得できるため、対象物を 3 次元座標 (XYZ) の「面」的に計測できる。取得した計測データは、「点群データ」と呼ばれる。



図3 3Dレーザースキャナと合成ターゲット

本開発では FARO 社製の 3D レーザースキャナ (S シリーズ) を使用する。

この機器を選定した理由は、機械が持つ範囲誤差が $\pm 1\text{mm}$ であり、計測スピードが速く、適合する解析ソフトが多いことが挙げられる。さらに重さが 4.2kg と軽量で持ち運びが容易である。

また測量に伴い、解析時の合成基準点としてターゲットを設置する。

3. 計測

表 1 に測量作業のフローを示す。具体的な測定条件は以下の通りである。

- ・測定機器…測定時間の短縮を図るため、2 台を同時に使用する。
- ・ターゲットの数…合成精度の検証結果より、10 個設置する。
- ・測定回数…8 番片開き分岐器 (20m) の場合、機械設置点は 2 機械 \times 7 回 = 14 回が適切である。
- ・塗料剤…レール頭面は車輪との接触により鏡面となっており、レーザーが乱反射してしまいデータが取得できない。そのため塗料 (現像剤等) を塗布して、レーザーが十分に反射できる環境を整える。

表 1 測定のフロー

機械セッティング	2分
ターゲット準備	8分
塗料の吹き付け	5分
3D計測 (1機械=7回)	25分
機械撤去	2分
塗料のふき取り	5分
計	47分

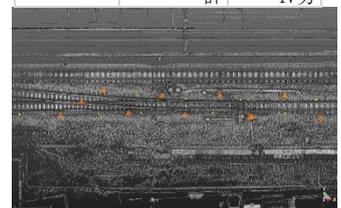


図4 点群データ

4. 解析

4.1 測定結果の確認

表 2 に解析時のフローを示す。計測した点群データより線形を作成したのち、専用解析ソフトウェアを使用し、自動的に線形に沿って断面を取得する。

軌道変位の確認は、作成した断面や平面図から手動でレール高さ・軌間・通りを抽出し、その値を元に高低

キーワード：3D レーザースキャナ、測量、分岐器、在来線

〒114-0014 東京都北区田端 6 丁目 2 番 7 号 TEL 03(3821)8229 FAX 03(3822)7829

や水準、平面性の値を求める。

また特殊分岐器を測定した場合は、基準線を引くことにより、レールの中心線からの離れや移動量の確認を行うこともできる。

表2 解析のフロー

データ読み取り	10分
自動合成	20分
線形作成	20分
断面作成	10分
CADに展開	1時間
断面寸法取得	10時間
平面寸法取得	1時間
座標データまとめ	2時間
計	15時間



図5 断面抽出



図6 断面寸法

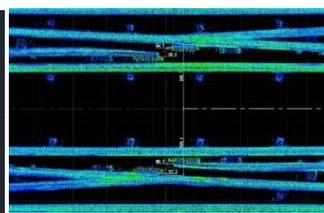


図7 特殊分岐器のふく進

4.2 データの信頼性

3D レーザースキャナのデータの信頼性を確認するため、軌道変位については分岐器検査装置で得た計測結果を、特殊分岐器のふく進検査については専用の治具を使用した手測りの検査結果を比較した。その結果、どちらも約2mm程度の誤差に収まったため、精度は確保されているといえる。(分岐器検査装置の誤差±2mm)

5. 今後の展望

5.1 データの活用法

計測結果は数値としてチャート図にすることや、色彩表現を用いて視覚的に軌道変位を確認することが可能である。また例えば、新規に敷設された直後の分岐器データを3D レーザースキャナで取得し、次回点検時の計測結果を比較することで、正規の姿からの変位量を求めることができる。

さらに抽出した断面に正規のレール断面をフィッティングさせることで摩耗量を得ることもできる。

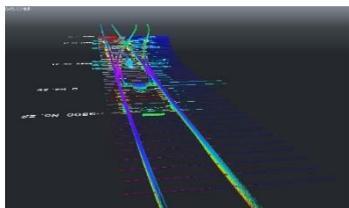


図8 色彩表示

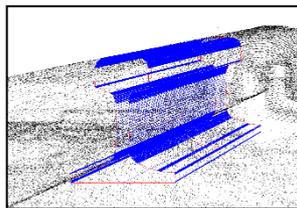


図9 レールのフィッティング

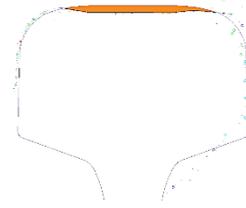


図10 レール摩耗量

5.2 自動解析について

表2 から分かる通り、解析には膨大な時間を要する。その為、解析を自動化することにより時間の短縮をはかることは不可欠である。現状、軌道の断面形状を自動で抽出することは可能である。

さらに今後は断面形状から寸法を抽出する過程の自動化が求められるが、その可否については現段階で点群断面からポリライン（レール形状の仮想線）を導くことまでは実現しており、将来的な研究開発によって、自動化が可能といえる段階まで来ている。



図11 ポリライン

6. まとめ

分岐器管理の新たな手法の開発として3D レーザースキャナを活用した計測方法を検証した結果、得られたデータを様々な方法で活用できることが分かった。このように3D レーザースキャナを活用することで今までの管理手法の考え方を一新することができる。解析時間などの課題点はあるものの、引き続き開発を行うことで、現在の分岐器検査に代わりより高度な維持管理を行うことができるのではないかと。

また、今回は分岐器に特化して開発を行ったが、例えば構内全体の絶対線形や、支障物との離れを把握することができるため、現場調査の省略化につなげることができるなど、可能性は多岐にわたる。

末筆ながら、本取り組みに対して、多大なるご支援をいただいた関係者に誌面を借りて謝意を申し上げます。