

画像処理による軌道自動計測システムの安全性向上に向けた改良

ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 ○ 上野 冬真
ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 辻家 弘貴

1. はじめに

営業線の線路下を横断する工事や鉄道に近接して行う工事では、軌道や構造物の変位を計測して安全輸送を確保することが重要である。

現在でも軌道の管理は、人力による検測が主流であり、長期の工事では検測による日々のコスト面、線路内作業に伴う事故発生等の安全面に課題がある。

この状況を鑑み、線路内に立入ることなく、24時間連続的に軌道を計測可能な画像処理による軌道自動計測(製品名: レールウォッチャー)を開発した。

本稿では、本システムの概要や、運用と並行して実施した改良内容について報告する。

2. 計測システムの概要

(1) 概要

本システムはレールや構造物に測定用ターゲットを取り付け、カメラで撮影する。この撮影画像を処理システムに送り、画像処理及び演算処理してターゲット位置の変位を算出するシステムである。

(2) 計測原理(図-1)

工事影響範囲外の基準ターゲットを不動点とし、影響範囲内の測点の鉛直方向絶対変位を算出する。算出した各測点の変位量をさらに高低変位量に換算する。水平方向でも同様の処理を実施することで、軌道相対変位5項目(軌間、水準、高低、通り、平面性)を算出している。

(3) 他計測手法との比較(図-2)

人力による検測及び従来の自動計測手法に比べ以下の点で優位性がある。

- ・人力検測に比べ、線路内作業を大幅に削減でき、省人化・コスト低減・安全性が向上する。
- ・WEBサイトにより計測値と現地状況画像を24時間確認が可能である。
- ・従来の軌道に計器を取付ける自動計測手法と比べ、レールに簡易なターゲットを貼り付けるのみであり、軌道保守作業への影響が少ない。

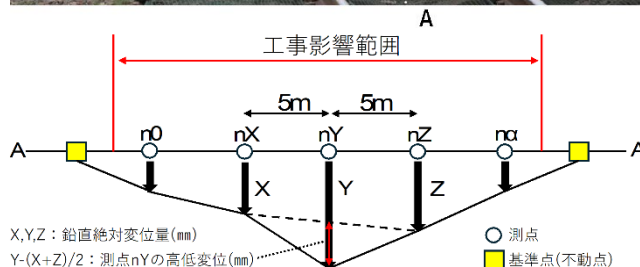
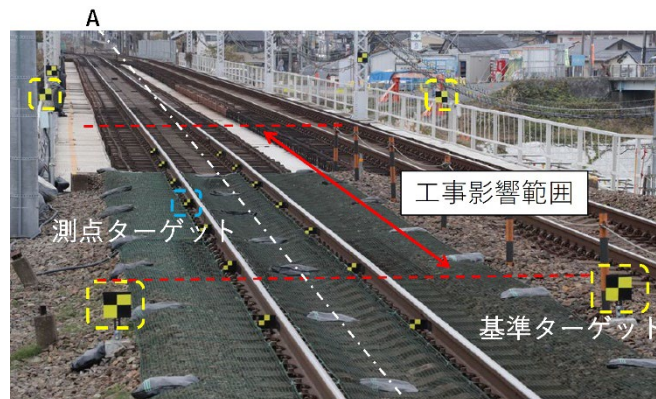


図-1 レールウォッチャー計測原理



図-2 検測とレールウォッチャー計測状況

(4) 運用実績

本システムは JR 西日本を中心に他鉄道事業者でも採用されており、開発からこれまでに、線路下推進工事を主として、河川改修や線路近接等の工事現場で 100 件以上の実績がある。

3. ターゲットの改良

(1) 再帰性素材を使用したターゲット導入

運用初期には、夜間計測のために施工基面や線間に照明が必要であり、照明設備の設置・点検作業が必要なことに加え、照明のムラに伴う昼夜の変位誤差発生が課題であった(図-3)。

再帰性素材を使用したターゲットの導入により、光源の照明はカメラ下の 1 灯のみになり、線間等への照明設備の設置が不要となり、計測データの安定化にも繋がった(図-4)。



図-3 照明設備を用いた夜間撮影状況

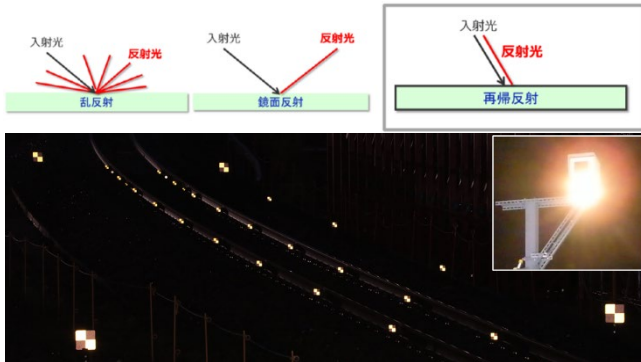


図-4 再帰性ターゲット導入後の夜間撮影状況

(2) 新型ターゲットの開発と現場検証

本システムの開発以降、測点となるターゲットには白丸型のものを使用してきた。これは白丸の輪郭から重心を算出する検出原理である。この方式によると、ターゲットに付着する汚れにより計測性能が低下するため、月に1回程度の清掃作業が必要である。

そこで、清掃作業の削減(清掃間隔の長期化)による省人化と線路内作業減による安全性の向上を目的とし、新型ターゲットを用いた計測システムに改良した。

新型の十字型のターゲットは、黄色部と黒色部の輝度差から境界線を抽出し、その交点を求めている。従って、ターゲットの一部が汚れにより隠れても、境界線が視認可能であれば交点を算出可能である。

計測現場で行った約3か月間の新旧ターゲットの比較検証結果を図-5、図-6に示す。なお、本検証は工事影響の無い期間で実施した。

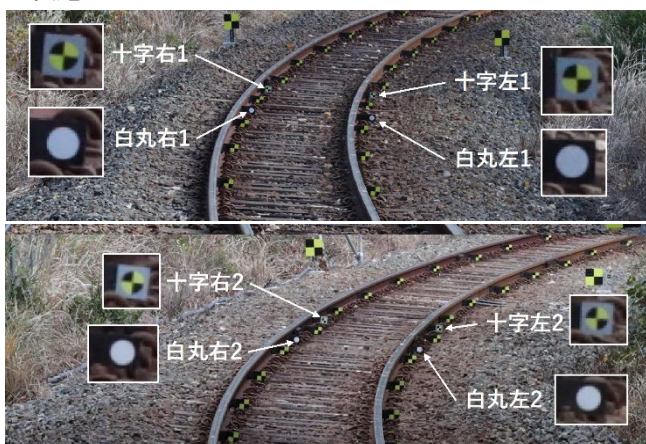


図-5 現場比較検証状況

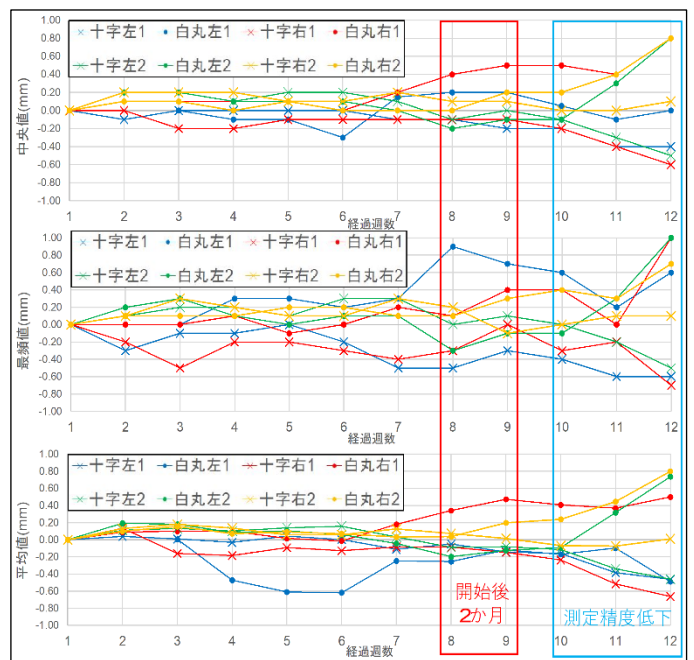


図-6 比較検証結果(中央値, 最頻値, 平均値)

図-6は各ターゲットの1週間ごとの中央値,最頻値,平均値を示している。各グラフで8~9週目(計測開始後約2か月)のデータを比較すると、

- ・中央値：十字は-0.2~0.1mm,白丸は-0.2~0.5mm
- ・最頻値：十字は-0.5~0.2mm,白丸は-0.3~0.9mm
- ・平均値：十字は-0.15~0.07mm,白丸は-0.25~0.47mm

と全項目で十字の方が安定した結果であった。

またグラフより、白丸は7週目頃から各数値が高くなったことに対して、十字は数値が安定しており、汚れ耐性に優れていることから、2か月間は安定した計測を継続可能であることを確認できた。

また、十字においても、10~12週目には各数値に誤差が発生していることから、汚れにより測定精度が低下したと考えられる。

従って、十字ターゲットの導入により、ターゲット清掃間隔を2か月に1回に短縮することが可能と考える。これにより、線路内作業低減による安全性の向上に繋がると考えられる。

4. おわりに

本計測システムは約20年間に様々な改良を加えることで計測精度,耐久性,施工性等の向上を行ってきた。今後も現場のニーズや社会環境の変化に対応すべく、システムの改良に取り組み、工事の安全性,経済性の向上に貢献していきたいと考える。