

映像による軌道監視手法の開発

東日本旅客鉄道株式会社(株) 正会員 ○内藤 圭祐 (株)コスモプランニング 正会員 掛橋 孝夫
 (株)東京計測 正会員 出口 泰弘 鉄建建設(株) 正会員 中村 征史

1. はじめに

線路下に道路などの横断構造物を構築する鉄道工事において、地盤の掘削作業等を行う場合は、列車運行の安全性を確保するために軌道の自動計測を行っている。しかし、軌道の計測性能（計測頻度・精度など）を従来よりも向上する場合、計測費用は高価になる恐れがある。また、軌道を計測する場合においては、軌道整備の支障とならないような計測機器にすることが望ましい。このような観点から、本報告では、市販されているカメラを用いた新たな軌道監視手法を考案し、実用化に向けて実施した試験結果を報告する。

2. 基本性能確認試験概要

本開発では計測用のカメラとカメラ自体のブレ補正用の2台のカメラセットにより計測を考えている（図1）。そのため、2台のカメラの相対的な位置関係を厳密に求める必要がある。また、軌道監視を行う実際の現場では、周辺事情により計測カメラが振動して撮影画像にブレが生じる可能性がある。ブレは軌道の静的変位の計測精度を非常に悪くする原因になるため、ブレを適切に補正する必要がある。

そこで2台のカメラから基準点を計測するキャリブレーション試験と不動点を用いたブレ補正処理試験を実施し、各精度を確認し、カメラの画素数、レンズ、計測

距離を試験条件として計測精度の検証試験を行い、本手法の基本性能を確認した。

3. 基本性能確認試験結果

基本性能確認試験の結果、軌道監視として必要と思われる計測距離（5m～20m）に対応するには、600万画素以上のカメラであれば十分な計測をすることが可能であり、5mの近距離であれば望遠撮影の条件付きではあるが200万画素のカメラでも十分な精度を得ることができた。なお、試験から得られたカメラの画素数、レンズの条件による計測距離と計測範囲の関係が得られたことから（図2）、基本性能確認試験の結果を踏まえて実現場で適用可能な軌道監視システムの開発を行った。

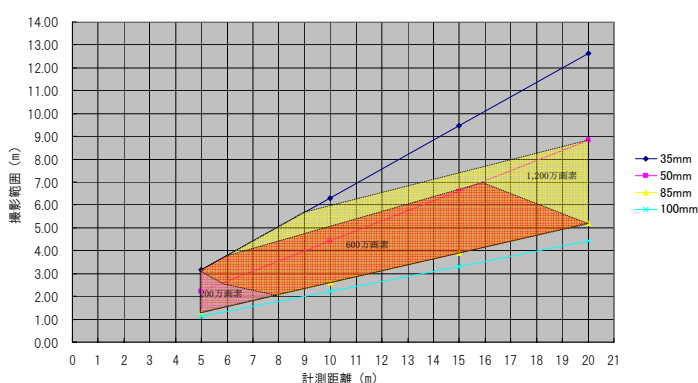


図2 基本性能確認試験結果

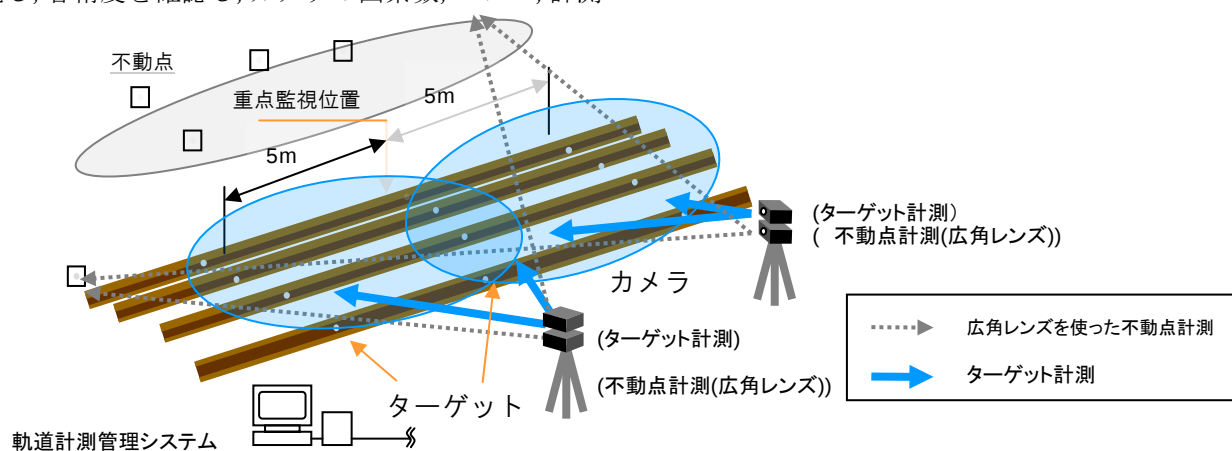


図1 開発イメージ

キーワード 軌道計測, 映像, 鉄道工事

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6 TEL : 03-3379-4353 FAX : 03-3372-7980 JR 東日本 東京工事事務所

4. 実用化試験

映像による軌道監視手法の基本性能が確認されたことから、実現場で適用可能な計測手法とするため、実用化試験を行った。実用化試験は①本試験では安価な計測装置を目的としているため、映像による軌道監視手法のシステム・機材構成の検討を行う。②計測手法の信頼性を確認するため、実現場で実証試験を実施する。以上を目的として実用化試験を行った。

①軌道監視システム・機材構成の検討

本手法では安価な計測装置とするため、市販されているカメラを選定し、計測装置の一部とした。本手法では画像の取り込み速度、価格等から判断し、500 万画素の USB カメラを選定した。

②実証試験

本手法のシステムの計測精度を確認するにあたり、営業線の軌道では微小な動きしか生じないために広範囲の計測精度の確認を行うことができない。そこで、油圧ジャッキにより軌道を隆起させることができる訓練線を利用した計測精度の検証試験（図 3）を実施した。なお、軌道の構造はバラスト全体をジャッキで持ち上げる機構となっている。

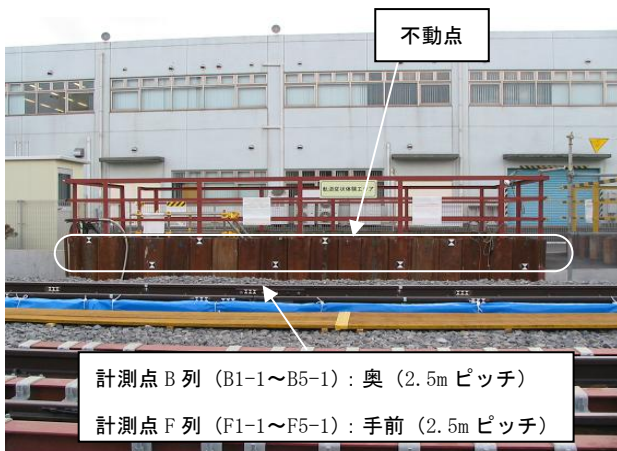


図 3 計測試験全景

本試験では下記の項目について確認を行った。

- 1) 計測精度の確認（トータルステーション、高感度変位計による）
- 2) 斜め撮影（20° と 40° ）による計測精度の確認
- 3) 長時間計測によるデータ転送とシステムの安定性の確認

以上より、油圧ジャッキで軌道に変状を与えて軌道の変位量を上記試験条件により計測を行った。

5. 実用化試験結果

実用化試験では 2 台の USB カメラから取得した映像を用いてキャリブレーション、ブレ補正、計測性能がともに基本性能確認試験の際に得られた結果と同様の成果が得られたことから実証試験を実施し、以下のことを確認した。

- 1) トータルステーション、高感度変位計と比較した場合のカメラの誤差は最大 2mm 程度であることが確認できた（図 4 に試験結果の一例を示す）。

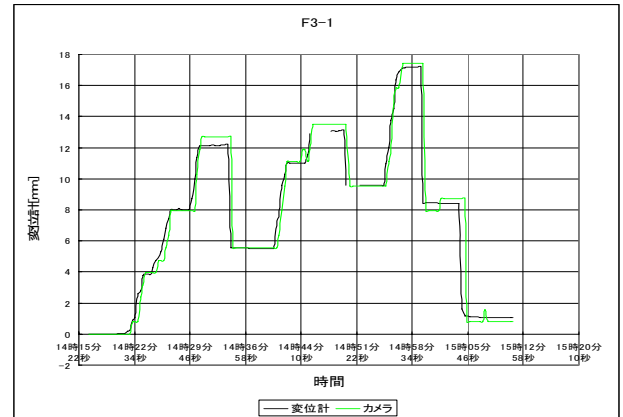


図 4 計測精度確認試験結果（一例）

- 2) 斜め方向から計測した場合は 40° で撮影した場合、誤差が 2mm を超えることからカメラの設置位置は計測点に対して 20° 以内にする必要がある。
- 3) 長時間計測時のデータ転送に問題はないが、夜間にデータ異常が多数生じている。照明なしで計測した場合、誤差が 10mm に達するものもあり、夜間の計測は困難で、照明の設置、蛍光材のターゲット採用などの対策が必要である。

5. おわりに

従来の計測性能を十分に確保でき、かつ安価に行える軌道監視手法の開発を基本性能確認試験、実用化試験により実施した。その結果目標としている計測方法、精度、計測頻度について予定の成果を得ることができた。また、従来の計測器と比較した場合、市販されているカメラを用いて軌道監視を行うことから、大きなコストダウンが見込まれる結果となった。

今後実地での試験運用を行い、実現場での問題がないことを確認した上で、本格的に線路下横断工事に導入を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 内藤圭祐, 桑原清, 戸塚淳也, 掛橋孝夫; 映像による軌道監視手法の基本性能確認試験, 第 35 回関東支部技術研究発表会, 2008.3