

デジタルビデオ画像を用いた軌道変位計測

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 ○山田 徹
 JR 東日本 東京工事事務所 正会員 桑原 清
 JR 東日本 東京工事事務所 正会員 渡辺泰孝
 (株)テクノバンガード 正会員 掛橋孝夫

1. はじめに

鉄道構造物の近接工事においては、列車の安全運行や既設構造物の健全性を確保することが重要である。特に線路下を掘削するような工事を行なう際には軌道に与える影響が大きくなるため、軌道の変位計測を高い精度で行なう必要がある。

軌道の変位には、列車が通過する際の変位（以下、軌道動的変位）と列車が上に乗っていない状態での軌道の変位（軌道静的変位）があるが、本稿では特に軌道動的変位に着目し、今回新たに開発した計測手法について述べる。

2. デジタルビデオ画像を用いた軌道動的変位計測

2.1 従来の計測手法に見られる問題点

当社では、高速軌道検測車という検測専用車両を走行させて、軌道の動的変位の計測を行なっている。しかし、車両の運用の関係などによりこの車両による計測は四半期に1回程度であり、現場において日常的に軌道の管理を行なうには適していない。

2.2 新たな計測手法の開発概要

今回新たに、線路外から列車が通過する際の軌道の挙動をデジタルビデオカメラで撮影し、得られた画像を解析することで軌道の動的変位を求めるような計測手法を開発した。図-1に開発概要図を示す。

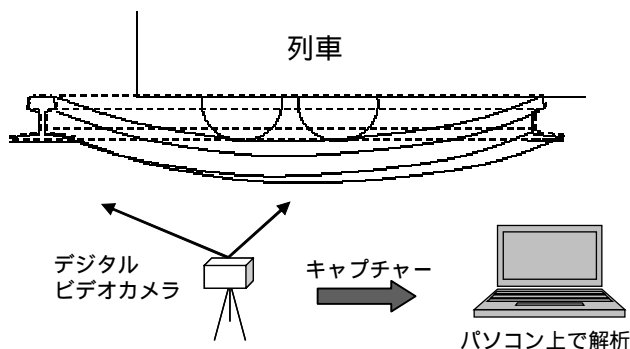


図-1 開発概要図

2.3 撮影方法

軌道の外側面に、図-2に示すようなターゲットを取り付け、これを測点とする。ターゲットは2.5m間隔で10mの範囲に取り付け、その範囲について、線路外からデジタルビデオカメラで撮影を行なう。図-3に線路外からの撮影状況を示す。



図-2 軌道外側面のターゲット



図-3 撮影状況

2.4 データの解析方法

撮影可能スペースの関係や、複数のターゲットを撮影する場合、ターゲットを正面から撮影できないことが多い。そこで、2次元の射影変換手法を用いて軌道を斜めから見た状態の画像を、真横から見た状態の画像に変換し、その上でデータの解析を行なう。図-4に画像変換の例を示す。

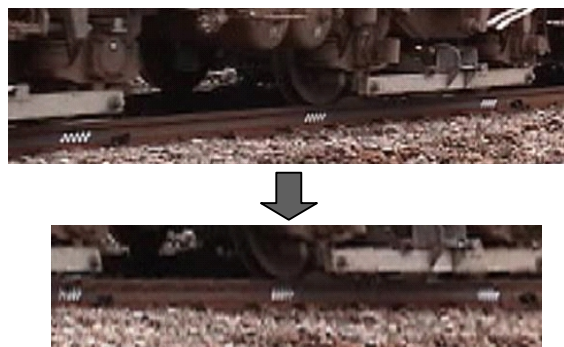


図-4 画像変換の例

キーワード 鉄道、近接工事、現場計測、軌道動的変位

連絡先 〒151-8512 渋谷区代々木 2-2-6 JR 東日本 東京工事事務所 TEL03-3379-4353 E-mail : toru-yamada@jreast.co.jp

変換後の画像について，列車が通過する際のターゲットの代表点の鉛直方向の変位を求める．既知であるターゲットの大きさを利用して，ターゲットの変位量を求め，この値をターゲットが取り付けられている箇所の軌道の鉛直方向変位量とする．

3．現場試験

3．1 撮影方法

現場での試験を，JR常磐線三河島～南千住間において行なった．試験は，当線区を高速軌道検測車が通過する時期に合わせて行なった．データ収集の方法としては，図-5に示すように左右のレールそれぞれについておよそ10mの範囲を2箇所，計4地点にビデオカメラを一台ずつ用意し，データの収集を行なった．

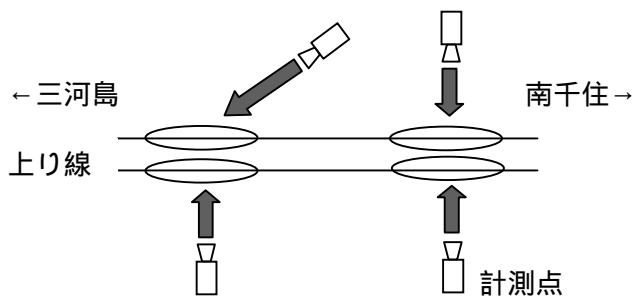


図-5 データ収集方法

3．2 解析結果

画像変換後の画像では，1画素当たりおよそ1mm相当となっていた．そこで今回軌道の鉛直方向の変位についても，およそ1mmの精度で求めることができた．

図-6は当社における軌道整備基準値のひとつである，軌道の高低狂いの概念図である．今回得られた複数のターゲットの垂直方向の変位データを用いて，データ収集箇所の高低狂いを求めることができる．

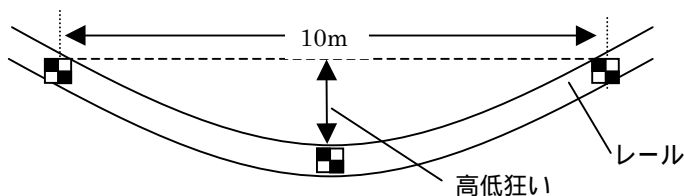


図-6 高低狂い

本手法の妥当性を確認するために，本手法によって計測された高低狂いと，軌道検測車により測定された高低狂いとの比較を行なう．表-1で，図-5に示されているような4つの計測点に設置したビデオカメラの画像を解析して求めた高低狂いと，各地点における軌道検測車による値の比較を示す．

表-1 軌道検測車データとの計測値の比較

計測点	軌道検測車データ(mm)	画像解析データ(mm)	計測値の差(mm)
	5.6	3.6	2.0
	6.3	5.6	0.7
	-6.2	-5.4	-0.8
	-4.0	-3.6	-0.4

+：軌道が上に凸の状態

計測値の差について見てみると，計測点～では1.0mm以内の差となっており，軌道検測車データとの高い一致を示した．なお，このような差が生じる原因としては，下記のようなものが考えられる．

○軌道検測車データに示されているキロ程と，実際のキロ程が一致していない．

○画像解析の際に，列車の車軸がちょうど計測点上に載った時の画像をキャプチャーできていない．

一方，計測点のデータについては計測値の差2.0mmと他に比べて大きくなっている．この主な原因としては，計測点の足場が不安定であったために，この位置に設置したビデオカメラが列車振動の影響を大きく受けたことが関係していると考えた．これについての対策としては，軌道からできるだけ離れた場所に足場等を設けて，そこにカメラを固定させることで，列車振動の影響を軽減できるものと考えた．

4．おわりに

本稿で述べた新たな計測手法により，軌道の動的な高低変位について実用可能な精度で簡便に求められることを確認した．この計測手法について，今後データの収集・解析などを自動的に行うようなシステムとすることで，自動的に軌道の動的な高低変位を求めることができるよう検討する．

<参考文献>

- 1) 山田徹，桑原清，渡辺泰孝：鉄道近接工事における軌道変位計測，第30回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，2003.3.
- 2) 桑原 他：近接工事における軌道・構造物の計測管理手法，平成14年鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，2002.11.
- 3) 東日本旅客鉄道(株)：無徐行(徐行速度向上)のための構造物の設計・施工の手引，1997.4.