

鉄道近接工事における軌道変位計測

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

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。そのため既設構造物の変位・変形等の許容値が小さく、変状監視計測において高い精度が要求される。

本稿では特に、軌道の変位計測手法に着目し、従来の計測手法及び、現在検討を行っている新たな計測手法について述べる。

2. 従来の計測手法

従来の軌道変位計測手法のうち、代表的なものについて以下に述べる。

2.1 ピアノ線式変位計

軌道側面の基準点間に一定の張力をかけたピアノ線を張り、測点側に取り付けたセンサーによって、センサーとピアノ線間の距離を測定し、二次元的に変位を計測する。

2.2 高速軌道検測車

動力車などにより軌道検測車を牽引し、通り・軌間・高低・水準の4項目の軌道狂いについて、自動的に計測する。

2.3 HyPoS (ハイボス)¹⁾²⁾

HyPoS は基本的には、自動追尾式のトータルステーションを応用した変位計測システムである。

トータルステーションとは、測点に取り付けたミニプリズムをターゲットとし、複数のターゲットをパソコン制御によって自動追尾・自動視準する測距・測角儀のことであり、三次元の変位計測が可能である。

HyPoS は通常のトータルステーション式の計測データに対し、気温や日射を考慮した気象補正や、振動などによるトータルステーションの設置架台自体

の変位・変形に対する誤差補正を行うもので、これにより、計測の長期安定性や精度を格段に向上させた。

図-1に HyPoS の設置状況及び軌道に取り付けたターゲットを示す。



図-1 HyPoS の設置状況及びターゲット

3. デジタル画像による軌道の動的変位計測

軌道の変位計測には、列車が通過する時の変位を計測するもの(動的変位計測)と、列車が通過していない時の変位を計測するもの(静的変位計測)がある。鉄道構造物の近接工事、特に線路下横断工のように路盤を緩める可能性のある工事を行う際には、列車の安全運行を確保するためにも、動的な変位計測の方がより重要である。また、同様の理由から、現場において常時監視を行うことが重要であり、更には自動計測が行えるのが好ましい。

従来の計測手法の中で、軌道の動的変位を計測できるのは、高速軌道検測車を用いる方法のみであるが、当社の場合、高速軌道検測車による計測は、各線区につき年に4回しか行っていないため、常時監視という点から考えると、鉄道近接工事における現場計測としてはふさわしくない。

そこで我々は、線路外からデジタルビデオカメラを用いて、列車が通過する際の軌道の挙動を撮影するという簡便な方法を用いて、得られるデジタル画像から軌道の動的変位を求める手法を考案した。

以下にこの新たな計測手法について述べる。

3.1 データの収集

軌道の外側面にターゲットを貼り付け、これを測点とする。ターゲットは軌道変位量の指標としても用いる。図-2に軌道外側面に取り付けたターゲットを示す。

このターゲットの挙動を、線路外からデジタルビデオカメラで撮影する。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

3.2 データの解析

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場合が多い。そこで、2次元の射影変換手法を用いて撮影画像を変換し、軌道を真横から見た状態の画像へと変換させた上で、データの解析を行う。図-4に画像変換の例を示す。

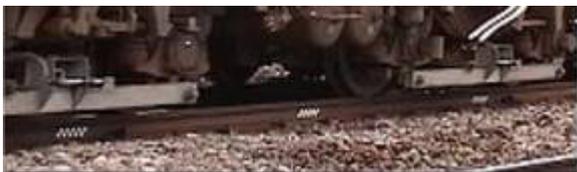


図-4 画像変換の例

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移動を追跡する。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、この値を軌道の変位量とする。

3.3 データの活用

当社の軌道整備心得の中で、軌道の高低変位は図-5に示すように、10m弦での変位で表されている。³⁾本稿に示す計測手法の中で、任意の10m区間の適切な箇所にターゲットを取り付け、その範囲を撮影することで、特定の地点の高低変位を求めることができる。

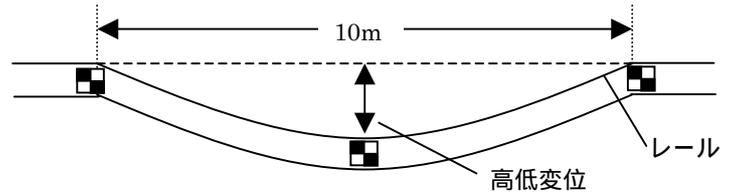


図-5 高低変位

図-4はターゲットを2.5m間隔で取り付けたものである。ここに示した変換後の画像では、1画素あたりが約1mm相当となっている。このことから、軌道の動的な高低変位について実用的な精度で計測できることが確認された。

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、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) 古高昇治, 桑原清, 宮崎裕道, 近藤高弘: トータルステーションを利用した計測装置に関する基本試験, 土木学会第53会年次学術講演会, 1998.10.
- 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.