

レーザー式長波長軌道変位確認装置の開発

○東日本旅客鉄道株式会社 正会員 築瀬和清
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 籠谷陽平
 東日本旅客鉄道株式会社 非会員 輪田朝亮

1. はじめに

当社の新幹線では、乗り心地向上のため長波長軌道整備を中心に行っているが、今後の新幹線高速化に対応するため、軌道整備の更なる施工精度向上が求められている。現在、長波長軌道整備における施工量の確認は、レベルや離れゲージを用いて行っているが、測定間隔が 2.5m または 5m ピッチであるため、測点間での残留変位を見逃すことがある。また、仕上り状態の確認は、10m 弦間送り検測が基本であり、現場で 40m 弦変位が確認できないことが問題となっている。

そこで今回、これらの問題点を解決するため、「レーザー式長波長軌道変位確認装置」（以下装置）を開発し試験施工を行ったところ、良好な結果が得られたので報告する。

2. 開発コンセプト

下記 4 点のコンセプトを踏まえ、市販のレーザー照準器と組合わせた軌道変位の確認装置を開発することとした。測定原理は、図 1 に示すように、レール長手方向に照射したレーザー基準線からの縦距を、ターゲットを備えた移動台車で連続的に確認するものとした。

- ① 誰でも容易に現場の長波長軌道変位を確認できるもの。
- ② 軌道変位が連続確認できるもの。
- ③ PC 等の外部端末を使わないもの。
- ④ 軽量で持ち運びが一人で可能なもの。

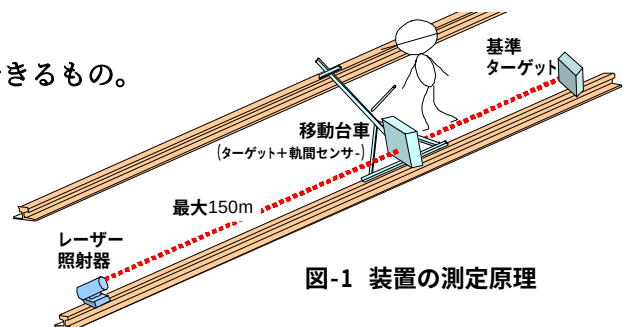


図-1 装置の測定原理

3. 試作機の作成

[レーザー照射器]・・・本装置に求められるレーザーの性能は、ターゲット上での光点の視認性が良く、セッティングが容易なことである。そこで、通常の赤色レーザーに比べ約 5 倍の視認度を持つ緑色レーザーを搭載し、またリモコン操作でレーザー照射角を調整可能なパイプレーザー（通常は配管工事で使用）を採用することとした。なお、レーザー光線による変位量が判別可能な範囲は最大 150m である。

[ターゲット]・・・緑レーザー用の純正ターゲットに、変位量の確認ができるよう方眼紙状の目盛りを施したものを作成した。

[移動台車]・・・バランスを考え 3 輪構造とし、持ち運び易いよう軽量（約 13kg）かつ折畳み可能な構造とした。

[軌間センサー]・・・デジタルノギスを活用し、軌間を連続表示できる機構とした。さらに任意の設定値を超えた場合には、ランプでアラーム表示させる機能を搭載した。

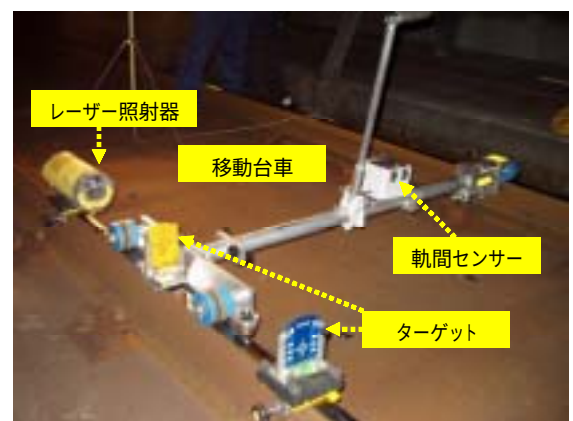


図-2 開発した装置と各部の名称

キーワード 長波長軌道整備 仕上がり確認 レーザー

連絡先 〒331-0043 埼玉県さいたま市大宮区大成町 3-125 JR 東日本 大宮新幹線保線技術センター Tel (048) 666-1449

4. 性能確認

4-1.保守基地試験

装置を用いた変位量と、光波測量器による測量値（縦距）を比較した。その結果、高低・通りとも測量値と同一の波形を捉えており（図 3.4）、施工現場で測量に等しい線形を確認できることがわかった。また、装置と標準ゲージの軌間を比較した結果（図 5）、両者ほぼ等しく、実用上問題ないことが確認できた。

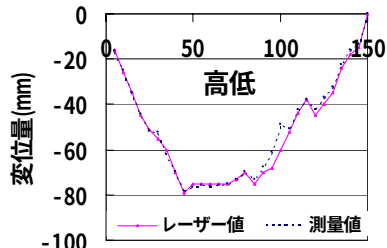


図-3 測量値との比較(高低)

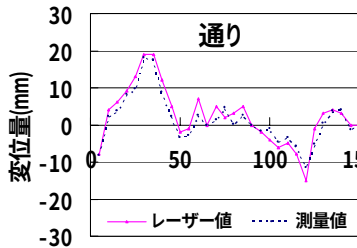


図-4 測量値との比較(通り)

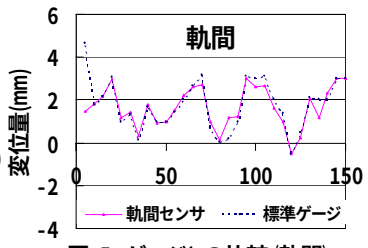


図-5 ゲージとの比較(軌間)

4.2.本線試験

レーザーの基準点は、施工量が0となる箇所(高低は動的基本線形変位の山から山まで、通りは同じく0から0まで)とした。動的基本線形高低の2山目までレーザー光線を飛ばした場合、レーザーの変位は動的基本線形の約2倍となった(図6)。これは現場が大弛みしていることが原因と考えられる。そこでレーザーを動的基本線形の1山で盛替えた場合、基本線形変位とほぼ同じ値になることが分かった(図7)。また、基本線形通りのゼロ点からゼロ点を基準とし、装置による通り変位を測定したところ、大部分は動的基本線形と一致するが、一部ズレた波形となった(図8)。

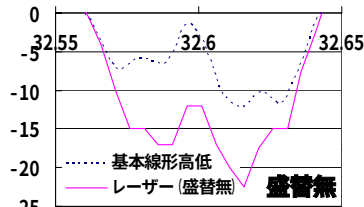


図-6 動的とレーザー高低の比較(2山)

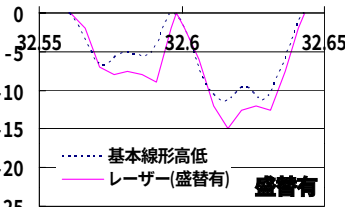


図-7 動的とレーザー高低の比較(1山)

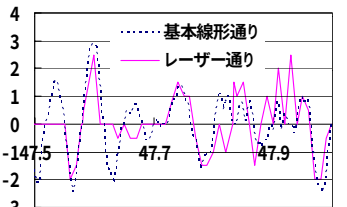


図-8 動的とレーザー通りの比較

5. 試験施工(むら直し)

本線試験において、レーザー基準の高低変位と動的高低の整合性が確認できたため、本装置を用いたむら直し(写真)を3箇所で実施した(17年3月現在)。その結果、いずれも動的检测1回目で合格した。また、施工後のσ値は、通常のむら直し区間(H16 施工前後平均σ値:2.04→1.38)よりも良化することが確認できた。

なお、作業員からは、「こう上量をレベルで確認するのに比べて格段に作業性が良い」「誰でも長波長軌道整備ができる」「残留変位の見落としが無く安心」など好評の声と共に、「屈みこんでターゲットを覗くのは大変なので、光点がターゲット中央に入ったらランプが付くようにしてほしい」「水準も連続確認できるようにしてほしい」など、改善要望も挙げられた。

表-1 レーザー装置を用いたむら直しの施工効果

工種	延長 (m)	施工前後のσ値変化 (mm/20m,40m)	構造	動的 合格
20m弦むら直し	55	3.13 ⇨ 0.70	分岐・EJ	合格
20m弦むら直し	60	3.77 ⇨ 1.27	分岐・EJ	合格
40m弦むら直し	105	2.50 ⇨ 1.32	EJ	合格



(写真) レーザー光点を見ながらジャッキアップの様子

6. まとめ

- ・ 従来は施工現場で長波長軌道変位を確認できなかったが、本装置を用いることで、誰でも等しく測量値と等しい長波長軌道変位を確認できるようになった。
- ・ 従来の間送り測定による仕上り確認に比べ、連続した残留変位の確認ができるため、見落としが少なく、むら直しでは高い精度が得られることを確認できた。

7. 今後の課題

試験施工で挙げられた作業員のニーズに応じてゆくため、今後も引き続き装置の改良に取り組む予定である。また、むら直し以外でも試験施工を重ね、レーザーを用いた軌道整備の施工標準を整理していく予定である。