

連続した軌道形状の測量方法に関する基礎試験

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○安藤 洋介
 東日本旅客鉄道株式会社 廣畑 翔介
 計測ネットサービス株式会社 土屋 潤一
 計測ネットサービス株式会社 小川 和宏

1. はじめに

軌道工事において測量を用いる場合、通常はレベルやトランシットを用い、必要な情報(高低差や座標)を得ている。夜間作業で測量を実施するため、測量の効率は悪く、軌道延長において連続的な点ではなく、数 m 間隔のデータとなり、個人の技量にて精度や作業量に差が発生する。そこで、測量を自動化し、かつ軌道延長方向に連続した 3 次元座標を取得できる装置(特許出願中)を開発し、その精度を確認する試験を実施した。

2. 軌道の測量方法

今回試作した測量装置は 2 台の台車から構成される。ひとつは自動追尾トータルステーションを設置した台車(TS 側台車)、他方はプリズムおよび傾斜計 3 台を組み込んだ台車(測定側台車)である(写真 1)。TS 側台車では自動追尾トータルステーションを自動整準台にてボタン一つで整準でき、取外し可能なパソコンによりリアルタイムに測量結果が確認できる。測定側台車では傾斜計により軌間・水準を計測し、片側のレール上に設置したプリズムにて得られた座標から他方のレールの座標を求めることができる。軌間・水準の算出方法およびレール座標の算出方法を図 1・2 に示す。視準は 1 秒以内(平均 0.3 秒程度)に行われ、TS 側台車、測定側台車およびパソコンは無線にてデータを伝達しており、それぞれは分離している。

3. 測量試験

本装置を用いて実軌道にて測量試験を実施した。試験は直線区間 100m、曲線区間(曲線半径 800m、カント 60mm)の本曲線内 100m の 2 箇所である。結果の確認として、軌間・水準は 5m 間隔での軌間ゲージ測定結果と、左右レールの軌道座標(高さ方向、平面方向)については、5m 間隔でのトラバース測量(通常測量)結果とそれぞれ比較した。TS 側台車と測定側台車は測量開始時点で 10m 離し、TS 側台車は固定、測定側台車は歩速にて TS 側台車から離れる方向に 100m 移動させながら 4 回測定した。100m の測量時間は約 3 分である。

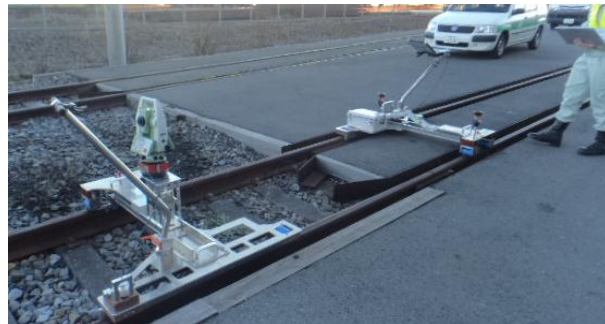


写真 1: TS 側台車・測定側台車

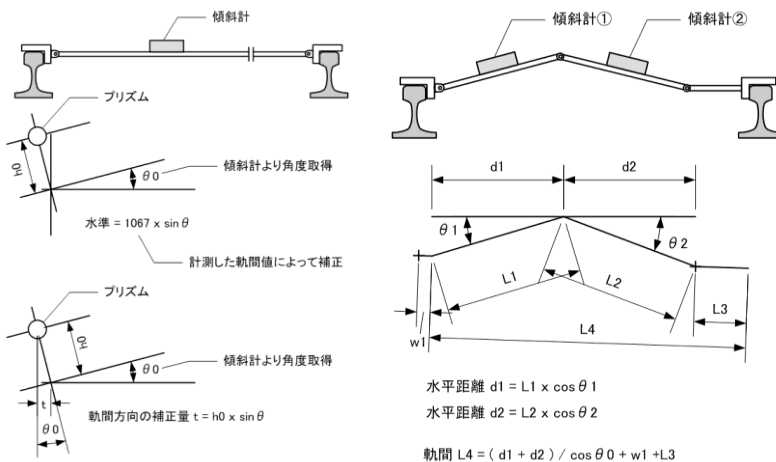


図 1: 軌間・水準算出方法

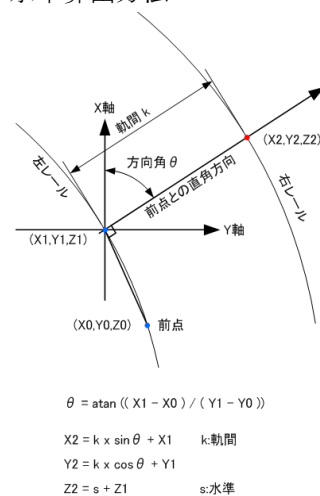


図 2: 座標算出方法

キーワード 軌道変位, 自動追尾トータルステーション, 絶対線形, 情報化施工

連絡先 〒330-0853 埼玉県さいたま市大宮区錦町 13 番地 TEL048-641-0302 FAX048-641-0576

4. 試験結果

4. 1. 直線区間

軌間ゲージによる測定値は mm 単位、本装置では小数点一桁 mm まで算出可能であり、この条件での比較ではあるが、軌間・水準の最大差はそれぞれ 1.5mm・1.6mm であった。また軌間・水準の標準偏差はそれぞれ 0.4mm・0.6mm であった。高さ方向の座標値では、60m ほど進んだ位置から通常測量と差が 2mm を超える箇所が発生し、75m を超えてからは標準偏差が 0.5mm を超えた。平面方向の座標値は、80m ほど進んだ位置まで通常測量と差が 2mm 以内であり、標準偏差も 0.5mm 以内で収まっている。

4. 2. 曲線区間

軌間・水準は直線区間と同様の比較条件下にて、軌間・水準の最大差はそれぞれ 1.4mm・2.1mm であった。また軌間・水準の標準偏差はそれぞれ 0.2mm・0.8mm であった。高さ・平面方向の座標値とも、70m ほど進んだ位置から通常測量との差が 2mm を超える箇所が発生した。標準偏差はプリズム設置側でいずれも 100m 走行間で高さ方向最大 1.2mm、平面方向最大 0.9mm であった(図 3~7)。プリズムと反対側は水準の誤差が含まれるため、70m 位置までで標準偏差が最大で 1.4mm である。

4. 3. 結果考察

直線・曲線区間問わず、軌間・水準は概ね軌間ゲージと一致した値と良好な再現性を示した。高さ・平面方向の座標については、TS 側台車と測定側台車が離れるに従い、通常測量との差が大きくなり、標準偏差も悪化する。実用性を考慮すると、1 度に測量できる延長は 60~70m 程度となる。

5. まとめと今後の展開

本装置により、70m 程度までの軌道測量においては精度良く軌道の座標を取得でき、高低・通り整正に利用可能であることがわかった。今後の展開として、①測定側台車の左右レール上に設置したプリズムを用い、TS 側台車を測定側台車に向けて移動、その後再度測定側台車を移動させることを繰り返すことで後方交会法により測量データを連続させ、長延長での座標取得を可能にする、②分岐器等急曲線に対応できる測量方法の検討、を実施する予定である。

連続した 3 次元座標を得られることから、必要な測定ピッチに換算することが可能である。そのため、軌道整備の計画線を設定し移動量を算出することで、MTT の絶対線形施工への利用や、レール面整正・通り整正における各締結装置での調整量の算出等まで、測量から施工まで一貫した流れが自動化でき、軌道工事の情報化施工へ寄与できるものと考えている。

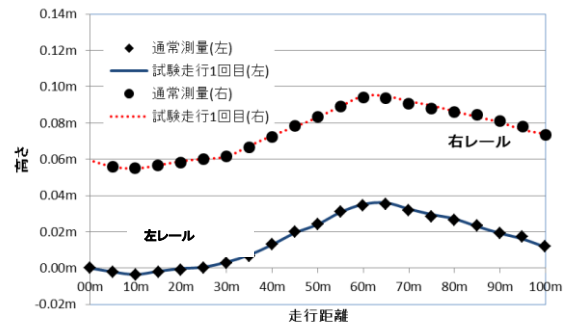


図 3：測量結果(曲線・高さ方向)

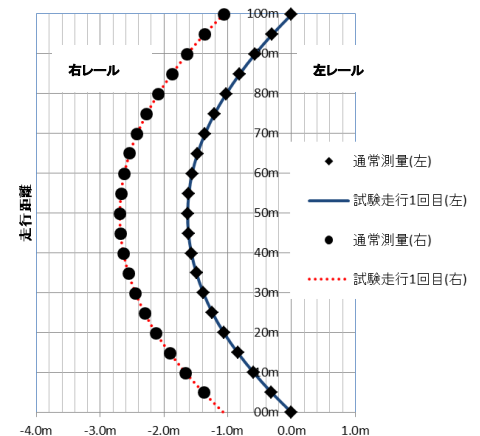


図 4：測量結果(曲線・平面方向)

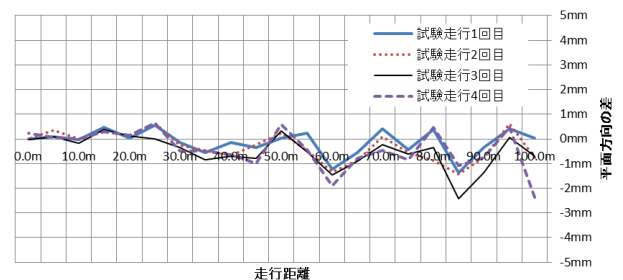


図 5：通常測量との差(曲線・左レール・平面方向)

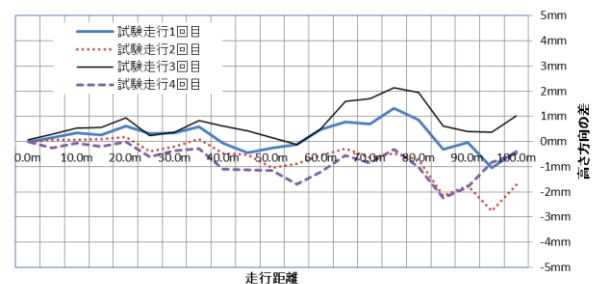


図 6：通常測量との差(曲線・左レール・高さ方向)

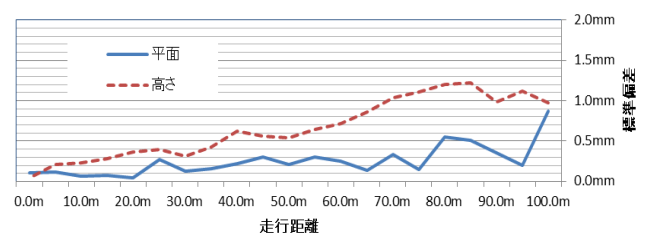


図 7：標準偏差(曲線)