

新幹線分岐器における 40m 弦高低変位解消に向けた検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○二宮 優太
東日本旅客鉄道株式会社 非会員 兼子 弘
東日本旅客鉄道株式会社 非会員 上岡 寛惟

1. 目的

当職場では栃木県内を中心とした東北新幹線の線路の維持管理をおこない安全安定輸送と乗り心地向上に努めている。その中で、碎石区間の分岐器内で発生している 40m 弦高低変位に対して、人力施工やマルチプルタイタンパー（以下 MTT）を実施しているものの軌道変位に関わる仕上がり品質と軌道変位進みの抑制が得られていない箇所がある。今回は当該分岐器において、過去の取組みと現地の線路状態を調査し抜本的な解消策を検討した。

2. 検討方針

2.1 検討対象

対象区間は東北新幹線上り線 151k529m～151k600m、那須塩原構内 54AB の分岐器区間である。当箇所は 40m 弦高低変位解消を目的とした軌道整備を過去 3 年間で 6 回も施工しているが、図 1 に示すような繰り返し基準値に近い目標値が発生している（当社整備基準値 ±10mm）。

2.2 過去の取組み

過去 3 年の軌道変位推移を図 2 に示し、軌道整備をおこなった際の改善率と変位進みを表 1 に示す。また、改善率は(1)式、変位進みは(2)式で出した。

$$\frac{|\text{施工前軌道変位(mm)} - \text{施工後軌道変位(mm)}|}{\text{施工前軌道変位(mm)}} \times 100 \dots (1)$$

$$\frac{|\text{最大軌道変位(mm)} - \text{施工 2 週間後軌道変位(mm)}|}{\text{経過日数(日)}} \dots (2)$$

ここで、これまでに行った主な施工を以下に示す。
① MTT による軌道整備 計画線：200m 半絶対線形
2020 年 7 月に MTT を用いた軌道整備を、当社の有する保線設備管理システムに搭載された 200m 半絶対線形システム¹⁾により実施した。しかし、後述する通り当該箇所は分岐器区間のおおだるみがあるが、それを解消できておらず、十分な改善率は得られなかった（図 2・表 2 中の①）。

② 総突き固めの実施 計画線：絶対線形

①での結果を踏まえて 2021 年 6 月にトロリー式測量機 IMS3000²⁾を用いて絶対線形を把握し、図 3 の通り計画線を引き人力による総突き固めを実施した。IMS3000 はトロリー式の計測機器で容易に軌道の絶対線形を把握できるため、当社において近年活用されている²⁾。図 3 の通り計画線を引き施工した結果、施工前最大変位-9.5mm だった箇所は-3.8mm となり軌道変位が改善された。しかし、図 2 と表 1 の通り変位進みが 0.014(mm/日)となり施工後 2 ヶ月程度で変位が戻り、抜本的な解消とはならなかった（図 2・表 2 中の②）。

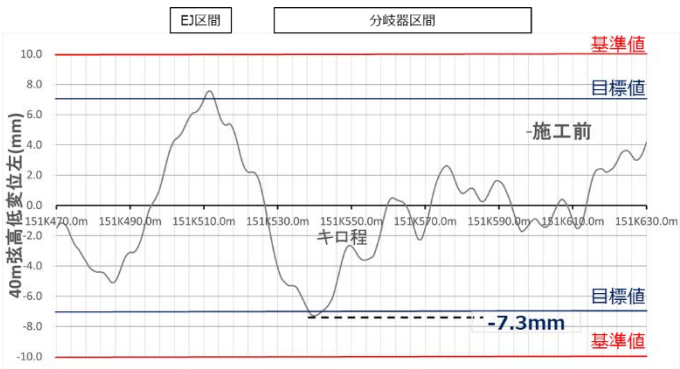


図 1 那須塩原 54AB 40m 弦高低変位(施工前)

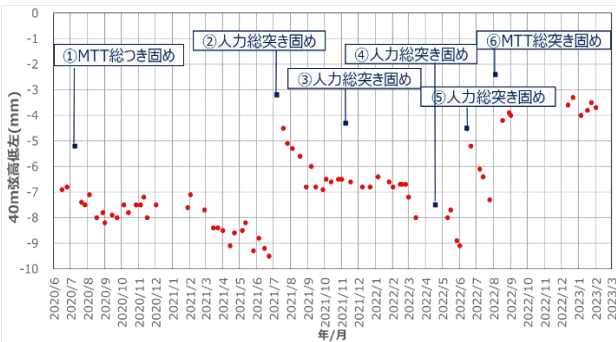


図 2 那須塩原 54AB 過去 3 年間軌道変位推移

表 1 軌道整備実施時の改善率と変位進み

対象区間	施工前最大変位(mm)	改善率(%)	変位進み(mm/日)
①	-6.8(mm)	23.5(%)	0.006(mm/日)
②	-9.5(mm)	66.3(%)	0.014(mm/日)
③	-6.5(mm)	33.8(%)	0.012(mm/日)
④	-8.0(mm)	6.3(%)	0.088(mm/日)
⑤	-9.1(mm)	50.5(%)	0.063(mm/日)
⑥	-7.3(mm)	67.1(%)	0.002(mm/日)

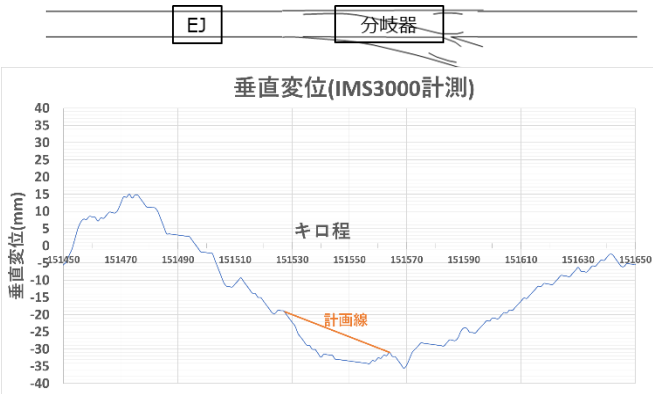


図 3 IMS3000 計測による垂直変位及び計画線

3. 今回の取り組み

今回、分岐器前後も含め広い範囲で絶対線形を把握し計画線を引き、MTTで施工した。また、MTTの施工品質向上のため、小型FWD³⁾(重錘落下試験装置)で道床支持剛性を評価し突き固め回数を検討した。

3.1 絶対線形による計画線

こう上量指示を的確におこなうためにIMS3000を用いて該当区間の前後の余裕長も含めた計測をおこなった。計測した線形図及びそこから算定された計画線を示す。線形を確認したところ分岐器一台と前後の一般軌道を合わせた156mもの施工延長が必要であることが分かった。また、計画線の内訳は大きく3点となっている。①高く変位が出ているためこう上量を大幅に抑制。②大きく変位が落ちているためこう上量を付与。③なだらかになるように後端を取り付け。

3.2 MTT施工におけるつき固め回数

次に道床状態に応じてMTTのつき固め回数を決めるために小型FWDの測定結果を参考にした。小型FWDは重錘を自由落下させることで測定対象に荷重を与え、その時の荷重と変位を時刻歴波形としてデータ収録し、マクラギ下の道床支持状態を数値化できる。最大荷重(Pmax)を最大変位(Dmax)で除したマクラギ支持ばね係数(Ks)によって評価される。Ksが小さいと道床支持剛性が低く、より入念なつき固めを必要とし、大きいと道床支持剛性が高く締め固まっている状態であることが分かる。測定結果を図5示す。つき固め回数を大きく3区間に分けて設定した。①区間はこう上量が大きいので3回突き。②区間はKsが小さい箇所は2回突き、大きい箇所は3回突き。③区間はKsが小さい値のため3回突き。また、道床締め固め効果を期待して縦ランマーによる軌間内の転圧を行った。縦ランマーの効果については定量的な評価はできていないが、他でも取り組まれており⁴⁾引き続きその効果を検証していきたい。

4. 結果

施工結果を図6に示す。施工前最大軌道変位が-9.1mmあった箇所は-2.7mmまで改善された。改善率と変位進みは図2と表1中の⑥の通りであり、今回のMTT施工後6か月以上が経過しているが、初期沈下後の変位は落ち着いており良好な状態を維持している。

5. まとめ

今回、分岐器内の40m弦高低変位に対して、絶対線形を把握して計画線を引き、道床支持剛性に応じた突き固め回数を決め、軌間内で縦ランマーによる締め固めを行い良好な結果が得られた。引き続き当該箇所の線路のもちを監視しつつ、他箇所へ展開し実績を積み重ね、更なる施工品質の向上へとつなげていきたい。

謝辞

本検討を進めるにあたり、多大なる協力をいただいた公共財団法人鉄道総合技術研究所および東鉄工業株式会社に深く謝意を表す。

参考文献

- 1) 藤原他:「200m半絶対線形システムによる高速域の軌道整備」, 鉄道施設協会誌新線路 1993年9月
- 2) 吉田他:JR 東日本での乗心地整備・管理方法, 新線路 2022年12月
- 3) 鉄道総合技術研究所 HP: FWDを用いた軌道支持剛性の評価 <https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd45/rd4520/rd45200112.html>
- 4) 山本:短波長軌道狂いに着目した新しい軌道整備方法の確立, 新線路 2022年12月

キーワード 新幹線, 長波長, 絶対線形, 軌道支持剛性, マルチプルタイタンパー,

連絡先 〒321-0965 栃木県宇都宮市川向町1番48号 東日本旅客鉄道(株)新幹線統括本部宇都宮新幹線保線技術センター TEL 028-348-0330

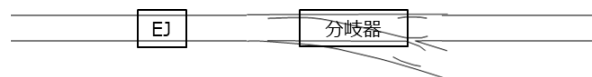


図4 IMS3000計測による垂直変位及び計画線

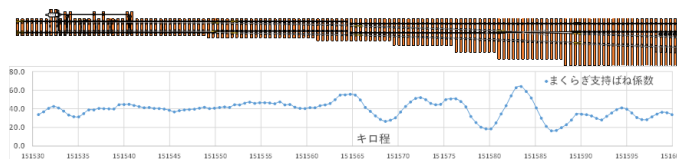


図5 小型FWD計測結果

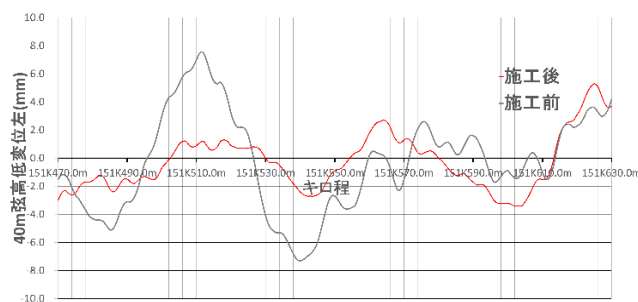


図6 那須塩原54AB 40m弦高低変位(施工前後比較)