

既設線省力化軌道における長波長変位対策の取組み

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○柿崎 慎介
東日本旅客鉄道株式会社 非会員 栃倉 善明

1. はじめに

JR東日本では、平成10年から首都圏の既設線に対し、省メンテナンスを目的とした軌道(図-1)の敷設を進めている。この軌道は軌道補修の大きな割合を占めるつき固め作業が不要なことから大きな省メンテナンス効果を発揮するとともに、既設線の列車間合いで敷設が可能であることや、構造が簡素である為、想定される軌道変位が小さい点が特徴である。

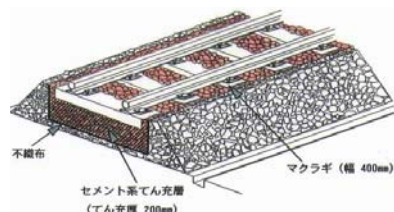


図-1 既設線敷設型省力化軌道

100km/h を越える高速線区への敷設も進められており、今後は更なる高速線区への導入も見込まれることから、長波長変位による影響の管理手法を検討する必要がある(図-2)。

本稿では 100km/h を越える高速線区の省力化軌道区間における効率的な列車動揺対策として取り組んだ、復元波形整正ソフトの活用と省力化軌道の構造を活かした軌道整備について報告する。

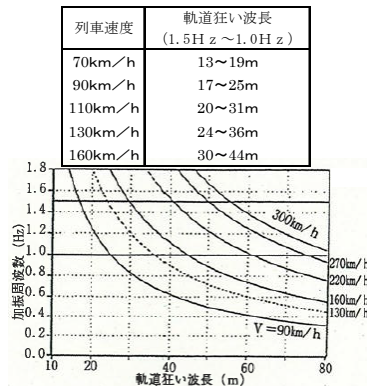


図-2 速度と変位波長の関連性

とになる。一般のバラスト軌道と比較し、レール以下において想定される軌間・通り変位の発生要因がインシュレータ損耗に限られるという点も修繕施工の容易さという面でメリットであるといえる。

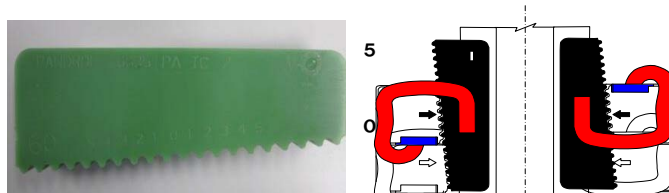


図-3 楔形インシュレータ

(2) 省力化軌道における長波長変位

本省力化軌道の敷設は、既設線の保守間合い内にバラストを撤去し、原姿の線形に合わせて敷設していくのが標準的な手法である。また、てん充填材によるバラスト層充填後には大きな線形改良は困難となる為、敷設工事の前に線形状態の整正を実施することが敷設後の軌道状態維持のために重要である。

てん充填材による充填前にはMTTによる軌道整備実施を標準としており、厳しい仕上がり基準の設定(通り10m弦で±2mm以内)により省力化軌道のもつ本来の性能を発揮するように留意されている。

しかし、軌間・通り発生要因であるインシュレータの摩滅により10m弦変位とともに長波長変位が生じており、生じた長波長変位は横圧の増大による楔形インシュレータの摩滅を更に助長させ、それにより進行した変位が列車動揺に繋がるという循環が生じている。これは適用範囲拡大により敷設され始めた高速走行線区において得に顕著となる。

2. 既設線省力化軌道の現状

(1) 既設線省力化軌道の構造

本省力化軌道はバラスト層をセメント系てん充填材により充填することでマクラギと一体となった構造である。レール締結装置はバンドロールクリップと楔形インシュレータ(調整目盛付き: 図-3)を採用しており、マクラギとバラストが一体であることから通り・軌間の整正はこのインシュレータの調整のみで行うこ

3. 列車動揺対策の検討

長波長変位や列車動揺に対する対策として、省力化軌道敷設の採算性を悪化させず¹⁾、また今後のメンテナンス作業の人手不足というニーズに合致した対策とすることが必要である。そこでこれに対応した対策として、以下による整備を検証した。

(1) 復元波形整正システム NtiEz の活用

NtiEz により移動量制約や施工始末端への滑らかな

キーワード 省力化軌道、復元波形、補修量算出システム NtiEz、
連絡先 〒160-0021 東京都新宿区歌舞伎町 1-30-3 TEL 03-3367-8410

取り付けを加味した移動量を算出した。測量をはじめとした現場調査への労力を大幅に削減するとともに、長波長成分の除去が可能である為、高速域での乗り心地改善効果や横圧の低減による軌道材料の延命効果が期待できる。

移動量は楔形インシュレータの調整余裕量 $\pm 5\text{mm}$ の範囲とし、現場の構造物や諸条件に合わせて移動量制約を与えた。今回の位置合ズレ補正はトラックマスターによるものとし、これは本省力化軌道が動的変位を生じにくい構造であり、静的変位との相互相関が明瞭になり易いという点で有利である為である。

(2) ナイロン 66 製インシュレータの敷設

軌間・通り変位の発生主要因であるインシュレータの摩滅は、著しい横圧の影響により生じる瞬時的な摩擦熱が要因と推測されている²⁾。そこでインシュレータ摩滅が散見される箇所においては融点が 100°C 高いナイロン 66 製インシュレータを採用することとし、

(1) の復元波形施工と併用により軌間・通り変位の進行抑制が大きく期待できる。

上記 2 点を対策の基本としつつ、施工手法についても効率的な手法を検討し、以下の要領により実施することとした。

(3) 省力化軌道の構造を活かした施工

① 通りの移動

バラスト軌道のようにマクラギごと移動させる作業や、直結軌道のようなタイプレートを移動させる作業が不要である為、外軌(整正側)レールを 3~5m ずつ緩解し、インシュレータの調整によりレールを移動する。外軌を締結後、内軌レールの整正を行う。

② 移動量管理

インシュレータ目盛を移動量目安にしつつ、左右レールが独立した構造である点を活かし、整正側レールの逆レール(或いは隣接線レール)を基準杭として活用することとし、軌間ゲージにより移動量を確認する。

4. 対策施工の実施

長波長変位が要因と想定される左右動揺が生じた 2 箇所について対策施工を行い、従来の通り整正と比べた施工性と施工の仕上り精度を検証した。

(1) 曲線半径=800m、施工延長 120m

施工に従事した作業員は 8 名で、施工の総所要時間は 2.5 時間であった。施工前後の軌道状態の比較を図-4 (1) に示す。10m 弦では大きな変化はないものの、20m 弦で 10mm 程の良化がみられ、復元波形施工によ

るインシュレータ調整余裕 $\pm 5\text{mm}$ の調整だけで効果が得られると確認出来た。列車動揺は施工前 0.17g であったものが 0.05g 以下となっている。

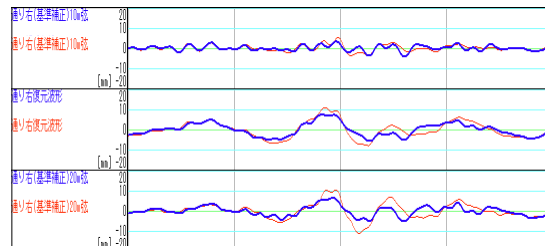


図-4 (1) 施工前後比較

(2) 曲線半径=550m、施工延長 190m

作業員 10 名で、施工の総所要時間は 3 時間であった。(1) と比較して時間を要したが、単純に施工延長増による測点数と軌間整正作業量の増加によると考えられるが、バラスト区間の施工と比較すると延長増による時間増は微小であるといえる。

施工前後の軌道状態比較を図-4 (2) に示す。(1) と同様に 20m 弦で 10mm 程度の良化が確認出来た。列車動揺も 0.17g から 0.05g 以下へ改善されている。

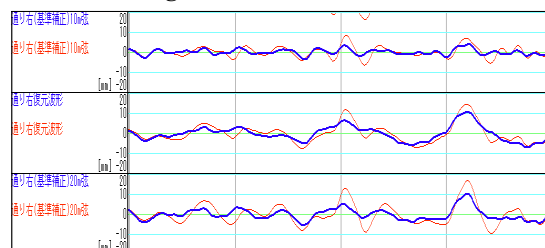


図-4 (2) 施工前後比較

5. まとめ

本軌道は構造が簡素であるという特徴によりバラスト軌道や他直結軌道等と比較して一晩の施工可能延長が長く、復元波形施工に優位であると言える。これにより長波長変位の管理が容易であることから 130km/h 区間など更なる高速線区への適用に効果的である。

今後は高速線区において同手法を広く適用して効果を確認しつつ、今回敷設したナイロン 66 製インシュレータによる延命効果についても注視していき、敷設の費用対効果の検証を進めていく。

参考文献

- 1) 伊勢勝巳ほか(1997): メンテナンスフリー軌道の収支採算性の検討、土木学会第 52 回年次学術講演会 pp.684~685
- 2) 熊倉孝雄ほか(2010): 各種軌道条件に適応した TC 型省力化軌道の開発、JR EAST テクニカルレビュー No.39-9