

インターバル式圧力注入法による省力化軌道修繕工法の試行

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 松本 和真
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 嘉嶋 崇志
 平成テクノス株式会社 正会員 有馬 重治

1. はじめに

JR東日本では、平成7年から首都圏を中心に省メンテナンスを目的とした省力化軌道の敷設を進めている。この省力化軌道は概ね10年～15年に1回程度の中規模修繕（敷設費の5%程度）を想定し敷設していることから¹⁾、中規模修繕工法を確立する時期を迎えている。

省力化軌道はてん充層下の路盤土の流動化により空隙が生じ、軌道沈下することが分かっている（図-1）。

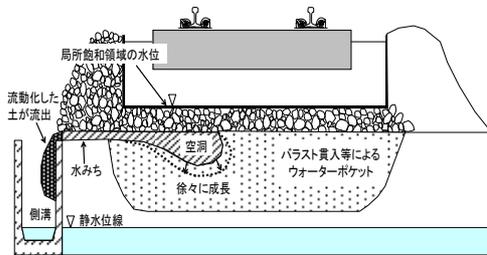


図-1 軌道変位発生メカニズム

従来の修繕方法は、パッキン材によるレール面整正や、てん充層脇を掘削し、ジャッキで扛上後にてん充層下の空隙に新たにてん充材を打設する方法を採用している（図-2）。

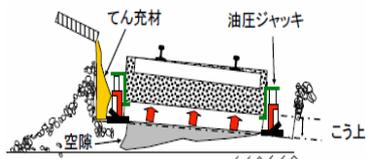


図-2 掘削・再てん充工法

しかし、てん充層脇が狭隘で掘削ができない場合や、てん充層脇からのてん充材の打設が空隙を確実に埋めたことを確認することが難しいといった課題を抱えている。そこで、平成21年から新たな沈下修繕工法として、インターバル式圧力注入工法の軌道修繕工法へ適用可否の検証を進め²⁾、営業線施工に向けて実験・検証・改良を進めてきた。

インターバル式圧力注入工法の概念を図-3に示す。インターバル式圧力注入工法は、複数の注入管からグラウト材を注入することで半球状に強制圧密した後に、再度グラウト材を注入して、半球状体で反力を取りながら液体楔力で構築物を持ち上げる工法である。また、

複数の注入管を同時に切換え、バルブの開閉により一本ずつ注入を行うインターバル式をとっている。

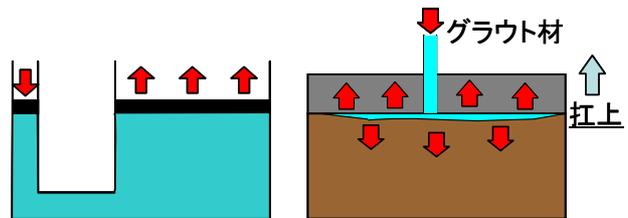


図-3 工法原理

本稿では実用化に向けた開発結果を報告する。

2. 工法の現状と課題

(1) 湿潤路盤上での施工の可否

省力化軌道において軌道沈下が発生する箇所は排水不良等により路盤が軟弱化している箇所であることが多いため、湿潤路盤上での扛上状態の確認を行った。

(2) 実軌道での扛上精度

構築物の不等沈下対策として用いられる本工法で、水準変位と高低変位の同時解消可否や、てん充層下の空隙を有する軌道を一定精度確保しつつ扛上可能か検証した。

(3) 施工工程の効率化・施工性向上

山手線のように保守間合いが短い線区（約180分）においても施工可能であり、またホーム等によりスペースが制限される箇所においても施工を可能とするため、システムの簡素統合化を図った。

3. 課題に対する検証

(1) 湿潤路盤モデル実験

模擬的に実物大の湿潤路盤を敷設し、設定軌道扛上量（40mm）に対する実証試験を行った。湿潤路盤土の条件は以下の通りである。

- ①路盤の湿潤状態を保持するため、試験範囲を不織布+ブルーシート+不織布の3重構造により養生。
- ②路盤材料となるロームを二回に分けて転圧し、200mmの路盤層を敷設。材料物性は土質試験結果により表-1のものを用了。
- ③碎石をローム層の上に一層散布し、泥水を20mm程

キーワード 省力化軌道、沈下修繕、圧力注入、
 連絡先 〒160-0021 東京都新宿区歌舞伎町1-30-3 TEL03-3367-8410

度分散布。泥水は液性限界の2倍程度の含水比とした。

表-1 路盤材料の物性

項目	値
自然含水比	120.2%
液性限界	171.5%
塑性限界	84.6%
塑性指数	86.9
コンシステンシー指数	0.59

検証の結果、注入材がてん充層下部の泥水を押し出しながら扛上していくことが確認でき(写真-1,2)、湿潤路盤での軌道扛上が可能なことが確認できた(図-2)。

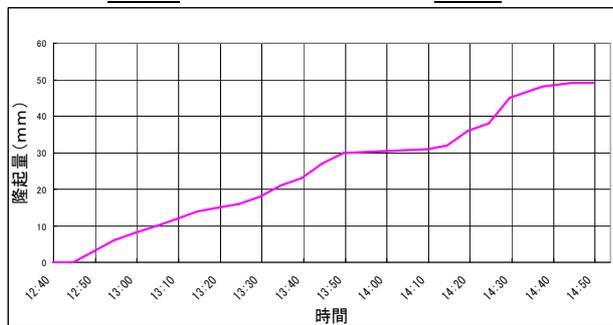


図-2 湿潤路盤上 扛上試験

(2) 実験軌道での扛上精度確認

延長75mの省力化試験軌道を敷設し、営業線より近い環境で扛上試験を行った。試験では①軌道変状への対応可否②てん充層下に空洞がある軌道における扛上の可否について検証した。軌道状態やてん充層下の条件に関わらず、概ね計画通りに扛上出来たが(図-3)、水準変位が残留するという課題が生じた。この原因は高低変位を各注入管からの注入量の調整により解消したものの、注入管間の距離が近く、注入剤の影響が対側レールにも及んだことと推察された。また、1種類の注入剤のみでの扛上量コントロールに限界があることも分かった。

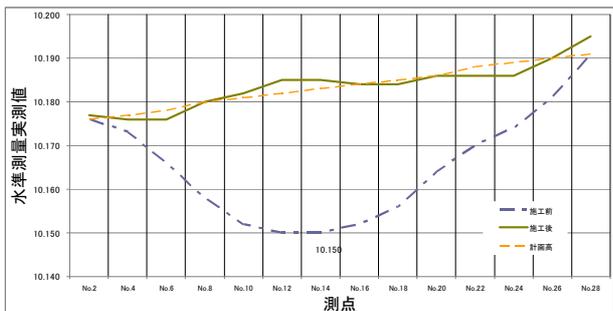
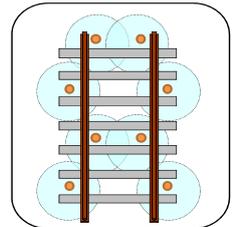


図-3 実軌道扛上試験

そこで、注入管の配置を見直すとともに、注入剤を

瞬結型と緩結型の2種類を用いることで初期強度発生時間に時間差を設け、瞬結型により水準変位を解消、緩結型で高低変位を解消するという2段階の扛上方法を検証した。注入管の配置位置はレール近傍を基本に軌間内外で千鳥に配置し(図-4)、2種類の注入剤を現場水準変位状況により使い分けた。その結果、施工前に7mmであった水準変位が仕上り基準値内の1mmとなり、水準変位へも対応可能であることを確認した。



●...注入管挿入位置
○...注入剤拡散方向

図-4 注入管の配置

(3) プラント設備の改良

① 現行の自動切換ユニットを改良・小型化

軌道工事に対応させるために、(ア)建築限界内に設置(イ)設置時間の短縮化の観点から改良を行った。従来注入孔1箇所に対して1ユニットだったものを注入孔8箇所につき1ユニットにした(写真-3)ことで



写真-3 ユニットの小型化(右:改良後)

器具が簡素化し、作業前準備作業を大幅に省略可能にした。

② プラント設備のポンプ改良

薬液の使用量等を見直した。ミキサー主要部をポンプユニットへ内蔵させたことで小型化した。

4. まとめ

本開発によりインターバル式圧力注入工法が省力化軌道の修繕に適用できることが実証できた。今後は軌道のリアルタイムモニタリング等について開発を進め、実用化を目指す計画である。

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) 岩田誠ほか(2010):インターバル式圧力注入による沈下修繕工法の開発、土木学会第65回学術講演会 pp.499~500