

インターバル式圧力注入工法本線施工箇所の軌道状態について

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○柏木 将幸
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 柿崎 慎介
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 堀 雄一郎

1. はじめに

JR 東日本では、東京圏を中心に TC 型省力化軌道（以下、TC 型軌道という）の敷設を進め、保守作業の低減を図っている。一方、TC 型軌道はてん充層下の路盤土の流動化により空隙が生じ（図 1）、一部では列車通過時にアオリが発生している箇所がある。

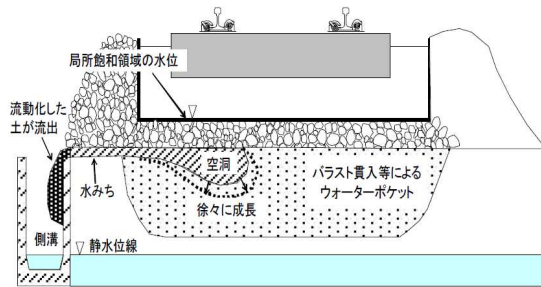


図 1：軌道変位発生メカニズム

従来 TC 型軌道の修繕は、パッキン挿入や再てん充により行っていたが、地盤状態が悪いことによるパッキン挿入の繰り返し施工箇所や、狭隘部のために重機作業を伴う再てん充が行えない箇所への対策として、新たな軌道の沈下修繕工法としてインターバル式圧力注入による軌道の修繕工法の検討を進め、本線施工を行っている。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して、半球状体で反力を取りながら液体楔力（図 2）で構造物を持ち上げる工法である。

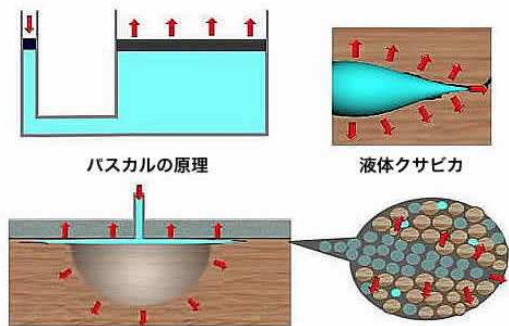


図 2：液体楔力イメージ（平成テクノス(株)HP 引用）
http://www.heiseil.com/jog_method/interval.p

2. インターバル式圧力注入工法導入への取り組み

これまで、インターバル式注入工法は岩田ら¹⁾によって軌道修繕工事への適用可否の検証がされ、柿崎ら²⁾によって湿潤路盤上での施工の可否、実軌道での扛上精度、施工行程の効率化・施工性向上が検討されてきた。また、奥村ら³⁾によって、軌道の異常扛上を防止するため、軌道扛上量を把握する装置「リアルタイム軌道モニタリングシステム（以下：リキムス）」が開発されたことによって、平成 24 年から試行的な本線施工を実施した。

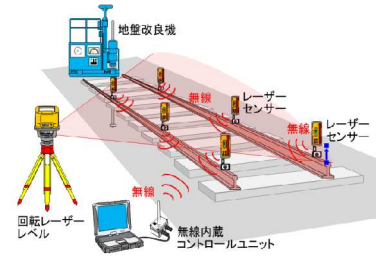


図 3：リキムスイメージ

3. 本線施工箇所の軌道状態

このインターバル式圧力注入工法による TC 型軌道の修繕箇所について、その後の高速軌道検測車軌道変位データを調査することにより、軌道変位抑制効果を評価する。対象線区は、首都圏の通勤線区で通トンは 0.4 億トン/年である。

(1) 施工箇所別の軌道状態の評価

本線初施工の 2012 年 6 月から 2015 年 4 月までの 7 箇所について、施工目的と結果を検証する。

表 1：施工箇所と目的

番号	線別	キロ程	施工日	目的
①	上	8k113～128m (l=15m)	2012年6月23日	・本線初施工 ・施工後軌道状態の評価
②	上	13k465～480m (l=15m)	2013年5月31日	・リキムス初導入
③	上	11k342～361m (l=19m) 11k351～371m (l=20m)	2013年10月18日	・曲線区間への適用 R=3000m、C=15mm
④	下	9k484～504m (l=20m)	2014年7月24日	・急曲線部への適用 R=300m、C=60mm
⑤	上	11k135～146.5m (l=11.5m)	2015年4月15日	・こう上量の大きい箇所への適用(最大45mm)
⑥	上	11k151.5～167m (l=15.5m)	2015年4月20日	・緩和曲線への適用 R=600m、C=65mm
⑦	上	11k169～188.3m (l=19.3m)	2015年4月22日	・勾配区間を含んだ区間 15‰

① 上り 8k113～128m（本線初施工）

表 1 中の①上り線 8k121m（施工範囲中心）の施工直後の高低を 0 とした高低変位の推移（図 4）より、施工後約 4 年間（1.7 億トン）の軌道変位進みは小さいことが分かる。

キーワード 省力化軌道、沈下修繕、インターバル式圧力注入、リキムス
 連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目 2 番 6 号 JR 新宿ビル 4 階 TEL 03-6276-1251

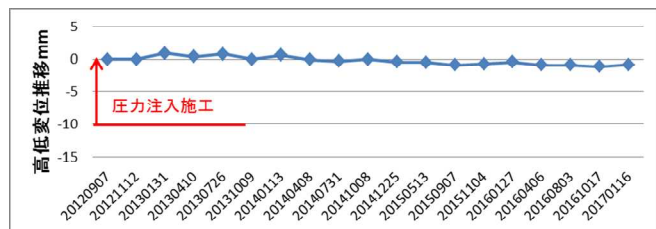


図4：上り線 8k121m 高低推移

② 上り線 13k465～480m (リキムス使用初施工)

奥村ら³⁾によって、リキムスを使用した初の本線施工が行われ、良好な結果を得ている。

③ 上り線 13k342～371m (曲線区間への適用)

表1中の③上り線13k342～371mの施工前後の水準の比較(図5)より、施工の前後において水準の異常な変化は生じておらず、カントの存在する曲線区間においても施工可能であることが確認された。

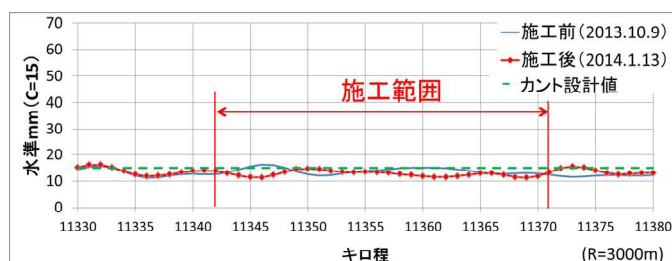


図5：13k342～371m(円曲線部での施工前後の水準)

④ 下り線 9k484～504m (急曲線区間への適用)

表1中の④下り線9k484～504mの施工前後の水準の比較(図6)より、施工前後において水準の異常な変化は生じておらず、高カント区間においても施工可能であることが確認された。

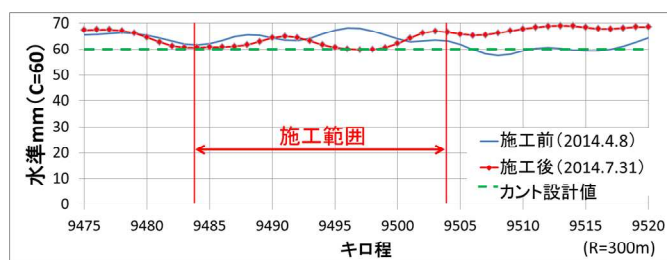


図6：9k484～504m(円曲線部での施工前後の水準)

⑤⑥⑦ 上り線 11k135～188.3m (高扛上、カント逓減、勾配区間への適用)

表1中⑥上り線11k180mの高低変位(図7)より、扛上量の大きい箇所でも施工後約2年間(0.7億トン)の軌道変位進みは小さいことが分かる(最大こう上量は45mm)。また、施工前後の水準の比較(図8)より、緩和曲線のカント逓減区間にも対応できることが分かる。また、本区間は全て15‰の勾配区間であり、問題なく施工できている。

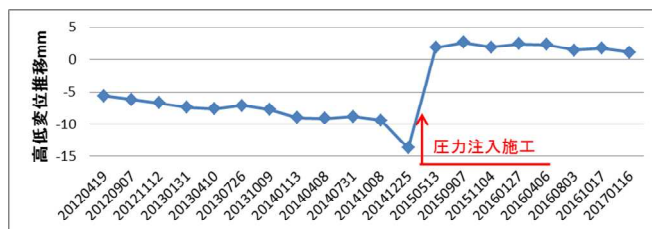


図7：11k180m 高低推移

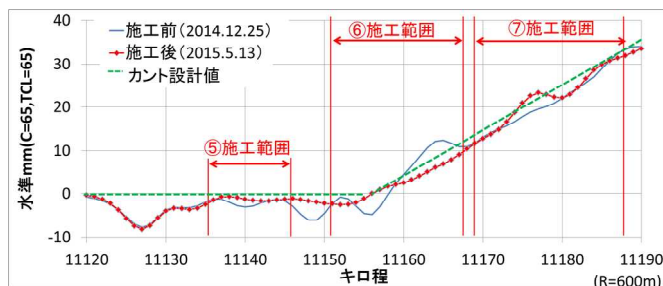


図8：緩和曲線部での施工前後の水準

(2) インターバル式圧力注入工法施工箇所の軌道変位進み

表2に施工後2～4年間の軌道変位データによる軌道変位進みを示す。前後の検測点の影響で軌道変位進みがプラス側になるものもあるが、インターバル式圧力注入工法による修繕後の軌道変位進みは、概ね年間(0.4億トンあたり)1mm程度であることが分かる。

表2：各所軌道変位進み

番号	線別	施工位置	施工後直近高低(mm)	施工後最新高低(mm)	経過日数	軌道変位進みmm/年(0.4億トンあたり)
①	上	8k113～128m	-2.8	-3.6	1592	-0.2
②	上	13k465～480m	-2.4	-4.6	1270	-0.6
③	上	11k342～361m	2.9	5.5	1099	0.9
		11k351～371m				
④	下	9k484～504m	-0.2	-0.2	907	0.0
⑤	上	11k135～146.5m	-1.9	1.1	614	1.8
⑥	上	11k151.5～167m	1.8	-0.3	614	-1.2
⑦	上	11k169～188.3m	-0.9	-1.5	614	-0.4

4. まとめ

インターバル式圧力注入工法本線施工箇所の軌道状態調査により、以下の点が分かった。

- ・施工後高低変位進みは年間(0.4億トン)1mm程度
- ・最大65mmのカントの存在する区間でも施工可能
- ・最大15‰の勾配区間でも施工可能
- ・1日最大45mmの扛上可能

以上より、曲線や勾配区間などの条件でも施工が可能であり、本線施工後の軌道状態は良好であることが分かった。今後は施工方法の効率化を検討し、標準化を進める。

参考文献

- 1) 岩田ら：インターバル式圧力注入による軌道の沈下修繕工法の開発、土木学会第65回学術講演会 2010.9
- 2) 柿崎ら：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、土木学会第67回学術講演会 2012.9
- 3) 奥村ら：省力化軌道の機械化補修に伴う軌道こう上量の施工管理装置の開発、土木学会第69回学術講演会 2014.9