

## 道床安定剤による安定処理の有用性に関する検証

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 帰山直大  
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 山口剛志

## 1.はじめに

軌道構造の一つであるバラスト軌道は列車が通過する際に弾力的な挙動を示すが、軌道の歪みすなわち軌道変位が他の構造に比べ発生しやすい一方で、修繕の施工性に優れるといった特徴がある。軌道変位に対して、マルチプルタイタンバ(以下 MTT)による施工は一晩あたりの施工延長が長く有効な修繕方法の一つだが、軌道材料の不良が原因である場合、その要因を取り除かなければ施工品質が低下する恐れがある。本取り組みでは部分的道床不良が原因と思われる箇所について、MTT 施工品質向上を目的として条件を変更した二種類の道床安定処理を行い、それらの効果を検証する。

## 2. 既往研究及び使用材料

既往研究<sup>1)</sup>によれば、列車が通過した際にマクラギ下面端部付近では図1のように個々のバラストが回転挙動を起こし、かつ側方へ移動する傾向にあることがわかっている。これにより、MTT がつき固めを行う際に回転挙動によって摩滅した碎石をマクラギ下面へ押し入れており、MTT 施工品質低下に繋がっているのではないかと考察した。そこで、本取り組みではマクラギ下面端部付近へ道床安定剤を注入する施工方法を検討した。道床安定剤とは、道床横抵抗力の確保や飛散防止に用いられるウレタン系樹脂である。本取り組みでは、試験施工であることを考慮し

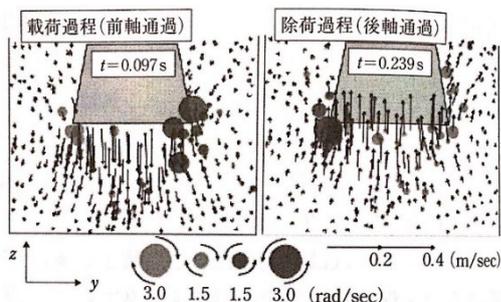


図1.列車通過時の碎石の回転挙動

空気中の水分に反応し気温 20°C の場合に約 2 時間程度で固着する 6 ヶ月経時分解形を使用することとした。なお、道床安定剤は碎石間の空隙に入り込み固着させる液剤であって、固結した塊自体の剛性は見込めないことが分かっている。

## 3. 施工方法

下記に述べる道床安定剤の注入はいずれも、10m 弦高低変位  $\pm 5$  mm を閾値として超過する箇所を高低変位 100m ロット  $\sigma$  値に影響を与える箇所とみなし限定して行うこととする。

## 3-1. 施工前注入

MTT 施工の数週間前に図2に示す箇所に安定剤を注入し固着させておき、MTT 施工当夜に固着させた道床安定剤をある程度破碎させた上で元の位置に戻し、通常通りの施工を行い二度突きで実施する。道床安定剤の破碎は固結した碎石が仮想的に粒度の高い碎石として残存しマクラギ下面へ入り込むことを狙う。また、破碎方法を検討するために行った基地線による試験では、固着させた道床安定剤をスクイーズのみで7秒要している。よって、施工性等を考慮し一度タンピングツールをタンピングさせ、その衝撃力で砕く方法を選択した。また、道床安定剤の注入量は浸透深さを考慮してマクラギ1本あたり6Lとし27本に注入した。また、スクイーズ時間は1.0秒とした。

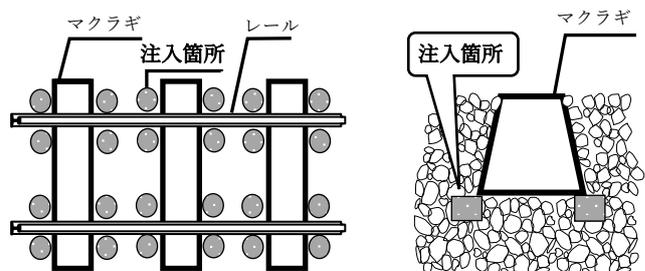


図2.安定剤注入箇所 左：平面図 右：横断面図

キーワード マルチプルタイタンバ 道床 道床安定剤 軌道変位

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) 宇都宮保線技術センター TEL 028-625-5153

3-2.施工後注入

MTT 施工後にマクラギ側面の道床をかき出し、道床安定剤を注入する。施工前注入と同様にマクラギ 1本あたり 6L を 24 本に注入した。また、基地線での試験において、スクイーズ時間の検討を実施したが大きな差が見られなかったため、当該線区における普段と同様の時間である 0.6 秒で施工を行うこととした。なお、道床安定剤注入後については図 3 にあるように、緊急時には固結した碎石を破壊できることを確認している。

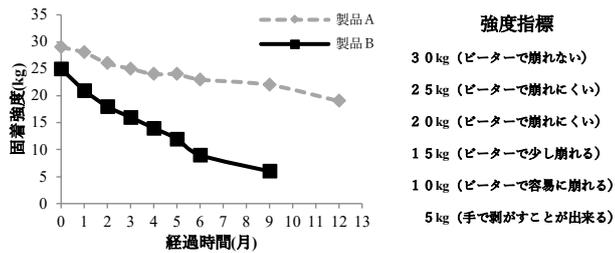


図 3.固着強度の低下(対策 3-2 では製品 B を使用)

4.対策結果

前項で述べた対策について、軌道材料が同種の箇所それぞれ実施し改善度、杭を基準とした絶対的な指標及び軌道変位進み、コスト面から検証する。

4-1.改善度

図 4 は対策毎及び未対策箇所における高低変位の改善度の推移を示している。改善度とは当社の MTT 施工品質を評価する指標の一つで、施工後の高低変位 100mσ 値を施工前の 100mσ 値で除した値で表される。施工直後から 14 日後にかけて、未注入箇所では 15.3%の増加に対し、施工前注入は 3.4%の減少、施工後注入は 0.9%の増加となり、施工の有用性を確認した。

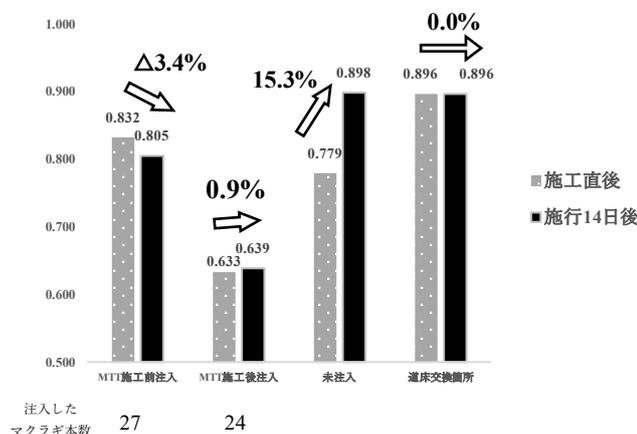


図 4.各対策毎の結果比較

4-2.杭を基準とした絶対的指標及び軌道変位進み

道床安定剤注入箇所に対し、左右の施工基面に 3本の杭を打設し施工前後及び施工 2 週間後でレールから杭までの高さを検測した結果を表 1 に示す。実こう上量に対する 2 週間での落ち込み量を表す (A-B)/(A-C)を確認すると、平均値は 1.3 と MTT 施工後注入が最も良い成果を挙げた。また、No.1 は 22mm と外れ値となっており、一度目のタンピング時に道床安定剤を破碎させた碎石がマクラギ下面へ入らなかったと考えられる。

表 1.検測結果(左右レールの平均値)

	No.	施工前(A)	施工後(B)	2週間後(C)	(A-B)/(A-C)	平均値
MTT施工前注入	1	143	132	142	22.0	8.2
	2	139	125	127	1.2	
	3	82	66	70	1.3	
MTT施工後注入	4	77	71	71	1.0	1.3
	5	76	65	69	1.6	
	6	59	50	51	1.1	
未注入	7	98	89	97	6.0	3.4
	8	92	78	86	2.3	
	9	68	62	65	1.9	

また、軌道変位モニタリング装置の 10m弦高低変位の進み量を比べると MTT 施工前注入では 3.6mm/100 日、MTT 施工後では 1.9mm/100 日、未注入箇所では 3.6mm/100 日であった。MTT 施工後注入は 6.1mm/年で未注入の 59%であり、当該箇所における MTT 施工頻度の削減に寄与すると考えられる。

4-3.コスト

道床不良箇所に対する暫定的処置として、道床交換が挙げられるが 5M の施工に一例として 730,120 円の費用がかかっている。一方で、道床安定剤注入は工種が存在しないものの、保安費+材料費込みでおよそ 350,000 円が見込まれる。

5.まとめ

本研究では、MTT 施工品質を目的として道床安定剤を用いた施工方法を考案し有用性の検証を行った。施工前注入では改善度の観点では最も成果を挙げたが、一部碎石がマクラギ下面へ入り込まない箇所があった。また施工後注入では改善度が未注入の 14.4 ポイント高く、持ちでは 1.9 倍と成果を挙げ、安定処理として有用性が高いと思われる。

参考文献

- 1) 相川明,浦川文寛,三次元個別要素法によるバラスト軌道の動的応答解析,鉄道総研報告,Vol23,No.2,2009