

# 講演概要 ローカル線区における低コスト噴泥対策

工藤 竜也<sup>1</sup>・佐々木 達也<sup>1</sup>・淀川 竜平<sup>1</sup>・中山 冠人<sup>1</sup>  
・三浦 剛司<sup>1</sup>・滝田 拓史<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東日本旅客鉄道株式会社 秋田支社 東能代保線技術センター（〒1046-0116秋田県能代市字機織轄ノ目153-2）

E-mail:tatsuya-kudoh@jreast.co.jp

地方ローカル線はバラストの細粒化及び土砂混入率が高くなっていることから、軌道整備後の補修効果の持続性が課題となっている。このような箇所は道床入替等による修繕が効果的であるが、厳しい経営環境下にある地方ローカル線ではコストや施工量を考慮した効率的な施工を行っていく必要がある。

本研究では、Ⅰ.道床入替より低コストであること Ⅱ.総突き固め（噴泥除去）より持続性があることを条件とし、施工方法を検討・評価した。

検証対象箇所は道床固結が連続して発生する曲線部とし、内軌側の道床肩入換により固結した道床を除去し排水性を確保し、継目部の軌道強化を図りポリマー安定剤処理を施すこととした。

施工効果について、修繕効果の持続性（噴泥、排水不良の状況）、施工の効率化及び軌道状態について評価し、肩入換箇所、ポリマー処理箇所共に良好な状態である。

**Key Words :** rural area railway, track maintenance, mud pumping, ballast replacement, drainage

## 1. はじめに

当所が管理している五能線はバラストの細粒化及び土砂混入率が高くなっていることから、軌道整備後の補修効果が持続しない状況にある。バラストの細粒化及び土砂混入率が高い箇所は、細粒化したバラストが固結しているため排水不良（2018年度、道床路盤検査27箇所 延長3195m）を引き起こし、噴泥の発生等、軌道状態に悪影響を及ぼしている。バラストの細粒化及び土砂混入箇所は道床入替による修繕が効果的であるが、地方ローカル線である五能線ではコストや施工量を考慮し、より効率的な施工を行っていく必要がある。本研究では、低コストで噴泥及び整備目標値以上の発生を抑制できる効果的な施工方法について検討・評価を行った。



図-1 研究対象箇所

## 2. 研究内容

### (1) 研究対象箇所

研究対象箇所は五能線 単線 21k 260～550mを選定した。当該箇所はR=300,C=45,道床厚250mmのふりい砂利、当該区間のマクラギPC化率41%の上りこう配の左曲線となっている。図-1及び図-2に示した通り、道床内は土砂混入率が高く細粒化したバラストが固結しているため、排水不良を引き起こしている。特に、降雨後はマクラギ上面まで水が溜まっている箇所もある。今回研究対象とした箇所は、線路両側に排水設備が設置されており健全に機能していることから、排水不良の原因は、道床内の細粒、土砂の固結により軌間内に水が滞留していると想定される。また、対象箇所は繰り返し動的軌道変位検修における



図-2 道床状態

表-1 施工条件

施工方法	単位	工事単価	材料単価	計(円/M)
道床入替	M	24,000	6,000	30,000
噴泥除去	M	10,000		10,000

表-2 施工方法日数の比較

施工：4日間						
①	施工方法	単位	計(円/M)	数量/M	円/80M	記事
	道床入替	M	30,000	80.0	2,400,000	4日間
施工：3日間						
②	施工方法	単位	計(円/M)	数量/M	円/80M	記事
	道床肩入替(左右)	M	19,000	80.0	1,520,000	2日
	総つき固め(四頭TT)	M	5,250	80.0	420,000	1日
	計		24,250		1,940,000	円/80M
施工：2日間						
③	施工方法	単位	計(円/M)	1日施工量	円/80M	記事
	道床肩入替(片側)	M	9,200	80.0	736,000	1日
	総つき固め(四頭TT)	M	5,250	80.0	420,000	1日
	計		14,450		1,156,000	円/80M

※道床入替を優先するため総つき固め(四頭TT)は別日に施工とする

表-3 理想とする施工方法

施工：2日間					
施工方法	単位	計(円/M)	1日施工量	円/80M	記事
道床肩入替(片側)	M	9,200	80.0	736,000	1日
総つき固め(四頭TT)	M	5,250	80.0	420,000	1日
噴泥除去(ポリマー処理)	本	14,716	9.0	132,444	継目部 97.7% 3本/箇所×3箇所
計		29,166		1,288,444	円/80M
				≈16,100	円/M

表-4 施工内容①

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
道床入替	●									
道床肩入換(左右)					●					
道床肩入換(片側)		●	●							
四頭TT		●	●	●		●				
人力TT							●	●	●	●
ポリマー安定剤処理(左右)		●				●	●	●	●	
ポリマー安定剤処理(片側)			●	●						

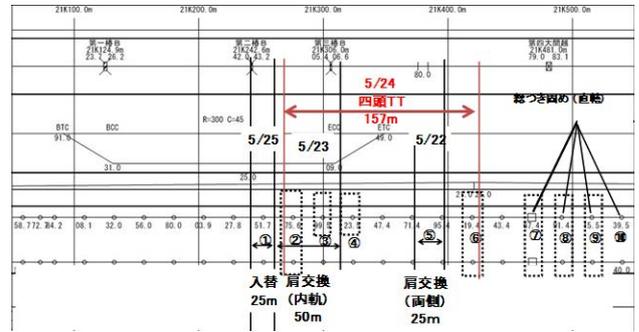


図-3 施工内容②

高低変位目標値超過箇所であり、研究対象とした区間内における土砂混入率は62.1%となっている。これは当所の管轄内の五能線全体で11.2%、奥羽本線全体で1.3%と比較すると、極めて土砂混入率が高い箇所である。

(2) 施工方法

排水性の向上と効率性を両立させるに当たり、下記の条件より施工方法を検討した。I.道床入替より低コスト(20,000円/M程度)であること。II.総突き固め(噴泥除去)より効果的な施工方法であること。I. II.より道床入替に近い効果を得られる施工方法について検討する。表-1。

五能線における一日の標準施工量は、道床入替20m、道床肩入替(左右)40m、道床肩入替(片側)80mである。このことから、施工延長を80mに設定しそれぞれの施工日数、工事単価を比較した。(表-2)①の場合4日間の施工で30,000円/M、②の場合3日間の施工で24,250円/M、③の場合2日間の施工で14,450円/Mとなっている。

表-2の結果より、③の施工方法であれば①道床入替の半分の単価で2日間で施工できる。また、今回の研究対象とした箇所が曲線部であるため、曲線部内軌側の肩入換で固結した道床を除去し排水性を確保することが可能と考え、道床肩入替(片側)+総つき固め(四頭TT)を選定した。さらに、五能線の動的軌道変位検修における整備基準値発生箇所の9割が継目部であることから、継目部の軌道強化を図りポリマー安定剤処理を施すこととした。

検討結果より理想とする施工方法を表-3に示した。表-3の施工方法であれば、条件I.目標とする単価を下回る16,100円/Mであり、条件II.の道床入替に近い効果を得られると考えた。

以上をもとに4日間で施工を計画し、表-4及び図-3に示した通り、道床入替、道床肩入替、四頭TT、人力TT、ポリマー安定剤処理の組み合わせによる施工効果の比較をすることとした。

道床入替について、片側入替80M/日の施工を理想としたが、施工箇所の条件により片側入替50M/日の実績となった。

(3) ポリマー安定剤処理

有道床軌道は、列車の繰り返し荷重を受けて軌道が沈下すると、タイタンパーによるつき固め補修を行う。しかし、道床砕石への細粒土砂混入率が高い場合、軌道整備を行っても、軌道沈下が再発しやすく、補修効果が持続しにくい。生分解性ポリマーを投入後にタイタンパーによるつき固め補修を行うことで、マクラギ下の細粒度混入バラスト道床を安定処理し、補修後の軌道沈下を抑制し補修効果を持続させることが期待できる。

ポリマー安定剤処理工法は、補修材(生分解性ポリビニルアルコール水溶液および反応促進剤)によって細粒分が多く含まれているバラスト道床を安定処理するものである。安定処理されたバラスト道床は、マクラギ支持強度が向上することから補修効果の持続が期待できる。しかしながら、細粒土がほとんど含まれない道床に対して



図-4 降雨後の施工箇所



図-5 施工後8か月後時点の施工箇所

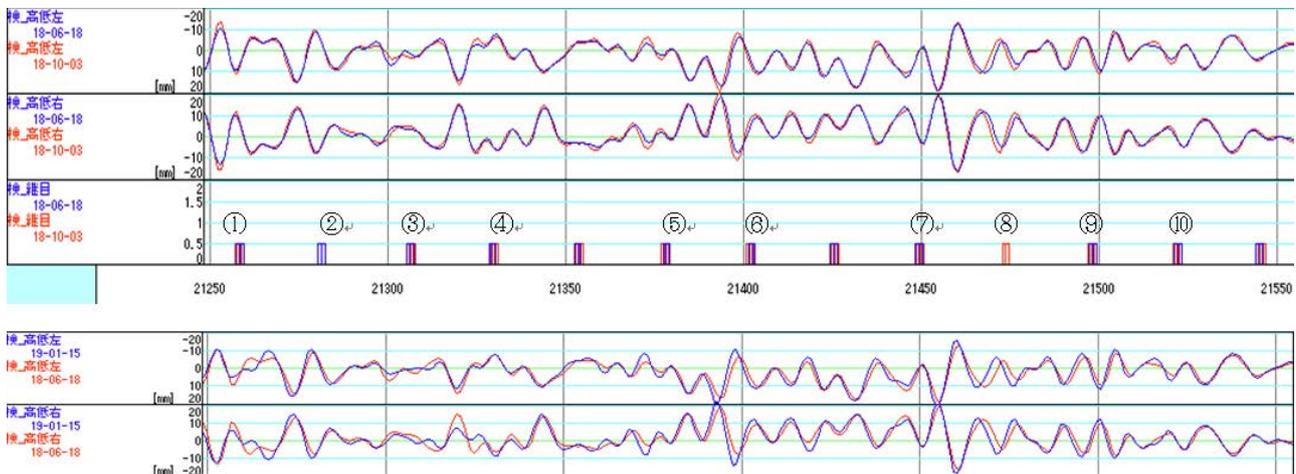


図-6 軌道変位進み比較

は、本工法の効果が期待できない場合がある。本工法は、タイタンパーによるつき固め保守時と同じ要領で、道床バラストと補修剤を混合するものであり、施工にあたっては特殊な機材等を必要としない。<sup>1)</sup>

#### (4) 検証

施工効果の検証は、修繕効果の持続性、施工の効率化及び整備目標値の発生状況という観点から評価を行った。

①施工から5か月後時点の降雨後の施工箇所の状態を図-4に示す・ポリマー処理を施した継目部については噴泥の発生は見られず、施工箇所全体で良好な状態である。

施工8か月後時点での施工箇所の状態を図-5に示す。ポリマー処理を施した継目部については噴泥の発生は見られず、施工箇所全体で良好な状態である。

②施工の効率化については道床入替、道床肩入替（左右）が一日25mの施工延長。道床肩入替（片側）は一日50mの施工延長となっているため施工延長が2倍、日数の短縮によるコストダウン及び作業にかかる人員となり削

減が可能という結果を得られた。③整備目標値の発生の抑制については動的検修を基本として評価した。列車動揺検査については施工後の目標値超過が1箇所（201802～11）、East-i検測高低変位目標値超過箇所は（01→9箇所、02→1箇所、03→1箇所、04→1箇所※02,03,04の1箇所は21k460mのポリマー処理のみの人力TT箇所であったが、他の人力TT箇所の軌道状態は良好である）となっている。本研究箇所において、列車動揺検査目標値超過箇所は毎年5箇所程度、East-i検測においては20～30箇所の高低変位目標値超過箇所が発生していることから、高低変位目標値超過の抑制に効果的であるという結果が得られた。また、施工後の軌道変位進みの比較を図-6に示す。施工後である6月に検測した数値と10月の数値（上段）、1月の数値（下段）を比較すると軌道変位の進みが少ないことから、施工効果は持続していると評価できる。

修繕効果の持続性については噴泥、排水不良の状況について評価していく。為今後さらに追跡調査行っていく。

### 3. 考察

施工効果については施工直後, 3か月後, 半年後, 8か月後に現場調査を行い噴泥, 排水不良が再発していないことを確認した. 今回, 曲線部内軌側の道床肩交換による排水不良の解消は道床入替と比較して噴泥の解消, 整備目標値発生抑制の抑制という点においてそん色ない効果があるという結果が得られた. また, ポリマー処理を施した箇所は処理を行っていない箇所と比較し排水性が向上していた. しかし, ポリマー安定剤処理によるアオリの抑制についてはサンプル数が少なく, より長期的な判断が必要である. また, 実際の作業する場合においては, 施工箇所1箇所におけるポリマー安定剤処理に要する時間, 粉末, 水溶液の搬入といった点から, 緊急を要する修繕による総突き固めなど, 短い施工区間を移動しながら多数施工する際はポリマー安定剤処理は材料の運搬や作業に時間を要するという点において非効率的であるためすべての噴泥, 土砂混入箇所に適用するのは現実的ではないという現場

における作業場の課題が生じた.

今後の地方線区の管理においては, より低コストで効率的な施工が必須である. 本テーマにおいて, 道床肩交換による排水性の向上の効果が得られ, アオリの抑制についても減少または横ばい程度に抑えることで, 現実的なコストを抑えた地方線区における軌道の維持管理につなげていくことができると考える.

#### 参考文献

- 1) 公益財団法人鉄道総合技術研究所: ポリマー安定処理工法の施工の手引き, 2017. 07
- 2) 公益財団法人鉄道総合技術研究所: バラスト軌道の維持管理を低コスト化する, RRR, Vol. 74, No. 6, 2017. 06

(2019. 4.5 受付)

## LOW COST MEASURES OF MUD PUMPING FOR THE RURAL AREA RAILWAY

Tatsuya KUDO, Tatsuya SASAKI, Ryuhei YODOKAWA, Kabuto NAKAYAMA,  
Takeshi MIURA and Hiroshi TAKITA

The rural area railway has a problem about presistance. That is a repair effect after tarack maintenance. Because ballast was grain refining and high ratio of the soil mixing late. In this situation, Ballast replacement is effective . However, The rural area railway in a tough situation. And they need efficient construction that's cost and work volime.

In this research require 1.It is cheeper than ballast replacement. 2.It is more persistence than mud pumping.

This research's target is a curve. We expect it can secure drainage from to remove solidficatly mud by ballast replacement. In addition, To take the polymer stabilizer plocessing for joint strengthen.

As a resalt, Joint's were taken the polymer stabilizer plocessing that does not relaps mud pumping and entire research areas are still fine condition.