

ローカル線区に適した道床良化手法の提案

1. はじめに

持続可能な鉄道を維持するためには、需給の関係から必要な投資がある一方それを補うためのアイデアによる解決策も重要である。本取組はそのターゲットとしてローカル線の道床良化手法について述べる。

2. 課題認識

ローカル線区は、限られた予算と施工能力の中、軌道状態の維持・良化を求められており苦慮している。各現場の特情もあるが、原因として、軌道部材（レール・まくらぎ・道床）の経年劣化が考えられる。レールや、まくらぎに対しては対策の打ち手がある一方で、道床は細粒化や、噴泥延長の増加傾向に対して道床修繕が間に合わない。また、道床修繕の数量を増やすことは現実的でない。主な工事に着目すると、PC まくらぎ化工事や MTT 施工があげられるが、それぞれ軌道良化を目的とした対策が図れていないこと、効果の持続性が短く保守周期が短いことが問題としてある。これらのことから主たる工事である PC まくらぎ化工事や MTT 施工に併せて、低コストかつ施工効率を考慮した道床良化方法を検討することとする。

3. 原因分析と仮説

バラスト軌道における道床の役割から、保守の優先度を考慮し、軌道狂い・動揺が発生する噴泥箇所を今回は対象とした。よって、噴泥発生メカニズムや過去の知見から道床良化手法を検討することとする。

3.1 噴泥発生メカニズム

噴泥は、列車荷重や保守作業による道床劣化かつ、不透水層（水の存在）の形成により、道床の泥土化が進行し、局所的な軌道狂いによる浮きまくらぎが発生、その後道床上面に泥土水が噴出するプロセスで生じる¹⁾。

3.2 仮説

過去の知見²⁾によると、道床が細粒化し土砂混状態であっても、噴泥箇所を除き十分に締め固まった場合は、必要な道床抵抗力は確保されることが分かっている。一方で、道床は、含水率が高いと軌道狂い進みが早い傾向があり、道床が細粒化するほど、特に排水性能が重要

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○川口 智
といえる³⁾（図1）。ローカル線では細粒化した道床を多区間管理しているが、定期的に補修する箇所は噴泥発生箇所がほとんどである。以上から道床の排水機能のみを確保すれば、軌道保守周期の延伸を図ることができ、年間通トン数が低く、通過する車両重量が軽いローカル線区では十分だと考える。

4. 検証

4.1 検証方法

検証方法については、低コスト低労力で主たる工事と併せて施工するため、工事に影響が出ないことや工事の目的・目標感にあっているか、さらに今後の維持管理も考慮し施工方法を決定することとする。

【各主工事について】

①PC まくらぎ化工事：当日のまくらぎ交換本数を含めた施工効率を下げず、低コストでの施工。②MTT 施工：保守周期を延伸するためには、量より質を重視した施工。以上を踏まえ、今回は噴泥箇所の現地状態によりレベルが低い片側のバラスト肩を掘削する方法により排水を確保し道床状態・軌道状態の良化につながるのか検証することとした。仮説をふまえ、片側の端掘り工法の基本的な施工の考え方と施工の詳細情報を示す（図2）。



図2 基本的な施工の考え方と施工イメージ図

4.2 検証結果（施工直後）

①PC 化に併せた施工：軌道狂い進みについては、初期沈下はなく、PC 交換後の再発噴泥に対する道床修繕が必要なくなれば、当日の交換本数は若干減るがトータルとしての効果は見込める。②MTT 施工に併せた施工：工後の軌道狂いは良化傾向で、排水状態も良好であった。

キーワード 鉄道、道床、噴泥、端掘

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目4番24号

西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 イノベーション本部 TEL06-6375-2167

道床修繕と同等の効果を期待するため、軌道狂い・コスト、本検証で感じたメリットデメリットを表1および表2に示す。コストについては、仮に今回の端掘施工方法（発生バラスト現地敷均し）で、100m施工した場合、道床修繕より、934千円（78%）のコスト削減が図れる結果となった。

施工方法	通常施工への影響	効果（今後検証比較）		メリット	デメリット
		軌道狂い	コスト		
PC化同時端掘り	△	○	○	効率的：1度の施工でまくらぎも道床も良化	施工箇所の制約有
MTT施工同時端掘り	○	○	○	①時間の有効活用 ②質の向上	MTT施工箇所を考慮追加人員が必要
道床修繕	—	◎	△	抜本的対策	コストがかかる

表1 道床修繕と本施工の比較

	道床修繕	端掘り					
		片側					
		有		無			
発生バラスト産廃	有	有					
バラスト交換率	80%	100%	100%	50%	30%	0%	
コスト（円/m）	120,000	39,940	26,520	19,400	14,950	10,500	
施工体制（人）	9人	6人					
※道床・土質改良は必要なし							

表2 道床修繕と本施工のコスト比較

本施工は、それぞれ2021/3/30(PC化)、2021/4/21(MTT)に施工し、経過観察を2021/10/1に実施した。経過観察結果については次項にて評価する。

5. 検証結果に対する評価について

今回の検証に対する評価として、定性的観点と定量的観点から評価する。

① 外観による評価

外観調査では、着色水による排水実験を実施し、約半年経過しても、排水状態は良好、全箇所以前のような噴泥は再発していないこと



図3 MTT同時端掘工法前後の全景（右側端掘）

を目視にて確認した（図3）。まくらぎ間のバラスト状態は土砂混入状態であるものの、列車巡回等による体感によるバタツキの解消を確認した。一方で、端掘施工箇所に挟まれた箇所での噴泥発生を確認した。これは、前後の排水良化に伴い未施工箇所に水が帯水した事が考えられる。よって連続施工が望ましいことを確認できた。外観上の噴泥箇所解消やバタツキ解消に寄与できたことからローカル線における道床修繕の省力化等につながるといえる。

② 軌道状態による評価

MTT同時端掘施工については、施工後のキヤ車による高低時系列推移（図4）をみると通常のMTT施工と比べて良化率が高いことを確認できた（右側端掘）。また、初



図4 高低時系列推移（MTT同時施工箇所）

期沈下の傾き（図5）を確認したところ、通常のMTT施工後の沈下量と大差ないことから、良化分だけ保守周期の延伸につながる。

③ コスト評価

本取組での施工は、発生バラストを現地に敷均ししたため、道床修繕と比較して78%のコスト削減ができる結果となった。既往の研究や、2022年3月に実施している端掘箇所についても一日の施工量・単価共に道床修繕と比較すると安価であることはわかる。

6. 今後の展望

本取組において、ローカル線にて苦慮している道床をターゲットに噴泥箇所は水の存在が大きく影響しているという仮説の元、片側端掘工法という手段の検証を実施し、一定の効果を確認することができた。本取組を通して見えてきた今後の検討事項を以下にまとめる。

- ・仮説検証の継続
 - ・端掘工法の長期的効果検証
 - ・PCまくらぎ化工事、MTT施工同時端掘工法の標準化
 - ・道床による軌道状態悪化予防保全と施工箇所の選定
- 不確実な将来に向けて今後も検討の推進が必要である。

<参考文献>

1) 効果的な噴泥対策について 鉄道総合研究所指定課題 2006年3月
2) スタビライザーを用いたMTT夏期施工の実現に向けた理論的および実験的検証 日本鉄道協会誌 2021年4月号
3) 新板軌道材料新板軌道材料編集委員会 編 P365

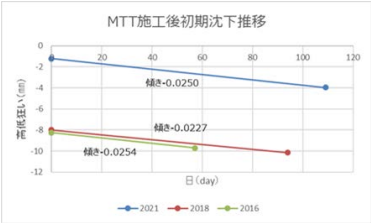


図5 初期沈下の傾き