

バラスト軌道の排水性能改善手法

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○山川 貴大

1. はじめに

軌道は繰り返し作用する列車荷重によって、徐々に沈下するため軌道狂いを整正する作業が必要となる。東海道新幹線ではマルタイでの作業を基本としているが、一部では沈下の進行が速いため、むら直しを繰り返し行う箇所が存在する。

沈下を促進させる原因は複数あるが、そのひとつが軌道内の滞水である。滞水が軌道の安定性に影響することは過去から知られており¹⁾、排水機能の回復が有効な対策である。本稿では、軌道の安定化を図ることを目標に、排水機能の回復を効率的かつ安価で実現できる工法について検討した結果を紹介する。

2. 軌道内の滞水と影響

代表的な軌道の断面を図-1 に示す。盛土や切土では、路盤の上にバラストを敷き均し、まくらぎやレールを配置している。雨水は路盤内へ浸透するほか、路盤の排水こう配に沿って流れ軌道内から排水される。バラストは列車から作用する荷重などによって、細粒化するため、通常、まくらぎ周囲の部分、図中[a]の部分新しいバラストに交換する。[b]の部分（以下、端部）は列車荷重によって細粒化することはないが、時間とともに碎石の破砕片や路盤の細粒成分が混入するため、透水性が低下する。

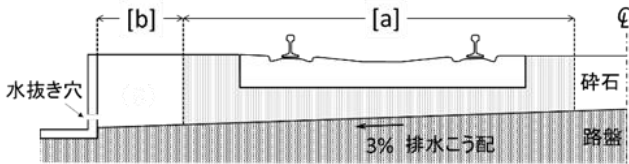


図-1 軌道の断面図

端部の状況を調査した例を図-2 に示す。表層から約 5cm までは乾燥状態であるが、それ以降は碎石に混入した細粒成分が水を含んでおり、60cm まで掘削したところには滞水が認められた。

すべてのバラストを取り替えれば排水機能を回復

させることはできるが、費用や工期の面で得策ではない。また、現地で試行錯誤しながら最適な工法を検証するのも効率的ではないため、まずは、解析と実物大試験によって最適な工法を見極めることとした。

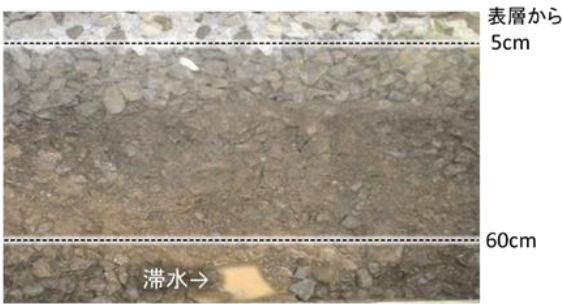


図-2 滞水状況

3. 浸透流解析

浸透流解析とは地下水の流れなどの解析に用いる手法である。現地のバラストや路盤の状況をふまえてモデルを構築し、バラストの条件を変えた 4 ケース（表-1）で解析を実施した。

表-1 解析条件

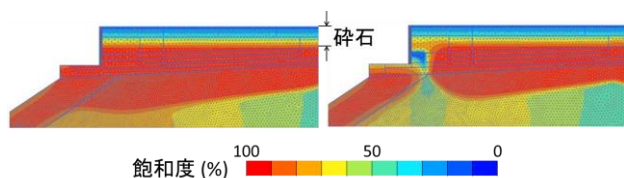
ケースNo	軌道条件	[a]の透水係数(s/cm)	[b]の透水係数(s/cm)
Case1	バラスト交換なし	9.92×10^{-2}	1.00×10^{-4}
Case2	[a]のみ交換	3.80	1.00×10^{-4}
Case3	[b]のみ交換	9.92×10^{-2}	3.80
Case4	[a]・[b]交換	3.80	3.80

降雨は東海道新幹線の降雨実績をもとに、短期降雨と長期降雨²⁾の2種類で解析を実施した。解析結果の一例を図-3 に示す。図は case2 と case3 の土中水分の飽和度をコンター表示したもので、水抜き穴付近の値に明確な差異が認められる。

また、まくらぎ下の飽和度の時間変化を示したのが図-4 である。この結果を見ると、すべてのバラストを交換する場合と端部のみバラストを交換する場合では排水機能に明確な差がないことを確認した。

キーワード：東海道新幹線、バラスト交換、軌道の排水性能

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 東海旅客鉄道株式会社総合技術本部技術開発部 TEL0568-47-5380



(a) case2 解析結果 (b) case3 解析結果
図-3 短期降雨終了から 36 時間後の飽和度

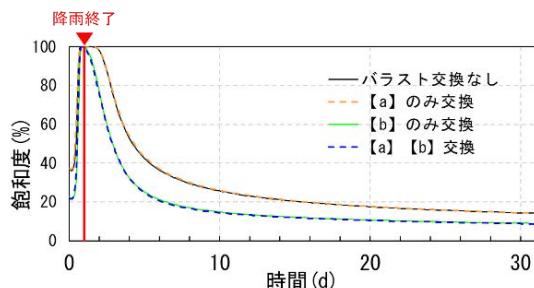


図-4 飽和度の時間変化 (case1~4)

4. 実物大試験

解析結果の妥当性を検証するため、小牧研究施設にある試験盛土（長さ 30m、高さ 6m）で散水試験を実施した。盛土上部には降雨が再現できる散水装置を備えている（図-5）。ここでは、浸透流解析の case1~3 と同じ条件の軌道を構築して軌道の排水性能を確認した。散水終了から 10 日間の飽和度変化を図-6 に示す。case1, case2 と比べて case3 の飽和度の低下が早いことが認められる。

よって、浸透流解析と同様に、端部のみバラストを交換することで、排水性能を回復することができることが確認できた。



図-5 試験盛土外観

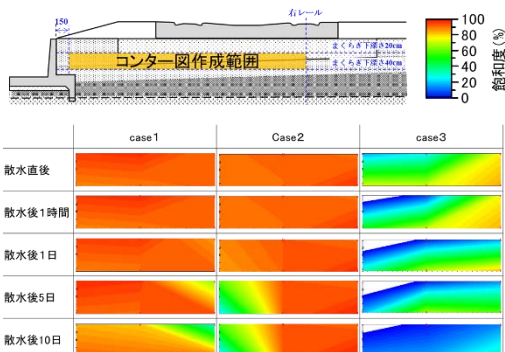


図-6 軌道内の飽和度推移

5. 営業線での施工

以上のような検証結果をふまえ、営業線で端部のみバラストを交換して効果を確認した（図-7）。交換に係る費用は全体を交換する場合の約 3 割程度と安価に施工することができる。

施工の効果は新幹線電気軌道総合試験車により測定された 10m 弦高低狂いで確認した。施工前後の約 1 年の結果を図-8 に示す。施工前と比較して、施工後は狂い量が小さくなり、軌道が安定したことが認められる。

また、人手による作業は施工前の 6 回/年に対して、施工後は 1 回/年となり維持管理に要する費用を削減することができた。

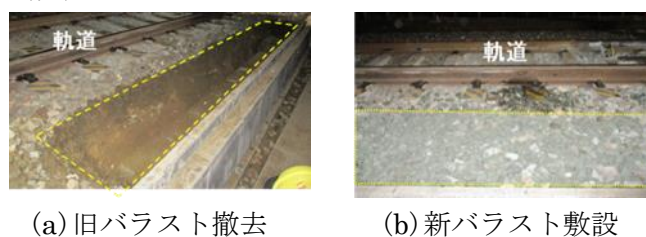


図-7 施工の状況

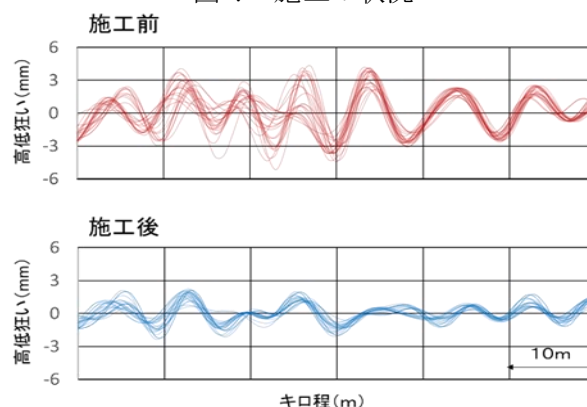


図-8 施工前後の軌道狂いの比較

6. まとめ

端部のみバラストを交換する工法は営業線の複数の箇所で行った施工を実施し、その効果の持続性について検証を行っている。それらの結果もふまえ、バラスト軌道の排水性能改善手法を導入することで新幹線の安全性の維持や乗り心地の向上をしていく。

参考文献

- 1) 川崎祐征：高速鉄道の土構造物区間におけるバラスト軌道の保守多投入箇所の成因およびその対策に関する研究, 横浜国立大学博士論文, 2019
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説（土構造）, 丸善出版, 2007.1