

全断面道床更換の施工によるトンネル内保守困難箇所解消に向けた取組み

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○飯島 充
東海旅客鉄道株式会社 正会員 森 浩大

1. 背景

小田原保線所管内は東海道新幹線の20保線所の中で最も多く軌道整備（以下、「むら直し」）を施工している。特に、保守困難箇所は保守周期が短く、管理上の大きな課題となっている。本研究では、保守困難箇所への恒久対策を実施することでむら直しの集中投入を解消し、軌道の安定化に取り組むこととした。

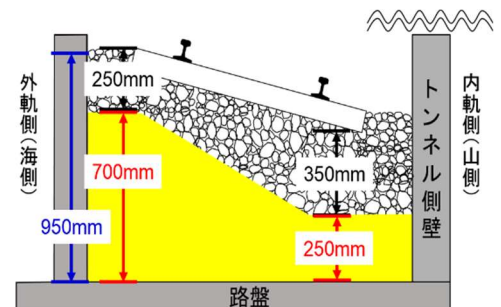
2. 保守困難箇所の選定

むら直しを多投入している箇所を分析した結果、曲線区間のトンネルが多く、その中でも第二生沢トンネルが最も軌道状態が悪いことがわかった。第二生沢トンネルのむら直し投入回数は年間24回と非常に多く、平均月に2回施工をしている。1回あたりの平均施工数量は60m、最大では100mもの施工をしており、多くのコストと人員を要している。軌道狂い進行の対策として道床更換を施工したが、施工から1年後には再びむら直しの多投入が必要となった。そのため、当該箇所では道床更換の効果が低いと考え、原因を追究することとした。

3. 仮説の設定と検証

環境（線形、漏水、信号設備）、レール（溶接、凹凸状態）、道床（細粒化検査）、路盤（スウェーデン式サウンディング、N値、振動調査）の4項目に分けて調査を実施したが、保守困難箇所となる特筆すべき原因は見つからなかった。しかし、試掘調査を実施した際に道床厚を測定した結果、道床厚が規定の250mmよりはるかに深い950mmもあった他、規定道床厚より深い部分に碎石が劣化して粉状になった層（以下、「細粒化層」）を発見した（図-1、2）。下部細粒化層が軌道に与える影響として、列車荷重がレールを介して道床に与える圧力について算定すると、道床更換の対象範囲よりも下部に圧力がかかることが分かった。また、碎石の粒径は20mm以下では支持力に効果が期待できないことから、規定道床厚下部に滞留した細粒化層の支持力不足が影響して軌道狂いが進み、むら直し多投入箇所（保守困難箇所）となっていると考えられた。

細粒化層の支持力不足を検証するため、バラストの剛性を小型FWD（Falling Weight Deflectometer）により測定することとした。これは、載荷板上に重錘を自由落下させ、衝撃荷重と変位量から地盤反力係数 K_{30} 値を求め、路盤の剛性を評価する測定方法である。



■ 粉状になった層（碎石混じり）
図-1 トンネル内軌道断面図

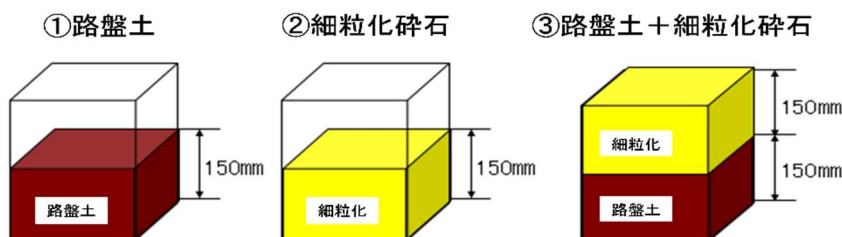


図-3 小型 FWD による測定内容



図-2 粉状になった碎石

キーワード 軌道管理, トンネル, 細粒化碎石, 全断面道床更換

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-9-1 JR 東海 新幹線鉄道事業本部 施設部保線課 TEL:03-5218-6237

測定内容は図-3 に示す通り、①路盤土のみ、②細粒化碎石のみ、③路盤土+細粒化の3種類とした。現場で試験体を採取し、300mm四方の型枠に入れて測定を実施した。まず、①と②を測定・比較したところ、①が187.08 MN/m³に対し、②は144.49 MN/m³となり、細粒化碎石の方が路盤土より相対的に支持力が低いことがわかった。次に、①と③を比較し、路盤土上に細粒化碎石が滞留することによって軌道支持力に与える影響を確認した。結果は①が187.08 MN/m³であったのに対し、③は109.17 MN/m³となり、路盤土上に細粒化碎石が滞留することで支持力がさらに低下することがわかった。この検証結果を踏まえ、規定道床厚下部に存在する細粒化碎石を除去しなければ根本的な解決にはならないと考え、路盤面までの碎石を更换する「全断面道床更换」を施工することとした。

4. 対策実施

施工位置はむら直し投入回数や試掘調査の結果から、64k130m～145mの延長15mとした。また、効果の比較を行うため、その前後で通常其道床更换を施工した。今回の施工では路盤面まで最大950mm掘削することから、通常其道床更换と比べると外軌側は500mm掘削深さが大きくなる。そこで、掘削深さが増大することを加味した施工方法を検討した。まず、仮受け台崩れ防止対策として、碎石が入った袋(トン袋)を掘削箇所の手前から重機で吊り、碎石散布車通過前に通常と同じ500mmの高さまで予め碎石を散布した。これによって、仮受け台を高く積み上げる必要性をなくし、崩れを防止した(図-4)。また、下部締め固め不足防止対策として、通常其道床更换より深い部分については3層に分けてランマーで入念に転圧することで、締め固め不足を防止した。以上の対策により、当初の予定通り最大950mmの道床更换を無事故で完遂し、細粒化層を完全に除去することができた。

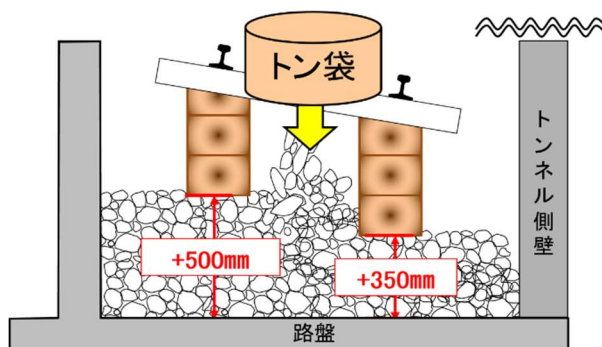


図-4 仮受け台崩れ防止対策

全断面道床更换と通常其道床更换の施工範囲の10m弦高低狂い最大値の施工前後1年間の推移を図-5に示す。いずれも施工前後の軌道状態は改善されており、軌道狂い進み量(軌道試験車が走行する頻度=約10日あたり)を比較すると、全断面道床更换が-0.02mm/10日、通常其道床更换は-0.20mm/10日となり、全断面道床更换は通常其道床更换に比べて約1/10という高い効果を確認することができた。むら直し投入回数についても、通常其道床更换区間のむら直しは年間3回に対し、全断面道床更换区間は年間0回で軌道状態が安定していることから、全断面道床更换の効果が高いことを確認することができた。

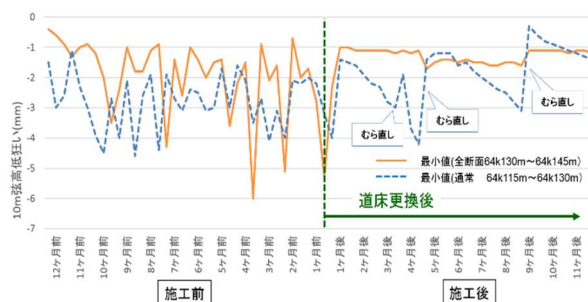


図-5 施工前後の10m弦高低左レールの最大値

5. まとめ

- ① 細粒化碎石の支持力不足という保守困難箇所の原因を特定し、施工方法を工夫することで全断面道床更换工法を確立することができた。
- ② 施工後の軌道狂い進み量、むら直し投入回数ともに全断面道床更换は通常其道床更换に比べて高い効果を確認することができた。
- ③ 初期費用は全断面道床更换が通常其道床更换に比べて若干高くなるものの、その後の維持管理においてむら直しが削減され、大幅なコスト削減が見込まれる。

謝辞:本研究を行うにあたり、双葉鉄道工業(株)小田原支店、会縄軌道(株)の皆様にご多大なるご協力を頂きました。