

営業線における既設線省力化用路盤改良工法の試験施工

公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 ○伊藤孝記 桃谷尚嗣 木次谷一平

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 神津大輔 栗原巧

1. はじめに

バラスト軌道の保守低減を目的として、TC型省力化軌道（以下、省力化軌道）が初めて敷設されてから、20年が経過しており、その多くは良好な軌道状態を保っている。しかしながら、軟弱路盤上に敷設した一部の箇所では、供用後数年で修繕が必要な状態となり、保守に苦慮している¹⁾。これまでの敷設経験を踏まえ、省力化軌道の新設する場合には排水設備等の検討を必須としているが、路盤改良については検討されていない現状がある。その理由の一つとして、省力化軌道の施工と同時に施工可能な路盤改良工法が無かったことが挙げられる。

そこで、本研究では、省力化軌道を軟弱路盤上に新設する場合を対象として、省力化軌道の施工と同時に路盤改良を行うことができる工法を開発した。ここでは、営業線での試験施工より得られた知見について報告する。

2. 後充填路盤改良工法の概要

本検討では、省力化軌道の施工手順を考慮して、路盤改良を2段階（路盤置換え作業とグラウト充填作業）に分けて施工する後充填路盤改良工法を開発した（図1）。以下に、本工法の構築手順を示す。

手順1：まくらぎ及び道床の撤去と同時に、路盤土の掘削を行う（図1（a））。

手順2：掘削した路盤土の代わりに、新品バラストを敷き詰め、タイピングランマを用いて念入りに締固めを行う。その上に、省力化軌道の所定の構築手順に則り、木枠及び不織布を設置して、まくらぎを締結する。その際に、後日、路盤部にグラウト材を充填するための充填管を木枠の外側に設置する（図1（b））。

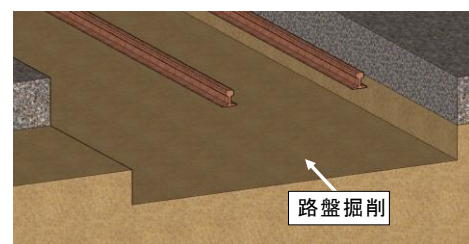
手順3：新品バラストを投入して、バラスト軌道の状態で復旧する（図1（c））。

手順4：任意のタイミングで、充填管よりグラウト材を充填し、路盤改良層を構築する（図1（d））。

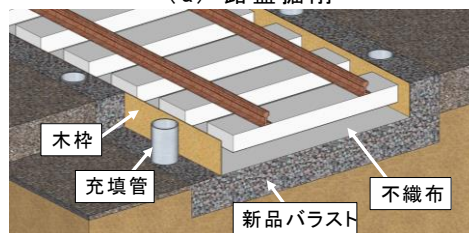
本工法で用いた路盤改良材は、既開発のグラウト充填路盤改良工法²⁾に用いた路盤改良材と基本的には同じであるが、本工法は充填管からグラウト材を充填するため、グラウト材のゲルタイムを5分程度に遅延させたものを用いている。本工法で用いた路盤改良材の材料特性は、新品バラスト（密度 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ ）にグラウト材を注入して作製した供試体（供試体寸法： $\phi 300\text{mm} \times h 600\text{mm}$ ）を用いた一軸圧縮試験により、材齢1日、7日の一軸圧縮強さと割線弾性係数 E_{sec} を確認した（図2）。試験の結果、一軸圧縮強さは材齢1日で $0.22\text{N}/\text{mm}^2$ 、7日で $0.63\text{N}/\text{mm}^2$ であり、割線弾性係数 E_{sec} は材齢1日で $400\text{N}/\text{mm}^2$ 、7日で $1239\text{N}/\text{mm}^2$ であり、グラウト充填路盤改良工法に用いた路盤改良材と概ね同程度の材料特性であることを確認した。

3. 現地試験施工

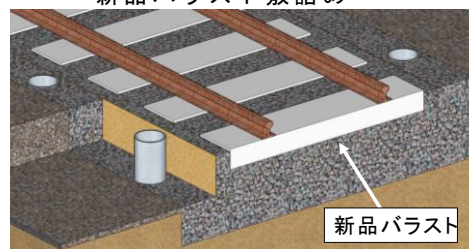
本試験施工は、将来、省力化軌道を新たに敷設する予定のあるバラスト軌道に対して、後充填路盤改良工法を実施したものである。本工法の路盤改良効果を比較するため、グラウト充填路盤改良工法も併せて実施した。施工箇所は、R3000m、C25mmの曲線であり、各路盤改良は本曲線中に施工した。図3に各路盤改良



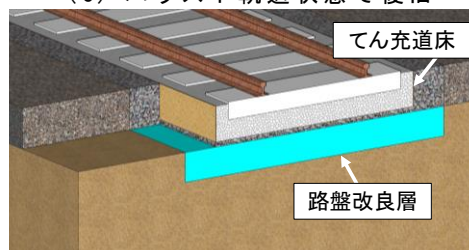
(a) 路盤掘削



(b) 充填管の設置及び路盤部への新品バラスト敷詰め



(c) バラスト軌道状態で復旧



(d) グラウト材の充填

図1 後充填路盤改良工法の施工イメージ



図2 一軸圧縮試験の状況

キーワード：既設線省力化軌道、路盤改良、後充填路盤改良工法

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道・路盤 tel 042-573-7276

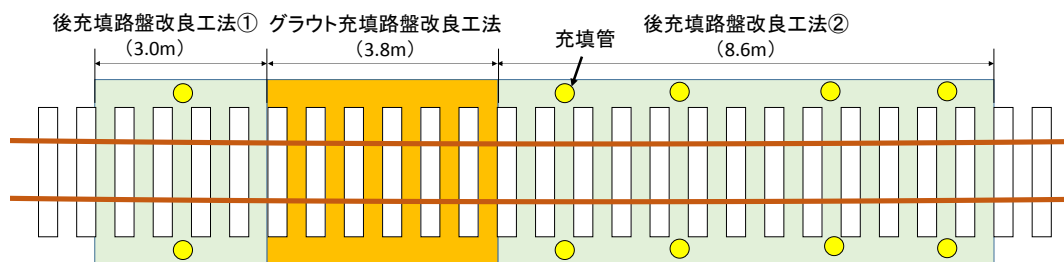


図3 各路盤改良工法の施工範囲

工法の施工範囲を示す。路盤改良厚の検討は、簡易動的コーン貫入試験により評価した原地盤の剛性を基に多層弾性解析により行った（図4）。表1に解析で用いた物性値を示す。なお、路盤改良層の物性値は、一軸圧縮試験結果を踏まえて設定した。図5に示す解析結果より、路盤改良層厚300mmとすることで、「鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物³⁾」に記載の砕石路盤と同程度の路盤剛性が得られることを確認した。他の路盤改良工法の改良厚は、後充填路盤改良層と同じ層厚300mmとした。

本工法の施工状況を図6及び図7に示す。後充填路盤改良工法②（8.6m）におけるグラウト充填作業は、実掘削範囲から算出した充填計画量（約2900L）に対して実績充填量（約3000L）であり、計画量よりもやや多く充填されたものの、路盤の掘削精度を考慮すると概ね計画通りであったと考えられる。また、充填時間は、充填装置1セット（充填性能：約50L/min）で、充填と同時にグラウト材の作製を行っていたため、約1.5時間程度要したが、これについては短縮可能である。

図8に路盤改良前と施工4ヶ月後の高低変位（外軌側）の比較を示す。同図より、本工法の比較対象として施工した、グラウト充填路盤改良工法と概ね同程度の路盤改良効果であることを確認した。施工1ヶ月後に、後充填路盤改良層表面を観察したところ、所定の道床厚が確保されており、良好に施工されていることを確認した。

4. おわりに

本試験施工より、延長8.6m（充填量約3000L）に対して、充填管からのグラウト充填により、路盤改良層の構築を問題なく行えることを確認した。また、路盤改良後の高低変位より、比較対象の路盤改良工法と概ね同程度の改良効果を有することを確認した。

【参考文献】

- 1) 萩尾泰弘、浦園剛：TC型省力化軌道における保守困難箇所補修効果の検証について、土木学会第65回年次学術講演会、2010.9
- 2) 伊藤孝記、桃谷尚嗣、中村貴久、村本勝己：発生バラストを再利用した鉄道路盤の改良工法に関する研究、土木学会論文E1（舗装工学）、Vol68、No.3、2012.
- 3) （財）鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物、2007

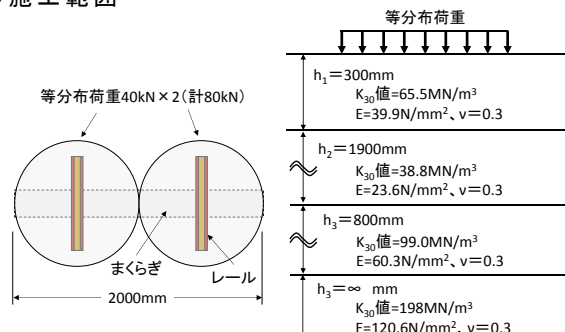


図4 多層弾性解析の条件

表1 解析で用いた物性値

部材	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比
後充填路盤改良層	1000	0.3
クラッシャーラン	120	0.3
路盤 (路床含む)	深さ0-3m: K ₃₀ 値×0.609 深さ3-10m: K ₃₀ 値×1.218	0.3

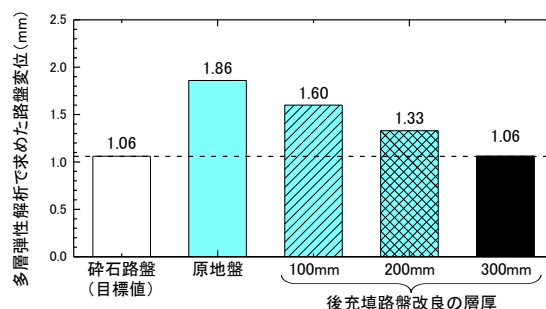


図5 解析結果

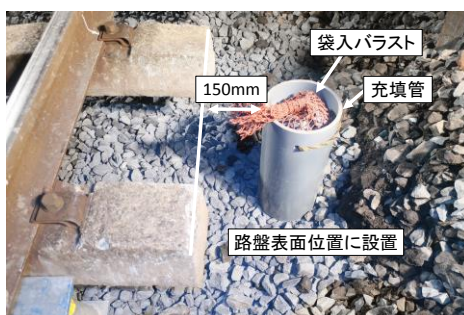


図6 充填管の設置



図7 グラウト充填状況

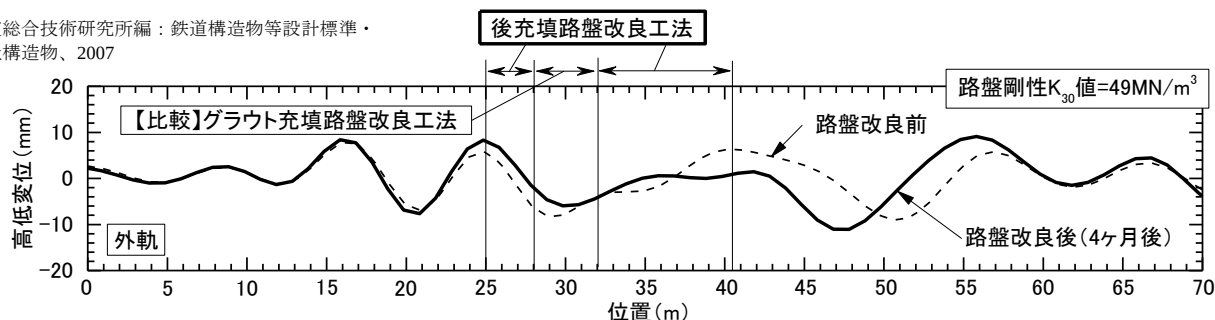


図8 路盤改良前後の高低変位の比較