

バラスト軌道における低強度安定処理工法の補修効果に関する現地試験施工

(公財) 鉄道総合技術研究所 正) ○景山 隆弘 中村 貴久

1. はじめに

バラスト軌道は、列車の繰返し載荷やタイタンパによるつき固め補修によりバラストの細粒分含有率が高くなると、つき固め補修を行っても沈下が生じやすく、保守頻度が増大する。細粒分含有率が高いバラスト（以下、劣化バラスト）に対しては、新品に交換することが保守頻度低減の基本的な対策となるが、施工コストが高い。そのため、列車間合いで施工可能で、かつ補修効果が持続する低コストな沈下抑制対策工が求められている。

そこで、タイタンパを用いて劣化バラストに超速硬セメントおよび高分子固化材（以下、補修材）を混合し、施工後もつき固め補修ができるようにバラストを低強度で安定処理して沈下を抑制する補修方法（以下、低強度安定処理工法）を開発した¹⁾。本稿では、低強度安定処理工法の試験施工を行い、施工性および補修効果について検討したので報告する。

2. 低強度安定処理工法の概要

本工法ではタイタンパによるつき固め補修時にまくらぎ一本当たり8箇所（図1）に補修材を投入する。

補修材は、超速硬セメントと高分子固化材の2つの材料（図2）を1:1の割合で混合したものである。超速硬セメントはカルシウムサルフォアルミネート化合物を含有し、高分子固化材はポリアクリルアミド系である。超速硬セメントはバラストに含まれる水と反応を開始し、養生2時間程度で強度が発現する。高分子固化材は、劣化バラストと攪拌混合させることで、即時にバラストに含まれる水を吸水して見かけの含水比を低下させるのと同時に、細粒分を架橋作用により安定化させる。

ここで、超速硬セメントは所定の養生時間で強度が発現することから、列車を通しながらの作業間合いで十分な強度が発揮されない可能性がある。一方、高分子固化材はバラストと混合後に雨水が流入すると、吸水作用および架橋作用が失われ、強度の低下が懸念される。そのため、超速硬セメントおよび高分子固化材それぞれの欠点を補う目的で、超速硬セメントと高分子固化材を混合した補修材を開発した。

低強度安定処理工法の施工手順を図3に示す。まず、つき固め位置においてタイタンパでまくらぎ下まで掘削し（図3 (a)）、補修材を投入する（図3 (b)）。次にバラストを埋め戻してつき固め補修を実施し、バラストを安定処理する（図3 (c)）。

3. 現地試験施工

低強度安定処理工法の施工性および補修効果の確認を行うため、2現場（3箇所）で現地試験施工を行った。
(1)ハンドタイタンパ（HTT）を用いた試験施工 施工区間は年間通トン数1700万トンの直線である。バラスト内を透過する音の大きさを劣化状態を定量的に評価する透過音法²⁾により調査したところ、バラストの状態はFI（Fouling Index、通過質量百分率0.075mmと4.75mmの合計）³⁾が24%で噴泥が生じており、不健全

キーワード 低強度安定処理、現地試験施工、細粒土混入バラスト

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 TEL042-573-7276

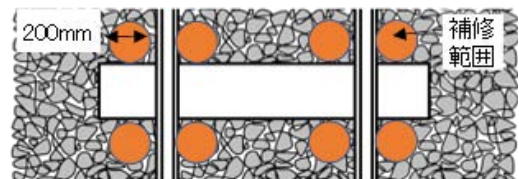


図1 まくらぎ一本当たりの補修材の投入位置



図2 低強度安定処理工法の補修材



(a) 掘削 (b) 補修材投入 (c) つき固め補修

図3 低強度安定処理工法の施工方法

(FIが20%以上)との判定であった。

継目部前後のまくらぎ15本を、ハンドタイタンパを用いて施工した(図4)。その結果、通常につき固め補修では3ヵ月後の高低変位が14mm程度であったが、本工法の施工4ヵ月後の高低変位は2mm程度と約1/7に沈下を抑制しており、良好な軌道状態を維持していることを確認した(図5)。

(2)マルチプルタイタンパ(MTT)を用いた試験施工 施工は2箇所を実施し、どちらも年間通トン数が520万トンの直線である。透過音法により調査したところ、現地バラストのFIは46.5%、65.6%で20%を大きく超えて噴泥が生じており、不健全との判定であった。施工延長は、どちらも継目部前後のまくらぎ6本分である。ここで、HTTに比べてMTTではまくらぎ下のバラストに補修材を十分に混合できない可能性があると考えられた。そこで、MTTのタンピングツールを予めまくらぎ幅よりやや広い程度に狭めて挿入し、補修材をまくらぎ下のバラストと混合しやすくするよう施工した(図6)。

図7に施工前後の軌道検測結果を示す。施工箇所Aにおいて、通常のMTTの補修2ヵ月後の高低変位は、20mm程度であったが、本工法の施工8ヵ月後の高低変位は3mm程度であり、約1/7の沈下量に抑制された。また、施工4ヵ月後から8ヵ月後にはほとんど沈下が進行せず、良好な軌道状態を維持していることを確認した。

同様に、施工箇所Bにおいて、通常のMTTの補修2ヵ月後の高低変位は28mm程度であったが、本工法の施工8ヵ月後の高低変位は、施工区間内において10mm程度であり、約1/3の沈下量に抑制された。また、施工4ヵ月後から8ヵ月後にほとんど沈下が進行していないことを確認した。ただし、施工区間内の上げ越し量が大きかったことから、施工区間外に16mm程度の高低変位が生じた。

4. おわりに

営業線における現地試験施工により、施工性に問題のないこと、および本工法を営業線で適用でき、施工後の軌道状態が良好であることを確認した。

謝辞 本試験施工にご協力いただいた JR 西日本および JR 四国の関係各位に感謝の意を表す。

【参考文献】1) 景山隆弘、中村貴久、木次谷一平、桃谷尚嗣: 細粒土の混入率が高いバラスト道床に対する超低強度安定処理工法の検討、第76回年次学術講演会、土木学会、V-453、2021.2) 福中力也、中村貴久、桃谷尚嗣、木次谷一平、北川敏樹、宇田東樹: 音の透過特性を用いた道床バラストの健全度評価方法の開発、鉄道工学シンポジウム論文集、No.24、pp.227-234、2020.3) Selig, E.T., Ballast for heavy duty track. In: Track Technology, Proceedings of a Conference organised by the Institute of Engineers (ICE), Nottingham, pp. 245-252, 1985.



(a) 補修材投入



(b) つき固め補修

図4 HTTを用いた低強度安定処理工法の施工状況

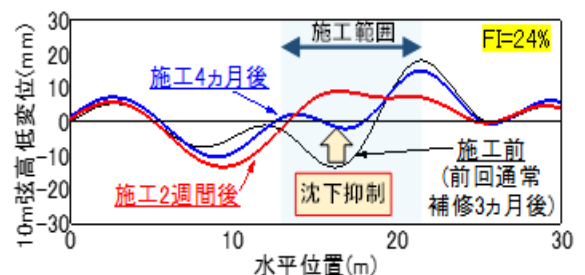


図5 HTTを用いた低強度安定処理工法の沈下抑制効果

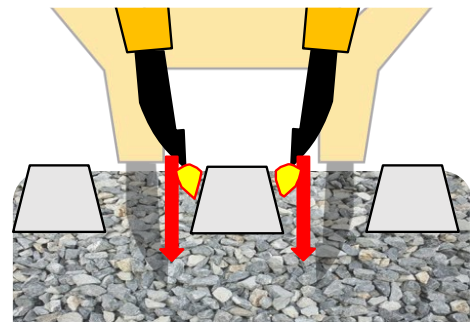


図6 MTTを用いた低強度安定処理工法の施工状況

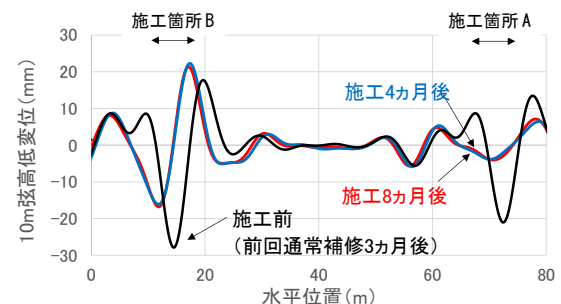


図7 MTTを用いた低強度安定処理工法の沈下抑制効果