

省力化軌道と同時に施工可能な路盤改良工法の実用化



福澤 樹*¹



魚地 眞道*²



吉田 謙一*³

Roadbed improvement method that can be constructed simultaneous in labor-saving track

Tatsuki FUKUZAWA*¹, Masamichi UOCHI*², and Kenichi YOSHIDA*³

*¹ Researcher, Technical Center, Research and Development Center of JR EAST Group

*² Chief Researcher, Technical Center, Research and Development Center of JR EAST Group

*³ Principal Researcher, Technical Center, Research and Development Center of JR EAST Group

Abstract

The TC-type labor-saving track has a structure that integrates sleepers and ballast, and was developed for the purpose of not requiring repair work such as tamping. The laying is in progress. Most of them maintain good track conditions, but some of them are laid on soft roadbeds, and the adjustment amount of rail surface height adjustment may be larger than the limit value, so maintenance is difficult. Therefore, we implemented a post-filling method for the purpose of improving the roadbed, and confirmed the workability and basic performance.

●**Keywords:** TC-type labor-saving track, Roadbed improvement

*¹JR東日本研究開発センター テクニカルセンター 研究員

*²JR東日本研究開発センター テクニカルセンター 主幹研究員

*³JR東日本研究開発センター テクニカルセンター 上席研究員

1. 緒言

TC型省力化軌道は、まくらぎ下のバラストをセメント系でん充材で固定化した軌道構造であり、突き固め等の補修作業を必要としないことを目的に開発され、敷設が進められている。その多くが良好な軌道状態を保っているが、軟弱な路盤上に敷設されている一部の箇所における軌道変位量が、パッキン挿入によるレール面調整での調整限界値よりも大きくなる場合があり、保守に苦慮している。本稿では、既設線省力化軌道における軌道変位の抜本的対策として、(公財)鉄道総合技術研究所と開発した¹⁾、あとでん充工法による路盤改良の施工方法および効果について報告する。

2. TC型省力化軌道の概要

JR東日本では、軌道のメンテナンス作業の軽減を図ることを目的にテクニカルセンターでTC型省力化軌道を開発し、列車輸送密度の高い首都圏の主要線区を中心に敷設を進めている。1998年より、山手線を対象に第1期工事を開始し、2018年度末で第4期工事を完遂した。現在、第5期工事が進行中であり、2025年には総延長400kmを超える見込みである(表1)。

表1 TC型省力化軌道施工実績および計画

	施工時期	主な対象線区	施工延長
第1期	1998.2 ~2002.3	山手線	35.0km
第2期	2002.2 ~2007.3	山手線/中央・総武線/ 中央急行線/京浜東北線	111.0km
第3期	2007.1 ~2014.1	東海道線/中央急行・緩行線/ /山手貨物線/京浜東北線 他	102.2km
第4期	2013.11 ~2019.3	東海道横須賀線/中央緩行線/ 東北本線/赤羽線/常磐線/中央本線	65.6km
第5期	2019.2 ~2025.3	常磐快速線/東海道横須賀線/ 中央本線/東北本線/東北貨物線	90.2km
第1~5期工事 合計			404.0km

TC型省力化軌道は、まくらぎ下のバラストをセメント系てん充材で固定化した軌道構造である(図1)。列車荷重を分散させることにより軌道破壊を大幅に抑制することが可能で、バラスト軌道と比較して、つき固めやまくらぎ交換、MTT等の作業が不要となる等、メンテナンス性に優れているのが特長である。

一方で、一部区間においては、路盤の軟弱化や雨水の排水不良等により、敷設後数年で補修が必要になる場合があり、保守管理に苦慮している。TC型省力化軌道は主として土路盤上に敷設されており、特に排水環境が悪い軟弱路盤区間では、てん充層下の路盤土の強度低下により空隙が生じ、軌道変位が進むことがわかっている²⁾(図2)。そこで今回、てん充層下の路盤を置き換える工法として、あとてん充工法による路盤改良を営業線にて実施した。

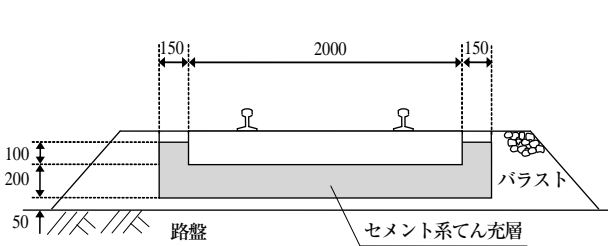


図1 TC型省力化軌道 断面図

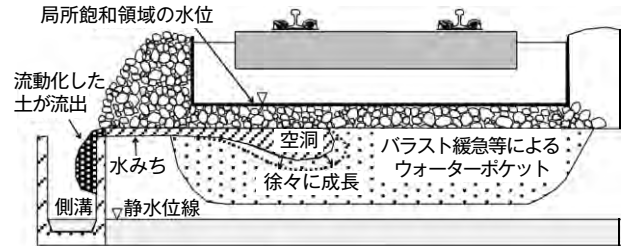


図2 軌道変位メカニズムの概念図

3. あとてん充工法の概要

TC型省力化軌道における軌道変位の要因となる軟弱路盤への対策として、路盤改良が有効であるが、省力化軌道の施工および路盤改良は夜間の作業間合いで行う必要がある。それを踏まえ、軟弱路盤上での省力化軌道の施工と同時に施工が可能で、かつ従来の路盤改良工法よりも施工効率が高い、あとてん充工法を営業線で施工した。施工手順を以下に示す。

- a). 既設のまくらぎおよびてん充層を撤去し、路盤土もあわせて掘削を行う(図3①)。
- b). 掘削した路盤層に、新バラストを敷き詰める(図3②)。
- c). 新バラストを敷き詰めた路盤上に、型枠および不織布を設置し、新バラストを敷設する。あわせて、路盤層への後日てん充のためのてん充管を、軌道脇に仮設する(図3③)。
- d). c).までを施工した後日、てん充管よりグラウト材をてん充して、路盤改良層を構築する(図3④)。
- e). d).を施工した後日、てん充層へのグラウト材のてん充を行う(図3⑤)。
- f). 仮設していたてん充管を撤去し、完成(図3⑥)。

軟弱路盤上に敷設されたTC型省力化軌道の軌道変位対策として路盤改良を適用することで、路床の塑性変位が抑制されるとともに、列車通過によって生じるてん充層下面の曲げ応力が低減できるため、軟弱路盤上にそのまま敷設した場合と比べて、耐用年数が長くなることが期待される。

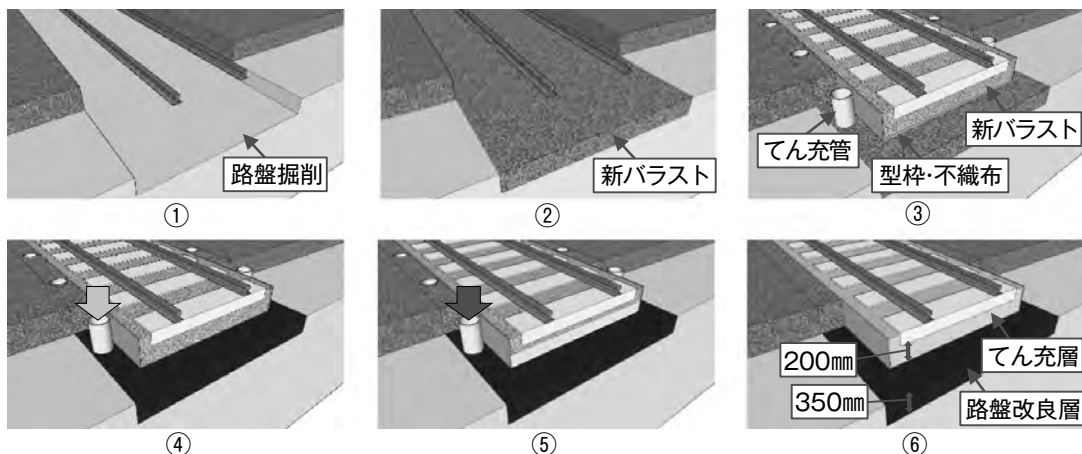


図3 あとてん充工法概要

4. 営業線におけるあとてん充工法施工

4・1 施工箇所

山手貨物線の新大久保～高田馬場間(上下線)にて、あとてん充工法による路盤改良を実施した。当該箇所は2008年にTC型省力化軌道化され、敷設後12年が経過しており、既に高低調整用パッキンの挿入量が上限を迎えていた。また、列車通過時の軌道のあおりや、噴泥の発生も確認されていた。

4・2 施工状況

施工延長については、軌道状態および夜間作業の間合い(約4時間)を鑑み、上下線各9.3m(まくらぎ12本分)、計18.6mとした。なお、既設軌道の破碎から新まくらぎおよび新バラストの敷設(図3①から③)は4.65m/日、路盤およびてん充層のてん充(図3④および⑤)を、各9.3m/日の施工延長とした。施工の状況および施工時に留意した点について以下に示す。

- ジャンボプレーカーによる既設省力化軌道の破碎、まくらぎの撤去を行う(図4①)。
- てん充層下面の路盤層を350mm掘削する。バックホウによる掘削の際に、必要量以上の掘削をした場合については、埋め戻し等は行わないこととする。これは、粘土層の路盤を整地、転圧すると、あとてん充に影響がでる可能性があるためである(図4②)。
- 後日、路盤層にてん充するための塩ビ管を設置のうえ、掘削した路盤層に新バラストを敷設する。路盤層のてん充が完了するまでは、バラスト軌道として営業線に供することから、軌道の変位を極力抑制するために、350mmの路盤層へのバラスト敷設を175mmずつの2回に分け、タンピングランマを用いて入念な締固めを行った(図4③)。
- 路盤層への新バラストの敷設および締固め完了後、てん充層を形成するための不織布および型枠の設置を行う(図4④および⑤)。
- てん充層へのバラスト敷設が完了した後に、4頭タイタンパーによる突固めを行う(図4⑥)。
- 後日、路盤層へのてん充するグラウト材は、高炉セメントと促進剤を混合したA液と、硬化剤や硬化調整剤等を混合したB液の2液混合による。てん充に使用する機材は、攪拌したA・B液がてん充時にホース内で混合される方式とする(図4⑦)。また、本工法ではてん充管からグラウト材をてん充するため、路盤層全体へのてん充前にグラウト材が硬化することを防ぐために硬化調整剤を添加し、グラウト材のゲルタイムを約5分に遅延させたものを用いる。複数設置したてん充用の塩ビ管からグラウト材をてん充後、路盤層に満遍なく行き渡っていることを確認する(図4⑧)。



図4 工事の様子

5. あとてん充工法の効果検証

あとてん充工法による路盤改良を実施した山手貨物線上下線の施工後の現場状態を図5に、施工前の軌道状態が特に悪かった下り線の高低変位の推移を図6に示す。当該線区における高低変位の整備目標値は16mmであるが、あとてん充工法の施工前は、2.5mm/100日のペースでの軌道変位が進行していた。つまり、2年に満たず整備目標値に達することになる。

施工期間の経過として、路盤を新バラストに置き換えた10月4日から、軌道整備を実施した11月5日までの間に、5.2mm/100日の軌道変位進みが確認された。これは、路盤層(350mm)とてん充層(200mm)あわせて550mmがバラストとして供用されていた、てん充前の期間である。路盤層を新バラストに置き換えた際には入念な締固めを実施していたが、てん充前の軌道変位の進みが大きいことが確認されたことから、今後の施工の際には、軌道変位データの日々の確認および、速やかなてん充の計画を行うことが必要であると考えられる。

また、あとてん充工法の施工後には、雨水や地下水等の滞留による路盤の軟弱化を防ぐことを目的として、てん充層下面および路盤改良層下面高さへの排水材の敷設をあわせて実施している。

施工完了後は、半年以上が経過した後も目立った軌道変位は発生せず、0.03mm/100日の良好な推移を確認している。



図5 あとてん充工法施工箇所(施工後)

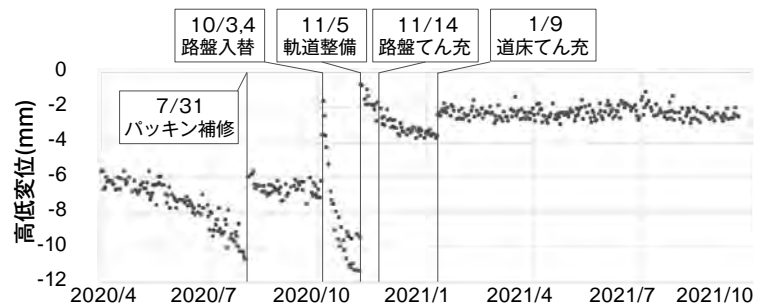


図6 あとてん充工法施工箇所の高低変位推移(下り線)

6. まとめ

あとてん充工法による路盤改良を営業線で実施した結果、得られた知見を以下にまとめる。

- 約4時間の作業間合いにて、約4.65m(まくらぎ6本分)の延長について、既設省力化軌道の撤去から、路盤層およびてん充層への新バラスト敷設までを実施することが可能であった。
- 路盤層へのグラウト材注入においては、硬化調整剤の使用、およびホース内でのA・B液の混合を行うことで、てん充完了前に硬化することなく、均一にてん充できることを確認した。
- 施工を実施した山手貨物線上下線のうち、施工前の軌道状態が特に悪かった下り線についても、軌道変位進みが大幅に改善され、施工後半年以上が経過しても効果が持続していることを確認した。

7. 結言

TC型省力化軌道は、軌道構造が強固であるが故に、大規模な補修には高いコストと労力を必要としてきたが、今回の施工を通して、軌道変位の要因である軟弱路盤を解消する方法を確立できた。今後は、同様の繰返し補修発生箇所にも本工法を展開していくと共に、さらなる施工の効率化やコストダウンについても検討を続けていく。

参考文献

- 伊藤孝記、桃谷尚嗣、木次谷一平：既設線省力化軌道と同時に施工可能な路盤改良工法の開発、鉄道総研報告、Vol34、No4、pp.41-46、2020
- 萩尾泰弘、久保村公一、関口 晃弘：TC型省力化軌道における排水不良箇所対策の実施について、第63回土木学会年次学術講演会 第IV部、pp.31-32、2008