

# バラストが劣化した軌道の沈下を抑制する工法を開発しました

鉄道総研は、超速硬セメントと高分子材料からなる補修材を用いて、バラスト（碎石）が劣化した軌道の沈下を抑制する「低強度安定処理工法」を開発しました。本工法の活用により、バラスト軌道の保守作業の頻度を低減することができ、軌道保守の低コスト化が期待できます。

## 1. 開発の背景

バラスト軌道（まくらぎがバラスト（碎石）で支持される軌道）では、列車走行の繰り返しなどによるバラストの破碎や摩耗で細粒分が増加し、それが雨水を含んで泥土化して軌道の表面に噴き出すことがあります<sup>※参考図</sup>。これを噴泥といい、粒子間に泥土が介在した状態となったバラストは、列車荷重を支持する十分な強度を保てなくなります。その結果、噴泥状態のバラスト軌道では列車走行による沈下が加速され、タイタンパーを用いたつき固めによる軌道保守作業の頻度が増加します。バラストを新品に交換すると状況は改善されますが、材料費・輸送費に加えて発生バラストの処理費も必要となるため、コストが高くなります。そのため、これまでも軌道の沈下を抑制するさまざまな低コストな補修方法が開発・導入されてきましたが、まくら

ぎの撤去作業をとまなうものや機械施工ができないものなど、とくに施工性の点で課題がありました。

## 2. 低強度安定処理工法の概要

「低強度安定処理工法」は、バラストと粉末状の補修材（超速硬セメントと高分子材料の混合材（**図1**））を混合しながらつき固めを行う施工法です。補修材が劣化したバラストと混ざることによってバラストが安定処理（強度改善）され、軌道の沈下が抑制されます。

- ハンドタイタンパーを用いた小規模な施工の場合は、あらかじめ施工箇所のバラストを一部掘削して補修材を投入してから通常のつき固めを行います（**図2**）。
- マルチプルタイタンパーなどを用いた機械施工の場合は、補修材投入前のバラストの掘削は不要で、補修材をあらかじめバラスト表面にまくだけで施工が可能です。
- 施工直後は、高分子材料がバラスト内の水分を吸収するとともに細粒分を凝集して泥土化を解消し、バラストの強度を短期的に回復できるので、施工後すぐの列車運行が可能となります。その後、数時間で超速硬セ

【参考図】バラストの劣化の例



図1 開発した補修材





図2 低強度安定処理工法の施工（ハンドタイタンパーを用いた施工方法）

メントが硬化し、軌道の沈下を長期的に抑制する強度を発揮します。

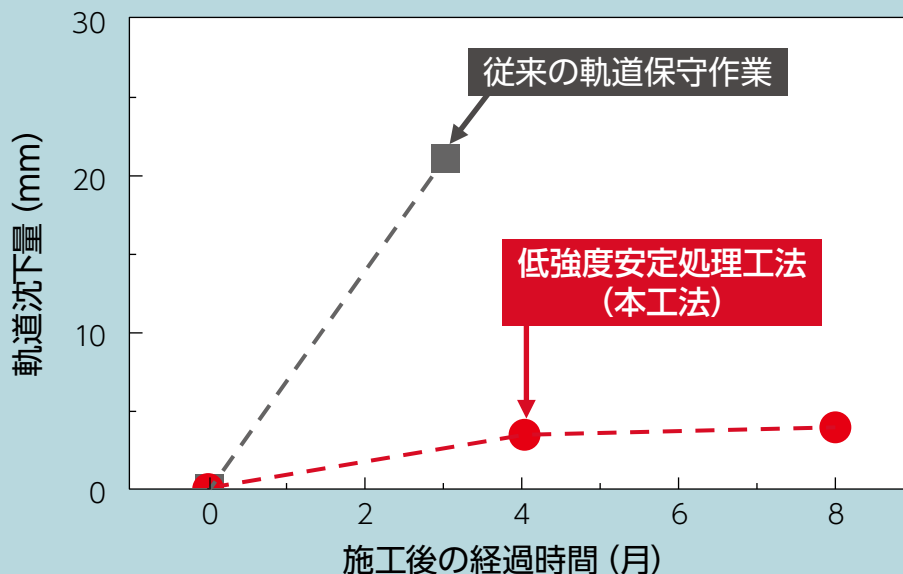
- 本工法施工後、ふたたび軌道沈下が進んだ場合は、従来の軌道保守作業を行うことが可能です。また、本工法を繰り返し施工することも可能で、その場合は、沈下の抑制効果がさらに向上します。
- 従来からの軌道保守作業で施工した後に、3か月で軌道が20mm沈下した箇所に対して本工法を適用したところ、本工法の施工から半年以上が経過しても沈下が5mm以内に抑制されることを確認しました（図3）。

- 本工法のコストはバラスト交換工事の1割程度で、主要線区からローカル線まで幅広く導入が可能であり、バラスト軌道の保守コスト削減とさらなる乗り心地向上が期待できます。
- 水害や土砂災害などでバラストに土砂が混入した場合の沈下対策にも活用できます。

### 3. 今後の活用

本工法に用いる補修材は、2022年8月31日に興和化成株式会社より発売されています。

図3 施工後の軌道沈下量の比較（マルチプルタイタンパー施工）





# 日本提案の鉄道運転士訓練用運転シミュレータに関する 国際規格が発行されました ～我が国に強みのある技術の国際規格化をめざして～

鉄道総研は、鉄道国際規格センターを設置し、会員の皆さまとともに、鉄道分野の国際標準化など国際規格に関わる活動を推進しています。このたび、国際標準化機構（以下、ISO）において、日本が提案・主導して取り組んできました「鉄道運転士訓練用運転シミュレータ」（以下、運転シミュレータ）に関する国際規格が発行されました。今後も、我が国に強みのある技術の国際規格化に取り組んで参ります。



図1 運転シミュレータの例（実車を完全に再現した運転室）

を行った結果、2022年7月12日に国際規格化が可決されました。そして、同年8月14日にISO 23019「鉄道分野-運転士訓練用運転シミュレータ」が発行されました。

## 1. 国際規格化の意義

鉄道事業者では、運転士が列車の運転操作を訓練するために運転シミュレータ（図1）を導入し、活用するケースが海外も含め多くなっています。

これまで、国際規格がないため、海外輸出の際には発注者の仕様において要求される技術レベルに大きな差異が発生し、納入者が対応に苦慮するケースがありました。また、世界貿易機関（WTO）「政府調達に関する協定」では、競争による公平性・透明性のある調達を原則としているため、発注仕様書に国際規格の引用が推奨されています。

そのため、日本製品の国際競争力向上や日本の鉄道事業者が政府調達による場合において効率的な調達を行うために運転シミュレータの国際規格化が必要となっていました。

## 2. 国際規格化までの経緯

- (1)2012年、ISOにTC 269（鉄道分野専門委員会）が設立され、2014年にはTC 269に分科委員会SC 3（オペレーション＆サービス分科委員会 幹事国：日本）が設置されました。これらを背景にISO/TC 269国内委員会で検討した結果、運転シミュレータを国際規格化する取り組みを行うこととなりました。
- (2)2015年、鉄道国際規格センターが「運転シミュレータ準備会」を組織し、鉄道事業者、メーカー、研究機関などで規格原案などの検討を開始しました。そして、同年10月に国際規格化を提案しました。
- (3)2018年に国際規格化への検討について各国の合意が得られたため、日本が主導し、約4年にわたり審議（図2）

## 3. 国際規格 ISO 23019「鉄道分野-運転士訓練用運転シミュレータ」の概要

### 用語の定義

「訓練モード」など30用語を定義しました。これにより専門用語とその定義が共通化されます。

### 必要な運転室や制御機器などを規定

シミュレータを4つのタイプ（「実車を完全に再現した運転室（図1）」、「実車の一部を再現した運転室」、「実車を簡略化した運転室」、「PCベース運転台」）に分類し、それぞれに必要なブレーキなどの制御機器などを規定しました。これにより訓練目的に応じた仕様を適切に決定できます。

### 訓練目的に応じて付加するイベントの要件と訓練時の監視・評価方法について規定

訓練時に実施する車両故障や踏切事故などのイベントとその回数についての要件、訓練時の監視・評価方法について規定しました。これにより、実践的で実効性が高い訓練を実施できるようになります。

図2 国際審議の様子

