

超微粒子セメントミルクを適用したてん充道床軌道に関する研究

鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 瀧上 翔太
 正会員 高橋 貴蔵
 正会員 中村 貴久
 正会員 桃谷 尚嗣

1. 目的

これまでに、新設線および既設線における省力化軌道に関する研究が数多く行われており、種々のてん充道床軌道や舗装軌道が開発・実用化されている。しかし、既設のバラスト軌道をしてん充道床軌道にリニューアルする場合、バラスト注入用グラウト材を含む材料費および施工費が高価であることなどから、閑散線区においては適用事例があまり見られない。また、経年したバラスト道床はバラストの破砕や土砂等の流入により細粒土混入率が高い状態にあり、従来のグラウト材ではバラスト道床内へ十分に充てんできず、新バラストに交換する必要があることがコスト増加の要因であった。そこで本研究では、グラウト材として超微粒子セメントミルクに着目し、細粒土混入率の高いバラストに対する注入特性およびバラスト固化体とした円柱供試体の強度特性を評価した。また、営業線において同材料を適用したてん充道床軌道の試験施工を実施した。

2. グラウト材の性能評価

2.1 細粒土混入バラストへの注入試験

営業線における経年したバラストと同程度の粒度分布を有する細粒土混入バラストに対し、各種グラウト材の注入特性を評価した。図1にバラストの粒径加積曲線、図2に試験供試体の概要を示す。試験供試体は、図1に示す細粒土混入バラストを所定の密度で締め固めて作製した。表1に試験ケースを示す。検討対象としたグラウト材は無収縮モルタル、CAモルタルおよび超微粒子セメントミルクの3種類とした。なお、超微粒子セメントミルクは水セメント比が大きいこともあり、他のグラウト材と比較して50%程度安価である。表2に試験結果を示す。同表より、試験供試体の空隙量に対するグラウト材の充てん率はCAモルタルが最も優れており、次いで超微粒子セメントミルクという結果であった。また、バラスト締固め密度95%(バラストが固結した状態を想定)の場合において、CAモルタルと超微粒子セメントミルクは60~70%の充填率を示した。

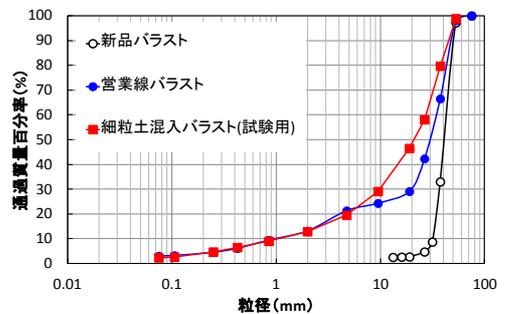


図1 バラストの粒径加積曲線



図2 試験供試体の概要

2.2 円柱供試体の圧縮強度試験

前項の結果をもとに、CAモルタルと超微粒子セメントミルクについて、バラスト+グラウト材およびグラウト材のみの円柱供試体を作製し、圧縮強度試験を実施した。表3に試験ケースおよび試験結果を併せて示す。同表より、いずれの条件においても超微粒子セメントミルクを用いた円柱供試体の圧縮強度が大きく、材齢3日におけるバラスト硬化体の圧縮強度は4.0~6.0N/mm²であった。このように、超微粒子セメントミルクは軌道の補修・改良工

表1 注入試験ケース

試験ケース	バラスト 締固め密度(%) (最大乾燥密度比)	グラウト材種別	水セメント比 (%)
CASE1	80	無収縮モルタル	40
CASE2	80	CAモルタル	45
CASE3	80	超微粒子セメントミルク	80
CASE4	95	CAモルタル	45
CASE5	95	超微粒子セメントミルク	80

※J14漏斗流下時間:
 無収縮モルタル(3.3秒)、CAモルタル(2.9秒)、超微粒子セメントミルク(2.1秒)

キーワード てん充道床軌道、超微粒子セメントミルク、注入試験、圧縮強度試験

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

表 2 注入試験結果

試験ケース	空隙量 (L)	空隙率 (%)	グラウト材注入量 (L)	グラウト材充てん率 (%)
CASE1	30.7	41	19.8	64
CASE2	30.7	41	25.0	81
CASE3	30.7	41	22.0	72
CASE4	22.5	30	16.4	73
CASE5	22.5	30	13.9	62

表 3 圧縮強度試験結果

試験ケース	供試体寸法	バラスト締固め密度 (%)	グラウト材種別	材齢 (日)	圧縮強度 (N/mm ²)
CASE1	φ 150 × 300mm	80	CAモルタル	3	0.97
CASE2	φ 150 × 300mm	80	超微粒子セメントミルク	3	4.4
CASE3	φ 150 × 300mm	90	CAモルタル	3	1.5
CASE4	φ 150 × 300mm	90	超微粒子セメントミルク	3	5.7
CASE5	φ 50 × 100mm	ホモゲル	CAモルタル	28	6.8
CASE6	φ 50 × 100mm	ホモゲル	超微粒子セメントミルク	28	25.2

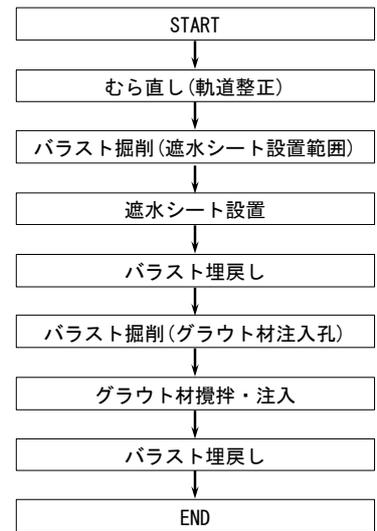


図 3 施工フロー

事に求められる早期強度発現性を有しており、同材料を適用した実物大軌道模型の繰返し載荷試験においても、優れた軌道沈下抑制効果を確認している¹⁾。

3. てん充道床軌道の試験施工

在来線トンネル区間において超微粒子セメントミルクを適用したバラスト軌道改良工事の試験施工を実施した。図3に施工フロー、図4に施工概要を示す。本工法は既存のまくらぎとバラストを活用しててん充道床軌道を構築するものであり、グラウト材の注入範囲はバラスト道床内に設置する遮水シートにより管理した。まず、施工箇所および前後5mの直り直し作業を実施し、軌道修正を行った。その後、軌陸バックホウおよび人力により遮水シート設置範囲のバラスト道床を路盤面まで掘削し、遮水シートを設置した。なお、超微粒子セメントミルクは現地の路盤材に浸透しないことを事前に確認している。遮水シート設置完了後、掘削したバラストを埋め戻した。次に、グラウト材の注入孔として、各まくらぎ間のレール下のバラストを幅60cm程度掘削した。ここで、注入孔の掘削深さはPCまくらぎ下面から約50mmまでとした。グラウト材の攪拌および注入は人力で行い、グラウト材をPCまくらぎ下面まで注入したことを確認し、バラストを埋め戻して施工を完了した。

4. まとめ

経年バラストに対する注入性および硬化性に優れた超微粒子セメントミルクにより、既設線バラスト軌道をてん充道床軌道に改良できることを確認した。

参考文献

1) 瀧上翔太他：超微粒子セメントを用いた既設線バラスト軌道の改良工法に関する研究,コンクリート工学年次論文集,Vol.38,2016.1

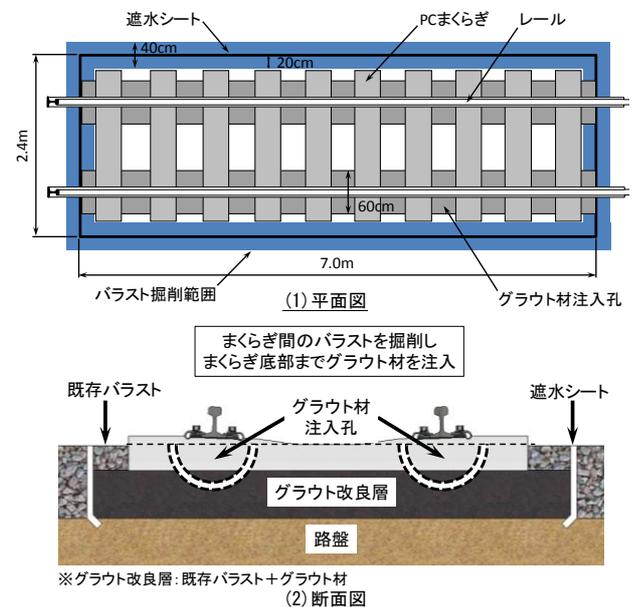
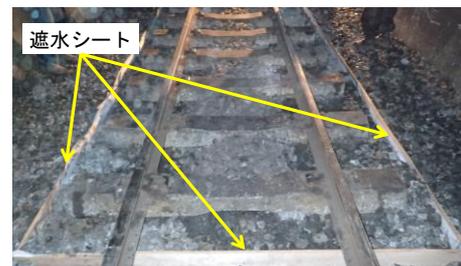
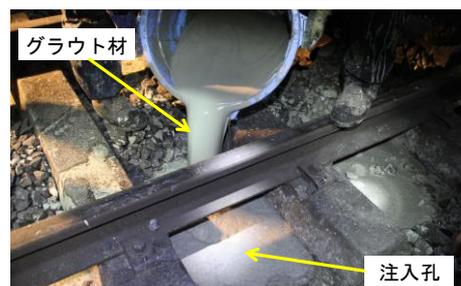


図 4 施工概要



(1) 遮水シート設置状況



(2) グラウト材注入状況

図 5 施工状況