

短繊維混合高粘性グラウトを用いた既設線省力化軌道補修の実物大模型試験

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 村本勝己
同上 正会員 中村貴久

1 はじめに

既設線省力化軌道は、軌道の塑性変形の要因となる道床バラストをグラウトによって固化しているため、軌道保守作業を大幅に低減することができる。しかしながら、既設の路盤土が変状しやすいローム等のシルト系粘土（噴泥指数 $A' = 0.73w_L - I_p < 5$ の粘性土¹⁾）であると、図1に示すような路盤土流出を伴う路盤変状が発生することがある。こういった路盤変状の防止対策として、筆者らは路盤改良やBLITS工法²⁾を推奨している。

一方、変状が発生してしまった既施工の省力化軌道の補修については、図2のように沈下した軌道をジャッキアップして、既設でん充層下の空隙に高流動性の補修用グラウトを充填して補修するのが一般的である。しかし、変状が発生した粘性土路盤には泥水等が滞水しているため充填不良が発生しやすく、その結果変状が再発してしまう場合がある。筆者らは、補修用グラウトを充填する前に路盤面を熱風等で乾燥させることにより、充填効率や補修効果が飛躍的に向上することを確認している³⁾が、路盤乾燥法の実用化には、乾燥時間の短縮や乾燥中の遮水処理といった課題を解決する必要がある。

そこで、筆者らは、路盤面に泥水等が滞水していても充填不良が発生しにくい補修方法として、図3に示すように高粘性のグラウトを圧入して、路盤の泥水等を外部に押し出しながら空隙を充填する方法（以下新補修法という）について検討を行った。新補修法で使用する高粘性グラウト（表1）は水/固化材比をできるだけ下げると共に増粘材を加えて粘性を高めており、さらに硬化後の強度・耐久性の向上を目的として、ビニロン短繊維を混合している。

2 実物大模型試験の概要

新補修法の補修効果を確認するために、実物大軌道模型を用いた載荷試験を行った。軌道模型の概要を図4に示す。まず、EPSを用いた路盤（ K_{30} 値=50MN/m³相当）を構築する。その上に不織布とビニールシートを敷いて、荒木田粘土を厚さ 100mm 締め固めてから水を浸透させて、路盤面に水位を設定した。既設線省力化軌道における粘性土路盤変状は、路盤表面の浅い所に局所的に発生する²⁾ので、この路盤構造は、 K_{30} 値=50MN/m³の飽和粘性土路盤の境界条件と等価と考えられる。この路盤上に、大版まくらぎ 4 本（軌道延長 3m）のバラスト軌道 2 つを構築し、このバラスト内にグラウトを充

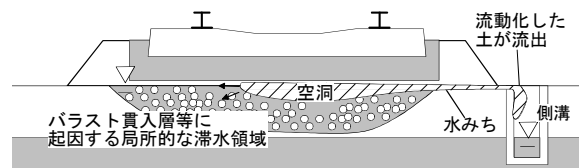
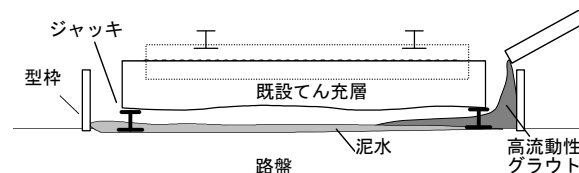
図1 既設線省力化軌道の変状メカニズムの概念図²⁾

図2 補修用グラウトを用いた軌道補修の例

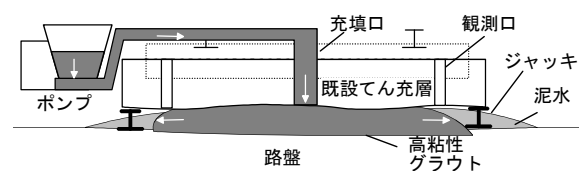


図3 高粘性グラウトを用いた軌道補修法の例

表1 高粘性グラウトの諸元

水/固化材比	35%
短繊維混合率	0.75% (体積比)
フロー値 (JHS A 313-1992)	125mm

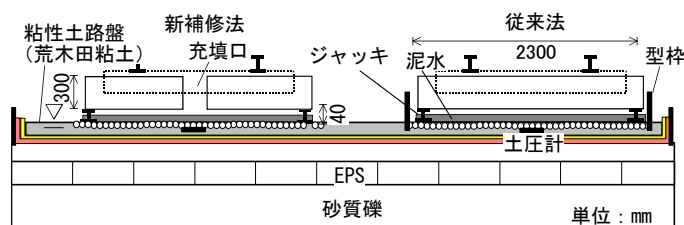


図4 実物大模型試験の供試体の概要

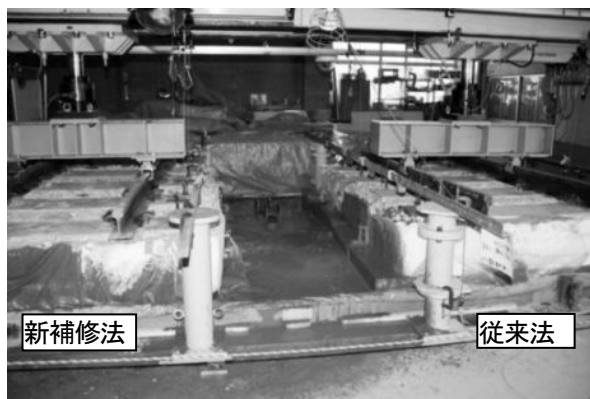


図5 実物大でん充模型載荷試験

キーワード：粘性土路盤、進行性破壊、省力化軌道、短繊維補強

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

TEL:042-573-7276

FAX:042-573-5413

填して実際の既設線省力化軌道と同等の構造を持つ軌道模型を構築した。この軌道模型を 40mm ジャッキアップし、路盤面に泥水を 1 軌道あたり 2000 撒き出して、路盤変状が発生した状況を再現した。新補修法を行う既設てん充層には充填口を削孔し、従来法を行う軌道にはグラウトを流し込む型枠を設置した。従来法供試体においては、型枠内に高流動性グラウト（水/固化材比 50%，フロー値：JA ロート 13.4 秒）を自然流下で流し込み、新補修法供試体は、表 1 の高粘性グラウトを充填口より圧入した。

載荷試験の状況を図 5 に、載荷条件を表 2 に示す。両供試体とも、まず、てん充作業終了から約 4 時間後に初期載荷を行った。これは、作業終了後の初期材齢時に列車が通過するといった、最も厳しい載荷状況を想定している。この初期材齢時の載荷によって、従来法供試体の補修てん充層にクラックが発生した。初期載荷終了後、供試体を 2 日間養生してから路盤面を常時滞水させた状態で 150 万回の連続載荷を行った。

表2 繰返し載荷条件

	初期載荷	連続載荷
載荷軸重	0～180kN 正弦波	0～180kN 正弦波
載荷周波数	1Hz	5Hz
載荷回数	500 回	150 万回

3 試験結果

図 6 に軌道沈下量の推移を示す。新補修法の軌道沈下速度は、90 万回程度までは従来法に比べて小さいが、最終的には同程度の沈下量となる。図 7 にまくらぎ変位振幅の推移を示す。従来法は 30 万回程度で路盤変状が顕著になり変位振幅が増大して既設てん充層が破壊したのに対して、新補修法は 90 万回程度で路盤変状が顕著になって変位振幅が増大したものの、既設てん充層の破壊は一切みられなかった。図 8 および図 9 に軌道中心の路盤面土圧の推移を示す。従来法の路盤面土圧の最小値は終始負圧を示しているが、これは軌道中心付近のグラウトの充填不良によって空隙が発生していることを示している。一方、新補修法は空隙が十分に充填され、載荷初期から土圧が発生している。ただし、外周部から路盤変状が進行すると、中心部の土圧が上昇する傾向がみられた。

以上の結果から、新補修法は空隙の充填効率が高く、従来法の約 3 倍の路盤変状防止効果を見込むことができると考えられる。

4 おわりに

新補修法は路盤が滞水していても従来法に比べて高い補修効果を期待できるが、路盤への遮水対策を併用しないと最終的には路盤変状が発生してしまう。したがって、実施工にあたっては、線区の個々の地形に合わせて総合的な対策を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 「過圧密粘土の無拘束圧条件下における強度特性」, 村本, 関根, 第 42 回地盤工学研究発表会概要集, pp. 197- 198, 地盤工学会, 2007
- 2) 「鉄道営業線用省力化軌道下の粘性土路盤変状メカニズムとその防止対策」, 村本, 関根, 土木学会論文集 F, Vol. 62, No. 3, pp. 519-530, 2006
- 3) 「鉄道営業線用省力化軌道の効果的な補修対策」, 村本, 中村, 関根, 土木学会論文集 F, Vol. 63, No. 3, pp. 335-348, 2007

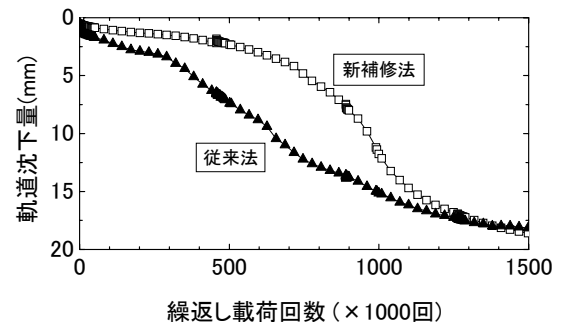


図6 軌道沈下量の推移

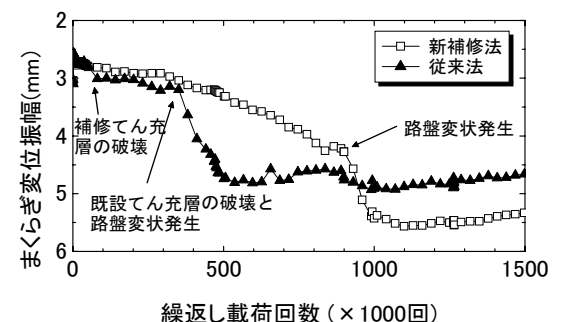


図7 まくらぎ変位振幅の推移

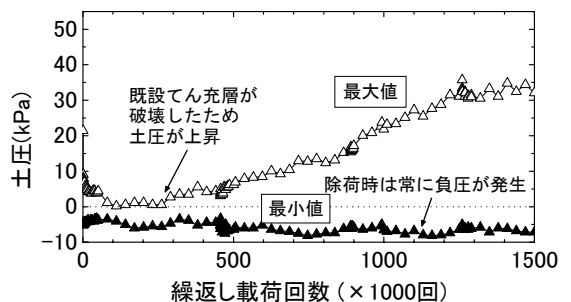


図8 路盤面土圧の推移(従来法)

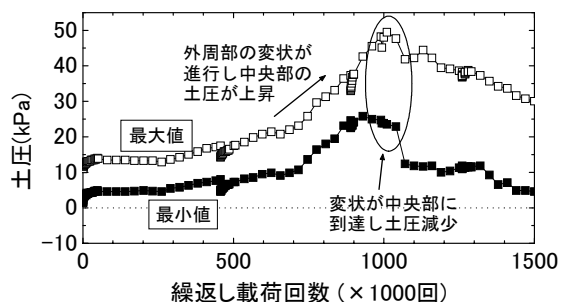


図9 路盤面土圧の推移(新補修法)