

## タイタンパを用いた生分解性ポリマー混合工法の開発

公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 ○咲村 隆人 中村 貴久 村本 勝己  
クニミネ工業株式会社 非会員 黒坂 恵一 山名 哲史

### 1. はじめに

バラスト軌道にしばしば発生する浮まくらぎは、軌道狂い(変位)や車両動揺の一因であるほか、バラストの細粒化や噴泥を惹き起こす。このため、浮まくらぎ発生箇所では、バラストへの細粒土混入率が増加し、タイタンパ等でのつき固め作業による軌道整正効果あまり持続しなくなる。これに対し、道床交換等を実施すると、さらに多額の費用を要することとなる。

これまでの研究で、バラストの細粒土混入率が高い箇所において、道床交換を行わずに実施できる効果的な補修法として、生分解性ポリマーを用いた水ガラス・ポリマーゲル充填工法を検討してきた。しかし、施工時間の長さや専用機材を必要とする等、施工性に課題があった<sup>1)</sup>。そこで、特別な機材を必要としない新しい施工方法および、充填材の改良を実施し、実物大軌道模型を用いた繰返し載荷試験により、その効果を確認した。

### 2. 新工法の概要

本工法(以下、ポリマー混合工法とする)に用いる充填材は、ポリビニルアルコールを主成分とする水溶液とメタ珪酸ナトリウムを主成分とする反応剤の2つで構成される。2剤は混合するとゲル化を開始し、最終的に弾力性をもった固体となる。従来品は、混合から硬化開始、完了までの時間が比較的長く、充填材が硬化する以前に、道床下部へ流出してしまう等の課題があった。そこで、今回は、混合後2分程度で硬化を開始し、1時間程度で強度を発揮するよう改良したものをを用いた。

また、施工方法も改良した。事前に計量した2剤を、ビニル袋等を用いて施工直前に混合し、混合した充填材をつき固め箇所に流し込んだ(図1)。これにより、2剤を無駄なく反応させることが可能となった。

さらに、まくらぎ下面への充填材の注入は、従来は専用機材を用いていたが、今回は、タイタンパによるつき固め作用を利用した(図2)。充填材がまくらぎ下面へ押し込まれる過程でバラストと充填材が混合され一体化するので、より大きな効果が期待できる。

### 3. 試験の概要

ポリマー混合工法の効果を確認するため、実物大軌道模型の繰返し載荷試験を行った(図3)。試験条件を表1に示す。軌道こう上量は各ケースとも20mmとした。ケース1およびケース2は道床が表面まで土砂混入バラストで占められている状態、ケース3は、営業線での噴泥発生箇所周辺を模擬して、道床表層部のみ健全なバラストが存在する状態とした。



図1 充填材の混合・流し込み

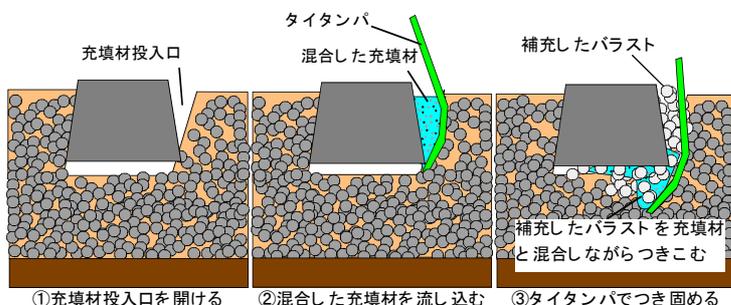


図2 ポリマー混合工法の施工

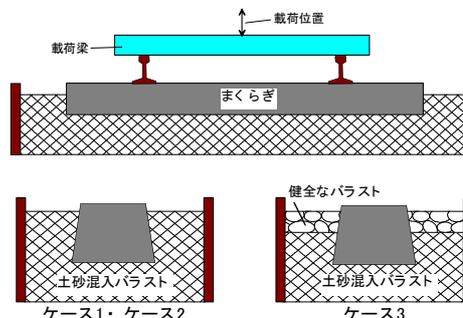


図3 繰返し載荷試験の概要

キーワード 軌道補修材、充填工法、噴泥、浮まくらぎ

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL: 042-573-7276 FAX: 042-573-7413

表 1 試験条件

試験ケース	補修方法	道床状態	つき固め時に補充する碎石の状態	荷重条件	荷重荷重振幅
ケース1	通常タイタンパ補修	土砂混入バラスト	土砂混入バラスト	・繰返し荷回数:60万回 ・荷重周波数:5Hz ・押え荷重:5kN ・荷重パターン:正弦波 ・散水タイミング:荷回数30万回 ・散水量:20リットル	・荷回数1~60万回目:50kN
ケース2	ポリマー混合工法	土砂混入バラスト	土砂混入バラスト		
ケース3	ポリマー混合工法	路盤面よりまくらぎ高さの中間位置まで: 土砂混入バラスト まくらぎの高さの中間位置以上: 健全なバラスト	健全なバラスト		・荷回数1~40万回目:50kN ・荷回数40万~60万回目:80kN

荷重条件は、荷重荷重振幅 50kN、荷重周波数 5Hz、荷重回数 60 万回とした。30 万回荷重後に降雨の影響を検討するため、まくらぎ周辺に散水(20 リットル)を行った。また、ケース 3 では、散水後荷重 10 万回程度で荷重荷重振幅を 50kN から 80kN に増加させた。試験では、まくらぎの中央部および左右両端部に変位計を設置し、上下変位を計測した。

4. 試験結果

図 4 にまくらぎ残留変位の推移を示す。ケース 1 は、30 万回荷重後のまくらぎ残留変位が 0.6mm であり、3 ケースのなかで最も小さかったが、散水後、急激に沈下が進行した。これは、土砂混入バラストの含水比が大きくなり、道床の強度が低下した結果とみられる。したがって、長期的には最も沈下が進行すると考えられる。

ケース 2 は、30 万回荷重後のまくらぎ残留変位が 5.6mm であり、ケース 1 より大きい。これは、充填材の反応時に生じる水分が原因とみられる。一方、散水後には、大きな沈下は生じなかったことから、充填材により碎石同士の結合性が向上し、ポンピング作用に抗する耐流動性が高まったと考えられる。したがって、長期的な沈下はケース 1 より小さいと想定される。

ケース 3 は、30 万回荷重後のまくらぎ残留変位が 2.2mm であり、ケース 2 より低減している。これは、健全なバラストの一部が、タイタンパによるつき固め時にまくらぎ直下に入ったためと考えられる。その後、散水を行っても大きな沈下は生じなかったことから、3 ケースの中で、最も長期的な沈下が小さくなると考えられる。さらに、ケース 3 では、重荷重に対する応答を確認するため、荷重荷重振幅を 80kN に増加させたところ、荷重増加後に沈下が進行した。したがって、本工法は機関車等の重荷重が頻繁に作用する線区への適用は難しいといえる。一方で、それ以外の支線区を中心とした箇所に対しては十分効果があると考えられる。

以上より、ポリマー混合工法は、つき固め時に充填材の反応に伴う水分が発生するために、初期沈下が増大するが、軌道補修時に健全なバラストを散布することで初期沈下量を低減できること、また、散水後に沈下がほとんど進行しないことから、土砂混入バラストの補修効果が十分であることを確認できた。

5. まとめ

今回実施したタイタンパを用いたポリマー混合工法は、浮まくらぎ発生箇所における軌道補修効果向上に有効であることが確認できた。ある程度の輪重以下においては、十分な補修効果が見込めることから、支線区であれば、道床更替を行わなくても、良好な軌道状態を長期間保持できることが期待できる。

6. おわりに

今回の試験結果を踏まえ、営業線で試験施工を実施した。現在は、施工後の追跡調査を行っている。

7. 参考文献

1) 中村貴久, 村本勝己, 三田地利之:水ガラス・ポリマーゲル充填による有道床軌道の補修法の開発, 鉄道総研報告, Vol123, No10, pp23-28, 2009

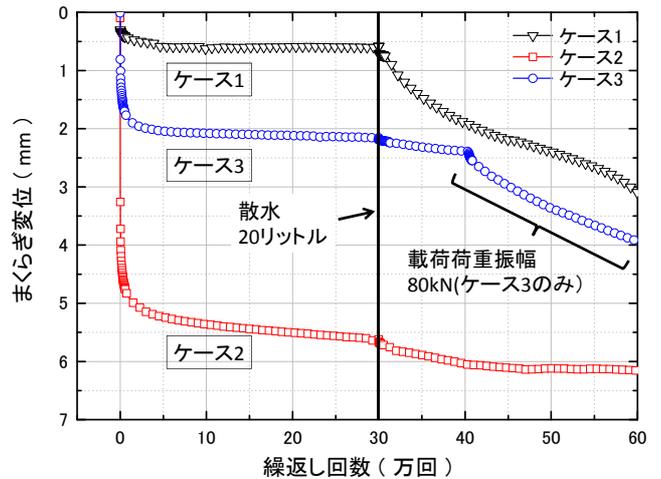


図 4 まくらぎ残留変位の推移