

生分解性ポリマーを用いた軌道補修材の繰返し載荷試験

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○中村 貴久 正会員 村本 勝己
 (株) 大林組 フェロー 鳥井原 誠 正会員 須藤 賢
 日本酢ビ・ポパール (株) 中島 隆

1. はじめに

筆者らは、鉄道営業線の噴泥対策として、既設バラストを緩めない簡易な軌道整正方法の開発を進めてきた。これまでの研究の結果、噴泥は局所的な軌道沈下によって生じた浮きまくらぎが原因の一つであると考えられることから、筆者らは空圧によって粒状充填材をまくらぎ下の空隙に充填して浮きまくらぎを補修する工法の開発を行っている¹⁾。今回は、実物大軌道模型を用いた繰返し載荷試験によって、まくらぎ下に充填する充填材料のまくらぎ支持特性に関する検討を行なった。

2. 粒状充填材の検討

これまでの研究の結果、充填材に要求される性能として、以下の条件を満足する必要があると考えられる。

- ・レールを介してまくらぎに作用する荷重を支持する十分なせん断強度を有していること
- ・滞水した浮きまくらぎのポンプアクションに伴う水流によって流されない粘着力を有していること
- ・簡易な充填装置によって施工可能な粒径であること

筆者らがこれまで検討してきた充填材は、珪砂もしくは珪砂粒子の表面にベントナイトをコーティングした粒状体であったが、いずれも滞水時の強度に問題があったことから、新たな材料の検討に至った。

現在、開発を進めている新たな充填材は、珪砂および珪酸ソーダを主材とした粒状体と、生分解性の地盤改良材として使用されているポリビニールアルコールポリマー水溶液（以下、ポリマー水溶液と称する）とを反応させる複合充填材（以下、新充填材と称する）である。

3 繰返し載荷試験

まくらぎ下に充填する充填材のまくらぎ支持特性を検討するために、図1に示すような、まくらぎ3本の軌きょうを用いた実物大軌道模型の繰返し載荷試験を行った。本軌道模型は、両端のまくらぎを路盤に直結した不動点とし、さらに締結間隔を通常の2倍に拡大することで、中央の載荷点下のまくらぎが浮きまくらぎとなりやすい構造となっている。

3. 1 供試体作製

図1に示すように、中央まくらぎの試験土槽内に粒度調整碎石を投入し、厚さ100mmとなるように締固めて路盤を作製して、土圧計を路盤中央部に埋め込み、不織布を敷き込む。その上に各試料を、厚さ20mmを目標として撒き出し、表面の不陸整正を行ってまくらぎを設置する。実軌道における最も悪い滞水状態を想定して、水位をまくらぎ底面より上40mmの高さに設定した。試料は、単粒度7号碎石、3号珪砂、新

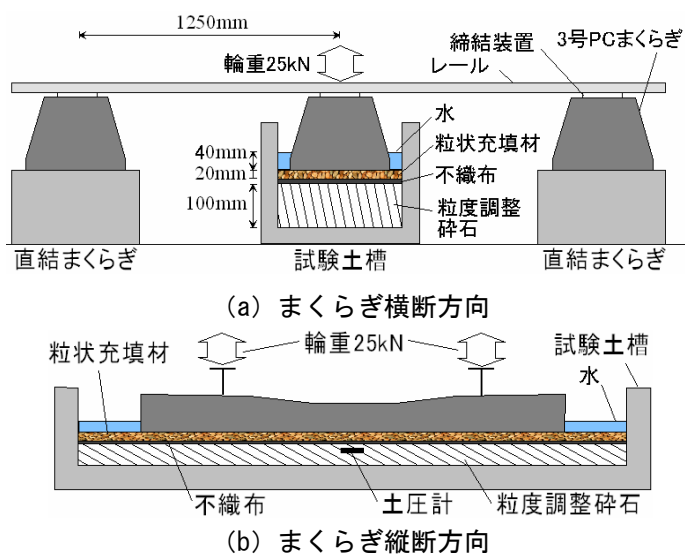


図1 繰返し載荷試験概要

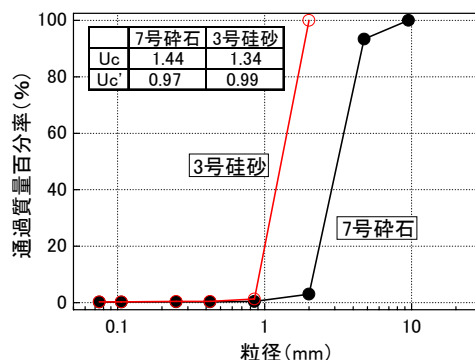


図2 粒度分布

キーワード：軌道補修材、充填工法、軌道整正方法、浮きまくらぎ、噴泥

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 TEL：042-573-7276 FAX：042-573-7413

充填材の3種類である。7号碎石および3号硅砂の粒度分布を図2に示す。新充填材については、不織布まで滞水状態にした試験土槽に、ポリマー水溶液を投入し、珪酸ソーダおよび3号硅砂と反応させ、養生時間を1時間として供試体を作製した。繰返し荷重は輪重0.5~25kNの正弦波とし、予備载荷として周波数1Hzで500回の繰返し载荷を、本载荷として周波数を3Hzで15万回の繰返し载荷を行った。

3. 2 試験結果

各ケースにおける最大荷重時のまくらぎ変位の推移を図3に示す。7号碎石および3号硅砂については、载荷初期からまくらぎが急激に沈下し、約2万回で9mm程度沈下した後にまくらぎ沈下は収束する。また、新充填材についても、約2万回で6mm程度の初期沈下が発生し、その後は収束している。

図4(a)は1万回载荷後の7号碎石のまくらぎ端部の状況であるが、まくらぎ端部脇に流出した試料が堆積していることがわかる。これは、繰返し载荷によるまくらぎのポンプアクションによって、水の流れとともにまくらぎ下の試料が外部に吐き出されたためであり、3号硅砂についても同様の現象が観測された。一方、図4(b)は新充填材の状況であるが、15万回载荷後も道床に大きな変状は生じなかった。

続いて、各ケースにおける最小荷重時の土圧の推移を図5に示す。7号碎石および3号硅砂については、载荷直後に土圧がわずかに上昇するがすぐに低下していることから、载荷点直下のまくらぎは载荷初期から浮きまくらぎ状態となり、まくらぎ支持剛性が著しく低下しているものと考えられる。一方、新充填材については、载荷回数とともに土圧が増加していることから、浮まくらぎ状態ではなく、締固め効果によってまくらぎ支持剛性が増加しているものと考えられる。

以上の結果より、7号碎石や3号硅砂のような粘着力を持たない粒状体は、滞水箇所ではまくらぎのポンプアクションに伴う水流によって流されてしまうため、浮まくらぎの補修効果はほとんど期待できないと考えられる。一方、新充填材については、初期沈下終了後は滞水箇所でも安定してまくらぎを支持できることから、浮まくらぎの補修材料として有望であると考えられる。

4. おわりに

噴泥が発生している浮まくらぎは滞水状態となることが多いので、粘着力を持たない充填材料は効果的ではないと考えられる。これに対し、本研究で開発中の新充填材は耐流動性に優れることから、噴泥箇所の浮まくらぎ補修材料として有望であると考えられる。ただし、施工後の軌道状態を安定させるためには、例えば20mmの軌道扛上量を想定した場合、充填材の締固めによる初期沈下量を考慮して、施工時に5~10mmの上げ越しを行なう必要があると考えられる。

現在、本材料の簡易な充填装置および施工方法の開発を進めており、早期の実用化を目指している。

【参考文献】1)「有道床軌道における路盤噴泥箇所の簡易な軌道整正方法の開発」中村貴久，村本勝己，高原正樹，第61回土木学会年次学術講演会概要集，4-301，pp.599-600，2006，土木学会。

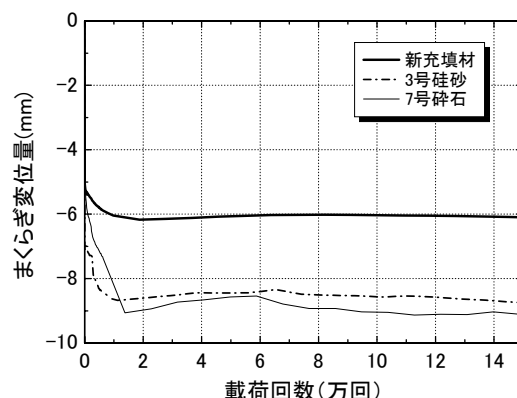
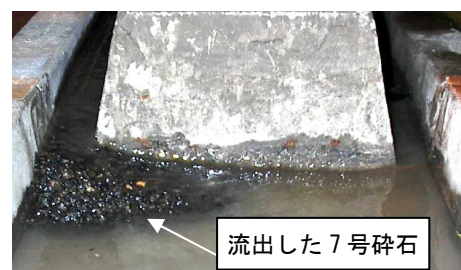


図3 まくらぎ変位の推移（最大荷重時）



(a) 7号碎石（1万回载荷後）



(b) 新充填材（15万回载荷後）

図4 まくらぎ端部の状況

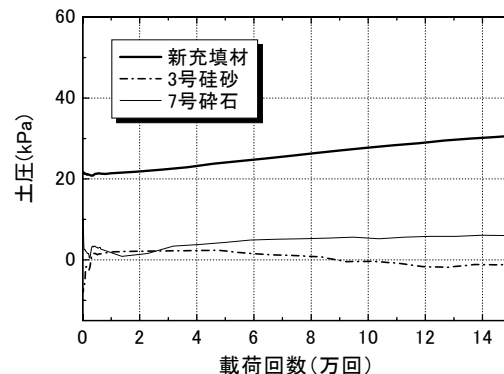


図5 土圧の推移（最小荷重時）