ジオテキバッグによるバラスト流動対策の効果確認試験

東海旅客鉄道　　正会員　関　雅樹　○小林　幹人　渡邊　康人
鉄道総合技術研究所　　正会員　関根　悦夫　中村　貴久　村本　勝己

１．はじめに

有道床軌道の高カント区間で列車通過に伴う路盤変位が大きい箇所では，外軌側のバラストが列車通過時の振動により徐々に内軌側に移動し，道床形状が維持できなくなる場合がある．そのようなバラスト流動現象が発生している箇所では，道床横抵抗力の不足や軌道狂いの発生を未然に防ぐため，保守を頻繁に行っている．そこで，ジオテキバッグ（ジオテキスタイル製の網目袋，図 1）を用いたバラスト流動対策について，実物大模型による効果確認試験を行った．

図 1　ジオテキバッグ

２．実験内容

実験は図 2 に示す実物大模型軌道により行った. カントは新幹線軌道を模擬した 200mm とし，軌道材料は東海道新幹線のものを使用した．路盤は，過去に行われた調査 1)で路盤変位が大きい箇所でバラスト流動が顕著に発生していたことから, 発泡スチロールブロックと粒度調整砕石により，剛性の低い路盤条件を作成した．各層の厚さは FEM 解析により，所定の剛性（K_{30} 値 30～40MN/m^3 相当）となるように設定した．バラストは粒径 20～60mm の標準的なものを使用し，軌道の側面にはバラスト止め壁を設置した．模型軌道への載荷は，中央のまくらぎ上でレールを介して鉛直方向に行った．繰返し載荷（押さえ荷重 10kN／レール，荷重振幅 80kN／レール，載荷周波数 7Hz，載荷回数 30 万回）により初期沈下を収束させた後，同じ荷重条件で載荷周波数を 7～18Hz まで 1Hz ずつ上げながら，各周波数で 1 分間の強制振動実験を行い, バラスト流動現象の再現を試みた. また，道床形状の変化を明確にするため，18Hz 加振後，共振点付近の周波数で更に 5 分間の載荷を行った．

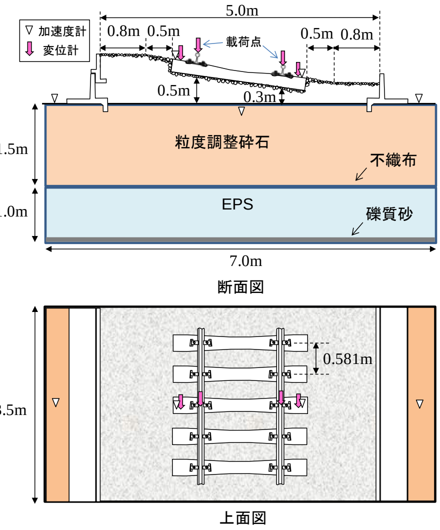
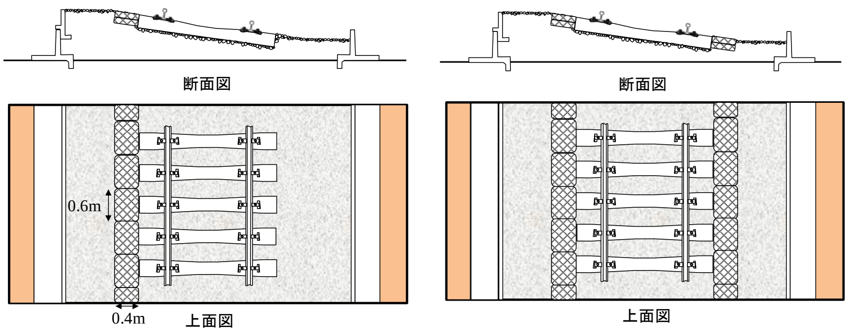


図 2　実物大模型軌道（無対策）

対策工法として行った実験ケースを図 3 に示す．ジオテキバッグは地震時のバラスト流出対策として開発されたもので，バラストを袋詰めすることで移動を拘束するとともに，網目によりバッグ間でのバラストの噛み合わせによる摩擦を阻害しないようにしている 2)。今回の実験では，まくらぎ間隔と同程度の長さ（600mm）のジオテキバッグを使用した。バラスト流動は表面だけでなく，ある程度深い位置でも発生しているため，バッグは 2 段積みとし，約 200mm の深さまで拘束した。また，マルタイによる軌道整備での支障を考慮し，ジオテキバッグの設置はまくらぎ端部のみとした。対策 1 は外軌側に，対策 2 は外軌側と内軌側にそれぞれジオテキバッグを設置した。



(a) 対策１（外軌）　　(b) 対策２（外軌＋内軌）

図 3　実験ケース（対策あり）

キーワード　バラスト流動，ジオテキスタイル，路盤変位，模型実験
連絡先　〒485-0821　愛知県小牧市大山 1545 番 33　ＪＲ東海　総合技術本部　技術開発部　ＴＥＬ0568-47-5380

３．実験結果

強制振動実験における加振周波数と路盤変位の関係を図４に示す．各ケースとも 12～13Hz に路盤変位のピークがあり，共振現象が発生していることがわかる．なお，ここでの変位振幅は加速度振幅を積分して求めたものである．強制振動実験前後の道床形状の変化を図５に示す．無対策では内外軌のまくらぎ端部付近でバラスト流動が発生し，実験前後の道床形状に変化があった．それに対し，対策１は外軌側で，対策２は内外軌でバラスト流動が抑制され，実験前後の道床形状にほとんど変化がなかった．また，対策１，２では，ジオテキバッグで拘束していないまくらぎ間でもバラスト流動は発生しなかった．これは，バラスト流動の起点となるまくらぎ端部での流動が抑制されたことによるものと考えられる．

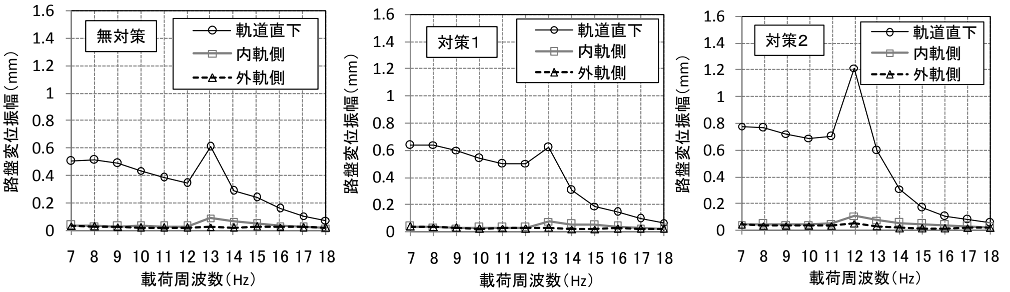


図４　載荷周波数と路盤変位振幅の関係

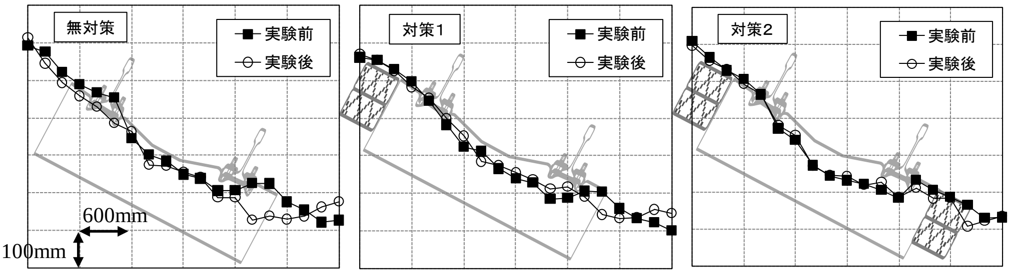


図５　強制振動実験前後の道床形状

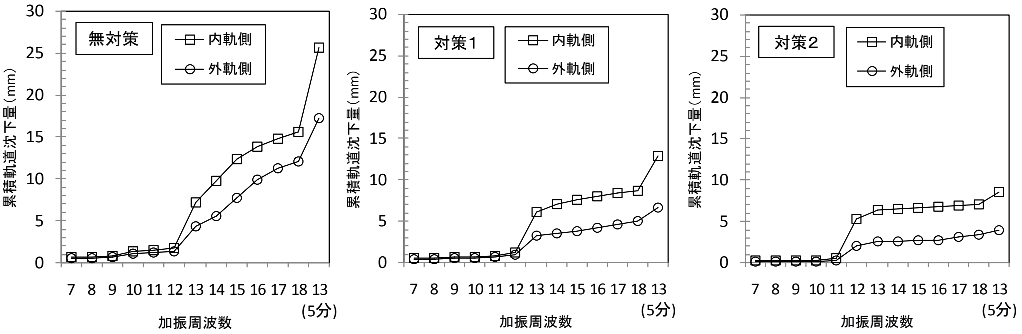


図６　載荷周波数と累積軌道沈下量の関係

載荷周波数と累積軌道沈下量（載荷点でのアクチュエーター変位で測定）の関係を図６に示す．無対策では共振周波数である 13Hz で沈下量が急増し，その後の加振で沈下量が増加していった．それに対し，対策１，２では共振周波数で沈下量が急増するが，その後の加振では沈下量はあまり増加しなかった．無対策では共振周波数による加振で軌道の支持剛性が下がり，その後の加振で沈下が進行していったのに対し，対策１，２では共振周波数による加振で軌道の支持剛性が下がらず，その後の加振で沈下が進まなかったと考えられる．なお，今回の実験条件では内軌側で沈下量が大きくなった．

以上の結果から，ジオテキバッグでまくらぎ端部のバラスト拘束することは，バラスト流動に対して一定の効果があり，軌道の支持剛性を維持する効果についても，影響を与えた可能性があると考えられる。

４．まとめ

ジオテキバッグでまくらぎ端部のバラストを拘束することでバラスト流動を抑制する方法について，実物大模型実験を行った結果，一定の効果が認められた。本工法は軌道側で簡易にできる対策工法として有用性が高いと考えられる。今後，実際のバラスト流動発生箇所で試験施工を行い、実環境における効果の検証を行っていきたい。

【参考文献】

1)黒田，長戸，関根：東海道新幹線における道床バラスト流動の現状と対策，土木学会第 53 回年次学術講演会，pp926-927，1998.10

2)可知，関，小林，永尾，古関：ジオテキバッグ工法による東海道新幹線脱線・逸脱防止対策，第 16 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，pp.647-650，2009.12