

列車の走行に伴うバラスト流動現象に関する対策工の検討

東海旅客鉄道株式会社	正会員	○中村	格之
東海旅客鉄道株式会社	フェロー	関	雅樹
鉄道総合技術研究所	正会員	関根	悦夫
鉄道総合技術研究所	正会員	中村	貴久

1. はじめに

列車通過に伴う路盤変位が大きい箇所では、曲線外軌側のバラストが振動により徐々に崩れて軌道内に流れこむバラスト流動現象が発生する場合がある。そのような箇所ではバラストが軌道の横移動を抑える力が弱まり、軌道狂いが発生する恐れがあるため、頻繁に保守を行っている。そこで、バラスト流動対策としてまくらぎ端部のバラストをジオテキスタイル製の網目袋（ジオテキバッグ）に詰め、バラストの移動を拘束する工法を検討した。効果を確認するため、バラスト流動現象が発生している剛性の低い路盤を模擬した実物大模型軌道を作成し、列車相当の荷重で軌道の強制加振実験を行った。さらに、補強鉄筋を用いた改良構造を考案し、現場敷設を行った。

2. 実物大模型軌道による強制加振実験

(1) 路盤変位とバラスト流動の関係

過去の調査より、バラスト流動化現象は路盤変位の大きさに起因すると考えられている。そこで、剛性が低い路盤と実物大模型軌道の組み合わせによるバラスト流動化現象の再現実験を行い、対策工法の効果の検証を行うこととした。

(2) 模型軌道

図-1に示すように、模型軌道はカント（左右レールの高低差）200mmの新幹線軌道、軌道材料は東海道新幹線で使用されているものを使用し、標準のまくらぎ間隔でまくらぎ5本分の軌道を作成した。道床バラストは甲州産安山岩を使用し、所定の道床厚およびカントとなるようタイタンパーを用いたつき固めにより作成した。また、まくらぎ端部から1300mmの位置にはバラスト止めを設置し、レール内側の軌間内は、道床中すかしとして表面より50mmの深さまでバラストを撤去した。

(3) ジオテキバッグによる対策工法

バラスト流動対策は、これまでに路盤改良、樹脂散布によりバラストを固める方法、バラストをネットで被覆する方法、バラストの石質に着目した方法¹⁾などが行われてきた。抜本的な対策は、路盤改良により路盤変位を抑えることと考えられるが、今回は簡易な対策で保守周期を延伸する方法として、写真-1に示すジオテキバッグにより、バラストの移動を拘束する方法を検討した。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変形を拘束するとともに、バッグ間でバラストの噛み合わせによる摩擦力を発揮するよう25mmの網目構造となっている。素材はポリエチレンとポリアリレート²⁾の混合材である。

図-2に示すように対策①では外軌側まくらぎ端部のみに、対策②ではまくらぎ両端部にジオテキバッグを設置した。ジオテキバッグは所定の道床形状を構築した後、まくらぎ端部の道床バラストを除去し、まくらぎと接するように、上下2段積みで千鳥状に配置に設置した。

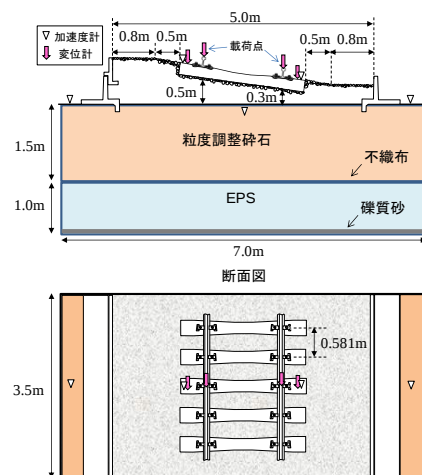


図-1 模型軌道



写真-1 ジオテキバッグ

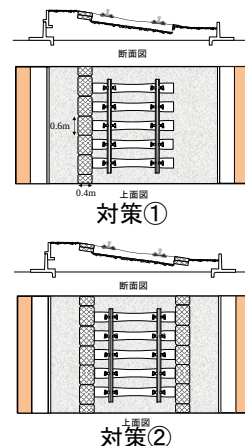


図-2 ジオテキバッグによる対策

(4) 载荷条件

実験装置による载荷状況を写真-2に示す。荷重は、中央のまくらぎ上でレールを介して鉛直方向に载荷した。まず繰返し载荷（押さえ荷重 10kN/レール、荷重振幅 80kN/レール、载荷周波数 7Hz、载荷回数 30 万回）により初期沈下を収束させ、その後、同じ荷重条件で载荷周波数を 7~18Hz まで 1Hz ずつ上げながら各周波数で 1 分間の強制加振実験を行った。次に道床形状の変化を明確にするため、共振周波数（13Hz）で更に 5 分間の载荷を行った。

(5) 測定項目

測定は以下の項目について行った。

- ・アクチュエータの変位および荷重
- ・まくらぎ、バラスト止め、路盤の加速度および変位
- ・各周波数の载荷前後における道床断面の計測
- ・各周波数の载荷前後における道床表面の変形観察

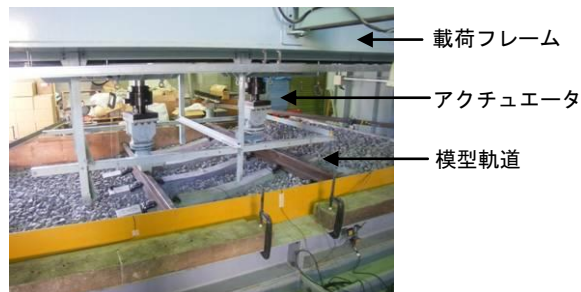


写真-2 実験装置による载荷状況

(6) 試験結果

強制振動実験前後の道床形状の変化を図-3に示す。外軌側は、無対策ではまくらぎ端部付近でバラスト流動が発生したが、対策①と対策②ともにバラスト流動が抑制された。その結果、軌間内は、無対策でバラストの堆積傾向にあるが、対策①と対策②ではその傾向は見られない。内軌側は、無対策では堆積傾向にあるが、対策①と対策②では特に顕著なバラスト流動や堆積はなかった。この結果から、ジオテキバッグで外軌側まくらぎ端部のバラストを拘束することは、バラスト流動の抑制に対して一定の効果があると考えられる。

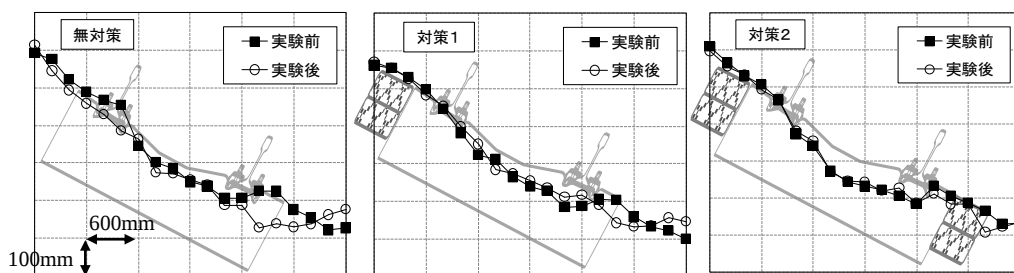


図-3 各試験ケースの断面



写真-3 現地施工

3. 補強鉄筋を加えた改良構造による現地敷設

加振実験の結果をもとに、補強鉄筋を用いた改良構造を考案し、写真-3のようにバラスト流動箇所の外軌側に敷設した。ジオテキバッグは補強鉄筋により、単体では図-4に示すように張力を増大させ変形しにくくし、構造全体としては図-5に示すように線路方向に隣接する2体のジオテキバッグの一体化により変形を抑制している。

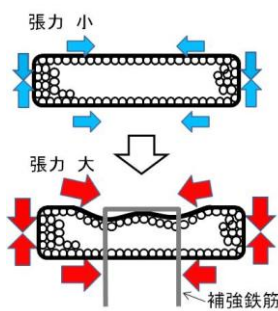


図-4 補強鉄筋による張力増大

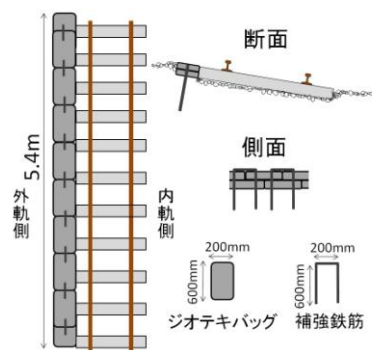


図-5 改良構造

4. まとめ

バラスト流動発生箇所において、ジオテキバッグでまくらぎ端部のバラストを拘束する工法を検討し、実物大模型実験で一定の効果が認められた。本工法は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。さらに、補強鉄筋を用いた改良構造を考案し現場敷設を行った。今後追跡調査を行い、効果の検証を行う。

参考文献

- 1) 黒田祐介, 長戸博, 関根悦夫: 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, 1998.10