ジオテキスタイル材料によるバラスト止めの振動台試験

東海旅客鉄道株式会社　正会員　○小林幹人　村松浩成　可知　隆
東海旅客鉄道株式会社　フェロー　関　雅樹
東京大学生産技術研究所　正会員　古関潤一
株式会社大林組　正会員　佐藤　清

１．はじめに

大規模地震が発生した時のバラスト流出に伴う軌道変位を抑制するため，ジオテキスタイル材料の網目袋（ジオテキバッグ）にバラストを詰め，道床肩に沿って積み上げた新しいバラスト止め（新バラスト止め）が提案されている[1)2)]．本稿ではその耐震性能を確認するために行った大型振動台試験の結果について報告する．

２．振動台試験（その１）

試験モデルは図１（本稿図中の寸法の単位は全てmm）および図２に示すように複線断面の半断面を模擬した実物大軌道とし，土槽を中央で仕切り2種類の試験構造を製作した．盛土は山砂を使用し，湿潤単位体積重量が17kN/m^{3}になるようプレートコンパクタで締め固めた．軌道は実際の線路保守作業に従事している軌道工が製作し，ジオテキバッグには25kgのバラストを詰め，一定の高さになるよう一層ずつ転圧した．補強鉄筋は異形鉄筋(D13)をバッグ1箇所あたり2本の割合で使用した．入力地震動は鉄道の設計標準[3)]のL2地震動を超え，加振時間が長く，長周期が卓越する特徴を持つL3地震動（仮称）[4)]を使用した．

各試験構造で加振中に発生したバラスト止め各部とまくらぎの最大変位を図３に示す．過去の実験[4)]で耐震性能が確認されたコンクリートブロック製のバラスト止め（RCバラスト止め：CASE-1）とジオテキバッグをまくらぎ端100mmの位置に近づけて設置した新バラスト止め（CASE-2）およびジオテキバッグを2列に配置した新バラスト止め（CASE-4）の結果を比較すると，各部の最大変位は概ね同等レベルであり，新バラスト止めがRCバラスト止めと同等の耐震性能を有することが確認できた．バラスト止めの変位量をみるとRCバラスト止めが上部と下部で比較的近い値になっているのに対し，新バラスト止めでは下部に対して上部の値が大きくなっている．これはRCバラスト止めが滑動（スウェー）に近い動きをしているのに対し，新バラスト止めは転倒（ロッキング）の動きをしているためと考えられる．また，加振後に道床横抵抗力の測定を行ったが，新バラスト止めの測定結果は軌道の座屈に対して余裕のある結果であった．しかし，道床肩幅が広い箇所を想定したCASE-3では大きな変状には至らなかったものの，バラスト止めに作用する加振時の慣性力が増加したことが影響し，他のケースに比べるとやや変位が大きい結果となった．

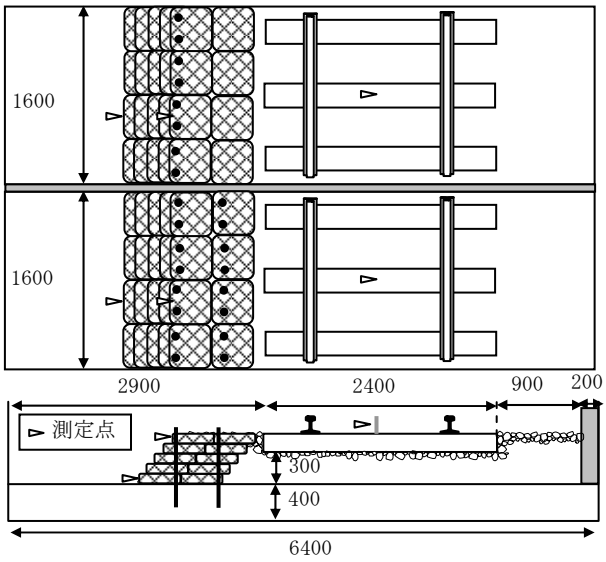


図１　試験モデル

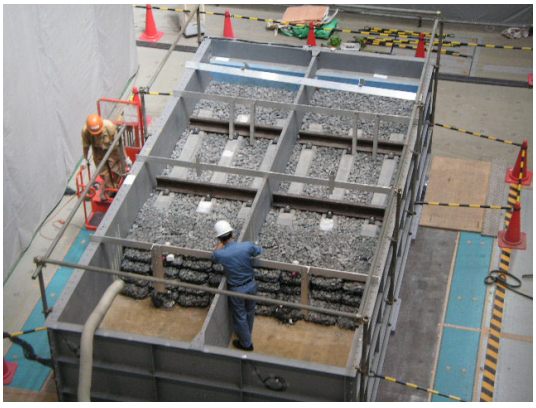
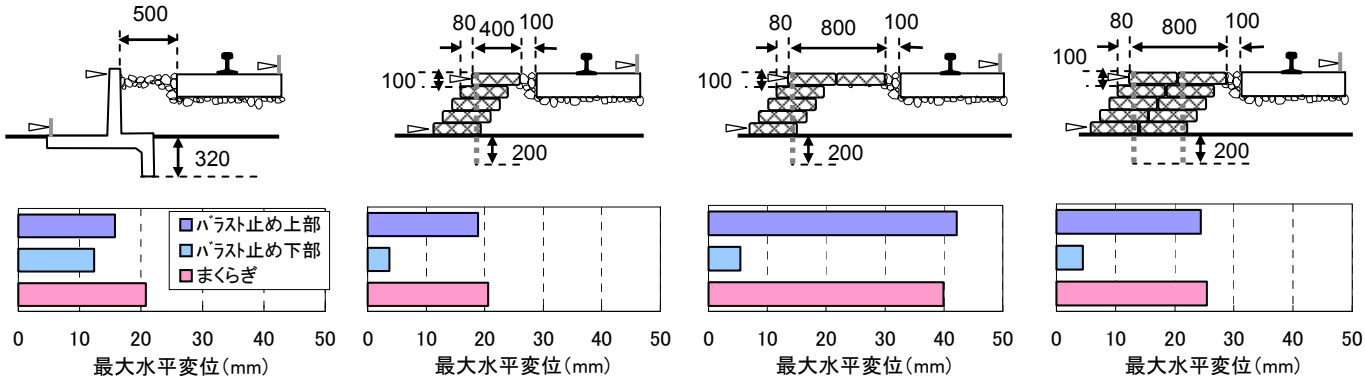


図２　振動台と試験モデル

キーワード　バラスト軌道，耐震補強，ジオテキスタイル，振動台試験
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



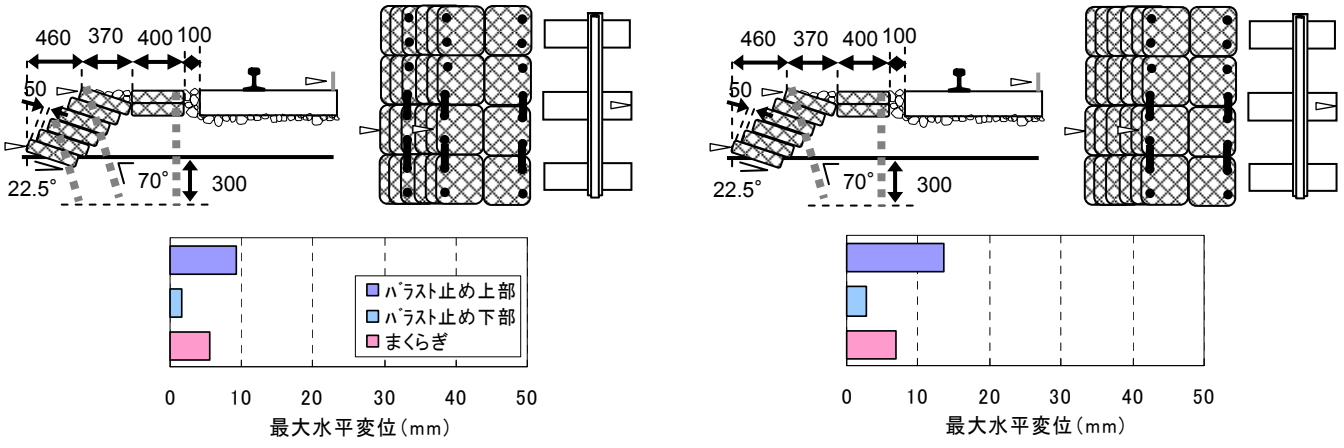
(a) CASE-1 RC バラスト止め　(b) CASE-2 新バラスト止め(1 列)　(c) CASE-3 新バラスト止め(2 列 1 段)　(d) CASE-4 新バラスト止め(2 列 5 段)

図３　振動台試験結果（その１）

３．振動台試験（その２）

新バラスト止めをまくらぎ近傍に配置すれば RC バラスト止めと同等の耐震性能があることが確認できたが，道床肩幅の広い箇所では掘削量が多くなり，施工性に課題が残ることになる．そこで，新バラスト止めの構造改良を検討し[5]，水平支持力試験で良い結果が得られた構造で再び振動台試験を行った．改良を行った内容は以下のとおりである．①ジオテキバッグを傾斜積みとし，積層面での滑動抵抗力を増した．②補強鉄筋を斜めに打込み，上部のバッグを一体化させるとともに，水平力を受けたときの鉄筋の引張抵抗がバッグの転倒を抑制する方向に作用するようにした．③補強鉄筋の根入れ長を 300㎜ に増やし支持力を増加させた④補強鉄筋を上部で連結したコ型とし，水平力を受けて鉄筋に引張力が生じたときに，最上段のバッグに上載圧として作用するようにした（ただし，測定上の理由で計測対象の列のみ）．⑤2 列目を 2 段積みとし補強鉄筋を加えた．

改良構造での追加試験は振動台の加振能力の制約から奥行きを 1/2 にした土槽に 1 種類の試験構造を製作して実施した．結果を図４に示す．改良構造では１回目の試験に対して変位量が大きく改善されており，道床肩幅の広い断面の場合にも十分な耐震性能が得られることが確認できた．なお，この改良構造の施工性については実際の線路で敷設試験を行い，施工可能なことを確認している[5]．今後は様々な線路状況に応じた施工法や設計法を検討し，バラスト軌道の耐震性向上を実現していきたい．



(a) CASE-5 新バラスト止め（改良構造，補強鉄筋×3）　(b) CASE-6 新バラスト止め(改良構造，補強鉄筋×2)

図４　振動台試験結果（その２）

参考文献

1) 可知他：ジオテキスタイル材料によるバラスト軌道構造の性能向上に関する基礎研究，第42回地盤工学研究発表会, 2007. 7
2) 小林他：ジオテキスタイル材料によるバラスト軌道構造の道床横抵抗力試験, 第42回地盤工学研究発表会, 2007. 7
3) 鉄道構造物等設計標準・同解説（耐震設計），丸善，1999.
4) 永尾他：鉄道盛土の軌道変形対策を目的とした耐震補強工法の検討，第41回地盤工学研究発表会, 2006. 7
5) 渡邊他：ジオテキスタイル材料によるバラスト止めの構造改良と施工性試験，土木学会第63回年次学術講演会，2008. 9