

模型バラスト軌道の振動台試験 その1 バラスト軌道の変形

鉄道総合技術研究所 正会員 関根悦夫 平尾 博樹

1. はじめに

土木構造物の耐震設計では、L1 地震動に加え、L2 地震動に対しても耐震性を照査する設計法が採用されているが、バラスト軌道については、常時の設計法は定められているものの、地震時を考慮した設計法は整備されていない。しかし、地震により構造物に特段の変状が見られなくとも、道床バラストの流動化や座屈現象、著大軌道変位が発生している事例が報告されている¹⁾。このため、地震時の列車走行安全性や地震時後の復旧を考慮すると、バラスト軌道についても地震動に対する性能を評価する必要がある。そこで、地震時におけるバラスト軌道の変形特性と道床抵抗力を明らかにし、座屈対策工の効果を検討することを目的として、模型軌道を用いた振動台試験を行った。なお、本報は、変形特性についての報告であり、道床抵抗力については、参考文献 2) で報告する。

2. 試験概要

模型軌道 模型軌道は、図 1 に示ように、無対策と座屈対策工 2 種（座屈防止板、バラスト止め壁）で、縮尺比 1/3 とし、基本的に、模型まくらぎ、模型道床、模型路盤で構成されている。模型道床には、実軌道で使用されている安山岩の道床バラストを 1/3 相似粒度に粒度調整した模型道床バラストを用いた。図 2 に模型道床バラストの粒径加積曲線を示す。模型道床は、土層内に、模型道床バラストを締め固めて（目標密度 1.62t/m^3 ）構築した。その後、新幹線 4T まくらぎを想定して作成したコンクリート製の模型まくらぎを設置した。なお、土槽と模型道床の間にはシリコングリースを塗ったモビロンフィルムを挟んで側面摩擦を軽減している。土層前面には、バラスト粒子の移動観察のために白色に着色したバラスト粒子を約 50mm ピッチで格子状に配置した。バラスト粒子の移動観察は、高速度カメラの撮影で行った。また、座屈対策工の座屈防止板は、模型まくらぎの断面の約 3.5 倍の面積（ 221.1cm^2 ）の鉄製の板をまくらぎ両端部にボルトで固定し、バラスト止め壁は、まくらぎ端から 100mm の位置で振動台に剛結した。

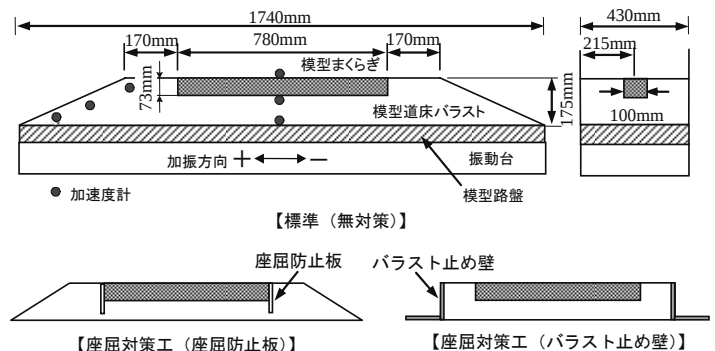


図 1 模型軌道の概略

側面摩擦を軽減している。土層前面には、バラスト粒子の移動観察のために白色に着色したバラスト粒子を約 50mm ピッチで格子状に配置した。バラスト粒子の移動観察は、高速度カメラの撮影で行った。また、座屈対策工の座屈防止板は、模型まくらぎの断面の約 3.5 倍の面積（ 221.1cm^2 ）の鉄製の板をまくらぎ両端部にボルトで固定し、バラスト止め壁は、まくらぎ端から 100mm の位置で振動台に剛結した。

加振方法 模型軌道への加振は、周波数 5Hz で正弦波 10 波を振幅 250gal から 250gal 刻みで増加させるステップ加振であり、加振最大加速度は無対策で 1000gal、座屈対策工で 750gal とした。

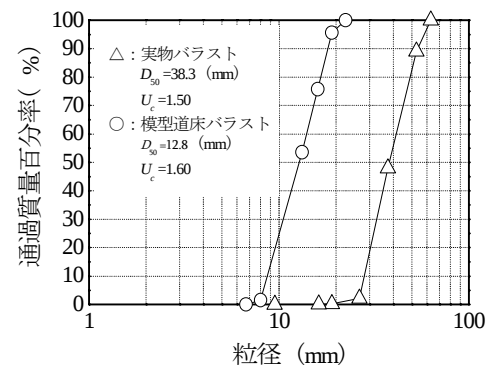


図 2 模型道床バラストの粒度分布

3. 試験結果

図 4 に各加振ステップでのバラスト粒子の移動の状況を示す。同図から、無対策では加速度が 750gal 以上となると道床のり肩や上部のバラスト粒子が大きく動き始めることがわかる図 5、6 には、加振中のバラスト粒子の水平変位振幅(各高さでの平均値)を示す。各ケースとも、道床上部で変形が大きく、座屈対策工によりバラストの変形が抑制されているのがわかる。図 7 に各ステップ加振後のせん断ひずみの分布を示す。無対策では 750gal 以上となると道床のり肩でせん断ひずみが発達



図 3 試験中の模型バラスト軌道

キーワード : バラスト軌道, 地震, 振動台試験, 変形

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

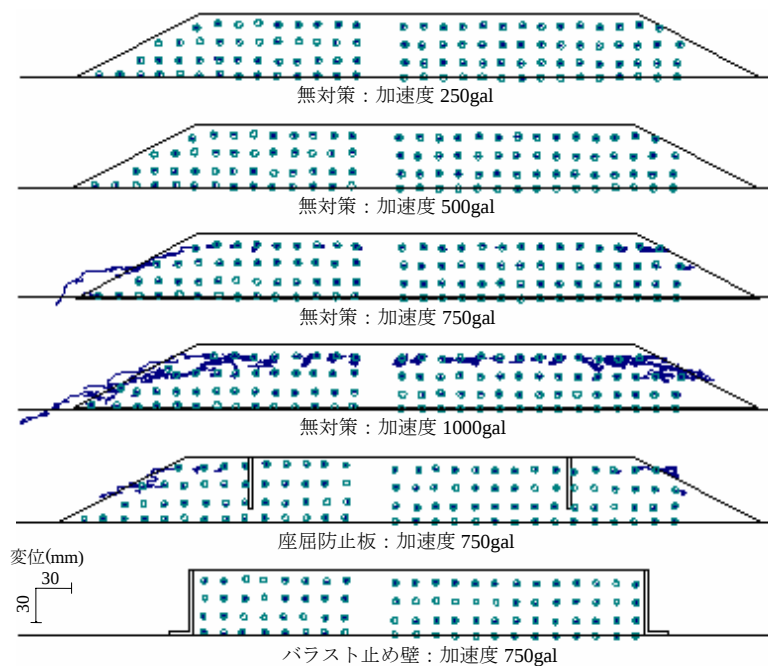


図4 バラスト粒子の移動状況

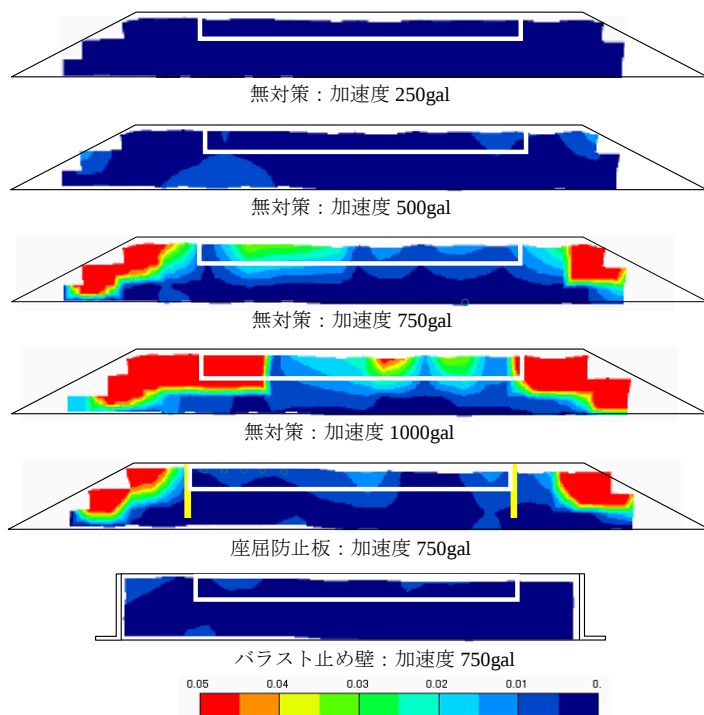


図7 せん断ひずみの分布

することがわかる。また、座屈防止板でも道床のり肩でせん断ひずみ図が発達しているが、まくらぎ下ではそれほど発達してなく、バラスト止め壁でのせん断ひずみの発達はそれほど大きくない。図8、9に水平、鉛直方向のまくらぎの残留変位を示す。座屈対策工のまくらぎ残留変位の抑止効果が大きいことがわかる。

4. おわりに

今回の試験により、地震時におけるバラスト軌道の変形特性や座屈対策工の変形抑止効果が確認された。今後、実物大の振動台試験や変形解析等を進め、バラスト軌道の地震時変形挙動および座屈対策工の効果を定量的に評価できる手法を確立したい。

【参考文献】

- 1) 三浦重, 切敷啓介: 地震による列車および軌道の被害に関する文献調査, 鉄道技術研究所速報, No.82-45, 1982.3
- 2) 平尾博樹, 関根悦夫: 模型バラスト軌道の振動台試験 その2 道床抵抗, 土木学会第63回年次学術講演会, 第IV部門, 2008.9 (投稿中)

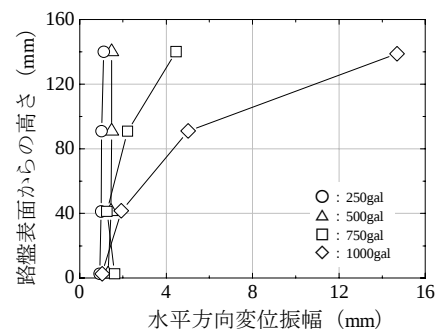


図5 バラスト粒子の水平変位(無対策)

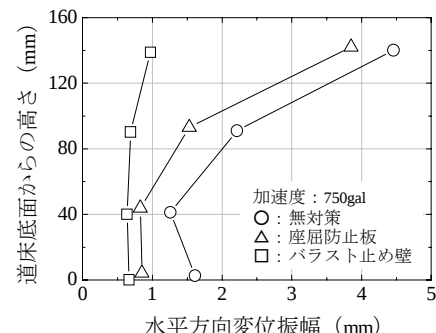


図6 バラスト粒子の水平変位(対策の有無)

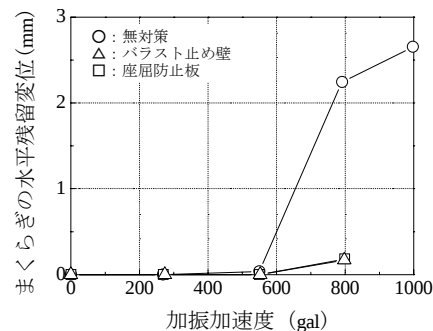


図8 まくらぎの水平残留変位

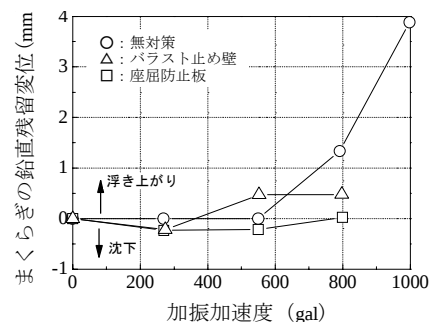


図9 まくらぎの鉛直残留変位