

実物大バラスト軌道の大型振動台試験 その1 バラスト軌道の変形特性

鉄道総合技術研究所 正会員 ○中村貴久 関根悦夫 白江雄介  
 複合技術研究所 正会員 田村幸彦 飯島正敏

1. はじめに

地震時におけるバラスト軌道の性能評価を行うため、これまでに模型軌道を用いた振動台試験を行い、バラスト軌道の変形特性と、道床横抵抗力および座屈対策工について検討を行ってきた<sup>1), 2)</sup>が、今回、実物大バラスト軌道を用いた大型振動台試験を行ったので報告する。なお、本報は、加振時におけるバラスト軌道の変形特性についての報告であり、道床横抵抗力については、参考文献3)で報告する。

2. 試験概要

本試験は、バラスト軌道の変形特性を検討するため、鉄道総研の大型振動試験装置を用いて、レール直角水平方向に正弦波および地震波による加振を行うものである。大型振動試験装置は、レベル2地震動の加振性能を有しており、基本仕様は表1の通りである。

実物大軌道は、図1に示すように、無対策が2種(4Tまくらぎ, 3Hまくらぎ)および座屈対策工が3種類(座屈防止板, バラスト止め壁, ジオセル工法)であり、バラスト道床とPCまくらぎから構成される。加振試験ケースを表2に示す。正弦波加振(载荷周波数3Hz, 正弦波10波)の場合は、図3に示すまくらぎ1本の実物大軌道を構築し、地震波加振(釧路沖地震 釧路地方気象台記録 NS, 図2)の場合は、図4に示すまくらぎ5本の実物大軌道を構築した。道床は、密度1.62t/m<sup>3</sup>を目標に締め固めて作製した。道床バラストの粒度分布を図5に示す。

各対策工に使用したまくらぎは4Tまくらぎで、無対策に用いた3Hまくらぎは4Tまくらぎよりも重量1.26倍、断面積1.16倍とともに大きい。座屈対策工の座屈防止板は、4Tまくらぎ断面の約3.5倍の面積であり、バラスト止め壁は、まくらぎ端から500mmの位置で振動台に剛結した。ジオセルは、材質が高密度ポリエチレン、開口幅200mmのものを道床肩部に設置した。計測は、まくらぎ両端部に加速度計および変位計を、まくらぎ中央部直下の道床上および試験土槽に加速度計を設置し、計測を行った。

表1 大型振動試験装置の基本仕様

加振方式	油圧サーボ方式
テーブル寸法	7m(X軸)×5m(Y軸)
最大積載質量	50ton
加振方向	水平2軸(X, Y軸)
最大変位	X軸: ±1.0m, Y軸: 0.25m
最大加速度	X軸: ±1.0G, Y軸: 2.0G
加振振動数	0.1~20Hz
加振パターン	地震波加振, 正弦波加振
加振制御方式	加速度制御, 変位制御

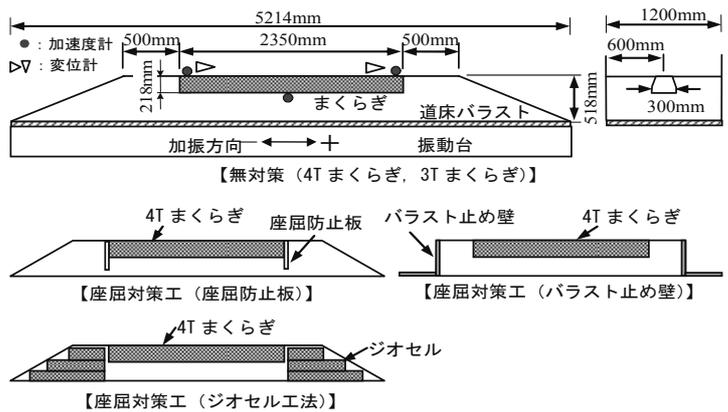


図1 実物大軌道の概要

表2 加振試験ケース

試験ケース		加振履歴	
		正弦波	地震波
無対策	4T, 3Hまくらぎ	200 gal	4Tのみ
	座屈防止板	400 gal	○
	バラスト止め壁	600 gal	○
座屈対策工	ジオセル工法	800 gal	○

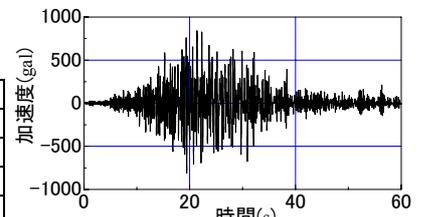


図2 釧路沖地震波

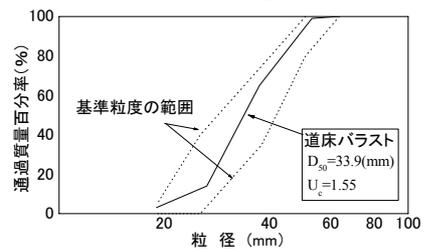


図5 道床バラストの粒度分布

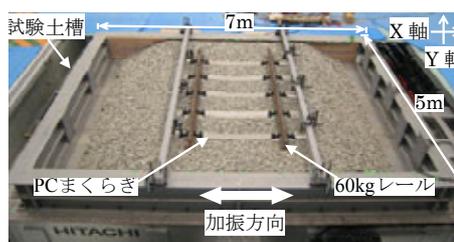
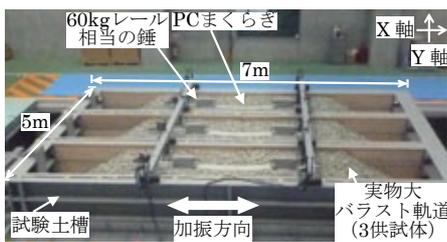


図4 地震波加振試験(まくらぎ5本)

図3 正弦波加振試験(まくらぎ1本)

キーワード: バラスト軌道, 地震, 大型振動台試験, 変形特性

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

3. 試験結果

図6に、まくらぎ1本の軌道に対する正弦波加振でのまくらぎ変位振幅と加振加速度との関係を、図7に各正弦波ステップ加振後のまくらぎ残留変位と加振加速度との関係を示す。各ケースとも、加振加速度が増加するとまくらぎ変位振幅は増加し、概ね加振加速度600galを超えると急増する傾向にあり、まくらぎ残留変位についても、加振加速度600galを超えると急増する傾向にあることがわかる。

これまでの検討より、道床横抵抗力はまくらぎ端部の道床バラストの状態に影響を受けることがわかっている<sup>2)</sup>。そこで、無対策ケースの4Tおよび3Hまくらぎの場合について、各加振ごとに道床肩部の形状を計測し、各加振後と加振前の面積比を算出し、面積比とまくらぎおよび道床の加速度応答倍率について整理した(図8および図9)。なお、加速度応答倍率は、試験土槽の加速度とまくらぎおよび道床の加速度との比で整理したものであり、正弦波加振の場合は10波目のピーク加速度について、地震波加振の場合は、試験土槽の加速度が最大となったときの応答加速度について整理した。

図8から、加振により道床肩部の面積比が低下すると、まくらぎ加速度応答倍率は増加する傾向にあり、特に、800gal加振後の面積比の減少が著しく、加速度応答倍率が急増していることがわかる。これは、800gal加振により道床肩部の崩壊が進み、道床肩部のバラスト剛性が著しく低下したことによるものと考えられる。

図9から、600gal程度の加振まで、道床肩部の面積比が低下しても、まくらぎ中央部直下の道床の応答加速度は概ね一定となっており、800gal程度の加振により道床加速度応答倍率が急増していることがわかる。これは、800gal程度の加振により、道床肩部の剛性低下が著しく進み、まくらぎ中央部直下の道床のバラスト剛性も低下したことによるものと考えられる。

地震波加振については、図8および図9より、まくらぎおよび路盤の加速度応答倍率とも、正弦波800gal加振時の加速度応答倍率とほぼ同等であり、面積比の低下とともに加速度応答倍率が増加していることがわかる。

4. おわりに

本試験により、地震時における実物大バラスト軌道の変形特性が確認された。今後は、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の確立を行いたい。

【参考文献】1) 関根悦夫, 平尾博樹: 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, 土木学会第63回年次学術講演会, 第IV部門, pp145-146, 2008.9, 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 道床抵抗力, 土木学会第63回年次学術講演会, 第IV部門, pp147-148, 2008.9, 3) 飯島正敏, 田村幸彦, 関根悦夫, 中村貴久, 白江雄介: 実物大バラスト軌道の大型振動台試験 その2 道床横抵抗力, 土木学会第65回年次学術講演会, 2010.9(投稿中)

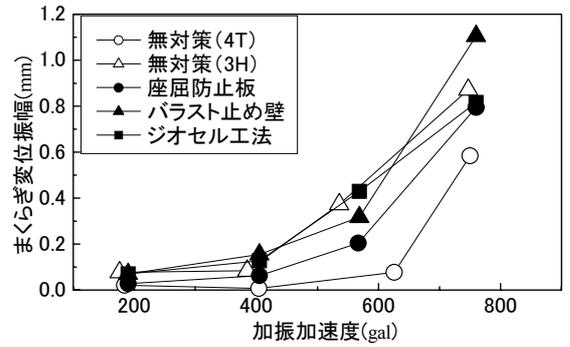


図6 まくらぎ変位振幅

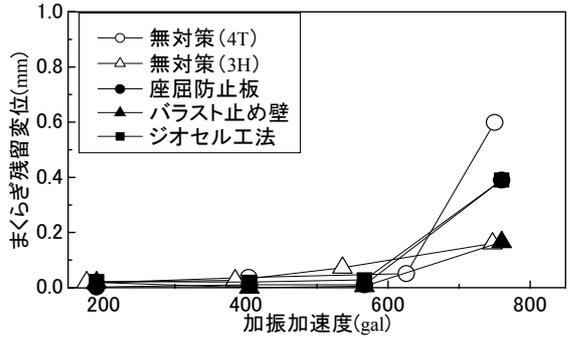


図7 まくらぎ残留変位

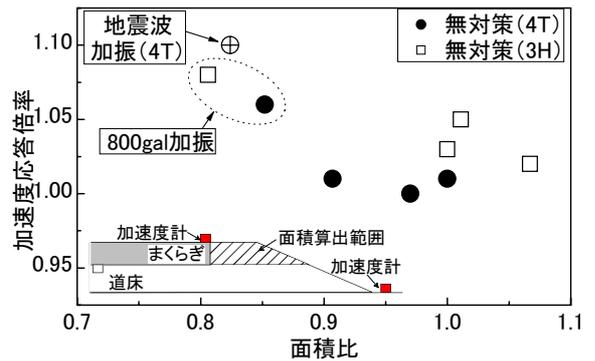


図8 まくらぎ加速度応答倍率と面積比との関係

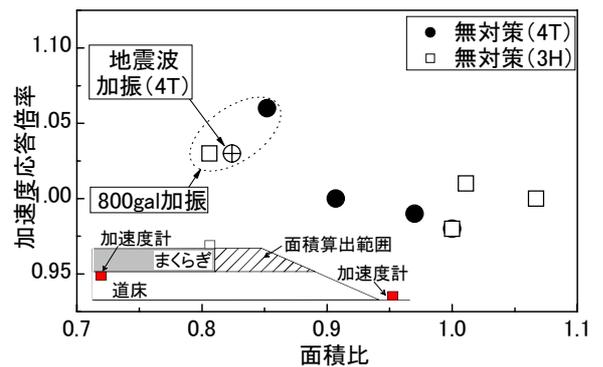


図9 道床加速度応答倍率と面積比との関係