

実物大軌道模型を用いた振動台試験による PSB 軌道の耐震性の検証

(公財) 鉄道総合技術研究所
ライト工業 (株)
東京大学

正会員 村本勝己 櫻井祐
正会員 荒木豪 飯尾正俊 阿部正直
正会員 内村太郎

1 はじめに

筆者らは、新幹線をはじめとする上級線区のバラスト軌道を対象として、常時の保守性および耐震性に優れ、かつ非常時の復旧性も損なわない軌道構造である、プレストレスト・バラスト軌道（以下 PSB 軌道という）の開発を進めている。本軌道構造は、図 1 に示すように、路盤内に埋設したアンカーと軌框をタイロッドで連結して緊張力を加え、バラストに列車荷重の 30% 程度の拘束圧を常時作用させて、バラストの強度・剛性を増加させる軌道構造である。本軌道構造は、通常のバラスト軌道よりも列車荷重による軌道沈下量が低減すると共に、まくらぎの水平抵抗力が 4 倍以上になることが確認されており¹⁾、高い耐震性能が期待できる。そこで、本稿では、実物大軌道模型を用いた振動台試験によって、PSB 軌道の耐震性の検証を行った結果を報告する。

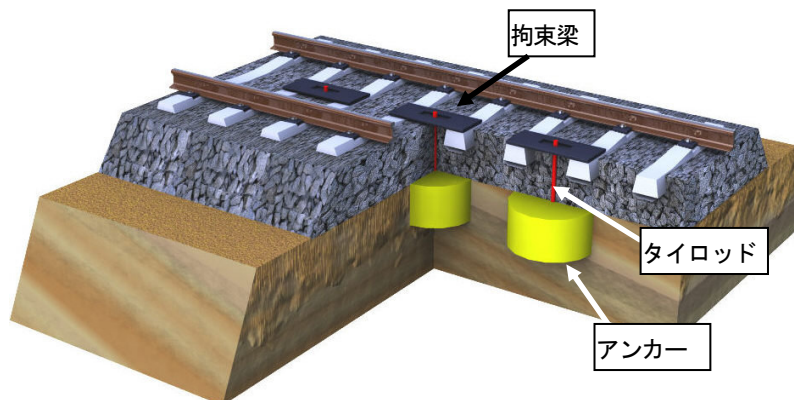


図 1 PSB 軌道の概念図

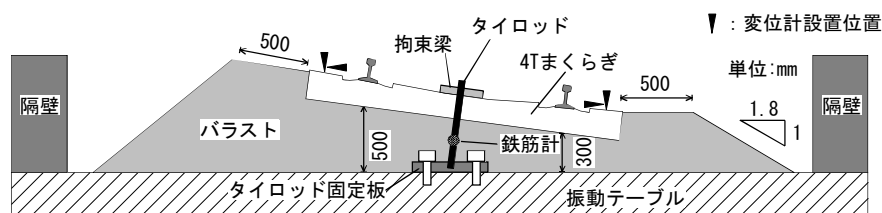


図 2 加振試験供試体の概要 (PSB 軌道)

2 試験の概要

図 2 に供試体の概要を示す。道床形状は、最も崩れやすいと考えられるカント（レール頭頂面高さの差）200mm の曲線部を想定した。本試験では、1 つの試験ケースにつき、加振テーブル上に、まくらぎ 2 本の PSB 軌道と無対策軌道の供試体を同時に作製して試験を行った（図 3）。本試験の PSB 軌道の初期タイロッド緊張力は 60kN とした。

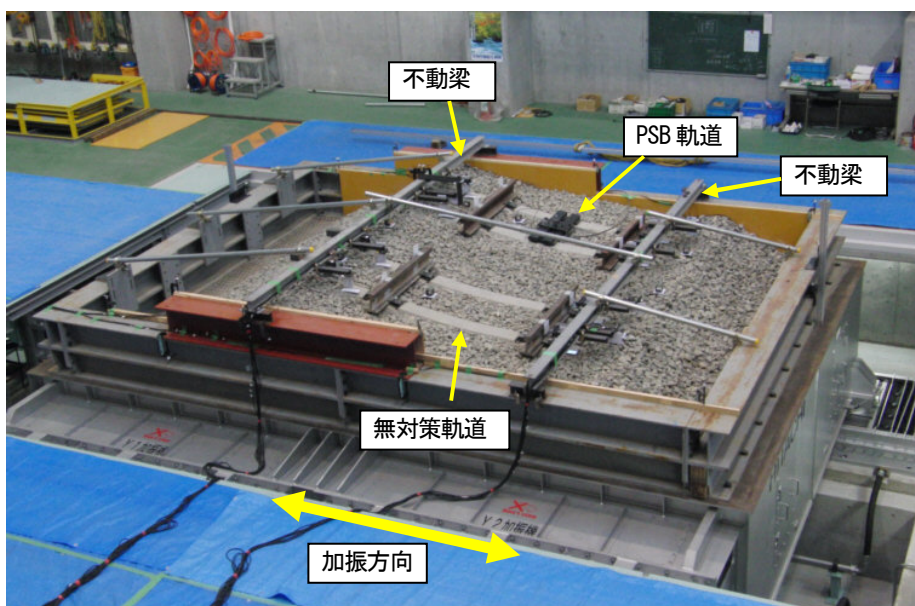


図 3 実物大軌道模型の加振試験の状況

表 1 試験条件

試験ケース	ステップ加振	地震波加振
加振波形	正弦波 (3Hz, 10 波)	中越波 (十日町高架橋)
入力加速度	400gal→600gal→ 800gal→900gal	最大 900gal に 倍率調整

試験条件を表 1 に示す。ステップ加振は、正弦波加振を加速度 400gal から 900gal まで順に行った。地震波加振は中越地震波（十日町高架橋：最大加速度 700gal）をベースに、最大加速度を 900gal に倍率調整したものを入力地震波として加振を行った。

キーワード：バラスト軌道，耐震構造，プレストレスト・バラスト軌道，振動台試験，PSB 軌道，模型試験

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

TEL:042-573-7276

FAX:042-573-5413

3 試験結果

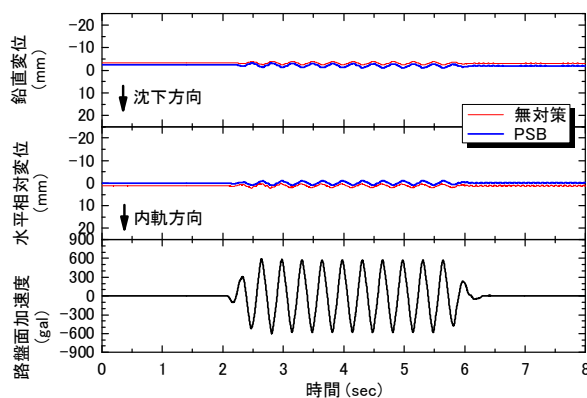
3.1 残留変形

図4にまくらぎの水平残留変位と路盤面加速度の関係を示す。ステップ加振について比較すると、無対策の場合、路盤面加速度が800galを超えると内軌側（曲線内側を内軌、外側を外軌という）に向かって大きな残留変位が生じているのに対して、PSB軌道の水平変位は3mm以内と極めて小さい。一方で、地震波加振の場合は無対策、PSB軌道とも水平残留変位は小さく、両者に違いはみられなかった。また、内軌と外軌に大きな違いはみられなかった。

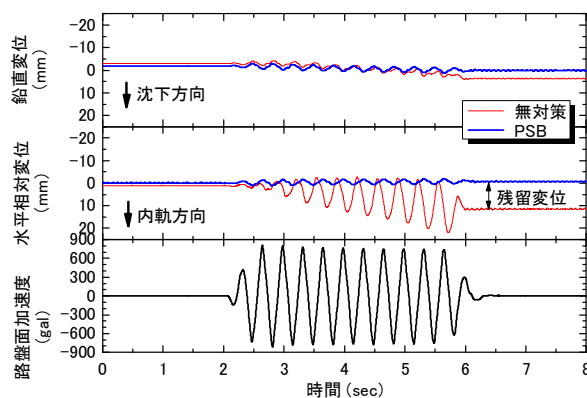
3.2 加振中の挙動

図5にステップ加振におけるまくらぎの応答変位波形を示す。ここに、水平相対変位とは、路盤を基準とした相対変位である。最大加速度600galまでは、無対策、PSB軌道共に変位は小さいが、最大加速度800galになると無対策軌道の水平相対変位振幅が1波ごとにほぼ線形に増大し10波目には最大20mm程度に達している。しかし、正弦波加振のため、最後に全振幅の約半分が引き戻された結果、無対策軌道の残留変位は約10mmとなった。一方、PSB軌道は最大加速度800galでも鉛直、水平共に応答変位は極めて小さかった。

図6に、地震波加振におけるまくらぎの応答変位波形のうち、加速度の大きい初期20秒分を示す。路盤面加速度が600gal以下の波ではまくらぎの応答変位は小さいが、868galの加速度の波を受けると無対策軌道の応答変位は急激に増大し、11.4mmの水平相対変位が生じた。しかし、その直後に逆位相の-873galの波を受けたために変位が引き戻され、結果として残留変位はほとんど生じなかった。したがって、地震波が非対称であった場合は、大きな残留変位が残った可能性があり、また、ロングレールの軸力が大きく作用している場合は、加振中に軌道が座屈する可能性があると考えられる。



a) 最大加速度 600gal



b) 最大加速度 800gal

図5 ステップ加振中のまくらぎの応答変位波形（外軌側）

4 おわりに

無対策のバラスト軌道は、加速度600galを超える地震波を受けると変位が急激に増大することがわかった。また、PSB軌道は900galの地震動を受けてもほとんど変形を生じない高い耐震性を有することが確認された。今後は、主に新幹線を対象としてPSB軌道の実用化構造の開発を進める予定である。

参考文献

- 1) 「プレストレスト・バラスト軌道の横抵抗試験」, 村本, 櫻井, 中村, 荒木, 飯尾, 阿部, 土木学会第66回年次学術講演会概要集I, pp.775-776, 2011.9

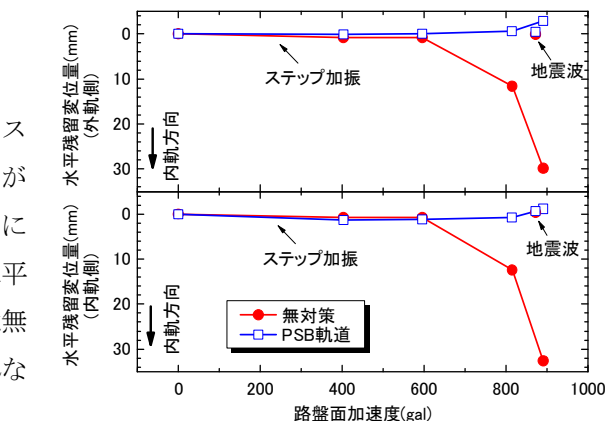


図4 まくらぎの水平残留変位

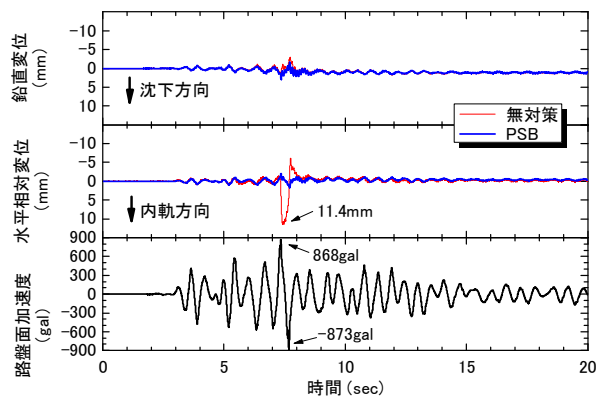


図6 地震波加振中のまくらぎの応答変位波形（外軌側）