

プレストレスト・バラスト軌道の横抵抗力試験

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 村本勝己 櫻井祐 中村貴久
 ライト工業(株) 正会員 荒木豪 飯尾正俊 阿部正直

1 はじめに

新幹線をはじめとする上級線区のバラスト軌道は、速度向上や列車密度の増加等が要因となってバラスト補修作業に依然として多くの労力が割かれており、抜本的な保守量低減策が求められている。究極的には、バラスト軌道を直結軌道化(バラストレス化)すれば、バラスト補修作業が不要となるため、保守コストの大幅な低減が期待できる。しかしながら、直結軌道は復旧性が悪く、それを支持する下部構造が変形すると大掛かりな補修が必要となるため、強度が十分でない土構造物上のバラスト軌道を直結軌道化すると、却って保守コストが増大してしまう懸念がある。以上の課題に対して、筆者らは、バラスト軌道に比べて常時の軌道沈下量が格段に少なく、かつ非常時の復旧性も損なわない軌道構造を目指して、図1に示すプレスト

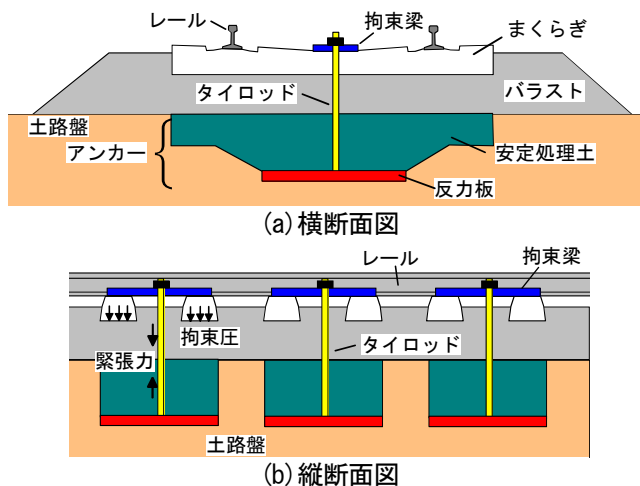


図1 プレストレスト・バラスト軌道の基本構造案

レスト・バラスト軌道(以下 PSB 軌道)の開発を進めている。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格段に小さくなることが実物大模型試験によって確認されている¹⁾が、まくらぎ/バラスト間の摩擦抵抗が増大することによって高い水平抵抗力が期待できるので、耐座屈性や耐震性も向上すると予想される。そこで、実物大の PSB 軌道模型の横抵抗力試験を行って PSB 軌道が発揮する横抵抗力について検討を行ったので報告する。

2 PSB 軌道の概要

PSB 軌道とは、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、バラスト道床に列車荷重の30%程度の拘束圧が常時作用するようにした軌道構造である。拘束圧が常時作用しているバラスト道床は高い強度および剛性を発揮し、軌框/バラスト道床/路盤が常に一体となって挙動することから、本軌道構造は擬似的な直結軌道とみなすことができる。アンカーは反力板(繊維補強プラスチック、図2)と安定処理土層(発生バラスト+急硬性グラウト)で構成される。拘束梁(図3)は重ね板バネ構造として適度な弾性を持たせてあり、バラスト道床が多少塑性変形してもタイロッドの緊張力が急激に緩和することはない。

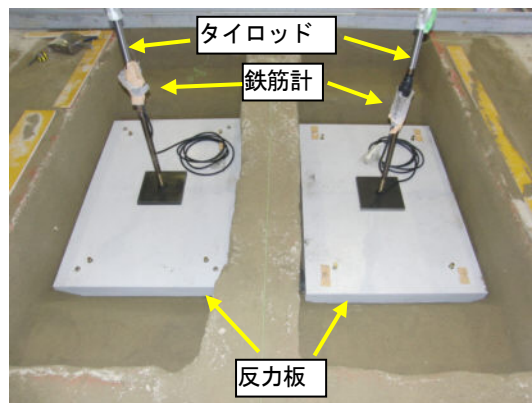


図2 反力板とタイロッド



図3 PSB 軌道模型

図4に、横抵抗力試験の概要を示す。本試験は、4本のまくらぎで構成される PSB 軌道模型(図3)のうち1本のまくらぎにストロークジャ

ッキを接続して変位速度一定でまくらぎ長手方向に引張力を載荷し、抵抗力を測定するものである。ジャッキの変位速度は 2mm/min であるが、載荷ロッドが接続されているレールの締結装置が弾性変形するため、まくらぎ自体の水平変位速

キーワード: バラスト軌道, 横抵抗力, 耐震, プレストレスト・バラスト軌道, 模型試験, PSB 軌道

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

TEL:042-573-7276

FAX:042-573-5413

度は必ずしも一定ではない。なお、本試験は、軸重 160kN の繰返し荷重を 90 万回載荷した後の軌道模型で行ったが、横抵抗力試験開始時のタイロッドの緊張力は 46kN であった。試験の状況を図 5 に示す。

4 試験結果

図 6 に、横抵抗力試験におけるまくらぎの水平変位と水平荷重の関係を示す。同図には、比較の為に、同じ 4T まくらぎを用いた通常のパラスト軌道のケースと、初期拘束圧を加えずにまくらぎ鉛直変位を拘束したケースについても図示している。なお、PSB 軌道のケースは、水平変位が 2mm に達した時点で一旦除荷して、再載荷を行っている。

PSB 軌道と通常のパラスト軌道を比較すると、両者とも同じ 4T まくらぎを使用しているにも関わらず、水平変位 2mm 時で通常軌道の水平荷重が約 7kN であるのに対して、PSB 軌道は 28kN 以上であり、4 倍以上の横抵抗力を発揮している。また、鉛直変位拘束のケースは、水平変位の進行に従って線形に荷重が増加し、水平変位が 4mm 程度に達すると通常軌道の概ね 2 倍程度の横抵抗力を発揮するものの、水平変位が小さい領域では通常軌道と大きな差はみられない。このことから、PSB 軌道が高い横抵抗力を発揮するためには、初期拘束圧が重要であることがわかる。

ここで、PSB 軌道における、まくらぎ水平変位とタイロッドの緊張力の関係を示したのが図 7 である。同図より、水平変位が増加するとタイロッドの緊張力が増加していることがわかる。これは、パラストのせん断変形に伴う正のダイレイタンスーによって拘束圧が増加していることを示している。すなわち、PSB 軌道は多少の水平変位が生じてパラストの拘束圧の緩和は生じにくく、高い横抵抗力と軌道剛性を維持し続けることがわかった。

5 おわりに

本試験結果から、PSB 軌道は極めて高い横抵抗力を発揮することが実証された。今後は、曲線部を想定した軌道模型の繰返し載荷試験および実物大軌道模型の振動実験を行い、沈下抑制効果と共に、耐震性の検証を行う予定である。

参考文献

1) 「実物大軌道模型を用いたプレストレスト・パラスト軌道の繰返し載荷試験」, 櫻井, 村本, 中村, 日本鉄道施設協会誌, Vol.49, No.2, pp.53-56, 2011.2

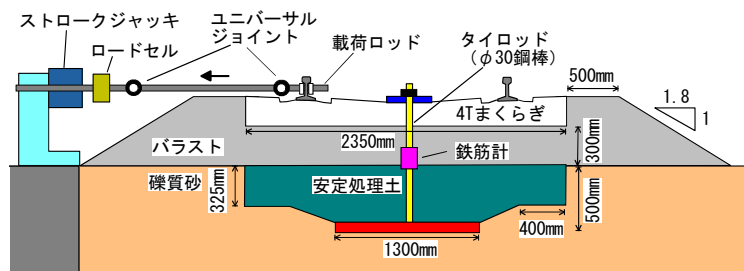


図 4 横抵抗力試験の概要



図 5 横抵抗力試験の状況

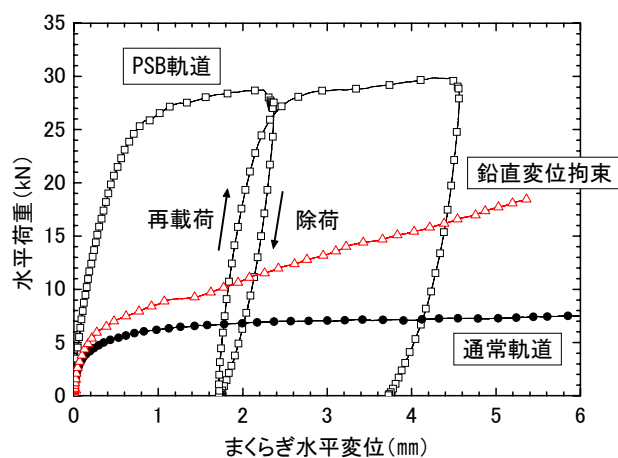


図 6 水平変位と水平荷重の関係

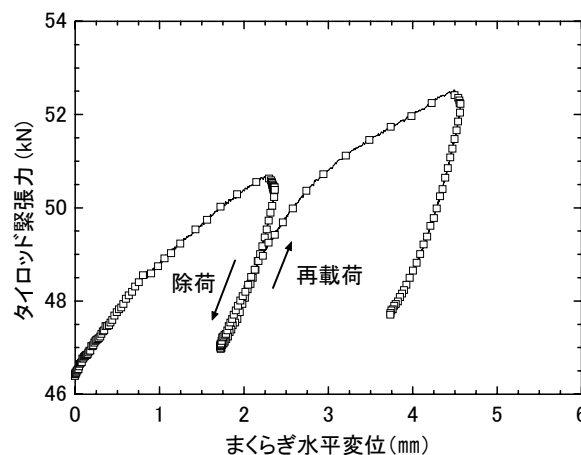


図 7 水平変位とタイロッド緊張力の関係