

バラストレス化前後の軌道支持弾性に着目したバラストレス軌道

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○長沼光 高橋貴蔵 桃谷尚嗣 伊藤孝記 鈴木実

1. はじめに

新幹線のバラスト軌道では、さらなる軌道保守の省力化や耐震性の向上が求められており、有効な手法の一つとしてバラスト道床のバラストレス化がある(図1)。これまでバラストレス軌道に関する耐荷力や施工性等について検討を行ってきたが¹⁾²⁾, 施工境界部の軌道支持弾性の変化については検討が不十分であった。そこで本研究では、施工境界部の走行安全性を確保し、輪重変動を抑制するために、軌道支持弾性に着目し検討を行った。

2. 弾性まくらぎの適用

既往の研究³⁾では、バラスト軌道と直結系軌道の接続部における走行安全性や軌道の安全性に関して、軌道の支持弾性比を用いた検討が行われ、列車速度260km/hに対する許容支持弾性比は2.0程度とされている。

許容支持弾性比を満足するため、バラストレス化区間には弾性まくらぎを適用することとし、支持ばね定数の比が2倍以内となるまくらぎパッドを開発した。

表1にまくらぎパッド供試体の諸元を示す。エチレンプロピレンゴム(EPDM)製低弾性発泡ゴム(厚さ10mm)に、硬質ゴム(厚さ6mm)を貼り合せた2層構造のまくらぎパッドを試作した。支持弾性の変化を抑制するため、バラストの貫入防止と点接触に対する荷重を分散させる目的で、硬質ゴム層を採用した。

供試体に対して、载荷速度0.5kN/secで1kPaから550kPaの圧縮応力の負荷と除荷を繰り返し、3回目負荷時の応力と変位を測定した。図2に要素試験における応力-変位関係、表2にベッド弾性率を示す。ベッド弾性率は2倍以内(1.8倍)となり許容支持弾性比の目標値を満足した。

3. 実物大軌道模型の構築

実物大軌道模型の諸元を図3に示す。軌道模型はまくらぎ1本分とし、開発したまくらぎパッドを合成まくらぎに接着し弾性まくらぎとした。道床には入手性、

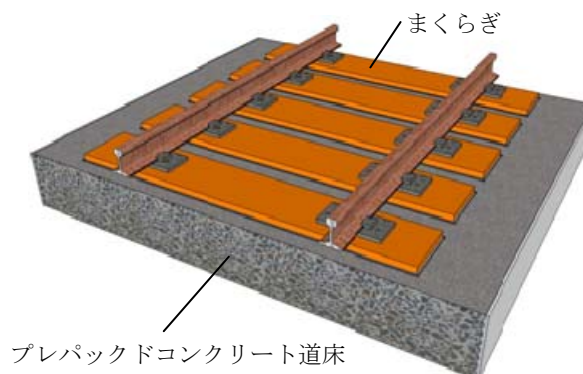


図1 バラストレス軌道

表1 まくらぎパッド供試体の諸元

供試体	試作品	従来品
材質	EPDM+硬質ゴム	NR(天然ゴム)
寸法(mm) 縦×横×厚さ	200×200×16	200×200×20

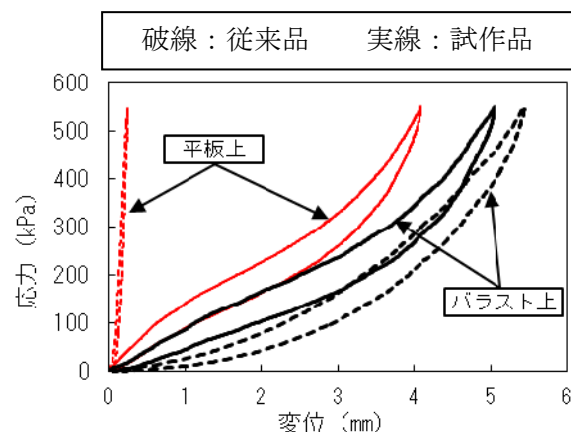


図2 応力-変位関係(要素試験)

表2 まくらぎパッドのベッド弾性率

供試体		2~100kPa間	
		ベッド弾性率 (kN/m ³)	変位 (mm)
試作品	バラスト上	0.86×10^2	1.14
	平板上	1.55×10^2	0.63
従来品	バラスト上	0.44×10^2	2.22
	平板上	9.07×10^2	0.11

※平板上の载荷は、プレパックドコンクリート上の支持状態を想定したものである。

キーワード バラストレス軌道, プレパックドコンクリート, 弾性まくらぎ, 軌道支持弾性

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 軌道・路盤研究室 TEL:042-573-7276 FAX:042-573-7413

プレパックドコンクリートの品質等を考慮してコンクリート用砕石 4020 を使用した。プレパックドコンクリート化には、夜間の施工と始発列車通過時に必要な強度を考慮して、急硬性のプレミックス材（セメント系無収縮モルタル）をてん充した。なお、プレミックス材のセメントと細骨材の質量比は 1:1 であり、水セメント比は 42.4%とした。

てん充時には砕石に散水を実施し、棒状バイブレータを用いて締固めを行い、硬化後に被膜養生剤を塗布した。また、てん充時に別途プレパックドコンクリートのブロックを作製し、コアを採取して圧縮強度試験に用いた。材齢 7 日の圧縮強度は 31.0N/mm^2 であった。

4. 実物大軌道模型に対する载荷試験

構築した軌道模型に対して、バラストレス化前後に軸重 5~85kN までの载荷と除荷を繰り返し、3 回目载荷時の荷重増分-変位関係を得た。バラスト軌道に対しては、予備载荷として軸重 5~85kN の荷重を周波数 5Hz で 1 万回载荷した。

図 4 に荷重増分-変位関係、表 3 にまくらぎ支持ばね係数を示す。バラストレス化前後のまくらぎ支持ばね係数の比は 2 倍以内（1.67 倍）となり、許容支持弾性比の目標値を満足した。要素試験と同様に実物大試験においても、硬質ゴム層がバラストの貫入や点接触に対する荷重分散に寄与していることが確認された。

また軌道模型に対して、てん充完了後 90 分で 1 万回、材齢 7 日で 100 万回の繰返し载荷（軸重 5~129kN、周波数 5Hz）を行い、変位振幅の変動がほとんどないことを確認した（図 5 参照）。载荷試験終了後の材齢 14 日において、载荷による曲げひび割れや乾燥収縮によるひび割れは確認されなかった。

5. おわりに

バラストレス化前後の軌道支持弾性の変化が小さいバラストレス軌道を提案した。提案したバラストレス軌道は一般区間・分岐部において適用可能であり、軌道保守の省力化や耐震性の向上に対して有効と考える。

参考文献

- 1)高橋貴蔵 他：バラスト軌道のプレパックドコンクリート化に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.2，pp.1471-1476，2012
- 2)伊藤竜記 他：プレパックドコンクリートによるバラストレス化軌道の载荷試験，土木学会第 66 回年次学術講演会，IV-072，pp.143-144，2011
- 3)名村明 他：支持弾性遷移区間の軌道の挙動解析，鉄道総研報告，Vol.11，No.2，pp.39-42，1997.2

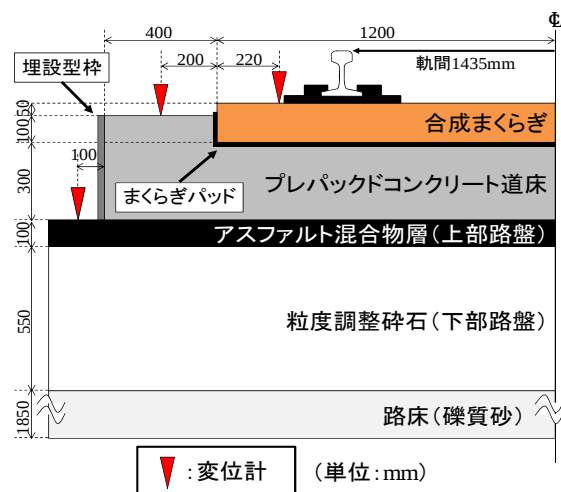


図 3 実物大軌道模型の諸元 (1/2 断面図)

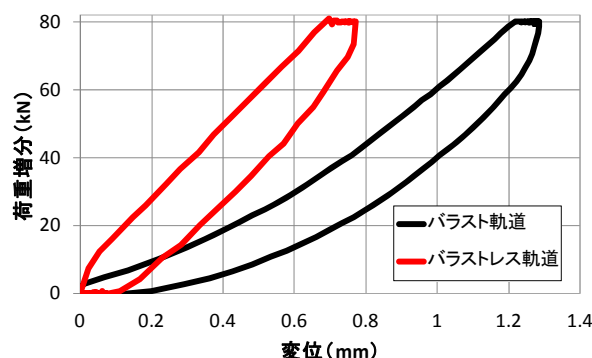


図 4 荷重増分-変位関係 (実物大軌道模型)

表 3 まくらぎ支持ばね係数

軌道構造	まくらぎ支持ばね係数 (kN/mm)
バラスト軌道	63
バラストレス軌道	105

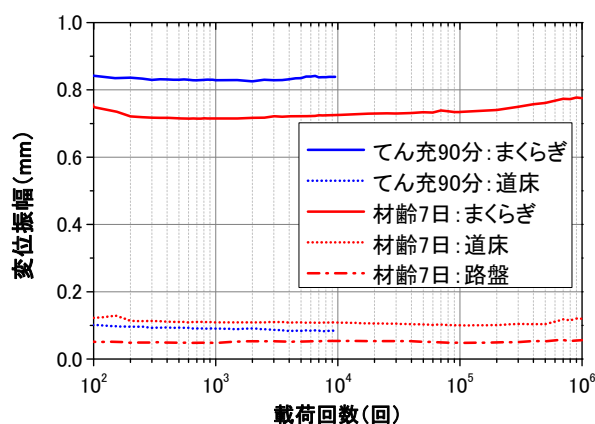


図 5 変位振幅-载荷回数関係