

TC 型省力化軌道とバラスト軌道境界部における緩衝区間検討に関する一考察

JR 東日本 正会員 ○島田 和則，児玉 礼毅
川村 孝太朗，坂元 美優
一迫 勇貴

1. はじめに

橋りょう背面部やスラブ軌道等とバラスト軌道境界部分においては、軌道支持剛性の違いから軌道沈下が発生しやすく、保守する上での弱点箇所となることが多い。一方、そのような箇所において、それぞれの軌道支持剛性を緩やかに遷移させる緩衝区間を設けることで、軌道沈下の抑制に努めている。しかしながら、特殊構造箇所においては、軌道支持剛性の変化が一律ではなく、標準的な緩衝区間を設けることができずに、繰返し補修箇所となることが多い。図 1 に示す現場では、TC 型省力化軌道（以下、TC 軌道）とバラスト軌道との軌道境界部分において、軌道支持剛性の変動によるものと推測される軌道沈下が発生し、保守困難箇所となっていた。



図 1 TC 軌道とバラスト軌道境界部

そこで、最適な緩衝区間の構造を検討するため、文献 1)の方法により軌道支持剛性の理論値の算出を行うとともに、軌道支持剛性測定装置（(公財)鉄道総合技術研究所、以下、RFWD）2)を用いて測定した実測値との比較を行った。また、それらを元に軌道構造等を検討し、軌道修繕工事を行ったため、以下にその内容を報告する。

2. 緩衝区間検討の基本的な考え

TC 軌道とバラスト軌道境界部分の軌道沈下を抑制するためには、それぞれの軌道支持剛性の差を小さくすることが必要である。文献 1)によると、各既知数等を用いて、レール 1m 当たりの支持ばね係数 k （以下、単位レール支持ばね係数）を算出することができ、また、文献 3)によると、図 2 のとおり車体上下振動加速度および輪重変動に対して許容される支持弾性比が列車種別毎に示されており、輪重変動減衰距離の変化については、支持弾性比を最大に設定しても 2~3m 程度でよいとされ、実際には保守管理の容易さを考慮し軌道スラブ長 5m が提案されている。

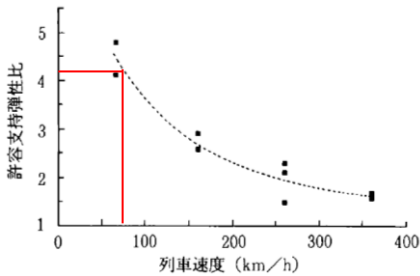


図 2 列車速度毎の許容支持弾性比

3. 検討対象区間の現状

3.1 検討区間の軌道構造および指標

表 1 に検討区間の軌道構造の概要を、表 2 に前項 2 および各種軌道条件に応じた各指標を示す。

表 1 検討区間の軌道構造

軌道構造	レール種別	まくらぎ種別	締結装置種別	まくらぎ配置間隔	道床厚	道床種別	諸元
TC型省力化軌道	60Kg	TCP6H	e1883	0.75m	—	てん充	直線・0.3‰
バラスト軌道		P6H	e2009	0.56m※	250mm	砕石	

※検討区間における平均のまくらぎ配置間隔

表 2 構造検討における各指標

列車速度	許容支持弾性比	緩衝区間長	TC型省力化軌道 レール支持ばね係数	レール沈下量
45~70km/h	4~4.5	5m	99MN/m※4)	3mm以内※5)

キーワード：TC 型省力化軌道，緩衝区間，軌道支持剛性，軌道支持剛性測定装置

連絡先：〒108-0075 東京都港区港南2丁1番34号 東日本旅客鉄道(株) 品川保線技術センター TEL 03-3443-2689

3.2 検討区間におけるまくらぎ支持ばね係数

図3に検討区間において、RFWDを用いて測定したまくらぎ支持ばね係数等の測定結果を示す。単位レール支持ばね係数を確認すると、TC軌道とバラスト軌道の境界部分において、許容支持弾性比4以内には収まっているものの、1m程度の急激な変化であることが分かる。そのため、輪重変動等により軌道沈下しやすい状態であったことが推測される。

4. 緩衝区間の検討

前項2のとおり、TC軌道とバラスト軌道の軌道支持剛性の差を小さくすることにより、軌道沈下の抑制を図ることができる。そのため、TC軌道とバラスト軌道の境界部分の緩衝区間を最適化させるため、検討区間において、表1に示す各指標を満足できるような緩衝区間を設計（TC軌道の一部有道床化およびPCまくらぎ交換、まくらぎ配置調整）し、施工を行った（図4）。

5. 施工結果

前項4で検討した緩衝区間の軌道構造により、施工を実施した。図5に施工後のまくらぎ支持ばね係数等（RFWD）の測定結果を示す。単位レール支持ばね係数の理論値（図4）と実測値を比較したところ、異なる結果となったものの、TC軌道とバラスト軌道の境界部分においては、支持弾性比が1.3～1.8の範囲であり、尚且つ3m程度で緩やかに変化していることが分かる。以上から、保守困難箇所となっていた原因の一つを除去できたと考えている。

6. まとめ

今回、特殊構造箇所に対する緩衝区間の構造検討を進めるべく、TC型省力化軌道とバラスト軌道の境界部分を検討対象として、それぞれの軌道支持剛性について理論値と実測値にて比較を行い、緩衝区間の構造検討を行った。その結果、単位レール支持ばね係数の理論値と実測値には相違が見られたものの、軌道構造境界部分において効果的な施工が実施できたと考えている。現場の軌道構造等に応じて、軌道の支持剛性を力学的観点から設計することができれば、軌道変位進みを抑制でき、保守量の低減が期待できると考える。今後は施工後の軌道状態の推移を観察し、緩衝区間の設計の妥当性について検証していきたいと考えている。

末筆ながら、本取り組みに際し、(公財)鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部に多大なるご指導をいただいた。紙面を借りて謝意を述べる。

【参考文献】

- 1) 佐藤他；「線路工学（第3版）」，社団法人日本鉄道施設協会，1989.8
- 2) 中村他；「バラスト軌道における軌道支持剛性評価方法の開発」，鉄道総研報告 Vol.31 No.12，2017.12
- 3) 名村他；「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.2，1997.2
- 4) 塙光雄；「営業線土路盤上に適用する省力化軌道の研究」東京大学学位論文，2001.2
- 5) 「鉄道構造物等設計標準・同解説 変位制限」，財団法人鉄道総合技術研究所，2006.2

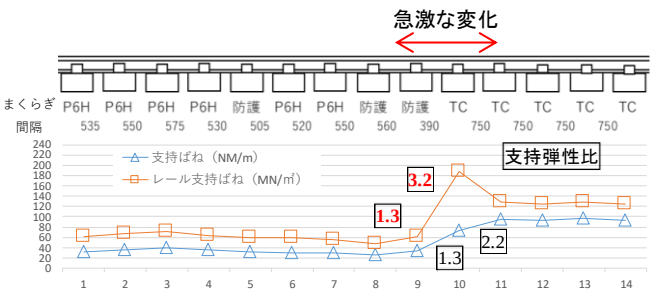


図3 検討区間のまくらぎ支持ばね係数(RFWD)

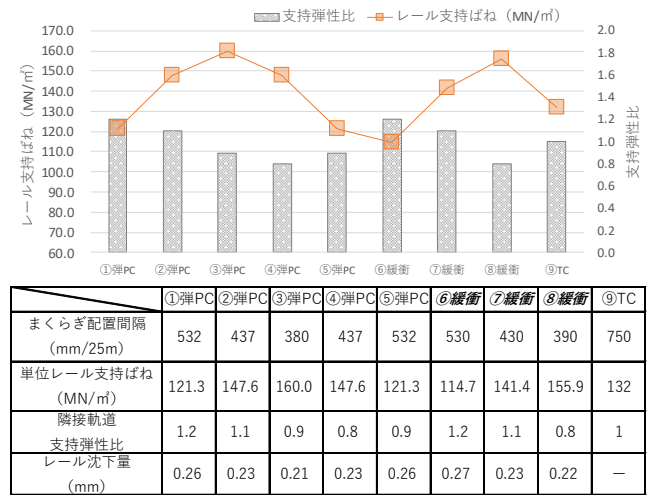


図4 緩衝区間における軌道構造の検討結果

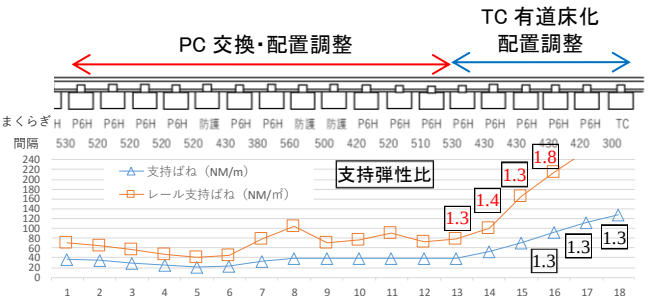


図5 施工後のまくらぎ支持ばね係数(RFWD)