

下級線におけるウレタンパッドを活用した構造物前後対策について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○富岡 健太

1. はじめに

下水きょなどが軌道を横断する箇所については、アバット等の構造物が軌道上に存在する。アバットをはじめとする諸構造物前後は、構造物とバラスト部の構造が大きく異なるため、局所的なバラスト劣化が発生し列車動揺(上下)が発生するなど、軌道保守を行ううえで弱点となっている。構造物前後対策として、これまで継目用マクラギの適用や、バラストの弾性化等、様々な対策がとられている。しかし、下級線に見合った低廉で効果の高い決定的な対策方法について明らかとなっておらず、いまだに模索段階であるのが現状である。

一方で、近年のオープンイノベーションの風潮の中で、当社内においても、汎用技術、海外技術の活用・開発が推進されている。¹⁾ オーストリアの鉄道メンテナンス部門においては、バラスト軌道PCマクラギ下面に、任意のばね係数を設定できるマクラギパッド敷設が行われている。マクラギパッド敷設により沈下抑制効果が認められた報告もある一方で、マクラギパッドを敷設するためには大きなコストがかかることから、一般的な軌道修繕手法として常用していくことは現実的でないと考える。

しかし、マクラギパッドの素材であるウレタンパッドは、任意のばね係数を設定できることや、通常使用している軌道材料に対して簡単に取り付けができるという利点があることがわかった。

そこで、本研究では上記利点に着目し、アバット部とバラスト部の動的高低変位差を最小とするために、ウレタンパッドを現場敷設し、その効果について検証することとした。

2. 研究内容

2.1. 動的高低変位差が顕著となるメカニズム

アバット部においては、道床路盤まで基礎打ちされているアバット部(図-1)と、バラスト部(図-2)の境界において、列車通過時の車輪の乗り移りとともに、レール支持ばね係数が急激に変化することにより、バラスト部に衝撃荷重が発生する。



図-1 軌道におけるアバット部



図-2 バラスト部

表-1 アバット部とバラスト部の構造とレール支持ばね係数

	アバット部	バラスト部
レール種別	50N	
構造	コンクリート	砕石
路盤	土路盤	
線形	直線	
軸重	16.8t 平均10.0t	
列車通過速度	100km/h	
軌道パッドばね係数	110MN/m	
マクラギ	橋 217×20×20cm	3号 200×24×17cm
レール支持ばね係数	58.0MN/m ²	26.8MN/m ²

アバット部とバラスト部の構造とレール支持ばね係数を表-1に示す。表-1より、アバット部とバラスト部のレール支持ばね係数には大きな乖離があることがわかる。これらのことより、バラスト部において急進的にバラスト劣化が進展することで、動的高低変位差が発生すると考えられる。

2.2. 軌道のレール支持ばね係数均一化

2.1.において、アバット部とバラスト部におけるレール支持ばね係数が大きく異なることから、動的高低変位差が発生することを示した。そこで、動的高低変位差を最小化するための方策として、ウレタンパッド(図-3)

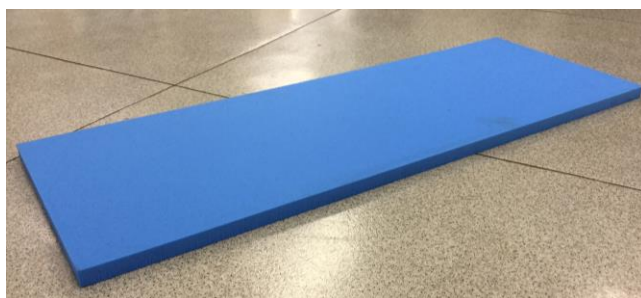


図-3 ウレタンパッド

キーワード ウレタンパッド, 構造物前後対策, 等弾性連続支持モデル, 高速度カメラ

連絡先 〒377-0008 群馬県渋川市渋川 1202-2 東日本旅客鉄道株式会社 渋川保線技術センター TEL(0279)22-0420

のような現場条件に最適なばね係数を有するものを選定し、アバット部に取り入れ 軌道全体のレール支持ばね係数を均一化させた。

図-4 に等弾性連続支持モデル²⁾を用いたバラスト部における最大動的高低変位量を示す。図-4より、バラスト部の最大動的高低変位量は約 1.8mm を示していることがわかる。この値より、アバット部においても、バラスト部と同等の最大動的高低変位量を発生させるためには、ウレタンパッドのばね係数を 61.1kN/mm とすればよいことが算出され、このばね係数を有するウレタンパッドを採用することとした。

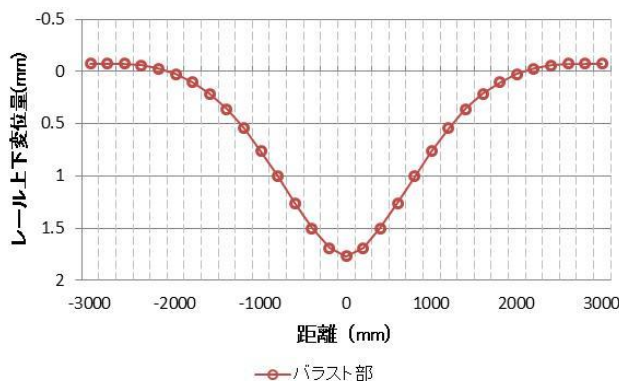


図-4 バラスト部における最大動的高低変位量

3. 施工方法

ウレタンパッドの取り付けは、木マクラギ下部に高低調整のために取付するパッキンと、アバットの間に設置することとした(図-5)。施工は、加工したマクラギパッキンに対して接着剤とステプラー止めのみで終了するため、アバットマクラギ交換時などに付帯作業として施工可能である。

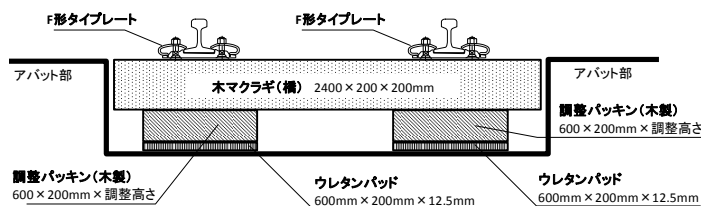
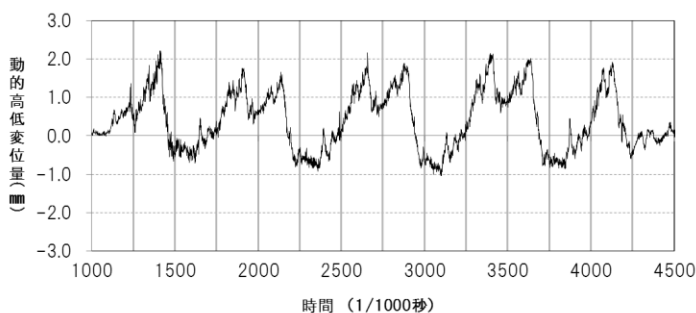


図-5 ウレタンパッド取り付け箇所

4. 効果の検証

ウレタンパッド取付後の動的高低変位量について検証を行った。検証に際して、ウレタンパッド取り付け前にアバット前後の道床修繕工事を実施した。その後、2週間後に道床修繕箇所に対し、総つき固めを実施すると同時に、アバットマクラギ交換及びウレタンパッド投入をおこなった。軌道を最良の状態としたうえで、軌道状態が落ち着くとされている総つき固め施工2週間後に、毎秒



測定条件 車両:211系(クハ+サハ+モハ+クモハ) 輪重:平均 4.5t 通過速度:90km/h

図-6 列車通過時のアバット部における動的高低変位量

1000枚撮影できる高速度カメラを活用し、列車通過時におけるレール上下挙動について撮影し、画像解析により動的高低変位量を算出した。解析結果を図-6に示す。従来のアバット部においては、道床ばね係数が無限大であったことから、動的高低変位は限りなく0に近いものであったが、図-6より、列車通過とともに、アバット部におけるレールに動的高低変位が発生していることがわかる。さらに、2.2.で示したレール上下変位量理論値 1.8mm と同程度の測定結果となっている。これらのことから、ウレタンパッド投入の効果が確認できたと言える。

5. まとめ

本報告の内容は以下の4点にまとめられる。

- (ア) アバット部とバラスト部にはレール支持ばね係数に大きな乖離がある。
- (イ) ウレタンパッドにより、アバット部のレール支持ばね係数を低下させ、バラスト部と同等程度とすることで、動的高低変位量の最小化をはかった。
- (ウ) 輪重載荷時の現場敷設ウレタンパッドのたわみ量は、高速度カメラによる動的高低変位量測定の結果、等弾性連続支持モデルによる理論上のレール上下変位量と一致した。
- (エ) ウレタンパッドが軌道に与える影響については、長期的に調査を継続していく必要がある。

参考文献

- 1) 面高 陽紀, 熊倉 孝雄, 小西 俊之; TC 型有道床弾性マクラギの開発, JR EAST Technical Review, No55, 2016.10
- 2) 保線工学編集委員会; 保線工学<上>, pp87-90, 鉄道現業社, 2016.8