

軌道パッド老朽化に伴う低弾性軌道パッド交換の効果について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○片岡 慶太

東日本旅客鉄道株式会社

山本 浩司

1. 目的

東北・上越新幹線は1982年の開業から30年を経過し、軌道材料の老朽化が進んでおり、計画的に材料交換等を実施している。また、新幹線の60kg ロングレール区間においては通トンレール交換基準を8億トンとしており、今後、大規模な通トンレール交換が必要となる。軌道パッドについては開業以来、大規模な交換を行っておらず、老朽化が進んでいると考えられる。本稿では、通トンレール交換時等になるべく労力をかけずに軌道パッドを同時に交換するために必要な軌道パッドの形状と軌道パッドのばね定数が乗心地に与える影響を検証した。

2. 通トンレール交換時の軌道パッド

スラブ区間における軌道パッドは、レール面の高低調整用の可変パッドと重ね合わせてレールとタイプレートとの間に挿入されている。従来の軌道パッドはばね定数を調整するために溝が付いており、可変パッドとの重ね合わせにより、可変パッド側にも溝が付いている(図-1)。そのため、軌道パッドを交換する際には、新しい軌道パッドと既設の可変パッドの溝がかみ合わず高低変位が発生することを防ぐために、可変パッドも同時に交換している。しかし、今後の通トンレール交換時に老朽化した軌道パッドを交換するために可変パッドを交換する場合、樹脂注入の労力と多大なコストを要する。そこで、軌道パッドのみの交換を実施できるように、溝の無い軌道パッドを製作した。室内試験で問題のないことを確認し、現在、本線敷設試験を実施し、軌道変位に影響のないことを確認し、今後ばね定数の変化等を確認する予定である。今回使用した軌道パッドを図-2に示す。60MN/m タイプについては片面のみ溝ありにすることでばね定数を調整することが可能であったが、30MN/m タイプについては片面の溝のみでは調整できなかったため、軌道パッドの中間部分に貫通穴を開けてばね定数を調整した。15MN/m タイプについては発泡合成ゴムとし、ばね定数を発泡密度により調整した。

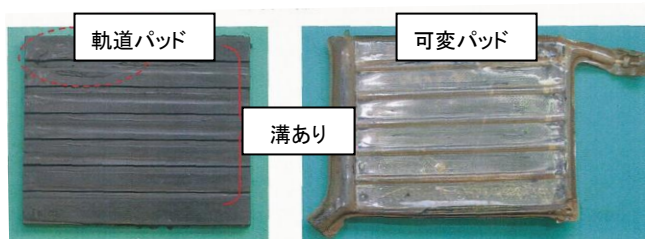


図-1 従来の軌道パッドと可変パッド

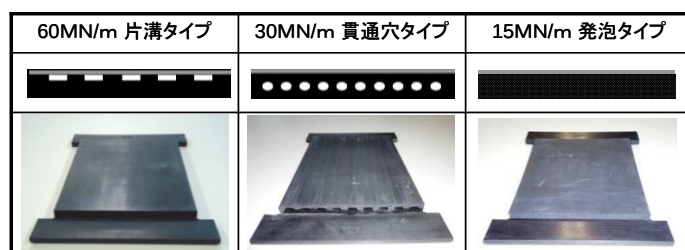


図-2 軌道パッド(溝なし)

3. 軌道パッドのばね定数による乗心地の影響

軌道パッドの交換にあたっては、従来のばね定数(60MN/m)の軌道パッドの他に、30MN/mと15MN/mのばね定数の低弾性軌道パッドを使用した。また、ばね定数の違いが軸箱加速度や乗心地レベルに与える影響を評価するために、同一箇所において、既設軌道パッド⇒60MN/m 軌道パッド⇒30MN/m 軌道パッド⇒15MN/m 軌道パッドへの交換を実施し、各段階の施工後に軸箱加速度(East-i)や列車動揺(E5系)を測定した。

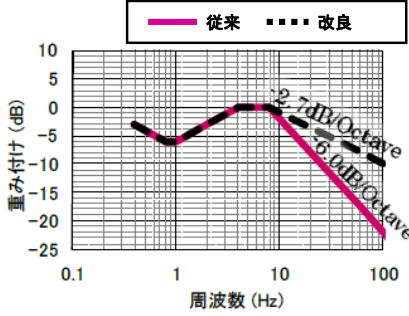
(1) 軌道パッド交換箇所の選定

軌道パッド交換前後の列車の振動加速度を評価するにあたり、軌道パッド交換の影響が通常の列車動揺測定で使用している低周波の動揺波形(10Hzのローパスフィルタ処理波形)には現れにくいと考えたため、高周波振動を考慮して評価することとした。評価方法は、新幹線等の高速鉄道において近年発生している高周波成

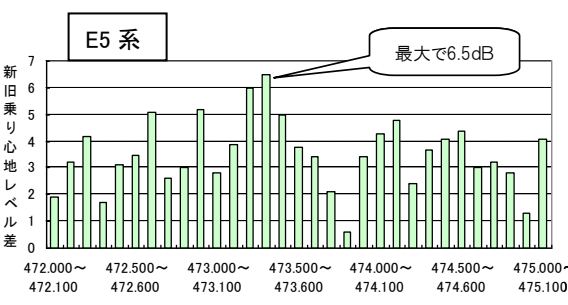
キーワード 低弾性軌道パッド, 軸箱加速度, 乗心地レベル

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社 設備部 TEL03-5334-1244

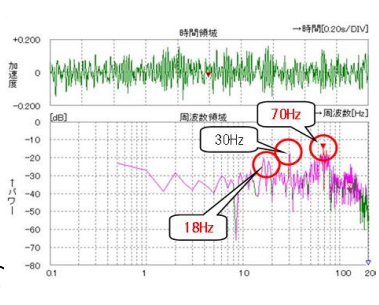
分の振動を正しく評価し、従来よりも人間の体感に近い評価ができるとして鉄道総研より提案されている改良フィルタを活用することとした。この改良フィルタは、高周波振動の成分が従来フィルタよりも大きく重み付けされている（図－3）。そこで、今回は改良フィルタによる新乗心地レベルと従来フィルタによる旧乗心地レベルの差に注目することにより、高周波成分の振動が多く発生していると考えられる箇所を抽出した。その結果、473k300m 付近の新・旧乗心地レベル差が 6.5dB と比較的大きいことがわかった（図－4）。当該箇所について周波数分析した結果、18Hz、30Hz、70Hz の周波数帯が卓越していた（図－5）。走行速度 296km/h から計算すると、30Hz については、2.7m の波長に対応し、車輪の円周長による影響と考えられる。また、18Hz、70Hz についてはそれぞれ、4.5m、1.2m の波長に対応する。



図－3 乗心地フィルタ(従来・改良)



図－4 新・旧乗心地レベル差



図－5 周波数分析結果

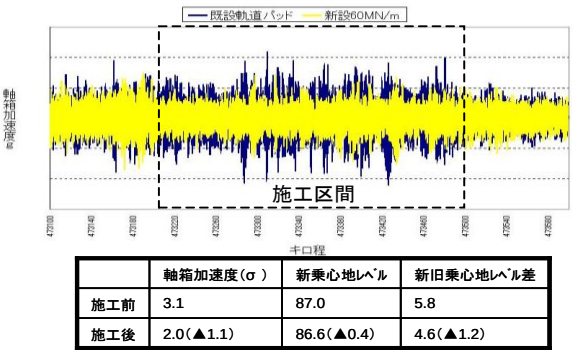
4.5m の波長については軌道スラブ長に近いので、現場調査を行ったが、スラブのアオリ等は発見されず、1.2m の波長に対応する異常も見られなかった。また、既設されている軌道パッドについて、サンプルを採取して圧縮変形試験を実施した結果、ばね定数の平均値は 143MN/m（最大値 166MN/m、最小値 123MN/m）と敷設当時の 60MN/m と比較すると 2 倍以上にばね定数が増加していることがわかった。

(2) 施工結果

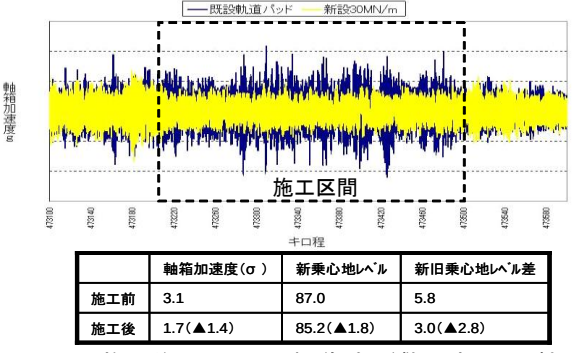
図－4 で示した 473k200m～500m の区間において、既設の軌道パッドから、(a)60MN/m、(b)30MN/m、(c)15MN/m に交換した際の施工前後の軸箱加速度と乗心地レベル関係の変化を図－6(a)～(c)に示す。ここで「施工前」とは、ばね定数の平均値が 143MN/m であった状態である。軸箱加速度の振幅はいずれの軌道パッドでも施工前と比較すると小さくなっており、標準偏差 (σ) も小さくなっている。また、新乗心地レベルについては 60MN/m タイプ (▲0.4dB) よりも、30MN/m (▲1.8dB)、15MN/m (▲2.5dB) タイプのほうが、良化率が大きい傾向が見られた。

4. まとめ

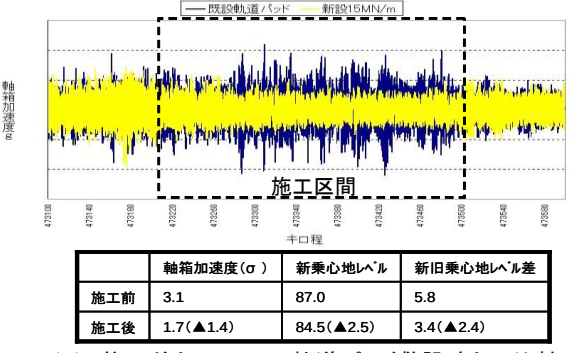
溝の無い軌道パッドにより、可変パッド交換の労力を必要としない軌道パッド交換方法について現在のところ問題がないことが確認できた。また、老朽化した軌道パッドから低弾性軌道パッドに交換することにより、軸箱加速度の低減効果や乗心地レベルの向上効果を確認できた。30MN/m と 15MN/m タイプとの明確な違いは確認できなかったが、長期耐久性の点からも今後検証を続けていく必要がある。



(a) 施工前と 60MN/m 軌道パッド敷設時との比較



(b) 施工前と 30MN/m 軌道パッド敷設時との比較



(c) 施工前と 15MN/m 軌道パッド敷設時との比較

図－6 施工前後の軸箱加速度・乗心地レベル