

波状摩耗抑制型レール締結装置の試験敷設

九州旅客鉄道株式会社 正会員 ○猿木 雄三
九州旅客鉄道株式会社 正会員 久楽 博
九州旅客鉄道株式会社 正会員 佐野 弘典
鉄道総合技術研究所 正会員 清水 惇

1. はじめに

主に急曲線の内軌に発生する波状摩耗は、騒音・振動の原因となるほか、輪重変動によって軌道変位の進行を助長するなど軌道保守量増大の原因となっている。波状摩耗は、様々な要因によって発生すると考えられているが、その一つに軌道構造の違いによる影響が挙げられる。これは軌道振動特性の違いにより、輪重変動等が異なるからである。

当社では、内軌波状摩耗が発生している曲線内に、波状摩耗抑制を目的とした低ばね型の締結装置を敷設した。併せて、波状摩耗抑制効果を検証するために、敷設区間内における列車走行時の軌道振動測定等と定期的な波状摩耗のモニタリングを行っている。本稿では、これまでの経過を報告する。

2. 波状摩耗抑制型レール締結装置の概要

波状摩耗抑制型レール締結装置(以下、TK-11 とする)を図1に示す。TK-11 の特徴は、レール下とタイプレート下に設けられた2枚のゴムパッドで荷重を受ける構造となっており、従来の軌道パッド(ばね定数 100MN/m)のレール締結装置に比べ、上下方向の軌道ばね定数の大幅な低減が可能であるため、振動低減や波状摩耗の低減が期待でき、一部民鉄では昭和50年から敷設実績がある。従来の波状摩耗抑制型締結装置は専用のまくらぎが必要であったが、当社では、タイプレートを加工することでPC6号まくらぎを交換することなく敷設している。

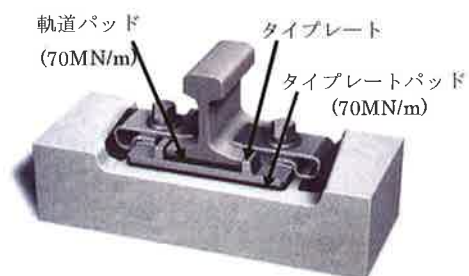


図1 TK-11 レール締結装置

3. TK-11 の試験敷設と経過観察

試験区間の概要を図2に示す。TK-11 の敷設は、波状摩耗が発生しており、曲線内の列車通過速度が一定である曲線を選定した。曲線半径は350m、カント105mm、縦断線形はレベルである。TK-11 を試験敷設した区間を区間①、既設の9形が敷設されている区間を区間②とした。

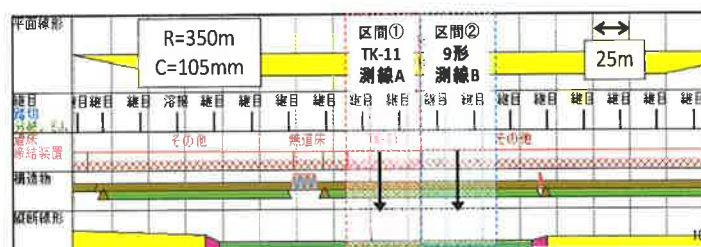


図2 試験区間

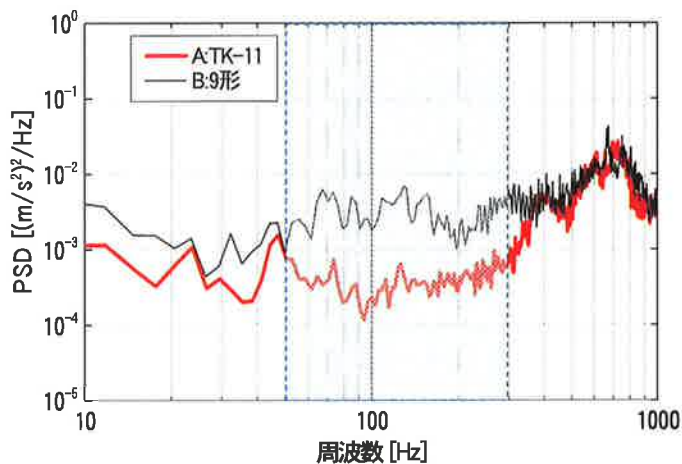
3.1 列車走行時の軌道振動測定

TK-11 と9形の振動特性の違いを把握し、波状摩耗の抑制効果を検証するために、営業列車による動的特性試験を実施した。なお、軌道振動測定は、6頭式削正車によってレール削正を行いレール凹凸を除去した後に行っている。

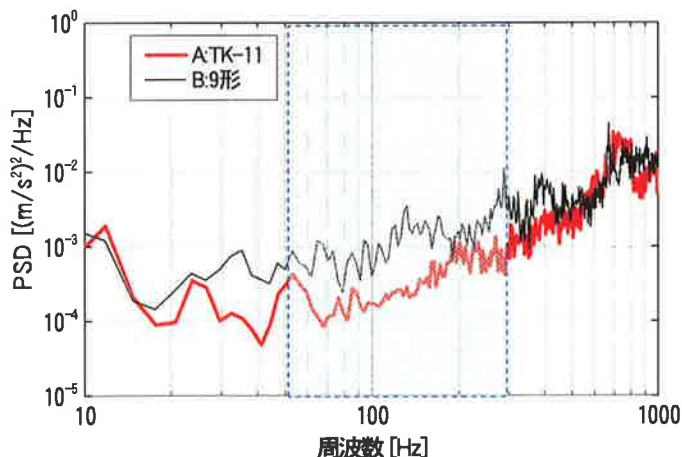
図3に、列車走行時におけるまくらぎ振動加速度のパワースペクトル(上下・左右)を示す。まくらぎのパワースペクトルは、上下振動、左右振動ともに、400Hzよりも高い周波数帯域では変化は見られないが、400Hz以下の帯域でTK-11の方がパワーが低下していることが確認できる。これは、TK-11がレール・まくらぎ間において400Hz以下の帯域の振動を低減していると考えられる。この曲線で発生していた波状摩耗の波長は約17cmであり、列車が70~90km/h(当該線区の半径350mの走行速度)で走行した場合、約120~150Hzの輪重・横圧変動が生じることになる。そのため、400Hz以下での振動を低減できるTK-11を設置することにより、波状摩耗に起因する周波数帯域での振動が軽減されるため、波状摩耗抑制効果が期待できる。

キーワード：波状摩耗、波状摩耗抑制型レール締結装置、レール波状摩耗凹凸測定器、モニタリング

連絡先：〒830-0028 福岡県久留米市京町87-12 九州旅客鉄道株式会社 久留米鉄道事業部工務 TEL0942-46-7718



(a) 上下振動



(b) 左右振動

図3 列車走行時のまくらぎ振動のパワースペクトル

3.2 経過観察の手法

波状摩耗を測定する手法として、地上でレール凹凸を測定する方法と、車上で車内騒音を測定する方法の2つを用いた。

(1) 地上レール凹凸測定

波状摩耗の発生状況は同一曲線中でも異なるため、連続的に発生状況を把握する必要がある。そこで、波状摩耗の凹凸を連続的に測定可能な「レール凹凸連続測定装置」¹⁾を用いて、試験区間全体を連続的に測定することとした。この装置は、線路上を走行させながら波状摩耗の凹凸を連続的に測定することが可能である。

(2) 車上騒音測定

地上凹凸測定は、線路閉鎖を行う必要があり作業は夜間に限られる。そこで、車上から波状摩耗の発生や程度を把握できる「可搬型波状摩耗モニタリング装置」²⁾を用いた。この装置は、波状摩耗発生区間を列車が走行する際に生じる転動音を測定し、レベル化することで波状摩耗の大きさと波状摩耗の有無を検出するものである。

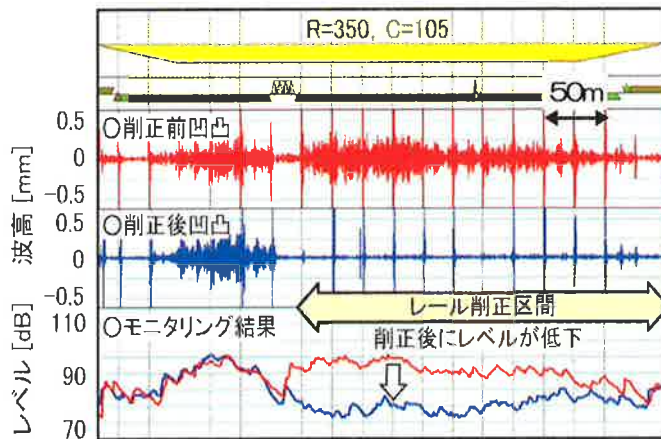


図4 レール削正前後のモニタリング結果

4. レール削正前後のモニタリング結果

図4に、TK-11の敷設後に行ったレール削正前後のモニタリング結果を示す。レール削正前は、波高0.2mm～0.3mm程度の波状摩耗が曲線全体に発生していることが分かる。レール削正実施区間においては、波状摩耗の波高が著しく小さくなっており、レール削正によって波状摩耗が除去されていることが分かる。また、レベルを見ると、レール削正前は90dBを大きく超えていたが、レール削正後は80dB前後に低下していることが分かる。これから、車上における転動音も減少していることが分かる。

両者の結果から、レール削正を実施した区間で凹凸が除去されていることが確認できる。現在、レール削正後、約9ヶ月が経過しているが波状摩耗の進行は見られない。今後も定期的な経過観察を実施し、波状摩耗の進み特性を把握する。

5. おわりに

TK-11の振動特性から、内軌波状摩耗の波長に相当する周波数帯域で9形よりも振動が軽減されていることが確認できた。今後は、TK-11を試験敷設した箇所や無道床橋りょう上の波状摩耗の進み特性を追跡調査し、波状摩耗発生メカニズム解明につなげていく。

参考文献

- 1) 田中博文, 清水惇: 波状摩耗測定用の可搬型レール凹凸連続測定装置の開発, 土木学会第66回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 2011, IV-110
- 2) 猿木雄三, 田中博文, 清水惇, 福山幹康: 可搬型レール波状摩耗モニタリング装置の開発, 土木学会第66回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 2011, IV-111