

車内騒音による内軌波状摩耗検出手法の検討

鉄道総合技術研究所	正会員	○清水 惇
鉄道総合技術研究所	正会員	田中 博文
鉄道総合技術研究所	正会員	猿木 雄三
九州旅客鉄道	正会員	福山 幹康

1. はじめに

波状摩耗は、車内や鉄道沿線への騒音や振動の増加をもたらすため、適切な保守・管理が求められている。その中で近年では軸箱加速度と波状摩耗の相関に注目した¹⁾車上モニタリングによる波状摩耗の検出手法が提案されている。しかしながら、車両の床下にセンサを設置するため、設置が困難となる物理的制約を受ける場合がある。一方で、波状摩耗の検出に床下騒音²⁾や車内騒音³⁾を用いる手法もある。車内騒音は車内にセンサを設置することから、軸箱加速度よりセンサ設置に関する制約は少ないと考えられるが、波状摩耗に起因する音を、その他の音源からいかにして分離するのかについての詳細な検討は行われていない。そこで、本研究では、軸箱加速度に加え、車内において様々な条件で騒音を測定し、車内騒音から波状摩耗を抽出する効率的な手法を検討した。

2. 車上測定概要

測定は在来線を走行する特急型車両を用いた営業車で実施し、軸箱加速度は両先頭車最前軸の車軸端で測定した。軸箱加速度測定用のセンサは、抵抗線型の定格容量 50G、応答周波数帯域 1500Hz のものを用いた。車内騒音測定用の騒音計は普通騒音計を用い、周波数重み特性は C 特性とした。図 1 に、騒音計の固定条件を示す。固定位置は、両先頭車の運転台の台車直上、車内壁の左右端と中央部の各 3 カ所とし、固定治具は運転台車内全体の騒音を測定する開空間 (O)、床下からの音を床面から集中的に測定できるように底面部分のみを開放とした木製閉空間 (Cw) および鉄製閉空間 (Ci) の 3 種類を用いた。なお、音の反響などの効果を考慮し、異なる材質のものを使い比較をするため、閉空間の治具を 2 種類用いた。大きさは各辺 10cm の立方体で、共鳴周波数は最低で 1700Hz となり、内軌波状摩耗の検出に影響を及ぼさないことを確認している。

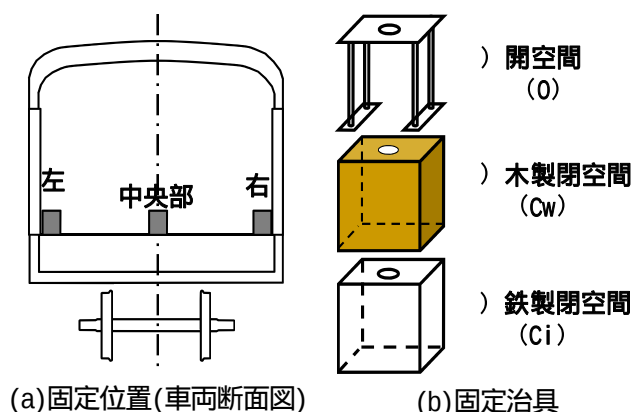


図1 騒音計の固定条件

3. 車内騒音による内軌波状摩耗の検出

3. 1 周波数分析による波状摩耗成分の特定

図 2 に、軸箱加速度および車内騒音のパワースペクトルの例を示す。騒音計は台車直上中央部に設置し、木製閉空間 (Cw) での測定である。区間 A は右レールに波長 15cm 程度の内軌波状摩耗が発生している曲線で曲率半径は 250m、区間 B は波状摩耗のない直線で、ともに列車の走行速度は約 75km/h である。区間 A では、空間周波数で約 7[1/m] (波長 14~15cm 程度) の帯域でピークが見られ、区間 B ではこの帯域に明確なピークが見られないことから、これが内軌波状摩耗に起因するピークであることがわかる。よってこれ以降、騒音計の各設置条件においてこの帯域でのパワーを比較し、検討を行う。

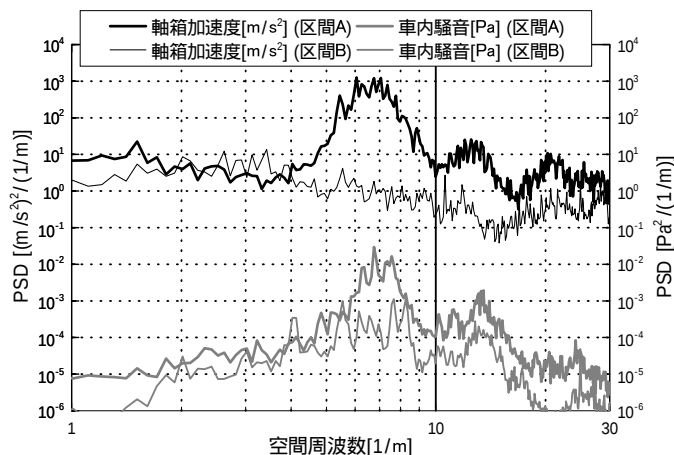


図2 軸箱加速度と車体騒音のパワースペクトルの例

キーワード 内軌波状摩耗, 車内騒音, 軸箱加速度, パワースペクトル, 車上モニタリング

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 軌道管理 TEL:042-573-7278

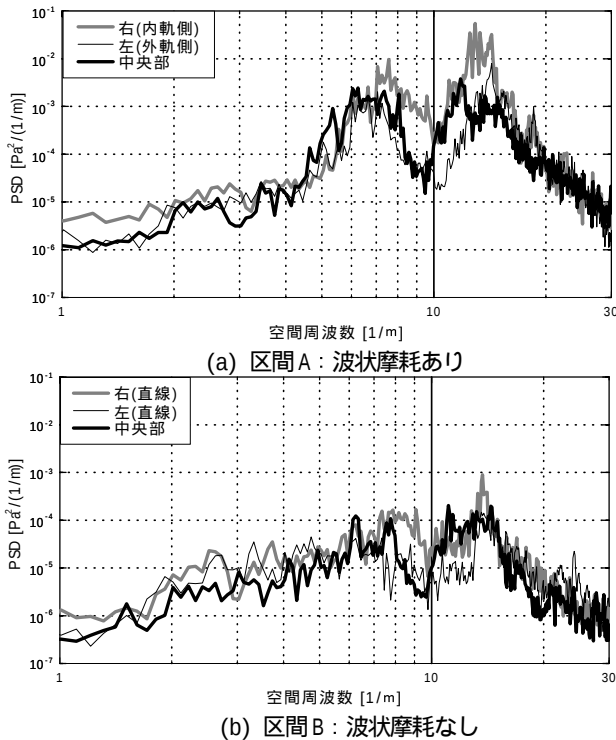


図3 設置位置別の車内騒音のパワースペクトルの例
(先頭車, 木製閉空間: Cw)

3. 2 騒音計の設置位置による違い

図3に, 先頭車台車直上の左右および中央部に騒音計を設置した際の車内騒音のパワースペクトルを示す。固定治具は全て木製閉空間 (Cw) で, 区間A・Bは図2と同様である。区間Aでは全ての設置位置で内軌波状摩耗に起因する空間周波数約7[1/m]の帯域でピークが見られる。右側レールが内軌となっているため, 右側に設置したケースで最も大きなパワーが見られる。しかし, 左側および中央部に設置したケースとの周波数特性の違いは顕著に見られなかった。したがって, 車内騒音から内軌波状摩耗を検出するには, 左右それぞれに騒音計を設置するよりも, 台車直上中央部に騒音計を設置する方がセンサを1つにできる観点からも効率的であると考えられる。

3. 3 騒音計の固定治具による違い

図4に, 各固定治具による車内騒音のパワースペクトルを示す。設置位置は全て後尾車台車直上中央部である。図3と同様に, 区間Aでは全ての条件で内軌波状摩耗に起因する空間周波数でピークが見られるが, 鉄製閉空間 (Ci) および開空間 (O) では, 空間周波数約14[1/m]の帯域でのピークの方が大きくなっている。一方, 木製閉空間 (Cw) が内軌波状摩耗に起因する空間周波数でより大きなパワーが見られることから, 車内騒音から内軌波状摩耗を検出するには, 内部での反響の少ない閉空間の

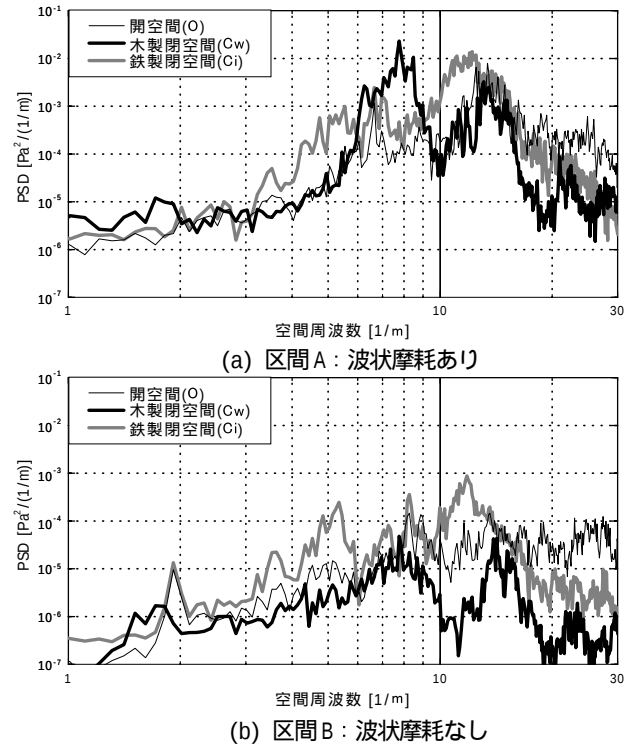


図4 固定治具別の車内騒音のパワースペクトルの例
(後尾車, 台車直上中央部)

固定治具に騒音計を設置する方が効果的であると考えられる。なお, 空間周波数約14[1/m]のピークの原因は, 内軌波状摩耗に起因する約7[1/m]に対する高調波, あるいは車体の振動に起因するものと考えられる。また, 図3および図4で内軌波状摩耗に起因する空間周波数が若干ずれているが, これは先頭車と後尾車の違いにより, 波状摩耗による音に対して車体の進む向きが異なるため, ドップラー効果の影響を受けたと推測される。

4. まとめ

- ・軸箱加速度および車内騒音の周波数分析の結果, 内軌波状摩耗に起因する成分が見られた。
- ・騒音計の設置条件の違いにより, この成分に変化が見られた。
- ・車内騒音から内軌波状摩耗を検出するための効率的な騒音計の設置条件を提案した。

参考文献

- 1) 須永陽一, 井出寅三郎, 金尾稔: 軸箱加速度を活用した短波長軌道狂いの管理手法, 鉄道総研報告, Vol.9, No.2, pp.35-40, 1995.
- 2) 須永陽一, 成毛将利: 在来線における軌動音低減のためのレール凹凸管理手法, 鉄道総研報告, Vol.16, No.4, pp.11-16, 2002.
- 3) 小島崇, 網島均, 松本陽, 緒方正剛: 車上データによる軌道の異常検出, 日本機械学会論文集(C編), 第72巻, 720号, pp.107-114, 2006.