

# 車輪・レール間の境界条件の差異による振動・騒音の低減効果について

大阪市交通局 正会員 ○石崎 雅史  
 大阪市交通局 山岡 悟  
 住友金属テクノロジー(株) 陸 康思  
 住友金属テクノロジー(株) 高橋 克之

## 1 はじめに

大阪市地下鉄第8号線(今里筋線)の路線には多くの急曲線があり、内軌波状摩耗の抑制を図るため、摩擦調整材を内軌レールに塗布している。

一般に、摩擦調整材は現状において高価である。そこで、筆者らは、その最適な塗布量を探るべく、実軌道において、横圧をはじめ、レール振動加速度、車輪近傍騒音などの測定試験を実施してきた。

本試験に至るまで、経験的に決定した量を塗布してきた。これは、車両床下および道床面への飛散ロスの最小化ならびに長手方向の塗布延長の最大化を図って設定したもので、ここでは「現状塗布」と呼ぶ。

本試験では、「現状塗布」に加えて、「現状塗布」から塗布量を半減させた「減量塗布」、塗布休止後1日経過させた「乾燥状態」の3境界条件を設定している。筆者らは、先の研究<sup>1)</sup>において、「現状塗布」が横圧抑制に最適であると結論付けている。

本稿では、それに続き、レール振動加速度および車輪近傍騒音について整理した結果を報告する。

## 2 試験の概要

本試験は、曲線半径102mの急曲線(CL=180m, C=120mm, S=15mm)で実施した。レール頭頂面は、波状摩耗が目視確認できない程度に良好であった。

レール振動加速度の測定には、軌間外側のレール腹部に設置した圧電式ピックアップセンサーを用いた。測点は、軌道狂いや車両走行特性による影響を考慮し、**図-1**に示すように、5m離れた2地点を設けた。地点1では内軌および外軌レールに、地点2では内軌レールにそれぞれセンサーを設置した(**図-2**参照)また、軌道短絡防止とホワイトノイズ除去を図るため、センサー設置の際に、レールとの間に厚さ2mmのベークライト絶縁板を挿入した。

車輪近傍騒音の測定は、地点1付近の内軌側歩廊

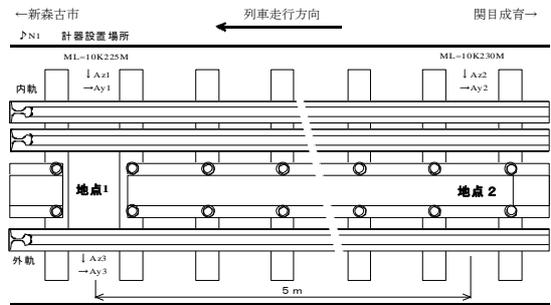


図-1 本試験における測定地点

上に設置した騒音計を用いた。本来ならば、線路中心から横2.5m、レール面から高さ0.5mの位置に設置すべきであるが、トンネル内の空間制限のため、やむを得ず位置を変更した。



図-2 センサー設置状況

## 3 試験結果および考察

### 3-1 レール振動加速度

**図-3**に、地点1および地点2それぞれにおける周波数分析結果の一例を示す。これによると、2地点とも、上下方向の振動加速度においては、250Hzおよび630Hzを中心周波数とする帯域にピークが発現している。一方、左右方向の振動加速度においては、2地点とも250Hz帯域のみにピークが発現している。

この250Hzという成分は、本市第8号線に限らず、防振構造を有する他のリニア地下鉄路線でも観測されており、実際の波状摩耗の波長と、列車通過速度から求まる波状摩耗の空間周波数と一致している。既往の研究<sup>2)</sup>によると、これは、車輪・レール間の接触ばねに起因するレール小返り振動にかかる成分であり、波状摩耗生成と密接な関係がある。

**図-3**によると、250Hz帯域においては、上下方向・左右方向とも、「現状塗布」した場合の低減効果が顕著で、乾燥状態で発現するピークが解消されている。

キーワード 波状摩耗, 摩擦調整材, レール振動加速度, 車輪近傍騒音, リニア地下鉄

連絡先 〒550-8552 大阪市西区九条南1丁目12番62号 大阪市交通局 鉄道事業本部 TEL 06-6585-6645

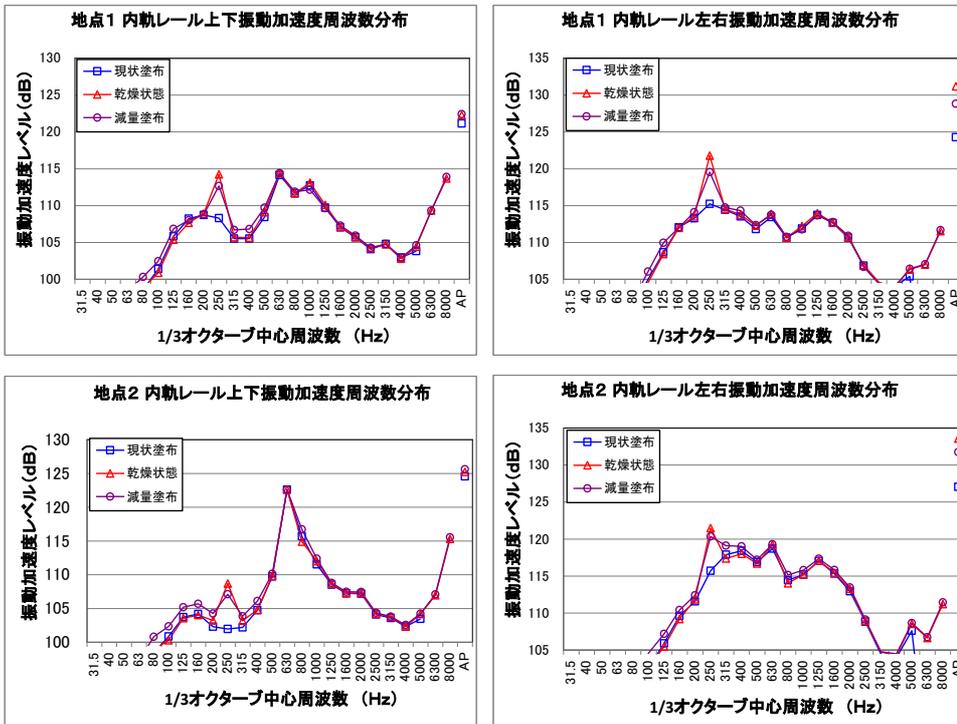


図-3 周波数分析結果 (レール振動加速度)

このため、「現状塗布」が最適であることが分かる。

一方、630Hz 帯域においては、上下方向では顕著なピークが見られるが、左右方向ではその傾向は見られない。すなわち、車輪・レール間の横方向相対運動よりも、車輪フラットやレール頭頂面不整に起因する上下系の連成振動が卓越した状態と考えられる。

図-3 によると、左右方向では僅かな低減効果が見られるが、上下方向では効果が見られない。これは、摩擦調整材が車輪・レール接線方向の接線力に機能するものであることと矛盾しない。

3-2 車輪近傍騒音

図-4 に、地点 1 付近における周波数分析結果の一例を示す。レール振動加速度と同じく、250Hz 帯域および 630Hz 帯域にピークが発現している。

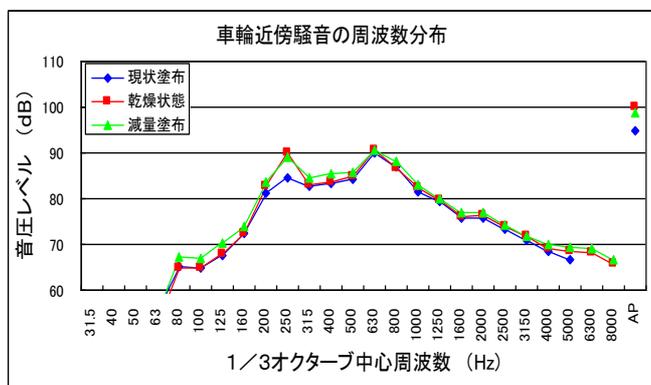


図-4 周波数分析結果 (車輪近傍騒音)

250Hz 帯域においては、「現状塗布」した場合の低

減効果が顕著で、乾燥状態で発現するピークが改善されている。一方、630Hz 帯域においては、効果が見られない。レール振動加速度の低減に効果がある帯域では、車輪近傍騒音も同様の傾向で効果が見られる。

以上の結果から、レール振動加速度および車輪近傍騒音の間には密接な関係があることが分かる。

4 おわりに

波状摩耗に關与する周波数帯域と、その複数倍の周波数帯域に着目し、摩擦調整材によるレール振動加速度および車輪近傍騒音の低減効果を把握した。

前者においては、効果が顕著に現れ、波状摩耗抑制に有用であることが改めて示された。これは、試験後も波状摩耗が進行していない現状とも一致する。

後者においては、車輪・レール間の相対運動が左右方向よりも上下方向で卓越しており、効果を必ずしも期待できないことが示された。

また、試験に用いた境界条件のうち、横圧抑制に最適な「現状塗布」でそれらの低減幅が最大となり、乾燥状態で発現するピークが改善された。このことは、これまでの経験的運用が結果として最適であったことを裏付けるものとなった。

波状摩耗に關与する周波数帯域や振動・騒音のピークを示す周波数帯域は、路線やその軌道構造などによって当然異なる。本稿は、リニア地下鉄における一例であることを最後に付け加えておく。

本研究が、車輪・レールの境界問題に關わる技術者各位にとって、少しでも参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 石崎雅史, 鍋島寛之, 菅原剛治, 山岡悟, 陸康思, 高橋克之: 車輪・レール間の境界条件による横圧への影響に関する調査研究, 第 16 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, pp725-728, 2009.
- 2) (社) 日本地下鉄協会リニアモータ駆動地下鉄推進本部: レール波状摩耗の発生メカニズムとその防止対策, 1997.