

プローブ車両の研究開発の概要

- 営業車両による状態モニタリング実現を目指して -

交通システム研究領域 緒方正剛 松本 陽 佐藤安弘 大野寛之 水間 毅 吉永 純 山口知宏
日本大学生産工学部 網島 均
日本大学理工学部 中村英夫

1. はじめに

「プローブ車両」は、営業車両などに取り付けて、常時または頻繁に軌道状態や車輪・レール境界の状態を監視することを目的として、簡易で耐久性の高い測定センサを用いながら、データの採取方法や処理・解析方法に工夫を凝らすことにより、実用上十分な精度を確保して軌道状態を検知できるようにしている。そのためには、この目的を実現できる物理量とその測定法を選定し、データの処理・解析方法について研究を進める必要がある。

そこで、軌道、車両の異常状態のモニタリングを簡便に実現するためのプローブ車両に対する研究の概要と中間成果を紹介する。

2. 車両/軌道系のオンボード・センシングに関する研究の実施状況

都市内地下鉄路線における実車走行試験に行い、台車や車両の各部位に各種のセンサを取り付けて、騒音レベル、振動加速度などの物理量を測定し、これまでの測定方法による測定量との比較を行い、最適な測定部位や測定・解析方法を探り出すための基礎的な検討を行った。プローブ車両のイメージを図1に示す。都市内地下鉄路線における実車走行試験に行い、台車や車両の各部位に各種のセンサを取り付けて、騒音レベル、振動加速度などの物理量を測定し、最適な測

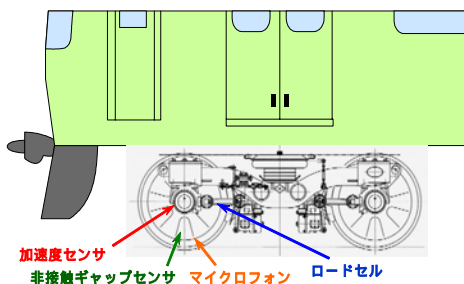


図1 プローブ車両のイメージ

定部位や測定・解析方法を探り出すための基礎的な検討を行った。車輪の近傍騒音の測定状況を図2に示す。また、試験区間に発生している波状摩耗の状況を図3に示す。

振動加速度(軸箱、床面)及び騒音レベル(車輪近傍、床下)のデータに、レール頭頂面の詳細なデータを加味して、さらに詳細な解析を行い、それぞれの関係を把握することにより、測定部位や測定量の意味について検討した。実路線において走行試験を行い、簡便性に配慮しつつ、測定精度及び耐久性の向上などについて検討を行った。また、測定器の設置がさらに容易な車両客室での騒音測定データより、レールに発生した波状摩耗を検出する方法を見出した。

3. 車両/軌道系のオンボード・センシングに関する研究の成果

地下鉄路線において測定した各部の振動加速度や騒音レベルのデータに、新たに入手したレール頭頂面形状の詳細データを加えて、周波数解析を加えることにより、それぞれの特徴と関連について考察した。図4に示すように、この測定点ではレール頭頂面で波長



図2 車輪近傍騒音の測定状況



図3 試験区間のレール波状摩耗の状況

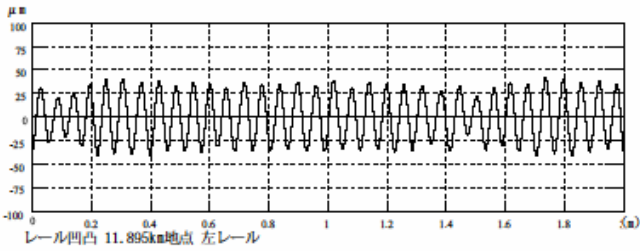


図4 レール頭頂面の測定形状

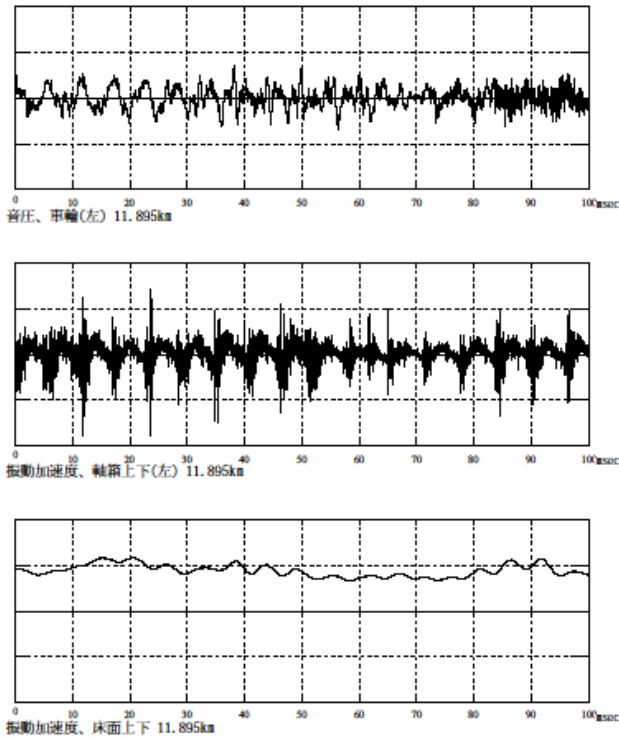


図5 車上における測定波形(車輪近傍騒音、軸箱上下振動、床面上下振動)

約59mm、波高30~40mmの顕著な波状摩耗が発生している。

列車走行試験で計測した振動加速度、騒音レベルのうち、代表的なものとして、車輪近傍騒音、軸箱上下振動加速度、客室床面上下振動加速度の当該地点での測定結果を図5に示す。これらのうち、車輪近傍騒音と、軸箱上下振動加速度については、これらの原波形からも波状摩耗の影響を思わせるが、床面上下振動加速度の測定原波形からは、その傾向を判断することは難しい。

これらの原波形からその特徴を抽出するために周波数解析を行った。図5にFFT解析による結果を示す。最下段は、レール頭頂面自体のFFTであるが、走行速度39km/h=10.83m/sで時間領域に換算してある。これらの結果を見ると、入力に相当するレール

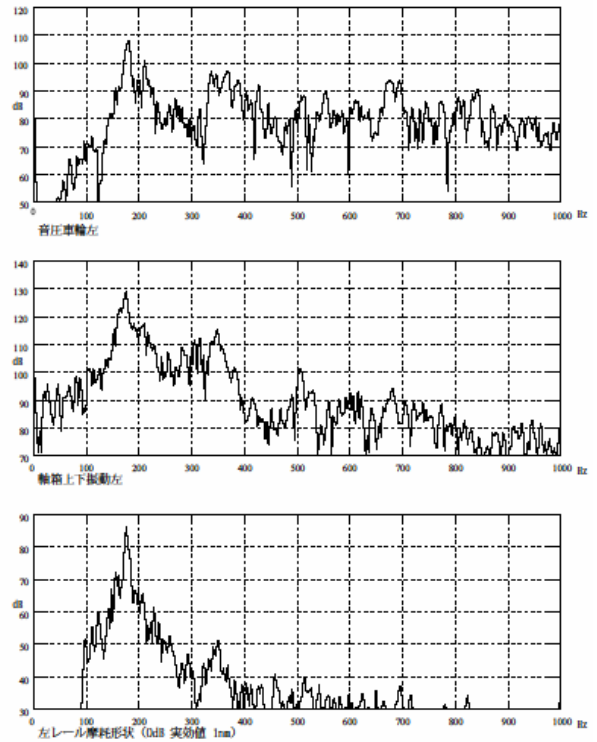


図6 FFT解析結果(車輪近傍騒音、軸箱上下振動、レール頭頂面形状)

頭頂面の凹凸に対して、車輪近傍騒音と軸箱上下振動加速度とは、同じ周波数(約80Hz)に鋭いピークを持つだけでなく、特に軸箱上下振動加速度は全般にわたり、互いに近似したスペクトルを持っていることがわかる。これにより、軸箱上下振動加速度の測定値によりレール波状摩耗等のレール頭頂面の規則的な変動は検知可能なことが示唆される。ただし、波状摩耗の発生している側と反対側の軸箱でもかなりの振動が伝搬されるので、左右を比較しないとレベルの絶対値だけでは、波状摩耗の発生している側を特定することは難しい。車輪近傍騒音は、同一周波数に鋭いピークを持っているが、高調波成分のレベルも比較的高いので、軸箱上下振動加速度に比べると入力波形のスペクトルとやや異なっている。

4 まとめ

列車走行試験で計測した車輪近傍騒音、軸箱上下振動加速度、客室床面上下振動加速度などの振動加速度、騒音レベルの測定結果の周波数解析を行うことにより、波状摩耗などのレール不整が検出できる可能性を把握した。今後、解析方法を改良することにより、より簡便な、あるいは、より精度の高いセンシング方法を求めたいと考えている。

