

3406 レールによる転動音低減手法の研究

Study of Rolling Noise Reduction by Modifying Rail

正〔土〕 ○瀧川 光伸 (東日本旅客鉄道㈱)

正〔土〕 本 卓也 (東日本旅客鉄道㈱)

Mitsunobu TAKIKAWA, East Japan Railway Co. 2-0, Nisshin-cho kita-ku, Saitama City

Takuya MOTO, East Japan Railway Co. 3-125, Onari-cho Omiya-ku, Saitama City

A Shinkansen project aiming at a service speed of 360km/h is currently being carried out. It is an important matter for the project to reduce rolling noise. An attempt to reduce rolling noise is being done through the rail. The noise reduction techniques applied to the rail are rail profile modification, noise absorbers and vibration dampers. In laboratory experiments, noise reduction was attained by all techniques but we decided to use the vibration damper to test in service line because it was more effective at noise reduction than the other techniques. As a result, noise reduction at track side was 0.5-3.0 dB(A) at 110km/h.

Keyword: rolling noise, noise reduction, rail profile, vibration damper, noise absorber

1. はじめに

新幹線の高速化に向けて、環境対策は重要な課題である。その中でも騒音対策は重要なテーマであり、これまでレール削正、防音壁の改良、路盤面吸音工の開発など地上の対策も各種行ってきた。また、現在 JR 東日本では新幹線の営業速度 360km/h へ向けた取り組みを進めており、騒音対策としてこれまでの各種対策について改善を加えることはもちろん重要であるが、これまでにない新たな騒音低減対策を検討していくことも必要になると考えている。

そこで、転動音の発生源の一つであるレールに着目し、レールの形状変更やレール自身の吸音及び制振により転動音を低減できるかの検証を行うこととした。本稿では、それらの実験内容と結果について報告する。

2. レール断面形状による検討

2.1 形状変更による実験

レールの断面形状を検討するに当たり、レールから発生する音に対し腹部と底部の形状効果を確認するため、頭部以外の腹部と底部の形状を図 1 に示すように変更し、スラブ軌道の上で鉄球の落球による加振実験を行なった。

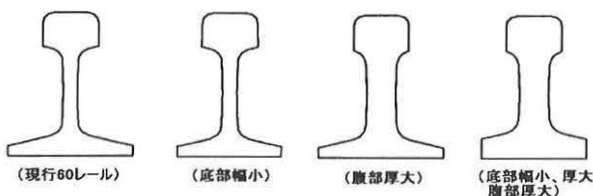


Fig.1 Rail profiles for laboratory experiments

そのときの約 15cm 離れた位置での騒音測定結果を図 2 に示す。図より、いずれの形状も現行の 60 レールと比較して騒音レベルは小さくなった。その中でも特に腹部を厚く、底部の幅を短く及び厚くした形状が、騒音低減の効果が一番あり、その効果は 1dB(A) 程度であった。

2.2 吸音材を使用した実験

現行の 60 レール形状を含め、各断面で吸音材を腹部両側

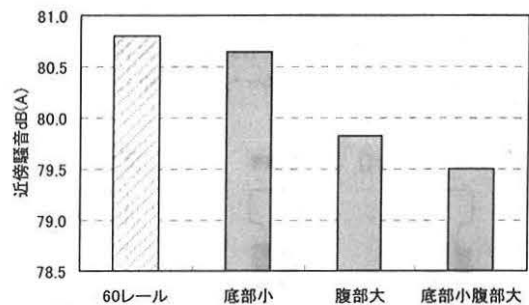


Fig.2 Noise level at 15cm away from the rail

に貼り付けて同様の実験を行い、騒音を測定した。その結果を図 3 に示す。図の縦軸は各断面における吸音材のない場合からの騒音低減量を表している。

図より、各断面とも約 1~3dB(A) の騒音低減効果が見られ、レールに吸音材を貼ることにより、形状変更に加えてさらに転動音を小さくすることができると考えられることができた。

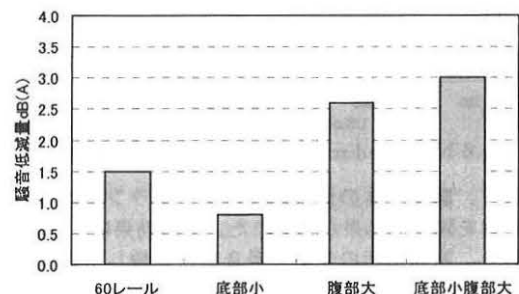


Fig.3 Noise reduction level by noise absorbers

3. レール制振による検討

レール断面形状の検討と平行して制振材をレールに取付けて、騒音を低減することが可能かの評価も行った。

3.1 制振材の種類と設置法の検討

レール断面形状の実験と同様にスラブ軌道において鉄球による加振実験を実施し、制振材の種類とレールに取付ける方法の検討を行った。実験に使用した制振材の基本的構造を図4、その組合せを表1に示す。この制振材の特徴は、レールの曲線的な面に対してもブチル層が比較的柔らかいため、マグネットシートの磁力によりブチル層が塑性変形しレールと密着する仕組みになっていて、制振的な効果を十分に引き出せる構造となっている。

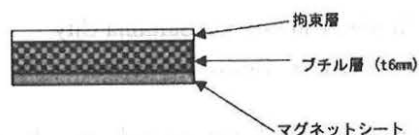


Fig.4 Structure of vibration damper

Table 1 Vibration damper types for laboratory experiments

仕様	No.1	No.2	No.3
拘束層 (mm)	1.6	2.0	2.0
ブチル層 (mm)	6.0	6.0	6.0
マグネットシート (mm)	2.0	2.0	3.0

加振実験の結果、No.1の結果が良かったため、この構造についてレールに取付ける方法の検討を行った。その取付け方法は図5に示す3種類であり、その方法で加振実験を実施した結果を図6に示す。図は各周波数帯域における制振材を取付けなかった場合のレールと比較したときの騒音低減量を表している。

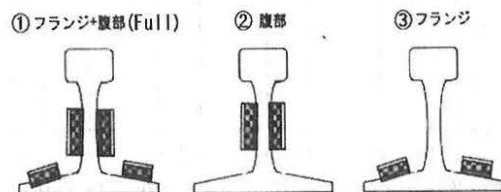


Fig.5 Attachment types of the vibration damper

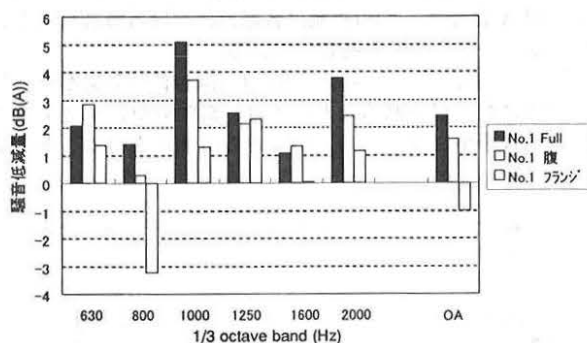


Fig.6 Noise reduction level by vibration damper

図より、騒音全体の低減としては、フランジのみに設置した場合を除いて効果が見られた。その効果は1.5dB(A)以上であり、断面形状の変更や吸音材と比較しても低減効果が大きかった。特に新幹線の転動音は800~1,000Hz付近の影響が大きいため¹⁾、その周波数帯域の効果が一番大きかった腹部と底部の両方に制振材を取付けた方法(①Full)で営業線の試験を行うこととした。

3.2 営業線での試験

加振実験の結果から、制振材をレールの腹部と底部に設置し、その設置前後で近傍騒音及び振動の測定を行った。

試験は東北新幹線の上野~大宮間のスラブ軌道上で、速度110km/hの区間で実施した。その設置状況を図7に示す。マグネットシートによりレールと密着することは在来線のレールで確認をしていたが、新幹線の高速区間に設置することを考慮し、制振材が脱落しないための支え金具もあわせて検討をした。

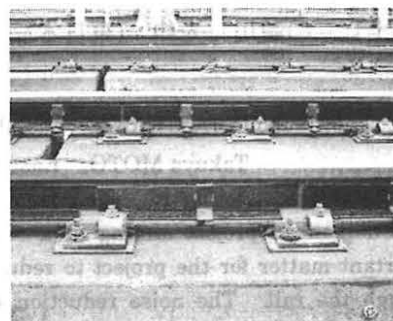


Fig.7 Vibration dampers on rails

近傍騒音の測定結果を図8に示す。各車両によって騒音低減量に差があるが、約0.5~3.0dB(A)以上の低減効果を確認することができた。

また、レール振動とスラブ振動も低減していることを確認した。スラブ振動が低減していることで、高架橋から発生する音を小さくすることができると予測されるので、高架区間の多い新幹線の25m地点騒音に対しても騒音を抑えることができると思われる。

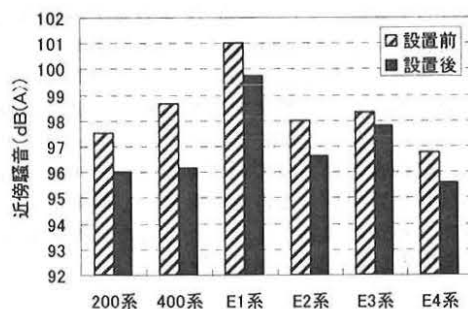


Fig.8 Noise level at 2m away from the track

4. おわりに

これまでの加振実験や営業線の試験から、レール形状の変更やレール自身への対策を施すことで転動音を下げることができるという結果が得られた。新幹線の列車速度としては110km/hまでしか試験を行っていないが、この速度領域で走行している在来線に対しては、このような方法で転動音を低減させることが十分に可能であるということが推測できる。

今後は、本来の目的である新幹線の高速区間で測定を行い、レールの対策により騒音が低減できるかの確認を行う予定である。また、レール断面形状の変更は現状の軌道構造を大きく変える必要があるため、当面は断面形状の変更と同様の効果の得られるレール制振材に着目をして、今後の研究を進めていく予定である。

最後に、レール制振材の開発に当たりアサヒゴム(株)、(株)スミハツにご協力頂きました。深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 瀧川光伸、須永陽一：効果的なレール削正に対する一考察、第49回土木学会全国大会講演集、1994.9