

〈技術レポート〉

## 鉄道レール用防音材に関する研究

浜松研究所 研究部門(熱・音) チーム チームリーダー 工学博士 大村 高 弘  
研究員 釣田 英 利  
工事業本部 工事技術部 澤田 淳 也  
財団法人 鉄道総合技術研究所 主任研究員 工学博士 半坂 征 則  
研究員 間々田 祥 吾

### 1. はじめに

近年、鉄道では車両は高速化し、タイヤは高密度化する傾向にある。その一方で、沿線では住民の静かな住環境を求める志向性は高まっている。このような背景のもと、鉄道における騒音対策の必要性が高まっている。

鉄道騒音の中で、車両走行に伴い車輪とレール間で発生する転動騒音は、新幹線、在来線ともに大きなウェイトをしめ、その対策は重要である。この対策としてこれまで、レールの平滑化、ロングレールの適用、沿線の防音壁設置、防音壁や軌道面への吸音材の適用等が検討、あるいは実施されてきた。しかしながら、これらの対策は総じて施工に多大な労力を要するという難点を抱えていた。また、在来線では構造上、または、沿線環境上、レールの平滑化対策や防音壁の施工等ができない箇所も多く有する<sup>1)2)</sup>。

そこで筆者らは、転動音を有効に低減し、なおかつ施工が簡単な防音対策として、レールに設置する防音構造の開発に取り組んでいる。本研究では、実験室での実験、および、在来鉄道の営業線における敷設試験の結果を述べ、転動音低減に効果的な防音構造を提案する。

### 2. 試験体と実験方法

転動音の低減方法として、レールの振動低減と、レールから放射された音の遮音・吸音が考えられる。そこで筆者らは、

(1) レールウェブに制振材を貼付

(2) レールフランジおよびウェブを防音カバーで被覆






(3) (1), (2) 両方を実施

の3種類の防音構造の検討を行った(試験体としては後述するように5種類)。制振材には、筆者らが開発した材料で、鋼製振動体に簡単に施工できる磁性制振材(磁性ゴム層と鋼製拘束層の積層構造)<sup>3)</sup>を、カバー材としては内層に発泡エチレンプロピレンゴム(以下、発泡EPDM)やロックウール吸音材、外層に制振鋼板を積層した材料を使用した。

#### 2.1 試験体

試験体は表1に示す5種類とした。母材として、長さ700mmに切断した在来鉄道用のレール

表1 試験体仕様(断面図)

No.	名称	内容	概略図
①	レールのみ	レールに何も付けない。	
②	発泡EPDM付きカバー	制振鋼板と発泡EPDM(注を一体化したカバーを、専用金具でレールに取り付ける。	
③	磁性制振材	磁性制振材をレールのウェブ両面に貼り付ける。	
④	磁性制振材+発泡EPDM付きカバー	②+③	
⑤	ロックウール付きカバー	②の発泡EPDMをロックウールに置換したもの。	

注:「EPDM」=エチレンプロピレンゴム

(50kgN<sup>注</sup>)を使用した。各部品の詳細を表2に示す。

注)「50kgN」とは、JIS E 1101「普通レール及び分岐器類用特殊レール」により規定され、レールの種類を表す。断面形状により異なる。

2.2 実験方法

2.2.1 テーブルテスト

(1) 放射音測定

プラスチックハンマーによってレールを加振し、放射された音が暗騒音と同等になるまで減衰する時間（本稿ではこれを、「放射音継続時間」と呼ぶ）を測定し、各試験体の防音性能を評価する試験である。図1に、放射音測定系のブロック図を示す。打撃点は、レール片端から50mm離れた位置の頭頂面とし、騒音計マイクロホンを打撃点と反対側のレール端から50mm離れた位置に設置し、レールからの放射音を測定した。

表2 使用した材料

発泡EPDM	厚さ25mm
制振銅板	厚さ0.5mm
磁性制振材	厚さ5.3mm、長さ450mm、幅40mm
ロックウール吸音材	密度150kg/m <sup>3</sup> 、厚さ20mm

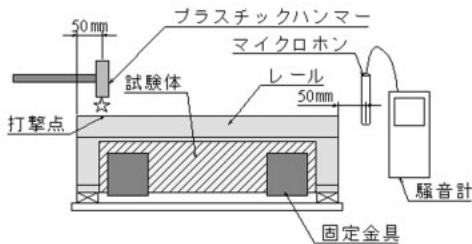


図1 測定ブロック図（放射音継続時間）

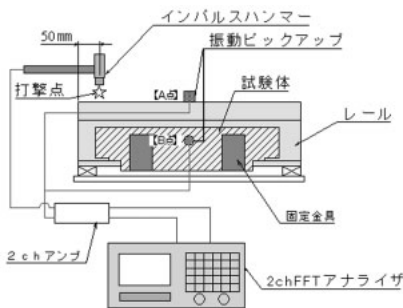


図2 測定ブロック図（振動加速度）

(2) 振動測定

図2に、振動測定系のブロック図を示す。振動加速度ピックアップを、レールの中央付近の頭頂面（A点）とウェブ（B点）に取り付け、振動加速度を計測した。ただし、B点は、表1に示す試験体②、④、⑤についてはカバー外層上、③については、制振材拘束層上の点とした。

2.2.2 敷設試験

敷設試験の状況を、写真1と写真2に示す。前項までの試験で総合的に最適と評価された試験体②（発泡EPDMと制振銅板の積層材のカバーでレールフランジおよびウェブを被覆）を用い、有道床区間の営業線で敷設試験を行った。

騒音測定点は、高さはレールレベルで水平距離が近接レール側から4mの位置（A1）、同点から1.2m上（A2）、3m上（A3）、5m上（A4）の4点とした。普通騒音計を用い、時間重み特性Fast、周波数重み特性Aにより騒音を測定し、レベルピーク値を求めた。



写真1 敷設状況

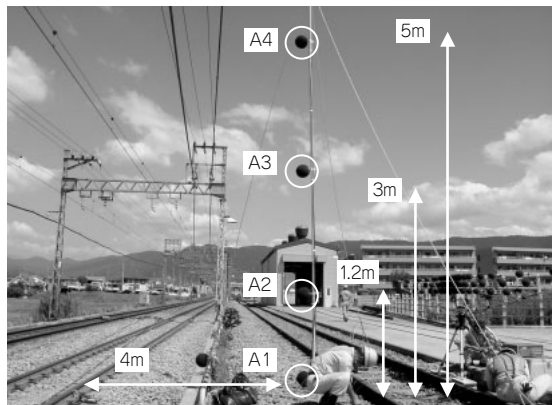


写真2 騒音測定点

### 3. 実験結果

#### 3.1 放射音測定 (テーブルテスト)

放射音測定に関する結果を図3と図4に示す。この図から、制振材および防音材を取り付けることで、放射音継続時間はいずれのタイプの試験体でも、2/3程度まで短くなることが確認された。

ただし、詳細に観ると、試験体③と⑤より試験体②と④の方が若干放射音継続時間が短く、これらの方が防音効果がより高いと判断される。試験体②と④については差異は小さい。試験体④は材料コストや施工性の面で試験体②より劣ると考えられ、後述の敷設試験には試験体②を適用することとした。

#### 3.2 振動測定 (テーブルテスト)

図5に、振動の時間波形を示す。A点(レール頭頂面)について述べると、図5に示すように、試験体①(レールのみ)の結果と比較し、他の試験体は、すべて、振動加速度の振幅が小さく、かつ、早く減衰した。特に、磁性制振材を貼付したものは効果が大きく、振動の継続時間は約半分になった。発泡EPDM付きカバーとロックウール付きカバーでは、わずかにロックウール付きカバーの方が良い結果となった。

次に、B点(レールウェブ)について述べると、図5に示すように、発泡EPDM付きカバーを用いた試験体(②, ④)で、加速度の振幅が最も小さく、かつ、早く減衰する傾向があった。

#### 3.3 敷設試験

図6に、A1~A4各点で測定した列車通過時の

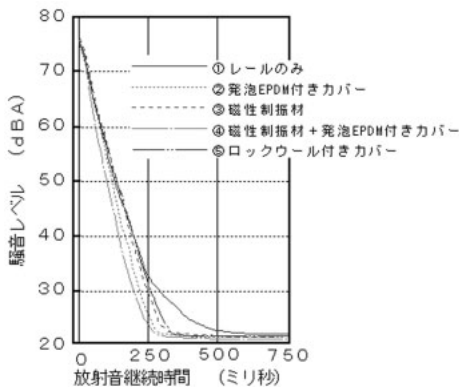


図3 放射音継続時間測定結果

騒音測定結果を示す。

発泡EPDMと制振鋼板の積層材のカバーでレールフランジおよびウェブを被覆することにより、いずれの測定点においても騒音レベルが2~3dB低減することが確認できた。

### 4. 考察

#### 4.1 放射音

図4より、試験体②~⑤のいずれにおいても放射音継続時間が低減し、防音効果が認められた。試験体③は、磁性制振材による効果、特にレール上部における振動低減効果が作用し、試験体②(発泡EPDM付きカバー)、⑤(ロックウール付きカバー)についてはウェブやフランジから放射される音を吸・遮音する効果が作用していると考えられる。なお、本試験では全試験においてプラスチックハンマーによる打撃音そのものがマイクロホンに検出されてしまっていることが考えられる。このため、打撃に伴う直接音を排除する工夫が必要であり、今後の課題とする。

#### 4.2 振動特性

図5に示すように、レール頭頂面の測定点(A点)においては磁性制振材を使用した試験体(③と④)において減衰効果が高いことが分かる。これは、磁性制振材が、レール頭頂面を伝搬する振動の減衰に大きく寄与しているためと考えられる。一方、磁性制振材を使用していない試験体(②と⑤)では、減衰量は小さく、従って、カバーだけでは、レール頭頂面で放射される音を減衰させることが難しいことが分かった。その一方で、

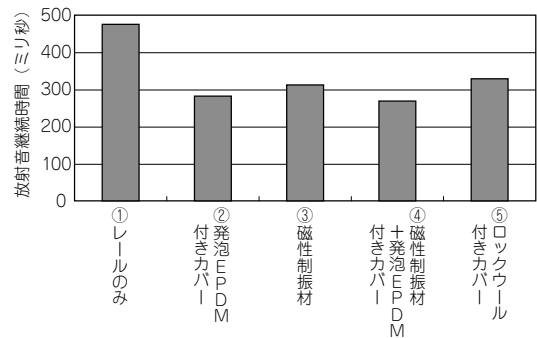


図4 放射音継続時間測定結果

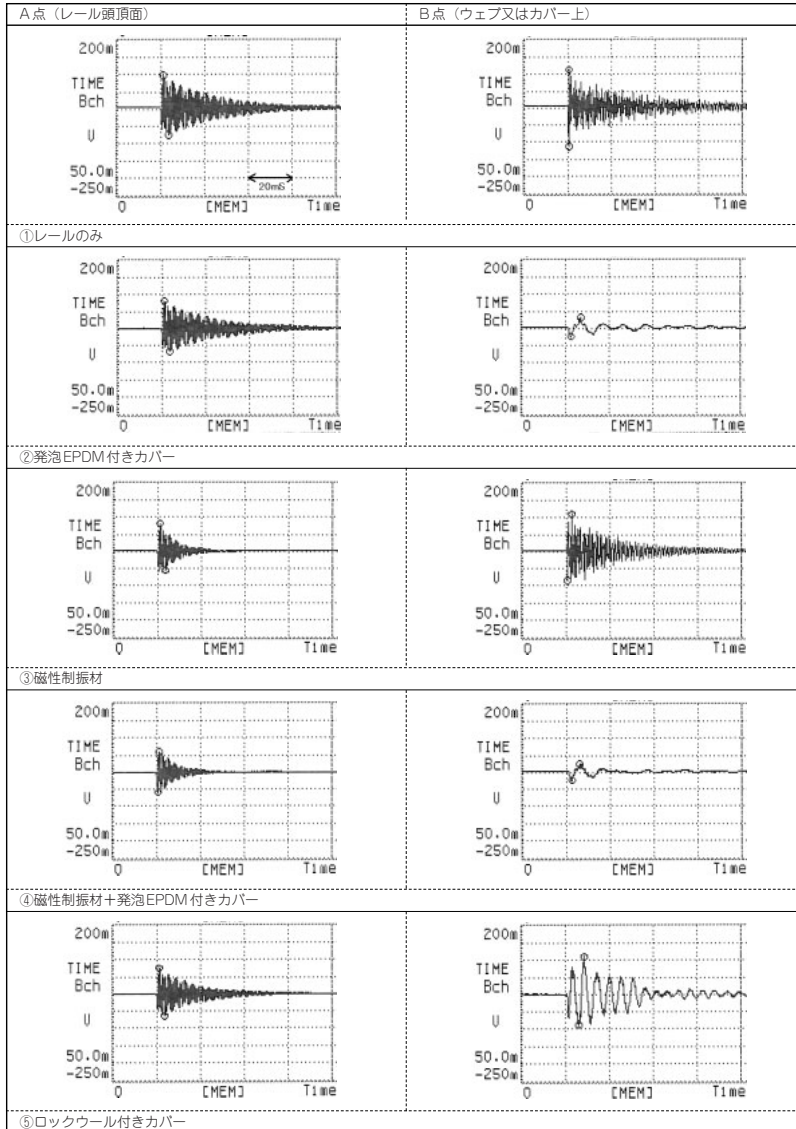


図5 振動時間波形測定結果

前述の音響試験では試験体②は試験体④より防音効果が高いことが示されている。この結果は、レール打撃に伴い発生する音において頭頂面からの放射音の寄与が比較的小さいこと、そして、レールの下部のカバーによってレールからの放射音に対する有効な防音対策がなし得ることを示唆しているものとする。

## 5. おわりに

車輪とレール間で発生する転動音を有効に低

減し、かつ、施工が簡単な防音対策として、レールに設置する防音構造の開発に取り組んでいる。打撃試験および在来鉄道営業線における敷設試験を行い、その効果を検討した結果、以下の知見を得た。

- (1) レールウェブに磁性制振材を貼付した試験体では、レール頭頂面の振動が低減し、それに伴いレールからの放射音が低減されることが認められた。
- (2) 内層に発泡エチレンプロピレンゴム (EPDM) やロックウールの吸音性粘弾性層、外層に制振

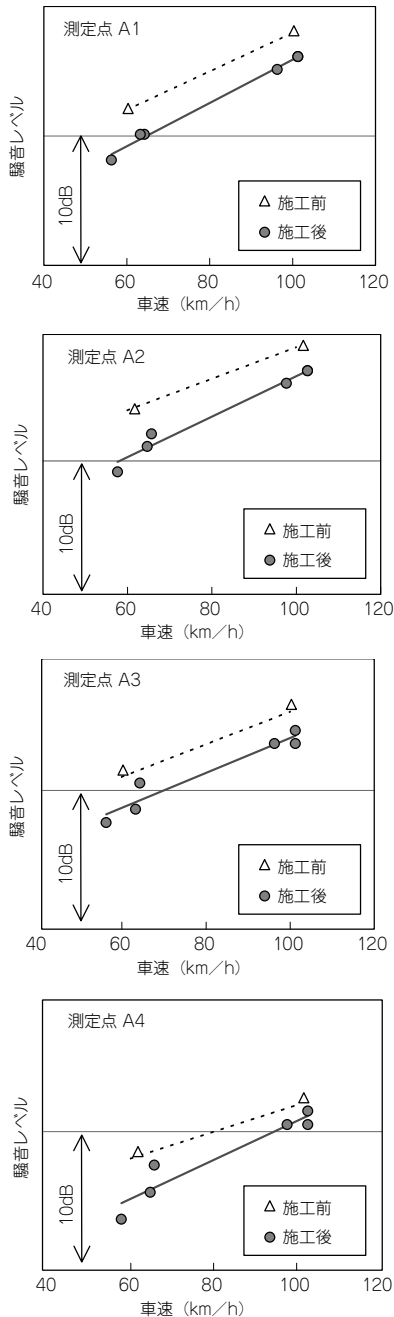


図6 敷設試験騒音レベル測定結果

鋼板の積層体とした防音カバーをレールフランジおよびウェブに設置した結果、レールからの放射音が低減することが確認できた。

(3) 在来鉄道の有道床区間において発泡EPDM付きカバー材の試験体を敷設し、騒音測定を実施し

た結果、2～3dBの騒音レベル低減が確認できた。

### 参考文献

- 1) 時田保夫他：音の環境と制御技術 第Ⅱ巻 応用技術、フジ・テクノシステム、p.416-435, 1999
- 2) 半坂征則，御船直人：鉄道用制振材料の開発・運用事例，騒音制御 Vol.23, No.6, p.400-404, 1999
- 3) 半坂征則，御船直人，西本一夫，伊藤修二，永井靖隆：磁性複合型制振材の制振特性，日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集，p.205-208, 1992.9

### 【転載】

本レポートは、「日本騒音制御工学会2005年春期研究発表会」において発表したものである。

### 筆者紹介



#### 大村高弘

浜松研究所 研究部門熱音チーム  
チームリーダー 工学博士



#### 釣田英利

浜松研究所 研究部門熱音チーム  
研究員



#### 澤田淳也

工事事業本部 工事技術部



#### 半坂征則

財団法人 鉄道総合技術研究所  
主任研究員 工学博士



#### 間々田祥吾

財団法人 鉄道総合技術研究所  
研究員