

- 鉄道一般
- 車両
- 軌道
- 構造物
- 防災
- 電力
- 信号通信情報
- 材料
- 環境
- 人間科学
- 浮上式鉄道

# レール継目からの音を低減させる

ロングレール区間での絶縁継目などの継目部では一般にその前後の非継目箇所より大きな騒音が発生し、その対策が必要となるケースが増えつつあります。そこで、主に絶縁継目部に対して簡単に施工できる騒音対策を得ることを目的として、遮音材と吸音材の組み合わせからなるレール継目用防音材を開発しました。これと先に開発した軌道面吸音材および一般用レール防音材を併用して、都市近郊の在来線で効果確認試験を行った結果、レール近傍点において3dB以上の騒音低減が得られました。

## 継目における騒音対策の二一ズ

鉄道軌道を敷設する際には、一定(標準的には25m)の有有限長のレールを連続的に設置しますが、レール間は隙間を持つ不連続点となり、これを普通継目と称しています。その上を車輪が通過すると一般に大きな振動や騒音が発生するため、レール継目を現地で溶接してレール頭頂面をできるだけ平らにする技術(これをロングレール化といいます)が開発され、大都市圏を中心に普及してきました。ただし、鉄道ではレールを一定区間で電氣的に区切った上で通電させ、それによって形成される軌道回路に基づき信号システムを構成しているために、ロングレール区間でも上述の電氣的区切り位置において絶縁継目という継目が存在します。絶縁継目ではレールの間にレール形と称される樹脂製の電気絶縁部品を挿入しその隙間を埋めていますが、レールとレール形では剛性が全く異なり、レール頭頂面上に不連続点があるという点では普通継目と変わるものではありません。

こうした継目部に対する従来の騒音対策はいずれも防音壁を設置するなど

の大規模施工を伴うか、レールの頭頂面を削正して平らにするなど継続的に作業することが必要な対策のいずれかであり、簡単に施工できる恒久的対策は見出されていませんでした。これに対し継目部近傍に吸音・遮音(参考)材料を配置することによって継目部で発生する騒音を低減できると考え、絶縁継目部を主な対象として防音材(以下、継目用防音材とします)を検討し、文献1)などで報告しました。その後、継目用防音材の改良を行うとともに、これに加えて先に一般レール用に開発した一般用レール防音材<sup>2)</sup>、および軌道面に敷設して主にレール/車輪間の騒音を低減する吸音材(以下、軌道面吸音材と称します)<sup>3)</sup>を併用して

### 吸音・遮音

内部に孔がたくさん開いている材料(セラミックに多い)やグラスウールなどの繊維を織り込んだ材料は、一般に音を吸い込んで周辺の音を小さくします。この現象を“吸音”といいます。また、一般に材料を音の伝わる経路に設置すると音が直接伝わるのが妨げられ、音が小さくなります。この現象を“遮音”といいます。



**半坂 征則**  
Masanori Hansaka  
材料技術研究部  
防振材料研究室  
室長  
[専門分野] 高分子材料,  
振動騒音解析



**間々田 祥吾**  
Shogo Mamada  
材料技術研究部  
防振材料研究室  
副主任研究員  
[専門分野] 高分子材料,  
高分子化学



**佐藤 大悟**  
Daigo Sato  
材料技術研究部  
防振材料研究室  
研究員  
[専門分野] 材料工学,  
振動騒音解析



**鈴木 実**  
Minoru Suzuki  
材料技術研究部  
防振材料研究室  
主任研究員  
[専門分野] 材料工学,  
高分子化学

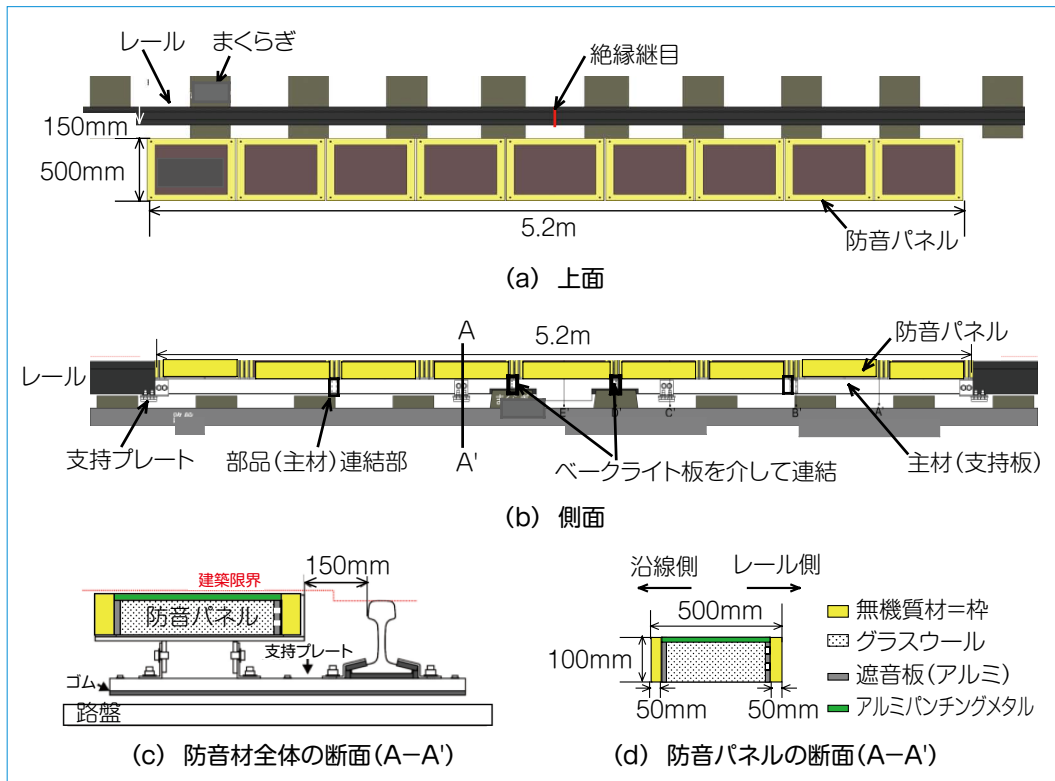


図1 継目用防音材(改良品)の構造

在来線で効果確認試験を行いました<sup>4)</sup>。以下にその結果を紹介します。

なお、ここでは「継目」は原則として「絶縁継目」を示すこととします。

### 継目用防音材に求められる条件

継目用防音材に求められる性能および構造上の主な条件として以下のことが考えられます。

- ① 建築限界を支障しない構造とすること。
- ② 軌道のメンテナンスに対応した構造とすること。

継目部では、頻繁に(大都市線区では、標準的に2週間に1度程度)レールや継目部材を目視点検するなどのメンテナンス作業が実施されています。そこでメンテナンスに対応するため、継目用防音材をレールから100mm以上離して設置する必要があります。このように防音材をレールから離して設置することにより、防音材を設置したままでレール点検などの基本的なメン

テナンス作業が実施可能となります。

- ③ 高い騒音低減性能を有すること。

これまでの騒音低減材料の実績などを考慮して、当面の目標として、レール近傍点(近接側軌道中心から約2m離れ、レールレベル上約45cm)で騒音が3dB低減することとします。

- ④ 電気絶縁性を有すること。

防音材は継目部の電気特性に支障を与えない電気絶縁性を有する必要があります。

- ⑤ 一定の強度を有すること。

実軌道では防音材上に保守作業が乗る場合も想定されます。このため、防音材は少なくともその上に人(当成人2名を想定)が乗っても壊れない程度の強度を有する必要があります。

- ⑥ 長期耐久性を有すること。

一般に、軌道敷設物は長期間(標準的に10年間以上)敷設することが求められます。このため、防音材は屋外での長期使用に耐え得る耐久性を有する必要があります。

### 継目用防音材の構造

上に述べた防音材に対する基本条件などを考慮して設計した試作品の構造を図1に示します。この特徴は次のとおりです。

- (1) 主材(支持板)に厚さ約10mmのアルミ板を用いました。
- (2) 主材の上面に厚さ約100mmの吸音材(防音パネル)を約500mm×防音材全長の面積で貼付しました。
- (3) 主材は全部で5つの部品を連結した構造とし、全長を約5.2mとしました。主材の部品の一部(継目前後の3部品)をベークライト板を介して連結しました。
- (4) 主材は支持プレートを介してレールに取り付ける構造とし、支持プレート/レール間には振動および電気絶縁を目的として軌道パッド(15MN/mタイプ)を挿入しました。
- (5) 防音材は軌間外側においてレールから約150mmの位置に設置することとしました。

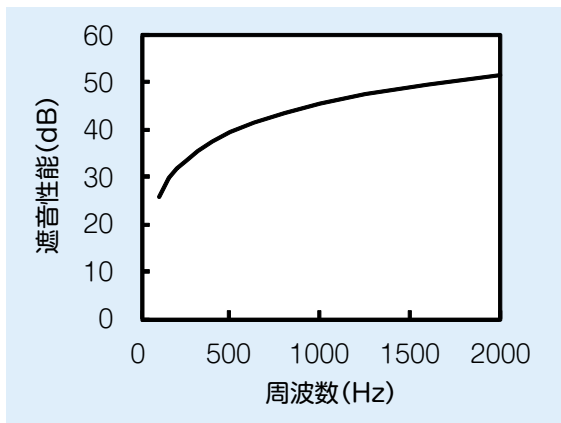


図2 防音材主材(厚さ10mmのアルミ板)の遮音性能

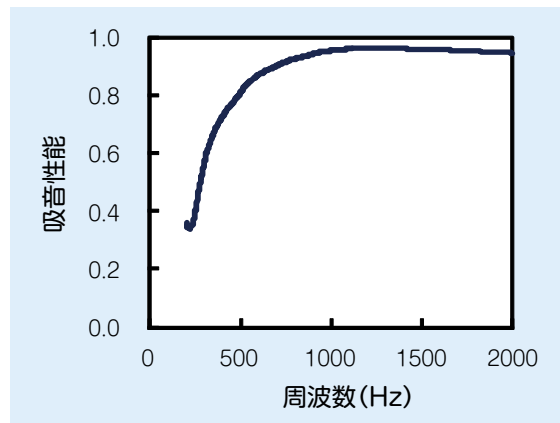


図3 防音パネルの吸音性能

(1) について、レールからの放射音に対する低減性能を高めるためには、防音材の主材に遮音性能の高い材料を用いることが必要であり、防音材の主材として、厚さ10mmのアルミ板を用いました。図2からわかるように、厚さ10mmのアルミ板は測定した全周波数範囲で高い遮音性能を示します。また、アルミ板を用いることにより、強度や耐久性も向上します。

(2) について、防音材の騒音低減性能を全般的に高めるために、特に継目部付近で騒音の値が大きい500Hzから2kHzの周波数範囲にわたって高い性能を持つ吸音材を適用することが必要です。そのような吸音材として、防音パネル(厚さ約100mm)を開発しました。防音パネルは無機質材を枠型に成型した中にグラスウールを封入したものです。無機質材を使用した理由は、強度と耐候性に優れた材料によって防音パネル周囲の電気絶縁を確保するためです。グラスウールは軽量化および吸音性能の向上を図るために使用しました。図3からわかるように、防音パネルは500Hz～2kHzの全周波数範囲で0.8以上の良好な吸音性能(吸音率)を示します。

(3) について、継目部でも、レールの長手方向で発生する騒音の寄与が大きく、防音材の長さを5.2mとしました。

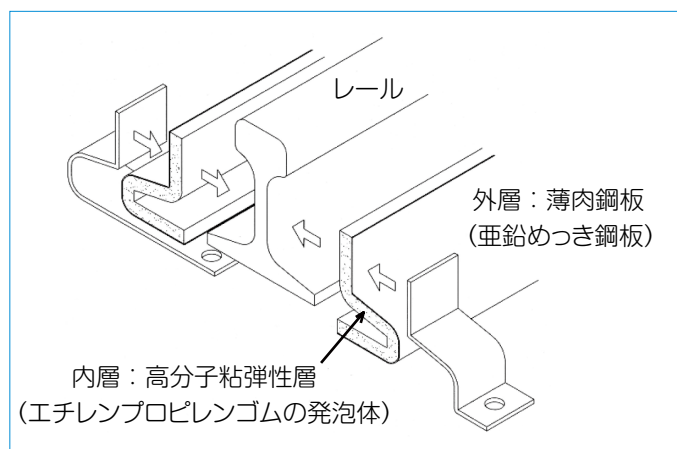


図4 一般用レール防音材の構造

本防音材では、(3)の主材部品の一部(継目前後)について絶縁材料を介して連結すること、および(4)のレール支持部にゴムパッドを挿入することの二重の措置によって防音材の電気絶縁を確保しています。

(5)のレール/防音材間距離150mmは、予備試験(鉄道総研の土木実験所で実施したインパルスハンマーを用いた加振試験)において、前述の防音材に求められる条件②による制約である100mm以上の条件下で、防音材の騒音低減性能が最も大きいことが示された距離です。

この継目用防音材は建築限界を支障しないこと、また、室内試験などにより上述のすべての条件を満たすことを確認しています。

### 先行開発品の併用

さらに、上記の継目用防音材に加えて次の2種類の材料も併用することとしました。

- (a) 軌道面吸音材
- (b) 一般用レール防音材

(a) について、複数の箇所です騒音測定を行った結果、継目部でも当初想定した以上に車両機器音などレール以外の音源による寄与が大きかったことがわかりました。そこで、レール以外の音源による騒音に対する性能を高めるために、軌間内側および継目用防音材の外側に軌道面吸音材を設置することとしました。ここで用いた軌道面吸音材は、粒径が約1～5mmの7号砕石とゴム粉を適当な目荒さで織り込んだポリエステル繊維製の袋に詰めたものです。

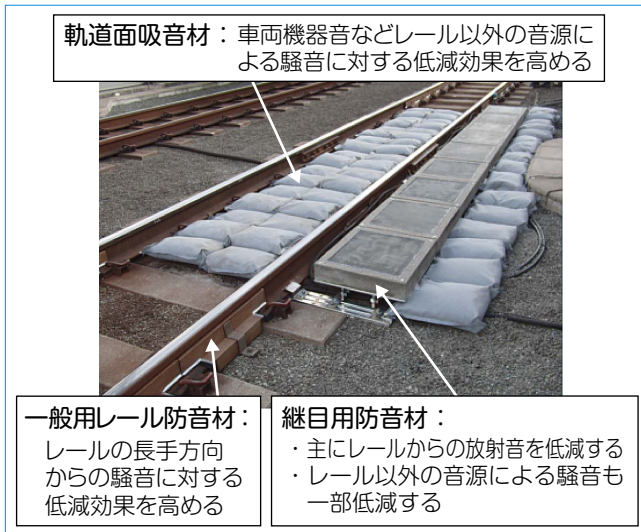


図5 3種類の材料の設置状況

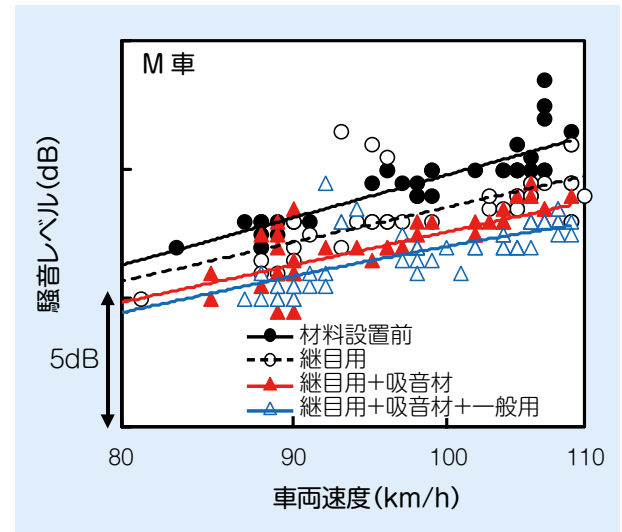


図6 材料の設置条件ごとの騒音レベル

ゴム粉は軽量化のために混合しました。ゴム粉を混入しても吸音性能は無機質材なみ(一部の周波数帯ではそれ以上)であることを確認しています。また、予備試験結果などを考慮して、軌間内側では継目用防音材でなく軌道面吸音材を設置することとしました。

(b)について、レールの長手方向で発生する騒音に対する低減効果を高めるために、継目用防音材の前後に一般用レール防音材を設置しました。この防音材は継目部でない一般のレール用に先行開発したもので、図4に示すように内側に発泡エチレンプロピレンゴム(厚さ約30mm)、外側に亜鉛めっき鋼板(厚さ約1mm)を積層した構造からなり、2体1組でレールの腹部と底部を被覆します。継目部ではさまざまな干渉物があるなどの理由から一般用レール防音材は設置できませんが、継目部から離れた箇所では設置可能で、継目用防音材をさらに長くするよりも低コストです。一般用レール防音材の敷設距離は継目用防音材の前後ともに約10mとしました。

### 効果検証試験

都市近郊の在来線(直線、ほぼ平坦)の継目箇所、導入した材料の効

果確認試験を行いました。ここではレール近傍点における騒音の結果について述べます。

3種類(継目用防音材、軌道面吸音材、一般用レール防音材)の材料の軌道への設置状況を図5に示します。

図6に、レール近傍点の電動(M)車通過時の騒音レベルの測定結果を示します。この結果、いずれの材料に関しても設置後の騒音低減は明確であることが確認されました。材料設置に伴う騒音低減量は、材料の種類を追加するごとに増加します。T車通過時でも同様の傾向を確認しています。

代表車種について105km/h付近の騒音レベルを平均した結果に基づき求めた騒音低減量を図7に示します。3種類の材料設置に伴う騒音低減量はM車で約3dB、T車で約3.5dBとなることを確認しました。

### おわりに

主としてロングレール区間の絶縁継目を対象に、簡単に施工できる騒音低減材料として継目用防音材を開発しました。

今後は各材料を鉄道沿線の騒音低減に有効活用して頂けるよう、材料のコストダウンや効率的で安定した施工法

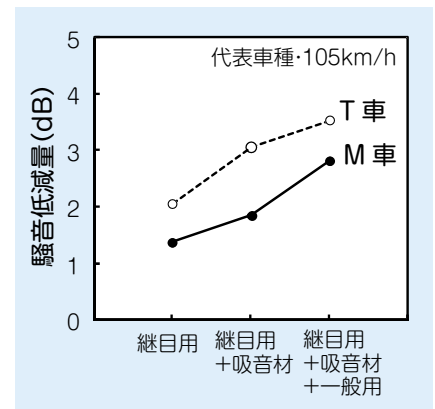


図7 材料設置による騒音低減量

の開発などの検討を行っていきたくと思います。[RRR]

### 文献

- 1) 間々田祥吾, 半坂征則, 佐藤大悟, 佐藤潔: レールからの転動音を低減する, RRR, Vol.66, No.8, p.22~25, 2009
- 2) 佐藤潔, 上妻雄一, 間々田祥吾: 沿線騒音低減のための転動音対策, RRR, Vol.64, No.2, p.10~13, 2007
- 3) 半坂征則, 久保村公一, 安藤勝敏, 明圓柱一, 小西俊之: 低廉型軌道吸音材の開発試験, 鉄道総研報告, Vol.10, No.2, p.17~22, 1996
- 4) 半坂征則, 間々田祥吾, 太田達哉, 佐藤大悟: レール防音材の性能向上, 鉄道総研報告, Vol.28, No.2, p.23~28, 2014