# S3-2-8.　シミュレーション及び模型実験によるパンタグラフ遮音板形状の検討

［機］○若林 雄介　［機］栗田 健　［機］堀内 雅彦 (東日本旅客鉄道)
藤本 卓也　藤田 啓晴　(四元音響設計事務所)

## Development of high performance noise barriers for pantographs using a noise simulation and a model experiment

Yuusuke Wakabayashi, Takeshi Kurita, Masahiko Horiuchi ( East Japan Railway Company)
Takuya Fujimoto, Hiroharu Fujita ( Yotsumoto Acoustic Design Inc.)

Pantograph noise barriers are one of the measures for reducing the noise generated from the pantograph circumference. Authors developed a noise barriers form in order to reduce noise further. The cross-section which can obtain a high noise barrier performance was selected by the sound simulation. Moreover, the required attachment length of the pantograph noise barriers was examined by the model experiment. This paper describes the result of the sound simulation and the model experiment.

キーワード：騒音、鉄道車両、パンタグラフ、遮音板
Keywords: Noise, Railway vehicle, Pantograph, Noise barriers

### 1．はじめに

集電装置周辺から発生する騒音（以下「集電系騒音」という。）については、シングルアームパンタグラフや低騒音碍子の採用等による騒音低減が図られている。さらに集電系騒音を低減する為には、パンタグラフ遮音板（以下「遮音板」という。）を追加設置することも有効であることを確認しており、遮音板断面形状の最適化による遮音性能の向上によって、さらなる集電系騒音の低減が期待できる。

本研究では断面形状変更による遮音性能改善効果を音響シミュレーションにより検討し、また遮音板の取付け長さと遮音効果の関係を模型音響実験により測定した。

### 2．パンタグラフ遮音板の断面形状最適化

<2.1>検討した断面形状案

断面形状の検討にあたっては、車両限界及びパンタグラフからの絶縁離隔を考慮する必要があるため、高さや幅の大きな拡大はできない。そこで、その制約の中で回折効果が高いと考えられる断面形状を提案し、音響シミュレーションによる遮音効果の検討を行った。図１に検討した断面形状の一部を示す。

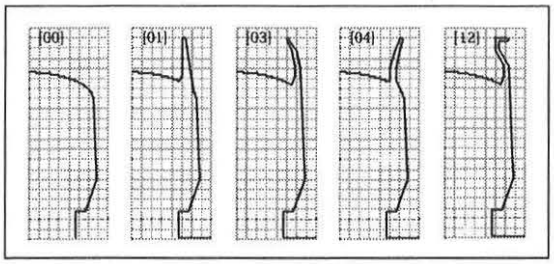


図１　断面形状案

<2.2>音響シミュレーション

音響シミュレーションは風洞試験で得られたE2系1000番代に使用しているPS207型パンタグラフの騒音分布及び周波数特性結果より、騒音源を碍子部、ヒンジ部、すり板部の３個の点音源に置き換えて実施した。

解析は２次元の境界要素法を用いた為、音源はレール長手方向の無限長の線音源、遮音板は無限の長さを有するものとなる。シミュレーションの解析対象範囲は図２に示すように近接軌道中心から30m、地上12mまでとし、標準的な高架区間（7m高架、2m直壁防音壁有り）を想定した。また、地上からの反射や高架橋奥から高架下を回りこむ音の影響は無視し、近接軌道中心から25m離れた地上1.2m点を評価点として、断面形状による効果の違いを比較した。

<2.3>解析結果

図３に評価点における各断面形状の周波数分布を示す。遮音板の断面形状によらず、全ての断面形状において遮音板無しのcase[00]に対して500Hz以上の周波数域で大きく低減しているが、直壁型(case[01])では左右遮音板間の定在波と考えられる影響によって315kHz付近で十分な遮音性能が得られていない。遮音板が内側や外側に湾曲した

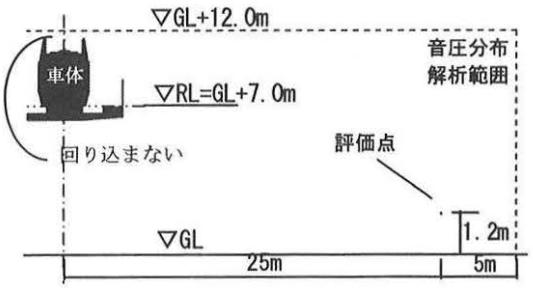


図２　解析範囲と評価点

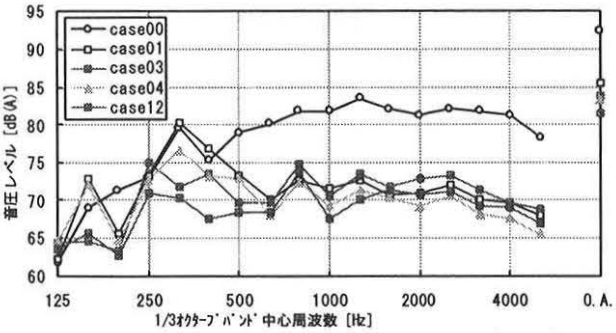


図３　評価点における周波数分布

case[03]や case[04]では遮音板間の定在波による影響が小さくなり、遮音性能が向上した。

左右遮音板間での定在波を考慮しつつ、高く外側に回折点が位置する形状として case[12]を解析した結果、case[03]、case[04]を超える効果が得られ、4dB 程度の低減効果となった。今回の解析では、case[12]を最適形状とした。以下 case[01]を直壁型、case[12]を改良型という。

## ３．模型実験による取付け長さの検討

<3.1>実験方法

断面形状の検討結果から高い遮音性能が得られた case[12]の断面形状を持つ遮音板について、取付ける長さと遮音性能の関係を 1/5 模型による音響実験により検討した。

実験に使用した模型は図４に示すように、１車両 25m に相当する全長 5m の車両模型および 6m の高架部から成り、レールレベルが地上 7m に相当するよう製作した。また、遮音板は改良型で取付け長さが実車換算で 3m、6m、9m、12m の 4 種類について実験を行った。

測定の際の受音点位置を図５に示す。受音点 Pi(i=1,2,･･･9)は軌道中心から実車換算で 25m 離れた測定面に位置し、地上 1.2m に相当する点とした。P1 からの水平距離は図示の通りであり、P5～P9 点は測定上の制約から P5' ～P9' での測定結果から距離減衰補正を施し計算により求めた。

<3.2>実験結果

測定面における騒音レベル測定結果を図６に示す。パンタグラフの正面に位置する P1 点においては、改良型(3m)の騒音レベルが他の長さの遮音板に対して高い。これは遮音板前後の端部から回折した音による影響と考えられ、3m の長さでは不十分であるといえる。

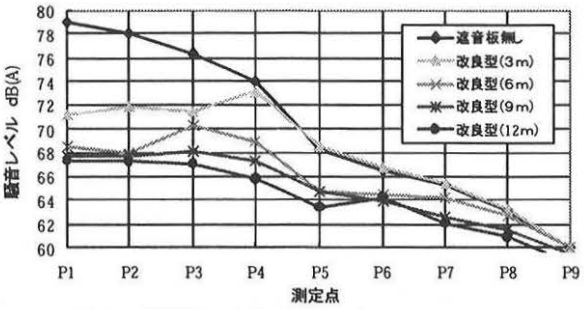


図６　遮音板の取付け長さの違いによるレール長手方向の位置と騒音レベルの関係

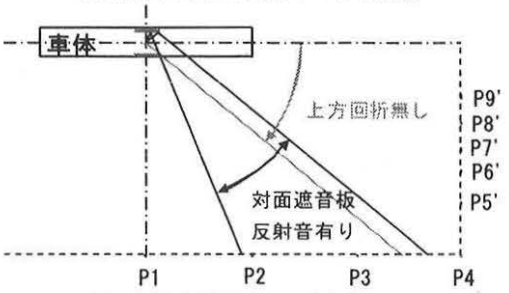


図７　改良型(3m)の平面音線図

改良型(3m)では P4 点で騒音レベルが高くなっている。これは図７に示すように、直接音が到達する範囲と奥に位置する遮音板に反射した音が到達する範囲が重なる点が P3 点と P4 点の間にあり、この影響によって騒音レベルが上昇したと考えられる。改良型(6m)の場合、重なる位置が P6～P7 となるため、レベルの上昇は改良型(3m)に比べ僅かであるが、その影響が確認できる。

以上の結果から、6m までの遮音板では前後端部の回折や奥の遮音板による反射の影響があるため、10m 程度までは長さを増す事による遮音性能の向上が期待できる。

## ４．まとめ

パンタグラフ遮音板の遮音性能向上にあたり、回折減衰効果を高めた断面形状の検討、必要取付け長さの検討を行った結果、以下のことが分かった。

1）音響シミュレーションによる検討の結果、直壁型に対して集電系騒音を 4dB 程度低減できる断面形状を得た。

2）模型実験の結果から、遮音板取付け長さは、前後端部からの回り込みや、対面する遮音板からの反射の影響を考慮すると、10m 程度までは長さを増す事による遮音性能の向上が期待できる。

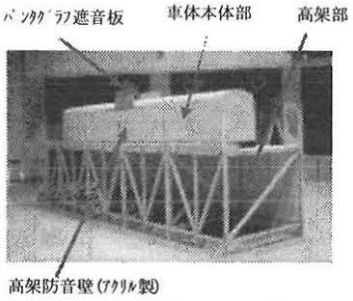


図４　音響実験の用いた模型

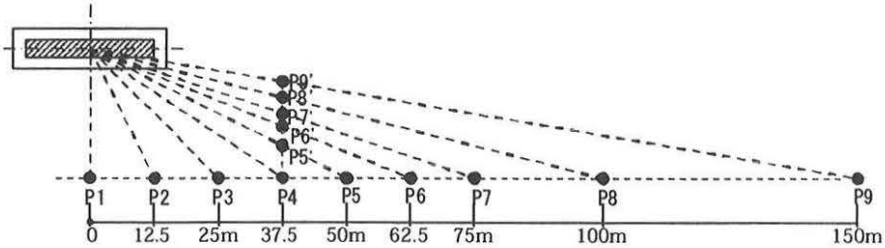


図５　各測定点の測定面における実車換算位置