

回転楕円面の反射板とマイクロホン列を組み合わせた音源分布計測装置

列車の走行に伴う沿線騒音を効率的に低減させるためには、まず、その音源を詳細に把握することが必要です。鉄道騒音の分野では、音源分布を計測するための計測装置として、数十本のマイクロホンを水平方向に一次的に配列した一次元マイクロホンアレイ（図1）が広く使われてきました。この装置は正面方向に強い指向性を持つため、通過する車両から発生する騒音の時系列データを解析することにより、車両長さ方向の音源分布をとらえることができます。この装置を用いた測定により鉄道騒音の音源に関する数多くの知見が得られましたが、一方で、車両の高さ方向の音源分離ができないこと、多数のマイクロホンを必要とするため装置が高価であることなどの欠点がありました。そこで、本発明では、2次元的な音源分布の測定が可能であり、かつ比較的安価な計測装置として、回転楕円面の反射板とその近接側焦点付近に上下方向に配列したマイクロホン群とから構成される装置を提案しました。

回転楕円面の反射板の近接側焦点にマイクロホンを設置

した場合、そのマイクロホンは遠隔側焦点位置に対して強い指向性を持ちます。また、マイクロホンを近接側焦点からずれた位置に設置した場合、その指向性の方向はマイクロホンをずらした方向とは反対側に移動します。図2に示した例では、近接側焦点の下方に設置したマイクロホンは遠隔側焦点の上方にある音源を、近接側焦点の上方に設置したマイクロホンは遠隔側焦点の下方にある音源をとらえています。したがって、近接側焦点付近に複数のマイクロホンを上下方向に配列すれば、車両の高さ方向に分布する音源を分離して測定することができます。列車の長さ方向の音源分布は各マイクロホン出力の時系列データを解析することにより得られるため、それらを組み合わせることにより、列車の走行に伴って発生する騒音の2次元的な音源分布図を作成することが可能となります。また、使用するマイクロホンの本数は5～9本程度で十分であるため、数十本のマイクロホンを用いるマイクロホンアレイに比べると低コストで装置を構成することができます。

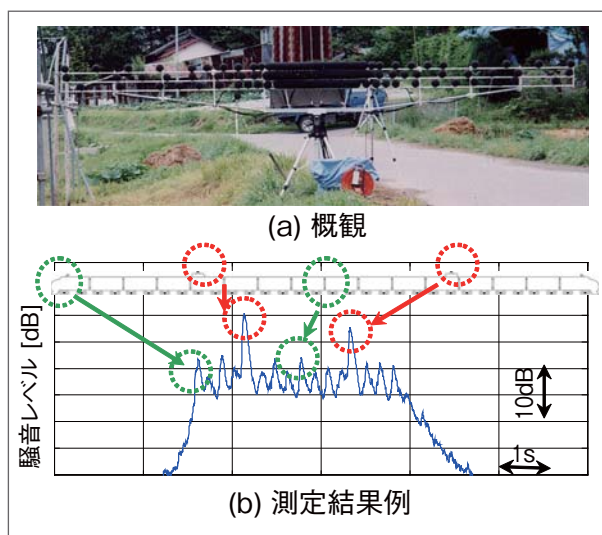


図1 一次元マイクロホンアレイ

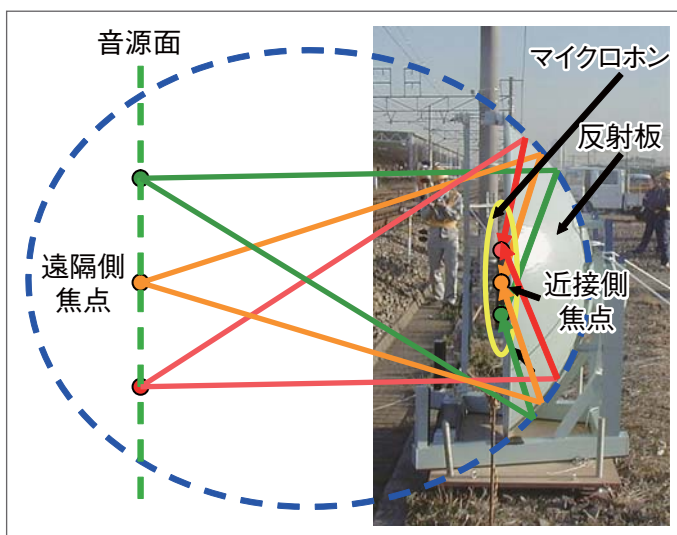


図2 測定装置の原理

発明余話

反射板とその近接側焦点に設置したマイクロホンとを組み合わせた音響測定装置は、BS放送の受信などで用いられるパラボラアンテナと同様の原理であり、従来から広く使用されています。本発明の鍵はマイクロホンを焦点付近に複数配列することにあります。この発想のきっかけとなったのは、反射板の近接側焦点に設置するマイクロホン位置の精度が測定精度に及ぼす影響を評価するための計算を行ったことでした。計算結果から、マイクロホン位置が近接側焦点からずれると遠隔側焦点付近にある音源に対する感度は悪化するものの、遠隔側焦点からマイクロホンのずれ方向とは逆方向に一定距離だけずれた位置にある音源に対しては、逆にうまくとらえることができることがわかりました。この結果から、マイクロホンを近接側焦点付近に配列すれば、異なる位置から発生する騒音源を分離して測定することができることに思い至りました。

この考え方をもとに、直径1.8mの反射板の近接側焦点付近に30mm間隔で計9本のマイクロホンを上下方向に配列した装置を試作し、スピーカー音源を用いた予備実験で性能を確認したところ、ほぼ計算どおりの性能が得られました。さらに、この装置を用いて新幹線車両が走行したときに発生する騒音の音源分布を測定しました。なお、試作

《権利メモ》

発明の名称：集音装置および音波分析システム

概要：装置を容易に配置でき、かつ、垂直方向に長さを有する音源が移動する場合にも、精度の良いデータを取得する事が可能な集音装置、および、音波分析システム。

出願番号：特願2002-205379 (2002. 7.15)

公開番号：特開2004- 45314 (2004. 2.12)

登録番号：特許第4017465号 (2007. 9.28)

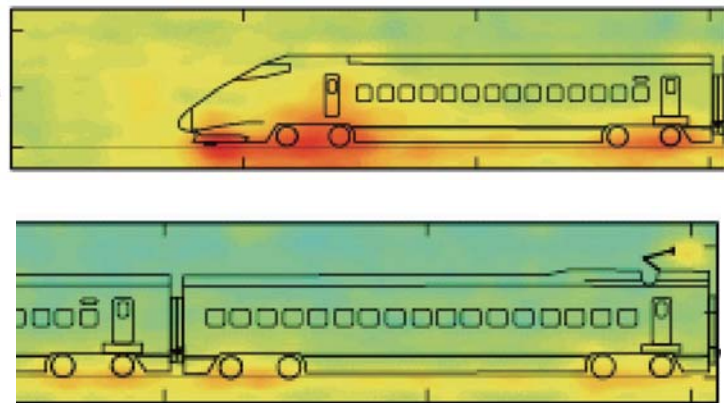
発明者：長倉清

した装置では一度の測定で高さ方向に±1.2mの範囲しか測定できなかったため、装置の設置高さを数回にわたって変更して測定しました。図3(a)は、パンタグラフ付近から発生する騒音の音源分布を測定したときの状況を示しています。図3(b)に示した音源分布図より、台車部、スノーブラウ、パンタグラフなどから発生している騒音が明瞭にとらえられています。これ以外にも、本装置は在来線騒音の車輪放射音とレール放射音の分離やパンタグラフから発生する空力音と摺動音の分離などを目的とした試験で活用され、鉄道騒音の音源特性の理解に大きく寄与しました。

(環境工学研究部 騒音解析研究室 長倉清)



(a) 測定概況



(b) 測定結果 (2000Hz バンド)

図3 試作した装置による新幹線騒音の音源分布測定結果