

# 空力音源の評価法

風の強い日、電線や建物の手すりなどから「ヒュー」という音がしますが、これは空気の流れが物体によって乱されることによって発生する音で、空力音と呼ばれます。鉄道からもいろいろな音が発生しますが、特に新幹線のように高速で走る列車は、空気中を突き進むことによって発生する空力音の割合が大きくなります。

空力音を低減するための対策を考える場合、まず、こういった場所からこういった音が発生しているかを調べる必要があります。これまでは、多数のマイクロホンを配列したマイクロホンアレイなど、流れの外に設置した音響計測機器を用いて、車両の部材形状を変えたりした場合に、音源の分布がどのように変わるかを調べてきました。ところが、次第に「どうなっているか?」を捉えるだけでなく、「どうしてそうなっているのか?」を知りたい、というニーズが出てきました。最初にも述べましたが、空力音は空気の流れが物体によって乱されることによって発生する音ですから、発生した音は言ってみれば結果であり、もともとの原因は空気の流れの乱れにあります。ただし、単に空気の乱れを計測しても、音の発生とどのように結びついてい

るのがわかりません。

そこで、本特許では、渦音理論と呼ばれる流体騒音の理論を応用し、空気の速度ベクトルの分布を算出して物体による音響的な放射効率とかけ合わせることで、遠方に放射される空力音の音源を定量的に評価する方法を提案しました。空気の速度ベクトルの分布を算出する方法としては、CFDと呼ばれるコンピュータシミュレーションを用いた流れ場の解析手法や、PIV法と呼ばれるレーザ計測技術で実験的に測定する方法などが考えられます。図1は、パンタグラフホーン周りの空力音源の分布を数値計算で求めた例です。パンタグラフホーンに間欠的な穴を開けることで、同じ強さで位相が180度異なる音源が近接して分布し、互いに打ち消しあうことによって、空力音が低減するメカニズムが解明できました。また、図2は、パンタグラフ舟体周りの音源分布の計算例ですが、流れの時間変動が大きくなっている箇所では、強い音源が形成されていることがわかりました。これらの知見は、低騒音化のための形状改良を行う上での重要な指針となります。

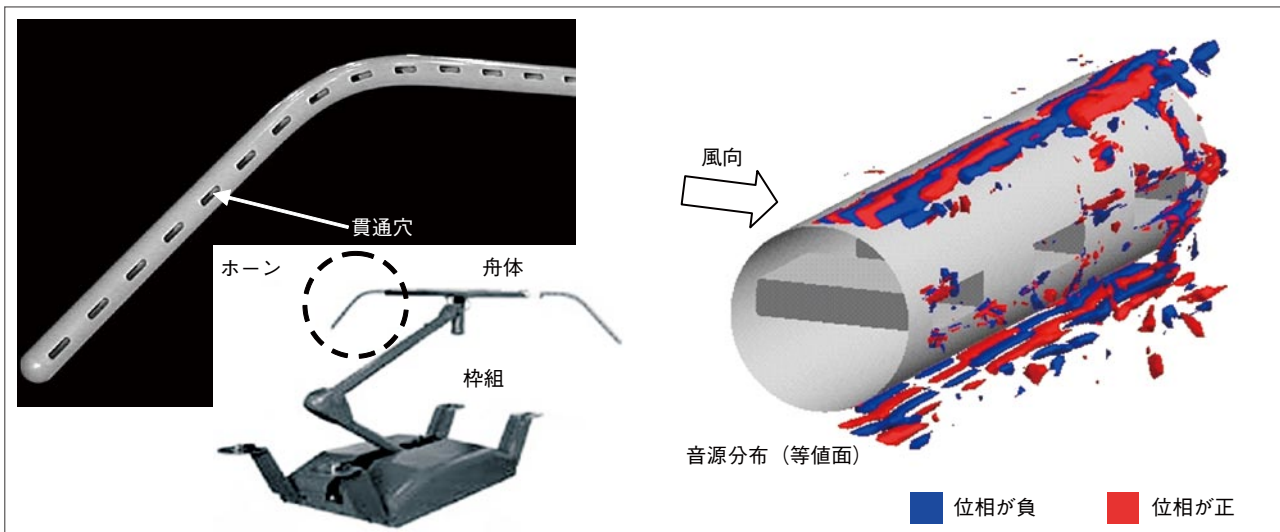


図1 パンタグラフホーン周りの空力音源の計算結果

## 発明余話

本特許は、空力音を予測するためのコンピュータシミュレーション手法を開発する過程で生まれました。図1に示すような穴あきホーンからは、実際には円柱からのような強い音が発生しませんが、初期のシミュレーション結果では、強い音が発生してしまいました。いろいろ調べてみた結果、次のようなことが起きていることがわかりました。空力音は空気の乱れ、より詳しく言うと、物体周りの渦の分布が時間的に変化することによって発生します。もともとの渦音理論は、物体周りの無限に広い領域の中に分布する全ての渦の影響を考慮するようになっていました。ところが、実際に空気の速度ベクトルの分布を算出する場合、コンピュータシミュレーションを用いるにしても実験的に測定するにしても、図3に示すような有限な領域の範囲で測定せざるを得ません。そのため、領域の外側の渦の影響が考慮されず、実在しない音が発生してしまったのです。そこで、領域の外側の渦の影響を領域内の情報で置き換えることによって、有限な領域内の渦の分布だけで十分評価できる数学的な方法を考案し、現実的に測定可能な方法で空力音を評価する手法を提案しました。また、先願の特許では低い周波数の音の評価に限られていましたが、後願の特許では、高い周波数の音の評価までできるように理論を拡張しました。

今回ご紹介した空力音源の評価法は、鉄道のみならず、

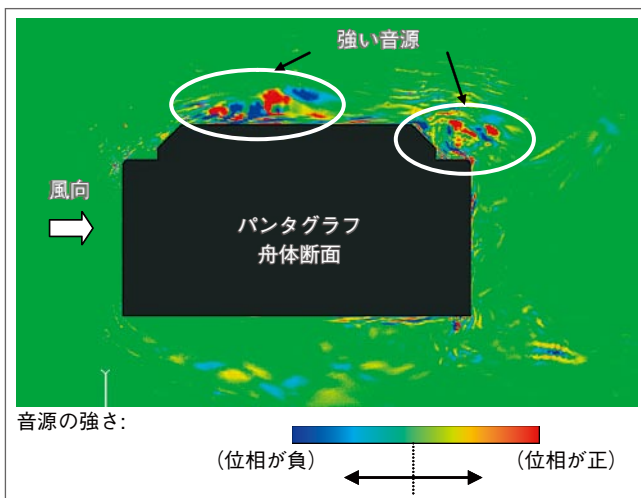


図2 パンタグラフ舟体断面周りの空力音源の計算結果

## 《権利メモ》

**発明の名称：**空力音源探査システム及び空力音源探査方法

**概要：**流体騒音の理論に基づいて空力音の音源分布を解析する空力音源探査システム及び空力音源探査方法を提供する。

**出願番号：**特願2003-163569 (2003.6.9)

特願2004-139340 (2004.5.10)

**公開番号：**特開2005-003368 (2005.1.6)

特開2005-321290 (2005.11.17)

**特許番号：**第3958711号 (2007.5.18)

第3970263号 (2007.6.15)

**発明者：**高石武久

様々な物体の周りの空気の乱れによって発生する空力音の評価に適用することが可能です。今後は、ユーザーインターフェイスも考慮に入れながら、実験的計測技術とコンピュータシミュレーション法を融合した空力音の評価システムを開発していきたいと考えています。

(環境工学研究部 騒音解析 高石武久)

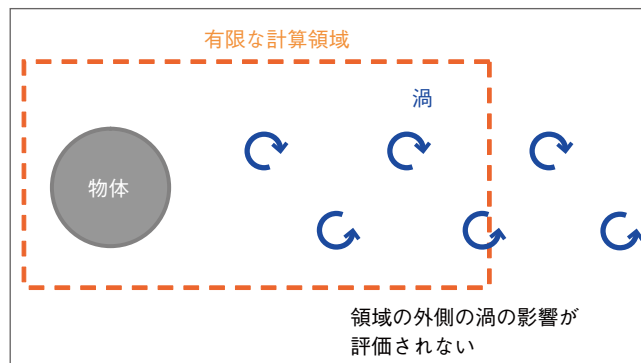


図3 有限な計算領域の概略図

※記事に関するお問合せ先 情報管理部(知的財産)  
NTT : 042-573-7220 JR : 053-7220