

ふりがな なしもと あつし
氏名 梨本 厚
学位 博士(工学)
学位記番号 新大院博(工)第253号
学位授与の日付 平成19年3月22日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 自動車用ファンから発生する流体騒音の発生機構とその低減に関する研究

論文審査委員
主査 教授 藤澤 延行
副査 教授 長谷川 富市
副査 教授 赤林 伸一
副査 助教授 鳴海 敬倫
副査 助教授 松原 幸治

博士論文の要旨

本研究は、第1章：緒言、第2章：ファンの騒音特性と流れの可視化、第3章：マイクロホンアレイを用いた騒音源の検出とその適用、第4章：騒音と速度変動の相関を用いた騒音源の検出とその適用、そして第5章：結言の計5章から構成されている。

第1章は、本研究の背景である自動車用ファンの騒音研究の歴史について纏めたものである。これまでに行われた騒音研究は、騒音計測と定性的流れの可視化研究によって行われてきたが、これらの研究では流れ場に関する定量情報に基づいて評価されていないことが述べられた。さらに、本研究における定量計測法としての粒子画像流速計測法(PIV)についての一般的知見について示された。最後に、本研究の目的と論文構成が記されている。

第2章は、実機作動条件下におけるファンの騒音特性とその周りの流れ場とについて検討を行った結果である。まず、実験に使用した自動車用ファンの構造、騒音計測法、速度計測法としてのPIV技術、スモークを用いた流れの可視化法について詳しく説明した。続いて、ファンから発生する空気力学的騒音の騒音レベル、スペクトル、流れの可視化結果と位相平均速度場の計測結果についての詳細な計測結果をウイングレットの有無の場合について示した。これらの実験結果によると、ファンの騒音特性は、ウイングレットの効果によって低下することが示された。また、騒音のそのような低下の原因は、流れの可視化結果によると、ブレード後流に形成される翼端渦が抑制されるためと考えられ、その結果は、位相平均速度場に渦度強さの減少として現れた。以上の実験結果から、ファンから発生する空気力学的騒音は、翼周りの流れ現象に依存すること、ならびにその制御によって抑制可能であることが明らかとなった。

第3章は、マイクロホンアレイを用いた騒音源の検出方法とそのファン騒音への適用結果について示した。この方法をファンに適用した結果によると、騒音源はブレード前縁付近ならびにブレード後流域に広く分布することがわかった。一方、流れの可視化実験結果によると、ブレード前縁付近では、流れのはく離と再付着が生じる領域に相当し、また、ブレード後流では、翼端渦が形成される領域に対応することが示唆された。これらのことから、ファン騒音の発生原因は、ブレード周りの流れ現象と密接な関わりがあることが示された。しかしながら、本計測手法では、十分な空間解像度を有しないため、騒音原因の確定までは至っていない。

第4章は、騒音と速度変動を同時計測を行うことで相関分布を評価し、騒音源の検出と流れ現象の理解を行う方法を提案した。さらに、この方法をファン流れ場に適用することによって、その有効性を検証した。実験結果によると、相関分布の大きい領域は、ブレード前縁のはく離、再付着領域ならびにブレード後流に現れ、前章の結果と定性的に一致した。ただし、本章の結果によると、相関分布の大きい領域は、十分な空間解像度で検出可能であり、はく離、再付着現象やカルマン渦、翼端渦などの流れ現象と直接的に関連付けられることが特徴である。以上の実験結果から、ファン騒音の発生位置ならびにその流体力学的原因を特定することができた。

第5章は、第2章から第4章までの研究成果を総括したものである。

審査結果の要旨

本研究の内容を総括すると、自動車用ファンの騒音特性と流れ特性をマイクロフォンと PIV を組み合わせた方法で実験的に明らかにし、さらに、そのような空気力学的騒音の発生位置と原因の特定について検討した。その結果、ファン騒音源の検出する新たな方法の提案を行い、また、ファン騒音の発生機構を明らかにすることができた。すなわち、ファン騒音は、ブレード前縁付近の流れのはく離と再付着現象、ならびにブレード後流のカルマン渦と翼端渦の発生によって誘起される乱流騒音であることが示された。これらの研究成果は、工学ならびに産業界にとって重要な知見であり、今後の新たな発展に繋がる結果でもあるといえる。

以上のことから、本研究は博士(工学)の学位論文として十分であると認定した。