

論文題名

インデューサ付き遠心ファンの空力特性と騒音に関する研究

長崎大学大学院 生産科学研究科

荻野 和郎

遠心式流体機械の圧力や流量を増加させる方法として、主羽根の入口にインデューサを設置する方法が試みられている。これを利用したものとしては、ポンプやターボチャージャーがある。しかしながら、遠心ファンにインデューサを付けたものについては、空力と騒音の両特性を議論した研究はほとんど無いように思われる。また、ポンプやターボチャージャーとは構造が大きく異なる遠心ファンにおいて、インデューサが有効であるかどうかは不明である。

本研究では、インデューサ付き遠心ファンの空力特性と騒音に及ぼす影響について、その有効性を検証するとともに、その空力特性について考察するとともに、流体力学的音響的メカニズムを明らかにした。

まず、インデューサなし遠心ファンとインデューサ付き遠心ファンの2種類について比較を行ない、圧力上昇や効率などの空力特性の違いを調べ、その差異の理由を明確にした。また、騒音特性についても考察を行なった。また、インデューサ付き遠心ファンの出口角が、空力特性と騒音に及ぼす影響について実験を行い、数値シミュレーション結果と比較検討して考察した。さらに、ベルマウスとシュラウドとの隙間の空力特性や騒音への影響についても考察した。

併せて、乱流騒音に関与するパラメータの一つである後流の幅の予測法を提案し、これを用いて全帯域乱流騒音のL特性とA特性の予測を行い、実験値と比較した。

本論文は6章からなり、第1章は序論、第2章から第5章は本文、第6章は総括である。

第1章では、スクロールレス遠心ファンが求められている背景とインデューサ付き遠心ファンの研究に至った背景、送風機騒音の種類と、回転騒音と乱流騒音の概要と理論、及び本論文の構成を述べている。

第2章では、流れの解析理論について、まず純一次元の場合の遠心ファンの理論揚程と諸圧力損失について述べ、さらに三次元の理

論解析について、計算モデル、基礎式、解析条件を述べている。

第3章では、本研究で用いられた実験装置と、数種類の供試羽根車の特徴、さらに実験方法について述べている。

第4章では、インデューサ付き遠心ファンの、インデューサの有無、羽根車出口角、シユラウド隙間について、空力特性への影響を述べている。以下にその成果をまとめる。

(1) インデューサを設けることでベルマウスとシユラウドのすきまからの漏れ流れによって生じる羽根車入口の衝突損失や流れのはく離による損失が低減できる。特に、この種のファンでは、入口の漏れ流れの影響が性能に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。

(2) 出口角を大きくすると、圧力は上昇するが、損失が増大していく。羽根車の効率および圧力上昇からみると、最適値は 39° 近辺にある。

(3) ベルマウスとシユラウドの隙間では、漏れがあり、羽根車内部へ流入するという循環している流れが存在するために実際に羽根車を通過している流量より多くの流体が羽根車内部を通過している。この漏れ流れにより、漏れ損失や流路流動損失が増大するとともに、羽根車には余分な流量が必要となり、効率は低下する。

第5章では、インデューサ付き遠心ファンの、インデューサの有無、羽根車出口角、シユラウド隙間について、騒音への影響を述べている。以下にその成果をまとめる。

(1) インデューサをつけることにより、後流の幅が減少し、若干騒音レベルは減少する。また、圧力が上昇するために比騒音レベルはかなり低下する。

(2) 出口角度を増加させると後流の幅が大きくなる。特にスパン方向には上部にいくにつれて後流の幅が増加している。 65° 以上になるとほとんど翼に沿わなくなっていると考えられる。しかし、騒音は相対速度と後流の幅の相互作用によって決まるので、結果的に出口角の増加により騒音は増加する。比騒音レベルで判断すれば 39° から 65° の範囲が、適正值である。

(3) ベルマウスとシユラウドの漏れを防止すると、羽根車の相対速度は僅かに低くなり、乱流騒音が若干低下する。

(4) 羽根車における入口相対流入角と出口相対流出角により、後流の幅を見積もり、それを用いて騒音予測を行なった結果、実測値と ± 3 dB以内で騒音レベル(L特性およびA特性)を見積もることができる。

第6章は、総括であり、本研究において得られた知見、及び今後の設計上の留意事項について述べている。