



Title	CFDによる低圧送風機の翼型および羽根車の高性能化に関する研究
Author(s)	大西, 正
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43145
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	大 西 正
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 6 0 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 14 年 1 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	CFD による低圧送風機の翼型および羽根車の高性能化に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 三 宅 裕
	(副査) 教 授 辻 本 良 信 教 授 稲 葉 武 彦 助 教 授 梶 島 岳 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、空気調和や機器冷却などに広く用いられる低圧送風機の高性能化、すなわち高効率化や低騒音化を図ることを目標とし、数値解析による詳細内部流れ予測手法の構築を行った。低圧送風機の内部流れは3次元性が強く非常に複雑であるため、非圧縮性流れ、非定常流れの解析手法ならびに複雑形状周りの計算手法について検討し、擬似圧縮性法による非圧縮性流れ解法、SDTS (Simplified Dual-Time Stepping) 法による非定常解析手法、マルチブロックによる複雑形状周りの効率化手法を組合せることで、内部流れ予測手法を確立した。本研究の成果を各章ごとに要約すると、以下ようになる。

第1章では、エネルギー問題や騒音問題の観点から、低圧送風機の高効率化、低騒音化の必要性について述べた。これらの課題に対して、実験を主とした従来研究ではマクロな流れの分析しかできず、数値解析を用いた内部流れ構造の予測とその詳細な分析が必要不可欠であることを指摘した。

第2章では、非圧縮性流れ解法として擬似圧縮性法に着目し、それによる解析法を構築した。さらに擬似圧縮性非定常解法について調査し、従来研究では擬似時間と物理時間方向の積分が必要で、記憶容量が増大する欠点を指摘した。そこで本研究では、運動方程式の時間方向の離散化を単純化し、擬似時間刻みを物理時間刻みと等しくおくことでアルゴリズムの簡略化と記憶容量の低減を図った非定常解法であるSDTS法を提案し、その有効性を示した。

第3章では、薄肉翼は厚肉翼と比べ、その前縁形状が翼型特性や失速特性に大きな影響を及ぼすことから、前縁近傍を圧力面側に厚肉化した新形状翼を提案し、SDTS法を用いて非定常翼列解析を行った。その結果、前縁はく離泡と後縁渦放出による後縁はく離が干渉し、2つの周期が重合したヒステリシス特性を示すことが得られた。さらに前縁厚肉化は前縁はく離泡と後縁はく離の相互干渉を抑制し、騒音源である翼面圧力変動を大幅に低減することを見出した。

第4章では、マルチブロック法による3次元内部流れ解析法を構築し、半開放型構造を有するディフューザ付斜流ファンの定常解析を行った。渦同定法による可視化結果から、翼端渦が主流と翼端からの流れの回り込みによって形成され、ベルマウスと羽根がオーバーラップする領域において放出されることがわかった。羽根の前進角化は翼端渦の発達を抑制させ、それによる不安定特性を改善する重要な設計パラメータであることを見出した。

第5章では、本研究において得られた成果を総括し結論とした。

論文審査の結果の要旨

低圧送風機は空気調和や機器冷却などに用いられる重要な流体機械であり、これらの広範かつ急速な普及とともに、生活環境に密接して設置されるという特徴のため、高効率化と低騒音化は世界的に重要な技術目標となっている。低圧送風機は、ほぼ一様な薄肉翼であること、羽根形状の三次元性が強いこと、半開放型の構造をもつなどの特性を有しており、一般のターボ機械と比較して研究例は少ない。その空力設計においては、従来の実験的研究に基づく経験則に代わって、近年では数値流体力学 (Computational Fluid Dynamics, CFD) に対する期待が高まっている。本論文は、低圧送風機の翼型および羽根車の空力設計において、幅広く数値流体力学の手法を取り入れて高性能化を実現することを目的とする研究をまとめたものである。本研究では以下のような注目すべき成果が得られている。

- (1) 工業的応用の観点から、非定常非圧縮流れに対する数値シミュレーションスキームの検討を行い、擬似圧縮性法に関して従来方法の計算容量を低減するとともに計算効率を改善した新たな方法を提案し、その信頼性を検証している。
- (2) 薄肉翼に対して前縁はく離と後縁からの渦放出の相互作用を明らかにするとともに、前縁近傍の翼厚分布を変更して相互干渉を低減する新形状翼を提案して大幅な低騒音化を実証し、解析方法の工業的有用性を示している。
- (3) 上述の解析方法を三次元流れにも拡張し、半開放型の斜流ファンの流動解析を行い、翼端渦の形成機構ならびにケーシングとの相互作用を明らかにするとともに、前進角が不安定特性に対する重要なパラメータであることを見いだしている。

以上のように、本論文は、近年になって新しい流れ解析、流体機器設計のツールとなった CFD 技術の進展、さらに低圧送風機の高効率化および低騒音化のための設計技術の確立に大きく貢献するものである。この成果は流体工学に新しい知見を与えるものであり、機械工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。