OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	CFDによるガスタービン空力要素の高性能化の研究
Author(s)	吉田, 秀則
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42084
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	吉田秀則（よしだひでのり）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第15429号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械物理工学専攻
学位論文名	CFDによるガスタービン空力要素の高性能化の研究
論文審査委員	（主査） 教授 三宅 裕 （副査） 教授 稲葉 武彦　教授 辻本 良信　助教授 梶島 岳夫

論文内容の要旨

本論文はガスタービンの高負荷化、小型高速化などの空力設計技術の向上を目的とする研究の結果を述べたものである。その目的のために不可欠な、内部流れの現象予測、解明技術の確立のため、流れの数値シミュレーション（Computational Fluid Dynamics:CFD）技術を拡張して各空力要素の流れ場の解析を行い、さらに、高性能化を実現するための流れ場の制御についての研究成果をとりまとめたものである。本文は全5章から構成されている。

第1章では、最近のガスタービンの空力性能への多様な要求と技術的問題点についてまとめ、これらの解決のために必要な研究を整理し、本研究の意義と目的を述べている。

第2章では、ガスタービンの内部流れ解析に適用可能な数値解析コードの開発を行い、高い実験精度が確保される翼列風洞実験による亜音速から極超音速にいたる広範囲なマッハ数領域において、実験結果との詳細な対比により解析コードの検証を行っている。その結果、本コードにより十分な精度で流れが予測されうることが確かめられている。

第3章では、ガスタービンの翼列要素である、遠心圧縮機インペラ及びディフューザ、軸流圧縮機翼列、軸流タービン翼列の定常空力性能評価を行い、翼先端隙間漏れ流れ、翼列入口の三次元性、遷音速における衝撃波と境界層の干渉などが各要素の空力性能に及ぼす影響を評価し、これらを制御することにより高性能化が可能なことを定量的に明らかにしている。

第4章では、ガスタービン要素の空力解析技術の精度と拡張性の検証のため、ヘリコプタに搭載されるガスタービンエンジンに特有の空力要素である空気取入れ口に使用される環状分岐流路の空力性能と粒子分離性能評価を行い、試験結果が十分な精度で再現されることを示し、最適設計への適用が可能なことを実証している。

第5章では、ガスタービンの排気ディフューザに用いられる環状ディフューザの入口流速分布がディフューザ性能に及ぼす影響を定量的に評価し、ディフューザ入口流速分布とディフューザ流路子午面傾斜角度との最適な組み合わせの探索による設計手法を提案している。

第6章では、本研究で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

ガスタービンは軽量、高効率などの期待される利点のために、今日主要な原動機としての役割をますます高めつつあり、その高性能化が世界の重要な技術目標となっている。そのための空力設計は近年のCFDの進展により大きく進歩したが、今後に期待される進展もなお大きい。本論文は、ガスタービンの空力設計において幅広くCFD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が、そのための、複雑な流路における高圧縮性内部流れの数値解析技術の開発とその設計の実務への適用によってもたらされる成果を述べている。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) 翼列等の複雑形状流路の、複雑な流れに適用できる流れ解析コードを独自に開発し、その性能を、高速翼列風洞や極超音速風洞による風洞試験データによって検証し、圧縮性、粘性を含む一般的な複雑内部流れの数値解析を可能にしている。これにより、目的とするガスタービンの内部流れの解析を可能にしている。

(2) ガスタービンの空力設計の核心である、遠心圧縮機インペラ、遠心圧縮機ディフューザ、遷音速軸流圧縮機翼列、遷音速軸流タービン翼列などの詳細な流れ場解析により、翼性能の劣化の原因となる損失の機構を明らかにしている。損失発生に対する翼先端漏れ流れの影響、翼列入口流れ分布の影響、翼後縁における衝撃波と境界層の干渉の影響と翼形状との関係を設計資料にまとめ、翼形状の修正法や最適な特性を持つ翼形状の選定手法を提案している。

(3) ヘリコプタ用ガスタービンの空気取入れ口の空力性能の予測と砂塵粒子分離性能を解析し、その複雑な形状の最適化を実現し、過酷な条件下で用いられるガスタービンの性能向上を達成している。これにより、数値解析技術の適用性の拡張に寄与している。

(4) 単純な形状であるために設計余地が少ないにもかかわらずガスタービンの性能に大きく影響する環状排気ディフューザの流れ解析により、その繊細な形状依存性を明らかにしてその最適設計法を確立している。

以上の知見はCFDを用いたガスタービンの性能向上のための空力設計を大きく進展させるものである。

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を、最も困難な高圧縮性複雑内部流れに拡張適用する研究によってガスタービンの空力性能を向上する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。