

氏 名 (本 籍)	津 代 久 子 (茨 城 県)
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 2354 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
審 査 研 究 科	工学研究科
学 位 論 文 題 目	渦輪対と剥離渦に関する流れの数値解析の研究
主 査	筑波大学併任教授 工学博士 矢 部 彰 (機械技術研究所)
副 査	筑波大学教授 工学博士 成 合 英 樹
副 査	筑波大学教授 工学博士 河 合 達 雄
副 査	筑波大学教授 工学博士 村 上 正 秀
副 査	筑波大学名誉教授 工学博士 吉 澤 能 政

論 文 の 内 容 の 要 旨

抵抗に比べて大きな揚力を発生する物体として、今までに様々な翼型が開発されてきた。翼型は実用上重要な物体であり、翼周りの流れ場の様子を調べることは翼の性能を向上させる上で重要である。翼周りの流れ場では渦の作用が支配的であり、翼の効率に大きな影響を及ぼすため、渦運動の最小単位である渦の合併と分裂の機構をふまえて翼型の特性を調べる必要がある。低レイノルズ数乱流域で作動する300kW級のマイクロガスタービン出は、層流乱流遷移、境界層の剥離や剥離渦の発生などの予測の困難な現象が生じ、タービン効率が低下する。タービン翼列内部の流れは非定常であり、実験によって翼面近傍の剥離流れや剥離渦の時間的・空間的变化を捉えることは難しいため、剥離領域の流れ場の詳細を数値解析によって調べることは有用である。本論文は、渦の相互作用の基礎的なプロセスとしての渦輪対の切りつなぎ現象と、渦運動の実際の応用問題としての低レイノルズ数乱流域のタービン翼列に発生する剥離現象に関する数値解析的研究を行いまとめたものである。

2つの渦輪の相互作用に関する数値シミュレーションについては、渦運動の基礎単位としての渦の消滅・生成の機構について、三次元非圧縮の渦度方程式、ベクトル速度ポテンシャルと渦度のポワソン方程式を解いて、同方向に移動する近接した2つの渦輪の形状の時間的変化を数値解析により解析した。その結果、渦輪対の合併の様子が再現され、さらに渦の消滅する領域とブリッジの生成する領域で、それぞれ、渦度方程式の項ごとの和をとってその値を比較した結果、渦の消滅は対流項の影響が支配的であること、及びブリッジの生成については粘性が本質的に重要であり、渦度が渦度分布の山と山の間に拡散して2つの渦の間にブリッジを生成するという詳細な物理的メカニズムを明らかにした。

剥離を伴う流れの実際の問題としての、低レイノルズ数乱流域のタービン翼列特性に関する乱流数値解析に関しては、Large Eddy Simulationを用いてタービン翼列周りの流れ場を数値解析的に調べた。乱流モデルとしては、構造関数モデルを用いた。食い違い角を計算条件のパラメータとして、食い違い角が翼特性に与える影響について検討した結果、実験的に観察される剥離渦及び剥離流れが数値的に再現され、食い違い角が大きくなるほど剥離位置が下流側へ移動する様子が観察された。これは実験で得られた剥離の発生の傾向と一致するものであり、剥離を伴う低レイノルズ数乱流域での翼特性の解析法を新たに提案することができた。さらに、翼の背面側の剥離

開始位置はスパン方向にはあまり変化しないこと、及び剥離流れはスパン方向に一様でなく3次元の構造を持つことを見出した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

渦運動の基礎となる渦の合併・分裂の数値シミュレーションによる再現と物理的メカニズムの解明、また、渦の実用面の応用問題としての低レイノルズ数乱流域での層流乱流遷移、剥離および再付着、剥離渦等を伴う複雑な乱流場について解析的に研究を進め、この分野の先導的な成果を得たことは高く評価できる。挑戦的な課題に果敢にアタックしている点も高く評価されたが、数値解析により翼の抵抗係数、揚力係数の値を改善する翼型を提案すること、また、剥離挙動の時間的経過の再現による物理的メカニズムの解明など、今後の大きな課題も存在することが指摘された。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。