

Title	電磁力を利用した二次元物体周りの流場制御に関する基礎的研究
Author(s)	日夏, 宗彦
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/87
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	ひ 日	なつ 夏	むね 宗	ひこ 彦
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8418	号	
学位授与の日付	昭和63年12月26日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	電磁力を利用した二次元物体周りの流場制御に関する基礎的研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授	田中	一朗	
	(副査)			
	教授	三宅	裕	教授 渡辺 健二

論文内容の要旨

流場制御は、船舶、航空機を含む種々の流体機械の性能改善のために広い範囲で実用化されているが、それらは、船舶の船尾フィン、ボルテックスジェネレータ、航空機翼のフラップやスラット、境界層吸い込み等、機械的、付加物的なものによっている。一方、近年の低温工学、超伝導工学の急速な発展は、非常に強力な磁場の工学的な応用を可能にしつつあり、電磁力のような体積力を有効に利用する考え方も現実性をおびたものになってきている。このような背景の下に、本論文は電磁力を用いた新しい流場制御技術の可能性を計算流体力学的手法を用いて詳細に検討したものである。

第1章では、流場制御問題の現状と本研究の目的及び概要を述べている。

第2章では、本論文で用いた基礎方程式である電磁場の影響を考慮した粘性流体の支配方程式について述べている。

第3章では、レイノルズ数が200程度の遅い流れに対して、数値計算法について述べた後、内部流と外部流のそれぞれについて、流場に与える電磁力の影響を数値シミュレーションによって明らかにしている。その結果、内部流では磁場の影響によって流れの剥離が消滅すること、また、翼型周りの流場制御計算結果からは、電磁力の印加によって揚力係数が増加することを示している。

第4章では、レイノルズ数が10000の層流における翼型周りの流場について電磁力の影響を調べている。本章では、レイノルズ数が大となったときの数値計算法について論じた後、計算格子の粗密や人工粘性項の大きさが解に与える影響を検討し、数値シミュレーションを実行している。その結果、電磁力を印加することにより、翼背面に生じていた層流剥離を消滅させることが可能であることを示すとともに、翼の揚抗比が改善されることを示している。

第5章では、レイノルズ数が 10^8 の乱流場について考察している。乱流場の解析には $k-\varepsilon$ モデルを用い、電磁場の影響を考慮した基礎方程式を導くとともに、平行平板間流れの数値計算結果と実験値とを比較することで、その妥当性を確認している。その上で行った翼型周りの乱流場の電磁力による流場制御計算結果から、乱流場においても電磁力の印加により揚力が増加することを示している。ただし、層流状態で得られたときのような大きな揚抗比の改善は得られていない。

結論では、上記諸章で得られた結果をまとめている。

論文の審査結果の要旨

流場制御問題は、船舶、航空機、流体機械等の性能向上に密接に関わるもので、流体工学上極めて重要かつ興味深い問題である。従来、流場制御の具体的方法として、船舶の船尾フィン、航空機翼のフラップ、境界層吸い込み等の方法が実用化されているが、これらはすべて機械的、付加物的なものである。

これに対し本研究は、体積力である電磁力を直接、流場に印加することにより流場の制御を行うという、新しい着想に基づくもので、従来の流場制御法にはみられなかった研究である。電磁力を用いた流場制御の可能性の検討は電磁場を考慮した乱流理論に基づいており、評価は数値流体力学の手法によって行っている。流体は海水を想定し、対象とした流場は二次元流場で層流から乱流までの広い領域を扱っている。乱流場の解析に際しては、電磁場の影響を考慮した $k-\varepsilon$ 方程式を新たに導出しており、その妥当性は平行平板間流れを計算し、実験値と比較することにより確認している。

具体例としてはまず、二次元層流拡大流路を取扱い、拡大部で生じる流れの剥離を電磁力の印加によって消滅させることが可能であることを示している。次に流体機械の基本として翼型周りの流れについて検討し、層流で、翼背面に流れの剥離が生じる場合、電磁力の印加によりそれを消滅させ、翼の揚抗比を大きく改善させることが可能であることを示している。更に、電磁力の影響を考慮した乱流場の翼型周りの計算を行い、層流状態に比べ電磁力の影響は少ないが、定性的には同一の結論を見出しており、その際、翼表面上における境界条件の取扱いに新しい工夫を施し、計算手法の改良を図っている。

以上のように、本論文は電磁力を用いた流場制御法について数値流体力学の手法に基づき詳細に検討したもので、その着想と計算の過程における種々の工夫は独創性に富み、また得られた成果は新しい知見を数多く含み、流体工学上貢献するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。