

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 滝澤勇二

修士（工学）滝澤勇二提出の論文は「強い衝撃波背後の衝撃層における印加磁場の効果に関する実験的研究」と題し、6章及び付録4項から成っている。

印加磁場による弱電離プラズマ気流の制御は、航空宇宙分野において大気圏再突入時の高速飛行体前方の気流制御への応用が期待され、近年盛んに研究が行われている。しかしながら、理論的研究から予想される印加磁場による弱電離プラズマ気流への干渉効果（磁場の効果）に対し、その有効性についての実験的研究に基づいた理解は十分には得られていない。このような背景から、本論文では強磁場による実験的手法への影響に十分留意した上で、磁気の効果による気流状態の変化を計測し、理論的に予想される磁場の効果の有効性を実験的に検証している。

第1章は序論であり、弱電離プラズマ気流に対する磁場の効果について概観している。さらに、印加磁場を利用した弱電離プラズマ気流制御に関わる研究の現状を概観し、従来、磁場の効果による気流の特性変化（機体前方の衝撃層の拡大、熱流束の減少等）が報告されているものの、強磁場が計測手法に及ぼす影響に対する配慮が十分ではなく、計測結果の信頼性が確保されていないため、実験的研究に基づく磁場の効果の有効性についての十分な理解が得られていないことを指摘している。そのような現状を踏まえ、従来の研究で不十分となっている、強磁場下での計測精度の確立の必要性を述べている。さらに、衝撃層の検出におけるプラズマ気流の並進温度計測の必要性が述べられている。

第2章では、実験の概要を示している。実験では、弱電離プラズマ気流を模擬するためにアーク加熱風洞により生成されたアルゴンアークジェットの気流診断を行い、プラズマパラメータを決定することで印加磁場の効果を評価する干渉パラメータの値を推算し、十分な磁場の効果が期待できる気流条件を設定している。

第3章では、計測の概要を示している。本実験では、計測手法への磁場の影響による計測精度の低下に対処するため、分光法による弱電離プラズマ気流の温度計測手法が選択されており、従来の研究における問題点を回避している。分光的手法として、2つの手法が取られているが、本章では、特に、レーザー吸収分光法について記述されている。本実験では、弱電離プラズマ気流中にある磁場を印加された試験模型のよどみ流線上の気流について、アルゴン原子による吸収スペクトルを計測している。

第4章では、前章に引き続きいて、もう一つの分光法による温度計測手法として、発光分光法について記述されている。本実験では、弱電離プラズマ気流の自然発光の分光計測により、アルゴン原子の発光スペクトルの計測をしている。

第5章では、実験の結果が示されている。まず、吸収分光法により取得されたアルゴン原子の吸収スペクトルが示され、磁場の印加の有無による観測された吸収プロファイル形

状の違いが比較されている。即ち、印加磁場下ではゼーマン効果により吸収スペクトルが分岐し、磁場の影響の無い場合でのガウス型関数とは異なる吸収プロファイルが観測される。本実験の場合では、吸収が空間的に非軸対称であるため、一般的なアーベル変換が適用できない。このため、本研究ではゼーマン効果を考慮した近似的なよどみ流線上の並進温度決定法が提案され、本実験結果に同手法を適用して並進温度が決定されている。

一方、発光分光法により取得されたアルゴン原子の発光スペクトルから、淀み流線上の気流の電子励起温度が決定されている。

これらよどみ流線上の並進温度と電子励起温度から、衝撃層の検出と磁場の効果による衝撃層の広がりについての考察が行われている。並進温度分布の温度ジャンプから磁場有り無しの場合それぞれにおける衝撃層が明らかにされ、他の気流診断における Mach 数計測結果と比較することにより、計測の妥当性を評価している。

さらに、並進温度分布と電子励起温度分布から、試験模型前方の温度上昇位置の相関関係を示すことにより、電子励起温度分布形状と衝撃層との関係を確認している。空間分解能に勝る電子励起温度を利用して、印加磁場強度の異なる3つの場合の温度分布を比較することで、印加磁場強度の増加とともに衝撃層が広がることを明示し、理論的に予想される衝撃層の広がりを実験的手法により実証している。

第6章は結論であり、印加磁場により衝撃層が拡大する現象が実験的に検証されたことで磁場の効果の有効性が実証されたとしている。

以上要するに、本論文は強い衝撃波背後の衝撃層における印加磁場の効果について、磁場効果を考慮した気流の並進温度測定による衝撃層の広がりの検出を行うことにより、これまで十分な理解が得られていなかった実験的手法による磁場の効果の有効性を明らかにしており、航空宇宙工学に貢献するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。