

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 河村政昭

修士(工学)河村政昭提出の論文は「弱電離プラズマ流と磁場印加型鈍頭物体との干渉効果に関する実験的研究」と題し、本文9章及び付録4項から成っている。

大気中を高速飛行する飛翔体周りに生じる極超音速流れは高温であり、弱電離した状態になっているが、そのような流れに曝される飛翔体の空力加熱を防ぐことが機体設計において重要な課題となっている。従来は、機体に耐熱構造を持たせることにより、機体を防衛する手法を取っているが、これとは異なる方法として、電磁力を利用して、弱電離した流れを制御し、その結果として空力加熱を制御する方法(磁気シールド効果)が従来から提案されている。この方法では、飛翔体周りに発生させる磁場との干渉効果により発生するローレンツ力が弱電離プラズマ流れに作用し、衝撃層を拡大させることになる。本研究は、このような磁気シールド効果について基礎的な知見を実験的に得ることを目的としている。

第1章は序論であり、大気中を高速に飛行する飛翔体周りに生じるような弱電離プラズマ流と磁場印加型鈍頭物体との干渉効果について、その原理や研究の経緯を述べている。

第2章では、本実験において用いられたアーク風洞設備と気流条件について述べている。

第3章では、気流の並進温度の計測方法を述べている。並進温度の計測は、淀み点付近の衝撃層の様子を明らかにするために用いられる。計測は吸収分光法に基づいており、磁場の影響を考慮した並進温度の同定法の概要を述べている。

第4章では、模型に働く抗力の測定法について述べている。さらに、流れに作用するローレンツ力の反作用として磁場発生源に働く力の測定法についても述べている。本研究では、磁場発生源として、従来とは異なり、球形のネオジウム磁石を用いる。上述の反作用の測定は、このような工夫により初めて可能となったものである。本実験では、球形の磁石の向きを模型の中で変化させることにより、模型周りにさまざまな磁場配位を発生させ、その効果も計測する。

第5章では、模型表面に入射する空力加熱量分布の計測法について述べている。計測は赤外線サーモカメラによる模型表面温度履歴の計測結果に基づいている。

第6章では、基本的磁場配位(磁極が鈍頭体の淀み点に位置する)における印加磁場効果について述べており、干渉の結果として、衝撃層拡大の効果、表面加熱率への影響、ローレンツ力の反力による抗力の増大効果が示されている。また、ローレンツ力の反力の直接測定により、流れへのローレンツ力の作用を確認している。

第7章では、模型表面の導電性の影響について述べている。実験に用いられた気流ではホール係数が大きく、その結果、模型表面の導電性により磁気シールド効果が影響を受けることを、衝撃層及び抗力の測定結果により明らかにした。

第8章では、模型周りの磁場配位をさまざまに変化させ、磁気シールド効果に対する影

響について述べている。その影響は、模型に流入する熱流束分布のみならず、抗力の計測結果を通して明らかにされている。

第9章は結論である。弱電離プラズマ流と磁場印加型鈍頭体との干渉効果を、衝撃層の構造、模型表面への熱流束分布、模型に働く抗力、ローレンツ力の反力等、様々な物理量の計測により多角的に捉えたこと、さらに、そのような干渉効果に対する、基本的な磁場配位を含む、様々な磁場配位の影響も明らかにしたことが結論されている。

以上要するに、本論文は弱電離プラズマ流と磁場印加型鈍頭体との干渉効果を多角的に明らかにした点で、宇宙工学に貢献するところが大きいと認められる。

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。