

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11242 号
------	---------------

氏 名 岩川 輝

論 文 題 目

Mechanisms of Supersonic Drag Reduction using Repetitive Energy Depositions
(繰返しエネルギー付加による超音速抗力低減のメカニズム)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	佐宗 章弘
委員	名古屋大学	教授	石井 克哉
委員	名古屋大学	教授	長田 孝二
委員	名古屋大学	准教授	酒井 武治
委員	名古屋大学	准教授	森 浩一

論文審査の結果の要旨

岩川輝君提出の論文「Mechanisms of Supersonic Drag Reduction using Repetitive Energy Depositions (繰返しエネルギー付加による超音速抗力低減のメカニズム)」は、超音速流れの中に置かれた物体の前方に繰返しエネルギーを付加することによって抗力を低減させるメカニズムの解明および抗力低減性能を定量的に明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、緒言として、民間超音速機の実用化に、ソニックブームによる騒音の軽減と揚抗比の向上という2つの課題があることを挙げ、これまでの研究動向および課題を述べている。特に、energy deposition (エネルギー付加) と呼ばれる方法について、無次元抗力低減量 ΔD とエネルギー付加効率 η による性能評価法を明示し、本論文の目的を述べている。

第2章では、本論文で用いる実験および数値計算の手法を説明している。特に、小型超音速風洞において有用なリング型3分力天秤について、力学的解析と校正実験の結果を示し、本研究での抗力測定に有用であることを示している。

第3章では、鈍頭物体の抗力低減メカニズムについて述べている。単一エネルギーパルスにより、低密度領域と衝撃波の干渉でバロクリニック効果による渦が生成され、これが衝撃層に滞留することによって圧力変動及び抗力低減が起こるメカニズムを、実験データにより検証しつつ、数値計算により明らかにしている。また、異なるエネルギー付加の繰返し周波数を与えた場合に、衝撃層内に滞留する渦輪の数が異なり、渦輪同士の干渉形態も変化することが明らかとなった。この観点から、衝撃波圧力の緩和および滞留時間の減少が定量評価され、実験で得られた複雑な抗力低減特性に明快な説明が与えられた。実験では装置性能の制約から、エネルギー付加エネルギーおよび繰返し周波数に限界があるが、この限界条件を超える数値計算を実施することによって、さらなる抗力低減が達成できる見通しも得られた。

第4章では、鈍頭物体の先端に円錐スパイクをつけることによって、渦輪の挙動の三次元性が抑えられ、抗力低減性能が向上するという有用な知見を得ている。しかし、繰返し周波数を現状では実験が不可能であるレベルまで高めていくと、スパイクの整流効果は小さくなり、スパイクの有無による抗力低減性能の違いが見られなくなることがわかった。このように過度な繰返し周波数の増加により抗力低減性能はかえって低下することが明らかになり、エネルギー付加効率には最適な繰返し周波数があることが結論付けられた。

第5章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、超音速流れの中に置かれた物体の前方での繰返しエネルギー付加により抗力低減がもたらされるメカニズムおよび抗力低減性能を明らかにし、特にバロクリニック効果で生じる渦輪の滞留時間が抗力低減性能に支配的な影響をもたらすことを定量的に示した。これらの評価方法並びに得られた知見は、航空宇宙工学、特に超音速民間航空機の開発への応用を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である岩川輝君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。