

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12005 号
------	---------------

氏 名 上野 真

論 文 題 目

ERROR CORRECTIONS ON ESTIMATED AERODYNAMIC
CHARACTERISTICS OF TRANSONIC TRANSPORT AIRPLANE
(遷音速旅客機の空力特性推定における誤差修正)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	准教授	森 浩一
委員	名古屋大学	教授	佐宗 章弘
委員	名古屋大学	教授	長田 孝二
委員	横浜国立大学	准教授	北村 圭一
委員	名古屋大学	教授	辻 義之

論文審査の結果の要旨

上野真君提出の論文「ERROR CORRECTIONS ON ESTIMATED AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF TRANSONIC TRANSPORT AIRPLANE (遷音速旅客機の空力特性推定における誤差修正)」は、数値流体力学 (CFD) シミュレーションの計算コスト削減及び風洞試験の誤差低減の両面で遷音速旅客機の空力特性推定法を改善している。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、序論として、本論文で扱う課題の背景を述べている。具体的には飛行機の空力設計の中でCFDの利用が増加しつつある現状と、CFDの利用拡大のためには風洞試験による検証が必要であることを述べた上で、近年AIAA Drag Prediction WorkshopというCFDの大規模な公開ワークショップで明らかにされた、飛行機の空力設計で用いるCFDの検証に伴う二つの課題について述べている。一つはCFDで空力抵抗を推算するときを生じる擬似抵抗 (離散的な格子点を使って計算を行うことで数値誤差によって発生する非物理的な空気抵抗) によるシミュレーション結果の計算格子依存性の問題。もう一つは検証に使用する風洞試験において動圧によって風洞試験模型の特に主翼が変形してしまうことで、検証すべきCFDで解いている設計形状と異なる形状の空力特性が得られてしまう問題について述べている。本論文ではこれらの二つの課題を解決している。

第2章では、格子密度を3段階に変えた旅客機の標準形状のCFDシミュレーション結果に対して、従来の表面積分法で求めた抵抗値を外挿して推定した抵抗推算値を、抵抗分解法を用いた擬似抵抗除去を行って検証し、シミュレーションの誤差が擬似抵抗によるものであって、格子密度による流れ場の構造の相違によるものではないことを示したことに加えて、擬似抵抗と物理的な抵抗の干渉についての議論を通じて旅客機の巡航性能を推算するために必要な計算格子数の指針を与えている。

第3章では、第2章で用いた抵抗分解法で課題となる体積積分の積分範囲決定を、Baldwin-Lomax乱流モデルにおいて境界層厚さを推定するためのコンセプトを借りることで効率化する手法を考案しており、Profile Dragの計算を200分の1の計算量で実行することを可能にした。この結果は擬似抵抗除去に有効な抵抗分解法の亜音速流れに対する適用を誰にでも容易に実行可能にするものである。

第4章では、風洞試験模型の動圧による変形効果を補正する手法を考案して、旅客機形状の風洞試験結果をCFDシミュレーションと同じ条件で比較することを可能にした。この手法は光学的に計測した主翼の変形量を用いて主翼の圧力分布を補正したのちに積分して補正量を求めるものであり、すべての補正を風洞試験結果のみを用いて行うことができるため、CFDの検証にとって重要な結果である。

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CFDシミュレーションにおける擬似抵抗 (計算法に起因する誤差) 及び風洞試験における模型変形誤差の除去によって遷音速旅客機の空力特性推定法を改善している。これらの結果の適用により、より低コストで、より正確に、旅客機の空力特性をCFDで推定することが可能になること、及び、CFD及び風洞試験同士の設計形状での比較が可能になること、の2つの効果が期待できることから、本論文で得られた結果と改善手法は、旅客機のCFDシミュレーションによる性能推算とその風洞試験での検証を効率的に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上野真君は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があると判断した。