

# 審査の結果の要旨

氏名 春日 洋平

本論文は、「超音速旅客機の低ブーム・低抵抗設計手法の高度化」と題し、本文4章から成っている。

第1章は序論であり、研究の背景と目的を述べている。超音速旅客機の実現に向けた最大の技術課題は衝撃波にもとづくソニックブーム騒音の低減にあり、これまでに多くの理論的また実験的研究がなされ、特に先端部の衝撃波に起因するソニックブームの低減設計効果は2003年に米国で戦闘機の機首部を改良した実験機により飛行実証されている。しかしながら、最も重要な機体後方で発生する衝撃波に起因する後端ソニックブームの低減は理論的には可能であるが、現実には機体が重心まわりに釣り合って飛行することができないという大きな課題を内在しており、その飛行実証のみならず理論の改善も進んでいない状況であり、近年は数値計算力学(CFD)を適用して、具体的な形状について最適化手法を適用して釣り合い飛行と先端及び後端のソニックブーム低減を両立させる試みが図られている。これは確かに一つの解消策ではあるが、非常に計算コストと手間がかかり、具体的な機体形状を想定しての細部設計の観点となるため、初期の計画段階での概念設計では非常に非効率な手法である。そこで、本研究では従来の低ソニックブーム理論に立ち返り、その釣り合い飛行問題のみならず抵抗増加問題も同時に解決できるような理論の高度化を試み、広範囲の適用能力を確保すると共に、具体的な設計形状を例にCFD解析による比較・検証を通して、その工学的有効性を示すことが本研究の目的であることを述べている。

第2章では、本研究の理論の詳細を記述している。最大の独自性は従来の低ソニックブーム理論(Seebass-George-Darden:SGD法)の中核であるF関数と呼ばれる機体近傍の圧力分布に関連する基本関数形に、新たに2種類のスパイク状の突起を追加し、合わせてSGD法の最後端のF関数の分布形を修正することで、釣り合い問題を支配する機体に働く揚力分布を制御することを可能としたこと、さらにF関数形を規定するパラメータをSGD法の7個から19個に増やし、遺伝的アルゴリズムを適用して抵抗低減とソニックブーム低減の2目的最適化を可能とする手法を提案している。またSGD法に固有の先端のスパイクと今回新たに導入した2番目のスパイクの間にさらにスパイクを追加することで、先端ソニックブームがさらに低減可能となる可能性を示すと共に、従来のSGD法では考慮されない推進系の影響を中空の回転軸対称体のナセルで模擬することによって、本理論の範囲内でもその影響を取り込めることを示している。

第3章では、第2章の理論を現在JAXAで検討している小型超音速旅客機的设计要求を満足する機体の概念検討に適用し、最適な平面形設計、ソニックブーム低減と抵抗低減の相関関係(パレート解)を明らかにすると共に、具体的な形状について概念形状を設計し、そのCFD解析による流れ場(圧力分布)と遠方にそれが伝播した際のソニックブームの圧力波形(圧力分布)を推算し、理論解との比較を通して本手法の有効性を

示している。尚、本研究の低ソニックブーム理論は高度化してはいるが、線形理論に衝撃波に伴う非線形効果の1次までを考慮した修正線形理論である以上、沢山の機体近傍の衝撃波が地上まで伝播して整理・統合された結果としてのソニックブーム圧力波形とは一致しないことは明らかであるが、最近提案されている逆等価断面積法を適用して本理論による設計形状を修正することで、理論解のソニックブーム波形を実現できる形状が得られることも示されており、またナセルを考慮した場合も CFD 解析結果との一致の傾向は同等であることから、本理論は定性的観点のみならず定量的観点においても概念設計に有効な手法であることが示されている。

第4章は「結論」であり、本研究の成果を総括している。また合わせて将来的に本理論をさらに発展させるための検討項目をまとめることで、同種の研究者への課題の提示も行っている。

以上要するに、本論文では、将来の超音速旅客機の実現に最大の課題と言われるソニックブーム低減化の課題に対して、従来の低ソニックブーム理論では解決できなかった機体のつり合い飛行問題と抵抗低減問題を同時に解決する理論の高度化を行い、かつ実際の概念検討に有効な設計手法を構築し、主翼の平面形問題と、ソニックブーム低減と抵抗低減の両立にも解答を与えたこと、さらに CFD による非線形解析結果との比較を通して設計結果も検証し、計算負荷の大きい CFD と最適化の組み合わせによる従来の方法に代わる新しい概念検討方法として有用であることを明らかにしたことは、先端エネルギー工学、特に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（科学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上1993字