

論文の内容の要旨

論文題目 環境負荷低減を目指した将来型水素燃料
超音速旅客機概念設計に関する研究

氏 名 湯原 達規

航空輸送需要の急増、経済活動の国際化による時間価値上昇に伴う大量高速輸送の将来的需要をまかなうために、次世代超音速旅客機の研究が各国で続けられている。次世代超音速旅客機の開発を成功させるためには航空機性能を改善するだけでなく、ソニックブーム、空港騒音、窒素酸化物排出量といった環境負荷の低減が必須である。ところで、水素燃料は、二酸化炭素の排出がないこと、またその高いエネルギー密度によって大幅な離陸重量軽減が可能となる特徴を有している。更に水素燃料を使用した超音速旅客機の場合は、機体重量の軽減によってソニックブームの低減も期待され、水素燃料超音速旅客機は、将来型超音速旅客機の候補となり得ると考えられている。ただし、水素燃料超音速旅客機が巡航すると想定される成層圏における水蒸気排出が地球温暖化に影響を与える可能性があることも指摘されている。このため、水素燃料超音速旅客機の開発を目指すためには、航空機性能向上による燃費低減、ソニックブームや空港騒音の低減だけでなく、地球温暖化に関する環境性能も合わせて議論し考察することが求められる。このような観点から、本論文では、将来型水素燃料超音速旅客機の機体成立性を環境負荷低減に重点をおいて統括的に評価することを目的としている。

第1章は序論であり、次世代超音速旅客機と水素燃料航空機の研究動向について環境負荷という点から論じ、本研究の目的と意義を述べている。

第2章では水素燃料が航空機に与える影響について整理を行っている。

第3章では本研究で開発した設計環境における流れについて説明を行い、使用され

た空力性能・エンジン性能評価ツールおよび環境性能評価モデルについて既存機ならびに既存エンジンとの比較により、その妥当性を検証している。

第4章ではケロシン燃料と水素燃料を想定した二つの超音速旅客機に関して、それぞれの設計空間の分析結果を比較している。ケロシン燃料機では離陸滑走路距離に関する制約条件が決定的であるのに対して、水素燃料機では高高度上昇性能に関する制約条件が決定的であることを示している。また、ケロシン燃料機に比べて水素燃料機は翼面荷重の減少により離陸性能が大幅に向上することを示している。

第5章ではケロシン燃料機と水素燃料機を、環境性能という観点から比較を行っている。水素燃料はケロシン燃料と異なり二酸化炭素を全く排出しない一方で、ケロシン燃料に比べて、水素燃料の燃焼による水蒸気排出量は単位熱量当たり二倍以上になるという性質の違いから、気候変動に与える影響の違いを説明している。また、ケロシン燃料機に比べて水素燃料機は機体サイズと機体重量スケールが異なることで最適巡航高度が高くなることからソニックブーム減衰の効果が期待できることを述べると共に、その効果を定量的に示している。さらにケロシン燃料に比べて、水素燃料は可燃範囲が広く、より希薄側での燃焼が可能であることから窒素酸化物の排出量低減が期待でき、その効果について考察が行われている。

第6章は結論であり、本研究の成果をまとめ、将来型水素燃料超音速旅客機の機体成立性と設計指針について述べている。