

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2012年3月修了 修士論文要旨

熱交換器設計変数がインタークーラ搭載型ターボファンエンジンの最適設計に与える影響

学生番号 47106050 氏名 伊藤孝幸
(指導教員 岡本光司 准教授)

Key Words: Intercooled Turbofan Engine, Genetic Algorithm, Fuel Consumption

現在のターボファンエンジンはタービンの効率は90%以上、燃焼器の効率は98~99.5%を達成し、バイパス比は9.6になるものも登場しており、要素技術の改良のみではこれ以上大幅な性能向上は望めなくなっている。しかし、航空輸送量が増え続ける中、原油価格は上昇傾向にあり、騒音やエミッションの低減といった環境適合性への規制強化はさらに厳しさを増している。このような状況で現在、環境適合性の高い航空機エンジンの研究開発が世界的に加速されようとしている。その中でも、インタークーラ搭載エンジンは従来型のエンジンから飛躍的にその性能を向上させるものとして期待され、近年注目度が増している。インタークーラ搭載エンジンは再熱器搭載エンジンよりもその構造や耐熱性などの問題を比較的容易に解決でき、実用化し易いと考えられているが、熱交換器の設計変数がエンジンの設計にどのような影響を及ぼすのかは未だ明らかになっていない部分が多い。そこで本研究では、遺伝的アルゴリズムを用い、インタークーラ搭載ターボファンエンジンの概念設計最適化計算を行い、インタークーラの設計変数がエンジンの熱サイクルに及ぼす影響を解明し、インタークーラ搭載ターボファンエンジンの最適設計への指針を示した。

計算対象は推力95,500lbfおよび26,400lbfのターボファンエンジンで、目的関数は1ミッションあたりの燃料消費量に設定し、それを最小にする解を求めた。目的関数の計算に用いる飛行距離や航空機重量などはB777-200ERとB737-700ERの値を参考にした。熱交換器モデルはコルゲートフィン型熱交換器を採用し、EA-(NUT)_A法により熱交換量求めた。エンジン重量推算にはNASA Technical Memorandum X-2406を参照した。

計算結果より、航空機が大型になるほど（推力の大きなエンジンほど）インタークーラ搭載による重量増加の影響が小さく、大きなインタークーラを搭載することが可能となり、その分燃料消費量を改善できることが確認された。さらに、コルゲートフィン型インタークーラの伝熱フィンの高さはエンジンの最適設計に大きな影響を与えることが明らかになり、エンジンの推力やフィンの高さにより、インタークーラの性能を優先させHPC圧力比の向上を優先させるケース、比較的小さなインタークーラを搭載してLPC圧力比の向上に頼るケース、エンジン軽量化を優先させるケース、とエンジン最適設計の方向性に違いが出るようになった。

