

審査の結果の要旨

氏 名 荻田 丈士

工学修士荻田丈士提出の論文は「ロケット-ラムジェット複合サイクルエンジンシステムの研究」と題し、五章および付録からなっている。

より経済的な低軌道への輸送を実現するために、空気吸込み式エンジンを宇宙機に用いることが検討され、空気吸込み式エンジンのひとつであるロケット-ラムジェット複合サイクルエンジンの研究が進められてきた。複合サイクルエンジンは幾つかの作動モードを持ち、それぞれの作動モードで高い性能を発揮することはできないが、各個別のエンジンを搭載する場合に比べてエンジン総重量は小さくなる。また複数のエンジンを切り替えて使用するのではないので、非作動時のエンジンによる付加抵抗も誘起しない。ロケット-ラムジェット複合サイクルエンジンでは、ロケットエンジン部の作動状態を変えることにより、種々の推力、比推力の組合せを実現することができ、適切な組合せによって輸送能力を更に向上させることが可能である。

新しいエンジンの研究においてはその理論性能や特徴を明らかにするシステム研究において、エンジンの性能や内部の状態を推算する解析モデルによる検討が必要である。しかしながらこれまでのロケット-ラムジェット複合サイクルエンジンの性能解析モデルは、物理モデルが十分に揃っていなかったために、特定の気流状態やエンジン形状に適用範囲が限られていた。そのためシステム研究を行うための環境は不十分であった。

本研究では、まず必要な物理モデルを新たに構築し、その他のモデルや計算法と組み合わせて一般的なロケット-ラムジェット複合サイクルエンジンの性能解析モデルを構築している。必要な物理モデルを揃えたことにより、気流状態やエンジン形状に制約はなく、様々な流れ状態についての計算が可能となっている。このエンジン性能解析モデルを用いて、輸送能力を最大にするためのロケットエンジン部の適切な比推力と推力の組合せについても検討を行っている。上昇および下降飛行中に必要なエンジン冷却剤流量の検討も行っている。

第一章はまえがきであり、ロケット-ラムジェット複合サイクルエンジン研究の歴史、現状と周囲の環境について説明し、エンジンシステム研究における課題を挙げ、本研究の目的を述べている。

第二章は、ロケットエンジン部の組込み位置、可動部の設定などの、本研究で検討対象とするロケット-ラムジェット複合サイクルエンジンの構成を説明している。続いてエンジンの4つの作動状態、すなわち低速側からエジェクター

ジェットモード、ラムジェットモード、スクラムジェットモード、ロケットモードを説明している。

第三章はエンジン性能解析モデルについて述べている。新たに構築したエジェクター効果推算モデルと擬似衝撃波長さの推算モデル、およびその他の計算モデルや計算条件の説明を行っている。これらモデルや条件の、実験による検証についても簡単に紹介している。宇宙輸送機の飛行解析を行ってエンジンの性能検討を行っているので、この飛行解析の手法についても説明している。

第四章は、第二章で述べたエンジンに、第三章の手法を適用したエンジン性能の計算結果が示されている。エンジンの作動条件に重要である、空気吸込み性能結果やディフューザ一流路内の衝撃波位置などの計算結果も示されている。この手法を用いてロケットエンジン部の作動の最適化が行われている。超音速飛行ではロケット部の燃焼圧を下げてエンジン全体を高比推力環境で作動させ、極超音速飛行では逆にロケット部の燃焼圧を上げて推力増強を行うことで、低軌道への輸送能力を上げられることを明らかにしている。またこのエンジンでは燃料でエンジン冷却を行う再生冷却が必要とされるが、極超音速飛行状態では、燃料流量以上の冷却剤流量が必要であることが示されている。その他、下降飛行中のエンジンカウル前縁部の熱負荷を減らすために、インレット部は閉じられるようにすべきであることなどが述べられている。

第五章は結論であり、本研究で得られた知見と結果を要約している。

以上要するに、今後の経済的な低軌道への宇宙輸送機用エンジンであるロケット・ラムジェット複合サイクルエンジンの一般的な解析モデルを構築することによって、この種のエンジンシステムの基礎を確立し、更にこのエンジンの基準作動特性を明らかにするなど、その成果は宇宙推進工学上、貢献するところが大きい。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。