

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
2013年3月修了 修士論文要旨

Performance Evaluation of Reed Valve Air-Breathing System for Microwave Rocket

－ マイクロ波ロケットのリード弁式吸気機構性能評価－

学生証番号 47116069 氏名 齋藤 翔平
(指導教員 小紫 公也 教授)

Key Words : Microwave rocket, Air-breathing system, Reed valve, Multi-pulse, Pressure oscillation

近年、国際宇宙ステーションや宇宙太陽光発電衛星に代表される大規模宇宙構造物の建設が盛んに議論されており、その建設のためには宇宙への物資輸送コストを飛躍的に引き下げることが必要となってくる。そこで、大量物資輸送に適した超低コスト打ち上げシステムの候補としてビーミング推進(Beamed Energy Propulsion, BEP)が期待されている。その中でも、比較的安価に高出力を達成し得るマイクロ波を利用したビーミング推進であるマイクロ波ロケットが、次世代超低コスト大量物資宇宙輸送システムとして期待されている。

このマイクロ波ロケットの特長としては大きく以下の3点で表わされる。一つ目は、地上からマイクロ波を照射することによってエネルギーを供給し、また周辺の大気を推進剤として利用することで機体に燃料を積載する必要がないため、高ペイロード比を達成し得る点。二つ目は、パルスドットネーションサイクルによって駆動するため、ターボポンプ等の複雑な機構を必要とせず簡素な構造に出来る点。三つ目は、高価な装置であるマイクロ波発振源を地上に設置することによって繰返し使用することができ、初期投資のコスト償還が可能である点である。

本研究室では、このマイクロ波ロケットの推力を向上させることを目的としており、過去の研究ではマルチパルスでの高繰返し周波数運転を行い、推力の向上を目指してきた。しかし、マルチパルスでの高繰返し周波数運転時において、推力が低下してしまうという問題が生じた。これは生成された高圧ガスの排気後も推進機内部に高温のガスが残留してしまうことに起因するものと考えられる。そこで、リード弁式吸気機構を導入し、推進機内部の換気を効率良く行うことで推力の向上を目指している。本研究では、このリード弁式吸気機構を設計し、その性能を実験によって得られたデータから評価した。

これまで、リード弁の材質はSUS304CSPを用いてきたが、動的解析によってリード弁の開きを見積り、設計することによって、CFRPを用いた場合の性能を評価した。また、矩形型の推進機にのみ設置されていたリード弁式吸気機構を円筒型推進機に取付け実験を行った。その結果、リード弁式吸気機構を搭載した推進機の方が非搭載の推進機に比較して、広範囲の繰返し周波数領域で力積の低下を抑えられることが示され、また、搭載するリード弁の段数が多い方が、より推進機内部の冷却に効果があるということが示された。その他に、高繰返し周波数運転時にプラズマが集光器部分ではなく、推進機途中で着火するという現象を高速カメラを使用することによって観測することに成功した。