

産学連携事業 「ハイブリッドロケットエンジン開発・運用」実施報告

松尾泰成・谷川琉雨太・植松賢悟・小澤俊吾
(徳島大学理工学部・イノベーションプラザロケットプロジェクト)
長谷崎和洋 (徳島大学大学院社会産業理工学研究部)

1. はじめに

ロケットプロジェクトとは徳島大学イノベーションプラザにて2014年度より活動を行っている学生プロジェクトである。ハイブリッドロケットの製作・打上実験を通して、技術者としての心構えを学ぶこと、組織管理に必要となるプロジェクトマネジメント能力の獲得を目的としている。ハイブリッドロケットとは、ABS樹脂などの固体燃料に液体の酸化剤を供給することで燃焼させ推進力を得るロケットである。また本プロジェクトの目指す成果として、ハイブリッドロケットの到達高度の高高度化を目指す。



図1 ハイブリッドロケット

2. 開発の経緯

本プロジェクトでは既製品の教育用エンジンを用いて打上実験を行っていた。しかし、既製品だと固体燃料がABS樹脂製のエンジンのみで拡

張性に乏しいことや、固体燃料と固体燃料を搭載するモータケースが一体型となっており、1,2回燃焼すると消費してしまうためコストがかかる点も問題であった。

一方、自作でエンジンを開発することで、固体燃料の素材や形状を試行錯誤して燃焼の検証を行うことができる。また、固体燃料のみ交換できる構造にすることでコスト削減にも繋がるため、開発を決意した。しかし、本プロジェクトの加工精度では気密性などが重視されるエンジンの開発は難しいと判断した。そこで、本プロジェクトのスポンサー企業であるダイトー工業株式会社にモータケースの製作を依頼することとした。

2018年度より、自作エンジンの設計を開始した。2019年度にダイトー工業株式会社に固体燃料を搭載するモータケースの製作を依頼した。2020年度に耐圧試験や酸化剤の充填試験を経て、モータケースが完成した。全長263mm、質量1483g、材質はA2017(ジュラルミン)となっている。

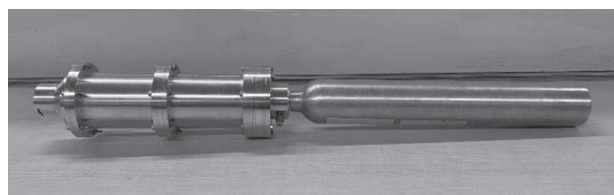


図2 製作したエンジン
(左：モータケース 右：酸化剤供給用タンク)

3. 実験

2020年度以降、自作したエンジンの燃焼実験を2021年度10月までに7回実施した。実施場所は阿南光高校新野キャンパスを借用した。

表1 燃焼実験での固体燃料の性質

実施日	素材	形状
2020年11月29日	ABS樹脂	星形大
2020年12月22日	ABS樹脂	円型
2020年12月22日	ポリプロピレン (以下PP)	円型
2021年2月20日	ABS樹脂	星型小
2021年2月20日	PP	円型
2021年6月19日	ABS樹脂	星形小
2021年7月10日	ABS樹脂	星形小

素材は既製品で運用経験があるABS樹脂を採用した。また12月22日の実験から燃焼効率の観点からポリプロピレンも採用した。内部形状に関しては、酸化剤に触れる表面積を増やすためABS樹脂では星形の形状を採用した。ポリプロピレンは本プロジェクトで燃焼実験を行った経験が無いため、円型で実験を行った。



図3 燃焼実験の様子

4. 結果

以下はエンジンの燃焼実験に関してのトータルインパルスと燃焼時間の結果である。

表2 燃焼実験で得られた結果

素材	形状	トータルインパルス [N・s]	燃焼時間 [s]
既製品	-	599	2.49
ABS樹脂	星型小	558	2.72
ABS樹脂	星型大	557	2.70
ABS樹脂	円型	302	2.91
PP	円型	261	2.60

ABS樹脂では3つの形状で実験を行った。円型が他の形状と比べて大きくトータルインパルスが低下した。表面積の大きい星型では内径を変え

て燃焼させた。結果としては、内径の変化ではトータルインパルス、燃焼時間とも大きな違いはなかった。PPは円型のみの実験を行った。燃焼時間は他の素材と大きく変化はなかったが、トータルインパルスが著しく小さい値となった。

5. 考察

ABS樹脂では当初の構想通り、表面積が大きい星型の固体燃料の方がトータルインパルスが大きくなった。しかし、いずれも既製品よりトータルインパルスが低かった。既製品は内部にテーパー加工がなされていたため、そのような点が既製品の方がトータルインパルスが高くなる要因だったのではないかと考えられる。またポリプロピレンは実験後の固体燃料を確認すると、表面のみ燃焼しており大部分は燃焼前と変化が見られなかった。このことから固体燃料が燃焼実験中に融点まで至らなかったと考えられる。

6. まとめ

どちらの素材でも、既製品を上回るトータルインパルスが得られていないため、引き続き改良を予定している。具体的にはABS樹脂では、表面積は問題ないと考えられるため、テーパー加工などの表面積以外の観点に着目した改良を行う。また、ポリプロピレンでは正常に燃焼をすることができると検討する。さらに、ABS樹脂の星型が既製品に近い推力を得ていることからそのエンジンを搭載したロケットの打上実験を実施する方針である。

今回の事業を通して、企業と連携することで本プロジェクトのメンバーだけでは成し得ない成果や経験を得ることができた。

7. 謝辞

本事業の実施にあたり、ご協力いただきましたダイトー工業株式会社に感謝の意を表します。