

Title	LE-7Aエンジンの起動・停止時におけるノズル内流れの異常剥離現象の解明とその抑制に関する研究
Author(s)	渡邊, 泰秀
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/47306">https://hdl.handle.net/11094/47306</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	わた なべ やす ひで 渡 邊 泰 秀
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 2 1 2 6 8 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻
学位論文名	LE-7a エンジンの起動・停止時におけるノズル内流れの異常剥離現象の 解明とその抑制に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 辻本 良信 (副査) 教授 杉本 信正 教授 宮崎 文夫 教授 武石賢一郎

### 論文内容の要旨

本研究では、H-IIA ロケット第1段エンジンである LE-7A エンジンの開発において発生した、エンジン起動停止時の過大な横推力、及び上部ノズルスカート再生冷却管の破損不具合の原因について、高速度カメラで観測された映像データと燃焼試験データを組み合わせて剥離状況を分析した。

これまで LE-7A エンジンに発生する2種類の過大な横推力ピークの発生原因は、共に RSS (Restricted Shock Separation) と FSS (Free Shock Separation) 間の遷移過程によるものと考えられていた。しかし、詳細な解析を行った結果、2種類の横推力の内、最も過大な横推力を発生させる原因は、下部ノズルを冷却するフィルムクーリング吹き出し部の段差において生じる剥離点の停滞とその後の急激な非対称移動によることを究明した。

またノズル内の物理的な段差は剥離線をトラップすることで、不安定な RSS 流れを FSS 流れに変化させる効果が見られることを明らかとし、ノズルの上部の RSS 発生位置に適切な段差を設けることで RSS を抑止できる可能性があること (ノズル内部段差による RSS 抑止機構の可能性) を示した。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は HIIA ロケット用 LE-7A メインエンジンの開発初期に発生した過大な横方向推力によるジンバル機構のアクチュエータ破損や、過大温度によるノズルスカート再生冷却管損傷の原因となったエンジン起動・停止時におけるノズル内流れの異常剥離現象の発生機構を解明し、その防止法を提案したものである。第1章においては研究の背景と目的を述べている。第2章では LE-7A エンジンシステムの概要、起動・停止シーケンスについて述べ、問題となったオリジナルロングノズルの設計並びに運用形態について述べている。第3章では LE-7A エンジンの起動・停止時に発生した過大な横推力とノズルスカート再生冷却管損傷の問題について詳述している。第4章では、横推力をノズル圧力比に対して整理することにより、起動・停止いずれの場合にもノズル圧力比が 40 付近と 80 付近の二つの条件で過大横推力が発生することを明らかにしている。第5章ではノズル圧力比が 40 付近で生じる過大横推力が、ノズル流れの二つの剥離形態 FSS と RSS のあいだの非対称な遷移の際に生じることを、サブスケールモデルを用い

たコールドフロー試験と CFD 解析、燃焼試験においてノズル下方から撮影された高速ビデオ画像と横推力時系列データの詳細な解析により明らかにしている。第 6 章ではノズル圧力比 80 付近で発生する過大な横推力の原因が、各燃焼試験の計測データと画像を詳細に検討することにより、剥離線のフィルムクーリング用段差部とノズル出口のあいだの急激かつ非対称な移動による事を見だし、これを、2次元・非定常・非対称数値計算並びにサブスケール燃焼試験により確認している。第 7 章では問題解決までのあいだ暫定的に使用されたショートノズル形態での流れが検討され、第 8 章では以上の研究結果に基づきノズル内部に段差を設けることにより、過大横推力の原因となりうる RSS の防止法を提案しこれを検証している。以上のように本研究はロケットの信頼性確保に貢献するところ大であり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。