

## 論文審査の結果の要旨

氏名：齊 藤 允 教

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：Anchoring Location of Triple Flame under Acoustic Oscillations

（音響振動を受ける Triple Flame の保炎位置）

審査委員：（主査） 教授 田 辺 光 昭

（副査） 教授 栗 原 卓 雄 教授 村 松 且 典

東京大学特任准教授 岡 井 敬 一

本論文はロケットエンジンやジェットエンジンなどの燃焼器の破壊を引き起こす燃焼振動問題に対し、基礎現象に着目し詳細に解析し、かつモデル化することで、振動抑制法の開発に寄与することを目的としている。燃焼振動は燃焼器内部の音響振動と燃焼による発熱とが連成して生じることが知られているが、音響振動が燃焼に具体的にどのように影響を与えるかについてはまだ十分に解明されていない。本論文は燃料流と酸化剤流間に形成される火炎の基部をなし、燃焼器中の熱発生位置に大きな影響を与えると想定される Triple Flame を取り上げ、音響振動がその定在位置をどう変化させるかを実験的に調査し、数値計算による拡散現象の解析と合せて結論を得ている。

第1章では、研究背景と既往研究を挙げ、課題解決への道筋と本論文の位置づけを述べている。

第2章では、実験のため新たに開発したマルチスロットバーナと、それにより形成される火炎に定在音場を印加するためのスピーカを用いた共鳴装置および計測系について説明している。

第3章では、火炎に入る前の未反応の燃料・酸化剤流につき、音場で各々の成分がどのように相互拡散するかを数値的に計算する従来手法を解説すると共に、簡易化した手法を提案し説明している。

第4章では、音を印加せず、燃料流側の燃料成分濃度を変化させることで燃料濃度こう配を変化させ、Triple Flame の保炎位置およびその支配要因である燃焼速度を計測している。燃焼速度が燃料濃度こう配によって決まるとする既知の事実と、本論文の実験結果とによって、燃料濃度こう配が Triple Flame の燃焼速度を介して保炎位置を支配すると論じている。

第5章では、音場の音圧を変えて、Triple Flame の保炎位置を計測している。音圧の上昇に伴い保炎位置が上流に移動することを明らかにし、また、保炎位置の変化が音圧に直線的に依存せず、中程度の音圧において音圧への感度が高まることを見出している。

第6章では、火炎に流入する燃料・酸化剤流間に発達する混合層について詳細な分析を行っている。まず、音場では混合層は蛇行し、発達した後にはカスプを形成するという特徴をシュリーレン撮影によって捉え、その観察をもとに、混合層の蛇行と混合境界に垂直方向への拡散層の拡大のみ考慮する混合層形成モデルを提案している。ストローハル数  $St$  に加えて、蛇行の波長と拡散距離の比で定義される新たな無次元数  $K$  を提案して混合層形状の相似則を記述し、音場の影響を受ける濃度こう配をこの2変数で整理できることを示した。また、このモデルにより第5章で得た Triple Flame の保炎位置の特徴的な変化を説明・予測できることを確かめた。

第7章では、本論文で得られた結果を要約し、結論としている。

このように本論文では、工学的に重要な課題に対し、解決策を導くのに有効な知見を与えている。また、その過程において、熟慮された論理を基礎とし、新たな普遍的パラメータを含む新規性のある仮説を立案し、適切な実験と計算を組み合わせることで現象解明と仮説立証を達成している。

このことは、本論文の提出者が自立して研究活動を行い、又はその他の高度な専門的業務に従事するに必要な能力及びその基礎となる豊かな学識を有していることを示すものである。

よって本論文は、博士（工学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

平成27年2月19日