

琉球大学学術リポジトリ

キャビティを伴う多孔壁上からの噴流と超音速内部流れの干渉

| | |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: 出版者: 琉球大学 公開日: 2016-04-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 國吉, 直, Kuniyoshi, Nao メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/20.500.12000/33506 |

平成28年2月8日

琉球大学大学院
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名

屋我実

副査 氏名

鈴木正己

副査 氏名

野底武浩



学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

| | | |
|-------|--|--|
| 申請者 | 専攻名 生産エネルギー工学 氏名 國吉 直 学籍番号138653B | |
| 指導教員名 | 屋我 実 | |
| 成績評価 | 学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格 | 最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格 |
| 論文題目 | キャビティを伴う多孔壁上からの噴流と超音速内部流れの干渉 | |

審査要旨（2000字以内）

本研究では、超音速流れ場における混合促進を目的とした研究を行っている。このような超音速混合は、近年特に音速よりも非常に早く移動する極超音速飛行機のエンジンとして注目されているスクラムジェットエンジンにおける燃料と空気の混合に応用することができる。スクラムジェットエンジンは空気吸い込み型のジェットエンジンとなっており、流入した空気がエンジン内を超音速で通過するため、エンジン内の空気滞在時間が約1ms程度と短く、混合には時間的な制約がある。さらに超音速の流れ場では、圧縮性の影響を受け、亜音速の流れ場に比べ拡散しにくいという特性がある。そのため、速やかな混合を行うための混合促進法が必要となる。そこで本研究では多孔壁とキャビティを組み合わせ

(次頁へ続く)

審査要旨

た混合促進法とその評価方法を提案し、詳細に調べている。この方法では、ダクトにキャビティを設置し、ダクトとキャビティの間を多孔壁で区切り、多孔壁上から噴流を垂直に噴射することで発生するへさき衝撃波による圧力上昇を利用してキャビティと主流の間を循環する流れを発生させる方法である。キャビティ内の流れは主流に比べ低速となり、この低速領域において混合が促進されると考えられる。また、主流に対して物体の挿入や断面積の変化を伴わないため、混合促進による圧力損失を抑えることができると考えられる。本研究では、多孔壁とキャビティを設置したことによる主流への影響や、噴流によるへさき衝撃波の影響で発生するキャビティ内の流れを詳細に明らかにすることを目的として、実験および3次元数値シミュレーションを行った。

実験では、シュリーレン法による可視化、壁面静圧測定および自作による流れ方向の変化に対して応答性と高いサーマルタフトプローブを用いたキャビティ内の流れの向きの測定を行っている。このサーマルタフトプローブによる測定は極めて独創的であり、これまで報告されていないキャビティ内における様々なパラメータにおける流れ方向の時間変化を詳細に調べている。その結果、キャビティ内の流れは噴流を配置したことによる影響を受け、流れの向きが変化することを明らかにしている。またキャビティ内での測定点における流れの向きは、噴流を噴射したことで提案している混合促進法と同じ主流に対して逆向きの流れを示した。また、ハイスピードカメラによる流れ場の可視化により、始動衝撃波と多孔壁キャビティの干渉の様子を調べ、噴流の有無にかかわらず、300~400Hzに卓越周波数を持つことが明らかとなり、キャビティ内の流れも始動衝撃波の影響を受け、同様の卓越周波数を持つ流れ場となることを報告している。

数値シミュレーションでは、3次元圧縮性ナビエストークス方程式を解くコードを作成・改良し、流れ場を明らかにしている。その結果より噴流により発生した衝撃波による多孔壁上での圧力上昇によって、キャビティへの吸い込み流れが発生することを確認している。また噴流の死水領域でキャビティからの強い吹き出しが起こることがわかり、死水領域の影響を考慮する必要性があることを報告している。また多孔壁キャビティを設置したことによる圧力損失が小さいことがわかった。多孔壁キャビティを設置することにより、噴流の後流での速度が低下することがわかった。さらに多孔壁およびキャビティを設置することで、噴流により発生した渦の渦度が大きくなることわかった。しかしながら、多孔壁およびキャビティの渦度への影響に比べ、噴流配置による渦度への影響が大きく、他の配置に比べ流れ方向に噴流を配置した場合の渦度が大きくなることを明らかにしている。

したがって、本研究成果は工学的に有用であり、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものと判断し学位論文の審査を合格とする。また、論文発表会における発表ならびに質疑応答において、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに十分な研究能力を有していることが確認できたので最終試験を合格とする。