

Title	インデューサに生じる種々のキャビテーション不安定の抑制法に関する研究
Author(s)	藤井, 明
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45946
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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	藤井明
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第19589号
学位授与年月日	平成17年3月25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	インデューサに生じる種々のキャビテーション不安定の抑制法に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 辻本 良信 (副査) 教授 吉川 孝雄 教授 木本日出夫

論文内容の要旨

ロケットエンジン用ターボポンプのインデューサには旋回キャビテーションやキャビテーションサージといったキャビテーション不安定がしばしば発生し、軸振動や翼応力変動の原因となる。そのため、ロケットエンジンの信頼性を高めるためにこれらの不安定現象を抑制することが期待されている。本研究では、このような不安定現象を抑制することを目的として、様々な手法を考案、設計して実験を行い旋回キャビテーションなどのキャビテーション不安定の抑制効果を調べた。

実験には、作動流体を水とする閉ループ式のキャビテーションタンネルを用いており、インデューサ入口ケーシング壁面での圧力変動や、翼応力等を計測することで、インデューサに生じるキャビテーション不安定を観察した。また、ストロボや高速ビデオを用いた可視観察も行った。これらの実験装置の詳細や、キャビテーション不安定の観察例などを第2章に示した。

第3章においては、インデューサ入口ケーシングに段差を設け、これより上流で直径が大きくなるケーシングを用いて実験を行った結果を示した。また、第4章においては、翼端形状がキャビテーション不安定の発生に与える影響を調べた。さらに、インデューサ上流からジェットを吹き込むことで入口流れに予旋回を与える実験を行い、その結果を第5章に示した。これらの実験結果より、予旋回が生じやすいケーシング形状や翼端形状を選択する、もしくはジェットを吹き込んで予旋回を強制的に生じさせることで、キャビテーション不安定を抑制できることが分かった。

第6章にはインデューサ上流から気泡を混入する方法、第7章ではインデューサ入口ケーシング壁面にJグループと呼ばれる浅い軸方向溝を設ける方法、第8章ではインデューサ上流にアキュムレータを設ける方法によって、キャビテーション不安定の抑制を試みる実験を行った結果を示した。

以上の様に様々な方法でキャビテーション不安定の抑制を試みた結果、不安定現象を完全には抑制できなかったものの、キャビテーション不安定の発生範囲を減少させることができ、その抑制機構についても様々な知見を得ることができた。

論文審査の結果の要旨

II ロケット8号機の打ち上げ失敗に伴いその信頼性確保にはロケットエンジン用ターボポンプインデューサに生じる種々のキャビテーション不安定現象を適切に防止しておくことが必須であることが認識され、そのために多くの努力が払われている。本研究はキャビテーション不安定現象防止を目的として種々の装置の考案や製作を行い、その効果を主として実験的に調べたものである。第1章においてはインデューサの不安定現象に関する従来の研究の概観を行い、本研究の目標設定並びにアプローチの方策を論じている。第2章では本研究全般に用いた実験設備の詳細を示し、キャビテーション不安定現象の同定法を論じている。第3章ではこれまでに提案され実用化されているインデューサ入口部の直径を増加させる方法について、ケーシング形状を系統的に変化させた実験を行いその効果が調べられた。また、詳細な流れ計測により、逆流域の大きさの変化と関連して入射角が減少することが不安定現象防止と大きく関連することが示された。第4章においてはインデューサ翼端形状の影響が調べられ、圧力両側を丸めた場合には入口逆流が大きくなり不安定現象の発生範囲が小さくなることが示された。第5章においてはインデューサ入口に外部からジェットを吹き込む方法が検討された。その結果、羽根車と同方向のジェットを吹き込むと、入射角の減少や翼端付近の圧力上昇によってキャビテーションの長さが短くなり不安定現象の発生範囲が小さくなることが示された。第6章においてはインデューサ上流から気泡を吹き込む方法で旋回キャビテーションが防止できる事が示された。理論解析によりこれが気泡吹き込みにより流れのコンプライアンスが増加するためであることが明らかにされた。第7章においてはケーシングにグループを用いることにより入口逆流を防止する方法が検討された。この方法を用いると入口逆流にとそれに伴う予旋回がほぼ完全に防止され、吸い込み圧が低い場合に生じるキャビテーション不安定現象がほぼ完全に防止されることがわかった。流れの詳細な観察より、これが入口部に生じる安定なリング状キャビテーションによることが示された。しかし、この方法を用いると比較的高い入口圧においてリング状キャビテーションが形成される際に、これまでに見られなかったタイプのキャビテーションサージが発生することがわかった。第8章ではインデューサ入口にアキュムレータを用いることにより旋回キャビテーションの発生領域を縮小できることが示された。理論解析により、アキュムレータ設置により入口の圧力分布が均一化されたことが一つの原因であることが明らかにされた。以上の研究を通じて、入口逆流により入射角を減少させること、翼端付近の圧力増大により翼端付近のキャビテーション長を減少させること、流れのコンプライアンスやアキュムレータの設置などにより入口圧力の変動を小さくすることが不安定現象の防止に寄与する事が明らかにされた。本研究で考案された方法はロケットエンジン用ターボポンプインデューサのみならず、一般産業用ポンプに対しても有効であり博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。