

| | |
|--------------|---|
| Title | インデューサの巡回キャビテーションに関する理論的研究 |
| Author(s) | 渡邊, 聡 |
| Citation | 大阪大学, 1997, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/40243 |
| 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 | わた なべ さとし 渡 邊 聡 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学) |
| 学位記番号 | 第 13231 号 |
| 学位授与年月日 | 平成9年3月25日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻 |
| 学位論文名 | インデューサの旋回キャビテーションに関する理論的研究 |
| 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 教授 杉本 信正 |

論 文 内 容 の 要 旨

本研究はキャビテーション発生時のターボ機械，特にロケット用ターボポンプインデューサに生じる不安定現象の一つである“旋回キャビテーション”（以下R. C.とする）の理論的な解明を行うことを目的とする。R. C.は羽根車の各翼に生じるキャビテーションの大きさが不同となり，その不均一が羽根車周方向に伝播する現象である。これまでの理論的研究で，R. C.はその発生原因が流量低下に対してキャビティ体積が増加するというキャビテーションの特性にあり，R. C.にはキャビテーション発生領域が羽根車より速く回転する前回りモードとそれとは異なる後回りモードが存在することが分かっている。しかしながら，後回りモードが実験で発生した例はほとんどなく，この理由も含めてR. C.には未解明な点が多い。そこで本研究では，これまで理論で考慮されなかった流れの非線形性，三次元性，圧縮性等の流体力学的要因や翼列が有限ピッチである効果がR. C.におよぼす影響を調べるために，(1)二次元非線形解析，(2)有限スパン翼列モデルを用いた三次元線形解析，(3)環状翼列モデルを用いた三次元線形解析，(4)圧縮性を考慮した二次元線形解析，(5)非定常キャビテーション特性の解析，(6)特異点法による二次元有限ピッチ線形解析を行った。

その結果，流れやキャビテーションの三次元性や流れの圧縮性がR. C.におよぼす影響が小さいことが判明し，さらに翼列のキャビテーション流れの直接解法である線形特異点解析法を用いた二次元有限ピッチ線形解析がR. C.をよくシミュレートできることが分かった。したがって，R. C.は基本的には二次元非圧縮性流体の不安定現象であり，圧縮性などの他の流体力学要因はR. C.に対しては副次的な要因であると結論づけられる。さらに，実験で見られたモード以外にもR. C.のモードが多数存在する可能性があることが判明した。ただしこの点については，今後も理論，実験の双方から検討を重ねていく必要がある。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文はキャビテーション発生時のポンプ，とくにロケット用ターボポンプインデューサに生じる不安定現象の一つである旋回キャビテーション（以下R. C.とする）を種々の局面から解析したものである。この種の解析としては二次元，線形アクチュエータディスク解析が唯一のものであったが，本論文は流れの非線形性，三次元性，圧縮性，

翼列ピッチが有限である効果が、R. C.におよぼす効果を明らかにし、さらに翼列に生じるキャビテーションの非定常特性を明らかにしている。具体的な内容と結果は以下のとおりである。

(1) 旋回キャビテーションの二次元非線形解析

R. C.の振幅を決定する要因を調べるために、流れ場やキャビテーションの非線形性を考慮して解析を行った結果、キャビテーション特性の非線形性がR. C.が有限振幅となる要因であることが判明した。また、キャビテーション特性の非定常性が発生するR. C.のモードの選択に関する重要な要因である可能性を指摘した。

(2) 有限スパン翼列モデルを用いた旋回キャビテーションの線形解析

ティップキャビテーションの存在による流れ場やキャビテーション特性の三次元性がR. C.におよぼす効果を調査するために、平行壁間に置かれた平板翼列をモデルにピッチを無限小とするセミ・アクチュエータディスク法(以下SAD法とする)を用いて解析した。その結果、三次元性がR. C.におよぼす影響があまり大きくないことが分かると同時に、スパン方向に次数の高いモードの存在の可能性が示唆された。

(3) 環状翼列モデルを用いた旋回キャビテーションの線形解析

現実の羽根車に近い環状翼列モデルを用いて円柱座標系でSAD法を用いて解析した結果、この場合も三次元性の影響が大きいことが判明し、また半径方向に次数の高いモードが存在する可能性が示された。

(4) 圧縮性を考慮した旋回キャビテーションの線形解析

気泡の残存などによる作動流体の圧縮性がR. C.におよぼす影響を調べるために、等温の均質二相流を作動流体としてSAD法を用いて解析した。その結果、圧縮性がR. C.の安定領域を広げることが分かると同時に、強い圧縮性の下では従来の解析で得られたモードとは異なるR. C.の存在する可能性が示された。

(5) 非定常キャビテーション特性の解析

非定常キャビテーション特性を求めるために、有限ピッチ・コード長の平板翼列の部分キャビテーションを対象に、キャビティの長さが変化し得る閉鎖型モデルを適用した線形特異点解析法を提案し解析した。

(6) 特異点法による旋回キャビテーションの線形解析

前述の線形特異点解析法を応用して、有限ピッチ・コード長の翼列に生じるR. C.の解析を行った。この解析法により、これまで仮定していたキャビテーション特性を用いることなくR. C.を解析することが可能となった。解析結果では多数のモードの存在が示されたが、その中には実機で発生しているR. C.と定性的によく一致するモードが存在し、本解析がR. C.をよくシミュレートできることが判明した。

以上のように本論文は旋回キャビテーションの性質を種々の局面から理論的に明らかにしたものであり、博士論文として価値あるものと認める。