

学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 NGUYEN VO DAO

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 理工博甲第 49号

学位授与年月日 令和4年6月30日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 理工学府・機械・材料・海洋系工学専攻

学位論文題目 Numerical analysis on the effect of J-groove on flows around rotating disk and casing

論文審査委員	主査	横浜国立大学	教授	松井 純
		横浜国立大学	教授	松本 裕昭
		横浜国立大学	教授	西野耕一
		横浜国立大学	教授	百武 徹
		横浜国立大学	教授	荒木 拓人

論文及び審査結果の要旨

(論文要旨)

本論文は、遠心形流体機械の軸スラスト低減の一手法として開発された、放射状溝(通称”J-groove”)を有する回転羽根車背面の流れを数値解析することにより、溝の形状と軸スラスト低減量との関係を明らかにし、J-groove の設計の指標を明確にすることを目的としている。本論文は以下の7章から構成されている。

第1章では本論文の研究背景と目的について述べている。遠心形のポンプや水車における軸スラスト発生の要因や、その予測において重要となる羽根車背面での旋回流れについて整理し、過去の主要な研究論文についても概説している。

第2章は数値解析手法の説明として基礎方程式と乱流モデルおよび計算領域の形状等を示し、また解析に使用した数値計算ソフト OpenFOAM について述べている。

第3章では過去の実験結果と計算結果を比較して数値計算精度の検証を行っている。回転する円板周囲の圧力分布の解析結果は実験結果とよく一致しており解析が妥当であることを示している。また J-groove が設置されたポンプ装置における軸スラストの低減量について、本計算結果から推定された軸スラスト低減量は、実験での漏れ流量が不明なため既存の実験報告値からは30%程度低い値となったが、低減量の変化の傾向をよく再現した。

第4章では漏れ流量が0の場合について、J-groove の形状と内部流れとの関係を明らかにしている。J-groove 形状としては溝深さ、幅、長さおよび溝の本数を変化させた。また回転円板とケーシングとの軸方向隙間長さについて、境界層厚さによる典型的な3つの流れパターンのそれぞれで比較した。その結果、流れが急変する形状の臨界値が存在することを明らかにした。また溝の中をほぼ半径方向に移動することで角運動量が小さい流体を半径方向内側へ移送する現象が存在することも示し、この流れが J-groove の旋回抑制効果を生じている可能性を示した。

第5章ではより実際に近い、漏れ流量が0でない場合の J-groove 効果を明らかにした。半径内向きの漏れ流量があるときは大きな角運動量を持つ流体が半径の小さい領域へ移動することで全体の旋回速度が上昇するが、J-groove はこの旋回の上昇を妨げる効果を有すること等を示した。

第6章ではこれまでの結果から、さまざまな形状における J-groove の効果を整理するモデル式を提案し、設計の指針となりうることを示している。

第7章は本研究で得られた結果を総括し、今後の課題および展望について述べている。

(審査結果要旨)

令和4年5月9日(月) 09時30分より機械工学・材料棟203機械会議室において、審査委員全員出席のもとに学位論文公聴会を開催した。引き続き10時10分より審査委員全員出席のもとに審査委員会を開催し、学位論文の内容、学位論文を構成する査読付き投稿論文の内容、および履修状況について審査を行った。その結果、審査委員全員一致して、博士學位論文として十分な内容を有しており合格と判定した。また学位論文の審査における質疑応答により、博士論文に関連する分野の科目について博士(工学)の学位を得るに相応しい学力を有すると判定した。

外国語の学力については、提出予定論文および査読付き論文を英語で執筆し、また最終試験の発表と質疑を英語で行なっていることから、外国語の学力を有していることを確認した。また提出予定の学位論文については著作権保護への配慮が十分であることを確認し、修了に必要な単位が取得済みであることも確認した。

以上により最終試験は合格であると判定した。