

別紙1 (博士論文の審査結果の要旨)

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 坂口 優希

近年、再生可能エネルギーの導入促進が世界的に行われている。それら再生可能エネルギーの一つである海洋エネルギーは、将来の実用化に向けて、技術開発が盛んに行われている。本論文では海洋エネルギー発電の一つである潮流発電を取り上げる。潮流発電は月と太陽の引力で引き起こされる周期的な流れの変動を利用して発電するシステムである。引力によって規則的に変動するため、長期にわたって予測が可能であり、信頼性の高いエネルギーといえる。潮流発電では一般的に、潮流によってタービンを回転させ発電し、風力発電と同様に水平軸型と垂直軸型がある。

本論文では、水平軸タービンを集流装置により高出力化することに着目している。高出力の水平軸潮流タービンのためには、タービンロータ直径の面積を超えた受流面積の増大が有効であると仮説を立て、タービンロータまわりに集流装置を設置した集流装置付きタービンについて研究することとした。また潮流は往復流れであるため、往復流対応の集流装置ならびに往復流に対応した衝動タービンロータを採用した。また、さらなる高出力化の一方策として、集流装置の内部に旋回流れによる角運動量を増すためのらせん羽根を設置した、らせん羽根付き集流装置の性能改善についても研究対象とした。

第1章は序論として、海洋エネルギー発電の特徴と現状を解説し、潮流発電を含めた潮力発電全般について種類と課題を述べ、本研究の目的と意義を述べている。

第2章では、実験装置の概要および性能評価方法について述べている。供試タービンには固定案内羽根付き衝動ロータを採用し、原理と特徴を述べている。また実験装置を構成する計測システムについて、

計測の不確かさ解析を実施した結果を示している。

第3章では、本研究で使用した数値流体解析の基礎方程式と離散化手法および計算手法を示し、さらに乱流モデルについて述べている。

第4章では、往復流型集流装置付き衝動タービンの性能について、実験的に解明した結果を述べている。集流装置の開き角の影響が大きく、受流面積の増大に伴い出力が向上することを示した。また流路面積に対するブロックage比の影響はほとんどないことを実験的に示した。

第5章では、らせん羽根付き集流装置について実験と数値解析により解明している。まず数値解析を用いて、流れの角運動量を最大化するらせん羽根のねじり角度を見出した。さらにモデルを製作して実験的検証を行い、らせん羽根の導入によりタービン内流量の増大等の改善が見られた。

第6章では、らせん羽根付き集流装置と衝動タービンの全周計算の数値解析を行い、外部流れと内部流れの詳細の解明を行った。特に内部流れにおいては、らせん羽根とタービンロータの整合性に関して、更なる改善の余地があることが明らかとなった。

第7章では、本研究で得られた成果をまとめている。本論文では、潮流発電用タービンとして、潮流が往復流れである特性を踏まえ、往復流に対応可能な集流装置と衝動タービンを提案し、実用に供することが可能であることを示している。

令和5年2月9日に実施した博士論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。

また本研究は、審査付学術論文3編、国内学会発表4編、国際学会発表3編で報告されており、本研究は博士の学位に値するといえる。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員で合格と判定した。