

## 学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 成田 浩昭

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第531号

学位授与年月日 平成29年3月24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 工学府 物理情報工学専攻

学位論文題目 軸流水車発電装置のセンサレス流量制御とその機械出力最大化に関する研究  
(On a sensorless flow rate control and mechanical output maximization of an axial flow water turbine generator)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 藤本康孝  
横浜国立大学 教授 河村篤男  
横浜国立大学 教授 大山 力  
横浜国立大学 教授 松井 純  
横浜国立大学 准教授 辻 隆男  
横浜国立大学 准教授 下野誠通

## 論文及び審査結果の要旨

本論文は、空調制御システムの冷温水供給通路に設けられた流量制御バルブについて、流量制御時に発生する圧力損失を電気エネルギーに変換し、これをバルブ駆動系に利用することで、その完全センサレス化を目指した研究に関するものである。流量制御バルブの代わりにピッチ角可変の静翼を備えた軸流水車を用い、流量を制御しつつ発電を行うシステムの検討を行った。

第1章では、研究の背景と関連研究、および、本研究の位置づけについて述べている。第2章では、空調の定義および大規模建物に適用されている空調システムの構成および運用方法について述べている。第3章では、開発した冷温水供給通路に設置可能な流量制御用軸流水車の原理試作品の設計および仕様を述べている。また、数値流体解析により、軸流水車の各種特性の解析値を導出している。第4章では、実験設備の構成および仕様を述べ、第5章では、流量制御システムを構成する流量推定手法を提案している。さらに、機械出力最大化手法、流量制御手法の検討を行っている。この軸流水車は、流量、差圧、角速度、トルク、

機械出力、ピッチ角などの変数のうち、3変数を決定すれば残りの変数は従属的に決定される3自由度の系となっている。流量推定手法については、バッキンガムの $\pi$ 定理を用いた無次元化モデルに基づいて、角速度、トルク、ピッチ角から流量を求める手法と、角速度、軸出力、ピッチ角から流量を求める手法の2種類の推定手法を提案している。機械出力最大化手法においては、無次元化モデルを用い、所望の流量を実現しつつ機械出力を最大化する角速度とピッチ角を求める手法を検討し、実測値との照合から基本的な制御動作の確認を行った。第6章では、原理試作品による流量推定手法の実験から実用上十分な精度で推定可能なことを示した。また、機械出力のピッチ角、流量、差圧依存性の測定を行った。

第7章では、本研究の総括を行っている。本研究では、流量制御バルブの完全ワイヤレス化を目指し、2種類の流量推定手法を提案し、実用上十分な精度の推定が行えることを示した。また、実験における発電電力は約 200W であり、流量制御バルブの消費電力を上回っていることを確認した。本研究の成果は、将来、流量制御バルブのゼロエミッションでの運用および動力線も含めた完全ワイヤレス化による配線資材の撤廃、現場設置調整工数に関わるエネルギーの削減など、総合的な環境負荷低減の実現を可能にする、と結論付けている。

以上より、軸流水車発電装置のセンサレス流量推定法の提案と有効性、および、機械出力最大化制御の可能性を示した本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められた。