

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 長谷川 賢太 (はせがわ けんた)

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第466号

学位授与年月日 平成27年9月25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 システム統合工学 専攻

学位論文題目 Study on Power Generating System for Dielectric Elastomers driven by Karman Vortex Street
(カルマン渦列により駆動する誘電エラストマーを用いた発電システムに関する研究)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 日野孝則
横浜国立大学 教授 鈴木和夫
横浜国立大学 教授 川村恭己
横浜国立大学 准教授 西 佳樹
横浜国立大学 准教授 平川嘉昭

論文及び審査結果の要旨

昨今、人工の増加や生活レベルの向上に伴い世界中で電気エネルギーの需要が高まっている中で、地球温暖化や原発事故等の影響から再生可能エネルギーを利用した発電方法が非常に注目を集めている。水力発電は古くから存在する再生可能エネルギーを利用した発電方法であるが、建造するに当たりダムなどの大規模な環境破壊が問題となり近年では小型の水力発電システムの普及が期待されている。

誘電エラストマーは人工筋肉の一種で、機械的エネルギーを電気エネルギーに変換できる新しいトランスデューサーテクノロジーである。従来の電磁誘導や圧電効果を利用した発電機に比べ、低い周波数において効率的に発電が可能で、尚且つ軽量であるという特徴を持つ。この誘電エラストマーと流体中に置かれた物体の後流に発生するカルマン渦列を利用した新しい小型水力発電システムが提案された。このシステムはカルマン渦列中に置かれた翼が流体力を受け振動することで流体エネルギーから機械エネルギーを取り出し、

それを誘電エラストマーを使用した発電機に伝えることで電気エネルギーを得るものである。

本論文では、提案されたカルマン渦列により駆動する誘電エラストマーを用いた発電システムの実用化を目指し、実験による駆動特性と流場の計測、CFDシミュレーションによる性能評価を行った。実験ではシステムの模型を作製して、小型回流水槽において種々のパラメータで翼の振動振幅を計測し、更に翼まわりの流れを可視化してPIV解析を実行した。実験結果からシステムの固有振動数とカルマン渦の発生周波数が同調する際に翼の振動振幅が共振のため大きくなり、更に翼を設置する位置により振幅の大きさに違いがあることを明らかにした。より広範囲のパラメータにおいて発電システムの性能評価を行うためCFDにより実験に対応するシミュレーションを行い、翼の振動に関する周波数や振幅、翼まわりの流場を実験結果と比較し、その妥当性を示した。

本研究によって、カルマン渦列により駆動する誘電エラストマーを用いた発電システムが持つ特性が明らかになり、想定される発電量が推定された。その性能から新しい小型水力発電としての可能性が示された。また、この発電システムは機構のシンプルさから様々な地域や場所での普及が期待できる。

本論文では、カルマン渦列によって駆動される誘電エラストマーを用いた発電システムについて、その駆動特性を流体力学的観点から検討している。模型実験およびCFD手法により、流場と発電性能の関係を検討した結果、カルマン渦列と発電システム間の流体力学的干渉を明らかにした。これらは、発電システムの実用化に向けた重要な知見であり、システムの実際的な設計において活用されることが期待される。

以上より、本論文は、博士（工学）の学位論文として十分な価値を持つものと認められる。