

圧粉磁心を用いた分散電源用多極発電機の研究開発

長崎大学大学院生産科学研究科
副島勝則

現在、地球温暖化は深刻な環境問題であり温室効果ガスの削減に世界各国が数値目標を設定し取り組んでいる。その対策として化石燃料を使用しない発電方法である風力、水力、太陽光などの自然エネルギーを活用した発電は不可欠となっている。

太陽光発電は一般家庭に普及しつつあるが、大型の風力発電機は設置可能な地域が限定されているうえに回転体の騒音や安全対策という問題があるため、日本国内特に都市部への広範囲な普及は難しい状況にある。

分散電源用低速小容量多極発電機の耐環境性向上および低コスト化に着目し、その設計指針を得るために、長崎県周辺海域における潮流力発電の可能性研究を行った結果、発電可能な海域が存在することがわかり、多極発電機用として機械的・電気磁気的特性がケイ素鋼板に匹敵する、耐環境性に優れた固定子鉄心を開発することが重要な課題となった。

一般的に、電動機や発電機の固定子鉄心はケイ素鋼板などの電磁鋼板を積層して製作されているので、製造工程が複雑で錆びやすいという欠点がある。本論文では、低圧モールドによる磁粉樹脂複合材料を用いた圧粉磁心の研究開発を行い、固定子鉄心に圧粉磁心を使用した発電機の製作技術の研究および特性向上を行った。

さらに、毎分 200 回転以下の低回転数で発電する小型で軽量かつ安価な低速発電装置の試作と実験を行い、低速発電機を搭載した垂直軸直線翼型風力発電機の試作を行い、長崎県環境保健研究センターに設置してフィールドテストを行ったものである。

第 2 章において、分散電源用発電機の開発指針を得るために行った潮流力発電の可能性研究における想定水車の理論と性能予測および潮流力発電の可能性評価結果から想定水車の性能および潮流力発電の可能性について述べた。モデル水車による性能予測理論の研究を行い、長崎周辺海域における潮流力発電の可能性を調査した結果、針尾の瀬戸のように潮流速度の速い場所においては、多極低速発電機を開発することで、水車による潮流力発電が可能であることがわかった。

第3章、第3.1節において、潮流力発電や風力発電などの分散電源用低回転型発電機の必要性から、多極発電機の鉄心を圧粉磁心で製作するための基礎研究を行った。その結果、ショア硬さ Hs40 の硬さと表面粗さ $20\mu\text{m}$ 以下の表面平滑度を有し、密度はケイ素鋼板の 80%という軽量性のある圧粉磁心の機械的性質を得ることができた。また、圧粉磁心の樹脂バインダーをエポキシ系樹脂からアクリル系樹脂に変更することにより、圧粉密度を飛躍的に向上させることに成功したために、ケイ素鋼板に匹敵する磁束密度を得ることができた。また、第3.2節において、圧粉磁心を水中モータと小型発電機のフレーム一体型固定子に適用した際の実験内容を示した。

第4章において、開発した圧粉磁心を 5kW 多極発電機の製品開発に適用し製作を行った際の圧粉磁心製固定子鉄心の製作手法および発電機構造の説明、さらに多極発電機の磁場解析および特性試験等の試作実験内容を示した。また、第3章で研究開発を行った圧粉磁心製固定子コアを量産する方法の研究開発を行い、実際に 5kW 多極発電機を製作して実験により特性を検証した。多極発電機は圧粉磁心でできた分割コアを用いることにより材料費と製作費の大幅な削減を図った。実験により 180rpm で 230V、5kW の出力が得られ、定格出力時に 86%の効率が得られた。

第5章において、圧粉磁心製多極発電機の実用化を進めるために、垂直軸型風車と直結して 5kW 垂直軸直線翼型風力発電システムの試作を行った。風車の仕様を決め、構造設計および強度計算を行い日本最大の垂直軸直線翼型風力発電システムを完成させた。完全独立電源型の風車を目指しているために、風速または風車の回転数を検知して制御回路が起動する省エネルギー制御を行い、風車起動回転数や異常回転数をメッセージとして携帯電話に送信する機能や、発電データを定期的に送信する機能を有している。

第6章、第6.1節において、5kW 垂直軸直線翼型風力発電システムの設置工事における基礎工設計を行い、風速 60m/s に耐えうるアンカーの選定を行った。第6.2節では、風向きが一定でない日本の風況に適した垂直軸直線翼型風車としてフィールド試験を行い、風速が変化する中での発電特性を実測した結果を示した。