

博士論文の要旨

専攻名 システム創成科学専攻

氏名(本籍) 高崎 克也(熊本県)



博士論文題名

動翼形状変化による波力発電用ウエルズタービンの性能改善

要旨(2,000字程度にまとめること。)

2011年3月11日の東日本大震災以降の国内原子力発電の停止に伴い、発電による炭酸ガスの放出が大きく増加しており、社会への持続可能なエネルギー供給のため環境負荷の小さい再生可能エネルギー利用の技術開発や実用化が急がれている。また再生可能エネルギーの内、海洋再生可能エネルギーとしては、洋上風力発電、波力発電、海流・潮流発電、海洋温度差発電等が挙げられるが、本研究は波浪エネルギーによる波力発電を研究対象とする。

波力発電の発電方法としてこれまでに提案されている方法には、主に可動物体型、越波型、振動水柱型がある。可動物体型は物体運動を制御することで高いエネルギー変換効率を得られるが、海象異常時に装置が破損する可能性があり、強度上致命的な問題を抱えている。また越波型は既存の水力発電の技術が応用でき構造が極めて簡単であるが、貯水池の取れん堤に大規模な工事を要する割にエネルギー変換効率が低いので、費用対効果が低い。一方振動水柱型は、1次エネルギーである波浪エネルギーを空気室により往復流の2次エネルギーに変換してタービンを回転させる方法であり、空気室に安全弁を設けることにより、海象異常時の装置破損を防ぐことができる。

波力発電において、振動水柱内の往復流の2次エネルギーを用いて発電するタービンとしては、イギリスのJ.J.Wellsが1977年に、単純な対称翼が往復流において常に一方向に回転するウエルズタービン

を提案して以来、世界中で研究が進められている。ウエルズタービンとして単葉式、複葉式、反転複葉式などがこれまでに提案されているが、いずれにおいても高回転時に失速特性を有しており、失速特性の改善が必要な課題であることが知られている。ところで往復流型タービンには、佐賀大学で開発された衝動タービンがあり、固定案内羽根付き、可動式案内羽根付き、リンク機構案内羽根付きなどがこれまでに開発されており、それらを参考にしたウエルズタービンの今後の性能改善の可能性が見込まれている。

本研究においては、単葉式のウエルズタービンの欠点である失速特性の改善を始めとして、最大効率の増加や高効率域の拡大を目指して、翼形状を変化させることを提案する。すなわち振動水柱型波力発電の2次エネルギー変換装置として使用される往復流型タービンの一つであるウエルズタービンの性能改善手法として、種々の動翼形状に変化させ、それらの効果を実験的および解析的に調査する。具体的には、ウエルズタービンの動翼として三次元形状翼およびセレーション翼(翼後縁部に多くの切り込みを入れた翼)を採用し、定常流と非定常流によるタービン性能試験および定常流の試験結果を用いた準定常解析手法で得られる往復気流におけるタービン性能により、三次元形状翼およびセレーション翼の効果を評価する。

本研究で得られた結論を以下に示す。

三次元形状翼を有するウエルズタービンにおいては、次の結論が得られた。ハブから平均半径までは翼厚みが比較的薄い二次元形状、平均半径からチップまで翼厚みが徐々に厚くなる三次元形状、このように組み合わせた特殊な対称翼を使用して調査を実施した結果、タービンの最大効率が向上することが明らかとなった。一方失速特性については、特性改善に至らなかったが、失速特性がハブおよび翼先端の翼型に強く依存することが明らかとなった。

博士論文の要旨

専攻名 システム創成科学専攻

氏名(本籍) 高崎 克也(熊本県)



次にセレーション翼(翼後縁部に多くの切り込みを入れた翼)を有するウエルズタービンについては、次の結論が得られた。まず全般的な結果として、セレーション翼を用いたモデル試験において、最大効率が低下しない一方で、タービン前後の圧力差が低減することが明らかとなった。切り込みの影響の詳細を検討したところ、翼弦長に対する切り込み比が0.13程度までは最大効率の低下が見られないが、切り込み比が0.2以上ではその値の増加に伴って、最大効率が低下することが明らかとなった。さらに入力係数の値は翼面積に依存すること、および最大効率と失速特性は弦節比に依存することが明らかとなった。一方セレーション翼のヒステリシス特性を調査したところ、セレーションの無い翼の場合に比べて、ヒステリシスの大きさ(増速過程と減速過程における両者の圧力差)が小さいことが明らかとなった。