

博士論文の要旨

専攻名 システム創成科学専攻
氏名(本籍) 奥原 真哉 (島根) 印
博士論文題名
ツインタービンを有する振動水柱型波力発電装置の開発

要旨 (2, 000字程度にまとめること。)

海洋エネルギーは周囲を海に囲まれた我が国にとって自給可能なエネルギー源であり、その利用技術の開発は我が国のエネルギー確保や低炭素社会の創出の観点から重要である。海洋エネルギー利用技術の一つに波力発電があり、発電装置を構成する一次変換装置の種類によって、可動物体型、越波型、振動水柱型の三種に大別される。中でも振動水柱型は、構造が極めて簡素で、さらに波と二次変換装置であるタービンの間に空気を介しているため、海象異常時でも装置が破損しにくいという利点を有しており、最も有力な波力発電の方式だと考えられている。

振動水柱型波力発電に用いる空気タービンは整流弁方式と無弁方式に分類され、現在の主流はウエルズタービンを代表とする無弁方式である。しかし、この方式では往復気流中でタービンが常に同一方向に回転するように翼列形状を回転中心面に関して対称とする必要があり、その結果、効率が低くなることが指摘されている。特にウエルズタービンは、高い流量係数で激しい失速が生じて効率が著しく低下するうえ、起動性が悪いという欠点を有する。一方、整流弁方式では一方向流れで使用される従来型タービンと整流弁により構成され、弁機構を用いるため装置の大型化や弁の耐久性が問題となるが、効率が高いと考えられている。

本研究では、2台の一方向流衝動型タービンを

用いることで弁機構なしで往復気流を整流するツイン衝動型タービンの特性について、実験的および解析的に調査した。また、ウエルズタービンに小型の往復流型衝動タービンを接続することによりウエルズタービンの性能向上を図る、ツイン往復流型タービンの特性を調査した。

本論文は第1章から第8章で構成されている。第1章では、再生可能エネルギー利用の意義と海洋エネルギー利用技術の世界的動向を述べるとともに、可動物体型、越波型、振動水柱型の三種の波力発電装置について、それぞれの特徴と開発例を示した。そして、最有力の波力発電装置である振動水柱型の諸問題と研究課題を示し、本研究の目的を述べた。

第2章では、まず波力発電用空気タービンである整流弁方式タービン、ウエルズタービン、ラジアルタービン、往復流型衝動タービンの詳細および原理や特徴を述べた。そして、これらの問題点を克服するために提案され、本研究で対象とするツイン衝動型タービンとツイン往復流型タービンの作動原理と特徴を紹介した。

第3章では、本研究で使用した試験装置である往復流発生風洞、タービン性能試験装置、および計測システムの詳細を示し、実験方法や測定項目を説明した。

第4章では、定常流におけるタービンの性能評価に用いるトルク係数、入力係数、効率、そして流量係数の定義式を示した。また、非定常流におけるタービン性能を解明するため、準定常解析手法を用いた数値シミュレーションによるタービンの作動特性と起動特性の評価方法について述べた。

第5章では、ツイン衝動型タービンの性能を実験的および解析的に解明し、本タービンの好適な幾何形状を示した。まず、発電コストの観点からタービン性能に及ぼす発電機台数の影響について準定常解析手法により明らかにした。次にター

博士論文の要旨

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 奥原 真哉

ビン性能に及ぼす重要な因子である一方向流衝動型タービンの翼列形状の影響について、実験的に解明し、好適なロータの翼型と弦節比、さらに案内羽根の設定角と弦節比を提示した。一方で、準定常解析手法により、逆方向タービンへの気流の流入による大きなエネルギー損失が発生することがわかった。そこで逆方向タービンへの気流の流入を抑制するため、逆方向タービンの回転数制御による流量制御の効果を評価した。また、流体ダイオードと呼ばれる整流作用を有する流体素子について、そのタービン性能に及ぼす効果を風洞試験と CFD 解析により調査した。

第6章では、ツイン往復流型タービンの性能について、定常流におけるタービン特性と準定常解析手法による周期的往復流における本タービンの作動特性と起動特性を予測した。その結果、本タービンの作動特性と起動特性はウエルズタービンと往復流型衝動タービンの直径比に依存することを明示した。

第7章では、本研究で得られた好適形状を有する波力発電用ツインタービンと無弁方式タービンの主流であるウエルズタービンとの性能比較を実施した。その結果、ツイン衝動型タービンおよびツイン往復流型タービンの両者ともにウエルズタービンの性能より優れており両タービンの有用性を明示した。

第8章では、本研究で得られた結果をまとめ、本論文の結論とした。

以上により、本論文では、振動水柱型波力発電におけるツインタービンの有用性を示した。