

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 鈴木 正己

空気タービンを用いた波浪エネルギー変換システムの構築に必要なタービン特性と空気室特性を把握し，実証実験データの解析をとおして確立した総合シミュレーション手法の検証により，波浪エネルギー変換システムの設計方法を提案している。

第1章「序論」では本研究の目的，研究の背景として波浪エネルギー変換システムの概要を空気タービン，空気室，経済性について述べている。

第2章～第4章ではウェルズタービンの定常特性の把握を行っている。第2章「ウェルズタービンの性能」はソリディティ，翼端すきまについて系統的な実験を行い，これらがタービン効率，起動特性に大きな影響を及ぼすことを明らかにしている。また，効率の向上を目的としたガイドベーンの研究では，運動量理論によりガイドベーン付ウェルズタービンの特性解明を行い，「ガイドベーンの増速効果」を示すとともに，ガイドベーンが効率のみでなく起動特性を向上させることも明らかにしている。第3章「ウェルズタービンの可視化実験」は動翼面上の流れを油膜法により可視化し，ウェルズタービン特有の流れ場の解明を行っている。第4章「ウェルズタービンの3次元失速と生成機構の推定」では数値解析と第3章の可視化実験の結果からウェルズタービンの失速の生成機構の解明を行っている。

第5章「空気室特性」は空気室特性を把握するための計算方法を示すとともに，実験データとの比較により十分な推定精度が得られることを確認している。

第6章と第7章は波浪エネルギー変換システムの設計法とこれに必要な解析方法を示している。本研究の設計法は第6章の基本設計と第7章の詳細設計で構成されている。

第6章「波浪エネルギー変換システムの基本設計法」では空気室とウェルズタービンの不規則波特性を解析する方法の確立が必要であることから，ウェルズタービンの不規則波特性として軸流速度の確率密度分布が正規分布であると仮定した評価方法を提案し，空気室とウェルズタービンの特性をマッチングさせる方法を示している。従来の設計法は規則波としての取扱いである点とター

ビンおよび空気室効率を最大にすることを主眼にしている。このため、タービンおよび空気室の効率がともに高めに見積もられるとともに、タービンおよび空気室サイズが過大となる。このため本論では不規則波特性を用いた現実的で経済性を考慮した基本設計手法を示している。これは結果的にタービンと空気室サイズを小さくすることにも相当し、これに起動特性を考慮すると最適なタービンが選定され、空気室とタービンサイズおよび平均回転数、平均出力が決定される設計法である。

第7章「詳細設計のための総合シミュレーションとその検証」は基本設計で決定されたシステムの詳細設計とこれに用いる総合シミュレーションの推定精度を実証実験結果と比較して検証を行っている。詳細設計として発電機容量と危険速度の確認のために不規則波中でのタービンの回転変動幅や出力変動幅を算出する必要がある。これは、空気室とタービンの運動方程式を時間領域で総合シミュレーションを行い算出する。これを数種類の波形で計算することにより起動性の確認も同時に実施される。以上が本論で提案する設計法である。そして、詳細設計に用いた総合シミュレーションの推定精度を確認するために、運輸省(現国土交通省)第一港湾建設局と沿岸開発技術研究センターで実施された酒田港の防波堤型波力発電装置の実験データと比較し、妥当性を検証している。従来の研究では実証実験結果による総合シミュレーションの検証は十分になされていない。それは、実証実験装置の要素(空気室、タービン、弁などを含む流路)特性の正確なデータが存在しなかったことが理由である。本論ではこれらの特性を既知の計測データを駆使して推測し、シミュレーションの精度を向上させて実施している。

第8章は「結論」であり、波浪エネルギーから電気エネルギーに変換する全過程について実験および理論的に明らかにされた個々の要素特性の要約と確立した設計法について、本論文の総括を行っている。

以上のように、本論文は実験および理論的取扱いによりタービン特性と空気室特性を把握し、効率、タービンの起動性、経済性を考慮した波浪エネルギー変換システムの設計法を構築している点で、機械工学、海洋工学、特に流体力学に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。