

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 20 日現在

機関番号：55201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22760642

研究課題名（和文） 高波浪パワー対応型波力発電プラントの実海域試験

研究課題名（英文） Sea Trial of Wave Energy Plant for High Wave Power

研究代表者

高尾 学 (TAKAO MANABU)

松江工業高等専門学校・機械工学科・准教授

研究者番号：00332057

研究成果の概要（和文）：

本研究では、研究代表者らによって開発され、数値解析により波力発電用空気タービンの主流であるウエルズタービンに比べて優れていると予想された往復流式衝動タービンを用いて、OWC 型波力発電プラントの実海域試験を行った。

研究成果の概要（英文）：

A sea trial of wave power plant using an impulse turbine for bi-directional airflow has been carried out in order to demonstrate usefulness of the turbine. The wave power plant has a floating type OWC device.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2011 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：流体工学

科研費の分科・細目：総合工学・船舶海洋工学

キーワード：海洋エネルギー，波力発電

## 1. 研究開始当初の背景

海洋エネルギー利用技術の一種である振動水柱（OWC: Oscillating Water Column）型波力発電（図 1）について、我が国や欧州を中心に実海域試験が実施されている。近年の代表例として、日本の海洋科学技術センター（現・海洋研究開発機構）による浮体式波力発電装置「マイティ・ホエール」（定格出力 110kW）、英国・スコットランドの民間企業による沿岸固定式波力発電装置「LIMPET」（同 500kW）、そして EU の協力の下でポルトガル・ピコ島（同 400kW）に設置されている沿岸固定式波力発電装置が挙げられる。その他、メ

ガワット級の OWC 型波力発電プラントの実証試験や建設計画が米国や豪州において進められている。これらの多くの発電プラントでは、2 次エネルギー変換装置である往復流式空気タービンとして高波浪パワー時に失速現象が生じるウエルズタービン（図 2）が採用されている。そのため発電プラントの総合エネルギー変換効率が著しく低下することが、申請者らの数値解析により指摘されている。

従来から多くの OWC 型波力発電プラントで採用されているウエルズタービンは、構造が簡素である利点を有する一方、流量係数（＝

気流速度／タービン回転速度)が大きくなると失速現象を生じて、タービン効率が低下する問題を有する。したがって、ウエルズタービンでは波力発電の入力に相当する波浪パワーが大きい時、すなわち波高が高い場合には、気流速度の増大によりタービンで失速が生じて発電プラントの2次エネルギー変換効率が低下することから、結果として発電プラントの総合エネルギー変換効率も低下する。

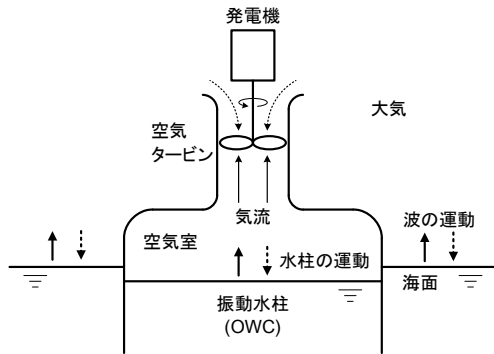


図1 振動水柱(OWC)型波力発電の原理

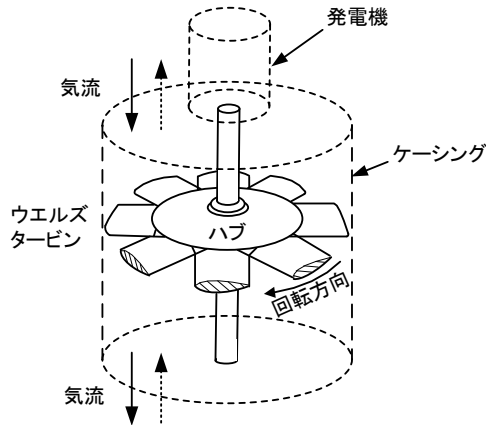


図2 ウェルズタービン

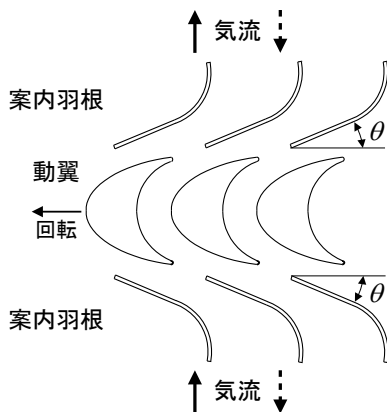


図3 往復流式衝動タービン

一方、研究代表者らが開発した往復流式衝動タービン(図3)は、現在主流のウエルズタービンに比べて高トルクが得られ、また大きい流量係数でも高効率を維持することがモデル試験により実証されている。さらに、数値シミュレーションの結果から、本衝動タービンは、実際の海洋で発生する不規則波においてウエルズタービンより高効率が得られるとともに起動特性も優れていると推測される。

そこで、本衝動タービンの実証試験を行うことで新たな波力発電システムを実用化できる可能性が高いことから、本研究を着想するに至った。

## 2. 研究の目的

本研究では、研究代表者らによって開発され、数値解析により波力発電用空気タービンの主流であるウエルズタービンに比べて優れていると予想された往復流式衝動タービンを用いて、OWC型波力発電プラントの実海域試験を行う。

## 3. 研究の方法

### (1) 装置の設計・製作

本研究では、当初、研究代表者所属機関の近隣の港湾において、防波堤を利用した固定式波力発電装置により実証試験を実施する予定であったが、漁業等への影響により防波堤への装置の固定が困難になった。そこで、浮体式波力発電装置(幅1m、長さ1.2m、後ろ曲げダクトブイ方式)での実証試験に変更し、新たに発電装置の設計および製作を実施した。

供試タービンは、衝動型ロータの前後に固定された案内羽根で構成され、往復気流中においてロータが常に同一方向に回転できるように、ロータと両案内羽根の幾何形状は回転中心面に関して対称になっている。ロータ(図4)は、翼端直径199mm、ハブ比0.7、翼弦長36.2mm、翼厚比0.3、アスペクト比0.815、平均半径における弦節比2.02(ピッチ17.8mm、枚数30枚)、翼入口および出口角(翼前・後縁における反り線の方法と軸方向のなす角)60°、翼端すき間0.5mmの衝動型タービンロータである。案内羽根(図5)は、反り角60°、半径24.8mmの円弧と長さ23.2mmの直線からなる弦長46.7mm、厚さ0.5mmの薄翼で、平均半径における弦節比は2.27(ピッチ20.5mm、枚数26)である。

### (2) 予備試験

製作した浮体式波力発電装置に、往復流式衝動タービンとコアレス発電機を組合せたタービン・発電機(図6)を搭載することで試験装置を組み立てた。そして、簡易的なピストン式往復流発生装置を用いて空気流量と発電機の出力と回転数を測定し、測定データの解析を行うことで、実証試験における発電装置



図4 供試ロータ



図5 供試案内羽根

の性能を予測した。

(2) 実海域への発電装置の設置

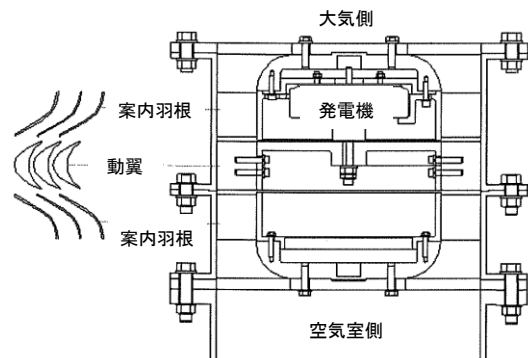
製作した試験装置を海岸に設置し、波の波高および周期に対する発電機からの出力を測定することで、入力波浪パワーと衝動タービン出力の関係を調査した。試験に際しては、発電機からの交流出力を整流ダイオードにより直流に変換し、その出力を電力計により測定した。本試験では負荷を一定とし、巻線抵抗器により発電装置からの全ての出力を消費した。

4. 研究成果

実海域試験により、最大で45Wの出力を得ることができたが、発電装置における波浪エネルギーの総合変換効率が10%以下とあまり高くなかった。これは、空気室形状や既製品を使用した発電機など発電装置の各要素の最適化が不十分だったことが理由だと考えられる。また、当初計画では、高波浪パワー時において、タービンの幾何形状や発電装置の負荷として利用した巻線抵抗器の抵抗値を変化させて、実証試験を実施する予定であったが、発電装置を固定式から浮体式に変更し、その作業の影響により、研究期間内



(a) 外観



(b) 構造

図6 発電装置（タービン・発電機）

において実施できなかった。

今後は、波浪エネルギーの大きさに対する衝動タービンと発電機からの出力、最適なタービン形状、負荷の抵抗値の影響などに関する知見を得るため、研究代表者の所属機関の経費により実証試験を継続する。そして、学術雑誌や交際会議等で研究成果を公表する予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

〔その他〕  
ホームページ等 なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高尾 学 (TAKAO MANABU)

松江工業高等専門学校・機械工学科・准教授

研究者番号：00332057