

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：12701

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K14356

研究課題名（和文）波力発電装置の浮体形状と配置による波エネルギー吸収の最適化

研究課題名（英文）Optimization of wave energy harvest of wave energy converter by floating shape and arrangement

研究代表者

李 僑 (LI, QIAO)

横浜国立大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：40832340

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、ポイント・アブソーバ式波力発電機を対象とし、制御浮体の運動と発電性能を明らかにすることを目的とした。ラック&ピニオン機構を用いて、浮体と制御モーターを連結した波力発電モデルを製作し、小型水槽実験により波力発電の基礎的な運動と発電性能を調査した。制御なしの状態での浮体運動と発電出力の関係を明らかにし、heave固有周期で発電量が最大になることを確認した。また、制御によってheave固有周期が調整できることが確認され、波周期に合わせた制御を行うことで、幅広い波周期に対応して高効率に発電することが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、波力発電における制御浮体モデルの開発と小型水槽での実験方法を提案した。今後は本実験方法を用いて、複数機によるアレイ制御理論の確認や、浮体形状の検討など、波力発電における研究開発への応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：Among natural energy sources, wave power has a high energy density, making it possible to extract a large amount of energy from a small volume with a wave energy converter (WEC). This study focused on a point absorber-type WEC. We aimed to clarify the movement of the power-generating float and its power-generation performance through control. A wave power generation model was created, in which the float and control motor were connected using a rack and pinion mechanism. The basic movement and power generation performance of the WEC were investigated through small-scale water tank experiments. It was confirmed that the float's displacement and power generation output were maximized during the heave natural period. It was also experimentally confirmed that the heave natural period can be adjusted through control. This suggests that highly efficient power generation can be achieved over a wide range of wave periods by adjusting the control to match the wave period.

研究分野：海洋工学

キーワード：波力発電 浮体運動

## 1. 研究開始当初の背景

波力は自然エネルギーの中ではエネルギー密度が高く、波力発電装置は小さな体積の発電装置で大きなエネルギーを取り出すことが可能である。エネルギー変換の観点から、波エネルギーを電力への変換は一般的に以下の過程が必要となる。

過程①：波エネルギー → 浮体の運動エネルギー

過程②：運動エネルギー → 電力への変換

浮体の固有周期を波の主周期付近に設計し、過程②の運動エネルギーを電力に変換するとき、機械や電子的の制御を行うことにより、広い範囲の波周期に対応する方法が主流である。我々は複数配置した波力発電浮体に関する「アレイ制御技術」の開発を行い、「複数浮体の配置」の最適化により波エネルギーの2次吸収が可能にし、単独の場合に比べ発電量が増加することを数値シミュレーションにより確認し、さらに、複数制御浮体の合計発電量が最大となるアレイ制御理論を提案した。

## 2. 研究の目的

本研究では、数値計算の結果を実験的に検証できるように、小型波力発電模型を用いる水槽実験方法を模索する。本申請研究の目的を以下のように設定する。

- ・簡易的な制御機構の開発
- ・制御浮体の運動特性を明らかにする
- ・運動と発電量の関係を明らかにする

## 3. 研究の方法

(1) 開発した制御浮体は制御機構、浮体、固定軸の3つの部分で構成される(図1)。制御機構にはラック&ピニオン機構を用い、ピニオンが回転モーターと連結する。モーターに流す電流の調節により、浮体にかかる制御力の大きさをコントロールできる。浮体の形状は中空円柱であり、固定軸を通すことで波浪中のPitch運動を抑え、発電に使用するHeave方向のみに運動する。浮体と固定軸間の摩擦影響を減らすために、浮体に上下面に戸車を取り付けている。固定軸の下部は重りで水槽の底に固定し、上部は制御機構と連結する。

(2) 制御浮体を長さ6m、幅1mの小型造波水槽に設置し、水槽実験を実施した(図2)。波高計によって浮体への入射波を計測し、波浪中における制御浮体の加速度と運動を計測するために、加速度計とモーションキャプチャー識別用のマーカーを浮体に取り付けた。水の反射によるマーカーの誤認識を抑えるため、水槽の上に黒幕を引いている。同時に、制御による電力消費と浮体運動による発電量を算出するため、モーターの電流と電圧をデータロガーで収録した。実験内容としては、波の有無と制御の有無によって静水中強制動揺実験、規則波中動揺実験、規則波中制御実験を行った。

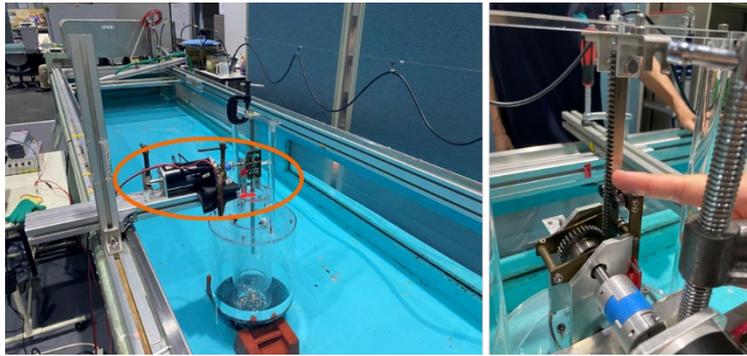


図1 製作した中空円柱浮体と制御機構



図2 制御機器と計測機器の設置

#### 4. 研究成果

(1) 静水中強制動揺実験により、回転モーターの電流を周期的に調整することで浮体の運動制御が可能であり、製作した小型制御浮体の可動性が確認された。

(2) 規則波中動揺実験では、波高、加速度、モーターの電流と電圧を効果的に計測でき、電流と電圧の結果から制御ない状態での発電性能を調査した。図3には規則波中動揺実験結果の一例が示される。また、浮体の変位と平均発電出力がheave固有周期でピークになる結果が確認された(図4)。

(3) 規則波中制御実験において、制御によってHeave固有周期が変化することが実験的に確認され(図5)、波周期に合わせた制御を行うことで、幅広い波周期に対応して高効率に発電することが示唆された。本研究では、モーターを搭載した運動浮体を開発して、小型水槽により実験で波力発電の基礎的な運動と発電性能を調査した。今後は複数機によるアレイ制御理論の確認や、浮体形状の検討など、波力発電の研究への応用が期待される。

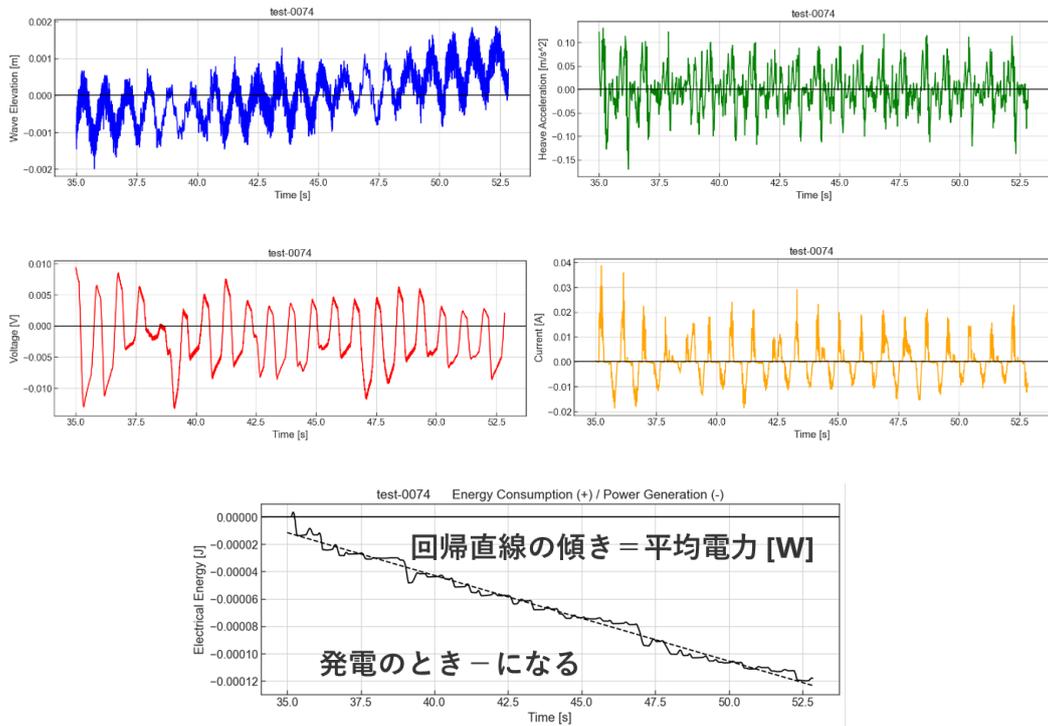


図3 規則波中動揺実験結果の一例

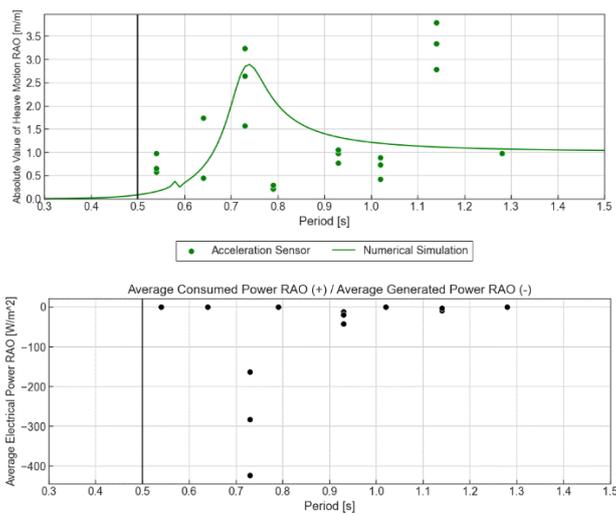


図4 波周期における運動と発電量

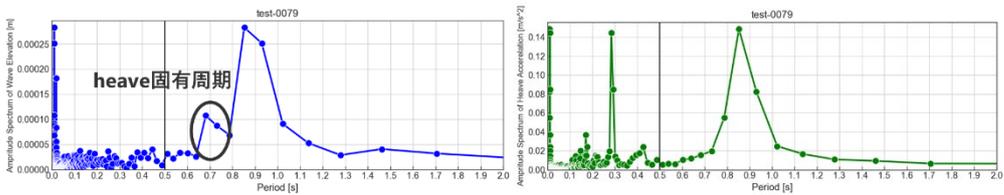


図5 制御によるHeave固有周期の変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------