

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 3月 31日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21560834

研究課題名（和文）可動物体型波力発電装置の高効率化に関する研究

研究課題名（英文）Study on conversion efficiency of movable body type wave energy converter

研究代表者

豊田和隆（TOYOTA KAZUTAKA）

佐賀大学・海洋エネルギー研究センター・准教授

研究者番号：10274507

研究成果の概要（和文）：

本研究は、可動物体型の波力発電装置の一種である“浮体型振り子式波力発電装置”に関する研究である。この装置は、室蘭工大の研究者により、高い発電効率が期待できる装置であるとして考案されたものである。本研究では、この装置に関して、水槽実験、数値解析などを行い、変換効率特性、浮体運動特性などを明らかにした。実験の結果から、一次変換効率は78%となること、また、開発した数値解析コードの計算結果は、概ね実験結果と一致することを示した。

研究成果の概要（英文）：

In this study, we have investigated on a Floating Pendulum Wave Energy Converter (FPWEC). This converter is a kind of movable type WEC, and it is supposed to have high energy conversion efficiency. As the result of our experimental and numerical analyze, it was shown that our numerical analysis code outputs agree with the experimental result roughly, and the highest primary conversion efficiency was 78%.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	100,000	30,000	130,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,400,000	420,000	1,820,000

研究分野：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：海洋流体工学、自然エネルギー、海洋波浪

1. 研究開始当初の背景

今日、波浪エネルギーを利用する技術の中でも、波浪エネルギーを電気エネルギーへ変換する波浪発電システムは、数多くの手法が提案されている。これらの手法は、エネルギーを取り出す方法により、振動水柱型、可動

物体型、越波型、また、設置方法から固定式、浮体式等に分類でき、それぞれの手法について実用化のための研究が世界各所で行われている。

我が国ではオイルショックを契機として、70年代から80年代に自然エネルギーの利用

に関する研究開発のピークがあり、当時は波浪エネルギーに関して世界をリードするトップランナーであった。しかし、その後の80年代後半から90年代にかけての石油価格の下落により多くの研究が終息し、その間にも英国、米国などの研究者らの後塵を拝する状態に陥ってしまっている。

2. 研究の目的

波のエネルギーを電気エネルギーに変換する波力発電システムとして、多くの手法が考案されている中で、沿岸固定型の振り子式波力発電装置は、エネルギー変換過程が少なく、発電効率が高いことが示されている。しかし、異常海象時対策や初期コストの問題なども指摘されている。これに対して、渡部は装置全体を浮体とすることにより、これらの問題点を解決できる浮体型振り子式波力発電装置を考案している。しかしながら、浮体型振り子式波力装置の詳細な特性は把握できておらず、設計手法などは明らかにされていない。著者らはこれまでの研究において、浮体型振り子式波力発電装置について総合発電特性、浮体動揺、係留力特性を明らかにするとともに、数値解析の定式化を行った。

そこで本研究では、まず、浮体型振り子式波力発電装置について、総合変換効率ではなく、一次変換効率特性を明らかにすることを目的とした。次に、前研究で定式化した数値解析法を実装し、数値解析結果と実験結果を比較検討することで、数値解析コードの妥当性を確認することを目的とした。

3. 研究の方法

3.1 一次変換特性

本研究では、浮体型振り子式波力発電装置の一次変換効率特性について、2つの手法を用いた。まず、総合変換効率 η と二次変換効率 η_2 より一次変換効率 η_1 を求めるものを方法1とした、この方法では、発電ユニットに関して初期変位応答試験を行い、位置エネルギーおよび得られた発電量から、発電ユニットの二次変換効率 η_2 を求め、水槽実験により求めた総合変換効率 η を除することで η_1 を求めた。

次に、ロータリートルクダンパーの反力トルク T 、規則波中試験における振り子板の回転角 Ψ 、入射波エネルギーより一次変換効率 η_1 を求めるものを方法2とした。方法2では、ロータリートルクダンパーについて初期変位応答試験を行い、応答曲線から減衰力係数 C を求めた。次に規則波中試験により振り子板の角速度 $\dot{\Psi}$ を計測した。得られた減衰力係数 C 、および $\dot{\Psi}$ から、吸収エネルギーを求め、入射波エネルギーで除して、一次変換効

率 η_1 を求めた。

3.2 数値解析コード

本研究では、前研究で定式化した、浮体型振り子式波力発電装置に関する二次元の構造流体練成問題を実装し、その、妥当瀬隠逸いて調べた。

4. 研究成果

4.1 一次変換効率特性

図1に一次変換効率の実験結果を示す。図1は上から振り子板取り付け位置が1.3m, 0.98m, 0.65mの場合で、方法1が3ケース(抵抗 $R=500\Omega$ 、 100Ω 、 15Ω)、方法2が1ケース(Torque Damper Scale 16)プロットされている。横軸は波長 λ を水室長さ L で除した無次元値、縦軸は一次変換効率である。最も高い一次変換効率となったのは、振り子板取り付け位置が0.65mで、方法2の場合で、その値は78%であった。

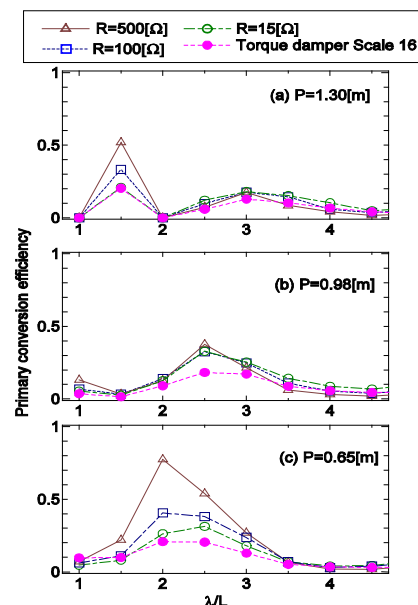


図1 一次変換効率

次に図2および図3は、数値計算結果と実験結果を比較したものである。まず、図2は、上から順に、サージ振幅、ヒープ振幅、ピッチ振幅、一次変換効率、透過率と反射率の二乗和である。横軸は全て、波長を水室長さで割った無次元値である。この場合、全ての計算結果は、概ね、実験値と良好な一致を示している。しかしながら、この計算では、計算パラメータにレーレーの仮想摩擦係数 μ と振り子軸の減衰力係数 C_p を用いて、透過率と反射率の二乗和が、実験値と計算値でおおよそ一致するようにしている。このため、設計ツールとしては十分なものとは言えない。

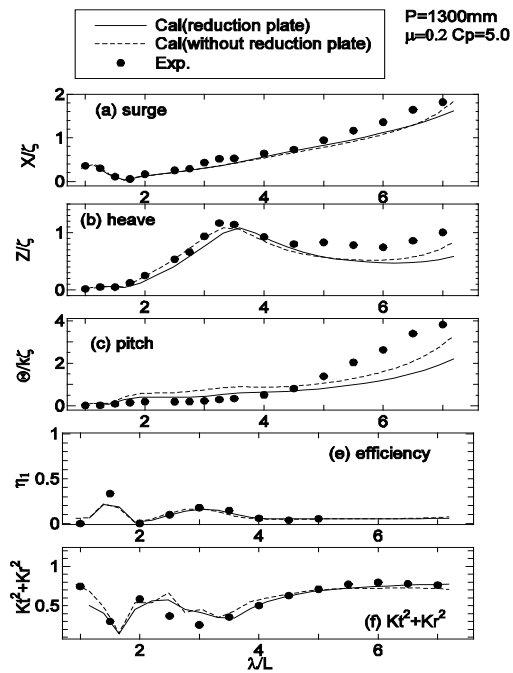


図2 実験値と計算値の比較1

次に図3は、レーレーの仮想摩擦を0とし、減衰力係数を、実験により求めた値を用いて、計算値と実験値の比較を行ったものである。図2と比較すると、一次変換効率、透過率と反射率の二乗和に関して、計算結果と実験結果の差が大きくなっているが、初期設計ツールとしては、有効なツールであると考えられる

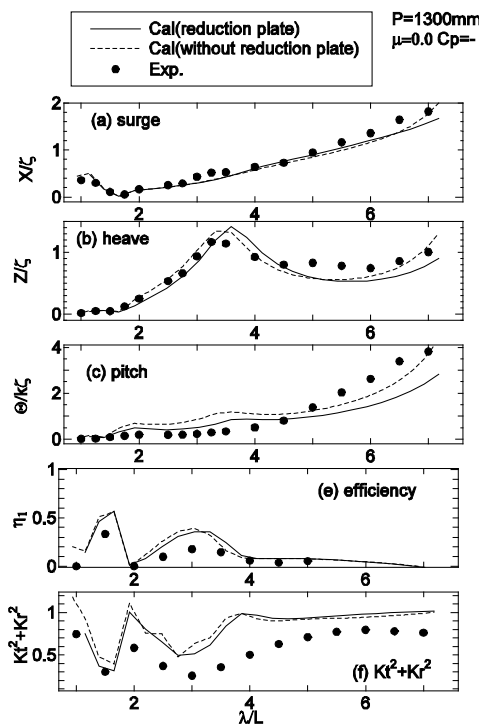


図2 実験値と計算値の比較2

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1件)

- ① 豊田和隆、永田修二、今井康貴、瀬戸口俊明、小野圭介、浮体型振り子式波力発電装置の研究(第一報)-規則波中発電特性試験-、日本船舶海洋工学会論文集、査読有、第13号、2011,67-74

[学会発表] (計3件)

- ① 豊田和隆、永田修二、今井康貴、笹淵寛之、浮体型振り子式波力発電装置の固定時規則波中試験、日本船舶海洋工学会講演会論文集、査読無、第13号、2011,27-28
- ② 豊田和隆、永田修二、今井康貴、小野圭介、浮体型振り子式波力発電装置の規則波中運動応答、日本船舶海洋工学会講演会論文集、査読無、第10号、2010,255-258
- ③ 豊田和隆、永田修二、今井康貴、小野圭介、浮体型振り子式波力発電装置の発電特性に関する実験的研究、日本船舶海洋工学会講演会論文集、査読無、第8号、2009,123-124

[図書] (計1件)

- ① 豊田和隆、他、サイエンス&テクノロジー、海洋再生エネルギーの市場展望と開発動向、2011、pp.89-97

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 取得年月日：
 国内外の別：

[その他]

ホームページなど

<http://www.ioes.saga-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

豊田和隆 (TOYOTA KAZUTAKA)
佐賀大学・海洋エネルギー研究センター・准教授
研究者番号：10274507

(2) 研究分担者

永田修一 (NAGATA SHUICHI)
佐賀大学・海洋エネルギー研究センター・教授
研究者番号：30404205

(3) 連携研究者

今井康貴 (IMAI YASUTAKA)
佐賀大学・海洋エネルギー研究センター・准教授
研究者番号：90284231