

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 5月 25日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23656553

研究課題名（和文） マルチカラム型波力発電浮体システムの開発に関する研究

研究課題名（英文） Research on Development of a Floating Wave Energy Converter Platform with Multiple OWC Columns

研究代表者

安澤 幸隆 (YASUZAWA YUKITAKA)

九州大学・工学研究院・准教授

研究者番号：10191123

研究成果の概要（和文）：

波力エネルギーを電気エネルギーに変換するためのマルチカラム型波力発電浮体システムの開発に関わる研究を行った。マルチカラム型発電浮体は、円筒型 OWC（振動水柱カラム）および浮力カラムをデッキ下に配置したものである。まず、発電装置が取り付けられ円筒型 OWC カラムについて水槽実験を行い、波力エネルギーに対する 1 次変換性能について調べた。次に波に対してポテンシャル理論に基づく領域分割法の数値解析プログラムを開発して数値解析を行い、実験結果との比較を行いよく一致することを確認した。さらに、複数カラムの流体力学的相互干渉を調べるために 2 本の OWC カラムおよび浮力カラムを並べて水槽実験を行い、相互干渉の度合いおよび 1 次変換効率を調べ、複数カラム配置によって一次変換効率が倍増することが確認できた。さらにこの相互干渉影響を数値解析によって予測するための手法について開発を行った。

研究成果の概要（英文）：

Our research is related to R&D of a floating wave energy converter system with multiple columns. The structure has OWC columns and buoyancy ones under deck structure. Wave tank test was performed to investigate the primary energy conversion efficiency of a single wave energy converter unit with circular cylindrical OWC column.

We have developed a numerical analysis tool for estimating the energy conversion efficiency using eigen-function expansion method based on potential theory for waves.

The calculated results was compared with the experimental ones and showed good agreement. We also performed wave tank test to investigate the interaction between OWC columns and buoyancy ones. The experimental results showed that the multiple OWC columns produce larger energy conversion and larger primary conversion efficiency. Furthermore we established the numerical method to estimate the interaction effect.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,500,000	750,000	3,250,000

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：波力発電、海洋エネルギー、OWC

1. 研究開始当初の背景
地球温暖化により、海面上昇、気候の劇的な

変化が誘発され、地球上の人類を含む生物に
打撃的影響が出る可能性があるとして予想され

ている。従って、人類は、国連気候変動枠組み条約締約国会議（通称COP）で宣言された様に、CO₂排出量削減に向けて具体的な目標を掲げて努力することになった。そのためには、再生可能エネルギーを積極的に利用する必要がある。

海洋空間には膨大なエネルギーがあり、その一部を海洋再生可能エネルギーとして利用することが今後重要になってくると考えられる。そこで、現在、欧州を中心として世界中で様々な海洋エネルギー利用の実現化のための研究が行なわれている。すでに海上風力エネルギー利用は実用化に近い段階にあるが、波力エネルギー利用については、実用化研究が陸上の風力エネルギー利用に対して約20年遅れているとも言われている。海洋は海域によってその環境が異なるので、海域に適した波力発電システムが採用される事になると考えられ、今後も様々なタイプの波力エネルギー利用システムを考案し、実用性を研究する必要がある。欧州では、ポイントアブソーバー型およびアテニューエーター型を中心に研究が行なわれている。また、これまで日本でも、「海明」、「マイティホエール」、「BBDB」、「振り子式」、「ジャイロ式」などの研究開発が行なわれているが、本格的な実用化には至っていない。

実用化を進めるためには、多くの研究者が様々なタイプの波力発電システムを提案して研究し、より安全で高効率なシステムを開発していく必要がある。そこで、我々は、沖合に設置して、波力エネルギーから発電するエネルギー変換システムとして耐波性、構造安全性、波向に対するロバスト性、メンテナンス性を考慮してマルチカラム型波力発電浮体システムを提案した。

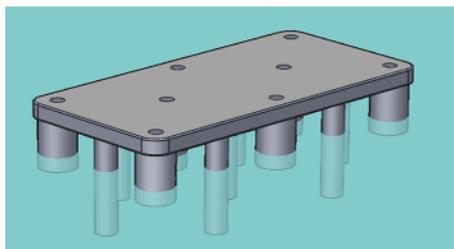


図1 マルチカラム型波力発電浮体

2. 研究の目的

地球温暖化防止及び海洋再生可能エネルギーを開発するために円筒型振動水柱を利用したマルチカラム型波力発電浮体の実現可能性を解明することが本研究の目的である。実現化するためには、性能評価、構造安全性、経済性評価など様々な検討を行なわなければならないが、まず、提案する本システムの発電効率や有意性を明確にしなければならない。本研究では、実験とシミュレーション

により発電効率に関わる性能評価を行ない、マルチカラム型浮体システムのエネルギー変換性能について予測することを研究期間内の目標とする。

3. 研究の方法

- 1) まず、固定された円筒型振動水柱カラム（発電用カラム）の単独エネルギー変換性能およびカラムに作用する波浪外力を造波装置を有する水槽を用いて実験により調べた。
- 2) OWCカラムの波浪中単独性能を数値解析により明らかにして、様々な円筒サイズ、喫水、水深に対して、性能推定ができるように推定法を構築した。
- 3) 次に、円筒型振動水柱カラムを複数配置したマルチカラム型浮体システムの波浪中挙動（動揺挙動および構造応答）を調べるために水槽実験を実施した。
- 4) また、それを推定できるシミュレーション方法はこれまで開発されていないので、研究開発を行なった。
- 5) 波力発電浮体システム全体発電性能を予測するためにカラム間の相互干渉を水槽試験及びシミュレーションにより検討を行なう。

4. 研究成果

- 1) 水槽において2種類の寸法を有する発電用円筒型 OWCカラムの波浪中単独性能試験を行い、波周期に対する1次エネルギー変換性能曲線を得ることができた。また、適切な減衰比を設定する事ができれば、その性能曲線は単純な1自由度振動系でほぼ近似できることが解った。
- 2) 単独性能を推定するための数値解析プログラムを開発し、その数値計算によって得られる1次変換性能が水槽試験結果とよく一致することを明らかにした。また、そのプログラムを用いて、パラメトリックスタディを行い、広い周波数範囲にわたって安定した変換効率を有する、OWCカラムの適切な直径、喫水を選定することができた。

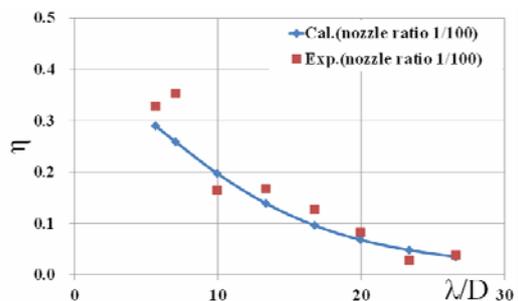


図2 実験と数値解析の比較
(一次変換効率)

- 3) 数値解析によって、OWCカラム内の液面

の上下動、空気入室内の圧力変動を計算できるようになった。

4) カラム間干渉を調べるための水槽試験により、カラム間距離を直径の2倍程度離せば、波下側のカラムも波上側と同程度のエネルギー変換性能を示すため、波の進行方向に直列にOWCカラムをならべることにより、エネルギー変換効率は大きくすることができることがわかった。

5) カラム間干渉を評価するための計算手法はこれまでないので、その計算法について新たに理論的に開発を行った。

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 10 件)

①安澤 幸隆, 奥村 義隆, 長島 知宏
鉛直に固定された円筒型 OWC の波浪中応答に関する実験的研究、日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 10 号, 245-258, 2010.

②安澤 幸隆, 長島 知宏, 奥村 義隆,
マルチカラム型波力発電浮体の規則波中運動応答解析に関する研究
日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 11 号, 25-26, 2010.

③ YUKITAKA YASUZAWA and Yoshitaka OKUMURA, Experimental Study of Dynamic Response and Energy Absorption of Fixed Circular Cylindrical OWC Columns in Regular Waves, Proceedings of the Ninth (2010) ISOPE Pacific/Asia Offshore Mechanics Symposium, 163-168, 2010.

④安澤 幸隆, 奥村 義隆, 中尾 圭輔, 長島 知宏
マルチカラム型波力発電浮体のカラム間干渉影響とエネルギー1次変換効率について、日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 12 号, pp. 43-46, 2011.

⑤YUKITAKA YASUZAWA, Keisuke NAKAO, Interaction between OWC Columns and Energy Conversion Efficiency of a Floating Platform with Multiple OWC Columns, Proceedings of the 25 the Asian Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structure, pp.592-600, 2011

⑥安澤 幸隆, 奥村 義隆, 長島 知宏, マルチカラム型波力発電浮体用の円筒カラムに作用する流体力とエネルギー吸収に関する実験的研究, pp.30-36, 2010 年 9 月.平成 22 年度佐賀大学海洋エネルギー研究センター

全国共同利用研究成果発表会講演論文集, pp.30-36, Sep.2010.

⑦安澤 幸隆, 奥村 義隆, 中尾 圭輔,
MC-OWC のカラム間干渉が一次変換効率に与える影響と発電量の推定, 海洋エネルギーシンポジウム、平成 23 年度佐賀大学海洋エネルギー研究センター全国共同利用研究成果発表会講演論文集, pp. 33-36, Sep. 2011.

⑧安澤幸隆, 奥村 義隆, 中尾圭輔, 波力発電用円筒型 OWC の規則波中応答特性の数値解析, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 14 号, 2012.

⑨安澤幸隆, 中尾圭輔, 奥村義隆, 固定された波力発電用円筒型 OWC の規則波中応答特性, Proceedings of The 23rd Ocean Engineering Symposium, OES23-102, 2012.

⑩YUKITAKA YASUZAWA, Keisuke Nakao, Yoshitaka Okumura, Dynamic Response Analysis of a Fixed Cylindrical OWC column for Wave Energy Conversion in Regular Waves, Proceedings of the 26th Asian-Pacific technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structure, 2012, 263-267.

[学会発表] (計 12 件)

①安澤 幸隆, 奥村 義隆, 長島 知宏
鉛直に固定された円筒型 OWC の波浪中応答に関する実験的研究、日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 10 号, 2010 年 6 月, 245-258.

②安澤 幸隆, 長島 知宏, 奥村 義隆,
マルチカラム型波力発電浮体の規則波中運動応答解析に関する研究
日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 11 号, pp.25-26, 2010 年 11 月.

③安澤 幸隆, 奥村 義隆, 中尾 圭輔, 長島 知宏
マルチカラム型波力発電浮体のカラム間干渉影響とエネルギー1次変換効率について、日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 12 号, pp.43-46, 2011 年 5 月.

④ YUKITAKA YASUZAWA and Yoshitaka OKUMURA, Experimental Study of Dynamic Response and Energy Absorption of Fixed Circular Cylindrical OWC Columns in Regular Waves, Proceedings of the Ninth (2010) ISOPE Pacific/Asia Offshore Mechanics Symposium, 163-168, Nov.2010.

⑤ YUKITAKA YASUZAWA, Keisuke NAKAO, Interaction between OWC Columns and Energy Conversion Efficiency of a Floating Platform with Multiple OWC Columns, Proceedings of the 25th Asian Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structure, pp.592-600, September, 2011

⑥ YUKITAKA YASUZAWA, Yoshitaka OKUMURA, Experimental Study of Dynamic Response and Energy Absorption of Circular Cylindrical OWC Columns in Regular Waves, The 24th Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures, Aug.2010.

⑦ 安澤幸隆, 奥村義隆, 長島知宏, マルチカラム型波力発電浮体用の円筒カラムに作用する流体力とエネルギー吸収に関する実験的研究, pp.30-36, 2010年9月.平成22年度佐賀大学海洋エネルギー研究センター全国共同利用研究成果発表会講演論文集, pp.30-36, Sep.2010.

⑧ 安澤幸隆, 奥村義隆, 中尾圭輔, MC-OWCのカラム間干渉が一次変換効率に与える影響と発電量の推定, 海洋エネルギーシンポジウム、平成23年度佐賀大学海洋エネルギー研究センター全国共同利用研究成果発表会, Sep. 2011.

⑨ 安澤幸隆, 奥村義隆, 中尾圭輔, 波力発電用円筒型 OWC の規則波中応答特性の数値解析, 日本船舶海洋工学会講演会, 2012, 5月, 神戸.

⑩ 安澤幸隆, 中尾圭輔, 奥村義隆, 固定された波力発電用円筒型 OWC の規則波中応答特性, 第23回海洋工学シンポジウム、August 2-3, 2012.

⑪ YUKITAKA YASUZAWA, Keisuke Nakao, Yoshitaka Okumura, Dynamic Response Analysis of a Fixed Cylindrical OWC column for Wave Energy Conversion in Regular Waves, The 26th Asian-Pacific technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structure, Fukuoka, Japan, Sep.2012.

⑫ 安澤幸隆、マルチカラム型波力発電浮体用円筒型 OWC の規則波中応答特性、海洋エネルギーシンポジウム 2012, 佐賀大学海洋エネルギー研究センター、Sep.2012.

[図書] (計 0 件)

[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]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安澤幸隆 (YASUZAWA YUKITAKA)
九州大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号：10191123

(2) 研究分担者

古川芳孝 (FURUKAWA YOSHITAKA)
九州大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号：90 253492

前田 正広 (MAEDA MASAHIRO)
九州大学・大学院工学研究院・助教
研究者番号：70173713

(3) 連携研究者

()
研究者番号：