

PW-OWC 型波力発電装置の運動特性に関する基礎的研究 入射波角度の変化による運動特性の検討

A basic study on the motion characteristic of PW-OWC type wave energy converter.

An examination into the motion characteristic change by incident wave angle

居駒知樹¹, 増田光一¹, 恵藤浩朗¹, 高島まどか², 前田久明¹

Tomoki Ikoma¹, Koiti Masuda¹, Hiroaki Eto², *Madoka Takahatake³, Hisaaki Maeda¹

The motion characteristic of floating PW-OWC type wave energy converter was not clarify. However, this effect has a significant influence for primary conversion efficiency. For example, primary conversion efficiency is high of floating BBDB type wave energy converter. It's more than 1.0 of 3D wave tank experiment. The objective of this study is to clarify the performance of motion characteristic change the incident wave angle.

1. 緒言

振動水柱 (Oscillating Water Column : OWC) 型波力発電装置 (Wave energy converter : WEC) の浮体式は, 固定式と比較して動揺の影響を受けるため変換効率が下がる傾向にある. しかし, 浮体式 PW (Projecting Wall) -OWC 型 WEC の 3 次元水槽実験では, 入射波角度が 90 度のときに一次変換係数が 0.8 から 1.0 を示すことが確認されている^[1]. 形状は異なるが, 今井ら^[2]による浮体式の後ろ向きダクトブイ (Backward Bent Duct Buoy : BBDB) 型 WEC の 3 次元水槽実験では一次変換係数が 1.0 を超えることが確認され, Surge と Pitch が同位相で発生する際に変換係数が向上すると考察した. このように, 浮体式モデルが持つ運動特性を適切に利用することができれば, 変換性能を向上させることが可能であると考えられる. よって本研究では, 浮体式における性能向上を目指す基本的な研究として PW-OWC 型の運動特性を理論計算によって確認した.

2. 計算手法

本研究では, 線形ポテンシャル理論に基づき, グリーン関数法を用いて解く, 居駒ら^[3]の手法を用いて流体力の算出を行った. 通常自由表面と異なる空気質内のエネルギー変換の影響が考慮されている. その際に負荷の度合いを示す複素係数を導入している.

3. 運動応答の計算

計算モデルは剛体とする. 慣性系における流体の回転周りの運動に関する方程式とし, 運動座標系と空間固定座標系は同じである. OWC による圧力が考慮された流体力を外力として用いるため, その影響を方程式内で考慮していない.

4. 計算条件

モデルの概要を **Figure1**, **Table1**, **Table2** に示す.

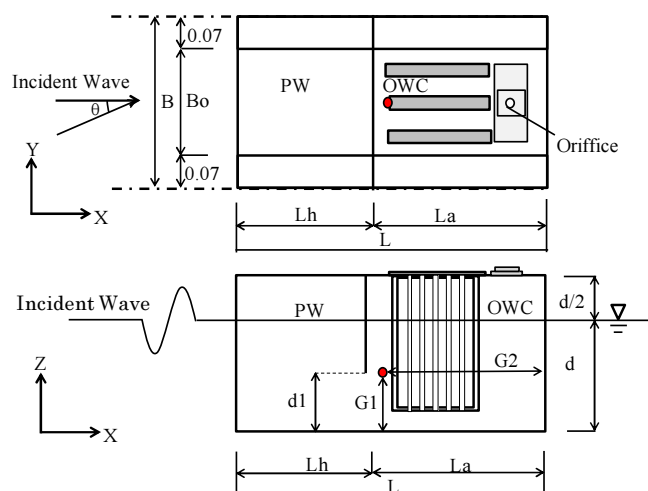


Figure1. Calculation model

Table1. Model size [m]

| | L | B | B ₀ | d | G1 | G2 |
|----|-------|------|----------------|------|-------|-------|
| A | 0.519 | 0.44 | 0.30 | 0.30 | 0.135 | 0.258 |
| AB | 0.582 | | | | 0.145 | 0.291 |

Table2. Model size

| | Type A | Type AB |
|-------------------------------------|--------|---------|
| 重量[kg] | 22.86 | 25.66 |
| 水線面積[m ²] | 0.0837 | |
| Roll : 慣性モーメント[kg・m ²] | 0.303 | 0.406 |
| Pitch : 慣性モーメント[kg・m ²] | 0.366 | 0.484 |
| Yaw : 慣性モーメント[kg・m ²] | 0.339 | 0.451 |
| \overline{GM} : 横メタセンタ[m] | 0.045 | 0.044 |
| \overline{GM}_L : 縦メタセンタ[m] | 0.045 | 0.054 |

計算周期は 0.1 秒刻みで 0.6 から 2.0 秒, 負荷係数は 4.5e-3 を利用した. これは, 既存の実験結果より値が近くなる係数を用いている. 入射波角度は 0, 30, 45, 60, 90 度とした.

5. 計算結果

計算結果を **Figure1** から **Figure7** に示す. それぞれの応答で入射波角度ごとの比較を行った. 本研究で扱うモデルは, 水槽実験では入射波角度が 90 度のときに最も一次変換係数が高くなったが^[1], 運動応答の結果をみても 90 度が最も高い値を示した. 特に, Heave と Pitch が他の入射波角度と比較して変化が顕著であった. 理論計算では, 粘性や係留による減衰が考慮されていない点や OWC 型がもつ特性で, 振動水柱部分の固有周期の影響が出ていることが考えられる. 90 度が他の角度と比較して動揺が大きくなったのは, モデルの開口部は波の入射に対して真横を向いていることから, モデル自体が吸収するエネルギーが少なくなったことがあげられる. 傾向をみると, 回転に関しては Pitch が他の回転運動と比較して大きく出た. 正面から見たときに左右対称なモデルであることから妥当である. 今回の計算結果では, 一次変換係数との関連性については明らかでないが, 本研究で扱う PW-OWC 型のモデルは, 水槽実験で一次変換係数が最も高くなった 90 度で運動応答が最も高くなるという結果を得られたため, 今後は模型の形状による系統計算や, 運動の影響を考慮した一次変換係数の算出が必要である. また, 減衰の影響を入れた計算を行うことで, より実現に近い数値の算出が課題である.

6. 参考文献

- 1] 居駒知樹, 増田光一, 田口裕之, 大森光, 大澤弘敬: 「プロジェクトングウォールが OWC 型波エネルギー変換装置の一次変換性能に与える効果」, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 16 号, pp 441-444
- [2] 今井康貴, 永田修一, 豊田和隆, 村上天元: 「規則波中における後ろ曲げダクトブイ型波力発電装置の一次変換性能に関する実験的研究」, 日本船舶海洋工学会論文集, 第 19 号, pp.79-88, 2014.6
- [3] 居駒知樹, 増田光一, 林昌奎, 前田久明: 「振動水柱型波エネルギー吸収機構を考慮した 3 次元流体力の直接解法」, 日本船舶工学会論文集, 第 12 号, 2011

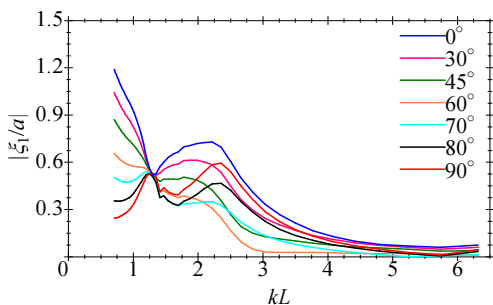


Figure2.Surge

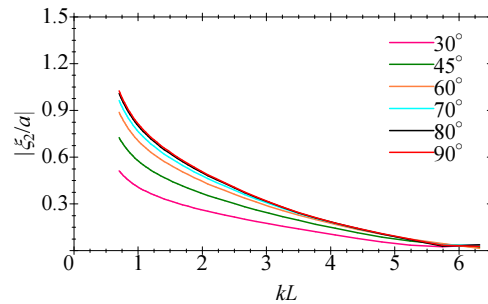


Figure3.Sway

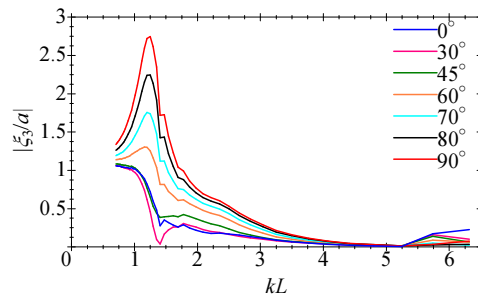


Figure4.Heave

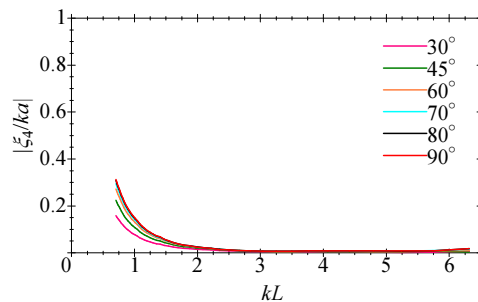


Figure5.Roll

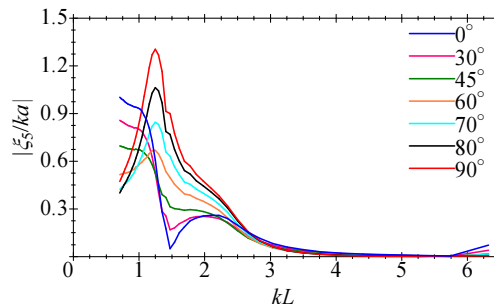


Figure6.Pitch

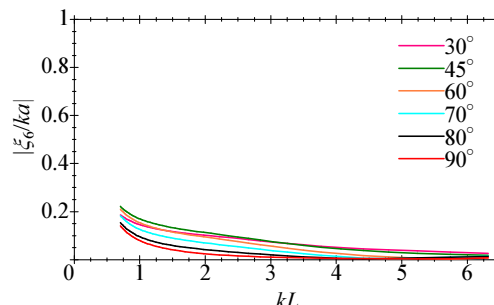


Figure7.Yaw