

J-19

## OWC 型 WEC 装置を搭載した大型浮体の発電ポテンシャル及び弾性応答について

## Power Take-Off Potential and the Elastic Motion Behaviors of an OWC Type WEC installed Large Floating Structure

○渡邊由香<sup>1</sup>, 居駒知樹<sup>2</sup>, 増田光一<sup>2</sup> 前田久明<sup>2</sup>Yuka Watanabe<sup>1</sup>, \*Tomoki Ikoma<sup>2</sup>, Koichi Masuda<sup>2</sup>, Hisaaki Maeda<sup>2</sup>

Abstract: This paper describes characteristics of hydroelastic response behaviours and the performance of wave power conversion of a large scale floating structure on which wave energy convertors of an oscillating water column type are installed. The linear potential theory is applied to theoretical predictions of hydrodynamic forces. Influence of wave energy absorption is directly taken into account in integral equations of the singular point distribution method. The elastic response behaviour reduced by installing the WECs and was able to acquire wave power as well.

## 1. 緒言

波力発電に関する研究が世界的に行われている中、振動水柱型波エネルギー吸収(WEC)装置に関する研究も実施されてきている。もしも WEC 装置がポンツーン型大型浮体に設置されれば、波力発電装置やソーラーパネル、風力発電装置など海洋再生エネルギーを設置した複合浮体の提案ができる。しかしながら、大型浮体に WEC 装置を設置した際にどのくらいの波パワーを獲得できるのかを検討する必要がある。そこで、WEC 装置を多数設置した際の波浪発電施設としての発電ポテンシャルを検討し、さらにその弾性応答についても考察する。

## 2. 理論計算

本理論計算では速度ポテンシャル理論に基づき、波エネルギー吸収を三次元特異点分布法を適用し、空気室内の自由表面の変動量と空気室内部圧力を同時に未知変数とし、境界積分方程式と状態方程式の連立方程式を解くことで、直接的に問題を解いた。さらに、OWC 上部自由表面条件と空気室内にノズル係数を付加することでエネルギー吸収を考慮する。

## 3. 計算モデル

計算対象となる大型浮体は全長 500m, 全幅 250m, 喫水 5m とし、空気室の高さは 1m とする。計算モデルは Model 1 と Model 2 とする。一つの WEC 装置の区画サイズは長さ 10m, 幅 10m とした。ただし、内径は長さ 6m, 幅 6m とし、WEC 装置 1 基あたり 100m<sup>2</sup> としている。Fig.1 に示す Model 1 は 75 基, Fig.2 の Model 2 においては 146 基配置している。水深は全て 100m とし、入射波の角度は 0 度から 90 度とする。Model 1 は計算区画の一行目を Unit a, 二行目を Unit b, 三行目を

Unit c とした。Model 2 については Model 1 と同様のサイズを外周に配置した。

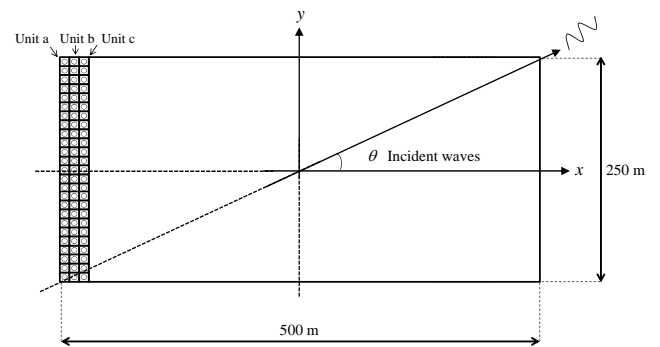


Figure 1. Calculation Model 1 with 75 WECs

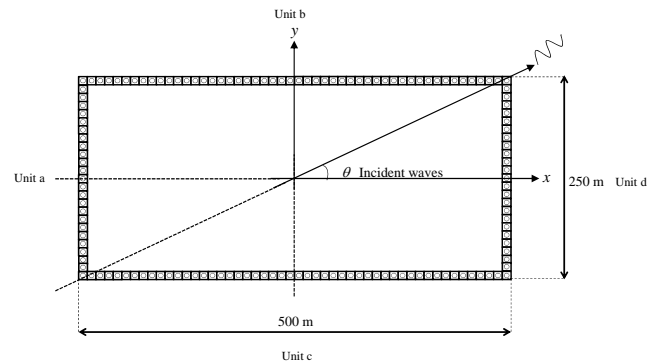


Figure 2. Calculation Model 2 with 146 WECs

## 4. 計算結果および考察

Fig.3 および Fig.4 は Model 1 および Model 2 における入射波角度 0 度時のノズル係数毎の一次変換係数を示している。Fig.3 は一次変換係数のピークが 2 か所確認できる。特にノズル係数が 1.0e-2 においては長い周期帯で一次変換係数が最も高くなる。一方で、ノズル係数の大きいものは一次変換係数が低い。これは、ノズル

1 : 日大理工・院(前)・海建、 Department of Oceanic Architecture and Engineering/CST/Nihon Univ.

2 : 日大理工・教員・海建、 Department of Oceanic Architecture and Engineering/CST/Nihon Univ.

ル係数が大きくなるほどノズルの大きさは小さくなるため、WEC 装置の空気室内の圧力が低下し水塊を持ち上げられるパワーがないためだと考える。

Fig.4 は Model 1 に比べ一次変換係数が高くなり、1.0 を遥かに超えることが確認できる。これは WEC 装置を Model 1 の約 2 倍配置していることや入射波パワー  $P_I$  の浮体幅を 250m としており、Model 2 のような WEC 装置を浮体の外周に配置している場合、波エネルギー吸収するため向上したと考える。

Fig.5 および Fig.6 は  $y=0$  における弾性応答による鉛直変位分布を示す。これは弾性応答による鉛直変動の振幅  $\zeta$  を波振幅  $a$  で無次元化し、浮体の長手方向位置の無次元値をとった。Fig.5 は Model 1 とポンツーン型浮体を比較、Fig.6 は Model 2 とポンツーン型浮体を比較したものである。Fig.5 は  $L/\lambda=7.0$  のときの結果を示しており、Fig.6 に示す  $L/\lambda=10.0$  よりも波長が長い時のものを示している。いずれも鉛直変位の低減が確認できる。これは WEC 装置がダンパーとしての役割を果たしているからだと考える。

### 5. 結言

本研究では、三次元特異点分布法により以下の知見を得た。

- 1) 波周期 6.8 秒の波高 2m では WEC 装置一基あたり約 135.5kW、全体で 10MW の波パワーを獲得できる。
- 2) Model 1 のような WEC 装置を配置した場合、一次変換係数のピークが 2 か所確認できる。
- 3) 浮体の先端に WEC 装置を設けることで鉛直変位の低減が可能である。

### 6. 謝辞

本研究は日本大学理工学部シンボリックプロジェクトの一環として実施した一部の研究であることを付記する。

### 7. 参考文献

[1] Maeda, H., Rheem, C.K., Washio, Y., Osawa, H., Nagata, Y., Ikoma, T., Fujita, N. and Arita, M., "Reduction Effects of Hydroelastic Responses on a Very Large Floating Structure With Wave Energy Absorption Devices Using OWC System," Proceedings of the 20th International Conference on OMAE 2001, ASME, CD-ROM file is OSU-5013, 2001.6

[2] 前田久明, 大西泰史, 林昌奎, 居駒知樹, 鷲尾幸久, 大澤弘敬, 有田守:「振動水柱による弾性浮体の応答低減効果に関する研究」, 日本造船学会論文集, 第 188 号, pp.279-285, 2000

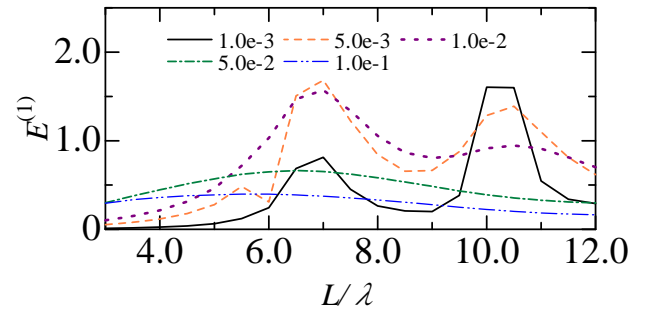


Figure 3. Primary conversion efficiency of Model 1 in 0 degree waves

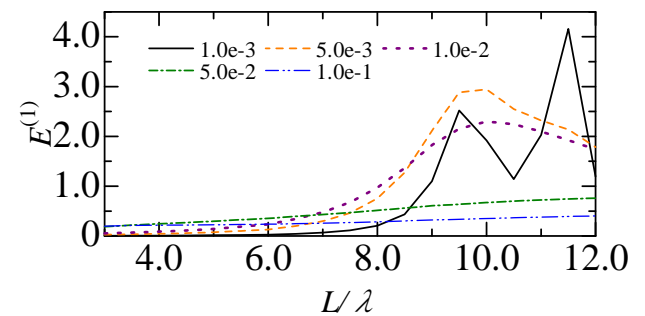


Figure 4. Primary conversion efficiency of Model 2 in 0 degrees waves

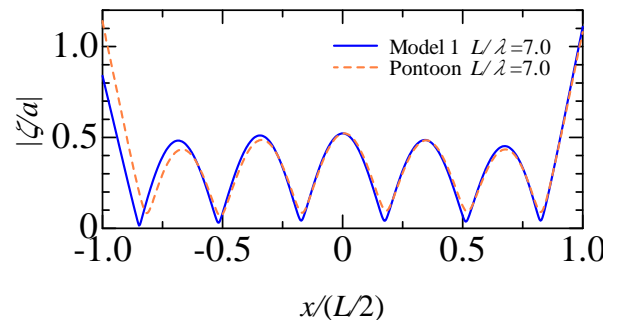


Figure 5. Distribution of Vertical displacement in x-axis direction in wave with  $L/\lambda=7.0$  ( $y=0$ ) in Model 1

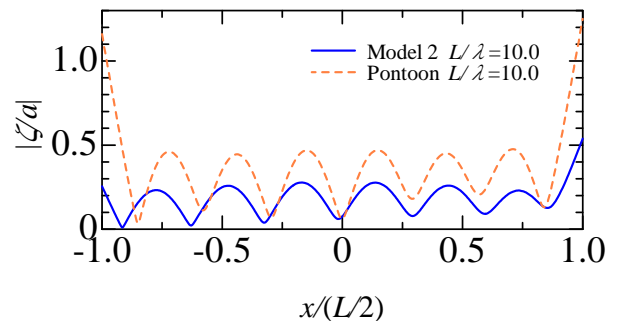


Figure 6. Distribution of Vertical displacement in x-axis direction in wave with  $L/\lambda=10.0$  ( $y=0$ ) in Model 2