

**PW-OWC 型波エネルギー変換装置における理論計算手法に関する研究**

**A study on Theoretical calculation method of PW-OWC Type WECs**

○田口裕之<sup>1</sup>, 居駒知樹<sup>2</sup>, 増田光一<sup>2</sup>, 惠藤浩朗<sup>2</sup>

\*Hiroyuki Taguchi<sup>1</sup>, Tomoki Ikoma<sup>2</sup>, Koichi Masuda<sup>2</sup>, Hiroaki Eto<sup>2</sup>

The Wave Power Generation System of OWC (oscillating water column) type is One of The Wave Power Generation System. Existing experiment on a tank verify that Attaching PW to a devise of OWC elevate efficiency of primary conversion. But the experiments are taking much time. And it is difficult to analyze detail to elevate efficiency. Then theoretical calculation is needed. From the above, The purpose of this study is to verify validity of theoretical calculation.

1. 緒言

波エネルギーから空気エネルギーに変換し、空気エネルギーから機械的回転エネルギーに変換し発電をする波力発電装置として OWC 型波力発電装置がある。日本では OWC 装置は古くから研究が行われているが現在では実用化には至っていない。その理由として周波数依存性が高く、特定の周波数では高効率になるがそれ以外の周波数では発電効率が低いことが原因として考えられている。そこで Projecting Wall (PW) と呼んでいる側壁を OWC 前面に取り付け共振する周波数を増やし広範囲で高効率になる PW-OWC 装置の研究を行ってきた。また、本研究ではこの装置の一次変換係数を算出するにあたり、境界要素法の一つである三次元特異点分布法を用いている。その計算精度は水槽実験と比較し定性的に一致しているとし、研究を行ってきた。しかし発電機としての性能を明確にするためには、精度の高い計算が求められると考えられる。そこで本研究は PW-OWC 装置の一次変換係数についての三次元特異点分布法の計算精度について考察することを目的とする。

2. 研究方法

理論計算は三次元特異点分布法を用いて計算を行い、同条件の水槽実験を行い比較を行った。

水槽実験は日本大学理工学部船橋校舎テクノプレイス 15 の海洋建築水槽実験室平面水槽にて実施した。水槽規模は長さ 24m, 幅 7m, 実験水深は既存の防波堤に設置することを想定し、着底式を再現するため OWC 装置の喫水と合わせ 0.30m とした。水槽実験においてタービン負荷を再現するため、装置上部にノズルを設け再現を行った。理論計算においては、空気室内の自

由表面影響を直接未知変数として境界積分方程式に導入し計算を行っている。この未知変数をノズル係数と呼んでいる。しかし、水槽実験のノズル径と理論計算のノズル係数は計算前に合わせる事ができないため、ノズル係数を変化させ実験値に合わせるように計算を行っている。

計算モデル及び実験模型概要は Fig.1, 2 に示す。

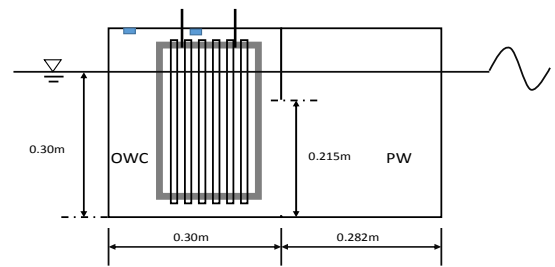


Fig.1 Horizontal plan of PW-OWC

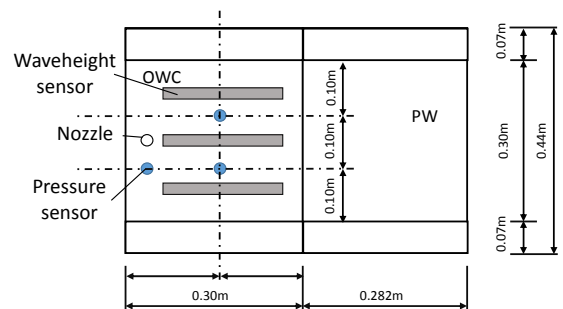


Fig.2 Section plan of PW-OWC

3. 結果および考察

Fig.3~5 に着底式の実験結果と理論計算の比較を示す。理論計算はノズル係数を 1e-3~5e-3 の間で行った。

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.

ノズル係数は小さいほど空気室内の自由表面への影響は小さくなる。

Fig.3はOWC内部水面変動について比較したグラフである。OWC内部水面変動については、実験値はノズル係数4e-3と定量的に一致している。自由表面負荷の小さいノズル係数では実験値の倍近い値を示しているが、 $\lambda/L=3$ で若干ではあるが値が低くなっており、Fig.4のOWC内部圧力についても、ノズル係数が小さい場合において $\lambda/L=2$ 付近と $\lambda/L=5$ 付近の2点でピークが現れ $\lambda/L=3$ 付近で係数が低くなっている。実験値においてもピークの周波数が異なるが2点のピークが現れていることが確認できる。Fig.5の一次変換係数では、ノズルが小さい場合においてこのピークが顕著に表れている。しかし、ノズル係数を大きくし、空気室内の自由表面への負荷を大きくすると2点のピークは現れなくなる。このピークはOWCの固有周期と、PWを取り付けたことでできたPW-OWCの固有周期である。ノズル係数が小さいと空気室内の内部水面変動がしやすいため、この2点のピークが顕著に表れ、ノズル係数を大きくすることで負荷が強くなりこの2点のピークが現れなくなってしまう。これまで水槽実験における $\lambda/L=3$ の値の大きな低下は水槽特性によるものと考察してきた。本研究での三次元特異点分布法は線形理論でのみ計算を行っているが、水槽実験についてはノズルは小さく空気の流入の際にノズル周辺で非線形的な現象が現れていると考えられる。この非線形影響を考慮し計算を行うことでノズル係数4e-3や5e-3で実験値に近い値を示すのではないかと考えられる。九州大学の永田らは非線形影響を考慮し計算を行うい、水槽実験の結果と定量的に一致したとしている。そのため、本研究における三次元特異点分布法においても非線形影響を考慮することでOWCの固有周期と、PWを取り付けたことでできたPW-OWCの固有周期の2点のピークが明確にでた精度の高い計算を行えるのではないかと考えらる。より精度の高い性能評価を行うために、三次元特異点分布法についてこの非線形的な影響を実験を参考に明確にし、今後改良を行う。

#### 4. 結言

本研究では三次元特異点分布法の精度について水槽実験と比較し検討を行った。その結果、ノズル係数を小さくすることで、OWC固有周期とPW-OWCの固有周期は顕著に現れることを確認し、理論計算は線形計算で行っているが、ノズル部で非線形的な影響が起こっていると考えられるため、本計算方法は非線形影響を考慮した改良を行うべきだと考えられる。

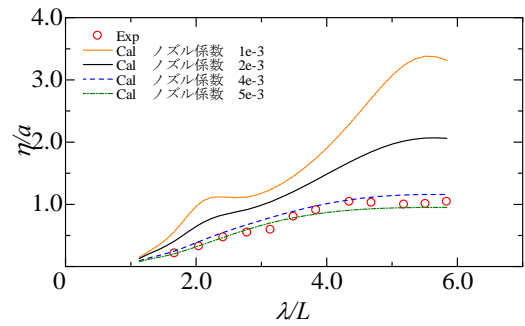


Fig.3 Water elevation in air chamber

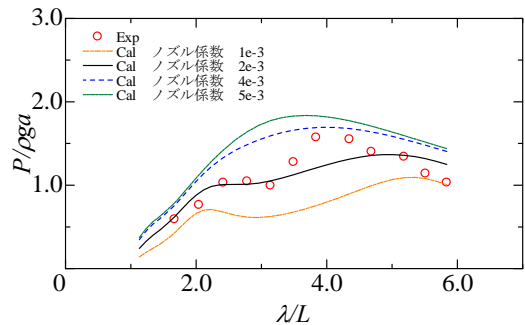


Fig.4 Air pressures in air chamber

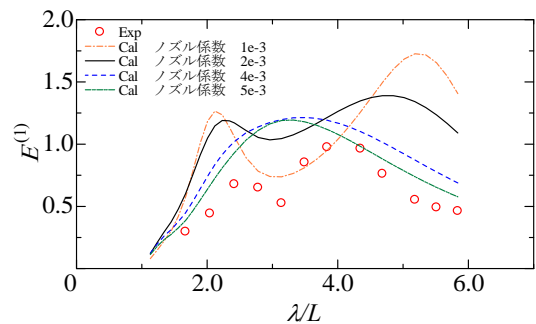


Fig.5 Efficiency of primary conversion

#### 5. 参考文献

- [1] 大澤弘敬, 宮崎剛, 鷲尾幸久, 堀田平, 宮崎武晃: 波浪エネルギー利用技術の研究開発-沖合浮体式波浪装置「マイティーホエール」の開発-, JAMSTEC, 丸庄有限会社, 2004
- [2] 大澤弘敬, 居駒知樹, 増田光一, 藤田裕貴, 生貝真理子, 市村将太: 人工ハーバー付 OWC 型波エネルギー変換装置に関する研究-第 2 報 3 次元影響とハーバーの効果-, 日本船舶海洋工学会講演論文集, 第 10 号, pp263-266, 2010
- [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, 日本船舶海洋工学会講演論文集, 第 10 号, 2011
- [4] 永田修一, 豊田和隆, 今井康隆, 瀬戸口俊明, 中川寛之: 浮体式振動水柱型波力発電装置の一次変換性能評価法の開発-第 1 報 周波数領域での 2 次元問題解析法-, 日本船舶海洋工学会論文集, 第 14 号, 2011