

J-21

多重共振型波力発電装置の波パワー獲得可能量に関する実験的研究

An Experimental study on the Acquirable Wave Power of PW-OWC Type Wave Power Absorbing Devices

○丹伊田敬介¹, 居駒知樹², 増田光一², 大森光³, 小泉佐和子⁴, 大澤弘敬⁵*Keisuke Niida¹, Tomoki Ikoma², Koichi Masuda², Hiroyuki Osawa³, Hikaru Omori⁴, Sawako Koizumi⁵

Abstract: This paper discusses performance evaluation and experimental wave-power device that is attached to the caisson breakwater the port of Sakata Yamagata prefecture, this paper discusses the use of ocean space map for the selection of suitable sites real sea test site. The experiment, carried out by the two-body coupling devices "PW-OWC" in order to evaluate the performance towards the demonstration. Measurement items, measures the "internal surface variation OWC" and "insiders part water change PW" and "internal surface variation OWC". Use these measurements to calculate the efficiency of primary conversion. In addition, the use of ocean space map is created in the following way. The amount of electricity can be generated in real sea is determined using a number of numerical and Mighty Whale in this experiment. Aggregated in the GIS data is then calculated.

1. 諸言

波力発電装置の1つである振動水柱型波力発電装置 (Oscillating Water Column:OWC)は、防波堤固定及び沖合固定または、沖合浮体など設置の方式が、多様であり日本の EEZ を有効的に活用できる発電装置である。ゆえに、実証試験が実施されるなど実用段階に最も近い存在となっている。現在、山形県酒田港のケーソン防波堤に、PW-OWC 型波力発電装置を取り付けて実証試験を行うため、開発が進行中である。本研究では、PW-OWC 装置の一次変換係数の評価を担当する。なお、既存の研究とは、転じて、実証試験に向けた性能を評価するためPW-OWC装置を2体連結し実験を実施する。一方で、現在、日本では、実海域試験場を設置し、海洋再生エネルギー商用化に向けた方策の必要性が問われている。そこで、日本海域の発電獲得可能量を算出し、GIS(地理情報システム)でデータを集計し、実海試験場適地選定のための考察することを目的とする。

2. 実験

2.1 実験概要

本実験は日本大学理工学部船橋校舎テクノプレース 15の海洋建築工学水槽にて実施する。水槽規模は、長さ 24m, 幅 7m, 実験水深 0.05m である。入射条件は、周期波高 0.04m, 周期 0.75~2.0sec, 入射角度 0° ~ 90° である。

2.2 実験方法

本実験は、2体連結における PW-OWC 装置の性能評価を行う。また、PW 部を 3 タイプ、水線面積とノズル開口面積の比であるノズル比を 1/100, 1/200, 1/300 の 3 タイプをそれぞれのモデルを取り付け、一次変換係数の評価を行う。

2.3 実験模型

本実験は、山形県酒田港に設置される実機の 1/36 スケールの模型を取り扱う。システムの概略は、PW 部並びに OWC 部は 2 組で 1 基で、空気室は、1 室である。実験模型を Fig.1, Fig.2, 詳細を Table.1 に示す。

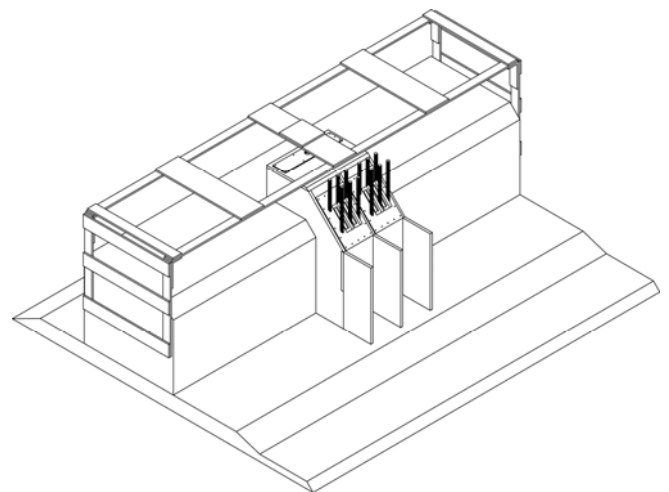


Fig.1 Experimental model(Case-N)

1 : 日大理工・学部・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.

3 : 日大理工・教員・一般教育、General education/CST/Nihon Univ.

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

5 : 海洋研究開発機構 グループリーダー Leader of group, JAMSTEC

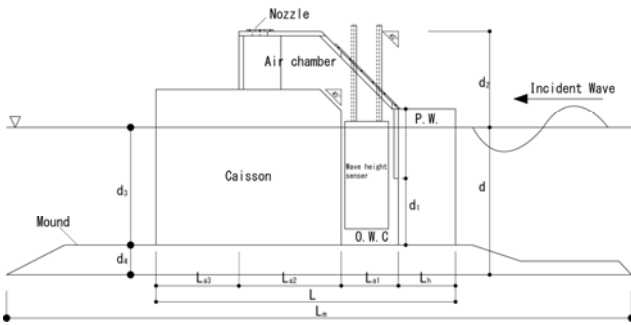


Fig.2 Experimental set up system

Table.1 Details of Principal of model

Case	B(mm)	L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	L ₃ (mm)	L ₄ (mm)	L ₅ (mm)	d(mm)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d ₃ (mm)	d ₄ (mm)
N	386	2108	193	193	345	280	500	266	322	401	99
N _{1/2}	386	2108	97	193	345	280	500	266	322	401	99
N-site	386	2108	193	193	345	280	500	266	322	401	99

2. 4 計測・解析項目

本実験では,OWC 内部水面変動,PW 部内部水面変動,OWC 内部圧力を計測する.これらの計測値を使い一次変換係数を算出する.

2. 5 一次変換係数

入射波パワー P_I と波パワー吸収量 P_A の比率により一次変換係数を求める. 入射波 P_I は,

$$P_I = \frac{\rho g^2 a^2}{8\pi} \left(1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh} \right) (\tanh kh) TB \quad (1)$$

となる. 水の密度 ρ [kg/m³], 入射波振幅 a [m], 装置幅 B [m], 水深 h [m], 波数 k, 周期 T [sec], 重力加速度 g [m/s²] とする. 波パワー吸収量 P_A は,

$$P_A = \frac{Aw}{T} \int_0^T P(t) \frac{\partial \eta(t)}{\partial t} dt \quad (2)$$

線形化すると,

$$P_A \approx A_w \cdot \text{Re} \left[\frac{1}{4} \left\{ p(-i\omega\eta)^* + p^*(-i\omega\eta) \right\} \right] \quad (3)$$

となる. 水線面積 A_w [m²], 内部水面変動 η [m], 内部圧力 P [kg/m²], 周期 T [sec], 虚数 i, 円周波数 ω [rad/s] とする.

(1), (3)式から算出された値を用いて, 下記から一次変換係数 E⁽¹⁾ を算出する.

$$E = \frac{P_A}{P_I} \quad (4)$$

3. 発電量期待値

本研究が対象とする実証試験体及び浮体式波力発電装置「マイティーホエール」が, 実海域においてどの程度の発電可能量を有しているかについて調べる.

3. 1 波パワー獲得可能量期待値及び発電量期待値

・波パワー獲得可能量期待値の算出

波パワー獲得可能量期待値 E[W] は

$$E[W] = 0.49 \int_0^\infty \int_0^\infty \phi(H_{1/3}, T_{H_{1/3}}) \cdot H_{1/3}^2 \cdot T_{H_{1/3}} dH_{1/3} dT_{H_{1/3}} \quad (5)$$

となる. 有義波高 H_{1/3} [m], 有義波周期 T_{1/3} [m] とする.

・発電量期待値の算出

発電量期待値 E[W_a] は, □□□□□□□□□□□□□□□□

$$E[W_a] = 0.49 \sum_{i=1}^{N_H} \sum_{j=1}^{N_T} \phi_{ij} H_{1/3}^2 \cdot T_{H_{1/3}} \cdot E^{(1)} \cdot E^{(2)} \Delta H_{1/3} \Delta T_{H_{1/3}} \quad (6)$$

となる. 一次変換係数 E⁽¹⁾ について, 沿岸部においては, 本研究にて算出した数値を使用し, 沖合部においては, 浮体式波力発電装置「マイティーホエール」の数値を使用する. 二次変換係数 E⁽²⁾ について, 沿岸部・沖合部, 双方ともマイティーホエールの数値を使用する.

3. 2 対象ポイント

GPS 波浪計(ナウファス)が設置されている観測地点を対象とする. 計 75 観測地点ある.

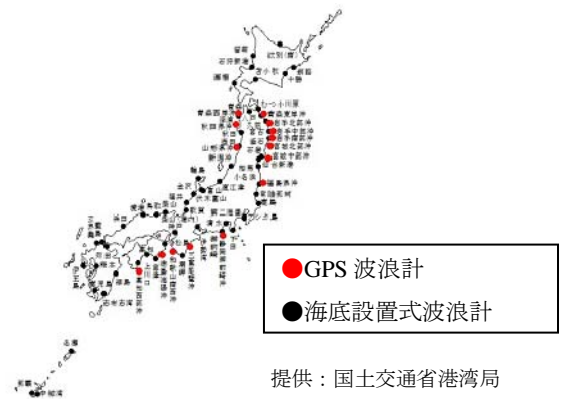


Fig.3 Position of equipped wave sensor with GPS

4. 今後の計画

- ① 実験・解析から得たデータを元に, 山形県酒田港及び, 日本沿岸での発電量期待値を算出する.
- ② 沿岸における波浪発電(着底式)による発電量の比較資料として, 沖合域における波浪発電(浮体式)における発電量をマイティーホエールの実証試験データを元にして算出する.
- ③ ①, ②のデータを GIS で集計し, 海面空間利用マップの雛型を製作する.

5. 参考文献

[1] 迎英男:「NEDO 再生可能エネルギー技術白書」, (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
 [2] 木下健:「海洋再生エネルギー利用の技術動向」, 第海洋政策研究財団, 2011
 [3] 生貝真理子:「ハーバー付 OWC 型波パワー吸収装置の波パワー獲得可能量に関する研究」, 日本大学修士論文, 2011
 [4] 田口裕之, 中濱玄:「PW-OWC 型波エネルギー変換装置の一次変換性能に関する実験的研究」, 日本大学卒業論文, 2012