

OWC 型波力発電装置におけるノズル影響に関する研究

A Study on the Effects of Nozzle OWC type Wave Power Generator

○小口篤大¹, 増田光一², 居駒知樹², 恵藤浩朗², 前田久明³, 木原一禎⁴*Atsuhiko Oguchi¹, Koichi Masuda², Tomoki Ikoma², Hiroaki Eto², Hisaaki Maeda³, Ken Kihara⁴

Abstract: OWC type wave energy converter has been studied since the 1960s. That can shed targeting offshore with high wave power and there is no restriction with the shape. And therefore, that can become powerful power generator by utilizing method. In this study, by doing the aquarium experiments through a actual sea experiments in Port of Sakata, reveal the conversion characteristics and nozzle influence of wave power generator. It was conducted experimental studies by focusing on conversion characteristics and nozzle effects.

1. 緒言

現在, 山形県酒田港の実海域において既存の二重有孔ケーソンを利用した OWC 型波力発電装置の一次変換係数に関する実証実験が行われている。しかし, 期待したタービン効率が得られなかった。原因の一つとして, 水槽実験で便宜的に再現していたタービンと発電機の負荷を適切に反映できていなかったことが考えられる。

水槽実験では, 発電負荷を狭い管路(ノズル)やオリフィスへの空気の流出入によって再現することが行われる。オリフィス前後ではノズルと比較すると縮流や渦放出の影響が大きく, 単純なノズル形状と比べると負荷は大きいはずである。また, オリフィスの形状や厚さによってもその特性は大きく異なると推測される。一般に, オリフィスでの縮流の影響は縮流係数によって表現されるが, 不確定なパラメータになり得るともいえる。

理論計算において OWC 型の波パワー吸収機構をモデル化する際, 特に空気タービンと発電特性に伴う 2 次変換部分を考慮する場合には, オリフィスでモデル化された理論のそれへの応用は不確定な部分が多い。むしろ適切な直径の管路による負荷とタービン特性を統合させる方法がモデル化は容易であると推測する。

そこで, 本研究では将来的に OWC 型の波エネルギー変換に 2 次変換特性を考慮するために, 単純なノズルとオリフィスとの負荷特性の違いを明らかにし, 2 次変換機構の理論的なモデル化のための基礎データを収集することを目的として実験的研究を実施した。

2. 実験概要

日本大学理工学部船橋校舎テクノプレース 15 にて水槽実験を行った。水槽規模は, 長さ 30[m], 幅 0.6[m]である。入射波波高は 0.02[m], 水深は 0.715[m]で計測周期は 1.0-2.0[sec]の規則波とした。Table1 と Figure1 に模型の概要を示す。

Table 1. Details of experimental model

Type	Nozzle Diameter	Nozzle Length	Orifice
Type A	1/200	0.05[m]	1/200
Type B	1/200	0.15[m]	1/200
Type C	1/300	0.05[m]	1/300
Type D	1/300	0.15[m]	1/300

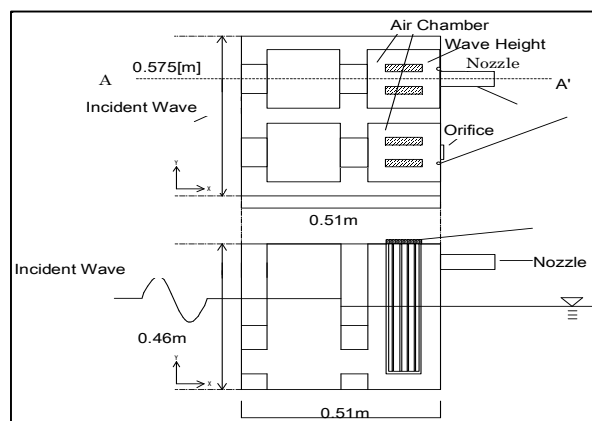


Figure 1. Horizontal and Sectional plan of experimental model

径は OWC 水線面積の 1/200 と 1/300, ノズル長さは 0.05[m]と 0.15[m]として比較実験を行った。計測項目は入射波波高, 空気室内水面変動 η , 空気室内圧力変動 P について計測した。一次変換係数 $E^{(1)}$ は入射波パワーと波パワー吸収量の比から求めた。

3. 二次元水槽実験結果及び考察

Figure2 と Figure3 に内部水面変動の結果をノズルとオリフィス毎に示す。ノズルにおいて, 径と長さが内部水面変動の値に影響を与えることが確認された。オリフィスにおいて, 径による差があまり見られず同様な値を示した。

Figure4 と Figure5 に内部圧力変動の結果を示す。ノ

ズルにおいて、径と長さによる影響が現れ、径が小さく長さが長いほうが内部圧力の値が高くなった。オリフィスにおいて、短周期帯で変動の仕方にばらつきが見られたが、概ね値に差が出ることはなかった。

Figure6 と Figure7 に一次変換係数の結果を示す。ノズルにおいて、内部圧力変動の結果同様な結果が得られ、径が小さく長さが長いほうが高い一次変換係数の値を示すことが確認された。オリフィスにおいて、PW を取り付けたことにより値が高くなるピーク帯が増えるような PW 効果を確認された。λ/L=3.8 と λ/L=4.8 の付近の値が高くなる場所では入射波と反射波が同調することで値が高くなっているが、その前後では波が乱れている状態となり値が低くなっているのだと考えられる。既存の研究²⁾ではオリフィス径 1/200 が最適であるといわれていたのに対してノズル径 1/300 の方が高い値を示した。長さは 0.05[m]よりも 0.15[m]の方が高い値を示した。要因として、ノズルでは管内で空気が圧縮され OWC 空気室内を移動する空気の流れに影響を与えたことによる変化が出た。しかし、オリフィスは管がなく単純な盤であるために管内影響を受けることがなかったのだと考えられる。

以上のことから、ノズルとオリフィスでは実験結果に誤差が出ることからより実機に近い形での実験の方が妥当性が取れることが考えられる。また、空気室に対して負荷をかけた方が一次変換係数が高い値を示すと考えられる。

4. 二次元水槽実験の結論

- 1) ノズルの方が高い一次変換係数を示す。λ/L=3.8 の時、ノズル径 1/300、ノズル長さ 0.15[m]で最も高い値で約 7.5 割の値を示した。
- 2) ノズルとオリフィスでは発電負荷に差異があり、オリフィスに比べてノズルの方が発電負荷を再現できると考えられる。
- 3) オリフィスの形状や厚さによって、空気室に対して負荷をかけた方が内部圧力変動が上昇して、一次変換係数の値を高く示す。
- 4) 差圧かタービン効率が求められるので、そこから、二次変換係数を算出できるので、将来的にタービンの発電効率から二次変換の理論的なモデル化を行うことが可能である。

5. 謝辞

この研究成果は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務の成果として得られたものであることを寄付する。

6. 参考文献

- [1]小口篤大:OWC 型波力発電装置におけるノズル影響に関する研究, 日本大学理工学部卒業論文, 2014
- [2]高島まどか: 日本大学理工学部学術講演会, 2014
- [3]NEDO: 再生可能エネルギー技術白書, 2014

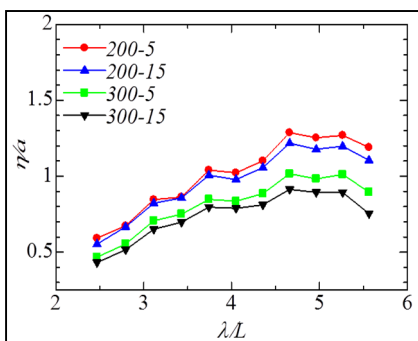


Figure 2. Nozzle-Amplitude of water elevation in air chamber

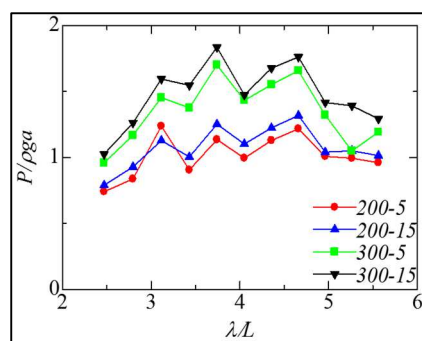


Figure 4. Nozzle-Internal pressure fluctuation

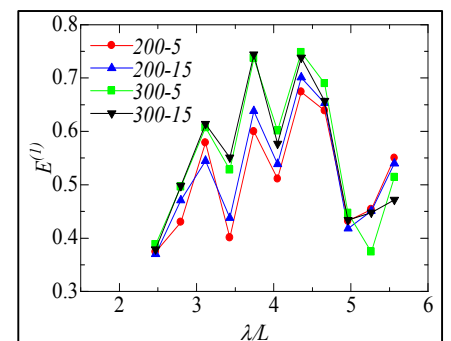


Figure 6. Nozzle-Primary conversion efficiency

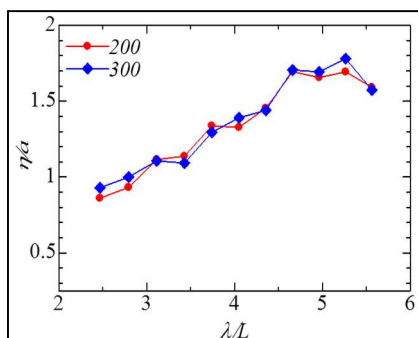


Figure 3. Orifice-Amplitude of water elevation in air chamber

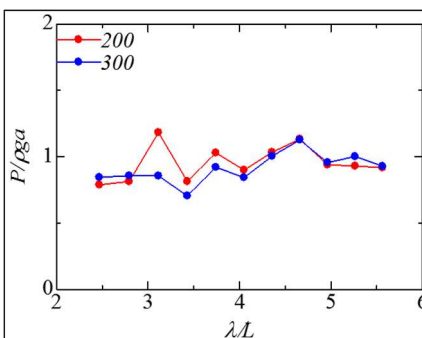


Figure 5. Orifice-Internal pressure fluctuation

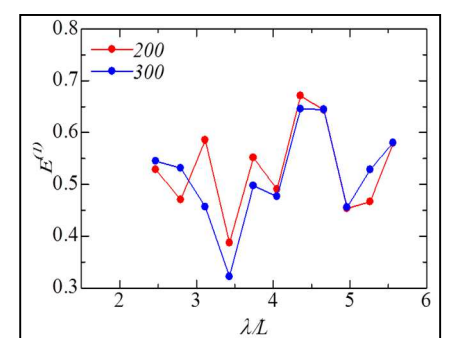


Figure 7. Orifice-Primary conversion efficiency