

浮体規模の変化による波力発電に関する研究

Performance of Wave Power Generation Changing the Size of Floating Structure

○渡邊由香¹, 居駒知樹², 増田光一², 恵藤浩朗², 前田久明²*Yuka Watanabe¹, Tomoki Ikoma², Koichi Masuda², Hiroaki Eto², Hisaaki Maeda²

This paper describes the take-off power of hulk and large floating structure which wave energy convertors of an oscillating water column type are installed. The scale of the floating structure is different from the existing study. 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. Comparing with hulk and existing model, the performance of take-off power is high in large floating structure than the size of hulk.

1. 緒言

近年、再生可能エネルギーの開発や研究が盛んに行われており、特にヨーロッパのベンチャー企業を中心に実証試験が進められている。その中で、振動水柱型 (Oscillating Water Column: OWC) 波エネルギー吸収装置 (Wave Energy Converter: WEC) を浮体に設置し、利用したところダンパーの役割として作用し、弾性応答の低減が確認できた。このような大型浮体を利用するコンセプトは廃船が予定される船舶のリサイクル先としての転用が考えられる。大型の船舶を改造することで波力発電装置としての利用が検討でき、様々な用途で活用が可能となる。

著者ら²⁾はポンツーン型大型浮体に OWC 装置を多数設置した浮体コンセプトを提案してきたが、廃船を利用した複数の OWC 搭載装置の外観は同様である。

本研究では、著者ら²⁾の有する OWC 型波力装置の流体力解析・発電性能評価手法を適用して、廃船を同規模のポンツーンとして、その波力特性と発電性能を検討することを試みた。なお、OWC 装置の特徴として OWC 側面に海水の流出入口がある場合と OWC 下部にそれがある場合とで波パワー吸収特性が異なる。本研究ではこれら 2 つの設置方法による違いを比較しながら、廃船利用を小規模の浮体と想定した場合と、従来の浮体規模での発電特性の違いについて考察する。

2. 理論計算

本理論計算には、速度ポテンシャルの直接解法三次元特異点分布法を適用し、空気室内の内部圧力と体積変動を直接求めた。この方法の OWC 上部の自由表面の方程式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

廃船を想定した浮体の全長は 180m、全幅 30m、喫水 10m とする。一つの OWC の空気室高さを 8m、空気室幅を 8m とし、水線面積は 64m² である。OWC 装置を長手方向に 15 基ずつ、全体で 30 基配置したものを Fig.1 に示す。また、OWC の側面に海水の流出入口を設けている。計算は $L/\lambda=0.3\sim 1.0$ (周期 10.1~19.6 秒) とする。続いて、Fig.2 に従来の大型浮体の計算モデルを示す。全長は 500m、全幅 250m、喫水 5m とし、一つの OWC の区画サイズを長さ 10m、幅 10m とした。ただし、OWC の内径は長さ 6m、幅 6m で水線面積は 36m² である。OWC 装置を外周に 146 基搭載し、下部に海水の流出入口を設けている。計算は $L/\lambda=3.0\sim 12.0$ (周期 5.1 秒~10.3 秒) とする。いずれも、水深は 100m とする。

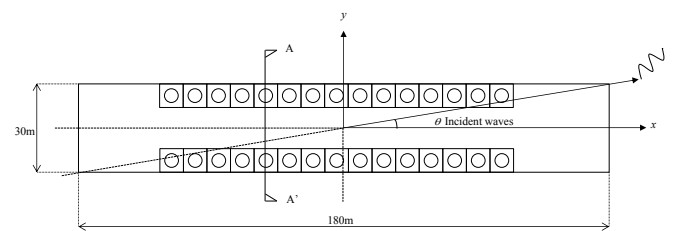


Figure 1. Calculation Model Plan with 30 WECs

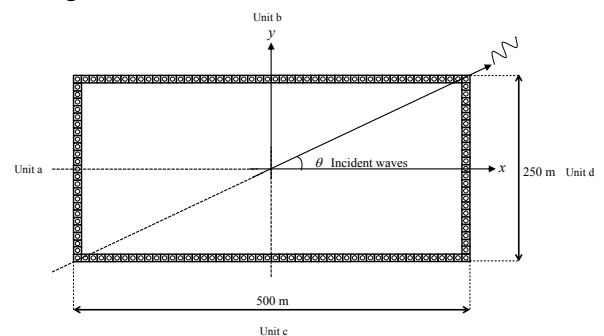


Figure 2. Calculation Model with 146 WECs

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.

4. 計算結果および考察

Fig.3 および Fig.4 は入射波角度が 0° と 90° の廃船を対象とした一次変換係数を示す。 0° 入射では一次変換係数のピークが 1 つみられるが、 90° 入射においてはノズル係数 $1.0e-1$ 以外では 2 つのピークが明確に存在する。さらに 0° 入射では周期が短くなると一次変換係数が減少するが 90° 入射では上昇する傾向にある。 90° 入射においては海水の流出入口が横にあり、区画内部に入射波が透過しやすくなるためこのような傾向になると考える。また、今回の計算範囲は長い周期帯であるため、今後の計算では短めの周期帯を対象に取り扱う必要がある。

Fig.5 には入射波角度が 0° における大型浮体の一次変換係数を示す。廃船を想定したものと比較をすると一次変換係数の高い範囲が周期の短いところにずれていることが確認できる。また、ノズル係数の違いによる影響が大きくでることが確認できる。

また、30m級の廃船の OWC 装置一基の取得可能な波パワーの期待値 E を算出したところ、 $L/\lambda=0.6$ において約 47.7kW, 30 基全体で約 2.3MW となる。ただし、発電効率は考慮していない。また、Table 1 に大型浮体の不規則波中における入力および出力波パワーを示している。波高 4m では 146 基全体で 11MW の出力波パワーを獲得できる。今後、実海域を選定し発電出力の試算を行う。

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) 廃船のモデルにおいては波周期が 13.8 秒の波高が 2m では、30 基全体で約 2.2MW, 大型浮体においては波高 4m で、146 基全体で 11MW の出力波パワーを獲得できる。
- 2) 入射波角度 0° においては、大型浮体の一次変換係数の周期帯が短いほうにずれていることが確認できる。

6. 参考文献

[1] 大澤弘敬, 宮崎剛, 鷺尾幸久, 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] 居駒知樹, 増田光一, 林昌奎, 前田久明, 渡邊由香: OWC 型波浪発電装置を取り付けた大型浮体の発電出力ポテンシャル, 第 23 回海洋工学シンポジウム, OES23-045, 2012.8

[3] 前田久明, 木下健, 林昌奎, 居駒知樹; 波エネルギー

ギー吸収機構付メガフロートに関する研究, 研究成果報告(個別編:東京大学 前田久明), 2000

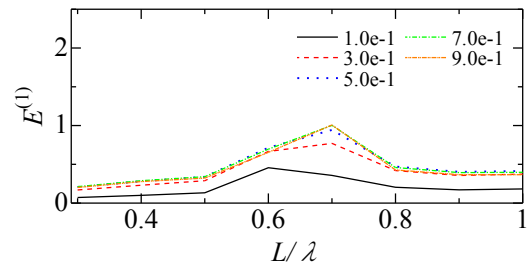


Figure 3. Primary conversion efficiency of side open type in 0 degree waves

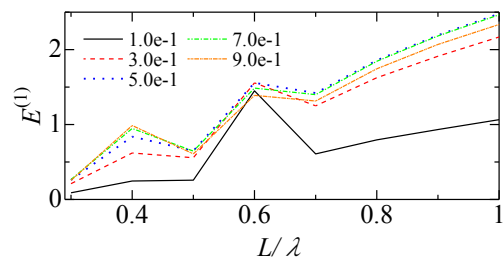


Figure 4. Primary conversion efficiency of side open type in 90 degrees waves

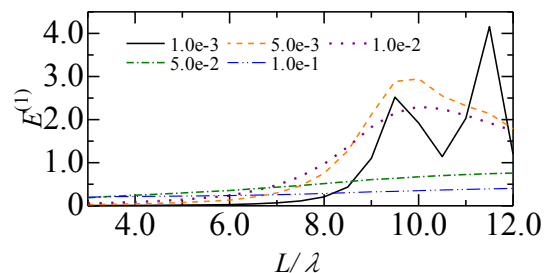


Figure 5. Primary conversion efficiency of Model with 146 WECs in 0 degrees

Table 1. Input wave power and take-off power by Model with 146 WECs in irregular waves

		kW/m	MW/250m	MW/250m	MW
H_s [m]→		2	2	4	*200%
wide of power [m]→		1	250	250	
L/λ	T_s [s]	kW/m	MW/250m	MW/250m	
3.0	10.3	20.7	5.2	20.7	
3.5	9.6	19.1	4.8	19.1	
4.0	9.0	17.9	4.5	17.9	
4.5	8.4	16.9	4.2	16.9	
5.0	8.0	16.0	4.0	16.0	
5.5	7.6	15.3	3.8	15.3	
6.0	7.3	14.6	3.7	14.6	
6.5	7.0	14.0	3.5	14.0	
7.0	6.8	13.5	3.4	13.5	
7.5	6.5	13.1	3.3	13.1	
8.0	6.3	12.7	3.2	12.7	
8.5	6.1	12.3	3.1	12.3	24.6
9.0	6.0	11.9	3.0	11.9	23.9
9.5	5.8	11.6	2.9	11.6	23.2
10.0	5.7	11.3	2.8	11.3	22.6
10.5	5.5	11.1	2.8	11.1	22.1
11.0	5.4	10.8	2.7	10.8	21.6
11.5	5.3	10.6	2.6	10.6	
12.0	5.2	10.3	2.6	10.3	