

○東海大学 学生会員 林 秀明, 海洋科学技術センター 正会員 堀田 平

1. はじめに

近年、波のエネルギーを吸収して発電を行う波力発電装置の開発が盛んになり、各所に実用規模の装置が計画・建造されている。なかでも、コンパクトな電力供給源として沿岸固定式もしくは防波堤ケーソン式の振動水柱型波力発電装置は、メカニズムの簡便さから実用化へ最短距離にあると考えられており、数多くの研究・開発が推進されている。しかしながら、この形式の装置は、空気タービン性能、波峰長さ、堤体構造強度および発電コストなどの観点から、一基当りの規模に限界があり、したがって需要に応じて複数の装置を備えなければならない。これに対して、これまで単独の装置についての研究は数多く行われているものの、複数の装置を波峰方向に並列した状態での研究は殆んど行われていない。そこで、著者らは、複数の振動水柱型波力発電装置を並列に配置したときの基本的現象を明らかにするために、基本モデルを用いた水槽実験を行い、その効果を明らかにすることができた。本報では、この実験結果の概要を紹介し、これから考察される諸現象について報告する。

2. 実験

2.1 供試模型および実験方法

振動水柱型波力発電装置とは、図1に示すように、底の開いた空気室内の振動水柱が波により上下動して空気室上の開孔部を流入・流出する空気流を励起させ、そこに取り付けられている空気タービン・発電機を回して発電を行う装置である。この空気室に底板を設けて更にハーバーを取り付けることにより波エネルギー吸収効率が一層向上することが報告されているが²⁾³⁾本研究においては、この空気室の波峰方向への配置の影響を調べるため、図2に示すように、同形状の空気室を並べ、天端の開孔すなわちノズルを表1に示す組み合わせで開放および閉鎖して、実験を行った。

空気室の寸法は、 $B=0.44\text{ m}$ 、 $A=0.44\text{ m}$ 、 $D=0.40\text{ m}$ 、 $H_d=0.45\text{ m}$ 、 $L_h=0.90\text{ m}$ 、 $L=3.96\text{ m}$ であり、ノズル比（空気室内水線面積に対するノズル面積の比）は全て1/100である。この空気室を幅4m、水深2m、長さ40mの水槽の消波装置の直前に固定して設置し、入射波高(H_w)約5cm、周期(T_w)0.8~4secの規則波を正面から入射させて、空気室内圧力 P の変動を調べた。

2.2 解析

ノズルを通過する空気流の行う仕事 W は P を用いて

$$W = \sqrt{P_a/2} \cdot C \cdot S \cdot P_a^{3/2} \quad (1)$$

として求められる。ここで P_a は空気密度、 S はノズル面積、 C は縮流係数である。従って、正弦波中の一周期の平均値 $\bar{W}$ は、

$$\bar{W} = \frac{1}{T_w} \int_0^{T_w} W dt = \frac{1}{T_w} \int_0^{T_w} \sin^2 \omega t dt \cdot \sqrt{P_a/2} \cdot C \cdot S \cdot P_a^{3/2} \quad (2)$$

となる。ここで P_a は P の片振幅値である。一方、空気室幅 A あたりの波エネルギー E_w は、水の密度 ρ_w 、重力加速度 g を用いて、

$$E_w = (\rho_w \cdot g^2 / 32\pi) \cdot H_w^2 \cdot T_w \cdot A \quad (3)$$

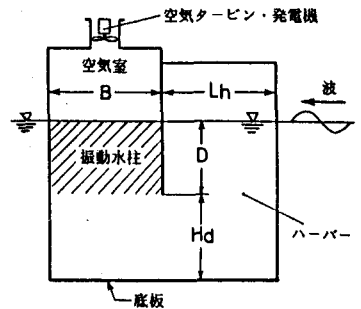


図1 ハーバー付き空気室概略図

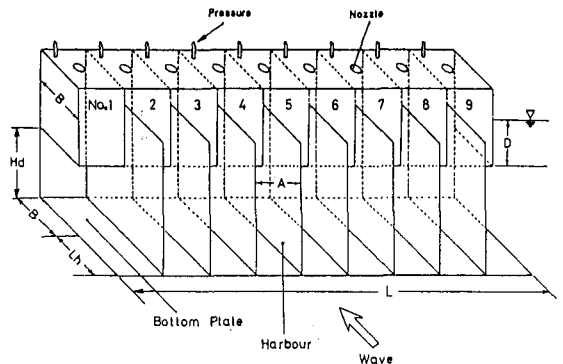


図2 空気室の並列配置概略図

表1 空気室の並列配置状態 (O:開放, X:閉鎖)

空気室番号 ノズル状態	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	O	O	O	O	O	O	O	O	O
B	O	X	O	X	O	X	O	X	O
C	X	O	X	X	O	X	X	O	X
F	X	X	X	X	O	X	X	X	X

であるから、波エネルギー吸収効率 η は、

$$\eta = W/E_w \quad (4)$$

となる。ただし本報においては、これを波エネルギー吸収幅比 (Absorbed width ratio) と称して取り扱う。

3. 結果および考察

底板なし空気室、底板付き空気室およびハーバー付き空気室の波周期に対する波エネルギー吸収特性を図3、図4および図5に示す。なお、各国中の計算値は closed form theory⁴⁾ にハーバー影響を取り入れた二次元計算法³⁾ による計算結果である。

3.1 底板なし空気室

振動水柱の上下揺れによって発生する発散波が最も大きい共振周期 (約1.8秒) 付近においてモノズル状態による差は小さく、このような二次元対称運動型の装置では並列配置による効果は小さいことが明らかになった。

3.2 底板付き空気室

底板を付けることにより、並列配置による効果すなわち各空気室の側方からの波エネルギー吸収が行われ、波エネルギーを吸収する空気室の間隔にほぼ比例して効率が向上しており、これからこのような非対称運動型の装置は三次元効果が現われることが明らかになった。

3.3 ハーバー付き空気室

底板に加えて更にハーバーを取付けることにより、三次元効果は一層顕著になり、底板なし空気室に比べて全周波数領域に亘って効率は大きく向上する。これは、側方からの波エネルギー吸収がハーバー部においても行われたためと考えられるが、空気室間隔に効率の向上は比例しておらず、それに最適値が存在することが予想された。一方、短周期側にも効率のピークが出現し、この形式の空気室がマルチレゾナンス型の装置となることが確認された。

4. 結言

複数の振動水柱型固定空気室に底板およびハーバーを取り付け、間隔をあけて波峰方向に並列配置することにより波エネルギー吸収効率が向上することが明らかになった。

参考文献

- 1) B.M.Count, D.V.Evans; The influence of projecting sidewalls on the hydrodynamic performance of wave-energy devices, Journal of Fluid Mechanics, vol.145, pp.361-376, 1984
- 2) 堀田平也; 振動水柱型波力発電装置の空気出力に関する基礎的研究, 第30回海岸工学講演会論文集, 1983
- 3) 宮崎武晃, 堀田平; マルチレゾナンス式振動水柱型波力発電装置の研究, 第32回海岸工学講演会論文集, 1985
- 4) 高橋重雄; 波力発電ケーソン防波堤の開発, 昭和60年度港湾技術研究所講演会講演集, 1986

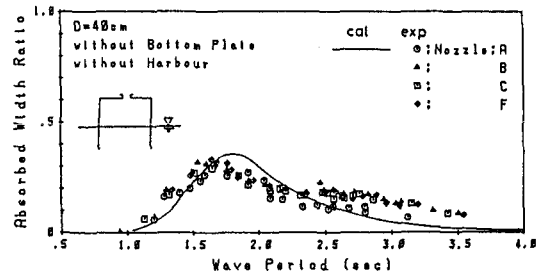


図3 底板なし空気室の波エネルギー吸収特性

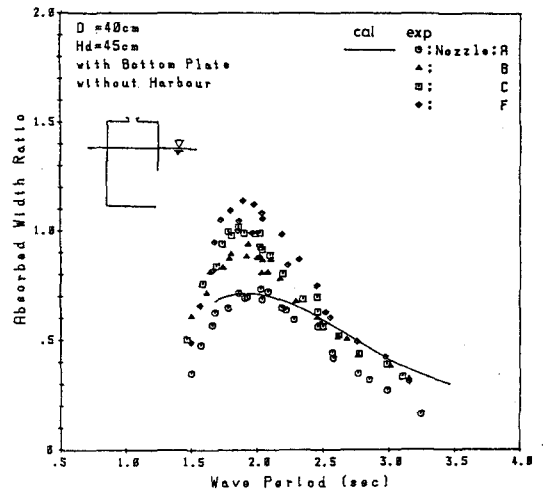


図4 底板付き空気室の波エネルギー吸収特性

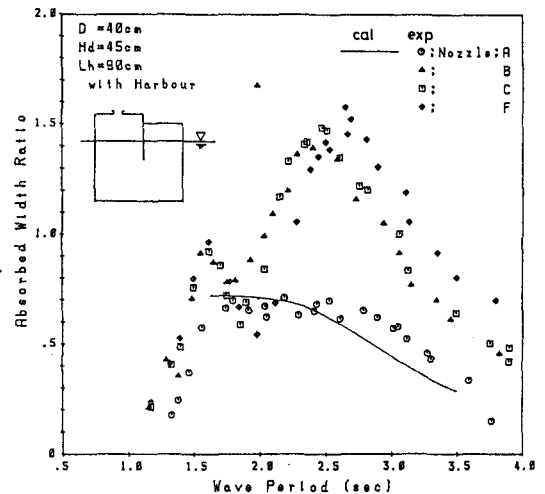


図5 ハーバー付き空気室の波エネルギー吸収特性