

波力エネルギー変換の高効率化について

山口大学大学院 学○嘉屋 和男 山口大学工学部 正 羽田野 袈裟義
日本文理大学工学部 正 樋田 操 琉球開発（株） 玉城 亮紀

1. はじめに

当研究室では複数浮体式波力発電の開発を行っている¹⁾。このシステムでは浮体の上下動を利用するため、効率向上には浮体の上下運動を大きくすることが先決である。本研究では、水面波発生域の水面近くに枠体を設置すると枠体内の水の運動がほぼ鉛直成分のみとなりその運動を増幅しうることに着目し、その性質を水槽実験により調べたのでその結果を報告する。

2. 利得エネルギーの概要

水面と浮体・釣合錘の上下動が同位相であるとした時、浮体・釣合錘の上下動の拡大率が水面上下動の振幅の半分になるように制御すると最適なエネルギー変換が行われる。この時の浮体・釣合錘による時間平均のエネルギー利得は、水の単位重量を w 、浮体の水平断面積を A 、水面波を波高 H 、周期 T の正弦波とした時、 $1/16 \cdot wA \cdot H^2/T$ で与えられる。但し、エネルギー利得はエネルギーフラックス F_e と浮体の波峰線方向長さ D の積を上まわることはいできない。従ってエネルギー利得は次式で見積もられる。

$$P = \text{Min} \left(\frac{1}{16} wA \frac{H^2}{T}, F_e D \right) \quad (1)$$

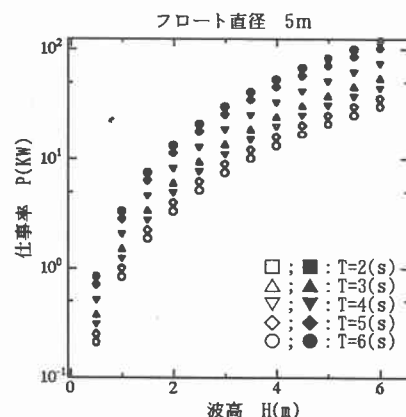


図-1 円筒浮体の利得動力

図-1 は直径 5 m の円筒浮体を用いた時のエネルギー利得を求めた結果である。図中、黒く塗りつぶされたプロットは枠体内の水面振動が入射波の 2 倍になったとした時の結果である。周期 2, 3 秒ではエネルギーフラックスの値が小さいため、枠体内水面波を増幅しても大きなエネルギーを得ることはできない。しかし周期が長くなればエネルギーフラックスの制限が緩和されるため増幅波によって、より大きなエネルギーが得られることになる。

3. 実験模型と方法

実験は日本文理大学海洋工学研究室実験場の造波水槽で行った。水槽は定格深さ 1m、長さ 40m、測定部の幅 15m であり、幅 15m の造波板を設置している。実験時の水深は 35 cm である。案内壁付枠体の内側に浮体を配置した概念図を図-2 に示す。本実験では枠体のみの場合について、入射波の波高と枠体内の波高を測定した。ま

た既往研究により、枠体を連続して配置した場合にその配置間隔が枠体内の波高増幅に影響を及ぼすことが示唆された。このことは鏡像の原理により、2つの平行な鉛直壁の中央に枠体を置くことにより評価することができる。このため、2つの鉛直壁の間隔 S の効果も調べた。実験条件を表-1 に示す。 T は波の周期、 H は波高、 L は波長で、 l, b, a, d は図-2 の通りである。共振の原理を利用することを想定し、 $l=L/4$ とした。

表-1 実験条件

T(sec)	H(cm)	L(m)	l(m)	b(cm)	S(m)	a(m)	d(cm)
1	6	1.424	0.356	50	1, 1.5, 2	0.2, 0.4, 0.6	5, 7, 10
1.5	6	2.487	0.622	50	1, 1.5, 2	0.2, 0.4, 0.6	5, 7, 10
2	6	3.487	0.871	50	1, 1.5, 2	0.2, 0.4, 0.6	5, 7, 10

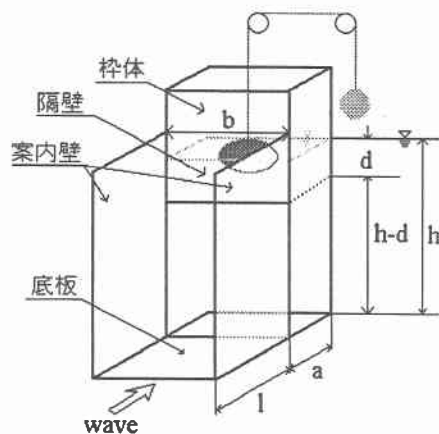


図-2 案内壁付枠体の概要

4. 実験結果

図-3, 4に $S/b=4$, $T=1, 2$ sec の条件における柵体奥行と増幅率の関係を示す. この図より相対的な柵体奥行 $a/(L/4)$ の増加により増幅率が減少している. また柵内における波の運動も $a/(L/4)$ の値により異なり, これが1より小さいと上下動中心の運動で, 1より大きいと進行波の性質をおびてくる. 発電することを想定すると, 柵体内の進行波は浮体の水平動を生じさせるため適さない. 以上より $a/(L/4) < 1$ のとき増幅率が大きく, しかも上下動中心の運動となるため当研究室で開発中の浮体式波力エネルギー変換システムに適していると考えられる.

図-5に $S/b=4$, $T=2$ sec の条件における相対的な隔壁没水深 d/H と増幅率の関係を示す. この図より $a/(L/4)$ の値によって増幅率の変化はあっても比 d/H の値によって増幅率の変化はあまりないことがわかる. ただし, d の値が波高の半分以下 (d/H が 0.5 を下回ると) 波が隔壁の下に入り込み波が増幅されないと考えられる.

図-6に $a/(L/4)=0.459$, $T=2$ sec の条件における相対的な柵体間隔 S/b と増幅率の関係を示す. この図より S/b の値によって増幅率があまり変化していないことがわかる. 多くの電力を得るには多くの装置を設置する必要がある. よってできるだけ装置間隔 S を小さくし, 多くの装置を設置するのが得策だと考えられる.

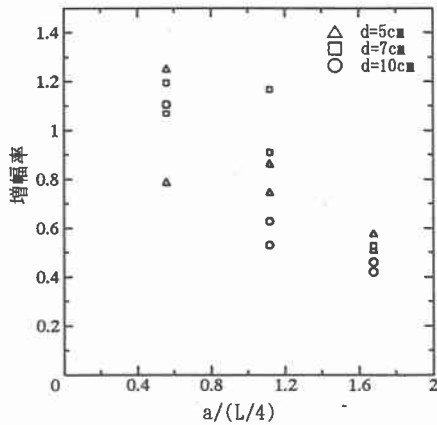


図-3 $a/(L/4)$ 増幅率 ($T=1$ sec)

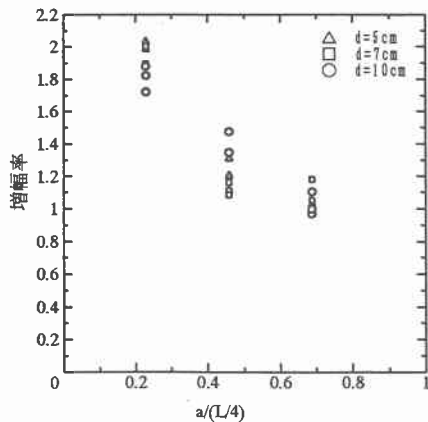


図-4 $a/(L/4)$ 増幅率 ($T=2$ sec)

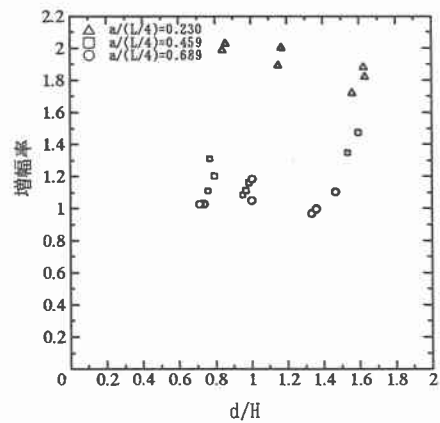


図-5 d/H 増幅率 ($T=2$ sec)

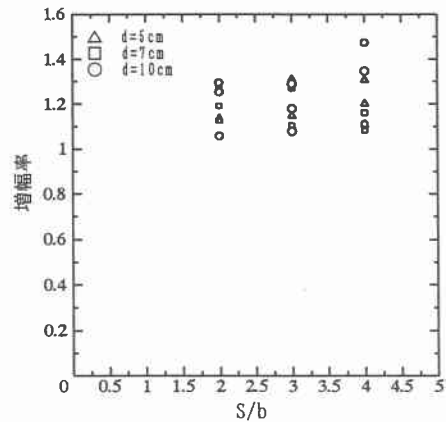


図-6 S/b 増幅率 ($T=2$ sec)

5. 結語

以上, 本実験により, 正面から波を受ける場合, 柵体奥行を入射波の波長の $1/4$ 以下にすれば増幅が達成されることがわかった. 隔壁没水深や複数配列の時の配置間隔の効果はあまり無い様であるが, $a/(L/4)$ が1より小さい条件での特性を更に検討する必要がある.

参考文献 1) 大木ら: 土木学会中国支部研究発表会, pp217~218 (2000)