

固定空気室による波浪発電の出力向上の研究

——projecting wall効果——

海洋科学技術センター O(正員) 堀田 平, 同(正員) 宮崎 武晃, 室蘭工大 竹内 俊介

1. はじめに

我国沿岸に打ち寄せる波のエネルギーを利用する発電システムとして沿岸固定式の共振型波力変換装置が近年着目されてきている。このメカニズムは、空気室内の水柱が波により振動を励起され、これにより空気室上面に設けられたノズルを通る空気流が発生し、空気タービンを回して発電するというもので、水柱の固有振動周期に波浪の周期が近づくと高いエネルギー変換効率を得ることができ。しかし、海洋波は種々の周期を持つ不規則波であるため、常時効率良く波エネルギーを吸収するには広い範囲の波周期に対して空気出力を高める必要がある。

本報告においては、海産研型固定空気室¹⁾の開口部両側面にprojecting wallを取り付けた場合の空気出力の定性的な特性について述べる。この方式は水柱の振動メカニズムを変えて共振周期を多重にするものであり、multi-resonance型と呼ばれ、これまでの装置に比べ容易にエネルギー吸収周波数帯を広げることができ、また空気出力の向上も計るものである。これに関してEvans²⁾, Bönke³⁾らが空気室前面で発生する定在波に重点を置いて、主に理論的な検討を行ってきたが、本報では実海域に設置する空気室の最適設計を念頭に置き、multi-resonanceの生じる周期を求める簡易式を提案し、実験結果との比較を行う。

2. multi-resonance

Fig.1に示すように空気室の開口部両側面に設けられた鉛直板をprojecting wallと呼び、これにより振動水柱の長さが長くなると同時に空気室前面と囲まれた部分(harbour)に生じる定在波のエネルギーを有効に取り入れられるようになる。このメカニズムは次のようになる。

1) 水柱の振動

Fig.2に示す $(L+L_h)$ の長さの水柱が中心線方向に振動することにより空気出力が得られる。この水柱振動の固有周期 T_N は、水柱を図中点打部の様な形状とし、また付加質量を図中斜線部(半径 $h/2$ の半円)として扱うと、

$$T_N = 2\pi\sqrt{\rho(\gamma+m)/A_w \cdot g}$$

$$= 2\pi\sqrt{\{L \cdot La + La/h \cdot L_h \cdot h + \pi/2 \cdot (h/2)^2\}/La \cdot g} \quad \dots(1)$$

となり、空気出力のpeak値が現われる周期はprojecting wallの付いていない空気室に比べて長周期になる。

2) harbour resonance

Fig.3に示すように、空気室前面のprojecting wall内

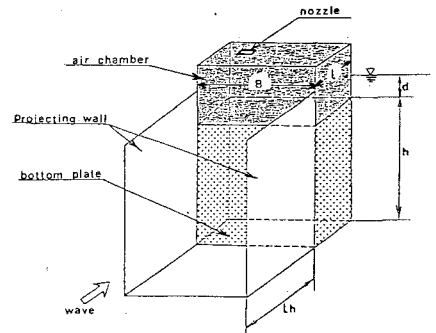


Fig.1 projecting wall付固定空気室

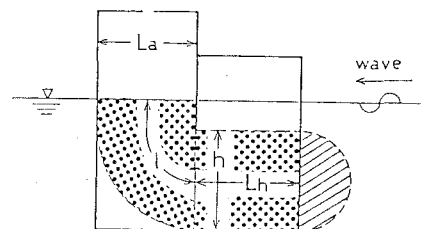


Fig.2 振動水柱

Hitoshi HOTTA, Takeaki MIYAZAKI, Syunsuke TAKEUCHI

において空気室前面に生じる定在波の波長が projecting wall 長さの4倍になる時に harbour resonance と呼ばれる空気室内水柱の共振現象は顕著となる。つまり入射波の周期が T_w 、波長が λ の深海波だとすると、projecting wall 長さ L_h が

$$L_h = \lambda/4 \\ = 8/2\pi \cdot T_w^2/4$$

....(2)

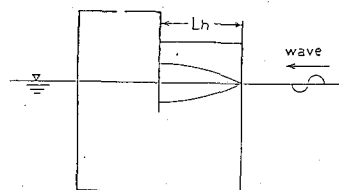


Fig.3 projecting wall 内定在波

となる時であり、これより harbour resonance による空気出力の peak 値の波周期 T_H は

$$T_H = \sqrt{8\pi/g \cdot L_h} \quad \text{....(3)}$$

として求められる。

3. 実験

海洋科学技術センター波動水槽（長さ40m、幅4m、水深2m）の中央部に長さ(L_a)0.4m、幅(B)0.4m、没水(d)0.05mの空気室を固定しこれに開口高さ(h)0.4mの底板および長さ(L_h)0.4mの projecting wall を取り付け、上面には1ズル比1/80の1ズルを設けた。これに波高約

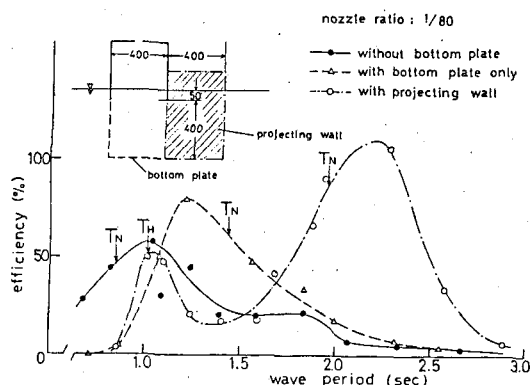


Fig.4 固定空気室の波エネルギー吸収効率

5cm、周期0.65~3.3secの規則波を及ぼし、入射波高、空気室内波高および空気室内圧力を計測し、入射波エネルギーと空気出力を求め、エネルギー吸収効率を求めた。⁹⁾

結果の一例をFig.4に示す。これは波周期に対するエネルギー吸収効率の特性を各空気室の状態について調べたものである。図中縦軸は平均空気出力を空気室幅に入射する波エネルギーで除した値であり、各矢印は(1)、(3)式で得られる各状態の水柱共振周期である。

4. 考察

まず、実験によって得られた吸収効率の peak 周期が計算による値には近いことから、

2. で述べた水柱振動のメカニズムが実証され、それより以下の点が明らかになった。
- i) 底板そして更に projecting wall を取り付けることにより、振動水柱が長くなり、水柱の共振周期が長周期になる。この時、水柱質量は増大するが減衰力はさほど増加しないため、peak 時のエネルギー吸収効率が次第に上昇しているものと考えられる。
- ii) projecting wall 付固定空気室には harbour resonance が生じ、水柱の共振周期が長周期になったため低下した短周期におけるエネルギー吸収効率を上昇させることになる。また、この形式の固定空気室は空気室側方からの波エネルギーを吸収することが可能で、projecting wall 付空気室では吸収効率が100%を越える波周期も出現している。

5. 参考文献

- 1) 沿岸波エネルギー利用システム開発研究，昭和57年4月，海洋産業研究会
- 2) D.V. Evans; Wave-Power Absorption within a Resonant Harbour, WEU. 2nd Int. Symp. 1982
- 3) K. Bonke ほか; The Kværner Multiresonant OWC, WEU. 2nd Int. Symp., 1982.6
- 4) 竹内俊介; 波浪発電装置の空気出力向上に関する基礎研究，昭和57年度東海大学卒業論文