

波力による一方向気流発生装置に関する基礎研究

筑波大学 理工学群工学システム学類 学生会員 ○野戸 秀晶
 筑波大学 システム情報工学研究科 正会員 武若 聡

1. はじめに

現在、世界的に広がる環境問題やエネルギー枯渇問題の解決策の一つとして再生可能エネルギーの研究開発が盛んに行われており、その再生可能エネルギーの一つである波力エネルギーにも期待が寄せられている。

本研究では振動水柱型(OWC)を基盤とした波力エネルギーを一方向流の気流へ変換するモデルを考案及び製作し、基礎的な波浪実験を行いその特性を調べた。

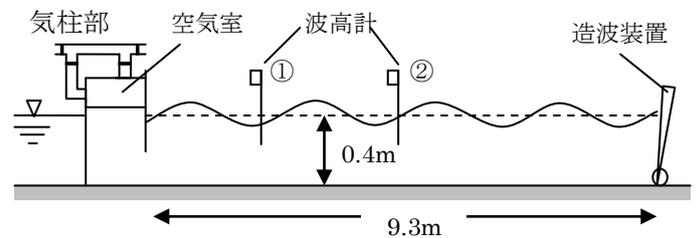


図1 実験水路概要図

2. 実験

図1に実験装置の全体図を示す。固定式波力装置は空気室（縦0.4 m×横0.4 m×高さ0.6 m）と気流を一方向に整流する部分で構成され、空気室は上面と側面の2ヶ所に直径60 mmの穴が開いている。また本実験では重複波が発生するので、2つの波高計①・②を用いてHealyの方法より反射率を求めた。

図2に波の上下運動によって発生した往復流を一方向流に変換する気柱部の原理図を示す。円形の管で構成し、4ヶ所に逆流防止の弁が取り付けられている。左右の通口は大気から空気を吸入・放出し、下の左右の通口は空気室につながっている。空気室内の水面が上昇すると、空気室内の圧力が上昇するため、右下の弁1が開き弁3から気流が放出される。この時、弁2と弁4は加圧されることにより閉じられる。次に、空気室内の水面が下降することで負圧になり、弁2と弁4が開き、大気から空気を吸入する。この時、弁1と弁3は閉じる。気柱部は常に右から左に空気が流れ、ここに一方向流ができる。ここではその風速を熱線風速計で測定する。造波し空気室とその前面の水位反動を観察したところ、両者には位相差があった。実験は造波条件を波高は0.02 m~0.12 mであり、周期は1.0 s~1.8 sの間で変化させて行った。

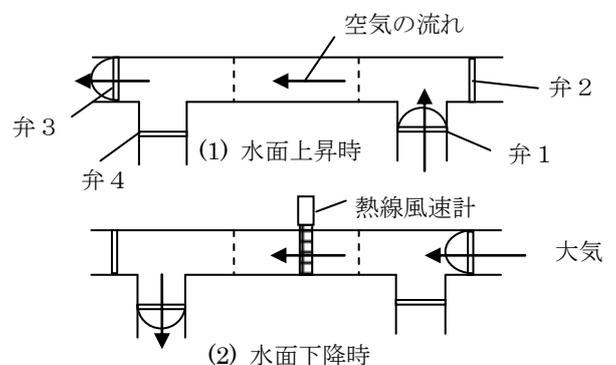


図2 気柱部の原理図

各弁は一方向(図中の半円側)のみに開く

3. 実験結果

図3に実際に測定した風速計及び波高計からの出力変動の例を示す。気流には、波の1周期あたりに2つの山状の波形が現れる。これは空気室内の水面が上昇する時間帯（Aの領域）と下降する時間帯（Bの領域）に対応する。

図4に周期と反射率の関係を示す。周期が1.5~1.6 s付近で最少になることが読みとれる。つまりこの付近で波のエネルギーが、空気室内の水柱の振動のエネルギーに変換される効率が最大となる。

キーワード：波力発電，一方向流，基礎研究

連絡先：〒305-8577 茨城県つくば市天王台1丁目1番地1 筑波大学内 第三学群 E棟 211号室

TEL: 029-853-5600 (8268) E-mail: noto@surface.kz.tsukuba.ac

次に波、空気室内の水面振動、気柱室の流れのエネルギーを計算した。

波のエネルギー E_{wave} の算出には次の式を用いた。

$$E_{wave} = \frac{1}{8} \rho_w g H^2 C_g \times w \quad [W] \quad (1)$$

ρ_w は水の密度、 g は重力加速度、 H は波の波高、 C_g は群速度、 w は水路幅(=0.4 m)である。波高は入射波高の値とし、群速度は波の周期と水深より算出した。

気柱部における風のエネルギー E_{air} は以下で求めた。

$$E_{air} = \frac{1}{2} \rho_a A V^3 \quad [W] \quad (2)$$

ρ_a は空気密度、 A は受風面積、 V は風速である。受風面積は管(内径 56 mm)の断面積を用いた。

次に、入射波エネルギーから風エネルギーへの変換効率を求めた(図5)。周期が短いほど変換効率が小さくなっている。また、1.8 s 付近のデータを除けば周期が長くなると変換効率の変化が小さくなるようである。

次に入射波エネルギーから、空気室内の水柱の振動のエネルギー(水柱振動エネルギー E_{owc} とする)へ変換効率 η_2 を次のように求めた。

$$\eta_2 = \frac{E_{air}}{E_{owc}} = \frac{E_{air}}{(1 - K_r) E_{wave}} \quad (3)$$

η_2 と周期との関係を図6に示す。平均的な変換効率は0.088である。この曲線が、本実験で制作したモデルの気柱部の特性である。

4. 結び

本実験では波力による一方向気流発生装置に関する周期的な検討を行った。今回の実験では気柱部に対して有効な特性を確認することができなかった。今後は周期がより長い領域での実験方法についても検討する必要がある。また、装置の他のパラメータに対する特性についても検討する。

参考文献

- 1) 高橋重雄(1993): 波エネルギー変換装置の現状について, 第29回水工学に関する夏期研修会講義集, 土木学会海岸工学委員会・水理委員会
- 2) 服部昌太郎: 海岸工学, コロナ社, 1987

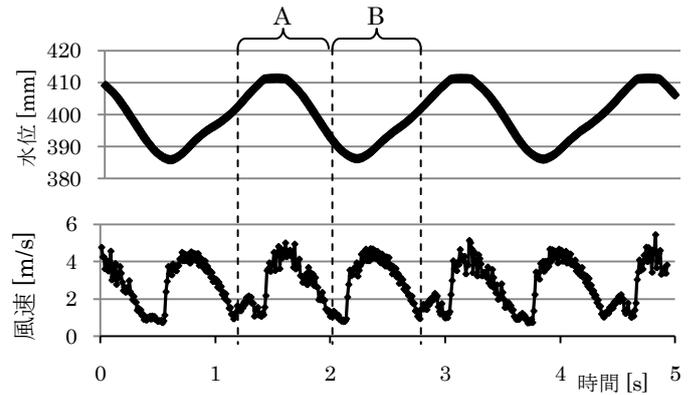


図3 波高(上)及び風速(下)の変動
波高計の計測位置: 空気室から 3.4 m 地点
波の周期: 1.61 s, 入射波高: 0.027 m

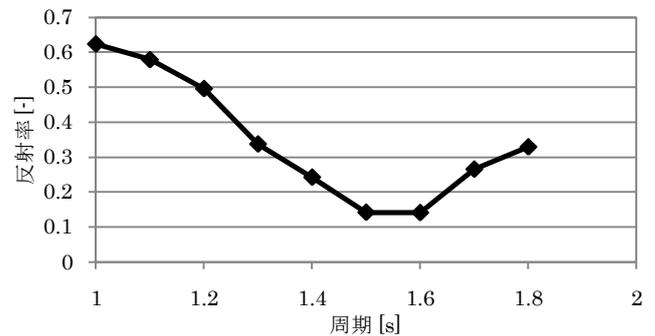


図4 周期と反射率

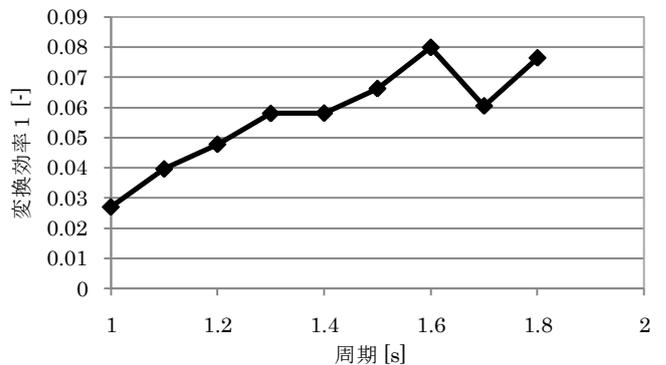


図5 入射波エネルギーから風エネルギーへの変換効率

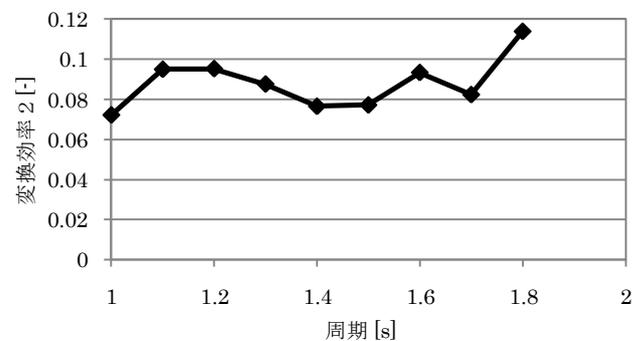


図6 空気室の水柱振動エネルギーから風エネルギーへの変換効率