

1. はじめに

近年、エネルギーの大量消費による環境破壊、地球温暖化や化石燃料枯渇などが重大な問題となっており、化石燃料依存を軽減できる風力、波力などの再生可能エネルギーに注目が集まっている。特に波力エネルギーの利用は四方を海に囲まれた日本において今後重要になると考えられる。本研究室では新しいタイプの波力発電装置として、流体中に置かれた回転体が揚力を得るといふ「マグナス効果」^[1]を利用した浮体式の波力発電装置を提案し、本システムの基本的な動作確認が行われた。本研究では同提案装置の発電性能を評価するとともに、本システムの基本的な改良を行うこととする。

2. 浮体式マグナス波力発電装置

本提案装置は海上に浮かぶ浮体とこれと連結された海中のタービンとで構成されている。図1に本装置の構成を示す。本装置のブレードはマグナス効果による揚力を得られるように円筒型となっており、これ自体が図示のように回転する構造となっている。例えば、浮体が波のエネルギーを受けて上方へ移動するとこれによる相対的な水流が海中のブレードに作用し、図示の方向に発生する揚力によりメインシャフトが回転する。本装置はブレード自体の回転速度や方向を変えることにより、波のような複雑な反復運動を滑らかな回転運動に変換することができる。

3. マグナス波力発電装置のタービン出力

日本近海において発電に適している波は、波高値 0.5~3[m]、周期 5~10[s]と言われており、一般的な波の有義波高値 H は 1.5[m]、有義波周期 T は 8[s]とされている^[2]。本章では、この一般的な波の値を用いて供試マグナス波力発電装置のタービン出力の概算を行うこととする。

まず、波のエネルギー P_w は次式で表される^[2]。

$$P_w = 0.5 \rho g^2 H^2 T / (32\pi) \quad \dots\dots (1)$$

但し、 ρ : 流体の密度、 g : 重力加速度。

また、タービン出力 P_t は風車と同様に考えて、流速の3乗に比例する次式を用いて表すこととする。

$$P_t = 0.5 C_p \rho (\pi R_b^2) V_w^3 \quad \dots\dots (2)$$

但し、 C_p : 出力係数、 R_b : ブレード半径、 V_w : 流速。

以上の方程式より、一般的な波の持つ 1[m²]あ

りのエネルギーは約 8.6[kW]となる。また、供試機が受ける波の上下運動に基因する流速は 0.375[m/s]となり、供試機のタービン出力は ($R_b = 0.43$ [m]、 $C_p = 0.4$ として計算した) 6.1[W]となった。これは波の持つエネルギーの 0.07%であり、このままでは発電装置として十分な出力を得ることができないことがわかった。これを改善するためにはブレード半径を大きくすれば良いが、ブレード自体を回転させるエネルギーが増加することや、装置自体が大型化してしまう問題が生ずることとなる。

4. システム出力に関する装置の改良

タービン出力の低い原因がブレードの受ける流速の遅さであることから、これを改善することのできる装置としてガイドベーンを提案する。これを供試機に取り付けた場合もシステムは大型化することとなるが、ガイドベーンにより流速を上げることができ、マグナス効果を利用したブレードが高い流速においても十分な揚力を得ることができれば、ブレード半径を大きくするよりも装置の大型化を避けることができる((2)式より、 P_t は R_b の2乗、 V_w の3乗に比例する)。実際にガイドベーンを取り付けた供試機を製作し、プールにおいて実験を行ったところ、ガイドベーンの効果により、タービン回転速度は取り付けないものと比べて高速で回転することが明らかとなった。

5. むすび

本稿ではマグナス波力発電装置の出力向上を目的として、ガイドベーンを有する装置を提案し、同ガイドベーンの効果について検討を行った。その結果、ガイドベーンの働きによりタービン回転速度が向上することなどが明らかとなった。

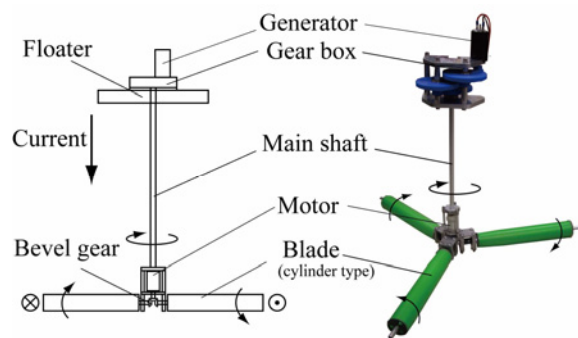


図1 浮体式マグナス波力発電装置の構成
参考文献

[1] 比良・瀧澤:「流体力学の基礎と演習」、廣川書店

[2] 柳父・西川:「エネルギー変換工学」、東京電機大学