マグナス波力発電装置の実験用マグナスタービンの開発

Development of a Tested Magnus Turbine for a Magnus Wave Energy Converter

1. まえがき

近年、欧州を中心に海洋再生可能エネルギーの導入が始まりつつある。波力発電もその一つであり、比較的安定したエネルギー供給が可能である。しかしながら、波の運動は不規則であるため、同エネルギーを効率よく回収するために様々な工夫が必要となる。本研究室では一般的な形状のプロペラの代わりに円柱形状のマグナスブレード(以下ブレード)を有するマグナス波力発電装置の研究を行っている[1]。同装置のタービンは、波の上下運動によって一定方向に回転することができ、不規則な波の運動に対し、安定したエネルギーを得ることができる。また、形状が簡単なブレードはコストを抑制できる可能性がある。同装置の出力特性の把握には、実験的検討が必要不可欠である。そこで、実験に用いる供試マグナスタービンの開発を本研究の目的とする。

2. マグナス波力発電の構成

図 1 にマグナス波力発電装置を示す。本装置は海上の浮体に発電機が設置されており、同発電機から海中に伸びるメインシャフトの先端に複数のブレードが接続されている。円柱形状のブレードを自転させることにより、マグナス効果による揚力を得ることができる。図 2 にブレードの回転切替機構を示す。同機構は波の上下運動に対してブレード自体の回転方向を自動的に切り替えるためのものであり、これによりタービンを常に同一方向に回転させることができる。

3. マグナスブレードの設計指針

供試マグナスタービンの設計においてブレード半径は重要なパラメータとなるため、ここではブレード半径について検討を行う。一般にタービンの出力特性は周速比 λ と出力係数 C_p によって決定づけられるが、マグナスタービンの出力特性は明らかになっていない。そこで、平均的な波の上下運動による流速 0.4[m/s]を基準とし、供試マグナスタービンのパラメータとしてブレードシャフト半径 r_s、ディスククラッチ半径 r_d を用いて任意の周速比 λ に対するブレード半径 r_b を計算した。その結果を図 3 に示す。図より r_b＝0.0828[m] 、λ＝0.876 の供試マグナスタービンを製作した。

4. 供試マグナスタービンを用いた実験

供試マグナスタービンを図 4 に示す。同装置は r_t = 0.272[m]、r_s = 0.01[m]、r_d = 0.075[m]、r_b = 0.0828[m]である。実験では供試装置を水中で往復させ、タービンや回転切替機構の動作を確認した。その結果、往復運動により、タービンに作用する流体の向きが変化した場合もタービンを一方向に回転できることを確認した。しかしながらタービンが十分な揚力を得るためには、r_b を大きくし、r_s を小さくする必要のあることがわかった。これらはブレードで発生する損失の増加や、ブレードの信頼性の低下を引き起こす要因となるため、改善する必要がある。

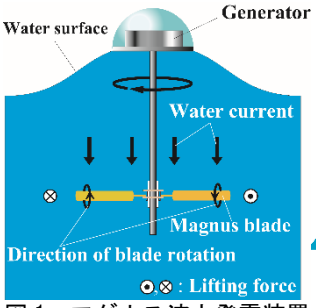


図 1　マグナス波力発電装置

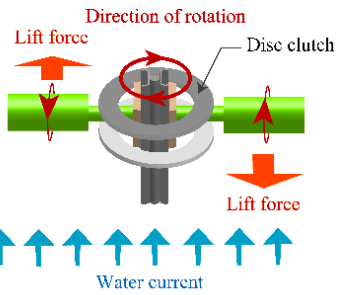


図 2　回転切替機構の動作

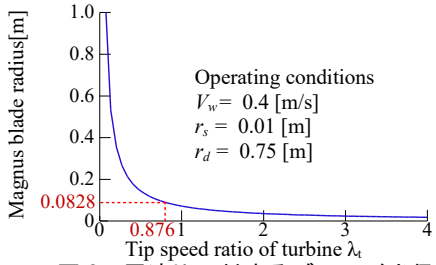
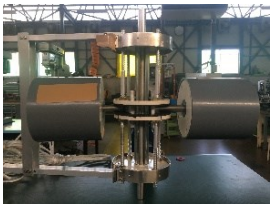


図 3　周速比に対するブレード半径



Specification of turbine
r_t = 0.272[m]
r_s = 0.01[m]
r_d = 0.075[m]
r_b = 0.0828[m]

図 4　供試マグナスタービン

5. むすび

本稿ではマグナス効果を用いて駆動する波力発電装置の出力特性を把握するため、供試マグナスタービンの開発を行った。任意の周速比に対し適切なブレード半径のあることを明らかにした。その結果をもとに供試マグナスタービンを製作し、水中における実験において、往復流に対し、タービンが一定方向に回転することを確認した。

文　献

[1]青木裕太, 山下健一郎:「マグナス波力発電装置におけるガイドベーン角度に関する検討」, 電気学会産業応用部門大会 Y-32, (2011)