

1. まえがき

近年、再生可能エネルギーの導入が進められている。しかし現在の日本において用水路の水流や海洋波浪エネルギーの大部分は未だ利用されていない。こうしたエネルギーを利用する新しい発電装置として本研究室ではマグナス効果を用いた水力／波力発電装置を提案し、研究を行っている。

2. 提案する装置と動作原理

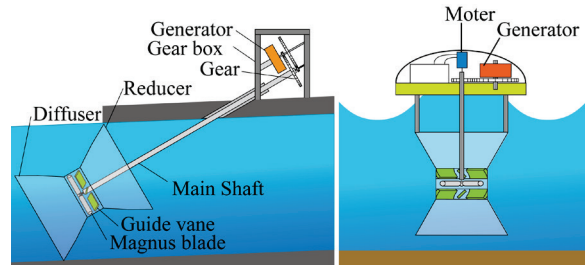
流体中の回転体に、流れに直交する向きの揚力が働く現象をマグナス効果という^[1]。図 1(a)にマグナス水力発電装置の概念図を示す。同装置は河川等の水流によって発電する。同図(b)にマグナス波力発電装置の概念図を示す。同装置は波の上下運動によって発電する。マグナスブレードはブレード自身の回転方向の切り替えによって揚力の向きを変えることができ、波の上下運動からタービンを一定方向へ回転させることが可能である。

3. 開発した供試装置とタービン出力

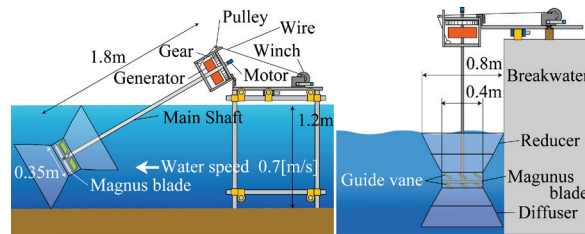
提案する2つの装置の諸特性を把握するためには、様々な条件で実験を行う必要がある。筆者らはこれら双方の発電装置の実験を可能とする供試装置の開発を行った。図2に供試装置の構成を示す。同図の装置はワイヤーとウィンチを利用し、図示のように水力／波力双方の供試装置として利用することができる。供試装置の容量は以下の様に決定した。実験候補の河川の流速は $0.7[\text{m/s}]$ であり、レデューサ／ディフューザの増速比 A_{RD} を4倍とすると $2.8[\text{m/s}]$ の水流を得ることができる。手持ちの同期発電機(定格 $300[\text{W}]$)を用いた場合、出力係数 C_p を30[%]と仮定すると、半径 $0.175[\text{m}]$ のマグナスタービンが必要となる。また、日本近海における一般的な波は、有義波高値 $H = 1.5[\text{m}]$ 、有義波周期 $T = 8[\text{sec}]$ であり^[2]、得られる流速は $0.375[\text{m/s}]$ となる。 $A_{RD} = 4$ の場合、出力は $48.7[\text{W}]$ 程度となるが A_{RD} を7程度とすることにより $300[\text{W}]$ の出力を得ることができる。以上より、本装置は1台で水力／波力双方の実験を行うことができるものと考えられる。

4. 供試装置の動作試験

製作した供試装置で双方の実験を行うためには装置自体の諸定数を把握する必要がある。そこで各定数を実験で確認した。その結果を表1に示す。なお、駆動トルク T_d は発電機の回転数を $60[\text{rpm}]$



(a).水力発電 (b).波力発電
図1.マグナス水力／波力発電装置概念図



(a).水力発電 (b).波力発電
図2.供試実験装置構成図

表1.始動・駆動トルク、摩擦・ギア損の測定結果

	調整前	調整後
摩擦損失係数 R_o [N·m·s/rad]	0.1058	0.0871
ギア損失係数 G_{loss} [N·m]	0.290	0.309
始動トルク T_s [N·m]	0.529	0.306
駆動トルク T_d [N·m]	0.823	0.753

として計測したものである。同表より、本装置の機械損は比較的大きくなることが判明したため、装置各部を調整し、調整後の値を得た。同表のパラメータ(調整後)を用いることにより、タービンの回転角速度に対する供試装置の機械損を計算することができる。

5. むすび

本研究ではマグナス水力／波力発電装置双方の実験を可能とする供試装置を製作し、同装置の機械損の算出に必要な諸定数を計測した。その結果、タービン出力を正確に実測できる供試装置が完成した。また、河川での簡易動作実験をおこない、同供試装置の有用性を確認した。

文献

- [1] 中山司, “流体力学-非圧縮性流体の流れ学-”, 森北出版株式会社, pp.113-118, (Oct.2013)
- [2] 柳父悟 西川尚男, “エネルギー変換工学 地球温暖化の終焉へ向けて”, 東京電機大学, pp.160-163, p.216, (Mar.2004)