

EE21 小寺達也
指導教員 山下健一郎

1. はじめに

本研究室では、波の上下運動とマグナス効果を利用して発電する浮体式マグナス波力発電装置の開発を行っている。本研究では、本発電装置の動作解析に必要となる過渡方程式を導出し、同方程式を用いて本システムの基本的な動作解析を行う。

2. 浮体式マグナス波力発電装置の構成

浮体式マグナス波力発電装置の構成を図1に示す。本発電装置は海面に浮かび、波により上下運動する浮体と浮体に牽引されて、水中で運動するタービンとで構成されている。タービンのブレードにマグナスブレードを採用しており、波の反復運動から一定方向の回転運動を得ることができる。なおタービン部に流速を増幅させるためのレデューサ/ディフューザならびにブレードに作用する抗力を低減できるガイドベーンが取り付けられている^[1]。

3. 発電装置の過渡方程式の導出

本装置の動作解析に必要となる過渡方程式を導出するにあたり、洋上の波は正弦波と仮定する。また得られる波エネルギーは十分に大きく、装置の影響により波の形は崩れないものとする。なお装置の負荷はタービン出力が最大となるような適切な値に制御されるものとする。

4. 本装置の基本的な動作解析

表1に本発電装置の基本的な動作解析に必要な過渡方程式を示す。同方程式を用いて本システムの動作についてシミュレートした。その結果を図2に示す。同図には H_{wave} , V_w , ω_t , P_t の各応答波形ならびに計算に用いた定数を示してある^[2]。波が正弦波状に変化すると装置が上下運動することとなる。この上下運動によりタービンに図示のような流速 V_w の水流が流入する。これによりタービンは ω_t で回転することとなる。またレデューサ/ディフューザならびにガイドベーンの効果により ω_t が大幅に増速しており、タービン出力 P_t も図示のように改善されていることが判明した。

5. むすび

本稿では本発電装置の動作解析に必要となる過渡方程式を導出し、同方程式を用いて本システムの基本的な動作解析を行った。その結果、レデューサ/ディフューザならびにガイドベーンは一般的な大きな波に対しても有効であることなどが判明した。

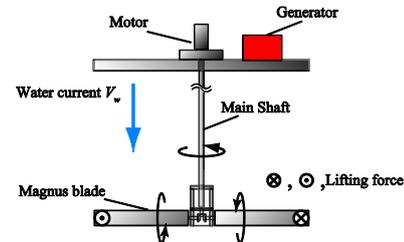


図1 浮体式マグナス波力発電装置の構成

表1 浮体式マグナス波力発電装置の過渡方程式

	Steady-state equation	Eq. no.
Wave height	$H_{wave} = \frac{H}{2} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$	(1)
Water current speed	$V_w = \frac{H}{2} \omega_w \cos \omega_w t$	(2)
Angular frequency	$\omega_w = \frac{2\pi}{T}$	(3)
Output power of the turbine	$P_t = \frac{1}{2} C_p \rho R_b^3 \pi V_w^3 - P_b$	(4)
Loss of the turbine	$P_b = \frac{1}{8} C_D \rho D_b R_b^4 \omega_t^3 b_n$	(5)
Torque equation of the system	$\tau_t - \tau_L = J_t \frac{d\omega_t}{dt} + R_t \omega_t$	(6)
Load torque	$\tau_L = \frac{1}{2} C_{pmax} \rho R_b^3 \pi \left(\frac{R_b}{\lambda_{op}}\right)^3 \omega_t^2$	(7)

H : Peak-to-peak amplitude, T : Period of the wave, t : Time, ρ : Density of fluid, C_p : Power coefficient, R_b : Blade radius, C_D : Drag coefficient, D_b : Section diameter of magnus blade, ω_t : Angular velocity of the turbine, b_n : Blade number, J_t : Moment of inertia of the turbine, R_t : Damping coefficient, τ_t : Turbine torque ($=P_t/\omega_t$), C_{pmax} : The maximum power coefficient, λ_{op} : The optimum tip speed ratio.

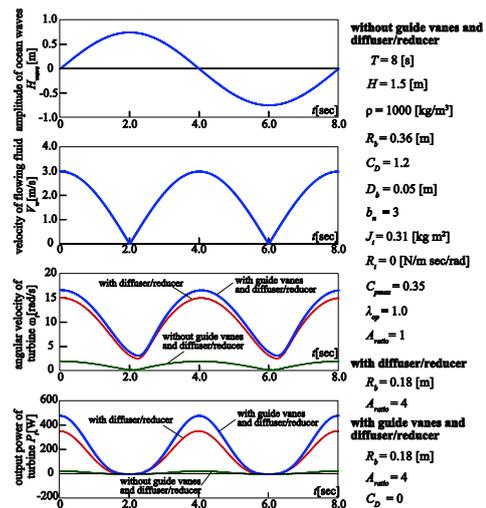


図2 浮体式マグナス波力発電装置の動作解析の結果

文献

- [1] 青木, 山下: “マグナス波力発電装置のタービン出力とその向上に関する検討”, 大学コンソーシアム八王子, (2011)
- [2] 小寺, 澤野, 山下: “浮体式マグナス波力発電装置の動作解析”, 大学コンソーシアム八王子, (2012)