

1. はじめに

再生可能エネルギーの中でも、水力エネルギーは比較的発電予想のしやすいエネルギーである。本研究では、河川や海洋などの水流のエネルギーを利用して駆動する垂直軸型マグナス水力発電装置について同装置の開発に必要な種々な特性解析を行った。まず基本的な特性解析として装置のブレード本数とタービントルクの脈動を抑える方法の検討を行った。

2. 垂直軸型マグナス水力発電装置

図1に垂直軸型マグナス水力発電装置の構成を示す。本装置はマグナス効果^[1]を利用して駆動するための円筒型のブレード(マグナスブレード)を縦方向に搭載した水力発電装置であり、図示のように発電機やマグナスブレード駆動用のモータは水上に設置される構造となっている。図2は本システムの動作原理を示したものである。同図は装置の上面図である。タービンが一定方向に回転するためには図示のようにブレードの回転方向を制御する必要がある。

3. ブレード本数についての検討

モータで駆動するマグナスブレードにはもちろん、電力が必要となる。同エネルギーは小さいほど好ましい。そこで本装置が安定して駆動するためには最低限必要となるブレード本数について検討を行った。供試機を用いた実験によりブレード本数1, 2, 3, 4本について検討を行った結果、ブレード本数が3本以上の場合正のトルクを得られ続けられることと、本数を増やすごとにトルクはブレードの本数倍となることが判明した^[2]。またブレードの重なりを考慮して検討を行う必要があることが分かった。

4. ガイドベーンについての検討

供試機による動作実験により、タービントルクが理論的検討と比べて減少するブレード位置のあることが判明した。こうしたタービントルクの脈動を抑制する方法として、装置にガイドベーンを付与する方式を提案する。図3に提案するガイドベーンの角度 θ_g とブレード位置 θ_t の関係を示す。これらの関係は最大電力追従制御を行う場合、周速比 λ が最適な値 λ_{op} 一定で制御されることをふまえると次式のように表すことができる。

$$\theta_g = \tan^{-1}(V_w \cos \theta_t / R_t \omega_t) + \theta_t - \pi/2 \quad \dots (1)$$

上式より得られたブレード位置 θ_t に対するガイドベーンの角度 θ_g を図4に示す。なお、同図には周速

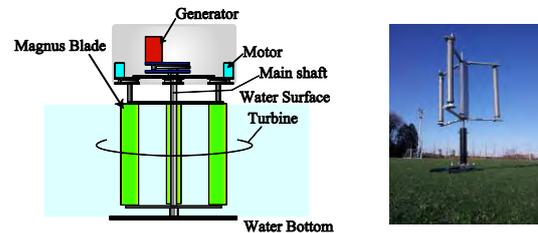


図1. 垂直軸型マグナス水力発電装置の構成

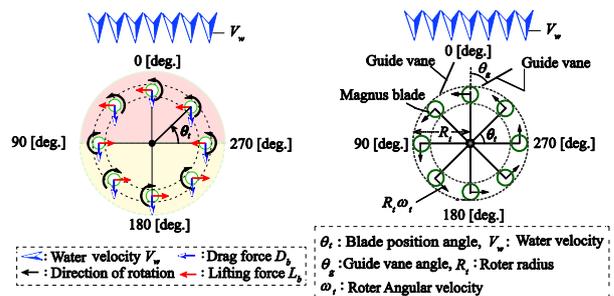


図2. 動作原理(上面図)

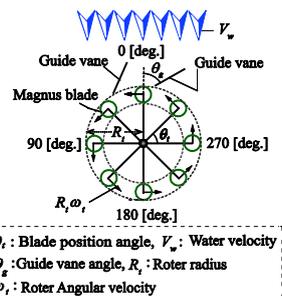


図3. θ_g と θ_t の関係

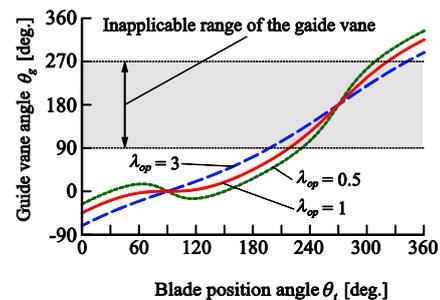


図4. ブレード位置とガイドベーン角度の関係

比 λ_{op} を0.5, 1, 3とした場合の計算値を示してある。同図よりガイドベーンの角度は装置の周速比とブレード位置により変化することが判明した^[3]。

5. むすび

本研究では、垂直軸型マグナス水力発電装置に最低限必要なブレード本数について検討し、タービントルクの脈動を抑制する方法としてガイドベーンを付与する方法を提案した。また各ブレード位置におけるガイドベーンの角度と周速比の関係を明らかにした。

文献

- [1] 古屋前, 正村上光, 清山田豊, “流体力学”, 朝倉書店, pp.177-180, (1967)
- [2] 小林, 澤野, 山下, “垂直軸型マグナス水力発電装置の提案”, 電気学会全国大会, vol.7, no.66, (2012)
- [3] 小林, 小泉, 山下, “垂直軸型マグナス水力発電システムのガイドベーンに関する検討”, 電気学会産業応用部門大会, Y-51, (2012)