

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予測のしやすいエネルギーである。本研究室ではマグナス効果を用いて駆動する垂直軸マグナス水力発電システムを提案し、種々な研究を行っている。本稿では同システムの出力を向上できるガイドベーンについて検討を行う。

2. 垂直軸マグナス水力発電システム

図1に垂直軸マグナス水力発電システムの構成を示す。本システムは垂直軸型のタービンに電動機により駆動するマグナスブレードが取り付けられた構成となっており、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。マグナスブレード自身の回転と水流によって生ずるマグナス効果による揚力が本発電装置の駆動力となる。

3. ブレード本数についての検討

本装置が安定して駆動するために最低限必要となるブレード本数について検討を行った。供試装置を用いた実験的検討により、ブレード本数が3本以上の時に正方向のトルクを得られることなどが判明した^[1]。

4. ガイドベーンに関する検討

マグナスブレードを有するタービンは、ガイドベーンを設けることにより出力を大幅に改善できることがすでに明らかとなっている^[2]。そこで本章では本システムのタービンにも有用となるガイドベーンについて検討を行う。図2はガイドベーンの角度 θ_g とブレード位置 θ_t の関係を示したものである。これらの関係は最大電力点追従制御を行う際、周速比 λ が最適な値 λ_{op} 一定で制御されることを踏まえると、次式のように表される。

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

但し、 R_t はタービン半径、 ω_t はタービンの角速度、 $R_t \omega_t$ はタービンの先端速度を表している。上式に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3に示す。なお、同図には周速比 λ_{op} を0.5, 1, 3とした時の計算値を示してある。同図により、ガイドベーンの角度はブレード位置によって変わること、周速比の値によってガイドベーンの適用範囲が広がることが判明した。

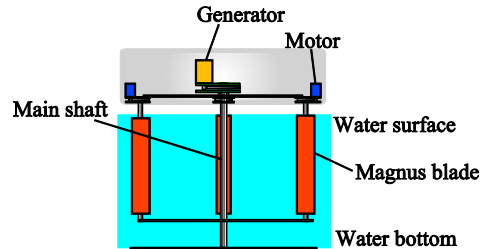


図1 垂直軸マグナス水力発電システムの構成

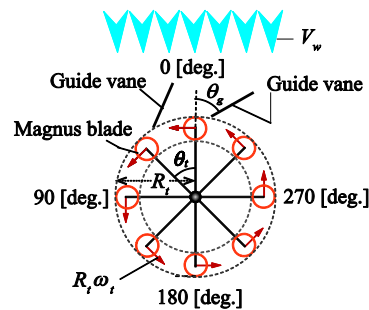


図2 ガイドベーンを付与した本装置の上面図

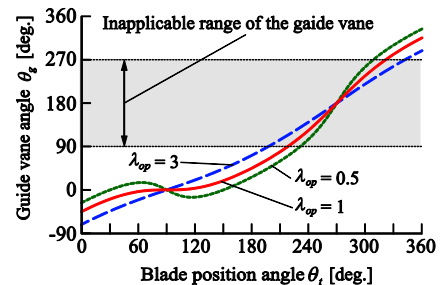


図3 ブレード位置とガイドベーンの角度の関係

5. むすび

垂直軸マグナス水力発電システムの出力を向上させる方法として、本研究ではガイドベーンを付与方法を提案した。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。

6. 今後の発展

今後残された課題として、タービンに流入する相対的な流速によるタービントルクを求めることが挙げられる。

文献

[1] 小林裕明, 山下健一郎, “垂直軸マグナス発電装置の提案,”電気学会全国大会, (2012)
[2] 小林裕明, 山下健一郎, “垂直軸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,”産業応用部門大会, (2012)