

1. はじめに

著者らは、再生可能エネルギーの中でも比較的発電予測の容易な河川の水流、潮流、海流等の水流とマグナス効果による揚力を利用した、新しいタイプの発電装置として垂直軸マグナス水力発電装置を提案し、研究を行っている。

2. 垂直軸マグナス水力発電装置について

図1に垂直軸マグナス水力発電装置の構成を示す。本装置は別電源で駆動する円筒型のブレード(以下マグナスブレード)を有する事を特徴に持つ発電装置である。このマグナスブレードを回転させた状態で水流を作用させるとブレード自体にマグナス効果(流体中に回転体を置くと回転体に揚力が生じる現象^{[1])}による揚力が生じる。本装置はこのマグナスブレードに発生する揚力を利用し、装置上部の発電機を駆動させて発電する装置である。

3. マグナスブレードの回転方向に関する検討

マグナスブレードに生じる揚力の方向はブレードの回転方向により制御することができる。従って、マグナスブレードの回転方向を制御することによりタービンを安定して回転させることができる。本稿では、タービンの始動時並びに駆動時を対象にブレードの回転方向について検討する。

まず、始動時について検討する。図2(a)に各ブレード位置における適切な揚力の発生方向を示す。タービンを反時計回りに回転させる場合には、マグナスブレードに図示の方向に揚力を発生させる必要があるため、ブレードの回転方向は同図のようになる。従って、始動時においてはブレード位置が90[deg.]と270[deg.]の時にブレードの回転方向を切り替える事により、タービンが安定して回転することがわかった。

次いで、駆動時について検討する。駆動時のブレード回転方向に作用する流速は装置に流入する流速にブレード自体の移動を考慮した相対流速となる。そこで、流入する水流を基準としたマグナスブレードに作用する相対流速の角度 θ_r を計算した。その計算結果を図2(b)に示す。マグナスブレードに生じる揚力の方向は計算を容易にするため相対流速に対して90[deg.]進相(左回転)90[deg.]遅相(右回転)に発生するものとした。また、タービンを安定して回転させることのできる範囲を同図に示した。駆動時にはブレードの揚力がこの範囲に入る

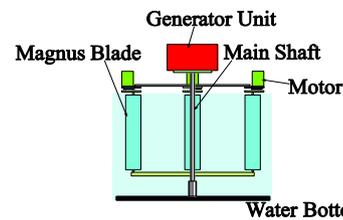


図1 垂直軸マグナス水力発電装置の構成

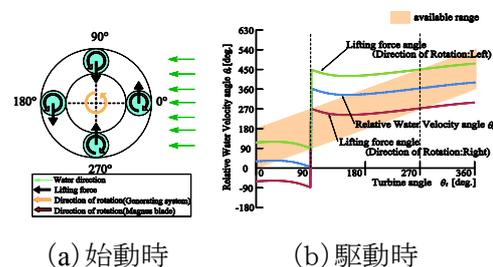


図2 ブレード位置と適切な揚力の方向

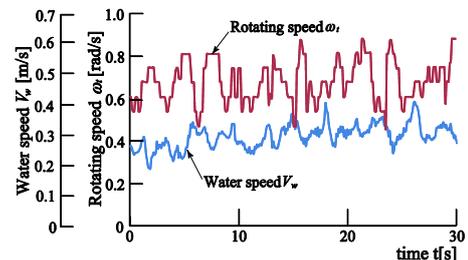


図3 装置に流入する水流とタービン回転角速度

ようにブレードの回転方向を制御することにより、タービンを安定して回転させることができる。従って、同図より駆動時でも始動時と同様にブレード位置が90[deg.]と270[deg.]の時にブレードの回転方向を切り換えれば良いことがわかる。

4. 供試装置の動作実験について

前章の理論を基に供試マグナス水力発電装置を製作し、河川の流れを用いて動作実験を行った。その結果を図3に示す。同図より、本稿で検討したように、マグナスブレードの回転方向を制御することによってタービンが安定して回転できていることがわかる。

5. おわりに

タービンの駆動時並びに始動時のマグナスブレードの回転方向は、いずれも同じ位置で切り替える必要のあることなどが判明した。

文献

[1]比良次郎、瀧澤英一、”流体力学の基礎と演習”、廣川書店 pp.58-59(Jan.1969)