

1. はじめに

日本は広大な海洋を有することから、海洋再生可能エネルギーの需要が高まると考えられる。筆者らは時々刻々と変化する波の運動から安定した回転を得ることのできる“マグナス波力発電装置”を提案し、種々な検討を行っている。マグナス波力発電装置(図1)とは流体中の回転体に揚力が発生する現象“マグナス効果”と波の上下運動を利用した波力発電装置である。波によって装置本体が上昇すると、相対的な流速がマグナスブレードに作用する。この時、マグナスブレードを図示の方向にモータによって自転させると、マグナス効果による揚力が発生し、タービンが回転することとなる。タービンの回転方向は波の上下運動に対するブレードの自転方向によって決まるため、波の運動方向に拘らず常に一定方向へタービンを回転させ続けることができる^[1]。本稿では先ず、タービンの抗力を低減することのできるガイドベーン取付角度の検討を行い、次いで同検討を用いた適切なブレードの形状並びに回転速度に関する検討を行う。

2. ガイドベーンとブレードに関する検討

ガイドベーンを設けた場合、ブレードに流入する水流はガイドベーンに誘導され、流入方向がブレードの斜め後方からとなる。このとき、ガイドベーンの角度 θ_g を適切に選ぶことにより、ブレードに作用する相対流速の流入方向をブレード上部からの垂直方向のみとすることができる。これを満たす θ_g は図1を参考に次式となる^[1]。

$$\theta_g = \cos^{-1}(r_t \omega_t / V_w) \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、 r_t :タービン位置、 ω_t :タービンの角速度、 V_w :ガイドベーンへ流入する流速。

また、(1)式が成立する場合、ブレードへ流入する相対流速 V_w' は次式となる^[1]。

$$V_w' = V_w \sin \theta_g \quad \dots\dots\dots (2)$$

ガイドベーンの働きにより相対流速の流入方向が垂直となるため、この場合にはクッタ・ジューコフスキーの定理^[2]より、ブレードの周速度を相対流速の2倍とすることにより揚力の発生方向をブレード進行方向へ向けることができる。これを満たすブレード半径 R_b は次式となる^[1]。

$$R_b = 2V_w' / \omega_b \quad \dots\dots\dots (3)$$

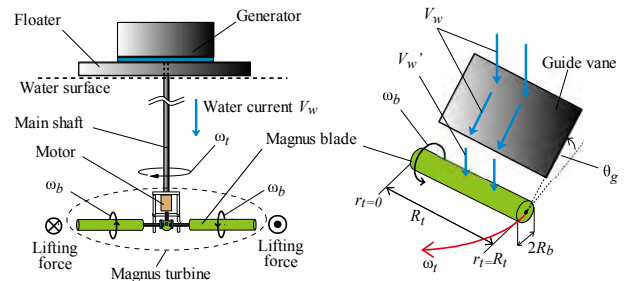


図1 浮体式マグナス波力発電装置

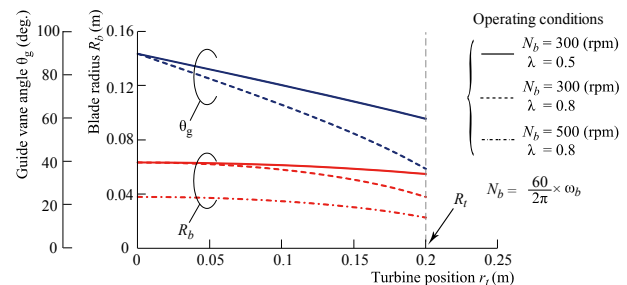


図2 タービン位置における適切なブレード半径とガイドベーン取付角度

但し、 ω_b :ブレードの角速度。

以上の条件で本装置を動作させることにより、ガイドベーンの効果を最大限に活かすことができる。(1), (3)式より、得られたタービン位置 r_t に対するブレード半径 R_b 及びガイドベーン取付角度 θ_g の理論値を図2に示す。同図より、図より、本稿で提案する条件を満たすブレード形状とは先端にいくほど細く、またその径は、ブレードの自転速度を速くするほど、目標とする周速比の高い装置ほど細くなるのが分かる。また、これに合わせたガイドベーンの取付角度は先端にいくほど小さくする必要のあることが明らかとなった。

3. おわりに

本稿ではマグナス波力発電装置のブレード形状に関する基本的な検討として、ガイドベーンの効果を最大限に発揮させることのできる条件を提示した。また、同条件に合う本装置のブレードとは、周速比やブレードの自転速度を基に設計できることなどが判明した。

文 献

[1] 芝雄, 山下健一郎:浮体式マグナス波力発電装置のブレード設計に関する種々な検討, 産業応用部門大会, (2014)
 [2] 比良二郎, 瀧澤英一:流体力学の基礎と演習, 廣川書店 (1981), pp.55- 60.