

往復気流発生装置における垂直軸タービンの起動に関する基礎検討 —風向板の取付角が起動に及ぼす影響—

Basic Study on Starting of Vertical Axis Turbine in Reciprocating Airflow Generator - Effect of installation angle of wind direction plates on starting -

○小林 慧士¹, 辻健太郎², 直井和久², 吉田和範³, 槻館悦浩³, 塩野光弘²

*Satoshi Kobayashi¹, Kentaro Tsuji², Kazuhisa Naoi², Kazunori Yoshida³, Etsuhiro Tsukidate³, Mitsuhiro Shiono²

Abstract: We have fabricated a reciprocating air flow generator simulating OWC type wave power generator and investigated the characteristics of vertical axis turbine. In this paper, we investigated the effect of the starting of the vertical axis turbine by installing the different angle wind direction plate in order to improve the performance of the turbine. As a result, it was showed that startup becomes faster when installed at an installation angle $\theta=30^\circ$ of the wind direction plates.

1. はじめに

現在,振動水柱(Oscillating Water Column)型波力発電には主に水平軸形タービンを用いている。しかし,水平軸形タービンは発電機をダクト内に設置^[1]するため,発電機が塩分を含む気流に晒され腐食しやすいこと,またタービンへの気流の流入量を下げることが考えられる。そこで,発電機の設置環境を改善するため OWC 型波力発電装置に垂直軸形タービンを用いることを提案した^[2]。

これまでに我々は,OWC 型波力発電装置内の空気流は海面の上昇と下降による往復気流であることから,往復気流発生装置を製作し,実験を行った。その結果,製作した装置内に任意の大きさの往復気流が発生することを確認^[3]し,往復気流が 8 枚翼垂直軸形タービンのトルク特性に及ぼす影響を明らかにした^[4]。

本稿では,往復気流発生装置においてタービンの性能を向上させるために風向板を設置し,風向板の取付角が垂直軸形タービンの起動に関する検討を行ったので報告する。

2. 実験装置

2.1. 往復気流発生装置と垂直軸形タービン

図 1 に往復気流発生装置の概要を示す。装置のピストン部と測定部の断面はそれぞれ一辺 1.25m,0.4m の正方形となっており,ピストン部と測定部の間を縮流部で繋いでいる。モータの回転運動をボールねじにギアを介して伝達し,ピストンの直線運動に変換させることで空気の圧縮と膨張を行い測定部に往復気流を発生させる。測定部先端は常に解放させ,気流の流入と流出を行う。

風速を測定するために,風速計 α を縮流部側から 0.5m の位置に,風速計 β を開放部側から 0.5m の位置

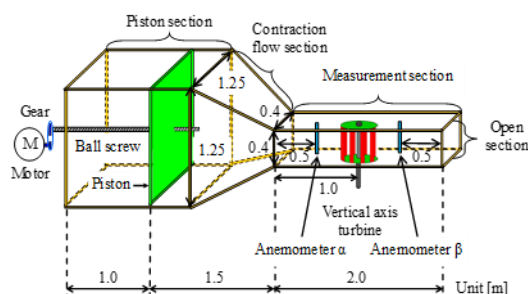


Figure 1. Reciprocating air generator

にそれぞれ測定部断面の中央に設置する。タービンは縮流部及び開放部から 1.0m の位置に設置する。往復気流を発生させるために,ピストンを往復運動させ,これにより時間に対し正弦波状の風速変化を得る。その際の測定部内の設定風速は,ピストンが測定部に近づく場合における風速計 α の最大値とする。

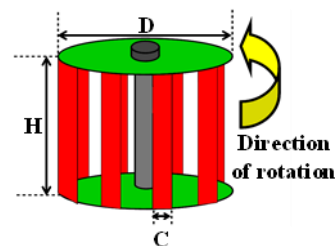
図 2 に実験に使用した垂直軸形タービンの概形を示す。垂直軸形タービンの翼形状は NACA63-018 翼形をもとに,そり線を回転軌跡と一致させた円弧キャンパー翼である。直径 D は 300mm,

高さ H は 300mm,キャンパー線の長さ C_a は 82.5mm である。タービンの翼枚数は 5 枚,6 枚,8 枚の三種類とする。

Figure 2. Vertical axis turbine

2.2 風向板

今回の実験では,タービンの性能を向上させるために風向板を設置する。図 3 に製作した風向板の設置位置を示す。



風向板は往復気流に対応させるために、タービンの両端から 20mm の位置に 2 組設置した。風向板の取付枠は測定部断面に収まるように一辺 400mm の正方形で奥行きは 80mm とした。また、図 3 に示すように取付枠には風向板 1 枚の寸法を厚さ 5mm、奥行き 80mm とし、5 枚取り付けた。風向板の取付角を θ とし、今回は $\theta=0^\circ$ と 30° に設定した。

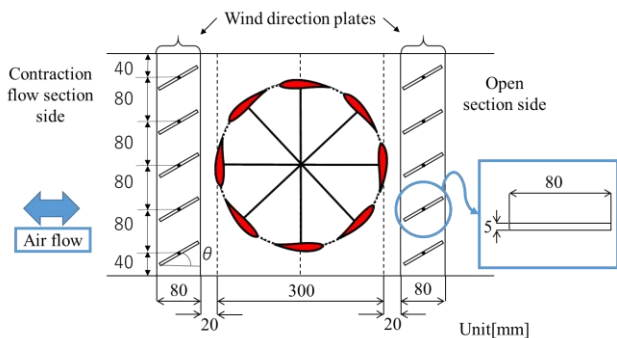


Figure 3. Installation position of wind direction plates

3. 実験方法

往復気流中において、タービンが停止している状態からの自己起動判定を行う。タービンの停止位置は、風向板無しの場合において基準翼が縮流部側から開放部側へ流れる風向に対して、迎角 0° となるように設定した(図 4)。また、発生させる往復気流の設定風速は 5~7m/s の 1m/s 毎とした。測定期間はピストン駆動の往復運動を 1 周期として 20 周期分行う。タービンの停止状態から回転が測定期間内にて継続する場合は「起動あり」と判定し、それ以外の場合は「起動なし」と判定した。

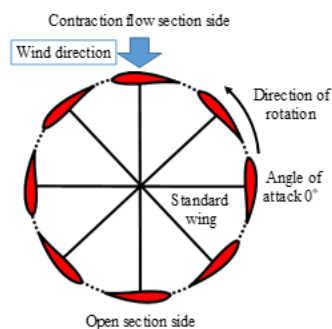


Figure 4. Turbine stop position

に設定した(図 4)。また、発生させる往復気流の設定風速は 5~7m/s の 1m/s 毎とした。測定期間はピストン駆動の往復運動を 1 周期として 20 周期分行う。タービンの停止状態から回転が測定期間内にて継続する場合は「起動あり」と判定し、それ以外の場合は「起動なし」と判定した。

4. 結果

4.1. 起動判定結果

風向板の取付角 $\theta=0^\circ$ と 30° における垂直軸形タービンの起動判定結果を表 1 に示す。表 1 より風向板の取付角 $\theta=30^\circ$ の場合、設定風速 6m/s 及び 7m/s においてすべての翼枚数で起動し、風向板の取付角 $\theta=0^\circ$ の場合 8

Table 1. Result of activation test

Wind speed [m/s]		Number of blades					
		$\theta=0^\circ$			$\theta=30^\circ$		
		5	6	8	5	6	8
5		×	×	○	×	○	○
6		×	×	○	○	○	○
7		×	○	○	○	○	○

○:Starting ×:No starting

枚翼では全ての設定風速で、6枚翼では 7m/s でのみ起動した。以上の結果より、風向板の取付角 $\theta=30^\circ$ にした場合の方が起動風速が低下することを明らかにした。

4.2. ピストン始動後の時間経過に対する回転速度の変化

前節で示した起動判定結果より、8枚翼の設定風速 7m/s において $t=0s$ でピストンを始動させた後の時間経過に対するタービンの回転速度の変化を図 5 示す。

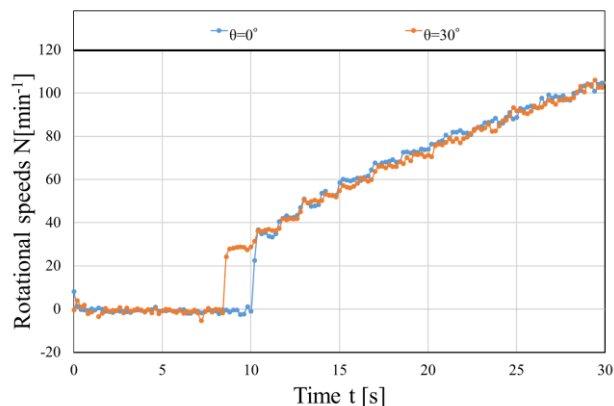


Figure 4. Rotational speed of turbine (Wind speed : 7m/s)

図 5 より回転速度の立ち上がるまでの時間に着目する。風向板の取付角 $\theta=0^\circ$ の場合 10.2s で 22.6min^{-1} 、風向板の取付角 $\theta=30^\circ$ の場合 8.6s で 24.2min^{-1} となり風向板の取付角 $\theta=30^\circ$ に設置したほうが早く起動することを明らかにした。

5. まとめ

本稿では、往復気流発生装置においてタービンの性能を向上させるために風向板を設置し、垂直軸形タービンの起動に関する検討を行った。

その結果、風向板の取付角 $\theta=30^\circ$ に設置した方が起動が早くなることを明らかにした。

実験装置の製作に際し、ご協力頂いた工作技術センターの先生方に謝意を表す。

5. 参考文献

[1] The Queen's University : 「ISLAY LIMPET WAVE POWER PLANT」, PUBLISHABLE REPORT 1 November 1998 to 30 April 2002, pp.4,15,17-20
 [2] 宮前ほか : 「OWC 型波力発電装置に用いる垂直軸形タービンの効率にダクト幅が及ぼす影響」, 2013 年電気設備学会全国大会講演論文集, pp.39-40(2013)
 [3] 寒川ほか : 「波力発電用往復流発生装置におけるダクト内風速の検討」, 平成 28 年電気学会全国大会講演論文集, pp.109-110(2016)
 [4] 寒川ほか : 「往復流発生装置における垂直軸形タービンのトルク特性の検討」, 第 60 回日本大学理工学部学術講演会予稿集, pp.946-947(2016)