

浮体式交差型軸風車の起動特性に関する検討

Study on Starting Performance of FCAWT

○加藤靖崇¹, 山川健介¹, 須賀達樹¹, 関口竣介², 惠藤浩朗³

* Yasutaka Kato¹, Kensuke Yamakawa¹, Tatuki suka¹, Shunsuke Sekiguchi², Hiroaki Eto³

Abstract: Several studies have investigated floating offshore wind turbines, primarily horizontal and vertical axis designs. In this evolving context, floating cross-axis wind turbines have been introduced as an innovative alternative. This study concentrates on the initiation of FCAWTs and conducts fluid analysis to comprehend the impact of a key feature, the openable plate, on their startup performance.

1. はじめに

浮体式洋上風車は主に水平軸風車, 垂直軸風車を対象とした数多くの研究が行われている. そのような開発状況の中, 低回転時に開閉式のプレートにより抗力型翼として回り, 起動性の高さに期待できる浮体式交差軸風車 Floating Cross Axis Wind Turbine (以下, FCAWT) が新たな選択肢として提案された¹⁾. 本研究では FCAWT の起動時に着目し流体解析を行い, 特長的な機構である開閉式のプレートによる起動性への影響を把握することを目的とする.

2. 研究方法および解析条件

Figure 1, Table 1 に FCAWT のモデルおよび解析条件を示す. モデルは直線翼ダリウス型風車を採用し, ブレードの規格は NACA0018 とした. また, 開閉式プレートの起動性への影響を確認するため, プレート無 (Case 1), プレート有 (Case 2) の 2 パターンのモデルを構築し, 風車部の配置角度 (θ) を $30^\circ, 90^\circ$ とした.

風荷重の算出は流体解析ソフト scFLOW を用いて疑似的な二次元解析を行い, ブレード幅 1m あたりに作用する荷重を実際のブレード幅に掛け合わせることで再現した. さらに, 算出した風荷重を(1), (2)式で無次元し, 抗力係数 (C_D) や揚力係数 (C_L) を算出する.

$$C_D = F_D / (r l \rho A V_w^2) \quad (1)$$

$$C_L = F_L / (r l \rho A V_w^2) \quad (2)$$

ただし, ρ : 空気の密度, r : 回転半径, l : 翼長, V_w 風速

3. 解析結果および考察

Case 1, 2 の $\theta=30^\circ$ の抗力 (F_D), 揚力 (F_L) を Figure 3, 90° の F_D, F_L を Figure 4 に示す. 結果より, どちらも周期的な結果となり, Case 1 と Case 2 を比較すると, 30° の時は F_L に違いが見られたが F_D はそこまで変化は

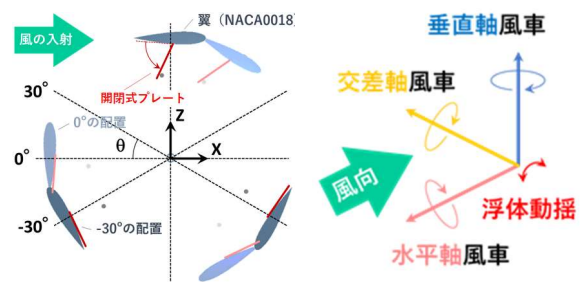


Figure 1 Side view of FCAWT

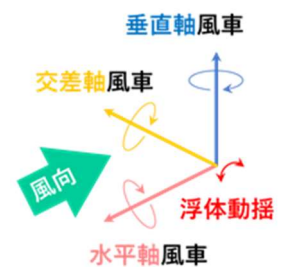


Figure 2 The main shaft of each wind turbine

Table 1 Calculation condition

Length of blade	36 [m]
Width of blade	6.0 [m]
Radius of tower	0.5 [m]
Radius of FCAWT (r)	10 [m]
Resting angle of FCAWT (θ)	30, 90 [deg]
Wind speed (V_w)	5.0 [m/s]
Width of openable plate	3.0 [m]
Thickness of openable plate	0.1 [m]

見られなかった. これは Figure 5-a), b) の流況図からも分かるように 30° の時にはプレートがほとんど閉じている状態のため流況への影響も少ないといえる. 90° の時は F_D, F_L どちらも Case 2 の方が大きくなる結果となった. Case 1, 2 についてそれぞれ C_D, C_L を算出し, 最大値と平均値を Table 2 に示す. 結果から C_D, C_L はそれぞれ Case 1 と Case 2 で違いが見られる結果となったが特に 90° の C_D の値が大きくなった. こちらも Figure 6-a), b) の流況図を見てみると Case 2 において上部のプレートが開くことにより Case 1 よりも抗力を大きく受けていることが分かる. これらのことからプレートが開く低風時には抗力型翼として性能を発揮し, 閉閉式

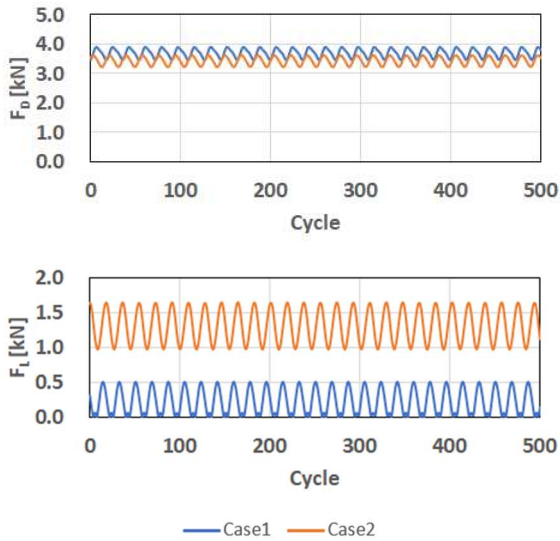


Figure 3 F_D and F_L stationary at 30deg. in Case 1, 2

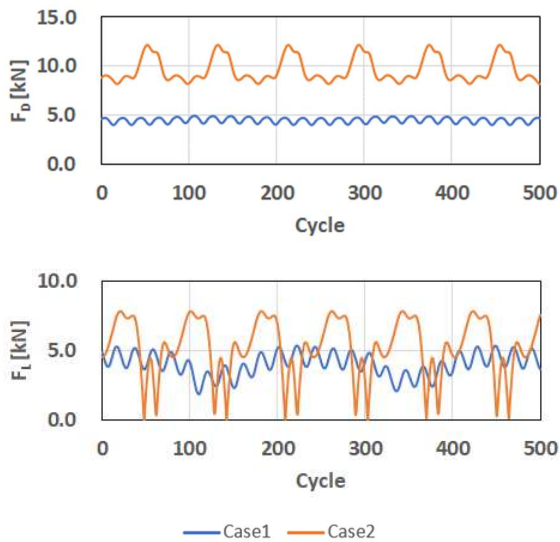


Figure 4 F_D and F_L stationary at 90 deg. in Case 1, 2

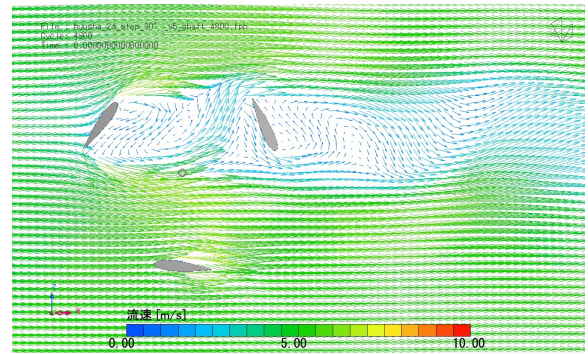
Table 2 Maximum and average values of C_D and C_L

	Angle [deg]	C_D		C_L	
		Max.	Ave.	Max.	Ave.
Case 1	30	0.36	0.34	0.05	0.02
	90	0.46	0.41	0.50	0.39
Case 2	30	0.33	0.32	0.15	0.12
	90	1.12	0.89	0.72	0.47

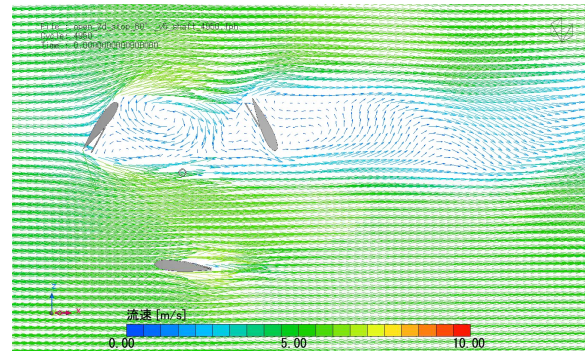
プレートの導入は起動特性を高める上で有用だといえる。

4. おわりに

本研究より、開閉式プレートの導入により低風時の抗力が、大幅に上昇したことから抗力を受けてよく回る抗力型翼としての性能を確認できた。これらのことから開閉式プレートの導入は有用であるといえる。

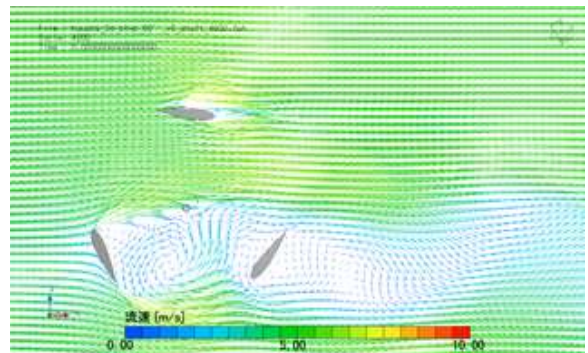


a) Result without openable plates (Case 1)

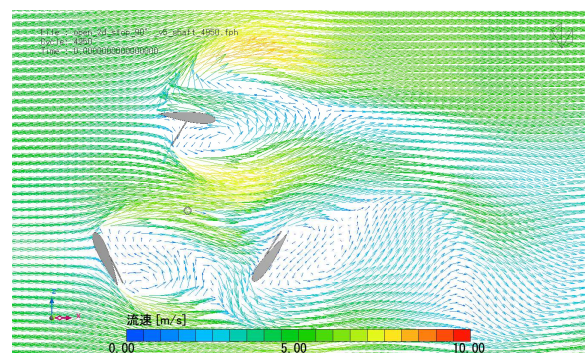


b) Result with openable plates (Case 2)

Figure 5 Flow conditions where the wind turbine is stationary at 30deg



a) Result without openable plates (Case 1)



b) Result with openable plates (Case 2)

Figure 6 Flow conditions where the wind turbine is stationary at 90deg

参考文献

[1] 浮体式交差軸風車, 株式会社 OKYA, <https://okya.jp/distinations/technology/>, 2023.8 参照