

L-50

円弧キャンバー翼垂直軸形風車における開閉式補助翼が起動トルク特性に及ぼす影響
—固定式補助翼を用いた取付角度に関する基礎検討—

Effect of the opening-and-closing mechanism aileron on the starting torque characteristics
for the VAWT with arc camber blades

-Basic study on the setting angle using fixed angle type ailerons-

○板山浩之¹ 辻健太郎² 直井和久³ 塩野光弘³ 柳平和寛⁴ 鈴木勝行³

*Hiroyuki Itayama¹, Kentarou Tsuji², Kazuhisa Naoi³, Mitsuhiro Shiono³, Kazuhiro Yanagidaira⁴, Katsuyuki Suzuki³

Abstract: In order to improve the characteristics of starting torque for vertical axis wind turbine with arc camber blade, we investigated about setting angle of opening-and-closing mechanism ailerons setting fixed angle type aileron on main blades. In case of changing setting angle between 40° to 110°, we examined the starting torque characteristics. In comparison with without aileron, starting torque coefficient increased in all position angle. This paper showed that the average starting torque coefficient of a setting angle at 100° was 4.7 times of without aileron.

1. はじめに

円弧キャンバー翼垂直軸形風車は起動性が乏しいと指摘されている。我々は、この風車の起動性の改善を目的とし、風車の主翼に補助翼を取り付けることを提案し検討してきた^[1]。これまで固定式補助翼の取付角度を 40~110°の範囲で 10°毎に設定して 1 枚翼および 4 枚翼の起動トルクを測定し、補助翼が起動トルク特性に及ぼす影響について検討してきた^[2]。

本稿では、固定式補助翼を用いて取付角度を 40~110°の範囲で 10°毎に設定した場合の開閉式補助翼が起動トルク特性に及ぼす影響について検討する。

2. 供試風車と固定式補助翼

供試風車における主翼の翼形状は NACA63₃-018 をもとに回転軌跡と翼のそり線を一致させた円弧キャンバー翼とする。風車の概形を図 1 に、諸元を表 1 に、補助翼を図 2(a) に、主翼への補助翼の取り付け位置及び取付角度を図 2(b) に示す。補助翼はアルミ製で、寸法は横 40mm×縦 120mm である。補助翼は主翼の前縁から 36mm の位置に 2 枚ずつ取り付け、取付角度 γ は 40~110°の範囲で 10°毎に設定する。

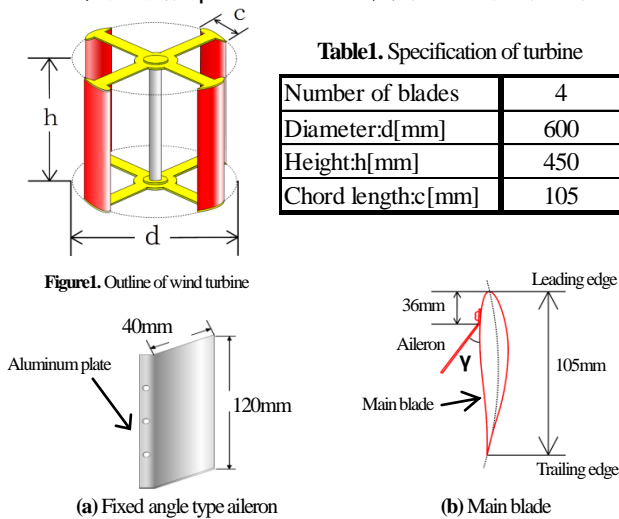


Figure 2. Aileron and main blade

3. 実験方法

実験は、幅 2.0m×高さ 2.0m の測定部断面を持つ水平式閉鎖回流型風洞で行い、設定風速は 12m/s 一定とする。

位置角の定義を図 3 に示す。図 3 より基準とな

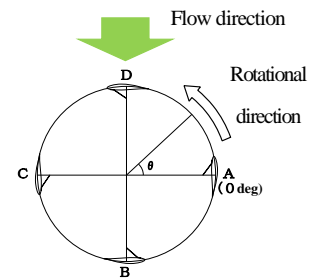


Figure 3. Definition of position angle

る主翼を A 翼とし、流向に対し基準翼の迎角が 0deg の時の位置を位置角 0deg と定義し、それ以外の主翼は、時計方向に B 翼、C 翼、D 翼とする。各位置角における起動トルクの測定は、反時計回りの方向に位置角を 5deg ずつ回転させて固定し、一定の風速を与える。風車の起動トルクを評価するために次式に示す起動トルク係数 C_T を用いる。

$$C_T = \frac{T}{0.5\rho AV^2 R} \quad (1)$$

ただし、T:起動トルク[Nm], ρ :流体密度[kg/m³], V:風速[m/s], A:受風面積($A=d \times h$)[m²], R:風車半径($R=d/2$)[m]とする。

4. 実験結果

4-1. 固定式補助翼の取付角度と起動トルクの関係

固定式補助翼の取付角度 γ を 40~110°の範囲で 10°毎に設定した場合、各位置角における起動トルクについて検討する。主翼 1 枚における補助翼なし及び固定式補助翼の起動トルク特性を図 4 に示す。

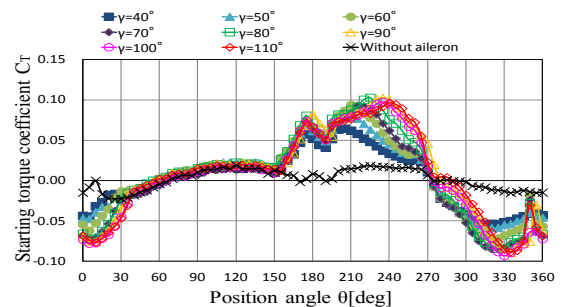


Figure 4. Characteristics of starting torque(Fixed angle type aileron, 1 blade)

1:日大理工・学部・電気, 2:日大理工・院(前)・電気, 3:日大理工・教員・電気, 4:日大理工・教員・機械

図 4 より, 固定式補助翼と補助翼なしを比較すると, 固定式補助翼の場合, 起動トルク係数が補助翼なしに比べ増加する位置角と減少する位置角, 変化しない位置角が存在する. そこで補助翼の取付角度 γ に対して起動トルク係数が補助翼なしより増加, 減少, 変化しない位置角の範囲を表 2 に示す.

Table2. Comparison with Without aileron

Setting angle γ [°]	Decrement [deg]	Alikeness [deg]	Increment [deg]
40	0~15,275~360	20~150	155~270
50	0~20,275~360	25~145	150~270
60	0~25,275~360	30~145	150~270
70	0~25,275~360	30~150	155~270
80	0~30,275~360	35~145	150~270
90	0~30,275~360	35~150	155~270
100	0~35,275~360	40~150	155~270
110	0~35,290~360	40~155	160~285

表 2 より, 取付角度 γ の大きさによらず C_r の減少する位置角の範囲のうち, 275~360deg はほとんど変化しない. しかし, 取付角度 γ が大きくなると C_r の減少する位置角の範囲は0~15deg から0~35deg の位置角の範囲まで広がる. そのため, C_r の変化しない位置角の範囲は取付角度 γ が大きくなると20~150deg から40~155deg に位置角の範囲が狭まる. また, 取付角度 γ の大きさによらず C_r の増加する位置角の範囲はほとんど変化しない結果となった.

4.2. 開閉式補助翼の取付角度に関する基礎検討

本節では, 4枚翼風車において開閉式補助翼の取付角度に関する検討を行う. 表2より, 起動トルク係数が補助翼なしに比べ増加する位置角の範囲で補助翼が開き, それ以外の位置角の範囲では補助翼が閉じる開閉式補助翼を考え, 補助翼が開くとした範囲では固定式補助翼を取り付け, それ以外の範囲では補助翼を取り外して風車に発生するトルクを測定した. つまり, これは開閉式補助翼を想定したものである. 固定式補助翼の起動トルク特性を図5に, 固定式補助翼を用いて開閉式補助翼を想定した場合の起動トルク特性を図6に示す. なお4枚翼においては位置角90degごとに周期性があることを考慮し, 測定範囲は一周期分の位置角0~90degとした.

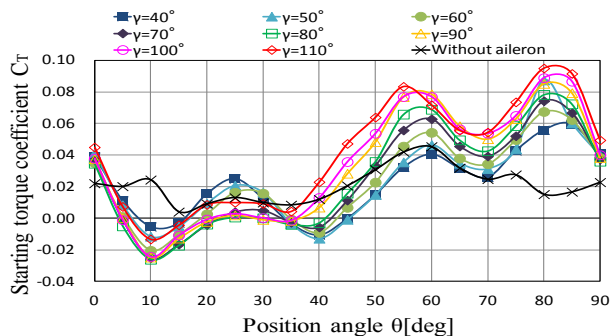


Figure5. Characteristics of starting torque(Fixed angle type aileron, 4 blades)

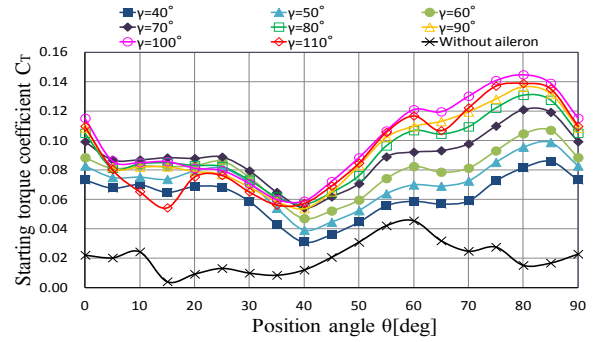


Figure6. Characteristics of starting torque

(Assumption of opening-and-closing mechanism aileron,4 blades)

図5及び図6より, 固定式補助翼と開閉式補助翼の想定した場合の結果を比較すると, 固定式補助翼の場合, 負の起動トルク係数となる位置角が存在したが, 開閉式補助翼を想定した場合, 負の起動トルク係数となる位置角は存在しない. また, 補助翼なしと開閉式補助翼を比較すると, どの取付角度でも全ての位置角において起動トルク係数が補助翼なしに比べ増加する. 次に, 図5, 図6の平均起動トルク係数を表3に示す.

Table3. Average starting torque coefficient

Setting angle γ [°]	Without aileron	40	50	60	70	80	90	100	110
Fixed angle type aileron	0.0210	0.0213	0.0231	0.0228	0.0240	0.0258	0.0318	0.0339	0.0403
Assumption aileron	0.0210	0.0610	0.0713	0.0788	0.0884	0.0917	0.0934	0.0992	0.0920

表3より, 開閉式補助翼を想定した場合の平均起動トルク係数は取付角度が大きくなるにつれ増加する. また, 全ての取付角度において平均起動トルク係数が固定式補助翼を上回る. 平均起動トルクが最も大きいのは, 取付角度 $\gamma = 100^\circ$ となり補助翼なしの約4.7倍となる可能性があることを示した.

5. まとめ

円弧キャンバー翼垂直軸形風車の起動性の改善を目的とし, 固定式補助翼を用いて開閉式補助翼を想定し, 補助翼の取付角度について検討した. 想定した開閉式補助翼の取付角度を40~110°の範囲で10°毎に設定した場合, 起動トルク特性に及ぼす影響について検討を行った結果, 全ての取付角度において固定式補助翼に見られた負の起動トルク係数となる位置角がなくなった. また, 補助翼なしと比較すると全ての位置角において起動トルク係数が増加した. 平均起動トルク係数は取付角度に比例して増加し, 取付角度が100°で最大となると考えられる.

風洞実験に際し, 御協力頂いた風洞実験室の安部先生, 高橋先生に謝意を表す.

参考文献

[1] 例えは鈴木 功: 円弧キャンバー翼垂直軸形風車において補助翼が起動トルクに及ぼす影響(その1) 平成19年度日本大学理工学部学術講演会論文集, pp.1186-1187.(2007)
 [2] 鈴木 功: 円弧キャンバー翼垂直軸形風車における補助翼の取付角度に対する基礎検討 平成22年度日本大学理工学部学術講演会論文集, pp.1021-1022.(2010)