

開閉式補助翼を備えた 円弧キャンパー2枚翼垂直軸形風車の負荷特性 Load Characteristics by Openig-and-Closing Mechanism Aileron for VAWT about Two Blades with Arc Camber Blade

○板山浩之¹, 直井和久², 塩野光弘², 柳平和寛³, 鈴木勝行²
Hiroyuki Itayama, Kazuhisa Naoi, Mitsuhiro Shiono, Kazuhiro Yanagidaira, Katsuyuki Suzuki

Abstract: We examine load characteristics of the vertical axis wind turbine with the arc camber blades that opening-and-closing mechanism ailerons attached on a main blade. The angle adjuster which causes output reduction of wind turbine were improved, and this paper considered the influence which it has on load characteristics in 2-blades wind turbine. As a result, compared with R type aileron, the output torque of the wind turbine increased the A-R type aileron at all rotational speeds. From this, it was shown that improvement of angle adjuster improves the output torque of the wind turbine.

1. はじめに

円弧キャンパー翼垂直軸形風車は起動性が乏しいことが指摘されており、この風車の起動性の改善を目的として、主翼に補助翼を取り付けることを提案した⁽¹⁾。風洞施設における実験により、開閉式補助翼を取り付けた場合、補助翼を取り付けない場合に比べ風車の平均起動トルクが増加し、起動風速が低下することを確認した⁽¹⁾。風車特性としては起動性だけでなく負荷特性も重要となるが、4枚翼風車における負荷特性試験において、開閉式補助翼の角度調整金具が風車出力を低下させることを明らかにした⁽²⁾。そこで、角度調整金具を改良した開閉式補助翼を提案し、実験結果から、角度調整金具による風車出力の低下が改善されることを確認した⁽³⁾。

本稿では、起動性の改善を確認した2枚翼風車において⁽⁴⁾、角度調整金具を改良した開閉式補助翼が負荷特性に及ぼす影響について検討する。

2. 供試風車と補助翼

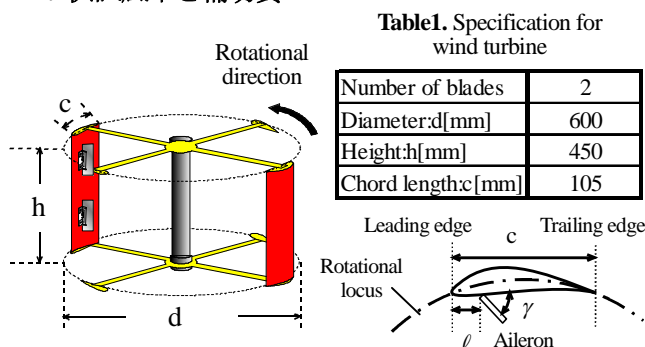


Table1. Specification for wind turbine

Number of blades	2
Diameter:d[mm]	600
Height:h[mm]	450
Chord length:c[mm]	105

Figure1. Outline of wind turbine

Figure2. Blade section

供試風車の主翼は NACA63-018 をもとにキャンパー線を回転軌跡と一致するように変形した円弧キャンパー翼とした。供試風車の概形を図 1 に、諸元を表 1 に、主翼と補助翼の関係を図 2 に示す。主翼への補助翼の取付位置は前縁から $l=36\text{mm}$ とする。また、補助翼は $\gamma=70^\circ$ で開いた状態を維持し、主翼の前縁からの風力や回転時の遠心力により閉じる仕組みになっている。補助翼は各翼にそれぞれ 2 枚ずつ取り付けた。

試験に用いた開閉式補助翼の概形を図 3 に示す。図 3(a) に示す補助翼は、樹脂シートとアルミ板を加工した角度調整金具により構成されており、これを R 方式とする。R 方式では角度調整金具の影響により風車出力が低下したため、角度調整金具を改良した補助翼を A-R 方式として図 3(b) に示す。A-R 方式の角度調整金具は、R 方式のアルミ板の幅 $3\text{mm} \cdot 5\text{mm}$ より細い直径 0.8mm のスチール線を加工している。

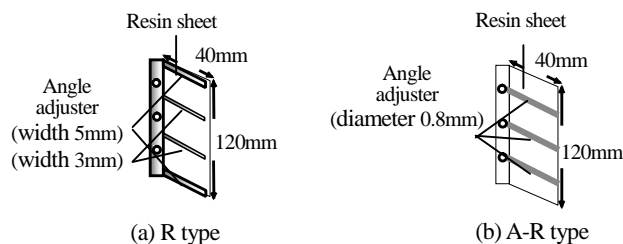


Figure3. Aileron

3. 実験方法

3.1. 負荷特性試験

実験は、幅 2.0m × 高さ 2.0m の測定部断面をもつ水平式閉鎖回流型風洞で行い、設定風速は 9m/s 一定とした。

実験装置の概要を図 4 に示す。負荷特性試験は、風速を設定した後、発電機の手動速度制御器で風車を回転速度 25min^{-1} 毎に設定し、トルクを測定した。ただし、風車の回転速度は遠心力による補助翼への影響を考慮し 475min^{-1} までとした。

3.2. 補助翼の開閉状態の観測

位置角の定義を図 5 に示す。図 5 より、位置角 θ は、風車が停止した状態で、風向に対し迎角 0deg にある主翼の位置を位置角 0deg と定義する。回転方向は反時計回り

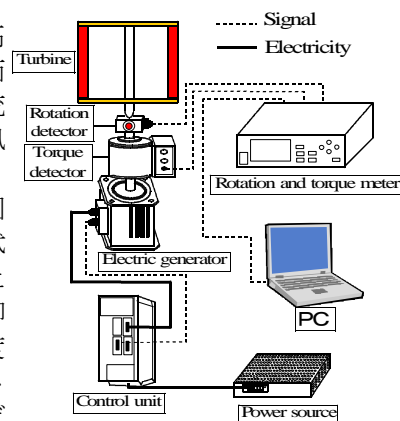


Figure4. Measurement system of load tests

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

を正転とし、風車を任意の回転速度に設定し、主翼が位置角 0deg, 90deg, 180deg, 270deg の位置における補助翼の開閉状態をストロボスコープを用いて観測した。

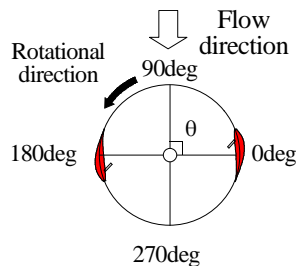


Figure5. Definition of position angle

4. 実験結果

補助翼なし、R 方式及び A-R 方式の開閉式補助翼を主翼に取り付けた場合の負荷トルク特性を図 6 に、R 方式及び A-R 方式の補助翼の開閉状態を表 2 に示す。

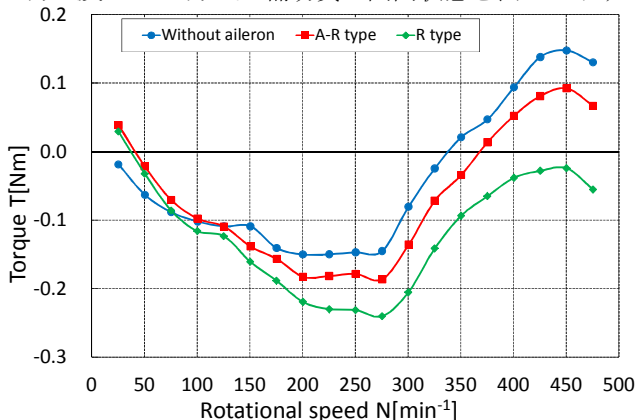


Figure6. load characteristics

Table2. Opening-and-closing condition of aileron (A-R and R type)

Rotational speed N[min^{-1}]	Opening-and-closing condition			
	0deg	90deg	180deg	270deg
25	×	△	○	×
50	×	△	○	×
75	×	△	○	×
100	×	-	-	×
125	×	-	×	×
150	×	×	×	×
175	×	×	×	×
200	×	×	×	×
225	×	×	×	×
250	×	×	×	×
275	×	×	×	×
300	×	×	×	×
325	×	×	×	×
350	×	×	×	×
375	×	×	×	×
400	×	×	×	×
425	×	×	×	×
450	×	×	×	×
475	×	×	×	×

○ : Open △ : Half-open
- : Repeated switching × : Close

図 6 より、補助翼なしの場合と比較すると、R 方式のトルクは回転速度 75min^{-1} 以下では増加、 100min^{-1} 以上では減少し、A-R 方式のトルクは回転速度 100min^{-1} 以下では増加、 125min^{-1} ではほぼ一致し、 150min^{-1} 以上では減少した。また、A-R 方式は R 方式に比べ全ての回転速度においてトルクが増加した。

各位置角における補助翼の開閉状態について、過去の起動トルク試験の結果より、位置角 $150\text{deg} \sim 270\text{deg}$

では風車のトルクが増加し、 $30\text{deg} \sim 150\text{deg}$ ではトルクが変化せず、 $0\text{deg} \sim 30\text{deg}$, $270\text{deg} \sim 360\text{deg}$ ではトルクが減少することを明らかにしている⁽¹⁾。したがって負荷特性においては、位置角 0deg , 90deg , 270deg で補助翼が閉じているとき角度調整金具の影響により風車のトルクが減少すると考えられる。また、位置角 180deg では補助翼が開いているときは主翼の後縁側から風を受けることにより風車のトルクは増加し、補助翼が閉じているときは角度調整金具の影響により風車のトルクは減少すると考えられる。

補助翼の開閉状態は、A-R 方式と R 方式の両方式とも同じ結果となったため、同一の表とした。

各方式の開閉状態は表 2 より、R 方式及び A-R 方式は回転速度 75min^{-1} 以下の範囲では位置角 180deg において補助翼が開いた状態となることから、図 6 において補助翼なしの場合に比べ風車のトルクは増加する傾向にあると考えられる。また、R 方式及び A-R 方式は回転速度 125min^{-1} 以上の範囲では位置角 180deg において補助翼が閉じた状態となるため、角度調整金具の影響により補助翼なしの場合に比べ風車のトルクは減少したと考えられる。

A-R 方式は R 方式に比べ全ての回転速度において風車のトルクが増加したことから、角度調整金具を細くすれば風車トルクの低下への影響は R 方式よりも改善されることを示した。

5. まとめ

2 枚翼の円弧キャンバー翼垂直軸形風車の主翼に角度調整金具を改良した開閉式補助翼を取り付け、風車回転時において開閉式補助翼が負荷特性に及ぼす影響について風洞実験の結果から検討した。

負荷特性試験より、R 方式、A-R 方式ともに低い回転速度域では補助翼の効果により補助翼のない場合に比べ風車のトルクは増加し、高い回転速度域では補助翼が閉じた状態となり補助翼のない場合に比べ風車のトルクは減少した。また、A-R 方式は R 方式に比べ全ての回転速度において風車のトルクが増加したことから、角度調整金具による風車のトルク低下が改善されたことを明らかにした。

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します。

参考文献

- (1)直井ほか：「補助翼による直線翼式垂直軸風車の起動特性の改善に関する検討」, 電学論 B, Vol.132 No.10 pp.862-871(2012)
- (2)辻ほか：「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負荷特性に及ぼす影響」, 2011 年(第 29 回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.161-162(2011)
- (3)板山ほか：「開閉式補助翼を備えた円弧キャンバー翼垂直軸形風車の負荷特性に及ぼす影響」, 2012 年(第 30 回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.129-130(2012)
- (4)川田ほか：「円弧キャンバー 2 枚翼垂直軸風車において開閉式補助翼が起動トルクに及ぼす影響」, 2010 年(第 28 回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.123-124(2010)