

垂直軸型風車に適した翼型の検討と集風体の適用

Numerical and experimental studies of airfoils suitable for Vertical Axis Wind Turbines and an application of wind-energy collecting structure

- 濱田 純一, 九大院航空, 春日市春日公園 6-1, E-mail: hama@riam.kyushu-u.ac.jp
 高橋 周平, 元九大院航空 (現在 三菱重工業株式会社)
 大屋 裕二, 九大応力研, 春日市春日公園 6-1, E-mail: ohya@riam.kyushu-u.ac.jp
 鳥谷 隆, 九大応力研, 春日市春日公園 6-1, E-mail: karasu@riam.kyushu-u.ac.jp
 渡辺 公彦, 九大応力研, 春日市春日公園 6-1, E-mail: k-watana@riam.kyushu-u.ac.jp
 Junichi HAMADA, Dept. of Aeronautics and Astronautics, Kyushu Univ., 6-1 Kasuga-koen, Kasuga, 816-8580, Japan
 Shuhei TAKAHASHI, Dept. of Aeronautics and Astronautics, Kyushu Univ.
 Yuji OHYA, RIAM, Kyushu Univ., 6-1 Kasuga-koen, Kasuga, 816-8580, Japan
 Takashi KARASUDANI, Kyushu Univ., 6-1 Kasuga-koen, Kasuga, 816-8580, Japan
 Kimihiko WATANABE, Kyushu Univ., 6-1 Kasuga-koen, Kasuga, 816-8580, Japan

Numerical simulations and wind tunnel experiments were carried out to study airfoils and a wind-energy collecting structure (wind-lens) suitable for Straight Wing Vertical Axis Wind Turbines (SWVAWT). The aim of this study is to increase the output power coefficients of SWVAWT. The numerical method is a direct numerical simulation (DNS) based on the finite difference method. The results of DNS revealed that symmetry airfoils are better than asymmetry airfoils for the output performance. In the wind tunnel experiment, the results of output performance test showed that the best airfoil is NACA0024. We designed a wind-lens and applied it to SWVAWT. In the wind tunnel experiments, the output power coefficients of SWVAWT with a wind-lens were more than 2 times as large as those of a SWVAWT only. We made clear the effect of the wind-lens on the output performance by DNS.

1. はじめに

現在、構造が簡易であるなどの利点から垂直軸型風車が注目を集めているが、出力性能が低いなどの欠点があり、またその駆動メカニズムは水平軸型風車ほど明らかになっておらず⁽¹⁾、実用化に向けての性能向上のために今後さらに研究を積み重ねていく必要がある。本研究では、直線翼垂直軸型風車の出力性能の向上のために、

1. 風車の最も重要な要素である翼型についての検討
2. 「つば付きディフューザ風車」と同様の集風体の適用とその最適形状の検討

を数値計算、風洞実験の両面からおこない、興味深い結果を得たのでここに報告する。

2. 翼形状についての検討

2. 1 キャンバの有無についての検討

数値計算により、対称翼 NACA0024、キャンバを有する翼 MEL002 (軸側に翼上面と翼下面の2通り) で検討をおこなった。それぞれの翼の周速比 $\lambda=1.5$ での最大出力係数 C_W を比較すると、NACA0024は $C_W=0.217$ であり、MEL002 (軸側に翼上面)は $C_W=0.134$ 、MEL002 (軸側に翼下面)は $C_W=0.094$ であった。これは3つの翼のうちNACA0024が1回転中効率よくトルクを発生できるからであり、トルク係数 C_T 分布 (Fig.1) から分かる。MEL002 (軸側に翼下面)は1回転を通してトルク係数は低い。MEL002 (軸側に翼上面)は傾向は似ているが $\theta=135^\circ$ 付近で負のトルクが発生している。したがって対称翼が適しているといえる。

対称翼 NACA0018 と風車回転円周に翼の中心線をあわせた NACA0018 の円弧翼を用い、風洞実験をおこなった (Fig.2)。最大出力係数に

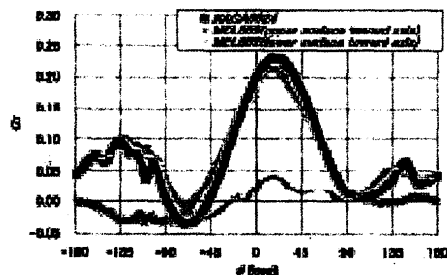


Fig.1 Comparison of time-averaged torque coefficients along the rotation angle

に関して低い Re 数では、対称翼の方が大きな値をとるが、Re 数を上げていくと逆転して円弧翼の方が大きな値をとる。このことから、最大出力係数について、低 Re 数域では Re 数依存が大きく、臨界 Re 数が存在することが分かる。また翼形状が異なると臨界 Re 数も異なることが予想されるため今後は Re 数を加味して翼形状を検討していく必要がある。

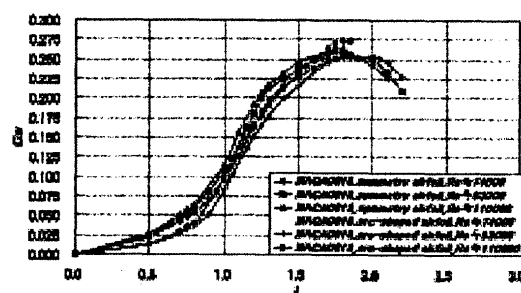


Fig.2 Comparison of power coefficient curves between symmetry airfoils and arc-shaped airfoils

2. 2 最大翼厚についての検討

対称翼の中から翼厚の異なる NACA0012, NACA0018, NACA0024, NACA0030 を用いて出力性能実験をおこなった (Fig.3)。この結果、翼厚には最適な厚さが存在することが分かった。また、それぞれの翼の最大出力係数 C_W のうち、最大となるものはNACA0024を用いたものであり、 $C_W=0.292$ であった。

3. 集風体についての検討

出力性能向上のために、水平軸型風車で有効であった集風体を垂直軸型風車にも適用し、風洞実験をおこなった。曲線形状の集風体を設計して適用したところ、風車単体の2倍以上の性能を示した (Fig.3)。最大出力係数 $C_{Wmax}=0.642$ は、コード長 $c=0.10m$ のNACA0024のとき得られた。

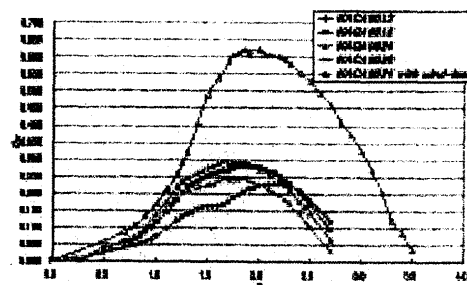


Fig.3 Comparison of power coefficient curves between SWVAWTs only and a SWVAWT with a wind-lens

参考文献

- (1) 関 和市, 「小型風力発電システムの開発と課題への取り組み」, 第 25 回風力エネルギー利用シンポジウム, 2003, pp.112-120.