

風洞測定部の断面積を考慮した円弧キャンバー翼の空力特性の測定

Measurement of Aerodynamic Characteristics of the Arc Camber Blade Considering the Cross-sectional Area of the Wind Tunnel Measurement Section

○渡辺萌子¹, 辻健太郎², 吉川将洋², 高岡雅史³, 嶋俊雄³, 吉田和範³, 直井和久², 塩野光弘²*Moeko Watanabe¹, Kentaro Tsuji², Masahiro Yoshikawa², Masashi Takaoka³, Toshio Shima³, Kazunori Yoshida³, Kazuhisa Naoi², Mitsuhiro Shiono²

Abstract: The previous research has measured the aerodynamic characteristics of the arc camber blade with a diameter of 600 mm and a chord length of 105 mm used for a vertical axis type four-blade wind turbine with a solidity of 0.224. This paper shows the comparison of aerodynamic characteristics will be made when the Reynolds number is matched using a blade with a diameter of 343 mm and a chord length of 59.5 mm for a solidity of 0.224.

風洞施設において風車を利用して風車特性を測定するには、タービン製作や測定等で、多大な労力を費やす必要がある。このため、翼1枚の空力特性から風車特性を求める理論的解析方法が幾つか提案されている^[1]。我々はこれまでに、風車特性を理論的に解析するため、翼の空力特性を風洞実験により測定してきた。しかしながら、この風洞試験において、測定部断面積の寸法が流れ場に影響を及ぼさないためには、風車の投影面積が風洞測定部の断面積に対して10%以下となる必要があるが^[2]、これまでに我々が作製した翼の寸法はこの条件を満たしていなかった。そこでこの条件を満たすように、流体力学におけるレイノルズの相似則に則り、サイズを縮小した翼を新たに作製し、その空力特性の測定を行なった。

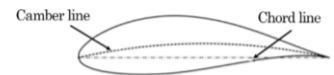


Fig.1 Arc camber blade

翼の空力特性の測定には、理工学研究所空気力学研究センターの風洞装置を用いた。風洞装置の測定部の寸法は、高さ 600mm、奥行き 300mm であり、断面積は約 $180 \times 10^3 \text{mm}^2$ である。また、今回風洞実験に使用する翼形状は、潮流発電実験で採用実績のある NACA63-018 を基にした Fig.1 に示す円弧キャンバー翼である。この翼はキャンバー線を風車の回転軌跡と一致するように変形したものである^[3]。

流体力学におけるレイノルズの相似則によると、モデルのサイズを変更しても空力的に相似の流れ場が得られることが知られている^[4]。そこで垂直軸形の4枚翼風車において従来の直径 600mm、高さ 450mm、ソリディティ 0.224 に使用する翼弦長 105mm の円弧キャンバー翼^[5]を流れのレイノルズ数を合わせた直径 343mm、高さ 257mm、ソリディティ 0.224 における翼弦長 59.5mm の翼として作製した。この翼の投影面積は約 $17.6 \times 10^3 \text{mm}^2$ であり、風洞測定部の断面積に対して10%以下となる。なお、レイノルズ数 Re は式(1)より求まる。

$$Re = \frac{\rho V l}{\mu} \quad (1)$$

ただし、 μ : 流体の粘度 [$\text{Pa} \cdot \text{s}$], ρ : 空気密度 [kg/m^3], V : 風速 [m/s], l : 翼弦長 [m] である。

本稿では、風洞測定部の断面積を考慮した円弧キャンバー翼の空力特性について検討した結果を報告する。

謝辞

風洞実験にあたり実験が円滑に進むよう技術的なご支援を頂いた日本大学理工学部機械工学科准教授の関谷直樹先生、空気力学研究センターの今村永希先生に謝意を示す。

参考文献

- [1]例えば Ion Paraschivoiu : 「WIND TURBINE DESIGN With Emphasis on Darrieus Concept」, Presses inter Polytechnique, (2002)
 [2]外立政隆, 石田洋治: 「風車の風洞試験法の研究」, 日本機械学会第73期通常総会講演会講演論文集(III), pp.247-248(1996)
 [3]木方ほか: 「来島海峡におけるダリウス形水車による潮流発電」, 電学論 D, Vol.112, No.6, pp.530-538(1992)
 [4]牧野光雄: 「航空力学の基礎(第2版)」, 産業図書株式会社, p.16(2009)
 [5]直島ほか: 「2種類のソリディティにおける直線翼垂直軸風車の特性-3枚翼風車における起動トルク特性の検討」, 平成30年電気学会全国大会, p.79(2017)

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