

NACA63₃-018 翼形に基づいたタービン翼の理論解析

—異なる翼弦長に対する円弧キャンパー翼の空力特性—

Theoretical Analysis of Turbine Blades with the NACA633-018 Airfoil

—Aerodynamic Characteristics of Arc Camber Blades with Different Chord Lengths—

○福島昂延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*Kosuke Fukushima¹, Kentaro Tsuji², Masahiro Yoshikawa², Masashi Takaoka³, Toshio Shima³, Kazunori Yoshida³, Kazuhisa Naoi², Mitsuhiro Shiono²

Abstract: Water tunnel experiments have shown that arc camber blades improve the efficiency of water turbines compared to conventional blade shapes. In this study, aerodynamic characteristics of three types arc camber blades based on NACA63₃-018 were measured under same Reynolds number.

潮流発電実験において採用実績のある NACA63₃-018 翼形を基とした円弧キャンパー翼は、水路実験の結果から NACA63₃-018 直線形と比較して水車効率を向上させることが明らかとなっている^[1]。我々はこの翼を利用したタービンを風力発電装置として利用した場合の風車特性を風洞施設により測定し、これまでに、タービンのソリディティすなわち翼弦長の違いが風車特性に影響を及ぼす^[2]ことを風洞実験より明らかにしている。しかし、風洞施設において、タービンを実際に回転させて測定を行うには多大な労力を要する。そこで、翼の空力特性から風車特性を推定するための理論的解析方法がいくつか提案されている。Ion^[3]の解析方法では、翼の空力特性である揚力係数および抗力係数から、風車に働くトルクやパワー係数等が算出されている。

そこで、本稿では NACA63₃-018 翼形を基とした円弧キャンパー翼について、異なる翼弦長に対する空力特性の測定結果を報告する。

空力特性の測定は、本学理工学研究所空気力学研究センターの3分力検出器(LMC-3531-50N, 日章電機(株)社製)を使用した。Figure.1に示すように、この翼はキャンパー線が風車の回転軌跡と一致するように変形した翼形状である。検討した翼の翼幅は295mmで、翼弦長はタービンの直径600mm^[2]に対して、105, 122, 139mmの3種類^[2]である。異なる翼弦長の空力特性を比較するため、(1)式に示すレイノルズ数 Re ^[4]を用いる。本実験では迎角 $\alpha = 0deg$ において $Re = 8.0 \times 10^4$ となるよう、各翼に対して風速

を設定する。

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

ただし、 ρ : 空気密度[kg/m³], V : 風速[m/s], l : 翼弦長[m], μ : 粘性係数[Pa・s]である。

測定する迎角 α は、風洞測定部断面積0.18m²に対して、翼の投影面積が占める割合が10%以下^[5]となるよう、 $\alpha = -25 \sim 25deg$ の範囲で1deg毎に設定する。

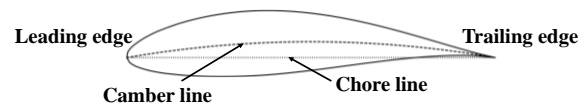


Figure.1 Arc camber blade

謝辞

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] 木方, 塩野: 来島海峡におけるダリウス形水車による潮流発電, 電気学会論文誌, Vol.112, No.6, pp.530-538, 1992
- [2] 例えば小林ほか: 3枚翼ダリウス形風車のソリディティの違いが風車特性に及ぼす影響, 2019年電気設備学会全国大会論文集, pp.479-480, 2019-8
- [3] 例えば Ion Paraschivoiu: WIND TURBINE DESIGN With Emphasis on Darrieus Concept, Presses inter Polytechnique, 2002
- [4] I. H. Abbott and A. E. von Doenhoff: THEORY OF WING SECTIONS INCLUDING A SUMMARY OF AIRFOIL DATA, Dover Publications, p.81, 1959
- [5] 渡辺ほか: 円弧キャンパー翼の空力特性に対する風洞測定部断面積の影響, 2024年(第6回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, pp.39-40, 2024-12