ダリウス型風車における翼周りの流れが性能に及ぼす影響

Study on Improvement in Performance of Darrieus Type Windmill

(Effect the flow around Blades on Performance)

○学 兼松 大輔 (富山大院) 正 川口 清司 (富山大)
 正 奥井 健一 (富山大) 正 田中 太 (富山大)
 学 東海 圭祐 (富山大院) 学 富岡 政裕 (富山大・学)

Daisuke KANEMATSU, Kiyoshi KAWAGUCHI, Kenichi OKUI
 Futoshi TANAKA, Keisuke TOKAI and Masahiro TOMIOKA
 University of Toyama, 3190 Gofuku Toyama-shi, Toyama

Key Words: Darrieus Type Windmill, PIV, Flow Visualization

1. 緒言

近年、地球温暖化防止ならびに化石燃料の枯渇に対処するために、新エネルギーの開発が進められており、特に風力発電が注目を集めている。風向が一定ではなく常に変化する日本の風況には垂直軸タイプの風車が適しており、その中でもエネルギー変換効率が比較的高く騒音が発生しにくい、また、構造が単純なため低コストで製造できるダリウス型風車が有望であると考えられる。本研究では構造が簡単な直線翼を有するダリウス型風車の効率向上を図るために、PIVを用いて翼周りの流れの可視化を行って流速分布を求め、翼周りの流れと翼に作用する力について検討したので報告する。

2. 実験装置および実験方法

供試風車の諸元を表1に示す。流れの可視化は回流水槽を用いた表面浮遊法によって行った。水面に浮かぶアルミ粉の挙動を観察することにより、風車が回転する際の翼周りの流れを二次元的に可視化することができる。二次元的に撮影された流れの動画から連続的に静止面を取り出し、PIV解析の手法を用いることにより翼周りの流速分布を求める。

Table 1 Dimension of windmill model

Wing type	Blade length c	Diameter d	Height h	Number of wings N
NACA4412 (Inside camber)	50	100	80	3
NACA4412 (Outside camber)				
NACA0012 (No camber)				

実験では、周速比 λ を 1、2 と変化させて翼周りのフローパターンが回転角 θ の推移とともにどのように変化するかを調べ、迎え角 α の推移を測定する。また、翼型や周速比の違いが推進力にどのような影響を与えるかを調べる。 θ とは風車前面中心を 0° とし、翼が回転方向にどれだけ移動したかを表す角度であり、 α とは翼自身の動きを考慮して算出される、翼に流れ込む相対流速 W の流れ方向と翼弦線の成す角度を意味する。

3. 実験結果および考察

PIV解析によって求めた α および相対流速 W の値から、 λ が 1 および 2 のとき、翼が 1 回転する間にどれだけの推進力を得ているかを算出した。図1および図2に各翼型における周速比による比較を行った結果を示す。どの翼型においても周速比が大きくなることで得られる推進力が増加していることが分かる。これは、翼に作用する相対速度が増大した結果、得られる揚力が増加し、結果として推進力が多く得られ

ていると考えられる。特に NACA4412 で反りが内側の場合、 $\theta=300^\circ$ 付近で安定して推進力が得られており、最も効率が良いと思われる。

ただし、推進力の算出を行うにあたっては、迎え角が $\pm 20^\circ$ 程度までの範囲しか揚力・抗力のデータがなく、これ以外の迎え角においては推進力を 0 とし算出している。今後、より詳しい揚力・抗力のデータを入手して、推進力を求めていきたいと考えている。

Fig.1 Relationship between rotation angle and circumferential force ($\lambda=1$)

Fig.2 Relationship between rotation angle and circumferential force ($\lambda=2$)

4. 結論

本研究を行った結果、得られた結論を以下に示す。

- (1) 周速比を 1 から 2 へ上げることで翼に作用する相対速度が増大した結果、得られる揚力が増加し、結果として推進力が多く得られていると考えられる。
- (2) NACA4412 において反りが内向きのとき翼回転角 300° 付近で安定して推進力を得ており、本研究で採用した 3 種類の翼型の中では最も効率が良いと考えられる。