42 抗力型垂直軸風車周りの流れの可視化

山形大学工学部 安部 二郎

Flow Visualization around Resistance-Type Vertical-Axis Wind Rotors

JIRO ABE*

In the case of using the resistance - type vertical - axis wind rotors as a water wheel, the Savonius rotor shows the worst efficiency. Then in this paper, the reason of these experimental results is tried to investigate by visualizing flow fields around rotors without a rotation. In the visualization, the smoke of Japanese short pipe is used for the reason that the continual time is comparatively long and the smoke is thick. The sharp pictures are obtained and it can be thought from these pictures that the factors affected on the efficiency are not only the flow blown through between the blades but also the disturbances created behind the rotors.

1. はじめに

抗力型垂直軸ローターは効率はそれほど良好ではないが、低回転でトルクの大きいこと、構造が簡単で比較的製作が容易であり、起動性の良いことや風向制御の必要がないことから、おもに風車として用いられている。特にサボニウス型ローターについては、風車出力に及ぼす形状パラメータについての研究がなされており、風車周りの流れの可視についても、スモークワイヤ法、水流等により多くの研究がなされている。

本研究ではこの垂直軸ローターを水車として利用し得る可能性を求めた結果、水車効率が最も良い場合と最も悪い場合とについて、その違いの原因をローター周りの流れを可視することにより探ろうと試みた。トレーサーとしてはタバコの煙を使用し、ローターが静止時のフローパターンを種々の角変化について調べた。

2. 実験装置及び実験方法

図1は水車実験に使用した垂直軸ローターブレード形状を示したものである。ブレード弦長は50 mmで高さは220 mmである。ギャップ比は実験結果よりゼロとし、オーバ

*Department of Mechanical System Eng., Faculty of Eng., Yamagata University;

ーラップ比を図1のブレードそれぞれに対して、0.2から0.6まで0.1刻みに5通り変えて実験を行った。高さは220mmとし、ブレード厚は1.2mm、エンドプレートには径が100mm、厚さ5.8mmの真ちゅう板を用いた。その結果を図2に示す。図2は各ブレード形状においてオーバーラップ比を変えた場合、効率の最も高いものを選び出して示したものである。効率は次式で定義した。 $C_p = T\gamma / \omega QH$ 、ここにTはトルク、Hは入り口側水位、 ω は角速度、Qは水車通過後の流量である。水車として用いた場合、サボニウス型ブレードの効率が最もわるい。そこで、流れを可視することにより、 $R/C = 0.46$ とサボニウス型、それに参考までに $R/C = 0.33$ の場合を比較した。可視化に用いたブレードは弦長50mm、高さ60mm、厚さ1mmの透明なアクリル板で製作した。軸径は5mmとし軸無しの場合も観察した。可視化に用いた煙風洞を図3に示す。煙線は両切りのショートピースを用いて発生させている。流速は0.45m/s、レイノルズ数でおよそ2500である。フィルムはネオパン400を用い、絞り5.6、シャッタースピード1/125とし、撮影後増感現象を行った。照明としては、観測部上下に3個ずつ200Wのフトリフレクタランプを取り付けた。

3. 実験結果及び考察

3-1 ブレード形状の影響

図4に示すように、 $R/C = 0.33$ では後方に死水領域ができており流れも乱れていない。 $R/C = 0.46$ では、戻りブレード湾曲部外側に当たった流れにより進みブレード側に淀み渦ができており、吹抜け流れはほとんど見られない。ところが、サボニウスでは吹抜け流れが多く見られる。30°傾けた場合、両方共進みブレード内に小さな渦が生じている。サボニウスの場合には吹抜け流れも多いようで、軸を避けるように戻り側ブレード内に小さな渦ができており、ローター後方の流れの乱れも激しいが、 $R/C = 0.46$ では吹抜け流も少なく、後方乱れも左程ではない。

3-2 オーバーラップ比の影響

図5に示すように、 $OL = 0.2$ では吹抜け流れが少なく後方の乱れも大きい。ところが $OL = 0.4$ と0.6と比較した場合、共にある程度の吹抜け流は見られるが、0.6の吹抜け流は進みブレードと戻りブレードとに多く当たっており、後方の乱れも大きい。

3-3 軸の影響

図6は軸の有無について流れを比較したものである。軸無しの場合進みブレードから戻りブレードによく流れが入り込み、戻りブレード側に淀み渦らしきものを形づくっているが双方共後方の乱れは少ない。

4. おわりに

抗力型垂直軸風車を水車として利用するために実験を行った結果、サボニウス型ブレードを持つローターの効率が最も悪かったので、流れを可視することによりその原因を探ってみたところ、吹抜け流れが特性に影響を与えるのは当然であるが、ローター後方の乱れもかなり影響を及ぼしているものと思われる。

参考文献 藤沢他、流れの可視化、7-25, (1987) 以下略

Fig.1 Shape of Blades

Fig.2 Effect of the Shape of Blades affected on the Efficiency

① Rectifying Section ② Contraction ③ Observed Section ④ Diffuser ⑤ Pan
⑥ Infinitely variable Gear ⑦ Motor ⑧ Nozzle ⑨ Honeycomb ⑩ Lighting System

Fig.3 Experimental Setup

Fig.4 Effect of Blades

Fig.6 Effect of Axis

Fig.5 Effect of Overlap Ratio