

# 多段サボニウス風車

— 7 段の場合 —

日大生産工(院) ○ 大野 渉  
日大生産工 上野博之 石井 進

## 1 概要

垂直軸風車であるサボニウス風車は、風車の回転一周中に羽根が受ける流体力が大きく変化し、これらは正弦波状に変化する特徴を持っている<sup>(1)(2)</sup>。また回転羽根の回転は、回転一周期の流体力に追従する。風車が風速変動に完全に追従する場合は、乱れに関係なく出力係数が一定となる。しかし、風車自身の慣性モーメントが高い場合は、位相の遅れが生じ、風速変動に対する風車の追従性が低下して、出力係数の低下を大きくさせる<sup>(3)</sup>。

本実験では、流体力の変動を少なくするための一手段として、サボニウス風車の段数を7段にして、回転羽根の取り付け角が回転数に及ぼす影響を調べた。受風面積を同一として、取り付け角度 $90^\circ$ で交差箇所数を変えて実験を行った。また取り付け角度を $30^\circ$ 間隔で螺旋状のような配置での影響も調査した。

また風車は、設置状況に応じて剛性や大きさを変える必要がある。本研究では回転体の慣性モーメントを変更したときの回転数が受ける影響も調べた。

## 2. 実験装置

実験装置の概要をFig. 1に示す。風管の全長は5m、断面は $1000\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 、側面は開放とした。風車は風管出口部中心で各回転羽根

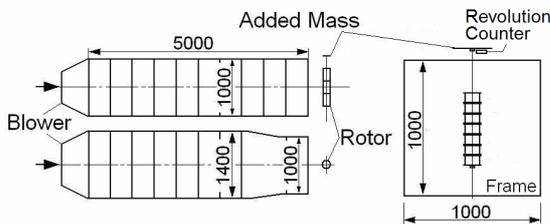


Fig 1 Schematic illustration for experimental apparatus

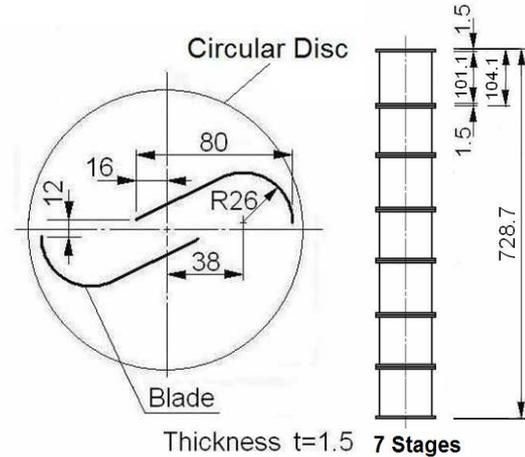


Fig 2 Schematic illustration of the Savonius wind turbine

を組み合わせ鉛直に設置した。回転軸上部には質量を増加させるための付加質量と非接触型回転計を取り付けた。付加質量はアルミ製の円盤で、板厚がそれぞれ $t=2\text{mm}$ 、円盤の半径が70, 80, 100, 120, 160, 200mm、質量が0.084, 0.011, 0.174, 0.248, 0.428, 0.684kgの6種類を使用した。

回転羽根の形状と各種寸法をFig. 2に示す。使用する回転羽根はアクリル製である。風車の全長は728.7mm、ブレードの高さは101.1mmである。ブレードは、直線部と円弧部( $r=26\text{mm}$ )から成り、直径 $d=140\text{mm}$ の円形板を上下に2枚設け、円形板で挟み込むようにして2枚の羽根を設置した。ブレードおよび円形板の板厚は1.5mmとした。一枚の羽根の両端を結ぶ線分の長さは80mm、ギャップが12mm、オーバーラップを32mmとした。

Fig. 3に7段サボニウス風車の回転羽根の配列を示す。Type Aは、すべての回転羽根を同一方向に配置した。Type Bは、一段ごとく $90^\circ$ 交差させて配置した。Type Cは、

Multiple stages Savonius wind turbine

— case of 7 stages —

Wataru OHNO, Hiroyuki UENO and Susumu ISHII

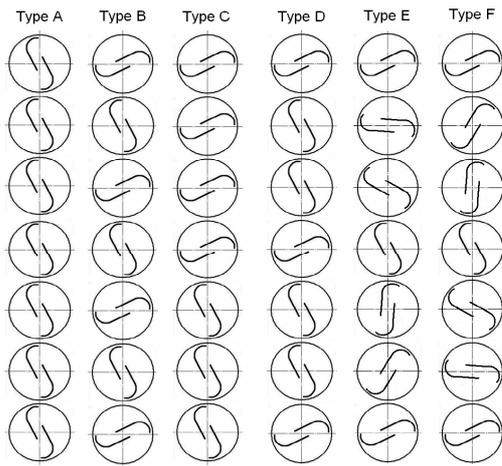


Fig. 3 Schematic illustration for the Savonius wind turbine

上部3段と下部4段を同一方向として、一ヶ所のみを $90^\circ$ 交差させて配置した。Type Dは、1段目と4段目、7段目を $90^\circ$ 交差させて配置した。Type Eは、回転羽根を右方向に $30^\circ$ ずらし、Type Fでは左方向へ $30^\circ$ ずらして配置した。本実験では出口風速を4種類に、2.4, 2.5, 2.6, 2.7m/sと変更して実験を行った。

### 3. 実験結果

Fig. 4に6種類の風車が回転数に与える影響を示す。各風速下における回転数と慣性モーメントの関係はすべて同様に現れたため、例として $U=2.4\text{m/s}$ のみを示す。回転羽根の取り付け角度を変えなかったType Aに比べて、他のすべて風車の回転数が増加する結果となった。特にType Bが一番回転数が増加し、次にType Dとなり、ほぼ同一の回転数であるType C, Type E, Type Fの順に回転数は高くなった。これらの要因として、一つの回転羽根から流出した流れが隣接する上下の回転羽根に流入して、それらが駆動力として流体抗力が発生してブレードに作用して回転数が高められたと考えられる。Type B, Type C, Type Dはすべて同一の受風面積であり、回転羽根が $90^\circ$ 交差している箇所数のみが相違点である。よって6カ所交差しているType B、3カ所交差しているType D、1カ所みのType Cの順と、交差箇所が多いほど回転数は高くなる結果となった。またType EとType Fの回転数がさほど増加しなかった要因としては、交差角度が $30^\circ$ と小さく、回転羽根から流出した流れが隣接している回転羽根に流入しなかったためだと考えられる。

Fig. 5に、出口風速が回転数に与える影響を示す。各付加質量における風速と回転数の関

係はすべて同様に現れたため、 $M=0.684\text{kg}$ のみを示す。これらは比例して一定に増加する結果となった。よって風速によって風車の性能が依存することはないと考えられる。

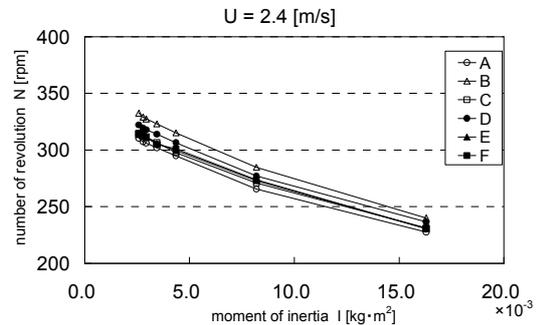


Fig. 4 Influence of 7stages Savonius Wind turbine ( $U=2.4\text{ m/s}$ )

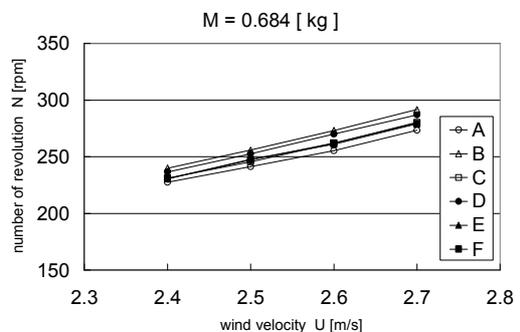


Fig.5 Influence of 7stages Savonius wind turbine for different wind velocity ( $M = 0.684\text{ kg}$ )

### 4. まとめ

サボニウス風車の回転羽根の取り付け角度を変えることにより、回転数に与える影響を調べた。その結果、回転羽根を $90^\circ$ 交差させた箇所が多いほど回転数も増加した。これらは、回転羽根から流出した流れが、隣接する回転羽根に流入し、駆動力として働いたためだと考えられる。また風速が変動しても、風車の性能はかわらない結果となった。

### 5. 参考文献

- 1) 石松克也、篠原俊夫、詫歴史孝：サボニウス風車に関する数値計算(放出渦が運転特性に及ぼす影響)、機械学会論文集(B編) 61-581
- 2) 小川武範：サボニウス風車に関する研究(第1報、理論解析)、機械学会論文集(B編) 49-441 (1983) 976-984
- 3) 丹省一、清水幸丸、菊山巧嗣：小型風車発電装置とその運転に関する一考察、ターボ機械23-9 (1997) 412-419