361 集風装置付きサボニウス風車 (周速比 >1.0 の場合)

Savonius wind turbine with wind concentrator

(In case of tip speed ratio >1.0)

○ 張 晟(日大・院) 柳沼 孝佑(日大) 三野 正洋 上野 博之 石井 進

Zhang Sheng, Nihon University, Izumi-machi 1-2-1 Funabashi-shi Chiba

Takayuki Yaginuma, Masahiro Mino, Hiroyuki Ueno, Susumu Ishii, Nihon University

Keywords: Savonius turbine, Wind Concentrator, Deflecting plate

1 概要

2枚の羽根で構成するサボニウス風車の羽根(以後回転羽根と呼ぶ)の回転力を増すために集風装置(平板を使用している)を付ける¹⁾。集風装置(以後平板と呼ぶ)は回転羽根の方向へ流れを集める。一方、平板を付けないとき、回転一周中に回転軸に作用する回転モーメントは、概略の傾向であるが正弦波形状である²⁾。この現象を回転羽根付近の流れとして観察すると、回転羽根の両端ではく離れた流れが下流側で合流する、回転一周中の一時期があり、この時期に高い回転モーメントを示す³⁾。

したがって、回転軸より上流側に平板を設置するとき回転数を増す設置位置があり、また、回転軸より下流側に平板を設置するとき、回転を遅くする設置位置がある。

ところで、回転羽根の形状(円弧部半径、オーバーラップ比⁴⁾等)も回転羽根の回転数に影響を及ぼすから、平板を設置して、回転羽根の形状が回転数に及ぼす影響を調べる必要がある。

2 実験装置

実験装置をFig.1に示す。風管の出口部(1400×500)に平板と回転羽根がある。Fig.2は平板の形状である。平板の正面・下面・側面図である。平板の幅 L は160mmである。半径350mmの円盤(disc)を上下につけ、下側の円盤の上に平板のL字状部(120×60mm)をテープで固定して立てた。Fig.3は使用した6種類の回転羽根を示す。羽根の両端に長方形の板を付け、回転羽根とした。回転羽根は上下2枚の直径250mmの小円盤に挟んで固定した。

Fig. 1 Experimental Apparatus

羽根の両端を結ぶ線分の長さを翼弦長と呼ぶ。翼弦長は全ての回転羽根で80mmとした。2枚の羽根の翼弦長間の幅を記号 g (ギャップ)で、内側先端の間の距離を記号 h (オーバーラップ)で表す。直線部と円弧部からなる羽根の円弧部半径を記号 r で表す。

Fig. 2 Guide vane

Fig. 3 wind turbine blade

回転軸を中心とし、主流方向に y 軸を、 y 軸に直角方向に x 軸をとった。回転軸より上流側を y 軸の正方向、戻り羽根側を x 軸の正方向にとった。本実験は平板設置用に円盤を用いた2次元形状の流れの場合であり、3次元形状の場合は本報告の範囲外とする。

3. 実験結果

回転羽根付近に平板を置かないときの回転数の傾向を Fig. 4 に示す。羽根の配置例を図中に示す。紙面の上から下へ流れるとすると、図のように2枚の羽根を進み羽根、戻り羽根と呼ぶ。羽根の先端の回転速度と主流 (2.88m/s) の流速との比 (周速比) を 1.0 付近 (430rpm 付近) としたので、進み羽根に作用する流体抗力は少ないが、はく離に伴う局所的な揚力の発生により⁵⁾、翼弦長 80mm に対し $h=66\text{mm}$ でも高い回転数となる。

円弧部半径が大きいと回転数は高くなる。この傾向は平板を 1 枚設置する本実験の場合に現れる回転数の傾向である。

Fig. 4 in case of no plate

Fig. 5 in case of $g=8\text{mm}$ $h=46\text{mm}$

Fig. 5 は、円弧部半径が 17.3mm で、進み羽根側に平板を設置したときの回転数の傾向を示す。平板配置の一例を図中に示す。 $x=-75\text{mm}$, $y=155\text{mm}$ の場合である。回転軸より遠くに平板を設置するほど、また $x=-75\text{mm}$ 付近のときに、高い回転数になる傾向を示す。 $h=46\text{mm}$ 付近で回転数は高く、 $h=26\text{mm}$ にすると 20rpm 程度低下する。回転軸の直径は 6mm であるが、直線部と円弧部からなる羽根の、直線部間の最短距離 L は $h=26\text{mm}$ のとき $L=14.8\text{mm}$ である。なお、 $r=26\text{mm}$ で $g=8\text{mm}$, $h=26\text{mm}$ のときは $L=19.5\text{mm}$ になるが、回転数は同程度だけ低下する。また、円弧部半径が 36.3mm の場合は最高回転数が 520rpm 程度であり、平板を最高回転数となる位置に置けば、円弧部半径の相違が回転数に及ぼす影響は少なく、また、 h を図に示す程度に変更しても回転数に及ぼす影響は少ない。

Fig. 6 と Fig. 7 は戻り羽根側に平板を設置したときの回転数の傾向を示す。進み羽根側に設置する場合に比べ回転数は低下する。Fig. 6 では 474rpm (g が 8mm) であるが、 $g=15\text{mm}$ にすると 429rpm と

なり、僅かに回転数が低下する。

Fig. 7 の場合の最高回転数は 446rpm であり、Fig. 6 の場合とほとんど変わらないが、 $h=56\text{mm}$ の場合である。 $r=36.3\text{mm}$ の場合も同じであるが、回転数が極小となる位置 (図では $x=115\text{mm}$ 付近) がある。平板を設置する y 方向の位置は回転数に殆ど影響しないから、進み羽根の凹面側に流入する流れの影響であると考えられる。

Fig. 6 in case of $g=8\text{mm}$ $h=36\text{mm}$

Fig. 7 in case of $g=8\text{mm}$ $h=56\text{mm}$

4. まとめ

集風装置を設置するとき、回転羽根の形状の相違 (円弧部半径、ギャップ比等) が、サボニウス風車の羽根の回転数に及ぼす影響について調べた。集風装置として平板を用いた。

最高回転数が 500rpm 程度で、周速比が 1.0 付近である本実験の場合、オーバーラップ、ギャップ、円弧部半径を変えると、平板の位置を適切に選べば、最大 65rpm 程度の回転数の低下となる。したがって、羽根形状よりも、多くの風を集める集風装置の形状等が今後の課題である。

6. 参考文献

- 1) 小川武範, 田原和之, 鈴木計夫: 機械学会論文集 (B 編) 51-471(1985) 3516-3522
- 2) 沢田雅, 中村雅英, 鎌田信: 日本機械学会論文集 (B 編) 51-471(1985) 3743-3747
- 3) 上野博之, 三野正洋, 高田紀久: 太陽エネルギー学会誌 Vol28-No5 (2002) 42-49
- 4) 藤沢延行, 池谷和昭: 日本機械学会論文集 (B 編) 58-547(1992) 810-814
- 5) 上野博之, 三野正洋: 太陽エネルギー学会誌: Vol27-No1 (2001) 70-76