

垂直軸型風力発電用風車の研究 —フラップと翼の迎角が風車性能に及ぼす影響—

日大生産工(院) ○呉 昊 日大生産工 松島 均
日大生産工 藤田 優 日大生産工 野口 常夫

1. 序論

風力発電では風車の回転数を上昇させるに従って発電量は増加するが、安全性の低下や騒音の増大などの悪影響を及ぼす恐れがある。

本研究は、起動風速を小さくし、かつ中・高風速域の風でも多くの発電量を得るために「フラップ付きの翼」を用いて、フラップの開度と翼の取り付け角度を変化させ、最少起動風速と発電量について検討した。

2. フラップ翼の特徴

「フラップ付き翼」の特徴は、低風速域ではフラップが開き、後縁方向から風を受ける面積が大きくなり起動風速が下がる。高風速域では翼の上下を流れる気流の影響でフラップが閉まりジャイロミルと同じ翼型になり効力が減る構造になっている。本研究ではフラップの開き角度を固定させた状態で高風速域でのフラップの影響を検討した。各翼の断面形状をFig. 2に示す。

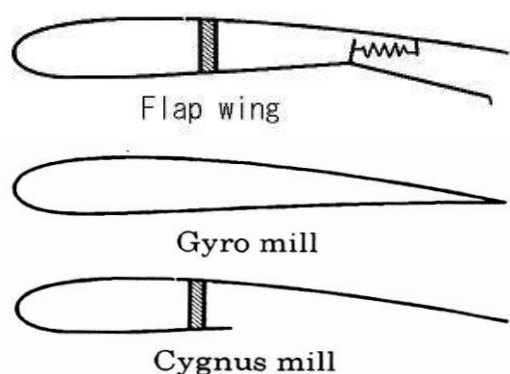


Fig.1 Cross section of blade

3. 実験装置及び実験方法

実験装置の概要をFig. 1に示す。使用した風洞は、吹き出し口寸法2000×2000[mm]吹き出し口から吸い込み口まで4900[mm]あり、そこに525[mm]の土台を組み、風車を設置した。風速計は吹き出し口の中心に設置し、回転数計と発電機は風車本体に取り付けた。

はじめに起動風速を測定し、その後、風速4[m/s]から14[m/s]まで2[m/s]刻みで測定を行った。各風速において負荷を変化させながら電圧E[W]、回転数n[rpm]を計測し、発電量が最大になる負荷条件を測定した。本研究ではブレードの翼弦長Cを220[mm]、ブレード枚数Zを4枚、ロータ回転直径Dを1200[mm]とし、ブレード幅Lは1500[mm]を用いて測定を行った。翼の迎え角は2.76°、5.50°、8.21°、10.88°に設定し、迎え角ごとにフラップの開き角度を0°、10°、20°に固定し、変化させて計測を行った。

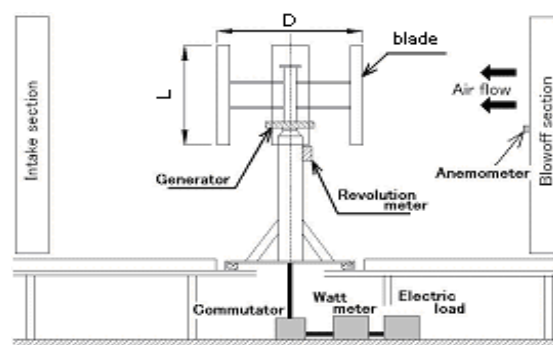


Fig.2 Experimental equipment

Study on a vertical axis windmill for power generation
(Effect of a flap and wing attack angle on windmill performance)

Kou GO, Hitoshi MATSUSHIMA, Masaru FUJITA, Tsuneo NOGUCHI

4. 実験結果及び考察

4-1 迎角による発電量の変化

Fig. 3は迎え角 α を 2.76° に設定し、フラップの開き角度を 0° 、 10° 、 20° に変化させ発電量を測定した結果である。

$\alpha=2.76^\circ$ の場合、風速 $V=10$ [m/s]になるまで開き角度が変化しても発電量に大きな差異は見られなかった。しかし、風速 $V=10$ [m/s]以上になると開き角度が 0° の条件のみ発電量が他よりも大きく向上することがわかった。

このように α が 2.76° では風速が 10 [m/s]から 12 [m/s]に変化したときに、フラップの開き角度が 0° の発電量の向上の度合いが他の開き角度より著しい。これはフラップに開き角度を与えていないため、高風速域で揚力が他の角度より向上したためだと思われる。フラップの開き角度が 10° と 20° のいずれの場合でも、翼に迎え角を付けているため揚力は増加していると考えられるが、フラップに開き角度を付けているため迎え角を付けたことによってフラップにさらに角度を与えることになり、 $\alpha=2.76^\circ$ の条件では抗力の増加分の方が大きくなり発電量に悪影響を及ぼしたものと考えられる。

Fig. 4は迎え角 α を 5.50° に設定しフラップの開き角度を 0° 、 10° 、 20° に変化させ発電量を測定した結果である。

$\alpha=5.50^\circ$ では、開き角度が 0° 、 10° 、 20° の全ての風速で迎角 $\alpha=2.76^\circ$ より発電量が向上することがわかった。これは α を 2.76° から 5.50° に変化させたことにより揚力が増加したと推察できる。また、最大発電量を計測したのはフラップの開き角度が 20° で風速が $V=14$ [m/s]条件であることがわかった。これは、迎え角を 5.50° に変化させたことにより揚力が増加したと考えられるが、フラップの開き角度が 20° の条件では抗力の増加分より揚力の増加分の方が大きかったと推察できる。フラップの開き角度が 0° と 10° を比較すると、最大発電量はフラップの開き角度が 0° の方が大きい。フラップの開き角度が 10° の場合では、揚力の増加より抗力の増加の方が大きかったためフラップを開かせても最大発電量が向上しなかったと推察できる。

4-2 フラップの開き角度による発電量の変化

Fig. 5はフラップの開き角度を 10° に固定し、迎え角 α を 2.76° 、 5.50° 、 8.21° 、 10.88° に変化させ発電量を測定した結果である。

発電量は α が大きくなるにつれて向上していく傾向がみられ $\alpha=8.21^\circ$ で最大になった。しかし $\alpha=10.88^\circ$ になると発電量は減少した。これは、 $\alpha=10.88^\circ$ では迎角を付けすぎたことによって失速し、発電量が増加しなかったと推察できる。

以上より、最も優れた発電条件は、迎角が 5.50° から 10.88° の間に存在すると推察できる。

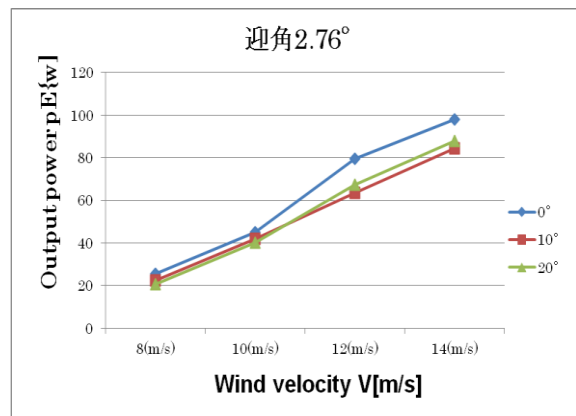


Fig.3 Performance at wing attack angle of 2.76°

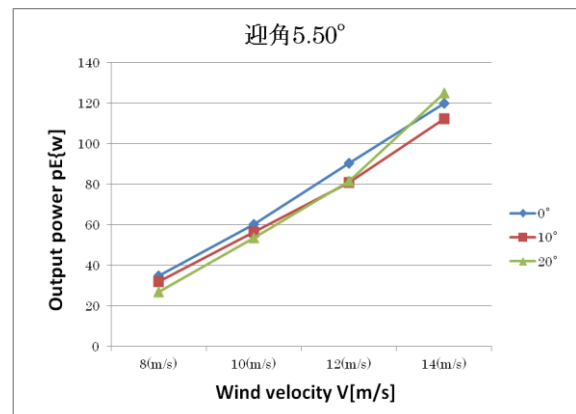


Fig.4 Performance at wing attack angle of 5.50°

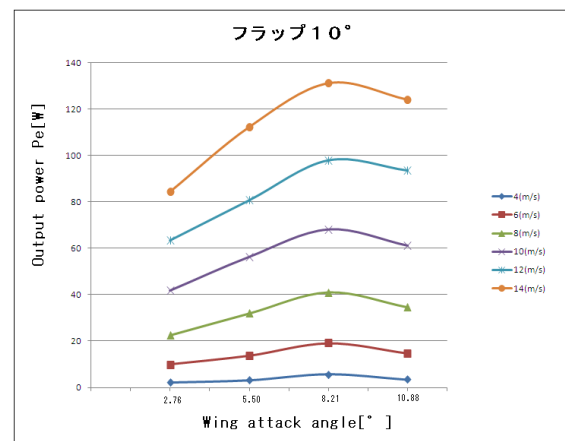


Fig.5 Performance at flap angle of 10°

5. 結論

迎角が小さい場合は、フラップに開き角度を付けない方が最大発電量は向上する。

迎角が大きい場合は、フラップに開き角度を付けた方が最大発電量は向上する。

最大発電量を向上させるには、翼の迎角を大きくしていくことが有効である。

参考文献

- (1) 牛山泉, 関和子, 垂直型風車, パワー社 p. 212