

## 小型垂直軸型風力発電風車の研究

日大生産工(院) ○石垣 渉 日大生産工 石井 進  
 日大生産工 藤田 優 シグナスミル(株) 野口 常夫

### 1 序論

本研究は「シグナスミル」と呼ばれる小型の垂直軸型風力発電用風車の効率向上や安全性、騒音などの諸問題について検討した。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。そこで回転数の上昇を最小限におさえて、性能や効率を向上させる条件について検討した。本研究では翼型の取り付け角度を種々変化させて計測実験を行い、ブレード迎角の変化が発電量や効率に及ぼす影響を検討した。

### 2 実験装置

実験装置の風洞の吹き出し口は2000×2000[mm]、最大ノズル風速が60[m/s]である。風速計は吹き出し口に中心に設置し、回転数計と発電機は風車本体に取り付けた。用いたブレードの枚数は4枚、回転直径は1000mm、翼型の幅1000,1500mmの2種類、ブレード迎角をプラス、マイナスに種々変化させて実験を行った。Fig.1に実験装置の概略を示す。

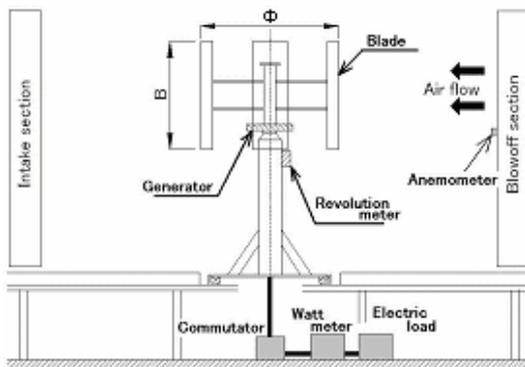


Fig.1 Experimental equipment

### 3 シグナスミルの特徴

「シグナスミル」はジャイロミル型の改良型で、特徴はブレード断面形状である。断面は翼下面の後縁を切り取った形状をしており、断面形状をFig.2に示す。この切り欠き部で風を受風することで、低風速域での起動性能を向上させている。

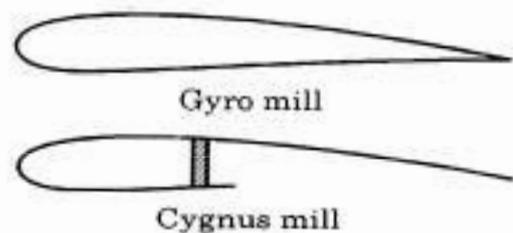


Fig.2 Cross section of blade

### 4 実験方法

はじめに起動風速を測定し、その後、風速4m/sから14m/sまで2m/s刻みで計測を行った。各風速において負荷を変化させながら電圧E (V)、電流I (A)、発電量Pe (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220mm、ブレード枚数Zを4枚、ロータ回転直径Dを1000mmとし、ブレード幅Lは1000mm、1500mmの2種類を用いて測定を行った。迎角は、ブレード前縁が回転の内側に切れ込むように角度をつけたものをマイナス方向、ブレード前縁が回転の外側へ開くように角度をつけたものをプラス方向とし、各ブレード条件において迎角 $\alpha$ を任意の角度に変化させて計測を行った。

Research on a small size vertical axis wind turbine for power generation

Wataru ISHIGAKI, Susumu ISHII, Masaru FUJITA, Tsuneo NOGUCHI

## 5 実験結果

### 5.1 ブレード迎角をプラスに変化させた場合

Fig.3はブレード幅1500mmの時に風速と周速比の関係を表した結果である。縦軸は周速比 $\lambda$ 、横軸は風速 $v$ を表している。

ブレード迎角 $\alpha$ をプラスに増加させていった場合、発電量もそれにつれて増加していた。当然のことであるが、周速比も増加した。また幅1000mm,1500mmとでは1500mmの方が発電量が大きくなることがわかった。

### 5.2 ブレード迎角をマイナスに変化させた場合

Fig.4は $\alpha$ をマイナスに変化させた場合の結果である。 $\alpha$ がマイナスに増加するにつれて、発電量が減少していくことがわかった。それによって当然ながら周速比も減少した。幅1000mm,1500mmでの発電量の違いを検討すると、どの角度でも1500mmの方が発電量は大きくなることがわかった。

## 6 考察

今回 $\alpha$ を変化させることで効率か改善することがわかった。Fig.3、Fig.4で示す風車の性能を表す「風車のブレード先端速度と流入風速の比」として定義される周速比を用いることで風車の効率を検討した<sup>(1)</sup>。その周速比の求める式を表すと

$$\lambda = \frac{\omega R}{v_{\infty}} = \frac{2\pi R n}{v_{\infty}} \quad \dots(1)$$

ここで、R：ロータ半径 (m)、 $\omega$ ：ロータの回転角速度 (rad/s)、 $n$ ＝風車回転数 (rpm)、 $v_{\infty}$ ：風速

$\alpha$ はプラス、マイナスに変化するが、回転直径が変わらない。従って風車回転数の変化が、本実験の条件から性能を示すと考えられる。

$\alpha$ がプラスに増加するにつれて周速比が増加するという事は、翼型の先端速度が増加していることである。

従って、翼型の先端は流体から受ける抗力よりも揚力が大きいと考えられ、風車回転数は $\alpha$ がプラスに増加することで他の条件での同じ風速より高くなること(1)式とFig.3からの結果でわかった。

この結果から、微小な風力でも $\alpha$ をプラスに増加させることで風車回転数を増加させることが可能であり、それは風車効率の増加に寄与すると考えられる。

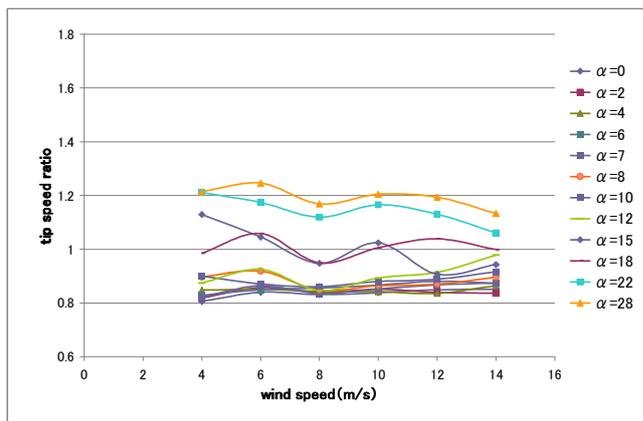


Fig.3 Relation between wind speed and tip speed ratio  
(L=1500,D=1000)

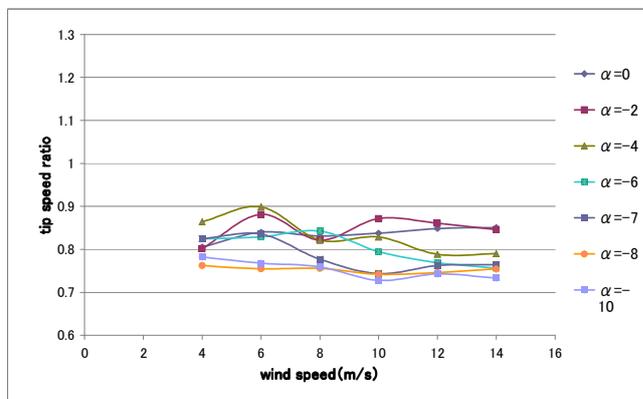


Fig.4 Relation between wind speed and tip speed ratio  
(L=1500,D=1000)

## 7 結論

$\alpha$ をマイナスに増加させるにつれて、周速比が減少していき効率は下がることがわかった。また $\alpha$ をプラスに増加させるにつれて、周速比が増加していき効率は上がることをわかった。本研究から、ブレード迎角が風車に与える影響について確認できた。シグナスミルは揚力型風車であるため、揚力を増やす方向へ迎角を増加させることで、発電用風車としての性能が向上した。また、ブレードの失速迎角を超えた迎角を与えても風車性能が低下しないことが確認された。これは、風車が複数翼で構成されているため、ブレード周りの気流の乱れが影響していると考えられるが、可視化実験などを行い検討する予定である。

## 参考文献

- (1) 牛山泉,「風力エネルギーの基礎」,オーム社,明朝体  
(2005),pp.91