

小型垂直軸型風力発電用風車の研究

日大生産工（院） ○瀬田 貴裕 日大生産工 石井 進

(株)シグナスミル 野口 常夫 日大生産工 藤田 優

1. 序論

近年、資源枯渇や環境問題から環境を汚染しない自然エネルギーによるエネルギー取得方法に注目が集まっており、そのひとつとして風力エネルギーによる風力発電がある。わが国における風力発電は年々その発電量が増加する傾向にあり、2010 年までの目標量が 30 万 kW から 300 万 kW へと上方修正されている。¹⁾

本研究では「シグナスミル」と呼ばれる垂直軸型風車に注目している。シグナスミルは年間平均風速の低い地域での小規模な発電を目的としており、本研究ではシグナスミルの各種特性を風洞実験により確認するとともに、高効率化のための考察を行う。^{2) 3)}

2. シグナスミルの特徴

風車には回転軸の方向で水平軸型と垂直軸型とに大別でき、垂直軸型風車はどの方向からの風でも起動が可能であるという特徴がある。

シグナスミルのブレード断面概要図を Fig.1 に示す。シグナスミルのブレード（翼）断面は腹面が切り取られ逆「つ」の字の形状となっている。低風速域では風をブレードの切り欠き部で受け起動することにより、揚力型のジャイロミル型風車の欠点を克服している。

Fig.2 は風車の外観である。風車は回転軸、アーム、ブレード、発電機、土台から構成されており、風車回転軸と発電機とは直結されている。風向に対する制御や回転数制御がないため、風車の構造は非常にシンプルなものとなっている。

3. 実験装置および実験方法

3. 1 実験装置

実験装置の概観を Fig.3 に示す。実験で使用した風洞は日本大学生産工学部建築工学科のゲッチンゲン型風洞であり、吹き出し口寸法が 2000mm×2000mm、最大ノズル風速 60m/s である。風車はロータ直径 $D=800, 1200\text{mm}$ 、ブレード幅 $B=1500\text{mm}$ とし、翼型として NACA2415

のチタン製 1500t、翼弦長 $c=240\text{mm}$ を使用した。なお、ブレード枚数は 3, 4 枚とした。風速の測定は熱線式風速計を用い、風洞吹出口の底面から 2450mm の位置に風速計を設置した。発電機からの交流を整流器により直流に変換し、電力計を介して電子負荷と直接結線した。風車回転数の計測には反射板を発電機に取り付け、光電式回転数計を用いた。

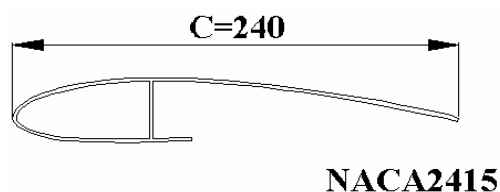


Fig.1 Braid form of CYGNUS MILL

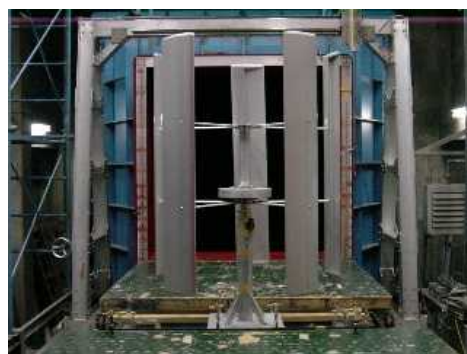


Fig.2 Constitution of CYGNUS MILL

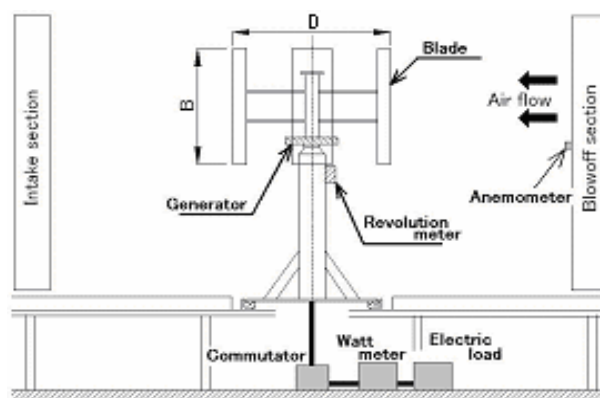


Fig.3 An experimental equipment

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

Takahiro SETA, Susumu ISHII, Tsuneo NOGUCHI and Masaru FUJITA

3. 2 実験方法

実験方法は任意の風速 V [m/s]において、負荷を変化させながらその時の電圧[V], 電流[A], 発電量 P_e [W], 回転数 N [rpm]を計測していく。さらに発電量が最大となるような負荷値を確認する。以上の操作を各風速で行い、最大風速は風車の安全性を考慮した上で、14[m/s]程度とした。

4. 実験結果と考察

4. 1 ロータ直径 D の変化に対する各特性

ブレード枚数 $Z=3, 4$ [枚]の風車においてロータ直径 D を変化させた場合の各種特性を示す。Fig.4(a)は風速 V に対する発電量 P_e およびロータ回転数 N の比較である。また、Fig.4(b)は風速 V に対する総合効率 η を示す。

Fig.4(a)より明らかなように、今回の実験条件において発電量 P_e はロータ直径 D の変化に関係している。特に風速 6[m/s]あたりから、約 1.2~1.8 倍の発電量 P_e に影響がある。また、ロータ回転数 N はロータ直径 D の増加に伴い増加したが、風速 12[m/s]前後での変化が確認できた。総合効率 η は Fig.4(b)よりも明らかなように、ロータ直径 D の増加に伴い減少している。

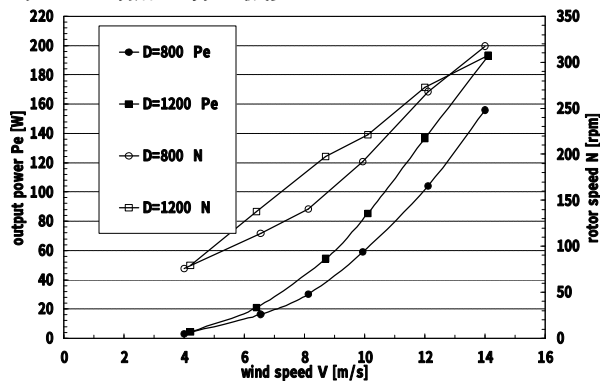


Fig.4(a) Relation between wind speed V and output power P_e & rotor speed N

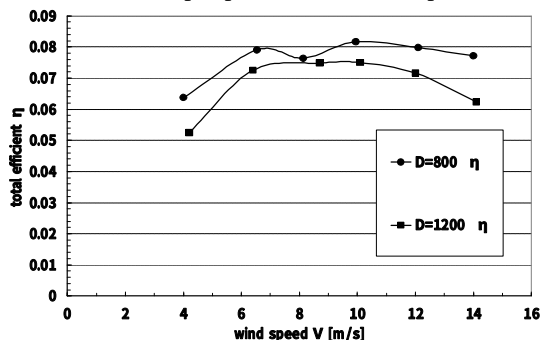


Fig.4(b) Relation between wind speed V and total efficient η

4. 2 ブレード枚数 Z の変化に対する各特性

ロータ直径 $D=800$ [mm]とした場合のブレード枚数 Z の変化に対する各種特性を以下に示す。Fig.5(a)は風速 V に対する発電量 P_e およびロー

タ回転数 N を示し、Fig.5(b)は総合効率 η を示している。

Fig.5(a)よりも明らかなようにブレード枚数 Z の減少に伴い、発電量 P_e は増加する事が確認できた。ロータ回転数 N については、風速 10[m/s]前後で逆転する現象が起きている。

総合効率 η は Fig.5(b)より、ブレード枚数 Z の減少に伴い増加するということが確認できる。

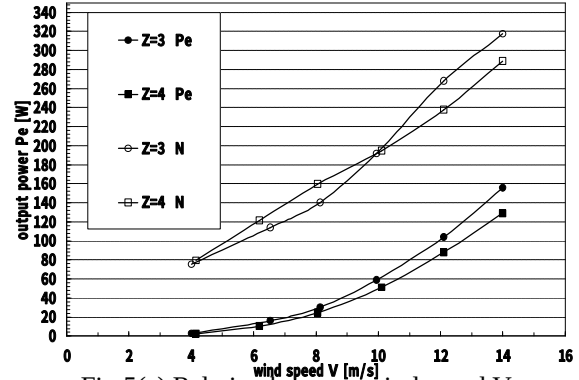


Fig.5(a) Relation between wind speed V and output power P_e & rotor speed N

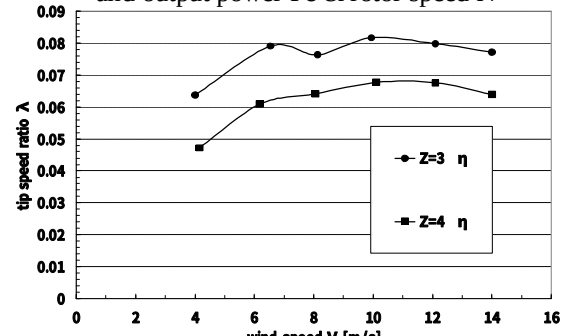


Fig.5(b) Relation between wind speed V and total efficient η

5. 結論

- (1) 今回の条件下においてロータ直径 D が増加すると発電量 P_e は増加したが、総合効率 η は減少した。
- (2) 今回の条件下において、ブレード枚数 Z が減少すると発電量 P_e 、総合効率 η は共に増加する。

「参考文献」

- 1) 牛山泉,「風車工学入門」,森北出版株式会社,(2002),pp.48~86
- 2) 森陽一郎,石井進,藤田優,野口常夫,垂直軸型風力発電用風車の研究,第 38 回日本大学生産工学部学術講演会機械部会講演概要,(2005),pp.159~162
- 3) 瀬田貴裕,石井進,藤田優,野口常夫,垂直軸型風力発電用風車の研究,第 39 回日本大学生産工学部学術講演会機械部会講演概要,(2006),pp.135~136