

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。

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. 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 $D=800, 1000, 1200\text{mm}$ 、ブレード幅 $B=1500\text{mm}$ とし、翼型として NACA2415 のアルミ製 1500n、チタン製 1500t、NACA2430 のチタ

ン製 1500ts の 3 種を用意し、翼弦長 $c=240\text{mm}$ である。なお、ブレード枚数は 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

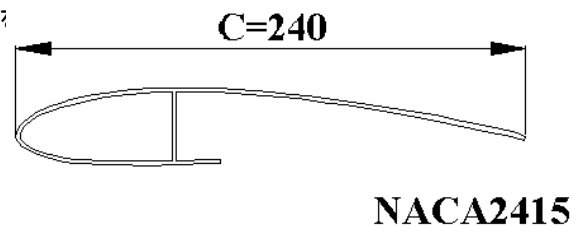


Fig.1 Braid form of CYGNUS MILL

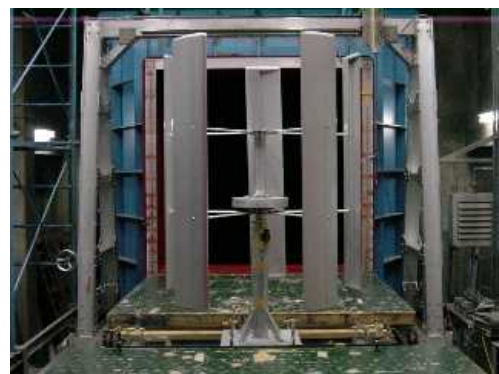


Fig.2 Constitution of CYGNUS MILL

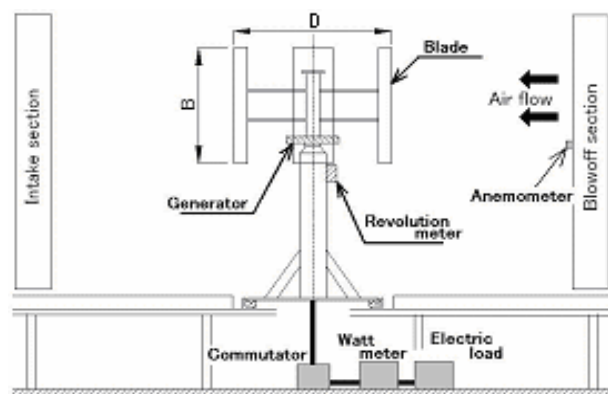


Fig.3 An experimental equipment

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条件(負荷 100%)を確認する。以上の操作を各風速で行った。実験時の最大風速は風車の高回転時における振動を考慮した上で、14[m/s]程度とした。

4. 実験結果及び考察

4.1 ブレード質量が異なる場合

Fig.4 は同一翼型で質量の異なるブレードの風速 V と発電量 P_e および回転数 N の関係を示す。なお、ブレードは NACA2415 の 1500n,1500t を用いた。図中の横軸は風洞の風速 V ,縦軸は発電量 P_e および回転数 N である。Fig.4 より風速 V が増加するに伴い、発電量 P_e は二次曲線的に増加し、また慣性モーメント I_w が小さい風車の発電量 P_e は高くなっている。回転数 N は、風速 V が増加するに伴い、直線的に増加する。ロータ直径 D の変化は、慣性モーメント I_w が小さい風車ほどロータ直径 D が大きくなると、増大する傾向にある。

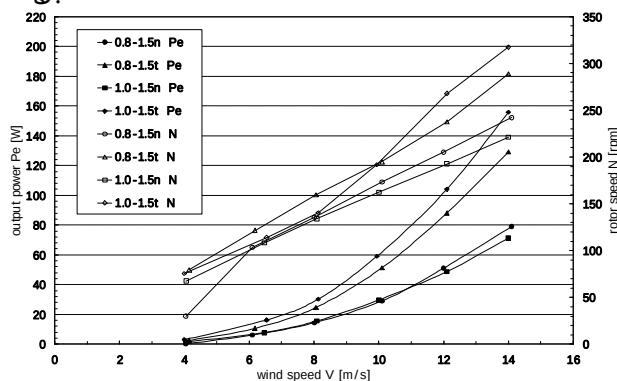


Fig.4 Relation between wind speed V and output power P_e & rotor speed N

4.2 ブレード翼型が異なる場合

Fig.5 はブレード翼型が異なるブレードの風速 V と発電量 P_e および回転数 N の関係を示す。なお、ブレードは NACA2415 の 1500t, NACA2430 の 1500ts を用いた。ここで、実際に NACA2415 と NACA2430 の間には、質量差もあったため、評価対象を Fig.5 では発電量 P_e を、Fig.6 では発電量 P_e ではなく、単位慣性モーメントあたりの発電量 P_e/I_w で評価した。図中の横軸は風洞の風速 V ,縦軸は発電量 P_e および回転数 N である。Fig.5 より風速 V が増加するに伴い、発電量 P_e は二次曲線的に増加し、回転数 N は直線的に増加する。また、ロータ直径 D を変化させた場合では、ロータ直径 D が大きくなると、発電量 P_e も増大する傾向がある。

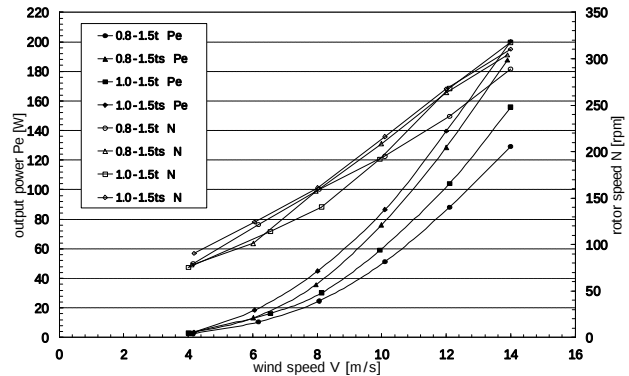


Fig.5 Relation between wind speed V and output power P_e & rotor speed N

Fig.6 にブレード翼型が異なるブレードの風速 V と単位慣性モーメントあたりの発電量 P_e/I_w の関係を示す。図中の横軸は風洞の風速 V ,縦軸は単位慣性モーメントあたりの発電量 P_e/I_w である。Fig.6 より風速 V が増加するに伴い、最大翼圧比が二倍大きい NACA2430 の方が単位慣性モーメントあたりの発電量 P_e/I_w を大きくとることがわかる。

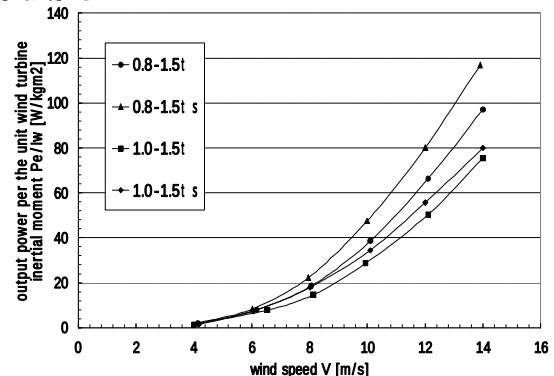


Fig.6 Relation between wind speed V and output power per the unit wind turbine inertial moment P_e/I_w

5. 結論

- (1) 風速 V と発電量 P_e には二次曲線的な関係が、風速 V と回転数 N には直線的な関係がある。
- (2) 慣性モーメントが小さいほど、発電量 P_e は増加する。
- (3) 今回の条件下において最大翼厚比が増加すると発電量 P_e が増加する。

「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