



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



小型風車に関する実験的研究 第3報

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-03-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 奥田, 教海, 山岸, 英明 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/1089

小型風車に関する実験的研究 第3報

奥田 教海・山岸 英明

An Experimental Study on a Small Propeller Type of Wind Turbine, 3rd Report

K. OKUDA and H. YAMAGISHI

Abstract

The authors present the results of the field test using the wind turbine mentioned in the author's first report.

The field test was carried out in the winds of Muroran district in the period from Nov. 1977 to Feb. 1978, and we obtained more data than those in the tests of our first report.

The behaviour of fluctuations in wind velocities and in the power output of the wind turbine is illustrated in the figures and graphs in this paper.

The calculated power coefficients of the wind turbine are also shown in the figures.

1. ま え が き

同題名の第1報に引続いて、小型プロペラ型風車の自然風の中での継続実験の結果について報告する。第1報の場合よりもデータ数を更に多く採ることのできた1977～1978年の実験について述べる。非定常な風による風力発電がいかなる問題点を含んでいるかを調べ、風力発電の基本的事項を把握することを研究の目的とする。経常的に採り出すことのできるエネルギー源の一つとして風力エネルギーを位置づけたいものである。

2. 室蘭地方の風力概況

室蘭地方気象台の観測資料中、1977年の月平均風速と風向頻度を図1、図2に示す。室蘭地方は比較的風力エネルギーの多い地方の一つであることがわかる。

3. 実験装置と実験方法

詳細は第1報に記載してあるが、要約すれば次の通りである。小型風車および風向・風速計を室蘭工業大学機械系研究棟屋上に設置し、変換器、記録計、負荷などは屋内小実験室に置いた。

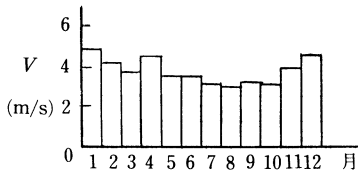


図1 月平均風速 (1977年)

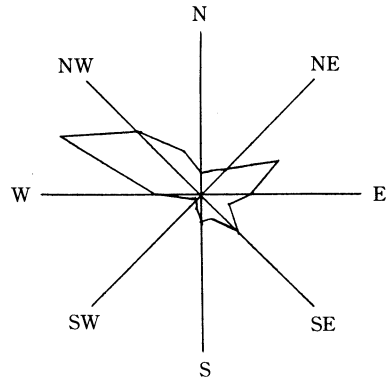


図2 風向頻度 (1977年)

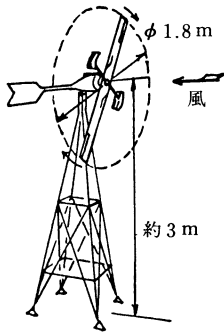


図3 小型風車

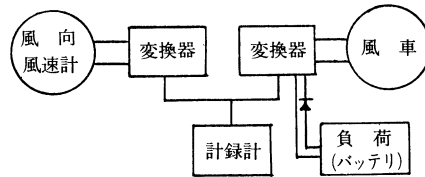


図4 計器接続図

実験装置：小型風車，Wincharger 1222 H型，2枚プロペラ型，直径1.8 m(図3)，直結発電機，直流分巻型 200 W，自記風向・風速計，変換器，記録計，発電機の負荷は 200 AH バッテリ，およびバッテリー・インバータ・チャージャ。

以上の実験装置および計測器は図4のように接続した。

4. 記 号

C_i ：風車装置出力係数 (-)， $C_i = P / (\frac{1}{2} \pi R^2 \rho V^3 / 0.102) = P / P_o$

C_p ：風車出力係数 (-)， $C_p = C_i / \eta_{mg}$

D ：風車直径 (m)

n ：風車軸回転数 (rpm)

P_o ：風の保有する動力 (W)， $P_o = \frac{1}{2} \pi R^2 \rho V^3 / 0.102$

P ：風車発電機出力 (W) [10 分間平均の記録値]

P^* ：風車発電機出力 (Wh/h) [連続記録の平均値]

R ：風車半径 (m)

t ：測定時間 (min)

V ：風速 (m/s)

η_{mg} ：風車機械効率と発電機効率の積 (-)

ρ : 空気の密度 ($\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$)

$\phi = \Omega R / V$: 速度比 (-)

Ω : 風車軸回転角速度 (rad/s)

ただし SI 単位系では $P_o = \frac{1}{2} \pi R^2 \rho V^3$

5. 実験結果とその考察

(1) 風速 V と風車発電機出力 P , 風車装置出力係数 C_i

第1報記載の結果よりもデータ数を多くとることのできた1977年11月~1978年2月の結果を図5, 図6に示す。図5は, V に対応する P の10分間の平均値, 30秒ごとに打点された記録値, 1,049個をまとめたもので, 風速 V は, 1.0~8.2 m/s まで 0.1 m/s 刻みにとった。同じ風速に対して風車発電機出力 P の変動は, 第1報記載の通り, かなり激しい。図5の中で○印はその変動する P の平均値, △印は変動の上限および下限を示す。変動する P の値の相加平均を一応最確値とみなし, それらの値に関して最小自乗法を用いて, この風車装置に関する P の実験式を求めたところ

$$P = 0.60 V^{2.2} \quad (1)$$

となった。この式を同型式小型風車に拡張して書き改めると

$$\begin{aligned} P &= C_i \left(\frac{1}{2} \pi R^2 \rho V^3 / 0.102 \right) \\ &= (0.378 V^{-0.8}) \times \left(\frac{1}{2} \pi R^2 \rho V^3 / 0.102 \right) \end{aligned} \quad (2)$$

となり, 風車装置出力係数

$$C_i = 0.378 V^{-0.8} \quad (3)$$

のように風車装置出力係数の変化の様子が解る。

第1報では

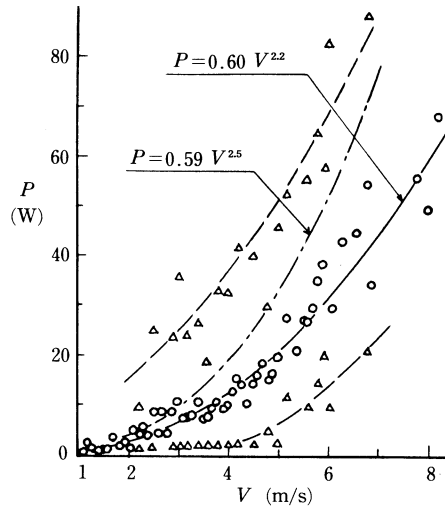


図5 P と V

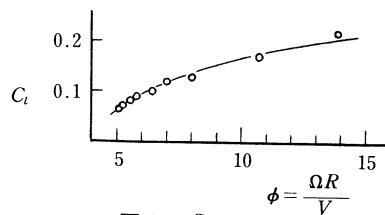


図6 C_i と ϕ

$$P = 0.59 V^{2.5} = (0.372 V^{-0.5}) \times \left(\frac{1}{2} \pi R^2 \rho V^3 / 0.102\right) \quad (4)$$

と報告したが、それらをこゝで式(1)、式(2)のように修正する。図5中、式(1)による値は実線で示し、破線は、 P の変動の上限、下限の概略値を示す。参考のために式(4)の値を一点鎖線で示してある。

第1報の図6で発電機出力 W (この第3報の P) と風車回転数 n との関係が解るので

$$\phi = \frac{\pi D n}{60 V} = \frac{\Omega R}{V}$$

を求め、 C_t と ϕ の関係を示すと、この報告の図6のようになった。図5、図6は現段階の実験における最確値とみなすことができる。

(2) 発生電力量の時間的経過

風車装置を計画する際、図5に示すような変動の激しい計測値のどこを採って、風車発電機出力と見做せばよいか、疑問の生じるところである。

それで、変動はあるが比較的安定した風速と電力の得られた9例について検討した。その結果、次に述べるように連続して発生可能な電力量は、式(1)の実験式によって得られる値の附近に基準を置けば、安全側の計画とみなすことができるといことが解った。

上記9例の連続記録は、比較的安定した値の得られた30、60、120、300分間の記録で、風速

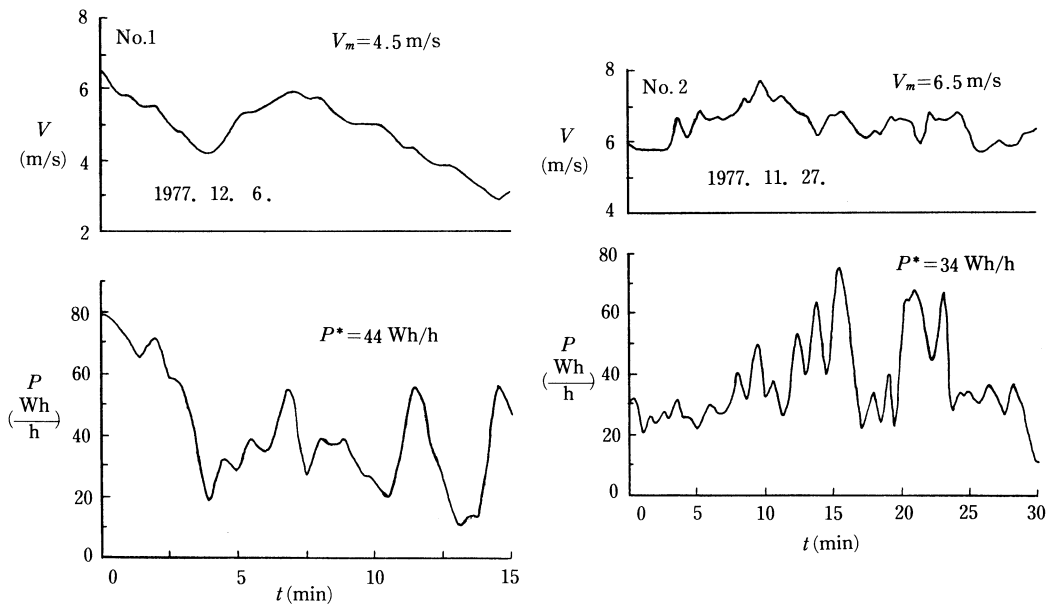


図7

図8

は3.0-7.5 m/sの範囲である。その9例中3例について、風速 V 、発電機出力 P を時間的経過 t (min) について示したものは図7、図8、図9である。この場合 V と P の応答性は、時間的ずれを除けば、かなりよい、すなわち風力エネルギーをよく変換しているといえるであろう。図中には日付、風速の平均値 V_m 、連続記録より得られる風車発電機出力の平均値 P^* (Wh/h) を記入してある。 P^* は比較的安定した風の得られるとき、風車発電機出力の実効値とみなされるものである。これら P^* を図5の実験式の線図に記入したものは図10の●印の点である。それらの点の中、1、2、3と添字のあるものは、それぞれ図7、図8、図9に対応する。風の条件がよければ、破線の上限線の附近の出力が得られるが、条件がわるければ、平均値の線程度の出力しか得られない、ということが、この実験の結果からは言いうる。図11は上記9例から得られる C_p を○印、 C_l を●印

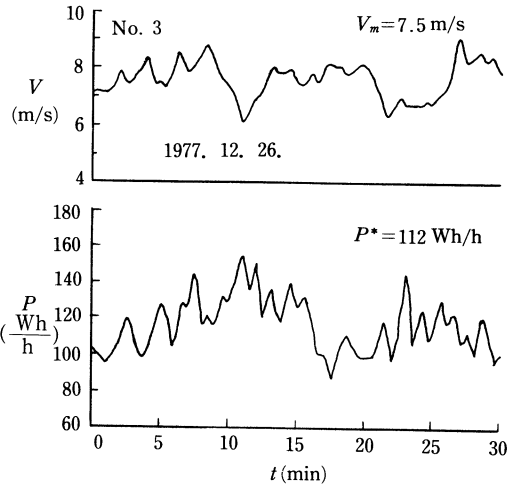


図9

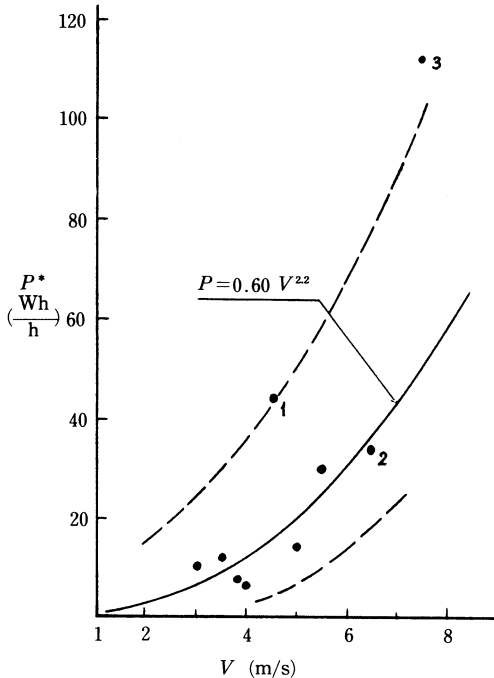


図10 連続記録より求めた P^*-V 関係

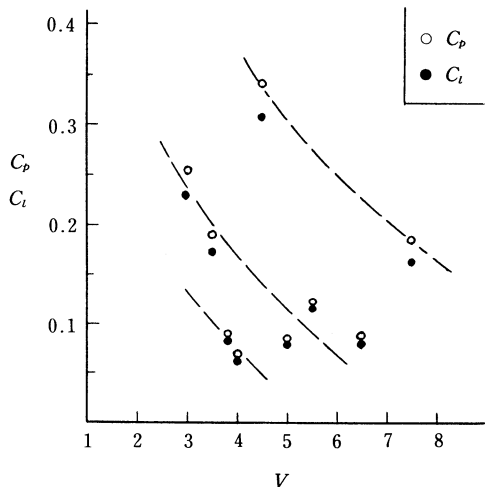


図11 連続記録より求めた C_p, C_l-V

で、風速 V に対して示したものである。

6. む す び

第1報に引続いて、自然風による小型プロペラ型風車の出力を測定し、風車設置計画上、基準とすべき出力見積りの一知見を得た。

(昭和59年5月19日 受理)

文 献

- 1) 奥田・ほか, 室蘭工業大学研究報告, 9, (3) p. 707 (1978)