

風力発電用縦軸風車の計画

新 宮 博 康

PLAN OF VERTICAL AXIS WINDMILL FOR GENERATING SYSTEM

HIROYAYU SHINGU

これまでの小規模風力発電機には軸流プロペラが多く使われている。

特に風向の変化する場合の軸流形風車発電機のもつ欠点は、風向の変化に伴いジャイロ効果の働
きで振動の発生や強風時の強度や制御に難点が考えられる。

そこで風向に変化のある地域では縦軸形風車を採用すべきであると考え、風向によって制御され
るセールをもった縦軸風車模型の試作を行ない一応の結果を得たのでこの検討をふまえ、新たに揚
力、抗力もちいて回転力を発生させ風車を試案し計画している。

1. まえがき

省資源がさければ、サンシャイン計画なるものも政府の音頭取りで行なわれており、愛知県でも風力利用が県段階で取り組まれるようである。(1)

我が国民の一人の消費する資源は発展途上国のその25倍といわれ、国民一人一人の省資源化を進める事はエネルギー問題を考える上で重要である。

我が国は年間を通じ季節風がふき、特に夏期冬期の風向は全く異っている、又低地にあっては周囲の建造物や自然条件によって風の息などによる風向の変化ははげしい。

このような条件の中にあつて縦軸風車を採用する事は当を得ていると考える。

一般家庭で消費される電力は日平均5~10kwh前後であり、これを全て風力にたよるのも夢ではない。

また消費点に於いて個別に発電する場合ばかりでなく、山岳地帯のような土地利用度の低い地域での風力発電はエネルギー輸送の必要のない事や、風力の条件、および無公害などから大いに期待出来るものである。(2),(3)

2. 風車とその特性

愛知県下3地点の1960~1970年の風速の平均値、年平均値を表1に示す。

風速の月平均、年平均は0時~24時までの1日の全風程の平均秒速を日平均としている。最大風速の極値を表2に示す。(4)

表1によれば名古屋に於ける平均風速はほぼ3%であり、年間を通じ一定の風速がある。月毎の最大風速の極値は10%~15%に集中している。

そこで一方向性の回転力を得るような風車模型を試作した。

試作機を写真1に示す。

セールは開閉の出来る構造をもつ2枚の風受けをもっており、2枚は連動して開閉を行う。この一對のセールを4組もった、いわゆる4枚羽根形の風車である。

写真1では回転方向は上から見て右回りである。

セールは外郎からの制御がなくても風圧により自由開閉が出来るが、セールに対して一方向性の風にしか働かない構造である。

セールの最大開き断面積は $0.03m^2$ 、腕の長さは $0.5m$ としている、セールは小さく、腕も短い事から充分なトルク発生は期待出来ないが主としてセールの制御特性に視点を合せた。

実 験

ステップ1(S₁)……セール自由形(個々のセールは単独に開閉でき、風圧により開閉する)

ステップ2(S₂)……セール対向連動自由形(対向するセールは連動して開閉でき、風圧により開閉する)

ステップ3(S₃)……セール風向制御形(4組のセールは風向によりカムを介し制御され、風圧による開閉を助けセールの回転と同期化している)

S₁に於ては風速3%以下では機械摩擦に打ちかつだけの力は発生しない、回転は不安定。S₂に於ては風向および風向が一定の場合には回転力を発生するが、風向の変化に対して追従性が悪い。

S₃に於ては充分な回転力を発生しないまでもゆるやかな風向の変化には充分追従する。風の休止後時間を

いて前と異なった風向時に回転力の発生に時間差をもつ。

図1にS₈の風速—無負荷回転数特性を示す。

風速の測定は島津製ピラム式風速計AB—10形により1分間の平均をとった。

この試作機では図2aの抗力場でのみ風の動圧を回転力発生にもちているが、実用的には図2bに示すように揚力を発生させ利用域を拡大する事が考えられる。

図2bの形式を採用する場合にはセールは翼形断面をもつ必要があり、その翼の配置は垂直配置となり強度的にも良好なデザインが要求される。

そこで図2bにおける抗力場では積極的に回転力を発生させるためスポイラーを開き、揚力場では翼をコントロールして最適の仰角を得るようにした風車を計画している。

翼の制御は機械的制御と電気制御が考えられる。

表1 風速の月平均・年平均 m/s

名古屋														
年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
1961		3.5	3.9	3.7	3.9	3.4	3.6	2.9	3.1	3.4	3.4	3.1	3.1	3.4
2		3.4	3.6	3.8	4.1	3.1	3.2	2.7	3.8	3.1	3.0	2.8	3.1	3.3
3		3.6	4.1	4.2	3.5	2.8	2.8	3.1	3.2	2.6	3.5	3.0	3.0	3.3
4		3.6	4.2	4.4	3.0	3.3	3.3	2.7	2.8	3.0	3.0	3.2	3.1	3.3
5		3.6	4.0	4.4	4.1	3.2	2.6	2.6	3.2	3.3	3.0	3.1	3.2	3.4
6		3.4	3.7	4.0	3.7	3.5	3.4	2.7	3.1	3.4	2.6	3.2	3.3	3.3
7		3.8	3.3	3.7	3.6	3.3	3.6	2.4	2.8	2.8	3.1	3.1	2.9	3.2
8		3.8	4.0	4.0	3.6	3.7	3.0	2.9	3.1	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3
9		3.1	3.8	3.7	3.5	3.8	3.4	2.5	3.2	2.5	3.2	3.4	3.3	3.3
70		3.7	3.9	4.2	3.2	3.4	2.8	2.8	3.0	2.4	2.6	3.2	3.2	3.2
10年平均		3.6	3.9	4.0	3.6	3.4	3.1	2.7	3.1	2.9	3.0	3.1	3.1	3.3

伊良湖														
年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
1961		6.5	6.4	4.7	5.4	4.9	5.0	3.5	3.5	4.9	5.4	5.2	5.2	5.1
2		6.5	5.5	5.3	5.9	4.2	4.2	3.7	4.4	3.8	4.0	4.4	5.1	4.8
3		7.9	6.5	5.6	5.2	4.4	4.4	3.7	4.3	4.0	5.2	5.0	5.2	5.1
4		5.8	6.7	6.5	4.8	4.5	4.4	3.5	4.0	4.0	4.4	5.3	4.6	4.9
5		6.5	6.9	7.0	6.0	4.8	3.3	3.2	3.8	4.9	4.3	5.1	5.7	5.1
6		6.3	5.7	6.0	5.5	5.5	4.7	3.5	4.6	5.5	4.8	4.9	5.4	5.2
7		6.5	5.3	5.5	5.4	4.5	4.4	3.4	4.0	4.3	4.4	4.6	6.3	4.9
8		6.4	7.0	5.4	4.6	5.4	4.0	5.1	4.0	4.7	4.4	4.3	5.1	5.0
9		5.7	6.2	5.8	4.7	5.2	4.5	3.8	4.3	3.5	5.2	5.2	5.8	5.0
70		6.3	5.8	6.8	5.1	4.9	3.7	4.3	3.9	3.6	4.1	5.4	5.8	5.0
10年平均		6.4	6.2	5.9	5.3	4.8	4.3	3.8	4.1	4.3	4.6	4.9	5.4	5.0

名古屋航空														
年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
1961		2.9	3.4	3.2	3.3	2.7	3.2	2.4	2.5	2.8	2.8	2.6	2.4	2.9
2		2.7	3.0	3.2	3.6	2.6	2.7	2.3	3.2	2.4	2.3	2.1	2.4	2.7
3		2.9	3.4	3.6	3.0	2.2	2.3	2.5	2.6	1.9	2.8	2.3	2.2	2.6
4		2.9	3.5	3.7	2.5	2.8	3.0	2.1	2.3	2.4	2.4	2.5	2.4	2.7
5		2.9	3.3	3.9	3.5	2.6	2.1	2.0	2.6	2.7	2.1	2.4	2.5	2.7
6		2.8	3.1	3.5	3.2	2.9	2.9	2.1	2.6	2.7	2.0	2.5	2.4	2.7
7		3.2	2.7	3.0	3.0	2.6	3.3	1.9	2.2	2.1	2.4	2.5	2.2	2.6
8		2.6	3.3	3.3	2.9	3.1	2.5	2.4	2.5	2.0	2.2	2.3	2.4	2.6
9		2.5	3.2	3.1	2.9	3.2	3.1	1.9	2.5	1.9	2.6	2.5	2.6	2.7
70		3.0	3.2	3.6	3.0	2.9	2.1	2.6	2.6	2.1	2.2	3.0	2.7	2.8
10年平均		2.8	3.2	3.4	3.1	2.8	2.7	2.2	2.6	2.3	2.4	2.5	2.4	2.7

表2 最大風速の極値 m/s

名古屋

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1961	11.5	13.8	12.0	15.7	13.8	12.2	11.0	11.3	28.7	12.7	12.3	12.5
2	12.0	13.5	13.5	16.2	10.2	11.7	13.2	23.3	10.5	12.5	11.3	13.3
3	15.0	15.0	14.3	13.2	12.2	13.8	9.7	16.2	10.5	11.5	12.0	13.5
4	11.7	12.0	13.5	10.7	12.8	11.5	10.3	13.0	22.0	10.0	12.0	12.8
5	12.3	12.0	13.2	13.7	12.8	10.0	8.3	11.3	21.7	9.5	14.7	14.5
6	11.7	15.7	15.8	13.5	13.5	12.0	10.0	10.8	14.5	10.7	13.3	10.7
7	14.3	11.5	14.7	12.3	11.0	13.3	10.5	10.8	9.2	13.3	12.2	13.2
8	14.8	12.5	13.2	13.8	14.5	11.5	10.5	15.7	10.8	10.2	11.3	12.2
9	12.0	15.3	12.5	14.0	13.0	14.8	7.7	15.8	9.2	11.8	11.2	12.3
70	14.3	13.7	12.8	12.0	10.5	10.8	12.8	14.2	8.3	12.7	12.5	12.8

スポイラーは電磁ソレノイドによる制御を考えている。この計画の一例としての模型を写真2に示す。写真2の翼はNACA4字番翼の4枚翼である。風向制御は平板カムによっている。

風向翼は回転翼に比して大きい。これは両翼の間にカム機構による連結があり、回転反力の一部分が風向翼に働くためである。

この試作計画は次のような基礎データを得るものである。

- 1) 小規模システムによる風力エネルギーの利用、伝達、蓄積などの評価と最適な風力発電システムの検討。

- 2) 強風時における破壊から守るための制御法。
- 3) 風力発電システム設計のための基本データの取得。
- 4) 小規模システムで得られたデータをもとに、各種システムの開発により最適構成法の検討。

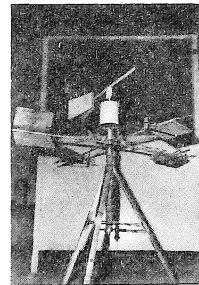


写真1 実験試作機

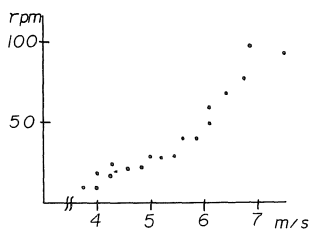


図1 無負時における回転数項風速特性

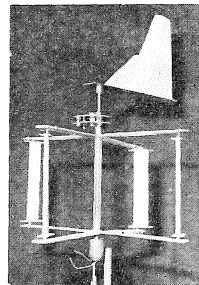


写真2 計画機模

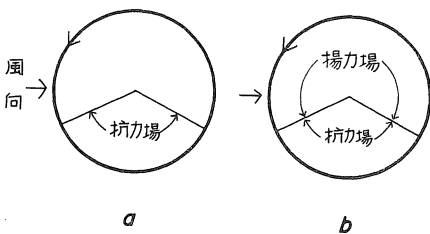


図2 風力利用域

本報告を終るに当たり実験機の製作、実験におしめない協力をしてくれた電気工学科3年高柳謙次君に感謝する。

参考文献

- 1) 愛知県知事発言, 愛知県本会議1977. 9. 26
- 2) BLACK TW. Megawatts from the wind. Power Eng. Vol. 80. No.3 1976. 64~68
- 3) RAY MENT. R, Wind energy in UK, Build Serv. Eng. Vol. 44. No.3 1976. 63~69
- 4) 名古屋地方気象台 愛知県の気象(続) 1961~1970 1972年8月