

石川島播磨重工業株式会社 正員 ○島田忠率
 東京電力株式会社 川平浩良
 東京電力株式会社 石橋 武
 石川島検査計測株式会社 平野良次朗

風力発電の実証試験を目的とした、100kW発電装置の設計諸元を得るため、昭和55年4月より三宅島で調査を行なってきた。その結果については、一部本講演会にて報告を行なったが、その後、さらに研究を継続させ、新たに装置設計のための風向変化について考察を行なったので、ここにまとめて報告する。

1. 調査の目的およびその方法

風力発電装置(図-1)においては、ブレードを絶えず風向に対して直角となるように制御系を設計することは、発電効率の面から効果的である。このような設計では、ナセル内で発電された電力を地上に送電するとき、ナセルは風向とともに回転するので、ナセルと塔の間にスリッピングを設けなければならない。しかし、このスリッピングの代りに、ケーブルで直接送電することが可能であれば、安全性・経済性の面からきわめて望ましい設計となる。しかし、ナセルは風向により、回転するので、ケーブルがよじれてまきつくことが予想される。このために、現地風況調査を実施して風向変化によるケーブルのまきつき回数についての検討を行なった。

図-2に計測システムを示す。ここで、風力ロボットは現地に設置したマイコン利用によるデータローガーを意味する。この風力ロボットは、観測塔(高さ:28m)頂部に設置した超音波風速計の3方向の記録から、1秒ごとにデータのサンプリングを行なう。つぎに、10分間のそれぞれの平均風速を計算してカセットテープに記録させ、別途、計算機(OKI TAC-50)にて解析するシステムとなっている。

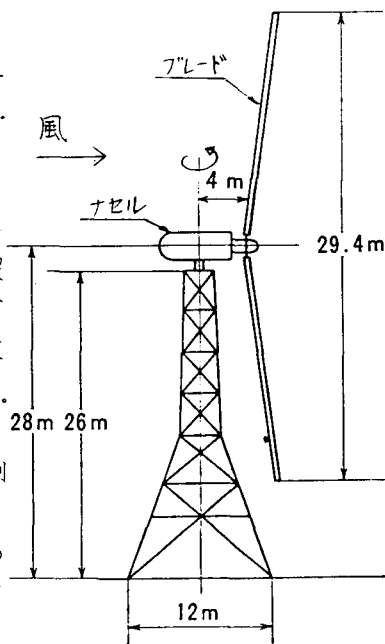


図-1 風力発電装置全体図

2. 計測結果

計算機により、10分間毎の平均風向を逐次求め、その差の累積から長期間の風向累積回転角を求めるとケーブルのまきつきを定量的に知ることができるが、この場合、風向の回転方向の判定方法について検討しておく必要がある。何故なら、風向変化が 180° 以上のような場合、回転方向の判定がむづかしいからである。このため、自記記録用紙に記録された結果について予備検討した所、10分間で風向変化の絶対値が 180° 以上大きく変化することはなかった。このため、10分間の風向回転角の差を累積することにより、風向の累積回転角を一義的に求めることができる。

図-3は風向変化の最も大きい10月と、風向変化の少ない12月の結果を計測例として示す。最大累積回転角は、その日における最も大きい風向累積回転角を示し、最小累積回転角は最も小さい回転角を示す。したがって風向は両者の間で変化していることになる。符号は時計方向の回転を正としているので、風向は主として時計方向に回転していることがわかる。12月は一定風向の面風の季節風が卓越するので、その回転は

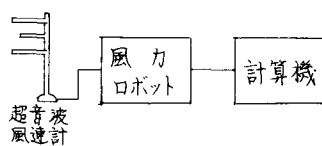


図-2 計測システム

1回転以内にある。しかし、10月はその回転角は大きい、それでも1ヶ月間の累積回転角は5回転以内になっている。

3. 運転中の風向回転角

以上の計測結果から、例えば12月では風向累積回転角が少ないので、ケーブルのまきつきの問題は生じないが、10月の場合ではかなり大きい。しかし、風車が運転を開始するときに、そのときの風向とケーブル固定点の間の角度が180°以下となるようにナセルを回転させるので、運転中のナセルの最大ふれ幅がケーブルのまきつきに関係する。このため、昭和55年9月～56年3月までの記録について風速が5m/s以上、つまり風車が運転している間における最大ふれ幅とその継続時間を表-1に整理した。この結果、風向が360°以上変化するのは、6ヶ月間の間で2回になり、回数としては非常に少ない。ケーブルのまきつき角度を最小にするという観点から考えると、ケーブルを固定する位置を選定することにより、この角度は、さらに少なくすることができる。

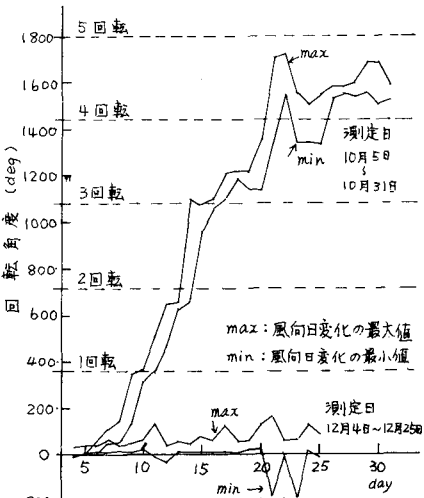


表-1 180°以上の風向回転角

期日 月日	継続 時間 (Hour)	継続時間 の風向累積 角度 (Deg)	風向範囲 (N基準) (Deg)	風向範囲 (S基準) (Deg)
9.10	1.0	180.0	34.3 ~ 214.3	-145.7 ~ 34.3
10.14	4.3	206.7	-166.7 ~ 40.0	13.3 ~ 220.0
10.20	19.7	396.4	41.4 ~ 0 ~ 77.8	-138.6 ~ 257.8
10.24	15.3	196.5	38.3 ~ 234.8	-141.7 ~ 54.8
11.21	80.8	402.7	107.6 ~ 0 ~ 150.3	-72.4 ~ 330.3
11.29	18.2	276.1	-112.1 ~ 164.0	-16.0 ~ -276.1
12.23	39.0	301.1	77.2 ~ 0 ~ 18.3	-102.8 ~ -198.3
1.2	315.5	185.5	154.8 ~ 340.3	-25.2 ~ 160.3
1.15	7.2	185.6	-144.7 ~ 40.9	35.3 ~ 220.9
2.13	1.2	195.0	26.9 ~ 221.9	-153.1 ~ 41.9
2.17	30.5	209.9	28.7 ~ 238.6	-161.3 ~ 58.6
2.19	36.5	275.5	-171.9 ~ 103.6	8.1 ~ 283.6
3.3	32.8	183.7	168.8 ~ 352.5	-11.2 ~ 172.5

4. ケーブルの固定点の選定

風向変化の大きい10月は北東の風が卓越しており(図-4),かつ風向は時計方向に一般に回転する。したがって変化の大きい10月は、最初にナセルを反時計方向に回転すれば、ケーブル固定点に対するまきつき角度を相対的に少なくすることができる。ここではS点(南側)を固定点として、その点を基準点とした風向の変化範囲を整理した。(表-1) いずれも一回転以内(±360°)になっていることがわかる。以上の検討より、安全側に考えてケーブルはS点を固定点として、まきつきの余裕を1.5回転程度にしてあげば十分である。

5. 結論

風力発電装置の設計において、発電された電力を直接ケーブルによって地上に送電するとき、ケーブルがまきつくことが予想される。この場合、ケーブル固定点の位置を現地の風向頻度分布を考慮して選定し、かつ運転開始時に風向とケーブル固定点の間の角度を180°以下となるようにナセルを回転すれば、運転中のまきつきは、固定点に対して1回転以内にすることができる。

参考文献

- (1) 岩村, 島田, 平野; 風力発電装置設計のための風況調査およびその考察, 37回土木学会年次学術講演会, 昭和57年10月

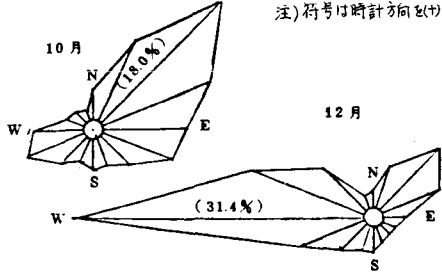


図-4 現地における風配図