

東京電力株式会社

岩村 久

石川島播磨重工業株式会社 正員

○島田 忠幸

石川島播磨重工業株式会社

平野良次朗

三宅島に建設が予定されている100KW級風力発電装置の設計諸元を得るため、昭和55年4月より現地風況調査を行なっている。ここに、これまでの結果をまとめて報告する。

1. 風況調査の目的および計測方法

現在三宅島に計画している風力発電装置の主な仕様は、ブレード直径：29.4m、塔高さ：28m、定格風速：10m/s、定格出力：100KWである。この装置設計においては性能、制御、強度、振動等の面からの検討が必要となるが、これらは現地の風況特性と関連してくるので、あらかじめ十分に調査が必要となる。今回は設置予定である三宅島伊豆岬にて高さ28mの観測用鉄塔を建設し、頂部および高さ15mの位置にエースベン風速計をとりつけた。その他、超音波風速計を頂部に取り付けている。計測方法としてはエースベン風速計の出力は風速頻度累積カウンタに記録させた。また超音波風速計の出力はデーターロガーに1ヶ月間記録させて計算機による解析を行なっている。

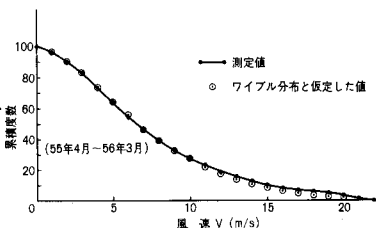


図-1 年間風速頻度累積曲線

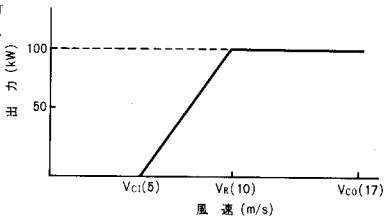


図-2 運転モード

2. 風速頻度分布および年間発電量

第1図は昭和55年4月から56年3月までの年間風速頻度累積曲線を示す。風速の分布は(1)式で示されるワイブル分布に従う事が一般に知られている。

$$P(v) = 1 - e^{-\left(\frac{v}{C}\right)^k} \quad (1)$$

ここで、 $P(v)$ ：累積頻度数、 k ；ワイブル勾配、 C ；モードを示す。

第1図の結果より C と k を求めると、 $C = 8.4 \text{ m/s}$ 、 $k = 1.56$ となり、これに基づく平均風速は 7.55 m/s となる。風力発電装置は第2図に示されるごとく、風速 5 m/s でブレードの回転が開始され 10 m/s 以上で出力 100 KW 一定となるようブレード角度を変化させ、さらに風速が 17 m/s 以上になると停止させる。このような条件の下で、第1図で求めた風速頻度分布から年間発電量(E)を(2)式により計算する。

$$E = \eta_w \times \eta_M \times \eta_G \times \frac{1}{2} \rho \bar{v}^3 A \times C_{PR} \times H \times \left[\int_{x_{ci}}^{x_R} x^3 C_P(x) \times p(x) dx + x_R^3 \int_{x_R}^{x_{co}} p(x) dx \right] \quad (2)$$

ここで $x = V/\bar{v}$ $\bar{v}$ ：平均風速 V_{ci} ：起動風速(5 m/s) $x_{ci} = V_{ci}/\bar{v}$ η_w ：風変動率
 H ：年間総時間 $p(x)$ ：頻度分布 V_R ：定格風速(10 m/s) $x_R = V_R/\bar{v}$ η_M ：機械効率
 A ：受風面積(678.9 m^2) V_{co} ：停止風速(17 m/s) $x_{co} = V_{co}/\bar{v}$ η_G ：発電機効率
 C_P ：任意風速の出力係数 C_{PR} ：定格風速の出力係数 $C_P(x) = C_P/C_{PR}$ ρ ：空気密度

第3図は停止風速を変化させたときの年間発電量の計算結果を示す。停止風速を一定以上に大きく設計しても、

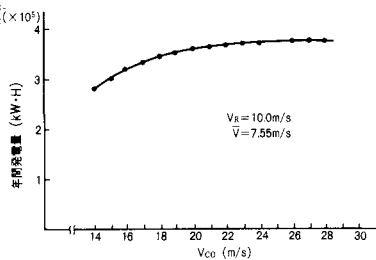


図-3 年間発電量

風速頻度が少ないため発電量は増加しない事が示されている。

3. 風速の鉛直分布

ブレードの強度面の検討を行なうためには、風速の鉛直分布が非常に重要となる。しかし、風力発電装置の敷地選定は一般に複数の候補地を調査して最適な場所を選定する事になるが、その都度高い観測塔を建設する事は経済的でない。このため今回、ドップラー・アコースティック・リモート・ウィンドセンサ（通称ドップラー風速計）により、計測を行なった。本計測機は発信器から4000Hzのパルス音波を発信させ、気流により、散乱される音波を受信し、その周波数のドップラー・シフトを高さ方向に区分して解析する事より風速を測定する事になる。ここではまず高さ28mにおけるエースペン風速計とドップラー風速計の結果の比較を行なった。（第4図）両者はよく一致しているという事ができる。第5図は鉛直分布の測定結果の一例を示す。ここで28mより高い点の風速はドップラー風速計の値を用い、15mの風速はエースペンの値を用いた。鉛直分布をべき方程式で示すとき、 α は一般に知られている値、 $1/7 \sim 1/8$ よりかなり大きい値となっている。

$$\frac{V}{V_{10}} = \left(\frac{H}{H_{10}}\right)^{\alpha} \quad (3)$$

H : 高さ V : 任意高さの風速
 α : 定数 V_{10} : $H=10\text{ m}$ の風速

同じような傾向の結果が文献⁽¹⁾にも報告されており、これは地形の影響もあると考えられるが、比較的地上に近い部分ではこの α の値が大きくなるのではな
いかと考えられる。

4. 突風率

突風率は最大風速と平均風速の比で表わされ、平均時間により変化する。今回はサンプリング時間0.2秒、評価時間1秒として計測を行なった。第6図に平均時間1分のときの突風率を示す。風速の低い範囲では突風率は大きくなる傾向を示すが、定格風速10 m/s 以上では突風率は1.5以下となる。平均時間と突風率の関係を第7図に示す。

5. まとめ

今回、現地風況調査により得られた平均風速、鉛直分布、突風率などのデータにもとづき、100 kW級発電装置の設計諸元を決定するとともにこれらの諸元により年間発電量を計算した。風力発電装置は57年度末には建設を完了する予定なので、これらについて実証し、実用性の良い風力発電装置の開発に役立てたいと考えている。

参考文献⁽¹⁾ Walker Frost, B.H. Long and R.E. Turner "Engineering Handbook on the Atmospheric Environmental Guidelines for Use in Wind Turbine Generator Development, NASA Technical Paper 1359, 1978

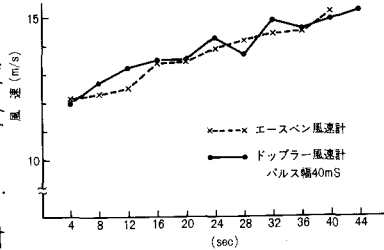


図-4 風速計の精度比較

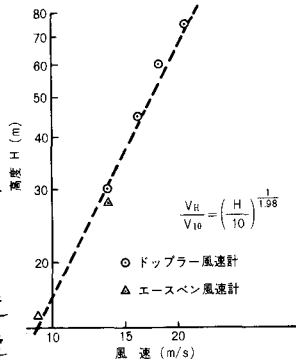


図-5 風速の鉛直分布

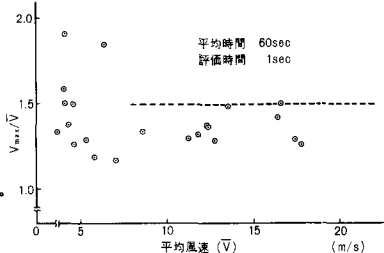


図-6 平均風速と突風率の関係

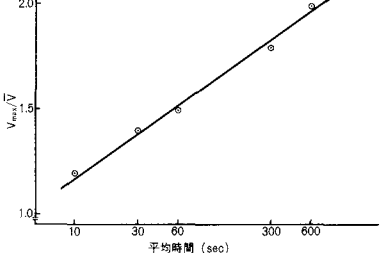


図-7 平均時間と突風率の関係