

UDC 621.311.24 : 621.548 : 533.6.08 : 31

論文

60-B25

風速統計に基づく風車出力解析

正員 河本 映 (豊橋技科大)
 正員 榊原 建樹 (豊橋技科大)
 正員 榎本 茂正 (豊橋技科大)

1. はじめに

実用的風力発電装置の設置にあたっては、変動が大きく不安定である風力エネルギーの有効利用を考慮しなければならない。このためには、実際に風力発電装置を設置した場合にどの程度のエネルギーが得られるか、出力の変動はどの程度か、あるいはその地点の風環境にはどのような特性の風力発電装置が適しているかといった事前評価が重要である。例えば、単に平均風速が高いといっても、比較的強い風が定常的に吹くのか、あるいは定常風はそれほど強くはなく、ときに非常に強い風が吹くのかによって選定すべき風力発電装置の特性は当然異なってくる。

一般に、風力発電装置により1年間に得られるエネルギーは、設置地点の風速発現頻度分布と風車特性を知ることができれば計算することができる⁽¹⁾。しかし、従来からのこの種の計算は、特定地点、特定風車について行なわれているのがほとんどで、任意の地点に設置された任意の風車について、その計算結果を拡張することが困難であった。また、風況と風車との適合性については、利用率⁽¹⁾、あるいは比出力解析⁽²⁾⁽³⁾による評価、および最適風車定格風速の導出⁽⁴⁾などが行なわれてきているが、一般的に与えられた風環境に適した風力発電装置の特性を具体的に見出すまでには至っていない。

本論文では、風速発現頻度分布と風車特性とのモデルに基づき、風車の発生するエネルギーを見積もり、次いである風況に適した風車特性の選定に関して、一般性のある解析を試みる。風速発現頻度分布としてワ

イブル分布を採用し、このような分布を有する風が風車に作用した場合の出力およびその分散を確率論的に導出する。この結果、出力は風速発現頻度分布と風車特性を表わすパラメータで記述することができ、これらの特性を与えて風車の発生するエネルギーを見積もる。また、ある風況下で所要のエネルギーを発生する風車特性を見出すことができるが、これはただ一とおりには定まらない。このため、風車特性に関して適当な評価関数を導入し、それを最小化することによってその風況に対して最適な風車特性を求める。最後にこれらの手法について具体的適用例を挙げ、検討を加える。

2. 風車平均出力の導出

〈2・1〉 風速発現頻度分布と風車特性 年間の風速発現頻度分布としては実際の風との適合性の良さ、一般性の高さを考慮してワイブル分布を採用する⁽¹⁾。風速 v に対するワイブル分布の確率密度関数 $f(v)$ は、

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \dots\dots\dots (1)$$

で表わされる。ここで、 c は尺度因子、 k は形状因子と呼ばれるパラメータであり、我が国の風環境では k は1.0~2.5、 c は1.3~10 m/s程度値をとる⁽⁵⁾。なお、風速発現頻度分布としてしばしば用いられるレーリー分布⁽²⁾は、ワイブル分布の特殊な場合($k=2$)と一致し、ワイブル分布を使用した方がより一般性がある。

ある地点における年間の風速実測値をもとに、それに適合するようにパラメータ c 、および k を定めることができる⁽⁶⁾。 c 、 k はその地点の風況を代表する定数となる。なお、(1)式のワイブル分布において、平均風速 \bar{v} および風速の3乗平均 \bar{v}^3 は、

$$\bar{v} = c \Gamma(1+1/k) \dots\dots\dots (2)$$

$$\bar{v}^3 = c^3 \Gamma(1+3/k) \dots\dots\dots (3)$$

Power Output Analysis of Wind Turbines Based on Wind Velocity Statistics. By Teru Kawamoto, Member, Tateki Sakakibara, Member & Shigemasa Enomoto, Member (Toyo-hashi University of Technology).

河本 映: 正員, 豊橋技術科学大学
 榊原建樹: 正員, 豊橋技術科学大学
 榎本茂正: 正員, 豊橋技術科学大学