

風力発電機の高効率利用を目指して

愛知工業大学 工学部 電気学科 電気工学専攻 教授 一柳勝宏

Prof. Katsuhiro Ichianagi
Department of Electrical Engineering
Aichi Institute of Technology



はじめに

自然エネルギーを利用した発電設備はエネルギー源としての燃料が無尽蔵であると共に、環境に優しい発電設備である。近年、風力エネルギーの利用に関する研究開発が進み、風力発電は目覚ましい発展を続けている。また、環境やエネルギーへの関心も高まり、マイクロ風力発電機として一般家庭でも利用しやすくなっている。筆者らの研究室では風力発電機の高効率利用を目的に研究を進めている。これらの研究の一端として集風装置ならびに絵・文字表示機能を搭載した風力発電機について紹介する。

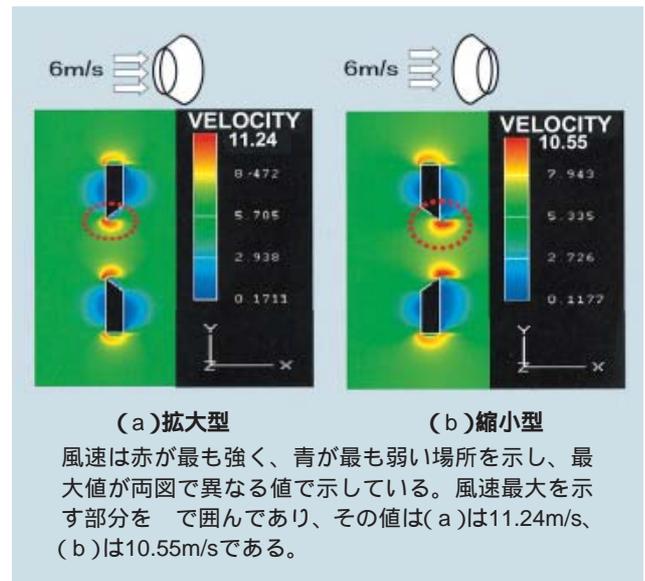
集風装置を利用した風力発電機の開発

風車の受風面積 A [m²]、風速 V [m/s]、空気密度 [kg/m³] とすれば、一般に風力発電における風の保有する理論的エネルギー P_{th} [J] は次式で与えられる。

$$P_{th} = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

上式より、風の保有する理論的エネルギーは風速の3乗に比例することが分かる。建造物や風車に取り付けた集風装置を利用することにより、仮に風速が2倍にできると発電電力は8倍にもなることが予想される。そこで、第1図の上部に示す図のように、風の流形から、2種類のタイプの集風装置を提案した。(a)を拡大型集風装置、(b)を縮小型集風装置とした。両タイプについて集風効果を調べるために、風況シミュレーションを行い、その結果を第1図に示す。同図はモデルの正面から風速6m/sの一様な風を与えた場合の結果を示す。

図(a)の拡大型は最大風速11.24m/s、図(b)の縮小型は最大風速10.55m/s、開口部の平均風速は各々8.3m/sおよび7.2m/sであり、風速値からみて拡大型を採用した。このことは拡大型の場合、風の出口付近の圧力が低くなり、風が流入しやすくなるのに対し、縮小型の場合は圧力が高くなり風が流入しにくくなるからであ



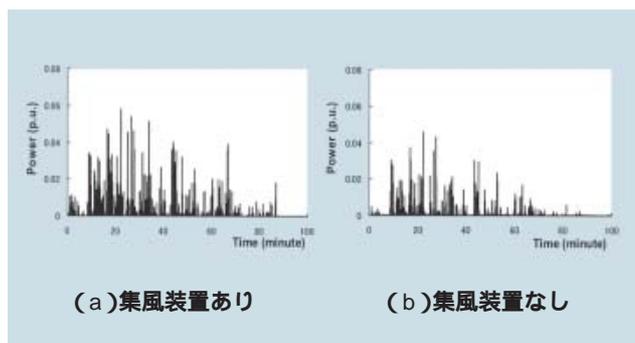
第1図 風況シミュレーション(風速分布)

ると考えられる。なお、最大風速領域(赤色部分)は風車のブレード(羽根)の最もトルクの得られやすい部分で観測されている。集風装置の集風角度(開口部分の角度)は平均風速が最大となる $\theta = 54^\circ$ とした。

以上の検討結果から、実際に集風装置を製作した。装置の外観を第2図に示す。



第2図 集風装置の外観(拡大型)



第3図 集風装置の有無による2台の発電機出力の同時測定結果

集風装置を用いた場合のフィールド試験結果を第3図に示す。同図に見るように、集風装置により、発電機の出力は約2.17倍の発電電力の増加がみられた。本集風装置は小型の風力発電機に容易に取り付け可能で、風向追従性も良く、比較的低風速の場合にも風力エネルギーの有効利用ができると言える。

絵・文字表示機能を搭載した風力発電機の開発

風車ブレードの回転空間に文字や絵などを浮かび上がらせる風力発電システムを開発した。発光ダイオード(LED)を内蔵したブレード6枚を組み合わせる風車を製作している。風車構造は垂直軸型で、どの方向からもLEDの光をみることができる。中心部には文字や模様を表示させるためのプログラムを組み込んだ演算処理装置とセンサーを搭載し、センサーで羽根の位置や回転数を検出しながら空間に表示する構成となっている。主な仕様を第1表に示す。

第1表 本システムの主な仕様

風 車	形状	ジャイロミル型風車 (垂直軸型)
	ブレード枚数	6枚
発 電 機	定格出力	200W
	相数	3相
	極数	32極
LED表示部	LED個数	600個/ブレード1枚 (RGB各200個×3)
	演算処理装置	ワンチップマイコン (16ビット)
補助用電源	太陽電池パネル	480W
	蓄電池	300Ah

本システムを「愛・地球博」に出展し、開催期間、毎日19時～20時の間に運転した(第4図)。同システムは垂直軸風車で構成している。垂直軸風車は水平軸に比べ、見た目に威圧感を与えず、音も静かであるなどの理由から、「愛・地球博」のテーマ「自然との共生」に賛同し、出展するに至った。設置場所は会場内「遊びと参加ゾーン」で、システムの電源は風力発電と太陽電池だけの自然エネルギーのみを利用した独立系発電システムとし、発電した電力はデータ観測のための計測器の運用、メールサーバーの電源、風力発電のための電動アシストならびにディスプレイ用電源に使用している。

本システム用電源を確保するために、翌日の発電量予測を実施し、予測結果から電源の残量推定と取り替え実施時期を決定した。装置のパトロールは毎日、研究室の全員が交代で行った。



第4図 絵・文字表示機能を搭載した風力発電機

おわりに

日本では平均風速、4m/s程度以下の地域が多く、風力発電としての適地が少ない。今回紹介した集風装置は小型の風力発電機に取り付けが容易で、比較的低風速での発電が可能であることから、平均4m/s程度以下での使用が期待できる。LED表示機能を有する発電システムは広告塔やモニュメントとして利用でき、自然エネルギー活用による環境対策と共に、地域や商店などの宣伝に役立つと言える。

一柳勝宏(いちやなぎかつひろ)氏 略歴

昭和45年3月 愛知工業大学大学院工学研究科修士課程
電気工学専攻修了

昭和45年4月 愛知工業大学助手

昭和49年4月 同大学講師

昭和54年4月 同大学助教授

平成3年6月 工学博士(名古屋大学)

平成5年4月 愛知工業大学教授