

小水路の水流を起動力に利用した小型風力発電装置の試作

山形大学工学部技術部

田村 恒一（情報システム技術室）

はじめに

最近、クリーンなエネルギーへの関心の高まりとともに、従来は相手にされなかった小さなエネルギーなど、様々な新エネルギー開発の取り組みが展開されている。身近に得られる自然エネルギーの規模は極めて小さいが、その目的や用途によっては有用である、その地域の気象や環境条件などの特性を生かして、ここでは風力と小水路の水流の力を合わせて利用して小型簡易発電装置を試作し、発電効率の向上を図ることを目的にした。今までに行った試作、測定結果の一部について成果の概要を報告する。

米沢の風況

風力発電においては、その地域の平均風速は最も重要なデータの一つである。山形地方気象台のデータにより、米沢市での季節風が強くなると思われる冬季の風速について注目してみると、一昨年の12月～3月期の最大風速が3 m/s以上を記録した日は、111日/121日あり、一日の平均風速で3 m/s 超の日数が全体の33 %、2 m/s 超になるとその日数は60 %に増加する。因みに、12月～3月期の過去4年間の平均風速は2.78 m/sであった。風車の起動に力を少し貸してやれば、発電を開始する風速も低く設定できると思われる。そのため小水路の水力の活用を検討し、風力発電に応用することは有用である。

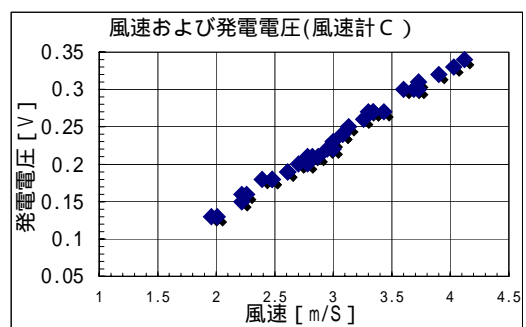
簡易風速計の試作

風速計の型式には、「熱式」「翼車式」「超音波式」「ピトー管式」などがあるが、市販の風速計は安いものでも5万円、超音波式の高いものは数百万円にもなる。風況の概要をモニターするには、精度はあまり高い必要はなく、多数揃える必要から簡易風速計を自作した。

今回試作した風速計は、工作用モーター（RA-140RA）ソーラーモーター（RF-500TB）に風杯を3個取り付け付けた簡単な構造である。風杯の直径は、63と80 mmの2種、モーターの回転軸と風杯の中心間距離は、70と100 mmとした。

試作風速計の特性

試作した風速計の特性測定は、ダンボールで作製した簡易風洞を用いて行った。風速の測定には、市販のペーン式風速計（測定範囲：0.70～25.00 m/s、分解能：0.01 m/s）を用いて行った。試作風速計の電圧測定にはマルチメータを使用した。



[図1] 風速と発電電圧の測定結果の例

ソーラーモーター、風杯直径80 mm、回転軸と風杯中心間距離70 mmとして試作した風速計の風速と発電電圧の関係を示す特性の測定結果の一例を図1に示す。試作した各種の風速計の特性測定の結果より、全ての風速計の風速と発電電圧が比例関係にあり、とくにソーラーモーターを用いたものは風速計として十分使用可能であることが分かった。

風力発電機の試作

簡便で安価なシステムを作ることがこの研究の課題の一つであるため、風力発電には自転車用発電機（ダイナモ 6V, 2.4W）を使用した。風車写真に示す試作機の一つは、ハブダイナモを用い、翼

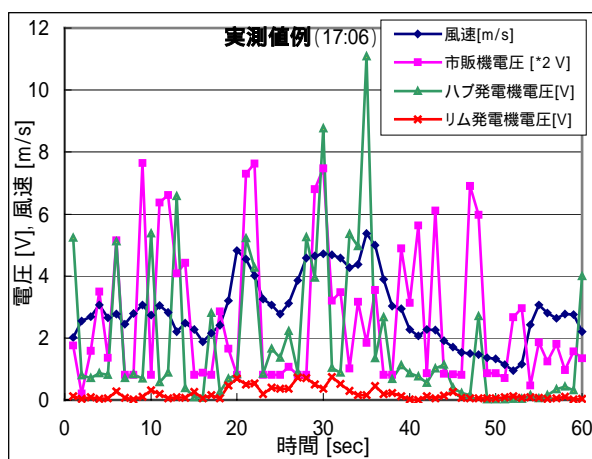


試作風車写真

に 100×300 mm のアルミ板を 9 枚用いた。翼の傾きは回転面に対して 20 度とし、風車の直径は 790 mm である。また、リムダイナモを用いたものは、翼の大きさ、傾きはハブダイナモと同様とし、翼数は 3 枚で風車直径は 710 mm である。サンプル用に市販機（5 枚翼、20 W 型）も設置して同時に測定を行った。

試作風力発電の特性

試作した風車を用いた発電特性（サンプリング間隔 1 sec）の一例を図 2 に示す。データからみて風速は非常に複雑に変化している。風向のデータは収集していないが、風車の向きの変化から、こちらも変化が複雑で大きいと言える。したがって、測定結果は、風速に比例、連動して常に同様の発電が繰り返されているという訳ではない。



【図 2】 風速と試作機の発電電圧の実測例

試作した風速計は、1 m/s 未満の風速の測定には対応できないが、試作したリムダイナモ風車は、風速計より早く回転を始めるので、起動風速が非常に小さいが、高回転型発電機であるため、発生電圧は実用レベルに達していない。ハブダイナモ風車は、向きを北西に固定してある関係で、風向変化の影響を他の風車より大きく受け、風速と発電電圧が連動しない場合があるが、約 2.4 m/s 付近で起動することが確認された。直前風速の状況変化などの要因によっては、2 m/s 未満の風速で回転を始める場合もあるが、風速計の反応時間、風車の風向方向に回転する時間などによるずれが考えられる。充電可能な実用発電電圧（6V）を得るためには、おおよそ 3 ~ 3.5 m/s の風速が必要である。これも、3 m/s 未満の風速で 6V を超える電圧が発生しているケースや 5 m/s の風速でも 6V に達しない場合があり、風速計の反応時間や風車の向き固定の影響が考えられる。

小水路の水流の利用

水路の水流の利用方法において、水力を直接起動力として使う場合と水力をエネルギー変換によって別の力に変えて利用する場合が考えられる。直接利用は効率の関係で有利であるが、設置場所の選択幅が狭まり、風力の効率的利用が制限される。一方、水流を水力発電に用い、その発電電力を風力発電機の駆動用にする方法は、効率の低下を生じるが水力と風力発電機の設置場所が切り離せるために、発電機の設置場所に自由度が増し、風力の効率的な利用が図れる。

水力発電電力利用型として併用するハブダイナモ水車発電機の試作機は水かき翼数を 6、一枚の翼面積 195mm×85mm、回転中心から翼先端までを 150mm とした。表面流速の平均値 0.7m/s の実験用の実水路に導水枠を付加し水流を水かき翼に集中させることにより、水車の回転数を 70 ~ 80rpm まで増加できた。その結果、蓄電池（6V）の充電が十分可能でその安定した電力の利用ができる。この電力を風車のハブダイナモを起動させるモーターの電源に活用できる。トータル発電量をより多く確保しながら、水力発電の電力を効率的に活用するためには風車駆動を開始するタイミングが重要で、実測データに基づいて解析、検討する必要がある。

水流直接利用型は、水力発電を伴わない水車と風力発電風車を組み合わせて構成し、その連結には、自転車のシャフト部機構を利用する。

まとめ

工作用の汎用モーターを用いて極めて安価に、簡易風速計を試作した。電源も不要で、特性測定結果より十分実用できることを確認した。

自転車用発電機を用いた風車を試作し、その発電基礎的特性の測定を行った。ハブダイナモ風車は、風速 3 ~ 3.5 m/s で充電可能であることが確認された。小水路水力発電電力との効率的な複合利用の可能性があることが分かった。

複雑に変化する風況による発電特性や得られる電力量の解析には、長期間のデータが必要である。今後もデータの蓄積を継続し、評価の向上を図る。

謝辞

日頃から、ご理解と有益な助言を頂いている本学部情報科学科田村安孝教授ならびに柳田裕隆助手に感謝申し上げます。