

豪雪地における積雪による事故抑止機能を考慮した簡易風力発電機の基礎研究

山形大学工学部技術部

田村 恒一（機器開発技術室）

はじめに

温暖化に起因すると言われる地球環境の危機的状況が各地で報告され、クリーンなエネルギーへの関心は引き続き高いが、私たちが身近に得られる自然エネルギーの規模は極めて小さいものが殆どである。その小さなエネルギーも、その目的や用途によっては十分な活用が期待できる。

本研究では、身近でクリーンな自然エネルギーの一つである風力による小型簡易発電機に雪庇生成阻止機能を持たせることにより、豪雪地域の冬場に頻発する人身事故防止に役立てるための基礎研究を行う。

雪庇は、季節風の風下（東側）の軒先から2~3m迫り出し、右写真のように巨大な氷柱を伴いことが多く、自重と気温の上昇によるゆるみによって落下し、通行人の人身事故を招くばかりではなく、雪下ろし作業での落下事故などを引き起こす原因ともなっている。



風下に生成された雪庇

これまでの経過

米沢市での冬季4ヶ月間の風速について、山形地方気象台の過去のデータをみると、最大風速が3m/s以上を記録したのは、全体の90%以上の日数で、平均風速も2.8m/sに近い値を示している。

以前にも簡便で安価なシステムとして、自転車用発電機（ハブ用、リム用6V、2.4W）を使用して風力発電の試作機を製作し、基礎的な実験を行っており、平均風速以下で起動し、3~3.5m/sの風速

で充電可能な実用発電電圧(6V)を得ている。

ハブダイナモ風車の翼と起動力の関係の測定

以前に試作した風車は、翼の形状は平板で、傾きも一定としたが、より効率的に風力を取り込むために、翼の傾き、形状による風車の起動力の変化の基礎特性についてのデータ収集を行った。

(1) 平板翼による起動力の測定

平板翼の寸法は、幅100mm、長さ200mm、厚さ1mmのアルミ板を9枚用い、ハブダイナモに固定して、翼の傾き角度は、風向に対して10、20、30、40度と変化させてそれぞれ測定を行った。また、風車自体の向きを風向に対して正面の他、 ± 22.5 、 ± 45 度傾けた時の起動力の変化の測定を行った。

(2) 曲面翼による起動力の測定

外側直径220mmの塩化ビニルのライト管コネクタを(1)の平板と幅、長さを同じ大きさに切り分け、風車の翼とし(1)と同様の測定を行った。

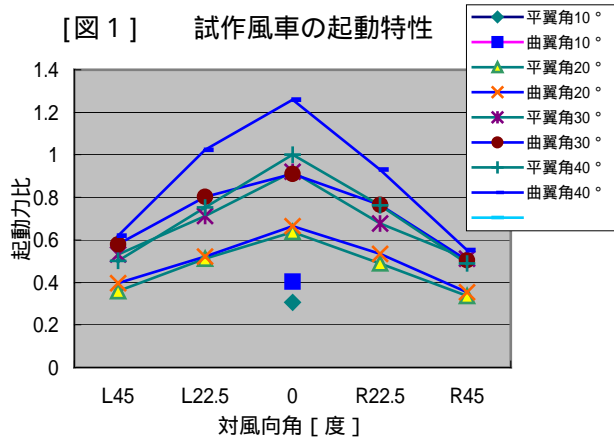


ライト管をカットした曲面翼の風車

測定は、直径約600mm、長さ1800mmの四角筒状の簡易風洞と羽根直径が50cmの工場用扇風機を用いた。起動力の測定にはフォースゲージにより、各点とも20回の測定値の平均をとった。測定結果を図1のグラフに示す。グラフの起動力比は、平板翼における風向0、翼角40度の値を1として基準化している。

風車翼の傾き、形状による起動力への影響

測定結果より、平板翼、曲面翼とも翼角が大きくなると起動力も大きくなる。0°から30°の変

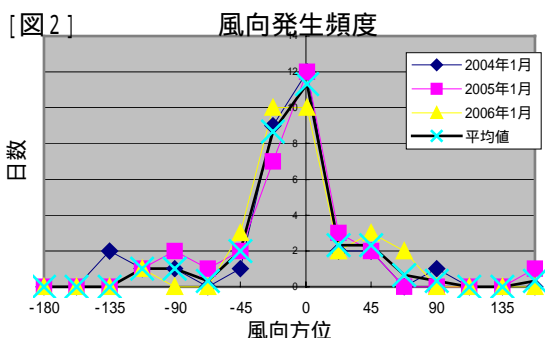


化では、両者の違いは殆どないが、平板翼の場合には、30°から40°の増加分が小さく、頭打ちの傾向があるが、曲面翼の場合には、翼角40°の場合の起動力が最も大きくなり、平板翼の25%増となっている。

風向に対して風車の対向角を変えた場合の測定データより、風向に対して45°風車がずれていても平均でその風力エネルギーの54%を取り込むことができるという結果を得た。

米沢における発生風向の状況

気象台の米沢市のアメダス・データより、風向発生頻度の約86%、頻度と風速の積では93%が西北西を中心に±45°の範囲に入っているという



ことで、風車は風向追従型ではなく固定型で実用上十分であり、雪庇対策効果の面および構造強度的にも好都合であると言える。

試作風車

基礎実験データをもとに、風車の試作を行った。試作風力発電装置Aの発電機には自転車用ハブダイナモを使用し、風車の翼には、塩ビのライト管210型をカットして、長さ500mm、シャフト側幅80mm、外周側幅55mmとした。枚数は、ダイナモのフォーク取付穴の数18の約数の9枚取り付けた。結果として、風車全体の直径は1220mmとなった。

試作風力発電装置Bは、風車に塩ビのVU管

100型を長さ500mm、幅50mmにカットして、6枚型に翼の数を減らしたが、風向に対する角度を大きくした。翼の厚みが増し、ハブダイナモに接続する金具も強化し耐風対策を強化した。

実証実験

試作した風車を二階屋根東側端（雪庇の生成位置）に屋根上面と翼の下端間隔を250mm、屋根端より150mm外側に設置し、回転、発電、積雪状況のデータ収集、観測を行っている。

試作した風力発電装置A及びBともに、翼長が長いこともあり、風速1m付近の微風で起動し、1.4m付近では6Vを超え、発電電力の蓄電も十分行えることを確認している。最終的には、蓄積したデータをもとに検証することとする。

今冬は暖冬傾向が続き、雪庇が生成される条件が揃わなかったが、1月下旬からの降雪で漸く雪庇の生成があり、風車設置によるとみられる早期落雪などで一定の効果が見られる。現在も観測を継続して行っている。

風向風速計と風車設置



試作風車A（右上）
と風車B（左）

まとめ

風車の起動力の測定データより基本的な特性から傾向を得ることができた。実証用の試作風車もより低い風速で起動しており、発電電力も十分確保できると思われる。雪庇の生成に関わる観測においては、一定の効果を確認することができたが、さらに今後も継続して必要なデータを収集し、より有効なシステムの構築について検討を進める。

謝辞 日頃からご理解と有益なご助言をいただいている理工学研究科情報科学専攻田村安孝教授ならびに柳田裕隆助教に感謝申し上げます。