

佐賀県佐賀市平野部における発電用垂直軸型風車の設計

佐賀県立致遠館高校 宮崎晴陽 安部礼 柳川倫太郎

要旨

サボニウス型風車の羽の重なりを変えて始動を確認する実験と、4つの種類（レンツ、ベネシュ、サボニウス、シュルツ）の垂直軸型風車で始動を確認する実験を行った。その結果、サボニウス型風車の羽の重なりが25%のものが始動しやすく、形としてはシュルツ型が始動しやすいことが分かった。

導入

佐賀県佐賀市においては、街灯がなく夜とても暗い場所が多くあり、少しでも夜を明るくするために、風力発電に注目し研究を行った。本研究では、風力発電で用いられるダリウス・サボニウス型風車に注目して、サボニウス型風車の羽の重なりを変えたり、サボニウス型風車の形を変えたりすることによる、風車の始動のしやすさを確認することを目的とした。

理論・仮説

サボニウス型風車は、半円筒型の羽2枚を重なり合う部分を残して組み合わせた風車である。サボニウス型風車の派生型は図2の左から順に出力効率が高いことが確認されている。ダリウス・サボニウス型風車（図1）はダリウス型風車の始動性向上を目的として設計されたものである。

仮説1

サボニウス型風車は重なりが小さいほど始動しやすい。

仮説2

ダリウス型に内蔵する風車で最も始動しやすいのはレンツ型風車であり、次いでベネシュ型、サボニウス型、シュルツ型の順で始動しやすい。



図1 ダリウス・サボニウス型風車

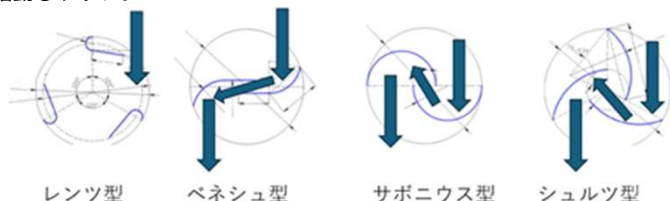


図2 風車の形と予想される風の流れ

実験1

(i) 3Dプリンターを用い、半径40mm、高さ82mmのサボニウス型風車を作成する。このとき、サボニウス風車の中心部分の重なりをそれぞれ1cm(直径比12.5%)、2cm(25%)、3cm(37.5%)、4cm(50%)、5cm(62.5%)にする。

(ii) 図3の装置を作成する。

(iii) サーキュレータで、風車付近に、佐賀県佐賀市の平均風速3m/sに近い風速2.6m/s、風速4.6m/sの風を再現し、その風を風車に当て、始動しやすさを測定する。

実験結果は表1にまとめた

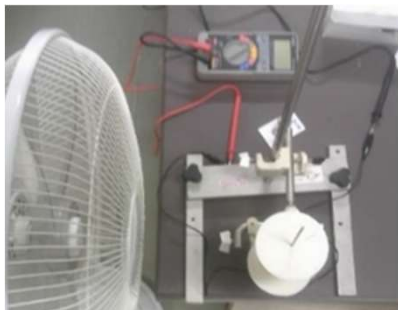


図3 実験で作成した装置

表1 サボニウス型風車の直径比と回りやすさ

	12.5%	25%	37.5%	50%	62.5%
2.6m/s	○	◎	○	×	×
4.6m/s	○	◎	◎	○	×

実験2

- (i) 3Dプリンターを用いて、直径10cm、高さ15cmのサボニウス型風車・シュルツ型風車・レンツ型風車・ベネシュ型風車と、半径12.5cm、高さ25cmのダリウス型風車を作成する。
(ii) ダリウス型風車の内部にサボニウス型風車を装着し風洞装置に取り付ける。
(iii) 風洞装置のタービンの回転数を150rpm、200rpm、300rpm、400rpm、500rpmの順に上げ、どの出力の時に風車が始動したかを調べる。
(iv) サボニウス型風車を取り外し、ベネシュ型、シュルツ型、レンツ型風車を用いてそれぞれ(ii)、(iii)の操作を行う。
(v) ダリウス型風車のみを用いて(iii)の操作を行う。



図4 実験2の様子

実験結果は表2にまとめた。

表2 風車の形状と回りやすさ

	150rpm	200rpm	300rpm	400rpm	500rpm
ダリウスのみ	×	×	×	×	○
ダリウス+サボニウス	×	×	×	○	
ダリウス+ベネシュ	×	○			
ダリウス+シュルツ	○				
ダリウス+レンツ	×	×	×	×	×

考察

・表1よりサボニウス型風車において、直径比25%の重なりがあるときに始動しやすいことが分かった。サボニウス風車の内部を通る風は中心部分を通過するため、1cmの場合は軸によって風が内部を通過することができず始動性能が下がったと考えられる。

・実験2において、シュルツ型、ベネシュ型、サボニウス型の順で始動しやすく、レンツ型を用いた場合は始動しなかった。よって、「ダリウス型に内蔵する風車で最も始動しやすいのはレンツ型風車であり、次いでベネシュ型、サボニウス型、シュルツ型の順で始動しやすい。」という仮説は実証されなかった。

結論

・ダリウス・サボニウス型風車の改良において、サボニウス型風車の重なりが大きさを減らすこと、ダリウス型風車と組み合わせる風車を別のものに交換することの2つの方法が有効であることが分かった。

・半径40mm、高さ82mmのサボニウス風車において、羽の重なりが直径比25%のとき最大出力となることが分かった。

・ダリウス型風車と組み合わせる風車として、シュルツ型風車が適切であることが分かった。

謝辞

本研究に当たり、佐賀大学理工学部の塩見先生より多くのご指導、ご助言をいただきました。心より御礼申し上げます。

参考文献

Energy Efficiency Assessment of Four Designs of Vertical Axis and Drag Differential Wind Turbines

https://www.researchgate.net/publication/331833659_Energy_Efficiency_Assessment_of_Four_Designs_of_Vertical_Axis_And_Drag_Differential_Wind_Turbines