

小型風車の回転性能に及ぼす羽根形状の影響

1. 緒言

近年、化石燃料を利用した発電方法による二酸化炭素の発生からの地球温暖化、化石燃料自体の枯渇が問題となっている。この問題を解決するために、エネルギーの消費量を節約することが必要となる。そこで、発電用燃料を必要としない、風力発電機に注目した。その中でも小型で、微風でも回転可能であり、静寂性に優れていて、日本の土地柄に良く適していると思われる小型のサボニウス型風車を設計した。従来製品化されているものと比較し、羽根形状を改良することにより回転性能を良くすることがこの研究の目的である。

2. 比較する羽根について

(株) エムシートワーク製風力・太陽光小型ハイブリット発電灯「TWINKLE」と比較する。

表1 TWINKLE仕様

羽根の型	半円筒型
羽根の枚数[枚]	3
ローターの直径[mm]	500
翼幅×高さ[mm]	200×1500
起動風速[m/s]	1.5
出力[w]	100 (風速 12[m/s]の時)



図1 TWINKLE

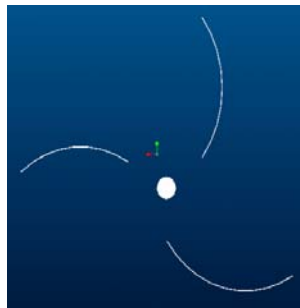


図2 TWINKLE 断面形状

3. 設計した羽根について

サボニウス型風車の羽根形状は円筒を縦半分にした羽根(バケット)を向かい合わせ、中心をずらして取り付けられた半円筒型が普通であるが、今回設計したのは円弧と直線を組み合わせた、Bach型とよばれるものである。この型は現在研究されているサボニウスの羽根の中で最も高いパワー係数が得られることで知られている。仰角 $\theta=30^\circ$ 、ローターの直径500mmとして配置し、翼の枚数を2枚、オーバーラップ比(※1)が0.1、0.2、0.3の3種類の羽根(以下Bach-0.1, Bach-0.2, Bach-0.3)を設計した。これらの羽根を流体解析し、最も抗力係数を得られた(表2参照) Bach-0.3を選択した(抗力係数を最も得られた羽根を性能のよい羽根と考えた)。翼の外形寸法は翼幅294mm×高さ1500mmの図4に示すような風車とした。

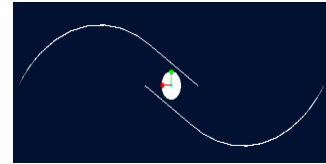


図4 サボニウス型風車(Bach-0.3の羽根を搭載)の断面形状

表2 流体解析の結果

翼型モデル	揚力[N]	抗力[N]	揚力係数	抗力係数
TWINKLE	0.133	1.038	0.103	0.803
Bach-0.1	0.092	1.164	0.059	0.743
Bach-0.2	0.248	1.278	0.151	0.780
Bach-0.3	1.033	1.406	0.598	0.814

解析条件は次の通りである。

風速:2[m/s]、圧力:101325[Pa] (大気圧)、温度:293[K](20°C)
密度:1.2[kg/m³]

※1 オーバーラップ比とは

中心側の円弧端と円弧端の距離 a を一般にオーバーラップと言う。サボニウス風車はこのオーバーラップがある方が、回転がスムーズであると言われる。円弧形をした羽根の弦に当たる距離 b をバケット弦長という。オーバーラップ比とは a/b の比率のことである。この比率は羽根の性能にかかわる要素のひとつである。

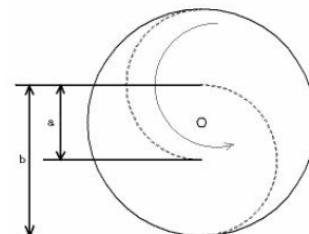


図5 サボニウス型風車の断面形状

4. 実験

実験方法としては風洞実験を行った。風速は、2m/s、4m/s、6m/sとする。業務用扇風機を利用し、風車に風を一定の時間当て、その後回転数が安定し一定となったときに、風車の起動風速[m/s]、回転数[rpm]、トルク[N・m]についてそれぞれ測定を行った。(実験結果の詳しいデータは省略)

その結果、回転数においては Bach-0.3 風車の方が回転し、トルクにおいては TWINKLE の方が勝った。サボニウス型風車は抗力型であるのでトルクをより受けるほうがよいので、TWINKLE の方が性能は良いと考えた。

5. 結言

今回の研究で自分が考案した風車では、製品化されているものより性能が勝ることができなかった。しかし、今回の実験だけでは風車の良し悪しを決めることはできない。今後は風向きや実験場所などを考慮し、実験に時間をかけていこうと思う。