

風向直角方向に配置した抗力型サボニウス風車列の遮風効果の検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○才木 慎也 日本アイ・ビー・エム（株） 大楠 貴浩
九州工業大学 正会員 木村 吉郎 久保 喜延 加藤 九州男

1. はじめに 海岸部や山間部のように風が吹きやすい場所では、強風のために自動車の横転事故等が起こりやすい。一方このような風が吹きやすい場所は、風力エネルギーを効率的に利用できる可能性を秘めている。このような場所の道路の外側に抗力型風車を密に設置することにより、横風対策と風力エネルギーの利用を同時に行うことができると考えられる。そこで、本研究では抗力型のサボニウス風車を3台設置し、風車間隔を変化させることによる風車後流域風速の変化を測定し、遮風効果を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

2.1. 風車模型の製作 牛山らのサボニウス風車の最適形状の研究¹⁾から、アスペクト比 $H/C=4.29$ 、オーバーラップ比 $a/C=25\%$ 、ギャップ比 $b/C=0$ と定めた。ここで、 H ：風車高さ、 C ：バケット直径、 a ：かぶり厚、 b ：バケット隙間、である。これらを基に閉塞率が8%以上には大きくならないように、 $H=529\text{mm}$ 、風車直径 $D=215\text{[mm]}$ 、 $a=31\text{[mm]}$ 、 $C=123\text{[mm]}$ の模型風車を製作した。

2.2. 風車後流側風速測定 測定には九州工業大学所属の境界層型波浪風洞（模型設置断面 $2400\times 1800\text{mm}$ ）を用いた。模型風車は1台単独の場合と3台同方向回転（風洞上方からみて反時計回転）の場合、中央の風車のみ逆回転させる場合の3パターンについて、風車間隔 d/D を1.5, 2.0, 2.5, 3.0と変化させたときの後流側の風速分布を検討した。風速測定にはスプリットフィルムプローブと熱線流速計を用いた。また、原点は中央風車の中心、風車下流方向に x 軸、風向直角水平方向に y 軸（左岸側を正）、上方向に z 軸とする。接近風速は模型風車が周速比 $\beta=0.6$ で損傷せずに回転すると考えられた風速 $V=4.0, 6.0\text{[m/s]}$ とした。測定位置は高倍距離 $x/H=0.5, 2.0, 4.0, 8.0$ の地点とし、測定範囲（幅×高さ）は高倍距離 $x/H=0.5, 2.0$ （単独風車のときは4.0まで）のとき $800\times 800\text{[mm]}$ とし、高倍距離 $x/H=4.0$ （単独風車の場合は8.0）のとき $1600\times 800\text{[mm]}$ とした。なお、測定範囲の中央は模型風車の中央と一致させ、測定点は、高さ方向に9点、水平方向に17点の計153点である。

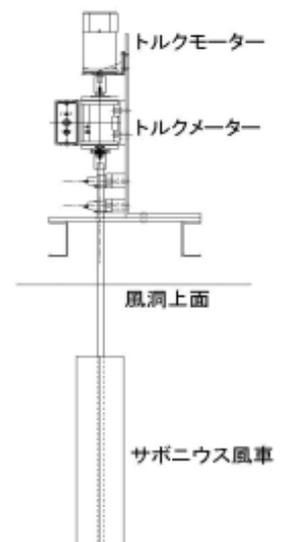


図1 風車模型

3. 実験結果及び考察 最も遮風効果が高かった風車設置間隔 $d/D=1.5$ のときの、3台同方向回転と中央逆方向回転の場合の、後流風速を接近風速で除した無次元風速分布を図2と図3に示す。また、単独風車の場合の無次元風速分布を図4に、風車設置間隔 $d/D=2.5$ で3台同方向回転のときの無次元風速分布を図5に示す。なお、コンター図の原点を中央風車のバケット中央とし、横軸を y 軸、縦軸を z 軸、単位を mm とした。また、測定面における風車の投影位置を破線で示す。図2と図4から、設置台数に関わらず、風速低減域は高倍距離の増加に伴い広がっていることがわかる。遮風効果を見ると、図2の高倍距離 $x/H=0.5$ の地点では、中央風車による遮風域では風速は最大50%程度低減している部分もあるが、 y 軸方向位置によっては10%程度しか低減していない部分もあり、一様な遮風効果を得ることはできていない。高倍距離が大きくなると、それぞれの風車による遮風域が重なり合い、風速分布は y 軸方向により一様となる。高倍距離 $x/H=2.0$ の地点では、 $z=-200\text{mm}$ 付近を除けばほぼ一様に40%程度以上の風速低減が見られた。また、図2、図4、図5を見ると、風速の遮風域は左岸側に移動していることがわかる。これは風車の回転により生じる回転方向の流れが、遮風域を左岸側へ移動させたためであると考えられる。3台同方向回転のときの、高倍距離と遮風

キーワード：抗力型風車、遮風効果、後流、風洞実験

連絡先：〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 TEL (093) 884-3466 FAX. (093) 884-3100

域の y 軸方向への移動量の関係を考える(図 2). 3 台の風車全体による遮風域の中心は, $x/H=0.5, 2.0, 4.0$ に対し, $y=50, 100, 350$ [mm]付近である. すなわち, $x/H=2.0$ で遮風域の y 軸方向の移動量が小さめで, また, 遮風域の中心と最も風速が低減している位置が一致しないなど, 現象は複雑である. 中央風車を逆回転させた場合(図 3), 高倍距離が $x/H=2.0$ でも, 中央風車による遮風域 ($(y,z)=(0,0)$ を中心として高さ H , 幅 d の部分) 内の風速低減は一様ではなく, $10\% \sim 50\%$ 程度と y 軸方向に大きく変化している. さらに図 2 と図 5 より, 風車間隔を変化させたときの無次元風速分布を比較すると, 風車間隔が小さい場合(図 2, $x/H=2.0$), 中央風車による遮風域 ($(y,z)=(100,0)$ を中心として高さ H , 幅 d の部分) の全体において 20% 以上の風速低減が生じ, 風速分布はほぼ一様になった. 一方, 風車間隔が大きくなる(図 5)と, 高倍距離 2.0 の位置でも中央風車の風速分布が単独風車(図 4)の場合と同様となり, y 軸方向に一様でない風速分布となっている.

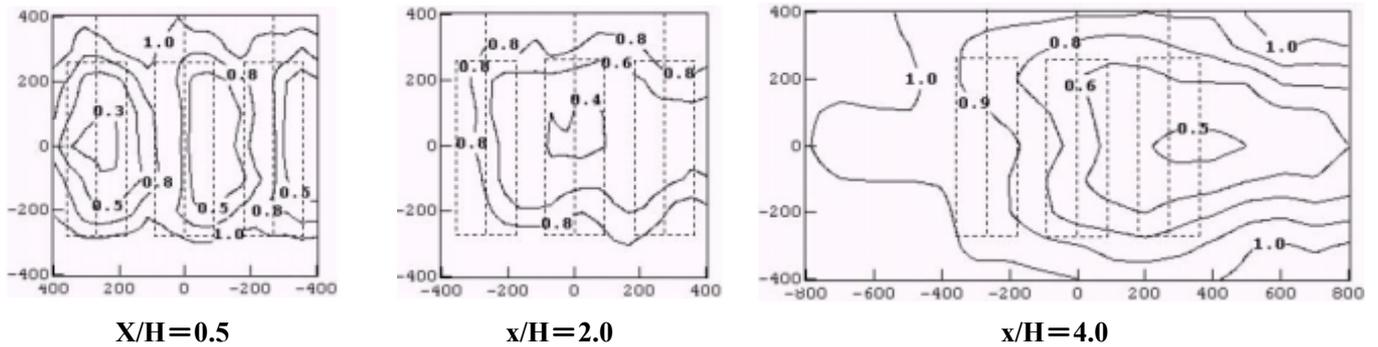


図 2 無次元風速分布 ($V=4.0\text{m/s}$, 3 台同方向回転, $d/D=1.5$)

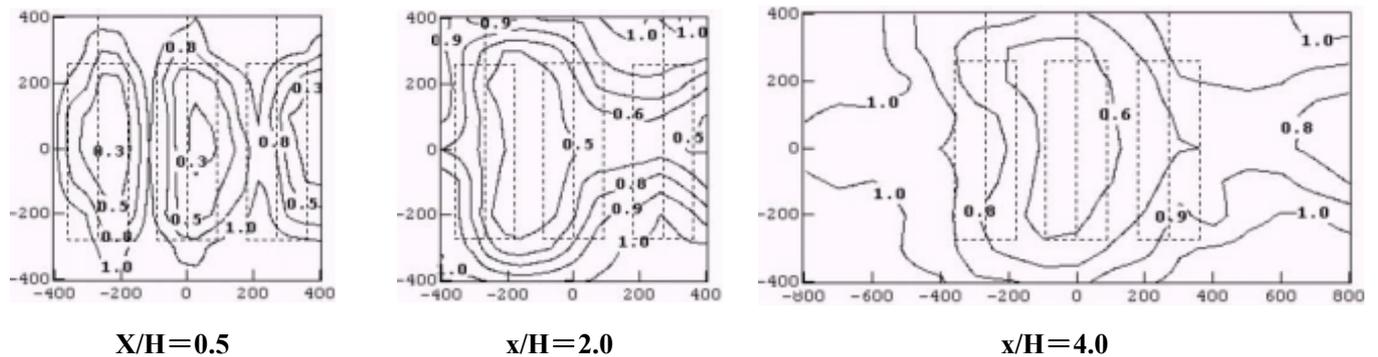


図 3 無次元風速分布 ($V=4.0\text{m/s}$, 中央逆方向回転, $d/D=1.5$)

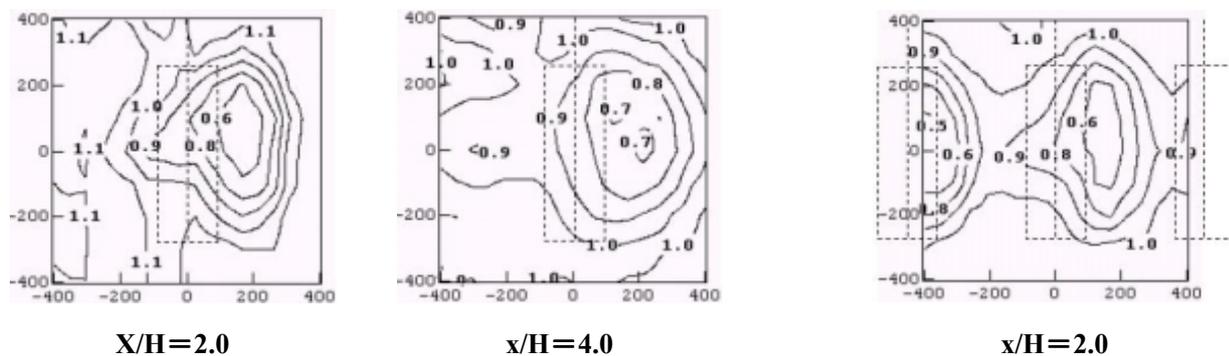


図 4 無次元風速分布 ($V=4.0\text{m/s}$, 単独風車)

図 5 無次元風速分布 ($V=4.0\text{m/s}$, 3 台同方向回転, $d/D=2.5$)

4. まとめ 本研究では, 風車を同方向回転にし, 風車間隔 d/D が最も密な 1.5 の場合に最も一様で高い遮風効果を得ることができた. 今後は発電機特性等も合わせてさらに検討を進めて, 風車列の有用性を明らかにしたい.

参考文献 1)牛山・長井・篠田, 日本機械学会論文集(B編), 52(480), 1986, pp. 2973-2981