

周辺地物が風向直角方向に配置したサボニウス風車列の遮風効果に及ぼす影響

九州工業大学大学院 学生会員 ○才木慎也 九州工業大学 非会員 田中浩之
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。一方で、強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。このような場所では、遮風壁を設置することがあるが、遮風壁の代わり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、様々な設置条件における風車後流での風速の変化を測定し、風車による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。既往の研究から、3台同方向回転(風洞上方からみて反時計回転)で、風車間隔 d/D を1.5とした。設置条件は、比較対象として地形模型を設置せず、風洞断面中央に設置した周辺地無しの場合、開けた地面に設置した場合、橋梁の桁端部に設置した場合、盛土上部に設置した場合の4ケースとした。これらの設置条件下で、無次元設置高さ Z/H (風車の設置高さ Z を風車高さ H で除したもの)を0.02, 0.09, 0.19, 無次元設置距離 X/D (風車から桁、盛土端部までの距離 X を風車直径 D で除したもの)を0.5とした。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、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)、上方方向に z 軸とした。接近風速 6.0m/s とし、周速比 β は0.4とした。測定位置は高倍距離 $x/H=0.5, 2.0, 4.0$ の地点とし、測定範囲(幅×高さ)は高倍距離 $x/H=0.5, 2.0$ のとき $3.72D \times 1.25H (Z/H=0.02)$, $3.72D \times 1.32H (Z/H=0.09)$, $3.72D \times 1.42H (Z/H=0.19)$ とし、高倍距離 $x/H=4.0$ のときのみ測定幅を $7.44D$ とした。

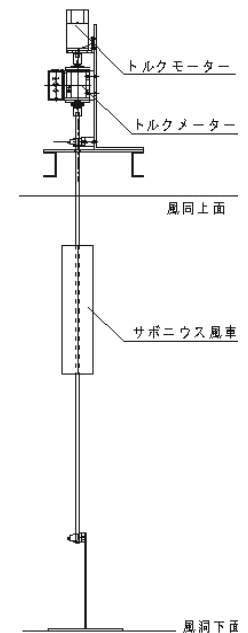


図1 風車模型

3. 実験結果及び考察 地面に同方向回転の風車を無次元設置高さ $Z/H=0.02$ で3台設置した場合の無次元風速分布(後流風速を接近風速で除したもの)を図2に示す。また、高倍距離 $x/H=2.0$ において、周辺地物無し、桁端部、盛土の3ケースの無次元風速分布を図3に示す。さらに、風車の無次元設置高さ Z/H を0.09, 0.19と変化した時の無次元風速分布を図4に、地面に設置した風車列を停止させた時の無次元風速分布を図5に示す。なお、コンター図の横軸を y/D 軸、縦軸を z/H 軸とし、コンター図の横軸中央を y/D 軸原点と一致させ、 z/H 軸の原点は $Z/H=0.02$ の地点とした。また、測定面における風車の投影位置を破線で示す。図2から、風速低減域は高倍距離の増加に伴い重なり合い、左岸側に移動していることがわかる。これは風車が回転することにより生じるマグヌス効果の影響であると考えられる。中央風車が後流で受け持つ遮風域を風速低減域の中央部分を含む領域とすると、この遮風域の移動量は $x/H=0.5, 2.0, 4.0$ の時 $y/D=-0.23, -0.37, -0.84$ となり、遮風域の移動量は高倍距離におおよそ比例していると考えられる。一方で、 $x/H=2.0$ では遮風効果の最大地点は右岸側で見られており、風車後流における現象

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

は複雑なものである．さらに図 2 から，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，風速低減が 20～50%と y 軸方向で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 軸方向の一様性が高くなる．高倍距離 $x/H=2.0, 4.0$ の地点では，中央風車が受け持つ遮風域ではほぼ一様に 55%程度の風速低減が見られた．また，図 2($x/H=2.0$)，図 3(桁端部，盛土)を見ると，設置条件に関わらず高い遮風効果が見られ，それぞれの無次元風速分布も同様の傾向を示している．さらに，図 2($x/H=2.0$)，図 4を見ると，風車の無次元設置高さ $Z/H=0.02$ の時，高い遮風効果を得られているのに対して，風車の設置高さが高くなるにつれて，風車列下からの風の流入量が大きくなり，地面に近い位置での遮風効果は小さくなった．風車の無次元設置高さ $Z/H=0.19$ になると，風洞断面中央に設置した場合(図 3，周辺地物無し)と等しくなり，地面に設置することによる遮風性能の向上は期待できない．さらに，風車を停止させた場合の遮風効果を見てみる(図 5)と，中央風車による遮風域で 60%程度の一様な遮風効果を得ることができており，遮風壁として性能を発揮できるものであると考えられる．

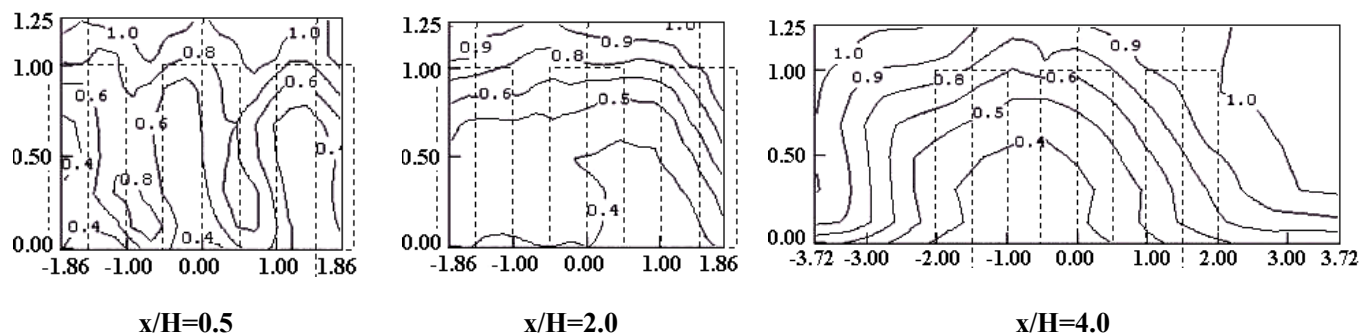


図 2 無次元風速分布 (地面設置, $Z/H=0.02$, $V=6.0\text{m/s}$, 3 台同方向回転, $\beta=0.4$, $d/D=1.5$)

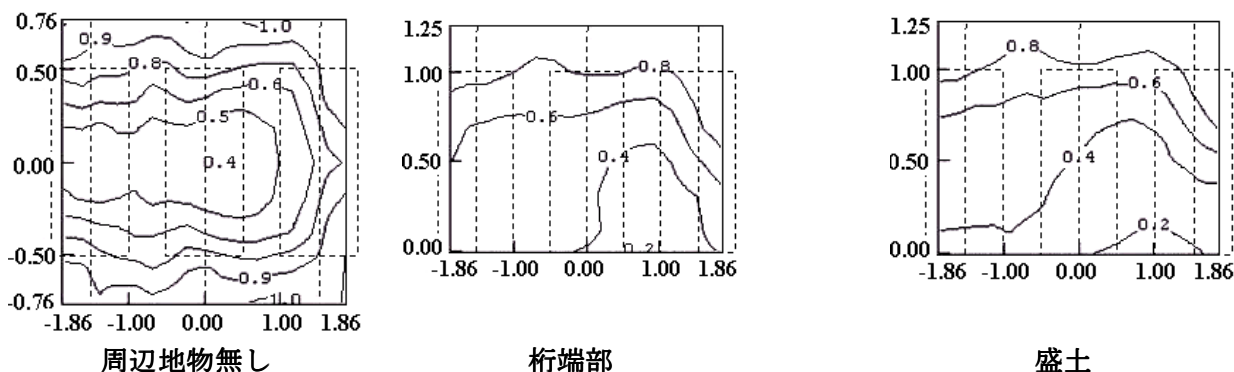


図 3 無次元風速分布 ($Z/H=0.02$, $V=6.0\text{m/s}$, 3 台同方向回転, $\beta=0.4$, $d/D=1.5$, $x/H=2.0$)

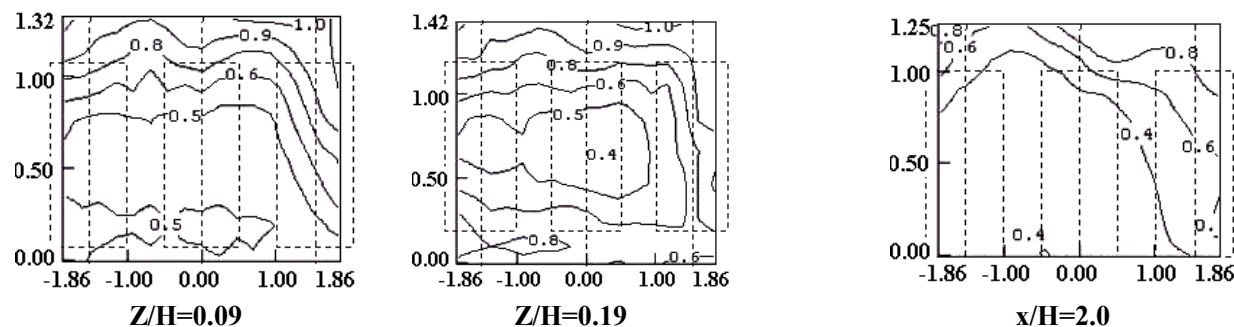


図 4 無次元風速分布 ($V=6.0\text{m/s}$, 3 台同方向回転, $\beta=0.4$, $d/D=1.5$, $x/H=2.0$)

図 5 無次元風速分布 (地面設置, $V=6.0\text{m/s}$, 3 台同方向回転, 風車停止時, $d/D=1.5$)

4. まとめ 本研究では，風車列を地面に設置し，設置高さを低くすることにより，風車後流の風車から離れた位置でも高い遮風効果を得ることが確認できた．地面に設置した場合のみならず，桁端部や盛土上部に設置した場合も同様な結果となった．

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