241 ルーフトップ型集風塔風車における住宅縦横比の影響

Effects of House Aspect ratio on the Wind Turbine of Roof Top and Wind Concentration Tower Type

○学 渡辺 利文 (北見工大院) 正 松村 昌典(北見工大)

Toshihumi WATANABE, Graduate School of Kitami Institute of Technology, Koen-cho, Kitami-shi, Hokkaido
Masanori MATSUMURA, Kitami Institute of Technology

KeyWords: Roof Top Type Wind Turbine, Wind Concentration, Wind speed Increase Ratio

1. 緒言

著者らは風向変動による効率低下の起きにくい垂直軸型プロペラ風車として、Fig.1 に示すような集風塔風車を開発した⁽¹⁾。集風塔風車は、プロペラ風車の回転軸を垂直に設置し、水平な風を風車の下部に設置した風導入板によって垂直方向の流れに偏向させ、その流れを風車を取り囲むカウルに集風し、風車を回転させる機構となっている。また、集風塔風車はプロペラを垂直軸に設置していることから、水平軸型プロペラ風車に比べて高さを必要としない特徴を有している。さらに、風車の周りをカウルで覆うことによって安全性と静寂性にも優れた構造となっている。

このような特徴から集風塔風車は住宅用風車として相応しいと思われる。そこで、住宅の屋根の勾配を風導入板の一部である偏向底板として活用し、屋根に集風塔風車を設置することを考えた⁽²⁾。しかし、屋根の上に風車を設置する場合、風車の高さは低いことが望ましい。また、住宅の形状は土地の寸法により様々な形状があり住宅の縦横比には様々な種類がある。そこで、本研究は、集風塔風車を住宅の屋根に取り付けることを想定し、住宅の縦横比が、風車の効率に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 実験装置および実験方法

集風塔風車の基本形状を Fig.1 に示す。風車は風洞内に設置して実験を行った。使用した風洞は、試験断面 700 × 700mm の還流式風洞であるが、風洞壁面の影響を取り除くため風車を固定するのに必要な底面と、取り外し不可能な天井を除く二面の風洞側壁を取りはずし実験を行った。

実験に用いた屋根は、fig.2 に示すような切妻屋根とした。このとき、棟（稜線）の長さを L 、妻側の幅を W とし、アスペクト比を $A=L/W$ と定義する。実験は $W=300\text{mm}$ の一定とし、 L を変化させることでアスペクト比 A を変化させた。屋根高さを Z とし $Z=120\text{mm}$ の一定とした。風向は棟方向（風が妻側から流入）を $\theta=0^\circ$ と定義し、実験は $\theta=0^\circ$ と $\theta=90^\circ$ （風が平側から流入）の 2 通り行った。

集風塔風車のカウルは、Fig1 のような形状である。カウルは入口径 $d_i=210\text{mm}$ 、出口径 $d_o=264\text{mm}$ のディフューザ型であり、偏向側板は、プロペラ回転軸の周りに 90° 間隔で放射状に 4 枚設置し、偏向側板の幅 $S=300\text{mm}$ とした。内筒カウルのディフューザ角は、 $\phi=15^\circ$ の一定とした。

本実験では、風向 θ に対する風車性能は、 $\theta=0^\circ$ および 90° のときそれぞれ $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ 、 $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ の範囲を 15° 毎に変化させながら、各風向毎の最大出力を求め、その平均値 P を評価し、 $-45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ の各風向毎における最大出力の平均値 P についても評価した。

主流速度 V_0 は 8m/s 、翼形状はオランダ・デルフトエネ

ルギー研究所で開発された DU 翼型を用いた。翼枚数は 6 枚、風車直径は 200mm とした。

本研究では、偏向側板高さ h を 150mm から 250mm まで変化させた。4 枚の偏向側板の設置方向については 2 通りとした。すなわち屋根稜線に対して 45° 傾斜する方向 (TypeA) と、稜線に平行および垂直となる方向 (TypeB) とした。また風車設置位置については、 $\theta=0^\circ$ のときは、屋根稜線の上流側 (U)、中央 (C)、下流側 (D) とし、 $\theta=90^\circ$ のときは稜線の中央 (C)、右端 (R)、左端 (L) とした。実験はこれらの条件の組み合わせごとに行った。このときこの条件を明示する際には、Fig.3 に示すように、例えば TypeA の偏向側板を用いて風向 $\theta=0^\circ$ のとき、風車を中央に設置して行った実験では、TypeAC 0° と表記する。また、上の条件において $-45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ の実験では TypeAC と表記する。屋根の傾斜角 α は 27° とした。この傾斜角は屋根勾配の表し方である 5 寸に対応している。なお Fig.3 では、風車やカウルを省略して描いている。

Fig.1 Wind concentrating tower type wind turbine.

Fig.2 Definition of symbols.

Fig.3 Experimental conditions.

3. 実験結果および考察

屋根形状 TypeAC における偏向側板高さと住宅の縦横比の影響を Fig.4 に示す. どの住宅縦横比 A においても, 偏向側板高さを高くしていくことで P が増加している. また, 住宅縦横比 $A=1$ に比べ A が大きい場合, P は低い傾向がある.

偏向側板高さ $h/S=0.6$ のときの住宅縦横比の影響を Fig.5 に示す. TypeA, TypeB どちらのタイプにおいても TypeAC, TypeBC の風車を中央に設置する場合の出力が大きくなっていることが分かる. 一方, 風車を風下側に設置した TypeAD, TypeBD は, 出力が低下している.

偏向側板高さ $h/S=0.6$ のとき, 風向における住宅縦横比の影響を Fig.6 に示す. TypeAC90°, TypeAL90°, TypeAR90° である平側から流入する風向のとき P は大きくなることが分かる.

偏向側板高さ $h/D=0.6$ のとき TypeA における屋根高さ Z の影響を Fig.7 に示す. $Z=0\text{mm}$ と $Z=120\text{mm}$ を比較すると $Z=120\text{mm}$ のとき P が大きくなることが分かる. このことから Z が P の向上に寄与していることがわかる.

4. 結言

偏向側板高さと住宅縦横比の影響を検討した結果, 住宅縦横比 A を大きくすると風車出力は低くなる傾向があった.

住宅に対する偏向側板の取り付け方向は, TypeA の方が風車出力が大きくなった. また, 風車の取り付け位置は風向にかかわらず棟の中央である場合が, 風車出力が高くなった. また屋根高さは風車出力向上に寄与していることがわかったが, その最適値については今後の検討課題である.

なお本研究の一部は, JSPS 科研費(25630434)の助成を受けたことを付記する.

5. 参考文献

- (1) 田川ら, 日本機械学会第 88 期流体工学部門講演会論文集, (2010), 425-426
- (2) 渡辺ら, 日本機械学会北海道支部第 52 回講演会講演概要集, (2013), 153-154

Fig.4 . Effect of height of side deflector and house aspect ratio (TypeAC).

Fig.5 Effect of house aspect ratio ($h/S=0.6$)

Fig.6 Effect of house aspect ratio and wind direction. ($h/S=0.6$)

Fig.7 Effect of house aspect ratio and roof height. ($h/S=0.6$)