

地上設置型単独ソーラーパネルの風力係数分布特性

九州工業大学 学生会員 ○田邨拓海
 九州工業大学大学院 正会員 松田一俊 加藤九州男
 九鉄工業株式会社 上谷大将

1. はじめに

現在、日本では再生可能エネルギーとして太陽光発電が注目されており、それに伴いソーラーパネルの設置数が増加している。ソーラーパネルは軽量な構造であるため、架台・基礎を含むパネル全体の耐風性の確保が必要である。本学における既往の研究^{1),2)}においては、パネル1枚全体に作用する風力の測定が行われているが、パネルには局所的な風力が作用することが知られている。そこで、本研究では、次の2点を明らかにすることを目的とする。すなわち、①傾斜角 θ を変化させたときのパネル平面に作用する風力係数分布、②偏角 β を変化させたときのパネル中央断面における風力係数分布、である。

2. 既往の研究

JIS規定³⁾において、地上設置型ソーラーパネルに作用する風力係数 C_w の近似式が以下の式(1)及び式(2)のように与えられている。図-1に風向によって区別される順風、逆風及び傾斜角 θ の定義を示す。また、本学における既往の研究^{1), 2)}では、六分力計を用いた風荷重 F_w の測定を行い、パネル1枚全体の風力係数 C_w を求めている。式(3)に風力係数 C_w の算定式を示す。

$$\text{順風時: } C_w = 0.65 + 0.009\theta \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{逆風時: } C_w = 0.71 + 0.016\theta \dots \dots \dots (2)$$

$$C_w = \frac{F_w}{\frac{1}{2}\rho U^2 A} \dots \dots \dots (3)$$

ただし、 U : 風速(m/s), A : パネル面積(m²), ρ : 空気密度(kg/m³)

3. パネル平面に作用する風力係数分布

3-1 実験概要

本実験では、九州工業大学建設社会工学科所属境界層型波浪風洞(高さ1.8m×幅2.4m×長さ20m)を使用し、単独設置パネルによる同時多点圧力測定を行う。図-2に風洞内概略図を示す。図-3(a)にパネル平面図を示す。パネルの模型縮尺は1/10であり、パネル長 L は900mm、パネル奥行き b は400mm、パネル厚 t は14mm、地面板とパネル下端の隙間 h は35mmとした。傾斜角 θ は0, 5, 10, 15, 20, 25°の6種類とし、上面29点、下面29点、計58点の風圧測定点を設けた。ピトー管における風速は4, 6, 8m/sとした。

3-2 実験結果及び考察

図-4及び図-5に順風時及び逆風時の風速4m/sにおける傾斜角ごとの風力係数(上面-下面)のコンター図を示す。順風時の風力係数は、パネル上流側で正圧が大きく、下流にいくほど小さくなっている。これはパネル先端からの剥離渦によりパネル上面の下流側で負圧が大きくなり、風力係数が低減されたと考えられる。一方、逆風時の風力係数分布は、各傾斜角において全面で負圧となっている。また、 $\theta=10, 15, 20^\circ$ におけるパネルの上流端角部の負圧が大きくなっているが、これはパネル上流端角部から発生している先端渦の影響と考えられる。なお、風速6m/s

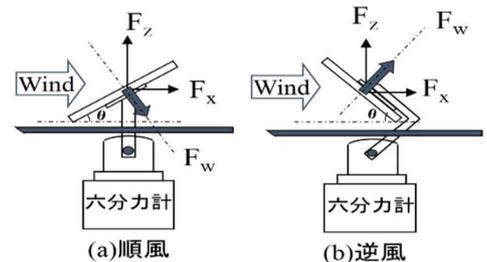


図-1 順風、逆風及び傾斜角 θ の定義^{1),2)}

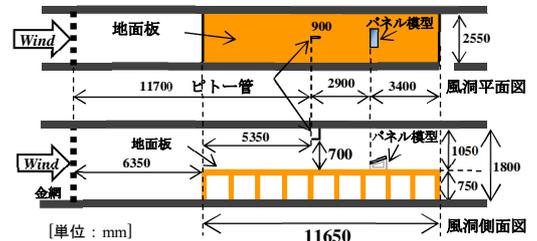


図-2 風洞内概略図

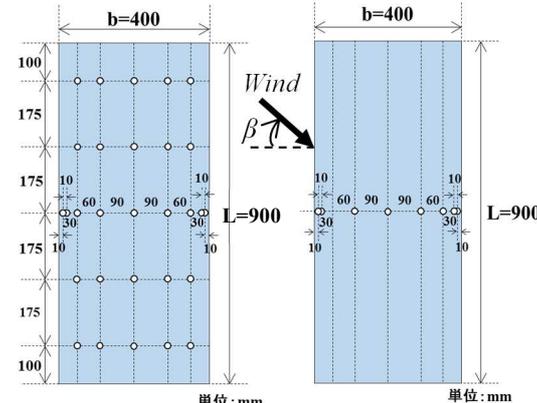


図-3 パネル平面図及び偏角 β の定義

および8m/sの実験結果は風速4m/sの実験結果と同様である。

4. パネル中央断面における風力係数分布

4-1 実験概要

パネル傾斜角度 θ は 20° とし、偏角 β は時計回りに $0, 15, 30, 35, 40, 45^\circ$ のそれぞれ順風及び逆風とした。上面9点、下面9点、計18点の風圧測定点を設けており、パネル平面図及び偏角 β の定義を図-3(b)に示す。

4-2 実験結果及び考察

図-6及び図-7に順風時及び逆風時のパネル中央断面における風力係数分布を示す。順風時の風力係数は偏角 β によらず上流端で最大、下流端で最小となっている。逆風時の $\beta=35, 40, 45^\circ$ の風力係数に着目すると、上流端から100~300mにおいて急激に上昇しているが、これはパネル上流端角部からの剥離渦が再付着し、パネル上面の負圧が小さくなったためと考えられる。なお、風速6m/sおよび8m/sの実験結果は風速4m/sの実験結果と同様である。

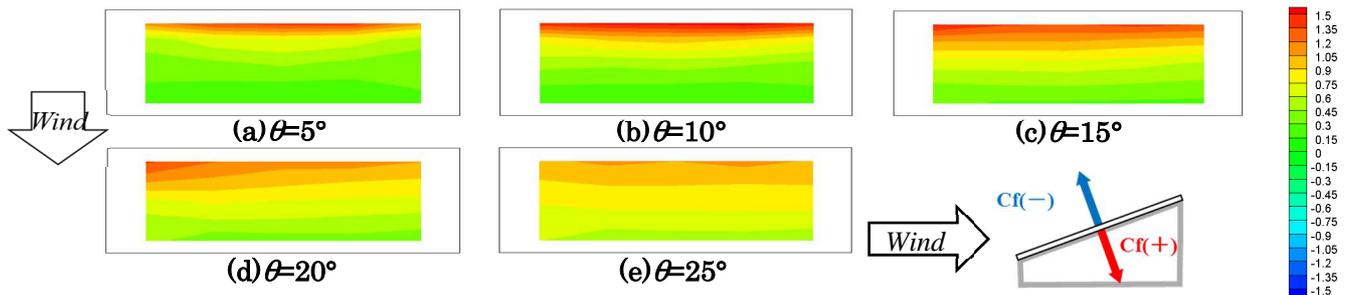


図-4 パネルの風力係数平面分布(上面-下面) (順風, 風速4m/s)

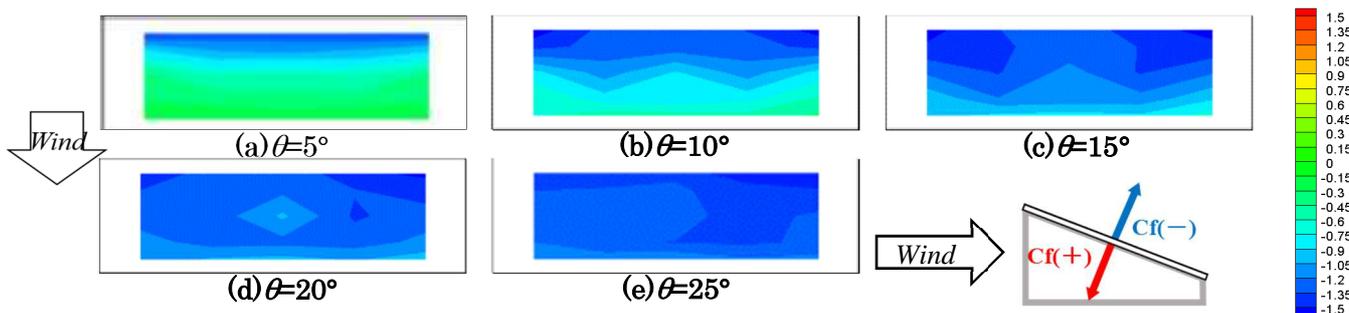


図-5 パネルの風力係数平面分布(上面-下面) (逆風, 風速4m/s)

5. 結論及び今後の課題

地上設置型単独ソーラーパネルの平面に作用する風力係数分布は偏角、風速及び傾斜角などのパラメータによって異なる特性を持つことが確認された。逆風時の風力係数分布は、パネル上流端及び下流端で風力係数の差が大きく、パネルに作用するモーメント力が大きくなることが考えられるため、風力係数分布を考慮したソーラーパネルの耐風設計が重要である。

本研究では、地上設置型単独ソーラーパネルに作用する風力係数分布の評価を行っているが、実際の地上設置型ソーラーパネルは複数配置されていることが多く、単独パネルとは異なる風力特性が作用することが考えられる。したがって、今後の課題としては、複数配置された地上設置型ソーラーパネルを対象とした風力測定を行い、パネルに作用する風力係数分布を明らかにするということが考えられる。

6. 参考文献

- 1) 中牟田和典：菱形配置されたメガソーラーパネルに作用する空気力特性と風力係数低減領域の提案, 平成 25 年度土木学会西部支部講演概要集, I-31, 2014.
- 2) 大竹克典：パラペットを有する校舎屋上における陸屋根型ソーラーパネルに作用する空気力特性, 平成 26 年度土木学会西部支部講演概要集, I-23, 2015.
- 3) 日本規格協会：太陽電池アレイ用支持物設計標準 JIS C 8955, 2004.

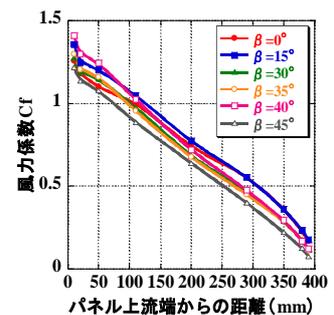


図-6 中央断面における風力係数分布 (順風, 風速 4m/s)

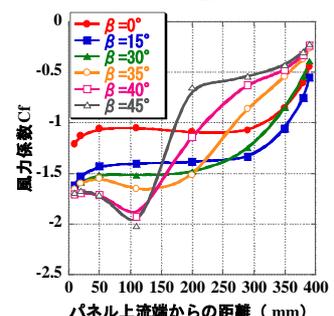


図-7 中央断面における風力係数分布 (逆風, 風速 4m/s)