

風洞実験によるソーラーパネルに作用する風荷重計測

横浜国立大学大学院 学生員 ○井上 大輔 横浜国立大学 正会員 勝地 弘
横浜国立大学 フェロー 山田 均 横浜国立大学 正会員 西尾 真由子
新日本製鐵(株) 河合 良道 新日本製鐵(株) 田中 浩史

1. はじめに

自然エネルギーへの期待の高まりから太陽光発電が注目されている。ソーラーパネルは、軽量、薄板構造のため、風の影響が大きく、経済設計の観点から耐風設計が大きなウェイトを占めている。ソーラーパネルに作用する風荷重は、通常、JIS C 8955¹⁾ か風洞実験によって評価される。ソーラーパネルの構造設計においては、浮き上がり荷重に対する基礎の引き抜き抵抗が重要となり、上揚力の小さなパネル姿勢、形状が求められる。本研究では、ソーラーパネルの基本的な風荷重特性、パネルの風荷重に対する複数パネルの影響を風洞実験によって検討した。

2. ソーラーパネル模型

実証実験で用いられているソーラーパネル（幅 5.3m×奥行 3m）を 1/10 および 1/20 で模型化し、図-1 に示すように 6 分力天秤を用いて抗力、揚力を計測、パネルの風力係数を算出した。風向はパネル正面（順風）、パネル背面（逆風）の 2 種類とし、一様流中で計測した。図-2 に抗力係数 C_D 、揚力係数 C_L 、風力係数 C_W の定義を示す。なお、逆風の場合には、風力係数 C_W は上向きを正とする。



図-1 模型設置状況（縮尺 1/20）

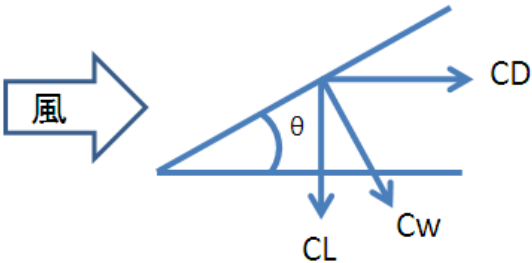


図-2 空気力係数の定義（順風）

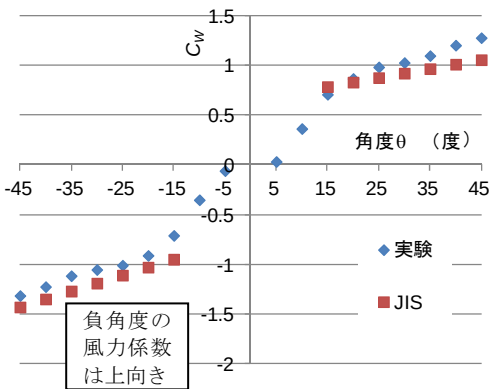


図-2 パネル設置角と風力係数

3. パネル単体の風荷重

パネル設置角 30 度の縮尺 1/10, 1/20 の模型を使って、順風、逆風での空気力係数を計測した。計測は風速 5～14m/s の 6 風速で行い、空気力係数は全風速での平均として整理した（表-1）。特に、逆風の場合に縮尺によって揚力係数に大きな差が見られるが、模型の天秤への設置方法を含めて原因は定かでない。風力係数を JIS と比較すると概ね近い値となっている。また、既往の研究²⁾とも概ね一致する結果となった。

表-1 パネル単体の空気力係数（設置角 30 度）

	C_D	C_L	C_W	JIS
1/20（順風）	0.576	0.865	1.037	0.92
1/10（順風）	0.540	0.782	0.947	
1/20（逆風）	0.678	-0.296	1.274	1.19
1/10（逆風）	0.626	-0.779	0.993	

図-2 は、パネル単体を 3 分力天秤に取り付け、設置角を±45 度の範囲で変化させて、空気力係数を計測した結

キーワード： ソーラーパネル，風荷重，風洞実験

連絡先： 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 TEL 045-339-4243, FAX 045-348-4565

果を JIS (適用範囲は $\pm 15 \sim 45$ 度) と比較して示す。概ね JIS と良い一致が見られる。また、設置角が 15 度以下では、それ以上の角度と比較して急激に風力係数が低下することが分かる。

4. 複数パネル設置時のパネル風荷重

メガソーラーファームのように複数パネルが設置された場合のパネル風荷重の検討を行った。ここでは、縮尺 1/20 模型を用い、順風の条件で測定を行った。なお、パネル間隔は、地面投影長さで 1.4m (実寸法) とした。図-3 は、対象パネルの前面に設置するパネル枚数が対象パネルの風力係数に与える影響である。前面に 1 枚置くと対象パネルの風力係数はほとんどゼロとなる。2 枚以上では、少し回復し、おおよそ 0.4~0.3 の範囲となる。本結果は、既往の研究²⁾ と類似であるが、本研究のパネル間隔がより狭いために、複数パネルの影響がより顕著に現れる結果となった。次に、図-4 は、対象パネルの背面に設置するパネル枚数が対象パネルの風力係数に与える影響である。背面にパネルを設置することで風力係数が 10% 程度低下するが、設置枚数にはほとんど影響を受けない。図-5 は、設置パネル数を 5 枚に固定し、対象パネル位置を最前面から移動させた場合の風力係数である。これより、最前列から 2 枚目 (図の 1) の時が最も風力係数が低下し、それ以降は概ね一定の値を示すことが分かる。

5. まとめ

本研究では、ソーラーパネルの基本的な風荷重特性、パネルの風荷重に対する複数パネルの影響を風洞実験によって検討した。パネル単体の測定結果からは、計測値は JIS の値と概ね一致すること、発電効率を考慮した上でパネル設置角を 15 度より小さくすることでパネル風荷重を低減できることが分かった。また、複数パネル設置の影響については、最前列を除き、パネル風荷重は大きく低下する。このため、メガソーラーファームなどでは、最前列パネルの風荷重を何らかの手段で低下させることが出来れば、全体としての風荷重が大きく低減させられることが可能である。今後は、パネル単体の風荷重を低減させるための方策を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 日本工業標準調査会標準部会, 太陽電池アレイ用支持物設計標準, JIS C 8955, 2011.
- 2) 木村, 小林, 梶原ほか, 太陽光発電所用ソーラーパネルの配置の影響により生じる基本的な風力係数の特性, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.57A, pp.592-598, 2011.3.

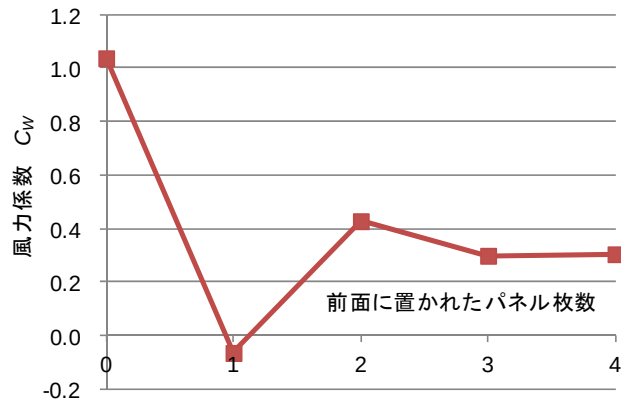


図-3 前面パネル数の風力係数への影響

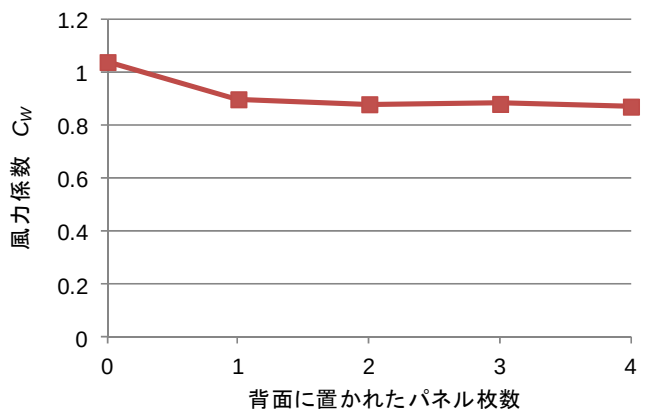


図-4 背面パネル数の風力係数への影響

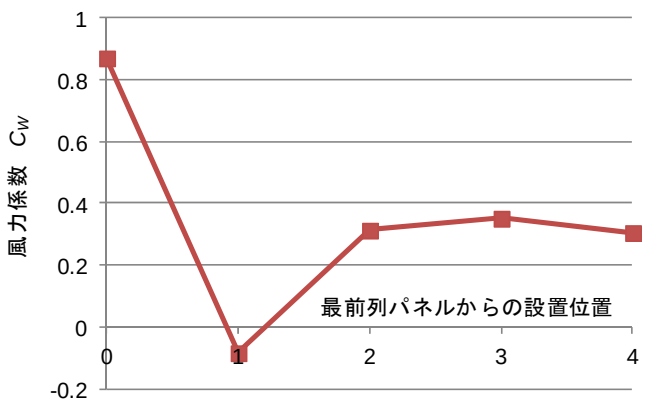


図-5 パネル設置位置の風力係数への影響