

ソーラーパネルに作用する風荷重と遮風効果の数値流体解析

東京都 正会員 ○宮崎由佳子 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

地球温暖化防止や脱原発の動きを背景に再生可能エネルギーが注目されており、太陽光エネルギーもその1つである。ソーラーパネルはその形状と軽量さから耐風設計が重要となり、風荷重の評価が経済性を左右することになる。ソーラーパネルの風荷重は、通常、JIS C8955¹⁾に従って評価されるが、メガソーラーファームの場合のように複数パネルの影響や敷地境界構造の影響などは、個別の検討が必要となる。

本研究は、ソーラーパネルに作用する風荷重特性を把握し、風荷重低減策を検討することを目的に、数値流体解析によってソーラーパネル周りの流れと空気力係数の解析を行ったものである。

2. 解析条件

本研究では、試設計された幅 5.3m、奥行 3m のソーラーパネルを対象とし、パネル単体を縮尺 1/20 でモデル化した。解析は、RANS による一様流解析で、解析領域は図-1 に示す



図-1 解析領域

ように高さ方向 10H (H はパネル高さ)、風上 10H、風下 50H とし、境界条件は上下面 slip、流出面は圧力境界、パネル表面 No-slip とした。解析メッシュは、四角形要素とし、2~30mm の 4 種類の大きさのメッシュを用いた。総要素数は約 90,000 である。解析は、流入風速 10m/s とし、0.005s ステップで 5 秒間の解析を行った。

3. ソーラーパネルの風力係数

解析は、パネルの角度を 10, 20, 30, 40 度とし、順風と逆風の 8 ケースを実施した。パネル表面の圧力分布から抗力係数 C_D 、揚力係数 C_L (上向き正) を算出し、さらにそれらを合成することで、パネル法線方向の風力係数 C_W を算出した。なお、逆風の場合には図-2 において、風は右から作用し、風力係数はパネルを持ち上げる方向が正となる。

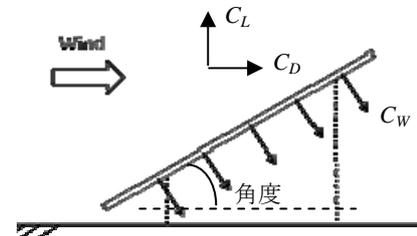


図-2 風力係数の定義 (順風)

解析結果の一例として、順風 40 度の場合の流速分布を図-3 に示す。また、風力係数の算出結果を JIS に示される風力係数とともに表-1 に示す。ただし、JIS では適用範囲が 15~45 度のため、10 度の値は参考値である。解析値は、JIS の値と比較して過大評価となった。これは、ソーラーパネル端部からの剥離流れが解析では十分に再現できていないためと考えられる。ただし、角度変化に伴う風力係数 C_W の変化の程度は、JIS も本解析も概ね一致しており、角度変化による風荷重特性の変化については十分に評価が可能と思われる。ソーラーパネルを設置す

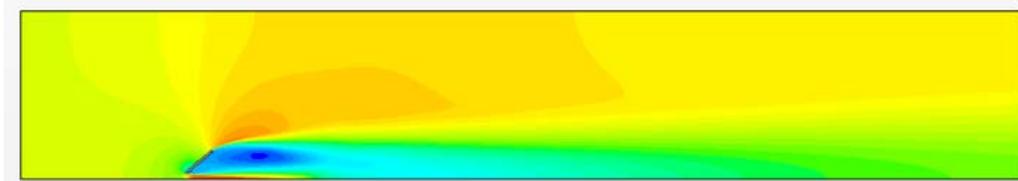


図-3 流速分布 (順風, 40 度)

キーワード： ソーラーパネル, 風荷重, 遮風構造, CFD

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

際には、パネルを持ち上げようとする風荷重に対する基礎の引き抜き抵抗が問題となる。逆風の場合には基本的にパネルが持ち上げられることになるが、表-1 より発電効率、維持管理面から問題のない範囲でパネル角度を小さくするのが構造設計の経済性の面から有利となることが分かる。

表1 ソーラーパネルの風力係数

角度(度)	順風				逆風			
	C_D	C_L	C_W	JIS (C_W)	C_D	C_L	C_W	JIS (C_W)
10	0.199	-0.666	0.690	(0.74)	0.238	1.154	1.186	(0.726)
20	0.374	-0.756	0.838	0.83	0.599	1.403	1.510	1.03
30	0.641	-0.919	1.116	0.92	0.892	1.608	1.839	1.19
40	1.045	-1.112	1.524	1.01	1.391	1.671	2.174	1.35

4. 遮風構造物の影響

メガソーラーファームのような場合、その敷地境界にはフェンス、盛土といった構造物が置かれることが予想される。ソーラーパネルが縦列に設置される場合には、背面のパネルに作用する風荷重は低減することが知られているが、フェンスや盛土構造によっても遮風効果があり、ソーラーパネルの風荷重が低減することが予想される。ここでは、高さ3mの充実壁と1:1.5の盛土を想定し、その背後の風速分布を解析することで、ソーラーパネルに作用する風荷重がどの程度低減されるかを調査した。

図-4、5にそれぞれの背後のパネル上端、中央部位置での流入風速に対する風速比を示す。いずれの場合も遮風構造物後方に大きな風速低減領域が生じている。遮風構造物からパネル高さの5倍以内に1枚目のパネルを設置することで、盛土構造の場合でも大幅な風荷重低減が見込める。また、2枚目以降は、1枚目の遮蔽効果により、風荷重が低減されることから、メガソーラーファームにおいて敷地境界に遮風構造物を設置することでソーラーパネルの設計風荷重を大幅に低減できると期待される。

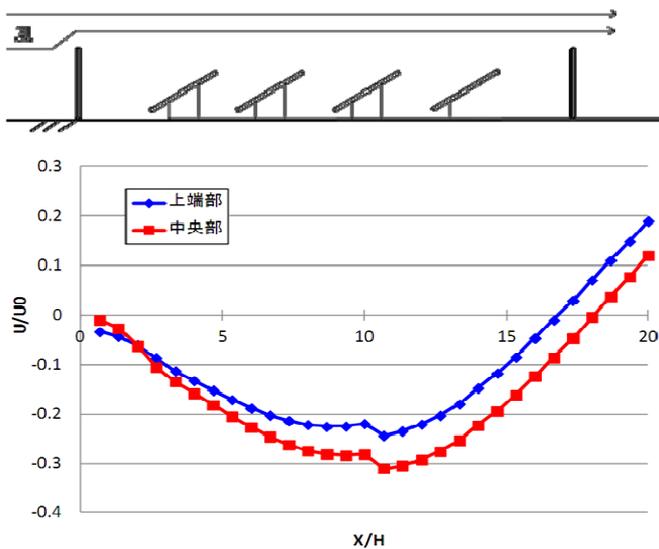


図-4 充実壁によるパネル上端、中央部での風速比

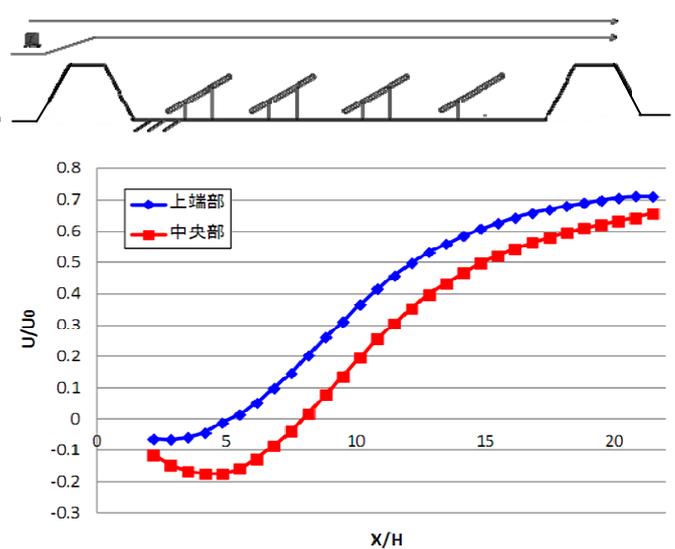


図-5 盛土によるパネル上端、中央部での風速比

5. まとめ

ソーラーパネルに作用する風荷重特性を把握し、風荷重低減策を検討することを目的に、数値流体解析によってソーラーパネル周りの流れと空気力係数の解析を行った。パネル単体については、設置角度を小さくすることで逆風時の持ち上げ力(上揚力)を小さくできること、ソーラーファームの場合には敷地境界に遮風構造物を設置することでパネル群の風荷重を低減できることが定量的に評価できることが分かった。

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