

複数列配置された太陽光発電所用ソーラーパネルの風荷重特性について

九州電力(株) 正会員 ○池田 博嗣, 九州電力(株) 正会員 池田 浩一

1. はじめに

太陽光発電設備は、地球温暖化を緩和するための化石燃料代替エネルギーとして注目されている。ソーラーパネルは面積の割には軽量の構造であり、特に台風の陸上頻度が高い九州地域において設備を建設する場合、耐風性の確保が極めて重要となる。耐風性を確保するための風荷重は、JISにて風力係数を算出する近似式が与えられている。また、メガソーラのように複数のパネルが群集配置された場合の風力係数の利用においては「中央部のパネルは、直接風が当たる周囲端部に比べて1/2の値を用いても良い」とされているが、その領域は定かではない。

そこで本研究は、前後左右に隣接する複数のパネルの空気力係数を計測し、面的に広がる風力係数を段階的に低減する範囲を定量化することで、パネル架台や基礎工事費のコスト低減へ寄与する効率化設計や、パネル設計の安全性向上のための知見の蓄積を最終目的としており、本稿ではこれまでの実験結果の一部を報告する。

2. 実験装置および条件

風洞実験は、測定部寸法が幅 2.4m、高さ 1.8m、長さ 20m の、九州工業大学工学部建設社会工学科所属の吸込式境界層風洞で実施した。測定模型は、地面板の上流部端から 3.34m の位置に設置し、空気力の測定には、六分力計（日章電気 LMC-6336）を用いた。本研究では風力係数 C_w の特性を空気力の代表値として検討することとし、その算出に必要な空気力成分である、抗力 F_x 、横力 F_y 、および揚力 F_z の 3 成分を測定した。測定時間は 90 秒間、サンプリング周波数は 500Hz とした。風速は、 $U=6, 7, 8\text{m/s}$ の 3 風速で実施し、各空気力係数 C_x, C_y, C_z に風速依存性がないことを確認しつつ、それらの値を最小二乗近似することにより測定値を求めた¹⁾。

風洞実験では、最も東側に位置するパネルを a 行、そこから測定パネル 1 体分内側に入る毎に b 行、c 行と呼ぶ。また、最も北側のパネルを 1 列目と呼ぶこととし、205mm の間隔をあけて設置した 2 番目のパネルを 2 列、それから順次 3 列、4 列・・・と呼ぶこととし、最大 3 行 8 列の範囲内で測定した。

実験ケースは、図-1 のように、風向角を時計回りに $\beta=0^\circ$ から 15° 刻みに $\beta=45^\circ$ まで、パネル模型全体を反時計回りに回転させることによって変化させた。なお測定は耐風設計において支配的となる逆風のケースについて行い、パネル設置角度は、 $\theta=20^\circ$ を採用した。

3. 実験結果

図-3 (a) から (d) に各風向角に対する風力係数 C_w の分布を示す。なお、全ケースの中で、風力係数が最大値となったのは、 $\beta=30^\circ$ の a 行 1 列のパネルであり、 $C_w=1.13$ であった。

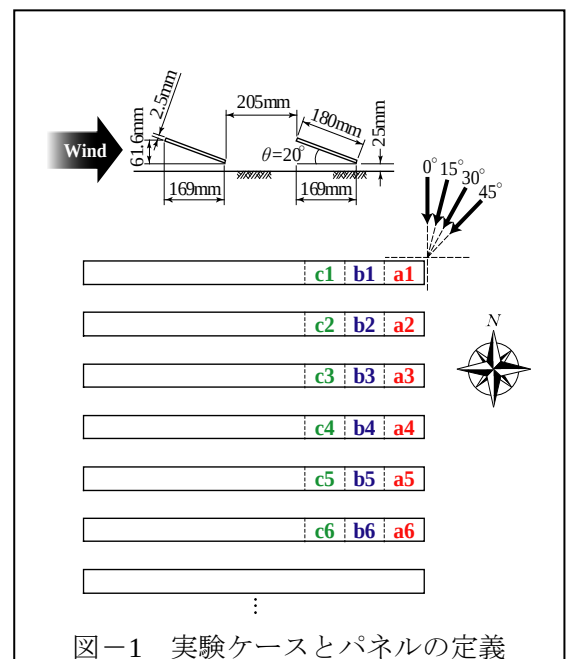


図-1 実験ケースとパネルの定義



図-2 模型設置状況（風向角 $\beta=30^\circ$ ）

キーワード 太陽光パネル, 風力係数, 耐風設計

連絡先 〒815-8520 福岡市南区塩原 2-1-47 九州電力㈱総合研究所 土木グループ TEL 092-541-2910

(1) 風向角 $\beta=0^\circ$ における風力係数 C_w の特性

図-3 (a) で示すとおり, a, b, c 行ともに風力係数 C_w は, 1 列目パネルで最大, 2 列目でほぼ最小, その後 3 列目以降で徐々に増加する傾向を示した (以下: 「傾向 A」と呼ぶ). 風力係数 C_w の値が明らかな増加傾向に転じるパネル列は, a 行で 3 列目, b, c 行で 5 列目からであり, 内側行のパネルの方が風下側の列からとなる傾向があった. なお, 6 列目においても風力係数の増加傾向は続いており, 一定値にはなっていない.

(2) 風向角 $\beta=15^\circ$ における風力係数 C_w の特性

a, b, c 行の風力係数値 C_w は, $\beta=0^\circ$ のケースで述べた「傾向 A」と同様となった (図-3 (b)). また, 風力係数 C_w の値が増加傾向に転じるパネル列は, 全ての行で 3 列目である. なお, 風力係数が一定値となったパネル列は, a 行で 3 列目以降, b 行で 5 列目以降, c 行で 6 列目以降であり, パネル内側のほうがより風下側の列から一定となる傾向であった.

(3) 風向角 $\beta=30^\circ$ における風力係数 C_w の特性

図-3 (c) で示すとおり, a, b 行の風力係数値 C_w は, 風下側のパネルとなるにしたがって減少し, あるパネルより風下側で一定値となる傾向を示した (以下: 「傾向 B」と呼ぶ). c 行は 2 列目以降でほぼ一定値となっている.

(4) 風向角 $\beta=45^\circ$ における風力係数 C_w の特性

a 行の風力係数 C_w は, 1 列目パネルの値が若干高いものの, いずれの列の値もほぼ同値となった (図-3 (d)). これを「傾向 C」と呼ぶ. b 行の風力係数値の特性は「傾向 B」を示し, c 行は「傾向 A」を示した.

(5) 1 列目パネルの風力係数 C_w の特性

風向角 $\beta=0^\circ$ の場合, パネル中央部 (c 行) から端部 (a 行) に移動するにつれて風力係数 C_w の値が減少している. これはパネル端部の影響により, 端部に近づくにつれて, 流れの 2 次元性が失われることで, 幅が無限大の 2 次元平板よりも小さな風力係数となるためと考えられる. 一方, 風向角 $\beta=15\sim45^\circ$ の場合は, 端部の a 行の方が風力係数の値が大きい. これは, 斜め方向からの風が作用することにより端部のパネルに生じる円錐渦の影響によるものと考えられる.

4. おわりに

本研究においては設置角度 $\theta=20^\circ$ を対象とした複数列配置したパネルの風力係数 C_w を主な対象として実験した. 一方近年では, 低設置角度パネルの発電効率も良くなり, 限られた設置面積により多くのパネルを設置でき, 風荷重も低減できる低設置角度が有利であることが分かっていることから, 今後, 低設置角度の複数列パネルについても, 風力係数の特性を把握する必要がある. また, パネル設置高さなど, その他のパラメータの影響についても検討し, 経済的・合理的な耐風設計をしていく必要がある.

参考文献 1) 木村吉郎, 小林平ら, 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 Vol.57A, pp.592-598, 2011.

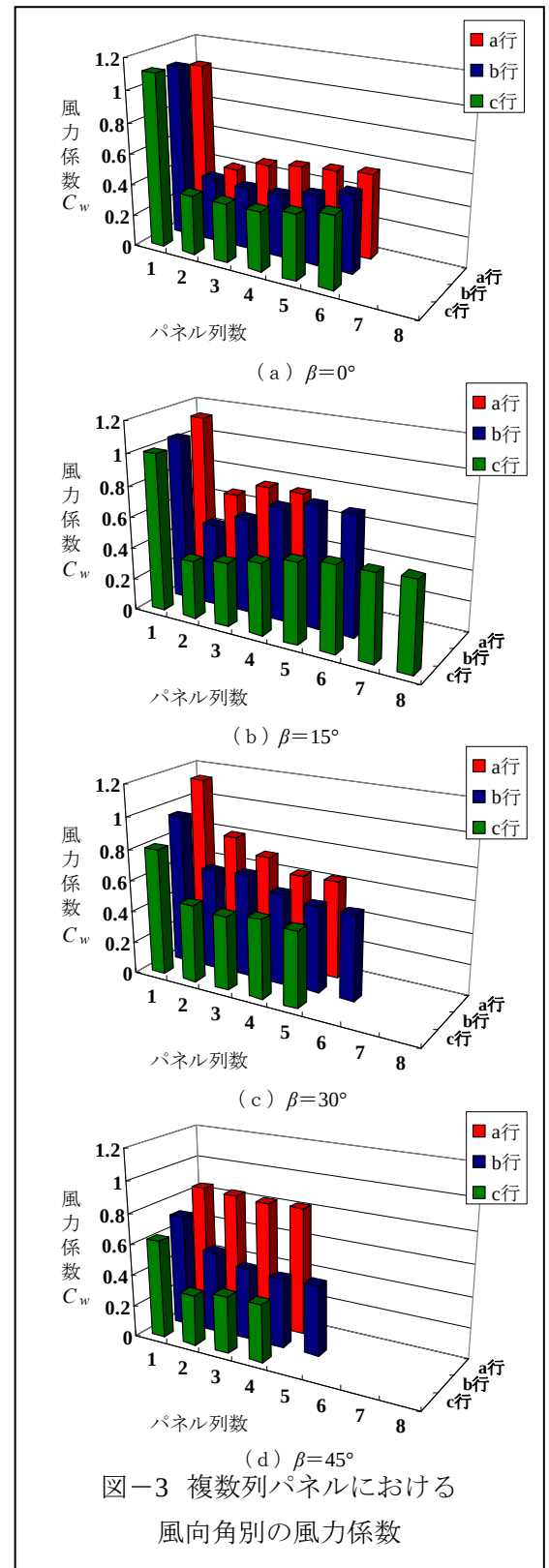


図-3 複数列パネルにおける
風向角別の風力係数