

鹿児島七ツ島メガソーラーの太陽電池アレイ設計風力係数に関する風洞実験

九州工業大学	学生会員	○大竹 克典	九州工業大学	学生会員	中牟田 和典
九州工業大学	正会員	松田 一俊	九州工業大学	正会員	加藤 九州男
竹中工務店	非会員	西村 章	九州電力	正会員	池田 博嗣
京セラソーラーコーポレーション	非会員	上村 要	九電工	非会員	山本 戦

1. まえがき

現在、鹿児島市七ツ島に建設中の鹿児島七ツ島メガソーラー発電所は、発電出力 70MW、年間発電電力量約 78,800MWh/年 (予測値)、設置面積約 127 万 m²の規模を有しており、周辺は鹿児島湾に面している。従来、太陽電池アレイの設置は JIS C 8955¹⁾によって検討されている。地上設置で架台が複数の場合、架台単体の平均風力係数を基準値として中央部の風力係数を 1/2 としてもよいとされているが、中央部の定義が不明確である。そこで検討対象のメガソーラーについて、縮尺の異なる 2 種類の模型を用いて、JIS で規定された風力係数を基準とした場合の設計風力係数の低減比率とその適用範囲を設定することを目的とした風洞実験を実施した。

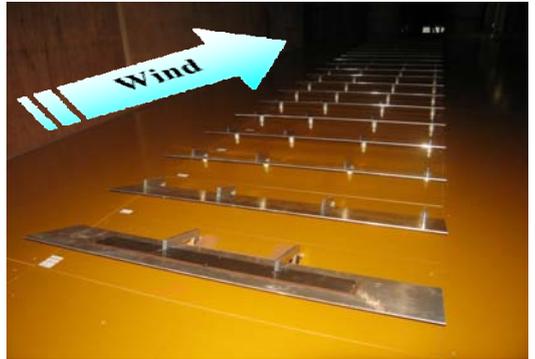


写真1 縮尺 1/22.2 アレイ 20 列模型 (吹上方向, 九州工業大学風洞)

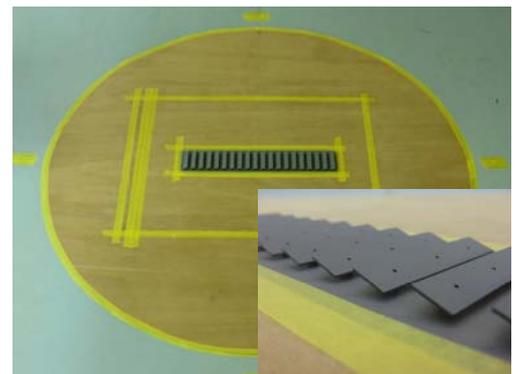


写真2 縮尺 1/400 アレイ 20 列模型 (竹中工務店風洞)

2. アレイ単体および 20 列の各模型を用いた風力係数の計測

初めに、九州工業大学所属の境界層型波浪風洞 (測定断面高さ 1.8m×幅 2.4m×長さ 20m, 写真1) において、縮尺 1/22.2 のアレイの単体模型および 20 列模型の風力係数を六分力天秤により精度良く求めた。アレイは設置角度 20°であり、実機寸法 6.5m ピッチで設置した。風洞気流は実験上の制約から一様流とした。さらに竹中工務店の閉鎖回流型境界層風洞 1 号機 (測定断面高さ 1.8m×幅 2.0m×長さ 16m) において、圧力計測によって縮尺 1/400

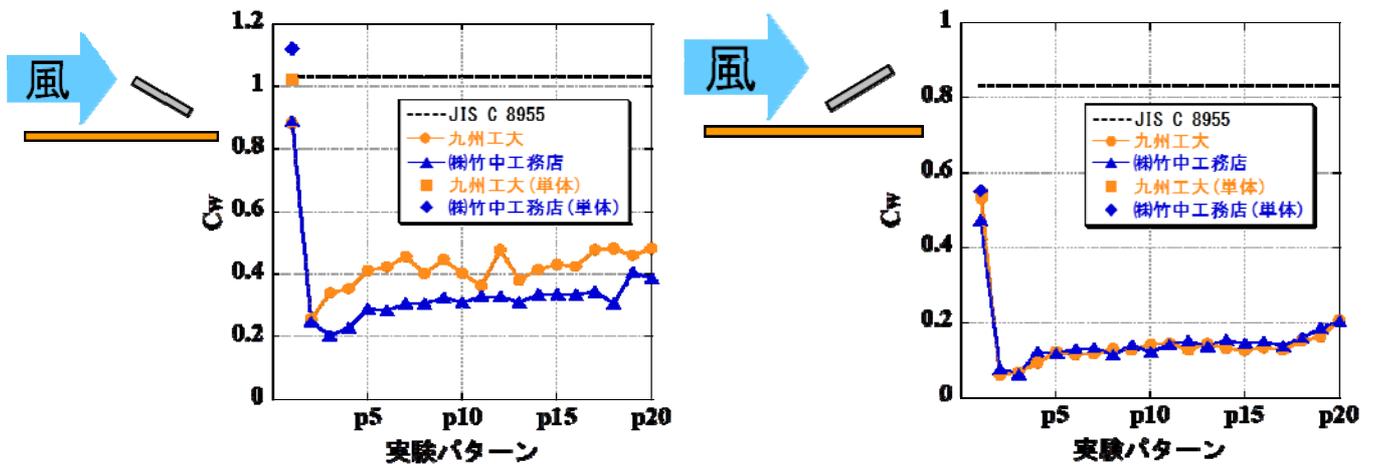


図1 アレイ単体および 20 列模型の平均風力係数の比較結果 (左: 吹上方向, 右: 押下方向)
注: 横軸 p_i ($i=1\sim 20$) は i 列目のアレイのこと

キーワード メガソーラー 太陽電池アレイ 風洞実験 風力係数 コンクリート基礎 鋼製フレーム架台
連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学大学院工学研究院建設社会工学研究系 TEL (093) 884-3466

のレイの単体模型および 20 列模型 (写真2) の風力係数を求めた。風洞気流は地表粗度区分Ⅱの境界層乱流であり、 $Z_b=5m$ に相当する模型上 12mm における平均風速は約 7m/s、乱れの強さは約 19%である。平均風力係数の比較結果を図1に示す。レイ単体の場合、両機関の吹上方向および押下方向の平均風力係数の偏差はそれぞれ 9.8%、1.5%であった。前者の偏差が大きいのは、縮尺 1/400 模型の下面側圧力計測用パイプが、押下方向に比べ気流の影響を受けやすい位置に存在していることが原因として挙げられる。レイ 20 列模型の場合、押下方向の両機関の平均風力係数は全体的にほぼ整合性が認められたが、吹上方向の 3 列目以降については差異が生じた。これは先述した下面側圧力計測用パイプが、複雑な後流域に存在することに起因していると考えられる。両機関の係数の差異は補正係数として次節の実験結果に反映している。なお、1 列目の平均風力係数が単体のそれに比べて低下している傾向は、既往の実験結果^{2),3)}と同様の傾向にある。

3. 8MW 領域模型を用いた風力係数の計測

次に、前節のレイ 20 列模型の比較風洞実験で得られた補正係数を用いて、JIS で規定された風力係数を基準とした場合の設計風力係数の低減比率分布を風洞実験から求める。70MW 全体のレイの模型化は困難なため、写真3に示すように 8MW 分の領域のみの縮尺 1/400 模型を用いた。実験風向は 5°ピッチの 72 風向とした。このうちコンクリート基礎の設計検討対象となる吹上方向における各計測点の平均風力係数の最大値を求めた。それらを JIS C 8955¹⁾によるレイ設置角度 20°の吹上方向の平均風力係数 1.03 で基準化した結果を図2に示す。設計および現場での施工性を考慮して、JIS の平均風力係数 1.03 に対して 1.2 倍、0.7 倍、0.5 倍の 3 つのエリアに分類した。JIS の係数を上回るエリアが存在する³⁾ことに注意が必要である。また、別途ピーク風力係数計測値を JIS C 8955 の平均風力係数 1.03 に地表粗度区分Ⅱの場合のガスト影響係数を乗じた値 ($=1.03 \times 2.2$) で基準化した分布も求めているが、両者は概ね対応することを確認している。

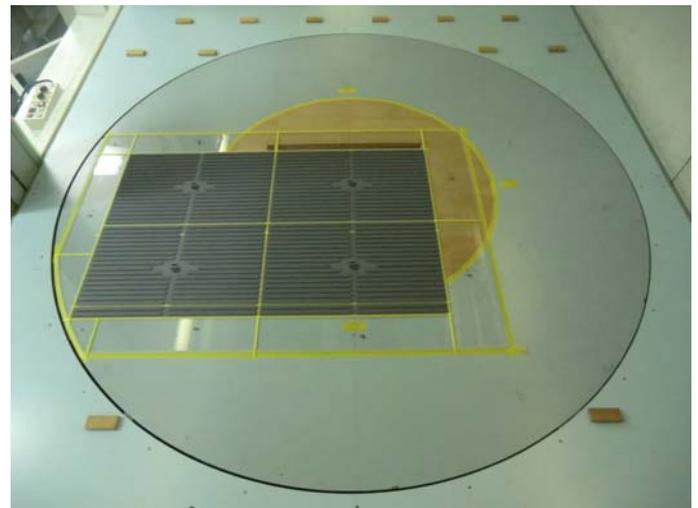


写真3 縮尺 1/400 アレイ 8MW 模型(竹中工務店風洞)

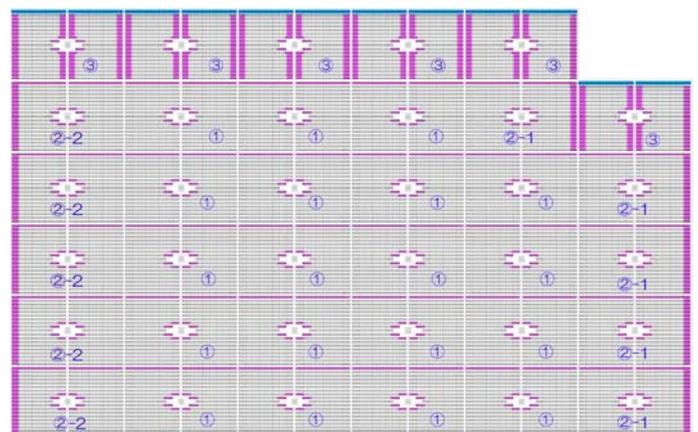


図2 コンクリート基礎の設計風力係数分布
(発電所全領域 70MW, 吹上方向, 青エリア=JIS(1.03)×1.2 倍, 赤エリア=JIS×0.7 倍, 白エリア=JIS×0.5 倍)

4. まとめ

鹿児島七ツ島メガソーラーの太陽電池レイについて、縮尺の異なる 2 種類の模型を用いた風洞実験によって、JIS で規定された風力係数を基準とした場合の設計風力係数の低減比率を 3 つのエリアに分類し、その適用範囲を設定することができた。

参考文献

- 1) 日本規格協会：太陽電池レイ用支持物設計標準, JIS C 8955, 2004.
- 2) 木村吉郎, 小林平, 梶原慎介, 加藤九州男, 久保喜延, 日高英介, 池田博嗣：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.
- 3) 池田博嗣, 木村吉郎, 小林平, 加藤九州男, 久保喜延, 池田浩一：複数配置された太陽光発電所用ソーラーパネルの風力係数に風向角が及ぼす影響の一検討, 構造工学論文集 Vol.58A, 2012.