

パラペットを有する校舎屋上における陸屋根形ソーラーパネルに作用する空気力特性

九州工業大学大学院 学生会員 ○大竹 克典
 九州工業大学大学院 正会員 松田 一俊 加藤 九州男
 九州工業大学 非会員 田川 裕貴
 株式会社 大東設備 非会員 西畑 栄一郎 小関 忠雄

1. はじめに

近年、政府による太陽光や風力発電など再生可能エネルギーの導入促進が活発化している。そのうち太陽光発電システムの構造要素である太陽電池アレイ支持物の設計標準は、JIS C 8955¹⁾に規定されている。しかし、JISにおけるソーラーパネル(以下、パネル)の設置形態である陸屋根形の近似式は、図-1に示すようなパラペットの高さの影響を考慮していない。本研究では、パラペットによる屋上周辺の流れ場への影響の把握を行い、パラペットを有する校舎屋上の陸屋根形パネルの耐風性の評価を行うことを目的としている。

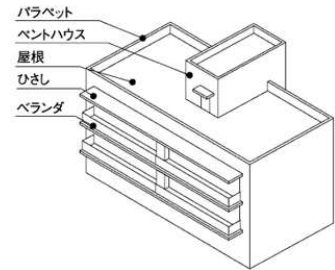


図-1 パラペットの位置

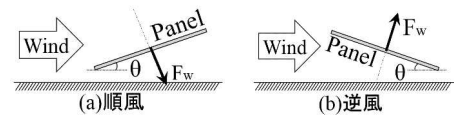


図-2 順風及び逆風の定義

2. 既往の研究

JIS規定¹⁾において、パネルに作用する風力係数 C_w の近似式が地上設置形、陸屋根形それぞれの場合において、以下の式のように与えられている。図-2に風向によって区別される順風及び逆風の定義を示す。図中の風荷重 F_w を動圧とパネル面積で除した値が風力係数 C_w である。 θ は仰角であり、パネルと地面のなす角(deg.)と定義される。

《地上設置形(単体)・陸屋根形》(ただし、 $15\text{deg.} \leq \theta \leq 45\text{deg.}$)

$$\text{順風 } C_w = 0.65 + 0.009\theta \quad / \quad \text{逆風 } C_w = 0.71 + 0.016\theta$$

《陸屋根形》(ただし、 $0\text{deg.} \leq \theta < 15\text{deg.}$)

$$\text{順風 } C_w = 0.785 \quad / \quad \text{逆風 } C_w = 0.95$$

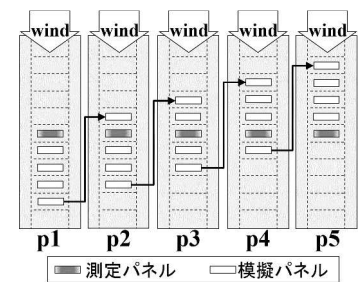


図-3 実験パターン(風洞平面図)

3. 低仰角縦列配置ソーラーパネルに作用する空気力特性

3-1 実験概要

図-3に実験ケースの概要図を示す。測定パネル(縮尺1/4.5)を最上流側に設置した場合をp1とし、測定パネルを最下流側に設置した場合をp5とした。風向は逆風のみ、パネルの仰角 θ は 5deg. 、パネル長 L は 900mm 、パネル奥行き B は 180mm とした。本実験ではパラペットの模型化は行わず、地上設置形を想定したパネルの基本的な空気力特性を把握する。

3-2 実験結果及び考察

図-4に縦列配置及び単体での各測定結果をJIS規定値と併せて示す。測定パネルが最上流側となるp1において風力係数 C_w は最大となり、p2で大幅に減少し、p3からp5にかけては徐々に値が減少する結果となった。また、測定パネルが最上流側となるp1での風力係数と単体の場合の風力係数 C_w に差異はみられなかった。p1に比べp2の風力係数が大幅に減少した理由は、最前列パネルの後流に測定パネルが位置することによって、p2に作用する平均風速が大幅に低下し風荷重が小さくなるためであると考えられる。また、p2以降風力係数が徐々に減少した理由は、参考文献²⁾より $\theta=10\text{deg.}$ の結果と同様に、仰角が小さいためp1では十分な遮蔽効果が得られず、p2以降のパネルが

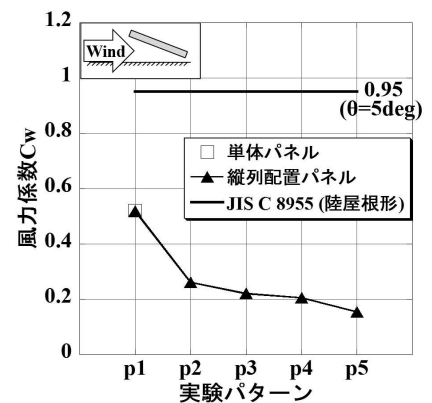


図-4 単体・縦列配置・JISにおける風力係数 C_w

キーワード：太陽電池アレイ、陸屋根形、パラペット

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 TEL.093-884-3466 FAX.093-884-3100

それを補う形で、多少ではあるが遮蔽効果を発揮しているため値が減少したと考えられる。また、p1の風力係数と単体の風力係数 C_w に差異がないことより、 $\theta=5deg.$ では、参考文献³⁾で述べられている「下流側パネルによる風力係数の低減効果」はないということがわかった。このことより、参考文献²⁾では、下流側の2枚のパネル(p19, p20)において、低減効果の消失により C_w の増加がみられたが、 $\theta=5deg.$ の場合、低減効果が存在しないため、下流側の2枚のパネル(p4, p5)の C_w は減少したと考えられる。

4. スモークワイヤー法による校舎周りの流れの可視化実験

4.1 スモークワイヤー法

スモークワイヤー法は、流れの可視化手法の一つであり、油に金属粉を混ぜたものを金属細線に塗布し、電流を細線に流すことで白煙を発生させて風洞気流を可視化する手法である。

4.2 実験概要

図-5に風洞平面図及び風洞側面図を示す。風洞気流をシャープに可視化撮影するため、模型上方及び下方にスリット式的光源を配置して、模型に光を照射した。風洞風速は $V=1.0m/s$ に固定して可視化実験を実施した。図-6に本実験で使用した全階模型および最上階模型の概略図を示す。図-7に風洞内に設置された模型の写真を示す。

4.3 実験結果及び考察

図-8に全階模型及び最上階模型のパラペット周りの静止画像を示す。図-8(a)及び(b)の結果に大きな差異は見られなかった。パネルが配置される屋上表面からパラペット高さ付近の空間は、上流側パラペットからの剥離領域内にあることが分かる。したがって、パネルを設置する空間における風速は接近流に比べ非常に小さいことが推測される。

5. まとめ

パラペットによる流れの剥離により、屋上表面からパラペット高さ付近の空間における風速低下が定性的に確認された。したがって、地上設置形の風力測定で得られた風力係数 C_w は耐風設計上、安全側の評価を与える。

6. 今後の予定

今後はPIVによる校舎屋上周りの流速測定実験を行い、陸屋根型パネルに作用する空気力特性について、更に検討を加える予定である。

【参考文献】

- 1) 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.
- 2) 大竹克典: 複数縦列配置されたメガソーラーパネルに作用する空気力の収束値の検討, 九州工業大学卒業研究, pp.58-63, 2013.
- 3) 小林平: 多数配置されたメガソーラーパネルに作用する空気力特性, 九州工業大学大学院修士論文, pp.31-36, 2011.

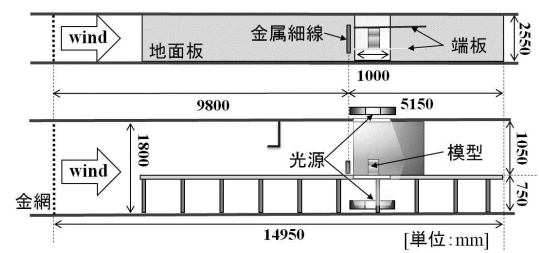
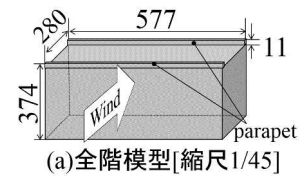
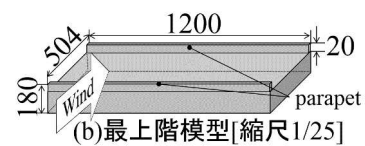


図-5 風洞平面図(上)及び風洞側面図(下)

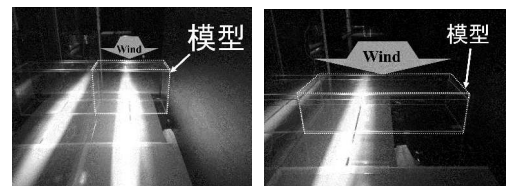


(a)全階模型[縮尺1/45]



(b)最上階模型[縮尺1/25]

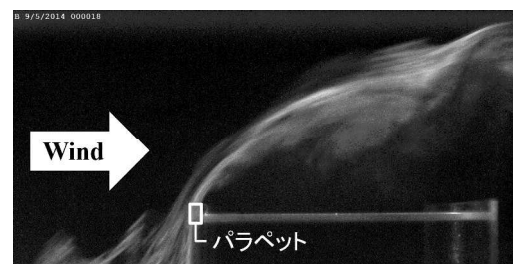
図-6 校舎模型概略図 (単位:mm)



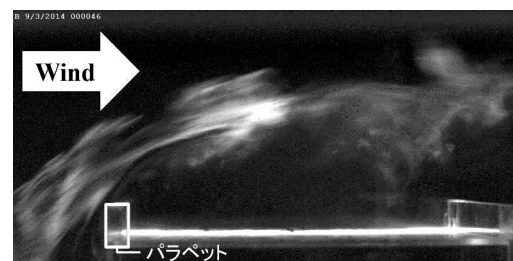
(a)全階模型

(b)最上階模型

図-7 校舎模型設置状況 (模型下流側より撮影)



(a)全階模型



(b)最上階模型

図-8 全階模型および最上階模型周りの静止映像