ノート

太陽光発電システムに及ぼす風荷重と低減方法の研究

須貝　裕之*　片山　聡**　相田　収平**
吉川　啓二***　入澤　勉***　岩名　紘司***

Study on Wind Force of Photovoltaic Panel and its Reduction Method

SUGAI Hiroyuki*, KATAYAMA Satoshi**, AIDA Shuhei**
YOSHIKAWA Keiji***, IRISAWA Tsutomu*** and IWANA Kouji***

1. 緒　　言

自然エネルギーの普及に伴い，工場や倉庫などの金属製折板屋根に太陽光パネルを設置する事例が増えている。太陽光パネルを設置する際の設計指針として JIS C 8955-2011「太陽電池アレイ用支持物設計標準」があるが，現行の規格は折板屋根を想定してはいないため，パネルや屋根に作用する風荷重や設計基準が不明確で安全性の確保や最適な設計提案が困難である。

そこで本研究では，折板屋根上に設置された太陽光パネルに作用する風荷重について検討した。具体的には，コンピューターによる風の流れのシミュレーション（以下，流体解析）と縮小模型による風洞実験を組み合わせて研究を行い，パネルに作用する風荷重についての詳細な検討を行った。

2. 流体解析

2.1 基準モデル形状解析方法

屋根に設置された太陽光パネルに作用する風荷重は建物の形状に影響を受ける。そこで本研究では類似の研究事例 [1]を参考にして，基準とする建物形状を決定した（図 1）。建屋の高さを平均的な値である 15 m とし，縦・横・高さの比が 2:2:1 となるよう縦と横の寸法を決めた。また屋根の勾配は 5/100（約 2.85°）とした。

*　中越技術支援センター
**　研究開発センター
***　株式会社 サカタ製作所

2.2 流体解析

解析に使用したソフトウエアはソフトウエアクレイドル社製の汎用熱流体解析ソフトウエア SCRYU/Tetra version12 である。解析は地表面粗度Ⅲ，基準風速 38 m/s の風速条件における定常解析を行った。乱流モデルと解析手法は一般的な k-ε と RANS を使用した。建屋に対する風向を 15°刻みで変化させて計算を行い，各方向ごとの風荷重を調べた。解析モデルの要素数と節点数はそれぞれ約 1500 万要素，400 万節点である。

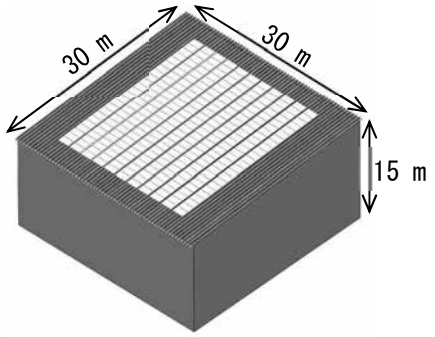

図 1　基準モデル形状

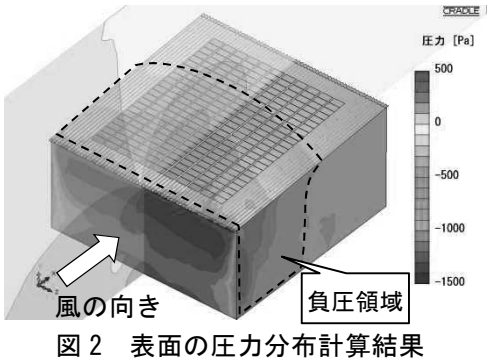

図 2　表面の圧力分布計算結果

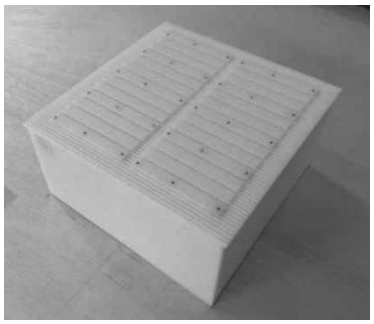

図 3　風洞実験用模型

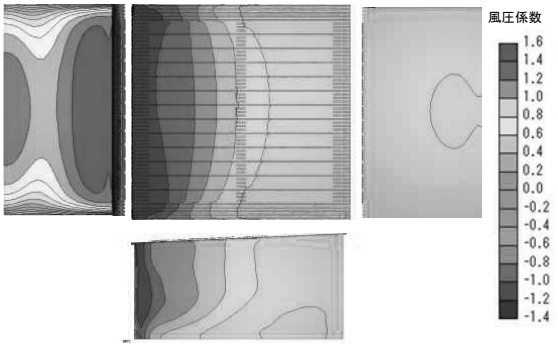

図 4　風圧係数分布の計算結果

2.3　解析結果

図 2 に解析結果の一例を示す。計算した風向は建屋の正面から風が吹いた場合で，その時の建屋表面と，風の方向に平行な断面における空間上の圧力分布を示している。建屋の正面に高い圧力が発生するのに対して，風上側の屋根面や壁面は負圧となっている。

3.　風洞実験

3.1　実験装置と模型

流体解析の計算精度を確認するため，縮小模型による風洞実験を行った。実験には新潟工科大学の大型境界層型風洞実験装置を使用した。実験に使用する模型は，基準モデルを風洞に合わせて 1/150 に縮小し，3D プリンターにより作成した（図 3）。パネル上に等間隔に並んだ黒点は風圧測定用の穴である。実験は解析とほぼ同じ地表面粗度Ⅲの風速条件で行い，角度 5°刻みで全周からの風圧を測定し，風速を無次元化した係数である風圧係数を求めた。

3.2　流体解析との結果比較

図 4 に建屋正面から風が吹いた場合の流体解析による建屋各面の風圧係数の計算結果を示す。風洞実験ではこのように詳細な圧力分布を測定することはできないが，各風圧測定点における実験結果を比較したところ，両者はほぼ同じ値となっていた。また，本計算結果を類似形状の建屋の風圧係数分布に関する研究結果 [2)]と比較したところ，ほぼ同じ分布となっており，流体解析の計算精度が確認された。

4.　実機による風荷重の測定

本研究では流体解析により風荷重低減のための様々な検討を行った。しかし，自然界の風は多様であり，流体解析や風洞実験などの限られた条件下における結果のみをもって最終的な判断を下すのは危険である。そこで折板屋根をもつ実際の建屋に太陽光パネルと風圧測定装置を取り付け，実機による風荷重の測定を行った。今後は実測されたデータと解析結果を組み合わせて，折板屋根に適した太陽光パネル設置方法について検討を行う予定である。

5.　結　　言

（1）流体解析により折板屋根上に取り付けられた太陽光パネルに作用する風荷重とその特性を調べた。

（2）縮小模型による風洞実験を実施し，風圧係数の測定結果を流体解析の計算結果と比較したところ，ほぼ同じ値が得られ，流体解析の精度が確認できた。

（3）実際の建屋に太陽光パネルと風圧測定装置を取り付け，自然界の風における実測を行った。

参考文献

1）染川ほか，“陸屋根に平行に設置された太陽電池パネルの風力係数”，第 23 回 風工学シンポジウム，2014，pp.271-272.

2）日本建築学会，“建築物の耐風設計のための流体計算ガイドブック”，2005.