



# 太陽光発電システムに及ぼす風荷重の影響とその低減方法の研究

研究・開発機関：株式会社サカタ製作所、新潟県工業技術総合研究所  
 利用施設：新潟県工業技術総合研究所内設備  
 計算規模：要素数約1,500万、節点数約400万  
 利用ソフトウェア：ソフトウェアクレイドル社製SCRYU/Tetra version12

## Before

- 自然エネルギーの活用を目的に、工場や倉庫などの金属製折板屋根(板を大きな波型に成形している屋根)に太陽光パネルを設置する事例が増えています。
- しかし、現行の設計指針では折板屋根利用が想定されておらず、安全性確保の確認や最適な設計提案が困難でした。

## After

- 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圧荷重とその特性を調べることができました。
- 縮小模型を用いた風洞実験を実施し、計算結果と実験結果を比較することで、流体解析の精度が良好であることを確認しました。
- これにより、設計段階から適切な安全性を確保した提案が可能となりました。

## 背景と目的

自然エネルギーの活用を目的に、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ます。太陽光パネルの支持金具の設計指針には「JIS C 8955-2011 太陽電池アレイ用支持物設計標準」がありますが、同規格では折板屋根のような緩勾配は想定されておらず、風圧荷重の諸特性は実際の挙動から離れたものとなっていました。

そこで本研究では、折板屋根に設置される太陽光パネル支持金具の安全性確保および最適設計技術の確立を目的に、流体解析技術を用いて折板屋根上の風の流れを計算しました。また、縮小模型による風洞実験を実施し、流体解析の計算精度を検証しました。

風洞実験と計算機によるシミュレーション結果に良好な関係が確認されると、様々な形状の金属製折板屋根に対しても事前のシミュレーションにより適切な安全性が確保された提案が可能となります。

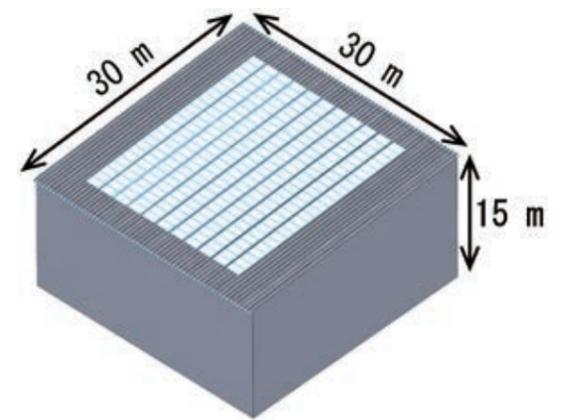


図1 基準とする建物形状

## 利用成果

屋根に設置された太陽光パネルに作用する風圧荷重は建物の形状(縦・横・高さ)に影響されます。そこで本研究では類似の研究事例<sup>1)</sup>を参考に、基準とする建物形状を図1のように決定し、屋根の勾配は5/100(約2.85°)としました。

**シミュレーション条件:** 流体解析には汎用熱流体解析ソフトウェアSCRYU/Tetraを使用しました。計算条件は地表面粗度Ⅲ、基準風速38m/sの定常解析とし、乱流モデルにはk-εとRANSを適用しました。また、建屋に対する風向きは15°刻みで変化させ、それぞれの角度における風圧荷重を調べました。解析モデルの要素数は約1,500万、節点数は約400万です。

**計算結果:** 図2は建物の正面から風が吹いた場合の計算結果で、建物表面および風向きに平行な断面における空間上の圧力分布を示しています。この条件下では建物の正面に高い圧力が発生している一方、風上側の屋根面や壁面には負圧が生じていることが見てとれます。

**風洞実験装置:** 流体解析の計算精度を確認するため、新潟工科大学の大型境界層型風洞実験装置(実機)を用いて、縮小模型による風洞実験を行いました。実験に使用する模型は実スケールの1/150とし、3Dプリンターで作成しました(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す。実験は流体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ました。その後、風速を無次元化した係数である風圧係数を求めています。

**精度確認:** 図4に流体解析によって得られた風圧係数分布(建物正面から風が吹いた場合)を示します。風洞実験では流体解析ほど詳細な圧力分布を得ることはできませんが、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ました。また、計算結果を類似形状の建物の風圧係数分布に関する研究結果<sup>2)</sup>と比較したところ同様な分布となっており、計算精度が良好であることを確認できました。

以上により、計算機による流体解析の有効性が確認され、様々な条件下で設計段階から事前検討が可能となりました。

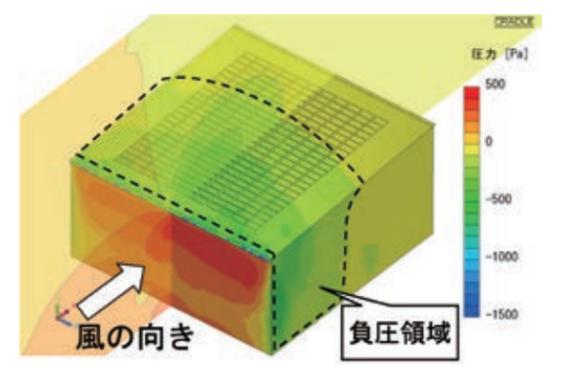


図2 表面の圧力分布計算結果



図3 風洞実験用模型

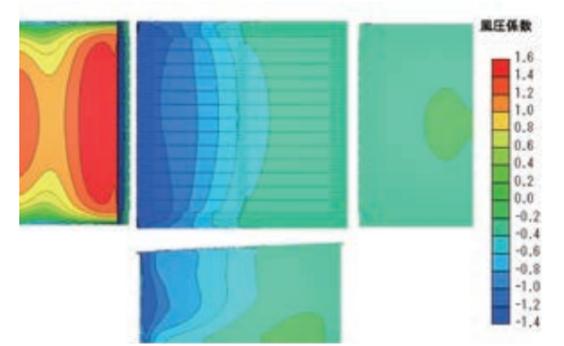


図4 風圧係数分布の計算結果

出典：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