

切妻屋根に設置される太陽電池パネルの風荷重
(その1) 実験概要と平均風圧

正会員 ○西村元吾* 正会員 高森浩治**
準会員 中川尚大** 正会員 西村宏昭**

太陽電池パネル 切妻屋根 風洞実験
平均風圧係数 風力係数 低層建築物

1. はじめに

CO₂削減の環境政策や太陽光発電システムの設置に対する補助制度等を背景に住宅等への太陽電池パネルの設置が促進されている。住宅等低層建築物の屋根面に太陽電池パネルを設置する工法としては、①既設の勾配屋根に支持金具を介して固定する方法(図1)、②陸屋根に設置した架台に固定する方法、③瓦等建材一体型の工法等がある。

太陽電池パネルの設計用風荷重の設定は、①②については、JIS C 8955¹⁾に従って行われることもあるが、本JIS規格は、構造骨組み用風荷重の算定方法に準じて定められている。しかし、太陽電池パネルは外装材に相当すると考えられ、実際の設置状況から推測するとJIS規格により算定した設計荷重とは異なるものと考えられる。また、パネルと屋根面との間には隙間があるため作用する風荷重は複雑な性状を示すと考えられる。

本研究では、実際の太陽電池パネル設置状況を再現した風洞実験を実施し、より正確な設計荷重を算定するための風力係数を確認した。実験は異なる3種類の屋根形状(切妻、寄棟、陸屋根)について実施し、パラメータとして勾配屋根では屋根面との隙間を変化させ、陸屋根ではパラペットの高さを変化させて風力係数の違いを調べた。本稿では切妻屋根の結果について報告する。

2. 実験概要

実験模型は、幅340mm×奥行き188mmの長方形平面で軒高さ192mmの2階建て低層建築物を想定し、縮尺は1/30とした。屋根勾配は4.5寸($\theta=24.2^\circ$)の1種類とし、軒の出を25mm、ケラバの出を16mmとした。太陽電池パネルを想定したパネルは図2のように模型屋根面上の片面にのみ設置した。パネル寸法は1枚あたり35mm×35mmで互いに隙間なく10×3枚並べた状態とし、棟およびケラバから10mm、軒から14mm後退させた。測定はパネル全体の左側半分(5×3枚)のみとし、パネル各面の圧力を測定し、パネル上下面の差圧を求めた。屋根面とパネルの隙間 a は、1, 1.5, 2, 3, 5mmの5種類とした。この隙間 a は、非常に小さいためパネル下面の圧力は屋根面上に作用する圧力と同等であると見なした。風圧測定点は、パネル1枚あたり上面4点、下面2点(中央部は上面2点、下面1点)で合計78点とした。実験気流は、

模型の風上側3mの位置に配置した乱流格子により作成し、乱れ強さを20%程度(粗度区分II相当)とした。実験風速は、屋根の平均高さ H で約10m/sとした。気流の特性を図3に示す。測定風向は、風向角 $\alpha=0^\circ\sim355^\circ$ まで 5° ピッチの72風向とした。測定した風圧は、実時間の50分間(10分間×5回)相当の変動風圧の時系列である。各測定点での風圧は、屋根平均高さ H での速度圧で無次元化し風圧係数として表した。

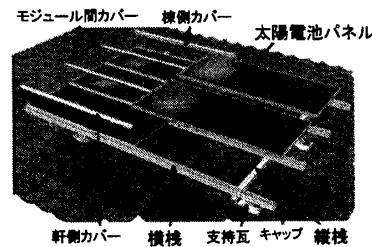


図1 太陽電池パネル設置例²⁾

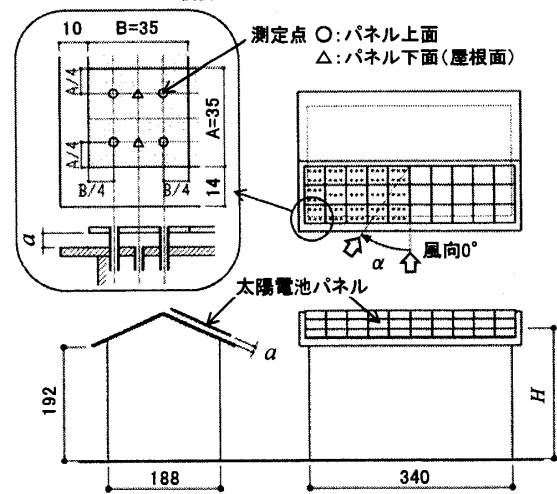


図2 実験模型と圧力測定孔の配置(mm)

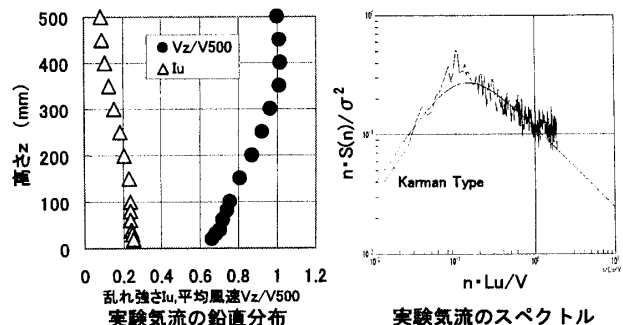


図3 実験気流

Wind loads of solar panels on a gable roof
Part1. Experimental overview and mean wind pressure

NISHIMURA Gengo, NAKAGAWA Naohiro,
TAKAMORI Koji and NISHIMURA Hiroaki

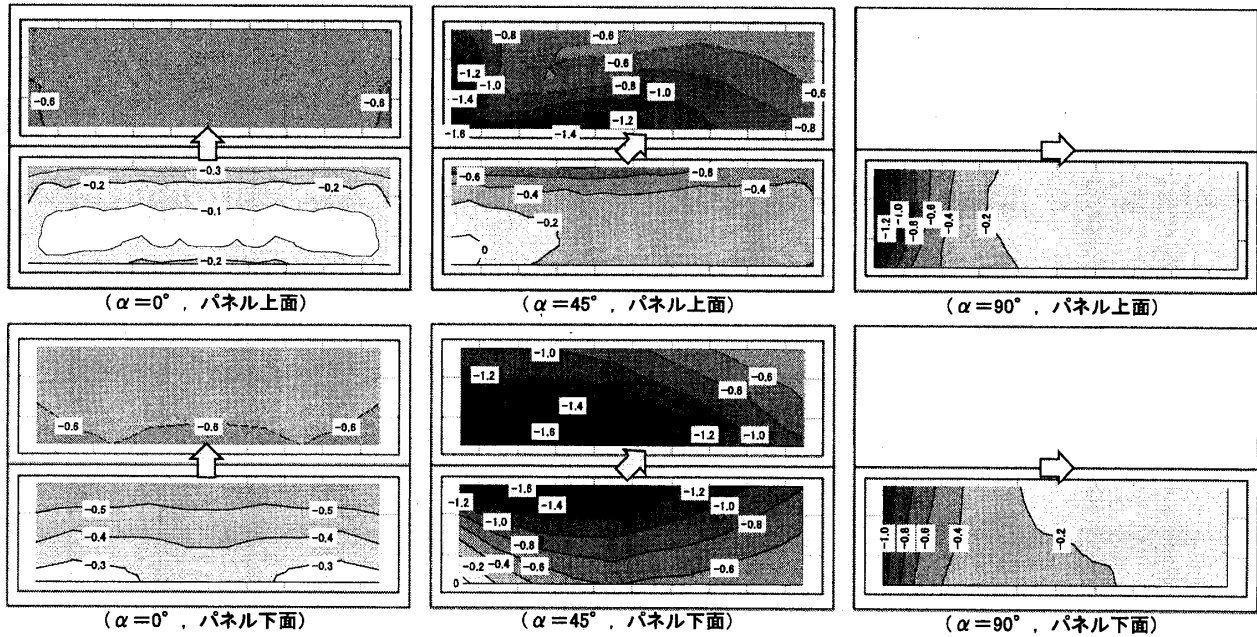


図4 平均風圧係数 C_{pm} 分布の例(隙間 $a=1\text{mm}$) 注: パネルは屋根の片面のみに設置したが、ここでは屋根の両面に表記した。

3. 実験結果

平均風圧係数 C_{pm} の分布の例(隙間 $a=1\text{mm}$)を図4に示す。図では対称となる各風向の測定結果を重ねて屋根全面で表示した。符号は、パネル上下それぞれの面に対して押す方向を正、引く方向を負とする。風向 0° の場合、パネル上面、下面とも全面で負圧であり、風上側屋根面では、パネル下面の方が大きい負圧を示した。風向 45° の場合、パネル上面の風下側屋根面では風上側のケラバおよび棟部で形成される渦により $-1.2 \sim -1.7$ 程度の強い負圧が生じた。このときパネル下面では、風上側、風下側の両方の屋根面で棟に沿って -1.7 程度の強い負圧が生じた。これは、風上側屋根面では棟側パネル端部からの剥離流の影響、風下側屋根面では棟からの剥離流の影響によるものと考えられる。風向 90° の場合、パネル上下面とも風上側のケラバ付近で負圧が大きく、この値は、パネル上面の方が若干大きい。

次に、平均風圧係数 C_{pm} と隙間 a の関係(風向 45°)を図5に示す。パネル上面では、隙間によらず平均風圧係数は、漸増するが変化は少ない。一方、パネル下面では、ケラバ側での大きな変化は無いが、中央部では隙間が大きくなるほど平均風圧係数 C_{pm} の値が収束する傾向が認められた。これは、圧力勾配が小さくなりパネル裏面の風圧分布の一様性が増すことを示している。

パネル上下面それぞれの平均風圧係数分布

からパネルに作用する風力(上下面の差圧)を推測すると、多くの部分でパネルを上へ引く方向に作用する風力が小さいか、上から押さえつける方向に風力が作用している様に見える。しかし、パネル上下面の瞬間風圧のピークは時間差をもって作用するので、上下面一対の圧力の差であるピーク風力係数として評価すべきである。その結果は(その2)で述べる。

4. まとめ

低層建築物の勾配屋根に設置した太陽電池パネルについて風洞実験を行い、平均風圧係数の傾向を示した。

- 参考文献 1) JIS C 8955, 太陽電池アレイ支持物設計標準, 2004
 2) 太陽光発電協会 HP (<http://www.jpaea.gr.jp/>)

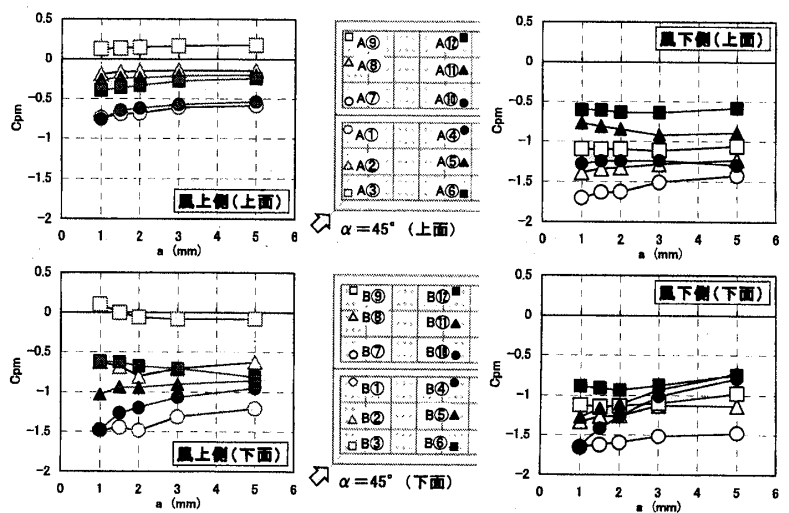


図5 平均風圧係数 C_{pm} と隙間 a の関係

* 大和ハウス工業 (株) 総合技術研究所

*Daiwa House Industry Co., Ltd. Central Research Laboratory

** (財) 日本建築総合試験所 建築物理部耐風試験室

**General Building Research Corporation Wind Eng.Lab.