

太陽光電池アレイ用支持物の設計

株式会社 サカタ製作所 技術室
www.sakata-s.co.jp



1. はじめに

京都議定書が発効されCO₂削減に向け、さまざまな新エネルギーの技術革新の進展とその導入がはじまっています。その中でも太陽の光エネルギーを太陽電池で直接電気に変換する太陽光発電は従来からCO₂削減対策として有望なものと考えられてきました。太陽光モジュールによる発電については全てCO₂排出量がゼロであり、電力系統と系統連系することで余剰電力を逆流できるため、発電した電力は全て有効利用することが可能です。また、太陽エネルギーについては、他の再生可能エネルギーと比べて地域間格差が小さく、全国各地での利用が可能であり、大きな導入ポテンシャルがあると考えられています。

2. 太陽電池出荷量

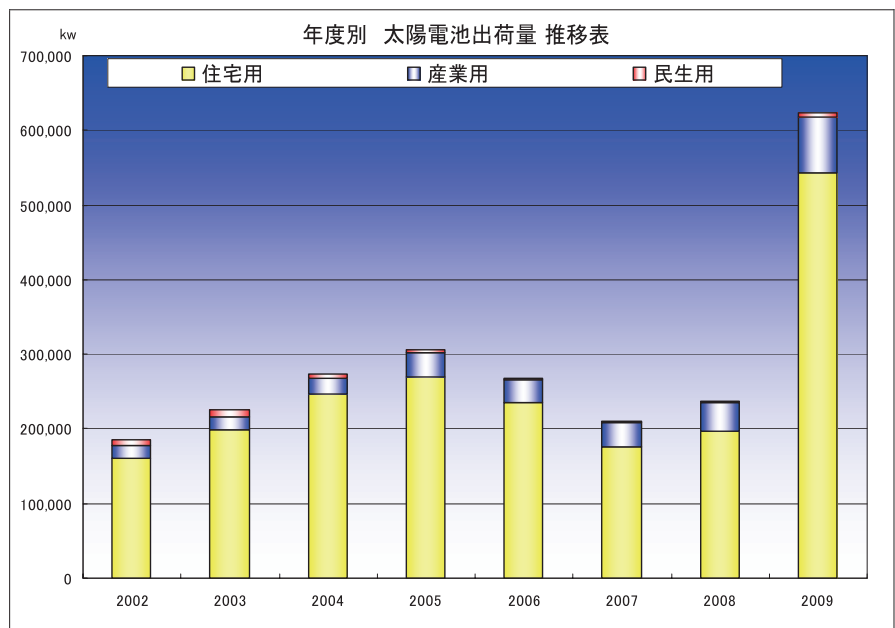
太陽光発電のメリットとして

- ①クリーンで枯渇しない
- ②設置場所を選ばない
- ③長寿命&メンテナンスが簡単
- ④ピークカット機器・非常用電源として利用可能
- ⑤CSRの実践

⑥パネルの断熱効果で冷暖房費の節約

など多く、太陽光発電を積極的に導入促進させるために、政府・地方自治体も普及に向けた多くの施策を打ち出し、太陽電池の出荷量は加速しています。

2005年に新エネルギー財団(NEF)による助成が終了すると、一度は太陽電池の国内市場は縮小しました。これに対応して2009年1月、経済産業省は緊急提言案に沿って補助金(固定価格買い取り制度)を復活したことにより急激に増加し、2009年度は過去最高の出荷量となりました。また、省エネ法や温暖化対





策推進法の改正により、国内の環境に対する意識が高まったことも要因の一つとなっています。

3. 太陽光発電設備の暴風による架台強度の安全性

近年、地球の温暖化の影響とみられる気象変動に伴い、暴風の発生で建屋の破損等の被害発生が増加しています。

一般住宅の太陽光発電設備は、屋根の勾配に合わせて設置するので、比較的暴風に対しても安全ですが、10kw以上の大型太陽光発電設備を地上または、建物の屋上等に設置する場合は年間日射量を考慮して発電効率の良い角度に架台を傾斜してアレイを取り付け、しかも発電設備がとても大きな面積となるので、設計条件にもよりますが、暴風時には固定荷重(自重)の約3倍~8倍もの荷重が架台に加わる場合があります。従って各部の強度をきちんと算出して部材強度の検証しておかなければ破壊する恐れがあります。

特にアレイを支持する架台は、縦・横・柱の主要部材のみ丈夫であればよいと考えるのは誤りで、架台の各部の骨組み部材、金具、接合部、アンカーボルト、基礎等の全てが、その箇々の荷重に対して許容応力とたわみ以内にあることが必要です。もし、1ヶ所でも弱い所があれば全体のバランスが崩れて、太陽光発電設備が破壊することになります。

このことから暴風時、地震時、積雪時に太陽光発電設備の強度の確保するためには、アレイ架台や架台取付金具の強度計算と詳細設計図により製作して、安全を保つことが重要となります。

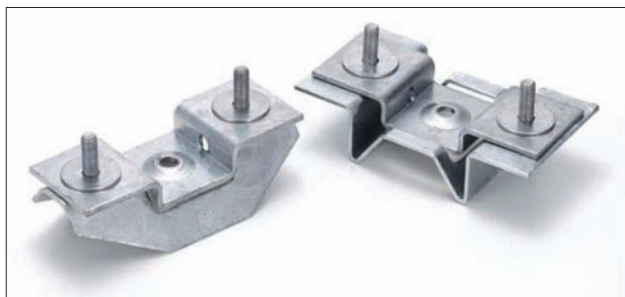
4. 架台取付金具の重要性

金属製折板屋根に太陽光発電システムを設置するにあたっては、屋根材に適した金具を使用しなければシステム全体の飛散・破壊や漏水の原因にもなるため、屋根材の形状に合った十分に強度を保持する金具を使用する必要があります。また、架台との適合性や施工時の作業性にも配慮することによって選定が大きく左右されることもあることから、軽視出来ない存在となっています。

今回は金属製折板屋根の多くを占める重ね式・ハ

ゼ式折板用の金具を説明します。

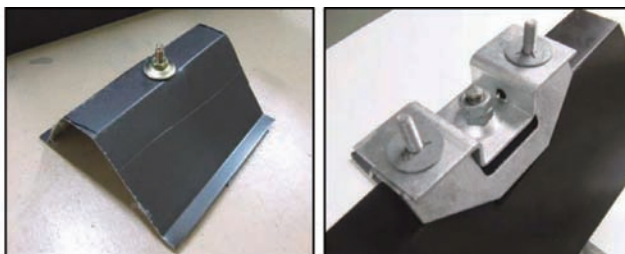
□重ね式用架台取付金具



●特徴

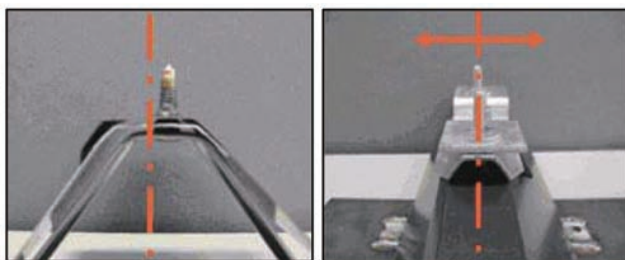
1. 金具取付用穴あけ不要

タイトフレームの剣先ボルトを使用して取付けるため、折板金具取付け用の新たな取付穴を穿孔しなくてすみ、漏水問題が低減されます。



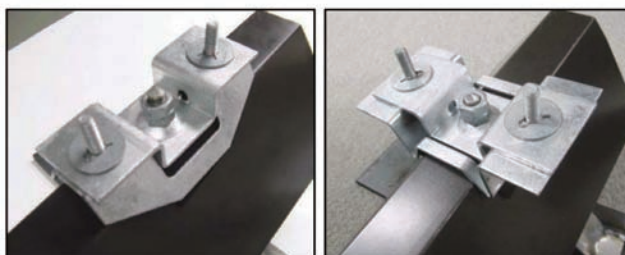
2. 剣先ボルトがズレても取付OK

タイトフレームのボルトが芯ズレしていても、金具が位置ズレを吸収し中心になる構造となっています。

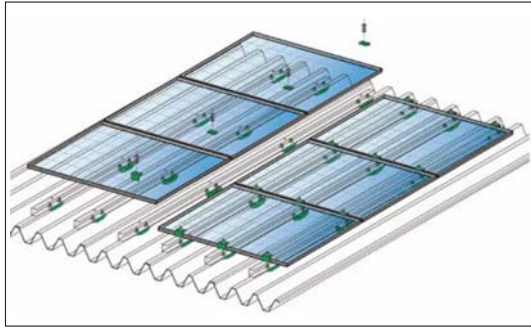


3. 2方向に設置可能

金具は2種類あり、折板の流れ方向と桁行き方向のどちらでも設置可能です。



施工外観



□ハゼ式架台取付金具



●特徴

1. ボルトが選べる

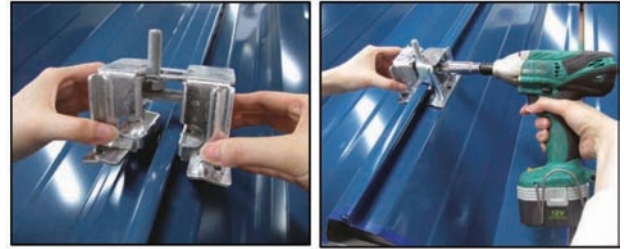
架台の仕様によってボルト径は M8、M10 から選べます。

また、ボルトの長さは自由に設定可能です。



2. ボルト1本で固定

金具がスライド構造のためボルト1本締めで取り付け完了出来ます。



3. 全方向固定

各方向の荷重に対応します。

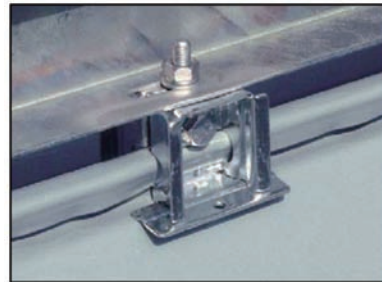
引張： 2.0kN

側圧： 2.0kN

滑り： 1.0kN

圧縮： 33.0kN

※金具単体の許容荷重です。



5. 架台の設計基準

太陽電池アレイ架台の強度計算は「JIS C 8955 (2004) 太陽電池アレイ用支持物設計標準」に基づき行なうことが一般的となっています。太陽電池アレイ架台の強度計算を行う際の想定荷重は、恒久的(長期)に作用する固定荷重(G)と、自然の外力(短期)が作用する風圧荷重(W)、積雪荷重(S)、地震荷重(K)です(下表の荷重条件及び荷重の組み合わせを参照)。本編ではJIS規格の荷重計算について、概要を紹介します。

【適用範囲】

この規格は、下端から上端までの高さが4m以下の太陽電池アレイ(以下、アレイという。)を構築する支持物の設計標準について規定します。

備考 この規格では、次のアレイを除きます。

- a) 屋根葺き材、窓材など建材としての機能を併せもつ太陽電池アレイ
- b) 使用状態が標高1,000mを超える場合
- c) 地上高が60mを超える場所に設置する場合

◇荷重条件及び荷重の組み合わせ

荷重条件		一般の地方	多雪地域
長期	常時	G	G
	積雪時		G+0.7S
短期	積雪時	G+S	G+S
	暴風時	G+W	G+W
	地震時	G+K	G+0.35S+K

※多雪地域とは

- ①垂直積雪量が1m以上の地域
- ②積雪の初終間日数(当該区域中の積雪部分の割合が1/2を超える状態が継続する期間の日数をいう。)の平均値が30日以上

【風圧荷重】

アレイに作用する風圧荷重は、以下の式で算定します。

設計用基準風速は過去の台風の記録に基づく風害の程度とその他の風の性状に応じて、地域ごとに30m/s～46m/sの範囲で決められています。

設計用風圧荷重
 $W=C_w \times q \times A_w$

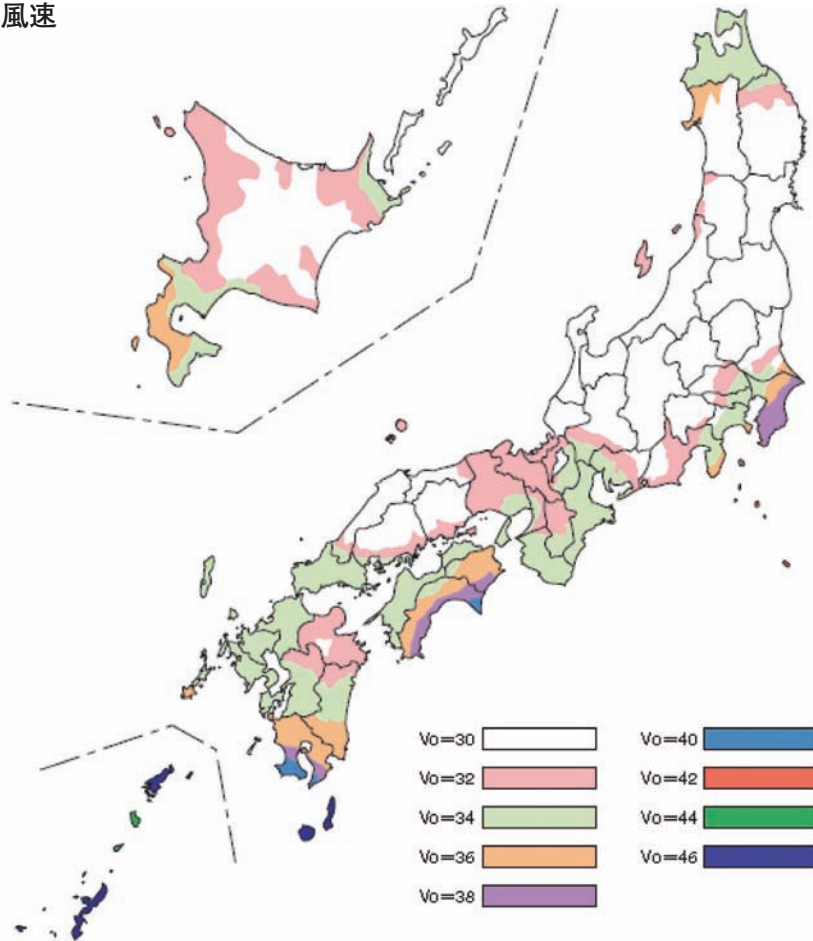
- W : 風圧荷重(N)
- C_w : 風力係数
- q : 設計用速度圧(N/m²)
- A_w : 受風面積(m²)

設計用速度圧

$$q=0.6 \times V_0^2 \times E \times I$$

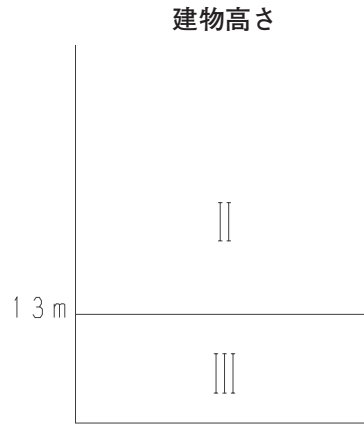
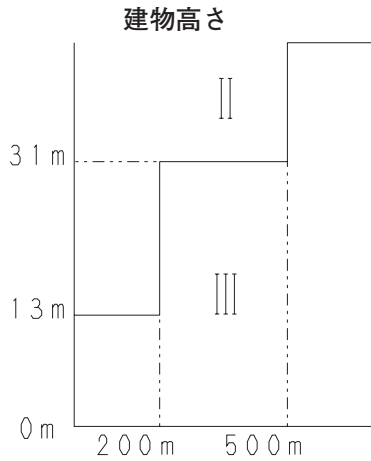
- q : 設計用速度圧(N/m²)
- V_0 : 設計用基準風速(m/s)
- E : 環境係数 風圧荷重を算出するうえにおいて考慮すべき係数で、設置場所の高さ及び建設地点周辺の地形・地物などの状況に応じた係数。(算出式は省略する。)
- I : 用途係数(極めて重要な太陽光発電システム : 1.32、通常の太陽光発電システム : 1.0)

◇地域ごとの基準風速



◇地表面粗区分

I	都市計画区域外にあって、極めて平坦で障害物がないものとして特定行政庁が規則で定める区域
II	都市計画区域外にあって地表面粗度区分 I の区域以外の区域(アレイの地上高が13m以下の場合を除く。)又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分IVの区域以外の区域のうち、海岸線又は湖岸線(対岸までの距離が1500m以上のものに限る。以下同じ。)までの距離が500m以内の区域(ただし、アレイの地上高が13m以下である場合又は当該海岸線若しくは湖岸線からの距離が200mを超え、かつ、アレイの地上高が31m以下である場合を除く。)
III	地表面粗度区分 I、II又はIV以外の区域
IV	都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域



※ I とIVは特定行政庁が指定する。
 ※「海岸線又は湖岸線」は対岸までの距離が1,500 m以上のものとする。

海岸線又は湖岸線からの距離
 都市計画区域内

都市計画区域外

◇太陽電池モジュール面の風力係数

設置形態	風力係数 (Cw)	
	順風 (正圧)	逆風 (負圧)
地上設置 (単独)		
15度 ≤ θ ≤ 45度	$C_w = 0.65 + 0.009 \theta$	$C_w = 0.71 + 0.016 \theta$
屋根置き形		
12度 ≤ θ ≤ 27度	$C_w = 0.95 - 0.017 \theta$	$C_w = -0.1 + 0.077 \theta - 0.0026 \theta^2$
陸屋根形		
0度 ≤ θ < 15度	$C_w = 0.785$	$C_w = 0.95$
15度 ≤ θ ≤ 45度	$C_w = 0.65 + 0.009 \theta$	$C_w = 0.71 + 0.016 \theta$

【積雪荷重】

積雪荷重は各地域で決められた積雪量を基に以下の式で算定します。

$$S = C_s \times P \times Z_s \times A_s$$
$$C_s = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$$

- S : 積雪荷重(N)
- C_s : こう(勾)配係数
- P : 雪の平均単位荷重(N/cm/m²)
- Z_s : 地上垂直積雪量(cm)
- A_s : 積雪面積(アレイ面の水平投影面積) (m²)
- β : 積雪面のこう配(度) ただし、60度を超える場合には0とすることができる。

※雪の平均単位荷重

雪の平均単位荷重(P)は、積雪1cmごとに1m²につき一般の地方では20N以上、多雪地域では30N以上とする。

【地震荷重】

設計用地震荷重は、以下の式で算定します。

$$K = k \times G \dots \dots \dots \text{一般の地方}$$

$$K = k \times (G + 0.35S) \dots \dots \dots \text{多雪地域}$$

- K : 地震荷重(N)
- k : 設計用水平震度
- G : 固定荷重(N)
- S : 積雪荷重(N)

【設計用水平震度】

水平震度は以下の式で算出します。

	架構部分	基礎部分
建物に緊結する方式	$k \geq 1.0 \times Z \times I$	$k \geq 1.0 \times Z \times I$
アレイの転倒、移動などによる危害を防止するための有効な措置がとられている場合(重量基礎を利用して建物据え置く方法も有効とする。)	$k \geq 1.0 \times Z \times I$	$k \geq 0.5 \times Z \times I$

※ただし、用途係数1.5を用いる太陽光システムには適用しない。

- Z : 地震地域係数(1.0~0.7)
- I : 用途係数(極めて重要な太陽光発電システム: 1.5、通常設置する太陽光発電システム: 1.0)