

JIS C 8955(太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法)の改定内容

2018年10月1日

日本大学 理工学部 電気工学科
西川 省吾

内 容

- 1 はじめに
- 2 規定項目
- 3 規定内容
- 4 おわりに

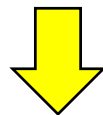
内 容

- 1 はじめに
- 2 規定項目
- 3 規定内容
- 4 おわりに

はじめに

- 太陽電池アレイ用支持物(架台・基礎)の強度検討には、「JIS C 8955 太陽電池アレイ用支持物設計標準」が使用されてきた。
- 制定後、しばらくの間、マイナーチェンジしか行われなかったが、技術の向上、固定価格買取制度などの導入に伴い、システムが以前とは大きく異なってきたことなどを理由に、大幅改訂を実施した。
- 同名規格としては2011年に改訂されたものであるが最終であるが、2017年3月には「JIS C 8955 太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法」と規格名称を変更して改訂された(規格番号は変更なし)
- ただし、現在の電技解釈第46条第2項で引用されているのは、2004年改訂版のものであり、JISの改定に伴い電技解釈も改定のための準備が進んでいる。

- 太陽電池の低コスト化がすすむにつれ、支持物(架台・基礎)の低コスト化が注目され、当初、想定しない条件も増加した。
(例:太陽電池の傾斜角度:30° 中心⇒ 10° 以下など)
- 太陽光発電の普及初期段階から近年まで、国内での導入は個人住宅を中心に建物の屋根・屋上設置がほとんどであった。
- 「建築基準法施行令」の改正(2011年10月1日)により、地上設置形は高さに関係なく建築工作物から除外された。
- 固定価格買取制度によりメガソーラーの建設が盛んになり、ほとんど普及していなかった「地上設置形アレイ」の導入数が、急速に増加した。



- 以上のようなことから、従来の規格が実際の市場に導入される設備とマッチしなくなったため、JISが制定されて以来の初の大幅改訂のための審議が行われた。

内 容

- 1 はじめに
- 2 規定項目**
- 3 規定内容
- 4 おわりに

規定項目

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語及び定義
4. 想定荷重
5. 風圧荷重
6. 積雪荷重
7. 地震荷重

(主な変更点)

- 「7. 設計用地震荷重」を「7. 地震荷重」に変更した。
- 「8. 材料およびその許容応力度」, 「9. 部材の接合」および「10. 防食」を削除した。

内 容

- 1 はじめに
- 2 規定項目
- 3 規定内容**
- 4 おわりに

1. 適用範囲

この規格は、地上または建築物等に設置する太陽電池アレイ(以下、アレイという。)を構築する**支持物の許容応力度設計のための荷重の算出方法について規定**する。ただし、

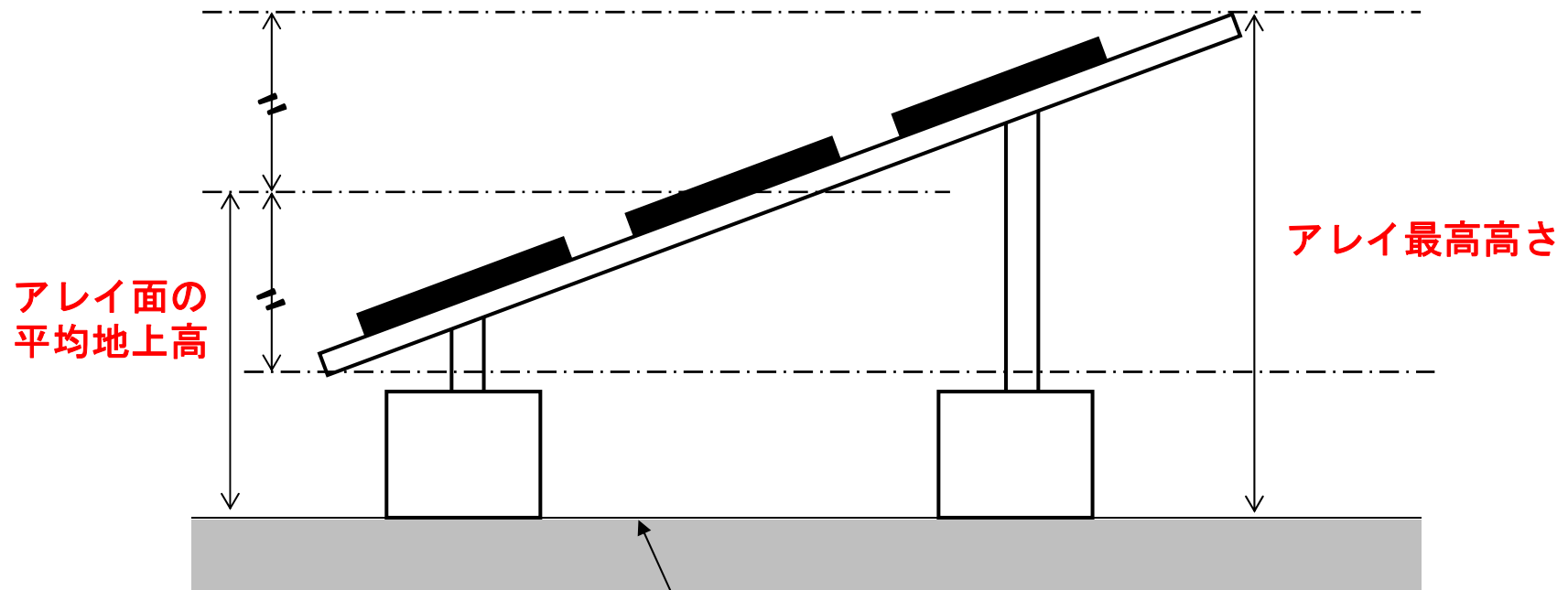
なお、この規格では、次のものへの適用を除外する。

- a) **設置面からのアレイの最高高さが9mを超えるアレイ**
- b) 屋根ふ(葺)き材, 壁材, 窓材など建材としての機能を併せ持つアレイ
- c) 地上高が60mを超える場所に設置するアレイ

(主な変更・注意点)

- ・ 本JISでは、「荷重の算出方法」に限定して規定した。
- ・ 算出する荷重は「許容応力度設計」のためであることを明記した。
- ・ 適用除外となる最高高さを4mから9mに変更した。(根拠は建築基準法施行令第67条, 平成19年国土交通省告示第593号第一号を参照)
- ・ 適用除外となる標高1,000mを削除した。
- ・ 本JISの適用範囲から外れるアレイについては、建築基準法など既存の関連法規制に基づき安全に設計することを「解説」に明記した。

アレイ高さの定義



アレイ面の
平均地上高

アレイ最高高さ

アレイ設置面

地上設置の場合は地面

屋根・屋上設置の場合は屋根面・屋上面

4. 想定荷重

4.2 荷重条件及び組合せ

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

夏季に強風が発生する地域

冬季に強風が発生する地域

ただし、G:自重, S:積雪荷重, W:風圧荷重, K:地震荷重

なお、多雪区域とは、次の条件のいずれかとする。

- 箇条6のc)による垂直積雪量が1m以上の区域
- 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日以上の区域

5. 風圧荷重

5.1 設計用風圧荷重

アレイに作用する風圧荷重 (W_a) 及び支持物構成材に作用する風圧荷重 (W_b) に作用する風圧荷重の両方を考慮する。アレイの風圧荷重はモジュールの面に垂直に作用し、支持物構成材の風圧荷重は水平に作用する。

$$\left. \begin{aligned} W_a &= C_a \times q_P \times A_a \\ W_b &= C_b \times q_P \times A_b \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

ここに, W_a, W_b : アレイ, 支持物構成材に作用する風圧荷重 (N)

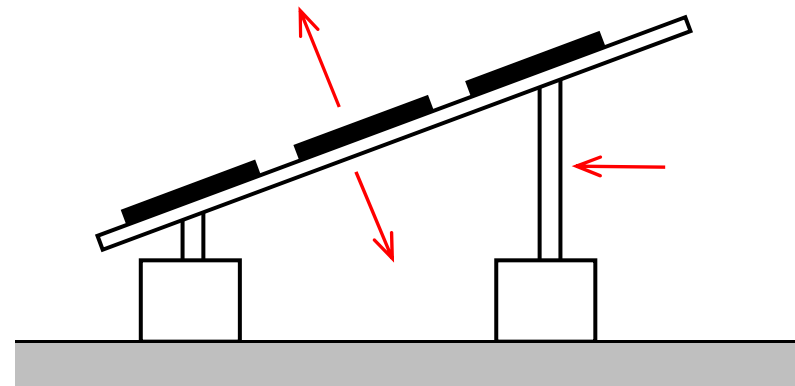
C_a, C_b : アレイ面, 支持物構成材の風力係数

q_P : 設計用速度圧 ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$)

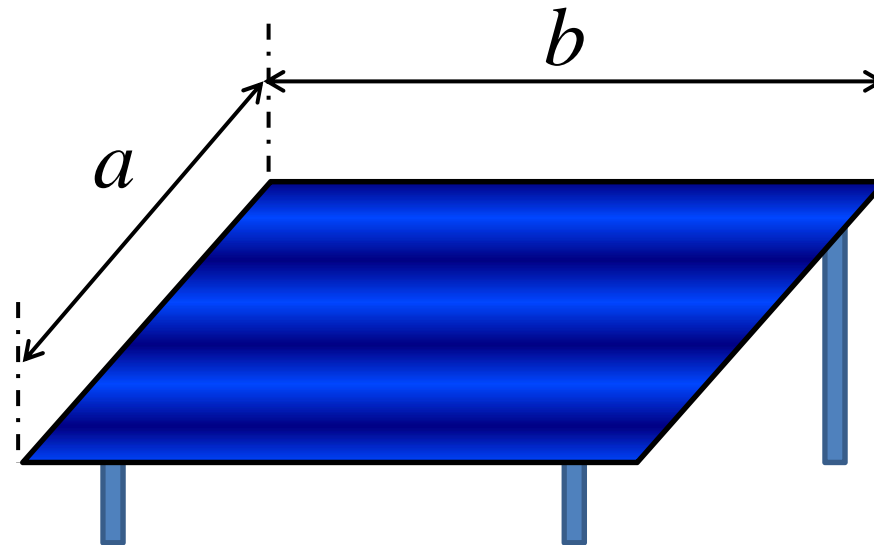
A_a, A_b : アレイ面の受風面積, 支持物構成材の鉛直投影面積 (m^2)

(主な変更点)

- モジュール面と支持物構成材の計算式を分離した。



アレイ受風面積 A_a の定義



$$A_a = a \times b$$

5. 風圧荷重

5.2 設計用速度圧

設計用速度圧は、式(2)によって算定する。

$$q_P = 0.6 \times V_0^2 \times E \times I_W \quad \dots \quad (2)$$

ここに、 V_0 : 設計用基準風速 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

E : 環境係数

I_W : 用途係数

5. 風圧荷重

a) 設計用基準風速

建設地点の地方における過去の台風に基づく風害の程度その他の風の性状に応じて、30~46m/sの範囲内において定めた表2に示す風速を用いる。

表2 設計用基準風速(抜粋)

番号	適用地域	基準風速 (m/s)
(1)	(2)から(9)までに掲げる地域以外の地方	30
(2)	北海道のうち 札幌市 小樽市 網走市 (以下, 省略)	32

※注意事項

表中の地名は、「建設省告示第1454号(平成12年5月31日)」によるもの。
地域名および範囲は、市町村合併により変更があるため、その都度確認が必要。

5. 風圧荷重

b) 環境係数

環境係数は、式(3)によって算定する。

$$E = E_r^2 \times G_f \quad \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \quad (3)$$

ここに、 E : 環境係数

E_r : 式(4)または式(5)によって算出する平均風速の高さ方向の分布を表す係数

G_f : 表3に示すガスト影響係数 (※突風の影響を示すもの)

(H が Z_b 以下の場合)

$$E_r = 1.7 \left(\frac{Z_b}{Z_G} \right)^\alpha \quad \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \quad (4)$$

(H が Z_b を超える場合)

$$E_r = 1.7 \left(\frac{H}{Z_G} \right)^\alpha \quad \Lambda \Lambda \Lambda \Lambda \quad (5)$$

ここに、 Z_b, Z_G, α : 地表面粗度区分に応じて表4に掲げる数値

H : アレイ面の平均地上高(m)

5. 風圧荷重

表3 ガスト影響係数

アレイ面の平均地上高H m 地表面粗度区分	(1)	(2)	(3)
	10以下の場合	10を超え40未満 の場合	40以上の場合
I	2.0	(1)と(3)に掲げる 数値を直線的に 補間した数値	1.8
II	2.2		2.0
III	2.5		2.1
IV	3.1		2.3

5. 風圧荷重

表4 Z_b, Z_G及びα

地表面粗度区分		Z _b m	Z _G m	α
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	5	250	0.10
II	都市計画区域外にあっては地表面粗度区分 I の区域外の区域又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分IVの区域外区域のうち、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 (変更内容) 従来の内容では、高さが13m以下のものが除外となり、本JISの適用範囲である高さ9m以下と違いが生じるため、整合性の取れない文章は削除した。	5	350	0.15
III	地表面粗度区分 I, II 又はIV以外の区域	5	450	0.20
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。	10	550	0.27

5. 風圧荷重

c) 用途係数 用途係数は、表5による。

表5 用途係数 (I_w)

太陽光発電システムの用途	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
注記 通常の太陽光発電システムの風速の設計用再現期間を50年とし、これが用途係数の1.0に相当する。	

解説表3 設計用再現期間の目安と換算係数

太陽光発電システムの用途	設計用再現期間	換算係数R
極めて重要な太陽光発電システム	200年	1.15
通常の太陽光発電システム	50年	1.0

(変更内容)

- ・ 風による速度圧は風速の二乗に比例するため、換算係数の二乗を用途係数とした。
- ・ 短期間といえども、安全確保の観点から通常のシステムと同じにすべきとの判断で「短期間設置の場合」を削除した。

5. 風圧荷重

5.3 風力係数

5.3.1 モジュール面の風力係数

風力係数は、**風洞実験によって定める**。ただし、表6に示す設置形態の場合は、次によって算出してもよい。

(変更内容)

1. 風力係数の計算式の改訂

- ・ 新たに行った風洞実験結果に基づき見直した。
- ・ 適用可能な傾斜角度の範囲も拡大した。
- ・ 表6(図の「適用」部分)を改訂

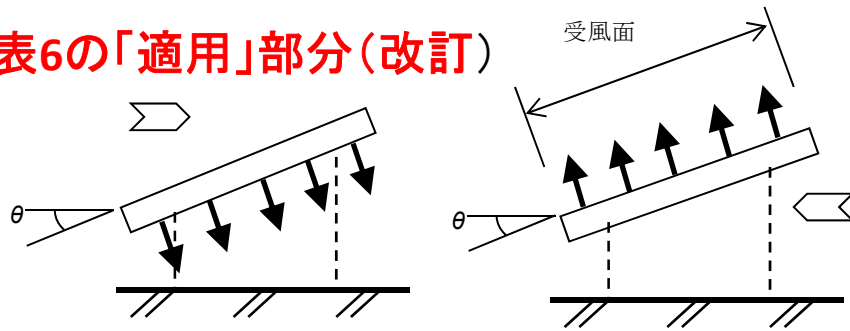
2. 以下の図表を削除(ラチス構造の支持物の事例はほとんど無い)

- ・ 図1 骨組みの断面形状
- ・ 表7 ラチス構造物の風力係数

風力係数① 地上設置・こう配屋根設置

設置形態	風力係数の近似式	太陽電池傾斜角度
地上設置(順風:正圧)	$C_a = 0.35 + 0.055\theta - 0.0005\theta^2$	$5^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$
地上設置(逆風:負圧)	$C_a = 0.85 + 0.048\theta - 0.0005\theta^2$	$5^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$
勾配屋根設置(順風:正圧)	$C_a = 1.14$	$10^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$
勾配屋根設置(逆風:負圧)	$C_a = 1.5 - 0.015\theta$	$10^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$

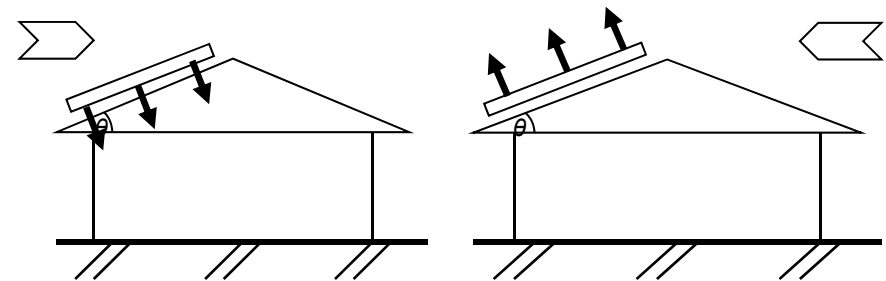
表6の「適用」部分(改訂)



地上設置(順風)

地上設置(逆風)

(備考) 中央部アレイは、近似式の0.6倍でもOK



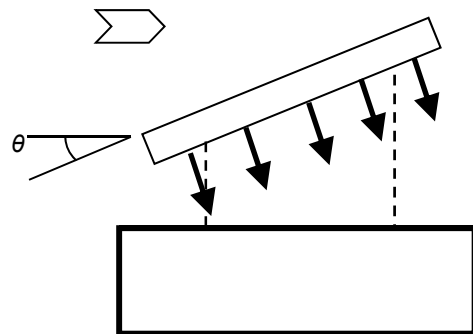
勾配屋根(順風)

勾配屋根(逆風)

(備考) 屋根周辺部に設置する場合は適用外(屋根周辺部とは、軒、けらば、及び棟から30cmの範囲)

風力係数② 陸屋根設置1/2

設置形態	風力係数の近似式	太陽電池傾斜角度
陸屋根設置 (順風: 正圧, 端部アレイ)	$C_a = 0.75$	$\theta \leq 10^\circ$
	$C_a = 0.49 + 0.026\theta$	$10^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$
	$C_a = 1.8$	$50^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$
陸屋根設置 (順風: 正圧, 中央部アレイ)	$C_a = 0.6$	$\theta \leq 10^\circ$
	$C_a = 0.4 + 0.02\theta$	$10^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$
	$C_a = 1.0$	$30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$



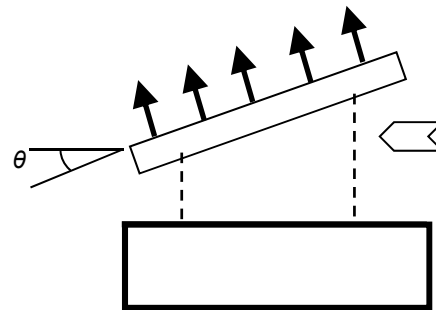
陸屋根設置(順風)

(備考)

屋根周辺部に設置する場合は適用外(屋根周辺部とは、屋根端部から、それぞれ辺長の10%の範囲。ただし、辺長の10%が2mを超える場合は2mとする)

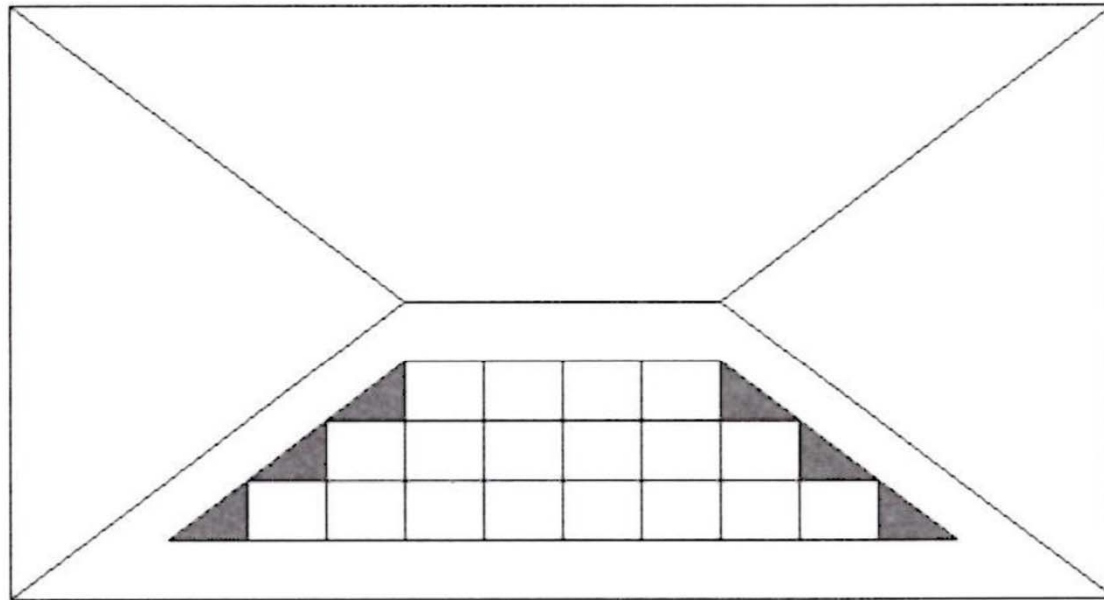
風力係数③ 陸屋根設置2/2

設置形態	風力係数の近似式	太陽電池傾斜角度
陸屋根設置 (逆風: 負圧, 端部アレイ)	$C_a = 0.6$	$\theta \leq 10^\circ$
	$C_a = 0.04 + 0.056\theta$	$10^\circ \leq \theta \leq 35^\circ$
	$C_a = 2.0$	$35^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$
陸屋根設置 (逆風: 負圧, 中央部アレイ)	$C_a = 0.6$	$\theta \leq 10^\circ$
	$C_a = 0.4 + 0.02\theta$	$10^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$
	$C_a = 1.0$	$30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$



陸屋根設置(逆風)

図1 寄棟屋根の端部モジュール



■ : 端部モジュール

図2 地上設置形アレイの端部アレイ及び中央部アレイ(1/2)

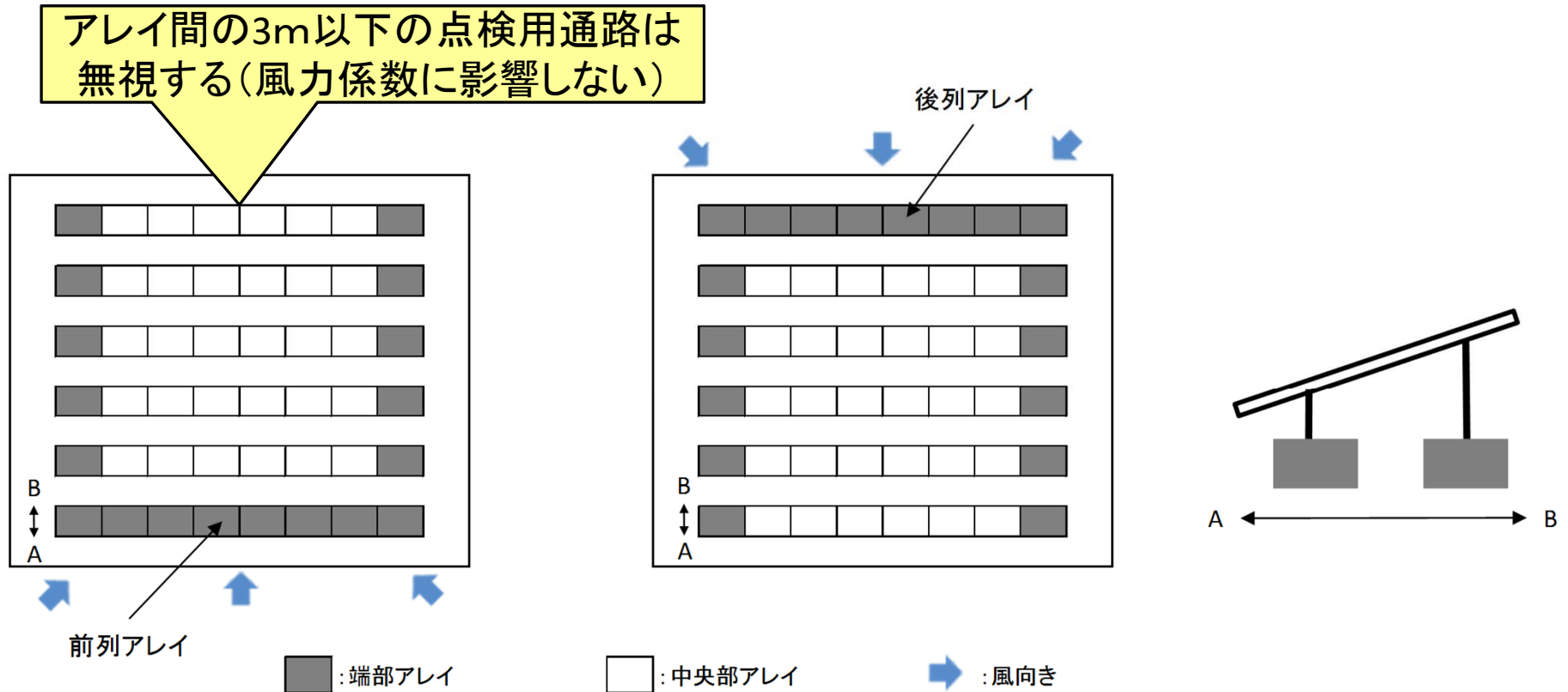


図2 地上設置形アレイの端部アレイ及び中央部アレイ(2/2)

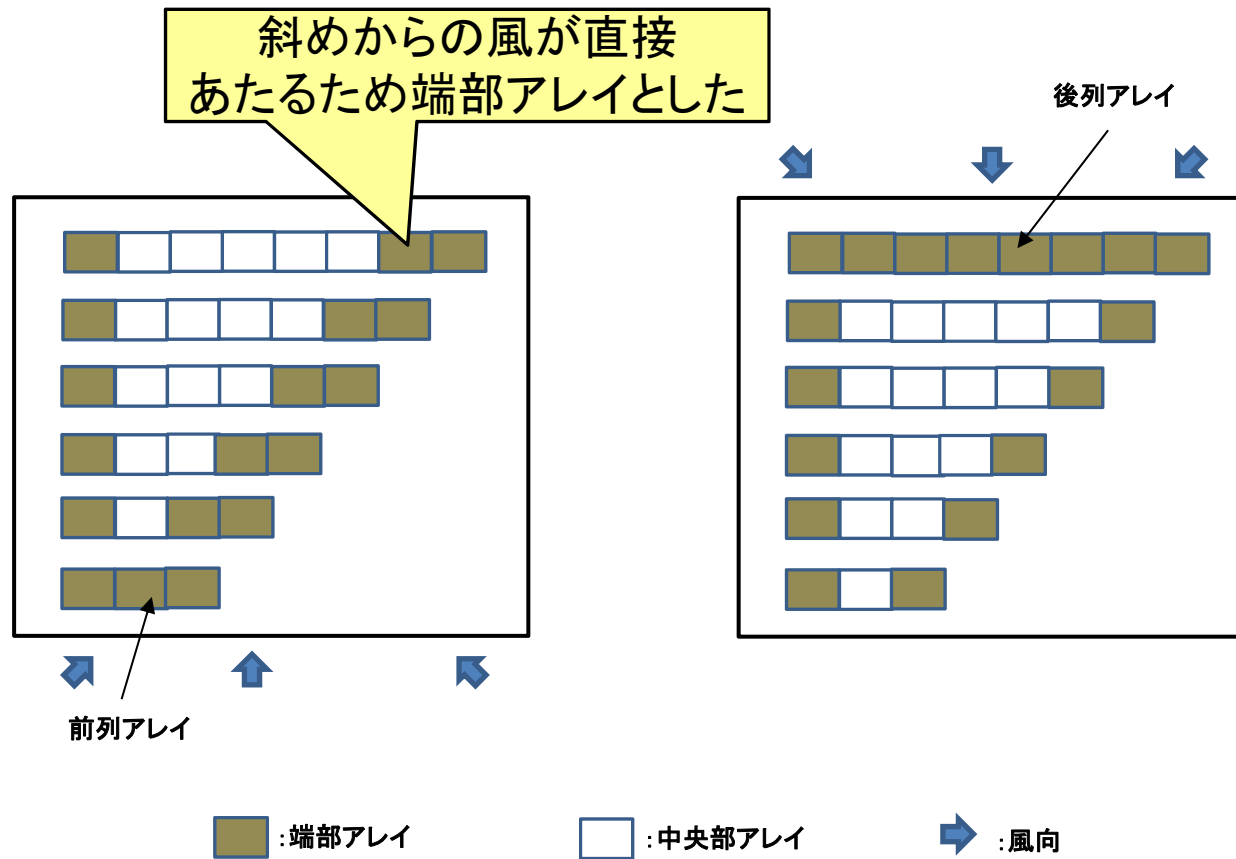


表7
単体部材の風力係数

断面形状		風力係数	断面形状		風力係数
→ 	円形断面	1.20 ⁽¹⁾ (0.75)	→ 	T形断面 辺長比約 1 : 2	1.80
→ 	四角断面 風向に正体	2.00	→ 	T形断面 辺長比約 1 : 2	2.00
→ 	四角断面 風向に 45° 傾斜	1.50	→ 	T形断面 辺長比約 1 : 2	1.50
→ 	四角断面 r 付 $r/d=0.2$ 以上	1.20	→ 	H形断面 辺長比約 1 : 2	2.20
→ 	六角八角断面	1.40	→ 	H形断面 辺長比約 1 : 2	1.90
→ 	三角形断面	1.30	→ 	溝形断面 辺長比約 1 : 2	2.10
→ 	三角形断面	2.00	→ 	溝形断面 辺長比約 1 : 2	1.80
→ 	等辺山形鋼	2.00	→ 	溝形断面 辺長比約 1 : 2	1.40
→ 	等辺山形鋼	1.80	→ 	十字断面	1.80
→ 	不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	1.60	→ 	半円形	2.30
→ 	不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	1.70	→ 	半円形	1.20
→ 	不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	2.00	→ 	平鋼 縦に長いもの	2.00
→ 	不等辺山形鋼 辺長比 1 : 2	1.90	→ 	平鋼(プレート) 四角に近いもの (三次元流)	1.20

6. 積雪荷重①

設計用積雪荷重は、式(23)によって算出する。

$$S = C_S \times P \times Z_S \times A_S \times 100 \quad \Lambda \quad (23)$$

ここに、

S_P : 積雪荷重[N]

C_S : 勾配係数

P : 雪の平均単位質量(積雪1cm当たり $N \cdot m^2$)

Z_S : 地上垂直積雪量[m]

A_S : 積雪面積(アレイ面の水平投影面積)[m^2]

- a) 勾配係数 **勾配係数 C_S は1.0とする。**ただし、アレイ面の積雪の滑落を確実に保証できる場合には、式(24)又は式(25)により算出することができる。なお、屋根面における積雪量が不均等になるおそれのある場合は、その影響を考慮して積雪荷重を計算しなければならない。

$$C_S = \sqrt{\cos(1.5\theta)} \quad (24)$$

ここに θ : アレイ面の傾斜角度(度)

ただし、 $0^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$

$$C_S = 0 \quad (25)$$

ただし、 $\theta > 60^\circ$

6. 積雪荷重②

b) 雪の平均単位荷重

式(14)において、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、多雪区域では30N以上とする。

c) 地上垂直積雪量

アレイ面の設計用積雪量は地上における垂直積雪量(Z_s)とし、式(26)によって計算した積雪量に当該区域における局所的地形要因による影響を考慮する。ただし、当該区域又はその近傍の区域の気象観測地点における、地上積雪深の観測資料に基づき、統計処理などの手法によって、当該区域における50年再現期待値を求めることができる場合には、これによることができる。

$$Z_s = \alpha \times l_s + \beta \times r_s + \gamma \quad \Lambda \quad \Lambda \quad \Lambda \quad \Lambda \quad \Lambda \quad \Lambda \quad (26)$$

ここに、 l_s : 区域の標準的な標高(m)

r_s : 区域の標準的な海岸(区域に応じて表8のRの欄に掲げる半径(km)の円の面積に対する当該円内の海その他これに類するものの面積の割合)

α , β , γ : 区域に応じて表8の当該各欄に掲げる数値

7. 地震荷重①

7.1 設計用地震荷重

設計用地震荷重は、一般の地方では式(27)、多雪区域では式(28)によって算出する。

一般の地方 $K_p = k_p \times G \quad \Lambda \quad (27)$

多雪区域 $K_p = k_p \times (G + 0.35S) \quad \Lambda \quad (28)$

ここに、 K_p : 設計用地震荷重[N]

k_p : 設計用水平震度

G : 固定荷重[N]

S : 積雪荷重[N]

7. 地震荷重②

7.2 設計用水平震度

地上設置の場合についても規定した。

モジュールと支持物で構成される架構部分及び基礎部分

$$k_P = k_H \times Z \times I_K \quad \Lambda \quad (29)$$

建築物等に設置する太陽電池アレイの場合

$$k_P = k_H \times Z \quad \Lambda \quad (30)$$

ここに、 k_H : 各部に生じる水平震度 (表9参照)

Z : 地震地域係数

I_K : 用途係数

なお、建築物等に設置する太陽電池アレイが緊結される建築物の構造上主要な部分が、太陽電池アレイから伝達される力に対して安全上支障のないことを確認する。

表9 各部に生じる設計用水平震度(新規)

	地上設置	建築物等設置		
		耐震クラスS	耐震クラスA	耐震クラスB
架構部分	0.3以上	2.0以上	1.5以上	1.0以上
基礎部分	0.3以上	2.0以上	1.5以上	1.0以上
水平力に対して有効に土が抵抗できる土中にある基礎部分	0.1以上	—	—	—
注記 耐震クラスの設定は、太陽光発電設備の地震時、あるいは地震後の用途を考慮して、建築主あるいは設計者が設定する。				

(注) 「建築物等設置」については、「建築設備耐震設計・施工指針2014年版」で提案される「設備機器」の「上層階、屋上および塔屋」に該当する数値。

a) 地域地震係数

地震地域係数を表10として追加した。建設省告示1793号第1に基づく。

改定後規格の課題例(1/2)

1. 平地以外に設置された太陽電池アレイ面の風力係数

改定後規格の風力係数の計算式では、正確な値を求めることが困難である。



改定後規格の課題例(2/2)

2. 地面上の積雪とアレイ面の積雪が一体化した場合の積雪荷重

写真のような状況になると、規格の計算式では求められない荷重がアレイに加わる上、荷重自体が大きい。



内 容

- 1 はじめに
- 2 規定項目
- 3 規定内容
- 4 おわりに

おわりに

- 改定後の規格通りに設計することにより、改定前の規格よりも信頼性の高い支持物を構築することが可能である。
- 信頼性の高い支持物を構築するためには、適切な規格の制定だけでは不十分である。真摯に設計し、施工することで初めて構築可能である。

ご静聴ありがとうございました