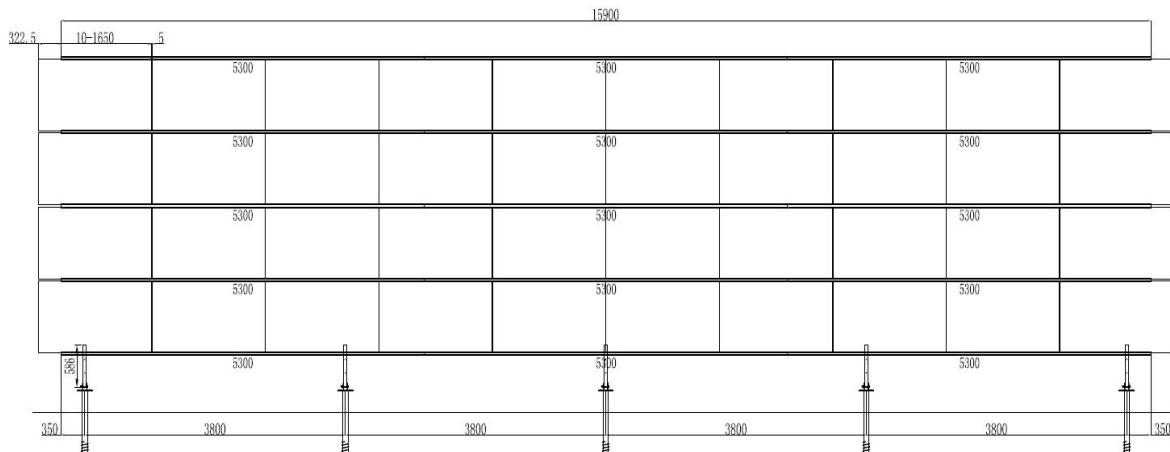
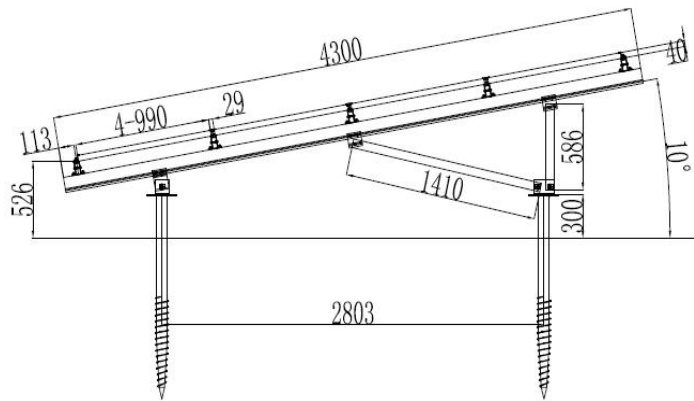


アルミニウム野立て架台強度計算書

一、システムデータ

1. 案件名: SF-SF-JP01-20160425
2. パネルサイズ: 1650* 990* 40 mm
3. パネル段数: 4
4. 傾斜角度: 10°
5. パネル重量: 20 Kg
6. 1枚あたりの出力: 250 w
7. 風速: 34 m/s
8. 積雪高度: 35 cm
9. 地面粗度類別: 3
10. パネル最低地上高: 526 mm
11. スパン: 3800 mm

システムイメージ図:





二、架台設計基準と検討項目

Solarfirstの架台はJIS C8955に則って構造計算を行っております。本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。荷重条件と荷重の組み合わせにより、以下の項目を検討する。

荷重条件		区分	
		一般の地方	多雪地域
長期	常時	G	G
	積雪時		G+0.75S
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	

三、荷重計算

架台全体に掛かる荷重を算出する。

1. 固定荷重（G）

パネル重量:	$G_m = 20 \times 9.8 / 1.65 = 118.79$	N/m
レール重量:	$G_r = 1.302 \times 9.8 = 12.76$	N/m
大梁重量:	$G_p = 1.6 \times 9.8 = 15.68$	N/m

以上より、ワンのスパン内

レールの固定荷重:

$$G_1 = G_m \times 4 \times 3.8 + G_r \times 3.8 \times 5 = 2048.01 \text{ N}$$

大梁の固定荷重:

$$G_2 = G_1 + G_p \times 4.3 = 2115.4 \text{ N}$$

2. 風圧荷重（W）

計算式: $W_p = C_w \times Q_p \times A_w$

① C_w —風力係数

順風時, $C_w = 0.65 + 0.009 \times 10^\circ$	= 0.74
逆風時, $C_w = 0.71 + 0.016 \times 10^\circ$	= 0.87

② Q_p —設計用速度圧 (N/m²)

公式: $Q_p = 0.6 \times V_o^2 \times E \times I$

ここに、 V_o —基準風速: 34 m/s

I —用途係数: 1.0

E —環境係数: $E = E_r \times G_f$

E_r —高さ方向の分布係数: $E_r = 1.7 \times (Z_b/Z_g)^a$

G_f —ガスト影響係数: 2.5

(下表のガスト影響係数及び地面粗度類別の組み合わせを参照)

算出: $Q_p = 0.6 \times V^2 \times E_r \times G_f \times I = 828 \text{ N/m}^2$

表1—ガスト影響係数

地表面粗度区分	アレイ面の平均地上高H (m)		
	(1)	(2)	(3)
	10以下	10を超え40未満の場合	40以上
I	2.0	(1) 及び (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

表2-地面粗度類別

地面粗度類別		Zb (m)	ZG (m)	a
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定で定める区域	5	250	0.10
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（建築物の高さが13m以下の場合を除く。）また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、海岸線または湖岸線（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以内の地域。（ただし、建築物の高さが13m以下である場合または当該海岸線もしくは湖岸線からの距離が200mを超え、かつ、建築物の高さが31m以下である場合を除く。）	5	350	0.15
III	地表面粗度区分 I、IIまたはIV以外の区域	5	450	0.2
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			

※注記 出典：建設省告示第 1454 号（平成 12 年 5 月 31 日）

③ Aw—受風面積 (m²)

$$Aw = (0.99 * 4 + 0.036 * 5) * 3.8 = 15.73 \text{ m}^2$$

よって、順風力（正圧）及び逆風力（負圧）は、

順風力（正圧） $W_a = C_{wa} * Q_p * A_w$
 $= 0.74 * 828 * 15.73 = 9.64 \text{ KN}$

逆風力（負圧） $W_f = C_{wb} * Q_p * A_w$
 $= 0.87 * 828 * 15.73 = 11.34 \text{ KN}$

3. 積雪荷重 (S)

計算式： $S_k = C_s * P * Z_s * A_s$

① Cs—勾配係数

$$C_s = \sqrt{\cos(1.5\beta)} = 0.982815255$$

β：積雪面の勾配、ただし、60度を超える場合には0とすることができる。

② P—雪の平均単位荷重（積雪 1 cm 当たり N/m²）

一般の地方では 20N 以上、多雪区域では 30N 以上とする。

③ Zs—地上垂直積雪量 (m)

地面に垂直した積雪量、ここでは： 35 cm

④ As—積雪面積、（アレイ面の水平投影面積） (m²)

$$A_s = (0.99 * 4 + 0.036 * 5) * 3.8 * \cos(10^\circ) = 15.49 \text{ m}^2$$

（ $S_k = C_s * P * Z_s * A_s$ ）による算出結果：

$$S_k = 0.98 * 20 * 35 * 15.49 = 10658.7267 \text{ N}$$

4. 地震荷重 (K)

計算式： 一般の地方： $K = k_p * G$

多雪区域： $K = k_p * (G + 0.35S)$

① K—地震荷重 (N)

② k_p —設計用水平震度（下表の設計用水平震度計算式を参照）

③ G—固定荷重 (N)

④ S—積雪荷重 (N)

表3-設計用水平震度の計算式

	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)

設計場所は一般区域で、(K=kp*G) による算出結果 :

レールの地震荷重

K1= 2048 N

大梁の地震荷重

K2= 2115 N

四、強度検査

1. レール強度検査

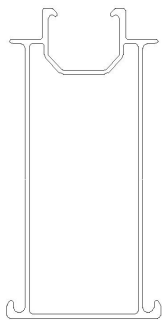
① 材料特性

材質 : AL6005-T5

安全係数 : 1.5

引抜き強度 $\sigma_s=215\text{MPa}$

断面係数 : $W_x= 11995 \text{ mm}^3$



断面係数表			
A	482.087	Ip	763479.8395
Ix	614460.1734	iy	149019.666
ix	35.7013	iy	17.5816
Wx(上)	11995.2142	Wy(左)	5666.147
Wx(下)	12597.9655	Wy(右)	5666.147
面積モーメント -X軸周り	7840.4444	面積モーメント -Y軸周り	4028.951
左端から 図心までの距離	26.3	右端から 図心までの距離	26.3
上端から 図心までの距離	51.2254	下端から 図心までの距離	48.7746
主軸I1	614460.173	主軸1方向	(1.000, 0.000)
主軸I2	149019.666	主軸2方向	(0.000, 1.000)

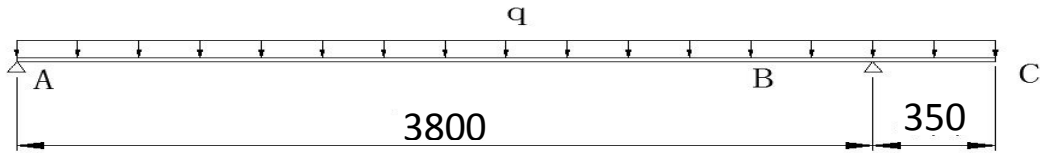
② 強度計算

ワンのスパン内、レール長さ l =	3800 mm
レール固定負荷 G =	2048 N
順風時風負荷 W _順 =	9644 N
逆風時風負荷 W _逆 =	11338 N
積雪負荷 SK =	10659 N

仕組みにより、

平時 G1 =	2048 N
長期積雪時 G2 =	10042 N
短期積雪時 G3 =	12707 N
暴風時、順風 G4 =	11692 N
暴風時、逆風 G5 =	9290 N
暴風雪、順風 G6 =	15423 N
暴風雪、逆風 G7 =	5560 N
地震 G8 =	7826.570653 N

最大荷重での最大曲げモーメント M [N*cm] を算出する。



l _{ab} =	3800 mm	l _{bc} =	350 mm
q = G _{max} /5/l	= 0.81 N/mm		
BC段曲げモーメント M _b = 1/2 * q * l _{bc} ²	= 49718.07166 N*mm		
AB段最大曲げモーメント M _{max} = q * l _{ab} ² / 8 * (1 - a ² / l _{ab} ²) ²	= 1440407.54 N*mm		
最大正応力 σ =	120.08 N/mm ²	=	120.08 MPa
許容最大応力 σ _s = 240MPa			
	120.08 < 240 強度ok		

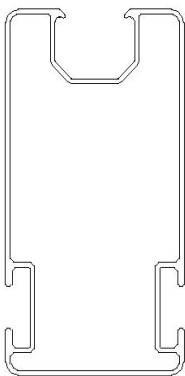
2. 梁強度検査

① 材料特性

材質: AL6005-T5
1.5

引抜強度: σ_s = 240MPa

断面係数: W_x = 15217 mm³



断面係数表			
A	589.8932	I _p	1110164.487
I _x	822861.7601	i _y	287302.7266
i _x	37.3488	i _y	22.069
W _x (上)	15217.5119	W _y (左)	10447.3719
W _x (下)	16157.7812	W _y (右)	10447.3719
面積モーメント-X軸周り	10004.2629	面積モーメント-Y軸周り	6138.6744
左端から図心までの距離	27.5000	右端から図心までの距離	27.5000
上端から図心までの距離	54.0733	下端から図心までの距離	50.9267
主軸I1	822861.76	主軸1方向	(1.000, 0.001)
主軸I2	287302.727	主軸2方向	(0.000, 1.000)

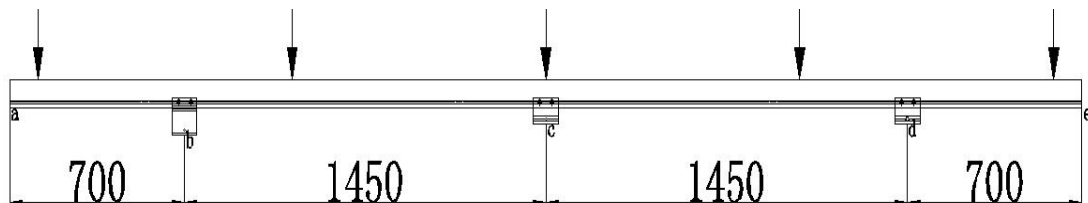
② 強度計算

ワンのレール内、梁長さL=	4300 mm
レール固定荷重G主G主=	2115 N
順風時風圧荷重Wa=	9644 N
逆風時風圧荷重Wf=	11338 N
積雪荷重Sk=	10659 N

仕組により、

常時	G1=	2115 N
長期積雪時、	G2=	10109 N
短期積雪時、	G3=	12774 N
暴風時、	順風G4=	11760 N
暴風時、	逆風G5=	9223 N
暴風雪時、	順風G6=	7961 N
暴風雪時、	逆風G7=	5492 N
地震時、	G8=	7961 N

最大荷重での最大曲げモーメントM[N*cm]を算出する。



lab=	700 mm	lbc=	1450 mm
q=Gmax/l=	2.97 N/mm		
AB段曲げモーメント Mb=l/2*q*lab^2=	727829.98 N*mm		
BC段最大曲げモーメント Mmax=q*lbc^2/8=	780746.191 N*mm		

最大正応力 $\sigma = 51.31 \text{ N/mm}^2 = 51.31 \text{ MPa}$

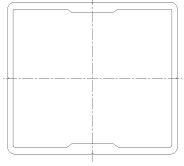
許容最大正応力 $\sigma_s = 240 \text{ MPa}$

$51.31 < 240$ 強度ok

3. 後柱の安定性

① 材料特性

材質:	AL6005-T5	引抜強度:	$\sigma_s = 240 \text{ MPa}$
安定係数:	3	弾力極度:	$\sigma_p = 175 \text{ MPa}$
安全係数:	1.5	弾力率:	G=70GPa
最小回転半径: imin:	20.3mm	レール長さ:	586 mm



断面係数表			
A	490.8552	Ip	435866.4475
Ix	204085.1506	iy	231781.2969
ix	20.3906	iy	21.7301
Wx(上)	8163.406	Wy(左)	7724.705
Wx(下)	8163.406	Wy(右)	7727.3819
面積モーメント-X軸周り	4685.7775	面積モーメント-Y軸周り	4703.3049
左端から図心までの距離	30.0052	右端から図心までの距離	29.9948
上端から図心までの距離	25.0000	下端から図心までの距離	25.0000
主軸I1	204085.151	主軸1方向	(1.000, 0.000)
主軸I2	231781.297	主軸2方向	(0.000, 1.000)

以上より、断面面積： 490 mm² 係数：1.
 柔軟度 $\lambda = \mu * L / i_{min}$ 28.87
 材料弾力性極限 $\sigma_p = 175 \text{MPa}$

$$\sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}} = \sqrt{\frac{3.14^2 \times 70000}{175}} = 62.8 > \lambda > 60$$

$$\sigma_{cr} \approx \sigma_s = 240.00 \text{ Mpa}$$

$\sigma_{st} = \sigma_{cr} / n_{st} = 80.00 \text{ MPa}$
 後柱の最大荷重 $G = 6396.899606 \text{ N}$

$$\sigma = \frac{G_{后}}{A} = 13.05 \text{ Mpa} < 80.00 \text{ 強度ok}$$