

架台設計支援計算ツール  
操作説明書

平成23年10月

## 目 次

1. ツールの概要 .....	1
2. 使用方法 .....	1
2.1 MENUシート .....	1
2.2 計算諸元シート .....	2
2.3 鋼材一覧シート .....	3
2.4 全データ比較シート .....	3
2.5 架台形状別計算シート .....	4
3. 架台構造 .....	7

### 【著作権・免責事項等について】

- ・本ツールの著作権は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）に帰属します。
- ・本ツールは架台設計時の概要計算（形状・部材選定等）を目的に作成しております。厳密な荷重・強度計算等が必要な場合は、別途検討してください。
- ・本ツールは無料でご利用いただけます。ただし、利用により発生した損害につきましては、補償致しかねますので、ご注意の上ご利用ください。

## 1. ツールの概要

本ツールは、大規模太陽光発電所での地上設置型架台について、電気設備技術基準（以下、「電技」）第 50 条 2 に定められている『太陽電池モジュールの支持物は日本工業規格 JIS C8955(2004)「太陽電池アレイ用支持物設計標準」に示す強度を有するものであること』の記載のとおり、「JIS C8955 (2004)」\*（以下 JIS）に従った強度計算を行うものである。

ただし、JIS では架台を構成する部材に関しても風圧荷重を求めることとしているが、主要部材の大半がパネル面と同一の水平投影面に入ることと、パネルに加わる荷重に比べて極端に小さいことから、本ツールでは部材に加わる風圧荷重の計算を省略している。そのため、本ツールは概要設計時の架台形状・部材選定等を行う場合の参考として用い、厳密な強度計算を必要とする場合は、別途詳細な計算を行なっていただきたい。

また、JIS には座屈に関する記述はないが、部材に圧縮荷重が加わる場合、座屈は検討すべき事項である。そこで、本ツールでは、建築基準法に基づく告示「平成 13 年 6 月 12 日国土交通省告示第 1024 号」に従い、座屈強度計算も行うこととした。

なお、JIS は太陽電池アレイについて下端から上端までの高さが 4m 以内のものに適用するとの記述があるが、電技には高さに関する規定が無く、現在国レベルで法改正等について検討中である。  
※「JIS C8955(2004)」については、平成 23 年 2 月 21 日に改正され「JIS C8955 (2011)」となったが、設計手法の変更はない。

## 2. 使用方法

ツールは「MENU」、「計算諸元」、「鋼材一覧」、「全データ比較」、「架台形状別計算（12 タイプ）」の 5 種類のシートおよびデータ入力時参考シート 2 種類で構成されており、計算に必要なデータを入力することで架台強度計算を行う。

### 2.1 MENU シート

ツールを開くと、まず「MENU」シート（図 1）が表示される。このシートには「基本データ作成」、「架台選択と全データ比較」、「上書き保存・終了」の 3 種類のボタンが配置されている。

「基本データ作成」ボタンを押下すると、架台設計時に使用する基本データを入力する「計算諸元」シートに移動する。

「架台選択と全データ比較」ボタンを押下すると本ツールで計算可能な架台形状が一覧できる「全データ比較」シートに移動する。



図 1 「MENU」シート

## 2.2 計算諸元シート

「計算諸元」シート（図2）では、PVパネルのサイズ、重量および設計用基準風速等の基本的な計算諸元を入力する。これらのデータは、「架台形状別計算」シートでの計算に使用される。

入力するデータ項目は以下の通り。なお、データは黄色セルに入力する。各係数等の詳細については、JISを参照いただきたい。

### (1) PVパネル一覧

ここでは、パネル種別（メーカー名等）、サイズ（幅、高さ、厚さ）、重量、1枚あたりの出力を入力する。

### (2) 設計用基準風速

JISに定められている設計用風速一覧表から当該地域の風速を入力する（【参考】設計基準風速シート参照）。

### (3) 地震地域係数

地震地域係数は「国土交通省告示1793号」に示されており、その数値を入力する（【参考】地震地域係数シート参照）。

### (4) 地上垂直積雪量

各都道府県等で「建築基準法施行細則」としてホームページ等で公開している垂直積雪量を入力する。

### (5) 雪の平均単位荷重

一般地域では20[N]、多雪地域では30[N]とする。

### (6) 荷重条件

当該地域が多雪地域に該当する場合は、チェックボックスに入力する。

### (7) 地表面粗粒度区分係数

各自治体で定められていることから、ホームページ等で確認し入力する。

### (8) 用途係数

設置する太陽光発電システムの重要度に応じ、チェックボックスに入力する。

### (9) 風圧緩和

地上設置架台では、架台が複数設置される場合、中央部に設置するものは風圧荷重を低減できるとJISに定められていることから、必要に応じチェックボックスに入力する。

### (10) 許容応力度

鋼材の許容応力度を入力する。

基本データ作成						
PVパネル一覧						入力箇所
No	種別	W (mm)	L (mm)	T (mm)	重量(kg)	出力(W) 発電効率
1	京セラ新	990	1500	36	18.5	220.0 14.8%
2	京セラ旧	990	1290	36	15.5	178.6 14.0%
3	シャープ	994	1652	46	21.0	210.0 12.8%
4	シャープ新	1318	1004	46	17.0	180.0 13.6%
5	ホンダ	1417	791	37	14.3	130.0 11.6%
6	三菱	1657	858	46	17.0	185.0 13.0%
7	昭和シェル	1235	641	35	12.4	87.5 11.1%
8	昭和シェル	1255	977	35	20.0	155.0 12.6%
9	三洋ヒット	1580	812	35	15.0	210.0 16.4%
10	サンパワー	1589	798	46	15.0	210.0 16.5%
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

設計用基準風速	32 (m/s)	【参考】設計基準風速
地域地震係数	0.8	【参考】地震地域係数
地上垂直積雪量(Zs)	30 (cm)	各市・都道府県の「建築基準法施行細則」で調査
雪の平均単位荷重(P)	30 (N)	一般地域 20N/m <sup>2</sup> 、多雪地域 30N/m <sup>2</sup> (各市・都道府県)
荷重条件	<input checked="" type="checkbox"/> 多雪地域 0.35	

地表面粗粒度区分係数						
粗粒度区分	Z b m	Z g m	α	Gf		
				H ≤ 10	10 ≤ H ≤ 40	40 ≤ H
Ⅱ	5	350	0.15	2.2	直線補間	2
1	I	5	250	0.1	2	直線補間 1.8

図2 「計算諸元」シート

## 2.3 鋼材一覧シート

「鋼材一覧」シートでは、強度検討に必要な各種鋼材の諸元データを入力する。ここで入力したデータは、「架台形状別計算」シートで架台に使用する鋼材の種別 No.を入力することで反映される。

シートには JIS 鋼材を中心に 250 種類程度を登録しているが、一覧に該当する鋼材がない場合は、下部の空きスペースに登録する。

断面二次半径は、最小値、X・Y (等辺山形鋼では X・Y・U・V) を登録する。座屈荷重を計算する場合は通常最小値を用いて計算するが、補助材を用いた場合は座屈方向を指定することができる。

No	部材	断面積 $A(\text{mm}^2)$	断面の寸法		断面の二次半径				断面係数		重量 $(\text{kg/m})$	標準寸法 $(\text{mm})$	種断面係数	サイズ	T
			$I_x(\text{mm}^4)$	$I_y(\text{mm}^4)$	mini	$r_x(\text{mm})$	$r_y$	$r_u(\text{mm})$	$r_v(\text{mm})$	$Z_x(\text{mm}^3)$					
1	H100x100x6x8 mm	2159	3,780,000	1,340,000	24.7	41.8	24.7		75,600	26,700	17				
2	H100x50x5x7 mm	1185	1,870,000	148,000	11.2	39.8	11.2		37,500	5,910	9				
3	H100x50x5x7 mm	1185	1,870,000	148,000	11.2	39.8	11.2		37,500	5,910	9				
4	H125x125x6.5x9 mm	3000	8,390,000	2,930,000	31.1	52.9	31.1		134,000	46,900	24				
5	H125x60x6x8 mm	1669	4,090,000	291,000	13.2	49.5	13.2		65,500	9,710	13				
6	H150x150x7x10 mm	3965	16,200,000	5,630,000	37.5	63.9	37.5		216,000	75,100	31				
7	H150x75x5x7 mm	1795	6,660,000	495,000	16.6	61.1	16.6		88,800	13,200	14				
8	H175x175x7.5x11 mm	5143	29,000,000	9,840,000	43.8	75.0	43.8		331,000	112,000	46				
9	L45x45x4 mm	349	103,000	27,000	8.8	13.6	13.2	8.8	2,000	2,000	3				
10	L50x50x4 mm	389	144,000	37,600	9.8	15.3	19.2	9.8	2,490	2,490	3				
11	L60x60x4 mm	469	254,000	66,200	11.9	18.2	23.3	11.9	3,660	3,660	4				
12	L60x60x5 mm	580	312,000	80,900	11.8	18.4	23.2	11.8	4,520	4,520	5				
13	L65x65x6 mm	753	466,000	122,000	12.7	19.8	24.9	12.7	6,260	6,260	6				
14	L70x70x6 mm	813	589,000	153,000	13.7	21.4	26.9	13.7	7,330	7,330	6				
15	L75x75x6 mm	873	731,000	190,000	14.8	23.0	29.0	14.8	8,470	8,470	7				
16	L75x75x9 mm	1269	1,020,000	267,000	14.5	22.5	28.4	14.5	12,100	12,100	10				
17	L80x80x6 mm	933	896,000	232,000	15.8	24.5	31.0	15.8	9,700	9,700	7				
18	L90x90x6 mm	1055	1,290,000	334,000	17.8	27.7	34.8	17.8	12,300	12,300	8				
19	L90x90x7 mm	1222	1,480,000	383,000	17.7	27.6	34.8	17.7	14,200	14,200	10				
20	L100x100x7 mm	1362	2,050,000	532,000	19.8	30.8	38.8	19.8	17,700	17,700	11				
21	L100x100x10 mm	1900	2,780,000	720,000	19.5	30.4	38.3	19.5	24,400	24,400	15				
22	L120x120x8 mm	1876	4,100,000	1,060,000	23.8	37.1	46.7	23.8	29,500	29,500	15				
23	L130x130x9 mm	2274	5,830,000	1,500,000	26.7	40.1	50.6	26.7	38,700	38,700	18				
24	L150x150x12 mm	3477	11,800,000	3,040,000	29.6	46.1	58.2	29.6	68,200	68,200	27				
25	□50x50x2.3 mm	425	159,000	159,000	19.3	19.3	19.5		6,340	6,340	3	318000	8994	50	2.3
26	□50x50x3.2 mm	573	204,000	204,000	19.2	19.3	19.2		8,160	8,160	4	408000	11540	50	3.2
27	□60x60x2.3 mm	517	283,000	283,000	23.4	23.4	23.6		9,440	9,440	4	566000	13341	60	2.3
28	□60x60x3.2 mm	701	369,000	369,000	23.0	23.0	23.2		12,300	12,300	6	738000	17395	60	3.2
29	□75x75x1.6 mm	463	413,000	413,000	30.0		30.0		11,000	11,000	4	826000	15575	75	1.6
30	□75x75x2.3 mm	655	571,000	571,000	29.5		29.7		15,200	15,200	5	1142000	21534	75	2.3

図3 「鋼材一覧」シート

## 2.4 全データ比較シート

「全データ比較」シートでは、本ツールで計算可能な全架台種類を一覧できる。この中から、検討する架台形状を選択し、各図面上部のボタンを押下することで、「架台形状別計算」シートに移動する。

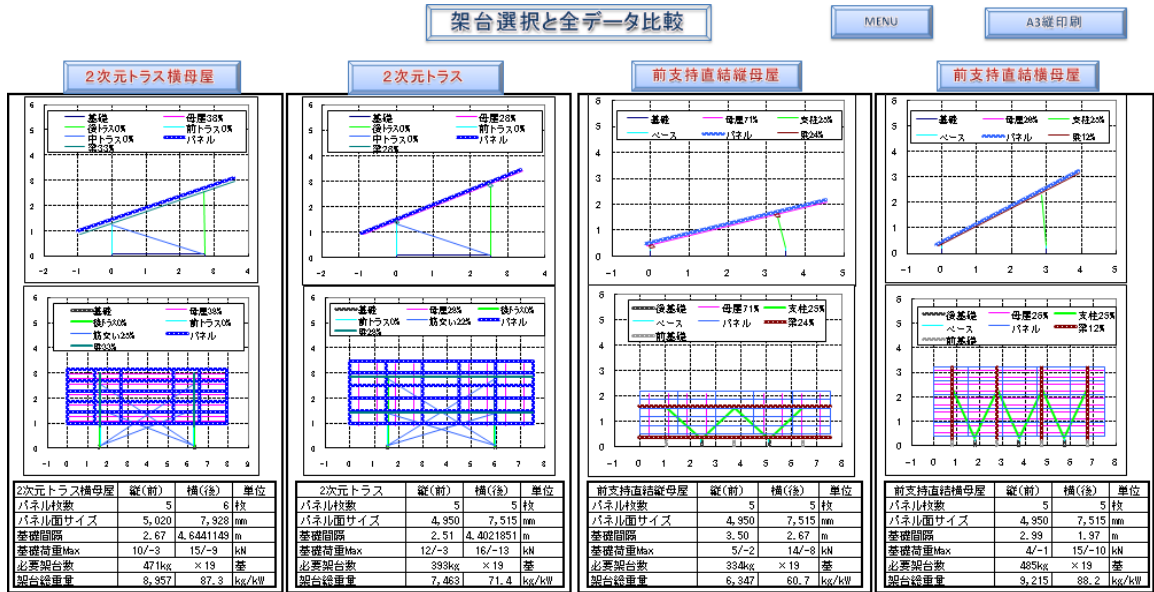


図4 「全データ比較」シート

## 2.5 架台形状別計算シート

「架台形状別計算」シートでは12種類の架台形状について強度計算を行うことができる。計算可能な架台形状は、積雪地域での適用を考慮し、強度面で有利なトラス構造や、積雪が少ない地域での架台軽量化を意識したトラス以外の構造について、複数検討した中から実用的なものを選定した。

入力データは共通入力項目（図5）および鋼材選択箇所（図8～10）に入力する。

計算条件      2次元トラス      架台選択

パネル種別		W	L	T	重量	出力	
No	種別	990	1500	36	18.46939	220	
	設置枚数	縦方向	横方向	並列数	総出力	☑ 母屋幅1:2√2:1	
		5	5	19	100	☑ 梁幅1:2√2:1	
	横軸長	パネル縦幅	1基枚数	1基出力	総枚数	総出力	
☑ 横軸方向を長手に設置		7,515	4,950	25	5.5	475	104.5
	架台設置条件	パネル最低高	基礎高さ	前梁高	ベース幅	後梁高	傾斜角
		1.00	0.1	1.312589	2.51	2.76241	30
	設置位置地上高(m)	母屋材の使い方					
	平均パネル高さ	☐ 鋼材を横に使う    ☐ 2列分のパネルで共用して使う					
		2.2375					

図5 共通入力項目

(1) パネル No.

架台に設置するパネルに合わせ、計算諸元シートで入力したパネル No.を入力する。

(2) 設置枚数

架台に設置するパネルの縦横方向の枚数およびアレイ出力を入力する。

(3) 設置方向

「横方向を長手に設置」のチェックボックスにより方向を指定する。

(4) 総出力

PV システムの総出力を入力する。この入力により、架台の必要数量および kW あたりの架台重量が計算される。

(5) パネル最低地上高

架台前部の地上高を入力する。

(6) 基礎高さ

地表面から基礎上部までの高さを入力する。

(7) 設置位置地上高

本ツールは地上設置を基本としているが、屋上設置の場合についても強度計算が可能である。地上以外に設置する場合は、その設置位置の地表面からの高さを入力する。

(8) 架台傾斜角度

架台傾斜角度はスクロールバーを動かして設定する。

(9) 母屋幅および梁幅

「母屋幅  $1:2\sqrt{2}:1$ 」や「梁幅  $1:\sqrt{6}:\sqrt{6}:1$ 」等の意味は、張出し部分と中間部分の比を示している。チェックを付けない場合は支持点で分割された単純張りとして考えて各部の最大荷重が等しくなる  $1:2:1$  または  $1:2:2:1$  の比で計算を行い、チェックを付けた場合は 1 本の鋼材として各部の最大荷重が等しくなる比率で計算する。このチェックを付けることにより、最も効率的な強度計算とすることができる。ただし、架台を連結して使用し、支持点で鋼材を切り離す場合などは梁のチェックを外す必要がある。

ここで、「母屋」とはパネルを直接支える部分の部材をさし、建築用語としては縦方向で使用する場合は「垂木」と呼ばれるが、縦方向と横方向の場合があるので全て「母屋」とした。また、「梁」は母屋を支える部材を言う。

(10) 母屋材の使い方

「鋼材を横に使う」のチェックボックスは図 6(a) のように強軸を横方向とし、パネル固定面の幅を広くとりたい場合 (図 6(a)) に使う。

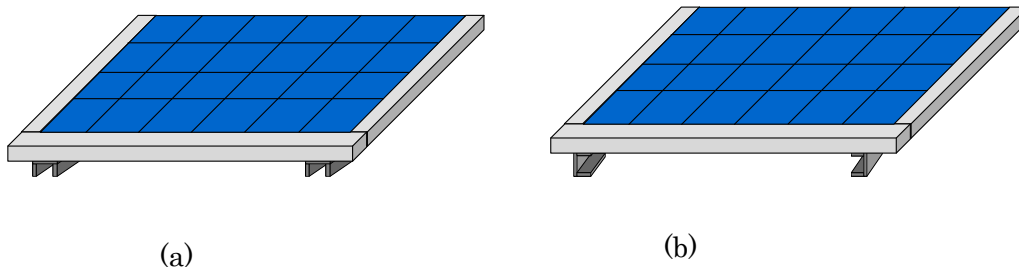


図 6 母屋材設置向き

一般に、パネルを横向きに設置する場合、図 7(a)に示すように母屋材を縦方向に使用する。しかし、図 7(b)のように母屋材を横方向に設置する場合、上下パネルの固定ボルトが近いため、両パネルで母屋材を共有することができる。その場合、「2列分のパネルで共用して使う」にチェックを付けることにより正しい荷重計算を行なうことができる。

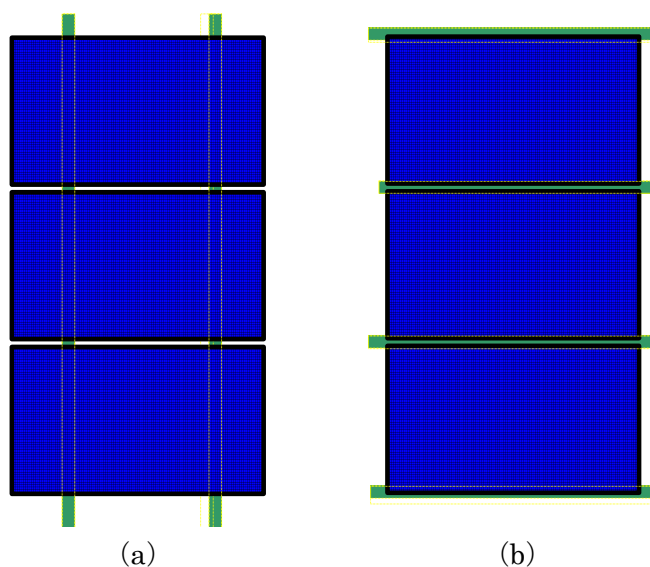


図 7 母屋材の方向

(11) 鋼材種別

架台に使用する鋼材は、部材選定欄に入力する。図 8 に母屋材の検討部分を示す（その他、架台形状により梁、トラス部等の入力欄がある）。

「鋼材一覧参照」ボタンを押下することで、「鋼材一覧」シートが画面上部に表示される。このシートを参考に、使用する部材 No. を入力する。入力により選定部材の名称と共に構造計算に必要な断面性能が表示される。

計算結果		鋼材一覧参照							
母屋材									
NO	母屋材	断面積(mm <sup>2</sup> )	断面係数X	断面係数Y	断面2次半径	部材長さ(m)	部材重量(kg)		
91	リップ°C75×45×15×1.6mm	295.2	7,240	3,130	17	4.950	11.5		
曲荷重計算		分布荷重(N/m)	曲モーメント(N・m)	発生応力	最大荷重比	合成荷重	MAX	合計重量(kg)	
長期荷重		428	225	3,106	19%	19%	29%	115	
短期荷重		866	455	6,288	26%	29%			
地震横荷重		386	203	6,488	27%	27%			

図 8 鋼材種別入力箇所（母屋材）

これらの設定により荷重計算結果が部材の許容応力度に対する比率として出力される（図 9）。この値が 100%を超えない部材を選定していく必要がある。なお、100%を超える場合は、セルが赤色となる。



断面許容値に対する比		前トラス縦荷重	前トラス横荷重	中トラス縦荷重	中トラス横荷重	後トラス縦荷重	後トラス横荷重	母屋材縦	梁材縦	梁材横
部材構造		L80×80×5 mm		L70×70×6 mm		L75×75×9 mm		母屋材縦	梁材縦	梁材横
部材種別No		12	12	14	14	16	16	91	37	37
部材断面積 (mm <sup>2</sup> )		580	580	813	813	1,269	1,269	295	1,213	1,213
長期	常時	G	12.4%	0.0%	0.0%	0.0%	4.8%	0.0%	0.0%	1.0%
	積雪時	G+0.7S	48.5%	0.0%	0.0%	0.0%	18.9%	0.0%	0.0%	4.0%
短期	積雪時	G+S	42.7%	0.0%	0.0%	0.0%	16.6%	0.0%	0.0%	3.5%
		G+W1	24.5%	0.0%	22.7%	0.0%	16.3%	0.0%	0.8%	2.7%
		G+W2	2.6%	0.0%	2.8%	0.0%	2.3%	0.0%	1.7%	2.7%
	暴風時	G+0.35S+W1	36.6%	0.0%	22.7%	0.0%	21.0%	0.0%	0.8%	3.7%
		G+0.35S+W2	0.2%	0.0%	2.8%	0.0%	1.5%	0.0%	1.7%	1.4%
		G+0.35S-K	49.8%	1.9%	5.1%	0.0%	3.8%	1.7%	3.3%	2.6%
	地震時	G+0.35S+K	2.0%	39.3%	52.5%	0.0%	12.1%	26.7%	1.8%	1.3%
最大値		49.8%	39.3%	52.5%	0.0%	21.0%	26.7%	3.3%	4.0%	3.2%
部材単位荷重 (kg/m)		4.6	4.6	6.4	6.4	10.0	10.0	2.3	9.5	9.5
部材長さ (m)		1.92	1.92	3.33	3.33	2.60	2.60	2.90	3.20	3.20
部材重量 (kg)		9	9	21	21	26	26	7	31	31
長期許容圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		35.61	35.61	15.83	15.83	29.17	29.17	91.83	108.47	108.47
断面2次半径方向(0:最小, 1:rx, 2:ry+ry, 3:rv)			0		0		0	1		0

図9 鋼材種別入力箇所（トラス材例）

また、選定した部材で許容応力を下回った場合、再度部材を選定することとなるが、部材を変更することにより荷重が変化し他の部位で許容応力を超えることもあるため、最終的には全ての部位で許容応力以下となっていることを確認する必要がある（母屋材と梁材の荷重はパネル自重に加算され、パネル固定荷重に含めて計算している）。

(12) 断面2次半径方向

座屈許容応力計算に使う断面2次半径方向を数値により指定する（図10）。

部材重量 (kg)	4		1
長期許容圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	62.79	62.79	22.2
断面2次半径方向(0:最小, 1:rx, 2:ry+ry, 3:rv)		0	

図10 断面2次半径方向

鋼材の座屈強度の元となる断面2次半径は座屈方向によって異なるのが一般的で、強度を上げるために補助材を取り付けて、座屈方向に制限をつける場合がある。図11に示す等辺山形鋼ではV方向の断面2次半径が最小であるが、補助材を取り付けることによってY(XY)方向の座屈に制限できる。

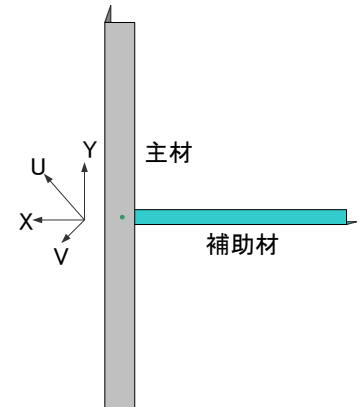


図11 断面2次半径

3. 架台構造

本ツールで計算が可能な各架台について、その主な特徴を以下に示す。

(1) 2次元トラス

- ・シンプルな構造のトラスであり、前後の主柱材とその間の部材で荷重を分担する。
- ・地震の横荷重は左右の主柱材間にある腹材（ターンバックル等）で分担する。
- ・梁間の圧縮、引張荷重は母屋材で支持する。
- ・強度が得やすく、積雪地などに有利である。

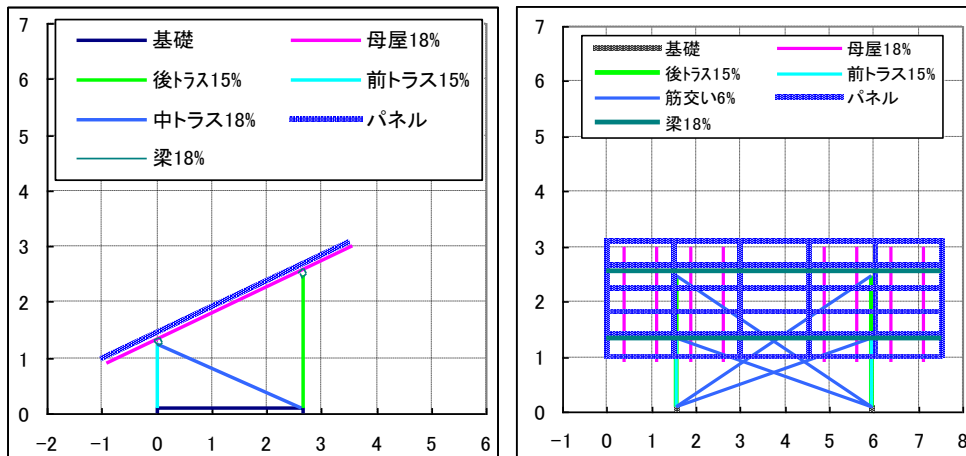


図 12 2次元トラス

(2) 2次元トラス横母屋

- ・2次元トラスの母屋材を横方向、梁を縦方向としたもの。

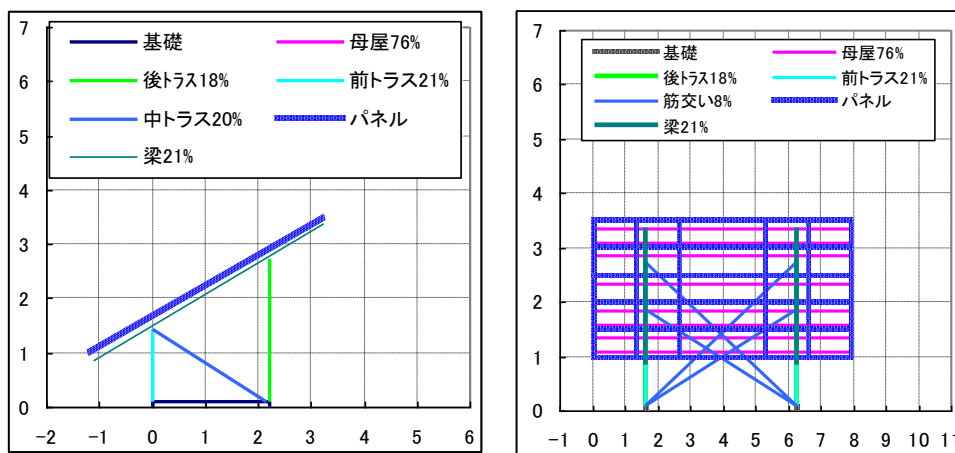


図 13 2次元トラス横母屋

(3) 3次元トラス

- ・前後の支柱材をV字形に配置し、2次元トラスで横方向の荷重を支持する際に必要な腹材を省略できる構造としたもの。

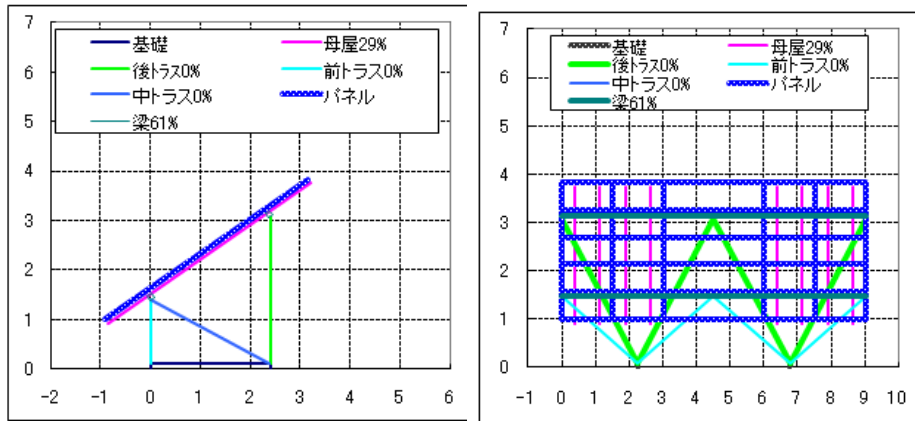


図 14 3次元トラス

(4) 3次元トラスⅡ

- ・上記3次元トラスの梁の左右を出したもの。

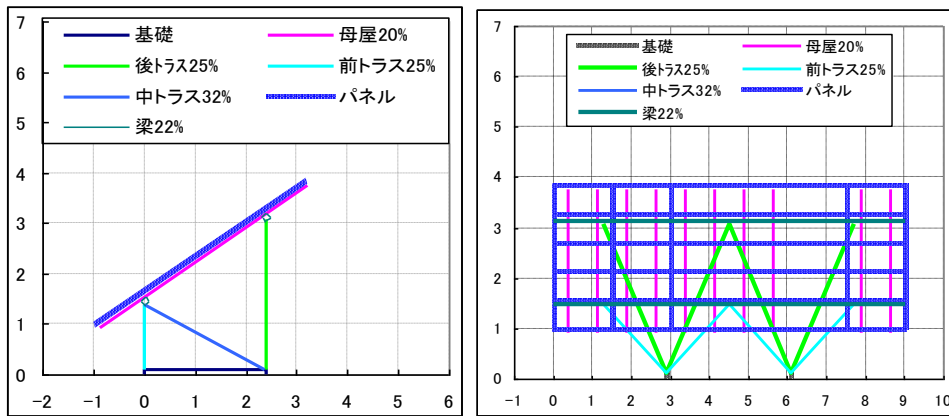


図 15 3次元トラスⅡ

(5) 3次元トラスⅢ

- ・上記3次元トラスⅡの梁中間を空けたもの。
- ・横荷重が加わると梁に曲げモーメントが生じる。

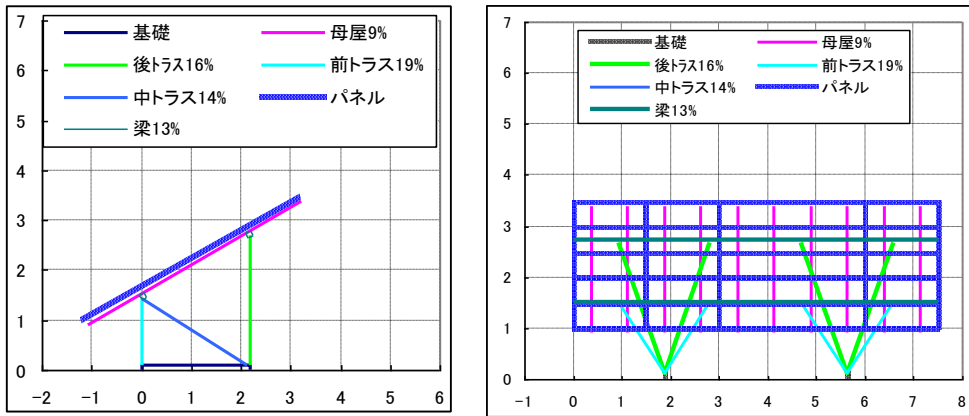


図 16 3次元トラスⅢ

(6) 前支持直結縦母屋

- ・ 前梁を基礎に直結し、母屋材を縦方向としたタイプ。
- ・ 後の支柱材の角度や、本数の変更が可能。
- ・ 地震時に横荷重が掛からないためバランスがよい。
- ・ 母屋材に発生する曲げモーメントが大きい。
- ・ 架台地上高を高くできないため積雪地域には適さない。

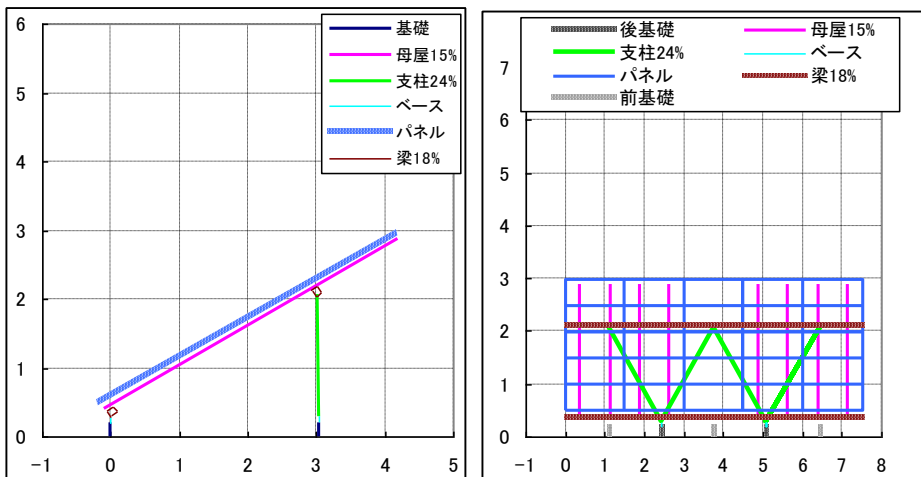


図 17 前支持直結縦母屋 (1)

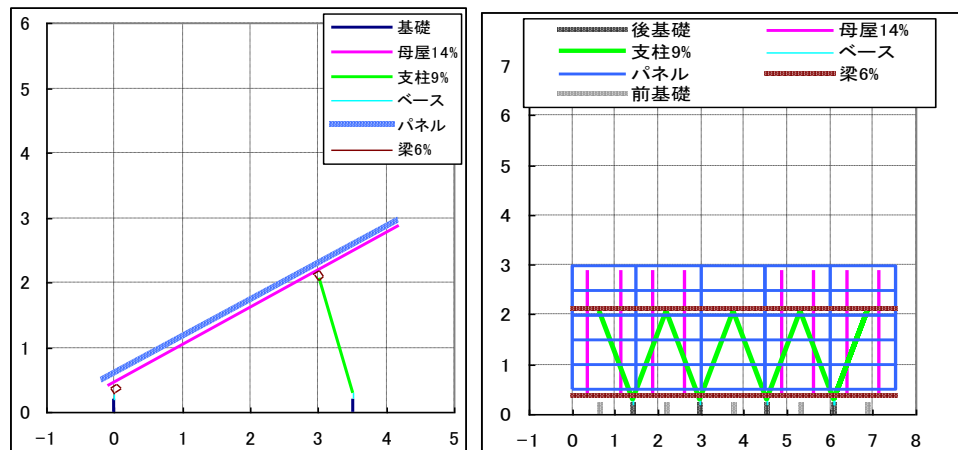


図 18 前支持直結縦母屋（２）

(7) 前支持直結横母屋

- ・上記タイプの母屋材を横方向としたもの。

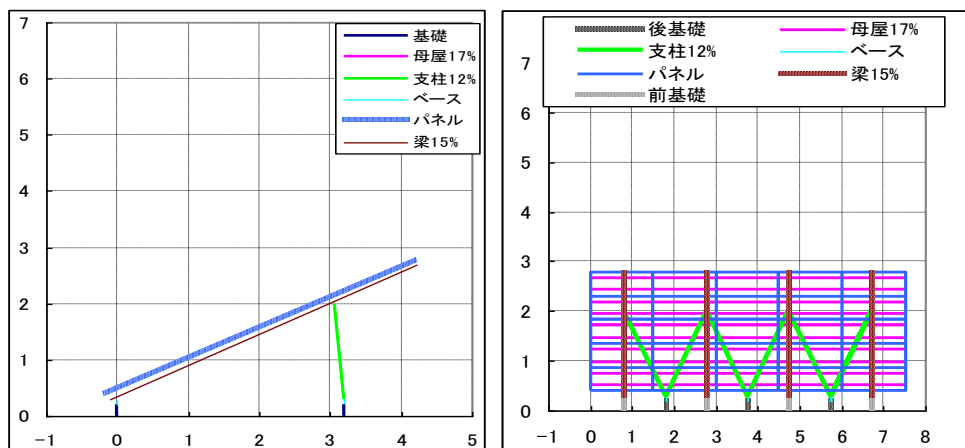


図 19 前支持直結横母屋

(8) 横母屋

- ・シンプルな構造であるがトラスではないため、横荷重が梁の曲げ荷重として加わる。
- ・荷重の少ない非積雪地域でアレイ傾斜角が小さい場合に有利である。
- ・後支柱材のアレイ側支持点を調整可能。

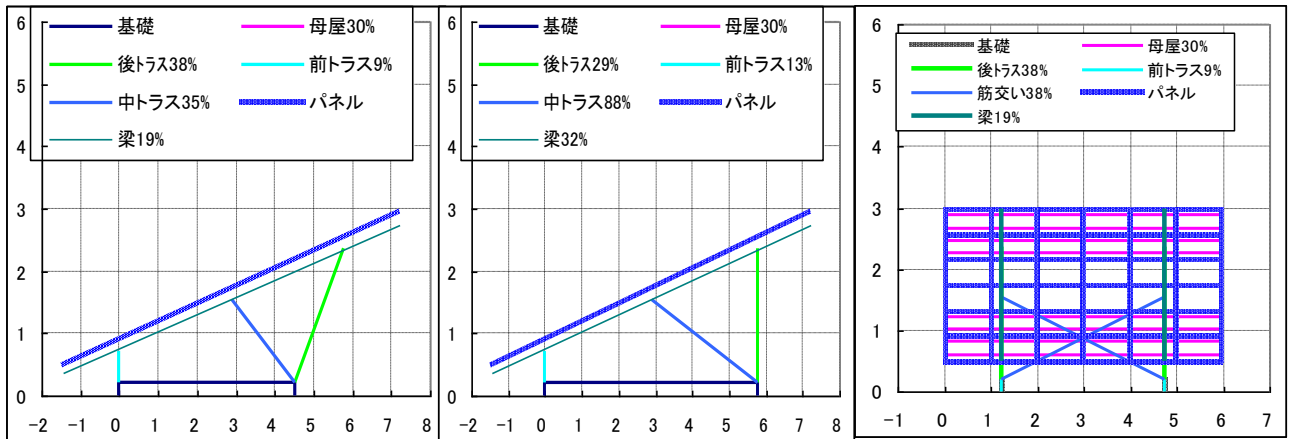


図 20 横母屋

(9) 横母屋Ⅱ

- ・上記タイプの後主柱材を3本としたもの。
- ・母屋・梁荷重を低減できるので大型化しやすい。

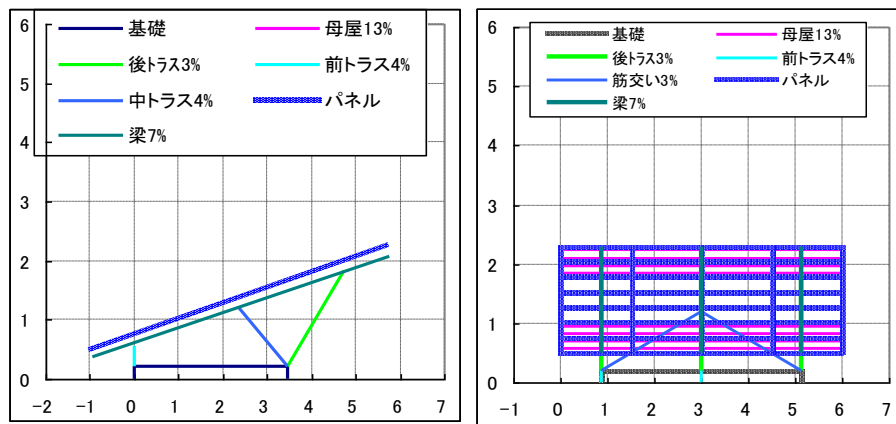


図 21 横母屋Ⅱ

(10) 縦母屋

- ・上記「横母屋」を縦母屋に変更したもの
- ・横荷重により母屋材に生ずる荷重を低減するため、前・中・後の支柱を繋ぐ桁を取り付けている。

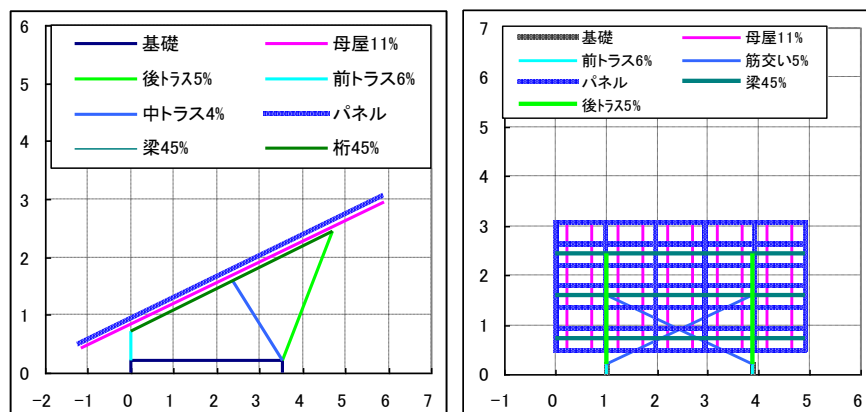


図 22 縦母屋

(1 1) 縦母屋Ⅱ

- ・上記タイプの桁を省略し、横荷重によって発生する曲げ応力を母屋全体で支持するもの。

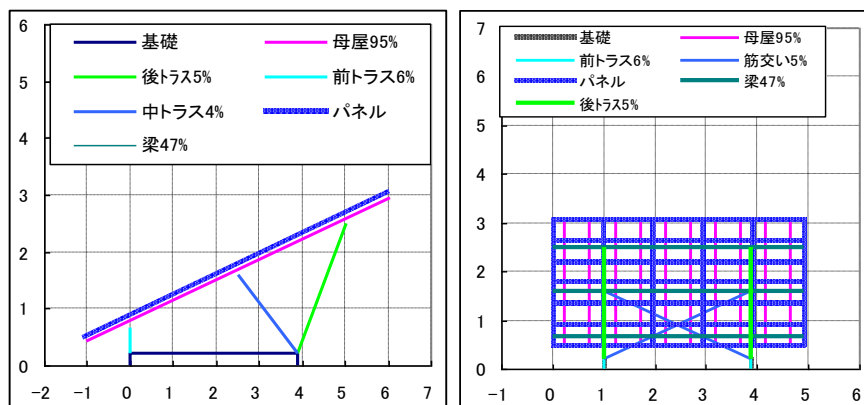


図 23 縦母屋Ⅱ

(1 2) 大型トラス縦母屋

- ・大型のアレいを支持するとき使用する。
- ・パネル数に対して基礎間隔を大きく取れるため、基礎工事の費用低減が可能である。
- ・架台地上高を高くすることができるため、積雪地域に有利である。

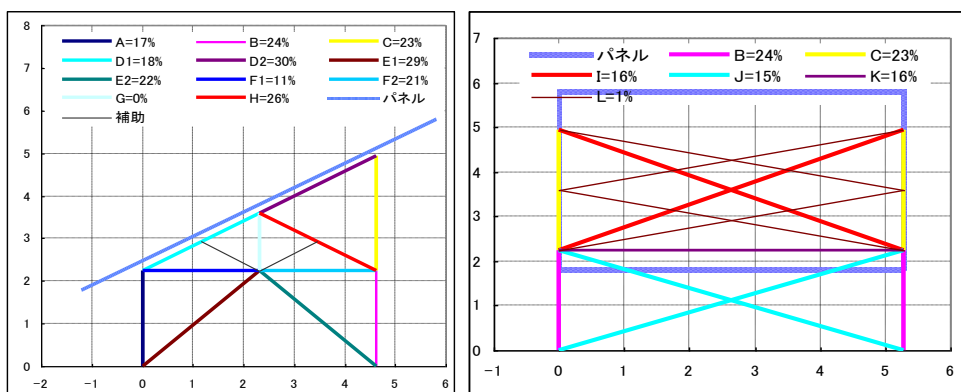


図 24 大型トラス縦母屋