

# 面材張り勾配屋根水平構面 詳細計算書

仕様名 KJG邸新築工事

---

SAMPLE

### 1. 計算条件

#### 1.1 概要情報

仕様名	KJG邸新築工事
仕様詳細・特記事項	転び止め有り
屋根勾配(寸)	12

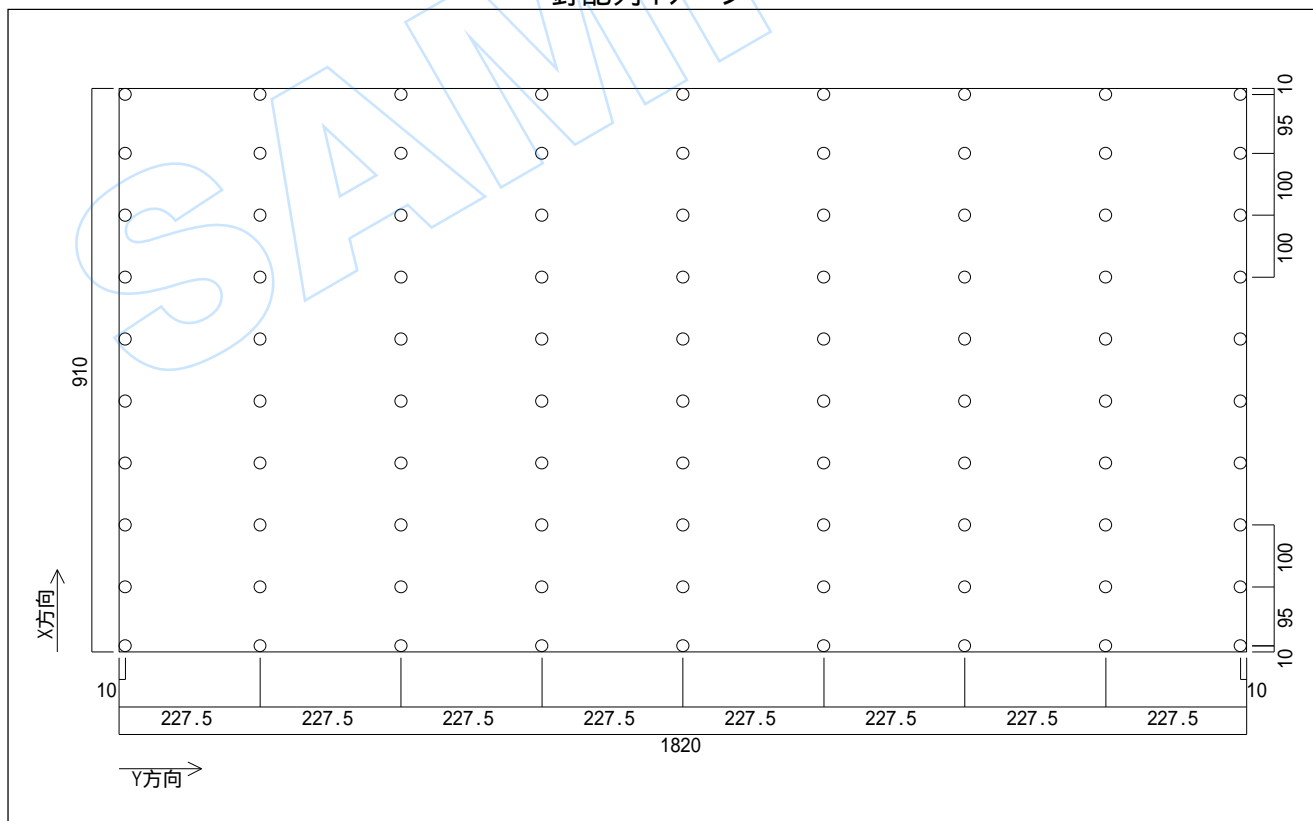
#### 1.2 面材・釘情報

面材寸法(mm)	1820 × 910
面材厚さ t(mm)	12
面材種類	構造用合板: ベイマツ(JAS1級)
釘長さ(mm)	65

#### 1.3 釘配列情報

面材方向	横置き	
釘配置	川型	
垂木ピッチ p(mm)	227.5	
釘ピッチ q(mm)	100	
釘へり空き(mm)	面材上下端まで	10
	面材左右端まで	10
	軸材端まで(最小値)	15

釘配列イメージ



#### 計算結果

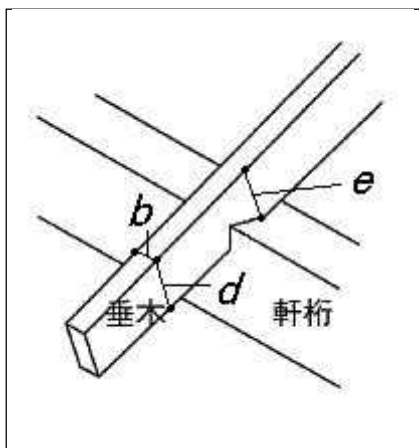
単位長さ当たり 許容せん断耐力 $Q_a$	2.12 (kN/m)
--------------------------	-------------

### 1.4 垂木情報等

垂木寸法(mm)	梁せい d	45
	梁幅 b	45
	転ばし寸法 e	45
垂木樹種	無等級製材べいまつ	
垂木端部接合仕様	転ばし垂木(転び止め)を梁に千鳥配置 4-N75表2本裏2本釘止め	
垂木転び止めの有無	転び止め有り	
垂木転び止め接合仕様	転ばし垂木(転び止め)を梁に千鳥配置 4-N75表2本裏2本釘止め	
母屋ピッチ(mm)	910	
振れ止め最大間隔(mm)	910	

垂木寸法 d, b, e

振れ止め: 小屋束に打ち付けたくも筋かいや面材を張った小屋壁



SAMPLE

## 2. 適用条件の確認

### 面材と釘の組合せ

面材と釘の種類: 構造用合板 + N釘

厚さ12mm 9mm (JAS1級構造用合板のため)

釘長さ65mm  $12\text{mm} \times 2.5 = 30\text{mm}$

OK (新グレー本p.343 表4.2.1で示されている組合せ)

### 釘のへり空き

面材上下端まで: 10mm 10mm

面材左右端まで: 10mm 10mm

軸材端まで(最小値): 15mm  $(150\text{mm}/100\text{mm}) \times (12\text{mm}/1.2) = 15\text{mm}$

OK

### 釘ピッチと軸材見付幅

釘ピッチ: 100mm 75mm

軸材方向の面材長さ1200mm以下のため見付幅の制限無し

OK

### 垂木ピッチ

垂木ピッチ 227.5mm  $(12\text{mm} \times 100\text{mm})/2.4\text{mm} = 500\text{mm}$

釘ピッチ: 100mm 200mm

OK

### 面材のせん断変形成分

$$\frac{1}{\frac{G_B \cdot t}{I_{xy} \cdot k} + 1} = \frac{1}{\frac{58.8 \times 1.2}{3.578 \times 6.29} + 1} = 0.24 \quad 0.3$$

OK

$G_B$ ,  $t$ ,  $I_{xy}$ ,  $k$  は「4.許容せん断耐力の計算」を参照

### 3. 釘配列諸定数の計算

#### 3.1 各係数の計算

##### 1) 面材の面積

$$A_w = 182 \times 91 = 16562.00 \text{ [cm}^2\text{]}$$

##### 2) 各方向の弾性中立軸位置 $x_0, y_0$ を求める

$$y_0 = \frac{\sum y_j \cdot n_j}{\sum n_j} = \frac{8190.00}{90} = 91.00 \text{ [cm]}$$

$$x_0 = \frac{\sum x_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{4095.00}{90} = 45.50 \text{ [cm]}$$

$\sum y_j \cdot n_j$ : 釘Y座標合計。 「3.2 釘ごとの計算明細」より

$\sum x_i \cdot n_i$ : 釘X座標合計。 「3.2 釘ごとの計算明細」より

$\sum n_j = \sum n_i$ : 釘本数合計。 「3.2 釘ごとの計算明細」より

##### 3) 各方向の中立軸に対する釘配列2次モーメント $I_x, I_y$ を求める

「3.2 釘ごとの計算明細」より

$$I_x = \sum (y_j - y_0)^2 \cdot n_j = 306917.40 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$I_y = \sum (x_i - x_0)^2 \cdot n_i = 73444.50 \text{ [cm}^2\text{]}$$

##### 4) 単位面積当たりの釘配列2次モーメント $I_{xy}$ を求める

$$I_{xy} = \left( \frac{I_x \cdot I_y}{I_x + I_y} \right) / A_w = \left( \frac{306917.40 \times 73444.50}{306917.40 + 73444.50} \right) / 16562.00 = 3.578 \text{ [cm}^2\text{/cm}^2\text{]}$$

$A_w$ : 面材面積。 1)で求めたもの

$I_x, I_y$ : Y方向およびX方向中立軸に対する釘配列2次モーメント。 3)で求めたもの

##### 5) 各方向の弾性中立軸に対する釘配列係数 $Z_x, Z_y$ を求める

「3.2 釘ごとの計算明細」より

$$Z_x = \frac{I_x}{(y_j - y_0)_{\max}} = \frac{306917.40}{90.00} = 3410.19 \text{ [cm]}$$

$$Z_y = \frac{I_y}{(x_i - x_0)_{\max}} = \frac{73444.50}{44.50} = 1650.44 \text{ [cm]}$$

$I_x, I_y$ : Y方向およびX方向中立軸に対する釘配列2次モーメント。 3)で求めたもの

$(y_j - y_0)_{\max}$ : Y方向中立軸から端部の釘までのY方向距離の最大値。 「3.2 釘ごとの計算明細」より

$(x_i - x_0)_{\max}$ : X方向中立軸から端部の釘までのX方向距離の最大値。 「3.2 釘ごとの計算明細」より

##### 6) 単位面積当たりの釘配列係数 $Z_{xy}$ を求める

$$Z_{xy} = \frac{1}{A_w \sqrt{\frac{1}{Z_x^2} + \frac{1}{Z_y^2}}} = \frac{1}{16562.00 \times \sqrt{\frac{1}{3410.19^2} + \frac{1}{1650.44^2}}} = 0.08970 \text{ [cm/cm}^2\text{]}$$

$A_w$ : 面材面積。 1)で求めたもの

$Z_x, Z_y$ : Y方向およびX方向弾性中立軸に対する釘配列係数。 5)で求めたもの

7) 各方向の塑性中立軸位置  $x_{P0}$ 、 $y_{P0}$  を求める

Y方向の釘配列が上下対称のため

$$y_{P0} = y_0 = 91.00 \text{ [cm]}$$

X方向の釘配列が左右対称のため

$$x_{P0} = x_0 = 45.50 \text{ [cm]}$$

8)  $\theta_{Px}/\theta_{Py}$  を求める $I_y < I_x$  であるため

$$\theta_{Px}/\theta_{Py} = I_y / 1.285 I_x = 73444.50 / (1.285 \times 306917.40) = 0.1862$$

 $I_x I_y$ : Y方向およびX方向中立軸に対する釘配列2次モーメント。3)で求めたものまた、逆数  $\theta_{Py}/\theta_{Px}$  は

$$\theta_{Py}/\theta_{Px} = 1 / 0.1862 = 5.3699$$

9) 各方向の塑性中立軸に対する釘配列係数  $Z_{Px}$ 、 $Z_{Py}$  を求める

「3.2 釘ごとの計算明細」より

$$Z_{Px} = \sum \frac{(y_j - y_{P0})^2}{\sqrt{(x_i - x_{P0})^2 (\theta_{Py}/\theta_{Px})^2 + (y_j - y_{P0})^2}} = 2318.352 \text{ [cm]}$$

$$Z_{Py} = \sum \frac{(x_i - x_{P0})^2}{\sqrt{(x_i - x_{P0})^2 + (y_j - y_{P0})^2 (\theta_{Px}/\theta_{Py})^2}} = 2071.480 \text{ [cm]}$$

10)  $X_{err}$  を求める

$$X_{err} = \frac{2|Z_{Px} - Z_{Py}|}{(Z_{Px} + Z_{Py})} = \frac{2 \times |2318.352 - 2071.480|}{(2318.352 + 2071.480)} = 0.1125$$

 $Z_{Px} Z_{Py}$ : Y方向およびX方向塑性中立軸に対する釘配列係数。9)で求めたもの11)  $Y_{err}$  を求める

$$Y_{err} = 0.998 + 0.068 X_{err} + 0.906 X_{err}^2 = 0.998 + 0.068 \times 0.1125 + 0.906 \times 0.1125^2 = 1.0171$$

 $X_{err}$ : 10)で求めたもの12) 単位面積当たりの塑性釘配列係数  $Z_{Pxy}$  を求める

$$Z_{Pxy} = \frac{0.941(Z_{Px} + Z_{Py})}{2 \cdot Y_{err} \cdot A_W} = \frac{0.941 \times (2318.352 + 2071.480)}{2 \times 1.0171 \times 16562.00} = 0.12261 \text{ [cm/cm}^2\text{]}$$

 $Z_{Px} Z_{Py}$ : Y方向およびX方向塑性中立軸に対する釘配列係数。9)で求めたもの $Y_{err}$ : 11)で求めたもの $A_W$ : 面材面積。1)で求めたもの13) 釘配列降伏終局比  $C_{xy}$  を求める

$$C_{xy} = \frac{Z_{Pxy}}{Z_{xy}} = \frac{0.12261}{0.08970} = 1.367$$

 $Z_{Pxy}$ : 単位面積当たりの塑性釘配列係数。12)で求めたもの $Z_{xy}$ : 単位面積当たりの釘配列係数。6)で求めたもの

### 3.2 釘ごとの計算明細

釘番号	X座標 $x_i$ [cm] 1	Y座標 $y_j$ [cm] 1	$(x_i - x_0)^2$ [cm <sup>2</sup> ] 2	$(y_j - y_0)^2$ [cm <sup>2</sup> ] 2	$ x_i - x_0 $ [cm] 2	$ y_j - y_0 $ [cm] 2	$Z_{Pxi}$ [cm] 3	$Z_{Pyj}$ [cm] 3
1	10.50	1.00	1225.00	8100.00	35.00	90.00	38.871	31.568
2	20.50	1.00	625.00	8100.00	25.00	90.00	50.116	20.766
3	30.50	1.00	225.00	8100.00	15.00	90.00	67.064	10.004
4	40.50	1.00	25.00	8100.00	5.00	90.00	86.244	1.430
5	50.50	1.00	25.00	8100.00	5.00	90.00	86.244	1.430
6	60.50	1.00	225.00	8100.00	15.00	90.00	67.064	10.004
7	70.50	1.00	625.00	8100.00	25.00	90.00	50.116	20.766
8	80.50	1.00	1225.00	8100.00	35.00	90.00	38.871	31.568
9	90.00	1.00	1980.25	8100.00	44.50	90.00	31.722	41.645
10	1.00	1.00	1980.25	8100.00	44.50	90.00	31.722	41.645
11	10.50	22.75	1225.00	4658.06	35.00	68.25	23.296	32.899
12	20.50	22.75	625.00	4658.06	25.00	68.25	30.930	22.286
13	30.50	22.75	225.00	4658.06	15.00	68.25	44.121	11.445
14	40.50	22.75	25.00	4658.06	5.00	68.25	63.512	1.831
15	50.50	22.75	25.00	4658.06	5.00	68.25	63.512	1.831
16	60.50	22.75	225.00	4658.06	15.00	68.25	44.121	11.445
17	70.50	22.75	625.00	4658.06	25.00	68.25	30.930	22.286
18	80.50	22.75	1225.00	4658.06	35.00	68.25	23.296	32.899
19	90.00	22.75	1980.25	4658.06	44.50	68.25	18.744	42.789
20	1.00	22.75	1980.25	4658.06	44.50	68.25	18.744	42.789
21	10.50	45.50	1225.00	2070.25	35.00	45.50	10.706	34.018
22	20.50	45.50	625.00	2070.25	25.00	45.50	14.605	23.677
23	30.50	45.50	225.00	2070.25	15.00	45.50	22.378	13.061
24	40.50	45.50	25.00	2070.25	5.00	45.50	39.186	2.541
25	50.50	45.50	25.00	2070.25	5.00	45.50	39.186	2.541
26	60.50	45.50	225.00	2070.25	15.00	45.50	22.378	13.061
27	70.50	45.50	625.00	2070.25	25.00	45.50	14.605	23.677
28	80.50	45.50	1225.00	2070.25	35.00	45.50	10.706	34.018
29	90.00	45.50	1980.25	2070.25	44.50	45.50	8.511	43.715
30	1.00	45.50	1980.25	2070.25	44.50	45.50	8.511	43.715
31	10.50	68.25	1225.00	517.56	35.00	22.75	2.734	34.746
32	20.50	68.25	625.00	517.56	25.00	22.75	3.801	24.649
33	30.50	68.25	225.00	517.56	15.00	22.75	6.184	14.435
34	40.50	68.25	25.00	517.56	5.00	22.75	14.707	3.815
35	50.50	68.25	25.00	517.56	5.00	22.75	14.707	3.815
36	60.50	68.25	225.00	517.56	15.00	22.75	6.184	14.435
37	70.50	68.25	625.00	517.56	25.00	22.75	3.801	24.649
38	80.50	68.25	1225.00	517.56	35.00	22.75	2.734	34.746
39	90.00	68.25	1980.25	517.56	44.50	22.75	2.156	44.300
40	1.00	68.25	1980.25	517.56	44.50	22.75	2.156	44.300
41	10.50	91.00	1225.00	0.00	35.00	0.00	0.000	35.000
42	20.50	91.00	625.00	0.00	25.00	0.00	0.000	25.000
43	30.50	91.00	225.00	0.00	15.00	0.00	0.000	15.000
44	40.50	91.00	25.00	0.00	5.00	0.00	0.000	5.000
45	50.50	91.00	25.00	0.00	5.00	0.00	0.000	5.000
46	60.50	91.00	225.00	0.00	15.00	0.00	0.000	15.000
47	70.50	91.00	625.00	0.00	25.00	0.00	0.000	25.000
48	80.50	91.00	1225.00	0.00	35.00	0.00	0.000	35.000
49	90.00	91.00	1980.25	0.00	44.50	0.00	0.000	44.500
50	1.00	91.00	1980.25	0.00	44.50	0.00	0.000	44.500
51	10.50	113.75	1225.00	517.56	35.00	22.75	2.734	34.746
52	20.50	113.75	625.00	517.56	25.00	22.75	3.801	24.649
53	30.50	113.75	225.00	517.56	15.00	22.75	6.184	14.435
54	40.50	113.75	25.00	517.56	5.00	22.75	14.707	3.815

釘番号	X座標 $x_i$ [cm] 1	Y座標 $y_j$ [cm] 1	$(x_i - x_0)^2$ [cm <sup>2</sup> ] 2	$(y_j - y_0)^2$ [cm <sup>2</sup> ] 2	$ x_i - x_0 $ [cm] 2	$ y_j - y_0 $ [cm] 2	$Z_{Pxi}$ [cm] 3	$Z_{Pyj}$ [cm] 3
55	50.50	113.75	25.00	517.56	5.00	22.75	14.707	3.815
56	60.50	113.75	225.00	517.56	15.00	22.75	6.184	14.435
57	70.50	113.75	625.00	517.56	25.00	22.75	3.801	24.649
58	80.50	113.75	1225.00	517.56	35.00	22.75	2.734	34.746
59	90.00	113.75	1980.25	517.56	44.50	22.75	2.156	44.300
60	1.00	113.75	1980.25	517.56	44.50	22.75	2.156	44.300
61	10.50	136.50	1225.00	2070.25	35.00	45.50	10.706	34.018
62	20.50	136.50	625.00	2070.25	25.00	45.50	14.605	23.677
63	30.50	136.50	225.00	2070.25	15.00	45.50	22.378	13.061
64	40.50	136.50	25.00	2070.25	5.00	45.50	39.186	2.541
65	50.50	136.50	25.00	2070.25	5.00	45.50	39.186	2.541
66	60.50	136.50	225.00	2070.25	15.00	45.50	22.378	13.061
67	70.50	136.50	625.00	2070.25	25.00	45.50	14.605	23.677
68	80.50	136.50	1225.00	2070.25	35.00	45.50	10.706	34.018
69	90.00	136.50	1980.25	2070.25	44.50	45.50	8.511	43.715
70	1.00	136.50	1980.25	2070.25	44.50	45.50	8.511	43.715
71	10.50	159.25	1225.00	4658.06	35.00	68.25	23.296	32.899
72	20.50	159.25	625.00	4658.06	25.00	68.25	30.930	22.286
73	30.50	159.25	225.00	4658.06	15.00	68.25	44.121	11.445
74	40.50	159.25	25.00	4658.06	5.00	68.25	63.512	1.831
75	50.50	159.25	25.00	4658.06	5.00	68.25	63.512	1.831
76	60.50	159.25	225.00	4658.06	15.00	68.25	44.121	11.445
77	70.50	159.25	625.00	4658.06	25.00	68.25	30.930	22.286
78	80.50	159.25	1225.00	4658.06	35.00	68.25	23.296	32.899
79	90.00	159.25	1980.25	4658.06	44.50	68.25	18.744	42.789
80	1.00	159.25	1980.25	4658.06	44.50	68.25	18.744	42.789
81	10.50	181.00	1225.00	8100.00	35.00	90.00	38.871	31.568
82	20.50	181.00	625.00	8100.00	25.00	90.00	50.116	20.766
83	30.50	181.00	225.00	8100.00	15.00	90.00	67.064	10.004
84	40.50	181.00	25.00	8100.00	5.00	90.00	86.244	1.430
85	50.50	181.00	25.00	8100.00	5.00	90.00	86.244	1.430
86	60.50	181.00	225.00	8100.00	15.00	90.00	67.064	10.004
87	70.50	181.00	625.00	8100.00	25.00	90.00	50.116	20.766
88	80.50	181.00	1225.00	8100.00	35.00	90.00	38.871	31.568
89	90.00	181.00	1980.25	8100.00	44.50	90.00	31.722	41.645
90	1.00	181.00	1980.25	8100.00	44.50	90.00	31.722	41.645
	4095.00	8190.00	73444.50	306917.40	44.50	90.00	2318.352	2071.480
	合計 $\sum x_i \cdot n_i$	合計 $\sum y_j \cdot n_j$	合計 $\sum (x_i - x_0)^2 \cdot n_i$	合計 $\sum (y_j - y_0)^2 \cdot n_j$	最大値 $(x_i - x_0)_{\max}$	最大値 $(y_j - y_0)_{\max}$	合計 $Z_{Px}$	合計 $Z_{Py}$

1 釘のX座標、Y座標は「1.3 釘配列情報」の「釘配列イメージ」上で面材左下の点を原点とした座標。

2  $x_0$   $y_0$  : X方向およびY方向の弾性中立軸位置。 「3.1 各係数の計算」の2)で求めたもの

$$3 \quad Z_{Pxi} = \frac{(y_j - y_{p0})^2}{\sqrt{(x_i - x_{p0})^2 (\theta_{Py} / \theta_{Px})^2 + (y_j - y_{p0})^2}} \quad Z_{Pyj} = \frac{(x_i - x_{p0})^2}{\sqrt{(x_i - x_{p0})^2 + (y_j - y_{p0})^2 (\theta_{Px} / \theta_{Py})^2}}$$

$x_{p0}$   $y_{p0}$  : X方向およびY方向の塑性中立軸位置。 「3.1 各係数の計算」の7)で求めたもの

$\theta_{Px} / \theta_{Py}$   $\theta_{Py} / \theta_{Px}$  : 「3.1 各係数の計算」の8)で求めたもの



#### 4. 許容せん断耐力の計算

##### 1) 面材釘の1面せん断データを用意する

面材と釘の仕様: 構造用合板 + N釘

面材釘の1面せん断データは、

$$k = 6.29 \text{ [kN/cm]} \quad \delta_v = 0.21 \text{ [cm]} \quad \delta_u = 1.89 \text{ [cm]} \quad \Delta P_v = 1.31 \text{ [kN]}$$

##### 2) 面材のせん断弾性係数や寸法等の数値を用意する

面材の厚さ:  $t = 1.2 \text{ [cm]}$

面材の垂木方向の幅:  $B = 91.0 \text{ [cm]}$

面材の種類: 構造用合板: ベイマツ

面材のせん断弾性係数:  $G_B = 58.8 \text{ [kN/cm}^2\text{]}$

##### 3) 釘の配列による $I_{xy}$ 、 $Z_{xy}$ 、 $C_{xy}$ を用意する

「3. 釘配列諸定数の計算」の4)、6)、13)より、

$$I_{xy} = 3.578 \text{ [cm}^2\text{/cm}^2\text{]} \quad Z_{xy} = 0.08970 \text{ [cm/cm}^2\text{]} \quad C_{xy} = 1.367$$

##### 4) 垂木の寸法と断面性能および計算上の桁行・梁間長さを用意する

ピッチ:  $p = 22.8 \text{ [cm]}$

幅:  $b = 4.5 \text{ [cm]}$

せい:  $d = 4.5 \text{ [cm]}$

垂木のねじりモーメントを発生させるせい(転ばし寸法):  $e = 4.5 \text{ [cm]}$

垂木のせん断弾性係数:  $G_w = \frac{E}{15} = \frac{1000}{15} = 66.67 \text{ [kN/cm}^2\text{]}$

$E$ : 垂木のヤング係数。樹種: 無等級製材べいまつ

垂木断面のサンブナンねじり定数:

$$I_p = \left\{ \frac{1}{3} - 0.21 \frac{b}{d} \left( 1 - \frac{b^4}{12d^4} \right) \right\} d \cdot b^3 = \left\{ \frac{1}{3} - 0.21 \times \frac{4.5}{4.5} \times \left( 1 - \frac{4.5^4}{12 \times 4.5^4} \right) \right\} \times 4.5 \times 4.5^3 = 57.75 \text{ [cm}^4\text{]}$$

計算上の桁行長さ:  $H = (p \text{ の整数倍で、4m以内で4mに最も近い値}) = 386.8 \text{ [cm]}$

計算上の梁間長さ:  $L = H = 386.8 \text{ [cm]}$  (振れ止め最大間隔: 91.0 cm 4mのため)

##### 5) 垂木端部接合のせん断データを用意する

垂木端部接合仕様: 転ばし垂木(転び止め)を梁に千鳥配置 4-N75表2本裏2本釘止め

垂木端部接合のせん断データは、

垂木直交方向:  $k_j = 8.76 \text{ [kN/cm]} \quad \delta_{jv} = 0.31 \text{ [cm]} \quad \delta_{ju} = 1.60 \text{ [cm]}$

垂木軸方向:  $k_x = 9.67 \text{ [kN/cm]} \quad \delta_{xv} = 0.36 \text{ [cm]} \quad \delta_{xu} = 3.28 \text{ [cm]}$

転び止め接合仕様: 転ばし垂木(転び止め)を梁に千鳥配置 4-N75表2本裏2本釘止め

転び止め接合のせん断データは、

転び止め軸方向:  $k_{x2} = 9.67 \text{ [kN/cm]} \quad \delta_{xv2} = 0.36 \text{ [cm]} \quad \delta_{xu2} = 3.28 \text{ [cm]}$

##### 6) 軒桁と垂木の接合部配列2次モーメント $jI_x$ 、 $jI_y$ を求める

垂木軸方向の軒桁と垂木の接合部配列2次モーメント  $jI_x$  を求める。

$$jI_x = \frac{1}{6 \cdot p \cdot L} (H + 2p)(H + p) + \frac{H(L - O)}{2 \cdot L \cdot O}$$

$$= \frac{1}{6 \times 22.8 \times 386.8} \times (386.8 + 2 \times 22.8) \times (386.8 + 22.8) + \frac{386.8 \times (386.8 - 91.0)}{2 \times 386.8 \times 91.0} = 4.978$$

$p$ : 垂木ピッチ。4)で用意したもの

$L$ : 計算上の梁間長さ。4)で用意したもの

$H$ : 計算上の桁行長さ。4)で用意したもの

$O$ : 母屋ピッチ。「1.4 垂木情報等」より

垂木直交方向の軒桁と垂木の接合部配列2次モーメント  $jI_y$  を求める。

$$jI_y = \frac{L}{2p} = \frac{386.8}{2 \times 22.8} = 8.50$$

7) 面材釘の引抜抵抗と転び止め効果による剛性  $k_{y2}$  を求める

$$k_{y2} = \frac{1}{12} \left( \frac{B}{q} + 3 \right) \left( \frac{b}{2e} \right)^2 k_m = \frac{1}{12} \times \left( \frac{91.0}{10.0} + 3 \right) \times \left( \frac{4.5}{2 \times 4.5} \right)^2 \times 11.4 = 2.874 \text{ [kN/cm]}$$

$B$  : 面材の垂木方向の幅。 2)で用意したもの

$q$  : 垂木に打たれた面材釘のピッチ。 「1.3 釘配列情報」より

$b$  : 垂木の幅。 4)で用意したもの

$e$  : 垂木のねじりモーメントを発生させるせい(転ばし寸法)。 4)で用意したもの

$k_m$  : 転び止めの有無によって与えられる面材釘1本あたりの引抜剛性。(定数)

8) 垂木の転びによる剛性  $k_y$  を求める

転び止めを設ける仕様のため

$$k_y = \frac{1}{\left( \frac{e^2 \cdot B}{G_w \cdot I_p} + \frac{2}{k_j} \right)} + k_{y2} = \frac{1}{\left( \frac{4.5^2 \times 91.0}{66.67 \times 57.75} + \frac{2}{8.76} \right)} + 2.874 = 4.289 \text{ [kN/cm]}$$

$G_w$  : 垂木のせん断弾性係数。 4)で用意したもの

$I_p$  : 垂木断面のサンブナンねじり定数。 4)で用意したもの

$e$  : 垂木のねじりモーメントを発生させるせい(転ばし寸法)。 4)で用意したもの

$B$  : 面材の垂木方向の幅。 2)で用意したもの

$k_j$  : 垂木直交方向の垂木端部接合部のせん断剛性。 5)で用意したもの

$k_{y2}$  : 面材釘の引抜抵抗と転び止めによる剛性。 7)で求めたもの

9) 面材釘による単位面積あたりの回転剛性  $\Delta K_0$  を求める

$$\Delta K_0 = \frac{1}{\left( \frac{1}{I_{xy} \cdot k} + \frac{1}{G_B \cdot t} \right)} = \frac{1}{\left( \frac{1}{3.578 \times 6.29} + \frac{1}{58.8 \times 1.2} \right)} = 17.063 \text{ [kN} \cdot \text{cm/rad} \cdot \text{cm}^2 \text{]}$$

$I_{xy}$  : 釘配列2次モーメント。 3)で用意したもの

$k$  : 面材釘1本あたりの1面せん断の剛性。 1)で用意したもの

$G_B$  : 面材のせん断弾性係数。 2)で用意したもの

$t$  : 面材の厚さ。 2)で用意したもの

10) 水平構面の単位長さあたりのせん断剛性  $K_R$  を求める

$$K_R = 1 / \left( \frac{1}{\Delta K_0 \cdot \cos \theta} + \frac{1}{k_y \cdot I_y} + \frac{1}{k_x \cdot I_x} \right)$$

$$= 1 / \left( \frac{1}{17.063 \times 0.640} + \frac{1}{4.289 \times 8.50} + \frac{1}{9.67 \times 4.978} \right) = 7.154 \text{ [kN/rad} \cdot \text{cm]}$$

$\Delta K_0$  : 面材釘による単位面積あたりの回転剛性。 9)で求めたもの

$\theta$  : 屋根勾配。 「1.1 概要情報」より

$k_y$  : 垂木の転びによる剛性。 8)で求めたもの

$I_y$  : 垂木直交方向の軒桁と垂木の接合部配列2次モーメント。 6)で求めたもの

$k_x$  : 垂木軸方向の垂木端部接合部のせん断剛性。 5)で用意したもの

$I_x$  : 垂木軸方向の軒桁と垂木の接合部配列2次モーメント。 6)で求めたもの

11) 水平構面の变形角1/150[rad]時の単位長さあたりの耐力  $P_{150}$  を求め

$$P_{150} = \frac{K_R}{150} = \frac{7.154}{150} = 0.0477 \text{ [kN/cm]}$$

$K_R$  : 水平構面の単位長さあたりのせん断剛性。 10)で求めたもの

12) 面材釘による単位面積あたりの降伏モーメント  $\Delta M_y$  を求める

$$\Delta M_y = Z_{xy} \times \Delta P_v = 0.08970 \times 1.31 = 0.1175 \text{ [kN/cm]}$$

$Z_{xy}$ : 釘配列係数。 3) で用意したもの

$\Delta P_v$ : 面材釘1本あたりの降伏耐力。 1) で用意したもの

13) 軒桁と垂木軸方向接合の降伏せん断耐力  $\Delta N_x$  を求める

$$\Delta N_x = k_x \times \delta_{xv} = 9.67 \times 0.36 = 3.48 \text{ [kN]}$$

$k_x$ : 垂木軸方向の垂木端部接合部のせん断剛性。 5) で用意したもの

$\delta_{xv}$ : 垂木軸方向の垂木端部接合部の降伏変位。 5) で用意したもの

14) 垂木軸方向接合で決まる終局耐力  $P_{Vx}$  を求める

$$P_{Vx} = \frac{2 \cdot I_x \cdot \Delta N_x \cdot \cos \theta}{H} = \frac{2 \times 4.978 \times 3.48 \times 0.640}{386.8} = 0.0573 \text{ [kN/cm]}$$

$I_x$ : 垂木軸方向の軒桁と垂木の接合部配列2次モーメント。 6) で求めたもの

$\Delta N_x$ : 軒桁と垂木軸方向接合の降伏せん断耐力。 13) で求めたもの

$\theta$ : 屋根勾配。 「1.1 概要情報」より

$H$ : 計算上の桁行長さ。 4) で用意したもの

15) 軒桁と垂木直交方向接合の降伏せん断耐力  $\Delta Q_j$  を求める

$$\Delta Q_j = k_j \times \delta_{jv} + k_{x2} \times \delta_{xv2} = 8.76 \times 0.31 + 9.67 \times 0.36 = 6.197 \text{ [kN]}$$

$k_j$ : 垂木端部接合部の垂木直交方向のせん断剛性。 5) で用意したもの

$\delta_{jv}$ : 垂木端部接合部の垂木直交方向の降伏変位。 5) で用意したもの

$k_{x2}$ : 転び止め接合部の軸方向のせん断剛性。 5) で用意したもの

$\delta_{xv2}$ : 転び止め接合部の軸方向の降伏変位。 5) で用意したもの

16) 垂木直交方向接合で決まる終局耐力  $P_{Vj}$  を求める

$$P_{Vj} = \frac{\Delta Q_j}{p} = \frac{6.197}{22.8} = 0.2724 \text{ [kN/cm]}$$

$\Delta Q_j$ : 軒桁と垂木直交方向接合の降伏せん断耐力。 15) で求めたもの

$p$ : 垂木ピッチ。 4) で用意したもの

17) 水平構面の単位長さあたりの降伏耐力  $P_y$  を求める

$$P_y = \min(\Delta M_y, P_{Vj}, P_{Vx}) = \min(0.1175, 0.2724, 0.0573) = 0.0573 \text{ [kN/cm]}$$

$\Delta M_y$ : 面材釘による単位面積あたりの降伏モーメント。 12) で求めたもの

$P_{Vj}$ : 垂木直交方向接合で決まる終局耐力。 16) で求めたもの

$P_{Vx}$ : 垂木軸方向接合で決まる終局耐力。 14) で求めたもの

18) 水平構面の降伏変形角  $R_y$  を求める

$$R_y = \frac{P_y}{K_R} = \frac{0.0573}{7.154} = 0.00801 \text{ [rad]}$$

$P_y$ : 水平構面の単位長さあたりの降伏耐力。 17) で求めたもの

$K_R$ : 水平構面の単位長さあたりのせん断剛性。 10) で求めたもの

19) 面材釘による単位面積あたりの終局モーメント  $\Delta M_u$  を求める

$$\Delta M_u = C_{xy} \times \Delta M_y = 1.367 \times 0.1175 = 0.1606 \text{ [kN/cm]}$$

$C_{xy}$ : 釘配列降伏終局比。 3) で用意したもの

$\Delta M_y$ : 面材釘による単位面積あたりの降伏モーメント。 12) で求めたもの

20) 水平構面の単位長さあたりの終局耐力  $P_u$  を求める

$$P_u = \min (\Delta M_u, P_{Vj}, P_{Vx}) = \min ( 0.1606 , 0.2724 , 0.0573 ) = 0.0573 \text{ [kN/cm]}$$

$\Delta M_u$  : 面材釘による単位面積あたりの終局モーメント。 19)で求めたもの

$P_{Vj}$  : 垂木直交方向接合で決まる終局耐力。 16)で求めたもの

$P_{Vx}$  : 垂木軸方向接合で決まる終局耐力。 14)で求めたもの

21) 面材釘による降伏変形角  $R_{y0}$ 、面材釘による塑性率  $\mu_0$  を求める

20)において、 $P_u = P_{Vx}$  であるため、 $R_{y0}$  および  $\mu_0$  の計算は行わない。

22) 水平構面の終局変形角  $R_u$  を求める

20)において、 $P_u = P_{Vx}$  であるため、以下の式で水平構面の終局変形角  $R_u$  を求める。

$$R_u = R_y + \frac{2(\delta_{xu} - \delta_{xv})\cos\theta}{H} = 0.00801 + \frac{2 \times (3.28 - 0.36) \times 0.640}{386.8} = 0.01767 \text{ [rad]}$$

$R_y$  : 水平構面の降伏変形角。 18)で求めたもの

$\delta_{xu}$  : 垂木端部接合部の垂木軸方向の終局変位。 5)で用意したもの

$\delta_{xv}$  : 垂木端部接合部の垂木軸方向の降伏変位。 5)で用意したもの

$H$  : 計算上の桁行長さ。 4)で用意したもの

23) 水平構面の塑性率  $\mu$  を求める

$$\mu = \frac{R_u}{R_y} = \frac{0.01767}{0.00801} = 2.206$$

$R_u$  : 水平構面の終局変形角。 22)で求めたもの

$R_y$  : 水平構面の降伏変形角。 18)で求めたもの

24) 水平構面の  $0.2\sqrt{2\mu-1} \times P_u$  を求める

$$0.2\sqrt{2\mu-1} \times P_u = 0.2 \times \sqrt{2 \times 2.206 - 1} \times 0.0573 = 0.0212 \text{ [kN/cm]}$$

$\mu$  : 水平構面の塑性率。 23)で求めたもの

$P_u$  : 水平構面の単位長さあたりの終局耐力。 20)で求めたもの

25) 水平構面の単位長さあたりの許容せん断耐力  $\Delta Q_a$  を求める

$$\Delta Q_a = \min \left\{ \begin{array}{l} P_y \\ P_{150} \\ 0.2\sqrt{2\mu-1} \times P_u \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0.0573 \\ 0.0477 \\ 0.0212 \end{array} \right\} = 0.0212 \text{ [kN/cm]} \quad 2.12 \text{ [kN/m]}$$

$P_y$  : 水平構面の単位長さあたりの降伏耐力。 17)で求めたもの

$P_{150}$  : 水平構面の変形角1/150[rad]時の単位長さあたりの耐力。 11)で求めたもの

$0.2\sqrt{2\mu-1} \times P_u$  : 24)で求めたもの