

1.4 釘の配列による諸定数の計算例

図 1.3 に示す釘配列の諸定数を求める。

(1) 釘座標を記し、面材の面積 A_W を用意する

面材の短辺を X 方向、長辺を Y 方向として、釘の座標を記す (図 1.3)。面材が正方形の場合には、外周の 1 辺に打たれた釘の本数が多い辺の方向を X 方向とする。

$$A_W = 61[\text{cm}] \times 91[\text{cm}] = 5551 [\text{cm}^2]$$

(2) 各方向の中立軸位置 x_0 、 y_0 を求める

Y 方向の弾性中立軸位置 y_0 は下式による。

$$y_0 = \frac{\sum y_j \cdot n_j}{\sum n_j}$$

y_j : 釘の Y 座標[cm]

n_j : y_j 座標上の釘本数

①②③④⑤ ⑥⑦⑧⑨⑩ ⑪⑫⑬⑭⑮ (←○数字は計算に対応する図 1.3 の釘番号。以下同じ)

$$y_0 = \frac{0 \times 5 + 45 \times 5 + 90 \times 5}{5 + 5 + 5} = 45[\text{cm}]$$

X 方向の弾性中立軸位置 x_0 は下式による。

$$x_0 = \frac{\sum x_i \cdot n_i}{\sum n_i}$$

x_i : 釘の X 座標[cm]

n_i : x_i 座標上の釘本数

⑥⑩⑬ ④⑨⑪ ③⑧⑫ ②⑦⑭ ①⑥⑮

$$x_0 = \frac{0 \times 3 + 15 \times 3 + 30 \times 3 + 45 \times 3 + 60 \times 3}{3 + 3 + 3 + 3 + 3} = 30[\text{cm}]$$

(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

Y 方向中立軸に対する釘配列 2 次モーメント I_x は、下式による。

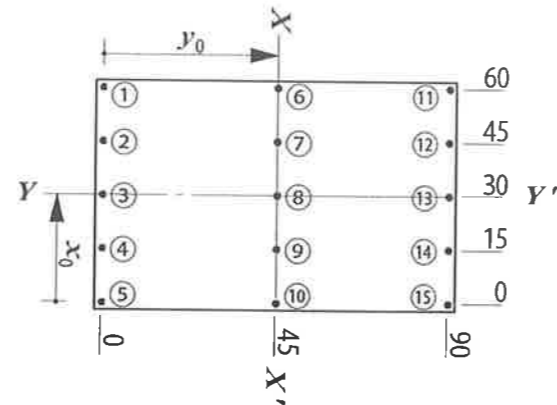
$$I_x = \sum (y_j - y_0)^2 \cdot n_j$$

y_j : 釘の Y 座標[cm]

y_0 : Y 方向の弾性中立軸位置[cm]。(2) で求めたもの

n_j : y_j 座標上の釘本数

$$I_x = (0 - 45)^2 \times 5 + (45 - 45)^2 \times 5 + (90 - 45)^2 \times 5 = 20250 [\text{cm}^2]$$



座標の単位は[cm]
○数字は釘の番号

図 1.3 釘の配列による諸定数の計算例

X 方向中立軸に対する釘配列 2 次モーメント I_y は、下式による。

$$I_y = \sum (x_i - x_0)^2 \cdot n_i$$

x_i : 釘の X 座標[cm]

x_0 : X 方向の弾性中立軸位置[cm]。(2) で求めたもの

n_i : x_i 座標上の釘本数

$$I_y = (0 - 30)^2 \times 3 + (15 - 30)^2 \times 3 + (30 - 30)^2 \times 3 + (45 - 30)^2 \times 3 + (60 - 30)^2 \times 3 = 6750 [\text{cm}^2]$$

(4) 釘配列 2 次モーメント I_{xy} を求める

当該釘配列の単位面積あたりの釘配列 2 次モーメント I_{xy} は、下式による

$$I_{xy} = \left(\frac{I_x \cdot I_y}{I_x + I_y} \right) / A_W \quad \dots \text{許.P.86.式 (4.14.2)}$$

I_x : Y 方向中立軸に対する釘配列 2 次モーメント[cm²]。(3) で求めたもの

I_y : X 方向中立軸に対する釘配列 2 次モーメント[cm²]。(3) で求めたもの

A_W : 面材の面積[cm²]。(1) で求めたもの

$$I_{xy} = \left(\frac{20250 \times 6750}{20250 + 6750} \right) / 5551 = 0.91 [\text{cm}^2/\text{cm}^2]$$

(5) 各方向の中立軸に対する釘配列係数 Z_{xi} 、 Z_{yj} を求める

Y 方向中立軸に対する釘配列係数 Z_{xi} は、下式による。

$$Z_{xi} = \frac{I_x}{(y_j - y_0)_{\max}}$$

I_x : Y 方向中立軸に対する釘配列 2 次モーメント[cm²]。(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[cm]

$$Z_{xi} = \frac{20250}{45} = 450 [\text{cm}]$$

X 方向中立軸に対する釘配列係数 Z_{yj} は、下式による。

$$Z_{yj} = \frac{I_y}{(x_i - x_0)_{\max}}$$

I_y : X 方向中立軸に対する釘配列 2 次モーメント[cm²]。(3) で求めたもの

$(x_i - x_0)_{\max}$: X 方向中立軸から端部の釘までの X 方向距離の最大値[cm]

$$Z_{yj} = \frac{6750}{30} = 225 [\text{cm}]$$

(6) 釘配列係数 Z_{xy} を求める

当該釘配列の単位面積あたりの釘配列係数 Z_{xy} は、下式による。

$$Z_{xy} = \frac{1}{A_{\text{面積}} \sqrt{\frac{1}{Z_{xi}^2} + \frac{1}{Z_{yj}^2}}} \quad \dots \text{許.P.86.式 (4.14.3)}$$

Z_{xi} : Y 方向中立軸に対する釘配列係数[cm]。(5)で求めたもの

Z_{yj} : X 方向中立軸に対する釘配列係数[cm]。(5)で求めたもの

A_w : 面材の面積[cm²]。(1)で求めたもの

$$Z_{xy} = \frac{1}{5551 \times \sqrt{\frac{1}{450^2} + \frac{1}{225^2}}} = 0.036 \text{ [cm/cm}^2\text{]}$$

(7) x_{0P} 、 y_{0P} を求める

許.P.86.式 (4.14.5) より求める。ここでは、釘配列が X,Y 両方向とも対称であるので、

$$y_{0P} = y_0 = 45 \text{ [cm]} \quad (y_0 : Y \text{ 方向の弾性中立軸位置[cm]。}(2)\text{で求めたもの})$$

$$x_{0P} = x_0 = 30 \text{ [cm]} \quad (x_0 : X \text{ 方向の弾性中立軸位置[cm]。}(2)\text{で求めたもの})$$

(8) θ_{Px}/θ_{Py} を求める

(3)で求めた I_x と I_y の大小関係によって、下式より求める。

$$I_y \geq I_x \quad \dots \theta_{Px}/\theta_{Py} = 1.285 I_y / I_x$$

$$I_y < I_x \quad \dots \theta_{Px}/\theta_{Py} = I_y / 1.285 I_x$$

ここでは、 $I_y < I_x$ であるため、

$$\theta_{Px}/\theta_{Py} = I_y / 1.285 I_x = 6750 / (1.285 \times 2025) = 0.2594$$

また、逆数 θ_{Py}/θ_{Px} は、

$$\theta_{Py}/\theta_{Px} = 1 / 0.2594 = 3.855$$

(9) Z_{Px} 、 Z_{Py} を求める

Z_{Px} は下式による。

$$Z_{Px} = \Sigma \frac{(y_j - y_{0P})^2}{\sqrt{(x_i - x_{0P})^2 \cdot (\theta_{Py}/\theta_{Px})^2 + (y_j - y_{0P})^2}}$$

x_i : 釘の X 座標[cm]

y_j : 釘の Y 座標[cm]

x_{0P} : (7)で求めたもの

y_{0P} : (7)で求めたもの

θ_{Py}/θ_{Px} : (8)で求めたもの

$$\begin{aligned} Z_{Px} &= \frac{0^2}{\sqrt{0^2 \times 3.855^2 + 0^2}} \times 1 + \frac{0^2}{\sqrt{15^2 \times 3.855^2 + 0^2}} \times 2 + \frac{0^2}{\sqrt{30^2 \times 3.855^2 + 0^2}} \times 2 + \frac{45^2}{\sqrt{0^2 \times 3.855^2 + 45^2}} \times 2 \\ &+ \frac{45^2}{\sqrt{15^2 \times 3.855^2 + 45^2}} \times 4 + \frac{45^2}{\sqrt{30^2 \times 3.855^2 + 45^2}} \times 4 \\ &= 0 + 0 + 90 + 110.55 + 65.323 = 265.873 \end{aligned}$$

Z_{Py} は下式による。

$$Z_{Py} = \Sigma \frac{(x_i - x_{0P})^2}{\sqrt{(x_i - x_{0P})^2 + (y_j - y_{0P})^2 \cdot (\theta_{Px}/\theta_{Py})^2}}$$

x_i : 釘の X 座標[cm]

y_j : 釘の Y 座標[cm]

x_{0P} : (7)で求めたもの

y_{0P} : (7)で求めたもの

θ_{Px}/θ_{Py} : (8)で求めたもの

$$\begin{aligned} Z_{Py} &= \frac{0^2}{\sqrt{0^2 + 0^2 \times 0.2594^2}} \times 1 + \frac{15^2}{\sqrt{15^2 + 0^2 \times 0.2594^2}} \times 2 + \frac{30^2}{\sqrt{30^2 + 0^2 \times 0.2594^2}} \times 2 \\ &+ \frac{0^2}{\sqrt{0^2 + 45^2 \times 0.2594^2}} \times 2 + \frac{15^2}{\sqrt{15^2 + 45^2 \times 0.2594^2}} \times 4 + \frac{30^2}{\sqrt{30^2 + 45^2 \times 0.2594^2}} \times 4 \\ &= 0 + 30 + 60 + 0 + 47.351 + 111.832 = 249.183 \end{aligned}$$

(10) X_{err} を求める

X_{err} は下式による。

$$X_{err} = \frac{2|Z_{Px} - Z_{Py}|}{(Z_{Px} + Z_{Py})} = \frac{2 \times |265.873 - 249.183|}{(265.873 + 249.183)} = 0.0648$$

Z_{Px} : (9)で求めたもの

Z_{Py} : (9)で求めたもの

(11) Y_{err} を求める

Y_{err} は下式による。

$$Y_{err} = 0.998 + 0.068 X_{err} + 0.906 X_{err}^2 = 0.998 + 0.068 \times 0.0648 + 0.906 \times 0.0648^2 = 1.006$$

X_{err} : (10)で求めたもの

(12) 単位面積あたりの塑性釘配列係数 Z_{Pxy} を求める

単位面積あたりの塑性釘配列係数 Z_{Pxy} は、下式により求める。

$$Z_{Pxy} = \frac{0.941(Z_{Px} + Z_{Py})}{2 \times Y_{err} \times A_{面材}} \quad \dots \text{許.P.86.式 (4.14.7)}$$

Z_{Px} : (9) で求めたもの

Z_{Py} : (9) で求めたもの

Y_{err} : (11) で求めたもの

A_W : 面材の面積[cm²]。 (1) で求めたもの

$$Z_{Pxy} = \frac{0.941(Z_{Px} + Z_{Py})}{2 \times Y_{err} \times A_{面材}} = \frac{0.941 \times (265.873 + 249.183)}{2 \times 1.006 \times 5551} = 0.0434$$

(13) C_{xy} を求める

C_{xy} は下式による。

$$C_{xy} = \frac{Z_{Pxy}}{Z_{xy}} \quad \dots \text{許.P.86.式 (4.14.8)}$$

Z_{Pxy} : 単位面積あたりの塑性釘配列係数。(12) で求めたもの

Z_{xy} : 当該釘配列の単位面積あたりの釘配列係数。(6) で求めたもの

$$C_{xy} = \frac{Z_{Pxy}}{Z_{xy}} = \frac{0.0434}{0.036} = 1.20$$

(14) 面材の縦横比による剛性調整係数 β を求める (真壁の計算で使用する)

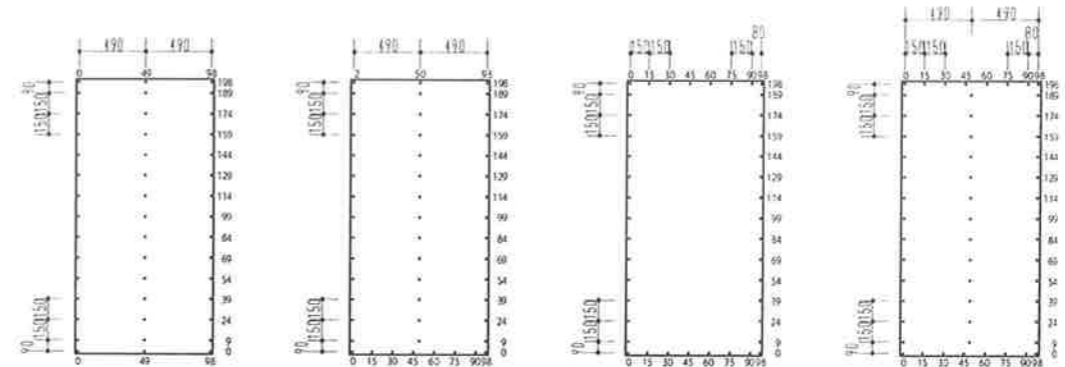
面材の縦横比による剛性調整係数 β は、下式による。

$$\beta = \frac{I_y}{I_x} \quad \dots \text{許.P.62.式 (4.4.59)}$$

I_x : Y 方向中立軸に対する釘配列 2 次モーメント[cm²]。(3) で求めたもの

I_y : X 方向中立軸に対する釘配列 2 次モーメント[cm²]。(3) で求めたもの

$$\beta = \frac{I_y}{I_x} = \frac{6750}{20250} = 0.333$$

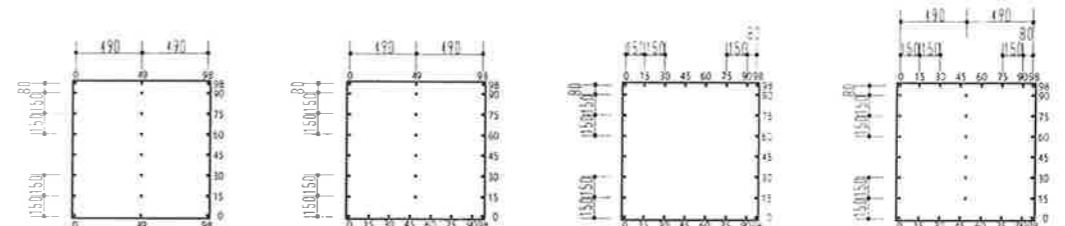


200cm×100cm
縦置き
川型配置
釘@150
I_{xy}:2.58
Z_{xy}:0.057
C_{xy}:1.17

200cm×100cm
縦置き
山型配置
釘@150
I_{xy}:2.84
Z_{xy}:0.062
C_{xy}:1.20

200cm×100cm
縦置き
口型配置
釘@150
I_{xy}:3.00
Z_{xy}:0.070
C_{xy}:1.08

200cm×100cm
縦置き
日型配置
釘@150
I_{xy}:3.11
Z_{xy}:0.070
C_{xy}:1.16

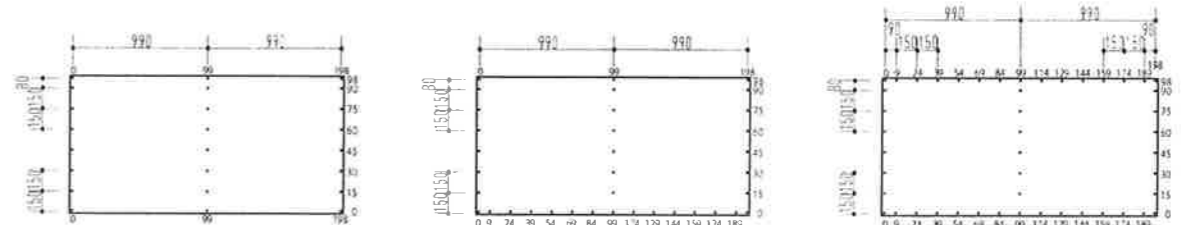


100cm×100cm
縦置き
川型配置
釘@150
I_{xy}:1.56
Z_{xy}:0.043
C_{xy}:1.24

100cm×100cm
縦置き
山型配置
釘@150
I_{xy}:1.98
Z_{xy}:0.053
C_{xy}:1.22

100cm×100cm
縦置き
口型配置
釘@150
I_{xy}:2.32
Z_{xy}:0.065
C_{xy}:1.12

100cm×100cm
縦置き
日型配置
釘@150
I_{xy}:2.41
Z_{xy}:0.068
C_{xy}:1.20



200cm×100cm
横置き 間柱@1000
川型配置
釘@150
I_{xy}:1.13
Z_{xy}:0.024
C_{xy}:1.34

200cm×100cm
横置き 間柱@1000
山型配置
釘@150
I_{xy}:1.92
Z_{xy}:0.035
C_{xy}:1.48

200cm×100cm
横置き 間柱@1000
日型配置
釘@150
I_{xy}:3.11
Z_{xy}:0.069
C_{xy}:1.09

図 1.4 メーターモジュール面材の釘の配列による諸定数 その 1