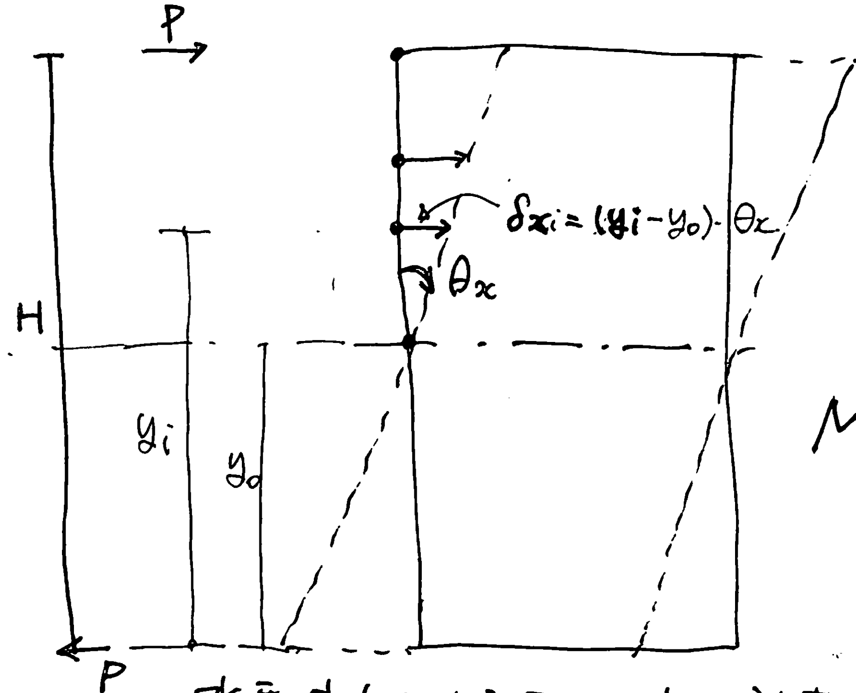
・面材壁の剛性計算メモ.

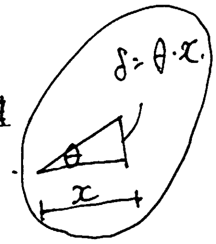


$$P_{xi} = k\cdot\delta_{xi}$$
$$= k\cdot(y_i-y_0)\cdot\theta_x.$$

$$M = \sum\left(P_{xi}\cdot(y_i-y_0)\right)$$
$$= k\cdot\theta_x\cdot\underbrace{\sum(y_i-y_0)^2}_{=I_x}$$

水平外力によるモーメントに対する釣り合い.

$$M = \underline{PH} = k\cdot\theta_x\cdot I_x.$$



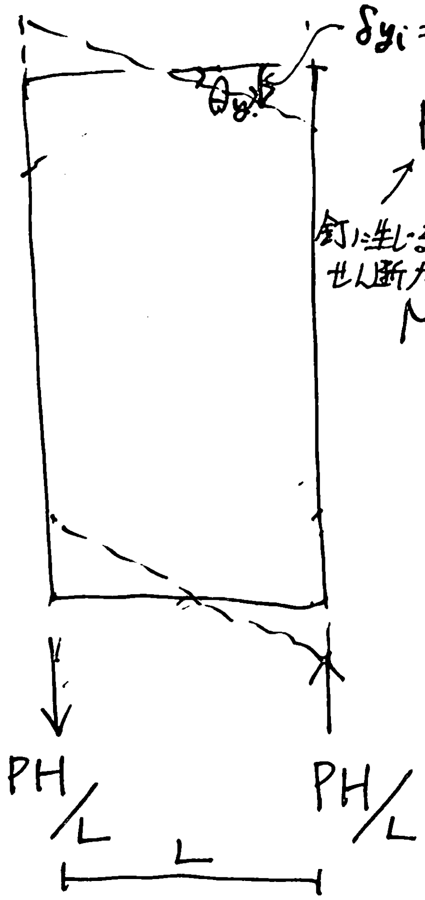
中立軸からの距組

変形角

$$\delta_{yi} = (x_i-x_0)\cdot\theta_y.$$

釘のせん断剛性.

P=kx
バネ.



$$P_{yi} = \underline{k\cdot\delta_{yi}}$$

釘に生じるせん断力

$$= k\cdot(x_i-x_0)\cdot\theta_y.$$

$$M = \sum\left(P_{yi}\cdot(x_i-x_0)\right)$$

∵1本づつモーメントを足してる.

$$= k\cdot\theta_y\cdot\underbrace{\sum(x_i-x_0)^2}_{=I_y}$$

$$M = \frac{PH}{L}\cdot L = k\cdot\theta_y\cdot I_y.$$

○ 面材の変形角.

$$R = \theta_x + \theta_y = \frac{PH}{k \cdot I_x} + \frac{PH}{k \cdot I_y} = \frac{PH}{k} \cdot \left(\frac{1}{I_x} + \frac{1}{I_y}\right)$$

$$M = KR$$

K: 面材釘による回転剛性.
R: 面材の回転角.

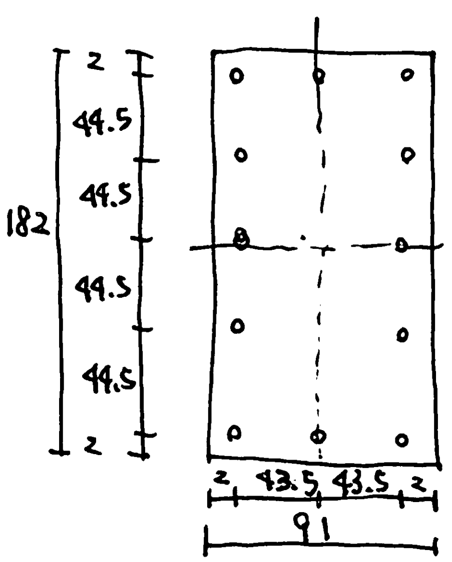
$$\rightarrow \underset{M}{\underset{\shortparallel}{PH}} = K \cdot \frac{PH}{k} \cdot \left(\frac{1}{I_x} + \frac{1}{I_y}\right).$$

$$\therefore K = k \Big/ \left(\frac{1}{I_x} + \frac{1}{I_y}\right) = \boxed{k \cdot \frac{I_x \cdot I_y}{I_x + I_y}}$$

面材釘による回転剛性.

↳ 面材釘の初期剛性と、I_x, I_y を計算すると.
面材の回転剛性が計算できる.

計算例.



$$I_x = (44.5^2 \times 4 + 89^2 \times 6)$$

$$= 55447 \ cm^2$$

$$I_y = (43.5^2 \times 10)$$

$$= 18922.5 \ cm^2$$

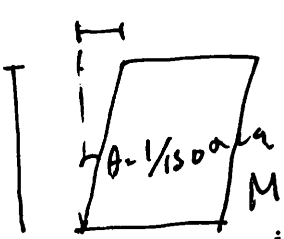
$$\therefore \text{回転剛性} = k \cdot \frac{I_x \cdot I_y}{I_x + I_y}$$

$$= k \frac{18922.5 \cdot 55447}{18922.5 + 55447}$$

$$= 14107 \cdot k.$$

N50 面材 t=12 → k≒4.8 kN/m.

$\therefore$ 回転剛性 = $4.8 \cdot 14107 = 67713.6$ kN·cm/rad



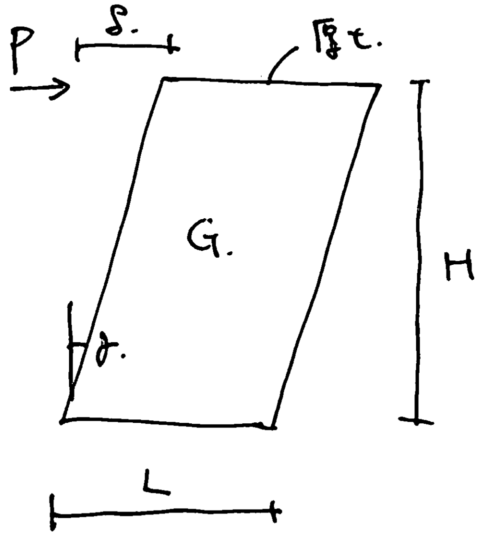
$M = 67713.6 \cdot 1/150$
$= 451$ kN·cm

$\therefore P_a = 451/182 = 2.5$ kN → 1.28倍. ※ 面材せん断変形無視の場合.

○ 面材壁の変形は

$$= \underbrace{\text{釘のせん断変形}} + \underbrace{\text{面材のせん断変形}}$$

面材のせん断変形を追加で考慮する



$$\tau = G\gamma$$

$$\tau = P/(t \cdot L)$$

$$\therefore \frac{P}{t \cdot L} = G \cdot \gamma$$

ここで $\delta = H \cdot \gamma$

$$P = \underbrace{K}_{\text{面材のせん断剛性}} \cdot \delta = K \cdot H \cdot \gamma$$

$$P = K \cdot H \cdot \frac{P}{G \cdot t \cdot L}$$

$$\therefore K = \frac{G \cdot t \cdot L}{H} \qquad \therefore \delta_{面} = \frac{PH}{G \cdot t \cdot L}$$

釘のせん断変形分

$$M = P \cdot H = K_\theta \cdot R = K_\theta \cdot \frac{\delta}{H}$$

$$\therefore \delta_{釘} = \frac{P \cdot H^2}{K_\theta}$$

$$\delta = \delta_{釘} + \delta_{面} = PH \cdot \left(\frac{H}{K_\theta} + \frac{1}{G \cdot t \cdot L}\right)$$

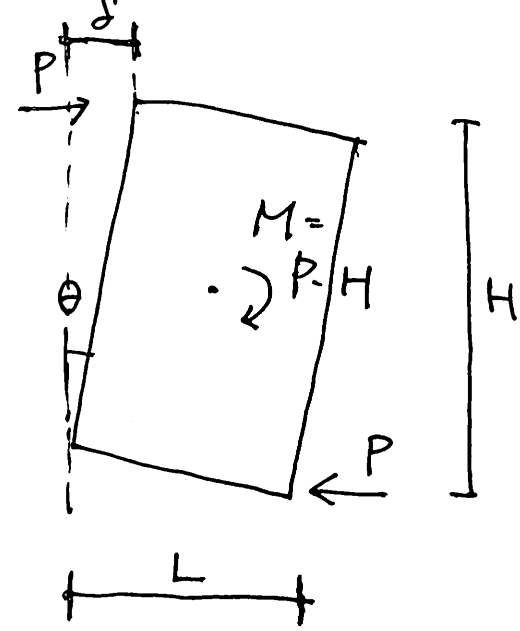
水平剛性

$$\therefore K_H = \frac{P}{\delta} = \frac{1}{H} \Big/ \left(\frac{H}{K_\theta} + \frac{1}{G \cdot t \cdot L}\right)$$

。面材壁の回転剛性。

$$M = \underbrace{K_\theta}_{\text{回転剛性}} \cdot \theta = K_\theta \cdot \frac{\delta}{H}$$

↑
PH.



$$\therefore \quad PH = K_\theta \cdot \frac{\delta}{H}$$

$$\therefore \quad K_\theta = PH^2 \cdot \frac{1}{\delta}$$

$$P = K_H \cdot \delta \quad \therefore \frac{P}{\delta} = K_H$$

↖ K_Hは、前に求めた水平剛性。

$$\therefore \quad K_\theta = PH^2 \cdot \frac{1}{\delta} = K_H \cdot H^2$$

$\frac{1}{\delta} = \frac{K_H}{P}$ より

$$= H \Big/ \left(\frac{H}{K_\theta} + \frac{1}{G \cdot t \cdot L} \right).$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{K_\theta} + \frac{1}{G \cdot t \cdot L \cdot H} \right)}$$

∴ 面材壁の回転剛性

$$K_\theta = \frac{1}{\left(\frac{I_x + I_y}{k \cdot I_x \cdot I_y} + \frac{1}{G \cdot t \cdot L \cdot H} \right)}$$

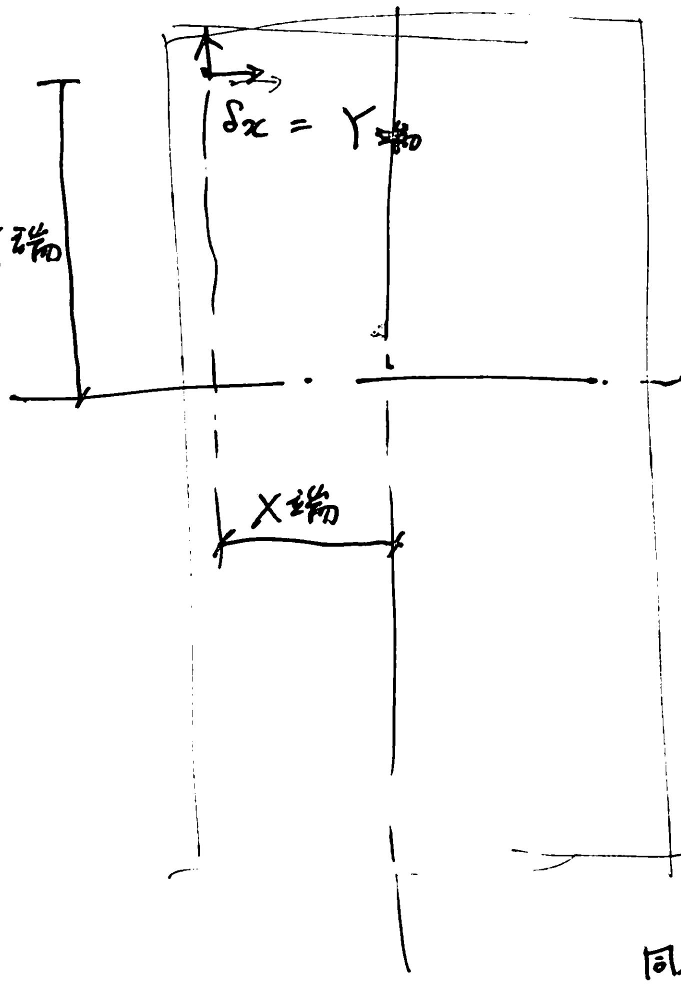
ここで、

$A_w = L \cdot H \qquad I_{xy} = \frac{I_x \cdot I_y}{I_x + I_y} \Big/ A_w$ とおくと。

$$K_\theta = \frac{1}{\left(\frac{1}{k \cdot I_{xy} \cdot A_w} + \frac{1}{G \cdot t \cdot A_w} \right)} = \frac{A_w}{\left(\frac{1}{k \cdot I_{xy}} + \frac{1}{G \cdot t} \right)}$$

o 降伏耐力の計算 ⑤

四隅の変位の最も大きい釘が最初に降伏する



$$M = PH = k \cdot \theta_x \cdot I_x$$

$$M = PH = k \cdot \theta_y \cdot I_y$$

$$\delta_x = \theta_x \cdot Y端$$

$$= \frac{PH}{k I_x} \cdot Y端$$

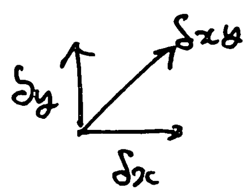
$$= \frac{PH}{k} \cdot \left[\frac{Y端}{I_x}\right]$$

Z_x とおく.

$$= \frac{PH}{k \cdot Z_x}$$

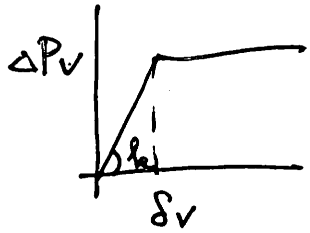
同様に

$$\delta_y = \theta_y \cdot X端 = \frac{PH}{k \cdot Z_y}$$



$$\delta_{xy} = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2}$$

降伏時. $\delta_v = \delta_{xy}$ より.



$PH = M_y$.

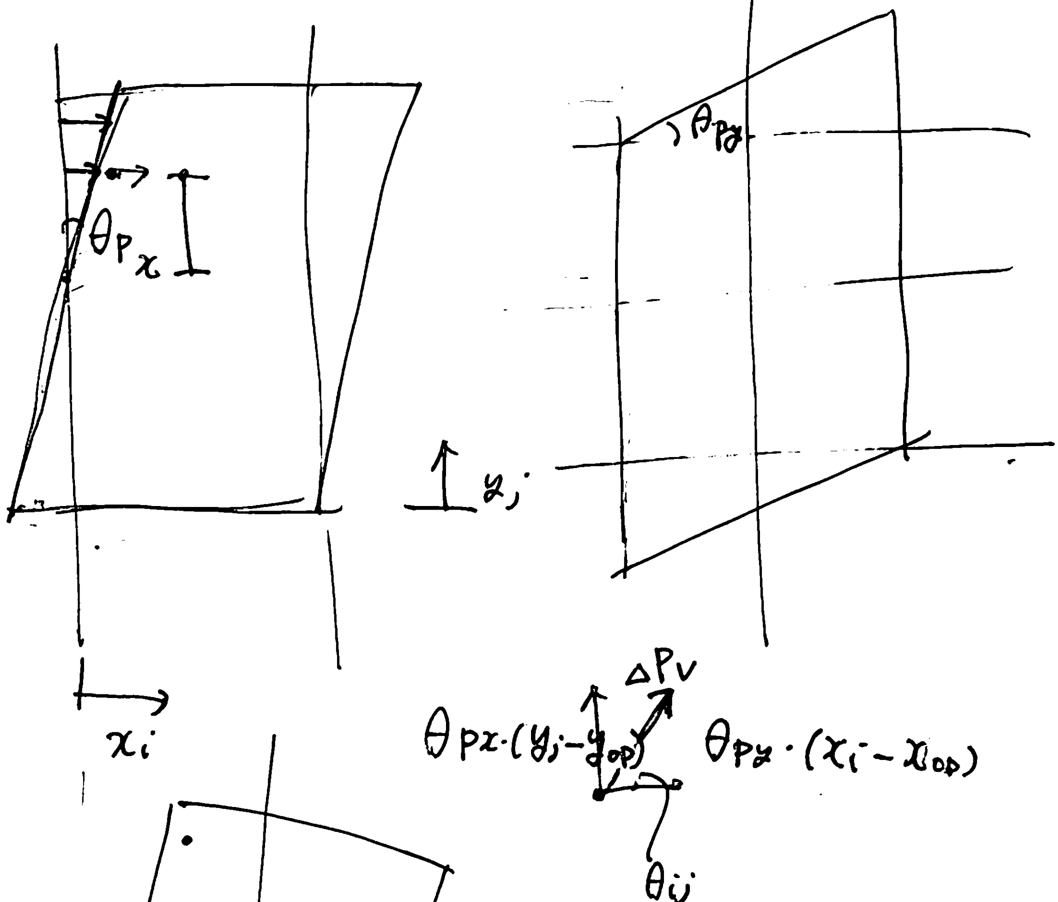
$$\frac{\Delta P_v}{k} = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} = \frac{PH}{k} \cdot \sqrt{\frac{1}{Z_x^2} + \frac{1}{Z_y^2}}$$

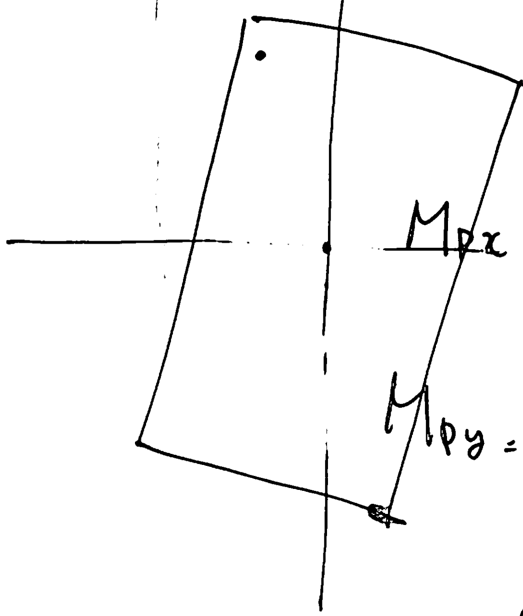
降伏モーメント.

$$\therefore M_y = \Delta P_v \Big/ \sqrt{\frac{1}{Z_x^2} + \frac{1}{Z_y^2}}$$

$$P_y = M_y / H.$$

・塑性域の計算法

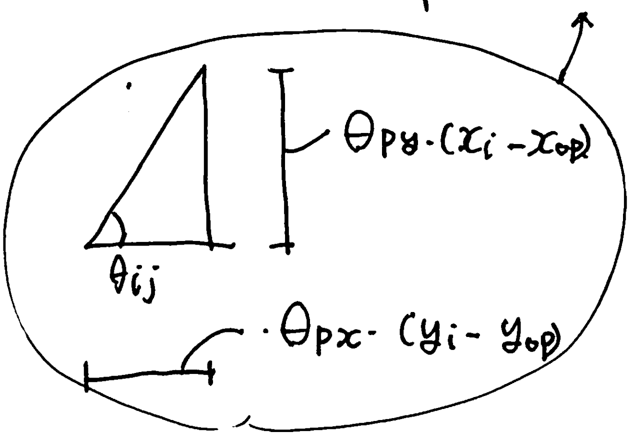




$$M_{px}\ \sum\left[\left(\underbrace{\Delta P_v\cdot\cos\theta_{ij}}_{\text{水平方向分力}}\right)\cdot(y_j-y_{op})\right]$$

$$M_{py}=\sum\left[(\Delta P_v\cdot\sin\theta_{ij})\cdot(x_i-x_{op})\right]$$

$$\cos\theta_{ij}=\frac{\theta_{px}\cdot(y_i-y_{op})}{\sqrt{\theta_{px}^2\cdot(y_j-y_{op})^2+\theta_{py}^2\cdot(x_i-x_{op})^2}}$$



Z_{px} とおく

$$\therefore\ M_{px} = \left[\sum \frac{\theta_{px}\cdot(y_i-y_{op})^2}{\sqrt{\theta_{px}^2\cdot(y_i-y_{op})^2+\theta_{py}^2(x_i-x_{op})^2}}\right]\cdot\Delta P_v$$

I_{py} とおく.

$$M_{py} = \left[\sum \frac{\theta_{py}(x_i-x_{op})^2}{\sqrt{\theta_{px}^2(y_i-y_{op})^2+\theta_{py}^2(x_i-x_{op})^2}}\right]\cdot\Delta P_v$$

ここで

$$M_{px} = Z_{px}\cdot\Delta P_v$$

$$M_{py} = Z_{py}\cdot\Delta P_v.$$

力の釣りあいより.

$M_{px} = M_{py}$. だが...

塑性式では...

θ_{px} と θ_{py}, y_o と x_o が 求まらないので...

収束計算により求められた, 提案式あり.

$$\frac{\theta_{px}}{\theta_{py}} = 1.28458\frac{I_y}{I_x} \qquad y_{op} = -0.1059\,H_o + 1.2118\,y_o$$

※ $I_y > I_x$ のとき $\qquad x_{op} = -0.1059\,B_o + 1.2118\,x_o$.

弾性式では.

$$M_x = k\cdot\theta_x\cdot I_x$$

$$M_y = k\,\theta_y\,I_y$$

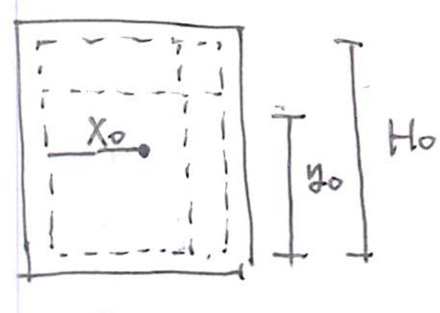
$M_x = M_y$ より

$$\theta_x\cdot I_x = \theta_y I_y$$

$$\therefore\ \frac{\theta_x}{\theta_y} = \frac{I_y}{I_x}$$

となるが...

塑性式では. 釘の剛性が高いほうの θのみかけが 大きくなる....



釘が非対称なときの. 全塑性時の中立軸 (x_{op}, y_{op}) の 略算式.

対称な. $H_o = 2y_o$ のとき $y_{op} = y_o$ となり当然. 一致する

略算で、

$$M_p = (M_{px} + M_{py})/2$$

平均する。

$$\therefore M_p = (Z_{px} + Z_{py}) \cdot \Delta P_v / 2.$$

$$C_{xy} = \frac{M_p}{M_y} \text{ より}$$

$$C_{xy} = \frac{(Z_{px} + Z_{py})/2}{\sqrt{\frac{1}{Z_x^2} + \frac{1}{Z_y^2}}}$$ となるはずか

補正 ①

収束値から決めた $\frac{\theta_{px}}{\theta_{py}} = 1.28458 \frac{I_y}{I_x}$, $y_{op} = -0.1059\,H_o + 1.2118g$

を用いて、M_{px}, M_{py} を計算すると、$M_{px} = M_{py}$ とならない

$M_{px} = M_{py}$ とならない場合、$M_p = (M_{px} + M_{py})/2$ とした

略算値との誤差が大きいため、

$$Y_{err} = 0.99774 + 0.06793 \cdot X_{err} + 0.90613 \cdot X_{err}^2$$

$$X_{err} = \frac{2 \cdot |M_{px} - M_{py}|}{M_{px} + M_{py}}$$

$$M_p = \frac{1}{Y_{err}} (Z_{px} + Z_{py}) \cdot \Delta P_v / 2$$ に補正する。

補正②

略算式が下限式になるための補正 0.9411

∴ 補正後の M_p

$$M_p = \frac{1}{Y_{err}} \cdot 0.9411 \cdot \underbrace{\left(\frac{Z_{px} + Z_{py}}{2} \right)}_{\text{平均}} \cdot \Delta P_v$$

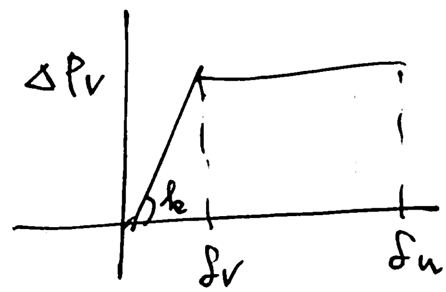
$$M_y = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{Z_x^2} + \frac{1}{Z_y^2}}} \cdot \Delta P_v$$

$$\therefore\ C_{xa} = \frac{M_p}{M_y} = \frac{\frac{1}{Y_{err}} \cdot 0.9411 \cdot \left(\frac{Z_{px} + Z_{py}}{2} \right)}{\sqrt{\frac{1}{Z_x^2} + \frac{1}{Z_y^2}}}$$

○ 塑性率 μ の計算

$$\mu = \frac{R_u}{R_y} = \frac{\text{隅角部の釘が終局変位に達する時}}{\text{隅角部の釘が降伏変位に達する時}}$$

$$= \frac{\delta_u}{\delta_v}$$



ここで δ_u, δ_v には 面材のせん断変形分も考慮して

$$\delta = \delta_{釘} + \delta_{面} = PH\left(\frac{H}{K_\theta} + \frac{1}{G \cdot t L}\right) より$$

$$\because \delta_{釘} = PH\frac{H}{K_\theta}$$

$$\delta_{面} = PH \cdot \frac{1}{GtL}$$

$$\rightarrow \delta_{面} = \left(\delta_{釘} \cdot \frac{K_\theta}{H}\right)\frac{1}{GtL}$$

$$= \delta_{釘} \cdot \frac{K_\theta}{G \cdot t \cdot L \cdot H}$$

$$\therefore \delta_v \rightarrow \delta_v + \delta_v \cdot \frac{K_\theta}{G \cdot t \cdot L \cdot H}$$

$$\delta_u \rightarrow \delta_u + \delta_v \cdot \frac{K_\theta}{G \cdot t \cdot L \cdot H}$$

$$K_\theta = \frac{k \cdot I_x \cdot I_y}{I_x + I_y}$$

$$\therefore \mu = \frac{\delta_u + \delta_v \cdot \dfrac{K_\theta}{G \cdot t \cdot L \cdot H}}{\delta_v + \delta_v \cdot \dfrac{K_\theta}{G \cdot t \cdot L \cdot H}}$$