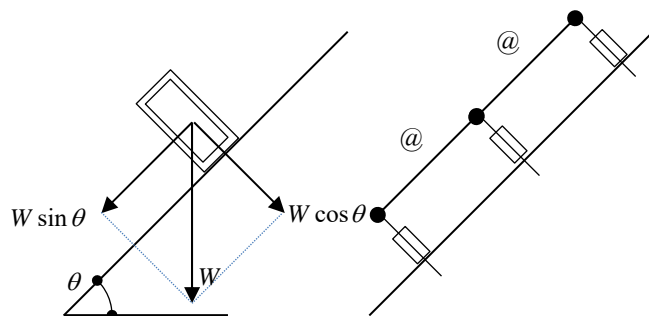


母屋の設計（2軸曲げを受ける場合）



荷重条件

$${}_L W = W_{DL} \cdot @$$

$${}_{SS} W = (W_{DL} + W_{SL} \cos \theta) \cdot @$$

ここで

${}_L W$: 長期分布荷重 (kN/m)

W_{DL} : 固定荷重 (kN/m²)

@ : 母屋のピッチ (m)

${}_{SS} W$: 積雪短期分布荷重 (kN/m)

W_{SL} : 積雪荷重 (kN/m²)

θ : 屋根勾配 (°)

応力検定 長期

$${}_L M_y = {}_L W \cos \theta \frac{l^2}{8} = W_{DL} \cdot @ \cdot \cos \theta \frac{l^2}{8}$$

$${}_L M_z = {}_L W \sin \theta \frac{l^2}{8} = W_{DL} \cdot @ \cdot \sin \theta \frac{l^2}{8}$$

$$\frac{{}_L \sigma_y}{{}_L f_{by}} + \frac{{}_L \sigma_z}{{}_L f_{bz}} = \frac{{}_L M_y}{{}_L f_{by} Z_y} \times 10^3 + \frac{{}_L M_z}{{}_L f_{bz} Z_z} \times 10^3 \leq 1.0$$

ここで

l : 母屋のスパン (m)

${}_L M_y, {}_L M_z$: 長期 y 軸, z 軸回り曲げモーメント (kN・m)

${}_L \sigma_y, {}_L \sigma_z$: 長期 y 軸, z 軸回り曲げ応力度 (N/mm²)

${}_L f_{by}, {}_L f_{bz}$: 長期 y 軸, z 軸回り許容曲げ応力度 (N/mm²)

Z_y, Z_z : y 軸, z 軸回りの曲げに対する断面係数 (cm³)

応力検定 短期

$${}_{SS}W \cos \theta \frac{l^2}{8} = (W_{DL} + W_{SL} \cos \theta) \cdot @ \cdot \cos \theta \frac{l^2}{8}$$

$${}_{SS}M_z = {}_{SS}W \sin \theta \frac{l^2}{8} = (W_{DL} + W_{SL} \cos \theta) \cdot @ \cdot \sin \theta \frac{l^2}{8}$$

$$\frac{{}_{SS}\sigma_y}{{}_{SS}f_{by}} + \frac{{}_{SS}\sigma_z}{{}_{SS}f_{bz}} = \frac{{}_{SS}M_y}{{}_{SS}f_{by}Z_y} \times 10^3 + \frac{{}_{SS}M_z}{{}_{SS}f_{bz}Z_z} \times 10^3 \leq 1.0$$

ここで

- ${}_{SS}M_y, {}_{SS}M_z$: 積雪短期 y 軸, z 軸回り曲げモーメント (kN・m)
 ${}_{SS}\sigma_y, {}_{SS}\sigma_z$: 積雪短期 y 軸, z 軸回り曲げ応力度 (N/mm²)
 ${}_{SS}f_{by}, {}_{SS}f_{bz}$: 積雪短期 y 軸, z 軸回り許容曲げ応力度 (N/mm²)

たわみ検定 長期

$${}_L\delta_y = \frac{5W \cos \theta \cdot l^4}{384EI_y} \times 10^8 = \frac{5W_{DL} \cdot @ \cdot \cos \theta \cdot l^4}{384EI_y} \times 10^8$$

$${}_L\delta_z = \frac{5W \sin \theta \cdot l^4}{384EI_z} \times 10^8 = \frac{5W_{DL} \cdot @ \cdot \sin \theta \cdot l^4}{384EI_z} \times 10^8$$

$${}_L\delta = \sqrt{{}_L\delta_y^2 + {}_L\delta_z^2}, \quad {}_L\delta / l \leq 1/200$$

ここで

- E : ヤング係数 (N/mm²)
 ${}_L\delta_y, {}_L\delta_z$: 長期 y 軸, z 軸回りの曲げに対するたわみ (mm)
 I_y, I_z : y 軸, z 軸回りの曲げに対する断面 2 次モーメント (cm⁴)

たわみ検定 短期

$${}_{SS}\delta_y = \frac{5{}_{SS}W \cos \theta \cdot l^4}{384EI_y} = \frac{5(W_{DL} + W_{SL} \cos \theta) \cdot @ \cdot \cos \theta \cdot l^4}{384EI_y} \times 10^8$$

$${}_{SS}\delta_z = \frac{5{}_{SS}W \sin \theta \cdot l^4}{384EI_z} = \frac{5(W_{DL} + W_{SL} \cos \theta) \cdot @ \cdot \sin \theta \cdot l^4}{384EI_z} \times 10^8$$

$${}_{SS}\delta = \sqrt{{}_{SS}\delta_y^2 + {}_{SS}\delta_z^2}, \quad {}_{SS}\delta / l \leq 1/150$$

ここで

- ${}_{SS}\delta_y, {}_{SS}\delta_z$: 短期 y 軸, z 軸回りの曲げに対するたわみ (mm)

母屋の設計（2軸曲げを受ける場合） 計算例

計算条件

$$W_{DL} = 0.6\text{kN/m}^2, \quad @ = 1.0\text{m}, \quad W_{SL} = 0.6\text{kN/m}^2, \quad \theta = 45^\circ, \quad l = 4.6\text{m}$$

$$\text{断面}\square-125 \times 75 \times 4.5 \text{ (STKR400)}, \quad Z_y = 54.8\text{cm}^3, \quad Z_z = 41.2\text{cm}^3, \quad I_y = 342\text{cm}^4, \quad I_z = 155\text{cm}^4$$

$$E = 20,500\text{N/mm}^2, \quad L f_{by} = L f_{bz} = 157\text{N/mm}^2, \quad S f_{by} = S f_{bz} = 235\text{N/mm}^2$$

計算結果

長期応力の検討

$$L M_y = W_{DL} \cdot @ \cdot \cos \theta \frac{l^2}{8} = 0.6 \cdot 1.0 \cdot 0.707 \cdot \frac{4.6^2}{8} = 1.122\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$L M_z = W_{DL} \cdot @ \cdot \sin \theta \frac{l^2}{8} = 0.6 \cdot 1.0 \cdot 0.707 \cdot \frac{4.6^2}{8} = 1.122\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{L \sigma_y}{L f_{by}} + \frac{L \sigma_z}{L f_{bz}} = \left(\frac{L M_y}{L f_{by} Z_y} + \frac{L M_z}{L f_{bz} Z_z} \right) \times 10^3 = \left(\frac{1.122}{157 \cdot 54.8} + \frac{1.122}{157 \cdot 41.2} \right) \times 10^3 = 0.304 \leq 1.0$$

長期たわみの検討

$$L \delta_y = \frac{5W_{DL} \cdot @ \cdot \cos \theta \cdot l^4}{384EI_y} \times 10^8 = \frac{5 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot 0.707 \cdot 4.6^4}{384 \cdot 205000 \cdot 342} \times 10^8 = 3.53\text{mm}$$

$$L \delta_z = \frac{5W_{DL} \cdot @ \cdot \sin \theta \cdot l^4}{384EI_z} \times 10^8 = \frac{5 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot 0.707 \cdot 4.6^4}{384 \cdot 205000 \cdot 155} \times 10^8 = 7.78\text{mm}$$

$$L \delta = \sqrt{L \delta_y^2 + L \delta_z^2} = \sqrt{3.53^2 + 7.78^2} = 8.54, \quad L \delta / l = 1/538 \leq 1/200$$

積雪短期応力の検討

$$SS M_y = (W_{DL} + W_{SL} \cos \theta) \cdot @ \cdot \cos \theta \frac{l^2}{8} = (0.6 + 0.6 \cdot 0.707) \cdot 1.0 \cdot 0.707 \cdot \frac{4.6^2}{8} = 1.915\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$SS M_z = (W_{DL} + W_{SL} \cos \theta) \cdot @ \cdot \sin \theta \frac{l^2}{8} = (0.6 + 0.6 \cdot 0.707) \cdot 1.0 \cdot 0.707 \cdot \frac{4.6^2}{8} = 1.915\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{SS \sigma_y}{SS f_{by}} + \frac{SS \sigma_z}{SS f_{bz}} = \left(\frac{SS M_y}{SS f_{by} Z_y} + \frac{SS M_z}{SS f_{bz} Z_z} \right) \times 10^3 = \left(\frac{1.915}{235 \cdot 54.8} + \frac{1.915}{235 \cdot 41.2} \right) \times 10^3 = 0.346 \leq 1.0$$

積雪短期たわみの検討

$$SS \delta_y = \frac{5(W_{DL} + W_{SL} \cos \theta) \cdot @ \cdot \cos \theta \cdot l^4}{384EI_y} \times 10^8 = \frac{5 \cdot (0.6 + 0.6 \cdot 0.707) \cdot 1.0 \cdot 0.707 \cdot 4.6^4}{384 \cdot 205000 \cdot 342} \times 10^8 = 6.02\text{mm}$$

$$SS \delta_z = \frac{5(W_{DL} + W_{SL} \cos \theta) \cdot @ \cdot \sin \theta \cdot l^4}{384EI_z} \times 10^8 = \frac{5 \cdot (0.6 + 0.6 \cdot 0.707) \cdot 1.0 \cdot 0.707 \cdot 4.6^4}{384 \cdot 205000 \cdot 155} \times 10^8 = 13.3\text{mm}$$

$$SS \delta = \sqrt{SS \delta_y^2 + SS \delta_z^2} = \sqrt{6.02^2 + 13.3^2} = 14.6, \quad L \delta / l = 1/315 \leq 1/150$$