

型枠支保工存置期間の算定書

1. 算定条件

日本建築学会「型枠の設計・施工指針2011年版」に基づいて、型枠支保工の除去時に必要となるコンクリートの圧縮強度を算定する。荷重条件や各部材の断面寸法等の算定条件を以下に示す。

(1) 算定対象

- ・工事名称 : ○○○○○○新築工事
- ・検討箇所 : ○階X1～X2×Y3～Y4

(2) コンクリート

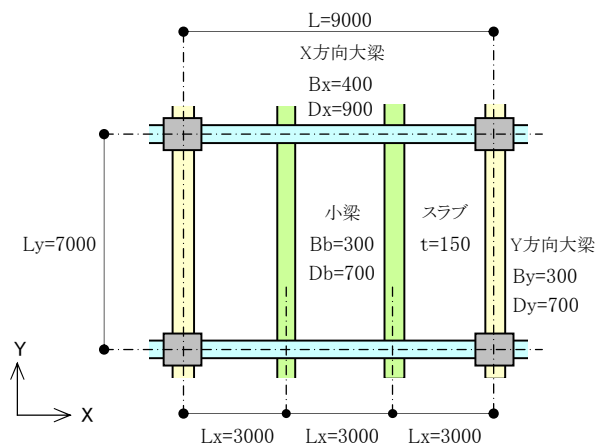
- ・設計基準強度 F_c : 21 (N/mm²)
- ・ヤング係数 E : 20 (kN/mm²) ※ 最低所要強度12N/mm²に対するヤング係数を適用する。

(3) 荷重条件

- ・位置区分 : 一般階
- ・支柱層数 : 2
- ・スパン区分 : 内スパン
- ・残存支柱(残存比率) : 0 (%)
- ・コンクリート重量 ρ : 24 (kN/m³)
- ・型枠重量 W_f : 0.4 (kN/m²)
- ・積載資材重量 CL : 0 (kN/m²)

(4) 断面寸法等

- ・短辺スパン L_x : 3000 (mm)
- ・長辺スパン L_y : 7000 (mm)
- ・スラブ厚さ t : 150 (mm)
- ・小梁 梁幅 B_b : 300 (mm)
- ・小梁 梁せい D_b : 700 (mm)
- ・X方向大梁 梁幅 B_x : 400 (mm)
- ・X方向大梁 梁せい D_x : 900 (mm)
- ・Y方向大梁 梁幅 B_y : 300 (mm)
- ・Y方向大梁 梁せい D_y : 700 (mm)



2. 荷重の算定

(1) 小梁の単位長さ重量

$$W_b = 1.8 \times \rho \times B_b(D_b - t) = 1.8 \times 24 \times 0.3(0.7 - 0.15) = 7.1 \quad (\text{kN/m})$$

(2) X方向大梁の単位長さ重量

$$W_x = 1.8 \times \rho \times B_x(D_x - t) = 1.8 \times 24 \times 0.4(0.9 - 0.15) = 13.0 \quad (\text{kN/m})$$

(3) Y方向大梁の単位長さ重量

$$W_y = 1.8 \times \rho \times B_y(D_y - t) = 1.8 \times 24 \times 0.3(0.7 - 0.15) = 7.1 \quad (\text{kN/m})$$

(4) スラブの単位面積重量

$$W_s = 1.8(\rho t + W_f) = 1.8(24 \times 0.15 + 0.4) = 7.2 \quad (\text{kN/m}^2)$$

(5) 施工荷重

$$W = W_s + CL = 7.2 + 0 = 7.2 \quad (\text{kN/m}^2)$$

3. 部材の断面性能

梁部材はスラブの有効幅を考慮したT形断面部材として、断面性能を算定する。なお、算定方法は別紙1に記載する。

(1) 小梁の断面二次モーメント・断面係数

$$I_b = 17021375000 \quad (\text{mm}^4)$$

$$Z_b = 34808538 \quad (\text{mm}^3)$$

(2) X方向大梁の断面二次モーメント・断面係数

$$I_x = 46485900000 \quad (\text{mm}^4)$$

$$Z_x = 76081669 \quad (\text{mm}^3)$$

(3) Y方向大梁の断面二次モーメント・断面係数

$$I_y = 17021375000 \quad (\text{mm}^4)$$

$$Z_y = 34808538 \quad (\text{mm}^3)$$

(4) スラブの断面二次モーメント・断面係数(幅1mあたり)

$$I_s = (1000 \times t^3) / 12 = (1000 \times 150^3) / 12 = 281250000 \quad (\text{mm}^4)$$

$$Z_s = (1000 \times t^2) / 6 = (1000 \times 150^2) / 6 = 3750000 \quad (\text{mm}^3)$$

4. たわみの算定

(1) 小梁のたわみ

$$\delta_o = (WL_x + W_b)L_y^4 / 384EI_b = (7.2 \times 10^{-6} \times 3000 + 7.1 \times 10^{-3}) \times 7000^4 / 384 \times 20 \times 17021375000 = 0.53 \quad (\text{mm})$$

(2) X方向大梁のたわみ

$$\text{小梁から大梁に作用する荷重 } P : P = WL_x L_y + W_b L_y = 7.2 \times 3 \times 7 + 7.1 \times 7 = 200.9 \quad (\text{kN})$$

$$\delta_x = P \times (3L_x)^3 / 162EI_x = 200.9 \times (3 \times 3000)^3 / 162 \times 20 \times 46485900000 = 0.97 \quad (\text{mm})$$

(3) Y方向大梁のたわみ

$$\delta_y = (WL_x + W_y)L_y^4 / 384EI_y = (7.2 \times 10^{-6} \times 3000 + 7.1 \times 10^{-3}) \times 7000^4 / 384 \times 20 \times 17021375000 = 0.53 \quad (\text{mm})$$

(4) スラブのたわみ

$$\text{スラブの辺長比 } \lambda : \lambda = L_y / L_x = 7 / 3 = 2.33$$

$$\delta_s = (1/32) \times \{ \lambda^4 / (1 + \lambda^4) \} \times (WL_x^4 / Et^3)$$

$$\delta_s = (1/32) \times \{ 2.33^4 / (1 + 2.33^4) \} \times 7.2 \times 10^{-6} \times 3000^4 / (20 \times 150^3) = 0.26 \quad (\text{mm})$$

(5) 小梁の最大たわみ

$$\delta_b = \delta_o + \delta_x = 0.53 + 0.97 = 1.50 \quad (\text{mm})$$

(6) 付加たわみ

$$\Delta \delta = \delta_b - \delta_y = 1.50 - 0.53 = 0.97 \quad (\text{mm})$$

5. 応力の算定

(1) スラブの曲げ応力度

$\Delta \delta$ による付加曲げモーメント

$$\Delta M_x = 0.8 \times \Delta \delta \times 6EI_s / L_x^2 = 0.8 \times 0.97 \times 6 \times 20 \times 281250000 / (3000^2 \times 1000) = 2.9 \quad (\text{kNm})$$

施工荷重による曲げモーメント

$$M_x = 0.8 \times (1/12) \times \{ \lambda^4 / (1 + \lambda^4) \} \times WL_x^2 = 0.8 \times (1/12) \times \{ 2.33^4 / (1 + 2.33^4) \} \times 7.2 \times 3^2 = 4.2 \quad (\text{kNm})$$

最大曲げ応力度

$$\sigma_s = (M_x + \Delta M_x) / Z_s = (4.2 + 2.9) \times 10^6 / 3750000 = 1.89 \quad (\text{N/mm}^2)$$

(2) 小梁の曲げ応力度

$$M_b = (WL_x + W_b)L_y^2 / 24 = (7.2 \times 3 + 7.1) \times 7^2 / 24 = 58.6 \quad (\text{kNm})$$

$$\sigma_b = M_b / Z_b = 58.6 \times 10^6 / 34808538 = 1.68 \quad (\text{N/mm}^2)$$

(3) X方向大梁の曲げ応力度

$$M_x = (1/9) \times P \times (3L_x) + (1/24) \times W_x \times (3L_x)^2 = (1/9) \times 200.9 \times 3 \times 3 + (1/24) \times 13.0 \times (3 \times 3)^2 = 244.8 \quad (\text{kNm})$$

$$\sigma_x = M_x / Z_x = 244.8 \times 10^6 / 76081669 = 3.22 \quad (\text{N/mm}^2)$$

(4) Y方向大梁の曲げ応力度の算定

$$M_y = (WL_x + W_y)L_y^2 / 24 = (7.2 \times 3 + 7.1) \times 7^2 / 24 = 58.6 \quad (\text{kNm})$$

$$\sigma_y = M_y / Z_y = 58.6 \times 10^6 / 34808538 = 1.68 \quad (\text{N/mm}^2)$$

6. コンクリートの所要圧縮強度の算定

支保工除去時におけるコンクリートの所要圧縮強度Fは、次式により算定する。なお、各部材の所要圧縮強度の最小値は 12N/mm^2 とし、梁部材については設計基準強度が確保されれば支保工は除去できるものとする。

$$F = \sigma^2 / 0.51^2$$

σ : 各部材の曲げ応力度 (N/mm^2)

$$\text{スラブ : } F = 1.89^2 / 0.51^2 = 13.7 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (F/F_c = 0.7)$$

$$\text{小 梁 : } F = 1.68^2 / 0.51^2 = 10.9 \quad \rightarrow 12 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (F/F_c = 0.5)$$

$$\text{X方向大梁 : } F = 3.22^2 / 0.51^2 = 39.9 \quad \rightarrow 21 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (F/F_c = 1.9)$$

$$\text{Y方向大梁 : } F = 1.68^2 / 0.51^2 = 10.9 \quad \rightarrow 12 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (F/F_c = 0.5)$$

○ 梁の有効幅および断面二次モーメントの算定

T 形梁の有効幅 B は、次式により算出する協力幅 ba から定める。

$a / L < 0.5$ の場合

$$ba = (0.5 - 0.6a/L)a$$

$a / L \geq 0.5$ の場合

$$ba = 0.1L$$

a : 材の側面から隣の材の側面までの距離

L : スパン長さ

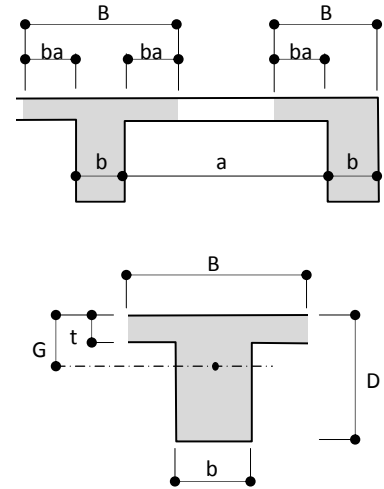
T 形梁の断面二次モーメント I は、次式により算定する。

$$I = \Phi (bD^3) / 12$$

$$\Phi = 4\alpha - 3(\beta^2 / \gamma)$$

$$b1 = B/b, \quad t1 = t/D$$

$$\alpha = 1 + (b1 - 1)t1^3, \quad \beta = 1 + (b1 - 1)t1^2, \quad \gamma = 1 + (b1 - 1)t1$$



(1) X 方向大梁

$$a/L = 6600/9000 = 0.73 \quad (a/L \geq 0.5)$$

$$\text{協力幅: } ba = 0.1 \times 9000 = 900 \quad (\text{mm})$$

$$\text{有効幅: } B = 2 \times 900 + 400 = 2200 \quad (\text{mm})$$

$$b1 = 2200/400 = 5.500$$

$$t1 = 150/900 = 0.167$$

$$\alpha = 1 + (5.500 - 1) \times 0.167^3 = 1.021$$

$$\beta = 1 + (5.500 - 1) \times 0.167^2 = 1.126$$

$$\gamma = 1 + (5.500 - 1) \times 0.167 = 1.752$$

$$\Phi = 4 \times 1.021 - 3 \times (1.126^2 / 1.752) = 1.913$$

$$\text{断面二次モーメント: } I = \Phi (bD^3) / 12 = 1.913 (400 \times 900^3) / 12 = 46485900000 \quad (\text{mm}^4)$$

$$\text{面積: } A = (2200 - 400) \times 150 + 400 \times 900 = 630000 \quad (\text{mm}^2)$$

$$\text{断面一次モーメント: } S = (2200 - 400) \times 150 \times 150 / 2 + 400 \times 900 \times 900 / 2 = 182250000 \quad (\text{mm}^3)$$

$$\text{上端から中立軸の距離: } G = S/A = 182250000 / 630000 = 289 \quad (\text{mm})$$

$$\text{断面係数 (下端): } Z = I/(D-G) = 46485900000 / (900-289) = 76081669 \quad (\text{mm}^3)$$

(2) Y 方向大梁

$$a/L = 2700/7000 = 0.39 \quad (a/L < 0.5)$$

$$\text{協力幅: } ba = (0.5 - 0.6 \times 0.39) \times 2700 = 718 \quad (\text{mm})$$

$$\text{有効幅: } B = 2 \times 718 + 300 = 1736 \quad (\text{mm})$$

$$b1 = 1736/300 = 5.787$$

$$t1 = 150/700 = 0.214$$

$$\alpha = 1 + (5.787 - 1) \times 0.214^3 = 1.047$$

$$\beta = 1 + (5.787 - 1) \times 0.214^2 = 1.219$$

$$\gamma = 1 + (5.787 - 1) \times 0.214 = 2.024$$

$$\Phi = 4 \times 1.047 - 3 \times (1.219^2 / 2.024) = 1.985$$

$$\text{断面二次モーメント: } I = \Phi (bD^3) / 12 = 1.985 (300 \times 700^3) / 12 = 17021375000 \quad (\text{mm}^4)$$

$$\text{面積: } A = (1736 - 300) \times 150 + 300 \times 700 = 425400 \quad (\text{mm}^2)$$

$$\text{断面一次モーメント: } S = (1736 - 300) \times 150 \times 150 / 2 + 300 \times 700 \times 700 / 2 = 89655000 \quad (\text{mm}^3)$$

$$\text{上端から中立軸の距離: } G = S/A = 89655000 / 425400 = 211 \quad (\text{mm})$$

$$\text{断面係数 (下端): } Z = I/(D-G) = 17021375000 / (700-211) = 34808538 \quad (\text{mm}^3)$$

(3)小梁

$$a/L = 2700/7000 = 0.39 \quad (a/L < 0.5)$$

$$\text{協力幅: } b_a = (0.5 - 0.6 \times 0.39) \times 2700 = 718 \quad (\text{mm})$$

$$\text{有効幅: } B = 2 \times 718 + 300 = 1736 \quad (\text{mm})$$

$$b_1 = 1736/300 = 5.787$$

$$t_1 = 150/700 = 0.214$$

$$\alpha = 1 + (5.787-1) \times 0.214^3 = 1.047$$

$$\beta = 1 + (5.787-1) \times 0.214^2 = 1.219$$

$$\gamma = 1 + (5.787-1) \times 0.214 = 2.024$$

$$\Phi = 4 \times 1.047 - 3 \times (1.219^2/2.024) = 1.985$$

$$\text{断面二次モーメント: } I = \Phi (bD^3)/12 = 1.985(300 \times 700^3) / 12 = 17021375000 \quad (\text{mm}^4)$$

$$\text{面積: } A = (1736 - 300) \times 150 + 300 \times 700 = 425400 \quad (\text{mm}^2)$$

$$\text{断面一次モーメント: } S = (1736 - 300) \times 150 \times 150/2 + 300 \times 700 \times 700/2 = 89655000 \quad (\text{mm}^3)$$

$$\text{上端から中立軸の距離: } G = S/A = 89655000 / 425400 = 211 \quad (\text{mm})$$

$$\text{断面係数(下端): } Z = I/(D-G) = 17021375000 / (700-211) = 34808538 \quad (\text{mm}^3)$$