

S 造横補剛の検討

BL-1

ビュルター拘束あり

計算条件

- ・補剛材を小梁として使用する
- ・補剛材の取り付け : 片側
 $\Delta h = 0.0$ (mm)
- ・上フランジの拘束 : あり (fb=ftとする)
- ・集中横力F計算用係数 : 0.020
- ・スタッドボルトの短期許容せん断耐力計算用係数 : 0.6

使用材料

大梁

断面形状 H - 400 x 200 x 8.0 x 13.0 x 13 (SN400)
 断面積 A = 83.37 (cm²)
 補剛間隔 Lb = 320 (cm)

小梁

断面形状 H - 250 x 125 x 6.0 x 9.0 x 8 (SS400)
 断面積 bA = 36.97 (cm²)
 断面係数 bZ = 317 (cm³)
 断面2次モーメント I = 3964 (cm⁴)
 断面2次半径 ix = 103.6 (mm) iy = 28.2 (mm) 曲げ座屈用断面2次半径 iy* = 33.0 (mm)
 部材長 L = 450 (cm)
 補剛間隔 lb = 450 (cm)

ガセットプレート

板厚 gt = 6.0 (mm)
 せい gh1 = 160.0 (mm)
 幅 gh2 = 360.0 (mm)
 鋼材材質 SS400
 摩擦面 1面

接合ボルト

径 M16
 列数 2 ピッチ 80 (mm)
 行数 2 ゲージ 80 (mm)

スタッドボルト

径 φ 16
 断面積 scA = 201 (mm²)
 コンクリート強度 Fc = 21 (N/mm²)
 コンクリート比重 γ = 24.00 (kN/m³)

クリアランス 10 (mm)

下フランジから回転中心までの距離 h = 400 (mm)

大梁ウェブ心からボルト群中心までの距離 eh1 = 190 (mm)

下フランジから最外端ボルトまでの距離 eh2 = 235 (mm)

存在応力

長期せん断力 Qv = 14.2 (kN)
 長期曲げモーメント Mo = 16.0 (kN・m)

設計応力

必要補剛力 F = 0.020・C = 0.020 x 979.6 = 19.6 (kN)
 圧縮力 C = σy・A/2 = 235 x 8337 / 2 x 10⁻³ = 979.6 (kN)
 Qvによる曲げモーメント M1 = Qv・eh1 = 14.2 x 190.0 = 2698 (kN・mm)
 Fによる曲げモーメント
 (上フランジ面) M2 = F・h = 19.6 x 400.0 = 7836 (kN・mm)
 (最外ボルト位置) M3 = F・eh2 = 19.6 x 235.0 = 4604 (kN・mm)
 設計用曲げモーメント M = |M1| + M2 = 2698 + 7836 = 10534 (kN・mm)

ボルトの検討

Q_b : ボルト 1 本当たりの設計用せん断力
 Q_n : ボルト 1 本当たりの負担せん断力
 N_n : ボルト 1 本当たりの負担軸方向力
 N : 軸方向力
 Z_b : ボルトの回転中心に対する断面係数
 r_i : 回転の中心と i 番目のボルト孔中心との距離
 m : 回転の中心と中心から最も離れた位置にあるボルト孔中心との距離
 Q_m : ボルト 1 本当たりに作用するせん断力
 Q_{mx}, Q_{my} : Q_m の材軸方向成分 ($Q_m \cdot \cos \theta$) と材軸直交方向成分 ($Q_m \cdot \sin \theta$)
 R_1 : ボルト 1 本当たりの長期許容せん断力
 R_s : ボルト 1 本当たりの短期許容せん断力

$$\begin{aligned}
 N &= 0.0 \text{ (kN)} \\
 R_s &= R_1 \cdot 1.5 = 30.2 \times 1.5 = 45.3 \text{ (kN)} \\
 Q_n &= Q_v / n = 14.2 / 4 = 3.5 \text{ (kN)} \\
 N_n &= N / n = 0.0 / 4 = 0.0 \text{ (kN)} \\
 Z_b &= \Sigma (r_i^2) / m = 443.5 \text{ (mm)} \\
 Q_m &= M / Z_b = 10534 / 443.5 = 23.8 \text{ (kN)} \\
 Q_{mx} &= Q_m \cdot \cos \theta = 23.1 \text{ (kN)} \\
 Q_{my} &= Q_m \cdot \sin \theta = 5.6 \text{ (kN)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_b &= \sqrt{((Q_n + Q_{my})^2 + (N_n + Q_{mx})^2)} \\
 &= \sqrt{((3.5 + 5.6)^2 + (0.0 + 23.1)^2)} = 24.8 < 45.3 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

スタッドボルトの検討

q_s : スタッドボルトの短期許容せん断力
 Q_e : 外力 F により最大反力を受ける最外端のボルトのせん断力
 ΣR_1 : ボルトの負担水平力の合計
 R_2 : スタッドボルトの設計外力
 n : スタッドボルトの必要本数

$$\begin{aligned}
 E_c &= 3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (F_c/60)^{1/3} = 2.17 \times 10^4 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\
 q_s &= 0.6 \times (0.5 \cdot s_c A \sqrt{F_c \cdot E_c}) = 0.3 \times 201 \times \sqrt{(21 \times 2.17 \times 10^4)} / 10^3 = 40.7 \text{ (kN)} \\
 Q_e &= M_2 / Z_b = 17.7 \text{ (kN)} \\
 \Sigma R_1 &= -\Sigma (Q_e \cdot r_i / m \cdot \cos \theta) = 53.3 \text{ (kN)} \\
 R_2 &= -(F + \Sigma R_1) = -(19.6 + (-53.3)) = 33.8 \\
 n &= R_2 / q_s = 33.8 / 40.7 = 0.83 \rightarrow 1 \text{ 本}
 \end{aligned}$$

ガセットプレートの検討

gZ : ガセットプレートの断面係数
 gft : ガセットプレートの許容引張応力度
 gM : ガセットプレート検討用曲げモーメント

鉛直方向

$$\begin{aligned}
 gM &= 7302 \text{ (kN}\cdot\text{mm)} \\
 gZ &= 25600 \text{ (mm}^3\text{)} \\
 (gM/gZ) / gft &= (7302 \times 10^3 / 25600) / 235 = 1.21 > 1.00 \quad \text{NG}
 \end{aligned}$$

水平方向

$$\begin{aligned}
 gM &= 7302 \text{ (kN}\cdot\text{mm)} \\
 gZ &= 129490 \text{ (mm}^3\text{)} \\
 (gM/gZ) / gft &= (7302 \times 10^3 / 129490) / 235 = 0.24 < 1.00 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

剛性の検討

K_d : 補剛材の必要剛性
 K : 補剛材の剛性

$$\begin{aligned}
 K_d &= 5.0 \cdot \sigma_y \cdot A / (2L_b) = 5.0 \times 235 \times 8337 / 2 / 3200 = 1530 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\
 b\theta &= M \cdot L / (3E \cdot I) = 10534 \times 10^3 \times 4500 / (3 \times 205.0 \times 10^3 \times 3964 \times 10^4) \\
 &= 0.0019 \\
 \delta &= b\theta \cdot e + F \cdot L / (E \cdot bA) = 0.0019 \times 400 + 19.6 \times 10^3 \times 4500 / (205.0 \times 10^3 \times 3697) \\
 &= 0.8941 \\
 K &= F / \delta = 19.6 \times 10^3 / 0.8941 = 21913 > 1530 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

小梁の検討

ΔM : 偏心曲げに伴う小梁中央部の付加曲げモーメント
 f_c : 小梁の短期許容圧縮応力度
 f_b : 小梁の短期許容曲げ応力度
 σ_c : 圧縮応力度
 σ_b : 曲げ応力度
 f_b 補正係数C : 考慮する

$$\begin{aligned}
 N &= 53.3 \text{ (kN)} \\
 \Delta M &= M / 2 = 10534 / 2 = 5267 \text{ (kN}\cdot\text{mm)} \\
 f_c &= 54.9 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 f_b &= 235.0 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 \sigma_c &= N / bA = 53.3 \times 10^3 / 3697 = 14.4 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 \sigma_b &= (M_o + \Delta M) / bZ = (0.0 \times 10^6 + 5267 \times 10^3) / (317 \times 10^3) = 16.6 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 \sigma_c / f_c + \sigma_b / f_b &= 14.4 / 54.9 + 16.6 / 235.0 = 0.33 < 1.0 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

B1-20

片側-2面

計算条件

- ・補剛材を小梁として使用する
- ・補剛材の取り付け : 片側
 $\Delta h = 0.0 \text{ (mm)}$
- ・上フランジの拘束 : あり ($f_b = f_t$ とする)
- ・集中横力F計算用係数 : 0.020
- ・スタッドボルトの短期許容せん断耐力計算用係数 : 0.6

使用材料

大梁

断面形状 H - 400 x 200 x 8.0 x 13.0 x 13 (SN400)
 断面積 A = 83.37 (cm²)
 補剛間隔 Lb = 320 (cm)

小梁

断面形状 H - 250 x 125 x 6.0 x 9.0 x 8 (SS400)
 断面積 bA = 36.97 (cm²)
 断面係数 bZ = 317 (cm³)
 断面2次モーメント I = 3964 (cm⁴)
 断面2次半径 ix = 103.6 (mm) iy = 28.2 (mm) 曲げ座屈用断面2次半径 iy* = 33.0 (mm)
 部材長 L = 450 (cm)
 補剛間隔 lb = 450 (cm)

ガセットプレート

板厚 gt = 6.0 (mm)
 幅 gh3 = 180.0 (mm)
 鋼材材質 SS400
 摩擦面 2面

接合ボルト

径 M16
 列数 2 ピッチ 80 (mm)
 行数 2 ゲージ 80 (mm)

スタッドボルト

径 $\phi 16$
 断面積 scA = 201 (mm²)
 コンクリート強度 Fc = 21 (N/mm²)
 コンクリート比重 $\gamma = 24.00 \text{ (kN/m}^3 \text{)}$

添板

板厚 gt = 6.0 (mm)
 せい gh1 = 160.0 (mm)
 幅 gh2 = 330.0 (mm)

クリアランス 10 (mm)

下フランジから回転中心までの距離 h = 400 (mm)
 大梁ウェブ心からボルト群中心までの距離 eh1 = 105 (mm)
 下フランジから最外端ボルトまでの距離 eh2 = 235 (mm)

存在応力

長期せん断力 Qv = 14.2 (kN)
 長期曲げモーメント Mo = 16.0 (kN \cdot m)

設計応力

必要補剛力 F = 0.020 \cdot C = 0.020 x 979.6 = 19.6 (kN)
 圧縮力 C = $\sigma_y \cdot A / 2 = 235 \times 8337 / 2 \times 10^{-3} = 979.6 \text{ (kN)}$
 Qvによる曲げモーメント M1 = Qv \cdot eh1 = 14.2 x 105.0 = 1491 (kN \cdot mm)
 Fによる曲げモーメント
 (上フランジ面) M2 = F \cdot h = 19.6 x 400.0 = 7836 (kN \cdot mm)
 (最外ボルト位置) M3 = F \cdot eh2 = 19.6 x 235.0 = 4604 (kN \cdot mm)
 設計用曲げモーメント M = |M1| + M2 = 1491 + 7836 = 9327 (kN \cdot mm)

ボルトの検討

Q_b : ボルト 1 本当たりの設計用せん断力
 Q_n : ボルト 1 本当たりの負担せん断力
 N_n : ボルト 1 本当たりの負担軸方向力
 N : 軸方向力
 Z_b : ボルトの回転中心に対する断面係数
 r_i : 回転の中心と i 番目のボルト孔中心との距離
 m : 回転の中心と中心から最も離れた位置にあるボルト孔中心との距離
 Q_m : ボルト 1 本当たりに作用するせん断力
 Q_{mx}, Q_{my} : Q_m の材軸方向成分 ($Q_m \cdot \cos \theta$) と材軸直交方向成分 ($Q_m \cdot \sin \theta$)
 R_1 : ボルト 1 本当たりの長期許容せん断力
 R_s : ボルト 1 本当たりの短期許容せん断力

$$\begin{aligned}
 N &= 0.0 \text{ (kN)} \\
 R_s &= R_1 \cdot 1.5 = 60.3 \times 1.5 = 90.4 \text{ (kN)} \\
 Q_n &= Q_v / n = 14.2 / 4 = 3.5 \text{ (kN)} \\
 N_n &= N / n = 0.0 / 4 = 0.0 \text{ (kN)} \\
 Z_b &= \Sigma (r_i^2) / m = 443.5 \text{ (mm)} \\
 Q_m &= M / Z_b = 9327 / 443.5 = 21.0 \text{ (kN)} \\
 Q_{mx} &= Q_m \cdot \cos \theta = 20.4 \text{ (kN)} \\
 Q_{my} &= Q_m \cdot \sin \theta = 5.0 \text{ (kN)} \\
 Q_b &= \sqrt{((Q_n + Q_{my})^2 + (N_n + Q_{mx})^2)} \\
 &= \sqrt{((3.5 + 5.0)^2 + (0.0 + 20.4)^2)} = 22.1 < 90.4 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

スタッドボルトの検討

q_s : スタッドボルトの短期許容せん断力
 Q_e : 外力 F により最大反力を受ける最外端のボルトのせん断力
 ΣR_1 : ボルトの負担水平力の合計
 R_2 : スタッドボルトの設計外力
 n : スタッドボルトの必要本数

$$\begin{aligned}
 E_c &= 3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (F_c/60)^{1/3} = 2.17 \times 10^4 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 q_s &= 0.6 \times (0.5 \cdot s_c A \sqrt{F_c \cdot E_c}) = 0.3 \times 201 \times \sqrt{(21 \times 2.17 \times 10^4)} / 10^3 = 40.7 \text{ (kN)} \\
 Q_e &= M_2 / Z_b = 17.7 \text{ (kN)} \\
 \Sigma R_1 &= -\Sigma (Q_e \cdot r_i / m \cdot \cos \theta) = 53.3 \text{ (kN)} \\
 R_2 &= -(F + \Sigma R_1) = -(19.6 + (-53.3)) = 33.8 \\
 n &= R_2 / q_s = 33.8 / 40.7 = 0.83 \rightarrow 1 \text{ 本}
 \end{aligned}$$

ガセットプレートの検討

g_Z : 添板、ガセットプレートの断面係数
 g_{ft} : 添板、ガセットプレートの許容引張応力度
 g_M : 添板、ガセットプレート検討用曲げモーメント

添板鉛直方向

$$\begin{aligned}
 g_M &= 6095 \text{ (kN} \cdot \text{mm)} \\
 g_Z &= 51200 \text{ (mm}^3 \text{)} \\
 (g_M/g_Z) / g_{ft} &= (6095 \times 10^3 / 51200) / 235 = 0.51 < 1.00 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

添板水平方向

$$\begin{aligned}
 g_M &= 6095 \text{ (kN} \cdot \text{mm)} \\
 g_Z &= 215894 \text{ (mm}^3 \text{)} \\
 (g_M/g_Z) / g_{ft} &= (6095 \times 10^3 / 215894) / 235 = 0.12 < 1.00 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

ガセットプレート水平方向

$$\begin{aligned}
 g_M &= 6095 \text{ (kN} \cdot \text{mm)} \\
 g_Z &= 32400 \text{ (mm}^3 \text{)} \\
 (g_M/g_Z) / g_{ft} &= (6095 \times 10^3 / 32400) / 235 = 0.80 < 1.00 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

剛性の検討

K_d : 補剛材の必要剛性
 K : 補剛材の剛性

$$\begin{aligned}
 K_d &= 5.0 \cdot \sigma_y \cdot A / (2Lb) = 5.0 \times 235 \times 8337 / 2 / 3200 = 1530 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 b \theta &= M \cdot L / (3E \cdot I) = 9327 \times 10^3 \times 4500 / (3 \times 205.0 \times 10^3 \times 3964 \times 10^4) \\
 &= 0.0017 \\
 \delta &= b \theta \cdot e + F \cdot L / (E \cdot bA) = 0.0017 \times 400 + 19.6 \times 10^3 \times 4500 / (205.0 \times 10^3 \times 3697) \\
 &= 0.8049 \\
 K &= F / \delta = 19.6 \times 10^3 / 0.8049 = 24339 > 1530 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

小梁の検討

$\angle M$: 偏心曲げに伴う小梁中央部の付加曲げモーメント
 f_c : 小梁の短期許容圧縮応力度
 f_b : 小梁の短期許容曲げ応力度
 σ_c : 圧縮応力度
 σ_b : 曲げ応力度
 f_b 補正係数C : 考慮する

$$\begin{aligned}
 N &= 53.3 \text{ (kN)} \\
 \angle M &= M / 2 = 9327 / 2 = 4663 \text{ (kN}\cdot\text{mm)} \\
 f_c &= 54.9 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 f_b &= 235.0 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 \sigma_c &= N / bA = 53.3 \times 10^3 / 3697 = 14.4 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 \sigma_b &= (M_o + \angle M) / bZ = (0.0 \times 10^6 + 4663 \times 10^3) / (317 \times 10^3) = 14.7 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 \sigma_c / f_c + \sigma_b / f_b &= 14.4 / 54.9 + 14.7 / 235.0 = 0.33 < 1.0 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

B1-1T

両側-1面

計算条件

- 補剛材を小梁として使用する
- 補剛材の取り付け : 両側
 $\angle h = 0.0 \text{ (mm)}$
- 上フランジの拘束 : あり ($f_b = f_t$ とする)
- 集中横力F計算用係数 : 0.020
- スタッドボルトの短期許容せん断耐力計算用係数 : 0.6

使用材料

大梁

断面形状 H - 400 x 200 x 8.0 x 13.0 x 13 (SN400)
 断面積 A = 83.37 (cm²)
 補剛間隔 Lb = 320 (cm)

小梁

断面形状 H - 250 x 125 x 6.0 x 9.0 x 8 (SS400)
 断面積 bA = 36.97 (cm²)
 断面係数 bZ = 317 (cm³)
 断面2次モーメント I = 3964 (cm⁴)
 断面2次半径 $i_x = 103.6 \text{ (mm)}$ $i_y = 28.2 \text{ (mm)}$ 曲げ座屈用断面2次半径 $i_y^* = 33.0 \text{ (mm)}$
 部材長 L = 450 (cm)
 補剛間隔 lb = 450 (cm)

ガセットプレート

接合ボルト

スタッドボルト

板厚 gt = 6.0 (mm) 径 M16 径 $\phi 16$
 せい gh1 = 160.0 (mm) 列数 2 ピッチ 80 (mm) 断面積 scA = 201 (mm²)
 幅 gh2 = 360.0 (mm) 行数 2 ゲージ 80 (mm) コンクリート強度 $F_c = 21 \text{ (N/mm}^2 \text{)}$
 鋼材材質 SS400 コンクリート比重 $\gamma = 24.00 \text{ (kN/m}^3 \text{)}$
 摩擦面 1面

クリアランス 10 (mm)

下フランジから回転中心までの距離 h = 400 (mm)
 大梁ウェブ心からボルト群中心までの距離 eh1 = 190 (mm)
 下フランジから最外端ボルトまでの距離 eh2 = 235 (mm)

存在応力

長期せん断力 $Q_v = 14.2 \text{ (kN)}$
 長期曲げモーメント $M_o = 16.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

設計応力

必要補剛力 $F = 0.020 \cdot C = 0.020 \times 979.6 / 2 = 9.8 \text{ (kN)}$
 圧縮力 $C = \sigma_y \cdot A / 2 = 235 \times 8337 / 2 \times 10^{-3} = 979.6 \text{ (kN)}$
 Q_v による曲げモーメント $M_1 = Q_v \cdot eh_1 = 14.2 \times 190.0 +$
 $- 14.2 \times 190.0 = 0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
 F による曲げモーメント
 (上フランジ面) $M_2 = F \cdot h = 9.8 \times 400.0 = 3918 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
 (最外ボルト位置) $M_3 = F \cdot eh_2 = 9.8 \times 235.0 = 2302 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
 設計用曲げモーメント $M = |M_1| + M_2 = 0 + 3918 = 3918 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

ボルトの検討

Q_b : ボルト 1 本当たりの設計用せん断力
 Q_n : ボルト 1 本当たりの負担せん断力
 N_n : ボルト 1 本当たりの負担軸方向力
 N : 軸方向力
 Z_b : ボルトの回転中心に対する断面係数
 r_i : 回転の中心と i 番目のボルト孔中心との距離
 m : 回転の中心と中心から最も離れた位置にあるボルト孔中心との距離
 Q_m : ボルト 1 本当たりに作用するせん断力
 Q_{mx}, Q_{my} : Q_m の材軸方向成分 ($Q_m \cdot \cos \theta$) と材軸直交方向成分 ($Q_m \cdot \sin \theta$)
 R_1 : ボルト 1 本当たりの長期許容せん断力
 R_s : ボルト 1 本当たりの短期許容せん断力

$$\begin{aligned}
 N &= 0.0 \text{ (kN)} \\
 R_s &= R_1 \cdot 1.5 = 30.2 \times 1.5 = 45.3 \text{ (kN)} \\
 Q_n &= Q_v / n = 14.2 / 4 = 3.5 \text{ (kN)} \\
 N_n &= N / n = 0.0 / 4 = 0.0 \text{ (kN)} \\
 Z_b &= \Sigma (r_i^2) / m = 443.5 \text{ (mm)} \\
 Q_m &= M / Z_b = 3918 / 443.5 = 8.8 \text{ (kN)} \\
 Q_{mx} &= Q_m \cdot \cos \theta = 8.6 \text{ (kN)} \\
 Q_{my} &= Q_m \cdot \sin \theta = 2.1 \text{ (kN)} \\
 Q_b &= \sqrt{((Q_n + Q_{my})^2 + (N_n + Q_{mx})^2)} \\
 &= \sqrt{((3.5 + 2.1)^2 + (0.0 + 8.6)^2)} = 10.3 < 45.3 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

スタッドボルトの検討

q_s : スタッドボルトの短期許容せん断力
 Q_e : 外力 F により最大反力を受ける最外端のボルトのせん断力
 ΣR_1 : ボルトの負担水平力の合計
 R_2 : スタッドボルトの設計外力
 n : スタッドボルトの必要本数

$$\begin{aligned}
 E_c &= 3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (F_c/60)^{1/3} = 2.17 \times 10^4 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 q_s &= 0.6 \times (0.5 \cdot s_c A \sqrt{F_c \cdot E_c}) = 0.3 \times 201 \times \sqrt{(21 \times 2.17 \times 10^4)} / 10^3 = 40.7 \text{ (kN)} \\
 Q_e &= M_2 / Z_b = 8.8 \text{ (kN)} \\
 \Sigma R_1 &= -\Sigma (Q_e \cdot r_i / m \cdot \cos \theta) = 26.7 \text{ (kN)} \\
 R_2 &= -(F + \Sigma R_1) = -(9.8 + (-26.7)) = 16.9 \\
 n &= R_2 / q_s = 16.9 / 40.7 = 0.41 \rightarrow 1 \text{ 本}
 \end{aligned}$$

ガセットプレートの検討

gZ : ガセットプレートの断面係数
 gft : ガセットプレートの許容引張応力度
 gM : ガセットプレート検討用曲げモーメント

鉛直方向

$$\begin{aligned}
 gM &= 2302 \text{ (kN} \cdot \text{mm)} \\
 gZ &= 25600 \text{ (mm}^3 \text{)} \\
 (gM/gZ) / gft &= (2302 \times 10^3 / 25600) / 235 = 0.38 < 1.00 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

水平方向

$$\begin{aligned}
 gM &= 2302 \text{ (kN} \cdot \text{mm)} \\
 gZ &= 129490 \text{ (mm}^3 \text{)} \\
 (gM/gZ) / gft &= (2302 \times 10^3 / 129490) / 235 = 0.08 < 1.00 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

剛性の検討

K_d : 補剛材の必要剛性
 K : 補剛材の剛性

$$\begin{aligned}
 K_d &= 5.0 \cdot \sigma_y \cdot A / (2L_b) = 5.0 \times 235 \times 8337 / 2 / 3200 = 1530 \text{ (N/mm}^2 \text{)} \\
 b\theta &= M \cdot L / (3E \cdot I) = 3918 \times 10^3 \times 4500 / (3 \times 205.0 \times 10^3 \times 3964 \times 10^4) \\
 &= 0.0007 \\
 \delta &= b\theta \cdot e + F \cdot L / (E \cdot bA) = 0.0007 \times 400 + 9.8 \times 10^3 \times 4500 / (205.0 \times 10^3 \times 3697) \\
 &= 0.3474 \\
 K &= F / \delta = 9.8 \times 10^3 / 0.3474 = 28195 > 1530 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

小梁の検討

$\triangle M$: 偏心曲げに伴う小梁中央部の付加曲げモーメント

f_c : 小梁の短期許容圧縮応力度

f_b : 小梁の短期許容曲げ応力度

σ_c : 圧縮応力度

σ_b : 曲げ応力度

f_b 補正係数C : 考慮する

$$N = 26.7 \text{ (kN)}$$

$$\triangle M = M / 2 = 3918 / 2 = 1959 \text{ (kN}\cdot\text{mm)}$$

$$f_c = 54.9 \text{ (N/mm}^2 \text{)}$$

$$f_b = 235.0 \text{ (N/mm}^2 \text{)}$$

$$\sigma_c = N / bA = 26.7 \times 10^3 / 3697 = 7.2 \text{ (N/mm}^2 \text{)}$$

$$\sigma_b = (M_o + \triangle M) / bZ = (0.0 \times 10^6 + 1959 \times 10^3) / (317 \times 10^3) = 6.2 \text{ (N/mm}^2 \text{)}$$

$$\sigma_c / f_c + \sigma_b / f_b = 7.2 / 54.9 + 6.2 / 235.0 = 0.16 < 1.0 \quad \text{OK}$$