

## 5章 二次部材の検討

二次部材の検討結果を以降に示す。

## 小梁の設計

### TB30

スパン長  $L = 4.00\text{m}$ , 梁の種別: 単純梁, 荷重種別: 長期  
 荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)  
 1番目の荷重

$$1.5 \left[ \boxed{w = 6.72} \right]$$

その他の荷重 梁自重:  $1.33\text{kN/m}$   
 応力  $M = 22.8\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 22.8\text{kN}$   
 部材  $\square-300\times300\times16\times40$  (BCR295), 端部ボルト 4-M20 (高力ボルト F10T 一面摩擦)  
 $A = 173\text{cm}^2$ ,  $I = 22553.5\text{cm}^4$ ,  $Z = 1503.6\text{cm}^3$   
 許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$   
 曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.08$ , 端部ボルトの検定比 0.12  
 最大変位量  $\delta = 0.8\text{mm} = 1/4862$

### TB25

スパン長  $L = 4.00\text{m}$ , 梁の種別: 単純梁, 荷重種別: 長期  
 荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)  
 1番目の荷重

$$1.5 \left[ \boxed{w = 1.6} \right]$$

その他の荷重 梁自重:  $0.84\text{kN/m}$   
 応力  $M = 6.5\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 6.5\text{kN}$   
 部材  $\square-250\times250\times12\times30$  (BCR295), 端部ボルト 4-M20 (高力ボルト F10T 一面摩擦)  
 $A = 109.3\text{cm}^2$ ,  $I = 10048.1\text{cm}^4$ ,  $Z = 803.8\text{cm}^3$   
 許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$   
 曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.04$ , 端部ボルトの検定比 0.03  
 最大変位量  $\delta = 0.5\text{mm} = 1/7625$

### TB30-片持ち部分

出の長さ  $L = 2.50\text{m}$ , 梁の種別: 片持梁, 荷重種別: 長期  
 荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)  
 1番目の荷重

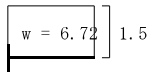
$$\boxed{w = 6.72} \left. \vphantom{\boxed{w = 6.72}} \right] 1.5$$

その他の荷重 梁自重:  $1.33\text{kN/m}$   
 応力  $M = 35.7\text{kN}\cdot\text{m}$ ,  $Q = 28.5\text{kN}$   
 部材  $\square-300\times300\times16\times40$  (BCR295)  
 $A = 173\text{cm}^2$ ,  $I = 22553.5\text{cm}^4$ ,  $Z = 1503.6\text{cm}^3$   
 許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$   
 曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.12$   
 最大変位量  $\delta = 1.2\text{mm} = 1/2074$

**TB25-片持ち部分**

出の長さ  $L = 2.50\text{m}$ , 梁の種別: 片持梁, 荷重種別: 長期  
荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)

1番目の荷重



その他の荷重 梁自重:  $0.84\text{kN/m}$

応力  $M = 34.1\text{kN}\cdot\text{m}$ ,  $Q = 27.3\text{kN}$

部材 □-250x250x12x30 (BCR295)

$A = 109.3\text{cm}^2$ ,  $I = 10048.1\text{cm}^4$ ,  $Z = 803.8\text{cm}^3$

許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$

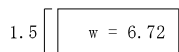
曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.22$

最大変位量  $\delta = 2.6\text{mm} = 1/966$

**B30**

スパン長  $L = 4.00\text{m}$ , 梁の種別: 単純梁, 荷重種別: 長期  
荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)

1番目の荷重



その他の荷重 梁自重:  $0.36\text{kN/m}$

応力  $M = 20.9\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 20.9\text{kN}$

部材 H-300x150x6.5x9 (SS400), 端部ボルト 6-M22 (高力ボルト F10T 一面摩擦)

$A = 46.8\text{cm}^2$ ,  $I = 7210\text{cm}^4$ ,  $Z = 481\text{cm}^3$ ,  $l_b = 4.00\text{m}$ ,  $l_b/i = 103.4$

許容応力度  $f_t = 156\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 90\text{N/mm}^2$

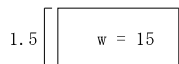
曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.48$ , 端部ボルトの検定比 0.06

最大変位量  $\delta = 2.4\text{mm} = 1/1699$

**TB25A**

スパン長  $L = 3.18\text{m}$ , 梁の種別: 単純梁, 荷重種別: 長期  
荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)

1番目の荷重



その他の荷重 梁自重:  $0.84\text{kN/m}$

応力  $M = 29.5\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 37.1\text{kN}$

部材 □-250x250x12x30 (BCR295), 端部ボルト 3-M20 (高力ボルト F8T 一面摩擦)

$A = 109.3\text{cm}^2$ ,  $I = 10048.1\text{cm}^4$ ,  $Z = 803.8\text{cm}^3$

許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$

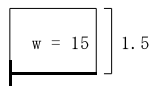
曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.19$ , 端部ボルトの検定比 0.33

最大変位量  $\delta = 1.5\text{mm} = 1/2108$

## TB25A-片持ち部分

出の長さ  $L = 2.00\text{m}$ , 梁の種別: 片持梁, 荷重種別: 長期  
 荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)

1番目の荷重



その他の荷重 梁自重:  $0.84\text{kN/m}$

応力  $M = 46.7\text{kN}\cdot\text{m}$ ,  $Q = 46.7\text{kN}$

部材 □-250x250x12x30 (BCR295)

$A = 109.3\text{cm}^2$ ,  $I = 10048.1\text{cm}^4$ ,  $Z = 803.8\text{cm}^3$

許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$

曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.30$

最大変位量  $\delta = 2.3\text{mm} = 1/882$

## ■ 鉄骨梁の横補剛に対する検討

### 【検討方針】

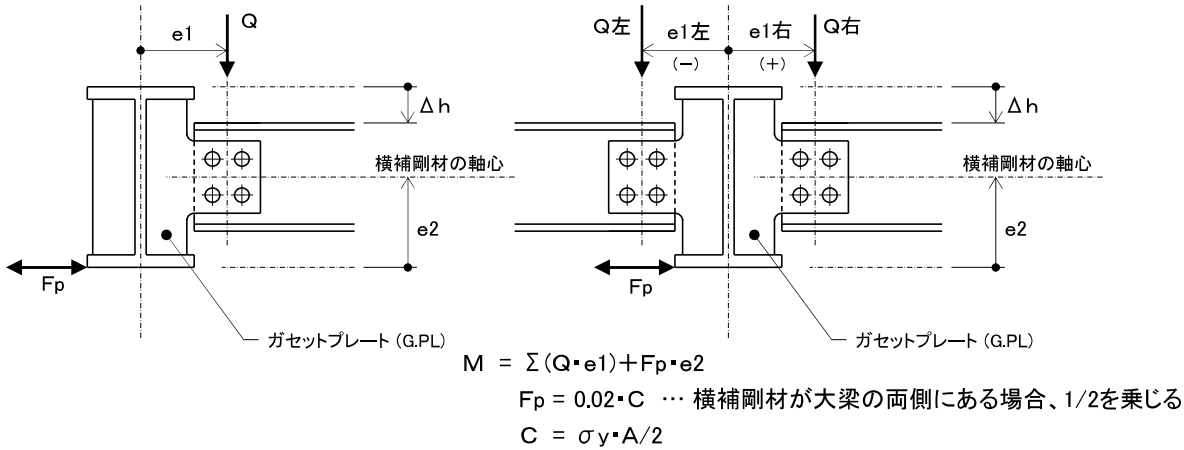
- ・ 鉄骨梁の横補剛に対して、剛性及び耐力の検討を行う。
- ・ 準拠する規準は、日本建築学会「鋼構造塑性設計指針」とする。ただし、日本建築学会「鋼構造限界状態設計指針・同解説」等では、より大きな強度と剛性が要求されている為、極力余裕のある設計とする。
- ・ 横補剛材 接合部の検討については、変形拘束の観点から、本建物においては短期許容応力度で検討する。
- ・ 横補剛材にかかる必要補剛力は、全塑性モーメント(全断面降伏)に相当する圧縮側合力の2%として検討を行う。
- ・ スタッドボルトでRCスラブと一体化した合成梁については、上フランジ面とボルト位置が支点となり補剛力  $F_p$  に抵抗する状態に対して、高力ボルト、スタッドボルト、ガセットプレート、小梁が、短期許容応力度以内であることを確認する。
- ・ 合成スラブにより上フランジ面が拘束される場合においても、スタッドボルトを焼き抜き栓溶接に読み替えるものとして、同様に検討を行う。

### 【記号説明】

F	: 使用材料のF値 ( $N/mm^2$ )	E	: ヤング係数 ( $N/mm^2$ )
A	: 大梁の全断面積 ( $mm^2$ )	$\sigma_y$	: 大梁の降伏応力度 ( $N/mm^2$ )
$f_c$	: 許容圧縮応力度 ( $N/mm^2$ )	$\sigma_c$	: 圧縮応力度 ( $N/mm^2$ )
$f_b$	: 許容曲げ応力度 ( $N/mm^2$ )	$\sigma_b$	: 曲げ応力度 ( $N/mm^2$ )
bA	: 横補剛材の断面積 ( $mm^2$ )	gt	: ガセットプレートの厚さ (mm)
bZ	: 横補剛材の断面係数 ( $mm^3$ )	gBe	: ガセットプレートの有効幅 (mm)
bI	: 横補剛材の断面2次モーメント ( $mm^4$ )	gI	: ガセットプレートの断面2次モーメント ( $mm^4$ )
$i_y$	: 横補剛材の断面2次半径 (mm)	gZ	: ガセットプレートの断面係数 ( $mm^3$ )
ib	: 横補剛材の圧縮フランジと梁せいの1/6からなる断面2次半径 (mm)	n	: 接合部のボルト本数
Lb	: 大梁の横補剛間隔 (mm)	nX	: 部材長方向のボルト列数
bLb	: 横補剛材の横座屈長さ (mm)	nY	: 部材せい方向のボルト行数
L	: 横補剛材の部材長 (mm)	PL	: ボルトの列ピッチ (mm)
e1	: 大梁ウェブ心からボルト郡中心までの距離 (mm)	PC	: ボルトの行ピッチ (mm)
e2	: 大梁下端フランジ端からボルト郡中心までの距離 (mm)	R	: ボルトに生じる最大の作用力 (kN)
$\Delta h$	: 横補剛材の取り付け位置 (mm) 大梁天端より下側に取り付く場合… 正值 (+) " 上側に取り付く場合… 負値 (-)	$R_n$	: ボルト1本あたりの負担軸方向力 (kN)
M	: 接合部検討用曲げモーメント ( $kN \cdot mm$ )	$R_q$	: ボルト1本あたりの負担せん断力 (kN)
gM	: ガセットプレート検討用曲げモーメント ( $kN \cdot mm$ )	$R_x, R_y$	: 作用曲げモーメントによって接合部の中心から最も離れた位置にあるボルトに作用する材軸方向および材軸直交方向のせん断力 (kN)
Q	: 小梁の長期せん断力 (kN)	$x_m, y_m$	: 接合部の中心から最も離れた位置にあるボルトの中心までのX方向およびY方向の距離 (mm)
$F_p$	: 横補剛材にかかる必要補剛力 (kN)	ri	: 接合部の中心とi番目のボルト孔中心との間の距離 (mm)
C	: 大梁断面に生ずる曲げ応力による圧縮側合力 (kN)	fA	: ボルト1本の軸部断面積 ( $mm^2$ )
$\delta$	: 大梁フランジの補剛力による横変位量 (mm)	fFst	: ボルト1本あたりの許容せん断応力度 ( $N/mm^2$ )
k	: 横補剛材の剛性 ( $kN/mm$ )	fYi	: 横補剛材上端からi行目のボルト群までのY方向距離 (mm)
Mo	: 小梁の長期曲げモーメント ( $kN \cdot m$ )	fYmax	: 横補剛材上端から最も下にあるボルト群までのY方向距離 (mm)
$\Delta M$	: 偏心曲げに伴う小梁中央部の付加曲げモーメント ( $kN \cdot m$ )		
fni	: 横補剛材上端からi行目のボルト本数		
fnymax	: 横補剛材上端から最も下にあるボルト群の本数		
fZ	: 上フランジを回転中心とするボルト単位断面積あたりの断面係数 ( $mm^3/mm^2$ )		

**【検討用応力の算出方法】**

・上端拘束のない場合(鉄骨梁のみで検討)

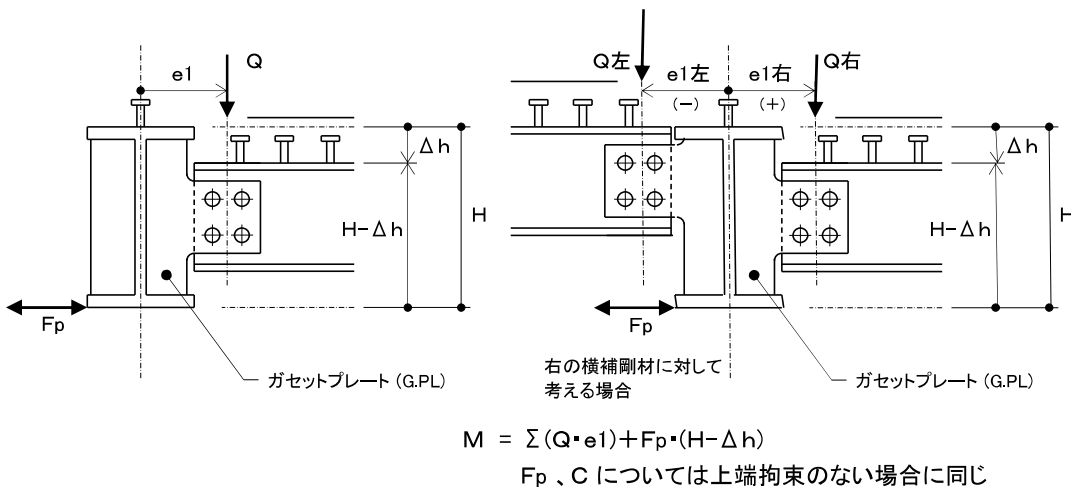


・スタッドボルトによるRCスラブとの合成梁として上端拘束されている場合

検討用曲げ応力としては、接合部ボルトの作用力算出のために、上フランジ面を回転中心として下図のように考えて算出する。

合成スラブの場合で上端フランジを拘束する場合についても同様に考える。

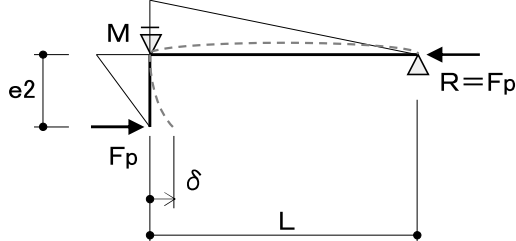
なお、G. PL検討用の曲げ応力については、【横補剛材の検討方法】<ガセットプレート>による。



**【横補剛材の検討方法】**

<所要剛性>

・上端拘束のない場合(鉄骨梁のみで検討)



$k = Fp / \delta \geq \text{必要}K$  のとき、OK とする。

ここで、

必要 $K = 5.0 \cdot C / Lb$

$\delta = \delta 1 + \delta 2 + \delta 3$

大梁フランジの補剛力による横変位量の算出に考慮する横方向変位は、下記のものの総和とする。

①接合部を固定端としガセットプレートを片持梁とみなした時の水平変位  $\delta 1$

$\delta 1 = Fp \cdot e2^3 / (3 \cdot E \cdot gI)$

②接合部のモーメント(回転角)による水平変位  $\delta 2$

$\delta 2 = M \cdot L \cdot e2 / (3 \cdot E \cdot bI)$

③小梁の圧縮力による水平変位  $\delta 3$

$\delta 3 = Fp \cdot L / (E \cdot bA)$

・スタッドボルトによるRCスラブとの合成梁として上端拘束されている場合

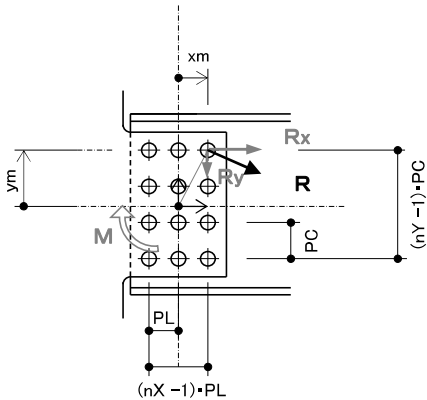
横補剛材上端にスタッドボルトを設けて緊結することにより、十分な剛性が確保されているものとする。

なお、合成スラブで上端フランジを拘束する場合の剛性に関しても、同様に考える。

<接合部ボルト・スタッドボルト>

・上端拘束のない場合（鉄骨梁のみで検討）

軸方向力  $F_p$ 、せん断力  $Q$ 、曲げモーメント  $M$  の組合せ応力を受ける接合部のボルトを検討する。  
 （横補剛材の軸心と接合部ボルト群の中心の高さは合わせるものとして検討を行うものとする。）



$R \leq fF_{st} \cdot fA$  のとき、OK とする。

ここで、

$$R = \sqrt{(R_x + R_n)^2 + (R_y + R_q)^2}$$

$$R_x = M \cdot y_m / \sum r_i^2$$

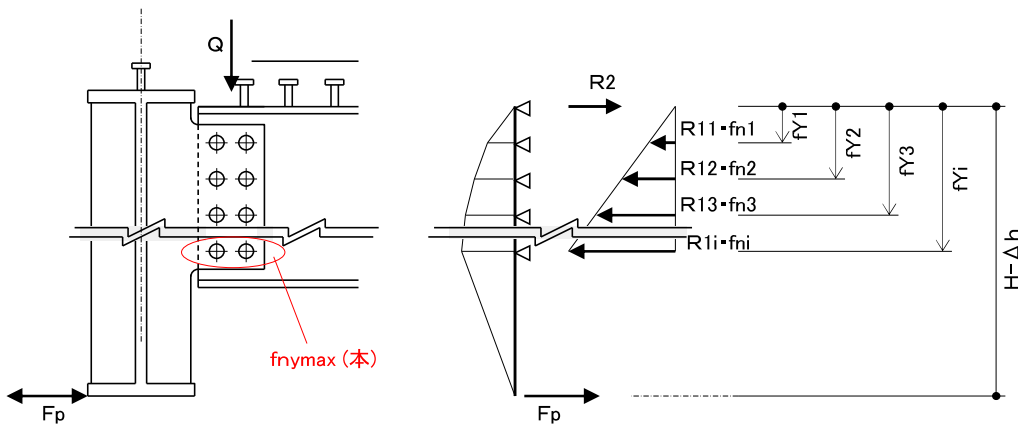
$$R_y = M \cdot x_m / \sum r_i^2$$

$$R_n = F_p / n$$

$$R_q = Q / n$$

・スタッドボルトによるRCスラブとの合成梁として上端拘束されている場合

接合部ボルトが負担するせん断力分布を上フランジ面を回転中心と仮定して考慮する事により、接合部ボルトのすべりを許容しないものとする。



接合部ボルトに対して

$R \leq fF_{st} \cdot fA$  のとき、OK とする。

ここで、

$$R = \sqrt{(R_n)^2 + (R_q)^2}$$

$$R_n = M / fZ \quad \dots \text{上端拘束の場合、不利側となる最下段のボルト群1本当たり}$$

$$R_q = Q / n \quad fZ = \sum (f_n i + f_y i^2) / f_{y \max}$$

（なお、 $R_x$ 、 $R_y$  については、 $R_n$ によりモーメント成分を評価する為、考慮しない。）

スタッドボルトに対して

必要本数を次により算出する。

$$N(\text{stud}) = R_2 / q_s$$

$$R_2 = -[F_p - \sum (R_{1i} \cdot f_{ni})] \quad , \quad \sum (R_{1i} \cdot f_{ni}) = R_n \cdot f_{n \max} \cdot (\sum f_{yi} / f_{y \max})$$

$$R_n = R_{1i} \quad [i = nY \text{ のとき}]$$

$$q_s = \phi \cdot 0.5 \cdot s_c A \cdot \sqrt{F_c \cdot E_c}$$

$$\phi = 0.6$$

$$500 \text{ N/mm}^2 \leq \sqrt{F_c \cdot E_c} \leq 900 \text{ N/mm}^2$$

ここに、

$N(\text{stud})$  : スタッドボルトの必要本数

$q_s$  : スタッドボルトの短期許容せん断力 (N/本)

$s_c A$  : スタッドボルトの軸部断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 ( $\text{N/mm}^2$ )

$E_c$  : コンクリートのヤング係数 ( $\text{N/mm}^2$ )

なお、合成スラブにより上端拘束するものとする場合においては、

焼抜き栓溶接の短期許容せん断力  $q_s = 7350$  (N/ヶ所) により、必要溶接ヶ所数を求める。

<ガセットプレート>

$\sigma_b/f_b \leq 1.0$  のとき、OK とする。

ここで、

$$\sigma_b = gM/gZ$$

ガセットプレート検討用曲げモーメント

横補剛材に  $F_p$  を伝達する為に作用する応力とし、下記による。

$$gM = F_p \cdot e^2 \quad \dots \text{横補剛が片側のみの場合}$$

$$gM = 2 \cdot F_p \cdot e^2 \quad \dots \text{横補剛が両側にある場合}$$

合成梁として上端拘束されていて、

$R_n \geq F_p$  のときは最下部ボルト位置が最大モーメント位置となるため、次による。

(合成スラブにより上端拘束される場合も同様とする。)

$$gM = F_p \cdot \{ e^2 - (nY-1) \cdot PC/2 \} \quad \dots \text{横補剛が片側のみの場合}$$

$$gM = 2 \cdot F_p \cdot \{ e^2 - (nY-1) \cdot PC/2 \} \quad \dots \text{横補剛が両側にある場合}$$

<横補剛材強度>

- ・上端拘束のない場合(鉄骨梁のみで検討)

圧縮・曲げの組合せ応力度に対して検討を行う。

$(\sigma_c/f_c) + (\sigma_b/f_b) \leq 1.0$  のとき、OK とする。

ここで、

$$\sigma_c = F_p/bA$$

$$\sigma_b = M'/bZ$$

検討用曲げモーメントは、横補剛材の使用条件により下記とする。

- ・横補剛材としてのみに使用する場合

$$M' = M$$

- ・小梁を横補剛材として使用する場合

$$M' = (M_o + \Delta M)$$

$$\Delta M = M/2$$

- ・スタッドボルトによるRCスラブとの合成梁として上端拘束されている場合

接合部に伝達された軸力  $N$  は、スタッドボルトを介して徐々にスラブに伝達される為、端部近傍のみが軸力を受けるものとして検討を行う。この際、上端がスラブにより拘束されている事から、上フランジ・ウェブは許容圧縮応力度の計算において、全体座屈の影響を考慮しないものとする。

(合成スラブにより上端拘束される場合も同様とする。)

$(\sigma_c/f_c) \leq 1.0$  のとき、OK とする。

検討用圧縮応力度は、横補剛材の接合部フランジ状況により下記とする。

- ・横補剛材端部の下フランジカットしない場合

$$\sigma_c = bN/bA$$

- ・横補剛材端部の下フランジカットする場合

$$\sigma_c = bN/bA_w$$

ここで、  $bN$  : 横補剛材の端部近傍に作用する軸力 (kN)

$$bN = \sum (R1i \cdot f_{ni}) \quad \dots \text{スタッドボルト検討時に算定}$$

$bA_w$  : 横補剛材のウェブ断面積 ( $\text{mm}^2$ )



[ 計算条件 ]

- ・横補剛材を小梁として使用
- ・鉄骨梁の片側にのみ横補剛材が取り付け

[ 部材条件 ]

・大梁 : RG21

H-390x300x10x16 (SN490B)  
 $L_b = 3000$  (mm)  
 $F = 325$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_y = 357$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 $A = 13325$  (mm<sup>2</sup>)

・横補剛材 : B39

H-390x300x10x16 (SS400)  
 $L = 4000$  (mm)  
 $bL_b = 4000$  (mm)  
 $F = 235$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 $bA = 13325$  (mm<sup>2</sup>)  
 $bI = 37860$  ( $\times 10^4$  mm<sup>4</sup>)  
 $bZ = 1942$  ( $\times 10^3$  mm<sup>3</sup>)  
 $i_y = 73.5$  (mm)  
 $i_b = 81.9$  (mm)

・ガセットプレート

G. PL- 12 (SS400)  
 $gBe = 300$  (mm)  
 $F = 235$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 $gI = 2700$  ( $\times 10^4$  mm<sup>4</sup>)  
 $gZ = 180$  ( $\times 10^3$  mm<sup>3</sup>)

・横補剛材仕口の位置関係

$e_1 = 200$  (mm)  
 $e_2 = 195$  (mm)  
 $\Delta h = 0$  (mm)

存在応力  
 $Q = 9.6$  (kN)  
 $M_o = 9.6$  (kN·m)

・接合部ボルト

F10T・M22 使用 (1 面摩擦)  
 行数: 4  
 列数: 1      PC = 80 (mm)  
 $n = 4$   
 $\sum r_i^2 = 32000$  (mm<sup>2</sup>)  
 $fZ = \text{---}$  (mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup>)

[ 検討用応力 ]

$C = \sigma_y \cdot A / 2 = 357 \times 13325 / 2 \times 10^{-3} = 2378.52$  (kN)  
 $F_p = 0.02 \cdot C = 0.02 \times 2378.52 = 47.58$  (kN)  
 $M = \sum (Q \cdot e_1) + F_p \cdot e_2 = |9.6 \times 200| + 47.58 \times 195 = 11198$  (kN·mm)

検討用応力のまとめ

$C = 2378.52$  (kN)  
 $F_p = 47.58$  (kN)  
 $M = 11198$  (kN·mm)

[ 横補剛の検討 ]

<所要剛性>

$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0.0213 + 0.0376 + 0.0697 = 0.1286$  (mm)  
 $\delta_1 = F_p \cdot e_2^3 / (3 \cdot E \cdot gI) = 47.58 \times 10^3 \times 195^3 / (3 \times 205000 \times 2700 \times 10^4) = 0.0213$  (mm)  
 $\delta_2 = M \cdot L \cdot e_2 / (3 \cdot E \cdot bI) = 11198.1 \times 10^3 \times 4000 \times 195 / (3 \times 205000 \times 37860 \times 10^4) = 0.0376$  (mm)  
 $\delta_3 = F_p \cdot L / (E \cdot bA) = 47.58 \times 10^3 \times 4000 / (205000 \times 13325) = 0.0697$  (mm)  
 $k = F_p / \delta = 47.58 / 0.1286 = 369.984$  (kN/mm)  
 必要K =  $5.0 \cdot C / L_b = 5.0 \times 2378.52 / 3000 = 3.965$  (kN/mm)

所要剛性の判定 ... OK

$k = 369.984 \geq 3.965$

<接合部ボルト>

$R = \sqrt{(R_x + R_n)^2 + (R_y + R_q)^2} = \sqrt{(42.00 + 11.90)^2 + (0.00 + 2.40)^2} = 53.96$  (kN)  
 $R_n = F_p / n = 47.58 / 4 = 11.90$  (kN)  
 $R_q = Q / n = 9.6 / 4 = 2.40$  (kN)  
 $R_x = M \cdot y_m / \sum r_i^2 = 11198.10 \times 120 / 32000 = 42.00$  (kN)  
 $R_y = M \cdot x_m / \sum r_i^2 = 11198.10 \times 0 / 32000 = 0$  (kN)  
 $f_{fst} \cdot fA = 225 \times 380 \times 10^{-3} = 85.50$  (kN)

接合部ボルトの判定 ... OK

$R = 53.96 \leq 85.50$

<スタッドボルト>

RCスラブ  $F_c = 24$  (N/mm<sup>2</sup>)       $E_c = 2.27$  ( $\times 10^4$  N/mm<sup>2</sup>)       $\gamma_{rc} = 23$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 使用スタッド  $\phi 16$        $scA = 201$  (mm<sup>2</sup>)       $\sqrt{F_c \cdot E_c} = 738$  (N/mm<sup>2</sup>)  
                           $qs = 44.5$  (kN/本)  
 焼抜き栓溶接       $qs = 7.35$  (kN/ヶ所)  
 $\sum fY_i = 780$  (mm)       $fY_{max} = 315$  (mm)       $f_{nmax} = 1$  (本)  
 $\sum (R1_i \cdot f_{ni}) = R_n \cdot f_{nmax} \cdot (\sum fY_i / fY_{max}) = 11.90 \times 1 \times (780 / 315) = 29.47$  (kN)  
 $R2 = -[F_p - \sum (R1_i \cdot f_{ni})] = -(47.58 - 29.47) = -18.11$  (kN)

必要スタッド本数

$N(\text{stud}) = R2 / qs = \text{---}$  本以上

<G.PL>

$gM = F_p \cdot e_2 = 47.58 \times 195 = 9278.10$  (kN·mm)  
 $\sigma_b = gM / gZ = 9278.10 \times 10^3 / (180 \times 10^3) = 51.55$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 $f_b = 235$  (N/mm<sup>2</sup>)

G.PLの判定 ... OK

$\sigma_b / f_b = 0.22 \leq 1.00$

<横補剛材強度>

$f_c = 196.7$  (N/mm<sup>2</sup>)       $\sigma_c = F_p / bA = 47.58 \times 10^3 / 13325 = 3.58$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 $\lambda_c = 55$   
 $f_b = 235.0$  (N/mm<sup>2</sup>)       $\sigma_b = M' / bZ = (9.6 \times 10^6 + 11198.10 \times 10^3 / 2) / (1942 \times 10^3) = 7.83$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 $\lambda_b = 49$

$(\sigma_c / f_c) + (\sigma_b / f_b) = (3.58 / 196.70) + (7.83 / 235.00) = 0.019 + 0.034 = 0.053$

横補剛材強度の判定 ... OK

組合せ応力度 =  $0.053 \leq 1.00$

No. B30 [ RF ]

[ 計算条件 ]

- ・横補剛材を小梁として使用
- ・鉄骨梁の片側にのみ横補剛材が取り付け

[ 部材条件 ]

・大梁 : 2G21

H-588x300x12x20 (SN400B)  
 Lb = 1500 (mm)  
 F = 235 (N/mm<sup>2</sup>)  
 σ<sub>y</sub> = 258 (N/mm<sup>2</sup>)  
 A = 18721 (mm<sup>2</sup>)

・横補剛材 : B30

H-300x150x6.5x9 (SS400)  
 L = 4000 (mm)  
 bLb = 4000 (mm)  
 F = 235 (N/mm<sup>2</sup>)  
 bA = 4678 (mm<sup>2</sup>)  
 bI = 7210 (×10<sup>4</sup> mm<sup>4</sup>)  
 bZ = 481 (×10<sup>3</sup> mm<sup>3</sup>)  
 i<sub>y</sub> = 32.9 (mm)  
 i<sub>b</sub> = 38.7 (mm)

・ガセットプレート

G. PL- 12 (SS400)  
 gBe = 300 (mm)  
 F = 235 (N/mm<sup>2</sup>)  
 gI = 2700 (×10<sup>4</sup> mm<sup>4</sup>)  
 gZ = 180 (×10<sup>3</sup> mm<sup>3</sup>)

・横補剛材仕口の位置関係

e1 = 230 (mm)  
 e2 = 438 (mm)  
 Δh = 0 (mm)

存在応力  
 Q = 20.46 (kN)  
 Mo = 20.46 (kN・m)

・接合部ボルト

F10T・M22 使用 (1面摩擦)  
 行数: 3 PL = 60 (mm)  
 列数: 2 PC = 80 (mm)  
 n = 6  
 Σ r i<sup>2</sup> = 31000 (mm<sup>2</sup>)  
 fZ = — (mm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup>)

[ 検討用応力 ]

C = σ<sub>y</sub>・A/2 = 258 × 18721/2 × 10<sup>-3</sup> = 2415.01 (kN)  
 F<sub>p</sub> = 0.02・C = 0.02 × 2415.01 = 48.31 (kN)  
 M = Σ (Q・e1) + F<sub>p</sub>・e2  
 = | 20.46 × 230 | + 48.31 × 438 = 25866 (kN・mm)

検討用応力のまとめ

C = 2415.01 (kN)  
 F<sub>p</sub> = 48.31 (kN)  
 M = 25866 (kN・mm)

[ 横補剛の検討 ]

<所要剛性>

δ = δ<sub>1</sub> + δ<sub>2</sub> + δ<sub>3</sub> = 0.2445 + 1.022 + 0.2016 = 1.4681 (mm)  
 δ<sub>1</sub> = F<sub>p</sub>・e<sup>2</sup> / (3・E・gI) = 48.31 × 10<sup>3</sup> × 438<sup>3</sup> / (3 × 205000 × 2700 × 10<sup>4</sup>) = 0.2445 (mm)  
 δ<sub>2</sub> = M・L・e2 / (3・E・bI) = 25865.58 × 10<sup>3</sup> × 4000 × 438 / (3 × 205000 × 7210 × 10<sup>4</sup>) = 1.0220 (mm)  
 δ<sub>3</sub> = F<sub>p</sub>・L / (E・bA) = 48.31 × 10<sup>3</sup> × 4000 / (205000 × 4678) = 0.2016 (mm)  
 k = F<sub>p</sub> / δ = 48.31 / 1.4681 = 32.906 (kN/mm)  
 必要K = 5.0・C / Lb = 5.0 × 2415.01 / 1500 = 8.051 (kN/mm)

所要剛性の判定 ... OK

k = 32.906 ≥ 8.051

<接合部ボルト>

R = √(R<sub>x</sub> + R<sub>n</sub>)<sup>2</sup> + (R<sub>y</sub> + R<sub>q</sub>)<sup>2</sup> = √(66.75 + 8.06)<sup>2</sup> + (25.04 + 3.41)<sup>2</sup> = 80.04 (kN)  
 R<sub>n</sub> = F<sub>p</sub> / n = 48.31 / 6 = 8.06 (kN)  
 R<sub>q</sub> = Q / n = 20.46 / 6 = 3.41 (kN)  
 R<sub>x</sub> = M・y<sub>m</sub> / Σ r i<sup>2</sup> = 25865.58 × 80 / 31000 = 66.75 (kN)  
 R<sub>y</sub> = M・x<sub>m</sub> / Σ r i<sup>2</sup> = 25865.58 × 30 / 31000 = 25.04 (kN)  
 fF<sub>st</sub>・fA = 225 × 380 × 10<sup>-3</sup> = 85.50 (kN)

接合部ボルトの判定 ... OK

R = 80.04 ≤ 85.50

<スタッドボルト>

RCスラブ F<sub>c</sub> = 24 (N/mm<sup>2</sup>) E<sub>c</sub> = 2.27 (×10<sup>4</sup> N/mm<sup>2</sup>) γ<sub>rc</sub> = 23 (N/mm<sup>2</sup>)  
 使用スタッド φ16 s<sub>c</sub>A = 201 (mm<sup>2</sup>) √(F<sub>c</sub>・E<sub>c</sub>) = 738 (N/mm<sup>2</sup>)  
 q<sub>s</sub> = 44.5 (kN/本)  
 焼抜き栓溶接 q<sub>s</sub> = 7.35 (kN/ヶ所)  
 Σ fY<sub>i</sub> = 450 (mm) fY<sub>max</sub> = 230 (mm) f<sub>n</sub>max = 2 (本)  
 Σ (R1<sub>i</sub>・f<sub>n</sub>i) = R<sub>n</sub>・f<sub>n</sub>max・(Σ fY<sub>i</sub> / fY<sub>max</sub>)  
 = 8.06 × 2 × (450 / 230) = 31.54 (kN)  
 R2 = - [F<sub>p</sub> - Σ (R1<sub>i</sub>・f<sub>n</sub>i)]  
 = -(48.31 - 31.54) = -16.77 (kN)

必要スタッド本数

N(stud) = R2 / q<sub>s</sub>  
 = — 本以上

<G.PL>

gM = F<sub>p</sub>・e2  
 = 48.31 × 438 = 21159.78 (kN・mm)  
 σ<sub>b</sub> = gM / gZ = 21159.78 × 10<sup>3</sup> / (180 × 10<sup>3</sup>) = 117.56 (N/mm<sup>2</sup>)  
 f<sub>b</sub> = 235 (N/mm<sup>2</sup>)

G.PLの判定 ... OK

σ<sub>b</sub> / f<sub>b</sub> = 0.51 ≤ 1.00

<横補剛材強度>

f<sub>c</sub> = 94.1 (N/mm<sup>2</sup>) σ<sub>c</sub> = F<sub>p</sub> / bA = 48.31 × 10<sup>3</sup> / 4678  
 λ<sub>c</sub> = 122 = 10.33 (N/mm<sup>2</sup>)  
 f<sub>b</sub> = 164.1 (N/mm<sup>2</sup>) σ<sub>b</sub> = M' / bZ = (20.46 × 10<sup>6</sup> + 25865.58 × 10<sup>3</sup> / 2) / (481 × 10<sup>3</sup>)  
 λ<sub>b</sub> = 104 = 69.43 (N/mm<sup>2</sup>)

(σ<sub>c</sub> / f<sub>c</sub>) + (σ<sub>b</sub> / f<sub>b</sub>) = (10.33 / 94.1) + (69.43 / 164.1)  
 = 0.110 + 0.424 = 0.534

横補剛材強度の判定 ... OK

組合せ応力度 = 0.534 ≤ 1.00

## 耐風梁の設計

## TB30 (壁厚400mm)

スパン長  $L = 4.00\text{m}$ , 弱軸方向の支点の数: 0, 梁自重:  $1.3\text{kN/m}$

荷重一覧 (単位: m, kN,  $\text{kN/m}^2$ )

強軸方向の荷重: 風圧力

弱軸方向の荷重: 常時荷重

1番目の荷重  
床重量(G+P)

1番目の荷重  
壁t-400面外力

$$1.2 \left[ \begin{array}{c} w = 6.82 \end{array} \right]$$

$$4.5 \left[ \begin{array}{c} w = 9.6 \end{array} \right]$$

応力 強軸方向  $M = 16.4\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 16.4\text{kN}$ , 弱軸方向  $M = 89.1\text{kN}\cdot\text{m}$   
部材  $\square-300\times300\times16\times40$  (BCR295), 端部ボルト 4-M20 (高力ボルト F10T 一面摩擦)

$I_x = 22553.5\text{cm}^4$ ,  $I_y = 22553.5\text{cm}^4$ ,  $Z_x = 1503.6\text{cm}^3$ ,  $Z_y = 1503.6\text{cm}^3$

許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$

長期検定比  $0.00$ (強軸) +  $0.30$ (弱軸) =  $0.30$ , 長期変位  $3.2\text{mm} = 1/1246$

短期検定比  $0.04$ (強軸) +  $0.20$ (弱軸) =  $0.24$ , 短期変位  $3.3\text{mm} = 1/1225$

強軸方向に関する端部ボルトの検定比  $0.06$

## TB25 (壁厚400mm)

スパン長  $L = 4.00\text{m}$ , 弱軸方向の支点の数: 0, 梁自重:  $0.8\text{kN/m}$

荷重一覧 (単位: m, kN,  $\text{kN/m}^2$ )

強軸方向の荷重: 風圧力

弱軸方向の荷重: 常時荷重

1番目の荷重  
床重量(G+P)

1番目の荷重  
壁t-400面外力

$$1.2 \left[ \begin{array}{c} w = 1.6 \end{array} \right]$$

$$2.25 \left[ \begin{array}{c} w = 9.6 \end{array} \right]$$

応力 強軸方向  $M = 3.8\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 3.8\text{kN}$ , 弱軸方向  $M = 44.9\text{kN}\cdot\text{m}$

部材  $\square-250\times250\times12\times30$  (BCR295), 端部ボルト 3-M20 (高力ボルト F10T 一面摩擦)

$I_x = 10048.1\text{cm}^4$ ,  $I_y = 10048.1\text{cm}^4$ ,  $Z_x = 803.8\text{cm}^3$ ,  $Z_y = 803.8\text{cm}^3$

許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$

長期検定比  $0.00$ (強軸) +  $0.28$ (弱軸) =  $0.28$ , 長期変位  $3.6\text{mm} = 1/1101$

短期検定比  $0.02$ (強軸) +  $0.19$ (弱軸) =  $0.21$ , 短期変位  $3.6\text{mm} = 1/1097$

強軸方向に関する端部ボルトの検定比  $0.02$

## TB30 (壁厚500mm)

スパン長  $L = 3.00\text{m}$ , 弱軸方向の支点の数: 0, 梁自重:  $1.3\text{kN/m}$

荷重一覧 (単位: m, kN,  $\text{kN/m}^2$ )

強軸方向の荷重: 風圧力

弱軸方向の荷重: 常時荷重

1番目の荷重  
床重量(G+P)

1番目の荷重  
壁t-500面外力

$$1.2 \left[ \begin{array}{c} w = 6.82 \end{array} \right]$$

$$4.5 \left[ \begin{array}{c} w = 12 \end{array} \right]$$

応力 強軸方向  $M = 9.2\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 12.3\text{kN}$ , 弱軸方向  $M = 62.2\text{kN}\cdot\text{m}$

部材  $\square-300\times300\times16\times40$  (BCR295), 端部ボルト 4-M20 (高力ボルト F10T 一面摩擦)

$I_x = 22553.5\text{cm}^4$ ,  $I_y = 22553.5\text{cm}^4$ ,  $Z_x = 1503.6\text{cm}^3$ ,  $Z_y = 1503.6\text{cm}^3$

許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$

長期検定比  $0.00$ (強軸) +  $0.21$ (弱軸) =  $0.21$ , 長期変位  $1.3\text{mm} = 1/2377$

短期検定比  $0.02$ (強軸) +  $0.14$ (弱軸) =  $0.16$ , 短期変位  $1.3\text{mm} = 1/2351$

強軸方向に関する端部ボルトの検定比  $0.04$

## TB25 (壁厚500mm)

スパン長  $L = 3.00\text{m}$ , 弱軸方向の支点の数: 0, 梁自重:  $0.8\text{kN/m}$

荷重一覧 (単位: m, kN,  $\text{kN/m}^2$ )

強軸方向の荷重: 風圧力

1番目の荷重  
床重量(G+P)

$$1.2 \left[ \begin{array}{c} w = 1.6 \end{array} \right]$$

弱軸方向の荷重: 常時荷重

1番目の荷重  
壁t-500面外力

$$2.25 \left[ \begin{array}{c} w = 12 \end{array} \right]$$

応力 強軸方向  $M = 2.2\text{kN}\cdot\text{m}$  (中央部の値),  $Q = 2.9\text{kN}$ , 弱軸方向  $M = 31.3\text{kN}\cdot\text{m}$

部材 □-250x250x12x30 (BCR295), 端部ボルト 3-M20 (高力ボルト F10T 一面摩擦)

$I_x = 10048.1\text{cm}^4$ ,  $I_y = 10048.1\text{cm}^4$ ,  $Z_x = 803.8\text{cm}^3$ ,  $Z_y = 803.8\text{cm}^3$

許容応力度  $f_t = 196\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 196\text{N/mm}^2$

長期検定比  $0.00$  (強軸) +  $0.20$  (弱軸) =  $0.20$ , 長期変位  $1.4\text{mm} = 1/2104$

短期検定比  $0.01$  (強軸) +  $0.13$  (弱軸) =  $0.14$ , 短期変位  $1.4\text{mm} = 1/2099$

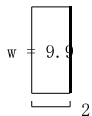
強軸方向に関する端部ボルトの検定比  $0.01$

## 間柱の設計

## TP25(採用)

部材長  $L = 4.50\text{m}$ , 荷重種別: 短期, 荷重の作用方向: 強軸回り  
荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)

1番目の荷重



応力  $M = 50.1\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 44.6\text{kN}$ ,  $N = 0.0\text{kN}$

部材 □-250x250x16x40 (BCR295), 端部ボルト 3-M22 (高力ボルト F10T 一面摩擦)  
 $A = 141\text{cm}^2$ ,  $I = 12369.3\text{cm}^4$ ,  $Z = 989.5\text{cm}^3$ ,  $l_{kx} = 4.50\text{m}$ ,  $l_{ky} = 4.50\text{m}$

許容応力度  $f_t = 295\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 295\text{N/mm}^2$ (短期)

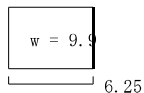
曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.17$ , 端部ボルトの検定比 0.17

最大変位量  $\delta = 4.2\text{mm} = 1/1079$

## TP25-C1位置のみの場合

部材長  $L = 4.50\text{m}$ , 荷重種別: 短期, 荷重の作用方向: 強軸回り  
荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)

1番目の荷重



応力  $M = 156.6\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 139.2\text{kN}$ ,  $N = 0.0\text{kN}$

部材 □-250x250x16x40 (BCR295), 端部ボルト 3-M22 (高力ボルト F10T 一面摩擦)  
 $A = 141\text{cm}^2$ ,  $I = 12369.3\text{cm}^4$ ,  $Z = 989.5\text{cm}^3$ ,  $l_{kx} = 4.50\text{m}$ ,  $l_{ky} = 4.50\text{m}$

許容応力度  $f_t = 295\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 295\text{N/mm}^2$ (短期)

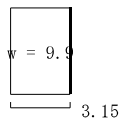
曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.54$ , 端部ボルトの検定比 0.54

最大変位量  $\delta = 13.0\text{mm} = 1/345$

## TP25-C1およびCG梁位置

部材長  $L = 4.50\text{m}$ , 荷重種別: 短期, 荷重の作用方向: 強軸回り  
荷重一覧 (単位: m, kN, kN/m<sup>2</sup>)

1番目の荷重



応力  $M = 78.9\text{kN}\cdot\text{m}$ (中央部の値),  $Q = 70.2\text{kN}$ ,  $N = 0.0\text{kN}$

部材 □-250x250x16x40 (BCR295), 端部ボルト 3-M22 (高力ボルト F10T 一面摩擦)  
 $A = 141\text{cm}^2$ ,  $I = 12369.3\text{cm}^4$ ,  $Z = 989.5\text{cm}^3$ ,  $l_{kx} = 4.50\text{m}$ ,  $l_{ky} = 4.50\text{m}$

許容応力度  $f_t = 295\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 295\text{N/mm}^2$ (短期)

曲げ検定比  $\sigma_b/f_b = 0.27$ , 端部ボルトの検定比 0.27

最大変位量  $\delta = 6.6\text{mm} = 1/685$

《設計仕様・荷重》

- デッキプレート 基準強度  $F=235\text{N/mm}^2$   
単位重量  $127\text{N/m}^2$
- コンクリート 普通  $F_c=24\text{N/mm}^2$   $\gamma=23$   $S=80\text{mm}$
- ずれ止めの許容せん断耐力  $\tau_a=185\text{N/mm/m}$
- スパン 設計時 ( $L_d$ ) = 1.5m、 施工時 ( $L_w$ ) = 1.5m
- 2連梁、支保工無し
- ひび割れ防止筋 D10-@200( $55.0\text{N/m}^2$ )
- 鉄骨梁との接合 焼抜き栓溶接

<input type="checkbox"/> 積載荷重	3,500 $\text{N/m}^2$
<input type="checkbox"/> 仕上り荷重	1,000 $\text{N/m}^2$
$W_{LL} =$	4,500 $\text{N/m}^2$
<input type="checkbox"/> 合成スラブ自重 $W_{DL}$	2,560 $\text{N/m}^2$
$LW_{TL} =$	7,060 $\text{N/m}^2$
<input type="checkbox"/> 作業荷重	1,470 $\text{N/m}^2$

《断面性能》

- $cZ_c=2,420 \times 10^3 \text{mm}^3 (n=15)$
- $cZ_t=102 \times 10^3 \text{mm}^3 (n=15)$
- $cS_n=1,260 \times 10^3 \text{mm}^3 (n=15)$
- $cI_n=12,200 \times 10^4 \text{mm}^4 (n=15)$
- $eZ_t=2,770 \times 10^3 \text{mm}^3 (n=15)$
- $sZ_e=26.3 \times 10^3 \text{mm}^3$
- $sI=66.3 \times 10^4 \text{mm}^4 (C=1.0)$

《 計 算 》

\*\*\*\*\* 施 工 時 \*\*\*\*\*

1) 正負曲げモーメント

$$M_{\max} = \frac{1}{8} w W_{TL} \cdot L_w^2 = \frac{1}{8} (2560 + 1470) \times 1.5^2 = 1130 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{\max}}{sZ_e} = \frac{1130}{26.3} \times \frac{10^3}{10^3} = 42.97 \leq F = 235 \text{ N/mm}^2 \quad \text{【 O.K.】}$$

2) たわみ

$$\delta_{\max} = C \frac{w W_{TL} \cdot L_w^4}{185 s E \cdot s I} = \frac{1 \times 4030 \times 1.5^4}{185 \times 2.05 \times 10^5 \times 66.3} \times \frac{10^9}{10^4} = 0.811 \leq L_w / 180 = 8.333, 20 \text{ mm} \quad \text{【 O.K.】}$$

\*\*\*\*\* 設 計 時 \*\*\*\*\*

1) 正曲げモーメント

$$M_{TL} = \frac{1}{8} L W_{TL} \cdot L_d^2 = \frac{1}{8} \times 7060 \times 1.5^2 = 1985 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\text{圧縮 } \sigma = \frac{M_{TL}}{cZ_c} = \frac{1985}{2420} \times \frac{10^3}{10^3} = 0.8202 \leq F_c / 3.0 = 8 \text{ N/mm}^2 \quad \text{【 O.K.】}$$

$$\text{引張 } \sigma = \frac{M_{TL}}{cZ_t} = \frac{1985}{102} \times \frac{10^3}{10^3} = 19.46 \leq F / 1.5 = 156.67 \text{ N/mm}^2 \quad \text{【 O.K.】}$$

2) 負曲げモーメント

$$M_e = \frac{1}{12} W_{LL} \cdot L_d^2 = \frac{1}{12} \times 4500 \times 1.5^2 = 844 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_e}{eZ_t} = \frac{844}{2770} \times \frac{10^3}{10^3} = 0.3046 \leq 0.62 \sqrt{F_c} = 3.037 \text{ N/mm}^2 \quad \text{【 O.K.】}$$

3) ずれ止めのせん断力

$$Q_L = \frac{1}{2} W_{LL} \cdot L_d = \frac{1}{2} \times 4500 \times 1.5 = 3375 \text{ N}$$

$$Q_L \frac{cS_n}{cI_n} = 3375 \times \frac{1260}{12200} \times \frac{10^3}{10^4} = 34.8566 \leq \tau_a = 185 \text{ N/mm/m} \quad \text{【 O.K.】}$$

4) たわみ(変形増大係数  $\kappa=1.5$ )

$$\delta_{\kappa} = \frac{\kappa \times 5 \cdot W_{LL} \cdot L_d^4}{384 \cdot s E \cdot cI_n / n} = \frac{1.5 \times 5 \times 4500 \times 1.5^4}{384 \times 2.05 \times 10^5 \times 12200 / 15} \times \frac{10^9}{10^4} = 0.267 \leq L_d / 250 = 6 \text{ mm} \quad \text{【 O.K.】}$$

5) ひび割れ防止筋 [D10-@200 使用 ( $a_t=71\text{mm}^2$ )]

$$P_t = \frac{a_t}{200 \cdot S} \cdot 100 = \frac{71}{200 \times 80} \times 100 = 0.4438 \geq 0.2\% \quad \text{【 O.K.】}$$

全ての計算は、入力値も含め上記記載通りの有効数字を用いて行っています。

《 判 定 》

全てクリアしています。

《設計仕様・荷重》

□コンクリート 普通 $F_c=24\text{N/mm}^2$ $\gamma=23$ $S=80\text{mm}$	□地震時積載荷重	2,100 $\text{N/m}^2$
□デッキ長さ方向 柱スパン( $L_x$ ) = 6000 mm	仕上り荷重	1,000 $\text{N/m}^2$
接合間隔( $P_x$ ) = 600 mm	□合成スラブ自重 $W_{DL}$	2,560 $\text{N/m}^2$
小梁スパン( $L_d$ ) = 1500 mm	$W_F =$	5,660 $\text{N/m}^2$
□デッキ幅方向 柱スパン( $L_y$ ) = 6250 mm		
接合間隔( $P_y$ ) = 200 mm		
□層せん断力係数 $C_i=0.5$		
□面内せん断力の許容値 $F_s$ : $[1.5 \times (F_c/30)]$ かつ $[1.5 \times (0.49+(F_c/100))]$ 以下 $\rightarrow F_s=1.095 \text{ N/mm}^2$		
□シャーコネクタ [ 焼抜き栓溶接 ] 1カ所当たり短期耐力 $q=7.35 \text{ kN}$ (長期: 4.9 kN)		

《 計 算 》

1) 焼抜き栓溶接 水平せん断耐力

X方向  $Q_{dx} = C_i \cdot W_F \cdot L_x / 2 = 8490 \text{ N/m}$   
 Y方向  $Q_{dy} = C_i \cdot W_F \cdot L_y / 2 = 8843.75 \text{ N/m}$        $Q_d = \max[Q_{dx}, Q_{dy}] = 8843.75 \text{ N/m}$

$Z_w = 523, d = 540, t = 1.2, b = 600, S' = 63.5$        $q_1 = \frac{161 \cdot Z_w \cdot t \cdot 100}{b \cdot L_d} = 11230 \text{ N/m}$

$q_2' = 0.551 \cdot S' \cdot \sqrt{\gamma^3 \cdot F_c} = 18910 \text{ N/m}$        $q_2'' = 1470 \sqrt{10 \cdot b / d \cdot t} = 4470 \text{ N/m}$

合成スラブの許容水平せん断耐力  $q_1 + q_2' + q_2'' = 34610 \text{ N/m} \geq Q_d = 8843.75 \text{ N/m}$       【 O.K.】

2) 面内せん断力

$Q = \frac{1}{2} \cdot C_i \cdot W_F \cdot L_x \cdot L_y = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 5660 \times 6 \times 6.25 = 53.0625 \text{ kN}$

$A_c(x) = S \cdot L_x = 80 \times 6000 = 480000 \text{ mm}^2$   
 $A_c(y) = S \cdot L_y = 80 \times 6250 = 500000 \text{ mm}^2$

$\tau_x = \frac{Q}{A_c(x)} = \frac{53062.5}{480000} = 0.11 \leq F_s = 1.095 \text{ N/mm}^2$       【 O.K.】

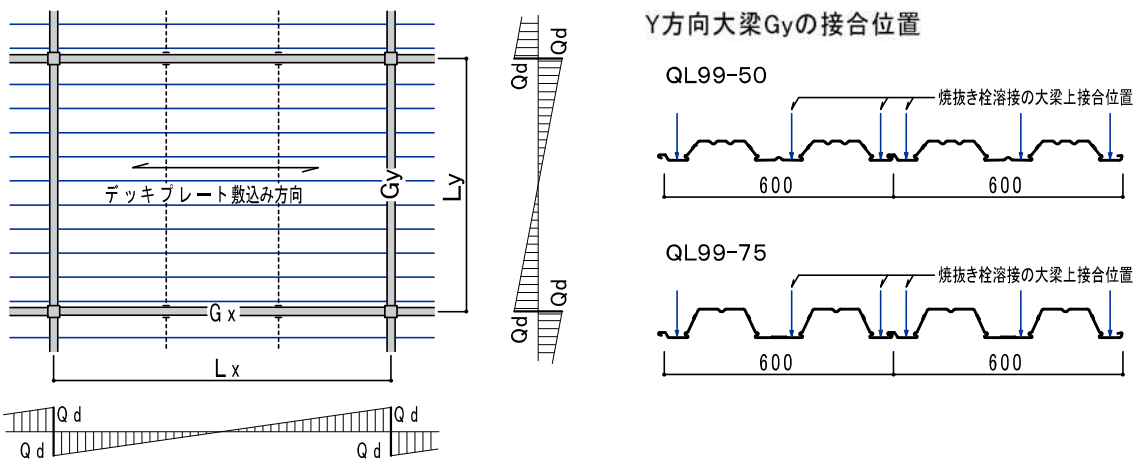
$\tau_y = \frac{Q}{A_c(y)} = \frac{53062.5}{500000} = 0.11 \leq F_s = 1.095 \text{ N/mm}^2$       【 O.K.】

3) スラブと梁の接合(焼抜き栓溶接 接合間隔の検討)

X方向間隔 $[G_x]$   $\frac{L_x \cdot q}{Q} = \frac{6000 \times 7.35 \times 10^3}{53.0625 \times 10^3} = 831 \geq P_x = 600 \text{ mm}$       【 O.K.】

Y方向間隔 $[G_y]$   $\frac{L_y \cdot q}{Q} = \frac{6250 \times 7.35 \times 10^3}{53.0625 \times 10^3} = 866 \geq P_y = 200 \text{ mm}$       【 O.K.】

焼抜き栓溶接の場合、Y方向大梁 $[G_y]$ 上の最小接合個数(本数)及び位置は、以下の通りです。



全ての計算は、入力値も含め上記記載通りの有効数字を用いて行っています。

《 判 定 》

全てクリアしています。

5.4 階段の検討

屋内階段

■ 設計条件

設計用床荷重	w	4800 N/m <sup>2</sup>
階段幅	S	1.5 m
階段スパン	L	6 m

■ 踏面の検討

踏面幅	b	0.3 m
踏面に作用する荷重	w×b	1440 N/m

【設計応力】  $M = W \times L^2 / 8 = 1440.00 \times 1.50^2 / 8 = 0.405 \text{ kNm}$       必要板厚算出のM = 40.5 kNcm

$Q = W \times L / 2 = 1440.00 \times 1.50 / 2 = 1.080 \text{ kN}$

撓みの制限よりの必要断面二次モーメント  $I_x = \alpha * W * L^3 = 2.2 * 1.44 * 1.50^3 = 10.69 \text{ cm}^4$   
 (撓み制限L/360以下より)

□ 必要踏板・蹴上げの板厚の設計

3: 形状Aタイプ(ウェブのみ有効)

σ = M/Zより必要板厚を求める 板厚 t = (  $\frac{M(\text{KNcm})}{h(\text{cm})^2} * 6 / 16 * 14$  ) = 0.07 cm以上 < 4.5 mm OK

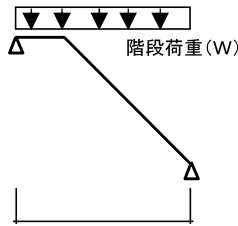
撓み制限より必要板厚を求める 板厚 t = (  $\frac{I_x(\text{cm}^4)}{h(\text{cm})^3} * 12 / 16$  ) = 0.04 cm以上 < 4.5 mm OK

設計床荷重に対する必要プレート板厚 t は 4.5 mm以上とする

■ ササラ桁の検討

(1) 設計荷重及び応力

撓みの制限値は1/360以内且つ最大撓みδ = 1 cmとすると 1/600にて部材決定する



階段荷重(DL+LL) 階段幅(m) / ササラ桁に作用する荷重W = 4.8 kN/m<sup>2</sup> \* 1.50 / 2 = 3.6 kN/m

$M = W \times L^2 / 8 = 3.6 \times 6.00^2 / 8 = 16.20 \text{ KNm}$       1620 kNcm

$Q = W \times L / 2 = 3.6 \times 6.00 / 2 = 10.80 \text{ KN}$

必要Ixは  $I_x = \alpha * W * L^3 = 3.8 \times 3.6 \times 6.00^3 = 2954.9 \text{ cm}^4$ 以上必要

スパンL = 6.00 m(スパン入力により応力計算行います)  
 切り上げ数値採用

(2) 必要ササラ桁板厚の場合の設計

ササラ桁高さ入力

σ = M/Zより必要板厚を求める 板厚 t = (  $\frac{\text{KNcm}}{h(\text{cm})^2} * 6 / 30 * 14$  ) = 7.71 mm      必要板厚 < 9mm以上 設計板厚

撓み(I)制限より必要板厚を求める 板厚 t = (  $\frac{\text{cm}^4}{\text{cm}^3} * 12 / 30$  ) = 13.14 mm      < 16mm以上

設計床荷重に対するササラ桁の必要断面は 19 \* 300 mm以上とします

(3) ササラ端部のボルト本数

高力ボルトの種類 F8T  
 ボルト径 M  
 摩擦面数 1  
 1:長期・2:短期の区別  
 ボルトの許容せん断力R(KN)

μ	0.4
M	16
面	1
1	長期
	22.7

1面せん断力	
M12	12.2 KN
M16	22.7 KN
M20	35.4 KN

設計端部せん断力Q(KN)  
 応力に対するボルト本数n=Q/R  
 ササラ桁の成H(mm)

10.80
1
300

ササラ桁のボルトは M 16 で 本数nは 2 本以上とする。