

ボルト継手計算書

H - 200 × 200 × 8 × 12

2002年12月1日

丸藤シートパイル株式会社

ボルト継手 (H200 × 200) の設計

1. 設計条件

母材にボルト孔がある場合、引張力に対し、ボルト孔分が抵抗できないため、ボルト孔を控除した母材の抵抗力を設計強度とする。

添接板の設計は、設計強度に対し、添接板の断面性能に応じて、フランジとウェブに応力を分配する。

- (1) 許容応力度 (母材と添接板の材質は同一とする。)
 (鋼材コード) SS400-K (ボルトコード) F10T-K

「鋼構造設計規準 (日本建築学会)」に準拠する。

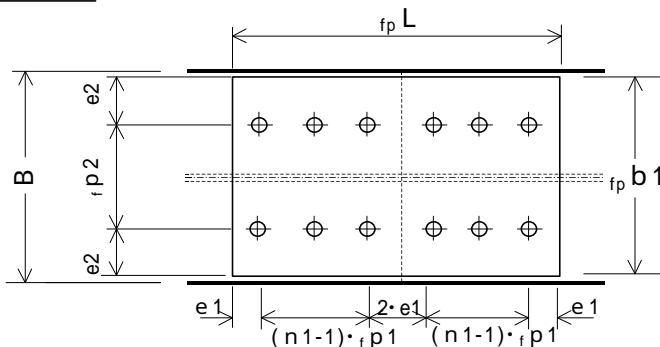
仮設鋼材の許容応力度の割増	係数 =	1.50	
H形鋼の許容曲げ・引張応力度 _H	$ba =_H ta =$	235	N/mm ² (SS400)
H形鋼の許容せん断応力度 _H	$a =$	135	N/mm ²
H形鋼の許容支圧応力度 (1.25 × 235 × 係数) _H	$a =$	441	N/mm ² (SS400)
添接板の許容曲げ・引張応力度 _P	$ba =_P ta =$	235	N/mm ² (SS400)
添接板の許容せん断応力度 _P	$a =$	135	N/mm ²
添接板の許容支圧応力度 (1.25 × 235 × 係数) _P	$a =$	441	N/mm ² (SS400)
ボルトの許容せん断応力度 _B	$a =$	220	N/mm ² (F10T)

- (2) 設計母材 コード: H200
 H形鋼: H200 × 200 × 8 × 12

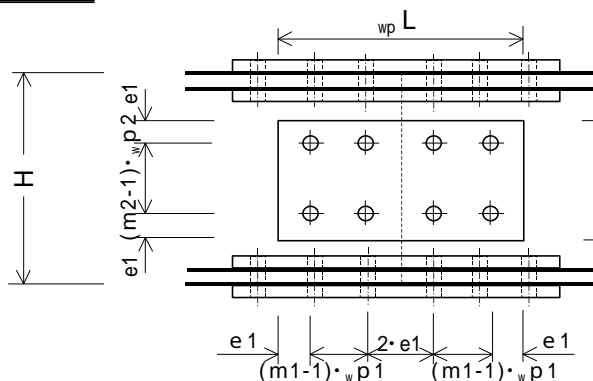
- (3) 添接板
- | | | | | | |
|------|------------|---|-----|---|-----|
| フランジ | 2 × PL - 9 | × | 200 | × | 420 |
| | 4 × PL - 9 | × | 80 | × | 420 |
| ウェブ | 2 × PL - 6 | × | 145 | × | 290 |

- (4) ボルト
- | | | | |
|-----------------|------|------|---------|
| ボルト直径 (M20) | d = | 2.00 | cm |
| ボルト孔径 (d + 3mm) | dh = | 2.30 | cm |
| フランジのボルト本数 | n1 = | 3 | 本 (軸方向) |
| | n2 = | 2 | 本 (軸横断) |
| ウェブのボルト本数 | m1 = | 2 | 本 (軸方向) |
| | m2 = | 2 | 本 (軸横断) |
| 縁端距離 (応力方向) | e1 = | 4.00 | cm |
| 縁端距離 (フランジその他) | e2 = | 4.00 | cm |

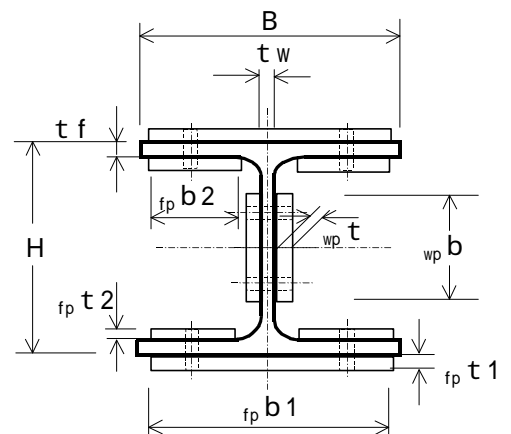
平面図



側面図



断面図

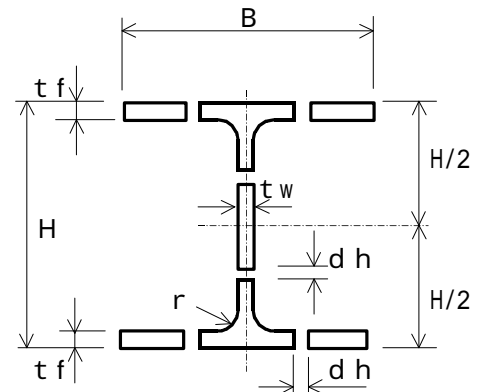


2. 継手部の設計

(1) 母材の断面性能計算

1) 母材 H 200 × 200 × 8 × 12

H 形 鋼 の 高 さ	H =	20	cm
H 形 鋼 の 幅	B =	20	cm
ウ エ ブ 厚	t _w =	0.8	cm
フ ラ ン ジ 厚	t _f =	1.2	cm
フ イ レ ッ ト	r =	1.3	cm
断 面 積	A =	63.53	cm ²
断 面 係 数	Z =	472	cm ³
断 面 二 次 モ - メ ン ト	I =	4720	cm ⁴



2) ボルト穴を控除した断面性能

ボルト孔径	d _h =	2.30	cm
フランジボルトの本数	n ₂ =	2	本 (軸横断)
ウェブボルトの本数	m ₂ =	2	本 (軸横断)

(断面積)

$$\begin{aligned} \text{(ウェブボルト孔)} \quad {}_B A_w &= d_h \cdot t_w \cdot m_2 \\ &= 2.30 \times 0.80 \times 2 = 3.68 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(ウェブ)} \quad {}_H A_w' &= t_w (H - 2 \cdot t_f) - {}_B A_w \\ &= 0.80 \times (20 - 2 \times 1.20) - 3.68 \\ &= 10.40 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(フランジボルト孔)} \quad {}_B A_f &= d_h \cdot t_f \cdot n_2 \\ &= 2.30 \times 1.20 \times 2 = 5.52 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(フランジ)} \quad {}_H A_f' &= A - t_w (H - 2 \cdot t_f) - 2 \cdot {}_B A_f \\ &= 63.53 - 0.80 \times (20 - 2 \times 1.20) \\ &\quad - 2 \times 5.52 \\ &= 38.41 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A' = {}_H A_f' + {}_H A_w' = 38.41 + 10.40 = 48.81 \text{ cm}^2$$

(断面二次モーメント：ウェブ孔は控除しない場合)

$$\begin{aligned} {}_B I_f &= \frac{d_h \cdot t_f^3 \cdot n_2}{12} = \frac{2.30 \times 1.20^3 \times 2}{12} \\ &= 0.662 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(片フランジボルト孔)} \quad {}_B I_f &= {}_B A_f \cdot (1/2 \cdot H - 1/2 \cdot t_f)^2 + {}_B I_f \\ &= 5.520 \times 9.400^2 + 0.662 = 488 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\text{(両フランジボルト孔)} \quad {}_B I_f' = 2 \cdot {}_B I_f = 2 \times 488 = 976 \text{ cm}^4$$

$$I' = I - {}_B I_f' = 4720 - 976 = 3744 \text{ cm}^4$$

(断面係数)

$$Z' = \frac{I'}{1/2 \cdot H} = \frac{3744}{10.00} = 374 \text{ cm}^3$$

(2) 添接板の断面積の計算

1) フランジ添接板

外側板幅	$f_p b 1 =$	20.0	cm
板厚	$f_p t 1 =$	0.90	cm
内側板幅	$f_p b 2 =$	8.00	cm
板厚	$f_p t 2 =$	0.90	cm
ボルト孔径	$d h =$	2.30	cm
ボルト本数	$n 2 =$	2	本 (軸横断)

(外側添接板)

$$\begin{aligned} {}_B A f 1 &= d h \cdot f_p t 1 \cdot n 2 \\ &= 2.30 \quad \times \quad 0.90 \quad \times \quad 2 \quad = \quad 4.14 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}_P A f 1 &= f_p b 1 \cdot f_p t 1 - {}_B A f 1 \\ &= 20.00 \quad \times \quad 0.90 \quad - \quad 4.14 \quad = \quad 13.86 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

(内側添接板)

$$\begin{aligned} {}_B A f 2 &= d h \cdot f_p t 2 \cdot n 2 \\ &= 2.30 \quad \times \quad 0.90 \quad \times \quad 2 \quad = \quad 4.14 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}_P A f 2 &= 2 \cdot f_p b 2 \cdot f_p t 2 - {}_B A f 2 \\ &= 2 \times 8.00 \quad \times \quad 0.90 \quad - \quad 4.14 \quad = \quad 10.26 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

(フランジ合計)

$$\begin{aligned} {}_P A f &= 2 \cdot ({}_P A f 1 + {}_P A f 2) \\ &= 2 \quad \times \quad (13.86 \quad + \quad 10.26) \quad = \quad 48.24 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

2) ウェブ添接板

板幅	$w_p b =$	14.5	cm
板厚	$w_p t =$	0.60	cm
ボルト本数	$m 2 =$	2	本 (軸横断)

$$\begin{aligned} {}_B A W &= d h \cdot w_p t \cdot m 2 \\ &= 2.30 \quad \times \quad 0.60 \quad \times \quad 2 \quad = \quad 2.76 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}_P A W 1 &= w_p b \cdot w_p t - {}_B A W \\ &= 14.50 \quad \times \quad 0.60 \quad - \quad 2.76 \quad = \quad 5.94 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

(ウェブ合計)

$$\begin{aligned} {}_P A W &= 2 \cdot {}_P A W 1 \\ &= 2 \quad \times \quad 5.94 \quad = \quad 11.88 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

3) 断面積

$$\begin{aligned} {}_P A &= {}_P A f + {}_P A W \quad A' \\ &= 48.24 \quad + \quad 11.88 \quad = \quad 60.12 \quad \text{cm}^2 \quad > \quad 48.81 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

-OK-

(3) 添接板の断面二次モーメントの計算

1) フランジ添接板

ボルト孔径 $dh = 2.30$ cm
 フランジ $n2 = 2$ 本 (軸横断)
 ウェブ $m2 = 2$ 本 (軸横断)

外側板幅 $f_p b1 = 20.00$ cm
 板厚 $f_p t1 = 0.90$ cm
 面積 $P A f1 = 13.86$ cm²
 内側板幅 $f_p b2 = 8.00$ cm
 板厚 $f_p t2 = 0.90$ cm
 面積 $P A f2 = 10.26$ cm²

(外側添接板)

$$f_p b1' = f_p b1 - dh \cdot n2$$

$$= 20.00 - (2.30 \times 2) = 15.40 \text{ cm}$$

$$P I f1 = \frac{f_p b1' \cdot f_p t1^3}{12} = \frac{15.40 \times 0.90^3}{12} = 0.936 \text{ cm}^4$$

$$P I f1 = P A f1 \cdot (1/2 \cdot H + 1/2 \cdot f_p t1)^2 + P I f1$$

$$= 13.860 \times 10.450^2 + 0.936 = 1514 \text{ cm}^4$$

(内側添接板)

$$f_p b2' = 2 \cdot f_p b2 - dh \cdot n2$$

$$= 2 \times 8.00 - (2.30 \times 2) = 11.40 \text{ cm}$$

$$P I f2 = \frac{f_p b2' \cdot f_p t2^3}{12} = \frac{11.40 \times 0.90^3}{12} = 0.693 \text{ cm}^4$$

$$P I f2 = P A f2 \cdot (1/2 \cdot H - t f - 1/2 \cdot f_p t2)^2 + P I f2$$

$$= 10.260 \times 8.350^2 + 0.693 = 716 \text{ cm}^4$$

(フランジ合計)

$$P I f = 2 \cdot (P I f1 + P I f2) = 2 \times (1514 + 716) = 4460 \text{ cm}^4$$

2) ウェブ添接板

板幅 $w_p b = 14.50$ cm
 板厚 $w_p t = 0.60$ cm
 ボルト間隔 $w p2 = 6.5$ cm

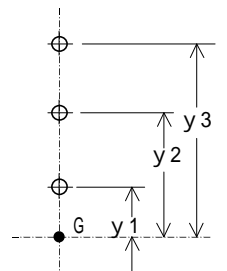
$$P I W1 = \frac{w_p t \cdot w_p b^3}{12} = \frac{0.600 \times 14.50^3}{12} = 152 \text{ cm}^4$$

$$y = y1^2 + y2^2 + y3^2 + \dots = 11 \text{ cm}^2$$

$$P I W1 = dh \cdot w_p t \cdot 2 \cdot y + m2 \cdot \frac{w_p t \cdot (dh)^3}{12}$$

$$= 2.30 \times 0.60 \times 2 \times 11 + 2 \times \frac{0.60 \times 2.30^3}{12}$$

$$= 30 \text{ cm}^4$$



(ウェブ合計)

$$P I W = 2 \cdot (P I W1 - P I W1) = 2 \times (152 - 30) = 244 \text{ cm}^4$$

3) 断面二次モーメント

$$P I = P I f + P I W = I'$$

$$= 4460 + 244 = 4704 \text{ cm}^4 > 3744 \text{ cm}^4 \quad \text{-OK-}$$

(4) 曲げモ - メントの計算

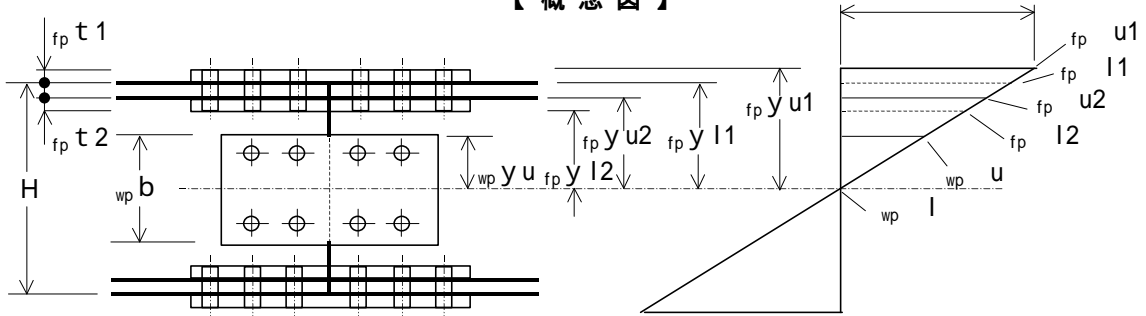
1) H形鋼1本当たりの抵抗曲げモ - メント

許容曲げ応力度 $Hba = 235 \text{ N/mm}^2$
 断面係数 $Z' = 374 \text{ cm}^3$

$$Mr = Hba \cdot Z'$$

$$= 235 \times 374 \times 10^3 = 87890000 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

【概念図】



2) フランジ添接板およびボルトの検討

$pI = 4704 \text{ cm}^4$
 $pIf = 4460 \text{ cm}^4$

$$pMf = Mr \cdot \frac{pIf}{pI}$$

$$= 87890000 \times \frac{4460}{4704} = 83331080 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

(外側フランジ)

$$pMf1 = pMf \cdot \frac{2 \cdot pIf1}{pIf} \quad pIf1 = 1514 \text{ cm}^4$$

$$= 83331080 \times \frac{3028}{4460} = 56575451 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$fp y u1 = 1/2 \cdot H + fp t1 = 1/2 \times 20.0 + 0.90 = 10.90 \text{ cm}$$

$$fp u1 = \frac{pMf1}{2 \cdot pIf1} \cdot fp y u1 \quad pba$$

$$= \frac{56575451}{2 \times 1514} \times \frac{10.90}{1000} = 204 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2$$

-OK-

$$fp y l1 = 1/2 \cdot H = 1/2 \times 20.0 = 10.00 \text{ cm}$$

$$fp l1 = \frac{pMf1}{2 \cdot pIf1} \cdot fp y l1 \quad pba$$

$$= \frac{56575451}{3028} \times \frac{10.00}{1000} = 187 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2$$

-OK-

(内側フランジ)

$$\begin{aligned}
 {}_p M f 2 &= {}_p M f \cdot \frac{2 \cdot {}_p I f 2}{{}_p I f} & {}_p I f 2 &= 716 \text{ cm}^4 \\
 &= 83331080 \times \frac{1432}{4460} = 26755629 \text{ N}\cdot\text{mm} \\
 f_p y u 2 &= 1/2 \cdot H - t f = 1/2 \times 20.0 - 1.20 = 8.80 \text{ cm} \\
 f_p u 2 &= \frac{{}_p M f 2}{2 \cdot {}_p I f 2} \cdot f_p y u 2 \quad \text{p ba} \\
 &= \frac{26755629}{1432} \times \frac{8.80}{1000} = 164 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2 \\
 & \qquad \qquad \qquad \text{-OK-} \\
 f_p y l 2 &= 1/2 \cdot H - t f - f_p t 2 \\
 &= 1/2 \times 20.0 - 1.20 - 0.90 = 7.90 \text{ cm} \\
 f_p l 2 &= \frac{{}_p M f 2}{2 \cdot {}_p I f 2} \cdot f_p y l 2 \quad \text{p ba} \\
 &= \frac{26755629}{1432} \times \frac{7.90}{1000} = 148 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2 \\
 & \qquad \qquad \qquad \text{-OK-}
 \end{aligned}$$

(ボルト)

ボルトの許容せん断応力度 $B a = 220 \text{ N/mm}^2$
H形鋼の許容支圧応力度 $H a = 441 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned}
 {}_p T f 1 &= \frac{f_p u 1 + f_p l 1}{2} \cdot {}_p A f 1 \\
 &= \frac{204 + 187}{2} \times 13.86 \times 10^2 = 270963 \text{ N} \\
 {}_p T f 2 &= \frac{f_p u 2 + f_p l 2}{2} \cdot {}_p A f 2 \\
 &= \frac{164 + 148}{2} \times 10.26 \times 10^2 = 160056 \text{ N} \\
 {}_p T f &= {}_p T f 1 + {}_p T f 2 = 270963 + 160056 = 431019 \text{ N}
 \end{aligned}$$

ボルト1本の耐力 (F10T)

$$M 20 \quad B A = 1/4 \cdot d^2 = 3.142 \text{ cm}^2 = 314.2 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 S 1 &= 2 \cdot B A \cdot B a \quad (\text{二面せん断}) \\
 &= 2 \times 314.2 \times 220 = 138248 \\
 S 2 &= d \cdot t f \cdot H a \quad (\text{鋼板の支圧}) \\
 &= 20 \times 12 \times 441 = 105840
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} S 1 \\ S 2 \end{aligned}} \right\} = \underline{105840 \text{ N}} \quad (\text{最小})_{f b} S a$$

$$\begin{aligned}
 Q f &= \frac{{}_p T f}{n 1 \cdot n 2} = \frac{431019}{3 \times 2} \\
 &= 71837 \text{ N} < 105840 \text{ N} \quad \text{-OK-}
 \end{aligned}$$

3) ウェブ添接板およびボルトの検討

$$\begin{aligned} p I &= 4704 \text{ cm}^4 \\ p I_w &= 244 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$p M_w = M r \cdot \frac{p I_w}{p I}$$

$$= 87890000 \times \frac{244}{4704} = 4558920 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$w_p y_u = 1/2 \cdot w_p b = 1/2 \times 14.50 = 7.25 \text{ cm}$$

$$w_p u = \frac{p M_w}{p I_w} \cdot w_p y_u \quad p a$$

$$= \frac{4558920}{244} \times \frac{7.25}{1000} = 135 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2$$

-OK-

ボルト1本の耐力 (F10T)

M 20

$$B A = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 3.142 \text{ cm}^2 = 314.2 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = 2 \cdot B A \cdot B a \quad (\text{二面せん断})$$

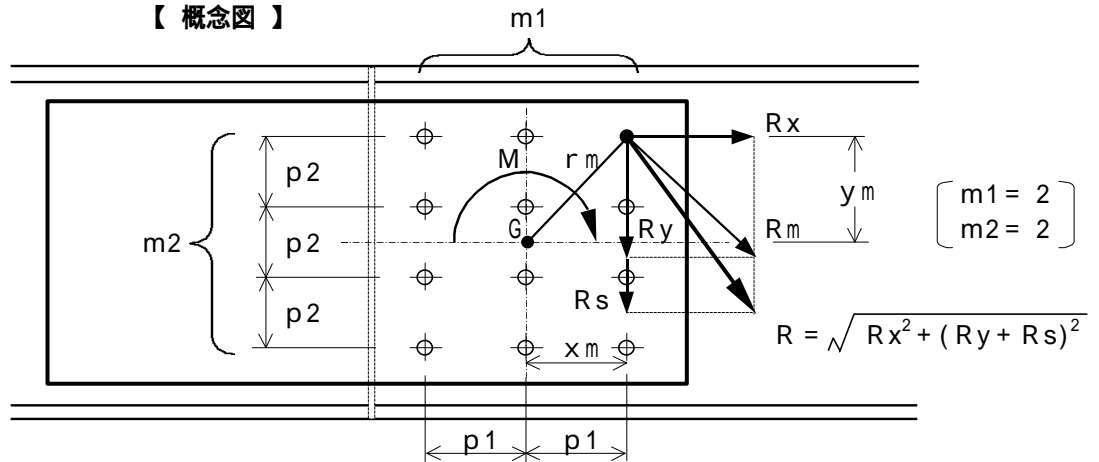
$$= 2 \times 314.2 \times 220 = 138248$$

$$S_2 = d \cdot t_w \cdot H a \quad (\text{鋼板の支圧})$$

$$= 20 \times 8 \times 441 = 70560$$

$$\left. \begin{aligned} &= 138248 \\ &= 70560 \end{aligned} \right\} = \underline{70560} \text{ N} \quad (\text{最小})_{w_b} S a$$

【概念図】



$$I_p = 1/12 \cdot m_1 \cdot m_2 \{ w_p p_1^2 (m_1^2 - 1) + w_p p_2^2 (m_2^2 - 1) \}$$

$$= 1/12 \times 2 \times 2 \times \left\{ \begin{aligned} &6.50^2 \times (2^2 - 1) \\ &+ 6.50^2 \times (2^2 - 1) \end{aligned} \right\}$$

$$= 85 \text{ cm}^2$$

(ボルト群の回転中心Gから最外端ボルトまでの距離)

$$x_m = 3.25 \text{ cm}$$

$$y_m = 3.25 \text{ cm}$$

$$r_m = \sqrt{3.25^2 + 3.25^2} = 4.60 \text{ cm}$$

$$R_x = \frac{p M_w}{I_p} \times y_m = \frac{4558920}{85} \times \frac{3.25}{10} = 17431 \text{ N}$$

$$R_y = \frac{p M_w}{I_p} \times x_m = \frac{4558920}{85} \times \frac{3.25}{10} = 17431 \text{ N}$$

$$R_m = \frac{p M_w}{I_p} \times r_m = \frac{4558920}{85} \times \frac{4.60}{10}$$

$$= 24672 \text{ N} < 70560 \text{ N} \quad \text{-OK-}$$

(5) せん断力の計算

1) H形鋼 1 本当たりの抵抗せん断力

許容せん断応力度 $\sigma_a = 135 \text{ N/mm}^2$
 ウェブせん断有効面積 $A_w' = 10.40 \text{ cm}^2$
 $= 1040 \text{ mm}^2$

$$S_r = \sigma_a \cdot A_w'$$

$$= 135 \times 1040 = 140400 \text{ N}$$

2) ウェブ添接板の応力度

添接板断面積 $A_p = 11.88 \text{ cm}^2$
 $= 1188 \text{ mm}^2$

$$\sigma_p = \frac{S_r}{A_p}$$

$$= \frac{140400}{1188} = 118 \text{ N/mm}^2 < 135 \text{ N/mm}^2 \quad \text{-OK-}$$

3) ボルトの応力

ボルトの許容せん断応力度 $\sigma_b = 220 \text{ N/mm}^2$
 H形鋼の許容支圧応力度 $\sigma_h = 441 \text{ N/mm}^2$
 ウェブ厚 $t_w = 0.8 \text{ cm}$

ボルト 1 本の耐力 (F10T)

$$M20 \quad A_b = \frac{1}{4} \cdot d^2 = 3.142 \text{ cm}^2 = 314.2 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = 2 \cdot A_b \cdot \sigma_b \quad (\text{二面せん断})$$

$$= 2 \times 314.2 \times 220 = 138248$$

$$S_2 = d \cdot t_w \cdot \sigma_h \quad (\text{鋼板の支圧})$$

$$= 20 \times 8 \times 441 = 70560$$

$$\left. \begin{array}{l} S_1 \\ S_2 \end{array} \right\} = \underline{70560} \text{ N} \quad (\text{最小})_{wb} S_a$$

$$R_s = \frac{S_r}{m_1 \cdot m_2} = \frac{140400}{2 \times 2}$$

$$= 35100 \text{ N} < 70560 \text{ N} \quad \text{-OK-}$$

(6) ウェブボルトの合成応力

(最外端ボルトの応力)

X方向成分(曲げ) $R_x = 17431 \text{ N/本}$
 Y方向成分(曲げ) $R_y = 17431 \text{ N/本}$
 Y方向成分(せん断) $R_s = 35100 \text{ N/本}$

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

$$= \sqrt{17431^2 + (17431 + 35100)^2}$$

$$= 55347 \text{ N} < 70560 \text{ N} \quad \text{-OK-}$$

(7) 軸力の計算

1) H形鋼1本当たりの抵抗軸力

$$\begin{aligned} \text{許容引張応力度 } \sigma_{ta} &= 235 \text{ N/mm}^2 \\ \text{H形鋼の断面積 } A' &= 48.81 \text{ cm}^2 & 4881 \text{ mm}^2 \\ \text{ウェブ厚 } t_w &= 0.8 \text{ cm} \\ \text{フランジ厚 } t_f &= 1.2 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$N_r = \sigma_{ta} \cdot A' = 235 \times 4881 = 1147035 \text{ N}$$

2) 添接板による抵抗力

$$\begin{aligned} \text{添接板の許容引張応力度 } \sigma_{pa} &= 235 \text{ N/mm}^2 \\ \text{フランジ添接板の断面積 } A_f &= 48.24 \text{ cm}^2 & 4824 \text{ mm}^2 \\ \text{ウェブ添接板の断面積 } A_w &= 11.88 \text{ cm}^2 & 1188 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

フランジ添接板の抵抗力

$$N_f = \sigma_{pa} \cdot A_f = 235 \times 4824 = 1133640 \text{ N}$$

ウェブ添接板の抵抗力

$$N_w = \sigma_{pa} \cdot A_w = 235 \times 1188 = 279180 \text{ N}$$

3) ボルトによる抵抗力

$$\begin{aligned} \text{ボルトの許容せん断応力度 } \sigma_{ba} &= 220 \text{ N/mm}^2 \\ \text{H形鋼の許容支圧応力度 } \sigma_{ha} &= 441 \text{ N/mm}^2 \\ \text{フランジのボルト本数 } n_f &= 6 \text{ 本} \\ \text{ウェブのボルト本数 } n_w &= 4 \text{ 本} \\ \text{ボルトの径 } d &= 2.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

ボルト1本の耐力 (F10T)

$$M_{20} \quad A_B = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 3.142 \text{ cm}^2 \quad 314.2 \text{ mm}^2$$

(二面せん断)

$$S_1 = 2 \cdot \sigma_{ba} \cdot A_B = 2 \times 220 \times 314.2 = 138248 \text{ N}$$

(フランジ許容支圧)

$$S_2 = d \cdot t_f \cdot \sigma_{ha} = 20 \times 12 \times 441 = 105840 \text{ N}$$

(ウェブ許容支圧)

$$S_3 = d \cdot t_w \cdot \sigma_{ha} = 20 \times 8 \times 441 = 70560 \text{ N}$$

(フランジボルト耐力)

$$f_b S_a = 105840 \text{ N} \quad (\text{S}_1 \text{と} \text{S}_2 \text{の最小値})$$

(ウェブボルト耐力)

$$w_b S_a = 70560 \text{ N} \quad (\text{S}_1 \text{と} \text{S}_3 \text{の最小値})$$

フランジ全ボルト抵抗力

$$N_f = 2 \cdot f_b S_a \cdot n_f = 2 \times 105840 \times 6 = 1270080 \text{ N}$$

ウェブ全ボルト抵抗力

$$N_w = w_b S_a \cdot n_w = 70560 \times 4 = 282240 \text{ N}$$

4) 継手部の抵抗力

フランジ部の抵抗力

$$N_f = 1133640 \text{ N} \quad (\text{N}_f \text{と} \text{N}_f \text{の最小値})$$

ウェブ部の抵抗力

$$N_w = 279180 \text{ N} \quad (\text{N}_w \text{と} \text{N}_w \text{の最小値})$$

継手部の抵抗力

$$\begin{aligned} N_a &= N_f + N_w = 1133640 + 279180 \\ &= 1412820 \text{ N} \quad (N_a / N_r) \times 100 = 123.2 \% \end{aligned}$$