

## 4. 補剛材の設計

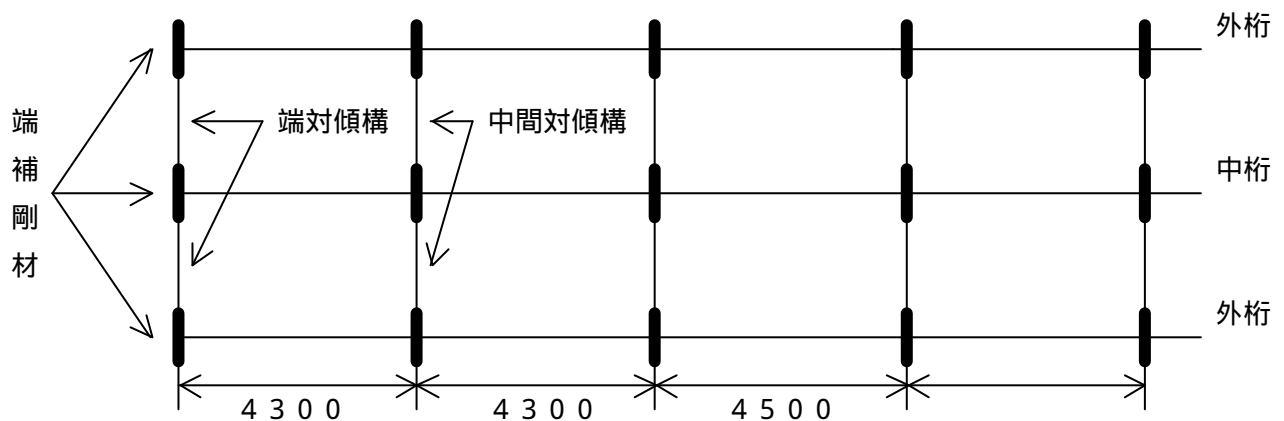
(材質 SS400材)

主桁の中で断面力が最も大きい主桁について設計し、ほかはこれと同じにする。  
今回は、中桁で設計する。

### 4.1. 垂直補剛材

#### 4.1.1. 端補剛材

端補剛材は、下図に示すように両支点は主桁の両側に入れる。



) 補剛材の板幅  $b$

$$b = \frac{h_w}{30} + 50$$

[  $h_w$  ; 腹板の高さ (mm)  
[  $b$  ; 補剛材の板厚 (mm)

$$= \frac{2000\text{mm}}{30}$$

$$= 117\text{mm}$$

117mm以上より、使用板幅150mmとする。

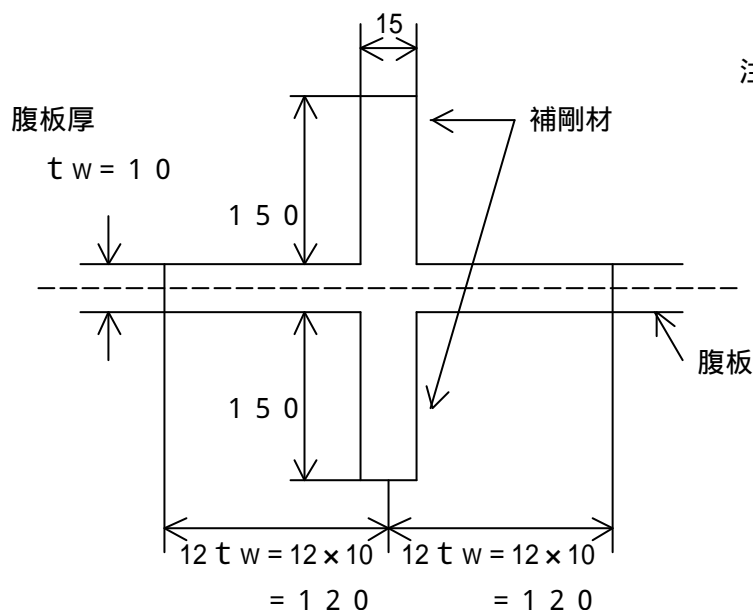
) 補剛材の板厚

$$\frac{\text{使用幅}}{13} = \frac{150}{13} = 11.5\text{mm}$$

11.5mm以上より、使用板厚15mmとする。

使用寸法は、 2 - P L 150 × 15 とする。

有効断面積の計算



注) 柱としての有効断面積は補剛材断面及び腹板のうち補剛材取り付け部から両側にそれぞれ腹板厚の1.2倍までとする。

・斜線部の断面積 (全有効断面積)

$$\begin{aligned}
 A_g &= 2 \times 1.5 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \text{ (補剛材部)} \\
 &\quad + 2 \times 1.0 \text{ cm} \times 12 \text{ cm} \text{ (腹板部)} \\
 &= 45.0 \text{ cm}^2 + 24.0 \text{ cm}^2 \\
 &= 69.0 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

注) 全有効断面積 (斜線部) は、補剛材のみの断面積の1.7倍を超えてはならない。

$$A' = 45.0 \text{ cm}^2 \times 1.7 = 76.5 \text{ cm}^2 > A_g = 69.0 \text{ cm}^2$$

柱として働く全有効断面積は、 $A_g = 69.0 \text{ cm}^2$  となる。

・断面2次モーメント (腹板中心 x 軸に関する)

	$A_g \text{ (cm}^2)$	$y \text{ (cm)}$	$\Sigma A_g \cdot y^2 \text{ (cm}^4)$
2PL 150 × 15	45.0	8.0	2880
			$\frac{1.5 \times 15^3}{8}$
			844
			$= 2 \times 12$
			3724

(腹板の断面2次モーメントは無視)

・有効座屈長 (腹板高 hw の 1/2 とすれば良い。)

$$l = \frac{h_w}{2} = \frac{200 \text{ cm}}{2} = 100 \text{ cm}$$

・回転半径

$$r = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{3724 \text{ cm}^4}{69.0 \text{ cm}^2}} = 7.346 \text{ cm}$$

・細長比

$$\frac{l}{r} = \frac{100 \text{ cm}}{7.346 \text{ cm}} = 13.621$$

・軸圧縮応力度（せん断力の大きい中桁支点で計算）

このときの許容軸圧縮応力度

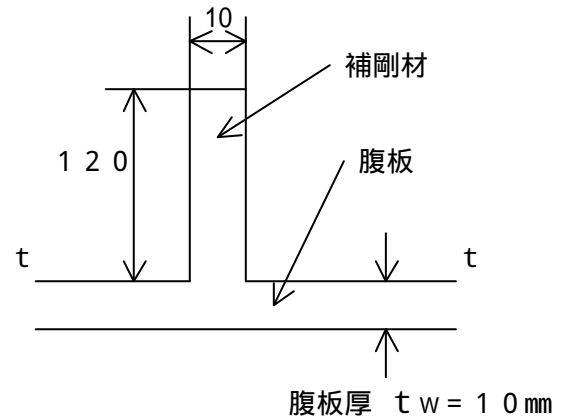
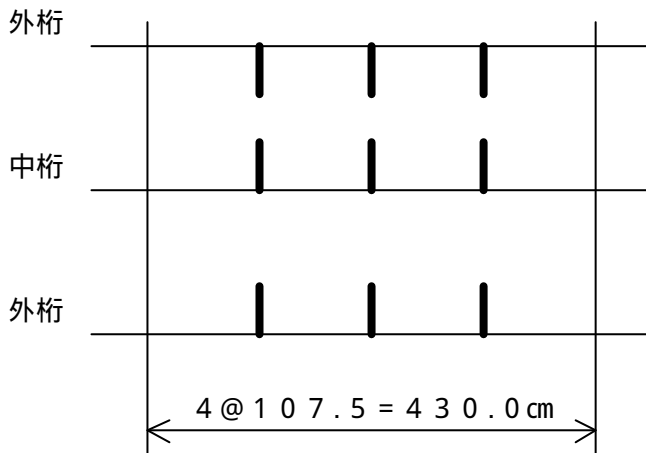
$$c_a = 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

$$c = \frac{S}{A_g} = \frac{85735 \text{ kg f}}{69.0 \text{ cm}^2} \\ = 1243 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

#### 4.1.2. 中間補剛材

(1) 下図に示すように端対傾構 から次の中間対傾構 の間に入れる補剛材の設計補剛材間隔を次のようにする。

$$a = \frac{430}{4} = 107.50 \text{ cm}$$



・補剛材の板幅  $b$

$$b = \frac{hw}{30} + 50 = \frac{2000 \text{ mm}}{30} = 117 \text{ mm}$$

117 mm以上より、使用板幅 120 mmとする。

・補剛材の板厚

$$\frac{\text{使用幅}}{13} = \frac{120}{13} = 9.23 \text{ mm}$$

9.23 mm以上より、使用板厚 12 mmとする。

使用寸法は、 1 - P L 120 × 10 とする。

・必要断面 2 次モーメント

$$\begin{aligned} I_{\text{reg}} &= \frac{hw \cdot tw^3}{11} \times 8.0 \times \left( \frac{hw}{a} \right)^2 \\ &= \frac{2000 \text{ cm} \times (1.0 \text{ cm})^3}{11} \times 8.0 \times \left( \frac{2000 \text{ cm}}{107.50 \text{ cm}} \right)^2 \\ &= 503 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

・ t 軸に関する断面 2 次モーメント

		Ag (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	∑ Ag·y <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )
1 - PL	120 × 10	12.0	6.0	432
				144
				576
				= 2 × $\frac{1.0 \times 12^3}{12}$

$$I_t = 576 \text{ cm}^4 > I_{reg} = 503 \text{ cm}^4 \quad \text{OK}$$

・ 補剛材の照査

仮定した補剛材間隔  $a = 107.50 \text{ cm}$  に対する応力度の照査

$$\frac{a}{h_w} = \frac{107.50 \text{ cm}}{200 \text{ cm}} = 0.538$$

せん断力の大きい中桁の支点上 で照査する。

$$\text{曲げ応力度} = 0 \text{ kg f / cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{せん断応力度} &= \frac{S}{A_w} = \frac{85735 \text{ kg f}}{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}} \\ &= 428.675 \text{ kg f / cm}^2 \end{aligned}$$

補剛材間隔の照査式に代入 (水平補剛材を 1 段用いる場合)

$$\frac{a}{h_w} = 0.538 > 0.8 \text{ より}$$

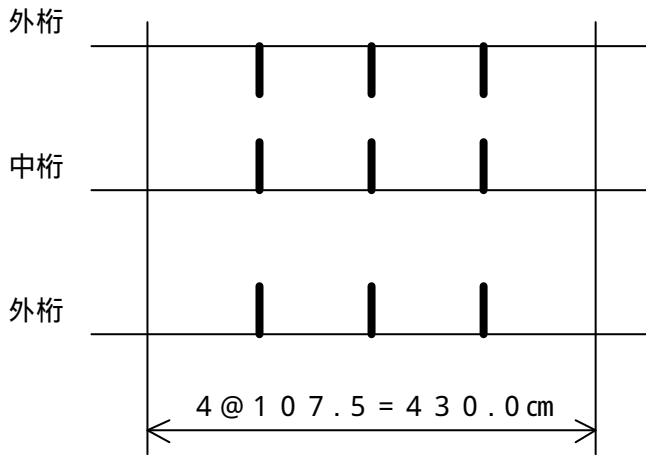
$$\left( \frac{h_w}{100 \cdot t_w} \right)^4 \left[ \left( \frac{\sigma_c}{9500} \right)^2 + \left[ \frac{\tau}{950 + 810 (h_w/a)^2} \right]^2 \right] \leq 1$$

$\left\{ \begin{array}{l} h_w ; \text{腹板高 (cm)} \\ \sigma_c ; \text{圧縮応力度 (kg f / cm}^2) \\ a ; \text{補剛材間隔 (cm)} \end{array} \right.$ 
,  $\left\{ \begin{array}{l} t_w ; \text{腹板厚 (cm)} \\ \tau ; \text{せん断応力度 (kg f / cm}^2) \end{array} \right.$

$$\left( \frac{200 \text{ cm}}{100 \cdot 1.0 \text{ cm}} \right)^4 \left[ \left( \frac{0 \text{ kg f / cm}^2}{9500} \right)^2 + \left[ \frac{428.675 \text{ kg f / cm}^2}{950 + 810 (200 \text{ cm} / 107.5 \text{ cm})^2} \right]^2 \right] = 0.209 < 1 \quad \text{OK}$$

(2) 下図に示すように中間対傾構間， の間に入れる補剛材の設計補剛材間隔を次のようにする。

$$a = \frac{430}{4} = 107.50 \text{ cm}$$



使用断面寸法は、 ~ と同様 1 - P L 120 × 10 とする。

・必要断面 2 次モーメント

$$\begin{aligned} I_{reg} &= \frac{hw \cdot tw^3}{11} \times 8.0 \times \left( \frac{hw}{a} \right)^2 \\ &= \frac{200 \text{ cm} \times (1.0 \text{ cm})^3}{11} \times 8.0 \times \left( \frac{200 \text{ cm}}{107.50 \text{ cm}} \right)^2 \\ &= 503 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

・必要断面 2 次モーメント

$$I_t = 576 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 576 \text{ cm}^4 > I_{reg} = 503 \text{ cm}^4$$

OK

・補剛材の照査

仮定した補剛材間隔  $a = 107.50 \text{ cm}$  に対する応力度の照査

$$\frac{a}{h_w} = \frac{107.50 \text{ cm}}{200 \text{ cm}} = 0.538$$

中桁の対傾構 で照査する。

(支点から  $4.30 \text{ m}$  のモーメント値はNO.31のモーメント図より  $M = 295 \text{ tf}\cdot\text{m}$ )

$$\begin{aligned} \text{曲げ応力度} &= \frac{M}{W} && W; \text{中桁の断面の断面係数} \\ &= \frac{29500000 \text{ kgf}\cdot\text{cm}}{27646 \text{ cm}^3} \\ &= 1067.062 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

(支点から  $4.30 \text{ m}$  のせん断力値はNO.31のせん断力図より  $S = 63 \text{ tf}$ )

$$\begin{aligned} \text{せん断応力度} &= \frac{S}{A_w} = \frac{63000 \text{ kgf}}{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}} \\ &= 315 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

補剛材間隔の照査式に代入 (水平補剛材を1段用いる場合)

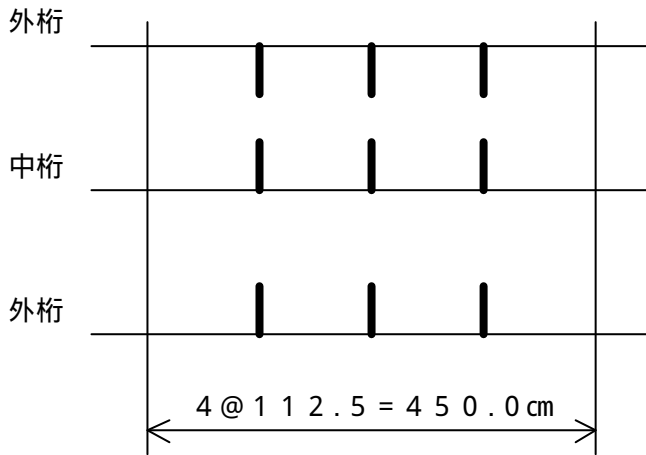
$$\frac{a}{h_w} = 0.538 > 0.8 \text{ より}$$

$$\left( \frac{h_w}{100 \cdot t_w} \right)^4 \left[ \left( \frac{\quad}{9500} \right)^2 + \left[ \frac{\quad}{950 + 810 (h_w/a)^2} \right]^2 \right] \leq 1$$

$$\begin{aligned} &\left( \frac{200 \text{ cm}}{100 \cdot 1.0 \text{ cm}} \right)^4 \left[ \left( \frac{1067.062 \text{ kgf/cm}^2}{9500} \right)^2 \right. \\ &\quad \left. + \left[ \frac{315 \text{ kgf/cm}^2}{950 + 810 (200 \text{ cm} / 107.5 \text{ cm})^2} \right]^2 \right] \\ &= 0.315 < 1 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

(3) 下図に示すように中間対傾構間， の間に入れる補剛材の設計補剛材間隔を次のようにする。

$$a = \frac{450}{4} = 112.50 \text{ cm}$$



使用断面寸法は、 ~ と同様 1 - P L 120 × 10 とする。

・必要断面 2 次モーメント

$$\begin{aligned} I_{reg} &= \frac{hw \cdot tw^3}{11} \times 8.0 \times \left( \frac{hw}{a} \right)^2 \\ &= \frac{200 \text{ cm} \times (1.0 \text{ cm})^3}{11} \times 8.0 \times \left( \frac{200 \text{ cm}}{112.50 \text{ cm}} \right)^2 \\ &= 460 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

・必要断面 2 次モーメント

$$I_t = 576 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 576 \text{ cm}^4 > I_{reg} = 460 \text{ cm}^4$$

OK



・補剛材の照査

仮定した補剛材間隔  $a = 112.50 \text{ cm}$  に対する応力度の照査

$$\frac{a}{h_w} = \frac{112.50 \text{ cm}}{200 \text{ cm}} = 0.563$$

中桁の対傾構 で照査する。

(支点から  $8.60 \text{ m}$  のモーメント値はNO.31のモーメント図より  $M = 440 \text{ tf}\cdot\text{m}$ )

$$\begin{aligned} \text{曲げ応力度} &= \frac{M}{W} && W; \text{中桁の断面の断面係数} \\ &= \frac{44000000 \text{ kgf}\cdot\text{cm}}{37851 \text{ cm}^3} \\ &= 1162.453 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

(支点から  $8.60 \text{ m}$  のせん断力値はNO.31のせん断力図より  $S = 40 \text{ tf}$ )

$$\begin{aligned} \text{せん断応力度} &= \frac{S}{A_w} = \frac{40000 \text{ kgf}}{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}} \\ &= 200 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

補剛材間隔の照査式に代入 (水平補剛材を1段用いる場合)

$$\frac{a}{h_w} = 0.563 > 0.8 \text{ より}$$

$$\left( \frac{h_w}{100 \cdot t_w} \right)^4 \left[ \left( \frac{\quad}{9500} \right)^2 + \left[ \frac{\quad}{950 + 810 (h_w/a)^2} \right]^2 \right] \leq 1$$

$$\begin{aligned} &\left( \frac{200 \text{ cm}}{100 \cdot 1.0 \text{ cm}} \right)^4 \left[ \left( \frac{1162.453 \text{ kgf/cm}^2}{9500} \right)^2 \right. \\ &\quad \left. + \left[ \frac{200 \text{ kgf/cm}^2}{950 + 810 (200 \text{ cm} / 107.5 \text{ cm})^2} \right]^2 \right] \\ &= 0.292 < 1 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

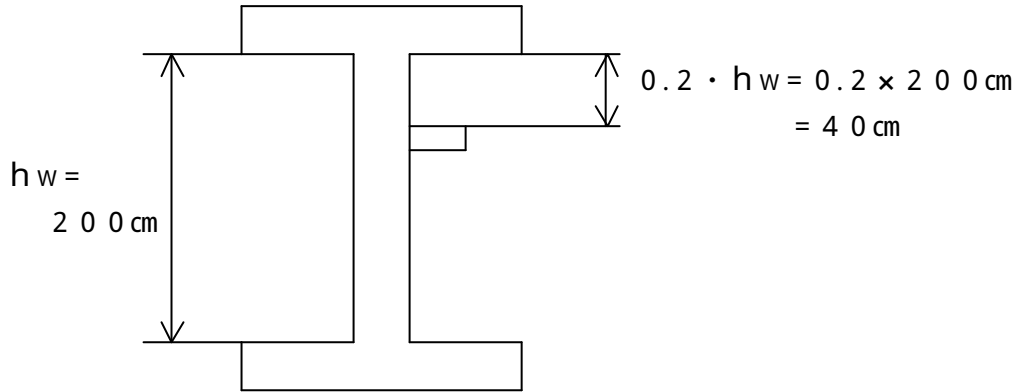
#### 4.2. 水平補剛材

(材質 SS400材)

水平補剛材は曲げモーメントによる腹板圧縮側の座屈を防ぐために腹板の片側に設ける。

##### ・取り付け位置

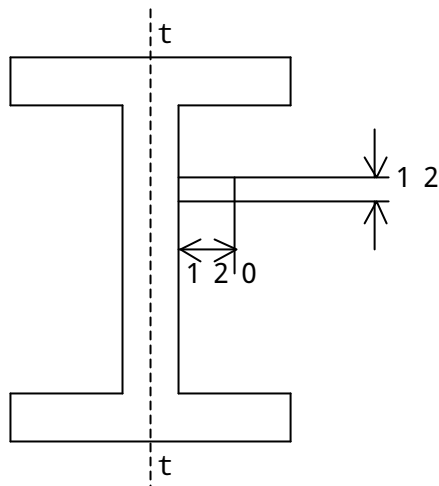
水平補剛材を1段用いるため、下図の位置に取り付ける。



##### ・水平補剛材の剛度

$$I_{reg} = \frac{h_w \cdot t_w^3}{11} \times 30 \times \frac{a}{h_w}$$

$$= \frac{200 \text{ cm} \times (1.0 \text{ cm})^3}{11} \times 30 \times \frac{112.50 \text{ cm}}{200 \text{ cm}} = 307 \text{ cm}^4$$

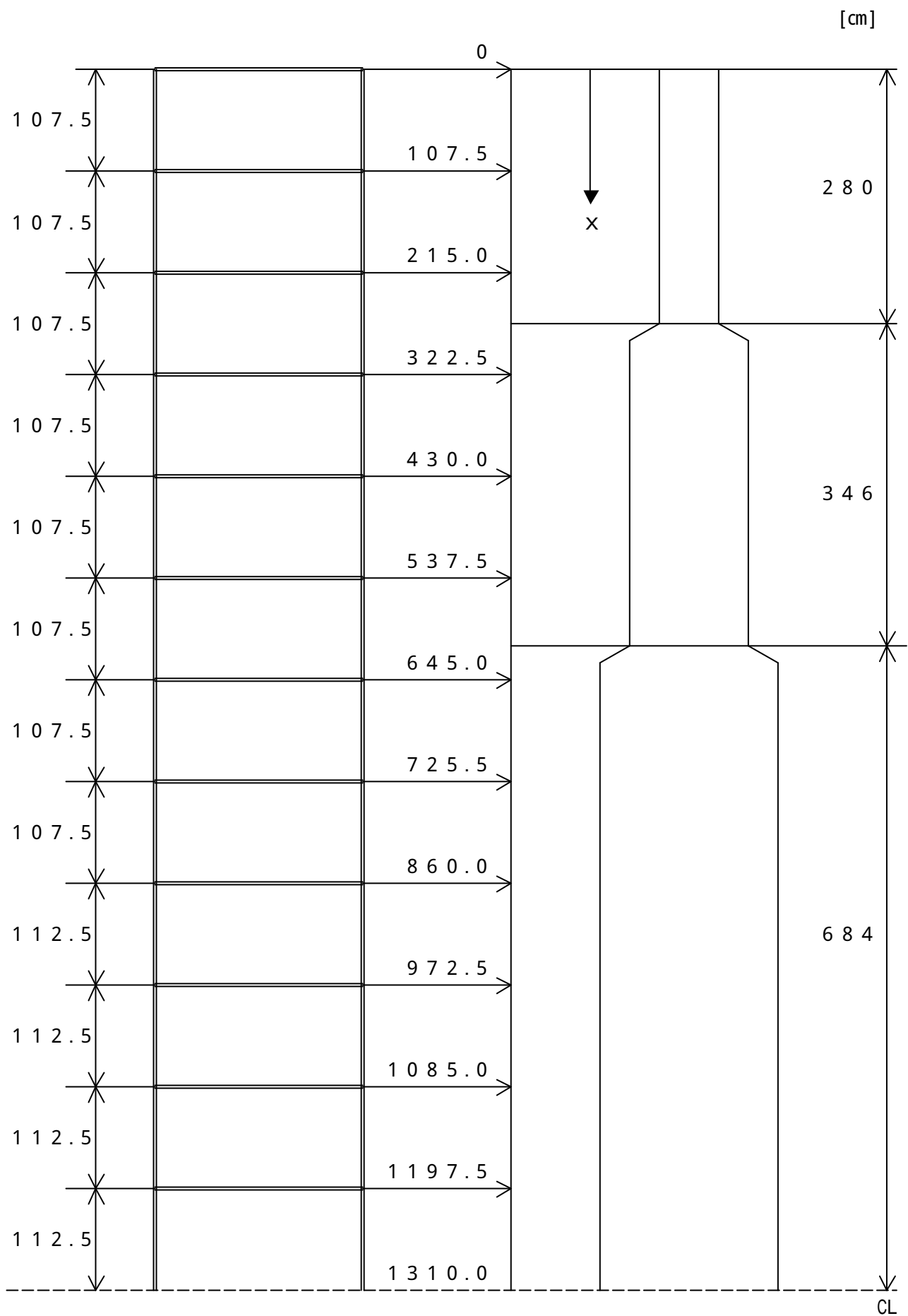


使用寸法を 1 - P L 120 - 12 とすれば、

		$A_g \text{ (cm}^2\text{)}$	$y \text{ (cm)}$	$\Sigma A_g \cdot y^2 \text{ (cm}^4\text{)}$
1 - PL	120 × 12	14.4	6.5	608.4
				$\frac{1.2 \times 12^3}{12}$
				172.8
				= 2 ×
				12
				781.2

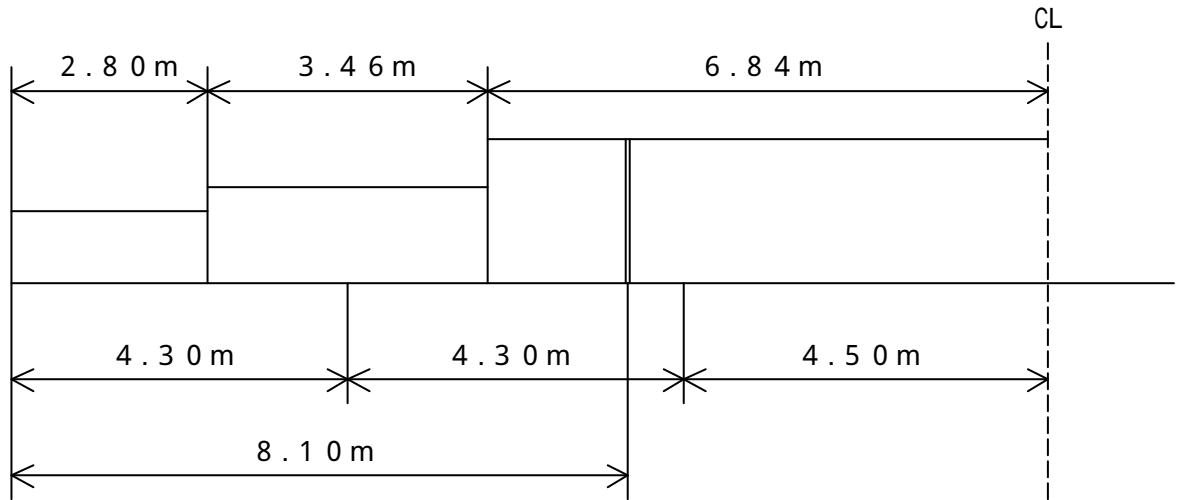
$$I_t = 781 \text{ cm}^4 > I_{reg} = 307 \text{ cm}^4$$

OK



## 5. 現場継手の設計

現場継手の位置は、外桁及び中桁とも下図に示すように  
支点から 8.10 m (断面 ) の所に設ける。



### 5.1. 主桁の継手

#### (1) 外桁

継手位置のモーメント ;  $M = 325 \text{ t f} \cdot \text{m}$  (NO.31のモーメント図より)  
せん断力 ;  $S = 31 \text{ t f}$  (NO.31のせん断力図より)

断面 フランジ寸法 ;  $510 \times 2.2$   
断面積 ;  $A_g = 112.2 \text{ cm}^2$  断面係数 ;  $W = 28966 \text{ cm}^3$

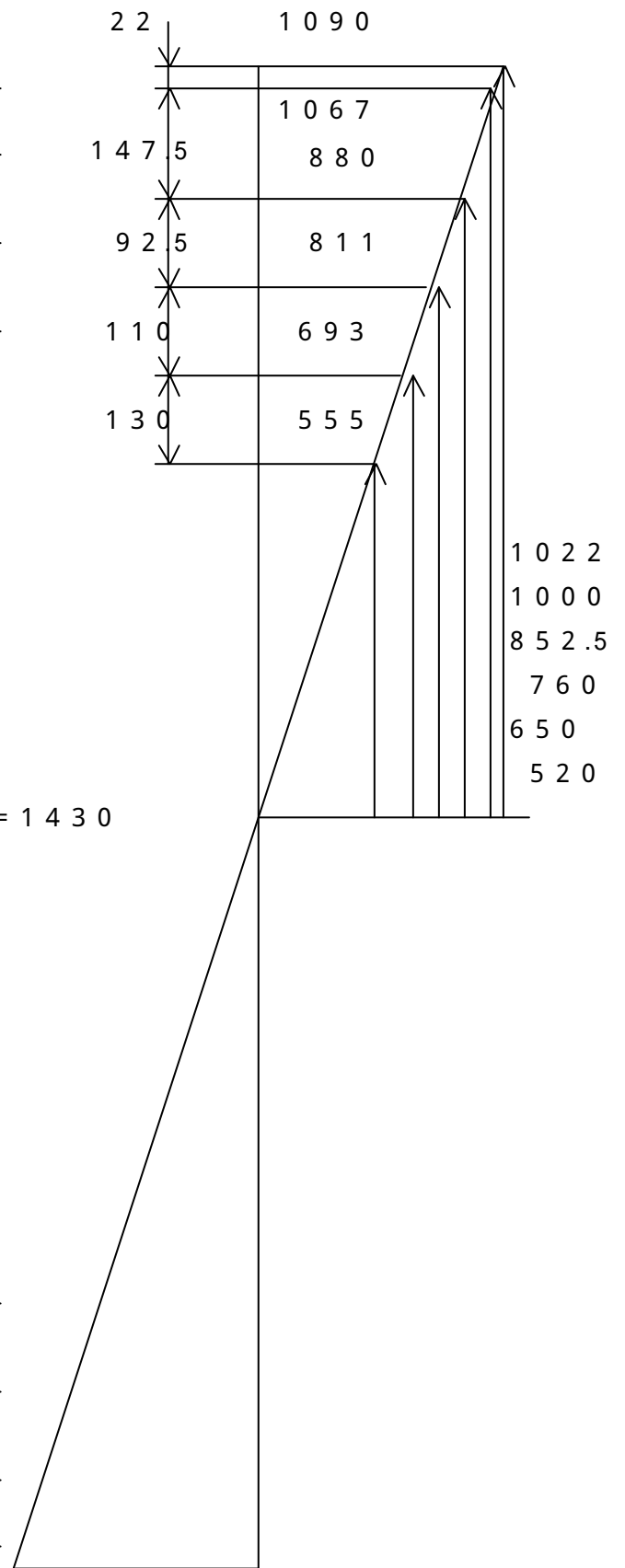
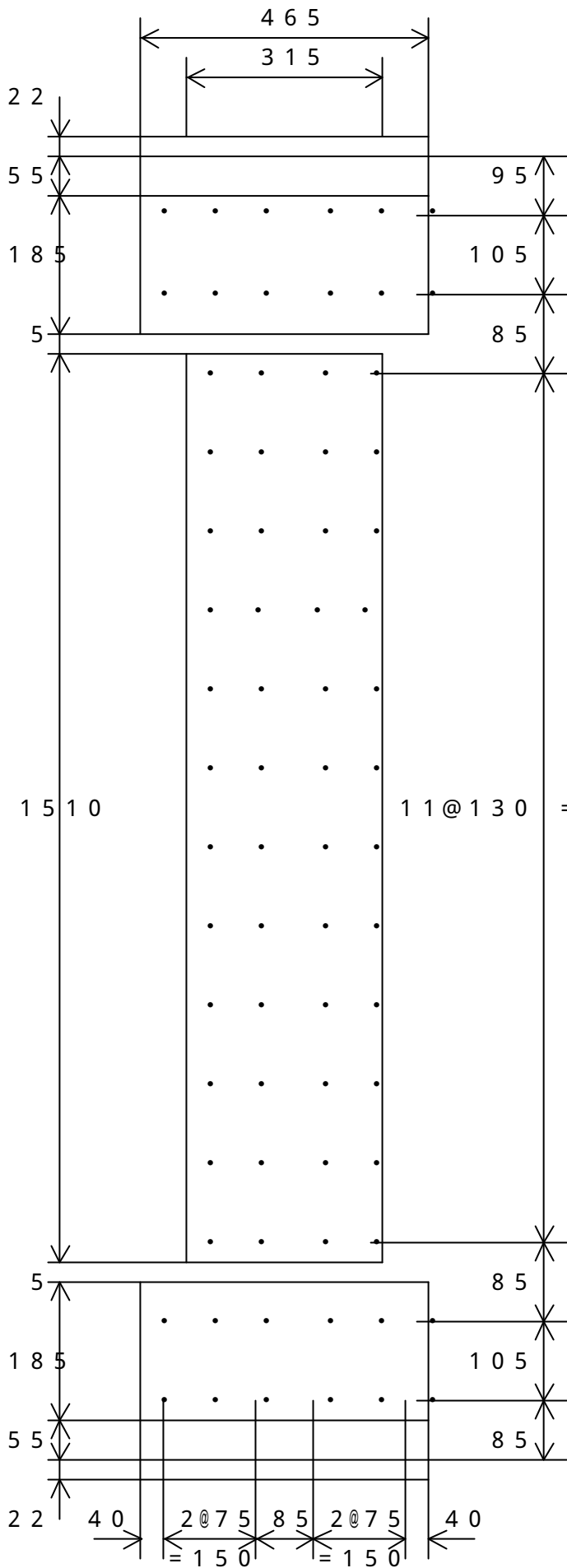
$$\begin{aligned} \text{継手位置の曲げ応力 ; } c &= \frac{M}{W} = \frac{32500000 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{28966 \text{ cm}^3} \\ &= 1122 \text{ kg f/cm}^2 > 0.75 \quad c_a = 0.75 \times 1400 \text{ kg f/cm}^2 \\ &= 1122 \text{ kg f/cm}^2 > \quad = 1050 \text{ kg f/cm}^2 \end{aligned}$$

#### ) 腹板の添接

上フランジの応力度は、 $1122 \text{ kg f/cm}^2 > 1050 \text{ kg f/cm}^2$  だから  
継手の計算は、許容応力度  $1122 \text{ kg f/cm}^2$  で設計する。

ボルトの配置、腹板の応力度分布は次ページに示す。

[mm]



ボルトに作用する力の計算

$$a = 2 \times 4800 = 9600 \text{ kg f / 本} \quad (\text{M22, F10T, 2面摩擦})$$

・ 曲げモーメントによるボルトの作用力

・ 上側 第1列 3本使用

$$p_1 = \frac{P_1}{n_1} = \frac{(1066 + 880) \text{ kg f / cm}^2 \times 14.75 \text{ cm} \times 1/2 \times 1.0 \text{ cm}}{3} \\ = 4784 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

・ 上側 第2列 3本使用

$$p_2 = \frac{P_2}{n_2} = \frac{(880 + 811) \text{ kg f / cm}^2 \times 9.25 \text{ cm} \times 1/2 \times 1.0 \text{ cm}}{3} \\ = 2607 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

・ 上側 第3列 2本使用

$$p_3 = \frac{P_3}{n_3} = \frac{(811 + 693) \text{ kg f / cm}^2 \times 11.0 \text{ cm} \times 1/2 \times 1.0 \text{ cm}}{2} \\ = 4136 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

・ 上側 第4列 2本使用

$$p_4 = \frac{P_4}{n_4} = \frac{(693 + 555) \text{ kg f / cm}^2 \times 13.0 \text{ cm} \times 1/2 \times 1.0 \text{ cm}}{2} \\ = 4056 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

・ せん断力によるボルト作用力

$$s = \frac{P}{n} = \frac{31000 \text{ kg f}}{36 \text{ 本}} = 861 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

他の列も OK であることが明らかなので省略する。

・ 曲げモーメントとせん断力が同時に働くので合成した力に対して照査する。

$$= \sqrt{p^2 + s^2} = \sqrt{(4784 \text{ kg f / 本})^2 + (861 \text{ kg f / 本})^2} \\ = 4861 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

添接板の計算

- 主桁断面の中立軸に対する腹板のみの断面 2 次モーメント

$$I_w = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1.0 \text{ cm} \times (200 \text{ cm})^3}{12} = 666667 \text{ cm}^4$$

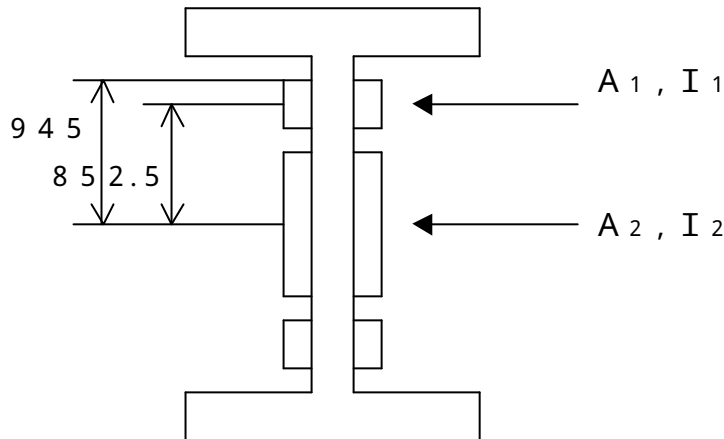
- 腹板の抵抗モーメント

$$M_w = M_r \frac{I_w}{I} = 40552400 \text{ kg f} \cdot \text{cm} \times \frac{666667 \text{ cm}^4}{2960307 \text{ cm}^4} = 9132481 \text{ kg f} \cdot \text{cm} = 91.325 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

- 添接板

4 - P L 185 × 10 × 465

2 - P L 1510 × 10 × 315



- 添接板の断面 2 次モーメント

$$\left\{ \begin{array}{l} A_1 = 18.5 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm} = 18.5 \text{ cm}^2 \\ A_2 = 15.1 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm} = 15.1 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 = 1/12 \times 1.0 \text{ cm} \times (18.5 \text{ cm})^3 = 52.8 \text{ cm}^4 \\ I_2 = 1/12 \times 1.0 \text{ cm} \times (15.1 \text{ cm})^3 = 286.913 \text{ cm}^4 \end{array} \right.$$

$$I = 4 I_1 + 2 I_2 + 4 A_1 \times (85.25 \text{ cm})^2 = 1113738 \text{ cm}^4$$

- 添接板の縁応力度

$$\begin{aligned} &= \frac{M_w}{I} \cdot y = \frac{9132481 \text{ cm}^4}{1113738 \text{ cm}^4} \times 94.5 \text{ cm} \\ &= 775 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2 \end{aligned}$$

) フランジの添接

上フランジ

継手位置のモーメント ;  $M = 325 \text{ t f} \cdot \text{m}$

断面 フランジ寸法 ;  $510 \times 22$

断面積 ;  $A_g = 112.2 \text{ cm}^2$

断面係数 ;  $W = 28966 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{継手位置の曲げ応力 ; } c &= \frac{M}{W} = \frac{32500000 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{28966 \text{ cm}^3} \\ &= 1122 \text{ kg f/cm}^2 > 0.75 \quad c_a = 0.75 \times 1400 \text{ kg f/cm}^2 \\ &= 1122 \text{ kg f/cm}^2 > \quad \quad \quad = 1050 \text{ kg f/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ボルト本数 ; } N &= \frac{A_g \cdot c}{P_a} = \frac{112.2 \text{ cm}^2 \times 1122 \text{ kg f/cm}^2}{9600 \text{ kg f/本}} \\ &= 13.11 \text{ 本} \quad \quad \quad 18 \text{ 本使用} \end{aligned}$$

添接板 1 - P L 51 × 1.2 × 46.5

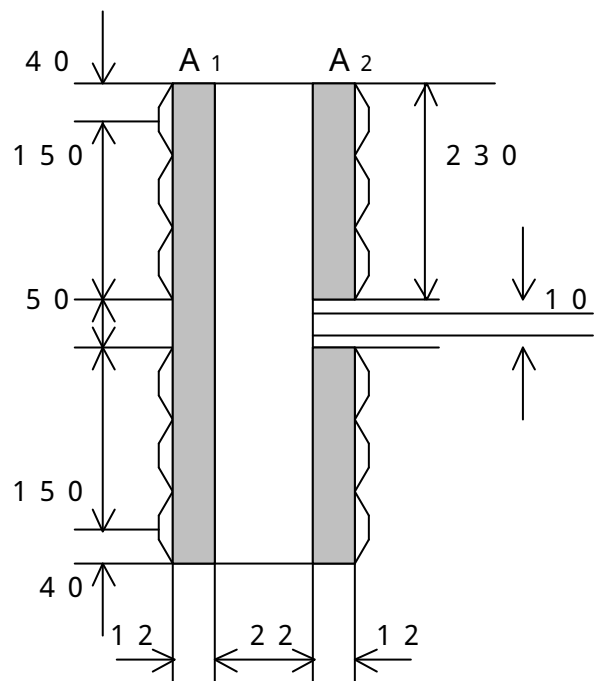
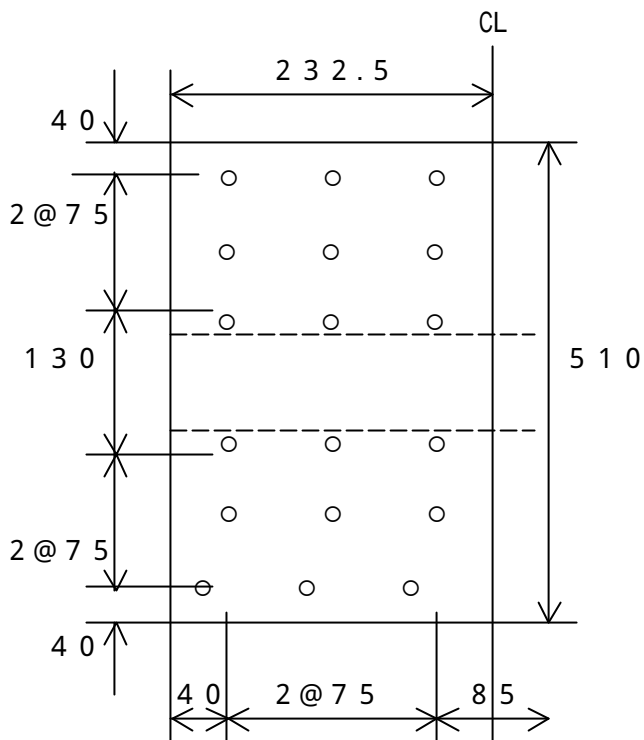
2 - P L 23 × 1.2 × 46.5

$$A_1 = 51 \times 1.2 = 61.2 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 23 \times 1.2 = 27.6 \text{ cm}^2$$

$$A = A_1 + 2A_2 = 116.4 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} &= \frac{A_g \cdot c}{A} = \frac{1122 \text{ kg f/cm}^2 \times 112.2 \text{ cm}^2}{116.4 \text{ cm}^2} \\ &= 1082 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2 \end{aligned}$$





下フランジ

継手位置のモーメント ;  $M = 325 \text{ t f} \cdot \text{m}$

断面 フランジ寸法 ;  $510 \times 22$

断面積 ;  $A_g = 112.2 \text{ cm}^2$

断面係数 ;  $W = 2896.6 \text{ cm}^3$

継手位置の曲げ応力 ;  $c = 1122 \text{ kg f/cm}^2 > 1050 \text{ kg f/cm}^2$

ボルト本数 ;  $N = 13.11 \text{ 本}$

20本使用

・母材の応力度照査

$$A = t (b - 4d) = 2.2 \times (51 - 4 \times \underline{2.5})$$

ボルトの控除径  $2.2 + 0.3 = 2.5 \text{ cm}$

$$= 90.2 \text{ cm}^2$$

$$= \frac{c \cdot A_g}{A} = \frac{1122 \text{ kg f/cm}^2 \times 112.2 \text{ cm}^2}{90.2 \text{ cm}^2}$$

$$= 1396 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

添接板 1 - P L  $51 \times 1.6 \times 61.5$

2 - P L  $23 \times 1.6 \times 61.5$

$$A_1 = 51 \times 1.6 - 15 \times 1.6 = 57.6 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 23 \times 1.6 - 7.5 \times 1.6 = 27.6 \text{ cm}^2$$

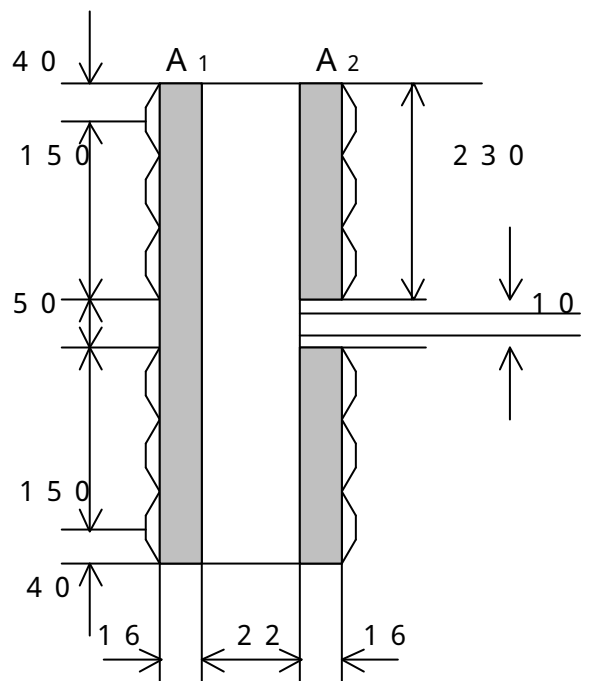
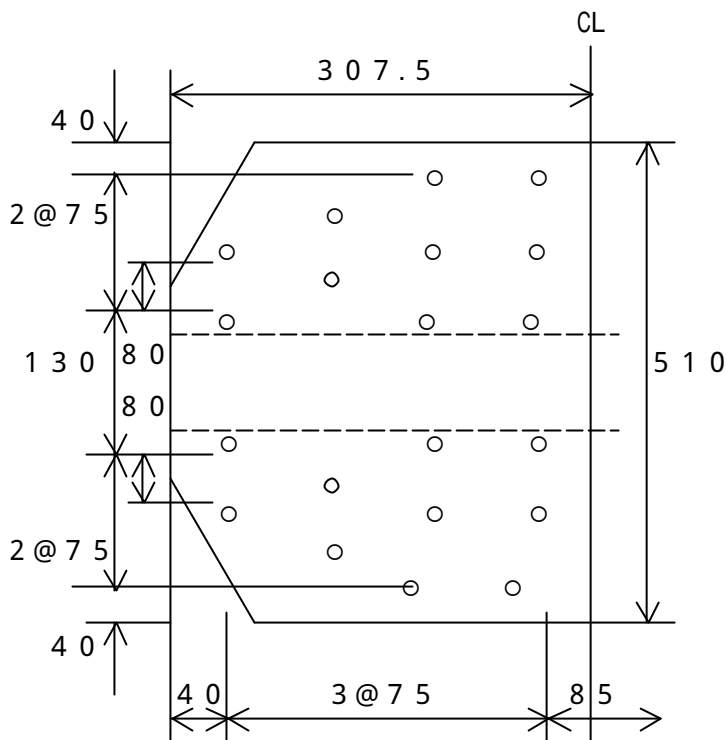
$$A = A_1 + 2A_2 = 112.8 \text{ cm}^2$$

$$= \frac{c \cdot A_g}{A}$$

$$= \frac{1122 \text{ kg f/cm}^2 \times 112.2 \text{ cm}^2}{112.8 \text{ cm}^2}$$

$$= 1116 \text{ kg f/cm}^2$$

$$< 1400 \text{ kg f/cm}^2$$



(2) 中桁

継手位置のモーメント ;  $M = 430 \text{ t f} \cdot \text{m}$  (NO.31のモーメント図より)  
せん断力 ;  $S = 42.0 \text{ t f}$  (NO.31のせん断力図より)

断面 フランジ寸法 ;  $560 \times 2.8$   
断面積 ;  $A_g = 156.8 \text{ cm}^2$  断面係数 ;  $W = 3785.1 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{継手位置の曲げ応力 ; } c &= \frac{M}{W} = \frac{43000000 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{3785.1 \text{ cm}^3} \\ &= 1136 \text{ kg f/cm}^2 > 0.75 \quad c_a = 1050 \text{ kg f/cm}^2 \end{aligned}$$

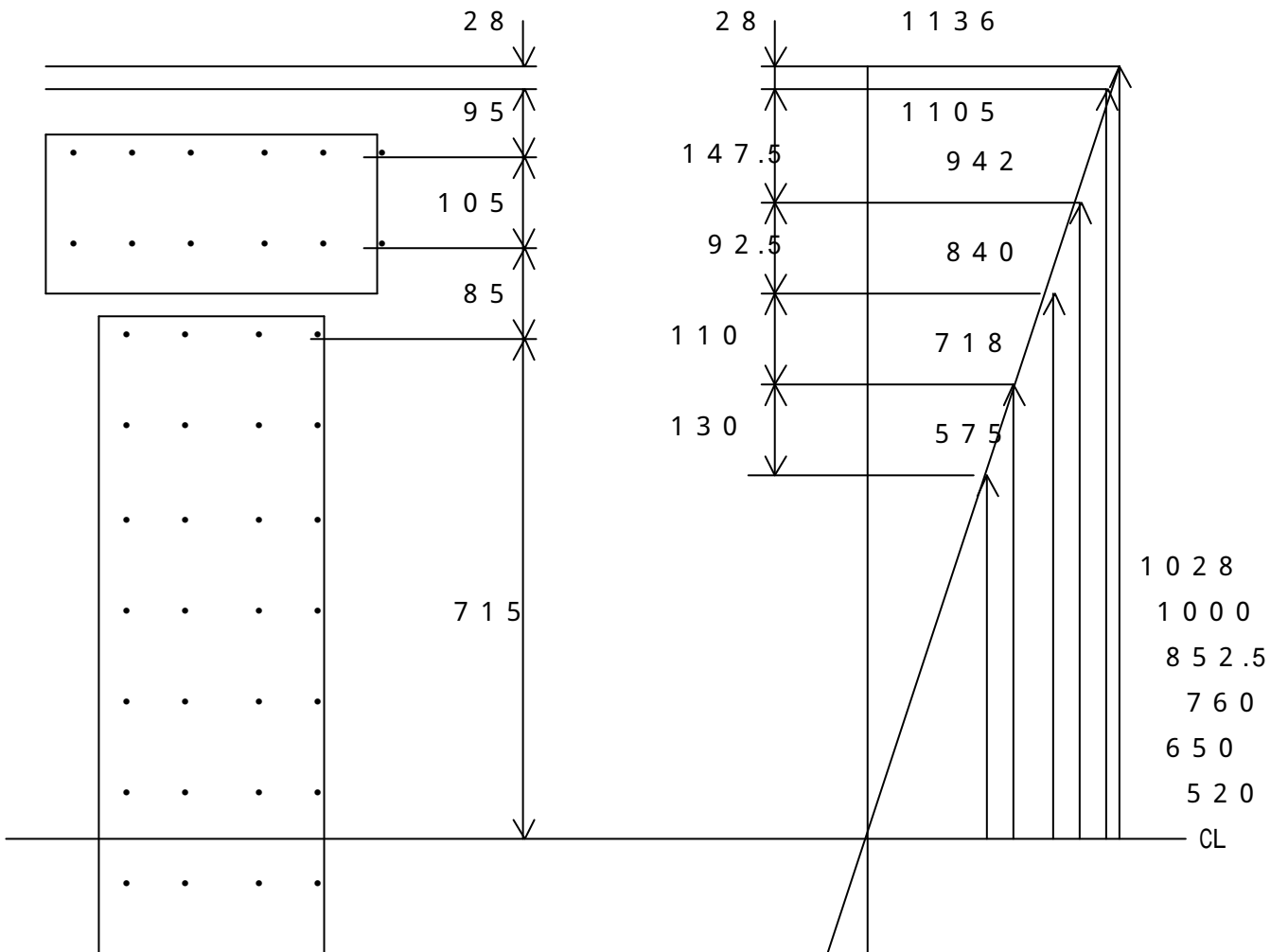
) 腹板の添接

上フランジの応力度は、 $1136 \text{ kg f/cm}^2 > 1050 \text{ kg f/cm}^2$  だから  
継手の計算は、許容応力度  $1136 \text{ kg f/cm}^2$  で設計する。

ボルトの配置は、外桁と同じ

腹板の応力度分布は次ページに示す。

[mm]



ボルトに作用する力の計算

$$a = 2 \times 4800 = 9600 \text{ kg f / 本} \quad (\text{M22, F10T, 2面摩擦})$$

・ 曲げモーメントによるボルトの作用力

- ・ 上側 第1列 3本使用

$$p_1 = \frac{P_1}{n_1} = \frac{(1105 + 942) \text{ kg f / cm}^2 \times 14.75 \text{ cm} \times 1/2 \times 1.0 \text{ cm}}{3} \\ = 5032 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

- ・ 上側 第2列 3本使用

$$p_2 = \frac{P_2}{n_2} = \frac{(942 + 840) \text{ kg f / cm}^2 \times 9.25 \text{ cm} \times 1/2 \times 1.0 \text{ cm}}{3} \\ = 2747 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

- ・ 上側 第3列 2本使用

$$p_3 = \frac{P_3}{n_3} = \frac{(840 + 718) \text{ kg f / cm}^2 \times 11.0 \text{ cm} \times 1/2 \times 1.0 \text{ cm}}{2} \\ = 4285 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

- ・ 上側 第4列 2本使用

$$p_4 = \frac{P_4}{n_4} = \frac{(718 + 575) \text{ kg f / cm}^2 \times 13.0 \text{ cm} \times 1/2 \times 1.0 \text{ cm}}{2} \\ = 4202 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

・ せん断力によるボルト作用力

$$s = \frac{P}{n} = \frac{42000 \text{ kg f}}{36 \text{ 本}} = 1167 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

他の列も OK であることが明らかなので省略する。

・ 曲げモーメントとせん断力が同時に働くので合成した力に対して照査する。

$$= \sqrt{p^2 + s^2} = \sqrt{(5032 \text{ kg f / 本})^2 + (1167 \text{ kg f / 本})^2} \\ = 5166 \text{ kg f / 本} < 9600 \text{ kg f / 本}$$

添接板の計算

- 主桁断面の中立軸に対する腹板のみの断面 2 次モーメント

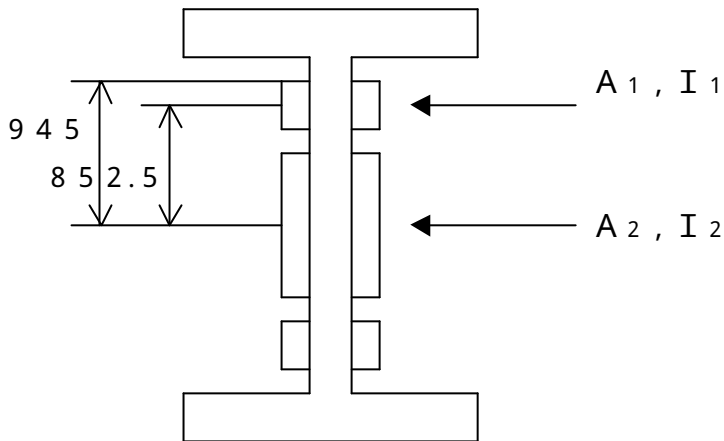
$$I_w = 66667 \text{ cm}^4$$

- 腹板の抵抗モーメント

$$M_w = M_r \frac{I_w}{I} = 52991400 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \times \frac{66667 \text{ cm}^4}{3891089 \text{ cm}^4} = 9079108 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad 90.8 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

- 添接板

4 - P L 185 × 10 × 465  
2 - P L 1510 × 10 × 315



- 添接板の断面 2 次モーメント

$$\begin{cases} A_1 = 18.5 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm} = 18.5 \text{ cm}^2 \\ A_2 = 15.1 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm} = 15.1 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_1 = 1/12 \times 1.0 \text{ cm} \times (18.5 \text{ cm})^3 = 52.8 \text{ cm}^4 \\ I_2 = 1/12 \times 1.0 \text{ cm} \times (15.1 \text{ cm})^3 = 28.6913 \text{ cm}^4 \end{cases}$$

$$I = 4 I_1 + 2 I_2 + 4 A_1 \times (85.25 \text{ cm})^2 = 1113738 \text{ cm}^4$$

- 添接板の縁応力度

$$\begin{aligned} \frac{M_w}{I} \cdot y &= \frac{9079108 \text{ cm}^4}{1113738 \text{ cm}^4} \times 94.5 \text{ cm} \\ &= 770 \text{ kgf/cm}^2 < 1400 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

) フランジの添接

上フランジ

継手位置のモーメント ;  $M = 430 \text{ t f} \cdot \text{m}$

断面 フランジ寸法 ;  $560 \times 28$

断面積 ;  $A_g = 156.8 \text{ cm}^2$

断面係数 ;  $W = 3785.1 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{継手位置の曲げ応力 ; } c &= \frac{M}{W} = \frac{43000000 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{3785.1 \text{ cm}^3} \\ &= 1136 \text{ kg f/cm}^2 > 0.75 \quad c_a = 0.75 \times 1400 \text{ kg f/cm}^2 \\ &= 1136 \text{ kg f/cm}^2 > \quad \quad \quad = 1050 \text{ kg f/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ボルト本数 ; } N &= \frac{A_g \cdot c}{P_a} = \frac{156.8 \text{ cm}^2 \times 1136 \text{ kg f/cm}^2}{9600 \text{ kg f/本}} \\ &= 18.55 \text{ 本} \quad \quad \quad 24 \text{ 本使用} \end{aligned}$$

添接板 1 - P L  $56 \times 1.4 \times 61.5$

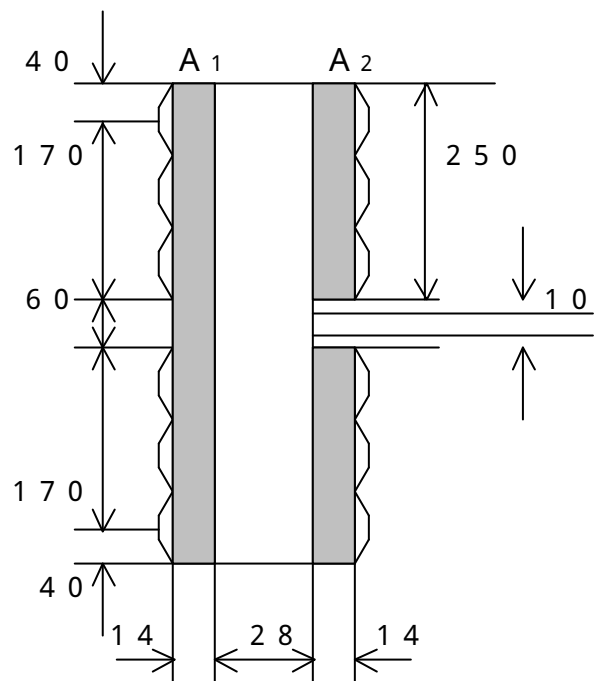
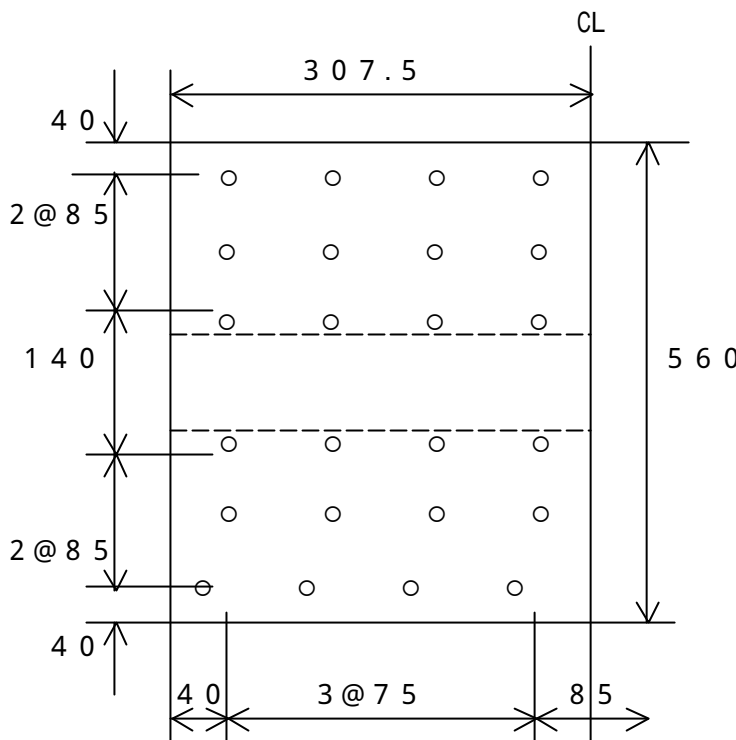
2 - P L  $25 \times 1.4 \times 61.5$

$$A_1 = 56 \times 1.4 = 78.4 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 25 \times 1.4 = 35.0 \text{ cm}^2$$

$$A = A_1 + 2A_2 = 148.4 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} &= \frac{A_g \cdot c}{A} = \frac{1136 \text{ kg f/cm}^2 \times 156.8 \text{ cm}^2}{148.4 \text{ cm}^2} \\ &= 1200 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2 \end{aligned}$$



下フランジ

継手位置のモーメント ;  $M = 430 \text{ t f} \cdot \text{m}$

断面 フランジ寸法 ;  $560 \times 28$

断面積 ;  $A_g = 156.8 \text{ cm}^2$

断面係数 ;  $W = 3785.1 \text{ cm}^3$

継手位置の曲げ応力 ;  $c = 1136 \text{ kg f/cm}^2 > 1050 \text{ kg f/cm}^2$

ボルト本数 ;  $N = 18.55 \text{ 本}$

26本使用

・母材の応力度照査

$$A = t ( b - 4 d ) = 2.8 \times ( 56 - 4 \times 2.5 )$$

$$= 128.8 \text{ cm}^2$$

$$= \frac{c \cdot A_g}{A} = \frac{1136 \text{ kg f/cm}^2 \times 156.8 \text{ cm}^2}{128.8 \text{ cm}^2}$$

$$= 1383 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

添接板 1 - P L 56 × 1.9 × 76.5

2 - P L 25 × 1.9 × 76.5

$A_1 = 56 \times 1.9 - 15 \times 1.9 = 77.9 \text{ cm}^2$

$A_2 = 25 \times 1.9 - 7.5 \times 1.9 = 33.25 \text{ cm}^2$

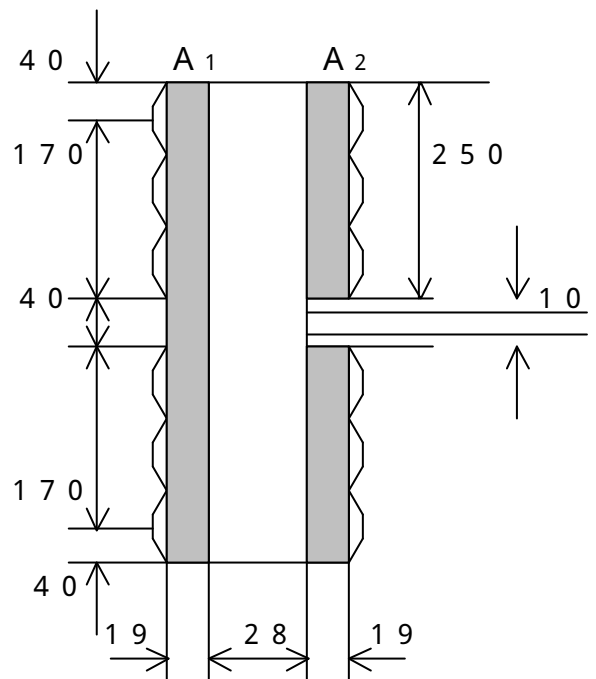
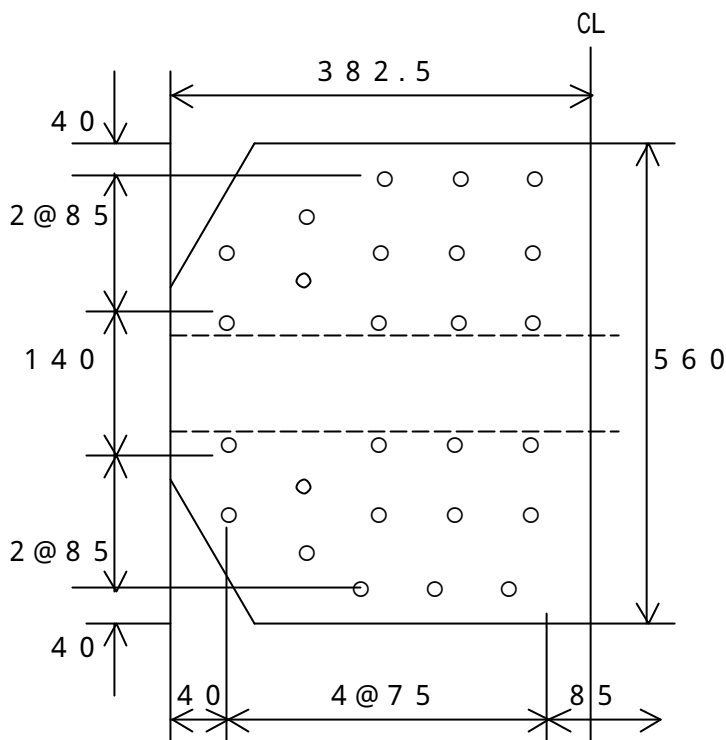
$A = A_1 + 2 A_2 = 144.4 \text{ cm}^2$

$$= \frac{c \cdot A_g}{A}$$

$$= \frac{1136 \text{ kg f/cm}^2 \times 156.8 \text{ cm}^2}{144.4 \text{ cm}^2}$$

$$= 1234 \text{ kg f/cm}^2$$

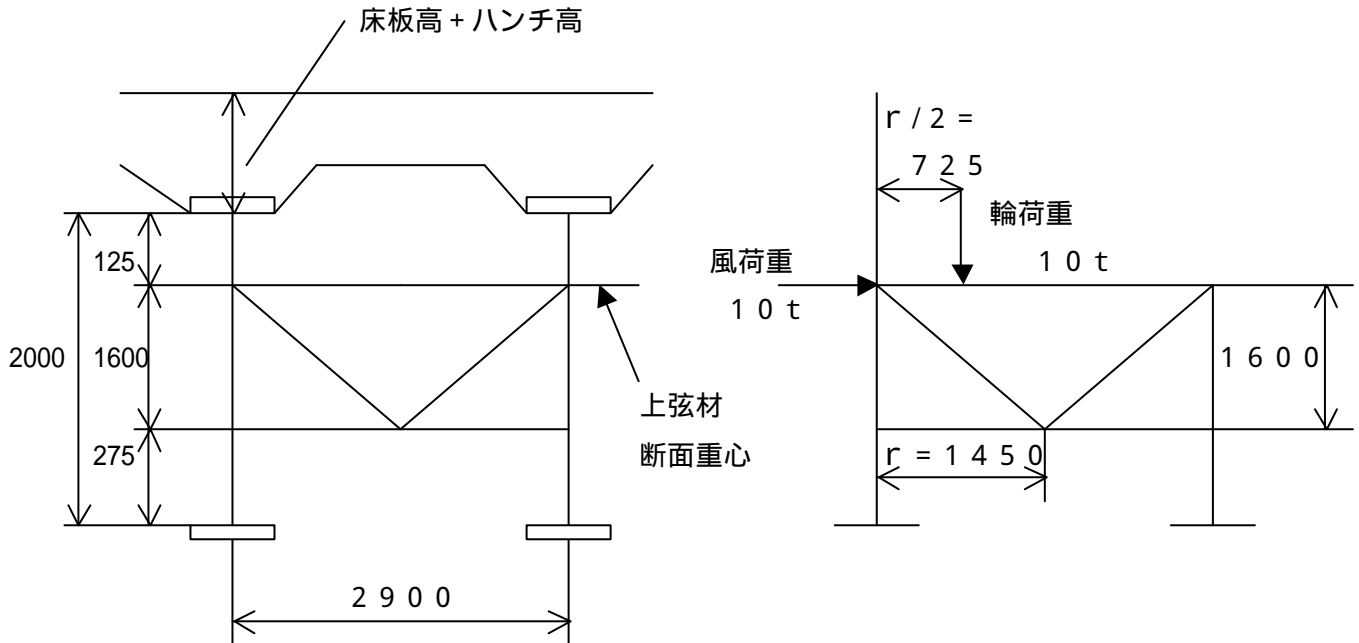
$$< 1400 \text{ kg f/cm}^2$$



## 6. 対傾構の設計

### 6.1. 端対傾構

端対傾構は下図に示すような構造にする。上弦材と床版が接し、輪荷重を考慮する。



#### (1) 上弦材

- ・ 輪荷重によるモーメント

$$M_e = \frac{P \cdot r}{4} = \frac{10 \text{ t f} \times 1.45 \text{ m}}{4} = 3.63 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

- ・ 衝撃係数

$$i = \frac{20}{50 + r} = \frac{20}{50 + 1.45 \text{ m}} = 0.389$$

- ・ 衝撃によるモーメント

$$M_i = M_e \cdot i = 3.63 \text{ t f} \cdot \text{m} \times 0.389 = 1.412 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

- ・ 合計モーメント

$$M = M_e + M_i = 3.63 \text{ t f} \cdot \text{m} + 1.412 \text{ t f} \cdot \text{m} = 5.042 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

- ・ 横荷重の計算 (高欄)

$$D = 2.0 + 0.022 + 0.55 + \underline{0.42} = 2.992 \text{ m}$$

$$1 \frac{B}{D} = \frac{7.2 \text{ m}}{2.992 \text{ m}} = 2.406 < 8$$

- ・ 風荷重

$$W = \{400 - 20(B/D)\} D = (400 - 20 \times 2.406) \times 2.992 = 1053 \text{ kg f/m} > 600 \text{ kg f/m}$$



・片側支点に作用する力

$$P_w = \frac{W \cdot l}{2} = \frac{1053 \text{ kg f/m} \times 26.2 \text{ m}}{2 \times 1.2} = 11495 \text{ kg f}$$

$\left\{ \begin{array}{l} l ; \text{支間} \\ ; \text{風荷重に対する} \\ \text{許容応力度の割増係数} \end{array} \right.$

・地震荷重

$$W_d = n_1 \cdot W_{d1} + n_2 \cdot W_{d2}$$

$$= 2 \times 2.415 \text{ tf/m} + 1 \times 2.808 \text{ tf/m}$$

$$= 7.638 \text{ tf/m}$$

$\left\{ \begin{array}{l} W_{d1} ; \text{外桁の死荷重強度 (tf/m)} \\ W_{d2} ; \text{中桁の死荷重強度} \\ n_1 ; \text{外桁本数} \\ n_2 ; \text{中桁本数} \end{array} \right.$

・片側支点に作用する力

$$P_E = \frac{W_d \cdot l}{2d} \cdot k_H$$

$$= \frac{7.638 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m}}{2 \times 1.5} \times 0.15$$

$$= 10.006 \text{ tf} = 10006 \text{ kg f}$$

$\left\{ \begin{array}{l} k_H ; \text{水平震度} \\ ; \text{風荷重に対する} \\ \text{許容応力度の割増係数} \end{array} \right.$

従って、横荷重については風荷重のほうが大きいので風荷重を設計する。

片側支点に3組の端対傾構があり、これが均等に抵抗するものとすれば、1組に作用する力は1/3になる。

$$W = \frac{P_E}{3} = \frac{11495 \text{ kg f}}{3} = 3832 \text{ kg f}$$

・応力度の計算

使用断面  $1 - [ 300 \times 90 \times 9 \times 13$

断面積  $48.57 \text{ cm}^2$

断面係数  $W = 429 \text{ cm}^3$

最小回転半径  $r_{\min} = 2.52 \text{ cm}$

曲げ応力度

$$b = \frac{M}{W} = \frac{5042 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{429 \text{ cm}^3} = 1175 \text{ kg f} \cdot \text{cm}^2 < 1400 \text{ kg f} \cdot \text{cm}^2 = c_a$$

・軸方向力（横荷重による）

座屈長として、主桁間隔 290 cm とする。

$$\text{細長比 } \frac{l}{r_{\min}} = \frac{290 \text{ cm}}{2.52 \text{ cm}} = 115.1 < \text{二次部材の } \frac{l}{r} = 150$$

- ・許容軸圧縮応力度（局部座屈を考慮しない）

$$\frac{l}{r} = 115.1 > 93 \text{ より}$$

$$c_a = \frac{12000000}{6700 + (l/r)^2} = \frac{12000000}{6700 + (115.1)^2} = 602 \text{ kg f/cm}^2$$

- ・軸応力度

$$c = \frac{V_{ab}}{A} = \frac{W}{A} = \frac{3832 \text{ kg f}}{48.57} = 78.9 \text{ kg f/cm}^2 < 602 \text{ kg f/cm}^2$$

- ・輪荷重と地震荷重の組み合わせの照査（モーメントと軸力の組み合わせ）

$$= b + c = 1175 \text{ kg f/cm}^2 + 78.9 \text{ kg f/cm}^2$$

$$= 1254 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \quad c = 1400 \times \underline{1.25}$$

（割り増し係数）

$$= 1750 \text{ kg f/cm}^2 = c$$

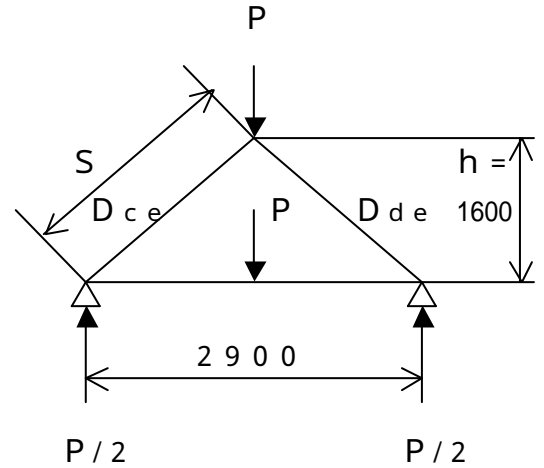
$$\frac{c}{c_a} + \frac{b}{b_a} = \frac{79 \text{ kg f/cm}^2}{602 \text{ kg f/cm}^2} + \frac{1175 \text{ kg f/cm}^2}{1400 \text{ kg f/cm}^2}$$

$$= 0.971 \quad 1.0$$

(2) 斜材

・ 輪荷重による部材力

$$\begin{aligned}
 D_{de} = D_{ce} &= -\frac{P}{2} \times \frac{S}{h} \\
 &= -\frac{10 \text{ tf}}{2} \times \frac{2159 \text{ mm}}{1600 \text{ mm}} \\
 &= -6.747 \text{ tf} \quad (\text{圧縮}) \\
 (S &= \sqrt{(2900/2)^2 + 1600^2} \\
 &= 2159 \text{ mm})
 \end{aligned}$$



・ 衝撃による部材力 (衝撃係数  $i = 0.392$ )

$$i D_{de} = D_{de} \times i = -6.747 \text{ tf} \times 0.392 = -2.645 \text{ tf}$$

・ 合計

$$D = D_{de} + i D_{de} = -6.747 \text{ tf} + (-2.645 \text{ tf}) = -9.392 \text{ tf}$$

・ 風荷重による部材力

$$\begin{aligned}
 e D_{de} = e D_{ce} &= \frac{W \cdot S}{l} = \frac{3832 \text{ kgf} \times 2159 \text{ mm}}{2900 \text{ mm}} \\
 &= -2853 \text{ kgf} \quad (\text{圧縮})
 \end{aligned}$$

・ 応力度の計算

使用断面 1 - L 130 × 130 × 9 ×

断面積  $A = 22.74 \text{ cm}^2$

断面2次半径  $r_t = 4.01 \text{ cm}$

最小回転半径  $r_{min} = 2.52 \text{ cm}$

$$\text{細長比} \quad \frac{l}{r_{min}} = \frac{216 \text{ cm}}{2.52 \text{ cm}} = 84.0 < \text{二次部材の} \frac{l}{r} = 150$$

・ 許容圧縮応力度

$$20 < \frac{l}{r} = 84.0 < 93 \quad \text{よ} \text{い}$$

$$\begin{aligned}
 c_a &= 1400 - 8.4 \left( \frac{l}{r} - 20 \right) = 1400 - 8.4 \times (84.0 - 20) \\
 &= 862 \text{ kgf/cm}^2
 \end{aligned}$$

・輪荷重による応力度

$$c = \frac{D}{A} \quad a = c_a \times \left( 0.5 + \frac{l}{r_t} \right)$$

$$c = \frac{9392 \text{ kg f}}{22.74 \text{ cm}^2} = 413 \text{ kg f/cm}^2$$

$$< \quad c_a = 862 \text{ kg f/cm}^2 \times \left( 0.5 + \frac{216 \text{ cm} / 4.01 \text{ cm}}{1000} \right) = 477 \text{ kg f/cm}^2$$

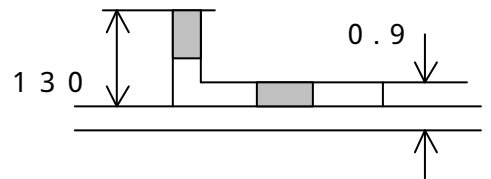
- { D ; 軸方向圧縮
- { A<sub>g</sub> ; 部材総断面積
- { c<sub>a</sub> ; 許容軸方向圧縮応力
- { l ; 有効座屈長
- { r<sub>t</sub> ; 断面の重心を通りセット面に平行な軸まわりの断面2次力

・風荷重による応力度

$$c = \frac{e D_{de}}{A_g} = \frac{2853 \text{ kg f}}{22.74 \text{ cm}^2} = 125 \text{ kg f/cm}^2 < a = 477 \text{ kg f/cm}^2$$

また、風荷重による部材力を引張材（横荷重が反対から作用）とすると、

右図に示す斜線部を除いた純断面積 A<sub>n</sub>は



$$A_n = 22.74 \text{ cm}^2 - \frac{22.74 \text{ cm}^2}{4} - 0.9 \times (2.2 + 0.3)$$

$$= 14.805 \text{ cm}^2$$

$$t = \frac{e D_{de}}{A_n} = \frac{2853 \text{ kg f}}{14.805 \text{ cm}^2} = 193 \text{ kg f/cm}^2 < a = 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

・輪荷重と風荷重の組み合わせの照査（両荷重を同時に受けるとき）圧縮材として

$$= c - \quad c = -413 \text{ kg f/cm}^2 - 125 \text{ kg f/cm}^2$$

$$= -538 \text{ kg f/cm}^2 < c_a = 477 \times \underline{1.25}$$

（割り増し係数）

$$= 596 \text{ kg f/cm}^2$$

・引張材として

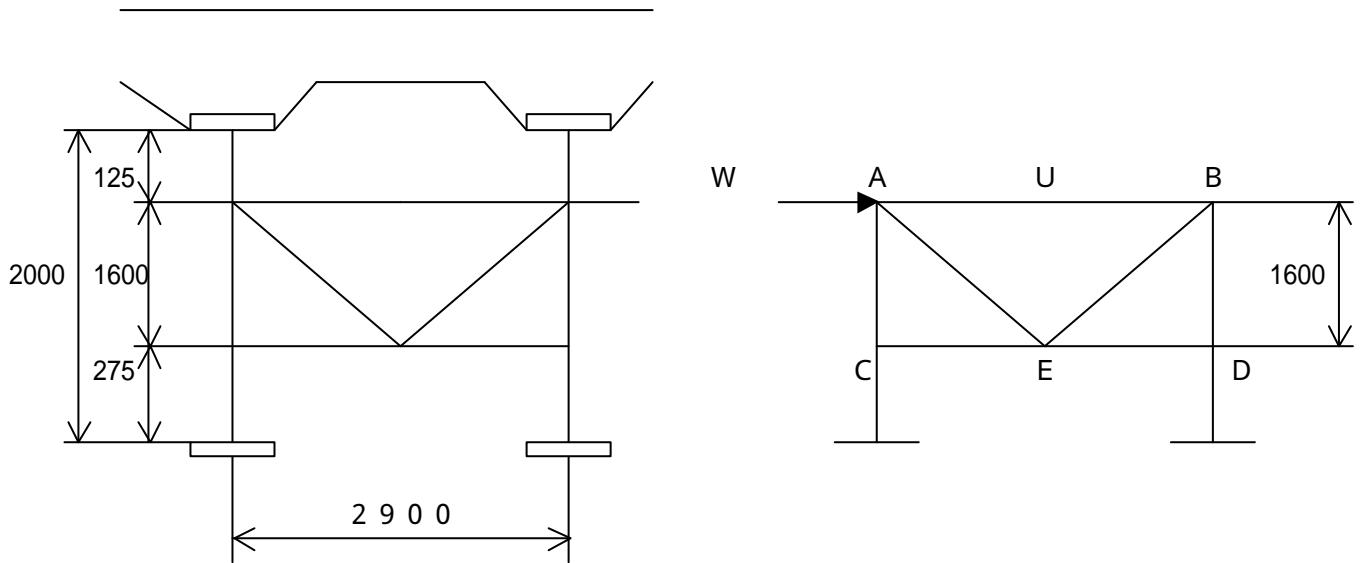
$$= c + \quad t = -413 \text{ kg f/cm}^2 + 193 \text{ kg f/cm}^2$$

$$= 220 \text{ kg f/cm}^2 < c_a = 477 \text{ kg f/cm}^2$$



## 6.2. 中間対傾構

中間対傾構は下図に示すような構造にする。



風荷重のみについて設計する。2組の中間対傾構が1ヶ所あり、これが均等に負担するとすれば、1組で  $1/4$  の荷重を受け持つことになる。

### (1) 上下弦材

$$U = \frac{W}{2} = \frac{3832 \text{ kg f}}{2} = -1916 \text{ kg f (圧縮)}$$

#### ・応力度の計算

使用断面 1 - L 130 × 130 × 9 ×

断面積  $A = 22.47 \text{ cm}^2$

断面2次半径  $r_t = 4.01 \text{ cm}$

最小回転半径  $r_{\min} = 2.57 \text{ cm}$

$$\text{細長比 } \frac{l}{r_{\min}} = \frac{290 \text{ cm}}{2.57 \text{ cm}} = 113 < \text{二次部材の } \frac{l}{r} = 150$$

#### ・許容軸圧縮応力度

$$\frac{l}{r} = 113 > 93 \text{ より}$$

$$c_a = \frac{12000000}{6700 + (l/r)^2} = \frac{12000000}{6700 + (113)^2} = 616 \text{ kg f/cm}^2$$

・輪荷重による応力度

$$c = \frac{D}{A} \quad a = c a \times \left( 0.5 + \frac{l / r t}{1000} \right)$$

$$c = \frac{1916 \text{ kg f}}{22.74 \text{ cm}^2} = 84 \text{ kg f / cm}^2$$

$$\begin{aligned} < \quad c a = 616 \text{ kg f / cm}^2 \times \left( 0.5 + \frac{290 \text{ cm} / 0.84 \text{ cm}}{1000} \right) \\ &= 521 \text{ kg f / cm}^2 \end{aligned}$$

(2) 斜材

・風荷重による部材力

$$e D_{de} = \frac{W \cdot S}{l} = \frac{3832 \text{ kg f} \times 216 \text{ cm}}{290 \text{ cm}} \\ = -2854 \text{ kg f (圧縮)}$$

・応力度の計算

使用断面 1 - L 130 × 130 × 9 ×

断面積  $A = 22.74 \text{ cm}^2$

断面2次半径  $r_t = 4.01 \text{ cm}$

最小回転半径  $r_{min} = 2.57 \text{ cm}$

$$\text{細長比 } \frac{l}{r_{min}} = \frac{290 \text{ cm}}{2.57 \text{ cm}} = 113 < \text{二次部材の } \frac{l}{r} = 150$$

・許容軸圧縮応力度

$$\frac{l}{r} = 113 > 93 \text{ より}$$

$$c_a = \frac{12000000}{6700 + (l/r)^2} = \frac{12000000}{6700 + (113)^2} = 616 \text{ kg f/cm}^2$$

$$c = \frac{e D_{ae}}{A_g} \quad a = c_a \times \left(0.5 + \frac{l/r}{1000}\right)$$

$$c = \frac{2853 \text{ kg f}}{22.74 \text{ cm}^2} = 125 \text{ kg f/cm}^2$$

$$< c_a = 616 \text{ kg f/cm}^2 \times \left(0.5 + \frac{113}{1000}\right) \\ = 378 \text{ kg f/cm}^2$$



### 6.3. 横桁

6.3.1. 下図のように支間中央に横桁を取り付ける。主桁の荷重分配を行わないで慣用計算法で設計したため、格子剛度Zが10~20になるように横桁断面を決める。過去の実橋例から腹板高を主桁の7割にする。

$$h = 200 \text{ cm} \times 0.7 = 140 \text{ cm}$$

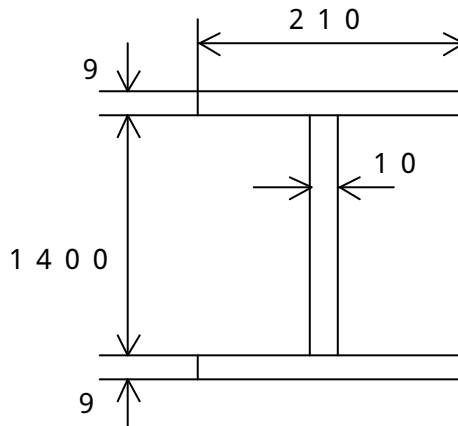
外桁

端	中	中		中	中	端
対	対間	対間	横	対間	対間	対
傾	傾	傾	桁	傾	傾	傾
構	構	構		構	構	構

腹板厚；水平補剛材を用いないとき

$$t = \frac{h}{152} = \frac{140 \text{ cm}}{152} = 0.92 \text{ cm}$$

10 mm使用



		$A_g \text{ (cm}^2\text{)}$	$y \text{ (cm)}$		$I \text{ (cm}^4\text{)}$
上フランジ	210 × 9	18.9	70.45		93805
腹板	1400 × 10	140		$\frac{1.0 \times (140)^3}{12}$	228667
下フランジ	210 × 9	18.9	70.45		93805
		177.8			416277

・格子剛度

$$z = \left( \frac{l}{2a} \right)^3 \times \frac{I_a}{I}$$

$$= \left( \frac{26.2 \text{ m}}{2 \times 2.90 \text{ m}} \right)^3 \times \frac{416277 \text{ cm}^4}{3240585 \text{ cm}^4}$$

$$= 11.8 > 10$$

$$I = \frac{2 \times 2915333 \text{ cm}^4 + 1 \times 3891089 \text{ cm}^4}{3}$$

$$= 3240585 \text{ cm}^4$$

$l$  ; 支間

$a$  ; 主桁の間隔

$I_a$  ; 横桁の断面2次モーメント

$I$  ; 主桁の断面2次モーメント

3本の主桁の平均をとる

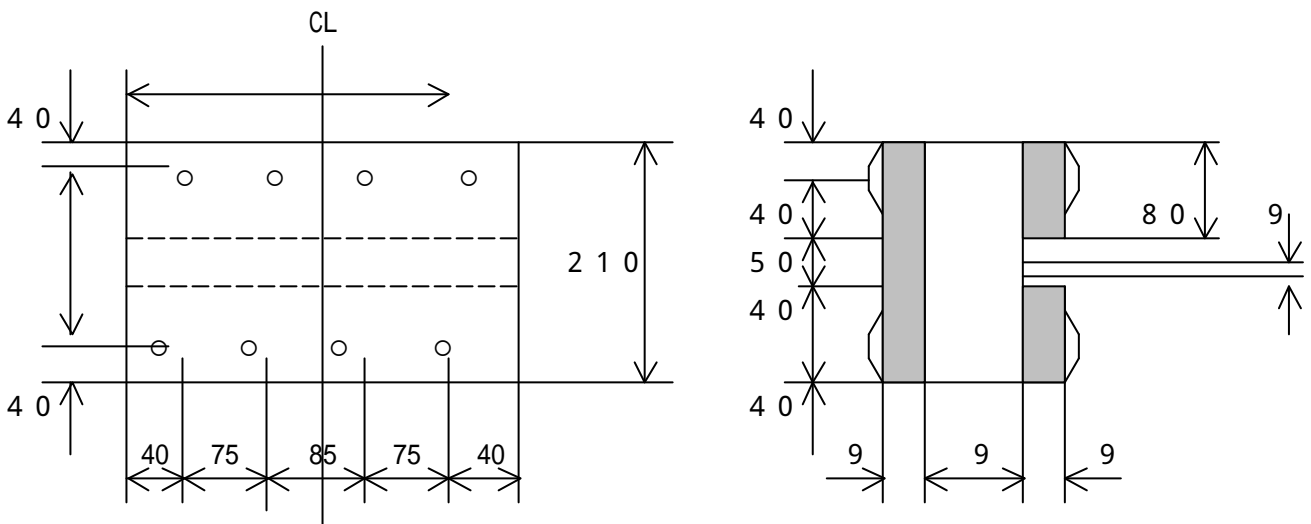
### 6.3.2. 横桁の現場継手

#### (1) 上下フランジの添接

- ・フランジの断面積  $A = 21 \times 0.9 = 18.9 \text{ cm}^2$
- ・設計応力度  $= 0.75 \times 1400 \text{ kg f/cm}^2 = 1050 \text{ kg f/cm}^2$   
(慣用計算法のため、全強の75%の1050 kg f/cm<sup>2</sup>について設計する。)
- ・2面摩擦のボルト力  $a = 9600 \text{ kg/本}$  (M22 F10T)
- ・所要ボルト本数  $N = \frac{A_d}{a} = \frac{18.9 \text{ cm}^2 \times 1050 \text{ kg f/cm}^2}{9600 \text{ kg/本}}$   
 $= 2.067 \text{ 本}$

使用ボルト本数は、片側に4本とする。

継手形状は下図



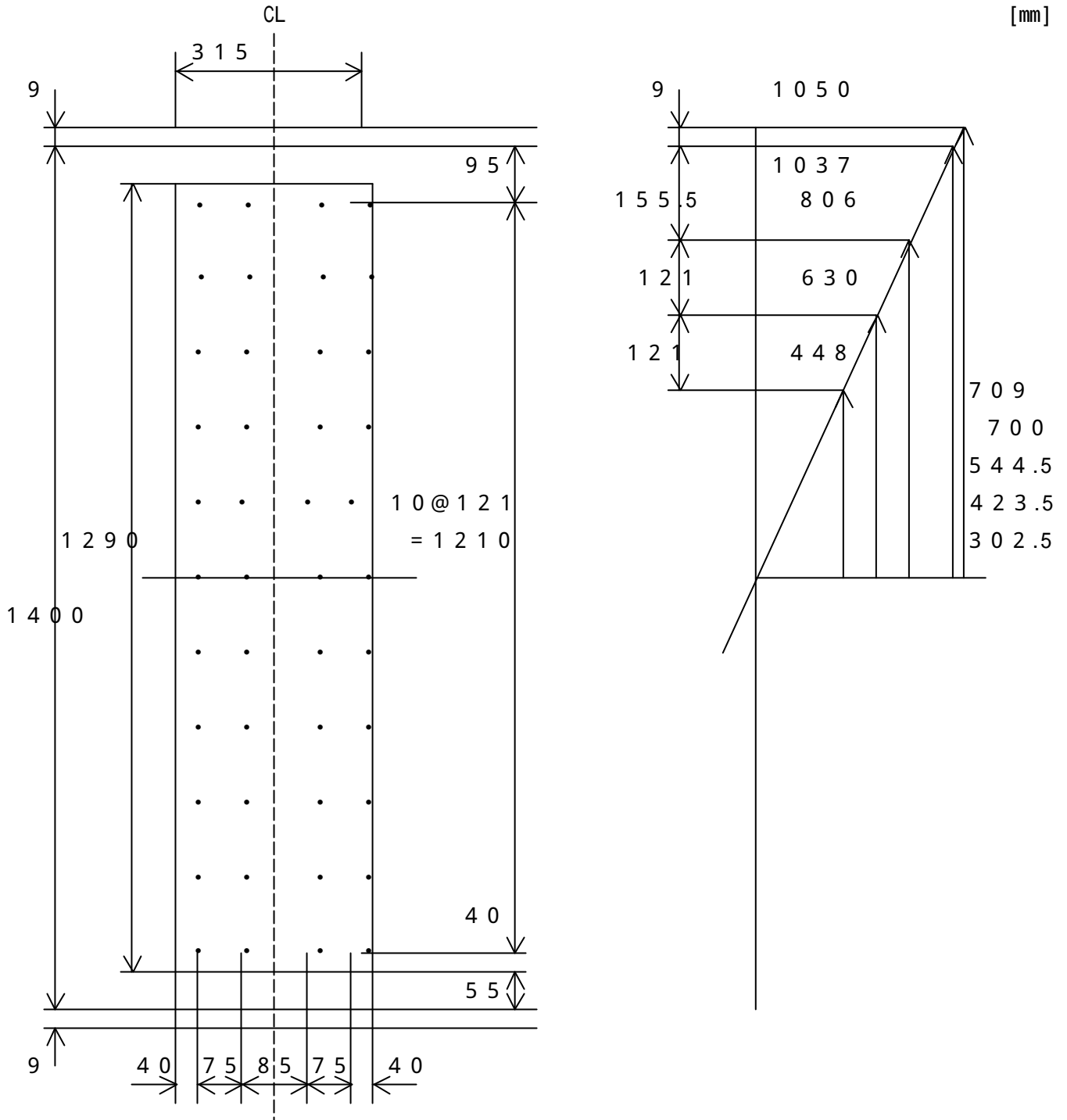
使用添接版 SS400

		Ag (cm <sup>2</sup> )		Ari (cm <sup>2</sup> )
1 - SPL	PL	21 × 0.9	- 2 × 2.5 × 0.9 =	14.4
2 - SPL	PL	8 × 0.9	- 1 × 2.5 × 0.9 =	4.95
		26.1		19.35

- ・圧縮フランジ  $= \frac{1050 \text{ kg f/cm}^2 \times 18.9 \text{ cm}^2}{26.1 \text{ cm}^2} = 760 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2 /$
- ・引張フランジ  $= \frac{1050 \text{ kg f/cm}^2 \times 18.9 \text{ cm}^2}{19.35 \text{ cm}^2} = 1030 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2 /$

(2) 腹板の添接

設計応力度  $1400 \text{ kgf/cm}^2 \times 0.75 = 1050 \text{ kgf/cm}^2$



・曲げモーメントによるボルトの作用力

・上側 第1列 2本使用

$$p_1 = \frac{P_1}{n_1} = \frac{(1037 + 806) \text{ kg f/cm}^2 \times 15.55 \text{ cm} \times 1/2 \times 0.9 \text{ cm}}{2} \\ = 6448 \text{ kg f/本} < 9600 \text{ kg f/本}$$

・上側 第2列 2本使用

$$p_2 = \frac{P_2}{n_2} = \frac{(806 + 630) \text{ kg f/cm}^2 \times 12.1 \text{ cm} \times 1/2 \times 0.9 \text{ cm}}{2} \\ = 3910 \text{ kg f/本} < 9600 \text{ kg f/本}$$

・上側 第3列 2本使用

$$p_3 = \frac{P_3}{n_3} = \frac{(630 + 448) \text{ kg f/cm}^2 \times 12.1 \text{ cm} \times 1/2 \times 0.9 \text{ cm}}{2} \\ = 2935 \text{ kg f/本} < 9600 \text{ kg f/本}$$

他の列も OK であることが明らかなので省略する。

(3) 添接版

2 - PL 1290 × 315 × 10

腹板の添接は実応力度ではなく全強の75%で設計しているので、添接板に作用する曲げモーメントは前ページの図の応力度分布からなる。

$$M = \cdot W = 1037 \text{ kg f/cm}^2 \times (2/3) \times (70.0 \text{ cm})^2 \times 1.0 \text{ cm} \\ = 3387533 \text{ kg f} \cdot \text{cm}$$

・添接板の断面2次モーメント

$$I = 2 \times \frac{1.0 \times (129 \text{ cm})^3}{12} = 357782 \text{ cm}^4$$

・添接板の縁応力度

$$= \frac{M}{I} \cdot y = \frac{3387533 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{357782 \text{ cm}^4} \times 64.5 \text{ cm} = 611 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

### 6.6.3. 補剛材

#### (1) 水平補剛材

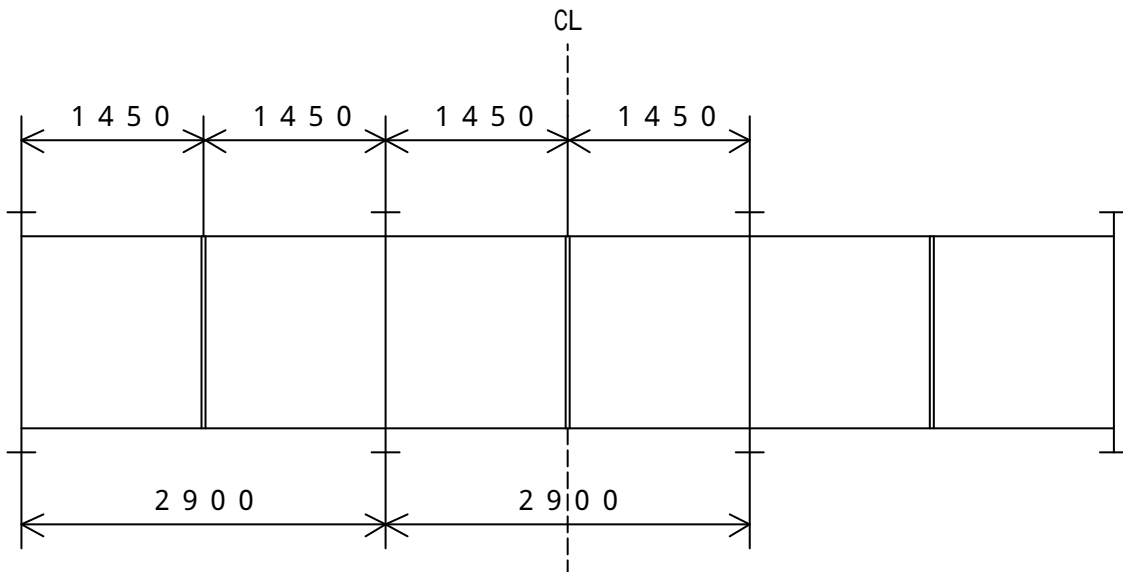
$$\left. \begin{array}{l} \text{横桁腹板厚 } t = 1.0 \text{ cm} \\ \text{腹板高 } h = 140 \text{ cm} \end{array} \right\} \frac{h}{152} = \frac{140}{152} = 0.92 < t = 1.0$$

#### (2) 垂直補剛材

$$h = 140 \text{ cm} > 70 \cdot t = 70 \times 1.0 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$$

これより、垂直補剛材を用いなければならない。

垂直補剛材は下図に示すように主桁間隔 2900mm の中間に1本入れる。



補剛材間隔  $a = 145 \text{ cm}$

$$\frac{a}{h} = \frac{145 \text{ cm}}{140 \text{ cm}} = 1.04 > 1 \text{ より}$$

$$\left( \frac{h}{100 \cdot t} \right)^4 \left[ \left( \frac{0}{9500} \right)^2 + \left[ \frac{600}{950 + 810 (h/a)^2} \right]^2 \right] < 1$$

$$\left( \frac{200 \text{ cm}}{100 \cdot 1.0 \text{ cm}} \right)^4 \left[ \left( \frac{0 \text{ kg f/cm}^2}{9500} \right)^2 + \left[ \frac{600 \text{ kg f/cm}^2}{950 + 810 (140 \text{ cm} / 145 \text{ cm})^2} \right]^2 \right] = 0.467 < 1 \quad \text{OK}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} = 800 \times 0.75 = 600 \text{ kg f/cm}^2 \\ = 0 \text{ kg f/cm}^2 ; \text{座屈に対する照査はせん断力の大きい外桁位置で行う} \end{array} \right.$$

・補剛材の板幅

$$\frac{h_w}{30} + 50 = \frac{1400\text{mm}}{30} + 50 = 96.7\text{mm} \text{ 以上} \quad \text{使用板幅 } 100\text{mm} \text{ とする。}$$

・補剛材の板厚

$$\frac{\text{使用幅}}{13} = \frac{100\text{mm}}{13} = 7.69\text{mm} \text{ 以上} \quad \text{使用板厚 } 9\text{mm} \text{ とする。}$$

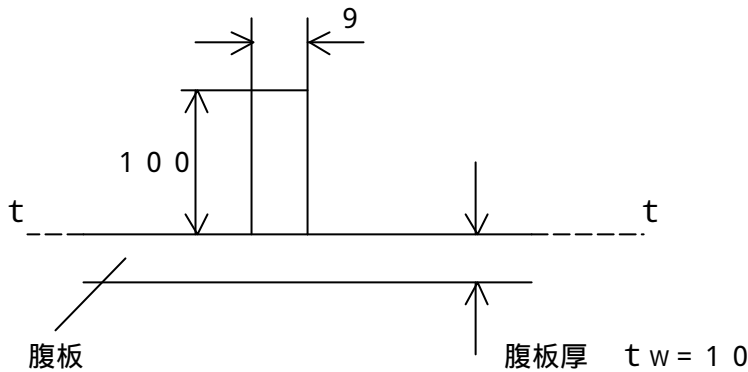
したがって、使用寸法 1-PL 100×9 とする。

・必要断面 2 次モーメント

$$I_{\text{reg}} = \frac{h_w \cdot t_w^3}{11} \times 8.0 \times \left( \frac{h_w}{a} \right)^2$$

$$= \frac{140\text{cm} \times (1.0\text{cm})^3}{11} \times 8.0 \times \left( \frac{140\text{cm}}{145\text{cm}} \right)^2 = 94.9\text{cm}^4$$

・腹板断面 2 次モーメント ( t 軸に関する )



		$A_g \text{ (cm}^2\text{)}$	$y \text{ (cm)}$	$\Sigma A_g \cdot y^2 \text{ (cm}^4\text{)}$
1- PL	100 × 9	9.0	5.0	225
				<u><math>0.9 \times 10^3</math></u>
				75
				300

$$I_t = 300\text{cm}^4 > I_{\text{reg}} = 94.9\text{cm}^4$$

OK