

1. 設計条件

形 式 ; 主桁並列形式・単純非合成鋼プレートガーダー橋

設計活荷重 ; B活荷重

床 版 ; 鉄筋コンクリート床版

橋の支間 ; 26.2 m

橋の幅員 ; 6.5 m

主桁本数 ; 3本

横桁本数 ; 1本

横断勾配 ; 2%放物線

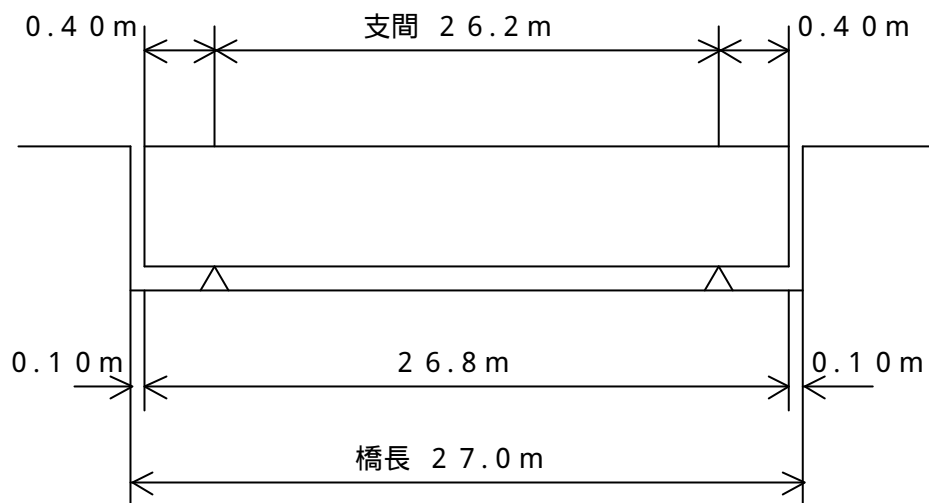
許容応力度 ; 鉄 筋 引張応力度 $s_a = 1200 \text{ kgf/cm}^2$ (SD295)

コンクリート 圧縮応力度 $c_a = c_k / 3$

$$= 240 / 3 = 80 \text{ kgf/cm}^2$$

($c_k = 240 \text{ kgf/cm}^2$; 設計基準強度)

1日当りの大型車の交通計画量(台/日); 1000以上 2000未満

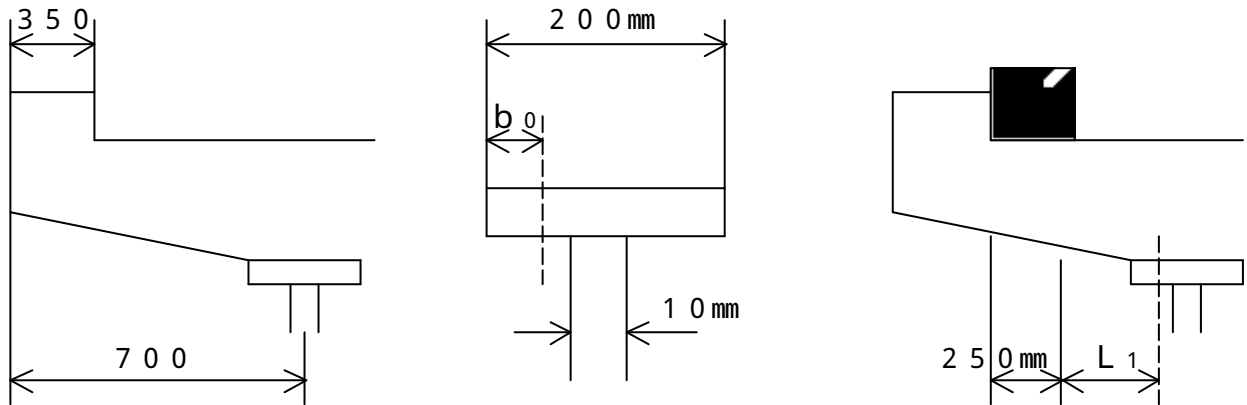


2. 床版の設計

2.1. 床版厚の設計

1) 片持部

上フランジ 250 mm
腹版厚 10 mm と仮定



$$b_0 = \frac{250 \text{ mm} - 10 \text{ mm}}{4} = 60 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} L_1 &= 700 - (350 + 250 + 60 + 10 / 2) \\ &= 35 \text{ mm} \\ &= 0.0350 \text{ m} \end{aligned}$$

$0 < L_1 < 0.25$ より

$$\begin{aligned} d_0 &= 28 L_1 + 16 \\ &= 28 \times 0.035 + 16 = 17.0 \text{ cm} \end{aligned}$$

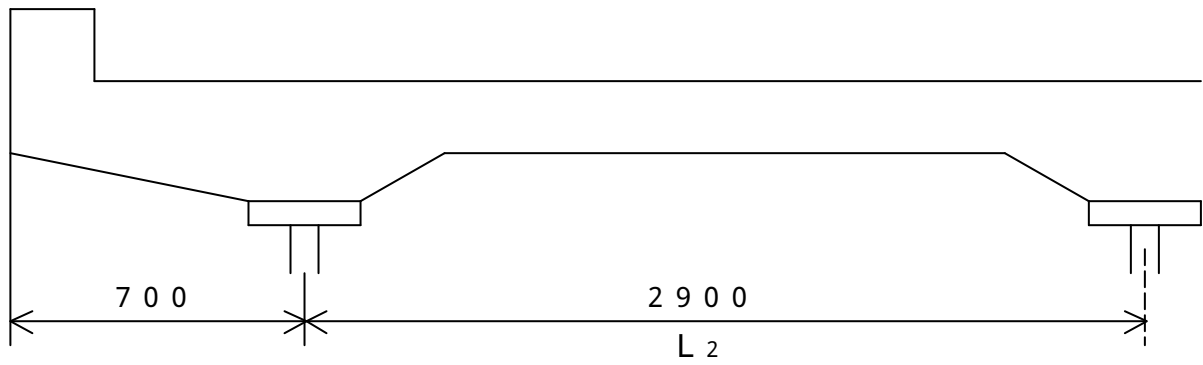
片持部の床版厚 d

$$\begin{aligned} d &= k_1 \cdot k_2 \cdot d_0 \\ &= 1.20 \times 1.00 \times 17.0 \text{ cm} = 20.4 \text{ cm} \end{aligned}$$

但し, $k_1 = 1.20$; 1方向当りの大型車の計画交通量
1000以上2000未満 (台/日)

$k_2 = 1.00$; 床版支持桁の剛性は著しく異なるない

2) 連続部



L_2 ; 主桁の中心間隔

$$L_2 = 2.90 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} d_0 &= 3 L_2 + 11 \\ &= 3 \times 2.90 + 11 = 19.7 \text{ cm} \end{aligned}$$

連続部の床版厚 d

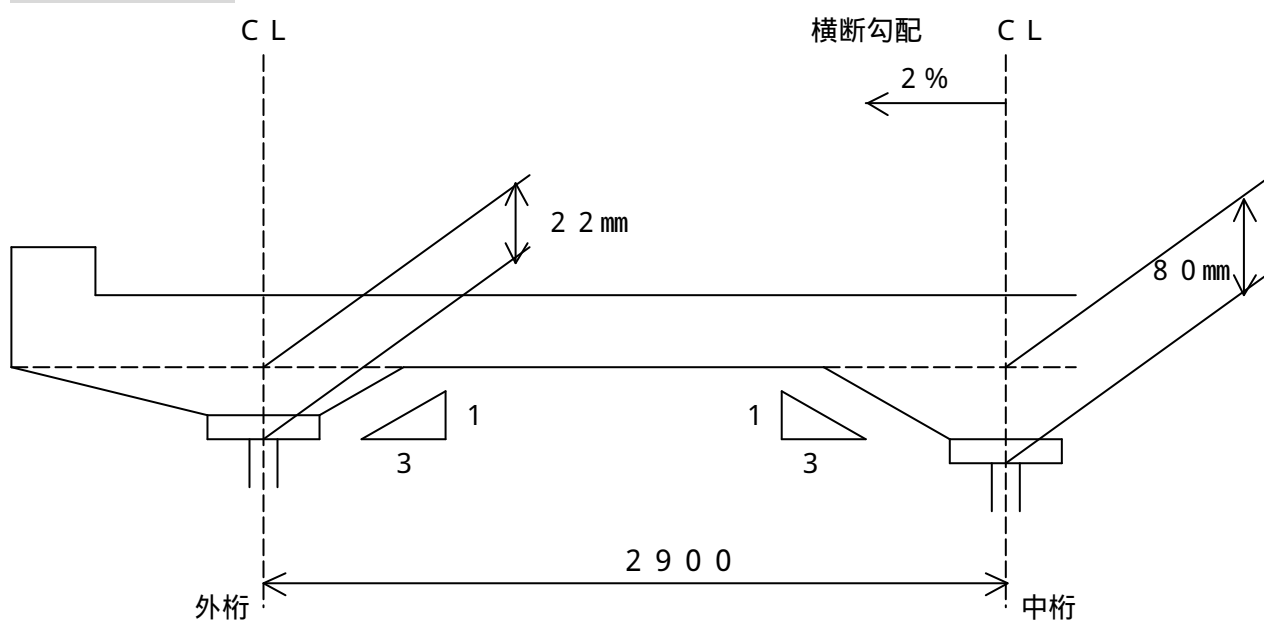
$$\begin{aligned} d &= k_1 \cdot k_2 \cdot d_0 \\ &= 1.20 \times 1.00 \times 19.7 \text{ cm} = 23.6 \text{ cm} \end{aligned}$$

片持部の床版厚 $d = 20.4 \text{ cm}$

連続部の床版厚 $d = 23.6 \text{ cm}$

以上より 床版厚 d は, $d = 24 \text{ cm}$ とする。

2.2. ハンチ高の決定

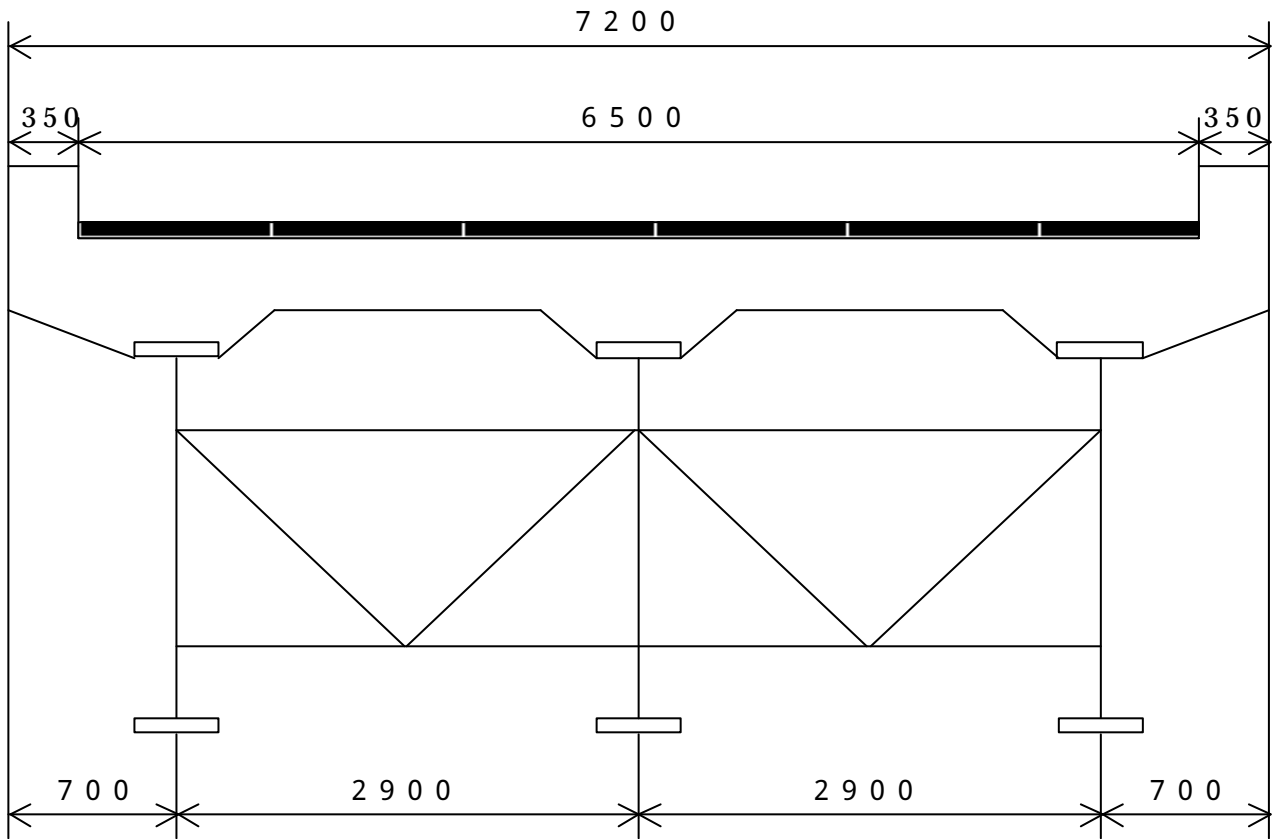


中桁のハンチ高を 80 mm とする。

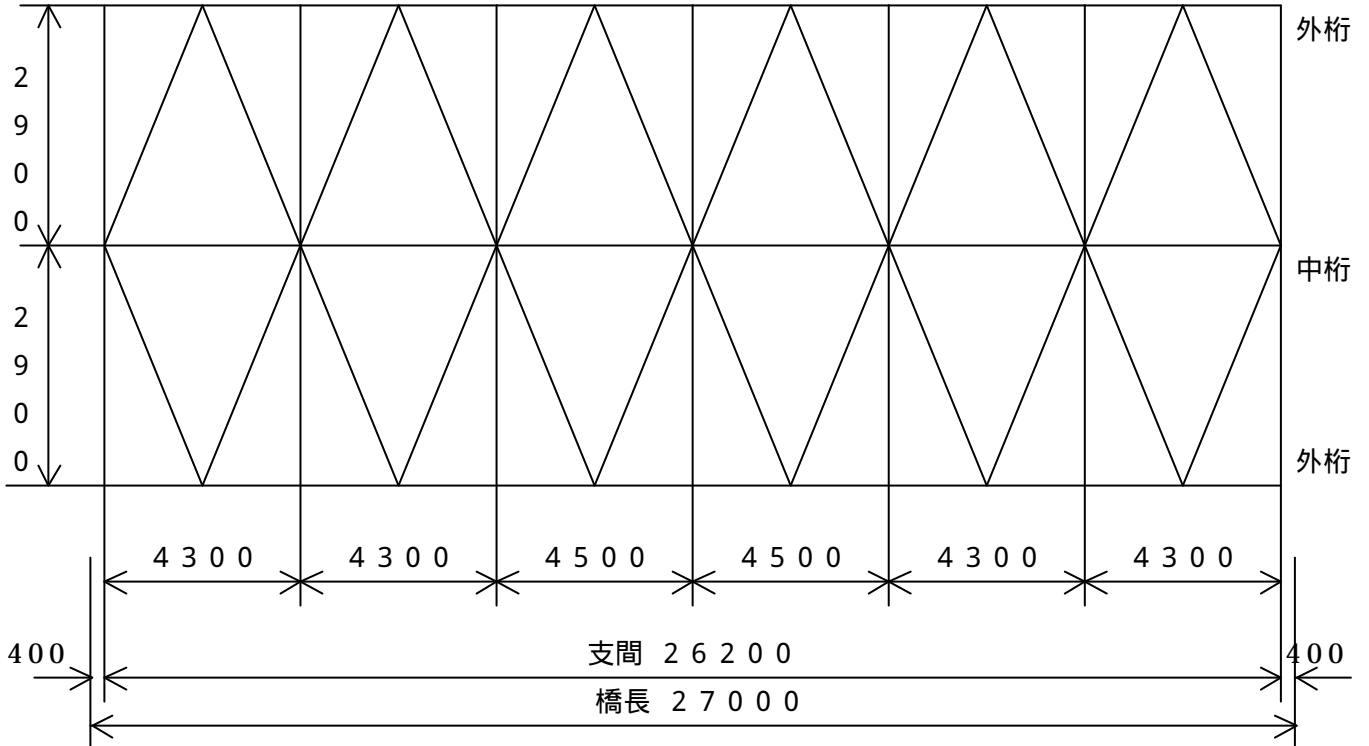
このとき、2%横断勾配での外桁のハンチ高は

$$80 - 0.02 \times 2900 = 22.0 \text{ mm}$$

(一般寸法)

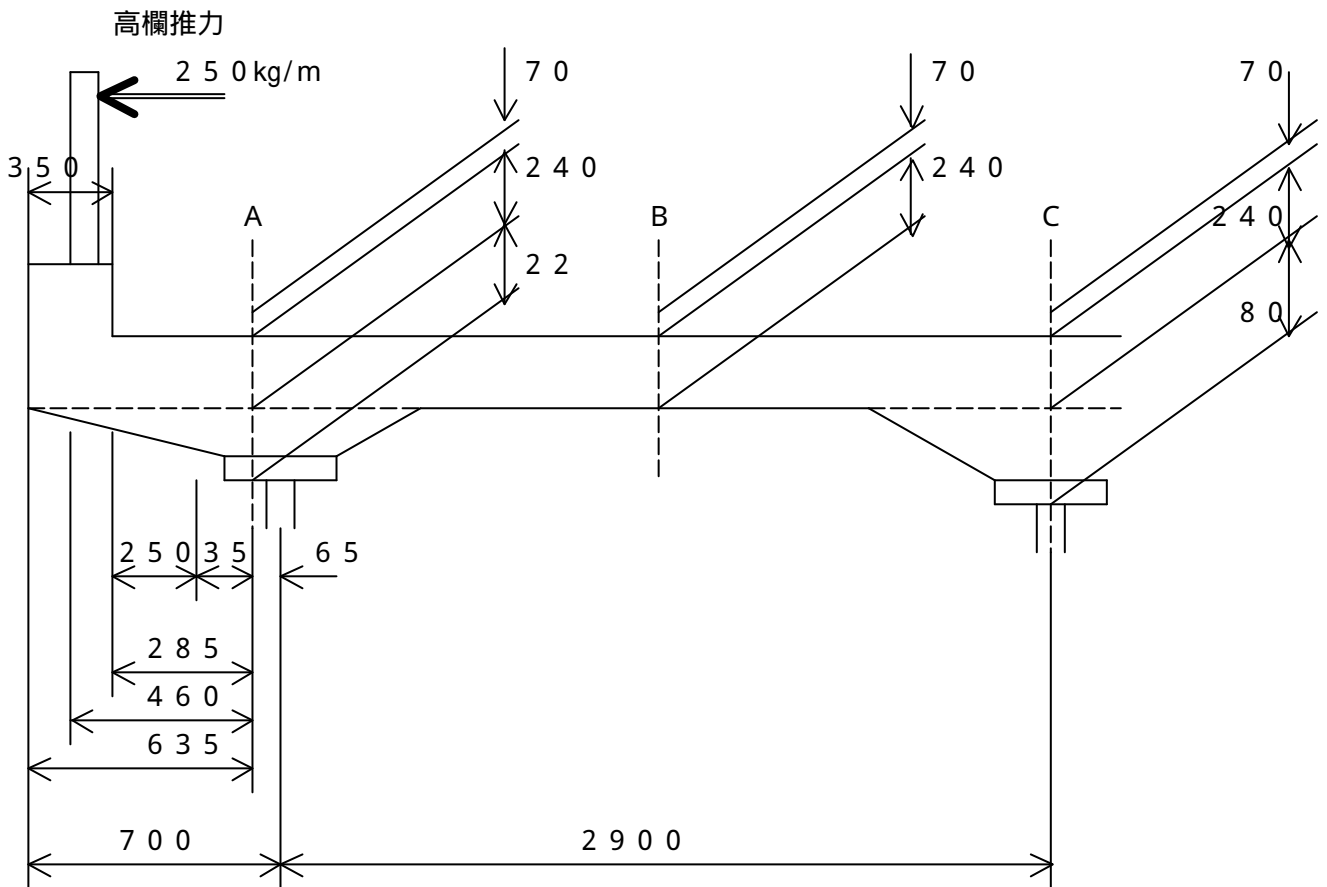


端 中 中 横 中 中 端
 对 对 对 横 对 对 对
 倾 间 间 桁 间 间 倾
 构 构 构 构 构 构 构



2.3. 主鉄筋方向の

2.3.1. 死荷重強度の計算



A (片持部), B (支間部), C (支点部) の3断面について, 死荷重強度の計算を行う。

1) A断面

- ・アスファルト舗装 (アスファルト舗装単位重量 2.3 t/m^3)

$$0.07 \text{ m} \times 2.3 \text{ t/m}^3 = 0.161 \text{ t/m}^3$$

- ・床版 (舗装コンクリート単位重量 2.5 t/m^3)

$$0.24 \text{ m} \times 2.5 \text{ t/m}^3 = 0.600 \text{ t/m}^3$$

床版・舗装部 合計死荷重

$$= 0.161 \text{ t/m}^3 + 0.600 \text{ t/m}^3 = 0.761 \text{ t/m}^3$$

- ・ハンチ・高欄・地覆に対して

$$\text{ハンチ} \quad 1/2 \times 0.022 \text{ m} \times 0.635 \text{ m} \times 2.5 \text{ t/m}^3 = 0.017 \text{ t/m}$$

$$\text{高欄} \quad \text{次のように仮定} = 0.040 \text{ t/m}$$

$$\text{地覆} \quad 0.55 \text{ m} \times 0.35 \text{ m} \times 2.5 \text{ t/m}^3 = 0.481 \text{ t/m}$$

2) B断面・C断面

$$\text{床版・舗装部 合計死荷重} = 0.761 \text{ t/m}^2$$

2.3.2. 曲げモーメント M の算出

) A断面 (片持部)

・死荷重 曲げモーメント M_d

$$\begin{aligned} \text{舗装床版} \quad & \frac{\quad \cdot L^2}{2} = \frac{0.761 \text{ t/m}^2 \times (0.635 \text{ m})^2}{2} \\ & = -0.0309 \text{ t}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

ハンチ (A点から三角形図心までの距離)

$$\begin{aligned} & -0.0170 \text{ t/m} \times \frac{0.635}{3} \text{ m} = -0.00360 \text{ t}\cdot\text{m/m} \\ \text{高欄} & -0.0400 \text{ t/m} \times 0.460 \text{ m} = -0.0184 \text{ t}\cdot\text{m/m} \\ \text{地覆} & -0.481 \text{ t/m} \times 0.460 \text{ m} = 0.221 \text{ t}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

以上4つの合計より, 死荷重曲げモーメント M_d

$$\begin{aligned} M_d &= -0.0309 - 0.00360 - 0.0184 - 0.221 \\ &= -0.274 \text{ t}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

・活荷重 曲げモーメント M_l

{ P ; 後輪荷重 10 t
{ L₁ ; 片持版の支間

$$\begin{aligned} M_l &= \frac{P \cdot L}{(1.30 L_1 + 0.25)} = \frac{10 \text{ t} \times 0.0350 \text{ m}}{(1.30 \times 0.0350 \text{ m} + 0.25)} \\ &= -1.184 \text{ t}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

・高欄推力 曲げモーメント

高欄推力は 250 kg/m とする。

$$\begin{aligned} M_h &= -0.250 \text{ t/m} \times (1.10 \text{ m} + 0.07 \text{ m} + 0.24 \text{ m} / 2) \\ &= -0.353 \text{ t}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

合計 曲げモーメント M_A

$$\begin{aligned} M_A &= M_d + M_l + M_h \\ &= -0.274 - 1.184 - 0.353 \\ &= -1.811 \text{ t}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

) B断面 (支間部)

・死荷重 曲げモーメント (等分布荷重) M_d

L_2 ; 主桁の中心間隔

舗装床版

$$M_d = \frac{\cdot L_2^2}{10} = \frac{0.761 \text{ t/m}^2 \times (2.90 \text{ m})^2}{10}$$
$$= -0.640 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

・活荷重 曲げモーメント M_1

舗装床版

$$M_1 = (0.12 L_2 + 0.07) P \times 0.8$$
$$= (0.12 \times 2.90 \text{ m} + 0.07) \times 10 \text{ t} \times 0.8$$
$$= 3.344 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

合計 曲げモーメント M_B

$$M_B = M_d + M_1 = 0.640 + 3.344 = 3.984 \text{ t}\cdot\text{m}$$

) C断面 (支点部)

・死荷重 曲げモーメント (等分布荷重) M_d

舗装床版

$$M_d = \frac{\cdot L_2^2}{8} = \frac{0.761 \text{ t/m}^2 \times (2.90 \text{ m})^2}{8}$$
$$= -0.800 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

・活荷重 曲げモーメント M_1

舗装床版

$$M_1 = (0.12 L_2 + 0.07) P \times 0.8$$
$$= (0.12 \times 2.90 \text{ m} + 0.07) \times 10 \text{ t} \times 0.8$$
$$= 3.344 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

合計 曲げモーメント M_C

$$M_C = M_d + M_1 = -0.800 - 3.344 = -4.144 \text{ t}\cdot\text{m/m}$$

以上より, 曲げモーメントの最も大きいC断面について設計を行う。

2.3.3.応力度の算定

・設計 曲げモーメント $M_c = -4.144 \text{ t}\cdot\text{m}$

・許容応力度 $\left\{ \begin{array}{l} s_a = 1200 \text{ kgf/cm}^2 \\ c_a = 80 \text{ kgf/cm}^2 \end{array} \right.$

・使用鉄筋 D19 $\left\{ \begin{array}{l} \text{公称断面積 } S = 2.865 \text{ cm}^2 \\ \text{公称直径 } = 19.1 \text{ mm} \end{array} \right.$

引張鉄筋を D19 で、ピッチ $s = 15 \text{ cm}$ 単位幅 $b = 100 \text{ cm}$ として考える。
また、圧縮鉄筋は D19 で、ピッチ $s = 30 \text{ cm}$ とする。

・引張鉄筋量 A_s

$$A_s = S \times \frac{b}{s} = 2.865 \text{ cm}^2 \times \frac{100 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} = 19.100 \text{ cm}^2$$

・圧縮鉄筋量 $A_{s'}$

$$A_{s'} = A_s / 2 = 19.100 \text{ cm}^2 / 2 = 9.550 \text{ cm}^2$$

・有効高さ $d = 21.0 \text{ cm}$ (床版厚 24 cm , かぶり 3 cm)

・弾性係数比 $n = 15$

$$\begin{aligned} x &= \frac{n}{b (A_s + A_{s'})} + \sqrt{\frac{\left[\frac{n}{b (A_s + A_{s'})} \right]^2 + \frac{2n}{b (d \cdot A_s + d' \cdot A_{s'})}}{2n}} \\ &= \frac{15}{100 (19.1 + 9.55)} + \sqrt{\frac{\left[\frac{15}{100 (19.1 + 9.55)} \right]^2 + \frac{2 \times 15}{100 (21.0 \times 19.1 + 3 \times 9.55)}}{2 \times 15}} \\ &= -4.298 + 11.926 = 7.843 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$K_c = \frac{b \cdot x}{2} \left[d - \frac{x}{3} \right] + \frac{n}{2} \cdot A_s \cdot \frac{x - d'}{x} \cdot (d - d')$$

$$= \frac{100 \times 7.843}{2} \left[20.1 - \frac{7.843}{3} \right] + \frac{15}{2} \times 19.1 \times \frac{7.843 - 3}{7.843} \times (21.0 - 3)$$

$$= 7210 + 1592 = 8802 \text{ cm}^3$$

$$K_s = \frac{K_c}{n} \cdot \frac{x}{d - x} = \frac{8802}{15} \times \frac{7.843}{21.0 - 7.843} = 350 \text{ cm}^3$$

・鉄筋の引張応力度（床版の下縁側）

$$s = \frac{M_c}{K_s} = \frac{414400}{350} = 1184 \text{ kg/cm}^2 < 1200 \text{ kg/cm}^2 = s_a \quad \text{OK}$$

・コンクリートの圧縮応力度（床版の下縁側）

$$c = \frac{M_c}{K_c} = \frac{414400}{8802} = 47.1 \text{ kg/cm}^2 < 80 \text{ kg/cm}^2 = c_a \quad \text{OK}$$

2.4. 配力鉄筋方向の設計曲げモーメント

2.4.1. 曲げモーメントの算出

・活荷重 曲げモーメント M_1

片持部の先端

$$\begin{aligned}M_1 &= (0.15 L_1 + 0.13) P \\ &= (0.15 \times 0.0350 \text{ m} + 0.13) \times 10 \text{ t} \\ &= 1.353 \text{ t} \cdot \text{m/m}\end{aligned}$$

連続部

$$\begin{aligned}M_1 &= (0.10 L_2 + 0.04) P \times 0.8 \\ &= (0.10 \times 2.90 \text{ m} + 0.04) \times 10 \text{ t} \times 0.8 \\ &= 2.640 \text{ t} \cdot \text{m/m}\end{aligned}$$

従って、曲げモーメント M_1 の大きい連続部の値を用いて設計する。
また、他部もこれと同じ配筋とする。

2.4.2. 応力度の算定

・設計 曲げモーメント $M_1 = 2.460 \text{ t} \cdot \text{m}$

・許容応力度 $\left\{ \begin{array}{l} s_a = 1200 \text{ kgf/cm}^2 \\ c_a = 80 \text{ kgf/cm}^2 \end{array} \right.$

配力鉄筋は主鉄筋の内側に接して配置するので、圧縮側の鉄筋は中立軸に接近し、これを断面に算入する必要はない。これより単鉄筋版として設計できる。

また、配力鉄筋は主鉄筋の使用形の一段下を用いる。

・使用鉄筋 $D19 \left\{ \begin{array}{l} \text{公称断面積 } S = 2.865 \text{ cm}^2 \\ \text{公称直径 } = 19.1 \text{ mm} \end{array} \right.$

ピッチ $s = 15 \text{ cm}$ 単位幅 $b = 100 \text{ cm}$ として考える。

・引張鉄筋量 A_s

$$A_s = S \times \frac{b}{s} = 1.968 \text{ cm}^2 \times \frac{100 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} = 13.120 \text{ cm}^2$$

・床版厚 $h = 24 \text{ cm}$

・かぶり $d' = 3 \text{ cm} + 1.59 \text{ cm} = 4.59 \text{ cm}$

・有効高さ $d = h - d' = 24 \text{ cm} - 4.59 \text{ cm} = 19.41 \text{ cm}$

・弾性係数比 $n = 15$

$$x = \frac{n \cdot A_s}{b} - 1 + \sqrt{1 + \frac{2b \cdot d}{n \cdot A_s}}$$

$$= \frac{15 \times 13.120 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} - 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 100 \text{ cm} \times 19.41 \text{ cm}}{15 \times 13.120 \text{ cm}^2}}$$

$$= 0.968 + 4.553 = 5.521 \text{ cm}$$

$$K_c = \frac{b \cdot x}{2} \left(d - \frac{x}{3} \right) = \frac{100 \text{ cm} \times 5.521 \text{ cm}}{2} \left(19.41 \text{ cm} - \frac{5.521 \text{ cm}}{3} \right) \\ = 4850 \text{ cm}^3$$

$$K_s = A_s \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right) = 13.120 \text{ cm}^2 \times \left(19.41 \text{ cm} - \frac{5.521 \text{ cm}}{3} \right) \\ = 231 \text{ cm}^2$$

・鉄筋の引張応力度 s

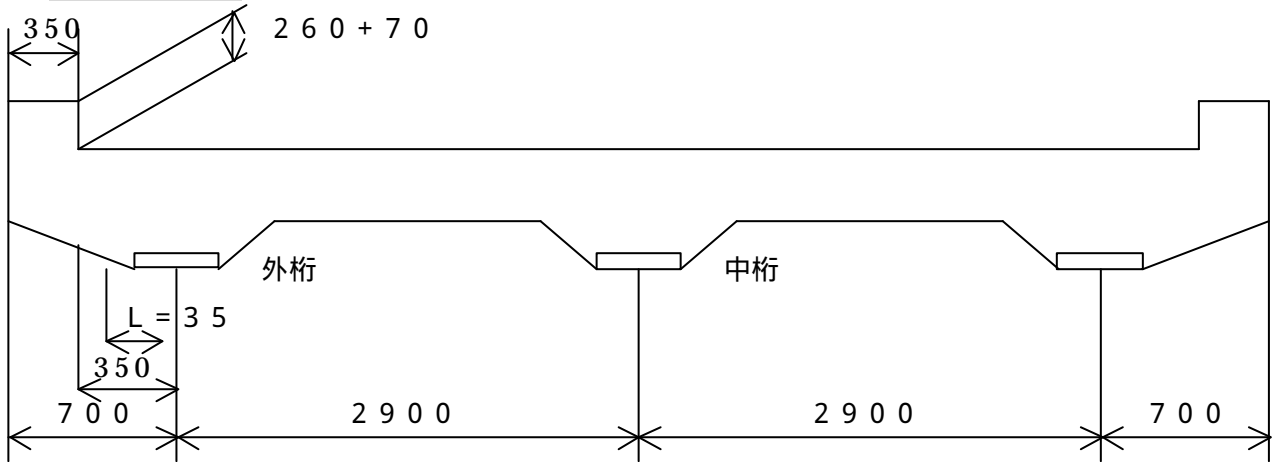
$$s = \frac{M_1}{K_s} = \frac{264000}{231} \\ = 1143 \text{ kg/cm}^2 < 1200 \text{ kg/cm}^2 = s_a \quad \text{OK}$$

・コンクリートの圧縮応力度 c

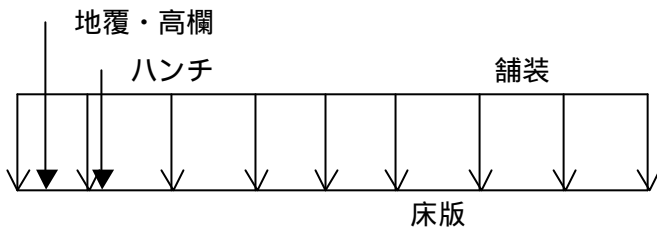
$$c = \frac{M_1}{K_c} = \frac{264000}{4850} \\ = 54.4 \text{ kg/cm}^2 < 80 \text{ kg/cm}^2 = c_a \quad \text{OK}$$

3. 主桁の設計

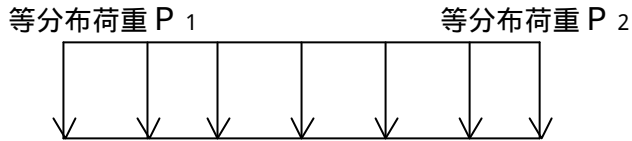
2.1. 断面力の計算



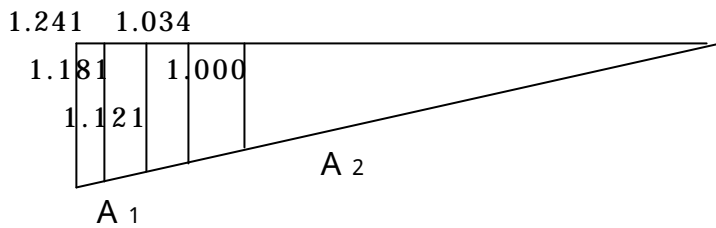
死荷重



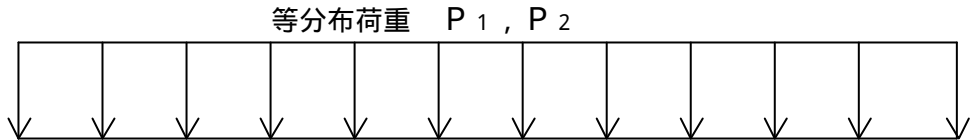
活荷重



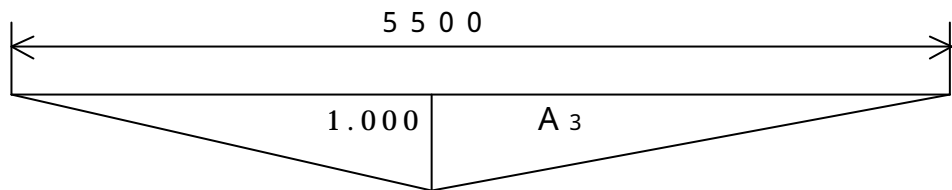
外桁影響線



活荷重



中桁影響線



・影響線面積

$$A_1 = 1/2 \times (1.241 + 1.121) \times 0.35 = 0.424$$

$$A_2 = 1/2 \times 1.12 \times (0.350 + 2.900) = 1.820$$

$$A_3 = 1/2 \times 1.00 \times 5.50 = 2.750$$

3.2.1.荷重強度の計算

(a) 外桁

) 死荷重

アスファルト舗装材単位体積重量 2.3 t f / m³
鉄筋コンクリート 2.5 t f / m³

・ 舗 装 0.07 m × 2.3 t f / m³ × 1.820 m = 0.293 t f / m
 ・ 床 版 0.24 m × 2.5 t f / m³ × (0.424 + 1.820) m = 1.346 t f / m
 ・ ハ ン チ 1/2 × 0.022 m × 0.70 m × 2.5 t f / m³ × 1.03 = 0.020 t f / m
 ・ 地 覆 0.35 m × 0.33 m × 2.5 t f / m³ × 1.18 = 0.341 t f / m
 ・ 高 欄 (仮定) 0.040 t f / m

・ 鋼桁自重 l ; 支間 = 26.2 m
 $(6.56 l + 34.4) \times 10^{-3} \times A_2$
 $= (6.56 \times 26.2 + 34.4) \times 10^{-3} \times 1.82 = 0.375 \text{ t / m}$

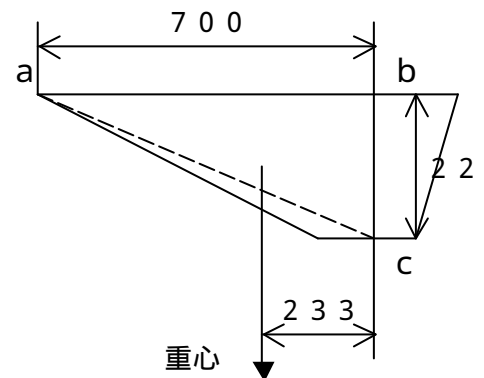
外桁死荷重 合計 Wd1 = 2.415 t f / m

外桁ハンチについて

ハンチの面積 ; a b c を近似的に三角形とみなす。

$$a b c = 1/2 \times 0.022 \text{ m} \times 0.70 \text{ m}$$

$$=$$



) 活荷重

・ 等分布荷重 $P_1 = \int 1.00 \text{ t f / m}^2 \times 1.820 \text{ m} = 1.820 \text{ t f / m}$ (曲げモーメント算出時)
 $\int 1.20 \text{ t f / m}^2 \times 1.820 \text{ m} = 2.184 \text{ t f / m}$ (せん断力算出時)
 主載荷荷重

・ 等分布荷重 $P_2 = 0.35 \text{ t f / m}^2 \times 1.820 \text{ m} = 0.637 \text{ t f / m}$

・ 衝撃 係数 $i = \frac{20}{50 + 1} = \frac{20}{50 + 26.2} = 0.262$

(b) 中桁
) 死荷重

- ・ 舗 装 $0.07 \text{ m} \times 2.3 \text{ t f/m}^3 \times 2.75 \text{ m} = 0.443 \text{ t f/m}$
- ・ 床 版 $0.24 \text{ m} \times 2.5 \text{ t f/m}^3 \times 2.75 \text{ m} = 1.650 \text{ t f/m}$
- ・ ハ ン チ $1/2 \times (0.98 + 0.50) \text{ m} \times 0.08 \text{ m} \times 2.5 \text{ t f/m}^3 = 0.148 \text{ t f/m}$

- ・ 鋼桁自重 l ; 支間 = 26.2 m
 L_2 ; 主桁の中心間隔 = 2.75 m
 $(6.56l + 34.4) \times 10^{-3} \times A_2$
 $= (6.56 \times 26.2 + 34.4) \times 10^{-3} \times 2.75 = 0.567 \text{ t/m}$

中桁死荷重 合計 $Wd_1 = 2.808 \text{ t f/m}$

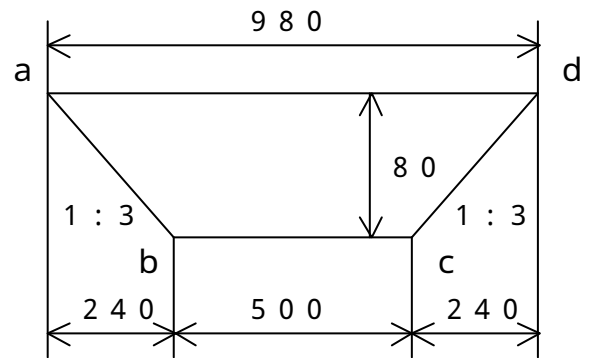
中桁ハンチについて

ハンチの面積

$$S = 1/2 \times (0.98 + 0.50) \times 0.08$$

a b , c d の勾配は、1 : 3 より

$$a d = 500 + (80 \times 3) \times 2 = 980$$



) 活荷重

- ・ 等分布荷重 $P_1 = \begin{cases} 1.00 \text{ t f/m}^2 \times 2.75 \text{ m} = 2.750 \text{ t f/m} & (\text{曲げモーメント算出時}) \\ 1.20 \text{ t f/m}^2 \times 2.75 \text{ m} = 3.300 \text{ t f/m} & (\text{せん断力算出時}) \end{cases}$
- ・ 等分布荷重 $P_2 = 0.35 \text{ t f/m}^2 \times 2.750 \text{ m} = 0.963 \text{ t f/m}$

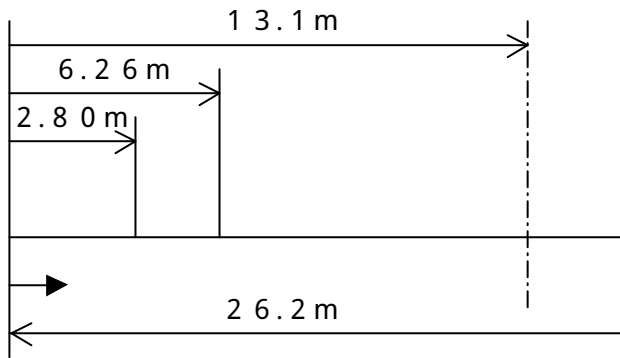
3.2.2. 曲げモーメントの算定

・断面変更点を次のように決定する。

$$l' ; \text{支間の } 1/2 = 13.1 \text{ m}$$

$$\text{中心より } x_1 = 0.522 l' = 0.522 \times 13.1 \text{ m} = 6.84 \text{ m}$$

$$x_2 = 0.783 l' = 0.783 \times 13.1 \text{ m} = 10.3 \text{ m}$$



断面は支点からの距離で決定する

$$= 13.1 \text{ m}$$

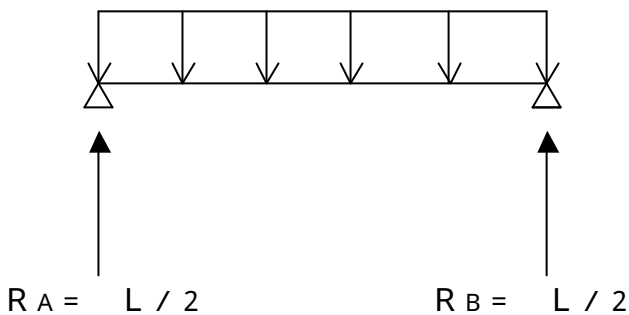
$$= 13.1 \text{ m} - 6.84 \text{ m} = 6.26 \text{ m}$$

$$= 13.1 \text{ m} - 10.3 \text{ m} = 2.80 \text{ m}$$

・曲げモーメントの一般式について

死荷重・活荷重（等分布荷重 P_2 ）

: P_2



$$H_A = R_A \cdot x - \frac{1}{2} \cdot P_2 \cdot x \cdot \frac{x}{2}$$

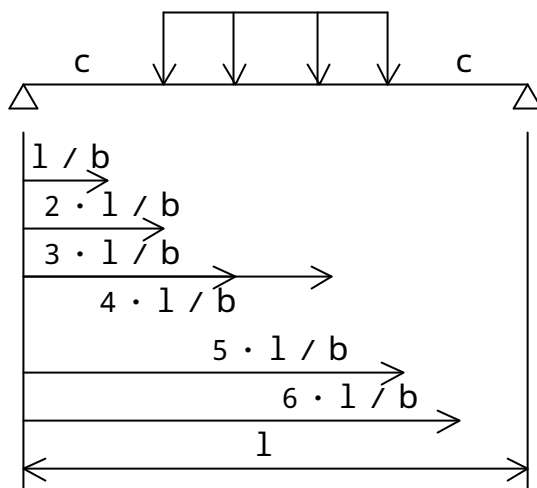
$$= \frac{1}{2} \cdot L \cdot x - \frac{1}{4} \cdot P_2 \cdot x^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot L^2 \cdot \left(\frac{x}{L} - \frac{x^2}{L^2} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot L^2 \cdot \left\{ \frac{x}{L} \left(1 - \frac{x}{L} \right) \right\}$$

活荷重（等分布荷重 P_1 ）

b



$$M_{\text{Max}} = \frac{1}{2} \cdot P_1 \cdot B (b + 2c) \cdot x$$

$$- \frac{1}{2} \cdot P_1 (x - a)^2$$

$$M_{\text{Max}} \text{ となるときの } a, c$$

$$= (1 - B)$$

P は移動し、影響線を用いて、着目点 x が最大の曲げモーメントになるように載荷する。

P_1 が載荷される位置が $1/2$ のとき曲げモーメントが最大になる。

(1) 外桁

) 死荷重 (外桁の死荷重強度 $W_{d1} = 2.415 \text{ t f/m}$)

x ; 断面までの距離 = 13.1 m , 6.26 m , 2.80 m

l ; 支間 = 26.2 m

$$M_{d1} = \frac{\cdot l^2}{2} \cdot \left\{ \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \right\}$$

$$M_{d1} = \frac{2.415 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 79.115 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_{d1} = \frac{2.415 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 150.725 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_{d1} = \frac{2.415 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 207.219 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

) 活荷重

等分布荷重 $P_2 = 0.637 \text{ t f/m}$

$$M_{P1} = \frac{0.637 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 20.868 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_{P1} = \frac{0.637 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 39.757 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_{P1} = \frac{0.637 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 54.658 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

等分布荷重 $P_1 = 1.820 \text{ t f/m}$

・断面 のとき

b ; 等分布荷重距離 = 10 m

x ; 断面までの距離 = 13.1 m , 6.26 m , 2.80 m

l ; 支間 = 26.2 m

$$a = x \cdot \left(1 - \frac{b}{l}\right) = 2.80 \text{ m} \times \left(1 - \frac{10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}}\right) = 1.731 \text{ m}$$

$$c = l - a - b = 26.2 \text{ m} - 1.731 \text{ m} - 10 \text{ m} = 14.469 \text{ m}$$

$$M = \frac{P \cdot b / l}{2} \cdot (b + 2c) \cdot x - \frac{P}{2} \cdot (x - a)^2$$

$$M_{P1\text{Max}} = \frac{1.820 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m} / 26.2 \text{ m}}{2} \cdot (10 \text{ m} + 2 \times 14.469 \text{ m}) \cdot 2.80 \text{ m} - \frac{1.820 \text{ t f/m}}{2} \cdot (2.80 \text{ m} - 1.731 \text{ m})^2 = 36.828 \text{ t f}\cdot\text{m}$$

・断面 のとき

$$a = 6.26 \text{ m} \times \left(1 - \frac{10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}}\right) = 3.871 \text{ m}$$

$$c = 26.2 \text{ m} - 3.871 \text{ m} - 10 \text{ m} = 12.329 \text{ m}$$

$$M_{P1\text{Max}} = \frac{1.820 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m} / 26.2 \text{ m}}{2} \cdot (10 \text{ m} + 2 \times 12.329 \text{ m}) \cdot 6.26 \text{ m} - \frac{1.820 \text{ t f/m}}{2} \cdot (6.26 \text{ m} - 3.871 \text{ m})^2 = 70.162 \text{ t f}\cdot\text{m}$$

・断面 のとき

$$a = 13.1 \text{ m} \times \left(1 - \frac{10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}}\right) = 8.100 \text{ m}$$

$$c = 26.2 \text{ m} - 8.100 \text{ m} - 10 \text{ m} = 8.100 \text{ m}$$

$$M_{P1\text{Max}} = \frac{1.820 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m} / 26.2 \text{ m}}{2} \cdot (10 \text{ m} + 2 \times 8.100 \text{ m}) \times 13.1 \text{ m} - \frac{1.820 \text{ t f/m}}{2} \cdot (13.1 \text{ m} - 8.100 \text{ m})^2 = 96.460 \text{ t f}\cdot\text{m}$$

) 活荷重による衝撃 (衝撃係数 $i = 0.245$)

$$M_i = (M_{P1} + M_{P2}) \times i$$

$$\begin{aligned} M_i &= (36.828 \text{ t f}\cdot\text{m} + 20.868 \text{ t f}\cdot\text{m}) \times 0.245 \\ &= 14.136 \text{ t f}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_i &= (70.162 \text{ t f}\cdot\text{m} + 39.757 \text{ t f}\cdot\text{m}) \times 0.245 \\ &= 29.930 \text{ t f}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_i &= (96.460 \text{ t f}\cdot\text{m} + 54.658 \text{ t f}\cdot\text{m}) \times 0.245 \\ &= 37.024 \text{ t f}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

(2) 中桁

) 死荷重 (中桁の死荷重強度 $W_{d2} = 2.808 \text{ t f/m}$)

$$M_{d1} = \frac{2.808 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 91.990 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_{d1} = \frac{2.808 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 175.253 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_{d1} = \frac{2.808 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 240.940 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

) 活荷重

等分布荷重 ($P_2 = 0.963 \text{ t f/m}$)

$$M_{P1} = \frac{0.963 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 31.548 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_{P1} = \frac{0.963 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 60.103 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_{P1} = \frac{0.963 \text{ t f/m} \times (26.2 \text{ m})^2}{2} \left[\frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \left(1 - \frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \right]$$
$$= 82.630 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

等分布荷重 ($P_1 = 2.750 \text{ t f/m}$)

・断面 のとき

$$a = 2.80 \text{ m} \times \left(1 - \frac{10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) = 1.731 \text{ m}$$
$$c = 26.2 \text{ m} - 1.731 \text{ m} - 10 \text{ m} = 14.469 \text{ m}$$

$$M_{P1\text{Max}} = \frac{2.750 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m} / 26.2 \text{ m}}{2} (10 \text{ m} + 2 \times 14.469 \text{ m}) \cdot 2.80 \text{ m}$$
$$- \frac{2.750 \text{ t f/m}}{2} (2.80 \text{ m} - 1.731 \text{ m})^2$$
$$= 55.647 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

・断面 のとき

$$a = 6.26 \text{ m} \times \left(1 - \frac{10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) = 3.871 \text{ m}$$
$$c = 26.2 \text{ m} - 3.871 \text{ m} - 10 \text{ m} = 12.329 \text{ m}$$

$$M_{P1 \text{ Max}} = \frac{\frac{2.750 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}}}{2} (10 \text{ m} + 2 \times 12.329 \text{ m}) \times 6.26 \text{ m}$$
$$- \frac{2.750 \text{ t f/m}}{2} (6.26 \text{ m} - 3.871 \text{ m})^2$$
$$= 106.015 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

・断面 のとき

$$a = 13.1 \text{ m} \times \left(1 - \frac{10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) = 8.100 \text{ m}$$
$$c = 26.2 \text{ m} - 8.100 \text{ m} - 10 \text{ m} = 8.100 \text{ m}$$

$$M_{P1 \text{ Max}} = \frac{\frac{2.750 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}}}{2} (10 \text{ m} + 2 \times 8.100 \text{ m}) \times 13.1 \text{ m}$$
$$- \frac{2.750 \text{ t f/m}}{2} (13.1 \text{ m} - 8.100 \text{ m})^2$$
$$= 145.750 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

) 活荷重による衝撃 (衝撃係数 $i = 0.245$)

$$M_i = (M_{P1} + M_{P2}) \times i$$

$$M_i = (55.647 \text{ t f} \cdot \text{m} + 31.548 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245$$
$$= 21.363 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_i = (106.015 \text{ t f} \cdot \text{m} + 60.103 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245$$
$$= 40.699 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$M_i = (145.750 \text{ t f} \cdot \text{m} + 82.630 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245$$
$$= 55.953 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

以上、算出された曲げモーメントを下表に示す。

	断面	死荷重 (tf・m)	活荷重 (tf・m)			合計 (死 + 活) モーメント (tf・m)
			等分布荷重 P1	等分布荷重 P2	衝撃	
外 桁		79.115	36.828	20.868	14.136	150.947
		150.725	70.162	39.757	26.930	287.574
		207.219	96.460	54.658	37.024	395.361
中 桁		91.990	55.647	31.548	21.363	200.548
		175.253	106.015	60.103	40.699	382.070
		240.940	145.750	82.630	55.953	525.273

3.2.3.せん断力の計算

(1) 外桁

) 死荷重 ($W_{d1} = 2.415 \text{ tf/m}$)

$$S_{d1}(\text{支点}) = W \cdot l \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{l} \right) = 2.415 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{2} - 0 \right) \\ = 31.637 \text{ tf}$$

$$S_{d1} = 2.415 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{2} - \frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \\ = 24.875 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$$S_{d1} = 2.415 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{2} - \frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \\ = 16.519 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$$S_{d1} = 2.415 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{2} - \frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \\ = 0 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

) 活荷重

等分布荷重 $P_2 = 0.637 \text{ tf/m}$

$$S_{P2}(\text{支点}) = \frac{P_2 \cdot l}{2} \cdot \left(1 - \frac{x}{l} \right) = \frac{0.637 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m}}{2} \times (1 - 0)^2 \\ = 8.345 \text{ tf}$$

$$S_{P2} = \frac{0.637 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m}}{2} \times \left(1 - \frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right)^2 \\ = 6.656 \text{ tf}$$

$$S_{P2} = \frac{0.637 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m}}{2} \times \left(1 - \frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right)^2 \\ = 4.833 \text{ tf}$$

$$S_{P2} = \frac{0.637 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m}}{2} \times \left(1 - \frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right)^2 \\ = 2.086 \text{ tf}$$

等分布荷重 ($P_1=2.184 \text{ t f/m}$)

$$\begin{aligned} S_{P1}(\text{支点}) &= \frac{P_1 \cdot b}{l} \cdot \left(l - x - \frac{b}{2} \right) \\ &= \frac{2.184 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \times \left(26.2 \text{ m} - 0 \text{ m} - \frac{10 \text{ m}}{2} \right) \\ &= 17.672 \text{ t f} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{P1} &= \frac{2.184 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \times \left(26.2 \text{ m} - 2.80 \text{ m} - \frac{10 \text{ m}}{2} \right) \\ &= 15.338 \text{ t f} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{P1} &= \frac{2.184 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \times \left(26.2 \text{ m} - 6.26 \text{ m} - \frac{10 \text{ m}}{2} \right) \\ &= 12.454 \text{ t f} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{P1} &= \frac{2.184 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \times \left(26.2 \text{ m} - 13.1 \text{ m} - \frac{10 \text{ m}}{2} \right) \\ &= 6.752 \text{ t f} \end{aligned}$$

) 活荷重による衝撃 (衝撃係数 $i = 0.245$)

$$S_i = (S_{P1} + S_{P2}) \times i$$

$$\begin{aligned} S_i(\text{支点}) &= (17.672 \text{ t f} \cdot \text{m} + 8.345 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245 \\ &= 6.347 \text{ t f} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_i &= (15.338 \text{ t f} \cdot \text{m} + 6.656 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245 \\ &= 5.389 \text{ t f} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_i &= (12.454 \text{ t f} \cdot \text{m} + 4.833 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245 \\ &= 4.235 \text{ t f} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_i &= (6.752 \text{ t f} \cdot \text{m} + 2.086 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245 \\ &= 2.165 \text{ t f} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

(2) 中桁

) 死荷重 ($W_{d2} = 2.808 \text{ tf/m}$)

$$S_{d2}(\text{支点}) = 2.808 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{2} - 0 \right) \\ = 36.785 \text{ tf}$$

$$S_{d1} = 2.808 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{2} - \frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \\ = 28.922 \text{ tf}$$

$$S_{d1} = 2.808 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{2} - \frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \\ = 19.207 \text{ tf}$$

$$S_{d1} = 2.808 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{2} - \frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right) \\ = 0 \text{ tf}$$

) 活荷重

等分布荷重 $P_2 = 0.963 \text{ tf/m}$

$$S_{P2}(\text{支点}) = \frac{0.963 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m}}{2} \times (1 - 0)^2 \\ = 12.615 \text{ tf}$$

$$S_{P2} = \frac{0.963 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m}}{2} \times \left(1 - \frac{2.80 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right)^2 \\ = 10.063 \text{ tf}$$

$$S_{P2} = \frac{0.963 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m}}{2} \times \left(1 - \frac{6.26 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right)^2 \\ = 7.307 \text{ tf}$$

$$S_{P2} = \frac{0.963 \text{ tf/m} \times 26.2 \text{ m}}{2} \times \left(1 - \frac{13.1 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \right)^2 \\ = 3.154 \text{ tf}$$

等分布荷重 ($P_1=3.300 \text{ t f/m}$)

$$S_{P1}(\text{支点}) = \frac{3.300 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \times \left(26.2 \text{ m} - 0 \text{ m} - \frac{10 \text{ m}}{2} \right) \\ = 26.702 \text{ t f}$$

$$S_{P1} = \frac{3.300 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \times \left(26.2 \text{ m} - 2.80 \text{ m} - \frac{10 \text{ m}}{2} \right) \\ = 23.176 \text{ t f}$$

$$S_{P1} = \frac{3.300 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \times \left(26.2 \text{ m} - 6.26 \text{ m} - \frac{10 \text{ m}}{2} \right) \\ = 18.818 \text{ t f}$$

$$S_{P1} = \frac{3.300 \text{ t f/m} \times 10 \text{ m}}{26.2 \text{ m}} \times \left(26.2 \text{ m} - 13.1 \text{ m} - \frac{10 \text{ m}}{2} \right) \\ = 10.202 \text{ t f}$$

) 活荷重による衝撃 (衝撃係数 $i = 0.245$)

$$S_i = (S_{P1} + S_{P2}) \times i$$

$$S_i(\text{支点}) = (26.702 \text{ t f} \cdot \text{m} + 12.615 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245 \\ = 9.633 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$S_i = (23.176 \text{ t f} \cdot \text{m} + 10.063 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245 \\ = 8.144 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$S_i = (18.818 \text{ t f} \cdot \text{m} + 7.307 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245 \\ = 6.401 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

$$S_i = (10.202 \text{ t f} \cdot \text{m} + 3.154 \text{ t f} \cdot \text{m}) \times 0.245 \\ = 3.272 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

以上、算出されたせん断力を下表に示す。

	断面	死荷重 (tf・m)	活荷重 (tf・m)			合計 (死 + 活) せん断力 (tf)
			等分布荷重 P1	等分布荷重 P2	衝撃	
外 桁	支点	31.637	17.672	8.345	6.374	64.028
		24.875	15.338	6.656	5.389	52.258
		16.519	12.454	4.833	4.235	38.041
		0	6.752	2.086	2.165	11.003
中 桁	支点	36.785	26.702	12.615	9.633	85.735
		28.922	23.176	10.063	8.144	70.305
		19.207	18.818	7.307	6.401	51.733
		0	10.202	3.154	3.272	16.628

3.3.1. フランジの概算断面積

(1) 外桁

) 断面 (支間中央モーメント) ; $M = 395.361 \text{ t f} \cdot \text{m}$

上下フランジの概算断面積

$$A_c = A_t = \frac{M}{c_a \cdot h_w} - \frac{h_w \cdot h_w}{6}$$

A_c ; 圧縮側フランジ面積 (cm)

A_t ; 引張側フランジ面積 (cm)

M ; 作用曲げモーメント (kg f · cm)

c_a ; 許容曲げ圧縮応力度 (= 1400 kg f/cm^2)

h_w ; 腹板高 (cm)

t_w ; 腹板の板厚 (cm)

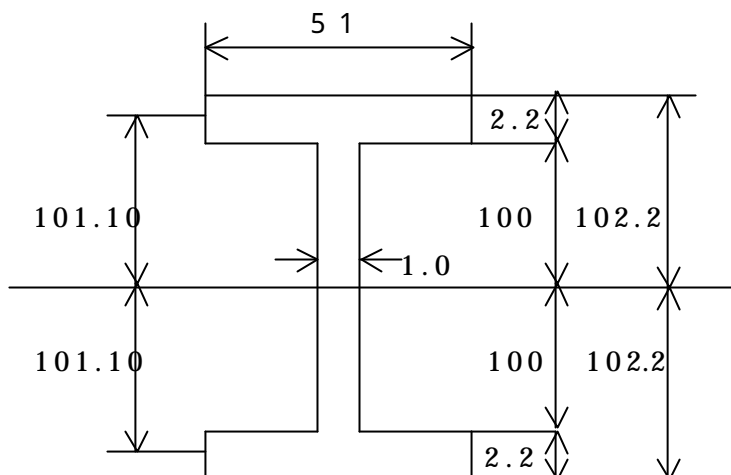
まず、 h_w を決定する。

$$h_w = \sqrt{\frac{M_{\max}}{c_a \cdot t_w}} \times 1.1 = \sqrt{\frac{39536100 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 1.0 \text{ cm}}} \times 1.1 = 184.9 \text{ cm}$$

多少の安全性をみて、次のようにする。

$$h_w = 200 \text{ cm}$$

$$A_c = A_t = \frac{39536100 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 200 \text{ cm}} - \frac{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}}{6} = 107.867 \text{ cm}^2$$



・中立軸から上縁・下縁までの距離

$$y_t = y_c = 102.2 \text{ cm}$$

		Ag (cm ²)	y (cm)	I (cm ⁴)
上フランジ	51 × 2.2	112.2	101.10	1146820
腹板	200 × 1.0	200		666667
下フランジ	51 × 2.2	112.2	101.10	1146820
		424.4		2960307

$$A_g \cdot y^2 = 112.2 \text{ cm} \times (101.10 \text{ cm})^2 = 1146820 \text{ cm}^4$$

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

$$A_g \cdot y^2 = 112.2 \text{ cm} \times (101.10 \text{ cm})^2 = 1146820 \text{ cm}^4$$

・断面係数 $W_c \cdot W_t$

y_c ; 中立軸

I ; 合計2次モーメント

$$W_c = W_t = \frac{I}{y_c} = \frac{2960307 \text{ cm}^4}{102.2 \text{ cm}^2} = 28966 \text{ cm}^3$$

・曲げ応力度 $\sigma \cdot t$

$$\sigma = t = \frac{M}{W_c} = \frac{39536100 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{28966 \text{ cm}^3} = 1365 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2 \quad \text{OK}$$

・抵抗モーメント M_r

$$\begin{aligned} M_r &= \sigma_a \cdot W_c = \sigma_t \cdot W_t \\ &= 1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 28966 \text{ cm}^3 \\ &= 40552400 \text{ kg f} \cdot \text{cm} \quad 406 \text{ t f} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

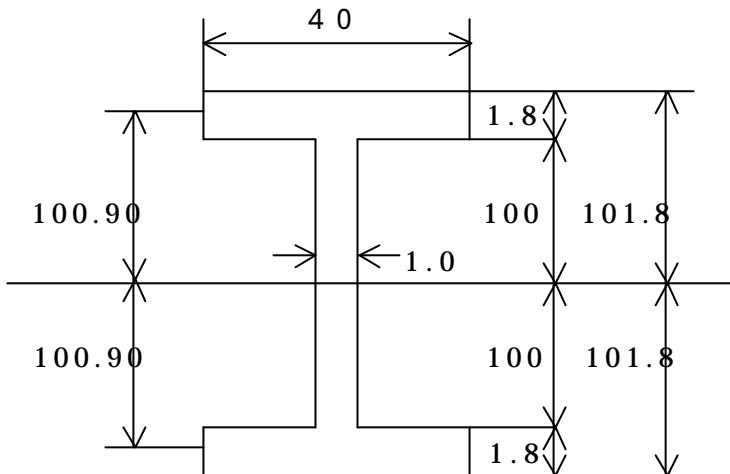
) 断面 (支点から 6.26 m のモーメント) ; $M = 287.574 \text{ t f} \cdot \text{m}$

上下フランジの概算断面積

$$A_c = A_t = \frac{M}{c_a \cdot h_w} - \frac{h_w \cdot h_w}{6}$$

$$= \frac{28757400 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 200 \text{ cm}} - \frac{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}}{6}$$

$$= 69.372 \text{ cm}^2$$



・中立軸から上縁・下縁までの距離
 $y_t = y_c = 101.8 \text{ cm}$

・断面 2 次モーメント I

$$A_g \cdot y^2 = 72.0 \text{ cm} (100.90 \text{ cm})^2$$

$$= 733018 \text{ cm}^4$$

$$\frac{b \cdot h^2}{12} = \frac{1.0 \text{ cm} \times (200 \text{ cm})^3}{12}$$

$$= 666667 \text{ cm}^4$$

$$A_g \cdot y^2 = 72.0 \text{ cm} (100.90 \text{ cm})^2$$

$$= 733018 \text{ cm}^4$$

		$A_g \text{ (cm}^2\text{)}$	$y \text{ (cm)}$	$I \text{ (cm}^4\text{)}$
上フランジ	40×1.8	72	100.90	733018
腹板	200×1.0	200		666667
下フランジ	40×1.8	72	100.90	733018
		344		2132703

・断面係数 $W_c \cdot W_t$

$$W_c = W_t = \frac{I}{y_c} = \frac{2132703 \text{ cm}^4}{100.9 \text{ cm}} = 21137 \text{ cm}^3$$

・曲げ応力度 $c \cdot t$

$$c = t = \frac{I}{W_c} = \frac{28757400 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{21137 \text{ cm}^3} = 1361 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

OK

・抵抗モーメント M_r

$$M_r = c_a \cdot W_c = t_a \cdot W_t = 1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 21137 \text{ cm}^3$$

$$= 29591800 \text{ kg f} \cdot \text{cm} \quad 296 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

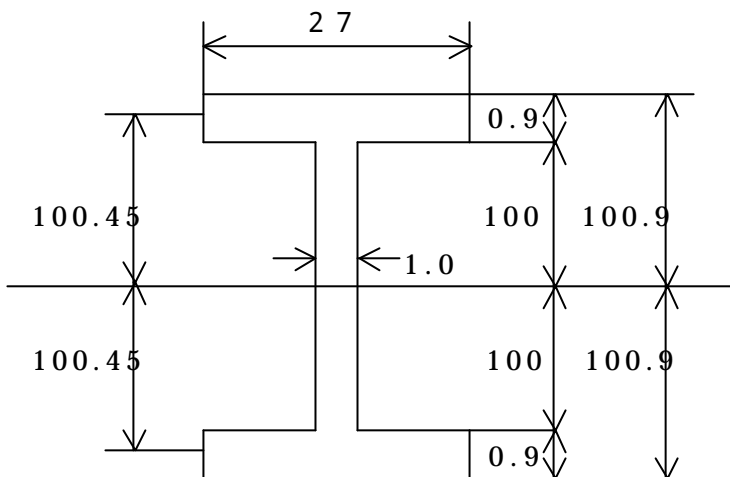
) 断面 (支点から 2.80m のモーメント) ; $M = 150.947 \text{ t f} \cdot \text{m}$

上下フランジの概算断面積

$$A_c = A_t = \frac{M}{c_a \cdot h_w} - \frac{h_w \cdot h_w}{6}$$

$$= \frac{15094700 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 200 \text{ cm}} - \frac{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}}{6}$$

$$= 20.576 \text{ cm}^2$$



・中立軸から上縁・下縁までの距離
 $y_t = y_c = 100.9 \text{ cm}$

・断面 2 次モーメント I

$$A_g \cdot y^2 = 24.3 \text{ cm} (100.45 \text{ cm})^2$$

$$= 245192 \text{ cm}^4$$

$$\frac{b \cdot h^2}{12} = \frac{1.0 \text{ cm} \times (200 \text{ cm})^3}{12}$$

$$= 666667 \text{ cm}^4$$

$$A_g \cdot y^2 = 24.3 \text{ cm} (100.45 \text{ cm})^2$$

$$= 245192 \text{ cm}^4$$

		$A_g (\text{cm}^2)$	$y (\text{cm})$	$I (\text{cm}^4)$
上フランジ	27×0.9	24.3	100.45	245192
腹板	200×1.0	200		666667
下フランジ	27×0.9	24.3	100.45	245192
		248.6		1157051

・断面係数 $W_c \cdot W_t$

$$W_c = W_t = \frac{I}{y_c} = \frac{1157051 \text{ cm}^4}{100.9 \text{ cm}^2} = 11467 \text{ cm}^3$$

・曲げ応力度 $c \cdot t$

$$c = t = \frac{I}{W_c} = \frac{15094700 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{11467 \text{ cm}^3} = 1316 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

OK

・抵抗モーメント M_r

$$M_r = c_a \cdot W_c = t_a \cdot W_t = 1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 11467 \text{ cm}^3$$

$$= 16053800 \text{ kg f} \cdot \text{cm} \quad 161 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

(2) 中桁

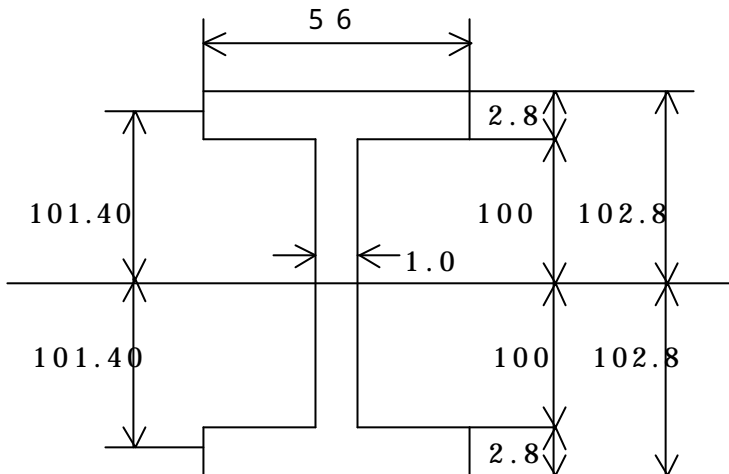
) 断面 (支点中央モーメント) ; $M = 525.273 \text{ t f} \cdot \text{m}$

上下フランジの概算断面積

$$A_c = A_t = \frac{M}{c_a \cdot h_w} - \frac{h_w \cdot h_w}{6}$$

$$= \frac{52527300 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 200 \text{ cm}} - \frac{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}}{6}$$

$$= 154.264 \text{ cm}^2$$



・中立軸から上縁・下縁までの距離
 $y_t = y_c = 102.8 \text{ cm}$

・断面2次モーメント I

$$A_g \cdot y^2 = 156.8 \text{ cm} (101.40 \text{ cm})^2$$

$$= 1612211 \text{ cm}^4$$

$$\frac{b \cdot h^2}{12} = \frac{1.0 \text{ cm} \times (200 \text{ cm})^3}{12}$$

$$= 666667 \text{ cm}^4$$

$$A_g \cdot y^2 = 156.8 \text{ cm} (101.40 \text{ cm})^2$$

$$= 1612211 \text{ cm}^4$$

		$A_g \text{ (cm}^2)$	$y \text{ (cm)}$	$I \text{ (cm}^4)$
上フランジ	56×2.8	156.8	101.40	1612211
腹板	200×1.0	200		666667
下フランジ	56×2.8	156.8	101.40	1612211
		513.6		3891089

・断面係数 $W_c \cdot W_t$

$$W_c = W_t = \frac{I}{y_c} = \frac{3891089 \text{ cm}^4}{102.8 \text{ cm}^2} = 37851 \text{ cm}^3$$

・曲げ応力度 $c \cdot t$

$$c = t = \frac{I}{W_c} = \frac{52527300 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{37851 \text{ cm}^3} = 1388 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

OK

・抵抗モーメント M_r

$$M_r = c_a \cdot W_c = t_a \cdot W_t = 1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 37851 \text{ cm}^3$$

$$= 52991400 \text{ kg f} \cdot \text{cm} = 530 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

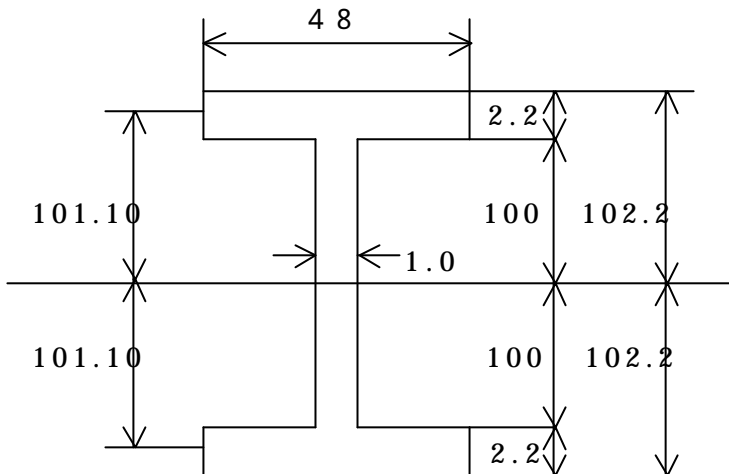
) 断面 (支点から 6.26 m のモーメント) ; $M = 382070 \text{ t f} \cdot \text{m}$

上下フランジの概算断面積

$$A_c = A_t = \frac{M}{c_a \cdot h_w} - \frac{h_w \cdot h_w}{6}$$

$$= \frac{382070000 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 200 \text{ cm}} - \frac{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}}{6}$$

$$= 103120 \text{ cm}^2$$



・中立軸から上縁・下縁までの距離
 $y_t = y_c = 102.2 \text{ cm}$

・断面 2 次モーメント I

$$A_g \cdot y^2 = 105.6 \text{ cm} (101.10 \text{ cm})^2$$

$$= 1079360 \text{ cm}^4$$

$$\frac{b \cdot h^2}{12} = \frac{1.0 \text{ cm} \times (200 \text{ cm})^3}{12}$$

$$= 666667 \text{ cm}^4$$

$$A_g \cdot y^2 = 105.6 \text{ cm} (101.10 \text{ cm})^2$$

$$= 1079360 \text{ cm}^4$$

		$A_g \text{ (cm}^2)$	$y \text{ (cm)}$	$I \text{ (cm}^4)$
上フランジ	48×2.2	105.6	101.10	1079360
腹板	200×1.0	200		666667
下フランジ	48×2.2	105.6	101.10	1079360
		411.2		2825387

・断面係数 $W_c \cdot W_t$

$$W_c = W_t = \frac{I}{y_c} = \frac{2825387 \text{ cm}^4}{102.2 \text{ cm}} = 27646 \text{ cm}^3$$

・曲げ応力度 $c \cdot t$

$$c = t = \frac{I}{W_c} = \frac{382070000 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{27646 \text{ cm}^3} = 1382 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

OK

・抵抗モーメント M_r

$$M_r = c_a \cdot W_c = t_a \cdot W_t = 1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 27646 \text{ cm}^3$$

$$= 38704400 \text{ kg f} \cdot \text{cm} \quad 387 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

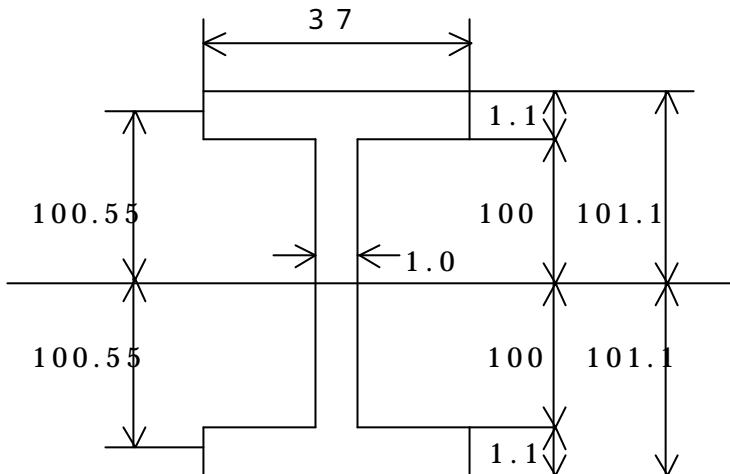
) 断面 (支点から 2.80m のモーメント) ; $M = 200.548 \text{ t f} \cdot \text{m}$

上下フランジの概算断面積

$$A_c = A_t = \frac{M}{c_a \cdot h_w} - \frac{h_w \cdot h_w}{6}$$

$$= \frac{20054800 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 200 \text{ cm}} - \frac{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}}{6}$$

$$= 38.291 \text{ cm}^2$$



・中立軸から上縁・下縁までの距離
 $y_t = y_c = 101.1 \text{ cm}$

・断面 2 次モーメント I

$$A_g \cdot y^2 = 40.7 \text{ cm} (100.55 \text{ cm})^2$$

$$= 411489 \text{ cm}^4$$

$$\frac{b \cdot h^2}{12} = \frac{1.0 \text{ cm} \times (200 \text{ cm})^3}{12}$$

$$= 666667 \text{ cm}^4$$

$$A_g \cdot y^2 = 40.7 \text{ cm} (100.55 \text{ cm})^2$$

$$= 411489 \text{ cm}^4$$

		$A_g (\text{cm}^2)$	$y (\text{cm})$	$I (\text{cm}^4)$
上フランジ	37×1.1	40.7	100.55	411489
腹板	200×1.0	200		666667
下フランジ	37×1.1	40.7	100.55	411489
		281.4		1489645

・断面係数 $W_c \cdot W_t$

$$W_c = W_t = \frac{I}{y_c} = \frac{1489645 \text{ cm}^4}{101.1 \text{ cm}} = 14734 \text{ cm}^3$$

・曲げ応力度 $c \cdot t$

$$c = t = \frac{I}{W_c} = \frac{20054800 \text{ kg f} \cdot \text{cm}}{14734 \text{ cm}^3} = 1361 \text{ kg f/cm}^2 < 1400 \text{ kg f/cm}^2$$

OK

・抵抗モーメント M_r

$$M_r = c_a \cdot W_c = t_a \cdot W_t = 1400 \text{ kg f/cm}^2 \times 14734 \text{ cm}^3$$

$$= 20627600 \text{ kg f} \cdot \text{cm} \quad 206 \text{ t f} \cdot \text{m}$$

3.3.2.合成応力度の照査

	2.80 m	3.46 m	6.84 m
	a	b	c
	断面	断面	断面
外桁	S = 64.028 t f = 0 kg f/cm ²	S = 52.258 t f = 1316 kg f/cm ²	S = 38.041 t f = 1361 kg f/cm ²
中桁	S = 64.028 t f = 0 kg f/cm ²	S = 52.258 t f = 1361 kg f/cm ²	S = 38.041 t f = 1382 kg f/cm ²

(1) 外桁

) a 断面

$$b = \frac{S}{A_w} = \frac{64028 \text{ kg f}}{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}} = 320 \text{ kg f/cm}^2 < 0.45 \cdot a = 360 \text{ kg f/cm}^2$$

┌ b ; せん断応力度 , S ; せん断力

└ A_w ; 腹板断面積 , a ; 許容せん断応力度 = 800 kg f/cm²

$$b = 0 \text{ kg f/cm}^2 < 0.45 \cdot a = 630 \text{ kg f/cm}^2$$

b ; 曲げ応力度 , a ; 許容曲げ応力度 = 1400 kg f/cm²

) b 断面

$$b = \frac{S}{A_w} = \frac{52258 \text{ kg f}}{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}} = 261 \text{ kg f/cm}^2 < 0.45 \cdot a = 360 \text{ kg f/cm}^2$$

$$b = 1316 \text{ kg f/cm}^2 > 0.45 \cdot a = 630 \text{ kg f/cm}^2$$

) c 断面

$$b = \frac{S}{A_w} = \frac{38041 \text{ kg f}}{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}} = 190 \text{ kg f/cm}^2 < 0.45 \cdot a = 360 \text{ kg f/cm}^2$$

$$b = 1361 \text{ kg f/cm}^2 > 0.45 \cdot a = 630 \text{ kg f/cm}^2$$

(2) 中桁

) a 断面

$$b = \frac{S}{A_w} = \frac{85735 \text{ kg f}}{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}} = 429 \text{ kg f/cm}^2 > 0.45 \cdot a = 360 \text{ kg f/cm}^2$$

$$b = 0 \text{ kg f/cm}^2 < 0.45 \cdot a = 630 \text{ kg f/cm}^2$$

) b 断面

$$b = \frac{S}{A_w} = \frac{70305 \text{ kg f}}{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}} = 352 \text{ kg f/cm}^2 < 0.45 \cdot a = 360 \text{ kg f/cm}^2$$

$$b = 1361 \text{ kg f/cm}^2 > 0.45 \cdot a = 630 \text{ kg f/cm}^2$$

) c 断面

$$b = \frac{S}{A_w} = \frac{51733 \text{ kg f}}{200 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}} = 259 \text{ kg f/cm}^2 < 0.45 \cdot a = 360 \text{ kg f/cm}^2$$

$$b = 1382 \text{ kg f/cm}^2 > 0.45 \cdot a = 630 \text{ kg f/cm}^2$$

3.4. 仮定鋼重と実鋼重との比較

$$\begin{aligned} \text{仮定鋼重} &= 6.56 l + 34.4 && (l ; \text{支間}) \\ &= 6.56 \times 26.2 \text{ m} + 34.4 \\ &= 206.272 \text{ kg f/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{実鋼重} = \frac{7850 \text{ kg f/m}^3 \times V \times (\text{体積}) \text{ m}^3}{(\text{橋長}) \text{ m} \times (\text{幅員}) \text{ m}} \quad (V = 1.35 \sim 1.40)$$

	2.80 m	3.46 m	6.84 m
	CL		
	a	b	c
	断面		
外桁	面積 $248.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	面積 $344.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	面積 $420.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
	体積 $(248.6 \times 10^{-4}) \times 2.80 \text{ m}$	体積 $(344.0 \times 10^{-4}) \times 3.46 \text{ m}$	体積 $(420.0 \times 10^{-4}) \times 6.84 \text{ m}$
	$= 696.080 \times 10^{-4} \text{ m}^3$	$= 1190.240 \times 10^{-4} \text{ m}^3$	$= 2872.800 \times 10^{-4} \text{ m}^3$
中桁	面積 $281.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	面積 $411.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	面積 $513.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
	体積 $(281.4 \times 10^{-4}) \times 2.80 \text{ m}$	体積 $(411.2 \times 10^{-4}) \times 3.46 \text{ m}$	体積 $(513.6 \times 10^{-4}) \times 6.84 \text{ m}$
	$= 787.920 \times 10^{-4} \text{ m}^3$	$= 1422.752 \times 10^{-4} \text{ m}^3$	$= 3513.024 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

・外桁体積 合計

$$(696.080 + 1190.240 + 2872.800) \text{ m}^3 \times 10^{-4} \times 2 \text{ 倍} \times 2 \text{ 本} = 1.904 \text{ m}^3$$

・中桁体積 合計

$$(787.920 + 1422.752 + 3513.024) \text{ m}^3 \times 10^{-4} \times 2 \text{ 倍} \times 2 \text{ 本} = 1.145 \text{ m}^3$$

$$\text{全体積} = 3.049 \text{ m}^3$$

$$\text{実鋼重} = \frac{7850 \text{ kg f/m}^3 \times 1.45 \times 3.049 \text{ m}^3}{27.0 \text{ m} \times 6.5 \text{ m}} = 197.751 \text{ kg f/m}^2$$

$$\frac{|\text{実鋼重} - \text{仮定鋼重}|}{\text{実鋼重}} \times 100 = \frac{|197.751 \text{ kg f/m}^2 - 206.272 \text{ kg f/m}^2|}{197.751 \text{ kg f/m}^2} \times 100 = 4.31\% \quad 5\%$$

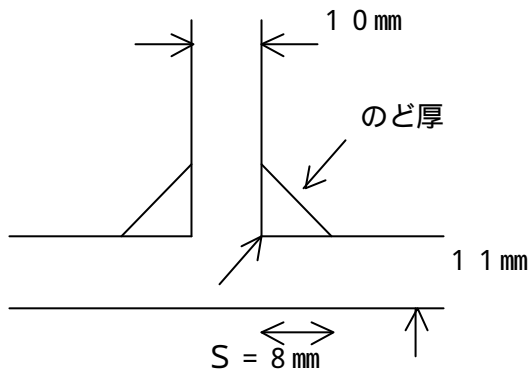
3.5. フランジと腹板のすみ肉溶接の検討

フランジと腹板のすみ肉サイズは次式を満足しなければならない。

$$t_1 > S \sqrt{2 t_2} \quad \left\{ \begin{array}{l} S ; \text{すみ肉サイズ (mm)} \quad (= 6 \text{ mm以上}) \\ t_1 ; \text{薄いほうの母材の長さ (mm)} \\ t_2 ; \text{厚いほうの} \quad \text{"} \quad \text{(mm)} \end{array} \right.$$

- ・使用フランジ板厚の最大寸法 28 mm (中桁断面)

腹板の板厚 10 mm



- ・必要すみ肉サイズ

$$10 > S \sqrt{2 \times 28} = 7.48 \text{ mm}$$

よって、必要すみ肉サイズは

- ・すみ肉の応力の検討

溶接部の応力については、せん断力の大きい中桁の支点部 (断面) で次式によって検討する。

$$\frac{S \cdot Q}{I} = \frac{1}{a} \quad \left\{ \begin{array}{l} S ; \text{せん断力 (kg f)} \\ Q ; \text{溶接部より上部断面の} \\ \quad \quad \quad \text{中立軸に関する断面 1 次モーメント (cm}^2\text{)} \\ I ; \text{断面 2 次モーメント (cm}^4\text{)} \\ a ; \text{のど厚の合計 (cm)} \end{array} \right.$$

- ・中桁支点部の使用すみ肉サイズ

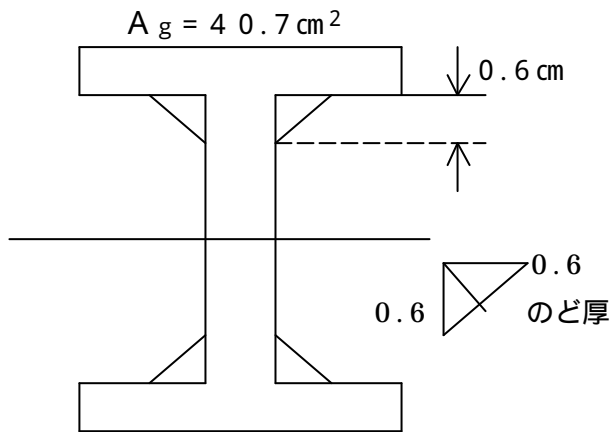
$$t_1 = 10 \text{ mm} \quad (\text{腹板厚})$$

$$t_2 = 11 \text{ mm} \quad (\text{フランジ板厚})$$

$$10 > S \sqrt{2 \times 11} = 4.69 \text{ mm}$$

よって、必要すみ肉サイズは

$$S = 6 \text{ mm} \quad \text{とする。}$$



$$a = \frac{0.6}{2} \times 2 = 0.849 \text{ cm}$$

$$Q = 100.55 \text{ cm} \times 40.7 \text{ cm}^2$$

$$= 4092 \text{ cm}^3$$

$$I = 1489645 \text{ cm}^4$$

$$S = 85735 \text{ kg f}$$

$$= \frac{85735 \text{ kg f} \times 4092 \text{ cm}^2}{1489645 \text{ cm}^4} \times \frac{1}{0.849 \text{ cm}^2}$$

$$= 277 \text{ kg f/cm}^2 < a = 800 \text{ kg f/cm}^2$$