

## 2. 6. 3 一般区域に建つ鉄骨造の堆肥舎

### 8-1. 一般事項

#### 1-1 建築概要

|      |   |  |
|------|---|--|
| 建築場所 | ; | 北海道紋別市 (市街化区域外)                                  |
| 用途   | ; | 堆肥舎  |
| 規模   | ; | 延床面積 : 324.00㎡                                   |
|      |   | 建築面積 : 324.00㎡                                   |
|      |   | 階数 : 地上1階 (平屋建)                                  |
|      |   | 軒高 : 4.00m                                       |
|      |   | 最高高さ : 7.35m                                     |
|      |   | 平均高さ : 5.68m                                     |
|      |   | 最大柱間隔 : 12.00m                                   |
| 構造概要 | ; | 構造種別 : 鉄骨造                                       |
|      |   | 骨組形式 : タイバー及び方杖付アーチ形ラーメン (Y方向)<br>ブレース均等配置 (X方向) |
|      |   | 基礎種別 : 直接基礎                                      |
| 仕上概要 | ; | 屋根 : フッ素系フィルム                                    |
|      |   | 外壁 : フッ素系フィルム                                    |
|      |   | 腰壁 : コンクリートブロック積                                 |
|      |   | 床 : 土間コンクリート押さえ                                  |
| 略図   | ; | 別紙参照   |

#### 1-2 設計方針

##### (1) 準拠基準・指針及び参考文献

- ・建築基準法・同施行令
- ・畜舎関連告示・同解説
- ・鋼構造設計規準

##### (2) 構造計画

- ・平成14年国土交通省告示第474号に定める「特定畜舎等建築物」に該当する堆肥舎として計算を行う。
- ・柱脚はピンとする。
- ・壁ブレースの水平力負担は、地震力に対しては均一、風圧力に対しては最も妻面に近い各2構面のみで負担するものとする。(X方向)
- ・妻面の架構は、壁を有する時一般部より高い水平剛性を持つが、ここでは、その評価をしないでY方向水平剪断力の分布は、各架構共通として算定する。
- ・基礎は連続基礎とし、堆肥擁壁基礎を兼用する。

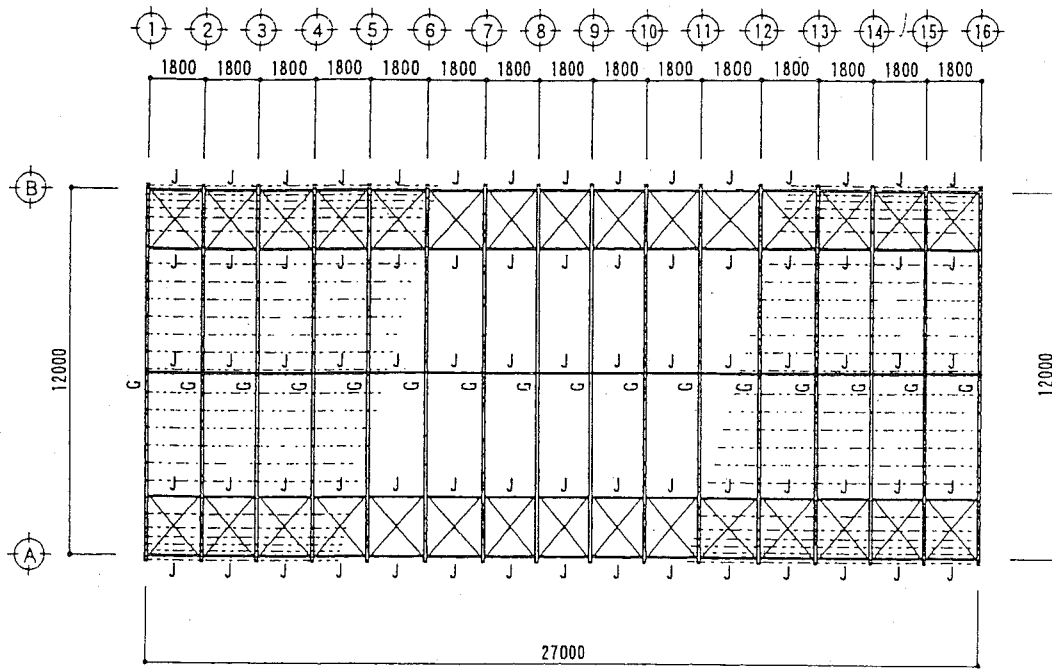
#### 1-3 使用材料及び許容応力度

##### (1) 使用材料

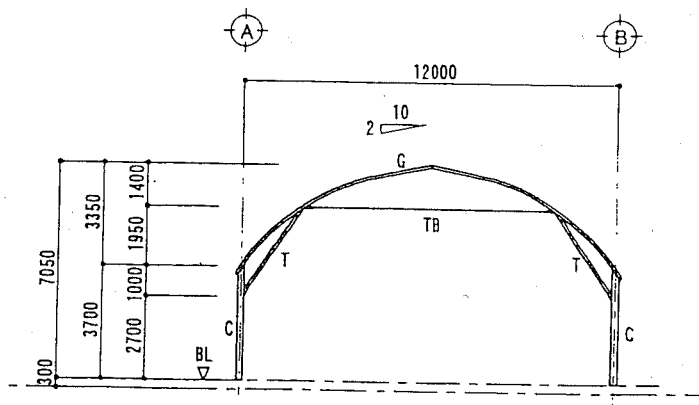
|        |   |                                     |
|--------|---|-------------------------------------|
| コンクリート | : | Fc=18N                              |
| 鉄筋     | : | SD295A (D10~D16)<br>SD345 (D19~D25) |
| 鋼材     | : | SS400<br>SSC400                     |
| 木材     | : | すぎ (母屋、胴縁)                          |

##### (2) 許容応力度

(省略)



梁 伏 圖



梁 間 方 向 軸 組 圖

## § 2. 準備計算

### 2-1 仮定荷重及び外力

#### (1) 固定荷重 G

|     |          |     |   |                      |
|-----|----------|-----|---|----------------------|
| 屋 根 | フッ素系フィルム | 20  | } | 370 N/m <sup>2</sup> |
|     | 母屋       | 150 |   |                      |
|     | 大梁 ブレース等 | 200 |   |                      |
| 外 壁 | フッ素系フィルム | 20  | } | 370 N/m <sup>2</sup> |
|     | 胴縁       | 150 |   |                      |
|     | 柱 ブレース等  | 200 |   |                      |

#### (2) 積雪荷重 S

特定畜舎等建築物による積雪荷重を採用

$$S = \gamma \cdot d \cdot R_s \cdot \mu_b = 20 \cdot 65 \cdot 0.78 \cdot 0.72 = 731 \text{ N/m}^2$$

S : 屋根の積雪荷重

$\gamma$  : 積雪の単位荷重 = 20 N/m<sup>2</sup>/cm (多雪区域以外)

d : 垂直積雪量 = 65 cm (告示第474号の別表による)

$R_s$  : 特定畜舎等建築物の種類に応じた換算係数 = 0.78 (堆肥舎)

$\mu_b$  : 1月と2月の冬季平均風速に応じた係数 = 0.72 (V=3.8m/s)

本建物は告示第474号第2項第2号に該当するものとして S = 600 N/m<sup>2</sup>を採用

#### (3) 風荷重 W

$$q = 0.6 \cdot E \cdot V_o^2 = 0.6 \cdot 1.256 \cdot 27.2^2 = 558 \text{ N/m}^2$$

q : 速度圧

$V_o$  : 基準風速 = 0.85 \* 32 = 27.2 m/s (堆肥舎の低減率 = 0.85)

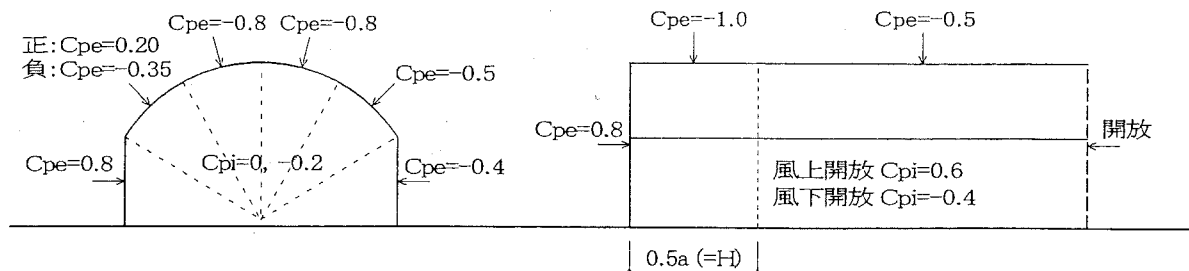
H : 建物高さとの軒の高さとの平均 = 5.675 m

(軒の高さ = 4.000 m, 建物高さ = 7.350 m)

$E = E_r^2 \cdot G_f = 1.256$   $H > Z_b$   $E_r = 1.7 \cdot (H/Z_G)^\alpha = 0.709$   $G_f = 2.50$

| 地表面<br>粗度区分 | $Z_b$<br>(m) | $Z_G$<br>(m) | $\alpha$ | $G_f$       |               |             |
|-------------|--------------|--------------|----------|-------------|---------------|-------------|
|             |              |              |          | $H \leq 10$ | $10 < H < 40$ | $H \geq 40$ |
| III         | 3            | 450          | 0.20     | 2.5         | 直線補間          | 2.1         |

風力係数 (告示第1454号による)



#### (4) 地震荷重 K

$$\text{層せん断力 } Q_i = C_i \cdot \sum_{j=1}^N W_j \quad \text{層せん断力係数 } C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$$

Z : 地域係数 = 0.8 (北海道紋別市)

$R_t$  : 固有周期 = 1.00

h = 5.675 m

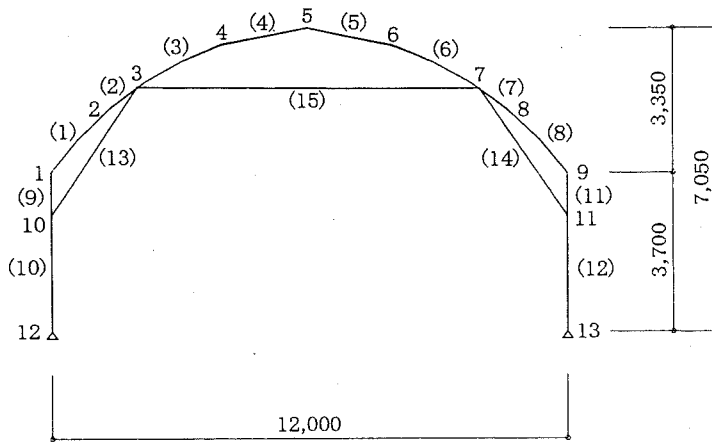
T = (0.02 + 0.01 $\alpha$ ) · h = 0.170 < T<sub>c</sub> = 0.6 秒 (第2種地盤)

$A_i$  : 層せん断力分布係数 = 1 + (1/√ $\alpha_i$  -  $\alpha_i$ ) · 2T / (1 + 3T)

$C_o$  : 標準層せん断力係数 1次設計用  $C_o = 0.20$

### § 3. 主ラーメンの設計

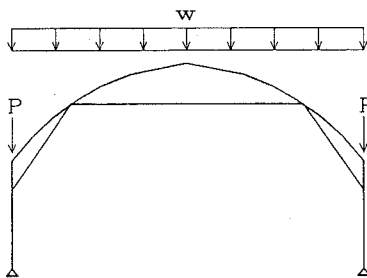
#### 3-1 節点座標及び節点・部材番号



仮定断面

大梁  $\bigcirc - 101.6 \phi \times 3.2$   
 柱  $H - 200 \times 100 \times 5.5 \times 8$   
 方杖  $2C - 75 \times 45 \times 15 \times 1.6$   
 タイバー 1-16  $\phi$  (丸鋼)

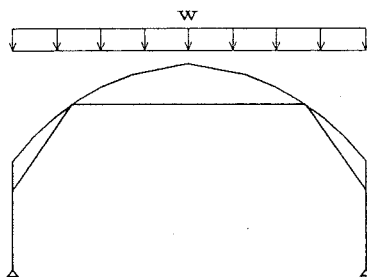
#### 3-2 作用荷重



1) 固定荷重 G

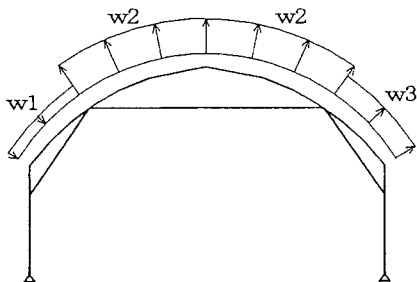
$$w = 0.37 * 1.80 = 0.67 \text{ kN/m}$$

$$P = 0.30 * 3.70 = 1.11 \text{ kN (柱自重)}$$



2) 積雪荷重 S

$$w = 0.60 * 1.80 = 1.08 \text{ kN/m}$$

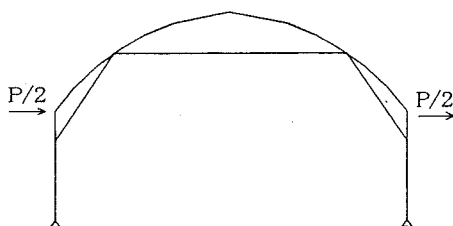


3) 風荷重 W

$$w1 = 0.558 * 0.20 * 1.80 = 0.20 \text{ kN/m}$$

$$w2 = -0.558 * 0.80 * 1.80 = -0.80 \text{ kN/m}$$

$$w3 = -0.558 * 0.50 * 1.80 = -0.50 \text{ kN/m}$$

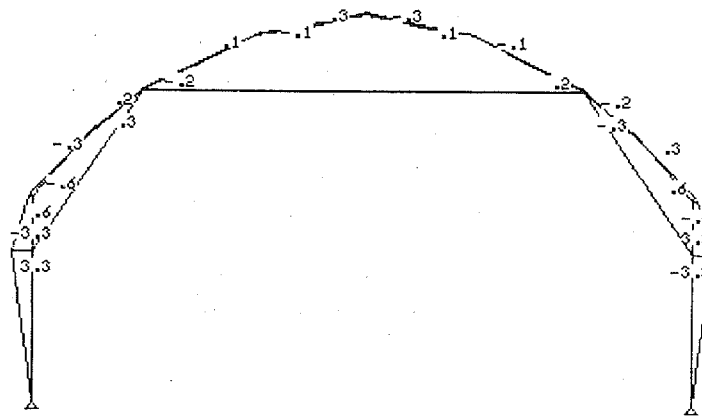


4) 地震荷重 K

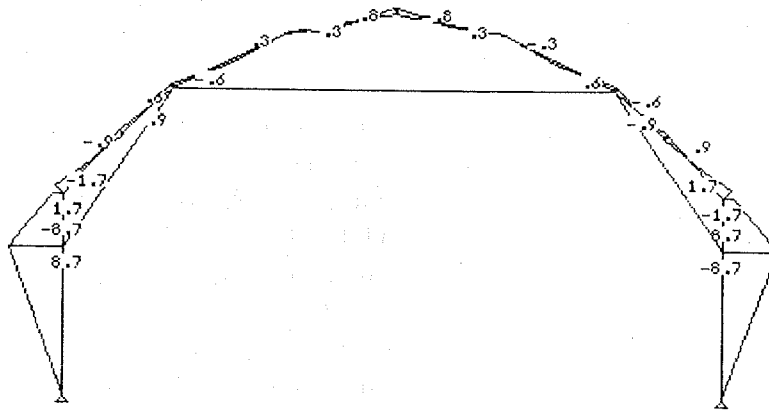
$$\begin{aligned} \text{屋根} &= 0.37 * 1.80 * 12.00 = 7.99 \text{ kN} \\ \text{柱} &= 0.30 * 1.85 * 2 = 1.11 \text{ kN} \\ \text{積雪} &= 0.60 * 1.80 * 12.00 = 12.96 \text{ kN} \\ \hline W &= 22.06 \\ P &= 0.8 * 22.06 * 0.20 = 3.53 \text{ kN} \\ P/2 &= 3.53 / 2 = 1.76 \text{ kN} \end{aligned}$$

3-3 主ラーメン応力 (M図 kN・m)

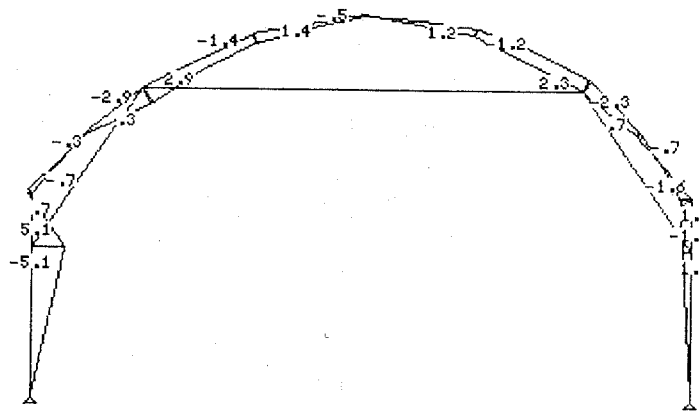
長期 G



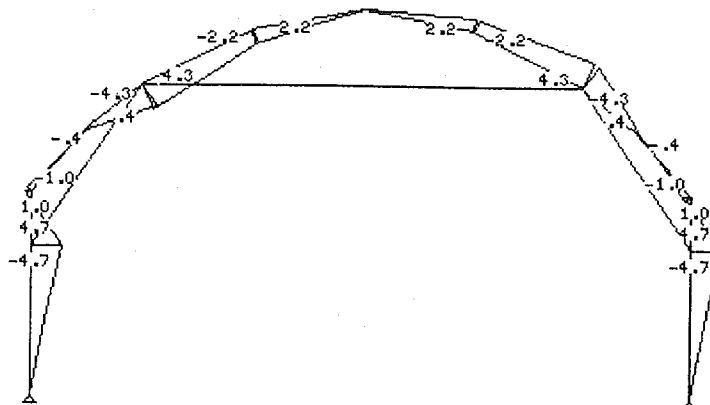
長期 G+S



風荷重 W



地震荷重 K



### 3-4 梁の設計

| 符号 | 部材番号 | 応力種別  | 長期    |       | 風圧時<br>W | 地震時<br>K | 短期    |       |
|----|------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|
|    |      |       | G     | G+S   |          |          | G+S+W | G+S+K |
| G  | 6    | M kNm | 0.25  | 0.65  | 2.28     | 4.34     | 2.93  | 4.99  |
|    |      | Q kN  | -0.66 | -1.73 | -1.37    | -0.97    | -3.10 | -2.70 |

|  |
|--|
| 設計応力<br>短期 G+S+K<br>M = 499 kN・cm<br>Q = 2.70 kN |
|--|

use  $\bigcirc-114.3\phi\times 3.2$

$$Z_x = 30.2 \text{ cm}^3 \quad \text{sfb} = 23.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_b = 499 / 30.2 = 16.52 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_b/\text{fb} = 0.70 < 1.0 \quad \text{OK}$$

### 3-5 柱の設計

| 符号 | 部材番号 | 応力種別  | 長期    |        | 風圧時<br>W | 地震時<br>K | 短期    |        |
|----|------|-------|-------|--------|----------|----------|-------|--------|
|    |      |       | G     | G+S    |          |          | G+S+W | G+S+K  |
| C  | 12   | M kNm | -3.32 | -8.67  | 1.35     | -4.75    | -7.32 | -13.42 |
|    |      | N kN  | -5.13 | -11.62 | 3.52     | -1.14    | -8.10 | -12.76 |

|   |
|---|
| 設計応力<br>短期 G+S+K<br>M = 1342 kN・cm<br>Nc = 12.76 kN |
|---|

use H-200×100×5.5×8

$$Z_x = 181 \text{ cm}^3 \quad i_b = 2.63 \text{ cm} \quad l_b = 370.0 \text{ cm}$$

$$\lambda = 140.7 \quad M_2/M_1 = 0.00 \quad C = 1.75$$

$$\text{sfb}_1 = \{1 - 0.4 * (\lambda^2 / C \Lambda^2)\} * \text{ft} = 16.1 \text{ kN/cm}^2$$

$$A = 26.67 \text{ cm}^2 \quad i_y = 2.24 \text{ cm} \quad l_{ky} = 370.0 \text{ cm}$$

$$\lambda = 165.2 \quad \text{sfc} = 5.15 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_b = 1342 / 181 = 7.41 \text{ kN/cm}^2 \quad \sigma_c = 12.76 / 26.67 = 0.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_b/\text{fb} + \sigma_c/\text{fc} = 0.46 + 0.09 = 0.55 < 1.0 \quad \text{OK}$$

### 3-6 方杖の設計

| 符号 | 部材番号 | 応力種別 | 長期    |        | 風圧時<br>W | 地震時<br>K | 短期    |        |
|----|------|------|-------|--------|----------|----------|-------|--------|
|    |      |      | G     | G+S    |          |          | G+S+W | G+S+K  |
| T  | 14   | N kN | -6.98 | -18.23 | 13.66    | -13.46   | -4.57 | -31.69 |

|                                   |
|-----------------------------------|
| 設計応力<br>短期 G+S+K<br>Nc = 31.69 kN |
|-----------------------------------|

use 2C-75×45×20×1.6

$$A = 5.904 \text{ cm}^2 \quad i_y = 2.43 \text{ cm} \quad l_{ky} = 356.0 \text{ cm}$$

$$\lambda = 146.5 \quad \text{sfc} = 6.55 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_c = 31.69 / 5.90 = 5.37 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_c/\text{fc} = 0.82 < 1.0 \quad \text{OK}$$

### 3-7 タイバーの設計

| 符号 | 部材番号 | 応力種別 | 長期   |      | 風圧時<br>W | 地震時<br>K | 短期    |       |
|----|------|------|------|------|----------|----------|-------|-------|
|    |      |      | G    | G+S  |          |          | G+S+W | G+S+K |
| TB | 15   | N kN | 2.65 | 6.92 | -2.68    | 0.00     | 4.24  | 6.92  |

|                                |
|--------------------------------|
| 設計応力<br>長期 G+S<br>Nt = 6.92 kN |
|--------------------------------|

use 1-16φ (丸鋼)

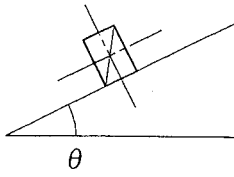
$$A = 2.01 \text{ cm}^2 \quad \text{ft} = 15.7 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_c = 6.92 / 2.01 = 3.44 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_c/\text{ft} = 0.22 < 1.0 \quad \text{OK}$$

## § 4. 二次部材設計

### 4-1 母屋



$$\begin{aligned}
 L &= 1.80 \text{ m} & @ &= 0.45 \text{ m} & \text{連続梁} \\
 \text{屋根勾配 } 10/10 & \sin \theta = 0.7071 & \cos \theta &= 0.7071 \\
 \text{長期 } G+S & w_0 = 0.17 + 0.60 = 0.770 \text{ kN/m}^2 \\
 w_x &= 770 * 0.45 * \cos \theta = 245.0 \text{ N/m} \\
 w_y &= 770 * 0.45 * \sin \theta = 245.0 \text{ N/m} \\
 M_x &= 245.0 * 1.80^2 / 8 = 99.2 \text{ Nm} \\
 M_y &= 245.0 * 1.80^2 / 8 = 99.2 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

use (すぎ) 60×60

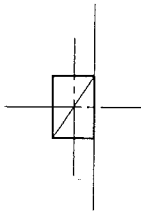
$$\begin{aligned}
 Z_x &= 36.0 \text{ cm}^3 & Z_y &= 36.0 \text{ cm}^3 & f_b &= 740 \text{ N/cm}^2 \\
 I_x &= 108.0 \text{ cm}^4 & I_y &= 108.0 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bx} + \sigma_{by} &= 9920 / 36.0 + 9920 / 36.0 = 551 \text{ N/cm}^2 \\
 (\sigma_{bx} + \sigma_{by}) / f_b &= 0.74 < 1.0 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

たわみの検討

$$\begin{aligned}
 \delta_x &= w_x * L^4 / (185 * E * I) = 0.188 \text{ cm} \\
 \delta_y &= w_y * L^4 / (185 * E * I) = 0.188 \text{ cm} \\
 \delta &= \sqrt{(\delta_x^2 + \delta_y^2)} = 0.266 \text{ cm} & \delta / L &= 1 / 677 < 1/250 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

### 4-2 胴縁



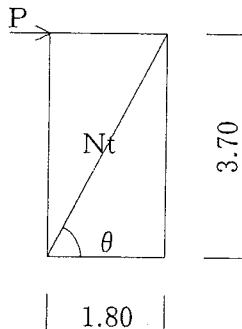
$$\begin{aligned}
 L &= 1.50 \text{ m} & @ &= 0.60 \text{ m} & \text{連続梁} \\
 \text{短期 } G+W & q * C_f = 0.558 * (0.8 + 0.4) = 0.670 \text{ kN/m}^2 \\
 w_x &= 670 * 0.60 = 402.0 \text{ N/m} \\
 w_y &= 170 * 0.60 = 102.0 \text{ N/m} \\
 M_x &= 402.0 * 1.50^2 / 8 = 113.1 \text{ Nm} \\
 M_y &= 102.0 * 1.50^2 / 8 = 28.7 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

use (すぎ) 60×45

$$\begin{aligned}
 Z_x &= 20.3 \text{ cm}^3 & Z_y &= 27.0 \text{ cm}^3 & f_b &= 740 \text{ N/cm}^2 \\
 I_x &= 45.6 \text{ cm}^4 & I_y &= 81.0 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bx} + \sigma_{by} &= 11310 / 20.3 + 2870 / 27.0 = 665 \text{ N/cm}^2 \\
 (\sigma_{bx} + \sigma_{by}) / f_b &= 0.45 < 1.0 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

### 4-3 ブレース



地震荷重

$$\begin{aligned}
 \text{屋根} &= (0.37 + 0.60) * 6.0 * 27.0 = 157.1 \text{ kN} \\
 \text{外壁・柱} &= (0.37 * 6.0 * 3.35 / 2) + (0.25 * 1.85 * 16) = 11.1 \text{ kN} \\
 Q_i &= (157.1 + 11.1) * 0.20 * 0.8 * 1.5 = 40.4 \text{ kN} \quad (\text{応力割増し} = 1.5)
 \end{aligned}$$

風荷重

$$Q_i = 0.548 * 1.2 * 6.0 * 3.35 / 2 = 6.6 \text{ kN} < \text{地震荷重}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 40.4 / 5 \text{ 構面} = 8.1 \text{ kN} & \cos \theta &= 0.4375 \\
 N_t &= 8.1 / \cos \theta = 18.5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

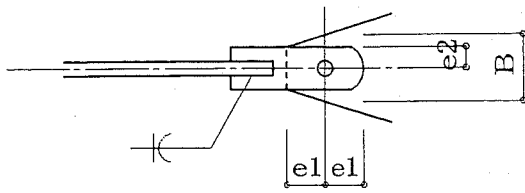
use 1-13φ TB

$$AB = 1.33 \quad ft = 11.7 * 1.5 = 17.6$$

$$\sigma_t = 18.5 / 1.33 = 13.88 \quad \sigma_t / ft = 0.79 < 1.0 \quad \text{OK}$$

ブレース端部・接合部の破断防止検討

size 1-13 φ TB



接合部

ボルト : 1-M12

端部PL : FB-4.5 e1 = 35 mm

e2 = 19 mm

ガセットPL : GPL-6 B = 60 mm

$$A_j \cdot \sigma_u \geq 1.2 \cdot A_g \cdot F$$

$$1.2 \cdot A_g \cdot F = 1.2 \cdot 1.33 \cdot 23.5 = 37.5 \text{ kN}$$

① 軸部で破断する場合

$$A_j \cdot \sigma_u = (A_g - A_d) \cdot \sigma_u$$

$$= 1.33 \cdot 0.75 \cdot 40.0 = 39.9 \text{ kN} > 1.2 \cdot A_g \cdot F \quad \text{OK}$$

② 接合ファスナーで破断する場合

$$A_j \cdot \sigma_u = n \cdot m \cdot A_f \cdot \sigma_u$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot 1.13 \cdot 40.0 = 45.2 \text{ kN} > 1.2 \cdot A_g \cdot F \quad \text{OK}$$

③ ファスナーのはしあき部分で破断する場合

$$A_j \cdot \sigma_u = n \cdot b_e \cdot t_b \cdot \sigma_u$$

$$= 1 \cdot 3.5 \cdot 0.45 \cdot 40.0 = 63.0 \text{ kN} > 1.2 \cdot A_g \cdot F \quad \text{OK}$$

④ ガセットプレートの破断による場合

$$A_j \cdot \sigma_u = (B_g \cdot t_g - A_d) \cdot \sigma_u$$

$$= (6.0 \cdot 0.6 - 1.4 \cdot 0.6) \cdot 40.0 = 110.4 \text{ kN} > 1.2 \cdot A_g \cdot F \quad \text{OK}$$

⑤ 溶接部で破断する場合

$$L_b = 4.0 \text{ cm} \quad \text{溶接ビード幅 } k = 6 \text{ mm} \quad \text{サイズ } s = 0.7 \cdot k = 4.2 \text{ mm}$$

$$L_e = 4.0 - 0.6 \cdot 2 = 2.8 \text{ cm}$$

$$A_j \cdot \sigma_u = 1/\sqrt{3} \cdot \sum 0.7s \cdot L_e \cdot \sigma_u$$

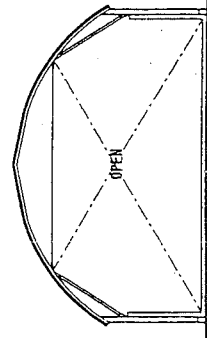
$$= 1/\sqrt{3} \cdot 3 \cdot 0.7 \cdot 0.42 \cdot 2 \cdot 2.8 \cdot 40.0 = 38.0 \text{ kN} > 1.2 \cdot A_g \cdot F \quad \text{OK}$$

§ 5. 基礎の設計

(省略)

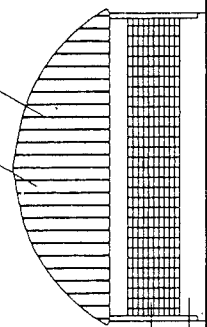


屋根：Fクリーン  
壁：フツ系フォーム  
ピニベット 8500



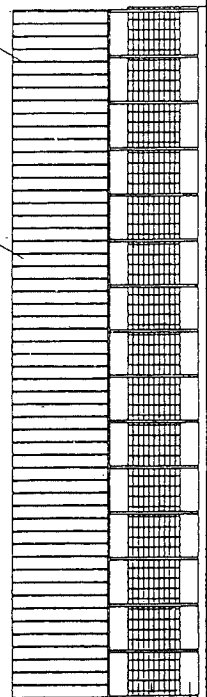
立面図

屋根：Fクリーン  
壁：フツ系フォーム  
ピニベット 8500



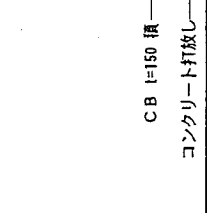
立面図

C.B t=150 横  
コンクリート打放し

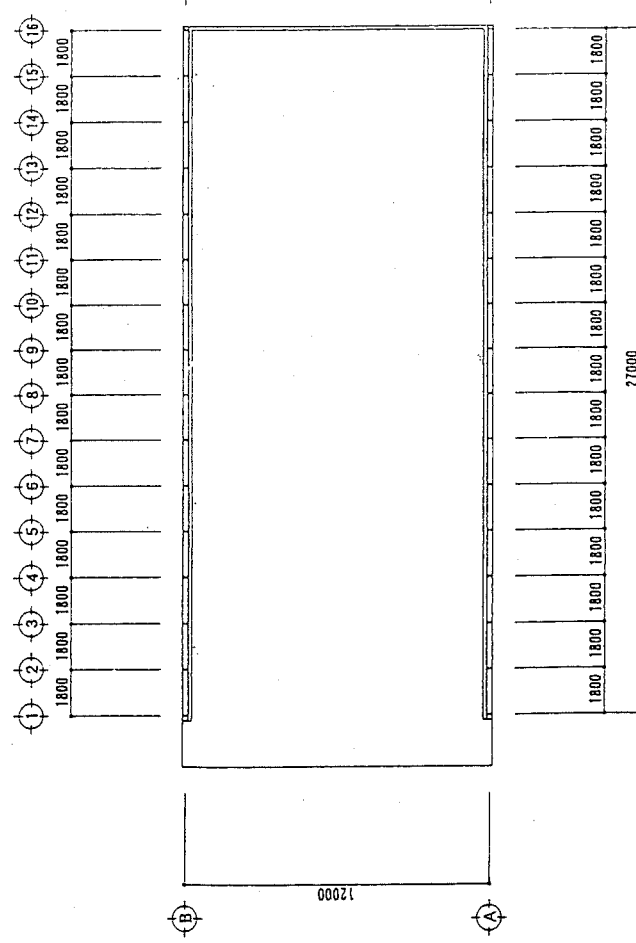


立面図

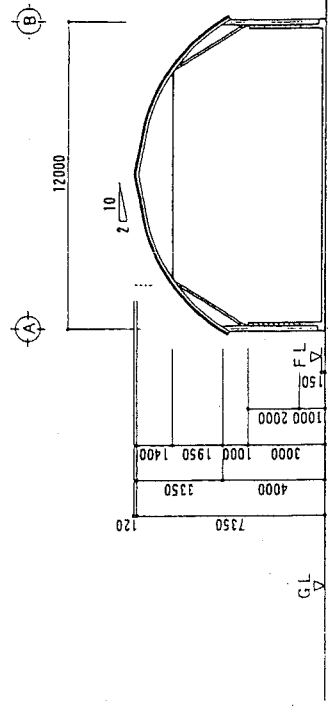
C.B t=150 横  
コンクリート打放し



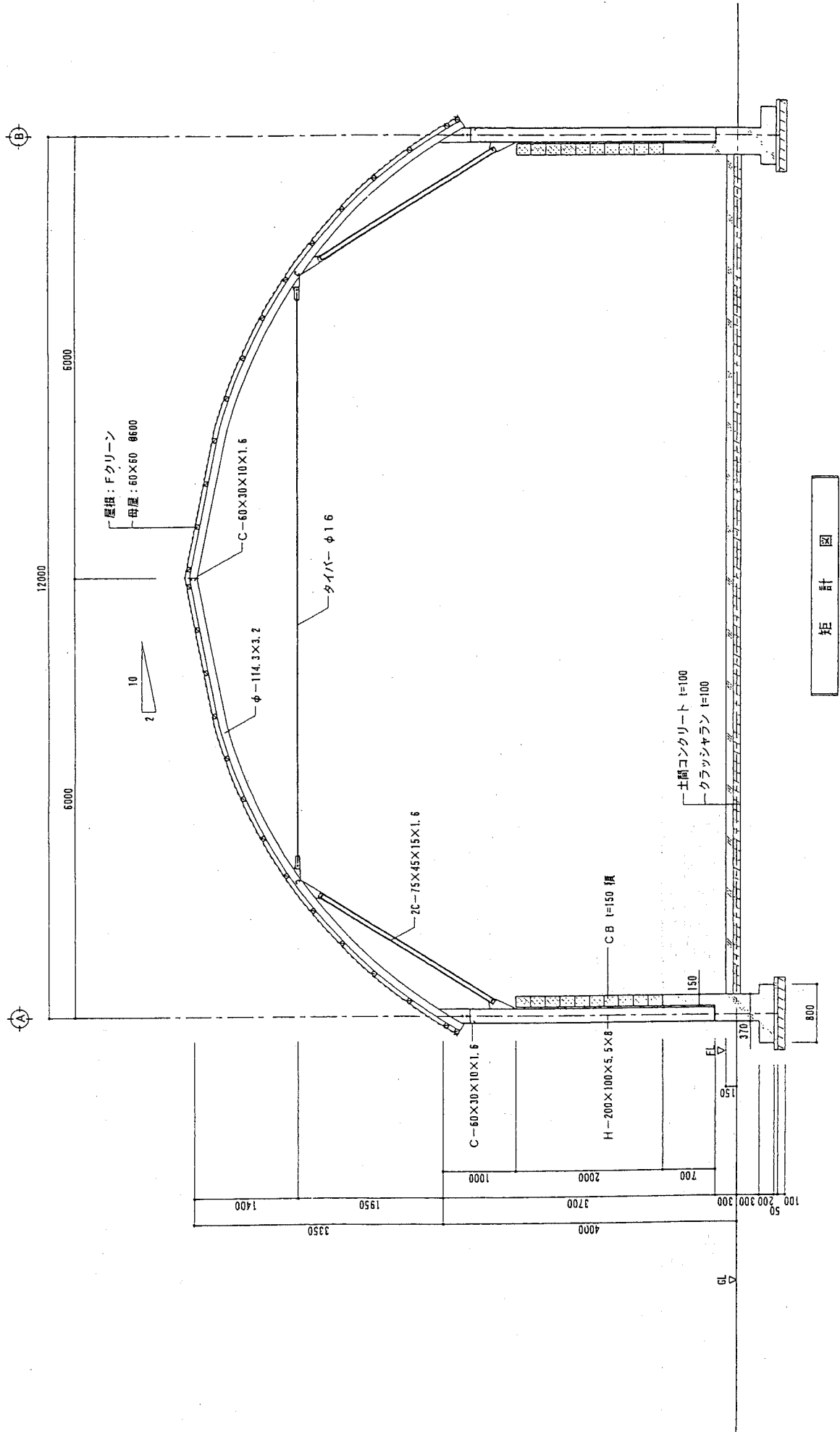
立面図



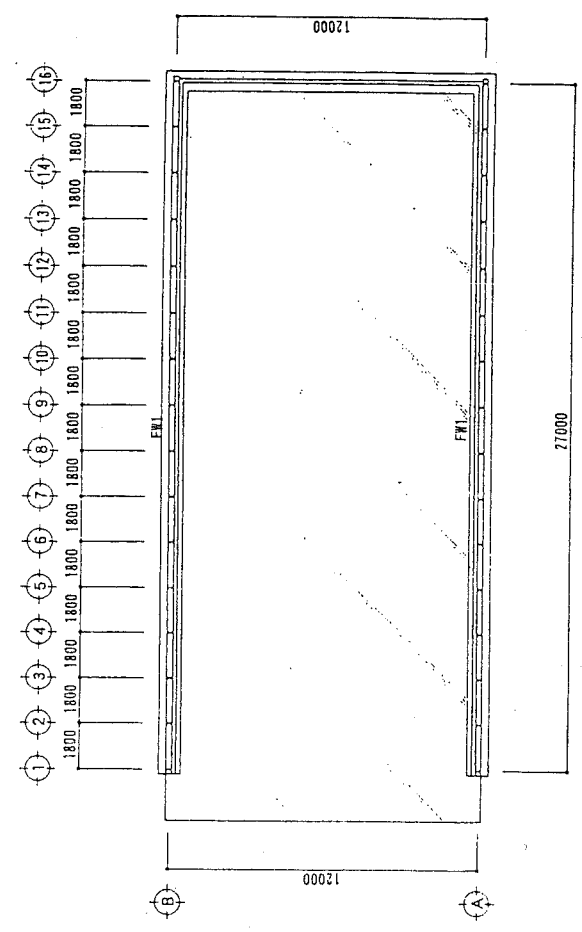
平面図



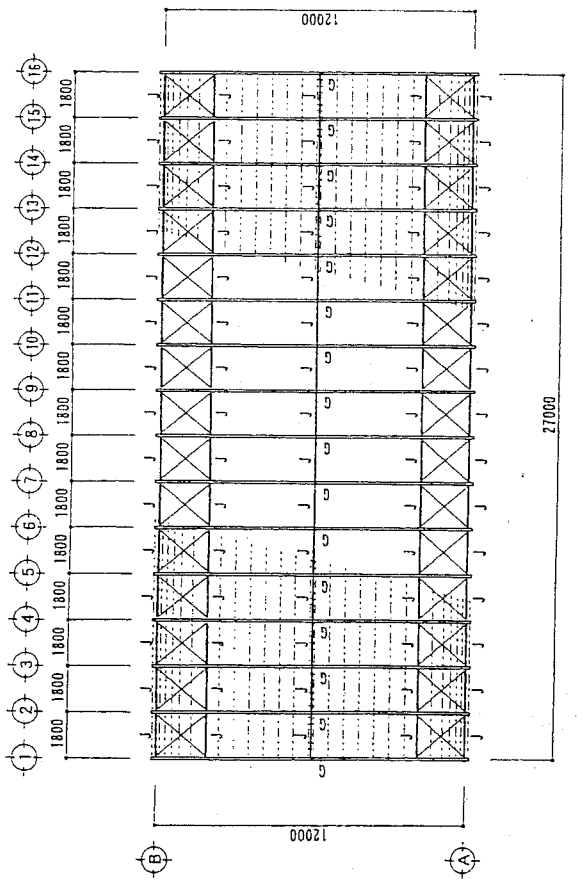
断面図



矩 計 図

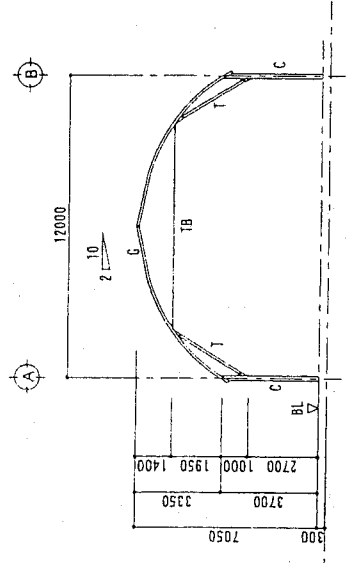


基礎伏図

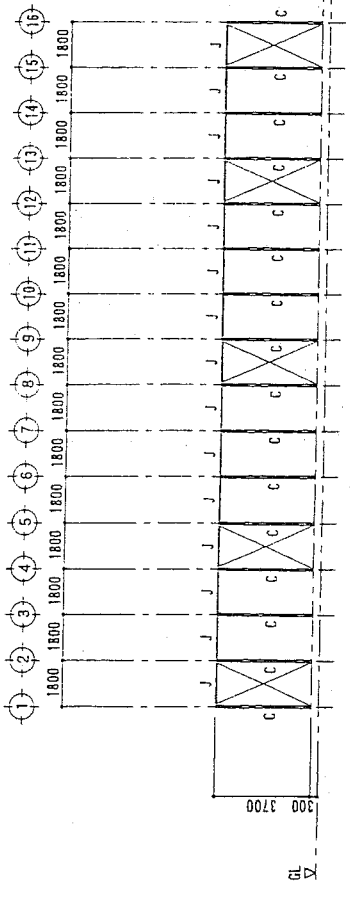


梁伏図

| 部材リスト |                 |
|-------|-----------------|
| 符号    | 部材              |
| C     | H-200×100×5.5×8 |
| P     | □-100×100×2.3   |
| G     | φ-114.3×3.2     |
| J     | C-60×30×10×1.6  |
| T     | ZC-75×45×15×1.6 |
| TB    | 16φTB付          |
| 鉄ブレース | 13φTB付          |
| 母屋    | 60×60 (形) 8600  |
| 隅鉄    | 45×60 (形) 8600  |



梁間方向軸組図



桁行方向軸組図