

# 構造計算書

工事名

---

平成 年 月 日

## 目 次

§ 1. 一般事項	1
1-1) 適用範囲	1
1-2) 工事名	1
1-3) 工事場所	1
1-4) 構造概要図	1
1-5) 使用材料及び許容応力度	1
1-6) 荷重	1
1-7) 準拠基準及び適用図書	2
§ 2. 胴縁の検討	2
2-1) 胴縁に作用する風圧力	2
2-2) 風圧力による曲げモーメント : $M_k$	2
2-3) 断面算定	2
§ 3. 積雪の検討	2
§ 4. 主材の検討	3
4-1) 主柱に作用する水平力 : $\Sigma PH$	3
4-2) 主柱の最大曲げモーメント : $M_{max}$	3
4-3) 断面算定	4
§ 5. 主柱根入れ長さの検討	4
5-1) 水平力 : $\Sigma PH$	4
5-2) o点の曲げモーメント : $M_o$	4
5-3) 応力度 : $s\delta c$	4
§ 6. 基礎石の検討	4
6-1) 地盤及びコンクリートに関する諸数値	4
6-2) 基礎に作用する外力	4
6-3) 基礎の転倒モーメント	5
6-4) 滑動に対する検討	5
6-5) 転倒に対する検討	5
6-6) 地盤応力度に対する検討	5
§ 7. 門扉開放時の検討	
7-1) 門扉重量	6
7-2) 重量によるモーメント	6

§ 1. 一般事項

1-1) 適用範囲

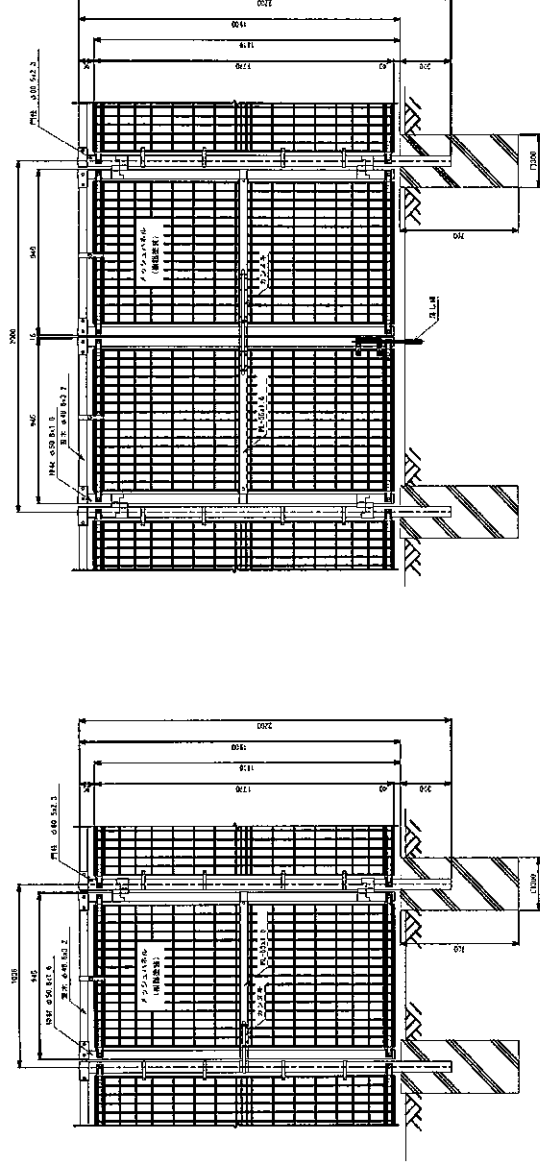
本設計計算書は、メッシュ門扉 H=1.9m 構造耐力の検討について適用する。

1-2) 工事名

“dokoka”

1-3) 工事場所

1-4) 構造概要図



1-5) 使用材料及び許容応力度

支柱=φ60.5×2.3

単位重量=32.37(N/m)

断面係数=5.90(cm<sup>3</sup>)

胴縁=φ48.6×3.2

単位重量=35.13(N/m)

断面係数=4.86(cm<sup>3</sup>)

メッシュ φ4.25×125×50

鋼材 SS400 STK400

Lft = 156 N/mm<sup>2</sup>

金網重量 = 11.7 N/m<sup>2</sup>

コンクリート 18-40-5 相当

Lfc = 6 N/mm<sup>2</sup>

支柱受風幅 = 60.5 mm

地耐力 N = 10

Lfe ≥ 100 KN/m<sup>2</sup>

胴縁受風幅 = 48.6mm

フェンス高さ = 1900 mm

スパン = 2000 mm

1-6) 荷重

1) 風荷重

“dokoka”

建築場所

建物の高さ

H = 1.9 m < 10 m

風速

Vo = 30 m/sec

地表面粗度区分

Ⅲ (Ⅰ・Ⅱ・Ⅳ以外の区域)

Zb = 5m

α = 0.2

Zg = 450 m

(\* “dokoka” に応じた風速)

ガスト影響係数  $Gf = 2.5$

高さ方向分布係数  $H = 1.9 \text{ m} \leq Z_b = 5 \text{ m}$

$$Er = 1.7 \times (Z_b / Z_g)^\alpha \\ = 1.7 \times \left( \frac{5}{450} \right)^{0.2} = 0.691$$

速度影響係数  $E = Er^2 \times Gf = 0.691^2 \times 2.5 = 1.194$

風力係数  $Kz = 1.0$

$$Cf = 1.4 \times Kz = 1.4 \times 1.0 = 1.4$$

金網の充実率 (風力係数)

網目 (S) = 87.5 mm (平均)

線径 (d) = 4.25 mm (平均)

$$\rho = 1 - \{S / (S+d)\}^2 = 1 - \{87.5 / (87.5+4.25)\}^2 = 0.090$$

$$q = 0.6 \times E \times V_0^2 = 0.6 \times 1.194 \times 30^2 = 645.0 \text{ N/m}^2$$

$$PW = Cf \times A \times q \quad (\text{N})$$

$Cf$  : 風力係数

$A$  : 受圧面積 (  $\text{m}^2$  )

$q$  : 速度圧 = 645.0  $\text{N/m}^2$

## 1-7) 準拠基準及び適用図書

『建築基準法・同施工令』

『鋼構造設計基準』

『防護柵の設置基準・同解説』

『車両用防護柵標準仕様・同解説』

.....日本建築学会

.....日本道路協会

.....日本道路協会

## § 2. 胴縁の検討

2-1) 胴縁に作用する風圧力

a) 胴縁の受ける風圧力 :  $Pg$

$$Pg = Cf \times A \times q = 1.4 \times 0.0486 \times 644.96 = 43.88 \text{ N/m}$$

b) 金網の受ける風圧力 :  $Pn$

$$Pn = Cf \times \rho \times A \times q = 1.4 \times 0.09 \times 1.77 \times 644.96 = 143.84 \text{ N/m}$$

2-2) 風圧力による曲げモーメント :  $Mk$

$$Mk = (Pg + Pn) \times L^2 / 8 = (43.88 + 89.39) \times 2.0^2 / 8 = 66.64 \text{ N} \cdot \text{m} = 6664 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

2-3) 断面算定

使用部材  $\phi 48.6 \times 3.2$  断面係数 (  $Zx = 4.86 \text{ cm}^3$  )

$$s \delta b = Mk / Zx = 9386 / 4.86 = 1931.3 \text{ N/cm}^2 = 19.31 \text{ N/mm}^2$$

$$s \delta b / s f b = 19.31 / (1.5 \times 156) = 0.08 < 1 \quad \text{OK}$$

## § 3. 積雪の検討

音更町の積雪深を 1.3 m と仮定する。(北海道庁 各市町村の垂直積雪深 より)

積雪深より胴縁天端が高く、積雪の沈降力によって垂直方向に引っ張られる場合を考慮し検証する。

(北海道開発局 防護柵の実施設計 3-5-5 雪荷重より)

積雪重量により垂直方向に引っ張られる場合、最大沈降力は

$$F_{\max} = 0.018 \times (W_{\max})^{1.5}$$

ここに  $F_{max}$  : 単位長さ当たりの最大沈降力 (KN/m) 3

$W_{max}$  : 単位面積当たりの最大積雪重量 (KN/m<sup>2</sup>)

雪密度 = 3.43 KN/m<sup>3</sup> 積雪深 = 1.3 m

$$F_{max} = 0.018 \times (W_{max})^{1.5} = 0.018 \times (3.43 \times 1.3)^{1.5} = 0.169 \text{ KN}$$

・ 胴縁重量 = 35.13 × 2 × 1 = 70.26 N

・ 金網重量 = 11.7 × 2 × 1.77 = 41.418 N

胴縁・金網を考慮すれば  $F_{max}$  は

$$F_{max} = 0.17 + (0.07 + 0.04) / 2 = 0.23 \text{ KN/m}$$

上胴縁に作用する沈降力により、生じる曲げモーメント :  $Mg_2$

$$Mg_2 = (F_{max} \times L^2) / 8 = (0.22 \times 2.00^2) / 8 = 0.1100 \text{ KN} \cdot \text{m} = 110000 \text{ N} \cdot \text{m}$$

上胴縁に生じる曲げ応力度 :  $s\delta b$

使用部材  $\phi 48.6 \times 2.3$  断面係数  $4.86 \text{ cm}^3 = 4863 \text{ mm}^3$

$$s\delta b = Mg / Zg = 110000 / 4863 = 22.62 \text{ N/mm}^2$$

$$s\delta b / sfb = 22.62 / (1.5 \times 156) = 0.097 < 1.0 \quad \text{OK}$$

#### § 4. 主材の検討

4-1) 主柱に作用する水平力 :  $\Sigma PH$

a) 主柱の受ける風圧力 :  $Pp$

$$Pp = Cf \times A \times q = 1.4 \times 0.0605 \times 1.9 \times 644.96 = 103.79 \text{ N}$$

b) メッシュ (門扉部) の受ける風圧力 :  $Pn$

$$Pn = Cf \times \rho \times A \times q$$

$$= 1.4 \times 0.09 \times (0.945 - 0.0486 \times 2) \times (1.9 - 0.04) \times 644.96 = 128.15 \text{ N}$$

c) 胴縁の受ける風圧力 :  $\Sigma Pg$

i) 上部胴縁 :  $Pg1$

$$Pg1 = Cf \times A \times q = 1.4 \times 0.05 \times (0.945 - 0.0486 \times 2) \times 645 = 38.28 \text{ N}$$

$$\Sigma Pg = 38.28 \text{ N}$$

b) メッシュ (フェンス部) の受ける風圧力 :  $Pn$

$$Pn = Cf \times \rho \times A \times q$$

$$= 1.4 \times 0.09 \times (1.81 - 0.04) \times (2 - 0.0605) / 2 \times 645 = 139.5 \text{ N}$$

c) 胴縁の受ける風圧力 :  $\Sigma Pg$

i) 上部胴縁 :  $Pg2$

$$Pg2 = Cf \times A \times q = 1.4 \times 0.05 \times (2 - 0.0605) / 2 \times 644.96 = 43.78 \text{ N}$$

iii) 胴縁の合計 :  $\Sigma Pg = 43.78 \text{ N}$

d) 主柱の水平力 :  $\Sigma PH$

$$\Sigma PH = Pp + Pn + Ps + \Sigma Pg + pn2 + pg2 = 103.79 + 128.15 + 38.28 + 139.5 + 43.78 = 453.5 \text{ N}$$

4-2) 主柱の最大曲げモーメント :  $M_{max}$

a) 主柱の受ける風圧力による曲げモーメント :  $MP$

$$MP = Pp \times h = 103.79 \times 1.9 / 2 = 98.6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

b) 金網の受ける風圧力による曲げモーメント :  $Mn$

$$Mn (\text{門扉部}) = Pn \times h = 128.15 \times (1.81 - 1.77) / 2 = 118.54 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$Mn (\text{フェンス部}) = Pn2 \times h = 139.5 \times (1.81 - 1.77) / 2 = 129.04 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\Sigma = 118.54 + 129.04 = 247.58 \text{ N} \cdot \text{m}$$

c) 胴縁の受ける風圧力による曲げモーメント :  $\Sigma Mg$

i) 上胴縁 (門扉部) :  $Mg1$

$$Mg1 = Pg1 \times h = 38.28 \times (1.9 - 0.0486/2) = 71.8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

ii) 上胴縁 (フェンス部) :  $Mg2$

$$Mg1 = Pg2 \times h = 43.78 \times (1.9 - 0.0486/2) = 82.12 \text{ N} \cdot \text{m}$$

iii) 胴縁の合計 :  $\Sigma Mg$

$$\Sigma Mg = Mg1 + Mg2 = 71.8 + 82.12 = 153.92 \text{ N} \cdot \text{m}$$

d) 主柱の最大曲げモーメント :  $M_{max}$

$$M_{max} = M_p + M_n + \Sigma Mg = 98.6 + 247.58 + 153.92 = 500.1 \text{ N} \cdot \text{m} = 50010 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

#### 4-3) 断面算定

使用部材  $\phi 60.5 \times 2.3$

断面係数 = 5.90  $\text{cm}^3$

$$s \delta b = Mk / Z_x = 50010 / 5.90 = 8.483 \text{ N} / \text{cm}^2 = 84.83 \text{ N} / \text{mm}^2$$

$$s \delta b / s f b = 84.83 / (1.5 \times 156) = 0.36 < 1 \quad \text{OK}$$

### § 5. 主柱根入れ長さの検討

風荷重時による

5-1) 水平力 :  $\Sigma PH = 453.5 \text{ N}$

曲げモーメント :  $M_{max} = 500.1 \text{ N} \cdot \text{m}$

5-2) o点の曲げモーメント :  $Mo$

$$Mo = M_{max} + \Sigma PH \times L = 500.1 + 453.5 \times 0.3 = 636.15 \text{ N} \cdot \text{m} = 63615 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

ここに L : 支柱根入れ (m)

5-3) 応力度 :  $s \delta c$

$$s \delta c = (\Sigma PH / b \times a) + (Mo / Z_p) \quad , \quad Z_p = b \times a^2 / 6 \quad \text{より}$$

$$s \delta c = 453.5 / (6.05 \times 30) + 6 \times 63615 / (6.05 \times 30^2) = 72.6 \text{ N} / \text{cm}^2 = 0.73 \text{ N} / \text{mm}^2$$

$$< sfc = 2 \times 6 = 12 \text{ N} / \text{mm}^2 \quad \text{OK}$$

ここに b : 支柱正面幅 (cm)

a : 支柱根入れ深さ (cm)

$Z_p$  : 断面2次モーメント ( $\text{cm}^4$ )

### § 6. 基礎石の検討

6-1) 地盤及びコンクリートに関する諸数値

#### 1) コンクリート

設計基準強度  $F_c = 18 \text{ N} / \text{mm}^2$

単位体積重量  $\gamma_c = 23 \text{ KN} / \text{m}^3$

#### 2) 地盤

単位体積重量  $ra = 19 \text{ KN} / \text{m}^3$

内部摩擦角 (大崎式より)

$$\phi = (20 \times N) + 15 = (20 \times 5) + 15 = 25^\circ$$

摩擦係数  $\rho = 0.55$

・支持地盤の種類 : 粘性土

・N値 : N = 5

・内部摩擦角  $25.0^\circ$

受働土圧係数 $K_p$ は地表面が水平の場合、次式による。

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \times [1 - \{\sin(\phi - \delta) \times \sin \phi / \cos \delta\}^{1/2}]^2}$$

ここで  $\phi$ : 土の内部摩擦角  $\delta$ : 壁面摩擦角 ( $-\phi/3$ )

$$\phi = 25 \quad \delta = -8.33$$

$$K_p = \frac{\cos^2 25^\circ}{\cos(-8.33^\circ) \times [1 - \{\sin\{25^\circ - (-8.33^\circ)\} \times \sin(25^\circ) / \cos(-8.33^\circ)\}]} = \frac{0.821}{0.99 \times [1 - (0.55 \times 0.42 / 0.99)]} = \frac{0.821}{0.263} = 3.12$$

・支持地盤の受働土圧係数 ;  $K_p = 3.12$

主働土圧係数

$$K_p = \frac{\cos 2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \times \cos(\theta + \delta) \times [1 + \{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \alpha) / \cos(\phi + \delta) \times \cos(\theta - \alpha)\}^{1/2}]^2}$$

ここで  $\phi$ : 土の内部摩擦角  $\phi = 25^\circ$

$\delta$ : 壁面摩擦角 ( $-\phi/3$ )  $\delta = -8.33$

$\theta$ : 壁背面と鉛直面のなす角  $\theta = 0^\circ$

$\alpha$ : 地表面と水平面のなす角  $\alpha = 0^\circ$

$$\cos^2(25.0-0)^\circ = 0.91$$

$$\cos^2 0^\circ \times \cos(0-8.3)^\circ = 0.99$$

$$\sin(\phi + \delta)^\circ = \sin(25-8.33)^\circ = 0.29$$

$$\sin(\phi - \alpha)^\circ = \sin(25-0)^\circ = 0.42$$

$$\cos(\phi + \delta)^\circ = \cos(25-8.33)^\circ = 0.96$$

$$\cos(\theta - \alpha)^\circ = \cos(25.0-0)^\circ = 0.91$$

$$K_a = \frac{0.906}{0.989 \times [1 + \{0.290 \times 0.420 / (0.960 \times 0.91)\}^{0.5}]} = \frac{0.906}{1.868} = 0.49$$

摩擦係数  $\rho = 0.55$

主働土圧係数  $K_a = 0.49$

受働土圧係数  $K_p = 3.12$

短期地耐力  $L_f \geq 100 \text{ KN/m}^2$

3) 基礎サイズ 正面幅(A) × 奥行(B) × 深さ(C) =  $0.3 \times 0.3 \times 0.7$

6-2) 基礎に作用する外力

風荷重用作用時による

曲げモーメント  $M_{\max} = 500.1 \text{ N} \cdot \text{m}$

水平力  $\Sigma PH = 453.5 \text{ N}$

基礎自重  $W_c = A \times B \times C \times \gamma_c = 0.3 \times 0.3 \times 0.7 \times 23 = 1.449 \text{ KN}$

6-3) 基礎の転倒モーメント

$$M = M_{\max} + \Sigma PH \times C = 500.1 + 453.5 \times 0.7 = 817.55 \text{ N} \cdot \text{m} = 0.82 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

6-4) 滑動に対する検討

1) 基礎自重による抵抗力 :  $P_w$

$$P_w = \rho \times W_c = 0.55 \times 1.449 = 0.797 \text{ KN}$$

## 2) 基礎側面の土圧による抵抗力

$$P_f = \rho \times K_a \times \gamma_a \times C^2 \times B = 0.55 \times 0.49 \times 19 \times 0.70^2 \times 0.30 = 0.753 \text{ KN}$$

3) 基礎前面の土圧による抵抗力 :  $P_s$ 

$$P_s = 1/2 \times K_p \times \gamma_a \times C^2 \times A = 0.5 \times 3.12 \times 19 \times 0.70^2 \times 0.30 = 4.36 \text{ KN}$$

4) 滑動抵抗力の合計 :  $P_r$ 

$$P_r = P_w + P_f + P_s = 0.797 + 0.75 + 4.36 = 5.907 \text{ KN}$$

## 5) 滑動に対する検討

安全率 を  $S_r = 1.2$  とすれば

$$S_r = P_r / \sum PH = 5.907 / 0.4535 = 13.03 > 1.2$$

## 6-5) 転倒に対する検討

1) 基礎自重による抵抗力モーメント :  $M_w$ 

$$M_w = W_c \times B / 2 = 1.449 \times 0.3 / 2 = 0.22 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

2) 基礎側面の土による抵抗モーメント :  $M_f$ 

$$M_f = P_f \times B / 2 = 0.753 \times 0.3 / 2 = 0.113 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

3) 基礎前面の土による抵抗モーメント :  $M_s$ 

$$M_s = P_s \times C / 3 = 4.35708 \times 0.7 / 3 = 2.033 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

4) 抵抗モーメントの合計 :  $M_r$ 

$$M_r = M_w + M_f + M_s = 0.22 + 0.113 + 2.033 = 2.366 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

## 5) 転倒に対する検討

安全率 を  $S_r = 1.2$  とすれば

$$S_r = M_r / M_{\text{max}} = 2.366 / 0.82 = 2.89 > 1.2 \quad \text{OK}$$

## 6-6) 地盤応力度に対する検討

$$M_i = 0.5001 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

ここに  $M_i$  : モーメント

$M_{\text{max}}$  : 基礎天端に作用するモーメント

$M_f$  : 基礎側面の土による抵抗モーメント

$M_s$  : 基礎前面の土による抵抗モーメント

$$\delta = (W_c / A \times B) + (6 \times M_i / A \times B^2)$$

$$= (1.449 / 0.3 \times 0.7) + (6 \times 0.5001 / 0.3 \times 0.7^2) = 27.31 \text{ KN/m}^2$$

$\frac{26.67}{38.03} / 27.31 = 1.22$  OK (横方向地耐力 = 支持地盤の短期地耐力  $\times 3$ )

## § 7. 門扉開放時の検討

## 7-1) 門扉重量

$$\text{枠材} = \{ 0.945 + (1.9 - 0.04) \times 2 \} \times 35.13 = 163.88 \text{ N}$$

$$\text{メッシュ} = 11.7 \times (0.945 - 0.0486 \times 2) \times (1.81 - 0.04) = 17.56 \text{ N}$$

$$\text{重量合計} = 163.88 + 17.56 = 181.44 \text{ N}$$

## 7-2) 重量によるモーメント

$$181.44 \times 1.035 / 2 = 93.9 < 190.34 \text{ N} \cdot \text{m} \text{ (風による曲げモーメント)}$$

門扉自重による開放時モーメントは風による曲げモーメントより小さいので、

風による検証で十分安全であれば開放時も十分安全であると推察できる。

(∴風荷重による結果を採用する。)

片開きについては両開きをもって兼用とする。