

耐雪型歩道柵（P種）H=1.1mランク3 （基礎ブロック）

平成 年 月 日

## 目 次

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. 目的                             | 1 |
| 2. 耐雪型の設置計画                       | 1 |
| 3. 構造諸元                           | 1 |
| 4. 許容応力度                          | 1 |
| 4-1 使用部材の許容応力度 (SS400, STK410 相当) | 1 |
| 4-2 無筋コンクリートの引張応力度                | 1 |
| 4-3 地盤の耐荷力                        | 1 |
| 5. 設計荷重                           | 2 |
| 5-1 鉛直力 (沈降力)                     | 2 |
| 5-2) 水平力 (クリープ力、グライド力)            | 2 |
| 6. 参考                             | 2 |
| 7. 耐雪型歩道柵構造設計の手法                  | 3 |
| 7-1) ビームの検討                       | 3 |
| 7-2) ブラケットの検討                     | 3 |
| 7-3) 支柱の検討                        | 3 |
| 8. 基礎の検討                          | 4 |
| 8-1 鉛直に対する検討                      | 4 |
| 8-2 水平力に対する検討                     | 4 |
| 9. 耐雪型歩道柵の検証                      | 5 |
| 9-1 構造諸元の決定                       | 5 |
| 9-2 構造計算                          | 6 |

1. 目的

本設計は北海道の積雪地帯において耐雪型歩道柵を設置する場合、雪害より施設を保全して、より経済合理的な設計を目指す事を目的とする。

2. 耐雪型の設置計画

- (1) 積雪地域については、必要に応じて耐雪型歩道柵を設置するものとする。
- (2) 耐雪型歩道柵は設置する区間の積雪条件、堆雪条件の他、維持管理、経済性等を十分考慮したものなければならない。

3. 構造諸元

| 柵高<br>(m) | ランク | 5年再<br>現最<br>大積<br>雪深<br>(m) | ビーム (mm) |           | ブラ<br>ケット | 支柱 (土中用)        |            |            |                 |                 |           | 支柱 (コンクリート基礎用) |                 |              |  |
|-----------|-----|------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------------|------------|------------|-----------------|-----------------|-----------|----------------|-----------------|--------------|--|
|           |     |                              |          |           |           | 支柱<br>間隔<br>(m) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 埋込<br>み深<br>(m) | 支柱<br>全長<br>(m) | 根巻寸法 (cm) |                | 支柱<br>全長<br>(m) | CON基礎寸法 (cm) |  |
|           |     |                              |          |           |           |                 |            |            |                 |                 | 幅×長×厚     |                |                 | 幅×長×厚        |  |
| 1.1       | 3   | 2.0                          | 最上段      | φ48.6×3.2 | 改良A型      | 1.0             | 60.5       | 3.2        | 1.4             | 2.55            | 30×30×20  |                | 1.95            | 30×30×80     |  |
|           |     | 3.0                          | 2段目以降    | φ42.7×2.3 |           |                 |            |            |                 |                 |           |                |                 |              |  |

- 注) 1. 上記構造諸元は、雪の平均密度 $0.4 \text{ t/m}^3$ の時の値であり、 $0.4 \text{ t/m}^3$ 以外の時には平均密度の比で積雪深を補正する。
2. 上記構造諸元は路肩部設置の場合であり、平坦部設置の場合は根入れ長或いはコンクリート基礎を別途補正する。
3. 積雪深のランクは、例えばランク2の場合「1.00mを越え2.00m以下」を意味する。
4. 積雪ランクが3を越える場所については、冬季のビーム取り外しの検討又は別途構造などにつき検討するものとする。
5. 柵高1.10mの転落防止を目的とする場合で、人が密集して滞留する可能性の高い場所につき別途検討を要するものとする。

4. 許容応力度

4-1 使用部材の許容応力度 (SS400, STK410 相当)

(1) ビーム、支柱

曲げ応力度  $\delta ca = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

(2) ブラケット (t = 3.2 mm)

耐荷力 標準型 Pa = 0.35t

改良A型 Pa = 1.30t

(補強板厚 t = 4.5mm)

4-2 無筋コンクリートの引張応力度

設計基準強度  $\delta ck = 180 \text{ Kg/cm}^2$

引張応力度  $\delta sa = 3 \text{ Kg/cm}^2$

4-3 地盤の耐荷力

鉛直方向耐荷力  $qav = 20 \text{ t/m}^2$

水平方向耐荷力  $qah = 20 \text{ t/m}^2$

同上 路肩設置の場合  $qah' = qah / 3 = 6.67 \text{ t/m}^2$

\* 基礎地盤は中位の地盤として、N値10程度の砂質地盤とする。

5-1 鉛直力（沈降力）

(1) 最上段ビームに作用する鉛直力

次式により算出する。

$$Y = (-137 + 0.782 \times W + 0.00038W^2) \times \alpha \dots \dots \dots (1) \text{ 式}$$

ここに Y ; 沈降力 (Kg/m)

W ; 積雪重量 (Kg/m<sup>2</sup>)

α ; ビーム形状による沈降力比

$$\alpha = 0.666 + 0.0421 \times B - 0.000818 \times B^2 \dots \dots \dots (2) \text{ 式}$$

(2 ≤ B ≤ 44.6)

B : ビーム外径 (cm)

(2) 支柱に作用する鉛直力

最上段ビームは、ビーム全体が受ける鉛直力の50%を受け持つため、支柱には最上段ビームに作用する力の2倍が作用する。

$$P = 2 \times Y \times L \dots \dots \dots (3) \text{ 式}$$

ここに P : 支柱に作用する鉛直力 (Kg)

Y : 最上段ビームに作用する沈降力 (Kg/m)

L : 支柱間隔 (m)

5-2) 水平力（クリーブ力、グライド力）

(1) 支柱に作用する水平力

(a) 次式により算出する。

$$P = 0.18 \times L \times W - 72 \dots \dots \dots (4) \text{ 式}$$

ここに P : 水平力 (Kg)

L : 支柱間隔 (m)

W : 積雪重量 (Kg/m<sup>2</sup>)

(b) 水平力の作用位置

柵の頂部とする。

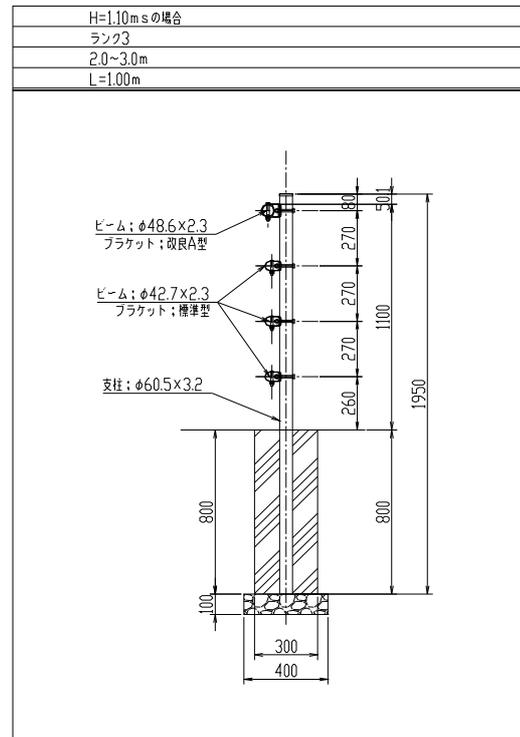
(2) 除雪時の押圧力

作用力 H = 100Kg

作用位置 Y = 0.6m (地表面からの高さ)

6. 参考

耐雪型歩道柵参考図



7-1) ビームの検討

・ブラケットを支点とする単純梁として計算を行う。

・作用荷重

雪の沈降力が水平力に比べて大きい為、鉛直方向で検討を行う。

(1) 作用荷重の算出

使用部材の仮定 B : ビーム径 ( cm )

Z : 断面係数 ( cm<sup>3</sup> )

沈降力  $Y = (-137 + 0.782 \times W + 0.00038W^2) \times \alpha$  (Kg/m)

ここに Y : 沈降力 (Kg/m)

W : 積雪重量 (Kg/m<sup>2</sup>)  $W = \rho \times h$

$\rho$  : 雪の密度 (Kg/m<sup>3</sup>)

h : 計算上の積雪深 (m)  $h = \Delta h + 0.70$  (0.70=標準尺の高さ)

$\Delta h$  : 最上段ビーム上の雪厚高 (m)

$\alpha$  : ビーム形状による沈降力比

$$\alpha = 0.666 + 0.0421 \times B - 0.000818 \times B^2 \dots (2) \text{ 式} \quad (2 \leq B \leq 44.6)$$

B : ビーム外径 ( cm )

(2) 応力度の検討

曲げモーメント  $M = Y \times L^2 / 8$  ( L ; 支柱間隔 )

応力度  $\delta = M / Z \leq 2400 \text{Kg/cm}^2$

尚、2段目以降のビーム寸法は最上段ビームの断面係数の1/2以上を有するものとする。

但し、ビームの最小寸法はφ42.7×2.3とする。

7-2) ブラケットの検討

作用力  $P = Y \times L$  (t)

Y : 沈降力 (t/m)

L ; 支柱間隔 (m)

$P \leq Pa1 = 0.35t$  ならば 標準ブラケット

$Pa1 < P \leq Pa2$  ならば 改良A型ブラケット

$Pa2 < P \leq Pa3$  ならば 改良B型ブラケット

尚、2段目以降についてはビームと同様に最上段ブラケットに作用する荷重の1/2が

働くものとしてブラケット形式を決定する。

7-3) 支柱の検討

・地表面に固定された片持ち梁として計算を行う。

・路肩部設置の場合は、等価地表面法を用いて仮想地表面を想定する。

\* 杉村義弘氏の群杭基礎における水平地盤係数の低減効果 (第8回土質工学研究発表 1972より引用)

(1) 仮想地表面の算出

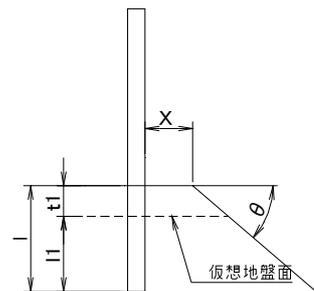
・使用部材の仮定 D ; 支柱径 ( cm )

Z ; 断面係数 ( cm<sup>3</sup> )

・等価地表面法による

仮想地盤面の想定

$$t1 = (3 \times D - X) \times \tan \theta$$



## (2) 作用荷重（水平力）の算出

クリーブ力、グライド力の場合  $L$  ; 支柱間隔 ( m )

$$P = 0.18 \times L \times W - 72 \text{ (Kg)} \quad W ; \text{積雪重量 ( Kg/m )}$$

## (3) 応力度の検討

曲げモーメント  $M = P \times (h+t)$ 

$$\text{応力度} \quad \delta = M/Z = 2400 \text{ Kg/cm}^2$$

但し、支柱は最上段ビーム径以上とする。又、最小寸法は $\phi 60.5 \times 3.2$ とする。

## 8. 基礎の検討

## 8-1 鉛直に対する検討

支柱に作用する鉛直力

$$P = 2 \times Y \times L \text{ (t)}$$

 $Y$  : 沈降力 ( t/m ) $L$  : 支柱間隔 ( m )

コンクリート基礎の場合

周面摩擦を考慮せず、基礎底面積のみで支持させる。

$$\text{必要基礎底面積} \quad A = P/qa_v \text{ ( m}^2 \text{ )}$$

$$\text{基礎幅} \quad B = \sqrt{A} \text{ ( m )}$$

但し最小基礎幅は 0.30m とする。

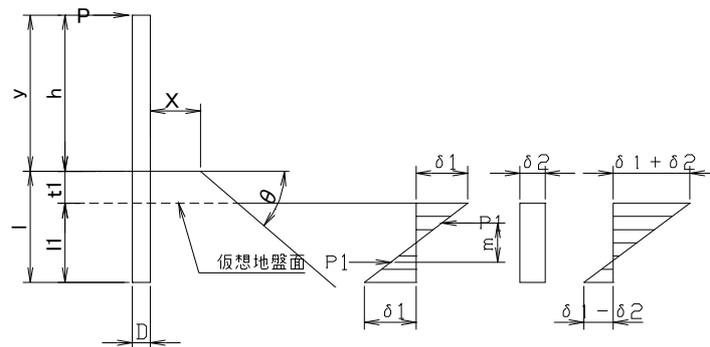
## 8-2 水平力に対する検討

支柱の埋め込み深さ、コンクリート基礎の高さは自重を無視し、地盤の横方向抵抗力（水平方向耐荷力）のみを考慮して求める。

計算手法は、土中建て込みの場合と同様とするが仮想地盤面を想定せず水平方向耐荷力を平坦部の1/3とする。（防護柵設置要綱・資料集の考え方に準拠）

$$\therefore qa'_h = 2.0/3 = 0.667 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I_i = \frac{1 \times P + \{ (4 \times P)^2 + 24 \times B \times qa'_h \times P \times h \}^{0.1}}{Z \times qa'_h \times B}$$

ここに  $B$  : コンクリートの基礎幅 ( cm ) $h$  : 水平力の作用高 = 柵高 ( cm )

9-1 構造諸元の決定

A. 柵高 1.10m

積雪ランク3 (積雪深 2.0m ~ 3.0m)

耐雪型歩道柵の構造諸元の決定

支柱間隔は、2.00mを原則とするが、荷重状態により、1.50m、1.00mと縮め経済比較によって構造諸元を決定する。

尚、ビームの最小径は現行の開発局に順じφ42.7×2.3とする。

又、支柱については、「防護柵設置要綱・資料集」に準じ最小φ60.5×3.2とし最上段ビーム支柱径より上まわる場合は、最上段ビームと同径とする。

耐雪型歩道柵構造諸元

| 柵高   | ランク | 5年再<br>現最大積<br>雪深<br>(m) | ビーム(mm)                                | ブラ<br>ケット       | 支柱(土中用)         |            |            |                 |                 |                        | 支柱(コン基礎用)       |                             |
|------|-----|--------------------------|--|-----------------|-----------------|------------|------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|
|      |     |                          |  |                 | 支柱<br>間隔<br>(m) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 押込<br>み深<br>(m) | 支柱<br>全長<br>(m) | 根巻き寸法<br>(cm)幅×長×<br>厚 | 支柱<br>全長<br>(m) | コンクリート基<br>礎寸法(cm)幅<br>×長×厚 |
| 1.10 | 3   | 2.0 ~<br>3.0             | 最上段<br>φ48.6×3.2<br>2段目以降<br>φ42.7×2.3 | 改良<br>A型<br>標準型 | 1.00            | 60.5       | 3.2        | 1.40            | 2.55            | 30×30×20               | 1.95            | 30×30×80                    |

重量比較表 (柵高 h = 1.10 m の場合)

| ランク | 形式       | 支柱間隔 L = 1.00m |          |                                     |       |        | 10m当り重量(Kg) |
|-----|----------|----------------|----------|-------------------------------------|-------|--------|-------------|
|     |          | 支柱             | 基礎寸法(cm) | ビーム                                 | ブラケット |        |             |
| 3   |          | φ60.5×3.2      |          | 1段目 φ48.6×3.2<br>2段目以降<br>φ42.7×2.3 | 改良A型  | 192.64 |             |
|     | コンクリート基礎 | L = 1.95       | □30×80   |                                     |       |        |             |

寸法、重量及び断面性能

| 外径(D mm) | 厚さ(t mm) | 重量<br>(W Kg/m) | 断面積<br>(A cm <sup>2</sup> ) | 断面2次モー<br>メント(I cm <sup>4</sup> ) | 断面係数<br>(Z cm <sup>3</sup> ) | 断面2次半径<br>(I cm) |
|----------|----------|----------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------|
| 21.7     | 1.9      | 0.93           | 1.182                       | 0.69                              | 0.539                        | 0.701            |
| 27.2     | 1.9      | 1.19           | 1.610                       | 1.22                              | 0.893                        | 0.807            |
|          | 2.3      | 1.41           | 1.799                       | 1.41                              | 1.03                         | 0.880            |
| 34.0     | 2.3      | 1.80           | 2.291                       | 2.09                              | 1.70                         | 1.12             |
| 42.7     | 2.3      | 2.29           | 2.919                       | 6.97                              | 2.80                         | 1.43             |
|          | 2.4      | 2.39           | 3.039                       | 6.19                              | 2.90                         | 1.43             |
|          | 3.2      | 3.12           | 3.971                       | 7.77                              | 3.61                         | 1.40             |
| 48.6     | 2.3      | 2.63           | 3.315                       | 8.99                              | 3.70                         | 1.64             |
|          | 2.4      | 2.73           | 3.483                       | 9.32                              | 3.83                         | 1.61             |
|          | 3.2      | 3.68           | 4.564                       | 11.80                             | 4.86                         | 1.61             |
| 60.5     | 2.3      | 3.30           | 4.203                       | 17.80                             | 5.90                         | 2.01             |
|          | 2.8      | 3.98           | 5.073                       | 21.20                             | 7.00                         | 2.01             |
|          | 3.2      | 4.52           | 5.760                       | 23.70                             | 7.51                         | 2.03             |
| 76.3     | 2.8      | 6.06           | 6.465                       | 43.70                             | 11.60                        | 2.60             |
|          | 3.2      | 5.77           | 7.319                       | 49.20                             | 12.90                        | 2.69             |



$$Z = \frac{M}{\delta_a} = \frac{13848}{2400} = 5.77 \text{cm}^3$$

従って  $\phi 60.5 \times 3.2$ 、 $Z=7.84 \text{cm}^3$ を使用する。

#### 4. 基礎の検討

##### (A) 鉛直力に対する検討

$$\text{鉛直力 } P = 2 \times Y \times L = 2 \times 0.932 \times 1.00 = 1.86 \text{t}$$

$$\text{必要底面積 } A = \frac{P}{q_{av}} = \frac{1.86}{20} = 0.093 \text{m}^2$$

$$\therefore \text{基礎幅 } B = 0.30 \text{m} \doteq 30 \text{cm}$$

##### (B) 水平力に対する検討

$$\text{作用力 } P = 120 \text{Kg}$$

$$\text{作用位置 } y = 1.1 \text{m} = 110 \text{cm}$$

$$L = \frac{4 \times P + \{(4 \times P)^2 + 24 \times B \times q_a H' \times P \times h\}^{0.5}}{2 \times B \times q_a H'}$$

ここに  $B=30 \text{cm}$   $q_a H' = 0.667 \text{Kg/cm}^2$  (路肩有り)

$$L = \frac{4 \times 120 + \{(4 \times 120)^2 + 24 \times 30 \times 0.667 \times 120 \times 110\}^{0.5}}{2 \times 30 \times 0.668} = \frac{3043.1}{40.0} = 76.1 \text{cm}$$

$\therefore 30 \times 30 \times 80 \text{cm}$ とする。