

埋設強度計算（通信・電力防護管） カルキングで作成例

1. 使用防護管規格

電力管（SVP 130） 内径130mm 外径147mm 管厚8.5mm

通信管（P-V 75） 内径83mm 外径96mm 管厚6.5mm

2 計算条件

・土等の単位体積重量

アスファルト 2.5 t/m³

ブロック舗装 2.3 t/m³

砕石・砂等 1.9 t/m³

・土の内部摩擦角 = 30度

・自動車重量 T = 25 t

・等分布荷重 $Q_1 = 0 \text{ kgf/cm}^2$ （自動車荷重の無い場合）

・後輪一軸荷重 $Q_2 = 5000 \text{ kgf/cm}^2$

・タイヤの接地長 a = 20 cm

・タイヤの接地幅 b = 50 cm

・車両占有幅 W = 275 cm

・曲げ弾性率 E = 22000 kgf/cm²

なお、本計画においてブロック舗装については計画が未定であるが、将来的に整備された状態で管の埋設強度の検証を行うため、ここではブロック舗装厚さを仮定して計算する。

3. 舗装構成・埋設深さ

別紙参照

4. 計算モデル

計算は以下のモデルについて、通信管、電力管の安全性を検証する。

- 1 標準部（歩道部）
- 2 標準部（切下部）
- 3 市道部（車道部）
- 4 横断部（車道部浅層）
- 5 横断部（車道部深層）

5. 計算式

・静土圧 : P_1

$$P_1 = \gamma \times H \quad (\text{垂直公式})$$

ここに P_1 : 静土圧 (kgf/cm²)

H : 埋設深さ (cm)

γ : 土等の単位体積重量 (kgf/cm²)

・動土圧 : P_2

1) $H < 40 \text{ cm}$ の場合

$$P_2 = \{Q_2 \times (1 + i)\} / \{(2 \times H + a) \times (2 \times H + b)\}$$

ここに P_2 : 動土圧 (kgf/cm²)

Q_1 : 後輪一軸荷重 (kgf/cm²)

H : 埋設深さ (cm)

a : タイヤの接地長 (cm)

b : タイヤの接地幅 (cm)

i : 衝撃係数(別表参照)

$$2) 40 < H \leq 55 \text{ (cm)}$$

$$P_2 = \{2 \times Q_2 \times (1 + i)\} / \{(2 \times H + a) \times W\}$$

ここに P_2 : 動土圧 (kgf/cm²)
 W : 車両占有幅 (cm)

$$3) 55 < H \text{ (cm)}$$

$$P_2 = \{4 \times Q_2 \times (1 + i)\} / \{(2 \times H + a) \times W\}$$

別表1：衝撃係数

| 種類 | 衝撃係数：i |
|--------------|--------|
| 車道(土被り1m未満) | 0.4 |
| 車道(土被り1m以上) | 0.3 |
| 歩道等(車両考慮の場合) | 0.1 |

・曲げ応力

$$= 6 \times \{K_1 \times P_1 + K_2 \times P_2\} \times \left(\frac{r}{t}\right)^2$$

ここに : 発生する曲げ応力度 (kgf/cm²)

P_1 : 静土圧 (kgf/cm²)

P_2 : 動土圧 (kgf/cm²)

K_1 : 土の曲げモーメント係数

K_2 : 輪荷重の曲げモーメント係数

t : 管厚 (cm)

r : 管厚中心半径 (cm)

・たわみ率

$$\frac{\Delta}{2 \times r} = 6 \times \{K_1 \times P_1 + K_2 \times P_2\} \div E \times \left(\frac{r}{t}\right)^3 \times 100 (\%)$$

$\frac{\Delta}{2 \times r}$: たわみ率 (%)

別表2：曲げモーメント係数、たわみ係数

| K | K1 | K1 | K1 | K1 | K1 | K1 | K2 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 2 | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 一定 | |
| 管頂 | 0.145 | 0.142 | 0.132 | 0.120 | 0.107 | 0.079 | |
| 管底 | 0.433 | 0.314 | 0.223 | 0.160 | 0.121 | 0.011 | |

注；発生応力とたわみ率の基本的な考え方

管路材は電力、通信管共に、塩化ビニル製であり、その許容曲げ応力は90 (kgf/cm²)、許容たわみ率を3.5%とした。この値を採用するに際しては、塩化ビニルの使用実績が、多い水道、下水道の各種基準を援用した。尚この基準値は許容曲げ応力180 (kgf/cm²)、許容たわみ率5.0%であり本検討に関しては安全側に設定している。

6 . 計算結果

前項4（計算モデル）における静土圧を求めるに際し、計算を簡略化するため土被り部の単位体積重量に換算する。

| | | | / 2r < 5% | | | | | 判定 | |
|-------|-----|--------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------|-------------|
| | | | 土被り (cm) | 静土圧 (kgf/cm ²) | 動土圧 (kgf/cm ²) | 管頂 (kgf/cm ²) | 管底 (kgf/cm ²) | | たわみ率 (%) |
| ケース1 | 歩道部 | 標準部 (SVP) | 70 | 0.137 | 0.636 | 25.84 | 9.37 | 0.42 | OK |
| ケース2 | " | 標準部 (PV) | 70 | 0.137 | 0.636 | 18.45 | 6.69 | 0.25 | OK |
| ケース3 | " | 切下部 (SVP) | 70 | 0.138 | 0.636 | 25.90 | 9.43 | 0.42 | OK |
| ケース4 | " | 切下部 (PV) | 70 | 0.138 | 0.636 | 18.49 | 6.74 | 0.26 | OK |
| ケース5 | 車道部 | 市道部 (SVP) | 70 | 0.135 | 0.636 | 25.78 | 9.30 | 0.42 | OK |
| ケース6 | " | 市道部 (PV) | 70 | 0.135 | 0.636 | 18.41 | 6.64 | 0.25 | OK |
| ケース7 | " | 国道部 (浅層) PV | 110 | 0.217 | 0.394 | 15.44 | 8.69 | 0.24 | OK |
| ケース8 | " | 国道部 (浅層) SVP | 140 | 0.274 | 0.315 | 21.61 | 14.60 | 0.42 | OK |
| ケース9 | " | 国道部 (深層) PV | 150 | 0.293 | 0.295 | 15.54 | 10.99 | 0.26 | OK |
| ケース10 | " | 国道部 (深層) SVP | 170 | 0.332 | 0.263 | 22.39 | 17.12 | 0.46 | OK |

7 . 計算結果

以上のように全ての個所において、通信管、電力管ともに計画埋設深さにおける安全性が確認できた。