

管の断面計算 サンプルデータ

出力例

Sample_3

硬質塩化ビニルパイプカルバート 計算例

目次

1章 管の断面計算	1
1.1 設計条件	1
1.1.1 基本条件	1
1.1.2 計算条件	1
1.2 荷重	2
1.2.1 鉛直土圧	2
1.2.2 活荷重による鉛直荷重	2
1.3 管体の設計	3
1.3.1 管に生じる曲げ応力度	3
1.3.2 管のたわみおよびたわみ率	4
1.3.3 結果一覧	4

1章 管の断面計算

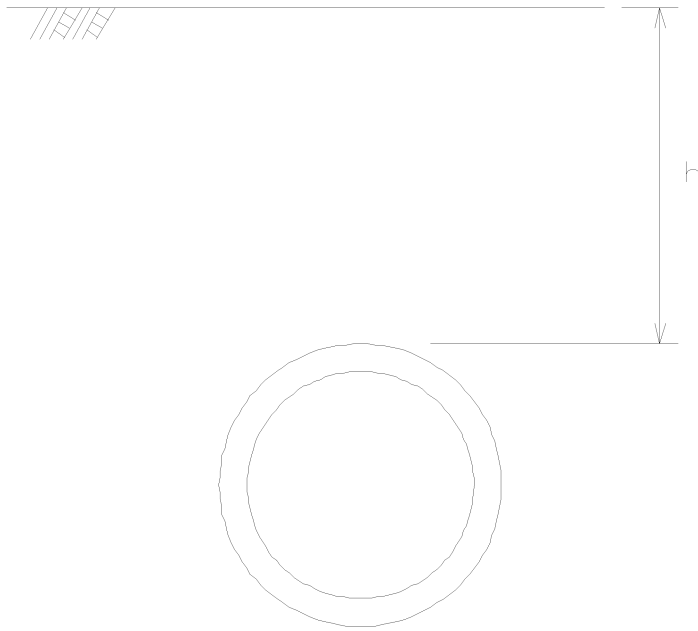
1.1 設計条件

1.1.1 基本条件

- 適用基準 : 道路土工 カルバート工指針
- 管種 : 硬質塩化ビニルパイプカルバート
- 種類 : 硬質塩化ビニル管 VP(一般管)

1.1.2 計算条件

- 呼び径 : 250
- 土被り h : 5.000 (m)



1.2 荷重

1.2.1 鉛直土圧

盛土または埋戻土によって生じる鉛直土圧 q_d は次式によって計算する。

$$q_d = \quad \cdot h$$

ここに

- q_d : 鉛直土圧 (kN/m²)
- : 土の単位体積重量 = 18.00 (kN/m³)
- h : 土被り = 5.000 (m)

$$\begin{aligned} q_d &= \quad \cdot h \\ &= 18.000 \times 5.000 \\ &= 90.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

1.2.2 活荷重による鉛直荷重

$$q_l = q_{lw}$$

$$q_{lw} = \frac{2 \cdot P \cdot (1 + i) \cdot \beta}{2.75 \cdot (0.20 + 2 \cdot h)}$$

ここに、

- q_l : 活荷重による鉛直荷重 (kN/m²)
- q_{lw} : 輪荷重による鉛直荷重 (kN/m²)
- P : 輪荷重 = 100.00 (kN)
- h : 土かぶり = 5.000 (m)
- i : 衝撃係数 = 0.150
- : 断面力の低減係数 = 0.900

$$\begin{aligned} q_{lw} &= \frac{2 \cdot P \cdot (1 + i) \cdot \beta}{2.75 \cdot (0.20 + 2 \cdot h)} \\ &= \frac{2 \times 100.00 \times (1 + 0.150) \times 0.900}{2.75 \times (0.20 + 2 \times 5.000)} \\ &= 7.380 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_l &= q_{lw} \\ &= 7.380 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

1.3 管体の設計

硬質塩化ビニル管の設計は、管に発生する最大曲げ応力度およびたわみ率を計算し、そのいずれもが許容値を満足させるものとする。

1.3.1 管に生じる曲げ応力度

鉛直土圧および活荷重による鉛直荷重によって生じる曲げ応力度は、次式により計算する。

$$\sigma = \frac{(k_1 \cdot q_d + k_2 \cdot q_l) \cdot r^2}{Z}$$

ここに、

- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)
- k₁ : 鉛直土圧に対する係数
- k₂ : 活荷重に対する係数
- q_d : 鉛直土圧 (N/mm²)
- q_l : 活荷重による鉛直荷重 (N/mm²)
- r : 管厚中心半径 = 126.70 (mm)
- Z : 管の断面係数 = 30.80 (mm³/mm)

なお、最大曲げ応力度は管頂部と管底部の両方について計算を行いその大きい方の値をとる。

i) 管頂部に生じる曲げ応力度 t

管頂部の鉛直土圧に対する係数 k₁ = 0.1070

管頂部の活荷重に対する係数 k₂ = 0.0790

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \frac{(k_1 \cdot q_d + k_2 \cdot q_l) \cdot r^2}{Z} \\ &= \frac{(0.1070 \times 90.000 \times 10^{-3} + 0.0790 \times 7.380 \times 10^{-3}) \cdot 126.70^2}{30.80} \\ &= 5.32 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

ii) 管底部に生じる曲げ応力度 b

管底部の鉛直土圧に対する係数 k₁ = 0.1210

管底部の活荷重に対する係数 k₂ = 0.0110

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{(k_1 \cdot q_d + k_2 \cdot q_l) \cdot r^2}{Z} \\ &= \frac{(0.1210 \times 90.000 \times 10^{-3} + 0.0110 \times 7.380 \times 10^{-3}) \cdot 126.70^2}{30.80} \\ &= 5.72 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

t = 5.32 (N/mm²) < b = 5.72 (N/mm²) より

最大曲げ応力度 = b = 5.72 (N/mm²)

よって、

最大曲げ応力度 = 5.72 (N/mm²) 許容曲げ応力度 a = 17.70 (N/mm²) となり、OK

1.3.2 管のたわみおよびたわみ率

鉛直土圧および活荷重によって生じる管のたわみ およびたわみ率Vは、次式で計算する。

$$\delta = (k_3 \cdot q_d + k_4 \cdot q_l) \cdot \frac{r^4}{E \cdot I}$$

$$V = \frac{\delta}{2 \cdot r} \cdot 100$$

ここに、

- δ : 管のたわみ (mm)
- V : 管のたわみ率 (%)
- k₃ : 鉛直土圧に対する係数 = 0.0700
- k₄ : 活荷重に対する係数 = 0.0300
- q_d : 鉛直土圧 (N/mm²)
- q_l : 活荷重による鉛直荷重 (N/mm²)
- r : 管厚中心半径 = 126.70 (mm)
- E : 硬質塩化ビニルの弾性係数 = 2942.0 (N/mm²)
- I : 管の断面二次モーメント = 210.00 (mm⁴/mm)

$$\begin{aligned} \delta &= (k_3 \cdot q_d + k_4 \cdot q_l) \cdot \frac{r^4}{E \cdot I} \\ &= (0.0700 \times 90.000 \times 10^{-3} + 0.0300 \times 7.380 \times 10^{-3}) \times \frac{126.70^4}{2942.0 \times 210.00} \\ &= 2.720 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{\delta}{2 \cdot r} \cdot 100 \\ &= \frac{2.720}{2 \times 126.70} \times 100 \\ &= 1.07 \text{ (\%)} \end{aligned}$$

よって、

たわみ率V = 1.07 (%) 許容たわみ率Va = 5.00 (%) となり、OK

1.3.3 結果一覧

	記号	単位	結果	判定
曲げ応力度の検討	, a	N/mm ²	5.72 17.70	OK
たわみ率の検討	V, Va	%	1.07 5.00	OK