

[参考資料 1]

埋設設計基準

ボディ－V管およびフリーアクセス－V管の設計計算は、計画する埋設深さ及び活荷重により埋設管に作用する荷重と、基礎構造によって管体に発生する最大曲げ応力及びたわみ率を計算し、そのいずれもが許容値を満足する手法により行う。

1. 埋設管に加わる荷重

埋設管に加わる荷重は、埋戻し土による荷重及び活荷重とする。

(1) 土圧分布

埋設管に作用する鉛直土圧と水平土圧の分布は図 1 とする。

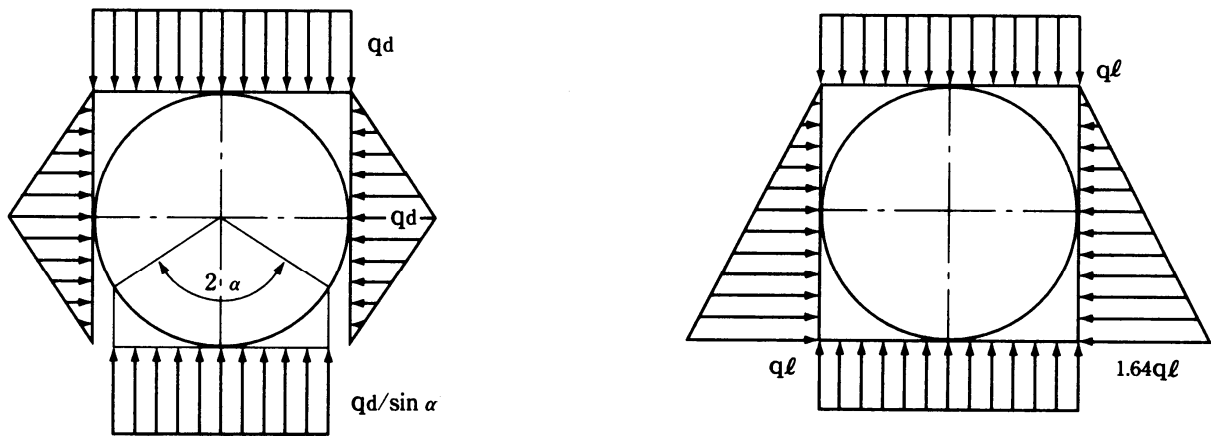


図 1 土圧分布

(2) 埋戻し土による鉛直土圧

埋戻し土による鉛直土圧は式 (1. 1) より求める。

$$q = H \cdot \gamma \quad \dots\dots\dots (1. 1)$$

ここに、 q : 埋戻し土による鉛直土圧 kN/m^2
 H : 埋設深さ m
 γ : 埋戻し土の単位体積重量 kN/m^3
 通常 19 kN/m^3

(3) 活荷重による鉛直荷重（「電線共同溝」による。）

a) 埋設深さが 0.4 m 以下の場合

埋設深さが 0.4 m 以下の場合，活荷重は図 2 のように分散するものとし，活荷重による鉛直荷重は式（1. 2）より求める。

$$L = \frac{P}{(2H + a) \cdot (2H + b)} \dots\dots\dots (1. 2)$$

- ここに、L : 活荷重による鉛直土圧 kN/m^2
 P : 後輪一輪輪荷重 $\times (1 + i)$ kN
 (後輪一輪輪荷重は表 1 による。)
 H : 埋設深さ m
 a : 車輪接地長 m
 b : 後輪接地幅 m
 i : 衝撃係数 (表 2 による)

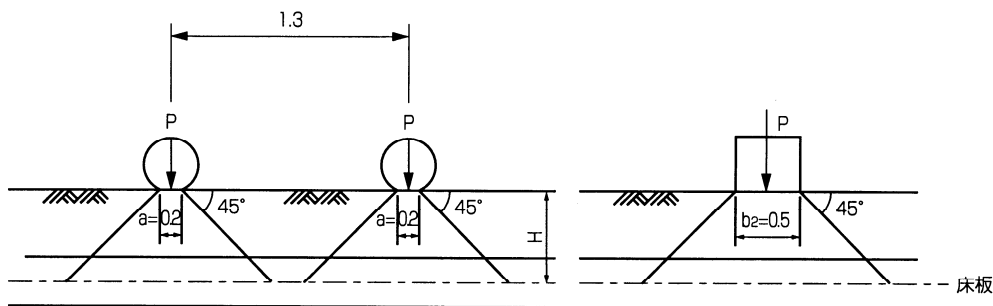


図 2 活荷重の影響（埋設深さが 0.4 m 以下の場合）

b) 埋設深さが 0.4 m を超え 0.55 m を上回らない場合

埋設深さが 0.4 m を超え 0.55 m を上回らない場合，活荷重は図 3 のように分布するものとし，活荷重による鉛直荷重は式（1. 3）より求める。

$$L = \frac{2P}{(2H + a) \cdot W} \dots\dots\dots (1. 3)$$

- ここに、W : 車両の占有幅 m
 ここでは 2.75 m とする。

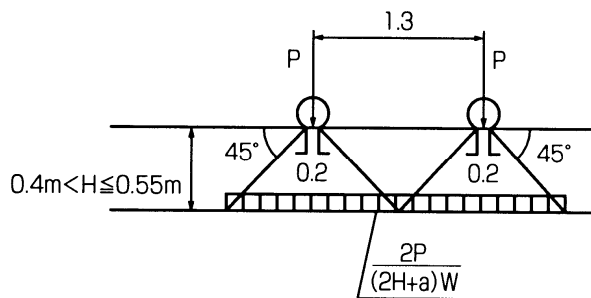


図 3 活荷重の影響（埋設深さが 0.4 m を超え 0.55 m を上回らない場合）

c) 埋設深さが 0.55 m を超える場合

埋設深さが 0.55 m を超え、隣接軸相互荷重が重複する場合、活荷重は図 4 のように分布するものとし、活荷重による鉛直荷重は式 (1. 4) より求める。

$$L = \frac{4P}{(2H+a) \cdot W} \dots\dots\dots (1. 4)$$

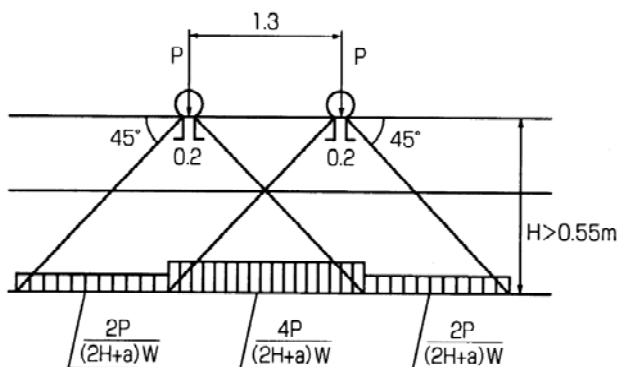


図 4 活荷重の影響 (埋設深さが 0.55 m を超える場合)

表 1 自動車荷重の諸元

荷重	総荷重 (kN)	後輪一軸の軸重 (kN)	後輪一輪の輪荷重 (kN)	隣接軸距離 (m)	後輪接地幅 b (m)	車輪接地長 a (m)
T-25	245	100	50	1.3	0.5	0.2

表 2 衝撃計数

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

2. 強度計算

(1) 曲げ応力の計算

埋戻し土と活荷重により発生する曲げモーメント及び曲げ応力は式 (1. 5) で求める。

$$\sigma = \frac{(k_1 \cdot q + k_2 \cdot L) \cdot r'^2}{Z} \dots\dots\dots (1. 5)$$

- ここに、 σ : 発生する曲げ応力 N/mm^2
- q : 埋戻し土による鉛直土圧 $N/mm^2 = 10^{-3}kN/m^2$
- L : 活荷重による鉛直土圧 $N/mm^2 = 10^{-3}kN/m^2$
- k_1 : 埋戻し土による曲げモーメント係数 (表 3 による。)
- k_2 : 活荷重による曲げモーメント係数 (表 3 による。)
- r' : 管断面の中立軸までの半径 mm (表 4 による。)
- Z : 管長 1cm 当たりの断面係数 mm^3/mm (表 4 による。)

(2) たわみ率の計算

埋戻し土と活荷重により発生する鉛直方向のたわみ量及びたわみ率は、式(1.6)及び式(1.7)で求める。

$$\delta = (K1 \cdot q + K2 \cdot L) \frac{r'^4}{E \cdot I} \dots\dots\dots (1.6)$$

$$V = \frac{\delta}{2r'} \times 100 \dots\dots\dots (1.7)$$

- ここに、 δ : たわみ量 cm
 V : たわみ率 %
 $K1$: 埋戻し土によるたわみ係数 (表3による。)
 $K2$: 活荷重によるたわみ係数 (表3による。)
 E : 硬質塩化ビニルの弾性係数 N/mm²
 ここでは、2942 N/mm² とする。
 I : 管長 1 mm 当たりの
 断面 2 次モーメント mm⁴/mm (表4による。)

表3 曲げモーメント係数, たわみ係数

施工支承角 θ		90°	180°	360°
有効支承角 2α		60°	90°	120°
曲げモーメント 係数	k1 管頂	0.132	0.12	0.107
	管底	0.223	0.16	0.121
	k2 管頂	0.079		
	管底	0.011		
たわみ係数	K1	0.102	0.085	0.07
	K2	0.03		

表4 管の設計諸元

管種	管の外径 (mm)	肉厚 (mm)	管厚中心半径 r' (mm)	断面 2 次 モーメント I (mm ⁴ /mm)	断面係数 Z (mm ³ /mm)
フリーアクセス-V管 $\phi 150$	165.0	9.6	77.7	73.7	15.36
ボディー-V管 $\phi 200$	216.0	11.0	102.5	110.9	20.17
ボディー-V管 $\phi 250$	267.0	13.6	126.7	209.6	30.83

3. 曲げ応力とたわみ率の許容値

(1) 許容曲げ応力

許容曲げ応力は、17.7 N/mm² とする。

これは、硬質塩化ビニルの曲げ強さ 88.2 N/mm² を安全率 5 で除したものである。

(2) 許容たわみ率

許容たわみ率は、2.5 % とする。

4. 計算結果

有効支承角 (2α) = 60° の場合の計算結果を以下に示す。

フリーアクセス-V管 $\phi 150$ 車道下 (T-25)

埋設深さ (m)	土 圧		発生応力 σ		たわみ率 V (%)
	静土圧 q (kN/m ²)	動土圧 L (kN/m ²)	管頂 (N/mm ²)	管底 (N/mm ²)	
0.30	5.70	79.55	2.77	0.84	0.32
0.35	6.70	64.81	2.36	0.87	0.28
0.40	7.60	53.85	2.07	0.90	0.26
0.45	8.60	46.28	1.88	0.95	0.24
0.50	9.50	42.42	1.81	1.02	0.24
0.55	10.50	39.16	1.76	1.09	0.24
0.60	11.40	72.73	2.85	1.31	0.36
0.65	12.40	67.88	2.75	1.38	0.36
0.70	13.30	63.64	2.67	1.44	0.35
0.75	14.30	59.89	2.60	1.51	0.35
0.80	15.20	56.57	2.55	1.58	0.35
0.85	16.20	53.59	2.50	1.65	0.35
0.90	17.10	50.91	2.47	1.72	0.35
0.95	18.10	48.48	2.44	1.80	0.36
1.00	19.00	42.98	2.32	1.85	0.35

ポディー-V管 $\phi 200$ 車道下 (T-25)

埋設深 (m)	土 圧		発生応力 σ		たわみ率 V (%)
	静土圧 q (kN/m ²)	動土圧 L (kN/m ²)	管頂 (N/mm ²)	管底 (N/mm ²)	
0.30	5.70	79.55	3.67	1.12	0.49
0.35	6.70	64.81	3.13	1.15	0.43
0.40	7.60	53.85	2.74	1.19	0.39
0.45	8.60	46.28	2.50	1.26	0.37
0.50	9.50	42.42	2.40	1.35	0.37
0.55	10.50	39.16	2.33	1.44	0.37
0.60	11.40	72.73	3.78	1.74	0.55
0.65	12.40	67.88	3.65	1.83	0.54
0.70	13.30	63.64	3.53	1.91	0.54
0.75	14.30	59.89	3.45	2.00	0.54
0.80	15.20	56.57	3.37	2.09	0.54
0.85	16.20	53.59	3.32	2.19	0.54
0.90	17.10	50.91	3.27	2.28	0.54
0.95	18.10	48.48	3.24	2.38	0.54
1.00	19.00	42.98	3.08	2.45	0.53

ボディーV管 φ250 車道下 (T-25)

埋設深 (m)	土 圧		発生応力 σ		たわみ率 V (%)
	静土圧 q (kN/m ²)	動土圧 L (kN/m ²)	管頂 (N/mm ²)	管底 (N/mm ²)	
0.30	5.70	79.55	3.66	1.12	0.49
0.35	6.70	64.81	3.13	1.15	0.43
0.40	7.60	53.85	2.74	1.19	0.39
0.45	8.60	46.28	2.50	1.26	0.37
0.50	9.50	42.42	2.40	1.35	0.37
0.55	10.50	39.16	2.33	1.44	0.37
0.60	11.40	72.73	3.78	1.74	0.55
0.65	12.40	67.88	3.64	1.83	0.54
0.70	13.30	63.64	3.53	1.91	0.54
0.75	14.30	59.89	3.45	2.00	0.54
0.80	15.20	56.57	3.37	2.09	0.54
0.85	16.20	53.59	3.32	2.19	0.54
0.90	17.10	50.91	3.27	2.28	0.54
0.95	18.10	48.48	3.24	2.38	0.54
1.00	19.00	42.98	3.07	2.45	0.53