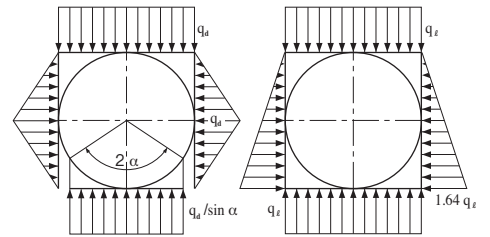


硬質塩化ビニル管の埋設強度

土圧分布

埋戻し土による土圧分布は、管上土圧と底面反力が等分布の鉛直土圧として上下に作用するものとし、管のたわみによって生じる反力が二等辺三角形の水平土圧として左右に作用するものと想定します。また、活荷重による土圧分布は管上土圧と底面反力が上下とも等しい等分布の鉛直土圧として作用するものとし、管のたわみによって生じる反力が直角三角形の水平土圧として左右に作用するものと想定します。



埋戻し土による土圧分布

活荷重による土圧分布

注： q_d ：単位面積当たりの埋戻し土による鉛直土圧
 q_e ：単位面積当たりの活荷重による鉛直土圧
 2α ：有効支承角

埋戻し土による鉛直土圧

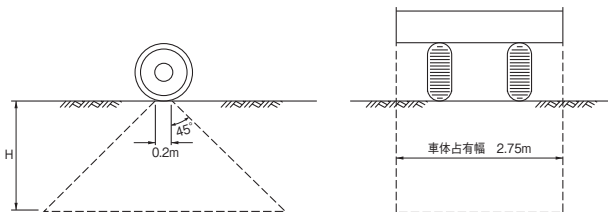
可とう性管は上部土圧により管側部の埋戻し土と管が一樣に変形するため、管に加わる荷重は管幅のみの土圧とし、埋戻し土による鉛直土圧は式(1・1)により求めます。

$$q_d = r \cdot H \dots \dots \dots (1 \cdot 1)$$

ここに、

- q_d ：埋戻し土による鉛直土圧 (kN/m²)
- r ：埋戻し土の単位体積重量 (通常、18kN/m³)
- H ：土かぶり (m)

活荷重による鉛直土圧



$$q_e = \frac{2P(1+i) \cdot \beta}{2.75(2H+0.20)} \dots \dots \dots (1 \cdot 2)$$

ここに、

- q_e ：活荷重による鉛直土圧 (kN/m²)
- P ：T-25の二後輪荷重 100kN
- i ：衝撃係数 (H：によって表の値をとる。)
- β ：断面力の低減係数で 0.9 とする。

表 衝撃係数

土かぶり (H)	H < 1.5m	1.5m ≤ H < 6.5m	6.5m ≤ H
衝撃係数 (i)	0.5	0.65 - 0.1H	0

強度計算

● 曲げ応力の計算

土圧分布で、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、下記の式で求めます。

$$\sigma = \frac{(K_1 \cdot q_d + K_2 \cdot q_e) r^2}{Z} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (1 \cdot 3)$$

ここに、

- K_1 ：埋戻し土に対する曲げモーメント係数
- K_2 ：活荷重に対する曲げモーメント係数
- q_d ：埋戻し土による鉛直土圧 (N/mm²=10³kN/m²)
- q_e ：活荷重による鉛直荷重 (N/mm²=10³kN/m²)
- r ：管厚中心半径 (mm) {cm}
- Z ：管の断面係数 (mm³/mm)

● たわみ率の計算

土圧分布で、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、下記の式で求めます。

$$\delta = (K_3 \cdot q_d + K_4 \cdot q_e) \frac{r^4}{E \cdot I} \text{ (mm)} \dots \dots \dots (1 \cdot 4)$$

$$V = \frac{\delta}{2r} \times 100 \text{ (\%)} \dots \dots \dots (1 \cdot 5)$$

ここに、

- δ ：埋戻し土と活荷重によるたわみ量の和
- K_3 ：埋戻し土に対するたわみ係数
- K_4 ：活荷重に対するたわみ係数
- E ：硬質塩化ビニル管の弾性係数で 2,942N/mm² とする
- I ：管の断面2次モーメント (mm⁴/mm)
- V ：たわみ率 (%)

●基礎条件と係数

基礎条件	施工支承角 θ	有効支承角 2α	管の位置	曲げモーメント係数		たわみ係数		基礎施工状態
				k_1	k_2	K_3	K_4	
A	90°	60°	管頂	0.132	0.079	0.102	0.030	
			管底	0.223	0.011			
B	180°	90°	管頂	0.120	0.079	0.085	0.030	
			管底	0.160	0.011			
C	360°	120°	管頂	0.107	0.079	0.070	0.030	
			管底	0.121	0.011			

●設計に用いる寸法諸元

サイズ	外径		管厚		管厚中心半径		断面係数		断面2次モーメント	
	D		t		r		Z		I	
	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm ² /mm)	(cm ² /cm)	(mm ⁴ /mm)	(cm ⁴ /cm)
75	89	8.9	3.0	0.30	43.00	4.300	1.50	0.0150	2.25	0.00225
100	114	11.4	3.5	0.35	55.25	5.525	2.04	0.0204	3.57	0.00357
125	140	14.0	4.5	0.45	67.75	6.775	3.38	0.0338	7.59	0.00759
150	165	16.5	5.5	0.55	79.75	7.975	5.04	0.0504	13.90	0.0139
200	216	21.6	7.0	0.70	104.50	10.45	8.17	0.0817	28.60	0.0286
250	267	26.7	8.4	0.84	129.30	12.93	11.8	0.1180	49.40	0.0494
300	318	31.8	9.9	0.99	154.10	15.41	16.3	0.1630	80.90	0.0809
350	370	37.0	11.2	1.12	179.40	17.94	20.9	0.2090	117.10	0.1170
400	420	42.0	12.6	1.26	203.70	20.37	26.5	0.2650	166.70	0.1670
450	470	47.0	14.1	1.41	228.00	22.80	33.1	0.3310	233.60	0.2340
500	520	52.0	15.6	1.56	252.20	25.22	40.6	0.4060	316.40	0.3160
600	630	63.0	19.2	1.92	305.40	30.54	61.4	0.6140	589.80	0.5900

最大曲げ応力とたわみ率の算定例 (T-25.有効支承角 (2 α) 120°、埋戻し土の単位体積重量:18kN/m³)

● VU 管

σ_{max} : 最大曲げ応力 (N/mm²) V: たわみ率 (%)

呼び径	75		100		125		150		200		250		300		350		400		450		500		600	
土被り (m)	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V
0.6	8.25	1.7	10.02	2.3	9.09	2.0	8.45	1.8	8.95	1.9	9.49	2.1	9.75	2.2	10.31	2.4	10.48	2.5	10.52	2.5	10.49	2.5	10.17	2.3
1.0	6.72	1.6	8.16	2.1	7.40	1.8	6.88	1.6	7.29	1.8	7.72	1.9	7.94	2.0	8.40	2.2	8.54	2.2	8.56	2.2	8.54	2.2	8.28	2.1
1.2	6.53	1.6	7.92	2.1	7.19	1.8	6.68	1.6	7.08	1.8	7.50	2.0	7.71	2.0	8.15	2.2	8.29	2.3	8.31	2.3	8.29	2.3	8.04	2.2
1.5	6.55	1.7	7.95	2.3	7.21	2.0	6.70	1.7	7.10	1.9	7.53	2.1	7.74	2.2	8.18	2.4	8.32	2.4	8.34	2.4	8.32	2.4	8.07	2.3
2.0	6.95	1.9	8.44	2.6	7.66	2.2	7.11	2.0	7.53	2.2	7.99	2.4	8.21	2.5	8.68	2.7	8.83	2.8	8.85	2.8	8.83	2.8	8.56	2.6
2.5	7.65	2.2	9.29	3.0	8.43	2.6	7.83	2.3	8.30	2.5	8.79	2.7	9.04	2.8	9.56	3.1	9.72	3.2	9.75	3.2	9.72	3.2	9.43	3.0
3.0	8.51	2.5	10.33	3.4	9.38	2.9	8.71	2.6	9.23	2.9	9.78	3.1	10.06	3.2	10.63	3.5	10.81	3.6	10.84	3.6	10.82	3.6	10.49	3.5
3.5	9.56	2.9	11.60	3.8	10.53	3.3	9.78	3.0	10.36	3.2	10.98	3.5	11.30	3.7	11.94	4.0	12.14	4.1	12.18	4.1	12.15	4.1	11.78	3.9
4.0	10.87	3.2	13.20	4.3	11.98	3.7	11.13	3.3	11.79	3.6	12.50	4.0	12.85	4.1	13.58	4.5	13.81	4.6	13.85	4.6	13.82	4.6	13.40	4.4
4.5	12.20	3.6	14.81	4.8	13.44	4.1	12.49	3.7	13.23	4.0	14.02	4.4	14.42	4.6	15.24	5.0	15.49	5.1	15.54	5.1	15.50	5.1	15.03	4.9
5.0	13.52	3.9	16.42	5.2	14.90	4.5	13.84	4.0	14.66	4.4	15.54	4.8	15.98	5.0	16.89	5.5	17.18	5.6	17.23	5.6	17.19	5.6	16.67	5.4
5.5	14.85	4.3	18.03	5.7	16.36	5.0	15.21	4.4	16.11	4.8	17.07	5.3	17.55	5.5	18.56	6.0	18.87	6.1	18.92	6.1	18.88	6.1	18.30	5.8
6.0	16.18	4.6	19.65	6.2	17.83	5.4	16.57	4.8	17.55	5.2	18.60	5.7	19.13	5.9	20.22	6.5	20.56	6.7	20.62	6.7	20.57	6.7	19.94	6.3
6.5	17.52	5.0	21.27	6.7	19.30	5.8	17.93	5.2	19.00	5.7	20.14	6.2	20.70	6.4	21.88	7.0	22.25	7.2	22.32	7.2	22.26	7.2	21.59	6.8
7.0	18.86	5.4	22.89	7.2	20.77	6.2	19.30	5.6	20.45	6.1	21.67	6.7	22.29	6.9	23.56	7.5	23.95	7.7	24.02	7.7	23.96	7.7	23.24	7.4

● VP 管

σ_{max} : 最大曲げ応力 (N/mm²) V: たわみ率 (%)

呼び径	75		100		125		150		200		250		300	
土被り (m)	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V
0.6	1.99	0.2	2.28	0.3	3.13	0.4	2.63	0.3	3.49	0.5	3.49	0.5	3.49	0.5
1.0	1.62	0.2	1.85	0.2	2.55	0.4	2.14	0.3	2.84	0.4	2.84	0.4	2.84	0.4
1.2	1.58	0.2	1.80	0.2	2.48	0.4	2.08	0.3	2.76	0.4	2.76	0.4	2.76	0.4
1.5	1.58	0.2	1.81	0.2	2.49	0.4	2.09	0.3	2.77	0.5	2.77	0.5	2.77	0.5
2.0	1.68	0.2	1.92	0.3	2.64	0.5	2.22	0.4	2.94	0.5	2.94	0.5	2.93	0.5
2.5	1.85	0.3	2.11	0.3	2.92	0.5	2.44	0.4	3.23	0.6	3.23	0.6	3.23	0.6
3.0	2.05	0.3	2.35	0.4	3.23	0.6	2.71	0.5	3.60	0.7	3.60	0.7	3.59	0.7
3.5	2.31	0.3	2.64	0.4	3.63	0.7	3.05	0.5	4.04	0.8	4.04	0.8	4.04	0.8
4.0	2.63	0.4	3.00	0.5	4.13	0.8	3.47	0.6	4.60	0.9	4.59	0.9	4.59	0.9
4.5	2.94	0.4	3.36	0.5	4.63	0.8	3.89	0.6	5.15	1.0	5.15	1.0	5.15	1.0
5.0	3.26	0.5	3.76	0.6	5.14	0.9	4.31	0.7	5.72	1.1	5.71	1.1	5.71	1.1
5.5	3.59	0.5	4.10	0.6	5.64	1.0	4.74	0.8	6.28	1.2	6.27	1.2	6.27	1.2
6.0	3.91	0.6	4.46	0.7	6.15	1.1	5.16	0.8	6.84	1.3	6.84	1.3	6.84	1.3
6.5	4.23	0.6	4.83	0.7	6.65	1.2	5.59	0.9	7.40	1.4	7.40	1.4	7.40	1.4
7.0	4.55	0.6	5.20	0.8	7.16	1.3	6.01	1.0	7.97	1.5	7.97	1.5	7.96	1.5

●許容曲げ応力

許容曲げ応力 (σ_a) は、17.7N/mm²とします。これは、硬質塩化ビニル管の曲げ強さ88.3N/mm²を安全率5で除したものです。安全率を5としているのは硬質塩化ビニル管の安全率を諸外国では、破壊強度に対して4.0~5.0を考慮していますので、その安全側をとったものです。

●許容たわみ率

許容たわみ率 (V_a) は、5%とします。5%としたのは、管路機能保持面から一般的に可とう性管に適用されている規定に準じたものです。