

塩化ビニル管

鉛直土圧式

1. 設計条件

管種	: 下水道用硬質塩化ビニル管
管の呼び径	D : 200(mm)
管外径	Bc : 21.6(cm)
管厚	t : 0.70(cm)
管厚中心半径	R : 10.45(cm)
土被り	H : 100.000(cm)
埋戻し土の単位体積重量	: 18.000(kN/m ³)
活荷重	: T-250
許容たわみ率	: 5(%)
許容曲げ応力度	: 17.7(N/mm ²)
設計支持角	: 60(°)
計算土被り	: 1.000~4.000(m)
計算間隔	: 0.100(m)

2. 鉛直土圧

埋戻し土による鉛直土圧 q は、

$$q = \gamma \cdot H$$

$$= 18.000 \times 1.000$$

$$= 18.000(\text{kN/m}^2)$$

ここに、

q : 埋戻し土による鉛直土圧(kN/m ²)	
H : 土被り	H = 1.000(m)
: 埋戻し土の単位体積重量	= 18.000(kN/m ³)

3. 活荷重

活荷重については、ここでは自動車荷重の影響を考える。

自動車荷重は「道路橋示方書・同解説」(日本道路協会発行)に定められたT-250の後輪荷重を用いる。

一般には前輪荷重の影響は無視するものとし、衝撃係数は土被りによって変化するもので、縦断方向には接地幅 0.2m で 45 度に分布するものとする。

活荷重による鉛直等分布荷重 p は、

$$p = \frac{2 \cdot P \cdot (1 + i) \cdot C}{C \cdot (a + 2 \cdot H \cdot \tan 45^\circ)}$$

$$= \frac{2 \times 100.000 \times (1 + 0.500) \times 0.900}{2.75 \times (0.2 + 2 \times 1.000 \times \tan 45^\circ)}$$

$$= 44.628(\text{kN/m}^2)$$

ここに、

p : 活荷重(kN/m ²)	
H : 土被り	H = 1.000(m)
P : 1 後輪荷重(=100.000kN)	
a : 車輪接地長さ(=0.2m)	
C : 車体占有幅(=2.75m)	
: 分布角度(=45°)	
i : 衝撃係数(土被りにより次の値を用いる)	i = 0.500

H	1.5	1.5 < H < 6.5	H	6.5
i	0.5	0.65 - 0.1 × H		0

: 断面力の低減係数 = 0.900

H	1.0 かつ 管径 D	4.0	左記以外
		1.0	0.9

4. 発生曲げ応力

埋設管にかかる発生応力は、有効支持角を 60° とすると、

$$M = (k_1 \cdot q + k_2 \cdot p) \cdot R^2$$

《管頂》

$$= (0.132 \times 18.000 \times 10^{-4} + 0.079 \times 44.628 \times 10^{-4}) \times 10.45^2$$

$$= 0.064 (\text{kN} \cdot \text{cm} / \text{cm})$$

《管底》

$$= (0.223 \times 18.000 \times 10^{-4} + 0.011 \times 44.628 \times 10^{-4}) \times 10.45^2$$

$$= 0.049 (\text{kN} \cdot \text{cm} / \text{cm})$$

発生曲げ応力は、

$$= \frac{M}{Z}$$

《管頂》

$$= \frac{0.064 \times 10^3}{0.082 \times 10^2}$$

$$= 7.805 (\text{N} / \text{mm}^2) \quad 17.7 (\text{N} / \text{mm}^2) \quad - \text{OK} -$$

《管底》

$$= \frac{0.049 \times 10^3}{0.082 \times 10^2}$$

$$= 5.976 (\text{N} / \text{mm}^2) \quad 17.7 (\text{N} / \text{mm}^2) \quad - \text{OK} -$$

ここに、

- M : 発生曲げモーメント (kN・cm/cm)
 : 発生曲げ応力 (N/mm²)
 Z : 断面係数 Z = 0.082 (cm³/cm)
 R : 管厚中心半径 R = 10.45 (cm)
 q : 埋戻し土による鉛直土圧 q = 18.000 (kN/m²)
 p : 活荷重 p = 44.628 (kN/m²)
 k1 : 埋戻し土による曲げモーメント係数
 k2 : 活荷重による曲げモーメント係数

位置	k1			k2		
	60°	90°	120°	60°	90°	120°
管頂	0.132	0.120	0.107	0.079	0.079	0.079
管底	0.223	0.160	0.121	0.011	0.011	0.011

埋設管のたわみ率

$$x = \frac{(K1 \cdot q + K2 \cdot p) \cdot R^4}{E \cdot I}$$

$$= \frac{(0.102 \times 18.000 \times 10^{-1} + 0.030 \times 44.628 \times 10^{-1}) \times 10.45^4}{2942 \times 10^2 \times 0.029}$$

$$= 0.444(\text{cm})$$

$$V = \frac{x}{2 \cdot R} \times 100$$

$$= \frac{0.444}{2 \times 10.45} \times 100$$

$$= 2.124(\%) \quad 5(\%) \quad - 0K -$$

ここに、

x : 埋戻し土と活荷重によるたわみ量の和 (cm)

V : たわみ率

R : 管厚中心半径

R = 10.45 (cm)

E : 曲げ弾性率 (=2942N/mm²)

I : 管長 1cm 当たりの断面 2 次モーメント

I = 0.029 (cm⁴/cm)

q : 埋戻し土による鉛直土圧

q = 18.000 (kN/m²)

p : 活荷重

p = 44.628 (kN/m²)

K1 : 埋戻し土による鉛直方向のたわみ係数

K2 : 活荷重による鉛直方向のたわみ係数

区分	K1			K2		
	60°	90°	120°	60°	90°	120°
たわみ係数	0.102	0.085	0.070	0.030	0.030	0.030

CSD

塩化ビニル管

鉛直土圧式

管の呼び径 D = 200(mm)
 管 厚 t = 0.70(cm)
 管厚中心半径 R = 10.45(cm)
 活 荷 重 T-250
 許容たわみ率 5(%)
 許容曲げ応力度 17.7(N/mm²)
 設計支持角 60(°)

土被り (m)	鉛直土圧(kN/m ²)		発生応力度(N/mm ²)		たわみ率 (%)	判定
	埋戻土 q	活荷重 p	60°			
			管頂	管底	60°	
1.000	18.000	44.628	7.805	5.976	2.124	OK
1.100	19.800	40.909	7.805	6.463	2.172	OK
1.200	21.600	37.762	7.805	6.951	2.230	OK
1.300	23.400	35.065	7.805	7.439	2.301	OK
1.400	25.200	32.727	7.927	7.927	2.378	OK
1.500	27.000	30.682	7.927	8.415	2.459	OK
1.600	28.800	28.684	8.049	9.024	2.541	OK
1.700	30.600	26.909	8.171	9.512	2.627	OK
1.800	32.400	25.321	8.415	10.000	2.718	OK
1.900	34.200	23.891	8.537	10.488	2.813	OK
2.000	36.000	22.597	8.659	10.976	2.909	OK
2.100	37.800	21.421	8.902	11.585	3.010	OK
2.200	39.600	20.348	9.146	12.073	3.110	OK
2.300	41.400	19.364	9.268	12.561	3.211	OK
2.400	43.200	18.458	9.512	13.049	3.316	OK
2.500	45.000	17.622	9.756	13.659	3.421	OK
2.500	45.000	17.622	9.756	13.659	3.421	OK
2.600	46.800	16.848	10.000	14.146	3.531	OK
2.700	48.600	16.130	10.244	14.634	3.641	OK
2.800	50.400	15.461	10.488	15.244	3.746	OK
2.900	52.200	14.836	10.732	15.732	3.856	OK
3.000	54.000	14.252	10.976	16.220	3.971	OK
3.100	55.800	13.705	11.220	16.829	4.081	OK
3.200	57.600	13.190	11.463	17.317	4.196	OK
3.300	59.400	12.706	11.829	17.805	4.306	NG
3.400	61.200	12.249	12.073	18.415	4.421	NG
3.500	63.000	11.818	12.317	18.902	4.536	NG
3.600	64.800	11.410	12.561	19.390	4.651	NG
3.700	66.600	11.024	12.927	20.000	4.766	NG
3.800	68.400	10.657	13.171	20.488	4.880	NG
3.900	70.200	10.309	13.415	20.976	4.995	NG
4.000	72.000	9.978	13.659	21.585	5.110	NG

管の呼び径 D = 200(mm)
 管 厚 t = 0.70(cm)
 管厚中心半径 R = 10.45(cm)
 活 荷 重 T-250
 許容たわみ率 5(%)
 許容曲げ応力度 17.7(N/mm²)
 設計支持角 90(°)

土被り (m)	鉛直土圧(kN/m ²)		発生応力度(N/mm ²)		たわみ率 (%)	判定
	埋戻土 q	活荷重 p	90°			
			管頂	管底	90°	
1.000	18.000	44.628	7.561	4.512	1.919	OK
1.100	19.800	40.909	7.439	4.878	1.947	OK
1.200	21.600	37.762	7.439	5.122	1.986	OK
1.300	23.400	35.065	7.439	5.488	2.033	OK
1.400	25.200	32.727	7.439	5.854	2.091	OK
1.500	27.000	30.682	7.561	6.220	2.148	OK
1.600	28.800	28.684	7.561	6.585	2.211	OK
1.700	30.600	26.909	7.683	6.951	2.278	OK
1.800	32.400	25.321	7.805	7.317	2.349	OK
1.900	34.200	23.891	7.927	7.683	2.426	OK
2.000	36.000	22.597	8.171	8.049	2.498	OK
2.100	37.800	21.421	8.293	8.415	2.579	OK
2.200	39.600	20.348	8.415	8.780	2.660	OK
2.300	41.400	19.364	8.659	9.146	2.742	OK
2.400	43.200	18.458	8.902	9.512	2.828	OK
2.500	45.000	17.622	9.024	9.878	2.914	OK
2.500	45.000	17.622	9.024	9.878	2.914	OK
2.600	46.800	16.848	9.268	10.244	3.000	OK
2.700	48.600	16.130	9.512	10.610	3.086	OK
2.800	50.400	15.461	9.634	10.976	3.177	OK
2.900	52.200	14.836	9.878	11.341	3.263	OK
3.000	54.000	14.252	10.122	11.707	3.354	OK
3.100	55.800	13.705	10.366	12.073	3.445	OK
3.200	57.600	13.190	10.610	12.439	3.541	OK
3.300	59.400	12.706	10.854	12.805	3.632	OK
3.400	61.200	12.249	11.098	13.171	3.722	OK
3.500	63.000	11.818	11.341	13.537	3.818	OK
3.600	64.800	11.410	11.585	14.024	3.914	OK
3.700	66.600	11.024	11.829	14.390	4.005	OK
3.800	68.400	10.657	12.073	14.756	4.100	OK
3.900	70.200	10.309	12.317	15.122	4.196	OK
4.000	72.000	9.978	12.561	15.488	4.292	OK

管の呼び径 D = 200(mm)
 管 厚 t = 0.70(cm)
 管厚中心半径 R = 10.45(cm)
 活 荷 重 T-250
 許容たわみ率 5(%)
 許容曲げ応力度 17.7(N/mm²)
 設計支持角 120(°)

土被り (m)	鉛直土圧(kN/m ²)		発生応力度(N/mm ²)		たわみ率 (%)	判定
	埋戻土 q	活荷重 p	120°			
			管頂	管底	120°	
1.000	18.000	44.628	7.317	3.537	1.737	OK
1.100	19.800	40.909	7.073	3.780	1.746	OK
1.200	21.600	37.762	7.073	4.024	1.770	OK
1.300	23.400	35.065	7.073	4.268	1.799	OK
1.400	25.200	32.727	7.073	4.512	1.837	OK
1.500	27.000	30.682	7.073	4.756	1.880	OK
1.600	28.800	28.684	7.073	5.122	1.923	OK
1.700	30.600	26.909	7.195	5.366	1.971	OK
1.800	32.400	25.321	7.317	5.610	2.024	OK
1.900	34.200	23.891	7.439	5.854	2.081	OK
2.000	36.000	22.597	7.561	6.098	2.139	OK
2.100	37.800	21.421	7.683	6.463	2.201	OK
2.200	39.600	20.348	7.805	6.707	2.263	OK
2.300	41.400	19.364	7.927	6.951	2.325	OK
2.400	43.200	18.458	8.049	7.195	2.392	OK
2.500	45.000	17.622	8.293	7.561	2.459	OK
2.500	45.000	17.622	8.293	7.561	2.459	OK
2.600	46.800	16.848	8.415	7.805	2.531	OK
2.700	48.600	16.130	8.659	8.049	2.598	OK
2.800	50.400	15.461	8.780	8.293	2.670	OK
2.900	52.200	14.836	9.024	8.659	2.742	OK
3.000	54.000	14.252	9.146	8.902	2.813	OK
3.100	55.800	13.705	9.390	9.146	2.885	OK
3.200	57.600	13.190	9.634	9.512	2.962	OK
3.300	59.400	12.706	9.756	9.756	3.033	OK
3.400	61.200	12.249	10.000	10.000	3.110	OK
3.500	63.000	11.818	10.244	10.366	3.187	OK
3.600	64.800	11.410	10.488	10.610	3.263	OK
3.700	66.600	11.024	10.610	10.854	3.340	OK
3.800	68.400	10.657	10.854	11.220	3.416	OK
3.900	70.200	10.309	11.098	11.463	3.493	OK
4.000	72.000	9.978	11.341	11.707	3.569	OK