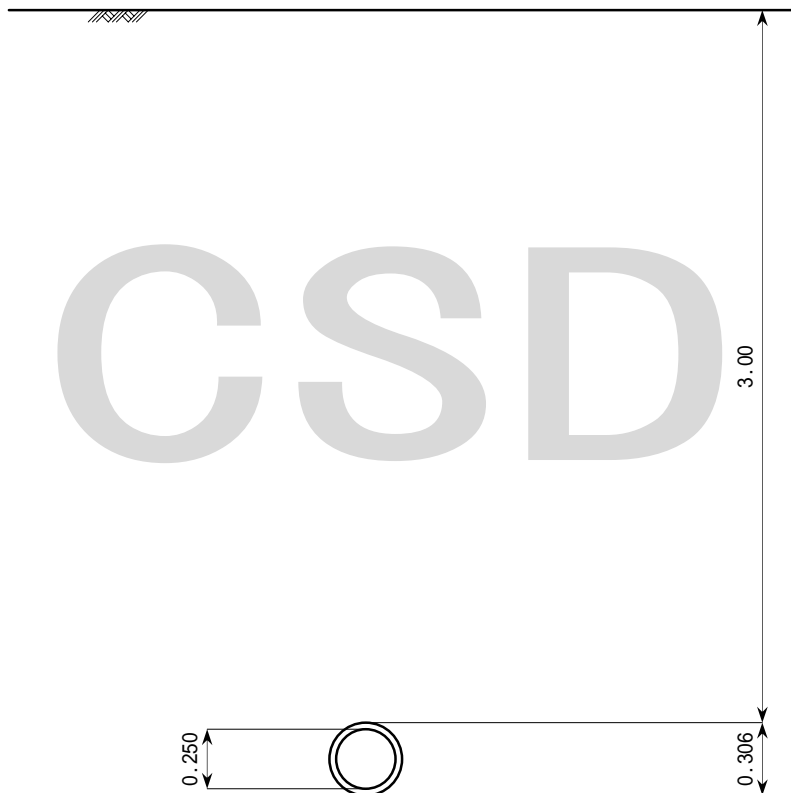


二層構造管（サンプル計算書）

ヤンセン公式（サンプル計算書）

1. 設計条件

更生管の外径	D : 250(mm)
既設管の外径	Bc : 306(mm)
既設管の管種	: 鉄筋コンクリート管
既設管の弾性係数	: 33000(N/mm ²)
埋戻し土の単位体積重量	: 18.0(kN/m ³)
埋戻し土の単位体積重量	: 18.0(kN/m ³)
既設管の土被り	H : 3.00(m)
埋戻し土の内部摩擦角	: 30(°)
掘削面における溝幅	Bd : 1.10(m)
埋戻し土の粘着力	C : 0(kN/m ²)
更生管の工法	: E X工法
更生管の材質	: 塩化ビニル
損傷パターン	: 分散型 D1u
短期曲げ強度	σ_s : 64.0(N/mm ²)
短期曲げ強度の安全率	F_s : 5.0
短期既設管による管厚低減係数(曲げ強度)	α_1 : 0.4
長期曲げ弾性係数	E_L : 1250(N/mm ²)
長期曲げ弾性係数の安全率	F : 1.6
許容たわみ率	V : 5(%)
既設管による管厚低減係数(たわみ率)	α_2 : 0.2
設計支持角	: 120(°)



2. 埋設管にかかる等分布荷重

(1) 土による鉛直等分布荷重（ヤンセン公式により）

土による鉛直等分布荷重は、次の通りになる。

$$q = \left(\frac{\gamma \cdot Bd}{2} - C \right) \cdot \left(\frac{1 - e^{-2K \cdot \mu \cdot H/Bd}}{K \cdot \mu} \right)$$
$$= \left(\frac{18.0 \times 1.10}{2} - 0 \right) \times \left(\frac{1 - e^{-2 \times 0.334 \times 0.577 \times 3.00/1.10}}{0.334 \times 0.577} \right)$$
$$= 33.415 (\text{kN/m}^2)$$

$$K = \frac{\sqrt{\mu^2 + 1} - \mu}{\sqrt{\mu^2 + 1} + \mu}$$
$$= \frac{\sqrt{0.577^2 + 1} - 0.577}{\sqrt{0.577^2 + 1} + 0.577}$$
$$= 0.334$$

ここに、

q	: 埋戻し土による鉛直土圧 (kN/m ²)
K	: 埋戻し土の主働土圧係数
μ	: 埋戻し土と側壁との摩擦係数 (=tan δ) 0.577
γ	: 埋戻し土の単位体積重量 18.0(kN/m ³)
C	: 埋戻し土の粘着力 0(kN/m ²)
Bd	: 掘削面における溝幅 1.10(m)
H	: 土被り 3.00(m)

(2) 土による鉛直等分布荷重（鉛直土圧式により）

土による鉛直等分布荷重は、次の通りになる。ただし、土被りは最大 2(m) とする。

$$q = \gamma \cdot H$$
$$= 18.0 \times 2.000$$
$$= 36.000 (\text{kN/m}^2)$$

ここに、

q	: 埋戻し土による鉛直土圧 (kN/m ²)
γ	: 埋戻し土の単位体積重量 18.0(kN/m ³)
H	: 土被り 2.000(m)

(3) 土による鉛直等分布荷重

土による鉛直等分布荷重は、ヤンセン公式と鉛直土圧式を比較して大きい方を用いる。

$$q = 36.000 (\text{kN/m}^2)$$

(4) 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-25 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、

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

$$= \frac{2 \times 100.000 \times (1 + 0.350) \times 0.900}{2.75 \times (0.2 + 2 \times 3.00 \times \tan 45^\circ)}$$

$$= 14.252 (\text{kN/m}^2)$$

ここに、

p : 活荷重 (kN/m^2)
 H : 土被り 3.00(m)
 P : 1 後輪荷重 100.000(kN)
 a : 車輪接地長さ 0.2(m)
 C : 車体占有幅 2.75(m)
 : 分布角度 45(°)
 i : 衝撃係数 (土被りにより次の値を用いる) 0.350

	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	かつ管内径 D	4.0	左記以外
				1.0	0.9

3. 曲げ強度による更生管厚の算定

曲げ強度による更生管厚は次式より求める。

$$t_1 = \frac{D}{1 + \sqrt{\frac{2}{3 \cdot \gamma_1 \cdot (k_1 \cdot q + k_2 \cdot p)}}}}$$

$$= \frac{250}{1 + \sqrt{\frac{2 \times 12.800 \times 10^{-3}}{3 \times 0.4 \times (0.107 \times 36.000 \times 10^{-6} + 0.079 \times 14.252 \times 10^{-6})}}}}$$

$$= 3.761 (\text{mm})$$

$$t_2 = \frac{D}{1 + \sqrt{\frac{2}{3 \cdot \gamma_1 \cdot (k_1 \cdot q + k_2 \cdot p)}}}}$$

$$= \frac{250}{1 + \sqrt{\frac{2 \times 12.800 \times 10^{-3}}{3 \times 0.4 \times (0.121 \times 36.000 \times 10^{-6} + 0.011 \times 14.252 \times 10^{-6})}}}}$$

$$= 3.584 (\text{mm})$$

ここに、

t_1 : 曲げ強度による管頂の更生管厚 (mm)
 t_2 : 曲げ強度による管底の更生管厚 (mm)
 q_1 : 土による鉛直土圧 36.000 (kN/m^2)
 p_1 : 活荷重による鉛直土圧 14.252 (kN/m^2)
 k_1 : 曲げモーメント係数 (管頂) 0.107
 k_2 : 曲げモーメント係数 (管頂) 0.079
 k_1 : 曲げモーメント係数 (管底) 0.121
 k_2 : 曲げモーメント係数 (管底) 0.011
 D : 更生管外径 250(mm)
 γ_1 : 既設管による管厚低減係数(曲げ強度) 0.4
 : 曲げ強度 (設計値) = 64.0 / 5.0 = 12.800 (N/mm^2)

4. たわみ率による更生管厚の算定

たわみ率による更生管厚は次式より求める。

$$t = \frac{D}{1 + \sqrt[3]{\frac{EV}{75 \cdot {}_2 \cdot (K_1 \cdot q + K_2 \cdot p)}}}}$$

$$= \frac{250}{1 + \sqrt[3]{\frac{781.250 \times 10^{-3} \times 5}{75 \times 0.2 \times (0.070 \times 36.000 \times 10^{-6} + 0.030 \times 14.252 \times 10^{-6})}}}}$$

$$= 5.490(\text{mm})$$

ここに、

t	: たわみ率による更生管厚 (mm)	
q ₁	: 土による鉛直土圧	36.000(kN/m ²)
p ₁	: 活荷重による鉛直土圧	14.252(kN/m ²)
K ₁	: たわみ係数(管頂)	0.070
K ₂	: たわみ係数(管底)	0.030
D	: 更生管外径	250(mm)
V	: たわみ率	5(%)
{}_2	: 既設管による管厚低減係数(たわみ率)	0.2
E	: 曲げ弾性係数(設計値)	E = 1250 / 1.6 = 781.250(N/mm ²)

5. 採用更生管厚

採用更生管厚は次の通りとなる。

	管厚(mm)
曲げ強度による(管頂)	3.761
曲げ強度による(管底)	3.584
たわみ率による	5.490

6. 計算結果

更生管外径	D = 250(mm)
曲げ強度(設計値)	= 12.800(N/mm ²)
既設管による管厚低減係数(曲げ強度)	{}_1 = 0.4
たわみ率	V = 5(%)
曲げ弾性係数(設計値)	E = 781.250(N/mm ²)
既設管による管厚低減係数(たわみ率)	{}_2 = 0.2
活荷重	T-25
設計支持角	120(°)

土被り (m)	鉛直土圧 (kN/m ²)		曲げ強度による 更生管厚(mm)		たわみ率による 更生管厚 (mm)	採用値 (mm)
	埋戻土 q	活荷重 p	管頂	管底		
3.00	36.000	14.252	3.761	3.584	5.490	5.490