

ライナープレート設計計算書

円形立坑設計

データファイル : sample1.lps

データタイトル : 円形計算例

作成日 : 2005/10/13

目 次

1	入力データ一覧	1
2	設計条件	3
2-1	立坑寸法	3
2-2	土質条件	3
2-3	荷重	3
2-4	許容応力度	3
2-5	係数	3
2-6	水圧	3
3	形状寸法	4
4	外力	5
4-1	土圧	5
4-2	設計区間の最大側圧	6
5	外枠の設計	7
5-1	座屈に対する検討	7
5-2	曲げ圧縮力に対する検討	8
6	一覧表	9
7	数量概算表	10

1 入力データ一覧

ファイル名	sample1.lps			
物件名	円形計算例			
設計条件	円形立坑			
立坑直径	D	3.000	(m)	
立坑上面の深度	H _t	0.000	(m)	
立坑深度	H	9.500	(m)	
ヤング係数	E	2.0 × 10 ⁵	(N/mm ²)	
ライナープレートの許容応力度	σ _{La}	180.0	(N/mm ²)	
鋼材の許容応力度	σ _{Hs}	210.0	(N/mm ²)	
土圧強度が一定となる深度		15.000	(m)	
上載荷重	W	10.000	(kN/m ²)	

土質条件

No	深度	静止土圧係数	単位体積重量	
			湿潤	水中
	(m)	K _s	γ _t (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)
1	0.000 ~ 9.500	0.500	20.000	10.000

土圧強度

No	深度	土圧強度	
		P _a (kN/m ²)	
	(m)	上面	下面
1	0.000 ~ 9.500	5.000	100.000

外枠使用部材

No	深度	ライナー		補強材			
		板厚		呼称			間隔
	(m)	(mm)					(m)
1	9.500	1	2.70	-			

ライナープレート部材データ

No	板厚 (mm)	断面積 A (cm ²)	断面係数 Z (cm ³)	断面二次モーメント I (cm ⁴)	断面二次半径 i (cm)
1	2.7	39.760	46.000	141.000	1.880
2	3.2	47.120	54.400	168.000	1.890
3	4.0	58.860	67.400	210.000	1.890
4	4.5	66.220	75.800	238.000	1.900
5	5.3	77.900	88.800	280.000	1.900
6	6.0	88.200	100.000	320.000	1.900
7	7.0	102.900	116.000	376.000	1.910

鋼材データ

No	鋼材名	H	B	t ₁	t ₂	断面積	断面係数	断面二次モーメント	断面二次半径	
						A (cm ²)	Z (cm ³)	I (cm ⁴)	i _x (cm)	i _y (cm)
1	H形鋼(生材)	100	100	6.0	8.0	21.590	75.600	378.000	4.180	2.490
2	H形鋼(生材)	125	125	6.5	9.0	30.000	134.000	839.000	5.290	3.130
3	H形鋼(生材)	150	150	7.0	10.0	39.650	216.000	1620.000	6.400	3.770
4	H形鋼(生材)	175	175	7.5	11.0	51.420	331.000	2900.000	7.500	4.370
5	H形鋼(生材)	200	200	8.0	12.0	63.530	472.000	4720.000	8.620	5.020
6	H形鋼(生材)	250	250	9.0	14.0	91.430	860.000	10700.000	10.800	6.320
7	H形鋼(生材)	300	300	10.0	15.0	118.400	1350.000	20200.000	13.100	7.550
8	H形鋼(生材)	350	350	12.0	19.0	171.900	2280.000	39800.000	15.200	8.890
9	H形鋼(生材)	400	400	13.0	21.0	218.700	3330.000	66600.000	17.500	10.100
10	H形鋼(リース材)	200	200	8.0	12.0	51.530	366.000	3660.000	8.430	4.220
11	H形鋼(リース材)	250	250	9.0	14.0	78.180	708.000	8850.000	10.600	6.050
12	H形鋼(リース材)	300	300	10.0	15.0	104.800	1150.000	17300.000	12.900	7.510
13	H形鋼(リース材)	350	350	12.0	19.0	154.900	2000.000	35000.000	15.100	8.990
14	H形鋼(リース材)	400	400	13.0	21.0	197.700	2950.000	59000.000	17.300	10.100

2 設計条件

立坑形式：円形立坑

2-1 立坑寸法

3.000 m (D) × 9.500 m (H)

立坑上面の深度 $H_t = 0.000$ (m)

2-2 土質条件

土圧係数 静止土圧係数 K_s を用いる。

土圧強度 15.000 m 以深で一定とする。

No	深度	静止土圧係数	単位体積重量	
			湿潤	水中
	(m)	K_s	γ_t (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)
1	0.000 ~ 9.500	0.500	20.000	10.000

2-3 荷重

上載荷重 $W = 10.000$ (kN/m²)

2-4 許容応力度

ライナープレート $\sigma_{La} = 180$ (N/mm²)

鋼材 $\sigma_{Ha} = 210$ (N/mm²)

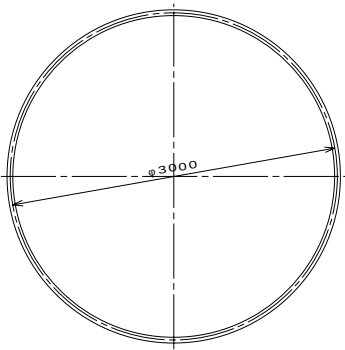
2-5 係数

ヤング係数 $E = 2.0 \times 10^5$ (N/mm²)

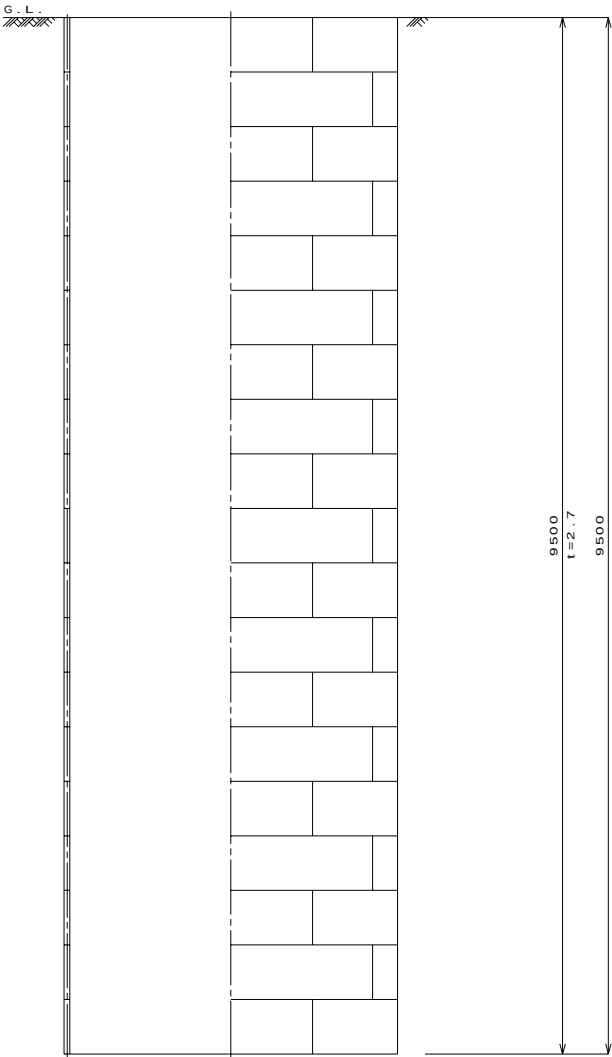
2-6 水圧

水圧は考慮しない。

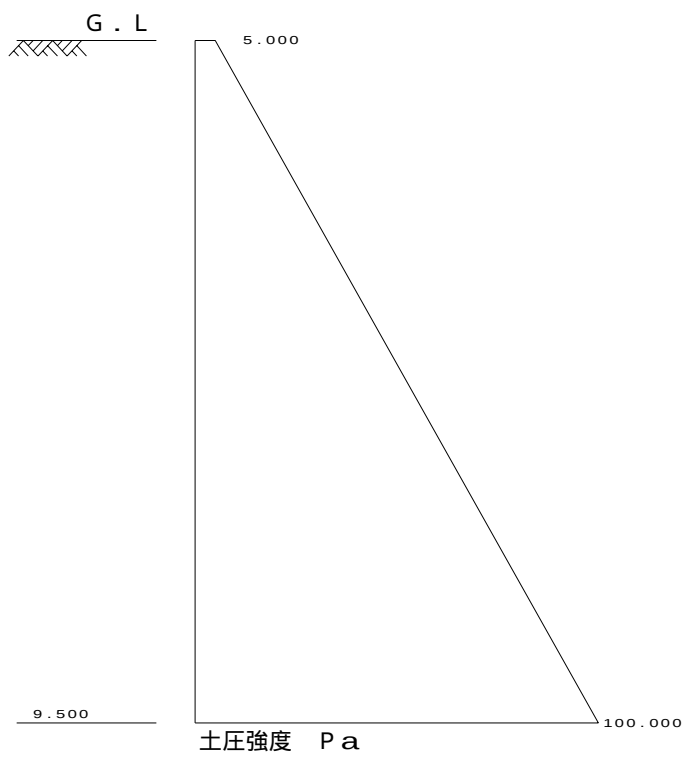
平面図



断面図



4 外力



4-1 土圧

No	深度 (m)	土圧強度	
		P_a (kN/m ²)	
		上面	下面
1	0.000 ~ 9.500	5.000	100.000

$$P_a = K_s (\sum \gamma h + W)$$

K_s : 静止土圧係数
 γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)
 h : 層厚 (m)
 W : 上載荷重 (kN/m²)
但し、 $P_a \geq 0$

4-2 設計区間の最大側圧

No	深度	側圧
	(m)	p_h (kN/m ²)
1	0.000 ~ 9.500	100.000

5 外枠の設計

5-1 座屈に対する検討

円環が等分布荷重を受けた時の許容座屈荷重 q_a は次式によって算出する。

$$q_a = \frac{2 E I}{r^3}$$

E	: ヤング係数	2.0×10^8	(KN/m^2)
r	: 立坑半径	1.500	(m)
I	: 断面二次モーメント ($I = I_L + I_H$)		(m^4/m)

1. 深度 0.000 m ~ 9.500 m

ライナープレート $t = 2.7 \text{ mm}$ を使用する。

$$q_a = \frac{2 \times 2.0 \times 10^8 \times 1.410 \times 10^{-6}}{1.500^3}$$
$$= 167.111 \quad p_h = 100.000 \quad (\text{KN/m}^2)$$

I_L	: ライナープレートの断面二次モーメント	1.410×10^6	(mm^4/m)
p_h	: 側圧		

5-2 曲げ圧縮力に対する検討

施工時の半径方向最大元歪を立坑半径の1%とする。

$$M_{\max} = \frac{\delta_o \cdot p_h \cdot r}{(1 - p_h / q_k)} \quad (\text{Timoshenko の式})$$

$$N = p_h \cdot r$$

$$q_k = \frac{3E I}{r^3}$$

$M_{\max}$: 最大曲げモーメント		($\text{kN} \cdot \text{m} / \text{m}$)
N : 軸力		(kN / m)
q_k : 限界座屈荷重		(kN / m^2)
δ_o : 半径方向最大元歪	15.000	(mm)
p_h : 側圧		(kN / m^2)
r : 立坑半径	1.500	(m)
I : 断面二次モーメント		(mm^4 / m)

1. 深度 0.000 m ~ 9.500 m

$$M_{\max} = \frac{15.000 \times 10^{-3} \times 100.000 \times 1.500}{(1 - 100.000 / 250.667)} = 3.74336 \text{ (kN} \cdot \text{m} / \text{m)}$$

$$N = 100.000 \times 1.500 = 150.000 \text{ (kN} / \text{m)}$$

$$q_k = \frac{3 \times 2.0 \times 10^8 \times 1.410 \times 10^{-6}}{1.500^3} = 250.667 \text{ (kN} / \text{m}^2)$$

従ってライナープレートの発生応力度 σ_L は

$$\begin{aligned} \sigma_L &= \frac{N}{A_L} + \frac{M_{\max}}{Z_L} = \frac{150.000 \times 10^3}{3.976 \times 10^3} + \frac{3.74336 \times 10^6}{4.600 \times 10^4} \\ &= 119.1 \quad \sigma_{La} = 180 \text{ (N} / \text{mm}^2) \end{aligned}$$

A_L : ライナープレートの断面積	3.976×10^3	(mm^2 / m)
Z_L : ライナープレートの断面係数	4.600×10^4	(mm^3 / m)

6 一覧表

・外枠

円形部の座屈の検討

No	深度	ライナー	補強材		許容外圧	設計側圧
		板厚	呼称	間隔		
	(m)	(mm)		(m)	q_a (kN/m ²)	p_h (kN/m ²)
1	9.500	2.7			167.111	100.000

曲げ圧縮力の検討

No	深度	ライナー	補強材		ライナー		補強材	
		板厚	呼称	間隔	発生応力度	許容応力度	発生応力度	許容応力度
	(m)	(mm)		(m)	σ_L (N/mm ²)	σ_{La} (N/mm ²)	σ_H (N/mm ²)	σ_{Ha} (N/mm ²)
1	9.500	2.7			119.1	180.0		

7 数量概算表

名称	サイズ (mm)	数量
ライナープレート	CP-10 t=2.7	114
組立ボルト	M16 × 30 (4.6 LP用)	1536