

円形組立マンホール・スラブ(上部) + 中間スラブタイプ

浮上がりの検討

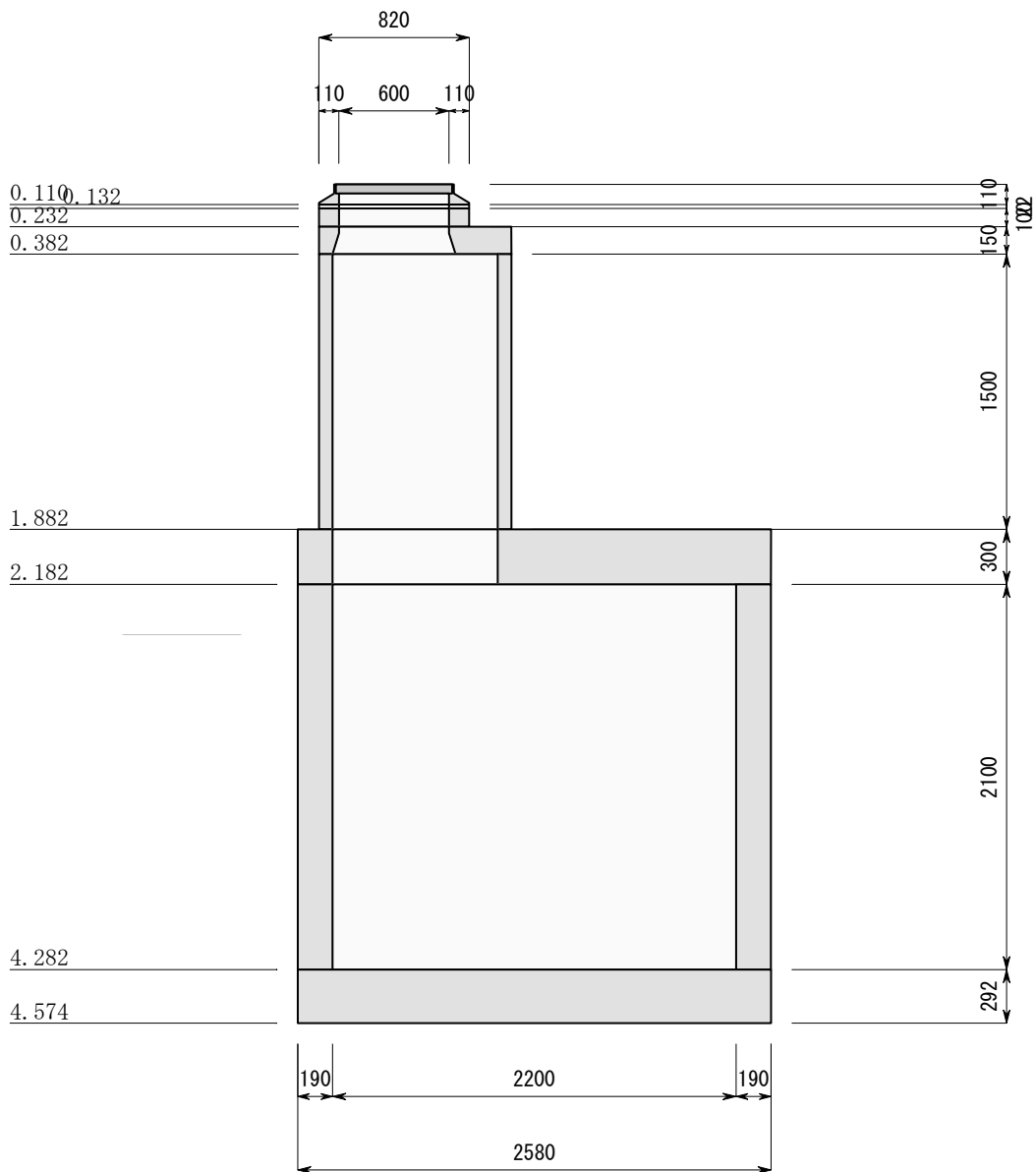
1. 設計条件

(1) 設計地震動

地震動	レベル2
-----	------

(2) 概要図

呼び方	5号
内径 (mm)	2200



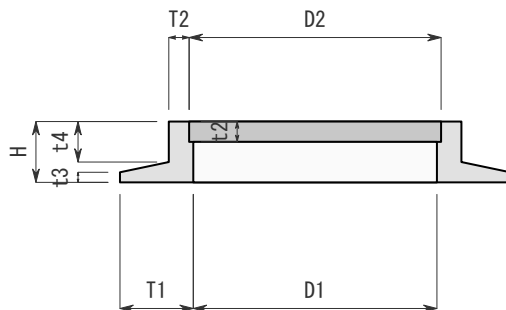
(3) マンホール条件

1) 寸法諸元

部材 No	種類	呼び名	高さ (mm)	上部		下部	
				外径 (mm)	内径 (mm)	外径 (mm)	内径 (mm)
1	円形マンホールふた	丸型鉄ふた600 T25	110	654	634	820	600
2	調整コンクリート	調整金具 60	22	820	600	820	600
3	調整リング	CMR 60 10	100	820	600	820	600
4	スラブ	CM1SB 15	150	1050	600	1050	900
5	直壁	CM1S 150	1500	1050	900	1050	900
6	中間スラブ	CM5SBM 30	300	2580	900	2580	2200
7	管取付け壁	CM5B 210	2100	2580	2200	2580	2200
8	底版	CM5P	292	2580	-	2580	-

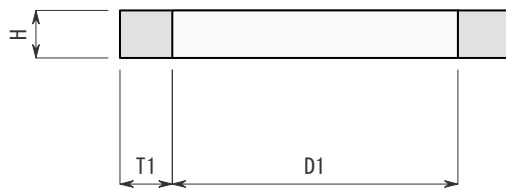
2) 部材諸元

[円形マンホールふた]



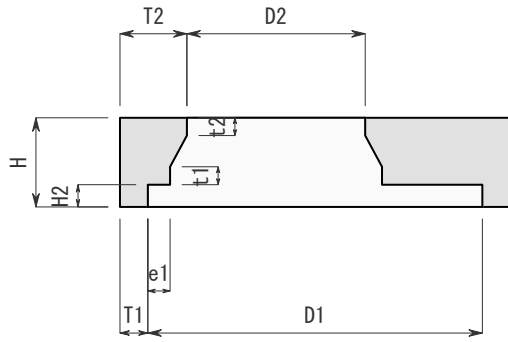
呼び名	D1 (mm)	D2 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	t2 (mm)	t3 (mm)	t4 (mm)	H (mm)	W (kN)
丸型鉄ふた600 T25	600	634	110	10	50	10	50	110	0.908

[調整リング]



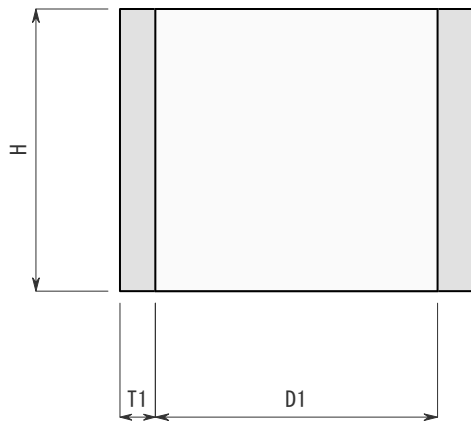
呼び名	D1 (mm)	T1 (mm)	H (mm)	W (kN)
CMR 60 10	600	110	100	0.579

[スラブ]



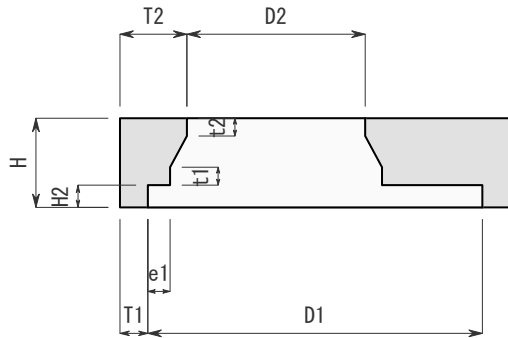
呼び名	D1 (mm)	D2 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	e1 (mm)	H (mm)	H2 (mm)	W (kN)
CM1SB 15	900	600	75	110	0	35	0	150	0	2.138

[直壁]



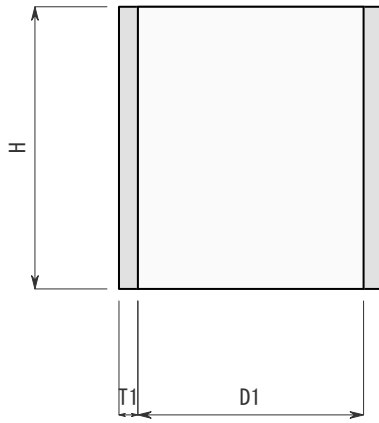
呼び名	D1 (mm)	T1 (mm)	H (mm)	W (kN)
CM1S 150	900	75	1500	8.257

[中間スラブ]



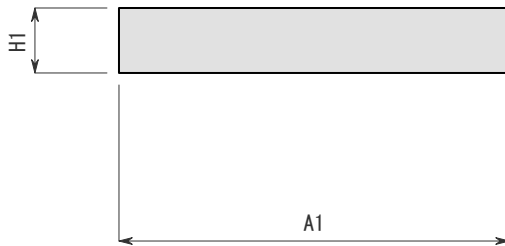
呼び名	D1 (mm)	D2 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	e1 (mm)	H (mm)	H2 (mm)	W (kN)
CM5SBM 30	2200	900	190	190	0	0	0	300	0	34.225

[管取付け壁]



呼び名	D1 (mm)	T1 (mm)	H (mm)	W (kN)
CM5B 210	2200	190	2100	71.883

[底版]



呼び名	A1 (mm)	H1 (mm)	W (kN)
CM5P	2580	292	32.264

3) コンクリートの材料条件

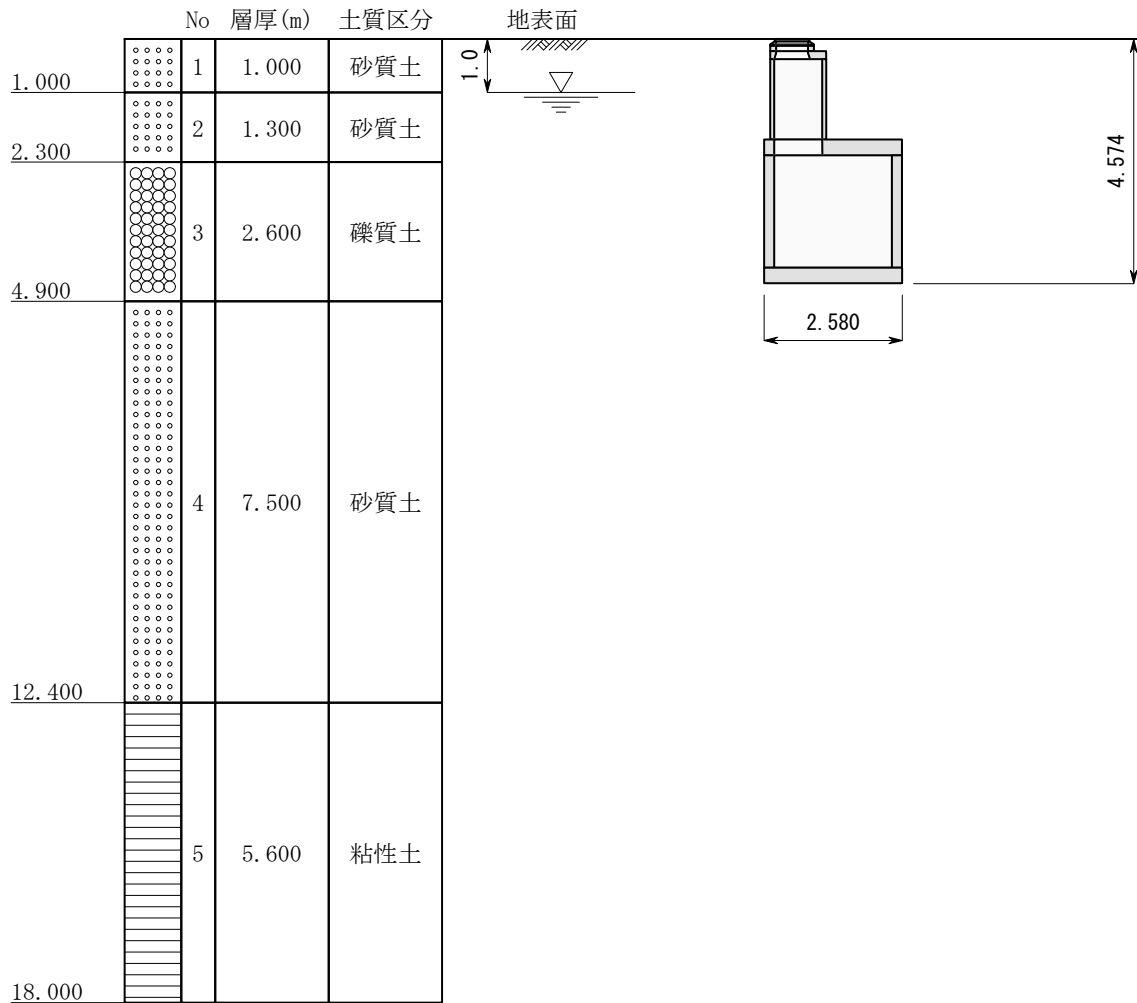
名称	単位体積重量 γ_c (kN/m ³)
組立マンホール	24.50
インパットコンクリート	23.00
調整コンクリート	23.00

4) 管きょ条件

管 No	名称	形状				土被り (m)
		管種	呼び径	内径 (mm)	管厚 (mm)	
1	流出管	下水道推進工法用鉄筋コンクリート管 A-2 E形	1000	1000	100	2.80
2	流入管1	下水道推進工法用鉄筋コンクリート管 A-2 E形	1000	1000	100	2.78
3	流入管2	下水道推進工法用鉄筋コンクリート管 A-2 E形	900	900	90	2.50

(4) 埋設条件

地表標高 GL-(m)	0.0
マンホール躯体高さ H(m)	4.574
地下水位 Hw(m)	1.0
水の単位体積重量 γ_w (kN/m ³)	10.0



(5) 土質条件

1) 土質データ

調査名 標準土質モデル(タイプII)

層 No	層厚 (m)	土質区分	単位体積重量		
			大気中 γ_t (kN/m ³)	水中 γ_t' (kN/m ³)	地下水位以下 γ_{st} (kN/m ³)
1	1.000	砂質土	17.000	8.000	18.000
2	1.300	砂質土	17.000	8.000	18.000
3	2.600	礫質土	19.000	10.000	20.000
4	7.500	砂質土	18.000	9.000	19.000
5	5.600	粘性土	16.000	7.000	16.000

2) 埋戻し土

土質区分	単位体積重量			内部摩擦角 ϕ (°)	静止土圧係数 K
	大気中 γ_t (kN/m ³)	水中 γ_t' (kN/m ³)	地下水位以下 γ_{st} (kN/m ³)		
砂質土	18.000	9.000	20.000	30	0.5

3) 液状化の判定

層 No	層厚 h(m)	土質区分	液状化判定
1	1.000	砂質土	非液状化層
2	1.300	砂質土	液状化層
3	2.600	礫質土	液状化層
4	7.500	砂質土	液状化層
5	5.600	粘性土	非液状化層

4) FL値

層 No	土質区分	深度 (m)	N値	液状化に対する抵抗率FL
1	砂質土	0.500	2	-
2		1.500	7	0.488
3	礫質土	2.500	20	0.866
		3.500	33	5.913
		4.500	25	0.885
4	砂質土	5.500	20	3.303
		6.500	18	1.317
		7.500	16	0.720
		8.500	20	1.221
		9.500	12	0.390
		10.500	15	0.458
5	粘性土	11.500	20	0.744
		12.500	13	-
		13.500	7	-
		14.500	2	-
		15.500	1	-
		16.500	-	-
	17.500	-	-	

2. 浮上がりに抵抗する力

(1) マンホールの自重

1) 上部マンホール自重

上部マンホール自重は次の通りである。

部材 No	種類	呼び名	高さ (m)	計算式	重量 (kN)
1	円形マンホールふた	丸型鉄ふた600 T25	0.110		0.908
2	調整コンクリート	調整金具 60	0.022	$\frac{\pi \times (0.820^2 - 0.600^2)}{4} \times 0.022 \times 23.00$	0.124
3	調整リング	CMR 60 10	0.100		0.579
4	スラブ	CM1SB 15	0.150		2.138
5	直壁	CM1S 150	1.500		8.257
6	中間スラブ	CM5SBM 30	0.300		34.225
合計					46.231

2) 下部マンホール自重

下部マンホール自重は次の通りである。

部材 No	種類	呼び名	高さ (m)	計算式	重量 (kN)
7	管取付け壁	CM5B 210	2.100		71.883
8	底版	CM5P	0.292		32.264
合計					104.147

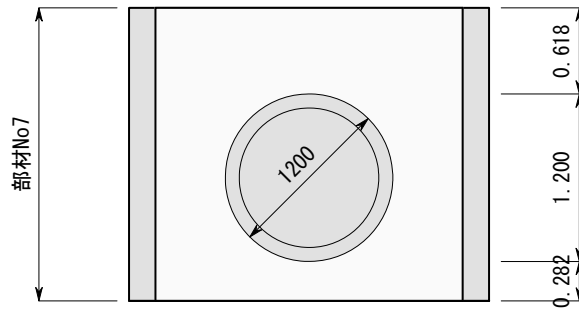
3) インバート自重

インバート自重は次の通りである。

No	種類	高さ (m)	計算式	重量 (kN)
1	インバート重量	0.882	$\frac{\pi \times 2.200^2}{4} \times 0.882 \times 23.00$	77.114
合計				77.114

4) 流出管の控除重量

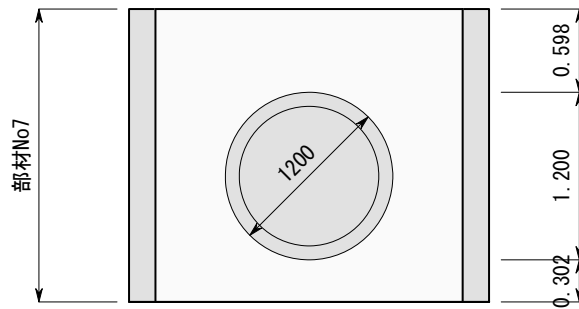
流出管の控除重量は次の通りである。



管 No	部材 No	種類	計算式	重量 (kN)
1	7	控除重量	$-\frac{\pi \times 1.200^2}{4} \times 0.190 \times 24.50$	-5.265
		インバート控除重量	$-\frac{\pi \times 1.000^2}{8} \times 1.100 \times 23.00$	-9.935
合計				-15.200

5) 流入管1の控除重量

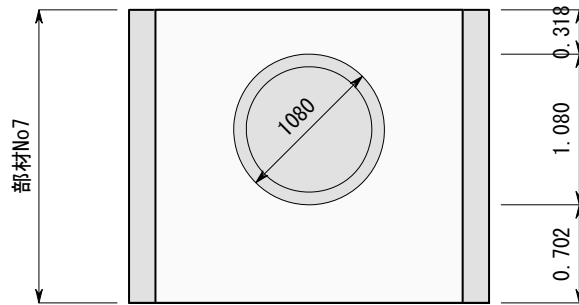
流入管1の控除重量は次の通りである。



管 No	部材 No	種類	計算式	重量 (kN)
2	7	控除重量	$-\frac{\pi \times 1.200^2}{4} \times 0.190 \times 24.50$	-5.265
		インバート控除重量	$-\frac{\pi \times 1.000^2}{8} \times 1.100 \times 23.00$	-9.935
合計				-15.200

6) 流入管2の控除重量

流入管2の控除重量は次の通りである。



管 No	部材 No	種類	計算式	重量 (kN)
3	7	控除重量	$-\frac{\pi \times 1.080^2}{4} \times 0.190 \times 24.50$	-4.264
		インバート控除重量	$-\frac{\pi \times 0.900^2}{8} \times 0.600 \times 23.00$	-4.390
合計				-8.654

7) マンホールの自重

よって、マンホールの自重 W_B は以下ようになる。

$$W_B = 46.231 + 104.147 + 77.114 - 15.200 - 15.200 - 8.654 = 188.438 \text{ (kN)}$$

(2) マンホールにかかる上載土の荷重

マンホールにかかる上載土の荷重は次式により求め、その総和により算定する。

$$W_M = \sum \{ (A \cdot h - V) \cdot \gamma t \}$$

ここに、

W_M : 上載土の荷重 (kN)

A : 載荷面積 (m²)

h : 層厚 (m)

V : 層厚に対する部材体積 (m³)

γt : 土の単位体積重量 (kN/m³)

マンホールにかかる上載土の荷重 W_M は以下ようになる。

部材 No	層 No	深度 (m)	層厚 h (m)	土の単位体積重量 γt (kN/m ³)	荷重面積 A (m ²)	部材体積 V (m ³)	上載荷重 W_M (kN)
1	埋戻し土	0.000~0.110	0.110	18.000	5.228	0.043	9.577
2		0.110~0.132	0.022	18.000	5.228	0.012	1.854
3		0.132~0.232	0.100	18.000	5.228	0.053	8.456
4		0.232~0.382	0.150	18.000	5.228	0.130	11.776
5		0.382~1.000	0.618	18.000	5.228	0.535	48.526
	1.000~1.882	0.882	20.000	5.228	0.764	76.942	
合計							157.131

よって、上載土の荷重 W_S は以下ようになる。

$$W_S = W_M$$

$$W_S = 157.131 \text{ (kN)}$$

(3) 非液状化層による上載土のせん断抵抗

1) 各層中央での有効上載圧

中間スラブより上部にある各層中央での有効上載圧 σ_v は以下ようになる。

部材 No	層 No	土質区分	単位体積重量		深度 (m)	層厚 h (m)	重量 × 層厚 (kN/m ²)	層上端 有効上載圧 (kN/m ²)	重量 × 層厚/2 (kN/m ²)	層中央 有効上載圧 (kN/m ²)
			大気中 γ_t (kN/m ³)	水中 γ_t' (kN/m ³)						
1	埋戻し土	砂質土	18.000	9.000	0.000~0.110	0.110	1.980	0.000	0.990	0.990
2					0.110~0.132	0.022	0.396	1.980	0.198	2.178
3					0.132~0.232	0.100	1.800	2.376	0.900	3.276
4					0.232~0.382	0.150	2.700	4.176	1.350	5.526
5					0.382~1.000	0.618	11.124	6.876	5.562	12.438
					1.000~1.882	0.882	7.938	18.000	3.969	21.969
6	1.882~2.182	0.300	2.700	25.938	1.350	27.288				

2) 非液状化層による上載土のせん断抵抗

非液状化層による上載土のせん断抵抗 Q_{SM} は中間スラブより上部にある非液状化層による上載土のせん断抵抗を次式により求め、その総和により算定する。

[砂質土・礫質土]

$$Q_{SM} = K \cdot \sigma_v \cdot A \cdot \tan \phi$$

[粘性土]

$$Q_{SM} = C \cdot A$$

ここに、

Q_{SM} : 非液状化層のせん断抵抗力 (kN)

C : 粘着力 (kN/m²)

K : 静止土圧係数

σ_v : 層中央での有効上載圧 (kN/m²)

ϕ : 内部摩擦角 (°)

A : 土の側面積 (m²)

中間スラブより上部にある非液状化層による上載土のせん断抵抗 Q_{SM} は以下ようになる。

部材 No	層 No	土質区分	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	静止土圧係数 K	土の側面積 A (m ²)	層中央 有効上載圧 σ_v (kN/m ²)	液状化の判定	せん断抵抗力 Q_{SM} (kN)
1	埋戻し土	砂質土		30.0	0.500	0.892	0.990	非液状化層	0.255
2						0.178	2.178	非液状化層	0.112
3						0.811	3.276	非液状化層	0.767
4						1.216	5.526	非液状化層	1.940
5						5.009	12.438	非液状化層	17.985
						7.149	21.969	液状化層	
合計								21.059	

よって、非液状化層による上載土のせん断抵抗 Q_s は以下ようになる。

$$Q_s = Q_{SM}$$

$$Q_s = 21.059 \text{ (kN)}$$

3. マンホール底面に作用する揚圧力

(1) 静水圧による揚圧力

マンホール底面に作用する静水圧による揚圧力は次式より求める。

$$U_s = \Sigma (\gamma_w \cdot V)$$

ここに、

U_s : マンホール底面に作用する静水圧による揚圧力 (kN)

γ_w : 水の単位体積重量 $\gamma_w = 10.0$ (kN/m³)

V : 地下水位以下のマンホールの体積 (m³)

部材 No	深度 Z (m)	高さ H (m)	体積 V (m ³)
5	1.000~1.882	0.882	0.764
6	1.882~2.182	0.300	1.568
7	2.182~4.282	2.100	10.979
8	4.282~4.574	0.292	1.527
合計			14.838

よって、マンホール底面に作用する静水圧による揚圧力 U_s は以下ようになる。

$$\begin{aligned} U_s &= 10.0 \times 14.838 \\ &= 148.380 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

(2) 過剰間隙水圧による揚圧力

マンホール底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力は次式より求める。

$$U_b = L_u \cdot \sigma_v' \cdot A$$

ここに、

U_b : マンホール底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力 (kN)

L_u : 過剰間隙水圧比

$$L_u = F_L^{-7} \quad (F_L \geq 1)$$

$$L_u = 1 \quad (F_L < 1)$$

σ_v' : マンホール底面と同じ深さの土中の有効上載圧 (kN/m²)

A : マンホールの底面積 $A = 5.228$ (m²)

F_L : 地下水位から深さ20mまでの土層のうち粘性土層を除く土層の平均 F_L 値

ここで、平均 F_L 値(単純平均)は、

No	深度 Z (m)	抵抗率 F_L
1	1.500	0.488
2	2.500	0.866
3	3.500	5.913
4	4.500	0.885
5	5.500	3.303
6	6.500	1.317
7	7.500	0.720
8	8.500	1.221
9	9.500	0.390
10	10.500	0.458
11	11.500	0.744
平均値		1.482

マンホール底面と同じ深さの土中の有効上載圧 $\sigma v'$ は、

層 No	土の単位体積重量 γt (kN/m ³)	層厚 h (m)	有効上載圧 $\sigma v'$ (kN/m ²)
1	17.000	1.000	17.000
2	8.000	1.300	10.400
3	10.000	2.274	22.740
合計			50.140

過剰間隙水圧比 L_u は、

$$L_u = 1.482^{-7}$$

$$= 0.064$$

よって、マンホール底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力 U_b は以下ようになる。

$$U_b = 0.064 \times 50.140 \times 5.228$$

$$= 16.776 \text{ (kN)}$$

4. 浮上がりに対する安全率

浮上がりに対する安全率は、次式より求める。

$$F_s = \frac{W_s + W_B + Q_s + Q_B}{U_s + U_b}$$

ここに、

F_s : 浮上がりに対する安全率

W_s : 上載土の荷重 $W_s = 157.131$ (kN)

W_B : マンホールの自重 $W_B = 188.438$ (kN)

Q_s : 上載土のせん断抵抗力 $Q_s = 21.059$ (kN)

Q_B : マンホール側面の摩擦抵抗力 $Q_B = 0.000$ (kN)

U_s : マンホール底面に作用する静水圧による揚圧力 $U_s = 148.380$ (kN)

U_b : マンホール底面に作用する過剰間隙水圧による揚圧力 $U_b = 16.776$ (kN)

よって、浮上がりに対する安全率 F_s は、以下ようになる。

$$F_s = \frac{157.131 + 188.438 + 21.059 + 0.000}{148.380 + 16.776}$$

$$= 2.220 \geq 1.1 \quad \text{— O.K. —}$$