

マンホールの設計計算 サンプルデータ

出力例

組立式

組立て式現場打ち円形マンホール
のサンプルデータ

目次

1章 設計条件	1
1.1 一般事項	1
1.2 設計対象	1
1.3 形式	1
1.4 形状寸法	1
1.5 部材	1
1.6 コンクリート材料	2
1.7 鉄筋材料	2
1.8 許容値	2
1.9 地下水位	3
1.10 地盤条件	3
2章 地震時の検討	4
2.1 耐震設計上の地盤種別	4
2.2 地盤の応答変位(レベル1)	5
2.2.1 地盤の固有周期	5
2.2.2 設計応答速度	5
2.2.3 地盤の変位振幅の計算	5
2.3 鉛直方向断面力の計算(レベル1)	7
2.3.1 解析モデル	7
2.3.2 継手のバネ特性	8
2.3.3 地盤反力係数	10
2.3.4 地盤のバネ	12
2.3.5 断面力の計算	13
2.4 継手の照査(レベル1)	15
2.4.1 回転角の照査	15
2.4.2 開口量の照査	15
2.5 鉛直方向配筋データ	16
2.6 鉛直方向断面照査一覧表(レベル1)	18
2.7 水平方向断面力の計算(レベル1)	21
2.7.1 各節点深度における水平荷重の算出	21
2.7.2 照査断面が円形の場合	21
2.8 水平方向配筋データ	24
2.9 水平方向断面照査一覧表(レベル1)	26
2.10 地盤の応答変位(レベル2)	31
2.10.1 地盤の固有周期	31
2.10.2 設計応答速度	31
2.10.3 地盤の変位振幅の計算	31
2.11 鉛直方向断面力の計算(レベル2)	32
2.11.1 解析モデル	32
2.11.2 継手のバネ特性	33
2.11.3 地盤反力係数	35
2.11.4 地盤のバネ	37
2.11.5 断面力の計算	38
2.12 継手の照査(レベル2)	40
2.12.1 回転角の照査	40
2.12.2 開口量の照査	40
2.13 鉛直方向断面照査一覧表(レベル2)	41
2.14 水平方向断面力の計算(レベル2)	44
2.14.1 各節点深度における水平荷重の算出	44

2.14.2 照査断面が円形の場合	44
2.15 水平方向断面照査一覧表(レベル2)	47
3章 液状化	50
3.1 設計条件	50
3.1.1 基本条件	50
3.1.2 土質条件	50
3.2 液状化の判定	52
3.2.1 地盤条件と地盤定数の設定	52
3.2.2 地震時せん断応力比 L	52
3.2.3 動的せん断強度比 R	54
3.2.4 繰返し三軸強度比 RL	55
3.2.5 一覧表	57
3.3 土質定数に乗じる係数	58
3.3.1 N 値測定点	58
3.3.2 地層点	61
3.4 計算結果一覧表	63
3.4.1 液状化の判定	63
3.4.2 土質定数に乗じる係数	64

1章 設計条件

1.1 一般事項

データ名：組立式.f7m

タイトル：組立式マンホールのサンプルデータ1

コメント：下水道施設耐震設計例 14.組立式マンホール

1.2 設計対象

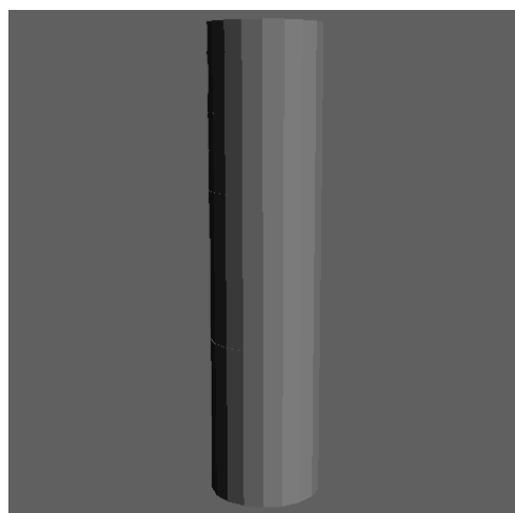
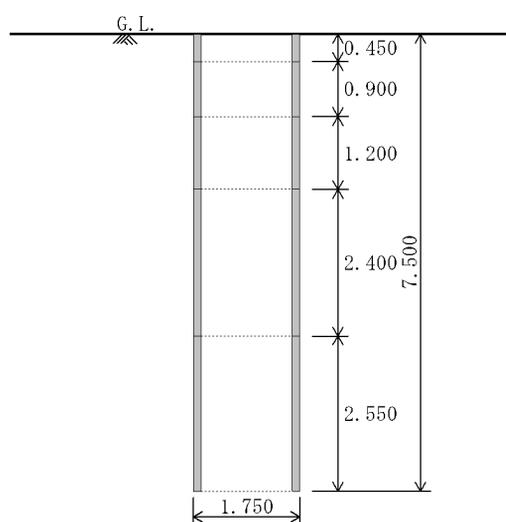
計算対象：レベル1地震動，レベル2地震動

地域区分：A

1.3 形式

組立式マンホール

1.4 形状寸法



部材番号	部材名称	タイプ	正面寸法			
			外径上縁 (m)	内径上縁 (m)	外径下縁 (m)	内径下縁 (m)
1	部材1	円形	1.750	1.500	1.750	1.500
2	部材2	円形	1.750	1.500	1.750	1.500
3	部材3	円形	1.750	1.500	1.750	1.500
4	部材4	円形	1.750	1.500	1.750	1.500
5	部材5	円形	1.750	1.500	1.750	1.500

1.5 部材

部材番号	深度 (m)	部材高 (m)	断面照査有無	節点分割数
1	0.450	0.450		1
2	1.350	0.900		1
3	2.550	1.200		1

部材番号	深度 (m)	部材高 (m)	断面照査有無	節点分割数
4	4.950	2.400		1
5	7.500	2.550		1

1.6 コンクリート材料

部材番号	材料名称	材料強度 f'_{ck} (N/mm ²)	ヤング係数 $E_c \times 10^4$ (N/mm ²)
1	30	30.0	2.800
2	30	30.0	2.800
3	30	30.0	2.800
4	30	30.0	2.800
5	30	30.0	2.800

単位重量 $\gamma_c = 24.50$ (kN/m³)

1.7 鉄筋材料

部材番号	材質	材料強度 f_{yk} (N/mm ²)	ヤング係数 $E_s \times 10^5$ (N/mm ²)
1	SWM	235.0	2.000
2	SWM	235.0	2.000
3	SWM	235.0	2.000
4	SWM	235.0	2.000
5	SWM	235.0	2.000

1.8 許容値

レベル1地震時の許容応力度 (割り増し係数 : 1.5)

部材番号	R C (N/mm ²)				
	曲げ圧縮 応力度 c_a	せん断 応力度 a_1	付着 応力度 0_a	引張応力度 s_a	
				大気中	水中
1	15.00	0.750	1.35	210.00	210.00
2	15.00	0.750	1.35	210.00	210.00
3	15.00	0.750	1.35	210.00	210.00
4	15.00	0.750	1.35	210.00	210.00
5	15.00	0.750	1.35	210.00	210.00

安全係数

材料係数

曲げ耐力用

コンクリート γ_c : 1.00

鉄筋 γ_s : 1.00

せん断耐力用

コンクリート $c : 1.00$
 鉄筋 $s : 1.00$
 部材係数
 曲げ耐力用 $b : 1.00$
 せん断耐力用
 コンクリート $bc : 1.00$
 鉄筋 $bs : 1.00$
 構造物係数 $i : 1.00$

1.9 地下水位

地表面からの深さH : 3.300(m)
 単位重量 : 10.0(kN/m³)

1.10 地盤条件

鉛直方向の地盤反力係数Kvに対する水平方向せん断バネ係数Ksの比 : 0.30

レベル1の算出方法

地盤反力係数の推定係数 : 1.0
 表層のT_sの算出方法 : T_s = 1.25T₀

レベル2の算出方法

地盤反力係数の推定係数 : 1.0
 表層のT_sの算出方法 : T_s = 1.25T₀

設計応答速度S_v

S_vはグラフより算出

表層の地盤条件

土層番号	深度Z (m)	層厚h (m)	土質名	N値	単位重量 (大気中) (kN/m ³)	単位重量 (飽和) sat (kN/m ³)	静止土圧係数 K	変形係数 E ₀ (kN/m ³)	表層のせん断弾性波速度 Vs(m/s)
1	0.500	0.500	砂質土	2.000	18.000	19.000	0.5000	5600.000	100.794
2	3.300	2.800	砂質土	5.000	17.000	18.000	0.5000	14000.000	136.798
3	5.200	1.900	粘性土	3.000	16.000	17.000	0.5000	8400.000	144.225
4	8.500	3.300	砂質土	10.000	17.000	18.000	0.5000	28000.000	172.355
5	20.700	12.200	粘性土	2.000	16.000	17.000	0.5000	5600.000	125.992
6	24.700	4.000	砂質土	12.000	17.000	18.000	0.5000	33600.000	183.154

2章 地震時の検討

2.1 耐震設計上の地盤種別

耐震設計上の地盤種別は、次式で算出される地盤の特性値 T_G をもとに区分する。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}}$$

ここに、

T_G : 地盤特性値(s)

H_i : i 番目の層厚(m)

V_{si} : i 番目のせん断弾性波速度(m/s)

ただし、実測値がない場合は次式から求めても良い。

粘性土層の場合 $V_{si} = 100N_i^{1/3}$ (1 N_i 25)

砂質土層の場合 $V_{si} = 80N_i^{1/3}$ (1 N_i 50)

土質に関わらず $N_i = 0$ のとき $V_{si} = 50$

N_i : 標準貫入試験による i 番目の地層のN値

i : 当該地盤が地表面から基盤面までの n 層に区分されるとき、地表面から i 番目の地層の番号

耐震設計上の地盤種別

地盤種別	地盤の特性値 T_G (s)
I種	$T_G < 0.2$
II種	$0.2 \leq T_G < 0.6$
III種	$T_G \geq 0.6$

ここで、設計条件の耐震設計上の地盤種別を判定すると次のようになる。

土層番号	深度(m)	土質名	H_i (m)	N値	V_{si} (m/s)	H_i / V_{si}
1	0.500	砂質土	0.500	2.000	100.794	0.00496
2	3.300	砂質土	2.800	5.000	136.798	0.02047
3	5.200	粘性土	1.900	3.000	144.225	0.01317
4	8.500	砂質土	3.300	10.000	172.355	0.01915
5	20.700	粘性土	12.200	2.000	125.992	0.09683
6	24.700	砂質土	4.000	12.000	183.154	0.02184
	—	—	—	—	—	0.17642

よって、地盤の特性値 T_G は次のようになる。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}}$$

$$= 4 \times 0.17642 = 0.7057(\text{s})$$

ゆえに、表層地盤の種別はIII種とする。

2.2 地盤の応答変位(レベル1)

2.2.1 地盤の固有周期

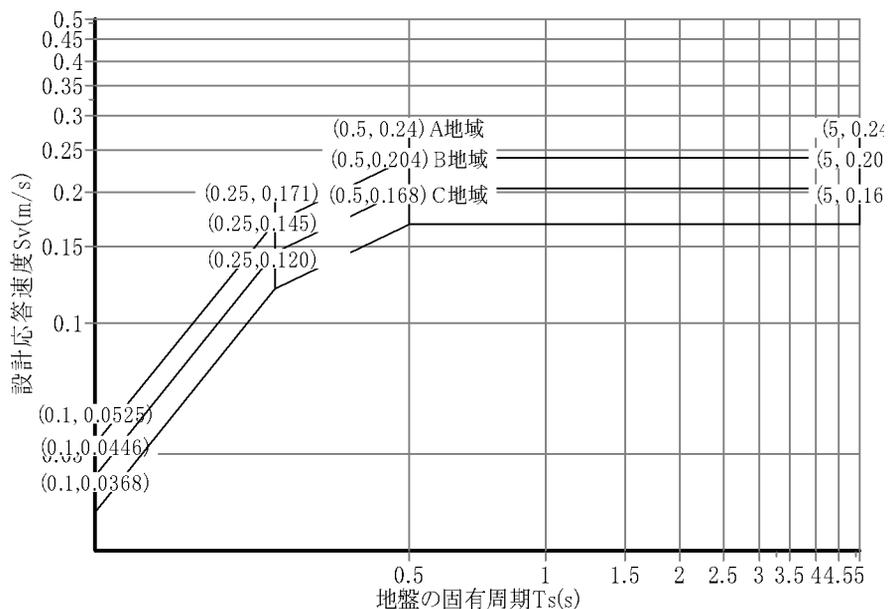
表層地盤の固有周期は、次のようになる。

$$T_s = 1.25T_0$$

$$= 1.25 \times 0.7057 = 0.8821(\text{s})$$

2.2.2 設計応答速度

表層の地震動レベル1の設計応答速度を次の図から求めると、 $S_v = 0.24000(\text{m/s})$ となる。



2.2.3 地盤の変位振幅の計算

応答変位法による耐震設計計算法では、地表面から深さ z における水平方向の変位振幅を次式により求める。

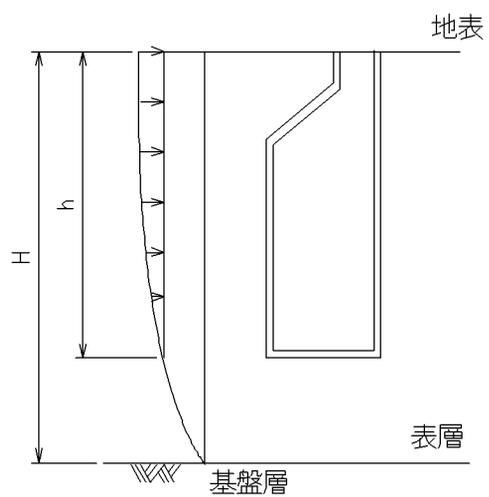
$$U_h(z) = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v \cdot T_s \cdot \cos \frac{\pi \cdot z}{2 \cdot H}$$

ここに、

- $U_h(z)$: 地表面からの深さ z (m)における水平方向の変位振幅(m)
- S_v : 設計応答速度(m/s)
- T_s : 表層地盤の固有周期(s)
地盤の特性値 T_0 を基準として地震時に生じるせん断ひずみの大きさを考慮して、次式により求める。
 $T_s = 1.25T_0$
- T_0 : 地盤の特性値(s)
- z : 地表面からの深さ(m)
- H : 表層地盤の厚さ(最終土質深度)(m)

地盤の変位振幅

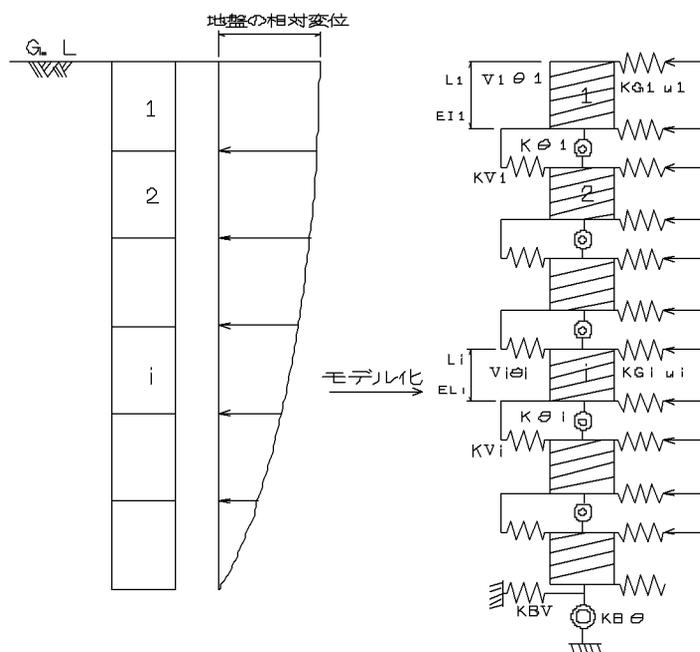
節点番号	深度z(m)	$U_h(z)$ (m)
1	0.000	0.042900
2	0.450	0.042883
3	1.350	0.042742
4	2.550	0.042337
5	4.950	0.040792
6	7.500	0.038112



2.3 鉛直方向断面力の計算(レベル1)

2.3.1 解析モデル

マンホールは下記モデル図に示すように部材間に回転バネとせん断バネを有する継手で連結されているはり要素としてモデル化する。このはりモデルに、地盤の相対変位を地盤の水平バネを介して強制変位として作用させ、継手部や部材に発生する断面力を求める。



マンホール解析モデル図

記号の説明

- L_i : i番目の部材の長さ(m)
- I_i : i番目の部材の断面二次モーメント(m^4)
- E_i : i番目のマンホールコンクリートのヤング係数(kN/m^2)
- u_i : i番目の部材上端における地盤の相対変位(m)
- K_{Gi} : i番目の部材上端における地盤の水平方向バネ(kN/m)
 $K_{Gi} = K_h \cdot A_i$
- K_h : 水平方向の地盤反力係数(kN/m^3)
- A_i : i番目の部材上端の分担面積(m^2)
- V_i : i番目の部材上端における変位(m)
- θ_i : i番目の部材上端における回転角(rad)
- $K_{\theta i}$: i番目継手における継手の回転角($kN \cdot m / rad$)
- K_{Vi} : i番目継手における継手のせん断バネ(kN/m)
- K_B : マンホール底面地盤の回転バネ($kN \cdot m / rad$)
- K_{BV} : マンホール底面地盤のせん断バネ(kN/m)

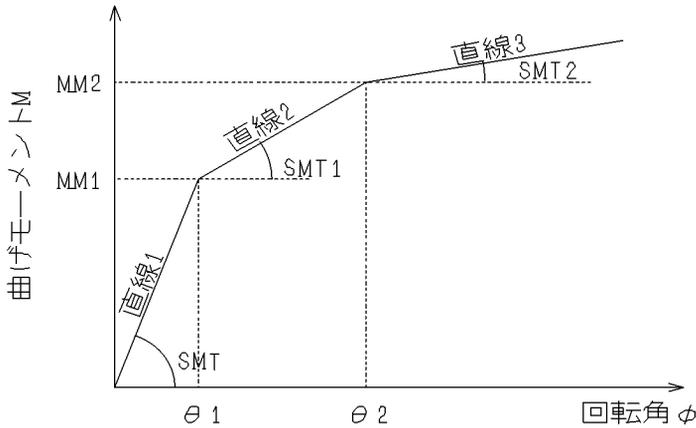
2.3.2 継手のバネ特性

(1) 継手の種類

Cタイプ：弾性シールとボルト連結で構成されるが、変形特性上はボルト連結が支配的である継手。

(2) バネ定数モデル

バネ定数モデルとしては、変形特性の異なる継手のバネ特性を表現できるものとして、下図に示すトリリニア（3直線）モデルを採用する。ただし、せん断バネについては、バネ定数が複雑であること、回転バネとの共存下ではせん断バネの影響が比較的小さいことから、計算上は考慮しないこととした。



継手のM-φ曲線

(3) バネ定数の算出

[1] 直線1

直線1はマンホールの自重に起因する軸圧縮力を解放し、継手の目地開き開始点までの領域である。この場合、MM1は次式により求める。

$$MM1 = N / A \cdot W = N \cdot (R^2 + r^2) / (4 \cdot R)$$

ここに、

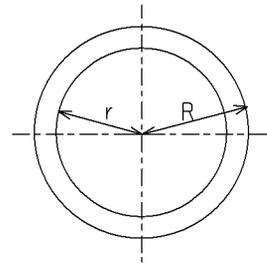
N : 軸力(kN)

A : 断面積(m²) = $\pi \cdot (R^2 - r^2)$

W : 断面係数(m³) = $\pi \cdot (R^4 - r^4) / (4 \cdot R)$

R : 外半径(m)

r : 内半径(m)



マンホール断面図

これより、MM1は継手位置により異なる。また、SMTは目地開きがない状態のため無限大となる。

継手番号	部材番号	軸力(kN)	R(m)	r(m)	MM1(kN.m)
1	1~ 2	12.2000	0.875	0.750	4.6295
2	2~ 3	26.2000	0.875	0.750	9.9420
3	3~ 4	45.2000	0.875	0.750	17.1518
4	4~ 5	83.2000	0.875	0.750	31.5714

[2] 直線2,3

ボルト箱の変形に関して、ボルト引張力Pとボルト箱定着板の変形量 との間にバネ要素k_bを考慮

したフックの法則が成立すると仮定する。

$$P = k_b \cdot$$

回転端部からの距離 L_1, L_2 のボルト位置において上式を当てはめる。

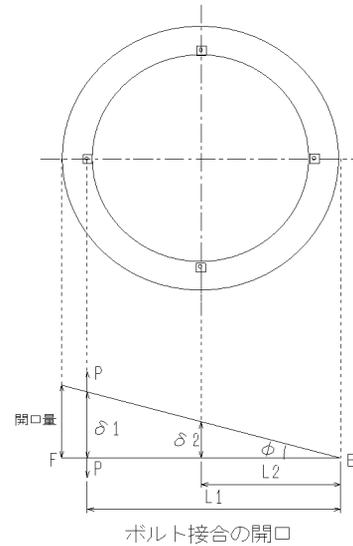
$$\begin{aligned} P_1 &= k_b \cdot \\ P_2 &= k_b \cdot \\ &= k_b \cdot \cdot L_2 / L_1 \\ &= P_1 \cdot L_2 / L_1 \end{aligned}$$

また、ボルト張力から見た曲げモーメント M は、

$$\begin{aligned} M &= P_1 \cdot L_1 + 2 \cdot P_2 \cdot L_2 \\ &= k_b \cdot \cdot L_1 + 2 \cdot k_b \cdot \cdot L_2 \\ &= k_b \cdot \cdot L_1 \cdot \{1 + 2 \cdot (L_2 / L_1)^2\} \end{aligned}$$

いま、 $L_2 / L_1 = 0.5$ とすると、

$$M = 1.5 \cdot k_b \cdot \cdot L_1$$



一方マンホール目地部の回転角 θ は、 L_1 のボルト位置にて下式で表される。

$$\begin{aligned} \theta &= \tan^{-1}(\delta_1 / L_1) \\ \theta = 0 \text{ の場合、} &= \delta_1 / L_1 \end{aligned}$$

回転角で表される曲げモーメントは $M = K \cdot \theta$ より

$$\begin{aligned} 1.5 \cdot k_b \cdot \cdot L_1 &= K \cdot \theta \\ K &= 1.5 \cdot k_b \cdot L_1^2 \end{aligned}$$

各マンホール共にボルト箱配置及び仕様が同じであるとする、Cタイプの回転バネは回転端部からボルト箱までの距離の2乗に比例する。

ここで、「組立式マンホールの耐震計算」の1号マンホールの実測値より

$$\begin{aligned} SMT1 &= 10000.000(\text{kN.m/rad}) = K_1 = 1.5 \cdot k_{b1} \cdot L_1^2 \\ SMT2 &= 723.000(\text{kN.m/rad}) = K_2 = 1.5 \cdot k_{b2} \cdot L_1^2 \end{aligned}$$

1号マンホールの距離 $L_1 = 1.042(\text{m})$ より

$$\begin{aligned} k_{b1} &= 6140.070(\text{kN/m}) \\ k_{b2} &= 443.927(\text{kN/m}) \end{aligned}$$

また、 $MM2 = MM1 + SMT1 \cdot \theta$ より、 θ の実験値 $\theta = 0.0025(\text{rad})$ から、

$$\theta = \tan^{-1}(\tan(0.0025) \times 1.042 / L_1)$$

継手 番号	部材 番号	L _i (m)	(rad)	SMT1 (kN.m/rad)	SMT2 (kN.m/rad)	MM2 (kN.m)
1	1 ~ 2	1.688	0.001543	26242.7563	1897.3513	45.1286
2	2 ~ 3	1.688	0.001543	26242.7563	1897.3513	50.4411
3	3 ~ 4	1.688	0.001543	26242.7563	1897.3513	57.6509
4	4 ~ 5	1.688	0.001543	26242.7563	1897.3513	72.0705

2.3.3 地盤反力係数

(1)水平方向の地盤反力係数

水平方向の地盤反力係数は次式により求める。

$$K_{hi} = K_{h0} \left(\frac{B_h}{0.3} \right)^{\frac{5}{4}}$$

K_{hi} : 水平方向地盤反力係数(kN/m³)

K_{h0} : 直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平方向地盤反力係数(kN/m³)で次式により求める。

$$K_{h0} = \frac{1}{0.3} \alpha \cdot E_0$$

: 地盤反力係数の推定に用いる係数 =1 (応答変位法に限る)

E₀ : 標準貫入試験のN値よりE₀ = 2800N で推定した変形係数(kN/m²)

B_h : 基礎の換算載荷幅(m)で次式により求める。

$$B_h = \sqrt{A_h}$$

A_h : 水平方向載荷面積 (マンホール全面の面積) (m²)で、部材高×外径とする。

ただし、断面形状が円形の場合は、部材高×(0.8×外径)とする。

したがって、次のようになる。

水平方向載荷面積

土層 番号	N値	部材 番号	深度 (m)	部材高 (m)	外径 (m)	A _{hi} (m ²)
1	2.000	1	0.000 ~ 0.450	0.450	1.750	0.6300
1	2.000	2	0.450 ~ 0.500	0.050	1.750	0.0700
2	5.000	2	0.500 ~ 1.350	0.850	1.750	1.1900
2	5.000	3	1.350 ~ 2.550	1.200	1.750	1.6800
2	5.000	4	2.550 ~ 3.300	0.750	1.750	1.0500
3	3.000	4	3.300 ~ 4.950	1.650	1.750	2.3100
3	3.000	5	4.950 ~ 5.200	0.250	1.750	0.3500
4	10.000	5	5.200 ~ 7.500	2.300	1.750	3.2200
	—	—	—	—	—	10.5000

$$\begin{aligned} B_h &= \sqrt{A_h} \\ &= \sqrt{10.5000} \\ &= 3.2404 \end{aligned}$$

水平方向地盤反力係数

土層番号	N値		E_0 (kN/m^2)	k_{n0} (kN/m^3)	k_{ni} (kN/m^3)
1	2.000	1	5600.0	18667	3133
2	5.000	1	14000.0	46667	7833
3	3.000	1	8400.0	28000	4700
4	10.000	1	28000.0	93333	15665

(2)鉛直方向の地盤反力係数

鉛直方向の地盤反力係数は次式により求める。

$$K_v = K_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{-\frac{2}{4}}$$

K_v : 鉛直方向地盤反力係数(kN/m^3)

K_{v0} : 次式により求める。

$$K_{v0} = \frac{1}{0.3} \alpha \cdot E_0$$

: 地盤反力係数の推定に用いる係数 $\alpha = 1$ (応答変位法に限る)

E_0 : 標準貫入試験のN値より $E_0 = 2800N$ で推定した変形係数(kN/m^2)

B_v : 基礎の換算載荷幅(m)で次式により求める。

$$B_v = \sqrt{A_v}$$

ただし、断面形状が円形の場合は、 $B_v = D$

A_v : 鉛直方向載荷面積 (マンホールの底面積) (m^2)

D : マンホール底面の直径(m)

鉛直方向載荷面積

土層番号	N値		E_0 (kN/m^2)	A_v (m^2)	B_v (m)	k_{v0} (kN/m^3)	k_v (kN/m^3)
4	10.000	1	28000.0	2.4053	1.75000	93333	24866

(3)水平方向のせん断バネ係数

水平方向のせん断バネ係数は次式により求める。

$$k_s = 0.3 \cdot K_v$$

ここに、

K_a : 水平方向のせん断バネ係数(kN/m^3)

: 鉛直方向地盤反力係数 K_v に対する水平方向せん断バネ係数 k_s の比 = 0.3

K_v : 鉛直方向地盤反力係数(kN/m^3)

水平方向のせん断バネ係数

$$\begin{aligned} k_s &= 0.3 \cdot K_v \\ &= 0.30 \cdot 24866 \\ &= 7459.7 \end{aligned}$$

2.3.4 地盤のバネ

(1)地盤の水平バネ

地盤の水平バネは次式により求める。

$$K_{Hi} = K_{hi} \cdot A_i$$

ここに、

K_{Hi} : 各節点の地盤の水平バネ(kN/m)

K_{hi} : 水平方向の地盤反力係数(kN/m³)

A_i : 各節点の分担面積(m²)

地盤の水平バネ

節点 番号	深さ Z (m)	分担高さ H _i (m)	分担幅 B _i (m)	分担面積 A _i (m ²)	地盤反力 係数K _{hi} (kN/m ³)	水平バネ K _{Hi} (kN/m)
1	0.000	0.225	1.750	0.3937	3133	1234
2	0.450	0.675	1.750	1.1813	5918	6991
3	1.350	1.050	1.750	1.8375	7833	14392
4	2.550	1.800	1.750	3.1500	7049	22205
5	4.950	2.475	1.750	4.3313	9241	40024
6	7.500	1.275	1.750	2.2312	15665	34953

(2)地盤の回転バネ

地盤の回転バネは次式により求める。

$$K = K_v \cdot I$$

ここに、

K : 地盤の回転バネ(kN.m/rad)

K_v : 鉛直方向の地盤反力係数(kN/m³)

I : マンホール底面の断面二次モーメント(m⁴)

$$I = \frac{\pi \times 1.750^4}{64}$$

$$= 0.460 \text{ (m}^4\text{)}$$

地盤の回転バネ

$$\begin{aligned} K &= 24866 \times 0.460 \\ &= 11448 \text{ (kN.m/rad)} \end{aligned}$$

(3)底面のせん断バネ

底面のせん断バネは次式により求める。

$$K_s = k_s \cdot A_v$$

ここに、

K_s : 地盤のせん断バネ(kN/m)

k_s : 水平方向せん断バネ係数(kN/m³)

A_v : マンホール底面の底面積(m²)

地盤のせん断バネ

$$\begin{aligned} K_s &= 7460 \times 2.4053 \\ &= 17943 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

2.3.5 断面力の計算

(1) フレーム入力データ

各部材のi端、j端における荷重は次式により求める。

$$P_i = D_i \cdot K_{Hi}$$

ここに、

P_i : 節点iの水平方向荷重(kN)

D_i : 節点iの地盤の相対変位(m)

K_{Hi} : 節点iの水平バネ(kN/m)

節点番号	部材番号	断面二次モーメント(m ⁴)		部材長(m)	水平バネK _{Hi} (kN/m)		相対変位(m)	荷重P(kN)	
		i端	j端		i端	j端		i端	j端
1	1	0.211881	0.211881	0.450	1233.623	3495.264	0.004788	5.91	16.67
2	2	0.211881	0.211881	0.900	3495.264	7196.131	0.004770	16.67	33.32
3	3	0.211881	0.211881	1.200	7196.131	11102.603	0.004630	33.32	46.91
4	4	0.211881	0.211881	2.400	11102.603	20012.099	0.004225	46.91	53.63
5	5	0.211881	0.211881	2.550	20012.099	52895.281	0.002680	53.63	0.00

(2) 回転バネデータ

各継手におけるバネ特性の計算結果より、次表のようになる。

継手番号	部材番号	SMT (kN.m/rad)	SMT1 (kN.m/rad)	SMT2 (kN.m/rad)	MM1 (kN.m)	MM2 (kN.m)
1	1~2	99999999.0000	26242.7563	1897.3513	4.6295	45.1286
2	2~3	99999999.0000	26242.7563	1897.3513	9.9420	50.4411
3	3~4	99999999.0000	26242.7563	1897.3513	17.1518	57.6509
4	4~5	99999999.0000	26242.7563	1897.3513	31.5714	72.0705

継手毎の採用値

継手番号	回転バネ (kN.m/rad)
1	99999999.0000 (SMT)
2	99999999.0000 (SMT)
3	26242.7563 (SMT1)
4	99999999.0000 (SMT)

(3) せん断バネデータ

計算上、マンホール継手においてはせん断バネを考慮しないため、大きなバネ値を採用する。

$$\text{せん断バネ SKT} = 99999999.0000(\text{kN/m})$$

ただし、マンホール底面においては地盤の底版バネKsを採用する。

(4) 断面力の算出

鉛直方向断面力計算結果

$S_v = 0.24000(m/s)$

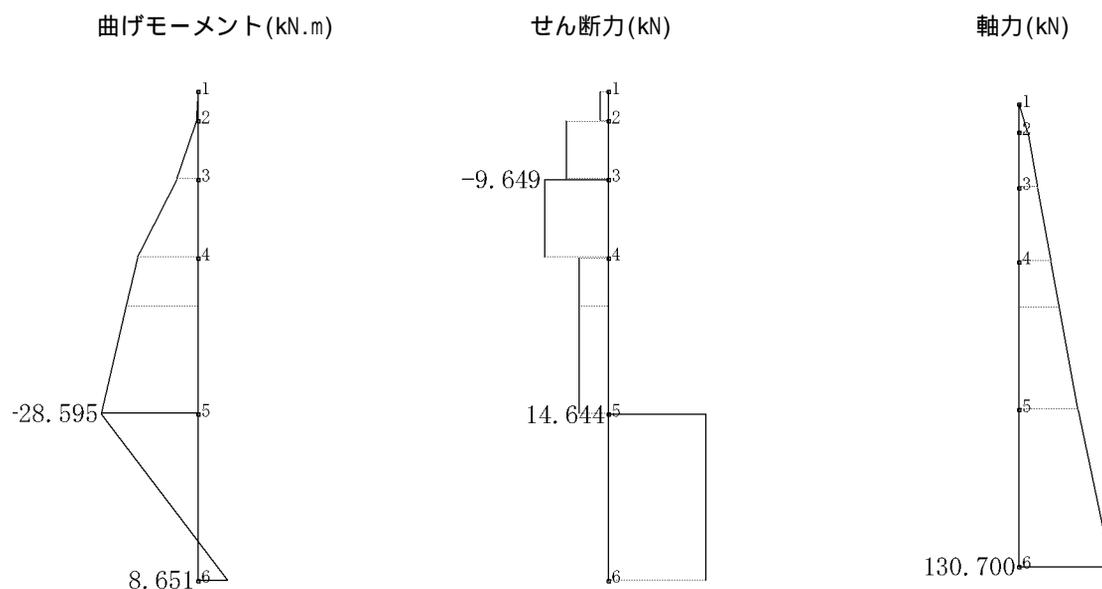
$T_s = 0.88210(s)$

節点番号	軸力(kN)		曲げモーメント M_i (kN.m)	せん断力 S_i (kN)	継手回転角 (rad)	継手開口量 (mm)
	N_i (上)	N_i (下)				
1	0.0000	0.0000	0.0000	-1.2796	----	----
2	12.2000	12.2000	-0.6017	-6.3955	0.00000	0.000
3	26.2000	26.2000	-6.3490	-9.6493	0.00000	0.000
4	45.2000	45.2000	-17.8874	-4.4895	0.00002	0.037
5	83.2000	83.2000	-28.5947	14.6442	0.00000	0.000
6	130.7000	130.7000	8.6509	14.6442	----	----

節点番号	深さ (m)	相対変位 (m)	部材変位 (m)	変位差 (m)	地盤反力係数 $kh(kN/m^3)$	地盤反力 $q(kN/m^2)$
1	0.000	0.004788	0.005825	0.001037	3133	3.2497
2	0.450	0.004770	0.005509	0.000739	5918	4.3734
3	1.350	0.004630	0.004863	0.000233	7833	1.8268
4	2.550	0.004225	0.004000	-0.000225	7049	-1.5867
5	4.950	0.002680	0.002209	-0.000471	9241	-4.3480
6	7.500	0.000000	0.000277	0.000277	15665	4.3363

地盤反力は、地盤の相対変位とフレーム解析で得られた部材変位との差に、地盤反力係数を乗じて算出

(5) 断面力の分布



2.4 継手の照査(レベル1)

2.4.1 回転角の照査

許容回転角 = 0.17453 (rad)

継手番号	継手回転角 (rad)	判定
1	0.00000	
2	0.00000	
3	0.00002	
4	0.00000	

2.4.2 開口量の照査

許容開口量 = 2.0 (mm)

継手番号	継手回転角 (rad)	マンホール外径(mm)	継手開口量 (mm)	判定
1	0.00000	1750.0	0.000	
2	0.00000	1750.0	0.000	
3	0.00002	1750.0	0.037	
4	0.00000	1750.0	0.000	

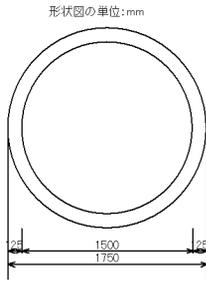
継手開口量 = $\tan(\text{継手回転角}) \times \text{マンホール外径}$

2.5 鉛直方向配筋データ

節点番号1下(変化部) ~ 2上(変化部)

部材番号1

地表面からの深度 0.000 ~ 0.450(m)



主鉄筋(全周分)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	213.0	6	24.000	678.480

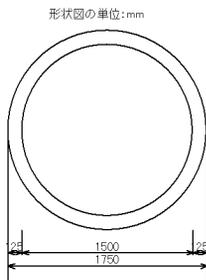
せん断補強筋

ピッチ (mm)	鉄筋量 (mm ²)
100.0	56.540

節点番号2下(変化部) ~ 3上(変化部)

部材番号2

地表面からの深度 0.450 ~ 1.350(m)



主鉄筋(全周分)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	213.0	6	24.000	678.480

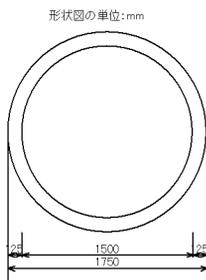
せん断補強筋

ピッチ (mm)	鉄筋量 (mm ²)
100.0	56.540

節点番号3下(変化部) ~ 4上(変化部)

部材番号3

地表面からの深度 1.350 ~ 2.550(m)



主鉄筋(全周分)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	213.0	6	24.000	678.480

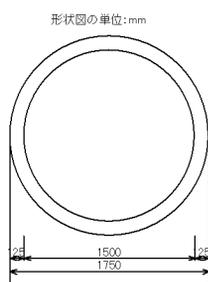
せん断補強筋

ピッチ (mm)	鉄筋量 (mm ²)
100.0	56.540

節点番号4下(変化部) ~ 5上(変化部)

部材番号4

地表面からの深度 2.550 ~ 4.950(m)



主鉄筋(全周分)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	213.0	6	24.000	678.480

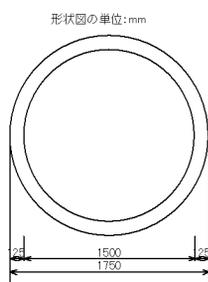
せん断補強筋

ピッチ (mm)	鉄筋量 (mm ²)
100.0	56.540

節点番号5下(変化部) ~ 6上(変化部)

部材番号5

地表面からの深度 4.950 ~ 7.500(m)



主鉄筋(全周分)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	213.0	6	24.000	678.480

せん断補強筋

ピッチ (mm)	鉄筋量 (mm ²)
100.0	56.540

2.6 鉛直方向断面照査一覧表(レベル1)

設計対象地震動レベル1 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点1	節点2(上)	節点2(下)	節点3(上)
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.0000	-0.6017	-0.6017	-6.3490
軸力	N_d	kN	0.0000	12.2000	12.2000	26.2000
せん断力	V_d	kN	-1.2796	-6.3955	-6.3955	-9.6493
部材幅	B	mm	1550.9	1550.9	1550.9	1550.9
部材高	H	mm	1550.9	1550.9	1550.9	1550.9
中空幅	B_o	mm	1329.3	1329.3	1329.3	1329.3
中空高	H_o	mm	1329.3	1329.3	1329.3	1329.3
有効幅	b_w	mm	221.6	221.6	221.6	221.6
有効高	d	mm	1509.7	1509.7	1509.7	1509.7
主鉄筋 鉄筋量 引張側	A_s	mm ²	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480
	圧縮側	A_s'	mm ²	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		15	15	15	15
中立軸	X	mm	0.000	7607.853	7607.853	2245.198
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート圧縮応力度	c	N/mm ²	0.0000	0.0213	0.0213	0.0662
コンクリート許容圧縮応力度	c_a	N/mm ²	15.0000	15.0000	15.0000	15.0000
判定						
鉄筋引張応力度	s	N/mm ²	0.000	0.000	0.000	0.000
鉄筋許容引張応力度	s_a	N/mm ²	210.0000	210.0000	210.0000	210.0000
判定						
全圧縮応力の作用点から引張鉄筋断面図心までの距離と有効高の比	J		1.000	—	—	—
最大せん断応力度		N/mm ²	0.0038	0.0200	0.0200	0.0301
許容せん断応力度	a_1	N/mm ²	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500
判定						

設計対象地震動レベル1 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点3(下)	節点4(上)	節点4(下)	節点5(上)
曲げモーメント	M_d	kN.m	-6.3490	-17.8874	-17.8874	-28.5947
軸力	N_d	kN	26.2000	45.2000	45.2000	83.2000
せん断力	V_d	kN	-9.6493	-4.4895	-4.4895	14.6442
部材幅	B	mm	1550.9	1550.9	1550.9	1550.9
部材高	H	mm	1550.9	1550.9	1550.9	1550.9
中空幅	B_o	mm	1329.3	1329.3	1329.3	1329.3
中空高	H_o	mm	1329.3	1329.3	1329.3	1329.3
有効幅	b_w	mm	221.6	221.6	221.6	221.6
有効高	d	mm	1509.7	1509.7	1509.7	1509.7
主鉄筋 鉄筋量 引張側	A_s	mm ²	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480
	圧縮側	A_s'	mm ²	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		15	15	15	15
中立軸	X	mm	2245.198	1713.146	1713.146	1841.111
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート圧縮応力度	c	N/mm ²	0.0662	0.1425	0.1425	0.2446
コンクリート許容圧縮応力度	c_a	N/mm ²	15.0000	15.0000	15.0000	15.0000
判定						
鉄筋引張応力度	s	N/mm ²	0.000	0.000	0.000	0.000
鉄筋許容引張応力度	s_a	N/mm ²	210.0000	210.0000	210.0000	210.0000
判定						
全圧縮応力の作用点から引張鉄筋断面図心までの距離と有効高の比	J		—	—	—	—
最大せん断応力度		N/mm ²	0.0301	0.0140	0.0140	0.0457
許容せん断応力度	a_1	N/mm ²	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500
判定						

設計対象地震動レベル1 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点5(下)	節点6
曲げモーメント	M_d	kN.m	-28.5947	8.6509
軸力	N_d	kN	83.2000	130.7000
せん断力	V_d	kN	14.6442	14.6442
部材幅	B	mm	1550.9	1550.9
部材高	H	mm	1550.9	1550.9
中空幅	B_o	mm	1329.3	1329.3
中空高	H_o	mm	1329.3	1329.3
有効幅	b_w	mm	221.6	221.6
有効高	d	mm	1509.7	1509.7
主鉄筋 鉄筋量 引張側	A_s	mm ²	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480
	A_s'	mm ²	0.000	0.000
ヤング係数比	n		15	15
中立軸	X	mm	1841.111	5891.545
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0
コンクリート圧縮応力度	c	N/mm ²	0.2446	0.2368
コンクリート許容圧縮応力度	c_a	N/mm ²	15.0000	15.0000
判定				
鉄筋引張応力度	s	N/mm ²	0.000	0.000
鉄筋許容引張応力度	s_a	N/mm ²	210.0000	210.0000
判定				
全圧縮応力の作用点から引張鉄筋断面図心までの距離と有効高の比	J		—	—
最大せん断応力度		N/mm ²	0.0457	0.0457
許容せん断応力度	a_1	N/mm ²	0.7500	0.7500
判定				

2.7 水平方向断面力の計算(レベル1)

2.7.1 各節点深度における水平荷重の算出

各節点深度における水平荷重を算出し、常時荷重として作用させる。

節点番号	深度 Z(m)	層厚 h(m)	土の単位重量 (kN/m ³)	静止土圧係数K	h (kN/m ²)	水平土圧 P ₁ (kN/m ²)	水圧 P ₂ (kN/m ²)
1	0.000	0.000	18.00	0.500	0.000	0.000	0.000
2	0.450	0.450	18.00	0.500	8.100	4.050	0.000
土	0.500	0.050	18.00	0.500	9.000	4.500	0.000
3	1.350	0.850	17.00	0.500	23.450	11.725	0.000
4	2.550	1.200	17.00	0.500	43.850	21.925	0.000
水	3.300	0.750	17.00	0.500	56.600	28.300	0.000
土	3.300	0.000	8.00	0.500	56.600	28.300	0.000
5	4.950	1.650	7.00	0.500	68.150	34.075	16.500
土	5.200	0.250	7.00	0.500	69.900	34.950	19.000
6	7.500	2.300	8.00	0.500	88.300	44.150	42.000

2.7.2 照査断面が円形の場合

(1)計算仮定

[1]常時

断面力の計算は、4方向より荷重を受ける条件により行う。

常時の軸力は次式に単位長さを乗じて求める。

$$N = P \cdot r$$

ここに、

N : 軸力(kN)

P : 常時荷重(kN/m²)

r : 管厚中心半径(m)

荷重Pは、

$$P = P_1 + P_2$$

$$P_1 = K \cdot (\gamma \cdot Z)$$

$$P_2 = \gamma_w \cdot Z_w$$

ここに、

P₁ : 水平土圧(kN/m²)

P₂ : 水圧(kN/m²)

K : 静止土圧係数

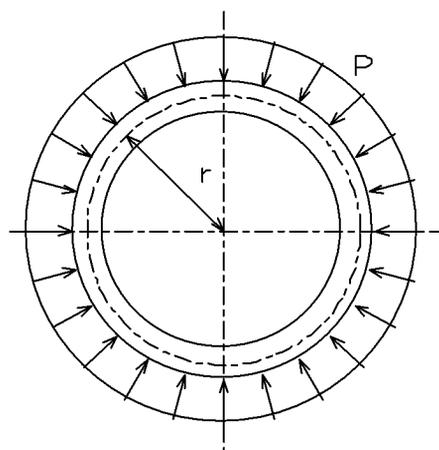
γ : 土の単位重量(kN/m³)

Z : 地表面からの深さ(m)

γ_w : 水の単位重量(kN/m³)

Z_w : 水位からの深さ(m)

この場合は曲げモーメントとせん断力は生じない。



[2]地震時増分

断面力の計算は、地盤反力 q を地震時増分荷重として行い、1方向より偏荷重を受ける場合を考える。
 図のA~C各点のモーメントは次式に地盤反力の絶対値を与え、単位長さを乗じて求める。
 図のA~C各点の軸力は次式に単位長さを乗じて求める。

$$M_A = 0.163 q \cdot r^2$$

$$M_B = -0.125 q \cdot r^2$$

$$M_C = 0.087 q \cdot r^2$$

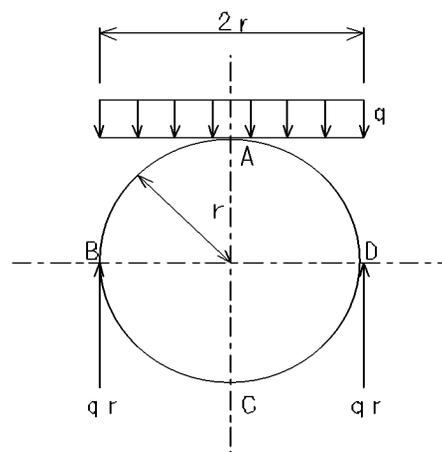
$$N_A = 0.212 q \cdot r$$

$$N_B = q \cdot r$$

$$N_C = -0.212 q \cdot r$$

ここに、

- M : 曲げモーメント(kN.m)
 - q : 応答変位による地盤反力(kN/m²)
 - r : 管厚中心半径(m)
 - N : 軸力(kN)
- この場合はせん断力は生じない。



(2)円形断面の荷重と断面力

常時

節点番号	水平土圧 P_1 (kN/m ²)	水圧 P_2 (kN/m ²)	常時土圧 P (kN/m ²)	管厚中心 半径 r (m)	軸力 N (kN)
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.813	0.0000
2(上)	4.0500	0.0000	4.0500	0.813	3.2906
2(下)	4.0500	0.0000	4.0500	0.813	3.2906
3(上)	11.7250	0.0000	11.7250	0.813	9.5266
3(下)	11.7250	0.0000	11.7250	0.813	9.5266
4(上)	21.9250	0.0000	21.9250	0.813	17.8141
4(下)	21.9250	0.0000	21.9250	0.813	17.8141
5(上)	34.0750	16.5000	50.5750	0.813	41.0922
5(下)	34.0750	16.5000	50.5750	0.813	41.0922
6	44.1500	42.0000	86.1500	0.813	69.9969

地震時

前後方向地震動

節点番号	地盤反力 q (kN/m ²)	管厚中心 半径 r (m)	曲げモーメントM(kN.m)			軸力(kN)		
			M_A	M_B	M_C	N_A	N_B	N_C
1	3.2497	0.813	0.3497	-0.2682	0.1866	0.5598	2.6404	-0.5598
2(上)	4.3734	0.813	0.4706	-0.3609	0.2512	0.7533	3.5534	-0.7533
2(下)	4.3734	0.813	0.4706	-0.3609	0.2512	0.7533	3.5534	-0.7533
3(上)	1.8268	0.813	0.1966	-0.1507	0.1049	0.3147	1.4843	-0.3147
3(下)	1.8268	0.813	0.1966	-0.1507	0.1049	0.3147	1.4843	-0.3147
4(上)	1.5867	0.813	0.1707	-0.1309	0.0911	0.2733	1.2892	-0.2733
4(下)	1.5867	0.813	0.1707	-0.1309	0.0911	0.2733	1.2892	-0.2733

節点番号	地盤反力 q (kN/m ²)	管厚中心 半径 r (m)	曲げモーメントM(kN.m)			軸力(kN)		
			M _A	M _B	M _C	N _A	N _B	N _C
5(上)	4.3480	0.813	0.4679	-0.3588	0.2497	0.7489	3.5327	-0.7489
5(下)	4.3480	0.813	0.4679	-0.3588	0.2497	0.7489	3.5327	-0.7489
6	4.3363	0.813	0.4666	-0.3578	0.2490	0.7469	3.5232	-0.7469

以上より、円形断面に作用する断面力をまとめる。

曲げモーメント(kN.m)

節点番号	A点	B点	C点
1	0.3497	-0.2682	0.1866
2(上)	0.4706	-0.3609	0.2512
2(下)	0.4706	-0.3609	0.2512
3(上)	0.1966	-0.1507	0.1049
3(下)	0.1966	-0.1507	0.1049
4(上)	0.1707	-0.1309	0.0911
4(下)	0.1707	-0.1309	0.0911
5(上)	0.4679	-0.3588	0.2497
5(下)	0.4679	-0.3588	0.2497
6	0.4666	-0.3578	0.2490

軸力(kN)

節点番号	A点	B点	C点
1	0.5598	2.6404	-0.5598
2(上)	4.0439	6.8440	2.5373
2(下)	4.0439	6.8440	2.5373
3(上)	9.8412	11.0108	9.2119
3(下)	9.8412	11.0108	9.2119
4(上)	18.0874	19.1033	17.5408
4(下)	18.0874	19.1033	17.5408
5(上)	41.8411	44.6249	40.3432
5(下)	41.8411	44.6249	40.3432
6	70.7438	73.5201	69.2499

2.8 水平方向配筋データ

節点番号1下(変化部) ~ 2上(変化部)

部材番号1

地表面からの深度 0.000 ~ 0.450(m)



主鉄筋(外側)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	100.0	6	10.000	282.700

節点番号2下(変化部) ~ 3上(変化部)

部材番号2

地表面からの深度 0.450 ~ 1.350(m)



主鉄筋(外側)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	100.0	6	10.000	282.700

節点番号3下(変化部) ~ 4上(変化部)

部材番号3

地表面からの深度 1.350 ~ 2.550(m)



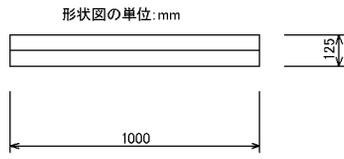
主鉄筋(外側)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	100.0	6	10.000	282.700

節点番号4下(変化部) ~ 5上(変化部)

部材番号4

地表面からの深度 2.550 ~ 4.950(m)



主鉄筋 (外側)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	100.0	6	10.000	282.700

節点番号5下(変化部) ~ 6

部材番号5

地表面からの深度 4.950 ~ 7.500(m)



主鉄筋 (外側)

段	かぶり (mm)	ピッチ (mm)	鉄筋径	本数	鉄筋量 (mm ²)
1	59.50	100.0	6	10.000	282.700

2.9 水平方向断面照査一覧表(レベル1)

設計対象地震動レベル1 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 1		節点 2(上)	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.3497	-0.2682	0.4706	-0.3609
軸力	N_d	kN	0.5598	2.6404	4.0439	6.8440
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		15	15	15	15
中立軸	X	mm	19.310	26.764	23.635	44.442
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート圧縮応力度	c	N/mm ²	0.6792	0.3646	0.7515	0.3387
コンクリート許容圧縮応力度	c_a	N/mm ²	15.0000	15.0000	15.0000	15.0000
判定						
鉄筋引張応力度	s	N/mm ²	21.2043	7.9165	17.1065	2.4070
鉄筋許容引張応力度	s_a	N/mm ²	210.000	210.000	210.000	210.000
判定						

設計対象地震動レベル1 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 2(下)		節点 3(上)	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.4706	-0.3609	0.1966	-0.1507
軸力	N_d	kN	4.0439	6.8440	9.8412	11.0108
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		15	15	15	15
中立軸	X	mm	23.635	44.442	125.776	153.948
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート圧縮応力度	c	N/mm ²	0.7515	0.3387	0.1511	0.1436
コンクリート許容圧縮応力度	c_a	N/mm ²	15.0000	15.0000	15.0000	15.0000
判定						
鉄筋引張応力度	s	N/mm ²	17.1065	2.4070	0.000	0.000
鉄筋許容引張応力度	s_a	N/mm ²	210.000	210.000	210.000	210.000
判定						

設計対象地震動レベル1 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 3(下)		節点 4(上)	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.1966	-0.1507	0.1707	-0.1309
軸力	N_d	kN	9.8412	11.0108	18.0874	19.1033
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		15	15	15	15
中立軸	X	mm	125.776	153.948	197.250	243.778
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート圧縮応力度	c	N/mm ²	0.1511	0.1436	0.2047	0.1989
コンクリート許容圧縮応力度	c_a	N/mm ²	15.0000	15.0000	15.0000	15.0000
判定						
鉄筋引張応力度	s	N/mm ²	0.000	0.000	0.000	0.000
鉄筋許容引張応力度	s_a	N/mm ²	210.000	210.000	210.000	210.000
判定						

設計対象地震動レベル1 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 4(下)		節点 5(上)	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.1707	-0.1309	0.4679	-0.3588
軸力	N_d	kN	18.0874	19.1033	41.8411	44.6249
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		15	15	15	15
中立軸	X	mm	197.250	243.778	176.051	217.372
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート圧縮応力度	c	N/mm ²	0.2047	0.1989	0.5015	0.4849
コンクリート許容圧縮応力度	c_a	N/mm ²	15.0000	15.0000	15.0000	15.0000
判定						
鉄筋引張応力度	s	N/mm ²	0.000	0.000	0.000	0.000
鉄筋許容引張応力度	s_a	N/mm ²	210.000	210.000	210.000	210.000
判定						

設計対象地震動レベル1 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 5(下)		節点 6	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.4679	-0.3588	0.4666	-0.3578
軸力	N_d	kN	41.8411	44.6249	70.7438	73.5201
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		15	15	15	15
中立軸	X	mm	176.051	217.372	256.273	316.276
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート圧縮応力度	σ_c	N/mm ²	0.5015	0.4849	0.7236	0.7092
コンクリート許容圧縮応力度	σ_{ca}	N/mm ²	15.0000	15.0000	15.0000	15.0000
判定						
鉄筋引張応力度	σ_s	N/mm ²	0.000	0.000	0.000	0.000
鉄筋許容引張応力度	σ_{sa}	N/mm ²	210.000	210.000	210.000	210.000
判定						

2.10 地盤の応答変位(レベル2)

2.10.1 地盤の固有周期

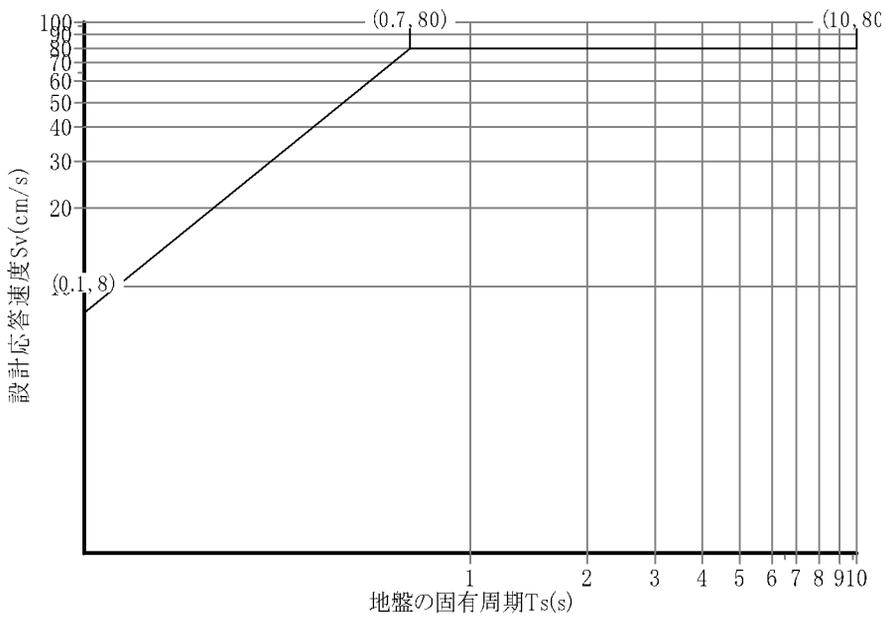
表層地盤の固有周期は、次のようになる。

$$T_s = 1.25T_0$$

$$= 1.25 \times 0.7057 = 0.8821(\text{s})$$

2.10.2 設計応答速度

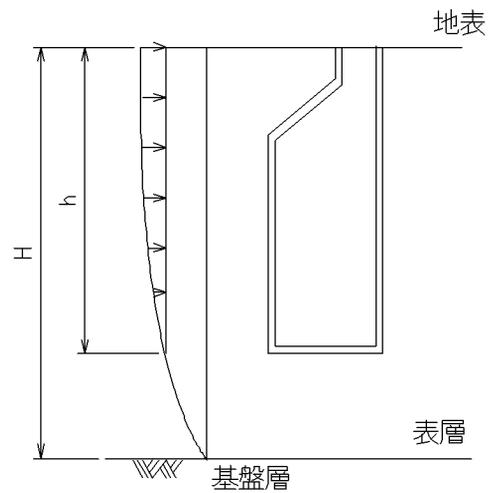
表層の地震動レベル2の設計応答速度を次の図から求めると、 $S_v = 0.80000(\text{m/s})$ となる。



2.10.3 地盤の変位振幅の計算

地盤の変位振幅

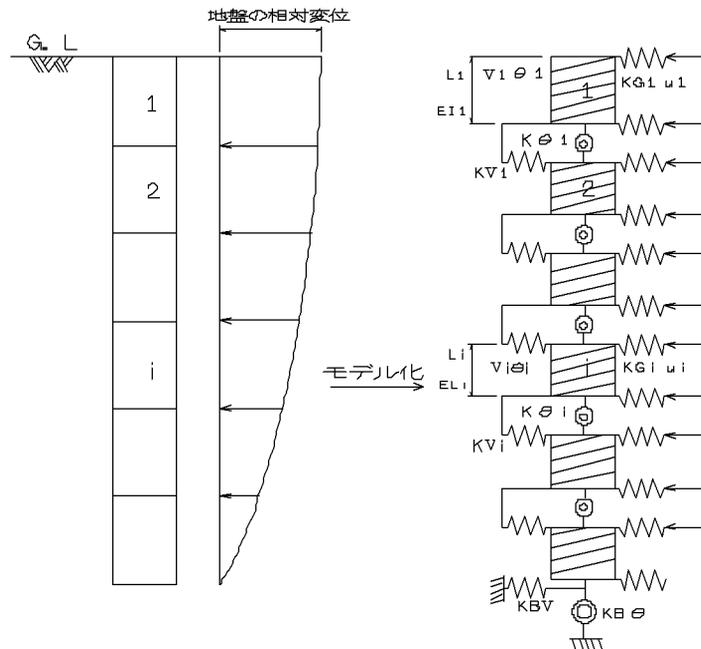
節点番号	深度z(m)	$U_n(z)$ (m)
1	0.000	0.143001
2	0.450	0.142942
3	1.350	0.142474
4	2.550	0.141125
5	4.950	0.135974
6	7.500	0.127041



2.11 鉛直方向断面力の計算(レベル2)

2.11.1 解析モデル

マンホールは下記モデル図に示すように部材間に回転バネとせん断バネを有する継手で連結されているはり要素としてモデル化する。このはりモデルに、地盤の相対変位を地盤の水平バネを介して強制変位として作用させ、継手部や部材に発生する断面力を求める。



マンホール解析モデル図

記号の説明

- L_i : i番目の部材の長さ(m)
- I_i : i番目の部材の断面二次モーメント(m^4)
- E_i : i番目のマンホールコンクリートのヤング係数(kN/m^2)
- u_i : i番目の部材上端における地盤の相対変位(m)
- K_{Gi} : i番目の部材上端における地盤の水平方向バネ(kN/m)
 $K_{Gi} = K_h \cdot A_i$
- K_h : 水平方向の地盤反力係数(kN/m^3)
- A_i : i番目の部材上端の分担面積(m^2)
- V_i : i番目の部材上端における変位(m)
- θ_i : i番目の部材上端における回転角(rad)
- $K_{\theta i}$: i番目継手における継手の回転角($kN \cdot m / rad$)
- K_{Vi} : i番目継手における継手のせん断バネ(kN/m)
- K_B : マンホール底面地盤の回転バネ($kN \cdot m / rad$)
- K_{BV} : マンホール底面地盤のせん断バネ(kN/m)

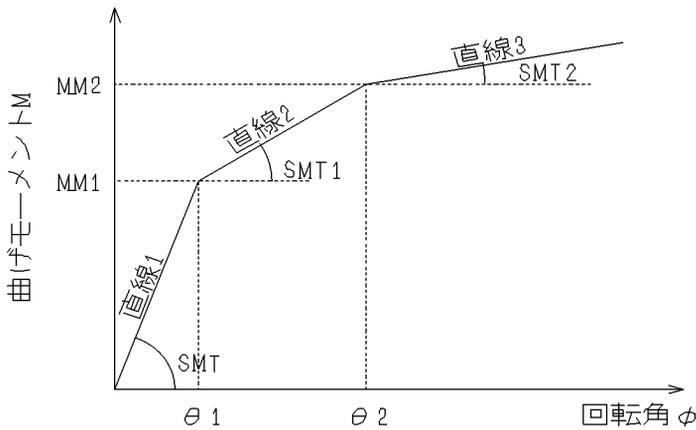
2.11.2 継手のバネ特性

(1) 継手の種類

Cタイプ：弾性シールとボルト連結で構成されるが、変形特性上はボルト連結が支配的である継手。

(2) バネ定数モデル

バネ定数モデルとしては、変形特性の異なる継手のバネ特性を表現できるものとして、下図に示すトリリニア（3直線）モデルを採用する。ただし、せん断バネについては、バネ定数が複雑であること、回転バネとの共存下ではせん断バネの影響が比較的小さいことから、計算上は考慮しないこととした。



継手のM-φ曲線

(3) バネ定数の算出

[1] 直線1

直線1はマンホールの自重に起因する軸圧縮力を解放し、継手の目地開き開始点までの領域である。この場合、MM1は次式により求める。

$$MM1 = N / A \cdot W = N \cdot (R^2 + r^2) / (4 \cdot R)$$

ここに、

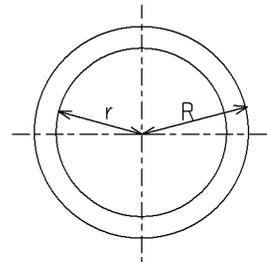
N : 軸力(kN)

A : 断面積(m²) = π · (R² - r²)

W : 断面係数(m³) = π · (R⁴ - r⁴) / (4 · R)

R : 外半径(m)

r : 内半径(m)



マンホール断面図

これより、MM1は継手位置により異なる。また、SMTは目地開きがない状態のため無限大となる。

継手番号	部材番号	軸力(kN)	R(m)	r(m)	MM1(kN・m)
1	1~ 2	12.2000	0.875	0.750	4.6295
2	2~ 3	26.2000	0.875	0.750	9.9420
3	3~ 4	45.2000	0.875	0.750	17.1518
4	4~ 5	83.2000	0.875	0.750	31.5714

[2] 直線2,3

ボルト箱の変形に関して、ボルト引張力Pとボルト箱定着板の変形量 との間にバネ要素k_bを考慮

したフックの法則が成立すると仮定する。

$$P = k_b \cdot \delta$$

回転端部からの距離 L_1, L_2 のボルト位置において上式を当てはめる。

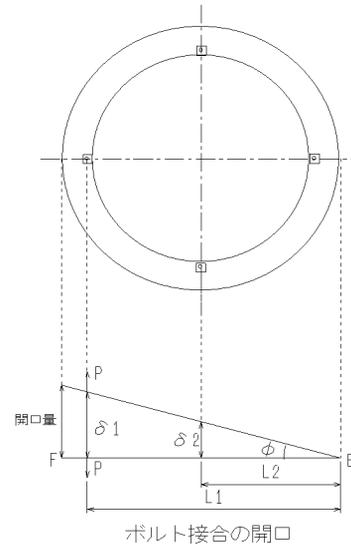
$$\begin{aligned} P_1 &= k_b \cdot \delta_1 \\ P_2 &= k_b \cdot \delta_2 \\ &= k_b \cdot \delta_1 \cdot L_2 / L_1 \\ &= P_1 \cdot L_2 / L_1 \end{aligned}$$

また、ボルト張力から見た曲げモーメント M は、

$$\begin{aligned} M &= P_1 \cdot L_1 + 2 \cdot P_2 \cdot L_2 \\ &= k_b \cdot \delta_1 \cdot L_1 + 2 \cdot k_b \cdot \delta_2 \cdot L_2 \\ &= k_b \cdot \delta_1 \cdot L_1 \cdot \{1 + 2 \cdot (L_2 / L_1)^2\} \end{aligned}$$

いま、 $L_2 / L_1 = 0.5$ とすると、

$$M = 1.5 \cdot k_b \cdot \delta_1 \cdot L_1$$



一方マンホール目地部の回転角 θ は、 L_1 のボルト位置にて下式で表される。

$$\begin{aligned} \theta &= \tan^{-1}(\delta_1 / L_1) \\ \theta = 0 \text{ の場合、} & \delta_1 = 0 \end{aligned}$$

回転角で表される曲げモーメントは $M = K \cdot \theta$ より

$$\begin{aligned} 1.5 \cdot k_b \cdot \delta_1 \cdot L_1 &= K \cdot \delta_1 / L_1 \\ K &= 1.5 \cdot k_b \cdot L_1^2 \end{aligned}$$

各マンホール共にボルト箱配置及び仕様が同じであるとする、Cタイプの回転バネは回転端部からボルト箱までの距離の2乗に比例する。

ここで、「組立式マンホールの耐震計算」の1号マンホールの実測値より

$$\begin{aligned} SMT1 &= 10000.000(\text{kN.m/rad}) = K_1 = 1.5 \cdot k_{b1} \cdot L_1^2 \\ SMT2 &= 723.000(\text{kN.m/rad}) = K_2 = 1.5 \cdot k_{b2} \cdot L_1^2 \end{aligned}$$

1号マンホールの距離 $L_1 = 1.042(\text{m})$ より

$$\begin{aligned} k_{b1} &= 6140.070(\text{kN/m}) \\ k_{b2} &= 443.927(\text{kN/m}) \end{aligned}$$

また、 $MM2 = MM1 + SMT1 \cdot \theta$ より、 θ の実験値 $= 0.0025(\text{rad})$ から、

$$\theta = \tan^{-1}(\tan(0.0025) \times 1.042 / L_1)$$

継手 番号	部材 番号	L _i (m)	(rad)	SMT1 (kN.m/rad)	SMT2 (kN.m/rad)	MM2 (kN.m)
1	1 ~ 2	1.688	0.001543	26242.7563	1897.3513	45.1286
2	2 ~ 3	1.688	0.001543	26242.7563	1897.3513	50.4411
3	3 ~ 4	1.688	0.001543	26242.7563	1897.3513	57.6509
4	4 ~ 5	1.688	0.001543	26242.7563	1897.3513	72.0705

2.11.3 地盤反力係数

(1)水平方向の地盤反力係数

水平方向の地盤反力係数は次式により求める。

$$K_{hi} = K_{h0} \left(\frac{B_h}{0.3} \right)^{\frac{5}{4}}$$

K_{hi} : 水平方向地盤反力係数(kN/m³)

K_{h0} : 直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平方向地盤反力係数(kN/m³)で次式により求める。

$$K_{h0} = \frac{1}{0.3} \alpha \cdot E_0$$

: 地盤反力係数の推定に用いる係数 =1 (応答変位法に限る)

E₀ : 標準貫入試験のN値よりE₀ = 2800N で推定した変形係数(kN/m²)

B_h : 基礎の換算載荷幅(m)で次式により求める。

$$B_h = \sqrt{A_h}$$

A_h : 水平方向載荷面積 (マンホール全面の面積) (m²)で、部材高×外径とする。

ただし、断面形状が円形の場合は、部材高×(0.8×外径)とする。

したがって、次のようになる。

水平方向載荷面積

土層 番号	N値	部材 番号	深度 (m)	部材高 (m)	外径 (m)	A _{hi} (m ²)
1	2.000	1	0.000 ~ 0.450	0.450	1.750	0.6300
1	2.000	2	0.450 ~ 0.500	0.050	1.750	0.0700
2	5.000	2	0.500 ~ 1.350	0.850	1.750	1.1900
2	5.000	3	1.350 ~ 2.550	1.200	1.750	1.6800
2	5.000	4	2.550 ~ 3.300	0.750	1.750	1.0500
3	3.000	4	3.300 ~ 4.950	1.650	1.750	2.3100
3	3.000	5	4.950 ~ 5.200	0.250	1.750	0.3500
4	10.000	5	5.200 ~ 7.500	2.300	1.750	3.2200
	—	—	—	—	—	10.5000

$$\begin{aligned} B_h &= \sqrt{A_h} \\ &= \sqrt{10.5000} \\ &= 3.2404 \end{aligned}$$

水平方向地盤反力係数

土層番号	N値		E_0 (kN/m^2)	k_{n0} (kN/m^3)	k_{ni} (kN/m^3)
1	2.000	1	5600.0	18667	3133
2	5.000	1	14000.0	46667	7833
3	3.000	1	8400.0	28000	4700
4	10.000	1	28000.0	93333	15665

(2)鉛直方向の地盤反力係数

鉛直方向の地盤反力係数は次式により求める。

$$K_v = K_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{-\frac{2}{4}}$$

K_v : 鉛直方向地盤反力係数(kN/m^3)

K_{v0} : 次式により求める。

$$K_{v0} = \frac{1}{0.3} \alpha \cdot E_0$$

: 地盤反力係数の推定に用いる係数 $\alpha = 1$ (応答変位法に限る)

E_0 : 標準貫入試験のN値より $E_0 = 2800N$ で推定した変形係数(kN/m^2)

B_v : 基礎の換算載荷幅(m)で次式により求める。

$$B_v = \sqrt{A_v}$$

ただし、断面形状が円形の場合は、 $B_v = D$

A_v : 鉛直方向載荷面積 (マンホールの底面積) (m^2)

D : マンホール底面の直径(m)

鉛直方向載荷面積

土層番号	N値		E_0 (kN/m^2)	A_v (m^2)	B_v (m)	k_{v0} (kN/m^3)	k_v (kN/m^3)
4	10.000	1	28000.0	2.4053	1.75000	93333	24866

(3)水平方向のせん断バネ係数

水平方向のせん断バネ係数は次式により求める。

$$k_s = 0.3 \cdot K_v$$

ここに、

K_a : 水平方向のせん断バネ係数(kN/m^3)

: 鉛直方向地盤反力係数 K_v に対する水平方向せん断バネ係数 k_s の比 = 0.3

K_v : 鉛直方向地盤反力係数(kN/m^3)

水平方向のせん断バネ係数

$$\begin{aligned} k_s &= 0.3 \cdot K_v \\ &= 0.30 \cdot 24866 \\ &= 7459.7 \end{aligned}$$

2.11.4 地盤のバネ

(1)地盤の水平バネ

地盤の水平バネは次式により求める。

$$K_{Hi} = K_{hi} \cdot A_i$$

ここに、

K_{Hi} : 各節点の地盤の水平バネ(kN/m)

K_{hi} : 水平方向の地盤反力係数(kN/m³)

A_i : 各節点の分担面積(m²)

地盤の水平バネ

節点 番号	深さ Z (m)	分担高さ H _i (m)	分担幅 B _i (m)	分担面積 A _i (m ²)	地盤反力 係数K _{hi} (kN/m ³)	水平バネ K _{Hi} (kN/m)
1	0.000	0.225	1.750	0.3937	3133	1234
2	0.450	0.675	1.750	1.1813	5918	6991
3	1.350	1.050	1.750	1.8375	7833	14392
4	2.550	1.800	1.750	3.1500	7049	22205
5	4.950	2.475	1.750	4.3313	9241	40024
6	7.500	1.275	1.750	2.2312	15665	34953

(2)地盤の回転バネ

地盤の回転バネは次式により求める。

$$K = K_v \cdot I$$

ここに、

K : 地盤の回転バネ(kN.m/rad)

K_v : 鉛直方向の地盤反力係数(kN/m³)

I : マンホール底面の断面二次モーメント(m⁴)

$$I = \frac{\pi \times 1.750^4}{64}$$

$$= 0.460 \text{ (m}^4\text{)}$$

地盤の回転バネ

$$K = 24866 \times 0.460$$

$$= 11448 \text{ (kN.m/rad)}$$

(3)底面のせん断バネ

底面のせん断バネは次式により求める。

$$K_s = k_s \cdot A_v$$

ここに、

K_s : 地盤のせん断バネ(kN/m)

k_s : 水平方向せん断バネ係数(kN/m³)

A_v : マンホール底面の底面積(m²)

地盤のせん断バネ

$$K_s = 7460 \times 2.4053$$

$$= 17943 \text{ (kN/m)}$$

2.11.5 断面力の計算

(1) フレーム入力データ

各部材のi端、j端における荷重は次式により求める。

$$P_i = D_i \cdot K_{Hi}$$

ここに、

P_i : 節点iの水平方向荷重(kN)

D_i : 節点iの地盤の相対変位(m)

K_{Hi} : 節点iの水平バネ(kN/m)

節点番号	部材番号	断面二次モーメント(m ⁴)		部材長(m)	水平バネK _{Hi} (kN/m)		相対変位(m)	荷重P(kN)	
		i端	j端		i端	j端		i端	j端
1	1	0.211881	0.211881	0.450	1233.623	3495.264	0.015960	19.69	55.58
2	2	0.211881	0.211881	0.900	3495.264	7196.131	0.015901	55.58	111.06
3	3	0.211881	0.211881	1.200	7196.131	11102.603	0.015433	111.06	156.36
4	4	0.211881	0.211881	2.400	11102.603	20012.099	0.014084	156.36	178.76
5	5	0.211881	0.211881	2.550	20012.099	52895.281	0.008933	178.76	0.00

(2) 回転バネデータ

各継手におけるバネ特性の計算結果より、次表のようになる。

継手番号	部材番号	SMT (kN.m/rad)	SMT1 (kN.m/rad)	SMT2 (kN.m/rad)	MM1 (kN.m)	MM2 (kN.m)
1	1~2	99999999.0000	26242.7563	1897.3513	4.6295	45.1286
2	2~3	99999999.0000	26242.7563	1897.3513	9.9420	50.4411
3	3~4	99999999.0000	26242.7563	1897.3513	17.1518	57.6509
4	4~5	99999999.0000	26242.7563	1897.3513	31.5714	72.0705

継手毎の採用値

継手番号	回転バネ (kN.m/rad)
1	99999999.0000 (SMT)
2	26242.7563 (SMT1)
3	26242.7563 (SMT1)
4	26242.7563 (SMT1)

(3) せん断バネデータ

計算上、マンホール継手においてはせん断バネを考慮しないため、大きなバネ値を採用する。

$$\text{せん断バネ SKT} = 99999999.0000(\text{kN/m})$$

ただし、マンホール底面においては地盤の底版バネKsを採用する。

(4) 断面力の算出

鉛直方向断面力計算結果

$S_v = 0.80000(m/s)$

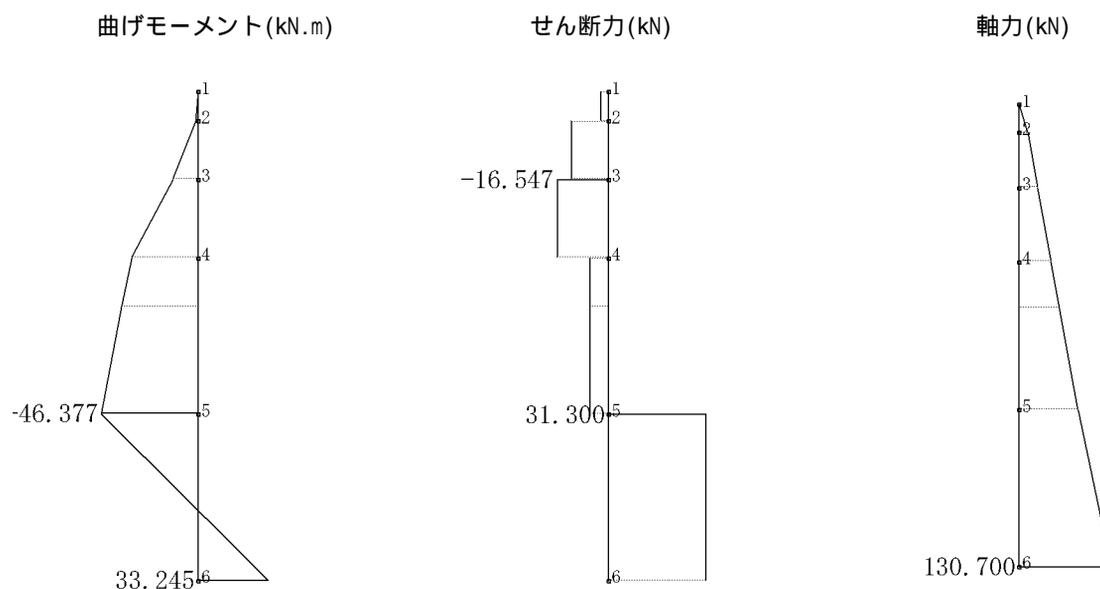
$T_s = 0.88210(s)$

節点番号	軸力(kN)		曲げモーメント M_i (kN.m)	せん断力 S_i (kN)	継手回転角 (rad)	継手開口量 (mm)
	N_i (上)	N_i (下)				
1	0.0000	0.0000	0.0000	-2.5502	----	----
2	12.2000	12.2000	-1.1959	-12.0898	0.00000	0.000
3	26.2000	26.2000	-12.0531	-16.5469	0.00008	0.137
4	45.2000	45.2000	-31.8385	-6.1110	0.00056	0.975
5	83.2000	83.2000	-46.3775	31.3001	0.00055	0.968
6	130.7000	130.7000	33.2453	31.3001	----	----

節点番号	深さ (m)	相対変位 (m)	部材変位 (m)	変位差 (m)	地盤反力係数 $k_h(kN/m^3)$	地盤反力 $q(kN/m^2)$
1	0.000	0.015960	0.018027	0.002067	3133	6.4766
2	0.450	0.015901	0.017283	0.001382	5918	8.1758
3	1.350	0.015433	0.015760	0.000327	7833	2.5617
4	2.550	0.014084	0.013634	-0.000449	7049	-3.1684
5	4.950	0.008933	0.008024	-0.000908	9241	-8.3949
6	7.500	0.000000	0.000592	0.000592	15665	9.2698

地盤反力は、地盤の相対変位とフレーム解析で得られた部材変位との差に、地盤反力係数を乗じて算出

(5) 断面力の分布



2.12 継手の照査(レベル2)

2.12.1 回転角の照査

許容回転角 = 0.17453 (rad)

継手番号	継手回転角 (rad)	判定
1	0.00000	
2	0.00008	
3	0.00056	
4	0.00055	

2.12.2 開口量の照査

許容開口量 = 5.0 (mm)

継手番号	継手回転角 (rad)	マンホール外径(mm)	継手開口量 (mm)	判定
1	0.00000	1750.0	0.000	
2	0.00008	1750.0	0.137	
3	0.00056	1750.0	0.975	
4	0.00055	1750.0	0.968	

継手開口量 = $\tan(\text{継手回転角}) \times \text{マンホール外径}$

2.13 鉛直方向断面照査一覧表(レベル2)

設計対象地震動レベル2 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点1	節点2(上)	節点2(下)	節点3(上)
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.0000	-1.1959	-1.1959	-12.0531
軸力	N_d	kN	0.0000	12.2000	12.2000	26.2000
せん断力	V_d	kN	-2.5502	-12.0898	-12.0898	-16.5469
部材幅	B	mm	1550.9	1550.9	1550.9	1550.9
部材高	H	mm	1550.9	1550.9	1550.9	1550.9
中空幅	B_o	mm	1329.3	1329.3	1329.3	1329.3
中空高	H_o	mm	1329.3	1329.3	1329.3	1329.3
有効幅	b_w	mm	221.6	221.6	221.6	221.6
有効高	d	mm	1509.7	1509.7	1509.7	1509.7
主鉄筋 鉄筋量 引張側	A_s	mm ²	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480
	圧縮側	A_s'	mm ²	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		7.1429	7.1429	7.1429	7.1429
中立軸	X	mm	28.594	30.046	30.046	31.662
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート設計圧縮強度	f'_{cd}	N/mm ²	30.000	30.000	30.000	30.000
鉄筋の設計降伏強度	f_{yd}	N/mm ²	235.000	235.000	235.000	235.000
設計曲げ耐力	M_{ud}	kN.m	137.187	-147.612	-147.612	-159.495
$i \cdot M_d / M_{ud}$			0.000	0.008	0.008	0.076
判定 ($i \cdot M_d / M_{ud} < 1.0$)						
引張主鉄筋量	A_s	mm ²	169.62	169.62	169.62	169.62
せん断補強筋 ピッチ 鉄筋量	S_s	mm	100.000	100.000	100.000	100.000
	A_w	mm ²	56.540	56.540	56.540	56.540
コンクリートの設計せん断強度	f_{vcd}	N/mm ²	0.6214	0.6214	0.6214	0.6214
鉄筋の設計降伏強度	f_{wyd}	N/mm ²	235.00	235.00	235.00	235.00
有効高による補正	α		0.902	0.902	0.902	0.902
引張主鉄筋比による補正	ρ		0.370	0.370	0.370	0.370
軸圧縮力による補正	η		1.000	2.000	2.000	1.825
せん断耐力(コンクリート)	V_{cd}	kN	69.520	139.040	139.040	126.874
せん断耐力(鉄筋)	V_{sd}	kN	174.463	174.463	174.463	174.463
せん断耐力($V_{cd} + V_{sd}$)	V_{yd}	kN	243.983	313.503	313.503	301.337
$i \cdot V_d / V_{yd}$			0.010	0.039	0.039	0.055
判定 ($i \cdot V_d / V_{yd} < 1.0$)						

設計対象地震動レベル2 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点3(下)	節点4(上)	節点4(下)	節点5(上)
曲げモーメント	M_d	kN.m	-12.0531	-31.8385	-31.8385	-46.3775
軸力	N_d	kN	26.2000	45.2000	45.2000	83.2000
せん断力	V_d	kN	-16.5469	-6.1110	-6.1110	31.3001
部材幅	B	mm	1550.9	1550.9	1550.9	1550.9
部材高	H	mm	1550.9	1550.9	1550.9	1550.9
中空幅	B_o	mm	1329.3	1329.3	1329.3	1329.3
中空高	H_o	mm	1329.3	1329.3	1329.3	1329.3
有効幅	b_w	mm	221.6	221.6	221.6	221.6
有効高	d	mm	1509.7	1509.7	1509.7	1509.7
主鉄筋 鉄筋量 引張側	A_s	mm ²	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480
	圧縮側	A_s'	mm ²	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		7.1429	7.1429	7.1429	7.1429
中立軸	X	mm	31.662	33.794	33.794	37.871
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート設計圧縮強度	f'_{cd}	N/mm ²	30.000	30.000	30.000	30.000
鉄筋の設計降伏強度	f_{yd}	N/mm ²	235.000	235.000	235.000	235.000
設計曲げ耐力	M_{ud}	kN.m	-159.495	-175.595	-175.595	-207.686
$i \cdot M_d / M_{ud}$			0.076	0.181	0.181	0.223
判定 ($i \cdot M_d / M_{ud} < 1.0$)						
引張主鉄筋量	A_s	mm ²	169.62	169.62	169.62	169.62
せん断補強筋 ピッチ	S_s	mm	100.000	100.000	100.000	100.000
	鉄筋量	A_w	mm ²	56.540	56.540	56.540
コンクリートの設計せん断強度	f_{vcd}	N/mm ²	0.6214	0.6214	0.6214	0.6214
鉄筋の設計降伏強度	f_{wyd}	N/mm ²	235.00	235.00	235.00	235.00
有効高による補正	d		0.902	0.902	0.902	0.902
引張主鉄筋比による補正	p		0.370	0.370	0.370	0.370
軸圧縮力による補正	n		1.825	1.539	1.539	1.681
せん断耐力(コンクリート)	V_{cd}	kN	126.874	106.991	106.991	116.863
せん断耐力(鉄筋)	V_{sd}	kN	174.463	174.463	174.463	174.463
せん断耐力($V_{cd} + V_{sd}$)	V_{yd}	kN	301.337	281.454	281.454	291.326
$i \cdot V_d / V_{yd}$			0.055	0.022	0.022	0.107
判定 ($i \cdot V_d / V_{yd} < 1.0$)						

設計対象地震動レベル2 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点5(下)	節点6
曲げモーメント	M_d	kN.m	-46.3775	33.2453
軸力	N_d	kN	83.2000	130.7000
せん断力	V_d	kN	31.3001	31.3001
部材幅	B	mm	1550.9	1550.9
部材高	H	mm	1550.9	1550.9
中空幅	B_o	mm	1329.3	1329.3
中空高	H_o	mm	1329.3	1329.3
有効幅	b_w	mm	221.6	221.6
有効高	d	mm	1509.7	1509.7
主鉄筋 鉄筋量 引張側	A_s	mm ²	6 × 24.00 678.480	6 × 24.00 678.480
	圧縮側 A_s'	mm ²	0.000	0.000
ヤング係数比	n		7.1429	7.1429
中立軸	X	mm	37.871	42.685
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0
コンクリート設計圧縮強度	f'_{cd}	N/mm ²	30.000	30.000
鉄筋の設計降伏強度	f_{yd}	N/mm ²	235.000	235.000
設計曲げ耐力	M_{ud}	kN.m	-207.686	247.640
$i \cdot M_d / M_{ud}$			0.223	0.134
判定 ($i \cdot M_d / M_{ud} < 1.0$)				
引張主鉄筋量	A_s	mm ²	169.62	169.62
せん断補強筋 ピッチ	S_s	mm	100.000	100.000
	鉄筋量 A_w	mm ²	56.540	56.540
コンクリートの設計せん断強度	f_{vcd}	N/mm ²	0.6214	0.6214
鉄筋の設計降伏強度	f_{vyd}	N/mm ²	235.00	235.00
有効高による補正	d		0.902	0.902
引張主鉄筋比による補正	p		0.370	0.370
軸圧縮力による補正	n		1.681	2.000
せん断耐力(コンクリート)	V_{cd}	kN	116.863	139.040
せん断耐力(鉄筋)	V_{sd}	kN	174.463	174.463
せん断耐力($V_{cd} + V_{sd}$)	V_{yd}	kN	291.326	313.503
$i \cdot V_d / V_{yd}$			0.107	0.100
判定 ($i \cdot V_d / V_{yd} < 1.0$)				

2.14 水平方向断面力の計算(レベル2)

2.14.1 各節点深度における水平荷重の算出

各節点深度における水平荷重を算出し、常時荷重として作用させる。

節点 番号	深度 Z(m)	層厚 h(m)	土の単位重量 (kN/m ³)	静止土圧 係数K	h (kN/m ²)	水平土圧 P ₁ (kN/m ²)	水圧 P ₂ (kN/m ²)
1	0.000	0.000	18.00	0.500	0.000	0.000	0.000
2	0.450	0.450	18.00	0.500	8.100	4.050	0.000
土	0.500	0.050	18.00	0.500	9.000	4.500	0.000
3	1.350	0.850	17.00	0.500	23.450	11.725	0.000
4	2.550	1.200	17.00	0.500	43.850	21.925	0.000
水	3.300	0.750	17.00	0.500	56.600	28.300	0.000
土	3.300	0.000	8.00	0.500	56.600	28.300	0.000
5	4.950	1.650	7.00	0.500	68.150	34.075	16.500
土	5.200	0.250	7.00	0.500	69.900	34.950	19.000
6	7.500	2.300	8.00	0.500	88.300	44.150	42.000

2.14.2 照査断面が円形の場合

(1)計算仮定

[1]常時

断面力の計算は、4方向より荷重を受ける条件により行う。

常時の軸力は次式に単位長さを乗じて求める。

$$N = P \cdot r$$

ここに、

N : 軸力(kN)

P : 常時荷重(kN/m²)

r : 管厚中心半径(m)

荷重Pは、

$$P = P_1 + P_2$$

$$P_1 = K \cdot (\gamma \cdot Z)$$

$$P_2 = \gamma_w \cdot Z_w$$

ここに、

P₁ : 水平土圧(kN/m²)

P₂ : 水圧(kN/m²)

K : 静止土圧係数

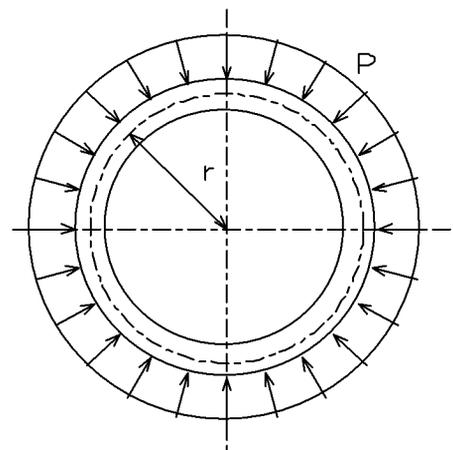
γ : 土の単位重量(kN/m³)

Z : 地表面からの深さ(m)

γ_w : 水の単位重量(kN/m³)

Z_w : 水位からの深さ(m)

この場合は曲げモーメントとせん断力は生じない。



[2]地震時増分

断面力の計算は、地盤反力 q を地震時増分荷重として行い、1方向より偏荷重を受ける場合を考える。
 図のA~C各点のモーメントは次式に地盤反力の絶対値を与え、単位長さを乗じて求める。
 図のA~C各点の軸力は次式に単位長さを乗じて求める。

$$M_A = 0.163 q \cdot r^2$$

$$M_B = -0.125 q \cdot r^2$$

$$M_C = 0.087 q \cdot r^2$$

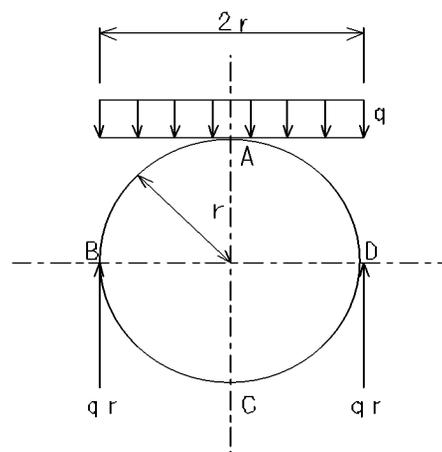
$$N_A = 0.212 q \cdot r$$

$$N_B = q \cdot r$$

$$N_C = -0.212 q \cdot r$$

ここに、

- M : 曲げモーメント(kN.m)
 - q : 応答変位による地盤反力(kN/m²)
 - r : 管厚中心半径(m)
 - N : 軸力(kN)
- この場合はせん断力は生じない。



(2) 円形断面の荷重と断面力

常時

節点番号	水平土圧 P_1 (kN/m ²)	水圧 P_2 (kN/m ²)	常時土圧 P (kN/m ²)	管厚中心 半径 r (m)	軸力 N (kN)
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.813	0.0000
2(上)	4.0500	0.0000	4.0500	0.813	3.2906
2(下)	4.0500	0.0000	4.0500	0.813	3.2906
3(上)	11.7250	0.0000	11.7250	0.813	9.5266
3(下)	11.7250	0.0000	11.7250	0.813	9.5266
4(上)	21.9250	0.0000	21.9250	0.813	17.8141
4(下)	21.9250	0.0000	21.9250	0.813	17.8141
5(上)	34.0750	16.5000	50.5750	0.813	41.0922
5(下)	34.0750	16.5000	50.5750	0.813	41.0922
6	44.1500	42.0000	86.1500	0.813	69.9969

地震時

前後方向地震動

節点番号	地盤反力 q (kN/m ²)	管厚中心 半径 r (m)	曲げモーメントM(kN.m)			軸力(kN)		
			M_A	M_B	M_C	N_A	N_B	N_C
1	6.4766	0.813	0.6969	-0.5344	0.3720	1.1156	5.2623	-1.1156
2(上)	8.1758	0.813	0.8798	-0.6747	0.4696	1.4083	6.6428	-1.4083
2(下)	8.1758	0.813	0.8798	-0.6747	0.4696	1.4083	6.6428	-1.4083
3(上)	2.5617	0.813	0.2757	-0.2114	0.1471	0.4413	2.0814	-0.4413
3(下)	2.5617	0.813	0.2757	-0.2114	0.1471	0.4413	2.0814	-0.4413
4(上)	3.1684	0.813	0.3409	-0.2615	0.1820	0.5458	2.5743	-0.5458
4(下)	3.1684	0.813	0.3409	-0.2615	0.1820	0.5458	2.5743	-0.5458

節点番号	地盤反力 q (kN/m ²)	管厚中心 半径 r (m)	曲げモーメントM(kN.m)			軸力(kN)		
			M _A	M _B	M _C	N _A	N _B	N _C
5(上)	8.3949	0.813	0.9033	-0.6927	0.4822	1.4460	6.8209	-1.4460
5(下)	8.3949	0.813	0.9033	-0.6927	0.4822	1.4460	6.8209	-1.4460
6	9.2698	0.813	0.9975	-0.7649	0.5324	1.5967	7.5317	-1.5967

以上より、円形断面に作用する断面力をまとめる。

曲げモーメント(kN.m)

節点番号	A点	B点	C点
1	0.6969	-0.5344	0.3720
2(上)	0.8798	-0.6747	0.4696
2(下)	0.8798	-0.6747	0.4696
3(上)	0.2757	-0.2114	0.1471
3(下)	0.2757	-0.2114	0.1471
4(上)	0.3409	-0.2615	0.1820
4(下)	0.3409	-0.2615	0.1820
5(上)	0.9033	-0.6927	0.4822
5(下)	0.9033	-0.6927	0.4822
6	0.9975	-0.7649	0.5324

軸力(kN)

節点番号	A点	B点	C点
1	1.1156	5.2623	-1.1156
2(上)	4.6989	9.9334	1.8823
2(下)	4.6989	9.9334	1.8823
3(上)	9.9678	11.6079	9.0853
3(下)	9.9678	11.6079	9.0853
4(上)	18.3598	20.3884	17.2683
4(下)	18.3598	20.3884	17.2683
5(上)	42.5382	47.9131	39.6462
5(下)	42.5382	47.9131	39.6462
6	71.5936	77.5286	68.4002

2.15 水平方向断面照査一覧表(レベル2)

設計対象地震動レベル2 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 1		節点 2(上)	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.6969	-0.5344	0.8798	-0.6747
軸力	N_d	kN	1.1156	5.2623	4.6989	9.9334
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		7.1429	7.1429	7.1429	7.1429
中立軸	X	mm	3.272	3.473	3.446	3.700
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート設計圧縮強度	f'_{cd}	N/mm ²	30.000	30.000	30.000	30.000
鉄筋の設計降伏強度	f_{yd}	N/mm ²	235.000	235.000	235.000	235.000
設計曲げ耐力	M_{ud}	kN.m	3.930	-4.577	4.145	-4.855
$i \cdot M_d / M_{ud}$			0.177	0.117	0.212	0.139
判定 ($i \cdot M_d / M_{ud} < 1.0$)						

設計対象地震動レベル2 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 2(下)		節点 3(上)	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.8798	-0.6747	0.2757	-0.2114
軸力	N_d	kN	4.6989	9.9334	9.9678	11.6079
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		7.1429	7.1429	7.1429	7.1429
中立軸	X	mm	3.446	3.700	3.701	3.781
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート設計圧縮強度	f'_{cd}	N/mm ²	30.000	30.000	30.000	30.000
鉄筋の設計降伏強度	f_{yd}	N/mm ²	235.000	235.000	235.000	235.000
設計曲げ耐力	M_{ud}	kN.m	4.145	-4.855	4.458	-4.954
$i \cdot M_d / M_{ud}$			0.212	0.139	0.062	0.043
判定 ($i \cdot M_d / M_{ud} < 1.0$)						

設計対象地震動レベル2 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 3(下)		節点 4(上)	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.2757	-0.2114	0.3409	-0.2615
軸力	N_d	kN	9.9678	11.6079	18.3598	20.3884
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		7.1429	7.1429	7.1429	7.1429
中立軸	X	mm	3.701	3.781	4.108	4.206
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート設計圧縮強度	f'_{cd}	N/mm ²	30.000	30.000	30.000	30.000
鉄筋の設計降伏強度	f_{yd}	N/mm ²	235.000	235.000	235.000	235.000
設計曲げ耐力	M_{ud}	kN.m	4.458	-4.954	4.956	-5.474
$i \cdot M_d / M_{ud}$			0.062	0.043	0.069	0.048
判定 ($i \cdot M_d / M_{ud} < 1.0$)						

設計対象地震動レベル2 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 4(下)		節点 5(上)	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.3409	-0.2615	0.9033	-0.6927
軸力	N_d	kN	18.3598	20.3884	42.5382	47.9131
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		7.1429	7.1429	7.1429	7.1429
中立軸	X	mm	4.108	4.206	5.279	5.539
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート設計圧縮強度	f'_{cd}	N/mm ²	30.000	30.000	30.000	30.000
鉄筋の設計降伏強度	f_{yd}	N/mm ²	235.000	235.000	235.000	235.000
設計曲げ耐力	M_{ud}	kN.m	4.956	-5.474	6.373	-7.082
$i \cdot M_d / M_{ud}$			0.069	0.048	0.142	0.098
判定 ($i \cdot M_d / M_{ud} < 1.0$)						

設計対象地震動レベル2 (前後方向地震動)

項目	記号	単位	節点 5(下)		節点 6	
			A点	B点	A点	B点
着目位置	曲げ					
部材幅	B	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
部材高	H	mm	125.0	125.0	125.0	125.0
有効幅	b_w	mm	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
曲げモーメント	M_d	kN.m	0.9033	-0.6927	0.9975	-0.7649
軸力	N_d	kN	42.5382	47.9131	71.5936	77.5286
主鉄筋 鉄筋量	引張側	A_s	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700	6 × 10.00 282.700
	圧縮側	A_s'	0.000	0.000	0.000	0.000
ヤング係数比	n		7.1429	7.1429	7.1429	7.1429
中立軸	X	mm	5.279	5.539	6.686	6.974
コンクリート材料強度	f'_{ck}	N/mm ²	30.0	30.0	30.0	30.0
鉄筋材料強度	f_{yk}	N/mm ²	235.0	235.0	235.0	235.0
コンクリート設計圧縮強度	f'_{cd}	N/mm ²	30.000	30.000	30.000	30.000
鉄筋の設計降伏強度	f_{yd}	N/mm ²	235.000	235.000	235.000	235.000
設計曲げ耐力	M_{ud}	kN.m	6.373	-7.082	8.043	-8.779
$i \cdot M_d / M_{ud}$			0.142	0.098	0.124	0.087
判定 ($i \cdot M_d / M_{ud} < 1.0$)						

3章 液状化

3.1 設計条件

3.1.1 基本条件

(1)液状化の検討

道路橋示方書 V耐震設計編（平成14年3月）により液状化の判定を行う。

(2)標準設計水平震度の補正係数

地域別補正係数 : 1.00

(3)層ごとの土質定数の低減係数 : 算定する

(4)動的せん断強度比Rの取扱い : 最小値

3.1.2 土質条件

(1)ボーリング位置に関するデータ

1)水位深さ = 3.300 (m)

(2)土質データ

地層番号	層種	層厚 (m)	t1 (kN/m ³)	t2 (kN/m ³)	t2' (kN/m ³)	塑性指数 Ip	FC (%)	D50 (mm)	D10 (mm)
1	砂質土	0.50	18.000	19.000	9.000	—	—	—	—
2	砂質土	2.80	17.000	18.000	8.000	0.0	15.0	10.000	1.000
3	粘性土	1.90	16.000	17.000	7.000	—	—	—	—
4	砂質土	3.30	17.000	18.000	8.000	0.0	15.0	10.000	1.000
5	粘性土	12.20	16.000	17.000	7.000	—	—	—	—
6	砂質土	4.00	17.000	18.000	8.000	0.0	15.0	10.000	1.000

地層番号	層種	層厚 (m)	一軸圧縮強度 (kN/m ²)
1	砂質土	0.50	—
2	砂質土	2.80	—
3	粘性土	1.90	0.00
4	砂質土	3.30	—
5	粘性土	12.20	0.00
6	砂質土	4.00	—

(3)地盤種別を決定する為に必要な土質データ

地層番号	層種	層厚 (m)	平均 N値	Vsi実測値 (m/s)
1	砂質土	0.50	2.0	100.79
2	砂質土	2.80	5.0	136.80
3	粘性土	1.90	3.0	144.22
4	砂質土	3.30	10.0	172.35
5	粘性土	12.20	2.0	125.99
6	砂質土	4.00	12.0	183.15

(4)N値

番号	深さ (m)	N値
1	0.350	2.0
2	1.350	7.0
3	2.350	4.0
4	3.350	3.0
5	4.350	3.0
6	5.350	9.0
7	6.350	11.0
8	7.350	10.0
9	8.350	2.0
10	9.350	2.0
11	10.350	2.0
12	11.350	2.0
13	12.350	2.0
14	13.350	2.0
15	14.350	2.0
16	15.350	2.0
17	16.350	2.0
18	17.350	2.0
19	18.350	2.0
20	19.350	2.0
21	20.350	4.0
22	21.350	9.0
23	22.350	23.0
24	23.350	16.0
25	24.350	50.0

3.2 液状化の判定

3.2.1 地盤条件と地盤定数の設定

(1) 表層地盤の特性値

$$TG = 0.706 \text{ (s)}$$

(2) 地盤種別および地盤面における設計水平震度の標準値

$$\text{III種地盤 } khgo = 0.60$$

3.2.2 地震時せん断応力比 L

$$L = \frac{rd \cdot khg \cdot \sigma v}{\sigma v'}$$

$$v = t1 \cdot hw + t2 \cdot (x - hw)$$

$$v' = t1 \cdot hw + t2' \cdot (x - hw)$$

ここに、L : 地震時せん断応力比

rd : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数 (= 1.0 - 0.015 · x)

x : 地表面からの深さ (m)

khg : レベル2地震時の設計水平震度 (= Cz · khgo)

$$khg = 0.60$$

Cz : 地域別補正係数 = 1.00

khgo : レベル2地震時の設計水平震度の標準値

$$khgo = 0.60$$

v : 全上載圧 (kN/m²)

v' : 有効上載圧 (kN/m²)

t1 : 地下水位面より浅い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)

t2 : 地下水位面より深い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)

t2' : 地下水位面より深い位置での土の有効単位体積重量 (kN/m³)

hw : 地下水位の深さ (m)

計算 深度 (m)	レベル2			
	v (kN/m ²)	v' (kN/m ²)	rd	L
0.350	—	—	—	—
1.350	—	—	—	—
2.350	—	—	—	—
3.350	—	—	—	—
4.350	—	—	—	—
5.350	91.600	71.100	0.920	0.711
6.350	109.600	79.100	0.905	0.752
7.350	127.600	87.100	0.890	0.782
8.350	145.600	95.100	0.875	0.804
9.350	—	—	—	—
10.350	—	—	—	—
11.350	—	—	—	—
12.350	—	—	—	—
13.350	—	—	—	—

計算 深度 (m)	レベル2			
	v (kN/m ²)	v' (kN/m ²)	rd	L
14.350	_____	_____	_____	_____
15.350	_____	_____	_____	_____
16.350	_____	_____	_____	_____
17.350	_____	_____	_____	_____
18.350	_____	_____	_____	_____
19.350	_____	_____	_____	_____

3.2.3 動的せん断強度比 R

$R = C_w \cdot RL$

ここに、R : 動的せん断強度比

C_w : 地震動特性による補正係数

($RL \leq 0.1$) のとき $C_w = 1.0$

($0.1 < RL \leq 0.4$) のとき $C_w = 3.3 \cdot RL + 0.67$

($0.4 < RL$) のとき $C_w = 2.0$

RL : 繰返し三軸強度比

計算 深度 (m)	レベル2		
	RL	C_w	R
0.350	————	————	————
1.350	————	————	————
2.350	————	————	————
3.350	————	————	————
4.350	————	————	————
5.350	0.236	1.450	0.343
6.350	0.254	1.507	0.383
7.350	0.236	1.449	0.342
8.350	0.108	1.026	0.111
9.350	————	————	————
10.350	————	————	————
11.350	————	————	————
12.350	————	————	————
13.350	————	————	————
14.350	————	————	————
15.350	————	————	————
16.350	————	————	————
17.350	————	————	————
18.350	————	————	————
19.350	————	————	————

3.2.4 繰返し三軸強度比 RL

(Na < 14) のとき $RL = 0.0882 \cdot \sqrt{Na/1.7}$

(14 ≤ Na) のとき $RL = 0.0882 \cdot \sqrt{Na/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (Na - 14)^{4.5}$

ここで、

< 砂質土の場合 >

$Na = C1 \cdot N1 + C2$

$N1 = 170 \cdot N / (v' + 70)$

(0% FC < 10%) のとき $C1 = 1$

(10% FC < 60%) のとき $C1 = (FC + 40) / 50$

(60% FC) のとき $C1 = FC / 20 - 1$

(0% FC < 10%) のとき $C2 = 0$

(10% FC) のとき $C2 = (FC - 10) / 18$

< 礫質土の場合 >

$Na = \{ 1 - 0.36 \cdot \log_{10}(D50/2) \} \cdot N1$

- ここに、RL : 繰返し三軸強度比
- N : N値
- N1 : 有効上載圧 100 (kN/m²) 相当に換算したN値
- Na : 粒度の影響を考慮した補正N値
- C1, C2 : 細粒分含有率によるN値の補正係数
- FC : 細粒分含有率 (%)
- D50 : 平均粒径 (mm)

計算深度 (m)	層種	N値	C1	N1	C2	Na	RL
0.350	砂質土	2.0	—	—	—	—	—
1.350	砂質土	7.0	—	—	—	—	—
2.350	砂質土	4.0	—	—	—	—	—
3.350	粘性土	3.0	—	—	—	—	—
4.350	粘性土	3.0	—	—	—	—	—
5.350	砂質土	9.0	1.100	10.84	0.28	12.21	0.236
6.350	砂質土	11.0	1.100	12.54	0.28	14.07	0.254
7.350	砂質土	10.0	1.100	10.82	0.28	12.18	0.236
8.350	砂質土	2.0	1.100	2.06	0.28	2.54	0.108
9.350	粘性土	2.0	—	—	—	—	—
10.350	粘性土	2.0	—	—	—	—	—
11.350	粘性土	2.0	—	—	—	—	—
12.350	粘性土	2.0	—	—	—	—	—
13.350	粘性土	2.0	—	—	—	—	—
14.350	粘性土	2.0	—	—	—	—	—
15.350	粘性土	2.0	—	—	—	—	—
16.350	粘性土	2.0	—	—	—	—	—
17.350	粘性土	2.0	—	—	—	—	—

計算深度 (m)	層種	N值	C1	N1	C2	Na	RL
18.350	粘性土	2.0	——	——	——	——	——
19.350	粘性土	2.0	——	——	——	——	——

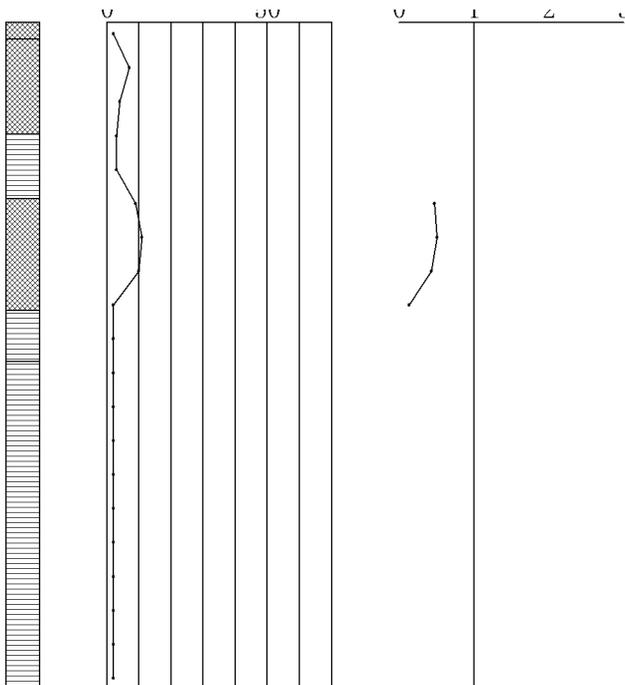
3.2.5 一覧表

(1) レベル2

計算深度 (m)	N値	Ip	FC (%)	D50 (mm)	D10 (mm)	R	L	FL	判定
0.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
1.350	7.0	—	—	—	—	—	—	—	×
2.350	4.0	—	—	—	—	—	—	—	×
3.350	3.0	—	—	—	—	—	—	—	×
4.350	3.0	—	—	—	—	—	—	—	×
5.350	9.0	0.0	15.0	10.000	1.000	0.343	0.711	0.482	
6.350	11.0	0.0	15.0	10.000	1.000	0.383	0.752	0.509	
7.350	10.0	0.0	15.0	10.000	1.000	0.342	0.782	0.437	
8.350	2.0	0.0	15.0	10.000	1.000	0.111	0.804	0.138	
9.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
10.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
11.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
12.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
13.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
14.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
15.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
16.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
17.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
18.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
19.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×

注) 地表面から20mまでを表示

判定: × = 液状化しない, = 液状化する

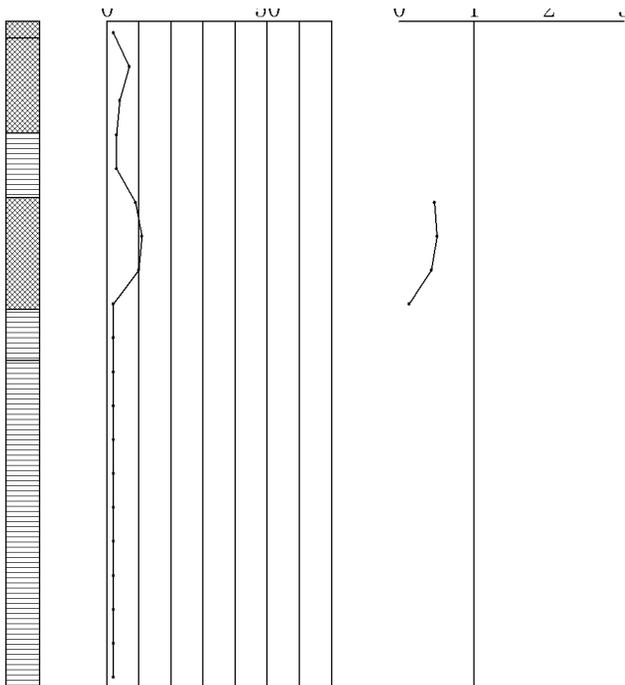


3.3 土質定数に乗じる係数

3.3.1 N値測定点

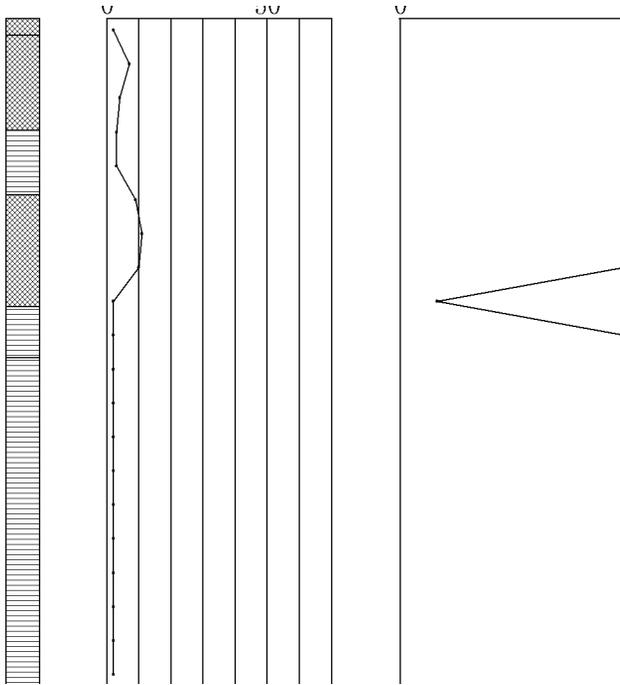
(1) レベル2

計算深度 (m)	層種	R	液状化に対する抵抗率 FL	一軸圧縮強度 (kN/m ²)	土質定数に乗じる係数 DE
0.350	砂質土	—	—	0.00	1.000
1.350	砂質土	—	—	0.00	1.000
2.350	砂質土	—	—	0.00	1.000
3.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
4.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
5.350	砂質土	0.343	0.482	0.00	0.667
6.350	砂質土	0.383	0.509	0.00	0.667
7.350	砂質土	0.342	0.437	0.00	0.667
8.350	砂質土	0.111	0.138	0.00	0.000
9.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
10.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
11.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
12.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
13.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
14.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
15.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
16.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
17.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
18.350	粘性土	—	—	0.00	1.000
19.350	粘性土	—	—	0.00	1.000



(3) レベル1

計算深度 (m)	層種	一軸圧縮強度 (kN/m ²)	土質定数に乘じる係数 DE
0.350	砂質土	0.00	1.000
1.350	砂質土	0.00	1.000
2.350	砂質土	0.00	1.000
3.350	粘性土	0.00	1.000
4.350	粘性土	0.00	1.000
5.350	砂質土	0.00	1.000
6.350	砂質土	0.00	1.000
7.350	砂質土	0.00	1.000
8.350	砂質土	0.00	0.167
9.350	粘性土	0.00	1.000
10.350	粘性土	0.00	1.000
11.350	粘性土	0.00	1.000
12.350	粘性土	0.00	1.000
13.350	粘性土	0.00	1.000
14.350	粘性土	0.00	1.000
15.350	粘性土	0.00	1.000
16.350	粘性土	0.00	1.000
17.350	粘性土	0.00	1.000
18.350	粘性土	0.00	1.000
19.350	粘性土	0.00	1.000



(4) 一覧表

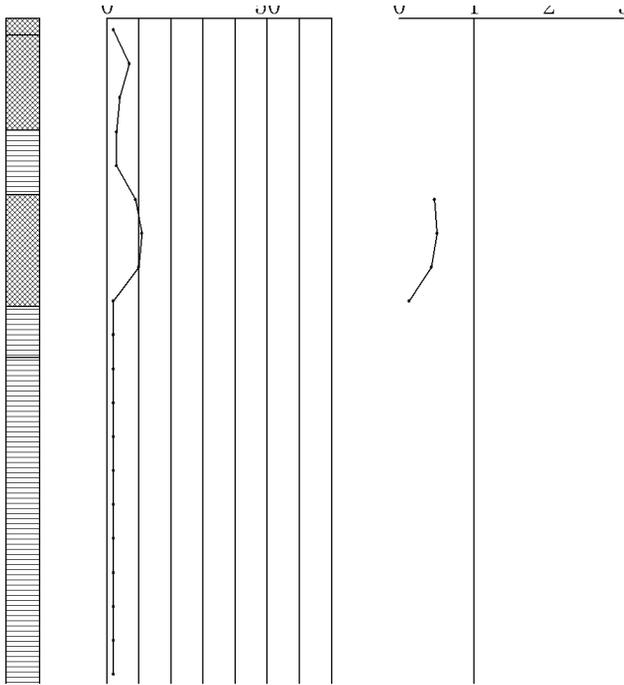
計算深度 (m)	レベル2	レベル1
0.350	1.000	1.000
1.350	1.000	1.000
2.350	1.000	1.000
3.350	1.000	1.000
4.350	1.000	1.000
5.350	0.667	1.000
6.350	0.667	1.000
7.350	0.667	1.000
8.350	0.000	0.167
9.350	1.000	1.000
10.350	1.000	1.000
11.350	1.000	1.000
12.350	1.000	1.000
13.350	1.000	1.000

計算 深度 (m)	レベル2	レベル1
14.350	1.000	1.000
15.350	1.000	1.000
16.350	1.000	1.000
17.350	1.000	1.000
18.350	1.000	1.000
19.350	1.000	1.000

3.3.2 地層点

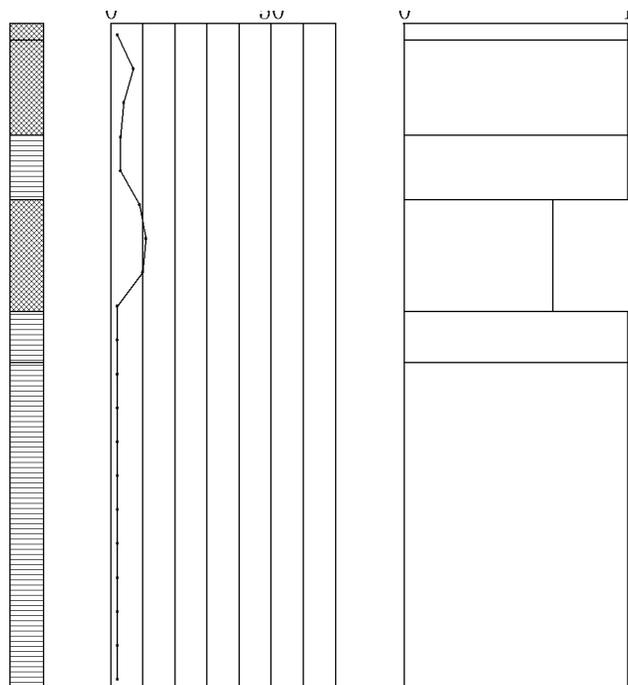
(1) レベル2

地層番号	層厚 (m)	層種	R	液状化に対する抵抗率 FL の平均	一軸圧縮強度 (kN/m ²)	土質定数に乗じる係数 DE
1	0.500	砂質土	_____	_____	0.00	1.000
2	2.800	砂質土	_____	_____	0.00	1.000
3	1.900	粘性土	_____	_____	0.00	1.000
4	3.300	砂質土	0.111	0.409	0.00	0.333
5	1.500	粘性土	_____	_____	0.00	1.000
6	10.000	粘性土	_____	_____	0.00	1.000



(3) レベル1

地層番号	層厚 (m)	層種	一軸圧縮強度 (kN/m ²)	土質定数に乘じる係数 DE
1	0.500	砂質土	0.00	1.000
2	2.800	砂質土	0.00	1.000
3	1.900	粘性土	0.00	1.000
4	3.300	砂質土	0.00	0.667
5	1.500	粘性土	0.00	1.000
6	10.000	粘性土	0.00	1.000



(4) 一覧表

地層番号	層厚 (m)	レベル2	レベル1
1	0.500	1.000	1.000
2	2.800	1.000	1.000
3	1.900	1.000	1.000
4	3.300	0.333	0.667
5	1.500	1.000	1.000
6	10.000	1.000	1.000

3.4 計算結果一覧表

3.4.1 液状化の判定

(1) レベル2

計算深度 (m)	N値	Ip	FC (%)	D50 (mm)	D10 (mm)	R	L	FL	判定
0.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
1.350	7.0	—	—	—	—	—	—	—	×
2.350	4.0	—	—	—	—	—	—	—	×
3.350	3.0	—	—	—	—	—	—	—	×
4.350	3.0	—	—	—	—	—	—	—	×
5.350	9.0	0.0	15.0	10.000	1.000	0.343	0.711	0.482	
6.350	11.0	0.0	15.0	10.000	1.000	0.383	0.752	0.509	
7.350	10.0	0.0	15.0	10.000	1.000	0.342	0.782	0.437	
8.350	2.0	0.0	15.0	10.000	1.000	0.111	0.804	0.138	
9.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
10.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
11.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
12.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
13.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
14.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
15.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
16.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
17.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
18.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×
19.350	2.0	—	—	—	—	—	—	—	×

注) 地表面から20mまでを表示

判定: × = 液状化しない, = 液状化する

3.4.2 土質定数に乗じる係数

(1) N値測定点

計算深度 (m)	レベル2	レベル1
0.350	1.000	1.000
1.350	1.000	1.000
2.350	1.000	1.000
3.350	1.000	1.000
4.350	1.000	1.000
5.350	0.667	1.000
6.350	0.667	1.000
7.350	0.667	1.000
8.350	0.000	0.167
9.350	1.000	1.000
10.350	1.000	1.000
11.350	1.000	1.000
12.350	1.000	1.000
13.350	1.000	1.000
14.350	1.000	1.000
15.350	1.000	1.000
16.350	1.000	1.000
17.350	1.000	1.000
18.350	1.000	1.000
19.350	1.000	1.000

(2) 地層点

地層 番号	層厚 (m)	レベル2	レベル1
1	0.500	1.000	1.000
2	2.800	1.000	1.000
3	1.900	1.000	1.000
4	3.300	0.333	0.667
5	1.500	1.000	1.000
6	10.000	1.000	1.000