

# 基礎の設計サンプルデータ

## 詳細出力例

Kui\_14

ST マイクロパイル(タイプ 1)  
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 杭の条件	1
1.3 使用材料および許容応力度	1
1.4 杭配置図・側面図	2
1.5 地層データ	2
1.6 バネ定数および許容支持力・引抜力	2
1.7 作用力	3
2章 安定計算	4
2.1 杭軸直角方向バネ定数	4
2.2 杭基礎の剛性行列	5
2.3 杭反力及び変位の計算	6
3章 断面計算	8
3.1 杭体断面力	8
3.2 杭体モーメント図	10
3.3 杭体応力度	12
4章 基礎杭計算結果一覧表	13
5章 予備計算	14
5.1 水平方向地盤反力係数	14
5.2 杭軸方向鉛直バネ定数	15
5.3 最大周面摩擦力度	16
5.4 許容支持力・引抜力の計算	17
6章 杭頭結合計算	19
6.1 設計条件	19
6.2 杭頭とフーチング結合部の応力度照査	20
7章 基礎バネ計算	24
7.1 水平方向地盤反力係数	24
7.2 杭軸直角方向バネ定数，杭軸方向バネ定数	25
7.3 固有周期算定用地盤バネ定数	26

# 1章 設計条件

## 1.1 一般事項

- ・データファイル名 : Kui\_14.F8F
- ・タイトル :
- ・コメント :

## 1.2 杭の条件

- ・杭種 : マイクロパイル
- ・施工工法 : STマイクロパイル(タイプI)
- ・杭頭結合条件 : 剛結・ヒンジ
- ・杭先端条件 : ヒンジ
- ・杭の種類 : 支持杭
- ・杭の許容変位量 常時 : 15.0 (mm)
- 地震時 : 15.0 (mm)
- ・鋼管のヤング係数 :  $2.00 \times 10^5$  (N/mm<sup>2</sup>)
- ・杭本数 : 14 (本)
- ・鋼管径 : 216.3 (mm)
- ・鋼管厚 : 12.00 (mm)
- ・鋼管外側錆代 : 1.0 (mm)
- ・鋼管の材質 : STKT590
- ・グラウト外径 : 232.0 (mm)
- ・設計杭長 : 20.50 (m)

## 1.3 使用材料および許容応力度

・ STK540

単位 : N/mm<sup>2</sup>

No	割増係数	許容曲げ圧縮応力度 ca	許容曲げ引張応力度 ta	許容せん断応力度 a
1	1.00	230.00	230.00	130.00
2	1.50	345.00	345.00	195.00

・ STKT590

単位 : N/mm<sup>2</sup>

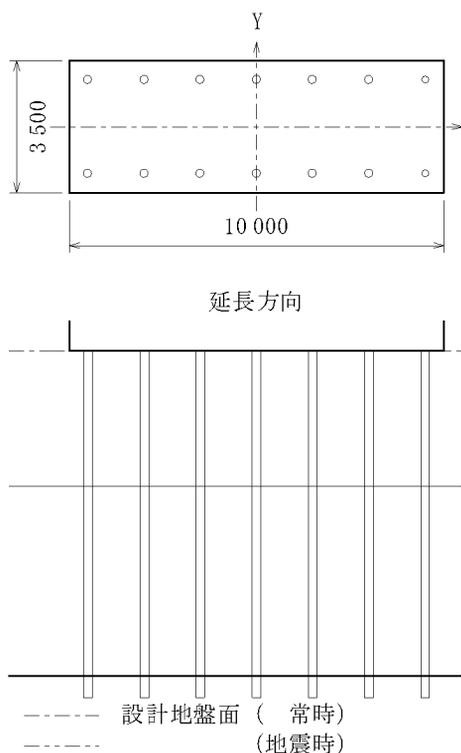
No	割増係数	許容曲げ圧縮応力度 ca	許容曲げ引張応力度 ta	許容せん断応力度 a
1	1.00	255.00	255.00	145.00
2	1.50	380.00	380.00	215.00

・ HT780

単位 : N/mm<sup>2</sup>

No	割増係数	許容曲げ圧縮応力度 ca	許容曲げ引張応力度 ta	許容せん断応力度 a
1	1.00	355.00	355.00	200.00
2	1.50	532.50	532.50	300.00

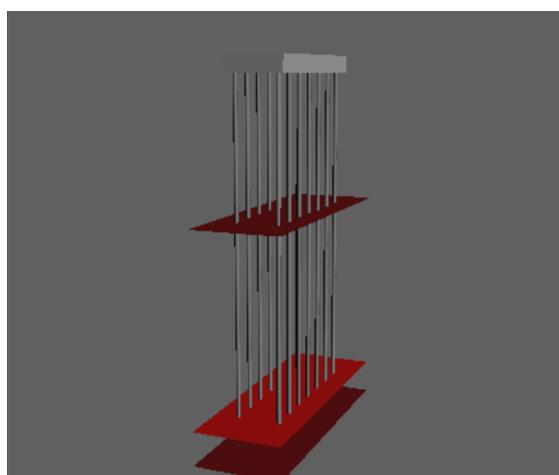
### 1.4 杭配置図・側面図



杭頭座標

No	X方向	Y方向
1	-4.500	1.250
2	-3.000	-1.250
3	-1.500	——
4	0.000	——
5	1.500	——
6	3.000	——
7	4.500	——

杭1本ごとの座標ではなく  
各方向の座標を示す。



### 1.5 地層データ

層No	層種	層厚(m)		平均 N 値	・ Eo(kN/m <sup>2</sup> )		(kN/m <sup>3</sup> )		c(kN/m <sup>2</sup> )		DE
		常 時	地震時		常 時	地震時		'	c	cn	
1	砂質土	8.000	8.000	10.0	28000.0	56000.0	18.00	9.20	50.0	50.0	1.000
2	砂質土	11.200	11.200	23.0	64400.0	128800.0	18.00	9.20	115.0	115.0	1.000
3	砂質土	1.300	1.300	50.0	140000.0	280000.0	19.00	10.20	200.0	200.0	1.000

### 1.6 バネ定数および許容支持力・引抜力

・杭軸方向バネ定数 Kv(kN/m)

常 時	131567
地震時	131567

・許容支持力・引抜力 (kN/本)

許容支持力	常 時	501
	地震時	751
許容引抜力	常 時	229
	地震時	459

・ 水平方向地盤反力係数  $kH$  (kN/m<sup>3</sup>)

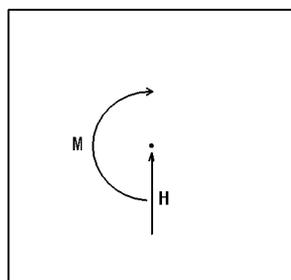
層No	層厚(m)		断面方向		延長方向	
	常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時
1	8.000	8.000	62516	125032	62516	125032
2	11.200	11.200	143787	287574	143787	287574
3	1.300	1.300	312581	625161	312581	625161

## 1.7 作用力

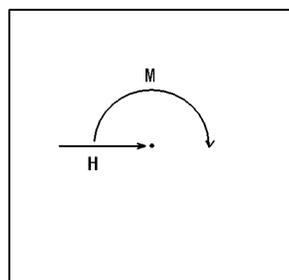
(1) 断面方向

No	荷重ケース名称	割増係数	鉛直力 V(kN)	水平力 H(kN)	モーメント M(kN.m)
1	常時	1.00	4200.0	1520.0	2310.0
2	地震時	1.50	4200.0	1960.0	3970.0

断面方向



延長方向



## 2章 安定計算

### 2.1 杭軸直角方向バネ定数

#### (1) 断面方向

##### a) 杭頭剛結

	単位	常 時	地震時
K1	kN/m	16381	27550
K2	kN/rad	9922	14032
K3	kN.m/m	9922	14032
K4	kN.m/rad	12020	14294

#### (2) 延長方向

##### a) 杭頭剛結

	単位	常 時	地震時
K1	kN/m	16381	27550
K2	kN/rad	9922	14032
K3	kN.m/m	9922	14032
K4	kN.m/rad	12020	14294

## 2.2 杭基礎の剛性行列

### 1. 変位法による底板中心の変位と外力の関係

$$\begin{bmatrix} V \\ H \\ M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta z \\ \delta x \\ \alpha \end{bmatrix}$$

### 2. 剛性行列要素

$$\begin{aligned} A_{zz} &= (K_v \cdot \cos^2 \theta + K_1 \cdot \sin^2 \theta) i \\ A_{zx} = A_{xz} &= (K_v \cdot \cos \theta \cdot \sin \theta - K_1 \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta) i \\ A_{za} = A_{az} &= (K_v \cdot X \cdot \cos^2 \theta + K_1 \cdot X \cdot \sin^2 \theta + K_2 \cdot \sin \theta) i \\ A_{xx} &= (K_v \cdot \sin^2 \theta + K_1 \cdot \cos^2 \theta) i \\ A_{xa} = A_{ax} &= (K_v \cdot X \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta - K_1 \cdot X \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta - K_2 \cdot \cos \theta) i \\ A_{aa} &= \{ K_v \cdot X^2 \cdot \cos^2 \theta + K_1 \cdot X^2 \cdot \sin^2 \theta + (K_2 + K_3) \cdot X \cdot \sin \theta + K_4 \} i \end{aligned}$$

ここに、 $A_{zz}$  : 鉛直方向バネ (kN/m)  
 $A_{zx} = A_{xz}$  : 鉛直と水平の連成バネ (kN/m)  
 $A_{za} = A_{az}$  : 鉛直と回転の連成バネ (kN/rad, kN.m/m)  
 $A_{xx}$  : 水平方向バネ (kN/m)  
 $A_{xa} = A_{ax}$  : 水平と回転の連成バネ (kN/rad, kN.m/m)  
 $A_{aa}$  : 回転バネ (kN.m/rad)

#### (1) 断面方向

##### a) 杭頭剛結

###### 1) 常時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1841938 & 0 & 0 \\ 0 & 229335 & -138910 \\ 0 & -138910 & 3046307 \end{bmatrix}$$

###### 2) 地震時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1841938 & 0 & 0 \\ 0 & 385694 & -196449 \\ 0 & -196449 & 3078146 \end{bmatrix}$$

#### (2) 延長方向

##### a) 杭頭剛結

###### 1) 常時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1841938 & 0 & 0 \\ 0 & 229335 & -138910 \\ 0 & -138910 & 16745720 \end{bmatrix}$$

###### 2) 地震時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1841938 & 0 & 0 \\ 0 & 385694 & -196449 \\ 0 & -196449 & 16777560 \end{bmatrix}$$

### 2.3 杭反力及び変位の計算

$$\begin{bmatrix} P_N \\ P_H \\ M_t \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} K_v \cdot \cos \theta & K_v \cdot \sin \theta & K_v \cdot X \cdot \cos \theta \\ -K_1 \cdot \sin \theta & K_1 \cdot \cos \theta & -K_1 \cdot X \cdot \sin \theta - K_2 \\ K_3 \cdot \sin \theta & -K_3 \cdot \cos \theta & K_3 \cdot X \cdot \sin \theta + K_4 \end{bmatrix}_i \begin{bmatrix} \delta z \\ \delta x \\ \alpha \end{bmatrix}$$

$$z_i = (z + X_i) \cdot \cos i + x \cdot \sin i$$

$$x_i = -(z + X_i) \cdot \sin i + x \cdot \cos i$$

ここに、  $P_{Ni}$  : 杭軸方向反力 (kN/本)

$P_{Hi}$  : 杭軸直角方向反力 (kN/本)

$M_{ti}$  : 杭頭モーメント (kN.m/本)

$K_{vi}$  : 杭軸方向バネ定数 (kN/m)

$K_{1i} \sim K_{4i}$  : 杭軸直角方向バネ定数 (kN/m, kN/rad, kN.m/m, kN.m/rad)

$X_i$  : 杭頭座標 (m)

$i$  : 杭軸が鉛直軸となす角度 (rad)

$z$  : 原点鉛直変位 (m)

$x$  : 原点水平変位 (m)

: 原点回転角 (rad)

$z_i$  : 杭頭の杭軸方向変位 (m)

$x_i$  : 杭頭の杭軸直角方向変位 (m)

杭頭での鉛直反力  $V_i$  , 及び水平反力  $H_i$  は、次式による。

$$V_i = P_{Ni} \cdot \cos i - P_{Hi} \cdot \sin i$$

$$H_i = P_{Ni} \cdot \sin i + P_{Hi} \cdot \cos i$$

注) 式中の  $i$  は  $i$  番目の杭を示す。

#### (1) 断面方向

##### a) 杭頭剛結

##### (1) 常時

・ 原点作用力

$$V_o = 4200.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 1520.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 2310.0 \text{ (kN.m)}$$

・ 原点変位

$$z = 2.28 \text{ (mm)}$$

$$x = 7.29 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00109065 \text{ (rad)}$$

・ 杭反力

No	Y(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	Vi(kN)	Hi(kN)	fx(mm)
1	1.250	7	479.37	108.57	-59.21	479.37	108.57	7.29
2	-1.250	7	120.63	108.57	-59.21	120.63	108.57	7.29

$$P_{Nmax} = 479.37 \text{ (kN)} \quad R_a = 501.00 \text{ (kN)} : \text{OK}$$

$$P_{Nmin} = 120.63 \text{ (kN)} \quad P_a = -229.00 \text{ (kN)} : \text{OK}$$

$$f = 7.29 \text{ (mm)} \quad a = 15.00 \text{ (mm)} : \text{OK}$$

##### (2) 地震時

・ 原点作用力

$$V_o = 4200.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 1960.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 3970.0 \text{ (kN.m)}$$

・ 原点変位

$$z = 2.28 \text{ (mm)}$$

$$x = 5.93 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00166829 \text{ (rad)}$$

・ 杭反力

No	Y(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	Vi(kN)	Hi(kN)	fx(mm)
1	1.250	7	574.36	140.00	-59.38	574.36	140.00	5.93

No	Y(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	Vi(kN)	Hi(kN)	fx(mm)
2	-1.250	7	25.64	140.00	-59.38	25.64	140.00	5.93

PNmax = 574.36 (kN) Ra = 751.00 (kN) : OK

PNmin = 25.64 (kN) Pa = -459.00 (kN) : OK

f = 5.93 (mm) a = 15.00 (mm) : OK

### 3章 断面計算

#### 3.1 杭体断面力

1) 断面方向 常時

		杭頭剛結		杭頭ヒンジ		
H (kN)		108.57		108.57		
M (kN.m)		-59.21		0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)		16381		8191		
K2 (kN/rad)		9922		0		
K3 (kN.m/m)		9922		0		
K4 (kN.m/rad)		12020		0		
Mt, Mmax, 1/2Mmax						
Mt (kN.m)		-59.21		0.00		
Mmax (kN.m)		15.17		42.40		
Z (m)		1.784		0.954		
1/2Mmax (kN.m)		29.60		29.60		
S (kN)		78.48		-22.41		
Z (m)		0.318		1.802		
Mmax : 地中部最大モーメント				1/2Mmax = 1/2 · max(Mmax, Mt)		
Mt : 杭頭モーメント						
杭体断面力						
Z (m)	x(mm)	M (kN.m)	S (kN)	x(mm)	M (kN.m)	S (kN)
0.000	7.288	-59.21	108.57	13.256	0.00	108.57
0.500	6.003	-16.70	62.95	8.036	34.92	37.00
1.000	4.086	5.69	28.77	3.938	42.34	-2.69
1.500	2.325	14.21	7.31	1.255	36.04	-19.47
2.000	1.029	14.74	-3.74	-0.204	25.15	-22.43
2.500	0.230	11.65	-7.73	-0.796	14.71	-18.67
3.000	-0.172	7.67	-7.74	-0.876	6.82	-12.81
3.500	-0.310	4.19	-6.00	-0.714	1.83	-7.36
4.000	-0.300	1.73	-3.88	-0.482	-0.77	-3.31
4.500	-0.228	0.26	-2.08	-0.271	-1.74	-0.79
5.000	-0.145	-0.45	-0.82	-0.118	-1.77	0.49
5.500	-0.076	-0.66	-0.09	-0.024	-1.39	0.94
6.000	-0.029	-0.60	0.25	0.022	-0.91	0.93
6.500	-0.002	-0.44	0.35	0.037	-0.49	0.71
7.000	0.009	-0.27	0.32	0.034	-0.20	0.47
7.500	0.012	-0.13	0.24	0.025	-0.02	0.27
8.000	0.009	-0.03	0.17	0.014	0.08	0.14
8.500	0.005	0.02	0.06	0.006	0.10	-0.01
9.000	0.002	0.04	0.00	0.001	0.08	-0.06
9.500	0.001	0.03	-0.02	-0.001	0.05	-0.06
10.000	0.000	0.02	-0.02	-0.001	0.02	-0.04
10.500	-0.001	0.01	-0.02	-0.001	0.00	-0.02
11.000	0.000	0.00	-0.01	-0.001	0.00	-0.01
11.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
12.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
12.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
13.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
13.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
15.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
16.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
17.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
18.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19.200	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
20.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00

2) 断面方向 地震時

		杭頭剛結		杭頭ヒンジ		
H (kN)		140.00		140.00		
M (kN.m)		-59.38		0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)		27550		13775		
K2 (kN/rad)		14032		0		
K3 (kN.m/m)		14032		0		
K4 (kN.m/rad)		14294		0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN.m)		-59.38		0.00		
Mmax (kN.m)		17.74		45.98		
Z (m)		1.434		0.800		
1/2Mmax (kN.m)		29.69		29.69		
S (kN)		102.17		-29.10		
Z (m)		0.247		1.599		
Mmax : 地中部最大モーメント Mt : 杭頭モーメント				1/2Mmax = 1/2 · max(Mmax, Mt)		
杭体断面力						
Z (m)	x(mm)	M (kN.m)	S (kN)	x(mm)	M (kN.m)	S (kN)
0.000	5.931	-59.38	140.00	10.164	0.00	140.00
0.500	4.423	-8.04	68.82	5.487	41.15	35.19
1.000	2.553	13.57	21.85	2.116	44.43	-14.47
1.500	1.099	17.66	-2.19	0.229	32.55	-28.80
2.000	0.230	13.99	-10.55	-0.546	18.50	-25.68
2.500	-0.163	8.48	-10.57	-0.675	7.78	-16.93
3.000	-0.263	3.92	-7.46	-0.524	1.47	-8.66
3.500	-0.222	1.05	-4.10	-0.313	-1.33	-3.01
4.000	-0.142	-0.33	-1.63	-0.142	-1.99	0.00
4.500	-0.070	-0.75	-0.22	-0.036	-1.65	1.13
5.000	-0.022	-0.69	0.37	0.015	-1.03	1.22
5.500	0.002	-0.46	0.48	0.029	-0.50	0.89
6.000	0.011	-0.24	0.38	0.026	-0.15	0.51
6.500	0.011	-0.09	0.23	0.017	0.02	0.21
7.000	0.007	0.00	0.11	0.009	0.08	0.04
7.500	0.004	0.03	0.03	0.003	0.08	-0.04
8.000	0.001	0.04	0.00	0.000	0.06	-0.06
8.500	0.000	0.03	-0.03	-0.001	0.03	-0.05
9.000	0.000	0.01	-0.02	-0.001	0.01	-0.03
9.500	0.000	0.00	-0.01	0.000	0.00	-0.01
10.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
10.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
11.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
11.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
12.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
12.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
13.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
13.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
15.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
16.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
17.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
18.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19.200	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
20.500	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00

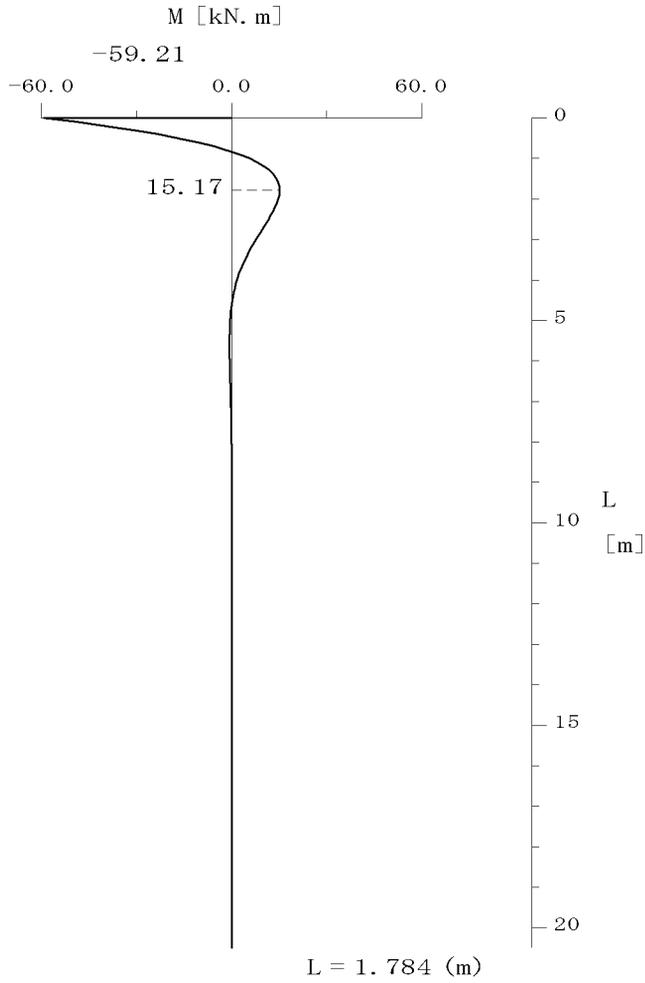
### 3.2 杭体モーメント図

1) 断面方向 常時

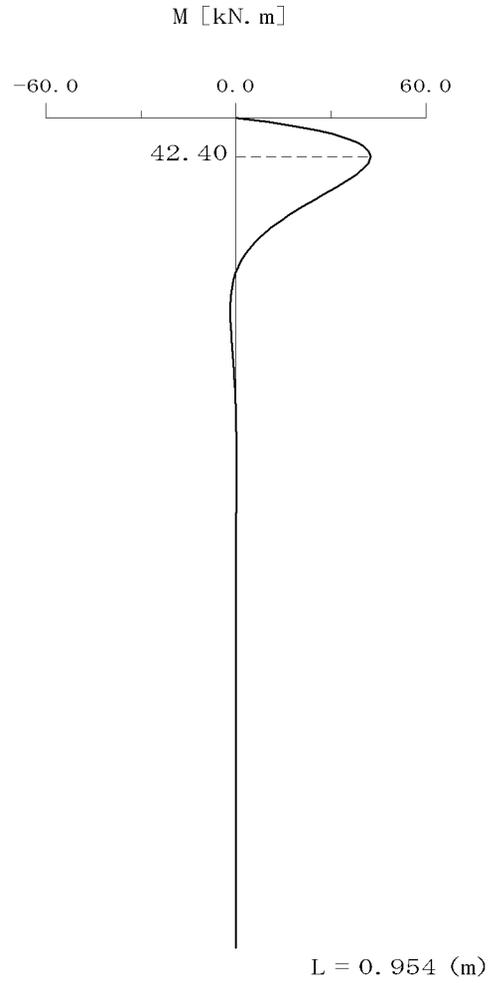
杭 径  $D = 232.0$  (mm) 杭 長  $L = 20.50$  (m)

$H = 108.57$   $M = -59.21$  (kN.m)  $H = 108.57$  (kN)

【杭頭剛結】



【杭頭ヒンジ】



2) 断面方向

地震時

杭 径  $D = 232.0$  (mm)

杭 長  $L = 20.50$  (m)

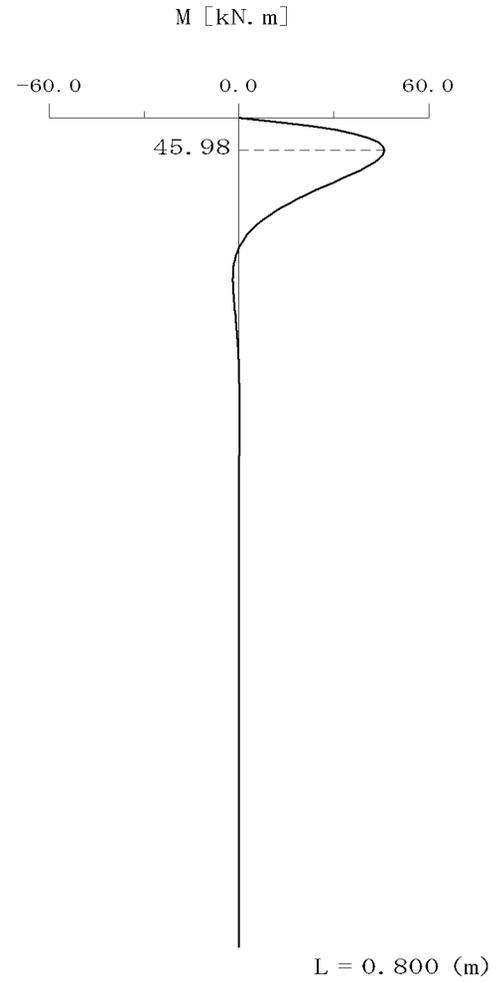
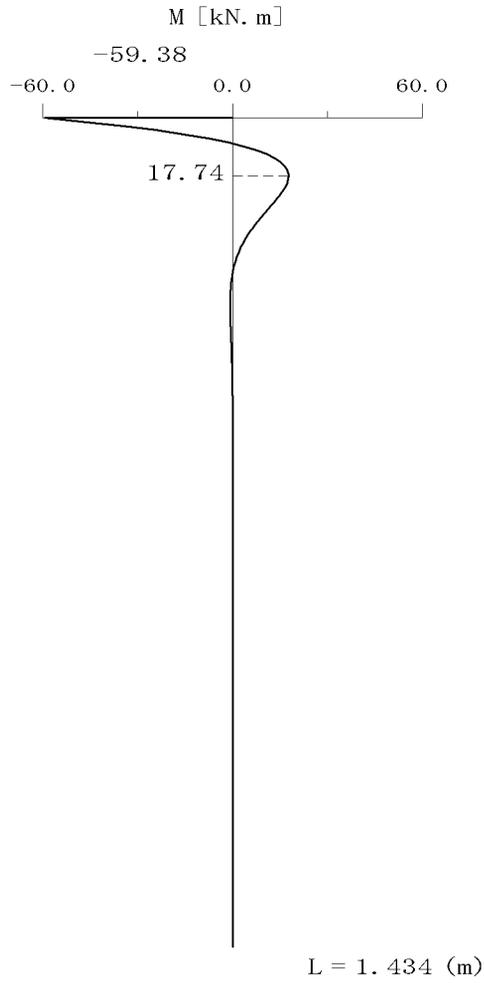
$H = 140.00$

$M = -59.38$  (kN.m)

$H = 140.00$  (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ヒンジ】



### 3.3 杭体応力度

マイクロパイル

第1断面

材質：STKT590

鋼管径 D = 216.3(mm)

鋼管厚 t = 12.00(mm)

外側錆代 = 1.0(mm)

断面積 A = 7026 (mm<sup>2</sup>)

断面2次モーメント I = 36402756 (mm<sup>4</sup>)

Ys = 107.1(mm)

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{I} \cdot Ys$$

$$\tau = \frac{S}{A}$$

応力度

(1)断面方向

No	荷重名略称	着目杭 行 列		M (kN.m)	N (kN)	c, ca (N/mm <sup>2</sup> )	t, ta (N/mm <sup>2</sup> )	S (kN)	a (N/mm <sup>2</sup> )	Mr(kN.m) Mr_L(m)
1	常時	1	1	59.21	479.37	-242.51 -255.00	106.04 255.00	108.57	15.454 145.000	63.45
		2	1	59.21	120.63	-191.45 -255.00	157.11 255.00	108.57	15.454 145.000	80.80
2	地震時	1	1	59.38	574.36	-256.55 -380.00	93.04 380.00	140.00	19.927 215.000	101.33
		2	1	59.38	25.64	-178.44 -380.00	171.15 380.00	140.00	19.927 215.000	127.86

上段がNmax, 下段がNminを示す。Mr\_LはMrと実モーメントとの交点深度を示す。

## 4章 基礎杭計算結果一覧表

### (1)断面方向

荷重ケースNo. 略称		1 常時		2 地震時		
原点作用力						
Vo	kN	4200.0		4200.0		
Ho	kN	1520.0		1960.0		
Mo	kN.m	2310.0		3970.0		
原点変位						
x	mm	7.29		5.93		
z	mm	2.28		2.28		
	rad	0.00109065		0.00166829		
f, a	mm	7.29	15.00	5.93	15.00	
鉛直反力						
PNmax, Ra	kN	479.37	501.00	574.36	751.00	
PNmin, Pa	kN	120.63	-229.00	25.64	-459.00	
水平反力						
PH	kN	108.57		140.00		
杭作用モーメント						
杭頭 Mt	kN.m	-59.21		-59.38		
地中部 Mm	kN.m	42.40		45.98		
杭体応力度						
上杭	c, ca	N/mm <sup>2</sup>	-242.51	-255.00	-256.55	-380.00
	t, ta	N/mm <sup>2</sup>	157.11	255.00	171.15	380.00
	, a	N/mm <sup>2</sup>	15.454	145.000	19.927	215.000
判定		OK		OK		

杭 種 : マイクロパイル

杭 径 : 鋼管径 = 216.3 (mm)

グラウト外径 = 232.0 (mm)

設計杭長 : L = 20.50 (m)

鋼管厚 : t = 12.00 (mm)

## 5章 予備計算

### 5.1 水平方向地盤反力係数

杭外径 (鋼管径)	D =	0.2163	(m)
杭体ヤング係数 (鋼管ヤング係数)	E =	2.00 × 10 <sup>8</sup>	(kN/m <sup>2</sup> )
杭体断面二次モーメント	I =	0.000036403	(m <sup>4</sup> )
杭の特性値 (換算載荷幅算出) 常時	=	0.825479	(m <sup>-1</sup> )
地震時	=	0.825479	(m <sup>-1</sup> )
水平抵抗に関する 常時 1/	=	1.2114	(m)
地盤の深さ 地震時 1/	=	1.2114	(m)

$$\frac{1}{\beta} \text{の範囲の平均 } \alpha \cdot E_o = \frac{\sum (\alpha \cdot E_{oi} \cdot L_i)}{1/\beta} = 28000.0 \text{ (kN/m}^2\text{) (常時)}$$

$$= 28000.0 \text{ (kN/m}^2\text{) (地震時)}$$

$$\text{杭の換算載荷幅 } BH = \sqrt{\frac{D}{\beta}} = 0.5119 \text{ (m) (常時)}$$

$$= 0.5119 \text{ (m) (地震時)}$$

$$kH_o = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_o = 93333.3 \text{ (kN/m}^3\text{) (常時)}$$

$$= 93333.3 \text{ (kN/m}^3\text{) (地震時)}$$

$$kH = kH_o \cdot \left(\frac{BH}{0.3}\right)^{\frac{5}{4}}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kH \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 0.825479 \text{ (m}^{-1}\text{) (常時), } 0.825479 \text{ (m}^{-1}\text{) (地震時)}$$

地震時BH算出時の  $\alpha \cdot E_o$ の取扱い：常時

層No	層厚(m)		$\alpha \cdot E_o$ (kN/m <sup>2</sup> )		kH (kN/m <sup>3</sup> )	
	常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時
1	8.000	8.000	28000	56000	62516	125032
2	11.200	11.200	64400	128800	143787	287574
3	1.300	1.300	140000	280000	312581	625161

## 5.2 杭軸方向鉛直バネ定数

$$K_v = a \cdot \frac{A \cdot E}{L}$$

杭 種 : マイクロパイル

工 法 : STマイクロパイル (タイプI)

$$a = 0.0249 \cdot (L/D) - 0.4404 = 1.9195$$

L : 鋼管の根入れ長 = 20.500 (m)

D : 鋼管径 = 0.2163 (m)

E : 鋼管のヤング係数 =  $2.00 \times 10^8$  (kN/m<sup>2</sup>)

A : 鋼管の有効断面積 = 0.007026 (m<sup>2</sup>)

L/D > 70であるが適用する。

$$K_v = 131567 \text{ (kN/m)}$$

### 5.3 最大周面摩擦力度

杭周面に働く最大周面摩擦力度を以下に示す。

#### 1) 最大周面摩擦力度の推定方法

	砂質土	粘性土
STマイクロパイル工法	5N ( 200)	10N ( 150)

Nは各層のN値を示す。

N値が2以下となる軟弱層の最大周面摩擦力度は0とする。

#### 2) 最大周面摩擦力度

層No	標高(m)	層厚(m)	土質	平均N値	粘着力c (kN/m <sup>2</sup> )	f i (kN/m <sup>2</sup> )
1	0.000 -8.000	8.000	砂質	10.0	0.0	50.0
2	-8.000 -19.200	11.200	砂質	23.0	0.0	115.0
3	-19.200 -21.200	2.000	砂質	50.0	0.0	200.0

現地盤面から全層の最大周面摩擦力度を示す。

## 5.4 許容支持力・引抜力の計算

### 1) 杭の諸元

杭種 : マイクロパイル 232.0 (mm)  
 工法 : STマイクロパイル(タイプI)  
 設計杭長 : L = 20.500 (m)  
 グラウト外径 : D = 0.2320 (m)  
 杭の種類 : 支持杭

### 2) 軸方向許容押し込み支持力

$$R_a = \frac{\gamma}{n} \cdot R_u$$

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot (L_i \cdot i) \quad (\text{常時}), (\text{地震時(液無)})$$

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot (L_i \cdot i \cdot DE_i) \quad (\text{地震時(液有)})$$

$R_a$  : 杭頭における杭の軸方向許容押し込み支持力 (kN)

$n$  : 安全率 3.0 (常時)  
 2.0 (地震時)

: 安全率の補正係数 = 1.0

$R_u$  : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

$q_d$  : 杭先端で支持する単位面積当りの極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$$q_d = 3000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$A$  : グラウト体先端面積 (m<sup>2</sup>)

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot 0.2320^2 = 0.042 \text{ (m}^2\text{)}$$

$U$  : グラウト体の周長(m)

$$U = \pi \cdot 0.2320 = 0.729 \text{ (m)}$$

$L_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の層厚(m)

$i$  : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度(kN/m<sup>2</sup>)

設計地盤面から1/ の深さまでの周面摩擦力は無視する。

周面摩擦力を無視する範囲 : 底版下面から 1.211 (m) (常時)

1.211 (m) (地震時)

$DE_i$  : 土質定数の低減係数 (地震時のみ)

### 周面摩擦力

#### ・常時

層No	土質	平均N値	粘着力(kN/m <sup>2</sup> )	層厚Li(m)	i(kN/m <sup>2</sup> )	Li・i(kN/m)
1	砂質	10.0	0.0	1.211	0.0	0.0
1	砂質	10.0	0.0	6.789	50.0	339.5
2	砂質	23.0	0.0	11.200	115.0	1288.0
3	砂質	50.0	0.0	1.300	200.0	260.0
計				20.500		1887.4

#### ・地震時(液無)

層No	土質	平均N値	粘着力(kN/m <sup>2</sup> )	層厚Li(m)	i(kN/m <sup>2</sup> )	Li・i(kN/m)
1	砂質	10.0	0.0	1.211	0.0	0.0
1	砂質	10.0	0.0	6.789	50.0	339.5

層 No	土質	平均 N値	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	層厚 Li (m)	i (kN/m <sup>2</sup> )	Li · i (kN/m)
2	砂質	23.0	0.0	11.200	115.0	1288.0
3	砂質	50.0	0.0	1.300	200.0	260.0
計				20.500		1887.4

地盤から決まる極限支持力

常 時

$$R_u = qd \cdot A + U \cdot (Li \cdot i)$$

$$= 3000 \cdot 0.042 + 0.729 \cdot 1887.4 = 1502 \text{ (kN)}$$

地震時(液無)

$$R_u = qd \cdot A + U \cdot (Li \cdot i)$$

$$= 3000 \cdot 0.042 + 0.729 \cdot 1887.4 = 1502 \text{ (kN)}$$

軸方向許容押し込み支持力

常 時  $R_a = \frac{1.0}{3.0} \cdot 1502 = 501 \text{ (kN)}$

地震時(液無)  $R_a = \frac{1.0}{2.0} \cdot 1502 = 751 \text{ (kN)}$

3) 軸方向許容引抜き支持力

$$P_a = \frac{1}{n} \cdot P_u$$

$$P_u = U \cdot (Li \cdot i) \quad (\text{常 時}), (\text{地震時(液無)})$$

$$P_u = U \cdot (Li \cdot i \cdot DEi) \quad (\text{地震時(液有)})$$

$P_a$  : 杭頭における杭の軸方向許容引抜き力 (kN)

$n$  : 安全率 6.0 (常 時)

3.0 (地震時)

$P_u$  : 地盤から決まる杭の極限引抜き力 (kN)

$$P_u = 0.729 \cdot 1887.4 = 1376 \text{ (kN)} \quad (\text{常 時})$$

$$P_u = 0.729 \cdot 1887.4 = 1376 \text{ (kN)} \quad (\text{地震時(液無)})$$

軸方向許容引抜き支持力

常 時  $P_a = \frac{1}{6.0} \cdot 1376 = 229 \text{ (kN)}$

地震時(液無)  $P_a = \frac{1}{3.0} \cdot 1376 = 459 \text{ (kN)}$

4) 計算結果一覧

(kN/本)		
許容支持力	常 時	501
	地震時(液無)	751
許容引抜き力	常 時	229
	地震時(液無)	459

## 6章 杭頭結合計算

### 6.1 設計条件

#### 1) 杭頭結合方法および諸元

杭 種 : マイクロパイル (材質 STKT590)

鋼 管 径 :  $D = 216.3$  (mm)

支圧板幅 :  $W = 300$  (mm)

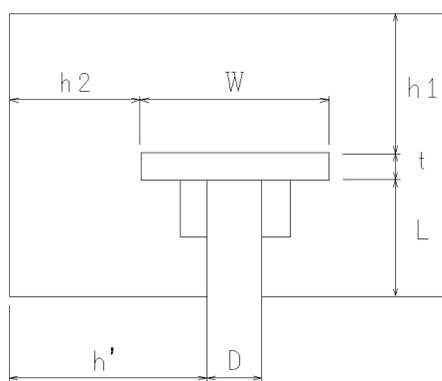
支圧板厚 :  $t = 13$  (mm)

材 料 : フーチングコンクリート設計基準強度  $ck = 24.00$  (N/mm<sup>2</sup>)

支圧板の材質 SM490

スチフナの材質 SM490

#### 2) 杭頭部形状図



鋼管の埋込み長さ  $l = 500$  (mm)

水平有効厚さ  $h' = 392$  (mm)

垂直有効厚さ  $hc = \min(h1, h2) = 287$  (mm)

引抜き抵抗厚さ  $ht = \min(l, h2) = 500$  (mm)

スチフナの肉厚  $ts = 9$  (mm)

スチフナの溶接有効幅  $lb' = 65$  (mm)

スチフナの溶接有効高さ  $lh' = 100$  (mm)

#### 3) 杭頭作用力

断面方向

case	荷重名略称	割増係数	鉛直反力(kN)		水平反力(kN)		モーメント(kN.m)		
			PNmax	PNmin	PHmax	水平端部	1:杭頭	2:地中部	SW
1	常時	1.00	479.4	120.6	108.6	108.6	59.2	42.4	1
2	地震時	1.50	574.4	25.6	140.0	140.0	59.4	46.0	1

SWは下記算出に用いるモーメント(1:杭頭, 2:地中部)を示す

・フーチングコンクリートの水平支圧応力度

## 6.2 杭頭とフーチング結合部の応力度照査

### (1) 押し込み力に対する照査

#### 1) フーチングコンクリートの垂直支圧応力度

$$\sigma_{cv} = \frac{PN_{max}}{A_p} \leq \sigma_{cva}$$

PN<sub>max</sub> : 軸方向最大押し込み力 (N)

A<sub>p</sub> : 支圧板の面積 (mm<sup>2</sup>)

$$A_p = W^2 = 90000 \text{ (mm}^2\text{)}$$

W : 支圧板の幅 = 300 (mm)

断面方向

case	荷重名略称	PN <sub>max</sub> (kN)	c <sub>v</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	c <sub>va</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	479.4	5.33	12.00	OK
2	地震時	574.4	6.38	18.00	OK

#### 2) フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度

$$\tau_v = \frac{PN_{max}}{4(W+hc) \cdot hc} \leq \tau_a$$

hc : 垂直方向の押抜きせん断に抵抗するフーチングの有効厚さ = 287 (mm)

断面方向

case	荷重名略称	PN <sub>max</sub> (kN)	v (N/mm <sup>2</sup> )	a (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	479.4	0.711	0.900	OK
2	地震時	574.4	0.852	0.900	OK

### (2) 引抜き力に対する照査

#### 1) フーチングコンクリートの垂直支圧応力度

$$\sigma_{tv} = \frac{PN_{min}}{A_p - \pi \cdot D^2 / 4} \leq \sigma_{cva}$$

PN<sub>min</sub> : 軸方向最小引抜き力 (N) 引抜き力が生じているケースのみ照査する。

D : 鋼管径 = 216.3 (mm)

断面方向

case	荷重名略称	PN <sub>min</sub> (kN)	t <sub>v</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	c <sub>va</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	120.6	0.00	12.00	OK
2	地震時	25.6	0.00	18.00	OK

#### 2) フーチングコンクリートの引抜きせん断応力度

$$\tau_{vt} = \frac{PN_{min}}{4(W+ht) \cdot ht} \leq \tau_{at}$$

PN<sub>min</sub> : 軸方向最小引抜き力 (N) 引抜き力が生じているケースのみ照査する。

ht : 垂直方向の引抜きせん断に抵抗するフーチングの有効厚さ = 500 (mm)

断面方向

case	荷重名略称	PNmin (kN)	vt (N/mm <sup>2</sup> )	at (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	120.6	0.000	0.900	OK
2	地震時	25.6	0.000	0.900	OK

(3) 水平力および曲げモーメントに対する照査

1) フーチングコンクリートの水平支圧応力度

$$\sigma_{ch} = \frac{PH_{max}}{D \cdot L} + \frac{6 \cdot M_{max}}{D \cdot L^2} \leq \sigma_{cha}$$

PH<sub>max</sub> : 軸直角方向力 (N)

M<sub>max</sub> : モーメント (N.mm)

L : 鋼管のフーチングへの埋込み長さ = 500 (mm)

断面方向

case	荷重名略称	PHmax (kN)	Mmax (kN.m)	ch (N/mm <sup>2</sup> )	cha (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	108.6	59.2	7.57	12.00	OK
2	地震時	140.0	59.4	7.89	18.00	OK

2) フーチング端部の杭に対する水平方向の押抜きせん断応力度

$$\tau_h = \frac{PH}{h' \cdot (2 \cdot L + D + 2 \cdot h')} \leq \tau_a$$

PH : 水平端部杭の軸直角方向力 (N)

h' : 水平方向の押抜きせん断力に抵抗するフーチングの有効厚さ = 392 (mm)

断面方向

case	荷重名略称	PH (kN)	h (N/mm <sup>2</sup> )	a (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	108.6	0.138	0.900	OK
2	地震時	140.0	0.179	0.900	OK

(4) 支圧板の設計、溶接部の照査

1) 支圧板の設計

支圧板を鋼管に支持された片持ち梁として曲げモーメントを算出し、この曲げモーメントに対して支圧板の厚さが必要厚さ以上であることを照査する。

$$M_{max} = \frac{1}{2} \left( \frac{W-D}{2} \right)^2 \cdot p$$

M<sub>max</sub> : 支圧板に生じる単位幅当りの最大曲げモーメント (N・mm/mm)

W : 支圧板の幅 = 300 (mm)

D : 鋼管径 = 216.3 (mm)

p : 支圧板単位幅当りに作用する分布荷重 (N/mm<sup>2</sup>)  
 押込み杭頭反力に対して

$$p = \frac{PN_{max}}{W^2}$$

引抜き杭頭反力に対して

$$p = \frac{PN_{min}}{W^2 - \pi \cdot D^2 / 4}$$

支圧板の必要厚さ

$$t_p = \sqrt{\frac{M_{max}}{\sigma_{sa}}} \cdot 6 \leq t$$

σ<sub>sa</sub> : 支圧板の許容曲げ引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

t : 支圧板の厚さ = 13.0 (mm)

断面方向

case	荷重名略称	PN <sub>max</sub> (kN)	M <sub>max</sub> (kN・m/m)	t <sub>p</sub> (mm)	PN <sub>min</sub> (kN)	M <sub>max</sub> (kN・m/m)	t <sub>p</sub> (mm)	判定
1	常時	479.4	4.7	12.3	120.6	0.0	0.0	OK
2	地震時	574.4	5.6	11.0	25.6	0.0	0.0	OK

2) 溶接部の検討

支圧板とスチフナの溶接部に生じる垂直支圧応力度

$$\sigma = \frac{N'}{4 \cdot t_s \cdot l_b'} \leq \sigma_a$$

N' : 支圧板張出部が負担する軸方向荷重 (N)  
 押込み杭頭反力に対して

$$N' = \frac{PN_{max}}{W^2} \cdot (W^2 - \pi \cdot D^2 / 4)$$

引抜き杭頭反力に対して

$$N' = PN_{min}$$

t<sub>s</sub> : スチフナの肉厚 = 9 (mm)

l<sub>b'</sub> : スチフナの溶接有効幅 = 65 (mm)

a : 鋼材の溶接部の許容垂直応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

断面方向

・ 押込み杭頭反力

case	荷重名略称	PN <sub>max</sub> (kN)	N' (kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	<sup>a</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	479.4	283.7	121.23	185.00	OK
2	地震時	574.4	339.9	145.25	277.50	OK

・引抜き杭頭反力

case	荷重名略称	PNmin (kN)	N' (kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	a <sup>a</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	120.6	0.0	0.00	185.00	OK
2	地震時	25.6	0.0	0.00	277.50	OK

鋼管とスチフナの溶接部に生じるせん断応力度

$$\tau = \frac{N'}{4 \cdot t_s \cdot l h'} \leq \tau a$$

lh' : スチフナの溶接有効高さ = 100 (mm)

a : 鋼材の溶接部の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

断面方向

・押込み杭頭反力

case	荷重名略称	PNmax (kN)	N' (kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	a <sup>a</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	479.4	283.7	78.80	105.00	OK
2	地震時	574.4	339.9	94.41	157.50	OK

・引抜き杭頭反力

case	荷重名略称	PNmin (kN)	N' (kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	a <sup>a</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	120.6	0.0	0.00	105.00	OK
2	地震時	25.6	0.0	0.00	157.50	OK

## 7章 基礎バネ計算

### 7.1 水平方向地盤反力係数

杭外径 (鋼管径)	D = 0.2163	(m)
杭体ヤング係数 (鋼管ヤング係数)	E = 2.00 × 10 <sup>8</sup>	(kN/m <sup>2</sup> )
杭体断面二次モーメント	I = 0.000036403	(m <sup>4</sup> )
杭の特性値 (換算載荷幅算出)	= 1.187900	(m <sup>-1</sup> )
水平抵抗に関する地盤の深さ	1 / = 0.8418	(m)

$$\frac{1}{\beta} \text{の範囲の平均 } ED = \frac{\sum (ED_i \cdot L_i)}{1/\beta} = 104754.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{杭の換算載荷幅 } BH = \sqrt{\frac{D}{\beta}} = 0.4267 \text{ (m)}$$

$$kHo = \frac{1}{0.3} \cdot ED = 349180.0 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$kH = kHo \cdot \left(\frac{BH}{0.3}\right)^{-\frac{3}{4}}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kH \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 1.187900 \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

ここに、kHo : 直径0.3(m)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/m<sup>3</sup>)

BH : 基礎前面の換算載荷幅 (m)

kH : 水平方向地盤反力係数 (kN/m<sup>3</sup>)

層No	土質	層厚 (m)	N値	Vsi (m/s)	動的変形係数 ED (kN/m <sup>2</sup> )	動的ポアソン比 D	kH (kN/m <sup>3</sup> )
1	砂質土	8.000	10.0	172.35	104754	0.50	268094
2	砂質土	11.200	23.0	227.51	182536	0.50	467159
3	砂質土	1.300	50.0	294.72	323331	0.50	827492

## 7.2 杭軸直角方向バネ定数，杭軸方向バネ定数

### (1) 断面方向

K1	kN/m	48816
K2	kN/rad	20547
K3	kN.m/m	20547
K4	kN.m/rad	17297
Kv	kN/m	131567

### (2) 延長方向

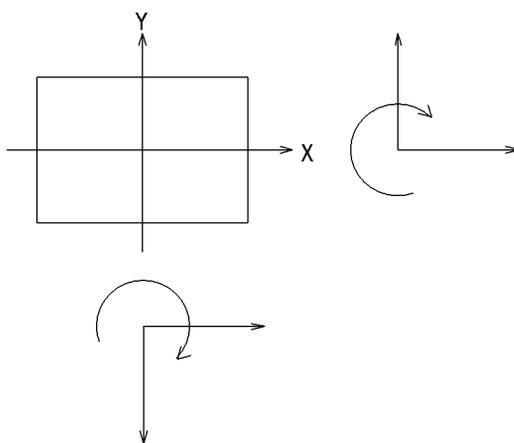
K1	kN/m	48816
K2	kN/rad	20547
K3	kN.m/m	20547
K4	kN.m/rad	17297
Kv	kN/m	131567

### 7.3 固有周期算定用地盤バネ定数

$$\begin{aligned}
 Ass &= (K_v \cdot \sin^2 + K_1 \cdot \cos^2) i \\
 Asr = Ars &= (K_v \cdot X \cdot \sin \cdot \cos - K_1 \cdot X \cdot \sin \cdot \cos - K_2 \cdot \cos) i \\
 Arr &= \{ K_v \cdot X^2 \cdot \cos^2 + K_1 \cdot X^2 \cdot \sin^2 + (K_2 + K_3) \cdot X \cdot \sin + K_4 \} i \\
 Asv = Avs &= (K_v \cdot \cos \cdot \sin - K_1 \cdot \sin \cdot \cos) i \\
 Arv = Avr &= (K_v \cdot X \cdot \cos^2 + K_1 \cdot X \cdot \sin^2 + K_2 \cdot \sin) i \\
 Avv &= (K_v \cdot \cos^2 + K_1 \cdot \sin^2) i
 \end{aligned}$$

ここに、Ass : 水平方向バネ (kN/m)  
 Asr = Ars : 水平と回転の連成バネ (kN/rad , kN.m/m)  
 Arr : 回転バネ (kN.m/rad)  
 Asv = Avs : 鉛直と水平の連成バネ (kN/m)  
 Arv = Avr : 鉛直と回転の連成バネ (kN.m/m , kN/rad)  
 Avv : 鉛直バネ (kN/m)

		断面方向	延長方向
Ass	kN/m	6.834261E+005	6.834261E+005
Asr	kN/rad	-2.876616E+005	-2.876616E+005
Ars	kN.m/m	-2.876616E+005	-2.876616E+005
Arr	kN.m/rad	3.120188E+006	1.681960E+007
Asv	kN/m	0.000000E+000	0.000000E+000
Arv	kN.m/m	0.000000E+000	0.000000E+000
Avs	kN/m	0.000000E+000	0.000000E+000
Avr	kN/rad	0.000000E+000	0.000000E+000
Avv	kN/m	1.841938E+006	1.841938E+006



Y方向 : 断面方向  
 X方向 : 延長方向