

# 基礎の設計サンプルデータ

## 詳細出力例

Kui\_15

ST マイクロパイル(タイプ 2)  
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	11
3.3 杭体応力度	14
4章 基礎杭計算結果一覧表	15
5章 予備計算	17
5.1 水平方向地盤反力係数	17
5.2 杭軸方向鉛直バネ定数	18
5.3 最大周面摩擦力度	19
5.4 許容支持力・引抜力の計算	20
6章 杭頭結合計算	25
6.1 設計条件	25
6.2 杭頭とフーチング結合部の応力度照査	27
7章 レベル2地震時の照査	32
7.1 設計条件	32
7.2 計算結果一覧表	36
7.3 荷重変位曲線	38
7.4 液状化無視・地震動タイプII・浮力無視	40
7.4.1 橋軸方向（最終震度）	40
7.4.2 橋軸直角方向（最終震度）	53
7.5 予備計算	66
7.5.1 M -	66
7.5.2 水平方向地盤反力係数	68
7.5.3 地盤反力度の上限値	69
7.5.4 押込み支持力の上限値	71
7.5.5 引抜き支持力の上限値	72
7.5.6 底版前面水平抵抗	73
8章 基礎バネ計算	74
8.1 水平方向地盤反力係数	74
8.2 杭軸直角方向バネ定数，杭軸方向バネ定数	75
8.3 固有周期算定用地盤バネ定数	76

# 1章 設計条件

## 1.1 一般事項

- ・データファイル名 : Kui\_15.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II)
- ・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 : 25 (本)
- ・鋼管径 : 267.4 (mm)
- ・鋼管厚 : 12.00 (mm)
- ・鋼管外側錆代 : 1.0 (mm)
- ・鋼管の材質 : HT780
- ・グラウト外径 : 305.0 (mm)
- ・改良体造成径 : 800.0 (mm)
- ・設計杭長 : 15.00 (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>

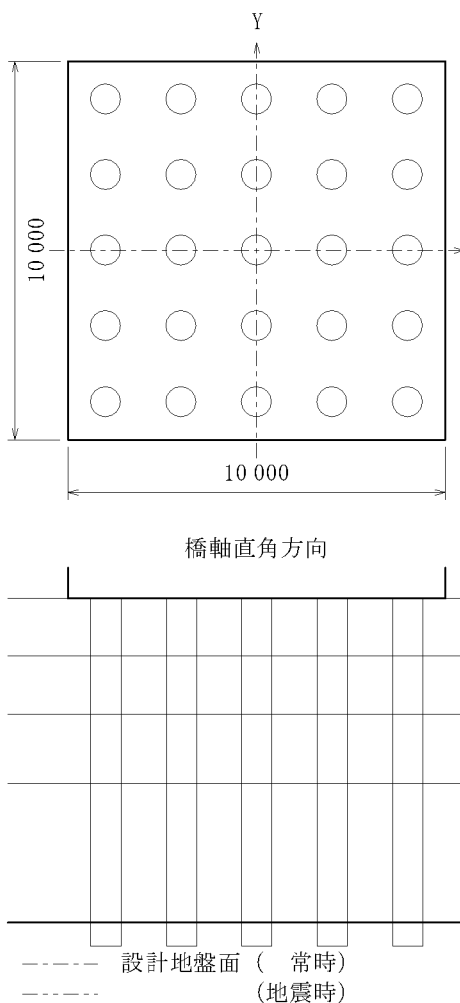
No	割増係数	許容曲げ圧縮応力度 ca	許容曲げ引張応力度 ta	許容せん断応力度 a
1	1.00	255.00	255.00	145.00
2	1.50	382.50	382.50	217.50

・ 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	530.00	530.00	300.00

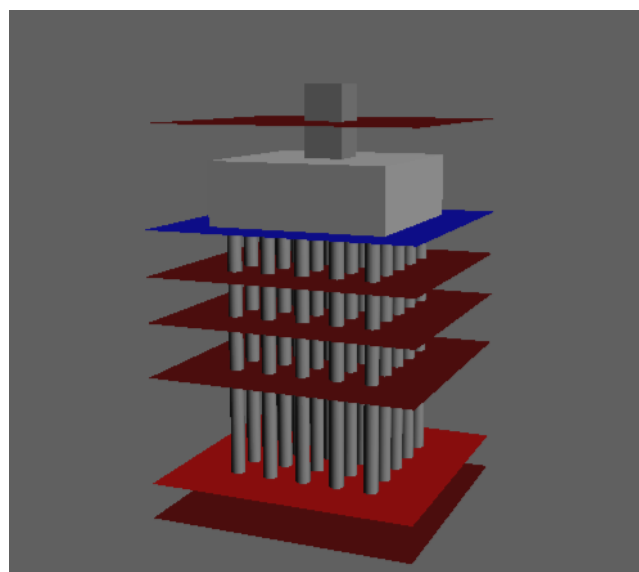
### 1.4 杭配置図・側面図



杭頭座標

No	X方向	Y方向
1	-4.000	4.000
2	-2.000	2.000
3	0.000	0.000
4	2.000	-2.000
5	4.000	-4.000

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	
2	粘性土	2.500	2.500	5.0	14000.0	28000.0	17.00	8.00	50.0	50.0	1.000
3	砂質土	2.500	2.500	10.0	28000.0	56000.0	17.00	8.00	50.0	50.0	1.000
4	粘性土	3.000	3.000	5.0	14000.0	28000.0	17.00	8.00	50.0	50.0	1.000
5	砂質土	6.000	6.000	20.0	56000.0	112000.0	19.00	10.00	100.0	100.0	1.000
6	砂質土	1.000	1.000	50.0	140000.0	280000.0	18.00	10.00	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	116748
地震時	116748

・許容支持力・引抜力 (kN/本)

許容支持力	常時	1360
	地震時	2040
許容引抜力	常時	546
	地震時	1016

・水平方向地盤反力係数  $kH(kN/m^3)$

層No	層厚(m)		橋軸方向		橋軸直角方向	
	常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時
2	2.500	2.500	20927	41854	20927	41854
3	2.500	2.500	41854	83709	41854	83709
4	3.000	3.000	20927	41854	20927	41854
5	6.000	6.000	83709	167417	83709	167417
6	1.000	1.000	209271	418543	209271	418543

1.7 作用力

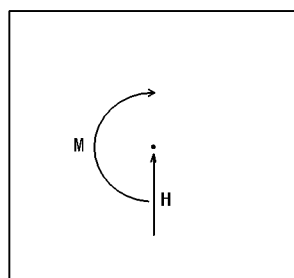
(1) 橋軸方向

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	28321.0	0.0	0.0
2	地震時	1.50	24821.0	5116.0	43436.0

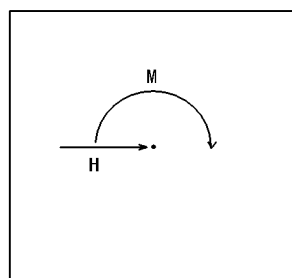
(2) 橋軸直角方向

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	地震時	1.50	24821.0	4734.0	45859.0

橋軸方向



橋軸直角方向



## 2章 安定計算

### 2.1 杭軸直角方向バネ定数

#### (1) 橋軸方向

##### a) 杭頭剛結

	単位	常 時	地震時
K1	kN/m	16087	26941
K2	kN/rad	12372	17322
K3	kN.m/m	12372	17322
K4	kN.m/rad	19025	22363

#### (2) 橋軸直角方向

##### a) 杭頭剛結

	単位	常 時	地震時
K1	kN/m	16087	26941
K2	kN/rad	12372	17322
K3	kN.m/m	12372	17322
K4	kN.m/rad	19025	22363

## 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) 橋軸方向

##### a) 杭頭剛結

###### 1) 常時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2918700 & 0 & 0 \\ 0 & 402187 & -309307 \\ 0 & -309307 & 23825213 \end{bmatrix}$$

###### 2) 地震時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2918700 & 0 & 0 \\ 0 & 673530 & -433060 \\ 0 & -433060 & 23908666 \end{bmatrix}$$

#### (2) 橋軸直角方向

##### a) 杭頭剛結

###### 1) 常時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2918700 & 0 & 0 \\ 0 & 402187 & -309307 \\ 0 & -309307 & 23825213 \end{bmatrix}$$

###### 2) 地震時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2918700 & 0 & 0 \\ 0 & 673530 & -433060 \\ 0 & -433060 & 23908666 \end{bmatrix}$$

### 2.3 杭反力及び変位の計算

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

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

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

ここに、 PN<sub>i</sub> : 杭軸方向反力(kN/本)

PH<sub>i</sub> : 杭軸直角方向反力(kN/本)

Mt<sub>i</sub> : 杭頭モーメント(kN.m/本)

Kv<sub>i</sub> : 杭軸方向バネ定数(kN/m)

K1<sub>i</sub> ~ K4<sub>i</sub> : 杭軸直角方向バネ定数(kN/m, kN/rad, kN.m/m, kN.m/rad)

X<sub>i</sub> : 杭頭座標(m)

θ<sub>i</sub> : 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)

α : 原点回転角(rad)

z<sub>i</sub> : 杭頭の杭軸方向変位(m)

x<sub>i</sub> : 杭頭の杭軸直角方向変位(m)

杭頭での鉛直反力V<sub>i</sub> , 及び水平反力H<sub>i</sub>は、次式による。

$$V_i = PN_i \cdot \cos \theta_i - PH_i \cdot \sin \theta_i$$

$$H_i = PN_i \cdot \sin \theta_i + PH_i \cdot \cos \theta_i$$

注) 式中のiはi番目の杭を示す。

#### (1) 橋軸方向

##### a) 杭頭剛結

##### (1) 常時

・ 原点作用力

$$V_o = 28321.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 0.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 0.0 \text{ (kN.m)}$$

・ 原点変位

$$z = 9.70 \text{ (mm)}$$

$$x = 0.00 \text{ (mm)}$$

$$\alpha = 0.00000000 \text{ (rad)}$$

・ 杭反力

No	Y(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	V <sub>i</sub> (kN)	H <sub>i</sub> (kN)	f <sub>x</sub> (mm)
1	4.000	5	1132.84	0.00	0.00	1132.84	0.00	0.00
2	2.000	5	1132.84	0.00	0.00	1132.84	0.00	0.00
3	0.000	5	1132.84	0.00	0.00	1132.84	0.00	0.00
4	-2.000	5	1132.84	0.00	0.00	1132.84	0.00	0.00
5	-4.000	5	1132.84	0.00	0.00	1132.84	0.00	0.00

$$PN_{max} = 1132.84 \text{ (kN)} \quad R_a = 1360.00 \text{ (kN)} : \text{OK}$$

$$PN_{min} = 1132.84 \text{ (kN)} \quad P_a = -546.00 \text{ (kN)} : \text{OK}$$

$$f = 0.00 \text{ (mm)} \quad a = 15.00 \text{ (mm)} : \text{OK}$$

##### (2) 地震時

・ 原点作用力

$$V_o = 24821.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 5116.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 43436.0 \text{ (kN.m)}$$

・ 原点変位

$$z = 8.50 \text{ (mm)}$$

$$x = 8.87 \text{ (mm)}$$

$$\alpha = 0.00197736 \text{ (rad)}$$



## ・杭反力

No	Y(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	Vi(kN)	Hi(kN)	fx(mm)
1	4.000	5	1916.25	204.64	-109.38	1916.25	204.64	8.87
2	2.000	5	1454.55	204.64	-109.38	1454.55	204.64	8.87
3	0.000	5	992.84	204.64	-109.38	992.84	204.64	8.87
4	-2.000	5	531.13	204.64	-109.38	531.13	204.64	8.87
5	-4.000	5	69.43	204.64	-109.38	69.43	204.64	8.87

PNmax = 1916.25 (kN) Ra = 2040.00 (kN) : OK  
 PNmin = 69.43 (kN) Pa = -1016.00 (kN) : OK  
 f = 8.87 (mm) a = 15.00 (mm) : OK

## (2)橋軸直角方向

## a)杭頭剛結

## (1)地震時

## ・原点作用力

Vo = 24821.0 (kN)  
 Ho = 4734.0 (kN)  
 Mo = 45859.0 (kN.m)

## ・原点変位

z = 8.50 (mm)  
 x = 8.36 (mm)  
 = 0.00206950 (rad)

## ・杭反力

No	X(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	Vi(kN)	Hi(kN)	fx(mm)
1	-4.000	5	26.40	189.36	-98.52	26.40	189.36	8.36
2	-2.000	5	509.62	189.36	-98.52	509.62	189.36	8.36
3	0.000	5	992.84	189.36	-98.52	992.84	189.36	8.36
4	2.000	5	1476.06	189.36	-98.52	1476.06	189.36	8.36
5	4.000	5	1959.28	189.36	-98.52	1959.28	189.36	8.36

PNmax = 1959.28 (kN) Ra = 2040.00 (kN) : OK  
 PNmin = 26.40 (kN) Pa = -1016.00 (kN) : OK  
 f = 8.36 (mm) a = 15.00 (mm) : OK

### 3章 断面計算

#### 3.1 杭体断面力

1) 橋軸方向

常時

	杭頭剛結	杭頭ヒンジ
H (kN)	0.00	0.00
M (kN.m)	0.00	0.00
杭軸直角方向バネ定数		
K1 (kN/m)	16087	8041
K2 (kN/rad)	12372	0
K3 (kN.m/m)	12372	0
K4 (kN.m/rad)	19025	0
Mt , Mmax , 1/2Mmax		
Mt (kN.m)	0.00	0.00
Mmax (kN.m)	0.00	0.00
Z (m)	0.000	0.000
1/2Mmax(kN.m)	0.00	0.00
S (kN)	0.00	0.00
Z (m)	0.000	0.000
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)

2) 橋軸方向 地震時

		杭頭剛結		杭頭ヒンジ		
H (kN)		204.64		204.64		
M (kN.m)		-109.38		0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)		26941		13523		
K2 (kN/rad)		17322		0		
K3 (kN.m/m)		17322		0		
K4 (kN.m/rad)		22363		0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN.m)		-109.38		0.00		
Mmax (kN.m)		33.21		85.27		
Z (m)		1.814		1.015		
1/2Mmax (kN.m)		54.69		54.69		
S (kN)		149.81		-44.56		
Z (m)		0.310		2.018		
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	8.867	-109.38	204.64	15.133	0.00	204.64
0.500	7.185	-29.05	119.66	9.517	67.78	76.29
1.000	4.939	13.92	56.17	5.018	85.25	1.47
1.500	2.899	30.96	15.53	1.976	75.83	-33.86
2.000	1.380	32.59	-6.35	0.248	55.50	-44.48
2.500	0.422	26.75	-15.32	-0.508	33.45	-42.44
3.000	-0.071	17.92	-18.30	-0.672	15.36	-29.36
3.500	-0.249	9.57	-14.52	-0.556	4.06	-16.24
4.000	-0.256	3.67	-9.04	-0.360	-1.49	-6.64
4.500	-0.194	0.39	-4.28	-0.185	-3.25	-1.02
5.000	-0.122	-0.86	-0.99	-0.064	-3.03	1.48
5.500	-0.064	-1.09	-0.03	0.005	-2.19	1.75
6.000	-0.025	-0.98	0.42	0.035	-1.36	1.52
6.500	-0.002	-0.73	0.55	0.041	-0.70	1.11
7.000	0.008	-0.46	0.51	0.034	-0.25	0.72
7.500	0.009	-0.23	0.41	0.023	0.03	0.42
8.000	0.007	-0.05	0.32	0.012	0.19	0.24
8.500	0.004	0.05	0.09	0.004	0.22	-0.08
9.000	0.001	0.07	-0.02	0.000	0.15	-0.16
9.500	0.000	0.05	-0.05	-0.001	0.08	-0.13
10.000	0.000	0.03	-0.04	-0.001	0.02	-0.07
10.500	0.000	0.01	-0.02	-0.001	0.00	-0.03
11.000	0.000	0.00	-0.01	0.000	-0.01	0.00
11.500	0.000	0.00	0.00	0.000	-0.01	0.01
12.000	0.000	0.00	0.00	0.000	-0.01	0.01
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
15.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00

3) 橋軸直角方向 地震時

		杭頭剛結		杭頭ヒンジ		
H (kN)		189.36		189.36		
M (kN.m)		-98.52		0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)		26941		13523		
K2 (kN/rad)		17322		0		
K3 (kN.m/m)		17322		0		
K4 (kN.m/rad)		22363		0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN.m)		-98.52		0.00		
Mmax (kN.m)		31.50		78.90		
Z (m)		1.785		1.015		
1/2Mmax (kN.m)		49.26		49.26		
S (kN)		139.29		-41.34		
Z (m)		0.301		2.051		
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	8.359	-98.52	189.36	14.003	0.00	189.36
0.500	6.706	-24.50	109.66	8.807	62.72	70.60
1.000	4.572	14.64	50.63	4.643	78.89	1.36
1.500	2.660	29.75	13.16	1.828	70.17	-31.33
2.000	1.249	30.72	-6.82	0.229	51.36	-41.16
2.500	0.367	24.92	-14.84	-0.470	30.95	-39.27
3.000	-0.081	16.52	-17.20	-0.622	14.21	-27.17
3.500	-0.238	8.72	-13.48	-0.514	3.76	-15.03
4.000	-0.239	3.27	-8.31	-0.333	-1.38	-6.14
4.500	-0.179	0.27	-3.88	-0.171	-3.01	-0.94
5.000	-0.112	-0.85	-0.85	-0.059	-2.80	1.37
5.500	-0.058	-1.04	0.02	0.004	-2.03	1.62
6.000	-0.021	-0.91	0.41	0.032	-1.26	1.41
6.500	-0.001	-0.67	0.52	0.038	-0.65	1.03
7.000	0.008	-0.42	0.47	0.031	-0.23	0.66
7.500	0.009	-0.20	0.38	0.021	0.03	0.39
8.000	0.007	-0.04	0.30	0.011	0.18	0.22
8.500	0.004	0.05	0.08	0.004	0.20	-0.08
9.000	0.001	0.06	-0.02	0.000	0.14	-0.15
9.500	0.000	0.05	-0.05	-0.001	0.07	-0.12
10.000	0.000	0.02	-0.04	-0.001	0.02	-0.07
10.500	0.000	0.01	-0.02	-0.001	0.00	-0.03
11.000	0.000	0.00	-0.01	0.000	-0.01	0.00
11.500	0.000	0.00	0.00	0.000	-0.01	0.00
12.000	0.000	0.00	0.00	0.000	-0.01	0.01
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
15.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00

### 3.2 杭体モーメント図

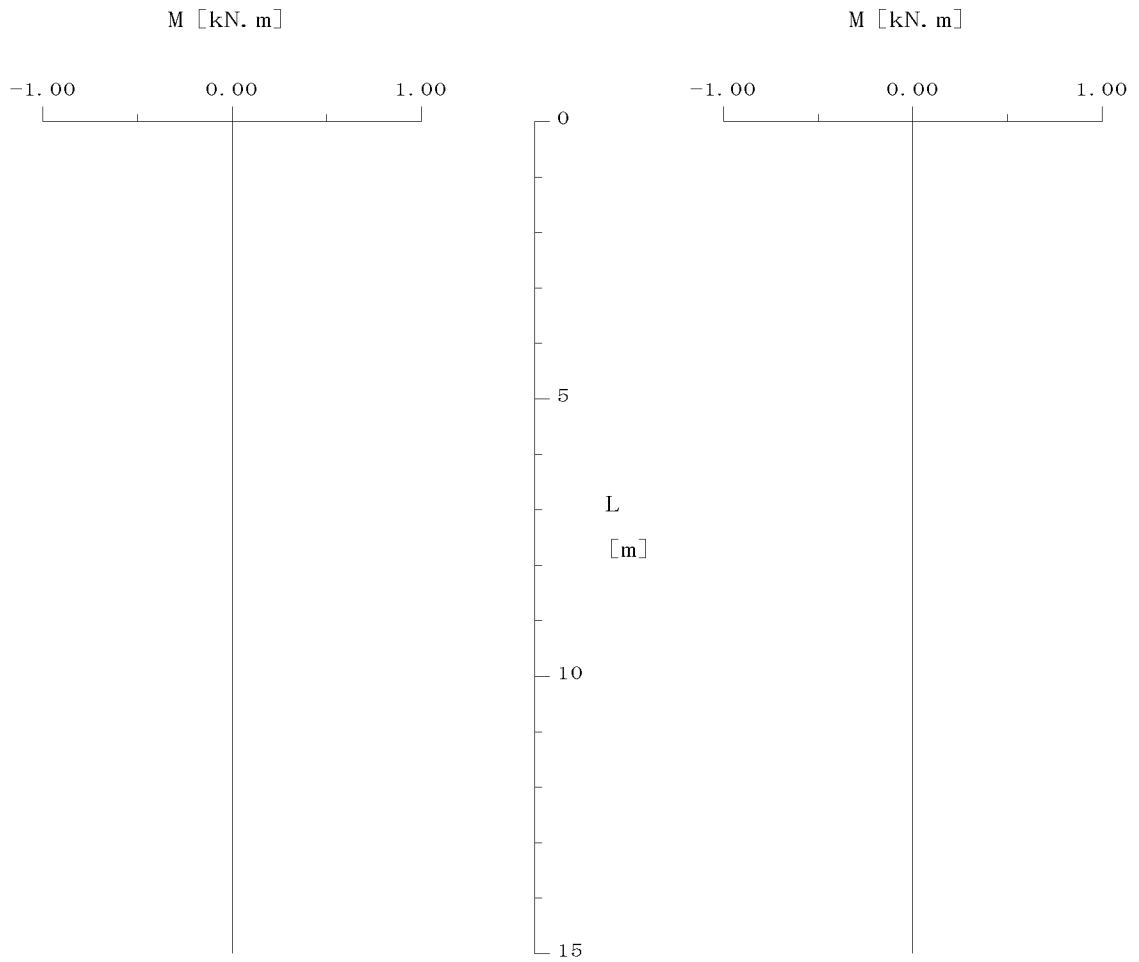
1) 橋軸方向 常時

杭 径  $D = 305.0$  (mm) 杭 長  $L = 15.00$  (m)

$H = 0.00$   $M = 0.00$  (kN.m)  $H = 0.00$  (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ヒンジ】



2) 橋軸方向

地震時

杭 径  $D = 305.0$  (mm)

杭 長  $L = 15.00$  (m)

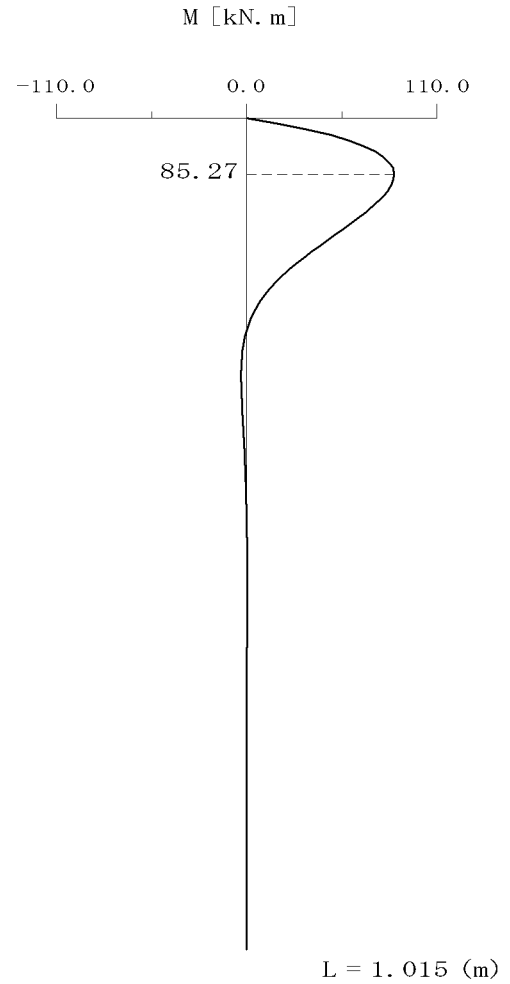
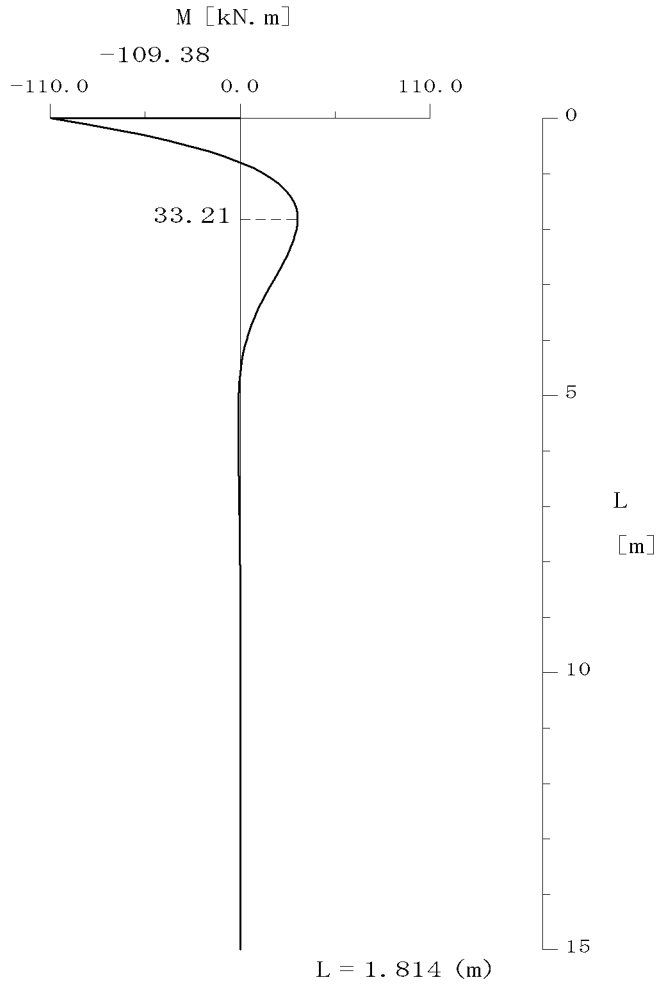
$H = 204.64$

$M = -109.38$  (kN.m)

$H = 204.64$  (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ヒンジ】



3) 橋軸直角方向

地震時

杭 径  $D = 305.0$  (mm)

杭 長  $L = 15.00$  (m)

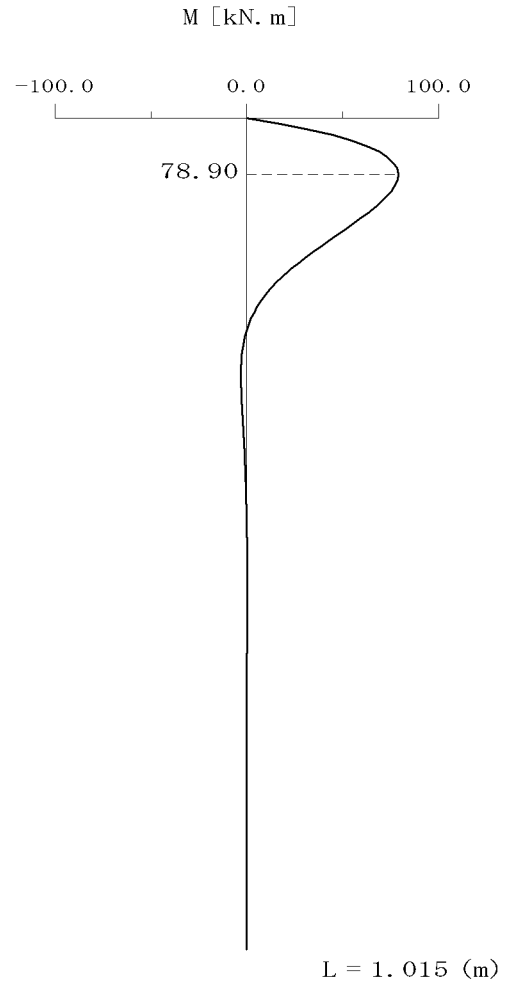
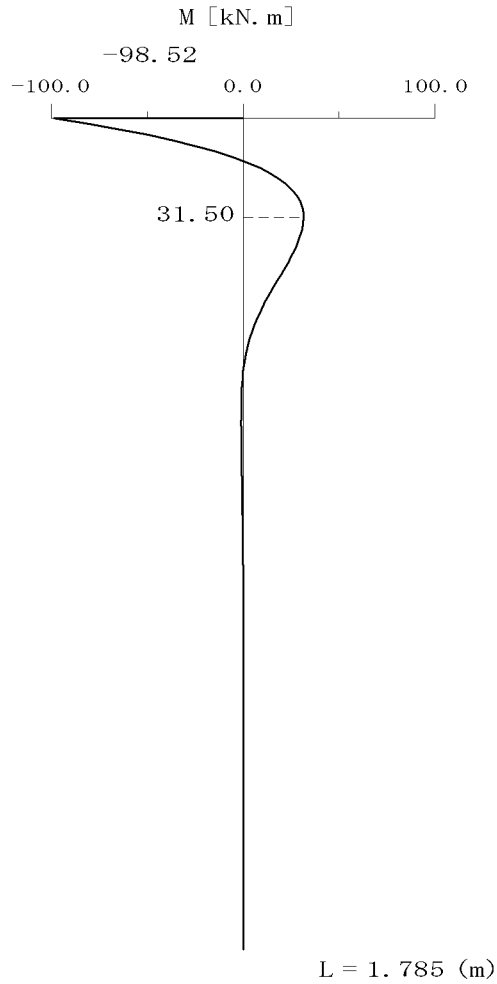
$H = 189.36$

$M = -98.52$  (kN.m)

$H = 189.36$  (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：HT780

鋼管径 D = 267.4(mm)

鋼管厚 t = 12.00(mm)

外側錆代 = 1.0(mm)

断面積 A = 8791 (mm<sup>2</sup>)

断面2次モーメント I = 71254956 (mm<sup>4</sup>)

Ys = 132.7(mm)

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

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

応力度

(1) 橋軸方向

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	0.00	1132.84	-128.86 -355.00	-128.86 355.00	0.00	0.000 200.000	121.43 _____
		1	1	0.00	1132.84	-128.86 -355.00	-128.86 355.00	0.00	0.000 200.000	121.43 _____
2	地震時	1	1	109.38	1916.25	-421.67 -530.00	-14.26 530.00	204.64	23.277 300.000	167.55 _____
		5	1	109.38	69.43	-211.60 -530.00	195.81 530.00	204.64	23.277 300.000	280.35 _____

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。

(2) 橋軸直角方向

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	地震時	1	5	98.52	1959.28	-406.34 -530.00	-39.38 530.00	189.36	21.539 300.000	164.92 _____
		1	1	98.52	26.40	-186.48 -530.00	180.48 530.00	189.36	21.539 300.000	282.98 _____

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) 橋軸方向

荷重ケースNo. 略称		1 常時		2 地震時		
原点作用力						
Vo	kN	28321.0		24821.0		
Ho	kN	0.0		5116.0		
Mo	kN.m	0.0		43436.0		
原点変位						
x	mm	0.00		8.87		
z	mm	9.70		8.50		
	rad	0.00000000		0.00197736		
f, a	mm	0.00	15.00	8.87	15.00	
鉛直反力						
PNmax, Ra	kN	1132.84	1360.00	1916.25	2040.00	
PNmin, Pa	kN	1132.84	-546.00	69.43	-1016.00	
水平反力						
PH	kN	0.00		204.64		
杭作用モーメント						
杭頭 Mt	kN.m	0.00		-109.38		
地中部 Mm	kN.m	0.00		85.27		
杭体応力度						
上杭	c, ca	N/mm <sup>2</sup>	-128.86	-355.00	-421.67	-530.00
	t, ta	N/mm <sup>2</sup>	-128.86	355.00	195.81	530.00
	, a	N/mm <sup>2</sup>	0.000	200.000	23.277	300.000
判定		OK		OK		

杭 種 : マイクロパイル

杭 径 : 鋼管径 = 267.4 (mm)

グラウト外径 = 305.0 (mm)

改良体造成径 = 800.0 (mm)

設計杭長 : L = 15.00 (m)

鋼管厚 : t = 12.00 (mm)

(2)橋軸直角方向

荷重ケースNo. 略称		1	
原点作用力		地震時	
Vo	kN	24821.0	
Ho	kN	4734.0	
Mo	kN.m	45859.0	
原点変位			
x	mm	8.36	
z	mm	8.50	
	rad	0.00206950	
f, a	mm	8.36	15.00
鉛直反力			
PNmax, Ra	kN	1959.28	2040.00
PNmin, Pa	kN	26.40	-1016.00
水平反力			
PH	kN	189.36	
杭作用モーメント			
杭頭 Mt	kN.m	-98.52	
地中部 Mm	kN.m	78.90	
杭体応力度			
上杭	c, ca	N/mm <sup>2</sup>	-406.34 -530.00
	t, ta	N/mm <sup>2</sup>	180.48 530.00
	, a	N/mm <sup>2</sup>	21.539 300.000
判定		OK	

杭 種 : マイクロパイル

杭 径 : 鋼管径 = 267.4 (mm)

グラウト外径 = 305.0 (mm)

改良体造成径 = 800.0 (mm)

設計杭長 : L = 15.00 (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 (改良体の水平地盤抵抗幅)	D = 0.5000	(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 = 0.000071255	(m <sup>4</sup> )
杭の特性値 (換算載荷幅算出) 常時	= 0.654551	(m <sup>-1</sup> )
地震時	= 0.654551	(m <sup>-1</sup> )
水平抵抗に関する 常時 1/	= 1.5278	(m)
地盤の深さ 地震時 1/	= 1.5278	(m)

$$\frac{1}{\beta} \text{の範囲の平均 } \alpha \cdot E_o = \frac{\sum (\alpha \cdot E_{oi} \cdot L_i)}{1/\beta} = 14000.0 \text{ (kN/m}^2\text{) (常時)}$$

$$= 14000.0 \text{ (kN/m}^2\text{) (地震時)}$$

$$\text{杭の換算載荷幅 } BH = \sqrt{\frac{D}{\beta}} = 0.8740 \text{ (m) (常時)}$$

$$= 0.8740 \text{ (m) (地震時)}$$

$$kH_o = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_o = 46666.7 \text{ (kN/m}^3\text{) (常時)}$$

$$= 46666.7 \text{ (kN/m}^3\text{) (地震時)}$$

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

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kH \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 0.654551 \text{ (m}^{-1}\text{) (常時), } 0.654551 \text{ (m}^{-1}\text{) (地震時)}$$

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
2	2.500	2.500	14000	28000	20927	41854
3	2.500	2.500	28000	56000	41854	83709
4	3.000	3.000	14000	28000	20927	41854
5	6.000	6.000	56000	112000	83709	167417
6	1.000	1.000	140000	280000	209271	418543

## 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II)

$$a = 0.0165 \cdot (L / D_s) + 0.0704 = 0.9960$$

L : 鋼管の根入れ長 = 15.000 (m)

D<sub>s</sub> : 鋼管径 = 0.2674 (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 = 0.008791 (m<sup>2</sup>)

$$K_v = 116748 \text{ (kN/m)}$$

### 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	5.500 0.000	5.500	砂質	0.0	0.0	0.0
2	0.000 -2.500	2.500	粘性	5.0	30.0	50.0
3	-2.500 -5.000	2.500	砂質	10.0	0.0	50.0
4	-5.000 -8.000	3.000	粘性	5.0	30.0	50.0
5	-8.000 -14.000	6.000	砂質	20.0	0.0	100.0
6	-14.000 -16.000	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 305.0 (mm)  
 工法 : STマイクロパイル(タイプII)  
 設計杭長 : L = 15.000 (m)  
 改良体造成径 : D = 0.8000 (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>)

$$q_d = 2500 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$A$  : 改良体先端面積 (m<sup>2</sup>)

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot 0.8000^2 = 0.503 \text{ (m}^2\text{)}$$

$U$  : 改良体の周長(m)

$$U = \pi \cdot 0.8000 = 2.513 \text{ (m)}$$

$L_i$  : 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 1.528 (m) (常時)

1.528 (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 $L_i$ (m)	$i$ (kN/m <sup>2</sup> )	$L_i \cdot i$ (kN/m)
2	粘性	5.0	30.0	1.528	0.0	0.0
2	粘性	5.0	30.0	0.972	50.0	48.6
3	砂質	10.0	0.0	2.500	50.0	125.0
4	粘性	5.0	30.0	3.000	50.0	150.0
5	砂質	20.0	0.0	6.000	100.0	600.0
6	砂質	50.0	0.0	1.000	200.0	200.0
計				15.000		1123.6

## ・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)
2	粘性	5.0	30.0	1.528	0.0	0.0
2	粘性	5.0	30.0	0.972	50.0	48.6
3	砂質	10.0	0.0	2.500	50.0	125.0
4	粘性	5.0	30.0	3.000	50.0	150.0
5	砂質	20.0	0.0	6.000	100.0	600.0
6	砂質	50.0	0.0	1.000	200.0	200.0
計				15.000		1123.6

## 地盤から決まる極限支持力

常 時

$$Ru = qd \cdot A + U \cdot (Li \cdot i) \\ = 2500 \cdot 0.503 + 2.513 \cdot 1123.6 = 4081 \text{ (kN)}$$

地震時(液無)

$$Ru = qd \cdot A + U \cdot (Li \cdot i) \\ = 2500 \cdot 0.503 + 2.513 \cdot 1123.6 = 4081 \text{ (kN)}$$

## 軸方向許容押込み支持力

$$\text{常 時} \quad Ra = \frac{1.0}{3.0} \cdot 4081 = 1360 \text{ (kN)}$$

$$\text{地震時(液無)} \quad Ra = \frac{1.0}{2.0} \cdot 4081 = 2040 \text{ (kN)}$$

## 3) 軸方向許容引抜き支持力

$$Pa = \frac{1}{n} \cdot Pu + W$$

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

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

Pa : 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)

Pu : 地盤から決まる杭の極限引抜き力 (kN)

$$Pu = 2.513 \cdot 1123.6 = 2824 \text{ (kN)} \quad (\text{常 時})$$

$$Pu = 2.513 \cdot 1123.6 = 2824 \text{ (kN)} \quad (\text{地震時(液無)})$$

W : マイクロパイルの有効重量(kN)

$$W = (A_s \cdot s + A_g \cdot g) \cdot L - (A_s + A_g) \cdot w \cdot L_1 + A_c (L_j \cdot j)$$

As : 鋼管の断面積 = 0.009628 (m<sup>2</sup>)

Ag : グラウトの断面積 = 0.063433 (m<sup>2</sup>)

Ac : 改良体の断面積 = 0.429593 (m<sup>2</sup>)

s : 鋼管の単位重量 = 77.0 (kN/m<sup>3</sup>)

g : グラウトの単位重量 = 18.0 (kN/m<sup>3</sup>)

w : 水の単位重量 = 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

L : 設計杭長 = 15.00 (m)

L1 : 水中部杭長

Lj : 層厚(m)

j : 改良体の単位重量(kN/m<sup>3</sup>)で原地盤の値を用いる。

・常時

層No	層厚 Lj(m)	j (kN/m <sup>3</sup> )	Lj · j (kN/m <sup>2</sup> )
2	1.528	8.00	12.2
2	0.972	8.00	7.8
3	2.500	8.00	20.0
4	3.000	8.00	24.0
5	6.000	10.00	60.0
6	1.000	10.00	10.0
計	15.000		134.0

・地震時

層No	層厚 Lj(m)	j (kN/m <sup>3</sup> )	Lj · j (kN/m <sup>2</sup> )
2	1.528	8.00	12.2
2	0.972	8.00	7.8
3	2.500	8.00	20.0
4	3.000	8.00	24.0
5	6.000	10.00	60.0
6	1.000	10.00	10.0
計	15.000		134.0

W : マイクロパイルの有効重量 74.9 (kN) (常時)

74.9 (kN) (地震時)

軸方向許容引抜き支持力

常時  $P_a = \frac{1}{6.0} \cdot 2824 + 74.9 = 546 \text{ (kN)}$

地震時(液無)  $P_a = \frac{1}{3.0} \cdot 2824 + 74.9 = 1016 \text{ (kN)}$



4) 計算結果一覧

		(kN/本)
許容支持力	常時	1360
	地震時(液無)	2040
許容引拔力	常時	546
	地震時(液無)	1016

5) 杭各部の耐力照査

節突起付き鋼管の付着耐力

$R_u$   $R_{Fu}$

$$R_{Fu} = U_s \cdot (L_i \cdot f_i)$$

$R_u$  : 地盤から決まる極限押込み支持力 = 4081 (kN)

$R_{Fu}$  : 節突起付き鋼管の付着耐力(kN)

$U_s$  : 鋼管の周長(m)

$$U_s = \pi \cdot D_s = 0.840 \text{ (m)}$$

$D_s$  : 鋼管径 = 0.2674 (m)

$L_i$  : 周面摩擦抵抗を考慮する層厚(m)

設計地盤面から1/3の深さまでの周面摩擦抵抗は無視する。

周面摩擦抵抗を無視する範囲：底版下面から 1.528 (m)

$f_i$  : 各層の鋼管の最大付着応力度(kN/m<sup>2</sup>)

$$\tau f_i = \left( 275 \cdot \frac{h}{p} + 9 \right) \cdot \sqrt{q_{ui}}$$

$h$  : 節突起高さ = 2.5 (mm)

$p$  : 節加工間隔 = 200 (mm)

$q_{ui}$  : 各層の改良体の一軸圧縮強度(kN/m<sup>2</sup>)

No	土質	平均 N値	層厚 $L_i$ (m)	$q_{ui}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$f_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	$L_i \cdot f_i$ (kN/m)
2	粘性	5.0	0.972	2000.0	556.2	540.6
3	砂質	10.0	2.500	4000.0	786.6	1966.5
4	粘性	5.0	3.000	2000.0	556.2	1668.7
5	砂質	20.0	6.000	4000.0	786.6	4719.7
6	砂質	50.0	1.000	10000.0	1243.8	1243.8
計			13.472			10139.3

$$R_{Fu} = 0.840 \cdot 10139.3 = 8518 \text{ (kN)}$$

$$R_u = 4081 \text{ (kN)} \quad R_{Fu} \quad \text{OK}$$

グラウトと改良体間のせん断耐力

$R_u$   $R_{Gu}$

$$R_{Gu} = U_g \cdot (L_i \cdot g_i)$$

$R_u$  : 地盤から決まる極限押込み支持力 = 4081 (kN)

$R_{Gu}$  : グラウトと改良体間の付着耐力(kN)

$U_g$  : グラウトの周長(m)

$$U_g = \pi \cdot D_g = 0.958 \text{ (m)}$$

$D_g$  : グラウト外径 = 0.3050 (m)

$L_i$  : 周面摩擦抵抗を考慮する層厚(m)

設計地盤面から1/3の深さまでの周面摩擦抵抗は無視する。

周面摩擦抵抗を無視する範囲：底版下面から 1.528 (m)

$g_i$  : 各層でのグラウトと改良体間の最大せん断強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$$\tau_{gi} = \frac{1}{8} \cdot q_{ui}$$

$q_{ui}$  : 各層の改良体の一軸圧縮強度 (kN/m<sup>2</sup>)

No	土質	平均 N値	層厚 Li (m)	$q_{ui}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$g_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	$Li \cdot g_i$ (kN/m)
2	粘性	5.0	0.972	2000.0	250.0	243.0
3	砂質	10.0	2.500	4000.0	500.0	1250.0
4	粘性	5.0	3.000	2000.0	250.0	750.0
5	砂質	20.0	6.000	4000.0	500.0	3000.0
6	砂質	50.0	1.000	10000.0	1250.0	1250.0
計			13.472			6493.0

$$R_{Gu} = 0.958 \cdot 6493.0 = 6222 \text{ (kN)}$$

$$R_u = 4081 \text{ (kN)} \quad R_{Gu} \quad \text{OK}$$

## 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 HT780)

鋼 管 径 :  $D = 267.4$  (mm)

支圧板幅 :  $W = 350$  (mm)

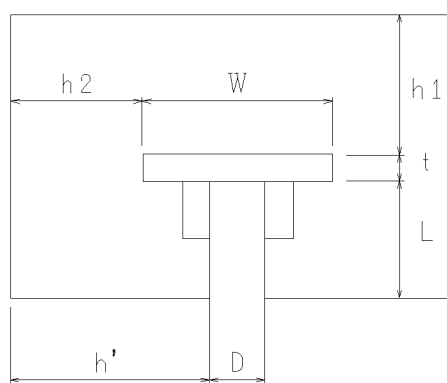
支圧板厚 :  $t = 18$  (mm)

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  $h' = 866$  (mm)  
 垂直有効厚さ  $hc = \min(h1, h2) = 752$  (mm)  
 引抜き抵抗厚さ  $ht = \min(l, h2) = 500$  (mm)  
 スチフナの肉厚  $ts = 16$  (mm)  
 スチフナの溶接有効幅  $lb' = 75$  (mm)  
 スチフナの溶接有効高さ  $lh' = 180$  (mm)

#### 3) 杭頭作用力

橋軸方向

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	1132.8	1132.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1
2	地震時	1.50	1916.3	69.4	204.6	204.6	109.4	85.3	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

橋軸直角方向

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	地震時	1.50	1959.3	26.4	189.4	189.4	98.5	78.9	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>)

$$A_p = W^2 = 122500 \text{ (mm}^2\text{)}$$

W : 支圧板の幅 = 350 (mm)

#### 橋軸方向

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	1132.8	9.25	12.00	OK
2	地震時	1916.3	15.64	18.00	OK

#### 橋軸直角方向

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	地震時	1959.3	15.99	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 = 752 (mm)

#### 橋軸方向

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	1132.8	0.342	0.900	OK
2	地震時	1916.3	0.578	0.900	OK

#### 橋軸直角方向

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	地震時	1959.3	0.591	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 = 267.4 (mm)

橋軸方向

case	荷重名略称	PNmin (kN)	tv (N/mm <sup>2</sup> )	cva (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	1132.8	0.00	12.00	OK
2	地震時	69.4	0.00	18.00	OK

橋軸直角方向

case	荷重名略称	PNmin (kN)	tv (N/mm <sup>2</sup> )	cva (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	地震時	26.4	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

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

PNmin : 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)

橋軸方向

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	1132.8	0.000	0.900	OK
2	地震時	69.4	0.000	0.900	OK

橋軸直角方向

case	荷重名略称	PNmin (kN)	vt (N/mm <sup>2</sup> )	at (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	地震時	26.4	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

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

PHmax : 軸直角方向力 (N)  
 Mmax : 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)

橋軸方向

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	0.0	0.0	0.00	12.00	OK
2	地震時	204.6	109.4	11.35	18.00	OK

橋軸直角方向

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	地震時	189.4	98.5	10.26	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 = 866 (mm)

橋軸方向

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	0.0	0.000	0.900	OK
2	地震時	204.6	0.079	0.900	OK

橋軸直角方向

case	荷重名略称	PH (kN)	h (N/mm <sup>2</sup> )	a (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	地震時	189.4	0.073	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。

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

Mmax : 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 = 350 (mm)

D : 鋼管径 = 267.4 (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

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

sa : 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 = 18.0 (mm)

橋軸方向

case	荷重名略称	PNmax (kN)	Mmax (kN.m/m)	tp (mm)	PNmin (kN)	Mmax (kN.m/m)	tp (mm)	判定
1	常時	1132.8	7.9	16.0	1132.8	0.0	0.0	OK
2	地震時	1916.3	13.3	17.0	69.4	0.0	0.0	OK

橋軸直角方向

case	荷重名略称	PNmax (kN)	Mmax (kN.m/m)	tp (mm)	PNmin (kN)	Mmax (kN.m/m)	tp (mm)	判定
1	地震時	1959.3	13.6	17.2	26.4	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

$$\sigma = \frac{N'}{4 \cdot ts \cdot lb'} \leq \sigma a$$

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

$$N' = PN_{min}$$

ts : スチフナの肉厚 = 16 (mm)

lb' : スチフナの溶接有効幅 = 75 (mm)

a : 鋼材の溶接部の許容垂直応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

### 橋軸方向

#### ・ 押込み杭頭反力

case	荷重名略称	PNmax (kN)	N' (kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	a (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	1132.8	613.5	127.81	185.00	OK
2	地震時	1916.3	1037.8	216.21	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 (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	1132.8	0.0	0.00	185.00	OK
2	地震時	69.4	0.0	0.00	277.50	OK

### 橋軸直角方向

#### ・ 押込み杭頭反力

case	荷重名略称	PNmax (kN)	N' (kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	a (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	地震時	1959.3	1061.1	221.06	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 (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	地震時	26.4	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

$$\tau = \frac{N'}{4 \cdot ts \cdot lh'} \leq \tau a$$

lh' : スチフナの溶接有効高さ = 180 (mm)

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

### 橋軸方向

#### ・ 押込み杭頭反力

case	荷重名略称	PNmax (kN)	N' (kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	a (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	1132.8	613.5	53.25	105.00	OK



case	荷重名略称	PNmax (kN)	N' (kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	a (N/mm <sup>2</sup> )	判定
2	地震時	1916.3	1037.8	90.09	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 (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	常時	1132.8	0.0	0.00	105.00	OK
2	地震時	69.4	0.0	0.00	157.50	OK

橋軸直角方向

・押込み杭頭反力

case	荷重名略称	PNmax (kN)	N' (kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	a (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	地震時	1959.3	1061.1	92.11	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 (N/mm <sup>2</sup> )	判定
1	地震時	26.4	0.0	0.00	157.50	OK



4. 地盤データ

No	層種	層厚 (m)	平均 N値	受働土圧強度pp(kN/m <sup>2</sup> )		地盤反力係数 kHE(kN/m <sup>3</sup> )	着目点 ピッチ (m)
				層上面	層下面		
1	粘性土	2.500	5.0	153.50	173.50	41854.463	0.200
2	砂質土	2.500	10.0	344.52	405.22	83708.926	0.200
3	粘性土	3.000	5.0	193.50	217.50	41854.463	0.200
4	砂質土	6.000	20.0	552.06	762.37	167417.853	0.200
5	砂質土	1.000	50.0	1304.14	1364.10	418544.655	0.200

耐震設計上の地盤面：第 1層上面

5. 杭本体データ

外側錆代 = 1.0 (mm)

杭の単位長さ当り重量 w = 9.62 (kN/m)

No	区間長 (m)	鋼管厚 (mm)	降伏応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
1	15.000	12.00	690.00

M-

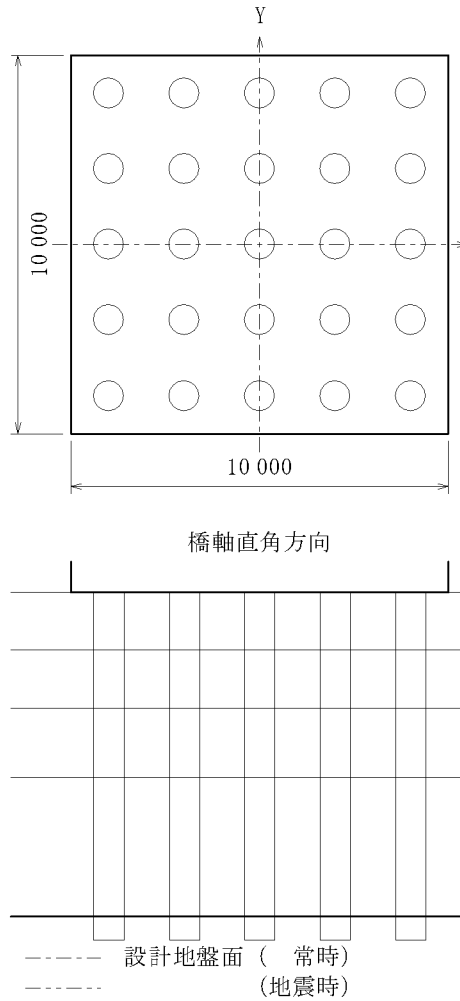
軸力 = 992.8 (kN) (死荷重時軸力)

No	区間長 (m)	曲げモーメント(kN.m)		曲率(1/m)	
		My	Mp	y	y'
1	15.000	309.9	475.4	0.0217433	0.0333571

6. フーチング前面地盤の水平抵抗

層 No	層厚 (m) (底版下面からの高さ)	橋軸方向			橋軸直角方向		
		kHE (kN/m <sup>3</sup> )	pHu(kN/m <sup>2</sup> )		kHE (kN/m <sup>3</sup> )	pHu(kN/m <sup>2</sup> )	
			上端	下端		上端	下端
1	3.500( 0.000 ~ 3.500)	9973.61	94.56	301.41	9973.61	94.56	301.41

7. 杭配置



杭頭座標

No	X方向	Y方向
1	-4.000	4.000
2	-2.000	2.000
3	0.000	0.000
4	2.000	-2.000
5	4.000	-4.000

杭1本ごとの座標ではなく  
各方向の座標を示す。

8. 作用力

死荷重時上部工反力	$R_d = 10441.56$ (kN)	
橋脚躯体重量	$W_p = 2569.00$ (kN)	
底版下面から $W_p$ 重心位置までの高さ	$y_p = 9.262$ (m)	
慣性力を考慮する底版および上載土重量	$W_F = 8575.00$ (kN)	
底版下面から $W_F$ 重心位置までの高さ	$y_F = 1.750$ (m)	
底版下面から水位までの高さ	$= 0.000$ (m)	
脚柱に作用する浮力	$U_p = 0.00$ (kN)	
底版および上載土重量 (浮力を含む)	$W_F' + W_s = 11810.44$ (kN)	
死荷重時に底版下面に作用する水平力	$H_d = 0.00$ (kN)	橋軸方向
	$H_d = 0.00$ (kN)	橋軸直角方向
死荷重時に底版下面中心に作用するモーメント	$M_d = 0.00$ (kN.m)	橋軸方向
	$M_d = 0.00$ (kN.m)	橋軸直角方向
死荷重時に底版下面中心に作用する鉛直力	$V_o = 24821.00$ (kN)	

	単位	橋軸方向		橋軸直角方向	
		タイプI	タイプII	タイプI	タイプII
Cz・khco	—	—	1.7500	—	1.7500
khp	—	—	0.76	—	0.66
khg	—	—	0.70	—	0.70
橋脚の終局水平耐力	—	—	大きな余裕がない	—	大きな余裕がある
Wu	kN	—	9302.70	—	9446.90
yu	m	14.500		17.000	

ここに、Cz・khco：設計水平震度

khp：基礎の設計に用いる設計水平震度

khg：地盤面における設計水平震度

Wu：当該橋脚が支持する上部構造部分の重量 (kN)

yu：底版下面から上部構造慣性力作用位置までの高さ (m)

## 7.2 計算結果一覧表

【液化化無視・地震動タイプII・浮力無視】

(1) 橋軸方向

水平震度  $kh = 0.760$

			単位	(1)杭	(2)杭
基礎の耐力照査	最大曲げモーメント	Mmax	kN.m	300.75	300.75
	降伏曲げモーメント	My	kN.m	309.90	309.90
	抽出条件		—	条件1	条件1
	発生深さ		m	0.000	0.000
	杭体区間		—	1	1
	判定		—	Mmax < My	Mmax < My
				降伏していない杭がある OK	
	杭頭最大鉛直反力	PN	kN	3564.15	
	押込み支持力の上限值	PNu	kN	4081.00	
	判定		—	PN < PNu	
押込み支持力の上限值に達しない OK					

以上のように、基礎は降伏に達しない。

最大曲げモーメントの抽出条件

条件1：全範囲（杭頭から杭先端まで）の杭体曲げモーメントMがMy未満のとき

    | M / My | が最大となる位置

条件3：My M < Mpとなる範囲があるとき（他の範囲ではM < My）

    My M < Mpとなる範囲を対象として | M / Mp | が最大となる位置

条件4：Mp = Mとなる範囲があるとき（他の範囲ではM < Mp）

    M = Mpとなる最上部

(2) 橋軸直角方向

水平震度  $kh = 0.660$

		単位	(1)杭	(2)杭	
基礎の耐力照査	最大曲げモーメント	Mmax	kN.m	228.27	228.27
	降伏曲げモーメント	My	kN.m	309.90	309.90
	抽出条件		—	条件1	条件1
	発生深さ		m	0.000	0.000
	杭体区間		—	1	1
	判定		—	Mmax < My	Mmax < My
				降伏していない杭がある OK	
	杭頭最大鉛直反力	PN	kN	3549.95	
	押し込み支持力の上限值	PNu	kN	4081.00	
	判定		—	PN < PNu	
			押し込み支持力の上限值に達しない OK		

以上のように、基礎は降伏に達しない。

最大曲げモーメントの抽出条件

条件1：全範囲（杭頭から杭先端まで）の杭体曲げモーメントMがMy未満のとき

    | M / My | が最大となる位置

条件3：My M < Mpとなる範囲があるとき（他の範囲ではM < My）

    My M < Mpとなる範囲を対象として | M / Mp | が最大となる位置

条件4：Mp = Mとなる範囲があるとき（他の範囲ではM < Mp）

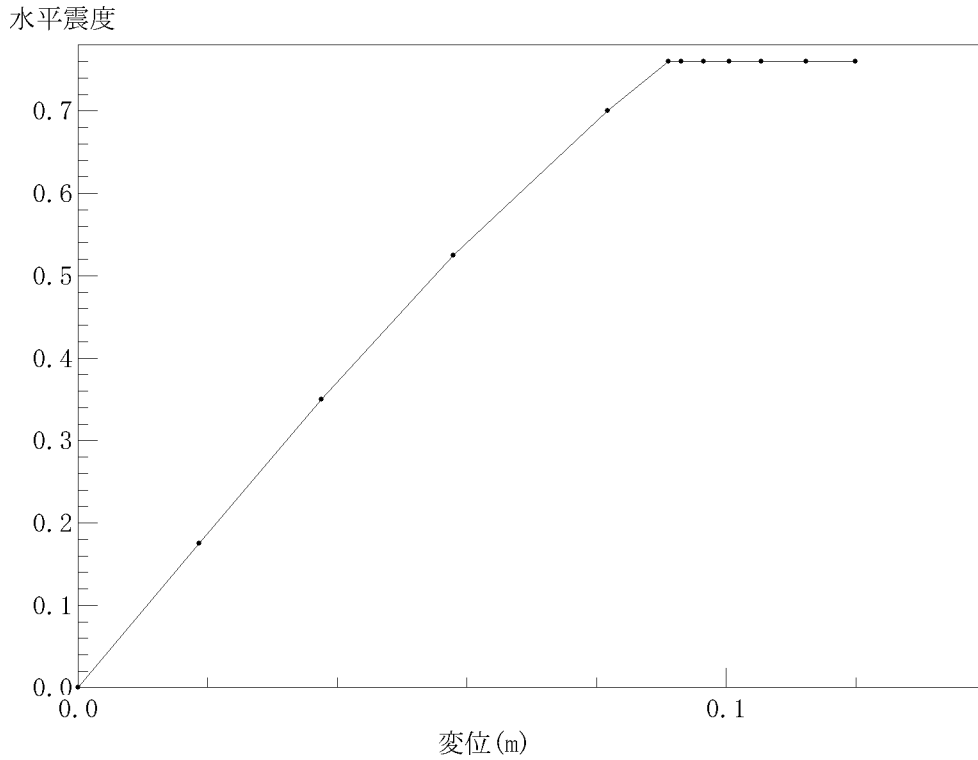
    M = Mpとなる最上部

### 7.3 荷重変位曲線

水平震度 - 変位曲線

【液化化無視・地震動タイプII・浮力無視】

(1) 橋軸方向



i	水平震度	水平力 (kN)	上部構造慣性力作用位置の変位 (m)	極限支持力		杭本体状態		備考	基礎耐力
				押込側杭列数	引抜側杭列数	(1)	(2)		降伏
0.0000	0.0000	0.0	0.0000	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.1000	0.1750	2677.8	0.0187	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.2000	0.3500	5355.6	0.0375	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.3000	0.5250	8033.4	0.0580	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.4000	0.7000	10711.2	0.0817	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.4343	0.7600	11629.3	0.0910	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.5003	0.7600	12025.5	0.0930	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.6003	0.7600	12625.7	0.0965	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.7003	0.7600	13226.0	0.1005	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.8003	0.7600	13826.2	0.1054	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.9003	0.7600	14426.5	0.1123	0/ 5	0/ 5	1	1		
1.0000	0.7600	15025.0	0.1199	0/ 5	0/ 5	1	1	断面照査時	

極限支持力：全杭列中，極限支持力に達している杭列数を示す。

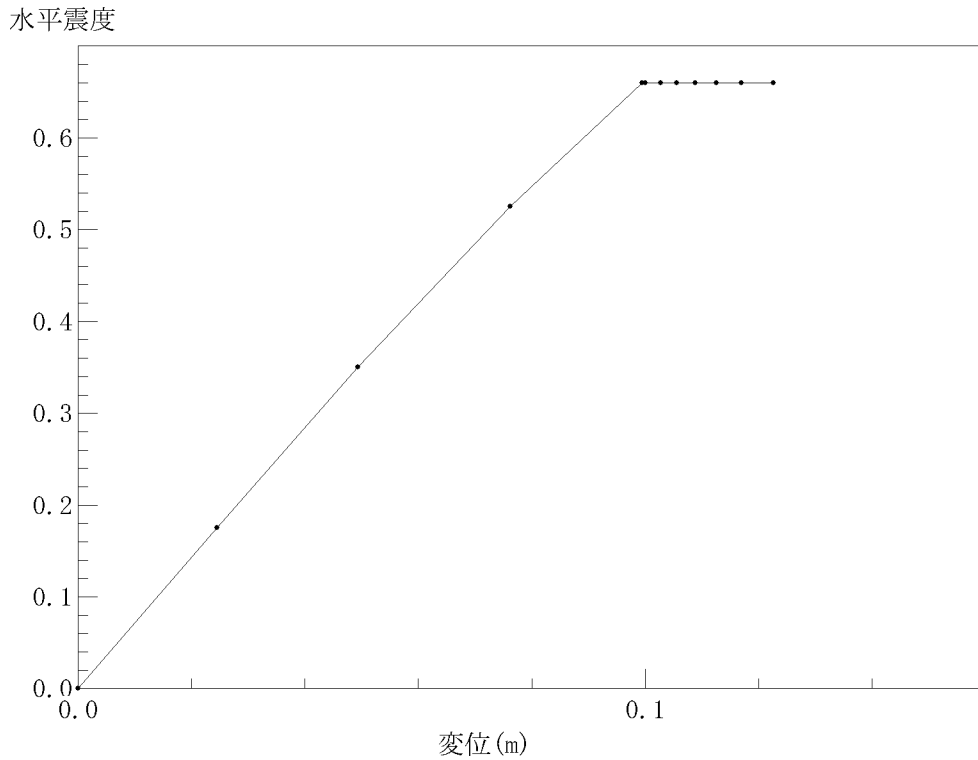
杭本体状態：(1)：最前列の杭， (2)：2列目以降の杭

1：降伏前の状態，

3：降伏～終局， 4：塑性ヒンジ発生



(2) 橋軸直角方向



i	水平震度	水平力 (kN)	上部構造慣性力作用位置の変位 (m)	極限支持力		杭本体状態		備考	基礎耐力
				押込側杭列数	引抜側杭列数	(1)	(2)		降伏
0.0000	0.0000	0.0	0.0000	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.1000	0.1750	2703.0	0.0245	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.2000	0.3500	5406.1	0.0493	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.3000	0.5250	8109.1	0.0762	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.3771	0.6600	10194.3	0.0995	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.4011	0.6600	10338.4	0.1001	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.5011	0.6600	10938.6	0.1027	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.6011	0.6600	11538.9	0.1056	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.7011	0.6600	12139.1	0.1088	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.8011	0.6600	12739.4	0.1125	0/ 5	0/ 5	1	1		
0.9011	0.6600	13339.6	0.1170	0/ 5	0/ 5	1	1		
1.0000	0.6600	13933.0	0.1226	0/ 5	0/ 5	1	1	断面照査時	

極限支持力：全杭列中，極限支持力に達している杭列数を示す。

杭本体状態：(1)：最前列の杭， (2)：2列目以降の杭

1：降伏前の状態，

3：降伏～終局， 4：塑性ヒンジ発生

## 7.4 液状化無視・地震動タイプII・浮力無視

### 7.4.1 橋軸方向（最終震度）

設計荷重（水平震度 0.760）

鉛直力  $V = R_d + W_p - U_p + W_s + W_F'$   
 $= 10441.56 + 2569.00 - 0.00 + 3235.44 + 8575.00$   
 $= 24821.00 \text{ (kN)}$

水平力  $H = (W_u + W_p) \cdot k_{hp} + W_F \cdot k_{hg} \cdot k_{hi} / (C_z \cdot k_{hco}) + H_d$   
 $= (9302.70 + 2569.00) \cdot 0.760 + 8575.00 \cdot 0.70 \cdot 1.750 / 1.7500 + 0.00$   
 $= 15024.99 \text{ (kN)}$

モーメント  $M = (W_u \cdot y_u + W_p \cdot y_p) \cdot k_{hp} + W_F \cdot k_{hg} \cdot k_{hi} / (C_z \cdot k_{hco}) \cdot y_F + M_d$   
 $= (9302.70 \cdot 14.500 + 2569.00 \cdot 9.262) \cdot 0.760$   
 $+ 8575.00 \cdot 0.70 \cdot 1.750 / 1.7500 \cdot 1.750 + 0.00$   
 $= 131103.63 \text{ (kN.m)}$

底板下面中心における変位

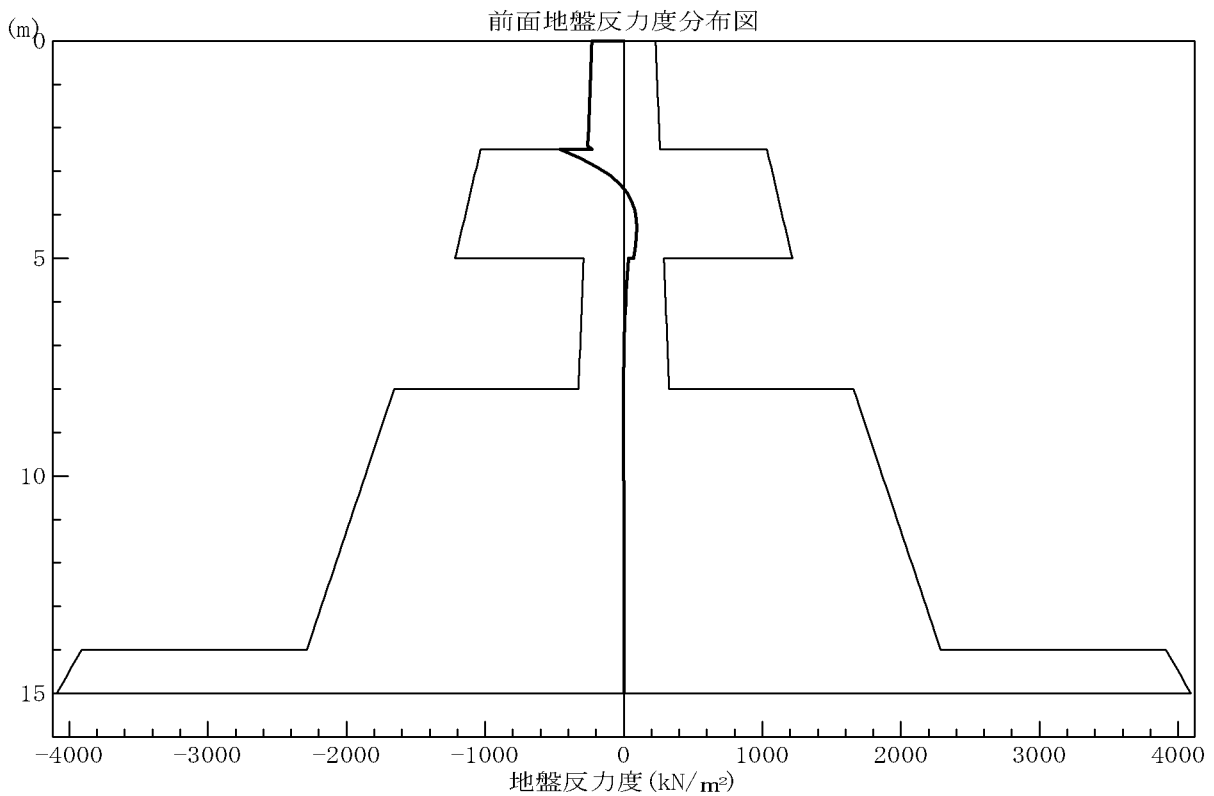
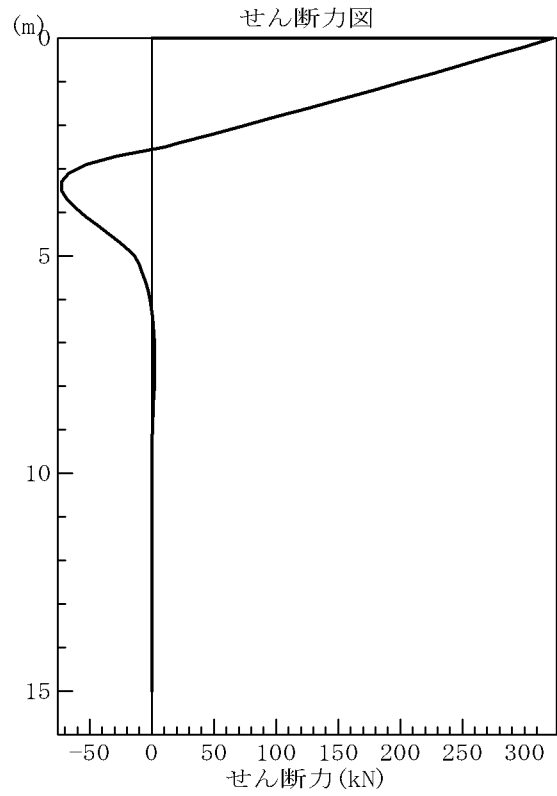
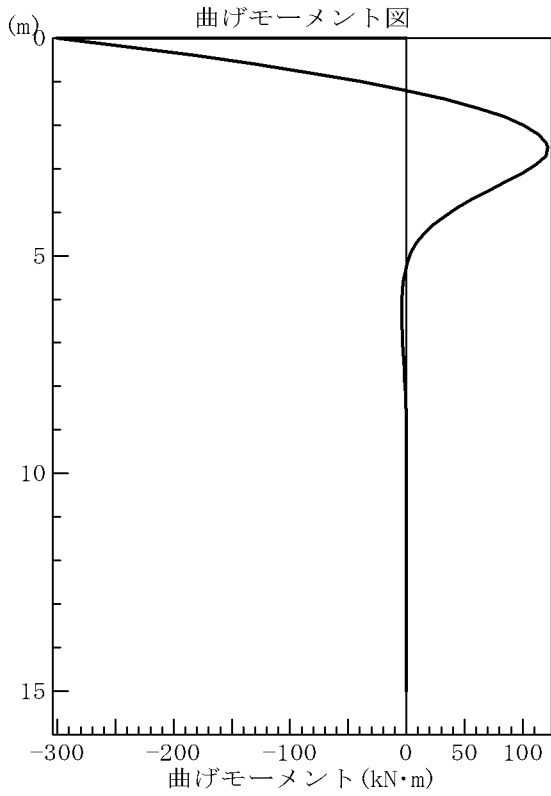
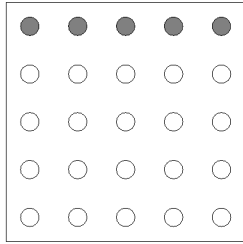
	変位置
水平変位(m)	0.0400330
鉛直変位(m)	0.0085041
回転変位(rad)	0.0055061

杭反力

押込み支持力の上限值  $P_{Nu} = 4081.00 \text{ (kN)}$   
 引抜き支持力の上限值  $P_{Tu} = -2899.00 \text{ (kN)}$

杭列	鉛直反力 (kN)	水平反力 (kN)	モーメント (kN.m)	杭頭座標 (m)	杭本数
1	3564.150	322.936	-300.747	4.000	5
2	2278.495	322.936	-300.747	2.000	5
3	992.840	322.936	-300.747	0.000	5
4	-292.815	322.936	-300.747	-2.000	5
5	-1578.470	322.936	-300.747	-4.000	5
杭反力分	24821.000	8073.412	121046.806		
底板前面負担分		6951.580	10056.822		
合計	24821.000	15024.992	131103.628		

杭・地盤データ ((1)杭)



・前面地盤状態

	深さ (m)	区間長 (m)	地盤反力係数 (kN/m <sup>3</sup> )		前面地盤の水平地盤 反力度の上限値 (kN/m <sup>2</sup> )	
			死荷重時	設計荷重時	層上面	層下面
1	0.000 ~ 2.500	2.500	41854.46	0.00	230.25	260.25
2	2.500 ~ 5.000	2.500	83708.93	83708.93	1033.56	1215.66
3	5.000 ~ 8.000	3.000	41854.46	41854.46	290.25	326.25
4	8.000 ~ 14.000	6.000	167417.85	167417.85	1656.18	2287.11
5	14.000 ~ 15.000	1.000	418544.66	418544.66	3912.42	4092.30

・M - 関係

	深さ (m)	区間長 (m)	My (kN.m) y (1/m)	Mp (kN.m) y' (1/m)
1	0.000 ~ 15.000	15.000	309.9 0.0217433	475.4 0.0333571

## 杭地中部変位，断面力 ((1)杭)

	深さ (m)	水平変位 (m)	曲げモーメント (kN.m)	杭体 状態	せん断力 (kN)
1	0.000	-0.0400330	-300.747	1	322.936
2	0.200	-0.0385394	-238.554	1	299.404
3	0.400	-0.0363752	-181.125	1	275.396
4	0.600	-0.0337015	-128.518	1	251.268
5	0.800	-0.0306660	-80.785	1	226.752
6	1.000	-0.0274027	-37.950	1	202.355
7	1.200	-0.0240316	-0.042	1	177.576
8	1.400	-0.0206593	32.870	1	152.467
9	1.600	-0.0173781	60.716	1	126.996
10	1.800	-0.0142660	83.432	1	101.243
11	2.000	-0.0113869	100.962	1	75.231
12	2.200	-0.0087899	113.260	1	49.025
13	2.400	-0.0065095	120.273	1	22.487
14	2.500	-0.0054948	121.909	1	10.566
15	2.700	-0.0037217	119.941	1	-27.771
16	2.900	-0.0022837	111.695	1	-52.678
17	3.100	-0.0011582	99.583	1	-66.876
18	3.300	-0.0003118	85.493	1	-72.848
19	3.500	0.0002948	70.847	1	-72.766
20	3.700	0.0007024	56.666	1	-68.468
21	3.900	0.0009508	43.640	1	-61.451
22	4.100	0.0010763	32.188	1	-52.893
23	4.300	0.0011110	22.525	1	-43.685
24	4.500	0.0010821	14.714	1	-34.470
25	4.700	0.0010115	8.708	1	-25.685
26	4.900	0.0009160	4.393	1	-17.605
27	5.000	0.0008629	2.820	1	-13.882
28	5.200	0.0007517	0.390	1	-10.501
29	5.400	0.0006393	-1.412	1	-7.591
30	5.600	0.0005306	-2.678	1	-5.144
31	5.800	0.0004294	-3.499	1	-3.138
32	6.000	0.0003380	-3.960	1	-1.536
33	6.200	0.0002575	-4.137	1	-0.294
34	6.400	0.0001887	-4.098	1	0.636
35	6.600	0.0001313	-3.900	1	1.302
36	6.800	0.0000848	-3.592	1	1.750
37	7.000	0.0000484	-3.212	1	2.025
38	7.200	0.0000210	-2.791	1	2.168
39	7.400	0.0000014	-2.351	1	2.212
40	7.600	-0.0000116	-1.911	1	2.188
41	7.800	-0.0000192	-1.479	1	2.122
42	8.000	-0.0000227	-1.063	1	2.033
43	8.200	-0.0000232	-0.695	1	1.646
44	8.400	-0.0000217	-0.404	1	1.269
45	8.600	-0.0000190	-0.185	1	0.927
46	8.800	-0.0000158	-0.030	1	0.635
47	9.000	-0.0000125	0.072	1	0.397
48	9.200	-0.0000095	0.133	1	0.214

	深さ (m)	水平変位 (m)	曲げモーメント (kN.m)	杭体 状態	せん断力 (kN)
49	9.400	-0.0000067	0.161	1	0.079
50	9.600	-0.0000045	0.167	1	-0.014
51	9.800	-0.0000026	0.158	1	-0.073
52	10.000	-0.0000013	0.139	1	-0.105
53	10.200	-0.0000003	0.117	1	-0.118
54	10.400	0.0000004	0.093	1	-0.117
55	10.600	0.0000008	0.071	1	-0.107
56	10.800	0.0000010	0.051	1	-0.092
57	11.000	0.0000010	0.034	1	-0.076
58	11.200	0.0000010	0.021	1	-0.059
59	11.400	0.0000009	0.010	1	-0.044
60	11.600	0.0000007	0.003	1	-0.031
61	11.800	0.0000006	-0.002	1	-0.020
62	12.000	0.0000004	-0.005	1	-0.011
63	12.200	0.0000003	-0.007	1	-0.005
64	12.400	0.0000002	-0.007	1	0.000
65	12.600	0.0000001	-0.007	1	0.003
66	12.800	0.0000001	-0.006	1	0.004
67	13.000	0.0000000	-0.005	1	0.005
68	13.200	0.0000000	-0.004	1	0.005
69	13.400	0.0000000	-0.003	1	0.005
70	13.600	0.0000000	-0.002	1	0.004
71	13.800	0.0000000	-0.002	1	0.004
72	14.000	0.0000000	-0.001	1	0.003
73	14.200	0.0000000	0.000	1	0.002
74	14.400	0.0000000	0.000	1	0.001
75	14.600	0.0000000	0.000	1	0.000
76	14.800	0.0000000	0.000	1	0.000
77	15.000	0.0000000	0.000	1	0.000

杭体状態： 1 :  $M < My$   
3 :  $My \leq M < Mp$  ,      4 :  $Mp = M$

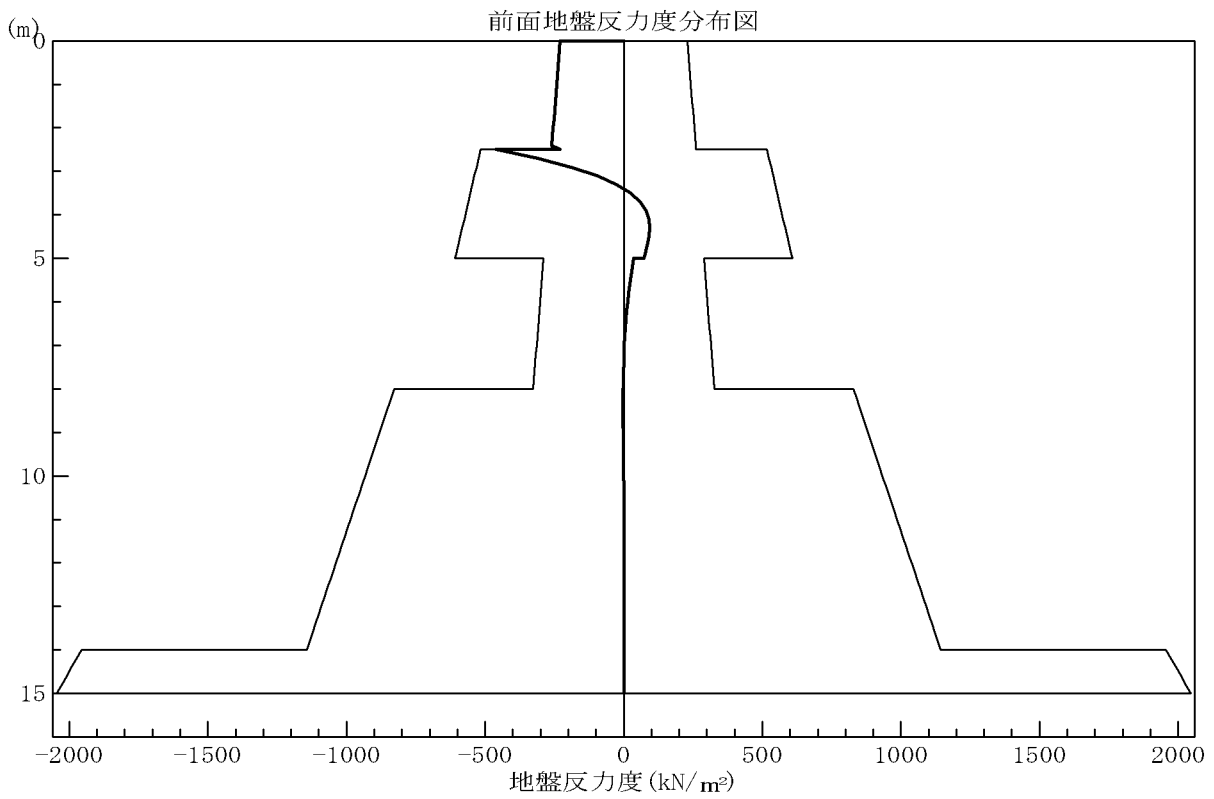
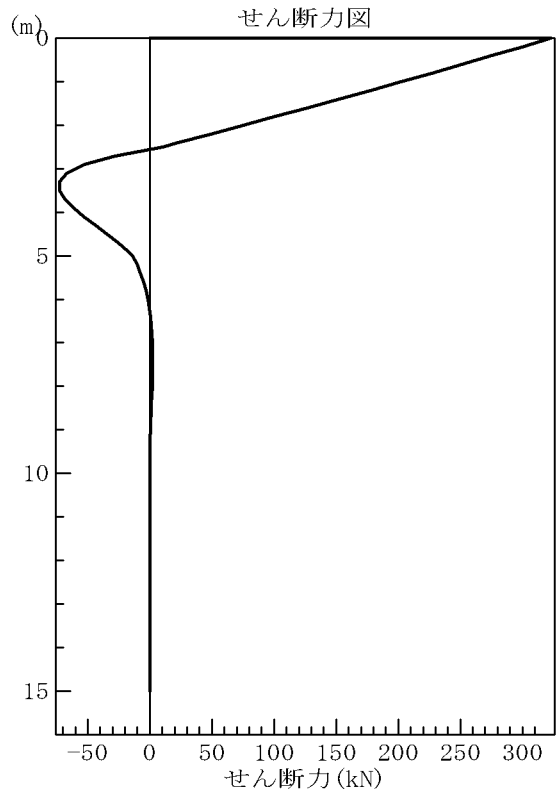
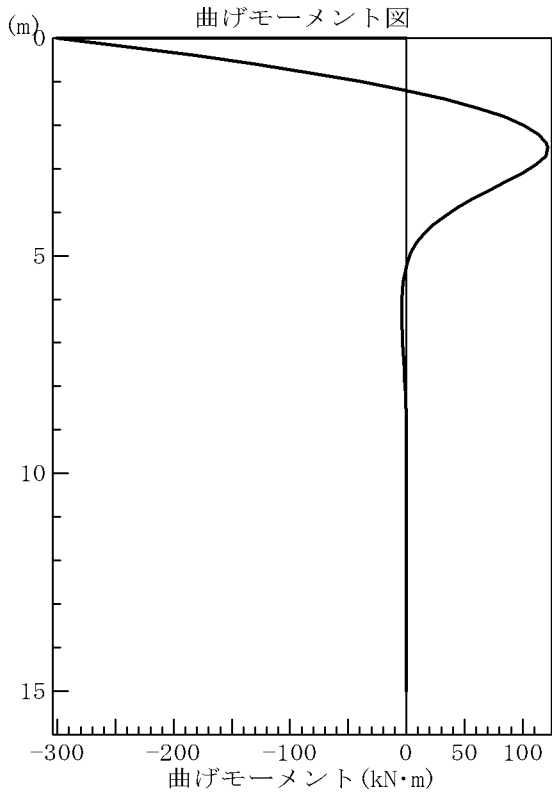
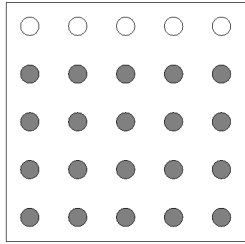
## 前面地盤反力度 ((1)杭)

	深さ (m)	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	弾性=1 塑性=2	地盤反力度の 上限値(kN/m <sup>2</sup> )
1	0.000	230.250	2	230.250
2	0.200	232.650	2	232.650
3	0.400	235.050	2	235.050
4	0.600	237.450	2	237.450
5	0.800	239.850	2	239.850
6	1.000	242.250	2	242.250
7	1.200	244.650	2	244.650
8	1.400	247.050	2	247.050
9	1.600	249.450	2	249.450
10	1.800	251.850	2	251.850
11	2.000	254.250	2	254.250
12	2.200	256.650	2	256.650
13	2.400	259.050	2	259.050
14	2.500	229.982	1	260.250
15	2.500	459.965	1	1033.560
16	2.700	311.536	1	1048.128
17	2.900	191.163	1	1062.696
18	3.100	96.955	1	1077.264
19	3.300	26.103	1	1091.832
20	3.500	24.674	1	1106.400
21	3.700	58.798	1	1120.968
22	3.900	79.587	1	1135.536
23	4.100	90.092	1	1150.104
24	4.300	93.001	1	1164.672
25	4.500	90.581	1	1179.240
26	4.700	84.669	1	1193.808
27	4.900	76.678	1	1208.376
28	5.000	72.235	1	1215.660
29	5.000	36.117	1	290.250
30	5.200	31.463	1	292.650
31	5.400	26.756	1	295.050
32	5.600	22.210	1	297.450
33	5.800	17.974	1	299.850
34	6.000	14.145	1	302.250
35	6.200	10.779	1	304.650
36	6.400	7.897	1	307.050
37	6.600	5.494	1	309.450
38	6.800	3.549	1	311.850
39	7.000	2.025	1	314.250
40	7.200	0.877	1	316.650
41	7.400	0.058	1	319.050
42	7.600	0.486	1	321.450
43	7.800	0.805	1	323.850
44	8.000	0.950	1	326.250
45	8.000	3.799	1	1656.180
46	8.200	3.878	1	1677.211
47	8.400	3.627	1	1698.242
48	8.600	3.183	1	1719.273

	深さ (m)	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	弾性=1 塑性=2	地盤反力度の 上限値(kN/m <sup>2</sup> )
49	8.800	2.650	1	1740.304
50	9.000	2.100	1	1761.335
51	9.200	1.583	1	1782.366
52	9.400	1.127	1	1803.397
53	9.600	0.746	1	1824.428
54	9.800	0.442	1	1845.459
55	10.000	0.213	1	1866.490
56	10.200	0.048	1	1887.521
57	10.400	0.062	1	1908.552
58	10.600	0.127	1	1929.583
59	10.800	0.160	1	1950.614
60	11.000	0.168	1	1971.645
61	11.200	0.161	1	1992.676
62	11.400	0.143	1	2013.707
63	11.600	0.121	1	2034.738
64	11.800	0.097	1	2055.769
65	12.000	0.074	1	2076.800
66	12.200	0.054	1	2097.831
67	12.400	0.036	1	2118.862
68	12.600	0.022	1	2139.893
69	12.800	0.012	1	2160.924
70	13.000	0.004	1	2181.955
71	13.200	0.001	1	2202.986
72	13.400	0.004	1	2224.017
73	13.600	0.006	1	2245.048
74	13.800	0.006	1	2266.079
75	14.000	0.005	1	2287.110
76	14.000	0.013	1	3912.420
77	14.200	0.011	1	3948.396
78	14.400	0.008	1	3984.372
79	14.600	0.004	1	4020.348
80	14.800	0.002	1	4056.324
81	15.000	0.000	1	4092.300



杭・地盤データ (2)杭



・前面地盤状態

	深さ (m)	区間長 (m)	地盤反力係数 (kN/m <sup>3</sup> )		前面地盤の水平地盤 反力度の上限値 (kN/m <sup>2</sup> )	
			死荷重時	設計荷重時	層上面	層下面
1	0.000 ~ 2.500	2.500	41854.46	0.00	230.25	260.25
2	2.500 ~ 5.000	2.500	83708.93	83708.93	516.78	607.83
3	5.000 ~ 8.000	3.000	41854.46	41854.46	290.25	326.25
4	8.000 ~ 14.000	6.000	167417.85	167417.85	828.09	1143.56
5	14.000 ~ 15.000	1.000	418544.66	418544.66	1956.21	2046.15

・M - 関係

	深さ (m)	区間長 (m)	My (kN.m) y (1/m)	Mp (kN.m) y' (1/m)
1	0.000 ~ 15.000	15.000	309.9 0.0217433	475.4 0.0333571

## 杭地中部変位，断面力 (2)杭)

	深さ (m)	水平変位 (m)	曲げモーメント (kN.m)	杭体 状態	せん断力 (kN)
1	0.000	-0.0400330	-300.747	1	322.936
2	0.200	-0.0385394	-238.554	1	299.404
3	0.400	-0.0363752	-181.125	1	275.396
4	0.600	-0.0337015	-128.518	1	251.268
5	0.800	-0.0306660	-80.785	1	226.752
6	1.000	-0.0274027	-37.950	1	202.355
7	1.200	-0.0240316	-0.042	1	177.576
8	1.400	-0.0206593	32.870	1	152.467
9	1.600	-0.0173781	60.716	1	126.996
10	1.800	-0.0142660	83.432	1	101.243
11	2.000	-0.0113869	100.962	1	75.231
12	2.200	-0.0087899	113.260	1	49.025
13	2.400	-0.0065095	120.273	1	22.487
14	2.500	-0.0054948	121.909	1	10.566
15	2.700	-0.0037217	119.941	1	-27.771
16	2.900	-0.0022837	111.695	1	-52.678
17	3.100	-0.0011582	99.583	1	-66.876
18	3.300	-0.0003118	85.493	1	-72.848
19	3.500	0.0002948	70.847	1	-72.766
20	3.700	0.0007024	56.666	1	-68.468
21	3.900	0.0009508	43.640	1	-61.451
22	4.100	0.0010763	32.188	1	-52.893
23	4.300	0.0011110	22.525	1	-43.685
24	4.500	0.0010821	14.714	1	-34.470
25	4.700	0.0010115	8.708	1	-25.685
26	4.900	0.0009160	4.393	1	-17.605
27	5.000	0.0008629	2.820	1	-13.882
28	5.200	0.0007517	0.390	1	-10.501
29	5.400	0.0006393	-1.412	1	-7.591
30	5.600	0.0005306	-2.678	1	-5.144
31	5.800	0.0004294	-3.499	1	-3.138
32	6.000	0.0003380	-3.960	1	-1.536
33	6.200	0.0002575	-4.137	1	-0.294
34	6.400	0.0001887	-4.098	1	0.636
35	6.600	0.0001313	-3.900	1	1.302
36	6.800	0.0000848	-3.592	1	1.750
37	7.000	0.0000484	-3.212	1	2.025
38	7.200	0.0000210	-2.791	1	2.168
39	7.400	0.0000014	-2.351	1	2.212
40	7.600	-0.0000116	-1.911	1	2.188
41	7.800	-0.0000192	-1.479	1	2.122
42	8.000	-0.0000227	-1.063	1	2.033
43	8.200	-0.0000232	-0.695	1	1.646
44	8.400	-0.0000217	-0.404	1	1.269
45	8.600	-0.0000190	-0.185	1	0.927
46	8.800	-0.0000158	-0.030	1	0.635
47	9.000	-0.0000125	0.072	1	0.397
48	9.200	-0.0000095	0.133	1	0.214

	深さ (m)	水平変位 (m)	曲げモーメント (kN.m)	杭体 状態	せん断力 (kN)
49	9.400	-0.0000067	0.161	1	0.079
50	9.600	-0.0000045	0.167	1	-0.014
51	9.800	-0.0000026	0.158	1	-0.073
52	10.000	-0.0000013	0.139	1	-0.105
53	10.200	-0.0000003	0.117	1	-0.118
54	10.400	0.0000004	0.093	1	-0.117
55	10.600	0.0000008	0.071	1	-0.107
56	10.800	0.0000010	0.051	1	-0.092
57	11.000	0.0000010	0.034	1	-0.076
58	11.200	0.0000010	0.021	1	-0.059
59	11.400	0.0000009	0.010	1	-0.044
60	11.600	0.0000007	0.003	1	-0.031
61	11.800	0.0000006	-0.002	1	-0.020
62	12.000	0.0000004	-0.005	1	-0.011
63	12.200	0.0000003	-0.007	1	-0.005
64	12.400	0.0000002	-0.007	1	0.000
65	12.600	0.0000001	-0.007	1	0.003
66	12.800	0.0000001	-0.006	1	0.004
67	13.000	0.0000000	-0.005	1	0.005
68	13.200	0.0000000	-0.004	1	0.005
69	13.400	0.0000000	-0.003	1	0.005
70	13.600	0.0000000	-0.002	1	0.004
71	13.800	0.0000000	-0.002	1	0.004
72	14.000	0.0000000	-0.001	1	0.003
73	14.200	0.0000000	0.000	1	0.002
74	14.400	0.0000000	0.000	1	0.001
75	14.600	0.0000000	0.000	1	0.000
76	14.800	0.0000000	0.000	1	0.000
77	15.000	0.0000000	0.000	1	0.000

杭体状態： 1 :  $M < My$   
3 :  $My \leq M < Mp$  ,      4 :  $Mp = M$

## 前面地盤反力度 (2)杭

	深さ (m)	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	弾性=1 塑性=2	地盤反力度の 上限値(kN/m <sup>2</sup> )
1	0.000	230.250	2	230.250
2	0.200	232.650	2	232.650
3	0.400	235.050	2	235.050
4	0.600	237.450	2	237.450
5	0.800	239.850	2	239.850
6	1.000	242.250	2	242.250
7	1.200	244.650	2	244.650
8	1.400	247.050	2	247.050
9	1.600	249.450	2	249.450
10	1.800	251.850	2	251.850
11	2.000	254.250	2	254.250
12	2.200	256.650	2	256.650
13	2.400	259.050	2	259.050
14	2.500	229.982	1	260.250
15	2.500	459.965	1	516.780
16	2.700	311.536	1	524.064
17	2.900	191.163	1	531.348
18	3.100	96.955	1	538.632
19	3.300	26.103	1	545.916
20	3.500	24.674	1	553.200
21	3.700	58.798	1	560.484
22	3.900	79.587	1	567.768
23	4.100	90.092	1	575.052
24	4.300	93.001	1	582.336
25	4.500	90.581	1	589.620
26	4.700	84.669	1	596.904
27	4.900	76.678	1	604.188
28	5.000	72.235	1	607.830
29	5.000	36.117	1	290.250
30	5.200	31.463	1	292.650
31	5.400	26.756	1	295.050
32	5.600	22.210	1	297.450
33	5.800	17.974	1	299.850
34	6.000	14.145	1	302.250
35	6.200	10.779	1	304.650
36	6.400	7.897	1	307.050
37	6.600	5.494	1	309.450
38	6.800	3.549	1	311.850
39	7.000	2.025	1	314.250
40	7.200	0.877	1	316.650
41	7.400	0.058	1	319.050
42	7.600	0.486	1	321.450
43	7.800	0.805	1	323.850
44	8.000	0.950	1	326.250
45	8.000	3.799	1	828.090
46	8.200	3.878	1	838.605
47	8.400	3.627	1	849.121
48	8.600	3.183	1	859.636

	深さ (m)	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	弾性=1 塑性=2	地盤反力度の 上限値(kN/m <sup>2</sup> )
49	8.800	2.650	1	870.152
50	9.000	2.100	1	880.667
51	9.200	1.583	1	891.183
52	9.400	1.127	1	901.698
53	9.600	0.746	1	912.214
54	9.800	0.442	1	922.729
55	10.000	0.213	1	933.245
56	10.200	0.048	1	943.760
57	10.400	0.062	1	954.276
58	10.600	0.127	1	964.792
59	10.800	0.160	1	975.307
60	11.000	0.168	1	985.822
61	11.200	0.161	1	996.338
62	11.400	0.143	1	1006.854
63	11.600	0.121	1	1017.369
64	11.800	0.097	1	1027.885
65	12.000	0.074	1	1038.400
66	12.200	0.054	1	1048.916
67	12.400	0.036	1	1059.431
68	12.600	0.022	1	1069.947
69	12.800	0.012	1	1080.462
70	13.000	0.004	1	1090.978
71	13.200	0.001	1	1101.493
72	13.400	0.004	1	1112.009
73	13.600	0.006	1	1122.524
74	13.800	0.006	1	1133.040
75	14.000	0.005	1	1143.555
76	14.000	0.013	1	1956.210
77	14.200	0.011	1	1974.198
78	14.400	0.008	1	1992.186
79	14.600	0.004	1	2010.174
80	14.800	0.002	1	2028.162
81	15.000	0.000	1	2046.150

7.4.2 橋軸直角方向（最終震度）

設計荷重（水平震度 0.660）

鉛直力  $V = R_d + W_p - U_p + W_s + W_F'$   
 $= 10441.56 + 2569.00 - 0.00 + 3235.44 + 8575.00$   
 $= 24821.00 \text{ (kN)}$

水平力  $H = (W_u + W_p) \cdot k_{hp} + W_F \cdot k_{hg} \cdot k_{hi} / (C_z \cdot k_{hco}) + H_d$   
 $= (9446.90 + 2569.00) \cdot 0.660 + 8575.00 \cdot 0.70 \cdot 1.750 / 1.7500 + 0.00$   
 $= 13932.99 \text{ (kN)}$

モーメント  $M = (W_u \cdot y_u + W_p \cdot y_p) \cdot k_{hp} + W_F \cdot k_{hg} \cdot k_{hi} / (C_z \cdot k_{hco}) \cdot y_F + M_d$   
 $= (9446.90 \cdot 17.000 + 2569.00 \cdot 9.262) \cdot 0.660$   
 $+ 8575.00 \cdot 0.70 \cdot 1.750 / 1.7500 \cdot 1.750 + 0.00$   
 $= 132202.68 \text{ (kN.m)}$

底板下面中心における変位

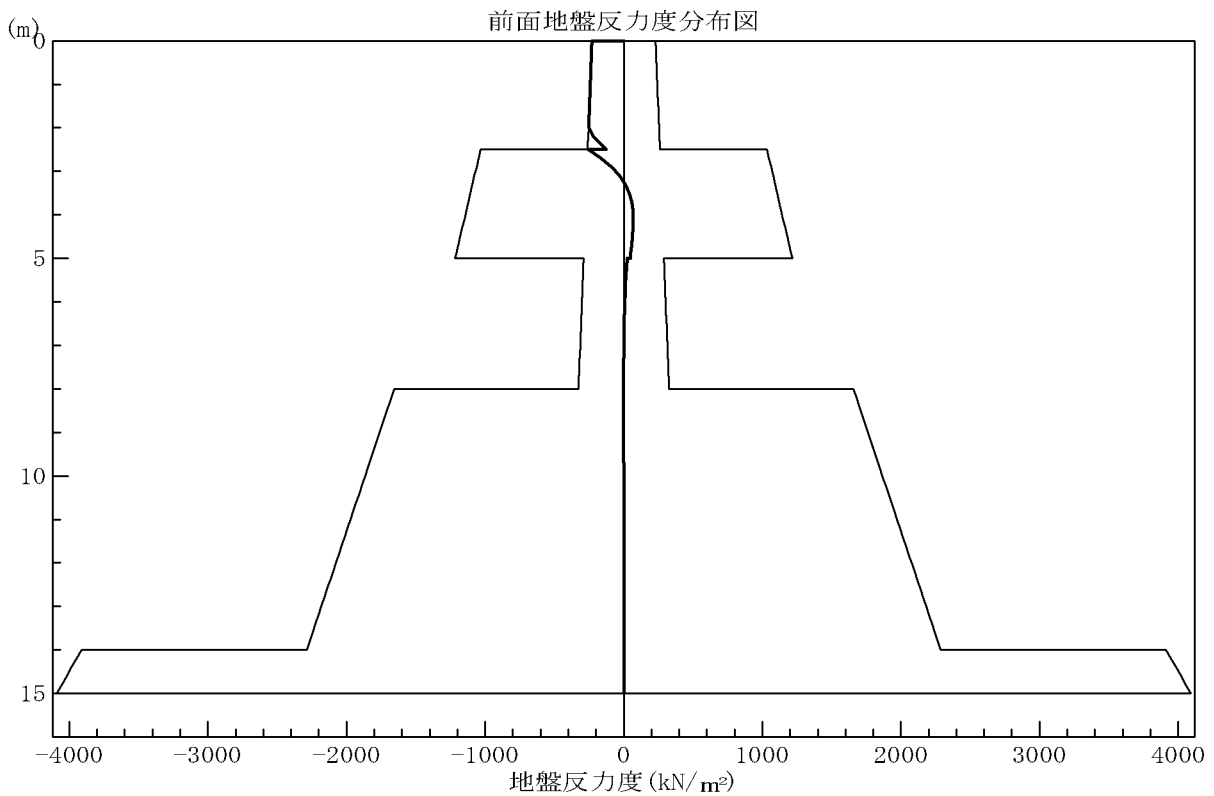
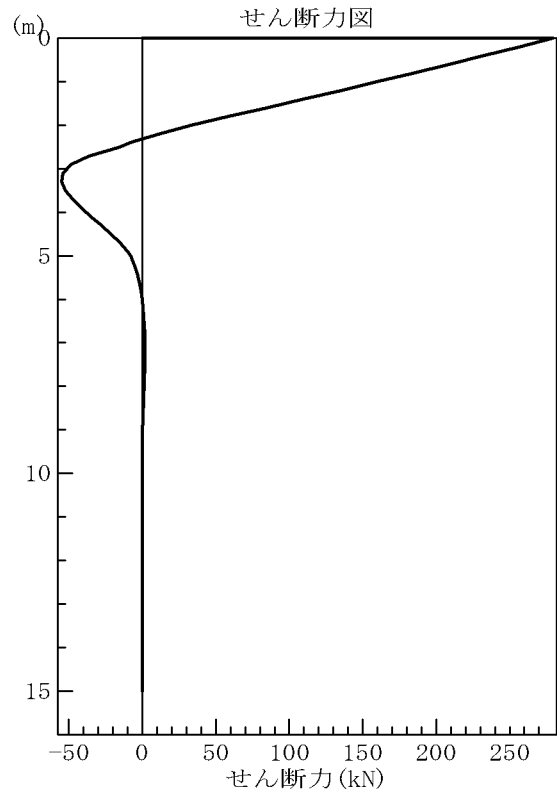
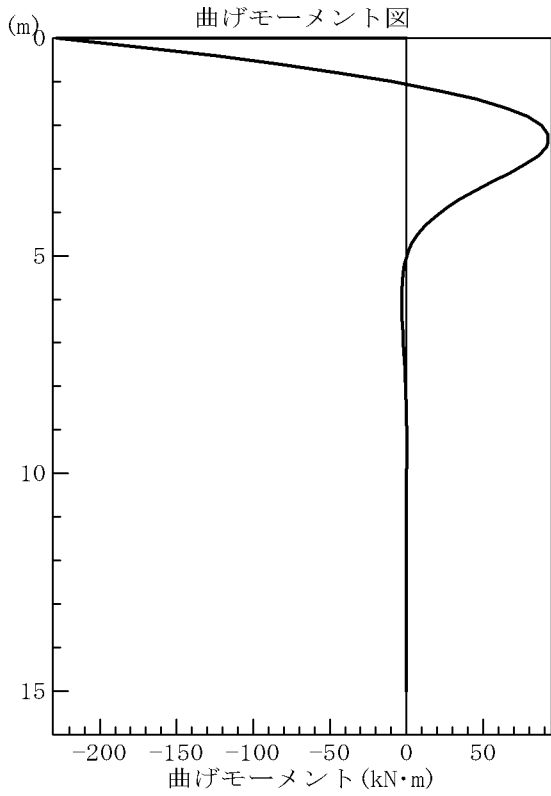
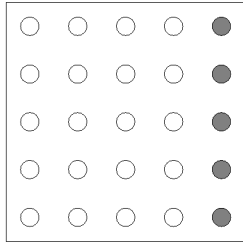
	変位量
水平変位(m)	0.0294863
鉛直変位(m)	0.0085041
回転変位(rad)	0.0054757

杭反力

押込み支持力の上限值  $P_{Nu} = 4081.00 \text{ (kN)}$   
 引抜き支持力の上限值  $P_{Tu} = -2899.00 \text{ (kN)}$

杭列	鉛直反力 (kN)	水平反力 (kN)	モーメント (kN.m)	杭頭座標 (m)	杭本数
1	-1564.267	279.470	-228.272	-4.000	5
2	-285.714	279.470	-228.272	-2.000	5
3	992.840	279.470	-228.272	0.000	5
4	2271.394	279.470	-228.272	2.000	5
5	3549.947	279.470	-228.272	4.000	5
杭反力分	24821.000	6986.759	122148.564		
底板前面負担分		6946.235	10054.121		
合計	24821.000	13932.994	132202.684		

杭・地盤データ ((1)杭)





・前面地盤状態

	深さ (m)	区間長 (m)	地盤反力係数 (kN/m <sup>3</sup> )		前面地盤の水平地盤 反力度の上限値 (kN/m <sup>2</sup> )	
			死荷重時	設計荷重時	層上面	層下面
1	0.000 ~ 2.000	2.000	41854.46	0.00	230.25	254.25
2	2.000 ~ 2.500	0.500	41854.46	41854.46	254.25	260.25
3	2.500 ~ 5.000	2.500	83708.93	83708.93	1033.56	1215.66
4	5.000 ~ 8.000	3.000	41854.46	41854.46	290.25	326.25
5	8.000 ~ 14.000	6.000	167417.85	167417.85	1656.18	2287.11
6	14.000 ~ 15.000	1.000	418544.66	418544.66	3912.42	4092.30

・M - 関係

	深さ (m)	区間長 (m)	My (kN.m) y (1/m)	Mp (kN.m) y' (1/m)
1	0.000 ~ 15.000	15.000	309.9 0.0217433	475.4 0.0333571

## 杭地中部変位，断面力 ((1)杭)

	深さ (m)	水平変位 (m)	曲げモーメント (kN.m)	杭体 状態	せん断力 (kN)
1	0.000	-0.0294863	-228.272	1	279.470
2	0.200	-0.0280964	-174.749	1	256.210
3	0.400	-0.0262150	-125.923	1	232.597
4	0.600	-0.0239790	-81.861	1	208.655
5	0.800	-0.0215122	-42.662	1	184.058
6	1.000	-0.0189245	-8.379	1	159.562
7	1.200	-0.0163122	20.982	1	134.916
8	1.400	-0.0137575	45.371	1	109.905
9	1.600	-0.0113290	64.721	1	84.603
10	1.800	-0.0090810	78.971	1	58.979
11	2.000	-0.0070534	88.045	1	32.936
12	2.200	-0.0052717	92.294	1	10.671
13	2.400	-0.0037481	92.443	1	-8.114
14	2.500	-0.0030837	91.263	1	-15.252
15	2.700	-0.0019453	85.967	1	-36.126
16	2.900	-0.0010473	77.380	1	-48.491
17	3.100	-0.0003661	67.009	1	-54.265
18	3.300	0.0001272	56.000	1	-55.145
19	3.500	0.0004632	45.181	1	-52.575
20	3.700	0.0006723	35.120	1	-47.744
21	3.900	0.0007826	26.171	1	-41.594
22	4.100	0.0008191	18.522	1	-34.847
23	4.300	0.0008033	12.236	1	-28.027
24	4.500	0.0007528	7.291	1	-21.495
25	4.700	0.0006816	3.604	1	-15.481
26	4.900	0.0006001	1.056	1	-10.112
27	5.000	0.0005577	0.167	1	-7.689
28	5.200	0.0004732	-1.149	1	-5.532
29	5.400	0.0003918	-2.069	1	-3.723
30	5.600	0.0003161	-2.660	1	-2.244
31	5.800	0.0002479	-2.986	1	-1.066
32	6.000	0.0001879	-3.105	1	-0.157
33	6.200	0.0001367	-3.065	1	0.519
34	6.400	0.0000940	-2.910	1	0.999
35	6.600	0.0000595	-2.676	1	1.317
36	6.800	0.0000324	-2.392	1	1.507
37	7.000	0.0000121	-2.080	1	1.598
38	7.200	-0.0000024	-1.758	1	1.616
39	7.400	-0.0000119	-1.437	1	1.585
40	7.600	-0.0000175	-1.126	1	1.522
41	7.800	-0.0000198	-0.829	1	1.443
42	8.000	-0.0000199	-0.549	1	1.359
43	8.200	-0.0000183	-0.310	1	1.038
44	8.400	-0.0000159	-0.132	1	0.750
45	8.600	-0.0000131	-0.007	1	0.507
46	8.800	-0.0000103	0.074	1	0.311
47	9.000	-0.0000077	0.121	1	0.160
48	9.200	-0.0000054	0.141	1	0.051

	深さ (m)	水平変位 (m)	曲げモーメント (kN.m)	杭体 状態	せん断力 (kN)
49	9.400	-0.0000035	0.143	1	-0.024
50	9.600	-0.0000020	0.134	1	-0.070
51	9.800	-0.0000009	0.117	1	-0.094
52	10.000	-0.0000001	0.097	1	-0.102
53	10.200	0.0000004	0.077	1	-0.100
54	10.400	0.0000007	0.058	1	-0.090
55	10.600	0.0000008	0.041	1	-0.077
56	10.800	0.0000009	0.027	1	-0.063
57	11.000	0.0000008	0.016	1	-0.048
58	11.200	0.0000007	0.008	1	-0.036
59	11.400	0.0000006	0.002	1	-0.025
60	11.600	0.0000005	-0.002	1	-0.016
61	11.800	0.0000004	-0.005	1	-0.009
62	12.000	0.0000003	-0.006	1	-0.003
63	12.200	0.0000002	-0.006	1	0.000
64	12.400	0.0000001	-0.006	1	0.003
65	12.600	0.0000001	-0.005	1	0.004
66	12.800	0.0000000	-0.004	1	0.004
67	13.000	0.0000000	-0.004	1	0.004
68	13.200	0.0000000	-0.003	1	0.004
69	13.400	0.0000000	-0.002	1	0.004
70	13.600	0.0000000	-0.001	1	0.003
71	13.800	0.0000000	-0.001	1	0.003
72	14.000	0.0000000	0.000	1	0.002
73	14.200	0.0000000	0.000	1	0.001
74	14.400	0.0000000	0.000	1	0.000
75	14.600	0.0000000	0.000	1	0.000
76	14.800	0.0000000	0.000	1	0.000
77	15.000	0.0000000	0.000	1	0.000

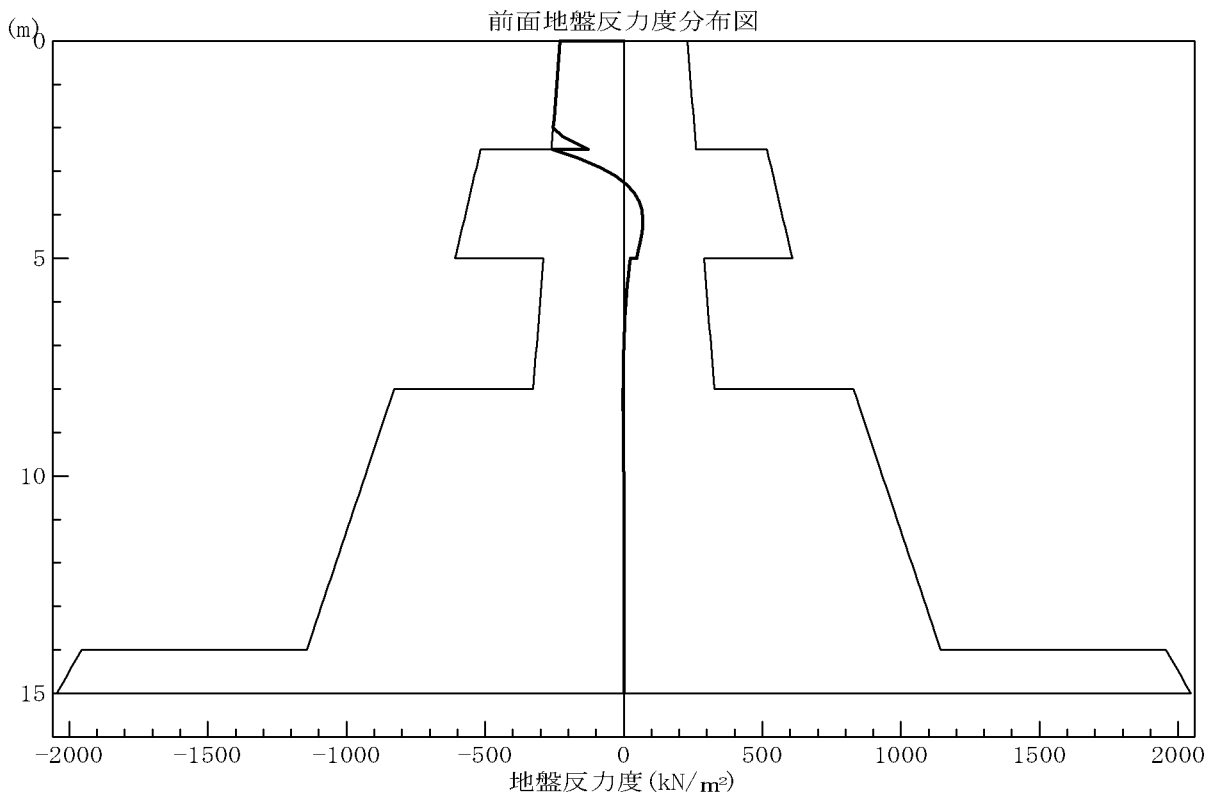
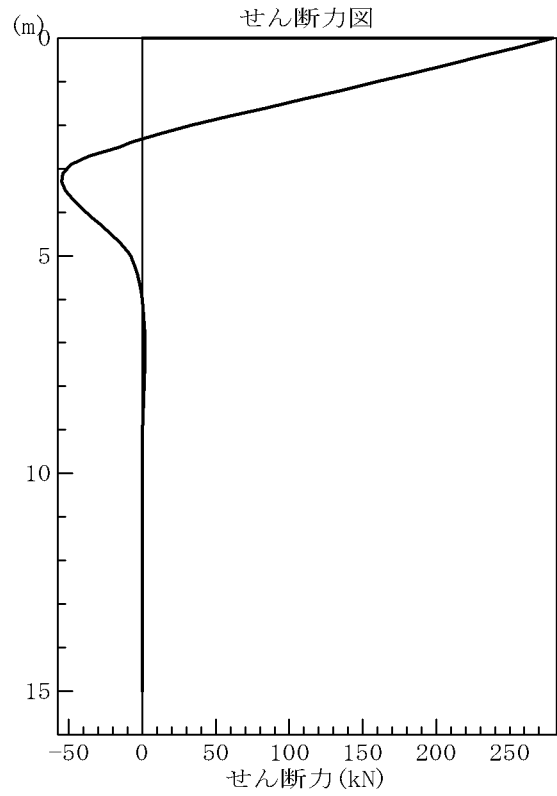
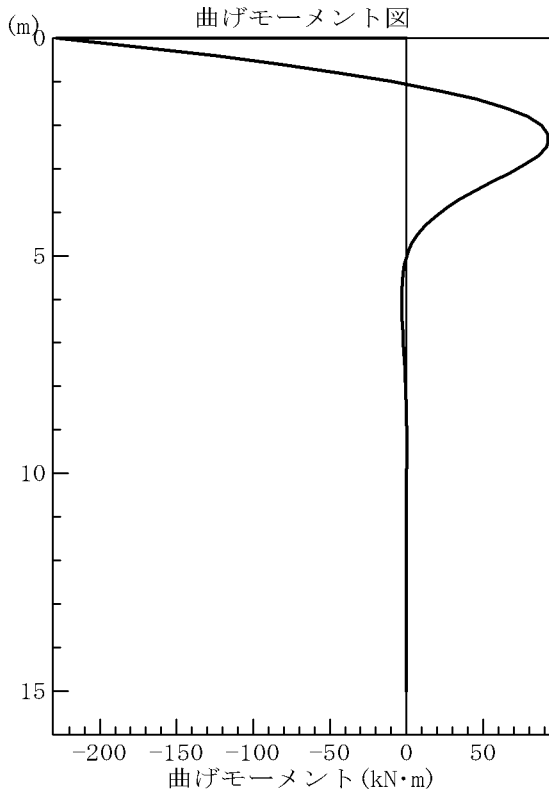
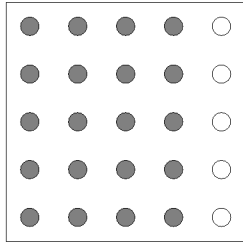
杭体状態： 1 :  $M < My$   
3 :  $My \leq M < Mp$  ,      4 :  $Mp = M$

## 前面地盤反力度 ((1)杭)

	深さ (m)	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	弾性=1 塑性=2	地盤反力度の 上限値(kN/m <sup>2</sup> )
1	0.000	230.250	2	230.250
2	0.200	232.650	2	232.650
3	0.400	235.050	2	235.050
4	0.600	237.450	2	237.450
5	0.800	239.850	2	239.850
6	1.000	242.250	2	242.250
7	1.200	244.650	2	244.650
8	1.400	247.050	2	247.050
9	1.600	249.450	2	249.450
10	1.800	251.850	2	251.850
11	2.000	254.250	2	254.250
12	2.200	220.645	1	256.650
13	2.400	156.876	1	259.050
14	2.500	129.067	1	260.250
15	2.500	258.133	1	1033.560
16	2.700	162.835	1	1048.128
17	2.900	87.669	1	1062.696
18	3.100	30.647	1	1077.264
19	3.300	10.644	1	1091.832
20	3.500	38.776	1	1106.400
21	3.700	56.279	1	1120.968
22	3.900	65.509	1	1135.536
23	4.100	68.565	1	1150.104
24	4.300	67.243	1	1164.672
25	4.500	63.020	1	1179.240
26	4.700	57.060	1	1193.808
27	4.900	50.230	1	1208.376
28	5.000	46.687	1	1215.660
29	5.000	23.344	1	290.250
30	5.200	19.806	1	292.650
31	5.400	16.399	1	295.050
32	5.600	13.232	1	297.450
33	5.800	10.374	1	299.850
34	6.000	7.866	1	302.250
35	6.200	5.721	1	304.650
36	6.400	3.934	1	307.050
37	6.600	2.489	1	309.450
38	6.800	1.357	1	311.850
39	7.000	0.507	1	314.250
40	7.200	0.100	1	316.650
41	7.400	0.500	1	319.050
42	7.600	0.731	1	321.450
43	7.800	0.830	1	323.850
44	8.000	0.831	1	326.250
45	8.000	3.324	1	1656.180
46	8.200	3.069	1	1677.211
47	8.400	2.666	1	1698.242
48	8.600	2.199	1	1719.273

	深さ (m)	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	弾性=1 塑性=2	地盤反力度の 上限値(kN/m <sup>2</sup> )
49	8.800	1.728	1	1740.304
50	9.000	1.290	1	1761.335
51	9.200	0.907	1	1782.366
52	9.400	0.591	1	1803.397
53	9.600	0.341	1	1824.428
54	9.800	0.153	1	1845.459
55	10.000	0.021	1	1866.490
56	10.200	0.066	1	1887.521
57	10.400	0.117	1	1908.552
58	10.600	0.141	1	1929.583
59	10.800	0.145	1	1950.614
60	11.000	0.136	1	1971.645
61	11.200	0.120	1	1992.676
62	11.400	0.101	1	2013.707
63	11.600	0.080	1	2034.738
64	11.800	0.061	1	2055.769
65	12.000	0.043	1	2076.800
66	12.200	0.029	1	2097.831
67	12.400	0.017	1	2118.862
68	12.600	0.009	1	2139.893
69	12.800	0.002	1	2160.924
70	13.000	0.002	1	2181.955
71	13.200	0.004	1	2202.986
72	13.400	0.005	1	2224.017
73	13.600	0.005	1	2245.048
74	13.800	0.005	1	2266.079
75	14.000	0.004	1	2287.110
76	14.000	0.011	1	3912.420
77	14.200	0.008	1	3948.396
78	14.400	0.005	1	3984.372
79	14.600	0.002	1	4020.348
80	14.800	0.001	1	4056.324
81	15.000	0.000	1	4092.300

杭・地盤データ (2)杭



・前面地盤状態

	深さ (m)	区間長 (m)	地盤反力係数 (kN/m <sup>3</sup> )		前面地盤の水平地盤 反力度の上限値 (kN/m <sup>2</sup> )	
			死荷重時	設計荷重時	層上面	層下面
1	0.000 ~ 2.000	2.000	41854.46	0.00	230.25	254.25
2	2.000 ~ 2.500	0.500	41854.46	41854.46	254.25	260.25
3	2.500 ~ 5.000	2.500	83708.93	83708.93	516.78	607.83
4	5.000 ~ 8.000	3.000	41854.46	41854.46	290.25	326.25
5	8.000 ~ 14.000	6.000	167417.85	167417.85	828.09	1143.56
6	14.000 ~ 15.000	1.000	418544.66	418544.66	1956.21	2046.15

・M - 関係

	深さ (m)	区間長 (m)	My (kN.m) y (1/m)	Mp (kN.m) y' (1/m)
1	0.000 ~ 15.000	15.000	309.9 0.0217433	475.4 0.0333571

## 杭地中部変位，断面力 (2)杭)

	深さ (m)	水平変位 (m)	曲げモーメント (kN.m)	杭体 状態	せん断力 (kN)
1	0.000	-0.0294863	-228.272	1	279.470
2	0.200	-0.0280964	-174.749	1	256.210
3	0.400	-0.0262150	-125.923	1	232.597
4	0.600	-0.0239790	-81.861	1	208.655
5	0.800	-0.0215122	-42.662	1	184.058
6	1.000	-0.0189245	-8.379	1	159.562
7	1.200	-0.0163122	20.982	1	134.916
8	1.400	-0.0137575	45.371	1	109.905
9	1.600	-0.0113290	64.721	1	84.603
10	1.800	-0.0090810	78.971	1	58.979
11	2.000	-0.0070534	88.045	1	32.936
12	2.200	-0.0052717	92.294	1	10.671
13	2.400	-0.0037481	92.443	1	-8.114
14	2.500	-0.0030837	91.263	1	-15.252
15	2.700	-0.0019453	85.967	1	-36.126
16	2.900	-0.0010473	77.380	1	-48.491
17	3.100	-0.0003661	67.009	1	-54.265
18	3.300	0.0001272	56.000	1	-55.145
19	3.500	0.0004632	45.181	1	-52.575
20	3.700	0.0006723	35.120	1	-47.744
21	3.900	0.0007826	26.171	1	-41.594
22	4.100	0.0008191	18.522	1	-34.847
23	4.300	0.0008033	12.236	1	-28.027
24	4.500	0.0007528	7.291	1	-21.495
25	4.700	0.0006816	3.604	1	-15.481
26	4.900	0.0006001	1.056	1	-10.112
27	5.000	0.0005577	0.167	1	-7.689
28	5.200	0.0004732	-1.149	1	-5.532
29	5.400	0.0003918	-2.069	1	-3.723
30	5.600	0.0003161	-2.660	1	-2.244
31	5.800	0.0002479	-2.986	1	-1.066
32	6.000	0.0001879	-3.105	1	-0.157
33	6.200	0.0001367	-3.065	1	0.519
34	6.400	0.0000940	-2.910	1	0.999
35	6.600	0.0000595	-2.676	1	1.317
36	6.800	0.0000324	-2.392	1	1.507
37	7.000	0.0000121	-2.080	1	1.598
38	7.200	-0.0000024	-1.758	1	1.616
39	7.400	-0.0000119	-1.437	1	1.585
40	7.600	-0.0000175	-1.126	1	1.522
41	7.800	-0.0000198	-0.829	1	1.443
42	8.000	-0.0000199	-0.549	1	1.359
43	8.200	-0.0000183	-0.310	1	1.038
44	8.400	-0.0000159	-0.132	1	0.750
45	8.600	-0.0000131	-0.007	1	0.507
46	8.800	-0.0000103	0.074	1	0.311
47	9.000	-0.0000077	0.121	1	0.160
48	9.200	-0.0000054	0.141	1	0.051



	深さ (m)	水平変位 (m)	曲げモーメント (kN.m)	杭体 状態	せん断力 (kN)
49	9.400	-0.0000035	0.143	1	-0.024
50	9.600	-0.0000020	0.134	1	-0.070
51	9.800	-0.0000009	0.117	1	-0.094
52	10.000	-0.0000001	0.097	1	-0.102
53	10.200	0.0000004	0.077	1	-0.100
54	10.400	0.0000007	0.058	1	-0.090
55	10.600	0.0000008	0.041	1	-0.077
56	10.800	0.0000009	0.027	1	-0.063
57	11.000	0.0000008	0.016	1	-0.048
58	11.200	0.0000007	0.008	1	-0.036
59	11.400	0.0000006	0.002	1	-0.025
60	11.600	0.0000005	-0.002	1	-0.016
61	11.800	0.0000004	-0.005	1	-0.009
62	12.000	0.0000003	-0.006	1	-0.003
63	12.200	0.0000002	-0.006	1	0.000
64	12.400	0.0000001	-0.006	1	0.003
65	12.600	0.0000001	-0.005	1	0.004
66	12.800	0.0000000	-0.004	1	0.004
67	13.000	0.0000000	-0.004	1	0.004
68	13.200	0.0000000	-0.003	1	0.004
69	13.400	0.0000000	-0.002	1	0.004
70	13.600	0.0000000	-0.001	1	0.003
71	13.800	0.0000000	-0.001	1	0.003
72	14.000	0.0000000	0.000	1	0.002
73	14.200	0.0000000	0.000	1	0.001
74	14.400	0.0000000	0.000	1	0.000
75	14.600	0.0000000	0.000	1	0.000
76	14.800	0.0000000	0.000	1	0.000
77	15.000	0.0000000	0.000	1	0.000

杭体状態： 1 :  $M < My$   
3 :  $My \leq M < Mp$  ,      4 :  $Mp = M$

## 前面地盤反力度 (2)杭

	深さ (m)	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	弾性=1 塑性=2	地盤反力度の 上限値(kN/m <sup>2</sup> )
1	0.000	230.250	2	230.250
2	0.200	232.650	2	232.650
3	0.400	235.050	2	235.050
4	0.600	237.450	2	237.450
5	0.800	239.850	2	239.850
6	1.000	242.250	2	242.250
7	1.200	244.650	2	244.650
8	1.400	247.050	2	247.050
9	1.600	249.450	2	249.450
10	1.800	251.850	2	251.850
11	2.000	254.250	2	254.250
12	2.200	220.645	1	256.650
13	2.400	156.876	1	259.050
14	2.500	129.067	1	260.250
15	2.500	258.133	1	516.780
16	2.700	162.835	1	524.064
17	2.900	87.669	1	531.348
18	3.100	30.647	1	538.632
19	3.300	10.644	1	545.916
20	3.500	38.776	1	553.200
21	3.700	56.279	1	560.484
22	3.900	65.509	1	567.768
23	4.100	68.565	1	575.052
24	4.300	67.243	1	582.336
25	4.500	63.020	1	589.620
26	4.700	57.060	1	596.904
27	4.900	50.230	1	604.188
28	5.000	46.687	1	607.830
29	5.000	23.344	1	290.250
30	5.200	19.806	1	292.650
31	5.400	16.399	1	295.050
32	5.600	13.232	1	297.450
33	5.800	10.374	1	299.850
34	6.000	7.866	1	302.250
35	6.200	5.721	1	304.650
36	6.400	3.934	1	307.050
37	6.600	2.489	1	309.450
38	6.800	1.357	1	311.850
39	7.000	0.507	1	314.250
40	7.200	0.100	1	316.650
41	7.400	0.500	1	319.050
42	7.600	0.731	1	321.450
43	7.800	0.830	1	323.850
44	8.000	0.831	1	326.250
45	8.000	3.324	1	828.090
46	8.200	3.069	1	838.605
47	8.400	2.666	1	849.121
48	8.600	2.199	1	859.636

	深さ (m)	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	弾性=1 塑性=2	地盤反力度の 上限値(kN/m <sup>2</sup> )
49	8.800	1.728	1	870.152
50	9.000	1.290	1	880.667
51	9.200	0.907	1	891.183
52	9.400	0.591	1	901.698
53	9.600	0.341	1	912.214
54	9.800	0.153	1	922.729
55	10.000	0.021	1	933.245
56	10.200	0.066	1	943.760
57	10.400	0.117	1	954.276
58	10.600	0.141	1	964.792
59	10.800	0.145	1	975.307
60	11.000	0.136	1	985.822
61	11.200	0.120	1	996.338
62	11.400	0.101	1	1006.854
63	11.600	0.080	1	1017.369
64	11.800	0.061	1	1027.885
65	12.000	0.043	1	1038.400
66	12.200	0.029	1	1048.916
67	12.400	0.017	1	1059.431
68	12.600	0.009	1	1069.947
69	12.800	0.002	1	1080.462
70	13.000	0.002	1	1090.978
71	13.200	0.004	1	1101.493
72	13.400	0.005	1	1112.009
73	13.600	0.005	1	1122.524
74	13.800	0.005	1	1133.040
75	14.000	0.004	1	1143.555
76	14.000	0.011	1	1956.210
77	14.200	0.008	1	1974.198
78	14.400	0.005	1	1992.186
79	14.600	0.002	1	2010.174
80	14.800	0.001	1	2028.162
81	15.000	0.000	1	2046.150

## 7.5 予備計算

### 7.5.1 M -

断面積

$$A = \pi \cdot \{ r^2 - (r - t)^2 \} = 0.008791 \text{ (m}^2\text{)}$$

r : 鋼管の半径 = 0.13270 (m) (腐食代考慮)

t : 鋼管厚 = 0.01100 (m) (腐食代考慮)

断面係数

$$Z_e = \frac{\pi}{4} \cdot \{ r^4 - (r - t)^4 \} \cdot \frac{1}{r} = 0.000537 \text{ (m}^3\text{)}$$

降伏モーメント

$$M_y = \left( \sigma_{sy} - \frac{|N|}{A} \right) \cdot Z_e \text{ (kN.m)}$$

sy : 鋼管の降伏点 = 690.00 × 10<sup>3</sup> (kN/m<sup>2</sup>)

N : 軸力 (kN)

断面二次モーメント

$$I = \frac{\pi}{4} \cdot \{ r^4 - (r - t)^4 \} = 0.0000713 \text{ (m}^4\text{)}$$

曲げ剛性

$$E \cdot I = 1.4251\text{E}+004 \text{ (kN.m}^2\text{)}$$

E : 鋼材のヤング係数 = 2.00 × 10<sup>8</sup> (kN/m<sup>2</sup>)

降伏時曲率

$$\phi_y = \frac{M_{ys}}{E \cdot I} \text{ (1/m)}$$

モーメントがない場合の降伏軸力

$$N_o = \sigma_y \cdot A = 6066.1 \text{ (kN)}$$

モーメントがない場合の降伏軸力と作用軸力の比

$$\alpha = \frac{|N|}{N_o}$$

塑性断面係数

$$Z_p = \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \left\{ 1 - \left( 1 - \frac{t}{r} \right)^3 \right\} = 0.000712 \text{ (m}^3\text{)}$$

軸力がない場合の全塑性モーメント

$$M_{po} = Z_p \cdot \sigma_y = 491.5 \text{ (kN.m)}$$

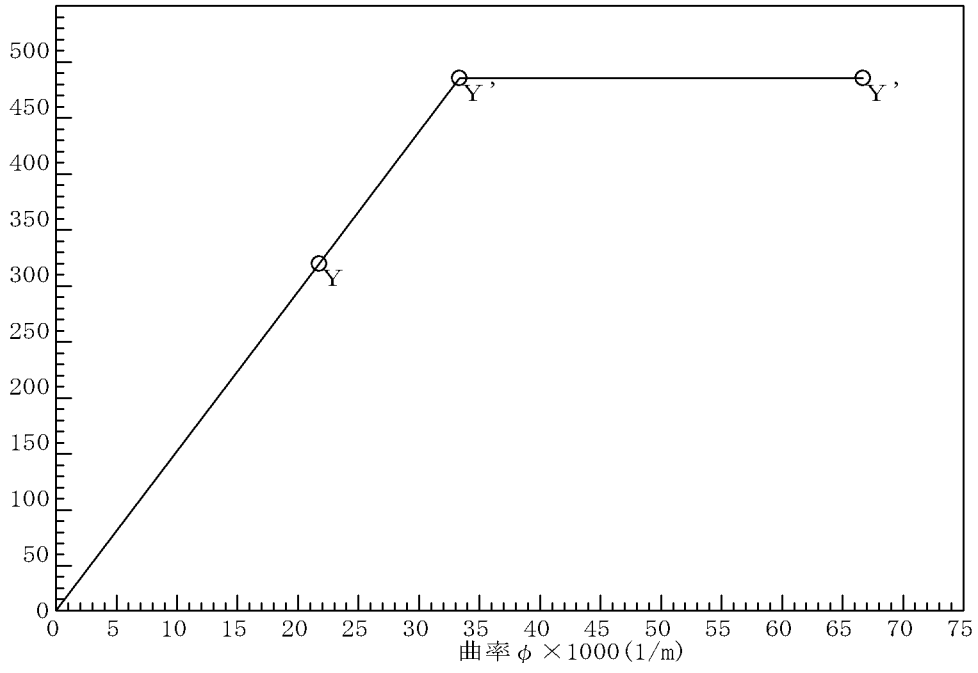
全塑性モーメント

$$M_p = M_{po} \cdot \cos \left( \frac{\alpha \cdot \pi}{2} \right) \text{ (kN.m)}$$

勾配変化点の曲率

$$\phi_y' = \left( \frac{M_p}{M_y} \right) \cdot \phi_y \text{ (1/m)}$$

曲げモーメント (kN・m)



N (kN)	My (kN.m)	y (1/m)		Mp (kN.m)	y' (1/m)
992.8	309.9	0.0217433	0.1637	475.4	0.0333571

7.5.2 水平方向地盤反力係数

$$kHE = k \cdot k \cdot kH$$

ここに、kHE : レベル2地震時照査に用いる水平方向地盤反力係数(kN/m<sup>3</sup>)

k : 群杭効果を考慮した水平方向地盤反力係数の補正係数

砂質地盤  $k = 0.66667$

粘性土地盤  $k = 0.66667$

k : 単杭における水平方向地盤反力係数の補正係数

砂質地盤  $k = 1.5$

粘性土地盤  $k = 1.5$

kH : 地震時の水平方向地盤反力係数(kN/m<sup>3</sup>)

杭外径 (改良体の水平地盤抵抗幅)  $D = 0.5000$  (m)

杭体ヤング係数 (鋼管ヤング係数)  $E = 2.00 \times 10^8$  (kN/m<sup>2</sup>)

杭体断面二次モーメント  $I = 0.000071255$  (m<sup>4</sup>)

$$\frac{1}{\beta} \text{の範囲の平均 } \alpha \cdot Eo = \frac{\sum (\alpha \cdot Eoi \cdot Li)}{1/\beta}$$

杭の換算載荷幅  $BH = \sqrt{\frac{D}{\beta}}$

$$kHo = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot Eo$$

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

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kH \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}}$$

杭の特性値 (換算載荷幅算出) = 0.654551 (m<sup>-1</sup>)

水平抵抗に関する地盤の深さ 1/ = 1.5278 (m)

1/ の範囲の平均  $\cdot Eo = 14000.0$  (kN/m<sup>2</sup>)

杭の換算載荷幅 BH = 0.8740 (m)

kHo = 46666.7 (kN/m<sup>3</sup>)

地震時BH算出時の  $\cdot Eo$ の取扱い: 常時

No	層種	層厚 (m)	$\cdot Eo$ (kN/m <sup>2</sup> )		kH (kN/m <sup>3</sup> )	kHE (kN/m <sup>3</sup> )
			常時	地震時		
1	粘性土	2.500	14000	28000	41854.254	41854.463
2	砂質地盤	2.500	28000	56000	83708.508	83708.926
3	粘性土	3.000	14000	28000	41854.254	41854.463
4	砂質地盤	6.000	56000	112000	167417.017	167417.853
5	砂質地盤	1.000	140000	280000	418542.541	418544.655

耐震設計上の地盤面: 第1層上面 (液状化無視時)

7.5.3 地盤反力度の上限値

1. 受働土圧

$$p_{Epi} = K_{Ep} \cdot \{ \sum \gamma_i \cdot h_i + q \} + 2 \cdot c_i \cdot \sqrt{K_{Epi}}$$

$$K_{Epi} = \frac{\cos^2 \phi_i}{\cos \delta_{Ei} \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi_i - \delta_{Ei}) \cdot \sin \phi_i}{\cos \delta_{Ei}}} \right]^2}$$

ここに、 $p_{Ep}$  : 受働土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$K_{Ep}$  : 受働土圧係数

: 土の単位重量 (kN/m<sup>3</sup>) で水位下では水中の単位重量を用いる。

$h$  : 層厚 (m)

$q$  : 上載荷重 = 93.50 (kN/m<sup>2</sup>)

	層厚 h (m)	(kN/m <sup>3</sup> )	・ h (kN/m <sup>2</sup> )
1	5.500	17.00	93.50
計	5.500		93.50

$c$  : 土の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

: 土のせん断抵抗角 (°)

$E$  : 壁面摩擦角 (°) = - /6

水位高 = 0.000 (m)

	標高 (m)	h (m)	c (kN/m <sup>2</sup> )	(°)	E (°)	$K_{Ep}$	(kN/m <sup>3</sup> )	・ h+q (kN/m <sup>2</sup> )	$p_{Ep}$ (kN/m <sup>2</sup> )
1	0.000 -2.500	2.500	30.00	0.00	0.00	1.000	8.00	93.50 113.50	153.50 173.50
2	-2.500 -5.000	2.500	0.00	27.00	-4.50	3.035	8.00	113.50 133.50	344.52 405.22
3	-5.000 -8.000	3.000	30.00	0.00	0.00	1.000	8.00	133.50 157.50	193.50 217.50
4	-8.000 -14.000	6.000	0.00	30.00	-5.00	3.505	10.00	157.50 217.50	552.06 762.37
5	-14.000 -15.000	1.000	0.00	40.00	-6.67	5.996	10.00	217.50 227.50	1304.14 1364.10

2. 水平地盤反力度の上限値

$$p_{Hu} = \eta_p \cdot \alpha_p \cdot p_{Ep}$$

ここに、 $p_{Hu}$  : 水平地盤反力度の上限値 (kN/m<sup>2</sup>)

$p$  : 単杭における水平地盤反力度の上限値の補正係数

砂質地盤  $p = 3.0$

粘性土地盤  $p = 1.5$  ただし、N<sup>2</sup>では  $p = 1.0$ とする。

$p$  : 群杭効果を考慮した水平地盤反力度の上限値の補正係数

粘性土地盤  $p = 1.0$

砂質地盤  $p \cdot p = \text{荷重載荷直角方向の杭中心間隔} / \text{杭径} (p)$

ただし、砂質地盤における最前列以外の杭の水平地盤反力度の上限値は最前列の1/2を用いる。

・橋軸方向

	層種	平均 N値	p · p	pHu(kN/m <sup>2</sup> )		
				1列目	2列目以降	
1	上端 下端	粘性	5.0	1.500	230.25 260.25	230.25 260.25
2	上端 下端	砂質	10.0	3.000	1033.56 1215.66	516.78 607.83
3	上端 下端	粘性	5.0	1.500	290.25 326.25	290.25 326.25
4	上端 下端	砂質	20.0	3.000	1656.18 2287.11	828.09 1143.56
5	上端 下端	砂質	50.0	3.000	3912.42 4092.30	1956.21 2046.15

・橋軸直角方向

	層種	平均 N値	p · p	pHu(kN/m <sup>2</sup> )		
				1列目	2列目以降	
1	上端 下端	粘性	5.0	1.500	230.25 260.25	230.25 260.25
2	上端 下端	砂質	10.0	3.000	1033.56 1215.66	516.78 607.83
3	上端 下端	粘性	5.0	1.500	290.25 326.25	290.25 326.25
4	上端 下端	砂質	20.0	3.000	1656.18 2287.11	828.09 1143.56
5	上端 下端	砂質	50.0	3.000	3912.42 4092.30	1956.21 2046.15



### 7.5.4 押込み支持力の上限值

#### 1) 地盤から決まる杭の極限支持力

杭 種：マイクロパイル

工 法：STマイクロパイル（タイプII）

改良体造成径：D = 0.8000 (m)

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot (L_i \cdot i)$$

$R_u$ ：地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

$q_d$ ：杭先端における単位面積当たりの極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$$q_d = 2500 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

A：改良体先端面積 (m<sup>2</sup>)

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot 0.8000^2 = 0.503$$

U：改良体の周長 (m)

$$U = \pi \cdot D = 2.513 \text{ (m)}$$

$L_i$ ：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1/3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 1.528 (m)

#### 周面摩擦力

層 No	土質	平均 N値	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	周長 U(m)	層厚 $L_i$ (m)	i (kN/m <sup>2</sup> )	$U \cdot L_i \cdot i$ (kN)
2	粘性	5.0	30.0	2.5133	1.528	0.0	0.0
2	粘性	5.0	30.0	2.5133	0.972	50.0	122.1
3	砂質	10.0	0.0	2.5133	2.500	50.0	314.2
4	粘性	5.0	30.0	2.5133	3.000	50.0	377.0
5	砂質	20.0	0.0	2.5133	6.000	100.0	1508.0
6	砂質	50.0	0.0	2.5133	1.000	200.0	502.7
計					15.000		2823.9

#### 地盤から決まる極限支持力

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot (L_i \cdot i) = 4081 \text{ (kN)}$$

#### 2) 杭体から決まる押込み支持力の上限值

$$R_{pu} = \sigma_y \cdot A_s = 6066 \text{ (kN)}$$

$R_{pu}$ ：杭体から決まる押込み支持力の上限值 (kN)

$$\sigma_y \text{：鋼管の降伏点} = 690.00 \times 10^3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$A_s \text{：鋼管の断面積} = 0.008791 \text{ (m}^2\text{)}$$

#### 3) 押込み支持力の上限值

$$P_{Nu} = \min(R_u, R_{pu}) = 4081 \text{ (kN)}$$

## 7.5.5 引抜き支持力の上限值

## 1) 地盤から決まる杭の極限引抜き力

$$P_u + W = U \cdot (L_i \cdot i) + W$$

$P_u$  : 地盤から決まる杭の極限引抜き力 (kN)

$W$  : マイクロパイルの有効重量 (kN)

$$W = (A_s \cdot s + A_g \cdot g) \cdot L - (A_s + A_g) \cdot w \cdot L_1 + A_c \cdot (L_j \cdot j)$$

$A_s$  : 鋼管の断面積 = 0.009628 (m<sup>2</sup>)

$A_g$  : グラウトの断面積 = 0.063433 (m<sup>2</sup>)

$A_c$  : 改良体の断面積 = 0.429593 (m<sup>2</sup>)

$s$  : 鋼管の単位重量 = 77.0 (kN/m<sup>3</sup>)

$g$  : グラウトの単位重量 = 18.0 (kN/m<sup>3</sup>)

$w$  : 水の単位重量 = 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

$L$  : 設計杭長 = 15.00 (m)

$L_1$  : 水中部杭長

$L_j$  : 層厚 (m)

$j$  : 改良体の単位重量 (kN/m<sup>3</sup>) で原地盤の値を用いる。

層	$L_j$ (m)	$j$ (kN/m <sup>3</sup> )	$L_j \cdot j$ (kN/m <sup>2</sup> )
2	1.528	8.00	12.2
2	0.972	8.00	7.8
3	2.500	8.00	20.0
4	3.000	8.00	24.0
5	6.000	10.00	60.0
6	1.000	10.00	10.0
計	15.000		134.0

$$W = 74.9 \text{ (kN)}$$

$U$  : 改良体の周長 (m)

$$U = \pi \cdot D = 2.513 \text{ (m)}$$

$L_i$  : 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 1.528 (m)

$$P_u + W = U \cdot (L_i \cdot i) + W$$

$$= 2823.9 + 74.9 = 2899 \text{ (kN)}$$

## 2) 杭体から決まる引抜き支持力の上限值

$$P_{pu} = s_y \cdot A_s = 6066 \text{ (kN)}$$

$P_{pu}$  : 杭体から決まる引抜き支持力の上限值 (kN)

$s_y$  : 鋼管の降伏点 = 690.00 × 10<sup>3</sup> (kN/m<sup>2</sup>)

$A_s$  : 鋼管の断面積 = 0.008791 (m<sup>2</sup>)

## 3) 引抜き支持力の上限值

$$P_{Tu} = \min(P_u + W, P_{pu}) = 2899 \text{ (kN)}$$

### 7.5.6 底版前面水平抵抗

#### 1. 水平方向地盤反力係数

$$k_{HE} = \alpha k \cdot k_{Ho} \cdot \left( \frac{BH}{0.3} \right)^{-3/4}$$

$$BH = Be \left( \leq \sqrt{Be \cdot Le} \right)$$

$$k_{Ho} = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_o$$

ここに、 $k_{HE}$  : 底版前面の水平方向地盤反力係数 (kN/m<sup>3</sup>)

$k$  :  $k_H$ の推定に用いる補正係数 = 1.0

$k_{Ho}$  : 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/m<sup>3</sup>)

$BH$  : 底版前面の換算載荷幅 (m)

5.916 (m) : 橋軸方向

5.916 (m) : 橋軸直角方向

$Be$  : 底版の有効前面幅 (m)

10.000 (m) : 橋軸方向

10.000 (m) : 橋軸直角方向

$Le$  : 有効根入れ深さ = 3.500 (m)

No	層厚 (m)	・ $E_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	$k_{Ho}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$k_{HE}$ (kN/m <sup>3</sup> )	
				橋軸方向	橋軸直角方向
1	3.500	28000	93333.333	9973.606	9973.606

## 8章 基礎バネ計算

### 8.1 水平方向地盤反力係数

杭外径 (改良体の水平地盤抵抗幅)	D = 0.5000	(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 = 0.000071255	(m <sup>4</sup> )
杭の特性値 (換算載荷幅算出)	= 1.117702	(m <sup>-1</sup> )
水平抵抗に関する地盤の深さ	1 / = 0.8947	(m)

$$\frac{1}{\beta} \text{の範囲の平均 ED} = \frac{\sum (ED_i \cdot L_i)}{1/\beta} = 97390.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{杭の換算載荷幅 BH} = \sqrt{\frac{D}{\beta}} = 0.6688 \text{ (m)}$$

$$kH_o = \frac{1}{0.3} \cdot ED = 324633.3 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

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

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kH \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 1.117702 \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

ここに、kH<sub>o</sub> : 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	V <sub>si</sub> (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> )
2	粘性土	2.500	5.0	171.00	97390	0.50	177926
3	砂質土	2.500	10.0	172.35	98934	0.50	180747
4	粘性土	3.000	5.0	171.00	97390	0.50	177926
5	砂質土	6.000	20.0	217.15	175529	0.50	320682
6	砂質土	1.000	50.0	294.72	306314	0.50	559619

## 8.2 杭軸直角方向バネ定数，杭軸方向バネ定数

### (1) 橋軸方向

K1	kN/m	79597
K2	kN/rad	35607
K3	kN.m/m	35607
K4	kN.m/rad	31857
Kv	kN/m	116748

### (2) 橋軸直角方向

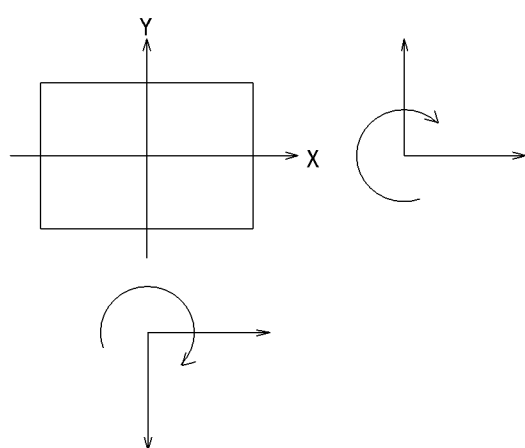
K1	kN/m	79597
K2	kN/rad	35607
K3	kN.m/m	35607
K4	kN.m/rad	31857
Kv	kN/m	116748

### 8.3 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)

		橋軸方向	橋軸直角方向
Ass	kN/m	1.989927E+006	1.989927E+006
Asr	kN/rad	-8.901681E+005	-8.901681E+005
Ars	kN.m/m	-8.901681E+005	-8.901681E+005
Arr	kN.m/rad	2.414603E+007	2.414603E+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	2.918700E+006	2.918700E+006



Y方向 : 橋軸方向  
 X方向 : 橋軸直角方向