

基礎の設計サンプルデータ

詳細出力例

Kui_18

鋼管杭・打込み杭(打撃)
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	5
2.1 杭軸直角方向バネ定数	5
2.2 杭基礎の剛性行列	6
2.3 杭体水平荷重による作用力の補正	7
2.4 杭反力及び変位の計算	8
3章 断面計算	10
3.1 杭体断面力	10
3.2 杭体モーメント図	14
3.3 杭体応力度	18
3.4 着目点ごとの杭体応力度	19
4章 基礎杭計算結果一覧表	23
5章 予備計算	24
5.1 水平方向地盤反力係数	24
5.2 杭軸方向鉛直バネ定数	25
5.3 最大周面摩擦力度	26
5.4 許容支持力・引抜力の計算	27
6章 基礎バネ計算	30
6.1 水平方向地盤反力係数	30
6.2 杭軸直角方向バネ定数，杭軸方向バネ定数	31
6.3 固有周期算定用地盤バネ定数	32

1章 設計条件

1.1 一般事項

- ・データファイル名 : Kui_18.F8F
- ・タイトル :
- ・コメント :

1.2 杭の条件

盛りこぼし橋台における杭基礎の設計 (設計要領第二集橋梁建設編(平成12年1月))

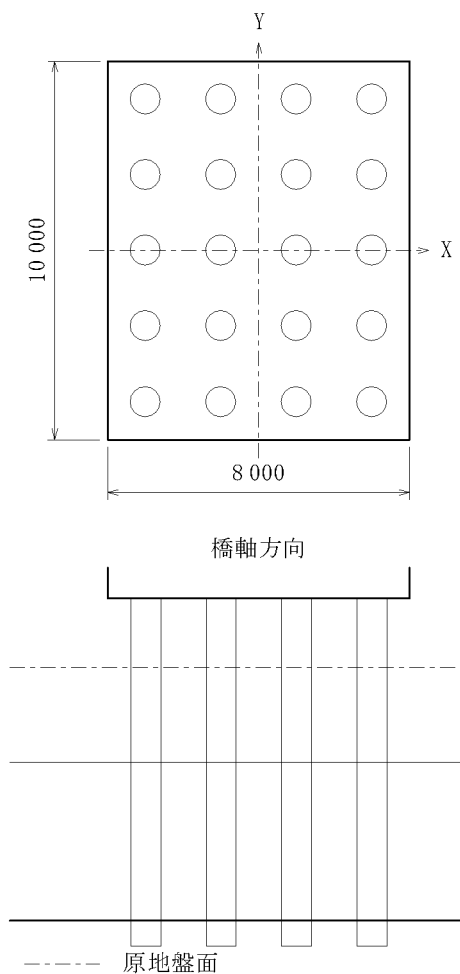
- ・杭種 : 鋼管杭
- ・施工工法 : 打込み杭 (打撃)
- ・杭頭結合条件 : 剛結・ヒンジ
- ・杭先端条件 : ヒンジ
- ・杭の種類 : 支持杭
- ・杭の許容変位量 常時 : 15.0 (mm)
- 地震時 : 15.0 (mm)
- ・杭体のヤング係数 : 2.00×10^5 (N/mm²)
- ・杭本数 : 20 (本)
- ・杭径 : 800.0 (mm)
- ・外側錆代 : 1.0 (mm)
- ・内側錆代 : 0.0 (mm)
- ・設計杭長, 鋼管厚, 材質 : 11.00 (m) 9.0 (mm) SKK490

1.3 使用材料および許容応力度

単位 : N/mm²

No	割増係数	許容曲げ圧縮応力度 c_a		許容曲げ引張応力度 t_a		許容せん断応力度 a	
		SKK400	SKK490	SKK400	SKK490	SKK400	SKK490
1	1.00	140.00	185.00	140.00	185.00	80.00	105.00
2	1.50	210.00	277.00	210.00	277.00	120.00	157.00

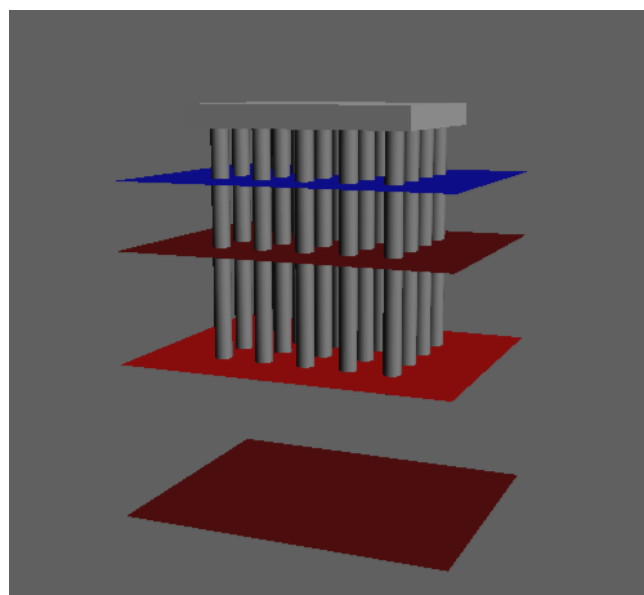
1.4 杭配置図・側面図



杭頭座標

No	X方向	Y方向
1	-3.000	4.000
2	-1.000	2.000
3	1.000	0.000
4	3.000	-2.000
5	—	-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 ²)		(kN/m ³)		f (kN/m ²)		DE
		常 時	地震時		常 時	地震時		'	f	fn	
1	盛土部	1.100	1.100	14.3	40000.0	80000.0	18.00	19.00	0.0	—	—
2	盛土部	1.100	1.100	14.3	40000.0	80000.0	18.00	19.00	30.0	—	—
3	粘性土	3.000	3.000	5.0	14000.0	28000.0	18.00	9.20	50.0	50.0	1.000
4	砂質土	5.000	5.000	24.0	67200.0	134400.0	19.00	10.20	48.0	48.0	1.000
5	砂礫土	0.800	0.800	50.0	140000.0	280000.0	19.00	10.20	100.0	100.0	1.000

第1, 2層は盛土部

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	329411
地震時	329411

・許容支持力・引抜力 (kN/本)

許容支持力	常時	1701
	地震時	2529
許容引抜力	常時	228
	地震時	438

・水平方向地盤反力係数 kH(kN/m³)

層No	層厚(m)		橋軸方向	
	常時	地震時	常時	地震時
盛土部	2.200	2.200	41512	83025
1	3.000	3.000	14529	29059
2	5.000	5.000	69741	139481
3	0.800	0.800	145293	290586

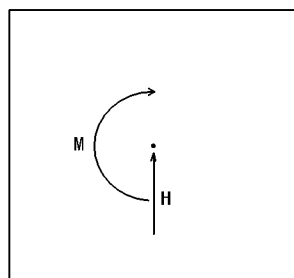
1.7 作用力

(1)橋軸方向

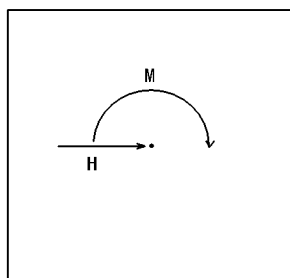
No	荷重ケース名称	割増係数	鉛直力 V(kN)	水平力 H(kN)	モーメント M(kN.m)
1	常時	1.00	10900.0	1380.0	2200.0
2	地震時	1.50	9800.0	3580.0	9500.0

上記荷重ケースについて、地盤変位荷重を載荷しない状態と載荷した状態について検討する。

橋軸直角方向



橋軸方向



地盤変位荷重

(1)常時杭体部作用土圧

常時には背面盛土に伴う施工時地盤変位による水平荷重を考慮する。

地盤変位はフーチング下面で最大、盛土下面でゼロとする逆三角形分布とする。

$$\delta_{smax} = \frac{\alpha \cdot \gamma \cdot 2 \cdot H1 \cdot H2}{E \delta}$$

$$ps = kHs \cdot s$$

ここに、 smax : 最大変位 (m)

: 係数 (= 0.3)

2 : フーチング下面より上の盛土の単位重量 = 18.00 (kN/m³)

H1 : フーチング下面以深の盛土高さ = 2.200 (m)

H2 : フーチング下面より上の盛土高さ = 7.000 (m)

E	: 盛土地盤の施工時変位算定用の変形係数 =	15000 (kN/m ²)
ps	: 作用水平荷重強度 (kN/m ²)	
kHs	: 常時の水平方向地盤反力係数 =	41512 (kN/m ³)
s	: 地盤変位 (m)	

以上から

$$s_{\max} = 0.00554 \text{ (m)}$$

$$p_{s\max} = 230.143 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

psの作用範囲は全ての杭についてその杭幅とする。

ただし、その総幅はフーチング直角方向幅を超えないものとし、計算上超える場合は、各杭の作用荷重を一律低減する。

$$n : \text{杭総本数} = 20 \text{ (本)}$$

$$D : \text{杭幅 (杭外径)} = 0.8000 \text{ (m)}$$

$$L : \text{フーチング直角方向幅} = 10.000 \text{ (m)}$$

$n \cdot D > L$ より、杭体に載荷する最大水平荷重強度は

$$P_{s\max} = p_{s\max} \cdot \frac{L}{n} = 115.071 \text{ (kN/m)}$$

(2)地震時杭体部作用土圧

地震時には盛土地盤のせん断振動に伴う地盤変位による水平荷重と施工時地盤変位による水平荷重の1/2を考慮する。

地盤変位はフーチング下面で最大、盛土下面でゼロとする逆三角形分布とする。

盛土地盤の固有周期

$$T_f = 1.25 \cdot \frac{4H}{V_s} = 0.237 \text{ (s)}$$

$$H : \text{盛土全高} = 9.200 \text{ (m)}$$

$$V_s : \text{盛土地盤のせん断弾性波速度} = 194.11 \text{ (m/s)}$$

盛土全高表面での最大変位

$$D'_{\max} = 0.2 \cdot T_f \cdot S_v = 0.00642 \text{ (m)}$$

$$S_v : \text{応答速度} = 0.135 \text{ (m/s)}$$

フーチング下面での最大変位

$$\delta D_{\max} = \delta D'_{\max} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{H_2}{H}\right) = 0.00235 \text{ (m)}$$

作用荷重

$$pD = kHD \cdot D$$

$$kHD : \text{地震時の水平方向地盤反力係数} = 83025 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$pD_{\max} = 195.398 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

pDの作用範囲は全ての杭についてその杭幅とする。

$$PD_{\max} = pD_{\max} \cdot D = 156.318 \text{ (kN/m)}$$

以上から、地震時にはPDおよびPsの1/2を杭体に載荷する。

2章 安定計算

2.1 杭軸直角方向バネ定数

(1) 橋軸直角方向

a) 杭頭剛結

	単位	常 時	地震時
K1	kN/m	74663	130339
K2	kN/rad	87987	129578
K3	kN.m/m	87987	129578
K4	kN.m/rad	226051	272082

(2) 橋軸方向

a) 杭頭剛結

	単位	常 時	地震時
K1	kN/m	74663	130339
K2	kN/rad	87987	129578
K3	kN.m/m	87987	129578
K4	kN.m/rad	226051	272082

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

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

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

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6588220 & 0 & 0 \\ 0 & 1493268 & -1759730 \\ 0 & -1759730 & 57226787 \end{bmatrix}$$

2) 地震時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6588220 & 0 & 0 \\ 0 & 2606785 & -2591552 \\ 0 & -2591552 & 58147393 \end{bmatrix}$$

(2) 橋軸方向

a) 杭頭剛結

1) 常時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6588220 & 0 & 0 \\ 0 & 1493268 & -1759730 \\ 0 & -1759730 & 37462127 \end{bmatrix}$$

2) 地震時

$$\begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6588220 & 0 & 0 \\ 0 & 2606785 & -2591552 \\ 0 & -2591552 & 38382733 \end{bmatrix}$$

2.3 杭体水平荷重による作用力の補正

$$\begin{bmatrix} V+Gv \\ H+GH \\ M+GM \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Azz & Azx & Aza \\ Axz & Axx & Axa \\ Aaz & Aax & Aaa \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta z \\ \delta x \\ \alpha \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Gv \\ GH \\ GM \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ X \cdot \cos \theta & -X \cdot \sin \theta & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H \\ F \\ G \end{bmatrix}_i$$

$$\begin{bmatrix} H \\ F \\ G \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} Kv & 0 & 0 \\ 0 & K1 & -K2 \\ 0 & -K3 & K4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta z \\ \delta x \\ \alpha \end{bmatrix}_{oi}$$

ここに、 z : 原点鉛直変位(m)

x : 原点水平変位(m)

: 原点回転角(rad)

V : 原点作用鉛直力(kN)

H : 原点作用水平力(kN)

M : 原点作用モーメント(kN.m)

Gv : 杭体水平荷重による原点作用鉛直力補正值(kN)

GH : 杭体水平荷重による原点作用水平力補正值(kN)

GM : 杭体水平荷重による原点作用モーメント補正值(kN.m)

Hi : 杭体水平荷重による杭軸方向力(kN)

Fi : 杭体水平荷重による杭軸直角方向力(kN)

Gi : 杭体水平荷重による杭頭モーメント(kN.m)

i : 杭軸が鉛直軸となす角度(rad)

Xi : 杭頭座標(m)

Kvi : 杭軸方向バネ定数(kN/m)

K1i ~ K4i : 杭軸直角方向バネ定数(kN/m, kN/rad, kN.m/m, kN.m/rad)

zoi : 杭体水平荷重による杭軸方向変位(m)

xoi : 杭体水平荷重による杭軸直角方向変位(m)

oi : 杭体水平荷重による杭頭回転角(rad)

注) 式中のiはi番目の杭を示す。

a) 杭頭剛結

	Hi	Fi	Gi	Gv	GH	GM
常時	0.0	116.6	-61.7	0.0	2332.6	-1234.5
地震時(液無)	0.0	209.9	-105.8	0.0	4198.6	-2116.7

杭頭反力

$$\begin{bmatrix} Pv \\ PH \\ Mt \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} Kv & 0 & 0 \\ 0 & K1 & -K2 \\ 0 & -K3 & K4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta z \\ \delta x \\ \alpha \end{bmatrix}_i - \begin{bmatrix} H \\ F \\ G \end{bmatrix}_i$$

ここに、 Pvi : 杭軸方向反力(kN)

PHi : 杭軸直角方向反力(kN)

Mti : 杭頭モーメント(kN.m)

zi : 杭軸方向変位(m)

xi : 杭軸直角方向変位(m)

i : 杭頭回転角(rad)

注) 式中のiはi番目の杭を示す。

2.4 杭反力及び変位の計算

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

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

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

ここに、 PN_i : 杭軸方向反力(kN/本)

PH_i : 杭軸直角方向反力(kN/本)

Mt_i : 杭頭モーメント(kN.m/本)

Kv_i : 杭軸方向バネ定数(kN/m)

K1_i ~ K4_i : 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。

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

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

注) 式中のiはi番目の杭を示す。

$$f' = | (| nt + eq | - | smax + Dmax |) |$$

ここに、 nt : 施工時地盤変位荷重の1/2による杭頭変位(mm)

eq : 地震時に考慮する地盤変位荷重による杭頭変位(mm)

smax : 施工時地盤変位 = 5.54 (mm)

Dmax : 地震による地盤変位 = 2.35 (mm)

(1) 橋軸方向

a) 杭頭剛結

(1) 常時

・ 原点作用力

$$V_o = 10900.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 1380.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 2200.0 \text{ (kN.m)}$$

・ 原点変位

$$z = 1.65 \text{ (mm)}$$

$$x = 1.05 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00010812 \text{ (rad)}$$

・ 杭反力

No	X(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	Vi(kN)	Hi(kN)	fx(mm)
1	-3.000	5	438.15	69.00	-68.08	438.15	69.00	1.05
2	-1.000	5	509.38	69.00	-68.08	509.38	69.00	1.05
3	1.000	5	580.62	69.00	-68.08	580.62	69.00	1.05
4	3.000	5	651.85	69.00	-68.08	651.85	69.00	1.05

$$PN_{max} = 651.85 \text{ (kN)} \quad R_a = 1701.00 \text{ (kN)} : \text{OK}$$

$$PN_{min} = 438.15 \text{ (kN)} \quad P_a = -228.00 \text{ (kN)} : \text{OK}$$

$$f = 1.05 \text{ (mm)} \quad a = 15.00 \text{ (mm)} : \text{OK}$$

(2)地震時

・原点作用力

Vo = 9800.0 (kN)

Ho = 3580.0 (kN)

Mo = 9500.0 (kN.m)

・原点変位

z = 1.49 (mm)

x = 1.74 (mm)

= 0.00036471 (rad)

・杭反力

No	X(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	Vi(kN)	Hi(kN)	fx(mm)
1	-3.000	5	129.58	179.00	-125.70	129.58	179.00	1.74
2	-1.000	5	369.86	179.00	-125.70	369.86	179.00	1.74
3	1.000	5	610.14	179.00	-125.70	610.14	179.00	1.74
4	3.000	5	850.42	179.00	-125.70	850.42	179.00	1.74

PNmax = 850.42 (kN) Ra = 2529.00 (kN) : OK

PNmin = 129.58 (kN) Pa = -438.00 (kN) : OK

f = 1.74 (mm) a = 15.00 (mm) : OK

(3)常時(地盤変位荷重載荷)

・原点作用力

Vo = 10900.0 (kN)

Ho = 1380.0 (kN)

Mo = 2200.0 (kN.m)

・原点変位

z = 1.65 (mm)

x = 2.66 (mm)

= 0.00015091 (rad)

・杭反力

No	X(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	Vi(kN)	Hi(kN)	fx(mm)
1	-3.000	5	395.86	69.00	-138.56	395.86	69.00	2.66
2	-1.000	5	495.29	69.00	-138.56	495.29	69.00	2.66
3	1.000	5	594.71	69.00	-138.56	594.71	69.00	2.66
4	3.000	5	694.14	69.00	-138.56	694.14	69.00	2.66

PNmax = 694.14 (kN) Ra = 1701.00 (kN) : OK

PNmin = 395.86 (kN) Pa = -228.00 (kN) : OK

f = 2.66 (mm)

(4)地震時(地盤変位荷重載荷)

・原点作用力

Vo = 9800.0 (kN)

Ho = 3580.0 (kN)

Mo = 9500.0 (kN.m)

・原点変位

z = 1.49 (mm)

x = 3.40 (mm)

= 0.00042217 (rad)

・杭反力

No	X(m)	本数	PN(kN)	PH(kN)	Mt(kN.m)	Vi(kN)	Hi(kN)	fx(mm)
1	-3.000	5	72.79	179.00	-220.34	72.79	179.00	3.40
2	-1.000	5	350.93	179.00	-220.34	350.93	179.00	3.40
3	1.000	5	629.07	179.00	-220.34	629.07	179.00	3.40
4	3.000	5	907.21	179.00	-220.34	907.21	179.00	3.40

PNmax = 907.21 (kN) Ra = 2529.00 (kN) : OK

PNmin = 72.79 (kN) Pa = -438.00 (kN) : OK

f' = 6.23 (mm) a = 15.00 (mm) : OK

f' : 地盤変位荷重による地震時の全相対変位

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)	69.00		69.00			
M (kN.m)	-68.08		0.00			
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)	74663		40416			
K2 (kN/rad)	87987		0			
K3 (kN.m/m)	87987		0			
K4 (kN.m/rad)	226051		0			
Mt, Mmax, 1/2Mmax						
Mt (kN.m)	-68.08		0.00			
Mmax (kN.m)	16.31		52.90			
Z (m)	4.013		1.815			
1/2Mmax (kN.m)	34.04		34.04			
S (kN)	49.70		-12.02			
Z (m)	0.576		3.878			
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	1.052	-68.08	69.00	1.707	0.00	69.00
0.500	0.974	-37.86	52.12	1.379	27.87	43.39
1.000	0.866	-15.70	36.81	1.073	44.28	23.08
1.500	0.745	-0.72	23.43	0.802	51.75	7.57
2.000	0.622	8.07	12.09	0.572	52.54	-3.77
2.200	0.575	10.09	8.11	0.492	51.42	-7.30
2.500	0.506	12.23	6.23	0.384	49.00	-8.82
3.000	0.400	14.66	3.60	0.235	44.10	-10.60
3.500	0.305	15.93	1.56	0.123	38.52	-11.63
4.000	0.223	16.31	0.03	0.041	32.57	-12.09
4.500	0.154	16.04	-1.06	-0.015	26.49	-12.15
5.000	0.098	15.31	-1.78	-0.049	20.46	-11.96
5.200	0.079	14.94	-1.99	-0.058	18.08	-11.84
5.500	0.055	14.16	-3.11	-0.066	14.68	-10.79
6.000	0.023	12.31	-4.16	-0.072	9.76	-8.84
6.500	0.000	10.13	-4.45	-0.070	5.85	-6.85
7.000	-0.014	7.94	-4.25	-0.063	2.89	-4.99
7.500	-0.022	5.93	-3.74	-0.053	0.82	-3.37
8.000	-0.024	4.22	-3.09	-0.043	-0.52	-2.02
8.500	-0.024	2.85	-2.41	-0.033	-1.25	-0.95
9.000	-0.021	1.80	-1.78	-0.025	-1.51	-0.15
9.500	-0.017	1.05	-1.25	-0.017	-1.43	0.43
10.000	-0.011	0.53	-0.86	-0.011	-1.11	0.82
10.200	-0.009	0.37	-0.74	-0.008	-0.94	0.92
10.500	-0.006	0.18	-0.48	-0.005	-0.63	1.15
11.000	0.000	0.00	-0.31	0.000	0.00	1.30

2) 橋軸方向 地震時

		杭頭剛結		杭頭ヒンジ		
H (kN)		179.00		179.00		
M (kN.m)		-125.70		0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)		130339		68629		
K2 (kN/rad)		129578		0		
K3 (kN.m/m)		129578		0		
K4 (kN.m/rad)		272082		0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN.m)		-125.70		0.00		
Mmax (kN.m)		46.00		118.40		
Z (m)		2.484		1.596		
1/2Mmax (kN.m)		62.85		62.85		
S (kN)		134.91		-31.55		
Z (m)		0.401		3.719		
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	1.736	-125.70	179.00	2.608	0.00	179.00
0.500	1.514	-50.05	124.85	1.998	69.55	102.60
1.000	1.250	0.52	78.90	1.441	105.86	45.70
1.500	0.985	30.34	41.83	0.969	118.11	5.94
2.000	0.743	43.77	13.23	0.590	114.16	-19.68
2.200	0.656	45.46	3.94	0.465	109.49	-26.67
2.500	0.536	46.00	-0.21	0.303	101.06	-29.33
3.000	0.366	44.51	-5.41	0.097	85.74	-31.58
3.500	0.231	40.88	-8.85	-0.039	69.81	-31.86
4.000	0.130	35.89	-10.92	-0.119	54.08	-30.89
4.500	0.057	30.13	-11.98	-0.156	39.03	-29.26
5.000	0.009	24.03	-12.34	-0.160	24.86	-27.40
5.200	-0.005	21.56	-12.35	-0.156	19.46	-26.66
5.500	-0.020	17.90	-11.91	-0.145	12.23	-21.60
6.000	-0.035	12.31	-10.32	-0.120	3.34	-14.18
6.500	-0.039	7.67	-8.22	-0.092	-2.21	-8.28
7.000	-0.037	4.10	-6.06	-0.065	-5.20	-3.94
7.500	-0.032	1.58	-4.10	-0.042	-6.38	-0.98
8.000	-0.026	-0.05	-2.47	-0.025	-6.37	0.86
8.500	-0.019	-0.96	-1.21	-0.012	-5.66	1.86
9.000	-0.014	-1.32	-0.29	-0.004	-4.60	2.30
9.500	-0.009	-1.29	0.34	0.000	-3.41	2.40
10.000	-0.005	-1.02	0.73	0.002	-2.22	2.34
10.200	-0.004	-0.86	0.83	0.002	-1.76	2.31
10.500	-0.002	-0.58	1.06	0.001	-1.08	2.21
11.000	0.000	0.00	1.20	0.000	0.00	2.14

3) 橋軸方向 常時 (地盤変位荷重載荷)

		杭頭剛結		杭頭ヒンジ		
H (kN)		69.00		69.00		
M (kN.m)		-138.56		0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)		74663		40416		
K2 (kN/rad)		87987		0		
K3 (kN.m/m)		87987		0		
K4 (kN.m/rad)		226051		0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN.m)		-138.56		0.00		
Mmax (kN.m)		40.34		88.91		
Z (m)		5.202		2.221		
1/2Mmax (kN.m)		69.28		69.28		
S (kN)		75.11		-17.75		
Z (m)		0.924		4.029		
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	2.664	-138.56	69.00	3.998	0.00	69.00
0.500	2.538	-101.68	76.68	3.361	32.08	58.91
1.000	2.329	-63.59	74.10	2.750	58.47	46.15
1.500	2.069	-29.10	62.38	2.185	77.69	30.10
2.000	1.785	-2.62	42.14	1.682	87.88	9.86
2.200	1.670	4.79	31.71	1.500	88.91	0.35
2.500	1.498	13.46	26.19	1.249	88.28	-4.44
3.000	1.221	24.51	18.30	0.887	84.43	-10.61
3.500	0.965	32.01	11.96	0.594	77.98	-14.88
4.000	0.733	36.71	7.04	0.363	69.80	-17.63
4.500	0.532	39.26	3.38	0.188	60.54	-19.21
5.000	0.361	40.26	0.80	0.062	50.73	-19.92
5.200	0.302	40.34	0.03	0.024	46.74	-20.01
5.500	0.224	39.66	-4.36	-0.023	40.72	-20.01
6.000	0.118	36.18	-9.05	-0.075	31.01	-18.58
6.500	0.041	31.03	-11.20	-0.102	22.32	-16.07
7.000	-0.011	25.28	-11.56	-0.111	15.02	-13.07
7.500	-0.043	19.66	-10.77	-0.107	9.26	-10.01
8.000	-0.058	14.62	-9.33	-0.096	4.98	-7.16
8.500	-0.062	10.37	-7.64	-0.081	2.04	-4.67
9.000	-0.057	6.98	-5.96	-0.065	0.23	-2.63
9.500	-0.047	4.38	-4.50	-0.048	-0.67	-1.07
10.000	-0.033	2.42	-3.39	-0.031	-0.92	0.03
10.200	-0.027	1.78	-3.05	-0.025	-0.88	0.34
10.500	-0.017	0.99	-2.30	-0.015	-0.66	1.03
11.000	0.000	0.00	-1.81	0.000	0.00	1.48

4) 橋軸方向 地震時 (地盤変位荷重載荷)

		杭頭剛結		杭頭ヒンジ		
H (kN)		179.00		179.00		
M (kN.m)		-220.34		0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)		130339		68629		
K2 (kN/rad)		129578		0		
K3 (kN.m/m)		129578		0		
K4 (kN.m/rad)		272082		0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN.m)		-220.34		0.00		
Mmax (kN.m)		70.16		166.22		
Z (m)		3.421		1.973		
1/2Mmax (kN.m)		110.17		110.17		
S (kN)		158.54		-43.03		
Z (m)		0.646		3.751		
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	3.404	-220.34	179.00	4.933	0.00	179.00
0.500	3.116	-133.70	165.13	3.964	75.96	126.14
1.000	2.719	-57.32	138.51	3.054	127.32	80.31
1.500	2.275	3.13	101.71	2.246	156.99	38.79
2.000	1.832	42.81	55.44	1.564	166.19	-2.24
2.200	1.663	51.80	34.18	1.328	164.04	-19.47
2.500	1.422	60.40	23.43	1.014	156.92	-27.61
3.000	1.060	68.35	9.06	0.590	140.61	-36.81
3.500	0.753	70.11	-1.43	0.279	120.81	-41.76
4.000	0.502	67.46	-8.67	0.066	99.35	-43.68
4.500	0.306	61.87	-13.32	-0.067	77.47	-43.60
5.000	0.159	54.47	-15.97	-0.138	55.94	-42.36
5.200	0.113	51.21	-16.60	-0.152	47.53	-41.69
5.500	0.056	45.77	-19.39	-0.163	35.82	-36.38
6.000	-0.010	35.63	-20.53	-0.159	19.91	-27.29
6.500	-0.047	25.71	-18.82	-0.139	8.40	-18.93
7.000	-0.064	17.06	-15.64	-0.112	0.75	-11.93
7.500	-0.066	10.15	-11.97	-0.083	-3.79	-6.50
8.000	-0.061	5.07	-8.41	-0.058	-6.00	-2.57
8.500	-0.051	1.67	-5.29	-0.038	-6.57	0.09
9.000	-0.039	-0.33	-2.79	-0.023	-6.08	1.75
9.500	-0.028	-1.23	-0.92	-0.012	-4.95	2.69
10.000	-0.018	-1.35	0.35	-0.006	-3.46	3.18
10.200	-0.014	-1.24	0.70	-0.004	-2.81	3.29
10.500	-0.009	-0.90	1.48	-0.002	-1.79	3.50
11.000	0.000	0.00	1.97	0.000	0.00	3.62

3.2 杭体モーメント図

1) 橋軸方向

常時

杭 径 $D = 800.0$ (mm)

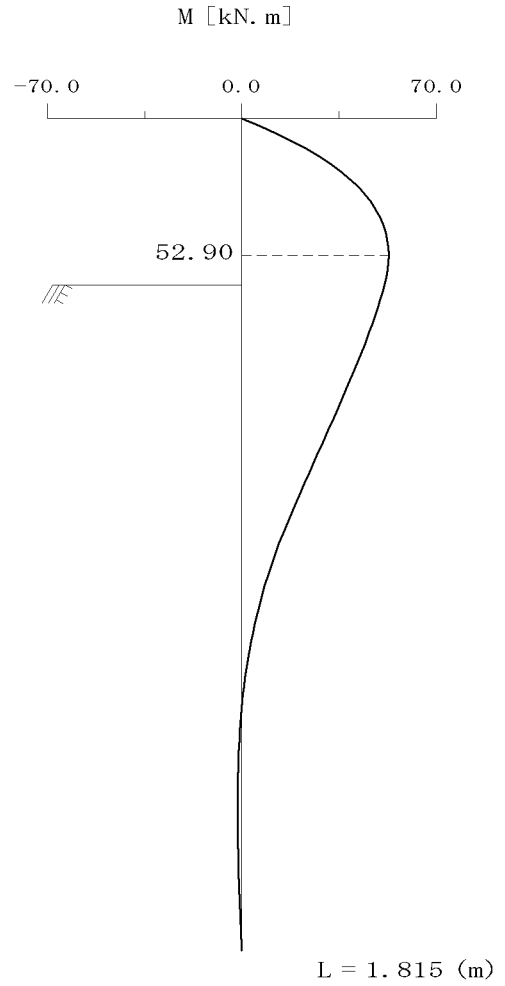
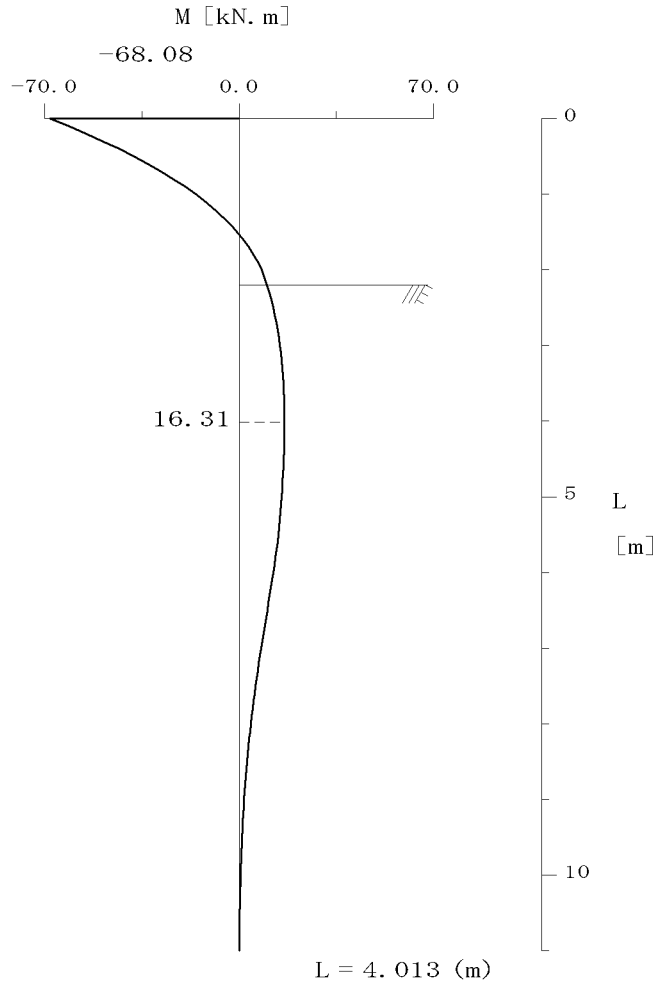
杭 長 $L = 11.00$ (m)

$H = 69.00$ $M = -68.08$ (kN.m)

$H = 69.00$ (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ヒンジ】



2) 橋軸方向

地震時

杭 径 $D = 800.0$ (mm)

杭 長 $L = 11.00$ (m)

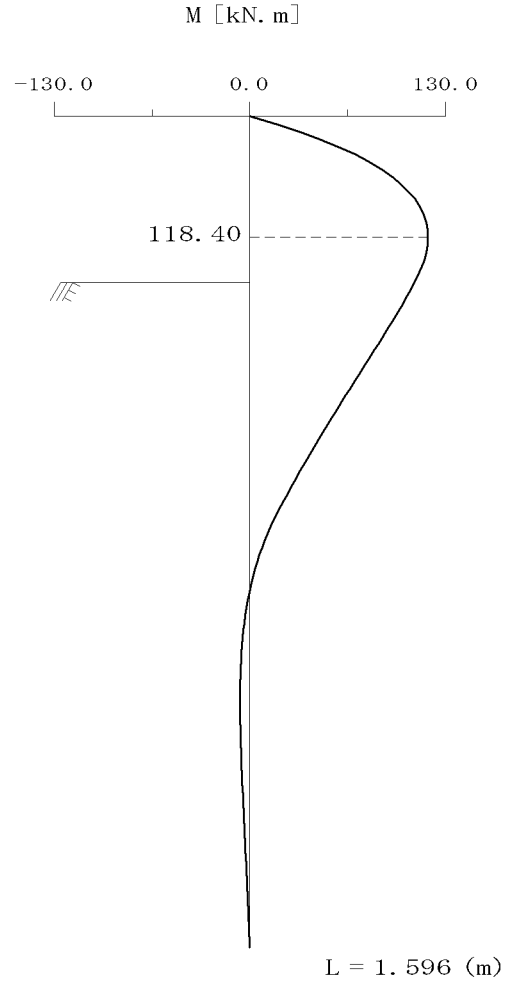
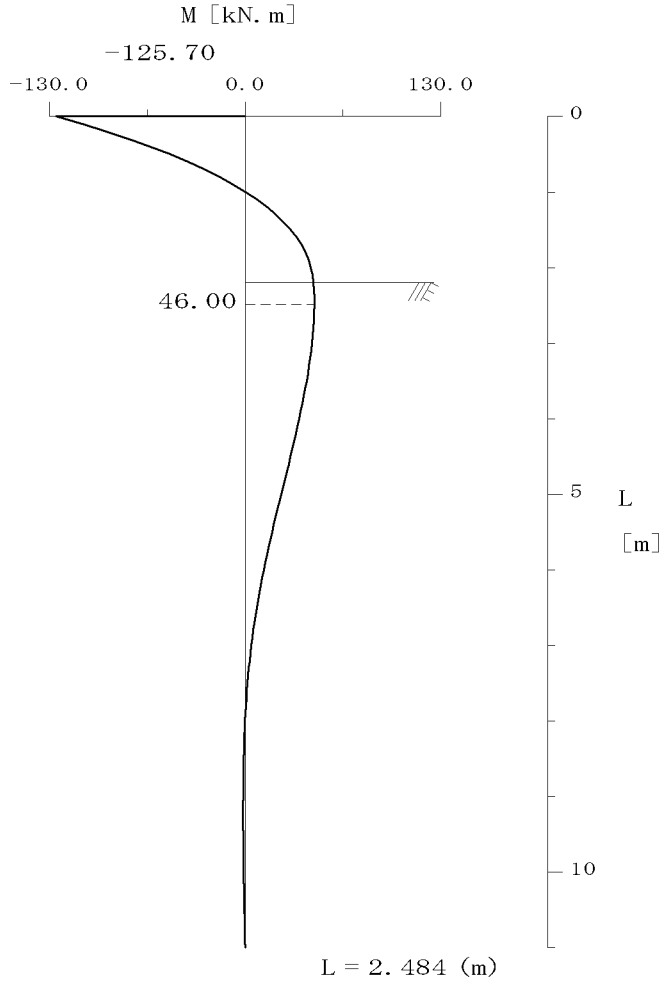
$H = 179.00$

$M = -125.70$ (kN.m)

$H = 179.00$ (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ヒンジ】



3) 橋軸方向

常時

(地盤変位荷重載荷)

杭 径 $D = 800.0$ (mm)

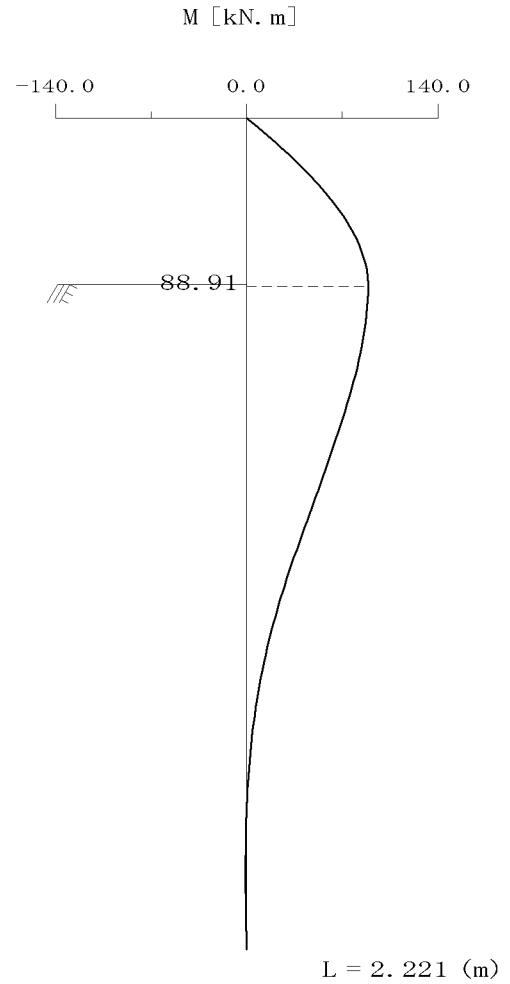
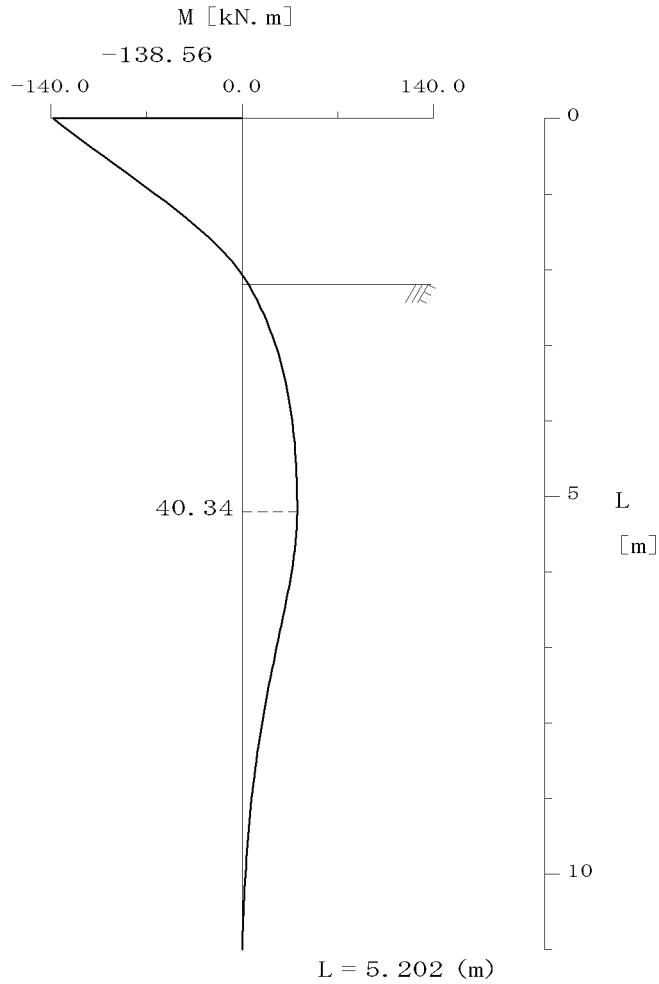
杭 長 $L = 11.00$ (m)

$H = 69.00$ $M = -138.56$ (kN.m)

$H = 69.00$ (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ヒンジ】



4) 橋軸方向

地震時

(地盤変位荷重載荷)

杭 径 $D = 800.0$ (mm)

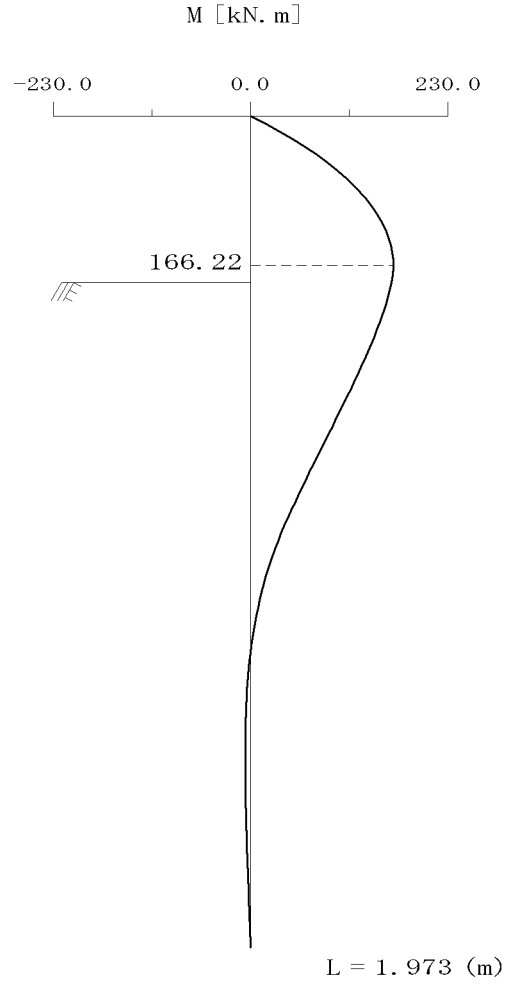
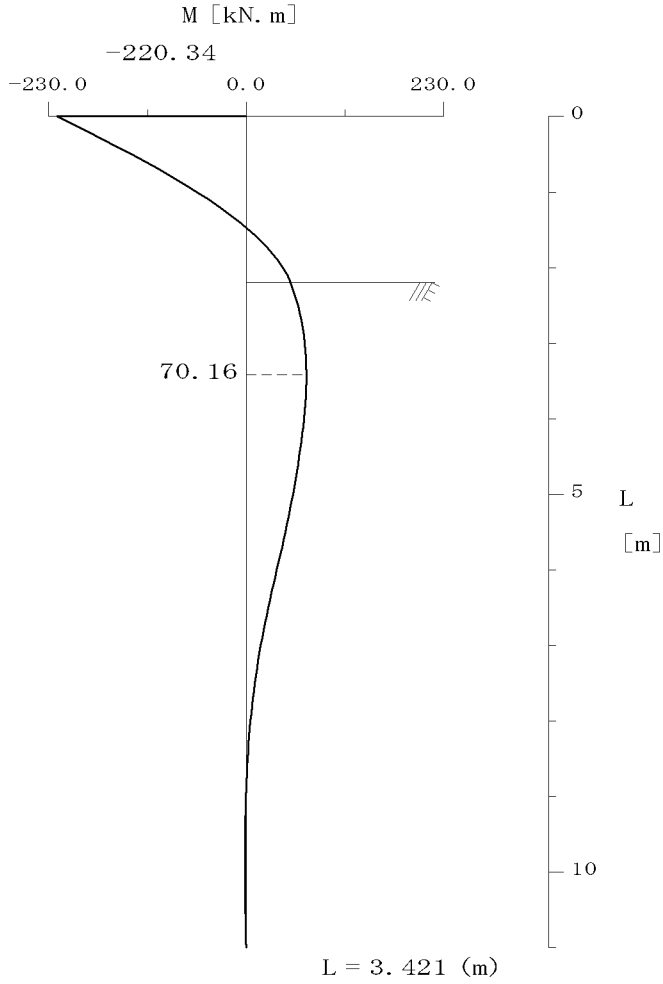
杭 長 $L = 11.00$ (m)

$H = 179.00$ $M = -220.34$ (kN.m)

$H = 179.00$ (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ヒンジ】



3.3 杭体応力度

鋼管杭

第1断面

材質：SKK490

杭外径 D = 800.0(mm)

板厚 t = 9.0(mm)

外側錆代 = 1.0(mm)

内側錆代 = 0.0(mm)

断面積 A = 198.55 × 10²(mm²)

断面2次モーメント I = 154908.66 × 10⁴(mm⁴)

Ys = 399.0(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 ²)	t, ta (N/mm ²)	S (kN)	a (N/mm ²)	Mr(kN.m) Mr_L(m)
1	常時	1	4	68.08	651.85	-50.37 -185.00	-15.29 185.00	69.00	3.475 105.000	590.79
		1	1	68.08	438.15	-39.60 -185.00	-4.53 185.00	69.00	3.475 105.000	632.57
2	地震時	1	4	125.70	850.42	-75.21 -277.00	-10.45 277.00	179.00	9.015 157.000	909.14
		1	1	125.70	129.58	-38.90 -277.00	25.85 277.00	179.00	9.015 157.000	1050.09
3	常時	1	4	138.56	694.14	-70.65 -185.00	0.73 185.00	76.94	3.875 105.000	582.52
		1	1	138.56	395.86	-55.63 -185.00	15.75 185.00	76.94	3.875 105.000	640.84
4	地震時	1	4	220.34	907.21	-102.45 -277.00	11.06 277.00	179.00	9.015 157.000	898.04
		1	1	220.34	72.79	-60.42 -277.00	53.09 277.00	179.00	9.015 157.000	1061.20

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。
荷重ケース3~4は地盤変位荷重を考慮したケース。

3.4 着目点ごとの杭体応力度

1) 橋軸方向 常時

・許容応力度

・SKK400：曲げ圧縮 $c_a = -140.00$ (N/mm²) 曲げ引張 $t_a = 140.00$ (N/mm²)

・SKK490：曲げ圧縮 $c_a = -185.00$ (N/mm²) 曲げ引張 $t_a = 185.00$ (N/mm²)

・軸力最大Nmax = 651.85 (kN) 軸力最小Nmin = 438.15 (kN)

Z (m)	杭頭剛結			杭頭ヒンジ			材質
	M (kN.m)	(N/mm ²)		M (kN.m)	(N/mm ²)		
		cmax	tmax		cmax	tmax	
0.000	-68.08	-50.37	—	0.00	-32.83	—	SKK490
0.500	-37.86	-42.58	—	27.87	-40.01	—	SKK490
1.000	-15.70	-36.87	—	44.28	-44.23	—	SKK490
1.500	-0.72	-33.02	—	51.75	-46.16	—	SKK490
2.000	8.07	-34.91	—	52.54	-46.36	—	SKK490
2.200	10.09	-35.43	—	51.42	-46.08	—	SKK490
2.500	12.23	-35.98	—	49.00	-45.45	—	SKK490
3.000	14.66	-36.61	—	44.10	-44.19	—	SKK490
3.500	15.93	-36.93	—	38.52	-42.75	—	SKK490
4.000	16.31	-37.03	—	32.57	-41.22	—	SKK490
4.500	16.04	-36.96	—	26.49	-39.65	—	SKK490
5.000	15.31	-36.78	—	20.46	-38.10	—	SKK490
5.200	14.94	-36.68	—	18.08	-37.49	—	SKK490
5.500	14.16	-36.48	—	14.68	-36.61	—	SKK490
6.000	12.31	-36.00	—	9.76	-35.35	—	SKK490
6.500	10.13	-35.44	—	5.85	-34.34	—	SKK490
7.000	7.94	-34.88	—	2.89	-33.58	—	SKK490
7.500	5.93	-34.36	—	0.82	-33.04	—	SKK490
8.000	4.22	-33.92	—	-0.52	-32.96	—	SKK490
8.500	2.85	-33.56	—	-1.25	-33.15	—	SKK490
9.000	1.80	-33.29	—	-1.51	-33.22	—	SKK490
9.500	1.05	-33.10	—	-1.43	-33.20	—	SKK490
10.000	0.53	-32.97	—	-1.11	-33.12	—	SKK490
10.200	0.37	-32.92	—	-0.94	-33.07	—	SKK490
10.500	0.18	-32.88	—	-0.63	-32.99	—	SKK490
11.000	0.00	-32.83	—	0.00	-32.83	—	SKK490

*：現場継手不可位置（応力度が許容応力度の90%を超える位置）

2) 橋軸方向 地震時

・許容応力度

・SKK400：曲げ圧縮 $ca = -210.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ 曲げ引張 $ta = 210.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

・SKK490：曲げ圧縮 $ca = -277.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ 曲げ引張 $ta = 277.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

・軸力最大 $N_{max} = 850.42 \text{ (kN)}$ 軸力最小 $N_{min} = 129.58 \text{ (kN)}$

Z (m)	杭頭剛結			杭頭ヒンジ			材質
	M (kN.m)	(N/mm ²)		M (kN.m)	(N/mm ²)		
		cmax	tmax		cmax	tmax	
0.000	-125.70	-75.21	25.85	0.00	-42.83	—	SKK490
0.500	-50.05	-55.72	6.37	69.55	-60.75	11.39	SKK490
1.000	0.52	-42.97	—	105.86	-70.10	20.74	SKK490
1.500	30.34	-50.65	1.29	118.11	-73.25	23.90	SKK490
2.000	43.77	-54.10	4.75	114.16	-72.24	22.88	SKK490
2.200	45.46	-54.54	5.18	109.49	-71.03	21.68	SKK490
2.500	46.00	-54.68	5.32	101.06	-68.86	19.51	SKK490
3.000	44.51	-54.30	4.94	85.74	-64.92	15.56	SKK490
3.500	40.88	-53.36	4.00	69.81	-60.81	11.46	SKK490
4.000	35.89	-52.08	2.72	54.08	-56.76	7.40	SKK490
4.500	30.13	-50.59	1.23	39.03	-52.88	3.53	SKK490
5.000	24.03	-49.02	—	24.86	-49.24	—	SKK490
5.200	21.56	-48.38	—	19.46	-47.84	—	SKK490
5.500	17.90	-47.44	—	12.23	-45.98	—	SKK490
6.000	12.31	-46.00	—	3.34	-43.69	—	SKK490
6.500	7.67	-44.81	—	-2.21	-43.40	—	SKK490
7.000	4.10	-43.89	—	-5.20	-44.17	—	SKK490
7.500	1.58	-43.24	—	-6.38	-44.47	—	SKK490
8.000	-0.05	-42.85	—	-6.37	-44.47	—	SKK490
8.500	-0.96	-43.08	—	-5.66	-44.29	—	SKK490
9.000	-1.32	-43.17	—	-4.60	-44.02	—	SKK490
9.500	-1.29	-43.17	—	-3.41	-43.71	—	SKK490
10.000	-1.02	-43.09	—	-2.22	-43.40	—	SKK490
10.200	-0.86	-43.05	—	-1.76	-43.29	—	SKK490
10.500	-0.58	-42.98	—	-1.08	-43.11	—	SKK490
11.000	0.00	-42.83	—	0.00	-42.83	—	SKK490

*：現場継手不可位置（応力度が許容応力度の90%を超える位置）

3) 橋軸方向 常時 (地盤変位荷重載荷)

・許容応力度

・SKK400 : 曲げ圧縮 $ca = -140.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ 曲げ引張 $ta = 140.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

・SKK490 : 曲げ圧縮 $ca = -185.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ 曲げ引張 $ta = 185.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

・軸力最大 $N_{max} = 694.14 \text{ (kN)}$ 軸力最小 $N_{min} = 395.86 \text{ (kN)}$

Z (m)	杭頭剛結			杭頭ヒンジ			材質
	M (kN.m)	(N/mm ²)		M (kN.m)	(N/mm ²)		
		cmax	tmax		cmax	tmax	
0.000	-138.56	-70.65	15.75	0.00	-34.96	—	SKK490
0.500	-101.68	-61.15	6.25	32.08	-43.22	—	SKK490
1.000	-63.59	-51.34	—	58.47	-50.02	—	SKK490
1.500	-29.10	-42.46	—	77.69	-54.97	0.07	SKK490
2.000	-2.62	-35.64	—	87.88	-57.59	2.70	SKK490
2.200	4.79	-36.19	—	88.91	-57.86	2.96	SKK490
2.500	13.46	-38.43	—	88.28	-57.70	2.80	SKK490
3.000	24.51	-41.27	—	84.43	-56.71	1.81	SKK490
3.500	32.01	-43.21	—	77.98	-55.05	0.15	SKK490
4.000	36.71	-44.42	—	69.80	-52.94	—	SKK490
4.500	39.26	-45.07	—	60.54	-50.55	—	SKK490
5.000	40.26	-45.33	—	50.73	-48.03	—	SKK490
5.200	40.34	-45.35	—	46.74	-47.00	—	SKK490
5.500	39.66	-45.18	—	40.72	-45.45	—	SKK490
6.000	36.18	-44.28	—	31.01	-42.95	—	SKK490
6.500	31.03	-42.95	—	22.32	-40.71	—	SKK490
7.000	25.28	-41.47	—	15.02	-38.83	—	SKK490
7.500	19.66	-40.03	—	9.26	-37.34	—	SKK490
8.000	14.62	-38.73	—	4.98	-36.24	—	SKK490
8.500	10.37	-37.63	—	2.04	-35.49	—	SKK490
9.000	6.98	-36.76	—	0.23	-35.02	—	SKK490
9.500	4.38	-36.09	—	-0.67	-35.13	—	SKK490
10.000	2.42	-35.58	—	-0.92	-35.20	—	SKK490
10.200	1.78	-35.42	—	-0.88	-35.19	—	SKK490
10.500	0.99	-35.21	—	-0.66	-35.13	—	SKK490
11.000	0.00	-34.96	—	0.00	-34.96	—	SKK490

* : 現場継手不可位置 (応力度が許容応力度の90%を超える位置)

4) 橋軸方向 地震時 (地盤変位荷重載荷)

・許容応力度

・SKK400 : 曲げ圧縮 $ca = -210.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ 曲げ引張 $ta = 210.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

・SKK490 : 曲げ圧縮 $ca = -277.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ 曲げ引張 $ta = 277.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

・軸力最大 $N_{max} = 907.21 \text{ (kN)}$ 軸力最小 $N_{min} = 72.79 \text{ (kN)}$

Z (m)	杭頭剛結			杭頭ヒンジ			材質
	M (kN.m)	(N/mm ²)		M (kN.m)	(N/mm ²)		
		cmax	tmax		cmax	tmax	
0.000	-220.34	-102.45	53.09	0.00	-45.69	—	SKK490
0.500	-133.70	-80.13	30.77	75.96	-65.26	15.90	SKK490
1.000	-57.32	-60.46	11.10	127.32	-78.49	29.13	SKK490
1.500	3.13	-46.50	—	156.99	-86.13	36.77	SKK490
2.000	42.81	-56.72	7.36	166.19	-88.50	39.14	SKK490
2.200	51.80	-59.03	9.68	164.04	-87.94	38.58	SKK490
2.500	60.40	-61.25	11.89	156.92	-86.11	36.75	SKK490
3.000	68.35	-63.30	13.94	140.61	-81.91	32.55	SKK490
3.500	70.11	-63.75	14.39	120.81	-76.81	27.45	SKK490
4.000	67.46	-63.07	13.71	99.35	-71.28	21.92	SKK490
4.500	61.87	-61.63	12.27	77.47	-65.64	16.29	SKK490
5.000	54.47	-59.72	10.36	55.94	-60.10	10.74	SKK490
5.200	51.21	-58.88	9.52	47.53	-57.94	8.58	SKK490
5.500	45.77	-57.48	8.12	35.82	-54.92	5.56	SKK490
6.000	35.63	-54.87	5.51	19.91	-50.82	1.46	SKK490
6.500	25.71	-52.31	2.96	8.40	-47.86	—	SKK490
7.000	17.06	-50.09	0.73	0.75	-45.88	—	SKK490
7.500	10.15	-48.31	—	-3.79	-46.67	—	SKK490
8.000	5.07	-47.00	—	-6.00	-47.24	—	SKK490
8.500	1.67	-46.12	—	-6.57	-47.39	—	SKK490
9.000	-0.33	-45.78	—	-6.08	-47.26	—	SKK490
9.500	-1.23	-46.01	—	-4.95	-46.97	—	SKK490
10.000	-1.35	-46.04	—	-3.46	-46.58	—	SKK490
10.200	-1.24	-46.01	—	-2.81	-46.42	—	SKK490
10.500	-0.90	-45.92	—	-1.79	-46.15	—	SKK490
11.000	0.00	-45.69	—	0.00	-45.69	—	SKK490

* : 現場継手不可位置 (応力度が許容応力度の90%を超える位置)

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		3 常時		4 地震時		
原点作用力										
Vo	kN	10900.0		9800.0		10900.0		9800.0		
Ho	kN	1380.0		3580.0		1380.0		3580.0		
Mo	kN.m	2200.0		9500.0		2200.0		9500.0		
原点変位										
x	mm	1.05		1.74		2.66		3.40		
z	mm	1.65		1.49		1.65		1.49		
	rad	0.00010812		0.00036471		0.00015091		0.00042217		
f, a	mm	1.05	15.00	1.74	15.00	2.66		6.23 *	15.00	
鉛直反力										
PNmax, Ra	kN	651.85	1701.00	850.42	2529.00	694.14	1701.00	907.21	2529.00	
PNmin, Pa	kN	438.15	-228.00	129.58	-438.00	395.86	-228.00	72.79	-438.00	
水平反力										
PH	kN	69.00		179.00		69.00		179.00		
杭作用モーメント										
杭頭 Mt	kN.m	-68.08		-125.70		-138.56		-220.34		
地中部 Mm	kN.m	52.90		118.40		88.91		166.22		
杭体応力度										
上杭	c, ca	N/mm ²	-50.37	-185.00	-75.21	-277.00	-70.65	-185.00	-102.45	-277.00
	t, ta	N/mm ²	-4.53	185.00	25.85	277.00	15.75	185.00	53.09	277.00
	, a	N/mm ²	3.475	105.000	9.015	157.000	3.875	105.000	9.015	157.000
判定		OK		OK		OK		OK		

荷重ケース3~4は地盤変位荷重を考慮したケース

* : 地盤変位荷重による地震時の全相対変位

杭種 : 打込み杭打撃工法 鋼管杭

杭径 : = 800.0 (mm)

杭長 : L = 11.00 (m)

鋼管厚 : t = 9.0 (mm)

5章 予備計算

5.1 水平方向地盤反力係数

杭外径		D = 0.8000	(m)
杭体ヤング係数		E = 20.00 × 10 ⁷	(kN/m ²)
杭体断面二次モーメント		I = 0.001549091	(m ⁴)
杭の特性値(換算載荷幅算出)	常時	= 0.395821	(m ⁻¹)
	地震時	= 0.395821	(m ⁻¹)
水平抵抗に関する 地盤の深さ	常時 1/	= 2.5264	(m)
	地震時 1/	= 2.5264	(m)

$$\frac{1}{\beta} \text{の範囲の平均 } \alpha \cdot E_o = \frac{\sum (\alpha \cdot E_{oi} \cdot L_i)}{1/\beta} = 36640.1 \text{ (kN/m}^2\text{) (常時)}$$

$$= 36640.1 \text{ (kN/m}^2\text{) (地震時)}$$

$$\text{杭の換算載荷幅 } BH = \sqrt{\frac{D}{\beta}} = 1.4217 \text{ (m) (常時)}$$

$$= 1.4217 \text{ (m) (地震時)}$$

$$kH_o = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_o = 122133.7 \text{ (kN/m}^3\text{) (常時)}$$

$$= 122133.7 \text{ (kN/m}^3\text{) (地震時)}$$

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

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kH \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 0.395821 \text{ (m}^{-1}\text{) (常時), } 0.395821 \text{ (m}^{-1}\text{) (地震時)}$$

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 ²)		kH (kN/m ³)	
	常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時
盛土部	2.200	2.200	40000	80000	41512	83025
1	3.000	3.000	14000	28000	14529	29059
2	5.000	5.000	67200	134400	69741	139481
3	0.800	0.800	140000	280000	145293	290586

5.2 杭軸方向鉛直バネ定数

$$K_v = a \cdot \frac{A_p \cdot E_p}{L}$$

杭種：鋼管杭

工法：打込み杭打撃工法

$$a = 0.014 \cdot (L/D) + 0.72 = 0.9125$$

Ap : 杭の純断面積	=	0.01985	(m ²)
Ep : 杭体のヤング係数	=	20.00 × 10 ⁷	(kN/m ²)
L : 杭長	=	11.000	(m)
D : 杭径	=	0.8000	(m)

$$K_v = 329411 \text{ (kN/m)}$$

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
打込み杭工法	2N (100)	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 ²)	f i (kN/m ²)
—	2.200 0.000	2.200	盛土	15.0	—	30.0
1	0.000 -3.000	3.000	粘性	5.0	30.0	50.0
2	-3.000 -8.000	5.000	砂質	24.0	0.0	48.0
3	-8.000 -15.000	7.000	砂礫	50.0	0.0	100.0

底版下面から原盤面までの盛土部およびそれ以深の全層の最大周面摩擦力度を示す。

盛土部の最大周面摩擦力度はN 15程度となることを想定して推定した値を示す。

なお、盛土部の最大周面摩擦力度は下方1/2の部分についてのみ考慮する。

5.4 許容支持力・引抜力の計算

1) 杭の諸元

杭種 : 鋼管杭 800.0 (mm)
 工法 : 打込み杭 (打撃)
 設計杭長 : L = 11.000 (m)
 杭の種類 : 支持杭

2) 許容支持力の計算

$$R_a = \frac{\gamma}{n} \cdot (R_u - W_s) + W_s - W$$

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

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

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/m²)

$$\frac{\text{支持層への換算根入れ深さ}}{\text{杭径}} = 2.70$$

$$\text{設計N値} = 36.0$$

$$\frac{q_d}{N} = 208.0$$

$$q_d = 208.0 \cdot 36.0 = 7488 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

A_p : 杭先端面積 (m²)

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

U : 杭の周長(m)

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

L_i : 層厚(m)

f_i : 層の最大周面摩擦力度 (kN/m²)

DE_i : 土質定数の低減係数 (地震時のみ)

W_s : 杭で置き換えられる部分の土の有効重量 (kN)

$$W_s = A_p \cdot (i \cdot L_i)$$

i : 土の有効単位重量 (kN/m³)

周面摩擦力および杭で置き換えられる部分の土の有効重量

・ 常時

層No	土質	平均N値	粘着力 (kN/m ²)	層厚 L _i (m)	i (kN/m ³)	W _s (kN)	f _i (kN/m ²)	L _i · f _i (kN/m)
—	盛土	14.3	0.0	1.100	18.00	10.0	0.0	0.0
—	盛土	14.3	0.0	1.100	18.00	10.0	30.0	33.0
1	粘性	5.0	30.0	3.000	9.20	13.9	50.0	150.0
2	砂質	24.0	0.0	5.000	10.20	25.6	48.0	240.0
3	砂礫	50.0	0.0	0.800	10.20	4.1	100.0	80.0
計				11.000		63.5		503.0

・地震時(液無)

層 No	土質	平均 N値	粘着力 (kN/m ²)	層厚 Li (m)	i (kN/m ³)	Ws (kN)	fi (kN/m ²)	Li・fi (kN/m)
—	盛土	14.3	0.0	1.100	18.00	10.0	0.0	0.0
—	盛土	14.3	0.0	1.100	18.00	10.0	30.0	33.0
1	粘性	5.0	30.0	3.000	9.20	13.9	50.0	150.0
2	砂質	24.0	0.0	5.000	10.20	25.6	48.0	240.0
3	砂礫	50.0	0.0	0.800	10.20	4.1	100.0	80.0
計				11.000		63.5		503.0

地盤から決まる極限支持力

常 時

$$Ru = qd \cdot Ap + U \cdot (Li \cdot fi)$$

$$= 7488 \cdot 0.503 + 2.513 \cdot 503.0 = 5028 \text{ (kN)}$$

地震時(液無)

$$Ru = qd \cdot Ap + U \cdot (Li \cdot fi)$$

$$= 7488 \cdot 0.503 + 2.513 \cdot 503.0 = 5028 \text{ (kN)}$$

W : 杭の有効重量(kN) ()内は地震時を示す。

$$W = (W'' \cdot L + Wo \cdot Lo) = 17.0 \text{ (17.0) (kN)}$$

上杭

$$W'' : \text{水中部単位長重量 (kN/m)} = 1.50$$

$$L : \text{水中部杭長 (m)} = 8.800 \text{ (8.800)}$$

$$Wo : \text{水位上部単位長重量(kN/m)} = 1.72$$

$$Lo : \text{水位上部杭長 (m)} = 2.200 \text{ (2.200)}$$

許容支持力

$$\text{常 時} \quad Ra = \frac{1.0}{3.0} \cdot (5028 - 63.5) + 63.5 - 17.0 = 1701 \text{ (kN)}$$

$$\text{地震時(液無)} \quad Ra = \frac{1.0}{2.0} \cdot (5028 - 63.5) + 63.5 - 17.0 = 2529 \text{ (kN)}$$

3)許容引抜力の計算

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

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

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

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力 (kN)

$$Pu = 2.513 \cdot 503.0 = 1264 \text{ (kN) (常 時)}$$

$$Pu = 2.513 \cdot 503.0 = 1264 \text{ (kN) (地震時(液無))}$$

W : 杭の有効重量 17.0 (kN) (常 時)

17.0 (kN) (地震時)

許容引抜力

$$\text{常 時} \quad P_a = \frac{1}{6.0} \cdot 1264 + 17.0 = 228 \text{ (kN)}$$

$$\text{地震時(液無)} \quad P_a = \frac{1}{3.0} \cdot 1264 + 17.0 = 438 \text{ (kN)}$$

4)計算結果一覧

(kN/本)		
許容支持力	常 時	1701
	地震時(液無)	2529
許容引抜力	常 時	228
	地震時(液無)	438

6章 基礎バネ計算

6.1 水平方向地盤反力係数

杭外径	D = 0.8000	(m)
杭体ヤング係数	E = 20.00 × 10 ⁷	(kN/m ²)
杭体断面二次モーメント	I = 0.001549091	(m ⁴)
杭の特性値(換算載荷幅算出)	= 0.356867	(m ⁻¹)
水平抵抗に関する地盤の深さ	1 / = 2.8022	(m)

$$\frac{1}{\beta} \text{の範囲の平均 ED} = \frac{\sum (ED_i \cdot L_i)}{1/\beta} = 25168.1 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{杭の換算載荷幅 BH} = \sqrt{\frac{D}{\beta}} = 1.4972 \text{ (m)}$$

$$kH_o = \frac{1}{0.3} \cdot ED = 83893.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

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

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kH \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 0.356867 \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

ここに、kH_o：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/m³)

BH：基礎前面の換算載荷幅 (m)

kH：水平方向地盤反力係数 (kN/m³)

層No	土質	層厚 (m)	N値	V _s i (m/s)	動的変形係数 ED (kN/m ²)	動的ポアソン比 D	kH (kN/m ³)
盛土部	——	2.200	14.3	——	3833	——	3826
1	粘性土	3.000	5.0	171.00	103116	0.50	102938
2	砂質土	5.000	24.0	230.76	198221	0.50	197879
3	砂礫土	0.800	50.0	294.72	323331	0.50	322774

6.2 杭軸直角方向バネ定数，杭軸方向バネ定数

(1) 橋軸直角方向

K1	kN/m	47287
K2	kN/rad	91305
K3	kN.m/m	91305
K4	kN.m/rad	261046
Kv	kN/m	329411

(2) 橋軸方向

K1	kN/m	47287
K2	kN/rad	91305
K3	kN.m/m	91305
K4	kN.m/rad	261046
Kv	kN/m	329411

6.3 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)

		橋軸直角方向	橋軸方向
Ass	kN/m	9.457451E+005	9.457451E+005
Asr	kN/rad	-1.826101E+006	-1.826101E+006
Ars	kN.m/m	-1.826101E+006	-1.826101E+006
Arr	kN.m/rad	5.792668E+007	3.816202E+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	6.588220E+006	6.588220E+006

