

表紙

目次

1章 設計条件	1
1.1 適用基準	1
1.2 基本データ	1
1.3 構造寸法	3
1.4 杭配置及び杭長	3
1.4.1 杭配置	3
1.4.2 杭長	3
1.5 詳細設定	3
1.6 荷重ケース（許容応力度法）	6
1.7 深礎基礎データ	6
1.7.1 地盤条件	6
1.7.2 隣接基礎条件	8
1.7.3 その他荷重	8
1.7.4 杭配筋	8
1.7.5 周面摩擦力度	9
1.8 フレームデータ	10
1.8.1 格点座標	10
1.8.2 杭頭格点接合	11
1.8.3 材質	11
1.8.4 断面諸値	11
1.8.5 部材	11
1.8.6 荷重データ（許容応力度法）	12
1.9 杭頭接合計算	13
2章 地盤の諸条件	14
2.1 地盤反力係数	14
2.2 支点ばね	18
2.3 底面の許容鉛直地盤反力度	22
2.4 底面地盤のせん断抵抗力	24
2.5 水平支持力・塑性化抵抗力の上限値	26
2.6 周面摩擦力度の上限値	30
3章 許容応力度法	32
3.1 計算結果一覧	32
3.2 弾塑性解析結果	34
3.2.1 杭体断面力	34
3.2.2 杭体変位	38
3.2.3 地盤反力	40
3.2.4 地盤ばね値	42
3.3 フレーム解析結果	44
3.3.1 支点反力	44
3.3.2 格点変位	45
3.3.3 部材断面力	46

1章 設計条件

1.1 適用基準

道路橋示方書IV下部構造編（平成24年3月）	日本道路協会
道路橋示方書V耐震設計編（平成24年3月）	日本道路協会
設計要領第二集（平成24年7月）	東日本 / 中日本 / 西日本高速道路株式会社
杭基礎設計便覧（平成19年1月）	日本道路協会

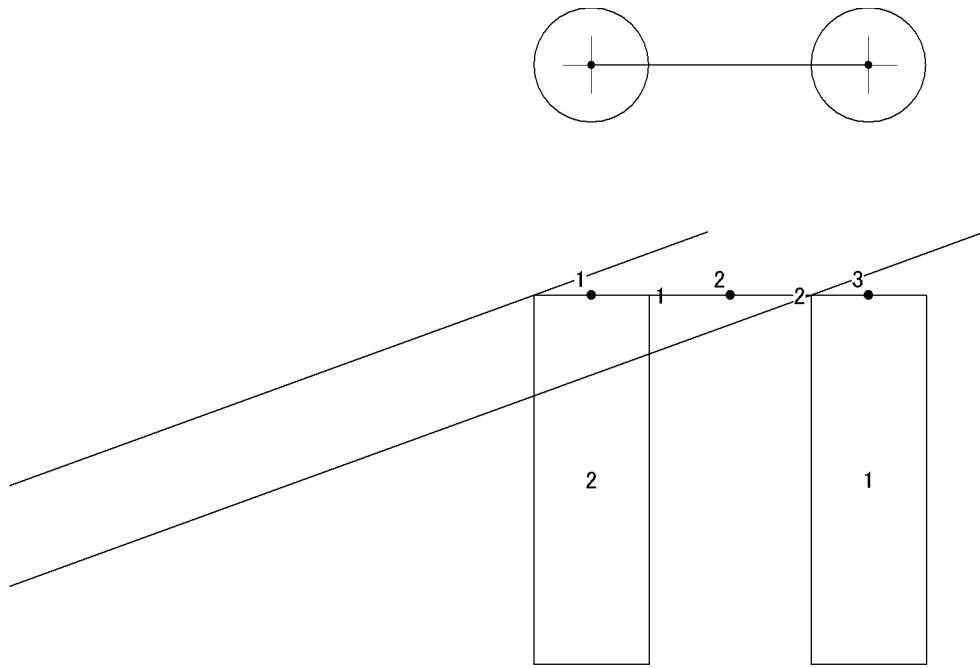
1.2 基本データ

保存ファイル名：Reidai-jz

工事名：Reidai-jデータを基に、面外方向の荷重を作用させた例。

(1)設計方向1	杭列数	1 列	入力対象杭列	1 列
(2)設計方向2	杭列数	2 列	入力対象杭列	1 列
(3)杭形状	円形			
(4)適用基準	NEXCO設計要領			
(5)対象構造物	橋脚基礎			
(6)杭周面摩擦の考慮	考慮する (XY)			
(6)混合土留め	用いない			
(7)杭径 (公称径)	D =	2.500 m		
杭径 (設計径)	D _s =	2.500 m		
(8)使用材料 (深礎杭)				
コンクリートの設計基準強度	σ _{ck} =	24 N/mm ²		
鉄筋の材質 (軸方向鉄筋)	=	SD345		
(せん断補強筋)	=	SD345		
単位体積重量	ρ =	24.50 kN/m ³		
(9)使用材料 (フーチング)				
コンクリートの設計基準強度	σ _{ck} =	24 N/mm ²		
鉄筋の材質 (軸方向鉄筋)	=	SD345		
(せん断補強筋)	=	SD345		
単位体積重量	ρ =	24.50 kN/m ³		
(10)解析方向	[設計方向 1]			
(11)荷重載荷方向	面外解析			
(12)設計水平震度 (レベル1地震時)	k _H =	0.20		
(13)フーチングタイプ	フーチングなし			
(14)底版荷重の取扱い	作用格点に載荷			
(15)底版荷重を自動生成	行わない			

構造図



1.3 構造寸法

柱寸法

形状 : 矩形

断面寸法 L= 2.000 m

B= 2.000 m

中心位置 X= 0.000 m

Y= 0.000 m

1.4 杭配置及び杭長

1.4.1 杭配置

列No	X(m)
1	0.000

行No	Y(m)
1	3.000
2	-3.000

1.4.2 杭長

		1列
1行	杭全長 L(m)	8.000
2行	杭全長 L(m)	8.000

1.5 詳細設定

[モデル化]

- | | |
|----------------------|-----------|
| (1)水平ばね格点間隔 | 0.50 m |
| (2)周面摩擦力度の取扱い | 内部計算(別入力) |
| (3)底面ばねの取扱い 許容応力度法 | 有効断面 |
| レベル2地震時 | 有効断面 |
| (4)底面に引抜力が生じた場合の底面ばね | 0とする |
| (5)底面せん断ばねの鉛直ばねに対する比 | = 0.3000 |
| (6)大口径深礎における底面の連成ばね | 考慮しない |
| (7)面外解析時の杭軸周りの回転拘束条件 | 固定 |
| (8)許容応力度法照査時の地盤の取扱い | 塑性化させる |

[補正係数]

(9)水平方向地盤反力係数の補正係数

常時、暴風時、レベル1地震時 $k = 1.5$

レベル2地震時 $k = 1.5$

(10)同じ層に水平かぶりがある場合 最も杭前面に近い位置

(11)安全率または補正係数

		常 時	レベル1 地震時	レベル2 地震時
許容鉛直地盤反力度の安全率n		3.0	2.0	1.0
底面せん断抵抗力の安全率n		1.5	1.2	----
水平支持力の上限值決定のための補正係数m		3.0	2.0	1.0
塑性化領域の抵抗力上限値決定のための補正係数m		3.0	2.0	1.0
周面摩擦力度の上限值 の補正係数m	水平方向	1.5	1.1	1.0
	鉛直方向（押込み）	3.0	2.0	1.0
	鉛直方向（引抜き）	6.0	4.0	1.0

[許容応力度法]

- (12)水平支持力 R_q 算出時の杭幅の取扱い 周面摩擦を考慮する場合は杭幅を0.8Dとする
- (13)水平地盤の受働土圧の取扱い 考慮しない
- (14)底面せん断抵抗の取扱い（許容応力度法） 1本単位で判定
常時の浮上り時の判定 NG 判定とする
- (15)鉄筋区間ごとの杭体応力度照査、1/2Mmax位置の応力照査 鉄筋区間ごとの応力度を照査しない
- (16)せん断照査時の軸力による割増（許容応力度法） 考慮する
- (17)コンクリートの許容応力度の低減 杭径D < 5mの場合のみ許容応力度に0.9を乗じる

[レベル2]

- (18)杭の押込み支持力算定式 $P_{Nu} = q_a \times A'$ (有効断面)
- (19)押込み支持力の降伏判定 考慮する(全杭列を対象とする)
- (20)塑性化領域60%、底面浮上り率60%の降伏判定（大口径深礎 - 単杭） 降伏判定に含める
- (21)せん断耐力の照査位置 杭頭位置
- (22)せん断耐力計算時の軸力
- (23)終局後の杭体曲げ剛性の取り方 内部計算
- (24)レベル2地震時照査の降伏 許容しない
- (25)レベル2地震時における基礎天端の許容変位
水平変位 = 400 mm
回転変位 = 0.025 rad
- (26)降伏剛性に対する2次剛性 考慮しない (r=0)

[底面地盤反力]

- (27)杭底面の許容鉛直支持力度 q_a の低減係数 β 内部計算
- (28)根入れ比 $D_f/D < 1$ の場合の基礎底面の岩盤上限値 根入れ比 < 1の場合は道示IV表-解10.3.2を用いる
根入れ比 0.5~1.0間の補正 行う
- (30)岩盤の場合の式(11.4.1)による極限支持力度 q_d との比較 q_d と比較を行う

[地盤の塑性化]

- (31) 塑性化後のせん断定数の取扱い
 硬岩の粘着力 C_{res} $1/3 \times C$
 せん断抵抗角 ϕ' の上限値 制限なし
- (32) 塑性化抵抗力の載荷範囲 全ての範囲
- (33) 塑性化による強度低下地盤が生じた場合の再計算 行わない
- (34) すべり角の検索範囲 45 ~ 135度
- (35) 硬岩の塑性化後抵抗力と比較する受働土圧算定に用いる土質定数
 塑性化前の土質定数を用いる
- (36) R_o の適用方法 R_q と同じ判定を行う
- (37) 抵抗力算定式の土塊分が負値の場合の取扱い 0として算を行う

[M -]

- (38) M - 計算時の c_k の低減 杭径によらず c_k を低減しない
- (39) M - 算定時の杭の軸力の取扱い 入力する
- (40) M - 関係の自動調整 行わない

[底板]

- (41) 鉄筋の取扱い(許容応力度法) 単鉄筋
- (42) 鉄筋の取扱い(レベル2地震時) 単鉄筋
- (43) 端部杭の有効幅の広がり取扱い(レベル2地震時) 端部または $1 \cdot D$
- (44) 底板骨組みモデルの底板部材剛性の取扱い 計算直角方向の「底板幅 / 杭列数」で部材幅を算出
- (45) 底板剛性評価に用いる K_v の取扱い 周面摩擦力の鉛直成分を含める
- (46) レベル2地震時の押抜きせん断照査の取扱い 常に照査を行う
- (47) 底板段差部の取扱い 照査位置に追加しない
- (48) 照査位置の曲げモーメントの符号が異なる場合の取扱い(骨組み解析のみ)
 絶対値の最大値で照査を行う

1.6 荷重ケース (許容応力度法)

荷重ケース [1] : 地震時
 荷重状態 : 地震時
 安全率 : 地震時
 応力度 : 地震時
 底面せん断 : 暴風・地震
 許容変位 $a = 25$ (mm)
 許容応力度 $c_a = 10.80$ (N/mm²)
 $s_a = 300.00$ (N/mm²) (軸方向鉄筋)
 $s_a = 300.00$ (N/mm²) (上記以外)
 $s_a' = 300.00$ (N/mm²) (圧縮鉄筋)
 $a_1 = 0.31$ (N/mm²)
 $a_2 = 2.29$ (N/mm²)

	V(kN)	H(kN)	M(kN)
底版下面作用力	0.00	0.00	0.00

	杭列1
荷重分担率 μV	1.0000
荷重分担率 μH	1.0000
荷重分担率 μM	1.0000

1.7 深礎基礎データ

1.7.1 地盤条件

杭番号 1

地盤条件

層 No	杭頭からの距離 Z (m)	層の傾斜角 (度)
1	0.000	-20.0

設計地盤面の折れ点：なし

層 No	地盤種別	土質	N値	単位重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 C (kN/m ²)	変形係数 E _o (kN/m ²)
1	土砂	砂質土	45	20.00	30.0	110	280000

すべり角 : 内部計算
 ひろがり角 : 直接入力 = 40.0度
 杭底面と地盤との間の摩擦係数 $\tan(\delta) = 0.6000$
 杭底面と地盤との間の粘着力 $C_b = 0$ kN/m²
 土質 : 砂

杭番号 2

地盤条件

層 No	杭頭からの距離 Z (m)	層の傾斜角 (度)
1	0.000	-20.0

設計地盤面の折れ点：なし

層 No	地盤種別	土質	N値	単位重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 C (kN/m ²)	変形係数 E _o (kN/m ²)
1	土砂	砂質土	45	20.00	30.0	110	280000

すべり角 : 内部計算

ひろがり角 : 直接入力 = 40.0度

杭底面と地盤との間の摩擦係数 $\tan(\delta) = 0.6000$

杭底面と地盤との間の粘着力 $C_b = 0 \text{ kN/m}^2$

土質 : 砂

1.7.2 隣接基礎条件

杭番号 No	地盤反力係数の低減用		水平支持力計算用			横方向隣接杭の 影響
	中心間隔		中心間隔			
	P ₁ (m)	P ₂ (m)	P ₁ (m)	P ₂ (m)		
1	6.000	6.000	0.000	6.000	----	片側が影響する 片側が影響する
2	6.000	6.000	0.000	6.000	----	

1.7.3 その他荷重

受働土圧の計算に上載荷重を考慮しない

杭番号 No	上載荷重 q(kN/m ²)
1	0.00
2	0.00

ここに、

P₁ ; 上側の土圧強度

P₂ ; 下側の土圧強度

d₁ ; 載荷位置 (杭頭から土圧分布始点位置までの距離)

d₂ ; 載荷長 (土圧分布作用高さ)

1.7.4 杭配筋

かぶりりは、設計径外縁から鉄筋図心までの距離です。

杭番号 1

・ 区間長 L1 = 8.000 m

主鉄筋

段	かぶり d(cm)	鉄筋径 呼び名D	本数 n	ctc (mm)	鉄筋量 A _s (cm ²)
1	12.5	32	48	147.3	381.216

せん断補強鉄筋

帯鉄筋の呼び名	D	22
帯鉄筋の本数	n (本)	1
横拘束筋の断面積	A _n (cm ²)	3.871
帯鉄筋の間隔	s (cm)	15.0
横拘束筋の有効長	d (cm)	225.0

中間帯鉄筋

中間帯鉄筋の呼び名D	0
中間帯鉄筋の本数 n (本)	0
中間帯鉄筋の断面積A _s ' (cm ²)	0.000

杭番号 2

・ 区間長 L1 = 8.000 m

主鉄筋

段	かぶり d (cm)	鉄筋径 呼び名D	本数 n	ctc (mm)	鉄筋量 A _s (cm ²)
1	12.5	32	48	147.3	381.216

せん断補強鉄筋

帯鉄筋の呼び名	D	22
帯鉄筋の本数	n (本)	1
横拘束筋の断面積	A _n (cm ²)	3.871
帯鉄筋の間隔	s (cm)	15.0
横拘束筋の有効長	d (cm)	225.0

中間帯鉄筋

中間帯鉄筋の呼び名D	0
中間帯鉄筋の本数 n (本)	0
中間帯鉄筋の断面積A _w ' (cm ²)	0.000

1.7.5 周面摩擦力度

杭番号 1

No	区間長L(m)	土質	N値	単位重量 (kN/m ³)	摩擦角 (度)	粘着力 C(kN/m ²)
1	8.000	砂質土	45	20.00	30.0	110

杭番号 2

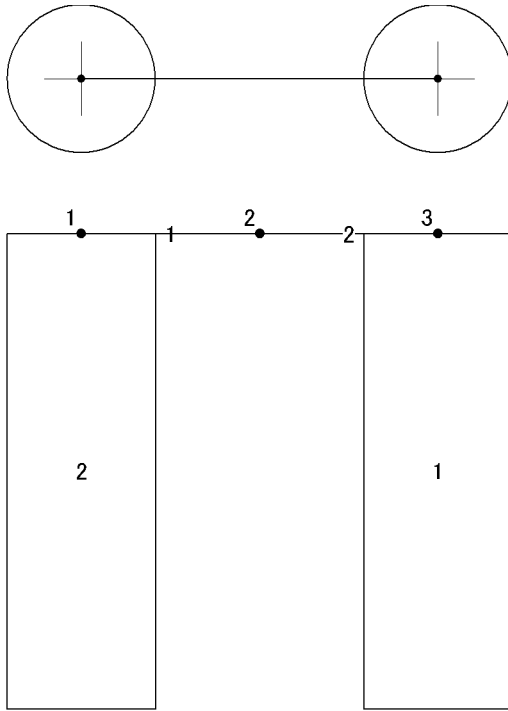
No	区間長L(m)	土質	N値	単位重量 (kN/m ³)	摩擦角 (度)	粘着力 C(kN/m ²)
1	8.000	砂質土	45	20.00	30.0	110

1.8 フレームデータ

1.8.1 格点座標

- ・ 格 点 数 : 3
- ・ 部 材 数 : 2
- ・ 荷重ケース数 (許容応力度法) : 1
- ・ 荷重組合せケース数 (許容応力度法) : 0

構造図



格点座標

格点番号	X 座標 (m)	Y 座標 (m)
1	-3.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000
3	3.0000	0.0000

- ・作用格点 : 2
- ・柱基部格点 : 2
- ・土圧格点 : 2

1.8.2 杭頭格点接合

杭番号	杭径 (m)	杭長 (m)	杭頭を接合するフレーム格点
1	2.500	8.000	3
2	2.500	8.000	1

1.8.3 材質

材質番号	ヤング係数 E(kN/m ²)	せん断弾性係数 G(kN/m ²)
1	2.500E+7	1.090E+7
2	2.500E+7	1.090E+7
3	2.500E+7	1.090E+7
4	2.500E+7	1.090E+7
5	2.500E+7	1.090E+7
6	2.500E+7	1.090E+7
7	2.500E+7	1.090E+7
8	2.500E+7	1.090E+7

1.8.4 断面諸値

断面諸値

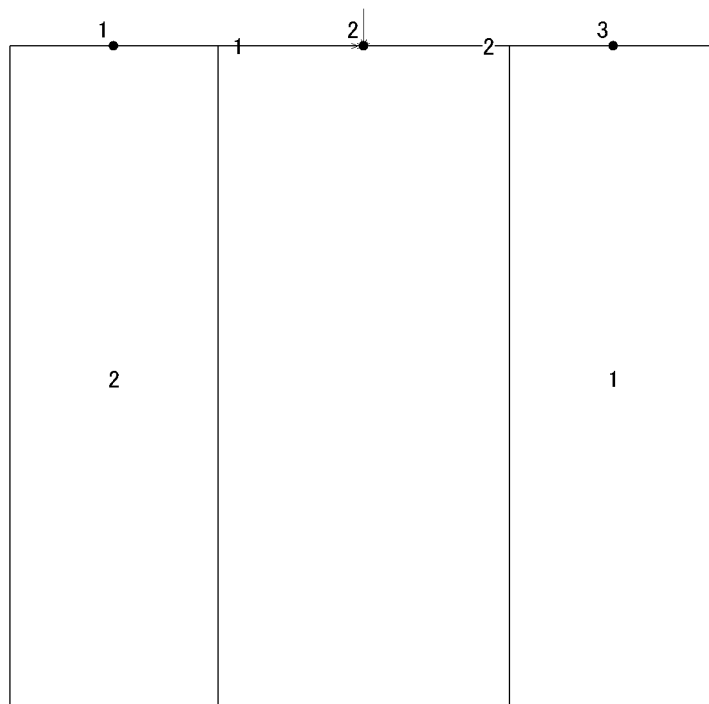
断面番号	ねじり定数 J(m ⁴)	断面2次モーメント Iy(m ⁴)	断面2次モーメント Iz(m ⁴)	断面積 A(m ²)
1	1.0000000E+5	1.0000000E+5	1.0000000E+5	1.0000000E+5

1.8.5 部材

部材番号	格点番号 i - j	部材長 (m)	断面番号	材質番号	材端条件 i - j
1	1 - 2	3.0000	1	1	剛結 - 剛結
2	2 - 3	3.0000	1	1	剛結 - 剛結

1.8.6 荷重データ (許容応力度法)

荷重ケース [1] : 地震時



・ 格点集中面外荷重

荷 重 名 称	格点番号	X軸回り モーメント (kN.m)	Y軸回り モーメント (kN.m)	Z軸方向荷重 (kN)
	2	19959.96	0.00	2073.12

・ 格点集中面内荷重

荷 重 名 称	格点番号	X軸方向荷重 (kN)	Y軸方向荷重 (kN)	モーメント荷重 (kN・m)
	2	0.00	-11522.81	0.00

荷重合計 $P_x = 0.00$ kN $P_y = -11522.81$ kN

1.9 杭頭接合計算

杭番号	垂直有効厚さ h(mm)
1	1000
2	1000

仮想鉄筋コンクリート断面直径 $D_o = 2700$

定着長の計算式 $L_o = s_a / (4 \cdot o_a) \cdot$

2章 地盤の諸条件

2.1 地盤反力係数

杭番号 1

- ・地盤反力係数は、常時の場合の基本値です。
- ・地震時は、内部で常時の2倍とします。
- ・水平方向地盤反力係数は、内部で補正係数 k を乗じます。
 常時、暴風時、レベル1地震時 $k = 1.5$
 レベル2地震時 $k = 1.5$

・水平方向地盤反力係数

層番号 i	k_{Ho} (kN/m^3)	k_H (kN/m^3)
1	933333	149475

$$k_H = k_{Ho} \cdot (B_H / 0.3)^{(-3/4)}$$

$$k_{Ho} = 1 / 0.3 \cdot \cdot E_o$$

ここに、

k_H ; 水平方向地盤反力係数(kN/m^3)

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^3)

・ E_o ; 地盤の変形係数(kN/m^2)

B_H ; 基礎の換算載荷幅 (= 3.449m) は、以下のように算出する
 $1 / \beta$ を 4.759mと仮定すると、

$$k_{Ho}' = \frac{\sum k_{Ho i} \cdot l_i}{1 / \beta} = 933333 \text{ kN/m}^3$$

$$B_H = \sqrt{D / \beta} \leq \sqrt{D \cdot L_e}$$

$$= 3.449\text{m}$$

$$k_H = k_{Ho}' \cdot (B_H / 0.3)^{(-3/4)}$$

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{k_H \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 0.2101\text{m}^{-1} \rightarrow 1 / \beta = 4.759\text{m}$$

ただし、 $D = 2.500\text{m}$ 、 $E = 2.500 \times 10^7 \text{kN/m}^2$ 、 $I = \cdot D^4 / 64 = 1.9175\text{m}^4$

・底面の鉛直方向地盤反力係数

$$k_v = 190293 \text{ kN/m}^3$$

$$k_v = k_{v0} (B_v / 0.3)^{-3/4}$$

$$k_{v0} = 1 / 0.3 \cdot \cdot E_0$$

ここに,

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

k_{v0} ; 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
鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

B_v ; 基礎の換算載荷幅 (m)

ただし, ここでは $B_v = D$ (深礎基礎の直径) とした時の値である.

・ E_0 ; 地盤の変形係数 (kN/m^2)

・底面の水平方向せん断ばね定数

$$k_s = 57088 \text{ kN/m}^3$$

$$k_s = \cdot k_v$$

ここに,

k_s ; 水平方向せん断ばね定数 (kN/m^3)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

; 鉛直地盤反力係数に対する水平方向せん断ばね定数の比 (= 0.3000)

・杭周面の水平方向せん断地盤反力係数

$$k_{SHD} = 0.6 \times k_H$$

ここに,

k_{SHD} ; 杭周面の水平方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

k_H ; 水平方向地盤反力係数 (kN/m^3)

・杭周面の鉛直方向せん断地盤反力係数

$$k_{SVB} = 0.3 \times k_H$$

$$k_{SVD} = 0.3 \times k_H$$

ここに,

k_{SVB} ; 杭前背面の鉛直方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

k_{SVD} ; 杭側面の鉛直方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

杭番号 2

- ・地盤反力係数は、常時の場合の基本値です。
- ・地震時は、内部で常時の2倍とします。
- ・水平方向地盤反力係数は、内部で補正係数 k_k を乗じます。

常時、暴風時、レベル1地震時 $k_k = 1.5$
 レベル2地震時 $k_k = 1.5$

・水平方向地盤反力係数

層番号 i	k_{Ho} (kN/m ³)	k_H (kN/m ²)
1	933333	149475

$$k_H = k_{Ho} \cdot (B_H / 0.3)^{(-3/4)}$$

$$k_{Ho} = 1 / 0.3 \cdot \cdot E_o$$

ここに、

k_H ; 水平方向地盤反力係数(kN/m²)

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/m³)

・ E_o ; 地盤の変形係数(kN/m²)

B_H ; 基礎の換算載荷幅 (= 3.449m)は、以下のように算出する
 $1 / \beta$ を 4.759mと仮定すると、

$$k_{Ho}' = \frac{\sum k_{Hoi} \cdot l_i}{1 / \beta} = 933333 \text{ kN/m}^3$$

$$B_H = \sqrt{D / \beta} \leq \sqrt{D \cdot L_e}$$

$$= 3.449\text{m}$$

$$k_H = k_{Ho}' \cdot (B_H / 0.3)^{(-3/4)}$$

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{k_H \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 0.2101\text{m}^{-1} \rightarrow 1 / \beta = 4.759\text{m}$$

ただし、 $D = 2.500\text{m}$ 、 $E = 2.500 \times 10^7 \text{kN/m}^2$ 、 $I = \cdot D^4 / 64 = 1.9175\text{m}^4$

・底面の鉛直方向地盤反力係数

$$k_v = 190293 \text{ kN/m}^3$$

$$k_v = k_{v0} (B_v / 0.3)^{-3/4}$$

$$k_{v0} = 1 / 0.3 \cdot \cdot E_0$$

ここに,

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

k_{v0} ; 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
鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

B_v ; 基礎の換算載荷幅 (m)

ただし, ここでは $B_v = D$ (深礎基礎の直径) とした時の値である.

・ E_0 ; 地盤の変形係数 (kN/m^2)

・底面の水平方向せん断ばね定数

$$k_s = 57088 \text{ kN/m}^3$$

$$k_s = \cdot k_v$$

ここに,

k_s ; 水平方向せん断ばね定数 (kN/m^3)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

; 鉛直地盤反力係数に対する水平方向せん断ばね定数の比 (= 0.3000)

・杭周面の水平方向せん断地盤反力係数

$$k_{SHD} = 0.6 \times k_H$$

ここに,

k_{SHD} ; 杭周面の水平方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

k_H ; 水平方向地盤反力係数 (kN/m^3)

・杭周面の鉛直方向せん断地盤反力係数

$$k_{SVB} = 0.3 \times k_H$$

$$k_{SVD} = 0.3 \times k_H$$

ここに,

k_{SVB} ; 杭前背面の鉛直方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

k_{SVD} ; 杭側面の鉛直方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

2.2 支点ばね

杭番号 1

- ・ばね値は、常時の場合の基本値です。
- ・地震時は、内部で常時の2倍とします。
- ・水平ばね値は、内部で補正係数 k を乗じます。

常時、暴風時、レベル1地震時 $k = 1.5$
 レベル2地震時 $k = 1.5$

- ・水平ばね

斜面の水平方向地盤反力係数は、水平地盤での k_H を次式にて補正して求める

$$k_H' = 0 \quad (0 \leq H < 0.5)$$

$$k_H' = (0.3 \cdot \log_{10} H + 0.7) \cdot k_H \quad (0.5 \leq H < 10)$$

$$k_H' = k_H \quad (H \geq 10)$$

ただし、水平地盤での k_H は隣接杭の影響を考慮し、次式にて求める

$$k_H = \mu \cdot k_{H0}$$

ここに、

μ ; 水平方向地盤反力係数の低減係数

$$\mu = 1 / \{ 6 \cdot \sqrt{ \left(\frac{P1}{D1} + 1 \right) \cdot \left(\frac{P2}{D2} + 1 \right) } \} = 0.567$$

D1 ; 深礎基礎の杭幅(計算方向) = 2.500 m

D2 ; 深礎基礎の杭幅(計算直角方向) = 2.500 m

P1 ; 隣接基礎との中心間隔(計算方向) = 6.000 m

P2 ; 隣接基礎との中心間隔(計算直角方向) = 6.000 m

水平ばね値は、次式で求める

$$K_H = k_H' \cdot D_e \cdot L$$

ここに、

K_H ; 水平ばね値

k_H' ; 斜面の水平方向地盤反力係数

D_e ; 深礎杭径(杭周面摩擦を考慮する場合は $0.8 \times D$)

L ; 水平ばね間隔長さ

杭前面での深さ Z(m)	層 No	水平かぶり l(m)	水平かぶり係数 $H = l / D$	地盤反力係数 k_H' (kN/m ²)	水平ばね値(基本値)
					K_H (kN/m)
0.000	1	—	—	—	0
0.500	1	1.374	0.5495	52684	52684
1.000	1	2.747	1.0990	60333	60333
1.500	1	4.121	1.6485	64808	64808
2.000	1	5.495	2.1980	67983	67983
2.500	1	6.869	2.7475	70445	70445
3.000	1	8.242	3.2970	72457	72457
3.500	1	9.616	3.8465	74159	74158
4.000	1	10.990	4.3960	75632	75632
4.500	1	12.364	4.9455	76932	76932
5.000	1	13.737	5.4950	78095	78095

杭前面での深さ Z(m)	層 No	水平かぶり l(m)	水平かぶり係数 $\mu = l / D$	地盤反力係数 k_H' (kN/m ³)	水平ばね値(基本値)
					K_H (kN/m)
5.500	1	15.111	6.0444	79147	79146
6.000	1	16.485	6.5939	80107	80107
6.500	1	17.859	7.1434	80990	80990
7.000	1	19.232	7.6929	81808	81808
7.500	1	20.606	8.2424	82569	82569
8.000	1	21.980	8.7919	83282	41641

・底面鉛直ばね

$$K_v = 934098 \text{ kN/m}$$

$$K_v = k_v \cdot A$$

ここに,

K_v ; 鉛直ばね値(kN/m)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数(kN/m³)

A ; 基礎底面の面積(= $\cdot D^2 / 4 = 4.909E+000m^2$)

・底面回転ばね

$$K_R = 364882 \text{ kN} \cdot \text{m/rad}$$

$$K_R = k_v \cdot I$$

ここに,

K_R ; 底面回転ばね値(kN・m/rad)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数(kN/m³)

I ; 基礎底面の断面2次モーメント(= $\cdot D^4 / 64 = 1.917E+000m^4$)

・底面せん断ばね

$$K_s = 280230 \text{ kN/m}$$

$$K_s = k_s \cdot A$$

ここに,

K_s ; せん断ばね値(kN/m)

k_s ; 水平方向せん断地盤反力係数(kN/m³)

A ; 基礎底面の面積(= $\cdot D^2 / 4 = 4.909E+000m^2$)

上記の底面鉛直ばね, 底面回転ばね, 底面せん断ばねは, 全断面有効とした場合の値です.
底面ばねの取り扱い条件を無視, または有効断面としたときのばね値は, 計算結果の底面
ばねを参照して下さい.

杭番号 2

- ・ばね値は、常時の場合の基本値です。
- ・地震時は、内部で常時の2倍とします。
- ・水平ばね値は、内部で補正係数 k_k を乗じます。

常時、暴風時、レベル1地震時 $k_k = 1.5$
 レベル2地震時 $k_k = 1.5$

・水平ばね

斜面の水平方向地盤反力係数は、水平地盤での k_H を次式にて補正して求める

$$k_H' = 0 \quad (0 \leq H < 0.5)$$

$$k_H' = (0.3 \cdot \log_{10} H + 0.7) \cdot k_H \quad (0.5 \leq H < 10)$$

$$k_H' = k_H \quad (H \geq 10)$$

ただし、水平地盤での k_H は隣接杭の影響を考慮し、次式にて求める

$$k_H = \mu \cdot k_{H0}$$

ここに、

μ ; 水平方向地盤反力係数の低減係数

$$\mu = 1 / \sqrt{6} \cdot \sqrt{\left\{ \left(\frac{P1}{D1} + 1 \right) \cdot \left(\frac{P2}{D2} + 1 \right) \right\}} = 0.567$$

D1 ; 深礎基礎の杭幅(計算方向) = 2.500 m

D2 ; 深礎基礎の杭幅(計算直角方向) = 2.500 m

P1 ; 隣接基礎との中心間隔(計算方向) = 6.000 m

P2 ; 隣接基礎との中心間隔(計算直角方向) = 6.000 m

水平ばね値は、次式で求める

$$K_H = k_H' \cdot De \cdot L$$

ここに、

K_H ; 水平ばね値

k_H' ; 斜面の水平方向地盤反力係数

De ; 深礎杭径(杭周面摩擦を考慮する場合は $0.8 \times D$)

L ; 水平ばね間隔長さ

杭前面での深さ Z(m)	層 No	水平かぶり l(m)	水平かぶり係数 $\mu = l / D$	地盤反力係数 k_H' (kN/m ³)	水平ばね値(基本値)
					K_H (kN/m)
0.000	1	—	—	—	0
0.500	1	1.374	0.5495	52684	52684
1.000	1	2.747	1.0990	60333	60333
1.500	1	4.121	1.6485	64808	64808
2.000	1	5.495	2.1980	67983	67983
2.500	1	6.869	2.7475	70445	70445
3.000	1	8.242	3.2970	72457	72457
3.500	1	9.616	3.8465	74159	74158
4.000	1	10.990	4.3960	75632	75632
4.500	1	12.364	4.9455	76932	76932
5.000	1	13.737	5.4950	78095	78095
5.500	1	15.111	6.0444	79147	79146
6.000	1	16.485	6.5939	80107	80107

杭前面での深さ Z(m)	層 No	水平かぶり l (m)	水平かぶり係数 $\mu = l / D$	地盤反力係数 k_H' (kN/m ³)	水平ばね値(基本値)
					K_H (kN/m)
6.500	1	17.859	7.1434	80990	80990
7.000	1	19.232	7.6929	81808	81808
7.500	1	20.606	8.2424	82569	82569
8.000	1	21.980	8.7919	83282	41641

・底面鉛直ばね

$$K_v = 934098 \text{ kN/m}$$

$$K_v = k_v \cdot A$$

ここに,

K_v ; 鉛直ばね値(kN/m)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数(kN/m³)

A ; 基礎底面の面積(= $\cdot D^2 / 4 = 4.909E+000m^2$)

・底面回転ばね

$$K_R = 364882 \text{ kN} \cdot \text{m/rad}$$

$$K_R = k_v \cdot I$$

ここに,

K_R ; 底面回転ばね値(kN・m/rad)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数(kN/m³)

I ; 基礎底面の断面2次モーメント(= $\cdot D^4 / 64 = 1.917E+000m^4$)

・底面せん断ばね

$$K_s = 280230 \text{ kN/m}$$

$$K_s = k_s \cdot A$$

ここに,

K_s ; せん断ばね値(kN/m)

k_s ; 水平方向せん断地盤反力係数(kN/m³)

A ; 基礎底面の面積(= $\cdot D^2 / 4 = 4.909E+000m^2$)

上記の底面鉛直ばね, 底面回転ばね, 底面せん断ばねは, 全断面有効とした場合の値です.
底面ばねの取り扱い条件を無視, または有効断面としたときのばね値は, 計算結果の底面
ばねを参照して下さい.

2.3 底面の許容鉛直地盤反力度

杭番号 1

・底面の許容鉛直地盤反力度

$$q_a = q_{a0} \cdot \min(c_a, q_{max})$$

$$q_{a0} = 1/n \cdot (c_B \cdot q_d - c_2 \cdot D_f) + c_2 \cdot D_f$$

ここに,

q_a ; 許容鉛直支持力度(kN/m²)

q_{a0} ; 仮想水平地盤面での許容鉛直支持力度(kN/m²)

c_B ; 斜面の影響による低減係数(= 0.867)

n ; 安全率(常時= 3.0, 地震時= 2.0)

q_d ; 極限支持力度(= 7479.2kN/m²)

$$q_d = 1.3 \cdot C \cdot N_c + 0.3 \cdot c_1 \cdot D \cdot N + c_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

C ; 深礎底面より下にある地盤の粘着力(= 110.0kN/m²)

c_1 ; 深礎底面より下にある地盤の単位重量(= 20.00kN/m³)

c_2 ; 深礎底面より上にある地盤の単位重量(= 20.00kN/m³)

D ; 深礎底面の直径(= 2.500m)

D_f ; 仮想水平地盤から深礎の有効根入れ深さ(= 8.000m)

N_c ; 支持力係数(= 30.1)

N ; 支持力係数(= 15.0)

N_q ; 支持力係数(= 18.4)

c_a ; 深礎本体のコンクリートの許容圧縮応力度(kN/m²)

q_{max} ; 許容鉛直支持力度の上限値(kN/m²)

ニューマチックケーソンの式を適用

$$q_{max} = 48 \cdot D_f + 400 \text{ (砂)}$$

[常時・レベル1地震時]

荷重ケース	n	q_d (kN/m ²)	q_{a0} (kN/m ²)	c_a (kN/m ²)	q_{max} (kN/m ²)	q_a 採用値 (kN/m ²)
1 地震時	2.0	7479	3321	8775	1176	1176

q_a は深礎本体のコンクリートの許容圧縮応力度(または設計基準強度)及び許容鉛直支持力度の上限値を超えないものとします。

杭番号 2

・底面の許容鉛直地盤反力度

$$q_a = q_{ao} \min(q_{ca}, q_{max})$$

$$q_{ao} = 1/n \cdot (B \cdot q_d - \gamma_2 \cdot D_f) + \gamma_2 \cdot D_f$$

ここに、

q_a ; 許容鉛直支持力度(kN/m²)

q_{ao} ; 仮想水平地盤面での許容鉛直支持力度(kN/m²)

B ; 斜面の影響による低減係数(= 0.867)

n ; 安全率(常時= 3.0, 地震時= 2.0)

q_d ; 極限支持力度(= 7479.2kN/m²)

$$q_d = 1.3 \cdot C \cdot N_c + 0.3 \cdot \gamma_1 \cdot D \cdot N + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

C ; 深礎底面より下にある地盤の粘着力(= 110.0kN/m²)

γ_1 ; 深礎底面より下にある地盤の単位重量(= 20.00kN/m³)

γ_2 ; 深礎底面より上にある地盤の単位重量(= 20.00kN/m³)

D ; 深礎底面の直径(= 2.500m)

D_f ; 仮想水平地盤から深礎の有効根入れ深さ(= 8.000m)

N_c ; 支持力係数(= 30.1)

N ; 支持力係数(= 15.0)

N_q ; 支持力係数(= 18.4)

q_{ca} ; 深礎本体のコンクリートの許容圧縮応力度(kN/m²)

q_{max} ; 許容鉛直支持力度の上限値(kN/m²)

ニューマチックケーソンの式を適用

$$q_{max} = 48 \cdot D_f + 400 \text{ (砂)}$$

[常時・レベル1地震時]

荷重ケース	n	q_d (kN/m ²)	q_{ao} (kN/m ²)	q_{ca} (kN/m ²)	q_{max} (kN/m ²)	q_a 採用値 (kN/m ²)
1 地震時	2.0	7479	3321	8775	1176	1176

q_a は深礎本体のコンクリートの許容圧縮応力度(または設計基準強度)及び許容鉛直支持力度の上限値を超えないものとします。

2.4 底面地盤のせん断抵抗力

杭番号 1

$$H_a = H_u / n$$

$$H_u = c_b \cdot A_e + V \cdot \tan \delta$$

ここに,

H_a ;安全率を考慮した基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力(kN)

n ;安全率

H_u ;基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力(kN)

c_b ;基礎底面と地盤との間の付着力(kN/m²)

A_e ;基礎底面の有効載荷面積(m²)

V ;基礎底面に作用する鉛直力(kN)

δ ;基礎底面と地盤との間の摩擦角(°)

荷重ケース	n	c_b (kN/m ²)	A_e (m ²)	V (kN)	$\tan \delta$	H_u (kN)	H_a (kN)
1 地震時	1.2	0	4.9087	2574.51	0.6000	1544.71	1287.25

杭番号 2

荷重ケース	n	C_s (kN/m ²)	A_s (m ²)	V (kN)	$\tan \delta$	H_u (kN)	H_a (kN)
1 地震時	1.2	0	4.9087	2574.51	0.6000	1544.71	1287.25

2.5 水平支持力・塑性化抵抗力の上限値

杭番号 1

・許容水平支持力

$$R_{qa} = R_q / n$$

$$R_q = \frac{W \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \tan \phi) + C \cdot A}{\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \tan \phi}$$

ここに、

- R_{qa} ; 許容水平支持力(kN)
- R_q ; 極限水平支持力(kN)
- n ; 安全率
- W ; すべり面より上の地盤の重量(kN)
- A ; すべり面の面積(m²)
- ; 極限水平支持力を与えるすべり角(度)
- ; 地盤の内部摩擦角(度)
- C ; 地盤の粘着力(kN/m²)

・塑性化領域の抵抗力

$$R_{ou} = R_o / n$$

$$R_o = \frac{W_o \cdot (\cos \alpha_o + \sin \alpha_o \cdot \tan \phi_{res}) + C_{res} \cdot A}{\sin \alpha_o - \cos \alpha_o \cdot \tan \phi_{res}}$$

ここに、

- R_{ou} ; 塑性化領域の抵抗力の上限値(kN)
 - R_o ; 塑性化領域の極限抵抗力(kN)
 - W_o ; 塑性化領域の岩盤重量(kN) = W
 - _{res} ; 塑性化領域と弾性領域のすべり摩擦角(度)
 - C_{res} ; 塑性化領域と弾性領域の粘着力(kN/m²)
 - _o ; 極限水平支持力を与えるすべり角(度) =
- 塑性化後のせん断定数

	土砂～軟岩 (CL)	硬岩 (CM以上)
粘着力 C_{res}	$C_{res} = C$	0 C_{res} 1/3C
摩擦角 _{res}	_{res} =	_{res} = 2/3・

硬岩の粘着力 C_{res} 1/3×C

レベル2地震時で用いる R_{qa} , R_{ou} は、レベル2地震時の安全率nを用いて内部算定します。

・水平支持力、塑性化抵抗力一覧表

基本値は、安全率を考慮しない値です。

R_q と R_o は、常時、レベル1地震時、レベル2地震時に応じて、内部で安全率 n で除します。

	常時	レベル1 地震時	レベル2 地震時
水平支持力 R_q の安全率	3.0	2.0	1.0
塑性化領域の抵抗力 R_o の安全率	3.0	2.0	1.0

すべり土塊から算出される極限水平支持力

前面 深さZ (m)	すべり 角 (度)	ひろが り角 (度)	地盤重量 W (kN)	すべり面の 面積A (m^2)	R_q 基本値 (kN)	R_o 基本値 (kN)
0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.00	0.00
0.500	67.0	40.0	7.56	1.776	291.18	291.18
1.000	66.0	40.0	34.07	4.241	734.22	734.22
1.500	65.0	40.0	84.42	7.321	1336.48	1336.48
2.000	65.0	40.0	167.94	11.212	2101.94	2101.94
2.500	65.0	40.0	288.87	15.537	2992.97	2992.97
3.000	65.0	40.0	450.68	20.232	4003.90	4003.90
3.500	65.0	40.0	656.72	25.298	5139.53	5139.53
4.000	65.0	40.0	910.36	30.734	6404.67	6404.67
4.500	65.0	40.0	1214.94	36.541	7804.09	7804.09
5.000	65.0	40.0	1573.83	42.719	9342.60	9342.60
5.500	65.0	40.0	1990.38	49.266	11025.00	11025.00
6.000	65.0	40.0	2467.96	56.185	12856.07	12856.07
6.500	65.0	40.0	3009.91	63.473	14840.62	14840.62
7.000	65.0	40.0	3619.61	71.133	16983.44	16983.44
7.500	65.0	40.0	4300.39	79.162	19289.32	19289.32
8.000	65.0	40.0	5055.63	87.562	21763.06	21763.06

杭番号 2

・許容水平支持力

$$R_{qa} = R_q / n$$

$$R_q = \frac{W \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \tan \phi) + C \cdot A}{\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \tan \phi}$$

ここに,

- R_{qa} ; 許容水平支持力(kN)
- R_q ; 極限水平支持力(kN)
- n ; 安全率
- W ; すべり面より上の地盤の重量(kN)
- A ; すべり面の面積(m²)
- ϕ ; 極限水平支持力を与えるすべり角(度)
- ϕ ; 地盤の内部摩擦角(度)
- C ; 地盤の粘着力(kN/m²)

・塑性化領域の抵抗力

$$R_{ou} = R_o / n$$

$$R_o = \frac{W_o \cdot (\cos \alpha_o + \sin \alpha_o \cdot \tan \phi_{res}) + C_{res} \cdot A}{\sin \alpha_o - \cos \alpha_o \cdot \tan \phi_{res}}$$

ここに,

- R_{ou} ; 塑性化領域の抵抗力の上限値(kN)
- R_o ; 塑性化領域の極限抵抗力(kN)
- W_o ; 塑性化領域の岩盤重量(kN) = W
- ϕ_{res} ; 塑性化領域と弾性領域のすべり摩擦角(度)
- C_{res} ; 塑性化領域と弾性領域の粘着力(kN/m²)
- α_o ; 極限水平支持力を与えるすべり角(度) = 塑性化後のせん断定数

	土砂～軟岩 (CL)	硬岩 (CM以上)
粘着力 C_{res}	$C_{res} = C$	0 C_{res} 1/3C
摩擦角 ϕ_{res}	$\phi_{res} =$	$\phi_{res} = 2/3 \cdot$

硬岩の粘着力 C_{res} 1/3×C

レベル2地震時で用いる R_{qa} , R_{ou} は、レベル2地震時の安全率 n を用いて内部算定します。

・水平支持力、塑性化抵抗力一覧表

基本値は、安全率を考慮しない値です。

R_q と R_o は、常時、レベル1地震時、レベル2地震時に応じて、内部で安全率 n で除します。

	常時	レベル1 地震時	レベル2 地震時
水平支持力 R_q の安全率	3.0	2.0	1.0
塑性化領域の抵抗力 R_o の安全率	3.0	2.0	1.0

すべり土塊から算出される極限水平支持力

前面 深さZ (m)	すべり 角 (度)	ひろが り角 (度)	地盤重量 W (kN)	すべり面の 面積A (m^2)	R_q 基本値 (kN)	R_o 基本値 (kN)
0.000	0.0	0.0	0.00	0.000	0.00	0.00
0.500	67.0	40.0	7.56	1.776	291.18	291.18
1.000	66.0	40.0	34.07	4.241	734.22	734.22
1.500	65.0	40.0	84.42	7.321	1336.48	1336.48
2.000	65.0	40.0	167.94	11.212	2101.94	2101.94
2.500	65.0	40.0	288.87	15.537	2992.97	2992.97
3.000	65.0	40.0	450.68	20.232	4003.90	4003.90
3.500	65.0	40.0	656.72	25.298	5139.53	5139.53
4.000	65.0	40.0	910.36	30.734	6404.67	6404.67
4.500	65.0	40.0	1214.94	36.541	7804.09	7804.09
5.000	65.0	40.0	1573.83	42.719	9342.60	9342.60
5.500	65.0	40.0	1990.38	49.266	11025.00	11025.00
6.000	65.0	40.0	2467.96	56.185	12856.07	12856.07
6.500	65.0	40.0	3009.91	63.473	14840.62	14840.62
7.000	65.0	40.0	3619.61	71.133	16983.44	16983.44
7.500	65.0	40.0	4300.39	79.162	19289.32	19289.32
8.000	65.0	40.0	5055.63	87.562	21763.06	21763.06

2.6 周面摩擦力度の上限値

杭番号 1

・杭周面摩擦力度の上限値

$$f_u = f / m$$

ここに、

f_u ; 杭周面摩擦力度の上限値 (kN/m²)

f ; 砂質土 $f = \min[5N_s, (C+p_o \cdot \tan \phi)]$ 200 (kN/m²)

; 粘性土 $f = (C+p_o \cdot \tan \phi)$ 150 (kN/m²)

; 軟岩 $f = (C+p_o \cdot \tan \phi)$ 300 (kN/m²)

; 硬岩

弾性領域 $f = C+p_o \cdot \tan \phi$ 1500 (kN/m²)

塑性化領域 $f = C_{res}+p_o \cdot \tan \phi_{res}$ 150 (kN/m²)

ただし、 $0 < C_{res} \leq 1/3C$ 、 $\phi_{res} = 2/3\phi$

m ; 上限値決定のための補正係数

	常 時	レベル1 地震時	レベル2 地震時
水平方向	1.5	1.1	1.0
鉛直方向 (押込み)	3.0	2.0	1.0
鉛直方向 (引抜き)	6.0	4.0	1.0

基本値f一覧表

深さ (m)	周面摩擦力度の基本値 f (kN/m ²)	
	砂質土 粘性土 軟岩 硬岩 (弾性領域)	硬岩 (塑性化領域)
0.000	110.00	-----
0.500	112.89	-----
1.000	115.77	-----
1.500	118.66	-----
2.000	121.55	-----
2.500	124.43	-----
3.000	127.32	-----
3.500	130.21	-----
4.000	133.09	-----
4.500	135.98	-----
5.000	138.87	-----
5.500	141.75	-----
6.000	144.64	-----
6.500	147.53	-----
7.000	150.41	-----
7.500	153.30	-----
8.000	156.19	-----

杭番号 2

・杭周面摩擦力度の上限値

$$f_u = f / m$$

ここに,

f_u ; 杭周面摩擦力度の上限値 (kN/m²)

f ; 砂質土 $f = \min[5N_s, (C+p_o \cdot \tan \phi)]$ 200 (kN/m²)

; 粘性土 $f = (C+p_o \cdot \tan \phi)$ 150 (kN/m²)

; 軟岩 $f = (C+p_o \cdot \tan \phi)$ 300 (kN/m²)

; 硬岩

弾性領域 $f = C+p_o \cdot \tan \phi$ 1500 (kN/m²)

塑性化領域 $f = C_{res}+p_o \cdot \tan \phi_{res}$ 150 (kN/m²)

ただし、 $0 < C_{res} \leq 1/3C$ 、 $\phi_{res} = 2/3\phi$

m ; 上限値決定のための補正係数

	常 時	レベル1 地震時	レベル2 地震時
水平方向	1.5	1.1	1.0
鉛直方向 (押込み)	3.0	2.0	1.0
鉛直方向 (引抜き)	6.0	4.0	1.0

基本値f一覧表

深さ (m)	周面摩擦力度の基本値 f (kN/m ²)	
	砂質土 粘性土 軟岩 硬岩 (弾性領域)	硬岩 (塑性化領域)
0.000	110.00	-----
0.500	112.89	-----
1.000	115.77	-----
1.500	118.66	-----
2.000	121.55	-----
2.500	124.43	-----
3.000	127.32	-----
3.500	130.21	-----
4.000	133.09	-----
4.500	135.98	-----
5.000	138.87	-----
5.500	141.75	-----
6.000	144.64	-----
6.500	147.53	-----
7.000	150.41	-----
7.500	153.30	-----
8.000	156.19	-----

3章 許容応力度法

3.1 計算結果一覧

杭番号 1

		荷重ケース	1	
水平変位		mm	4.1	
	a	mm	25.0	
	判定		OK	
地盤反力度	qmax	kN/m ²	643	
	qa	kN/m ²	1176	
	判定		OK	
せん断抵抗力	H	kN	540.5	
	Ha	kN	1287.3	
	判定		OK	
杭体応力度	曲げ照査	c	N/mm ²	11.0
		ca	N/mm ²	10.8
		判定		NG
		s	N/mm ²	256.8
		sa	N/mm ²	300.0
		判定		OK
	せん断照査	s'	N/mm ²	-142.2
		sa'	N/mm ²	300.0
		判定		OK
		m	N/mm ²	0.50
		ac	N/mm ²	0.35
		a2	N/mm ²	2.29
Aw	cm ²	7.742		
Awreq	cm ²	1.867		
判定		OK		
判定			NG	

杭番号 2

荷重ケース			1	
水平変位		mm	4.1	
	a	mm	25.0	
	判定		OK	
地盤反力度	qmax	kN/m ²	643	
	qa	kN/m ²	1176	
	判定		OK	
せん断抵抗力	H	kN	540.5	
	Ha	kN	1287.3	
	判定		OK	
杭体応力度	曲げ照査	c	N/mm ²	11.0
		ca	N/mm ²	10.8
		判定		NG
		s	N/mm ²	256.8
		sa	N/mm ²	300.0
		判定		OK
		s'	N/mm ²	-142.2
		sa'	N/mm ²	300.0
	判定		OK	
	せん断照査	m	N/mm ²	0.50
		ac	N/mm ²	0.35
		a2	N/mm ²	2.29
		Aw	cm ²	7.742
		Awreq	cm ²	1.867
判定		OK		
判定			NG	

3.2 弾塑性解析結果

3.2.1 杭体断面力

荷重ケース 1 : 地震時

杭番号 1

格点	杭前面での 深さ Z(m)	曲げモーメント M(kN.m)	せん断力 S(kN)	軸力 N(kN)
3	0.000	9979.98	1036.56	-5761.41
101	0.500	10461.86	788.35	-5708.65
102	1.000	10749.34	358.95	-5540.12
103	1.500	10800.91	-155.30	-5365.82
104	2.000	10669.33	-555.86	-5185.75
105	2.500	10245.05	-1104.89	-4999.90
106	3.000	9564.43	-1583.23	-4808.27
107	3.500	8661.83	-1964.09	-4610.88
108	4.000	7600.35	-2214.31	-4407.71
109	4.500	6447.52	-2336.70	-4198.77
110	5.000	5263.65	-2345.13	-3984.05
111	5.500	4102.39	-2251.88	-3763.56
112	6.000	3011.76	-2067.18	-3537.30
113	6.500	2035.21	-1798.91	-3305.26
114	7.000	1212.85	-1452.65	-3067.45
115	7.500	582.57	-1031.80	-2823.87
116	8.000	181.05	-803.02	-2730.70

水平変位

$$= 4.1 \quad 25.0 \text{ mm}$$

底面鉛直地盤反力度

浮き上がりを生じない基礎底面幅 $d = 2.500 \text{ m}$

$$q_{\max} = N/A' + (M'/I') \cdot (D/2 - e)$$

$$= 2574.51 / 4.909 + (181.05 / 1.9175) \cdot (2.500/2 - 0.000)$$

$$= 643 \quad 1176 \text{ kN/m}^2$$

底面せん断力

$$S_B = K_s \times B$$

$$= 560459 \times -0.964 \times 10^{-3}$$

$$= 540.55 \text{ kN}$$

杭体応力度

$$M_{\max} = 10800.91 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (Z=1.500 \text{ m})$$

$$N = 5365.82 \text{ kN}$$

$$c = 11.0 > 10.8 \text{ N/mm}^2$$

$$s = 256.8 \quad 300.0 \text{ N/mm}^2$$

$$s' = -142.2 \quad 300.0 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{\max} = 2345.13 \text{ kN} \quad (Z=5.000 \text{ m}) \quad N = 3984.05 \text{ kN} \quad M = 5263.65 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$m = 0.50 > 0.35 \text{ N/mm}^2 = ac$$

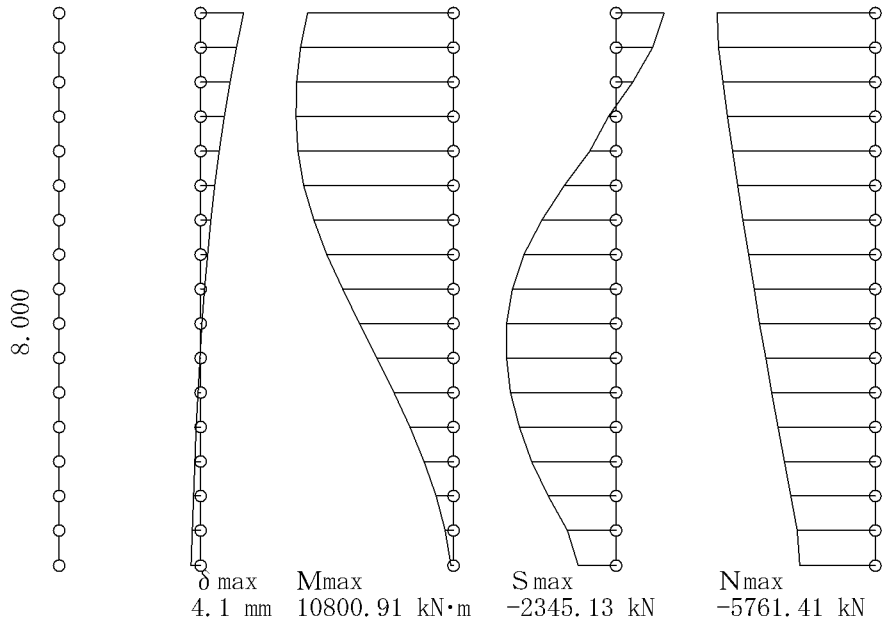
$$m = 0.50 \quad 2.29 \text{ N/mm}^2 = a2$$

$$\text{必要斜引張鉄筋量 } Aw = 1.867 \quad 7.742 \text{ cm}^2$$

$$b = 2215.6 \text{ mm}, \quad d = 2120.6 \text{ mm}, \quad pt = 0.406 \%$$

$$Ce = 0.832, \quad Cpt = 1.106, \quad CN = 1.237, \quad a1 = 0.31, \quad ac = 0.35, \quad a2 = 2.29$$

荷重ケース 1 杭番号 1



杭番号 2

格点	杭前面での 深さ Z(m)	曲げモーメント M(kN.m)	せん断力 S(kN)	軸力 N(kN)
1	0.000	9979.98	1036.56	-5761.41
201	0.500	10461.86	788.35	-5708.65
202	1.000	10749.34	358.95	-5540.12
203	1.500	10800.91	-155.30	-5365.82
204	2.000	10669.33	-555.86	-5185.75
205	2.500	10245.05	-1104.89	-4999.90
206	3.000	9564.43	-1583.23	-4808.27
207	3.500	8661.83	-1964.09	-4610.88
208	4.000	7600.35	-2214.31	-4407.71
209	4.500	6447.52	-2336.70	-4198.77
210	5.000	5263.65	-2345.13	-3984.05
211	5.500	4102.39	-2251.88	-3763.56
212	6.000	3011.76	-2067.18	-3537.30
213	6.500	2035.21	-1798.91	-3305.26
214	7.000	1212.85	-1452.65	-3067.45
215	7.500	582.57	-1031.80	-2823.87
216	8.000	181.05	-803.02	-2730.70

水平変位

$$= 4.1 \quad 25.0 \text{ mm}$$

底面鉛直地盤反力度

浮き上がりを生じない基礎底面幅 $d = 2.500 \text{ m}$

$$q_{\max} = N/A' + (M'/I') \cdot (D/2 - e)$$

$$= 2574.51 / 4.909 + (181.05 / 1.9175) \cdot (2.500/2 - 0.000)$$

$$= 643 \quad 1176 \text{ kN/m}^2$$

底面せん断力

$$S_B = K_s \times B$$

$$= 560459 \times -0.964 \times 10^{-3}$$

$$= 540.55 \text{ kN}$$

杭体応力度

$$M_{\max} = 10800.91 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (Z=1.500 \text{ m})$$

$$N = 5365.82 \text{ kN}$$

$$c = 11.0 > 10.8 \text{ N/mm}^2$$

$$s = 256.8 \quad 300.0 \text{ N/mm}^2$$

$$s' = -142.2 \quad 300.0 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{\max} = 2345.13 \text{ kN} \quad (Z=5.000 \text{ m}) \quad N = 3984.05 \text{ kN} \quad M = 5263.65 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$m = 0.50 > 0.35 \text{ N/mm}^2 = ac$$

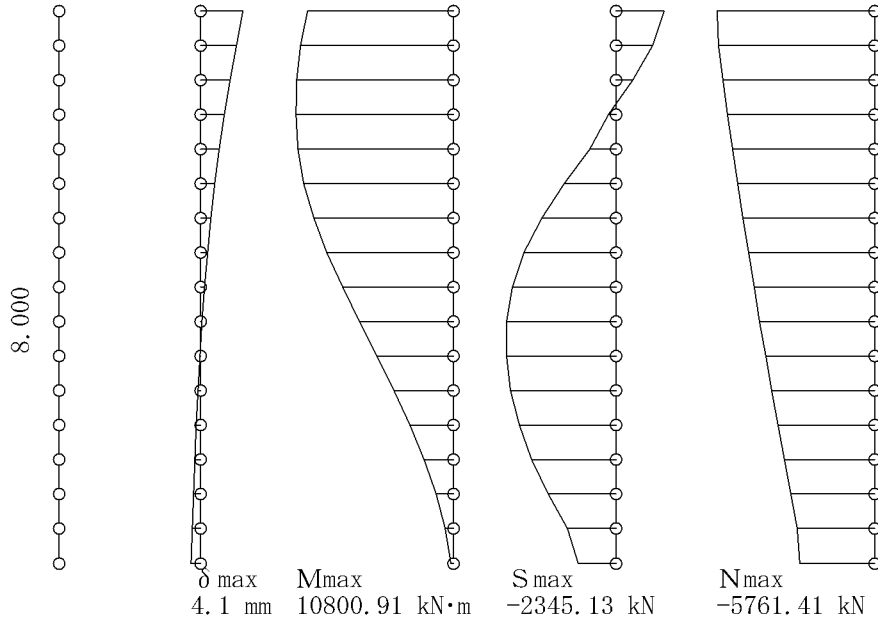
$$m = 0.50 \quad 2.29 \text{ N/mm}^2 = a2$$

$$\text{必要斜引張鉄筋量 } Aw = 1.867 \quad 7.742 \text{ cm}^2$$

$$b = 2215.6 \text{ mm}, \quad d = 2120.6 \text{ mm}, \quad pt = 0.406 \%$$

$$Ce = 0.832, \quad Cpt = 1.106, \quad CN = 1.237, \quad a1 = 0.31, \quad ac = 0.35, \quad a2 = 2.29$$

荷重ケース 1 杭番号 2



3.2.2 杭体変位

荷重ケース 1 : 地震時

杭番号 1

格点	杭前面での 深さ Z(m)	水 平 変 位 z(mm)	鉛 直 変 位 v(mm)	回 転 変 位 x(mrad)
3	0.000	4.068	-1.661	1.359
101	0.500	3.415	-1.638	1.252
102	1.000	2.816	-1.615	1.142
103	1.500	2.273	-1.593	1.029
104	2.000	1.787	-1.571	0.917
105	2.500	1.355	-1.550	0.808
106	3.000	0.977	-1.530	0.705
107	3.500	0.649	-1.511	0.610
108	4.000	0.366	-1.493	0.525
109	4.500	0.122	-1.475	0.452
110	5.000	-0.088	-1.459	0.391
111	5.500	-0.270	-1.443	0.342
112	6.000	-0.432	-1.428	0.305
113	6.500	-0.577	-1.414	0.278
114	7.000	-0.711	-1.401	0.261
115	7.500	-0.840	-1.389	0.252
116	8.000	-0.964	-1.378	0.248

杭番号 2

格点	杭前面での 深さ Z(m)	水 平 変 位 z (mm)	鉛 直 変 位 v (mm)	回 転 変 位 x (mrad)
1	0.000	4.068	-1.661	1.359
201	0.500	3.415	-1.638	1.252
202	1.000	2.816	-1.615	1.142
203	1.500	2.273	-1.593	1.029
204	2.000	1.787	-1.571	0.917
205	2.500	1.355	-1.550	0.808
206	3.000	0.977	-1.530	0.705
207	3.500	0.649	-1.511	0.610
208	4.000	0.366	-1.493	0.525
209	4.500	0.122	-1.475	0.452
210	5.000	-0.088	-1.459	0.391
211	5.500	-0.270	-1.443	0.342
212	6.000	-0.432	-1.428	0.305
213	6.500	-0.577	-1.414	0.278
214	7.000	-0.711	-1.401	0.261
215	7.500	-0.840	-1.389	0.252
216	8.000	-0.964	-1.378	0.248

3.2.3 地盤反力

荷重ケース 1 : 地震時

杭番号 1

格点	杭前面での 深さ Z(m)	水平反力 RH(kN)	水平せん断地盤反力度 (kN/m ²)		鉛直せん断地盤反力度 (kN/m ²)	
			q _z	q _{zu}	q _y	q _{yu}
3	0.000	0.00	0.00	100.00	0.00	55.00
101	0.500	0.00	-102.62*	102.62	56.44*	56.44
102	1.000	0.00	-105.25*	105.25	57.89*	57.89
103	1.500	0.00	-107.87*	107.87	59.33*	59.33
104	2.000	364.38	-110.50*	110.50	60.77*	60.77
105	2.500	286.45	-113.12*	113.12	62.22*	62.22
106	3.000	212.48	-115.75*	115.75	63.66*	63.66
107	3.500	144.43	-86.66	118.37	65.10*	65.10
108	4.000	83.04	-49.82	120.99	66.55*	66.55
109	4.500	28.23	-16.94	123.62	67.99*	67.99
110	5.000	-20.57	12.34	126.24	69.43*	69.43
111	5.500	-64.20	38.52	128.87	70.88*	70.88
112	6.000	-103.71	62.23	131.49	72.32*	72.32
113	6.500	-140.17	84.10	134.12	73.76*	73.76
114	7.000	-174.62	104.77	136.74	75.21*	75.21
115	7.500	-207.98	124.79	139.36	76.65*	76.65
116	8.000	-120.49	141.99*	141.99	78.09*	78.09

底面反力

R_z : 540.55 kNR_y : 2574.51 kNR_m : -181.05 kN・m

底面せん断抵抗力

H : 540.55 kN

H_a : 1287.25 kNH = 540.55 kN ≤ H_a = 1287.25 kN OK

* : せん断地盤反力度が上限値に達したことを示す

杭番号 2

格点	杭前面での 深さ Z(m)	水平反力 RH(kN)	水平せん断地盤反力度 (kN/m ²)		鉛直せん断地盤反力度 (kN/m ²)	
			q _z	q _{zu}	q _y	q _{yu}
1	0.000	0.00	0.00	100.00	0.00	55.00
201	0.500	0.00	-102.62*	102.62	56.44*	56.44
202	1.000	0.00	-105.25*	105.25	57.89*	57.89
203	1.500	0.00	-107.87*	107.87	59.33*	59.33
204	2.000	364.38	-110.50*	110.50	60.77*	60.77
205	2.500	286.45	-113.12*	113.12	62.22*	62.22
206	3.000	212.48	-115.75*	115.75	63.66*	63.66
207	3.500	144.43	-86.66	118.37	65.10*	65.10
208	4.000	83.04	-49.82	120.99	66.55*	66.55
209	4.500	28.23	-16.94	123.62	67.99*	67.99
210	5.000	-20.57	12.34	126.24	69.43*	69.43
211	5.500	-64.20	38.52	128.87	70.88*	70.88
212	6.000	-103.71	62.23	131.49	72.32*	72.32
213	6.500	-140.17	84.10	134.12	73.76*	73.76
214	7.000	-174.62	104.77	136.74	75.21*	75.21
215	7.500	-207.98	124.79	139.36	76.65*	76.65
216	8.000	-120.49	141.99*	141.99	78.09*	78.09

底面反力

R_z : 540.55 kN
 R_y : 2574.51 kN
 R_M : -181.05 kN・m

底面せん断抵抗力

H : 540.55 kN
 H_a : 1287.25 kN
 H = 540.55 kN ≤ H_a = 1287.25 kN OK

* : せん断地盤反力度が上限値に達したことを示す

3.2.4 地盤ばね値

荷重ケース 1 : 地震時

杭番号 1

格点	杭前面での 深さ Z(m)	水 平 バ ネ K_H (kN/m)	水平せん断ばね K_{SH} (kN/m)	鉛直せん断ばね K_{SV} (kN/m)
3	0.000	0	0	0
101	0.500	0	0	0
102	1.000	0	0	0
103	1.500	0	0	0
104	2.000	203949	0	0
105	2.500	211335	0	0
106	3.000	217371	0	0
107	3.500	222474	266969	0
108	4.000	226896	272275	0
109	4.500	230796	276955	0
110	5.000	234285	281142	0
111	5.500	237438	284926	0
112	6.000	240321	288385	0
113	6.500	242970	291564	0
114	7.000	245424	294509	0
115	7.500	247707	297248	0
116	8.000	124923	0	0

底面ばね

 K_V : 1868196 kN/m K_R : 729764 kN・m/rad K_S : 560459 kN/m

底面ばね条件

有効断面

 d_v : 2.500 m A_v : 4.909 m²

杭番号 2

格点	杭前面での 深さ Z(m)	水 平 バ ネ K _h (kN/m)	水 平 せん 断ばね K _{sh} (kN/m)	鉛 直 せん 断ばね K _{sv} (kN/m)
1	0.000	0	0	0
201	0.500	0	0	0
202	1.000	0	0	0
203	1.500	0	0	0
204	2.000	203949	0	0
205	2.500	211335	0	0
206	3.000	217371	0	0
207	3.500	222474	266969	0
208	4.000	226896	272275	0
209	4.500	230796	276955	0
210	5.000	234285	281142	0
211	5.500	237438	284926	0
212	6.000	240321	288385	0
213	6.500	242970	291564	0
214	7.000	245424	294509	0
215	7.500	247707	297248	0
216	8.000	124923	0	0

底面ばね

K_v : 1868196 kN/mK_R : 729764 kN・m/radK_s : 560459 kN/m

底面ばね条件

有効断面

d_v : 2.500 mA_v : 4.909 m²

3.3 フレーム解析結果

3.3.1 支点反力

荷重ケース 1 : 地震時

支点 番号	X軸回り反力 R_x (kN.m)	Y軸回り反力 R_y (kN.m)	Z軸方向反力 R_z (kN)
3	0.00	0.00	0.00
101	0.00	0.00	0.00
102	0.00	0.00	0.00
103	0.00	0.00	0.00
104	0.00	0.00	-585.37
105	0.00	0.00	-512.70
106	0.00	0.00	-443.97
107	0.00	0.00	-317.75
108	0.00	0.00	-182.69
109	0.00	0.00	-62.10
110	0.00	0.00	45.25
111	0.00	0.00	141.24
112	0.00	0.00	228.16
113	0.00	0.00	308.37
114	0.00	0.00	384.16
115	0.00	0.00	457.55
116	-181.05	-0.01	803.02
1	0.00	0.00	0.00
201	0.00	0.00	0.00
202	0.00	0.00	0.00
203	0.00	0.00	0.00
204	0.00	0.00	-585.37
205	0.00	0.00	-512.70
206	0.00	0.00	-443.97
207	0.00	0.00	-317.75
208	0.00	0.00	-182.69
209	0.00	0.00	-62.10
210	0.00	0.00	45.25
211	0.00	0.00	141.24
212	0.00	0.00	228.16
213	0.00	0.00	308.37
214	0.00	0.00	384.16
215	0.00	0.00	457.55
216	-181.05	0.01	803.02

$R_z = 526.34$ (kN.m)

3.3.2 格点变位

荷重ケース 1 : 地震時

格点 番号	X軸回り変位 α_x (mrad)	Y軸回り変位 α_y (mrad)	Z軸方向変位 α_z (mm)
1	1.35912	0.00000	4.06769
2	1.35914	0.00000	4.06770
3	1.35912	0.00000	4.06769
101	1.25245	0.00000	3.41459
102	1.14173	0.00000	2.81593
103	1.02921	0.00000	2.27317
104	0.91724	0.00000	1.78661
105	0.80817	0.00000	1.35545
106	0.70486	0.00000	0.97749
107	0.60980	0.00000	0.64922
108	0.52499	0.00000	0.36598
109	0.45173	0.00000	0.12230
110	0.39065	0.00000	-0.08778
111	0.34181	0.00000	-0.27039
112	0.30471	0.00000	-0.43155
113	0.27839	0.00000	-0.57690
114	0.26145	0.00000	-0.71150
115	0.25208	0.00000	-0.83960
116	0.24810	0.00000	-0.96447
201	1.25245	0.00000	3.41459
202	1.14173	0.00000	2.81593
203	1.02921	0.00000	2.27317
204	0.91724	0.00000	1.78661
205	0.80817	0.00000	1.35545
206	0.70486	0.00000	0.97749
207	0.60980	0.00000	0.64922
208	0.52499	0.00000	0.36598
209	0.45173	0.00000	0.12230
210	0.39065	0.00000	-0.08778
211	0.34181	0.00000	-0.27039
212	0.30471	0.00000	-0.43155
213	0.27839	0.00000	-0.57690
214	0.26145	0.00000	-0.71150
215	0.25208	0.00000	-0.83960
216	0.24810	0.00000	-0.96447

3.3.3 部材断面力

荷重ケース 1 : 地震時

部材	着目	i端からの距離 (m)	曲げモーメント M(kN.m)	せん断力 S(kN)	ねじりモーメント T(kN.m)
1(1- 2)	i	0.000	0.01	-1036.56	-9979.98
		3.000	-3109.67	-1036.56	-9979.98
2(2- 3)	j	0.000	-3109.67	1036.56	9979.98
		3.000	0.01	1036.56	9979.98
100(3-101)	j	0.000	9979.98	1036.56	-0.01
		0.500	10461.86	890.97	-0.01
101(101-102)	j	0.000	10461.86	685.72	-0.01
		0.500	10749.34	464.20	-0.01
102(102-103)	j	0.000	10749.34	253.70	-0.01
		0.500	10800.91	-47.43	-0.01
103(103-104)	j	0.000	10800.91	-263.17	-0.01
		0.500	10669.33	-263.17	-0.01
104(104-105)	j	0.000	10669.33	-848.54	-0.01
		0.500	10245.05	-848.54	-0.01
105(105-106)	j	0.000	10245.05	-1361.24	-0.01
		0.500	9564.43	-1361.24	-0.01
106(106-107)	j	0.000	9564.43	-1805.21	-0.01
		0.500	8661.83	-1805.21	-0.01
107(107-108)	j	0.000	8661.83	-2122.96	-0.01
		0.500	7600.35	-2122.96	-0.01
108(108-109)	j	0.000	7600.35	-2305.65	-0.01
		0.500	6447.52	-2305.65	-0.01
109(109-110)	j	0.000	6447.52	-2367.75	-0.01
		0.500	5263.65	-2367.75	-0.01
110(110-111)	j	0.000	5263.65	-2322.50	-0.01
		0.500	4102.39	-2322.50	-0.01
111(111-112)	j	0.000	4102.39	-2181.26	-0.01
		0.500	3011.76	-2181.26	-0.01
112(112-113)	j	0.000	3011.76	-1953.10	-0.01
		0.500	2035.21	-1953.10	-0.01
113(113-114)	j	0.000	2035.21	-1644.73	-0.01
		0.500	1212.85	-1644.73	-0.01
114(114-115)	j	0.000	1212.85	-1260.57	-0.01
		0.500	582.57	-1260.57	-0.01
115(115-116)	j	0.000	582.57	-803.02	-0.01
		0.500	181.05	-803.02	-0.01
200(1-201)	j	0.000	9979.98	1036.56	0.01
		0.500	10461.86	890.97	0.01
201(201-202)	j	0.000	10461.86	685.72	0.01
		0.500	10749.34	464.20	0.01
202(202-203)	j	0.000	10749.34	253.70	0.01
		0.500	10800.91	-47.43	0.01
203(203-204)	j	0.000	10800.91	-263.17	0.01
		0.500	10669.33	-263.17	0.01
204(204-205)	j	0.000	10669.33	-848.54	0.01
		0.500	10245.05	-848.54	0.01
205(205-206)	j	0.000	10245.05	-1361.24	0.01
		0.500	9564.43	-1361.24	0.01
206(206-207)	j	0.000	9564.43	-1805.21	0.01
		0.500	8661.83	-1805.21	0.01
207(207-208)	j	0.000	8661.83	-2122.96	0.01
		0.500	7600.35	-2122.96	0.01
208(208-209)	j	0.000	7600.35	-2305.65	0.01
		0.500	6447.52	-2305.65	0.01
209(209-210)	j	0.000	6447.52	-2367.75	0.01
		0.500	5263.65	-2367.75	0.01
210(210-211)	j	0.000	5263.65	-2322.50	0.01
		0.500	4102.39	-2322.50	0.01
211(211-212)	j	0.000	4102.39	-2181.26	0.01
		0.500	3011.76	-2181.26	0.01
212(212-213)	j	0.000	3011.76	-1953.10	0.01
		0.500	2035.21	-1953.10	0.01
213(213-214)	j	0.000	2035.21	-1644.73	0.01
		0.500	1212.85	-1644.73	0.01
214(214-215)	j	0.000	1212.85	-1260.57	0.01
		0.500	582.57	-1260.57	0.01
215(215-216)	j	0.000	582.57	-803.02	0.01
		0.500	181.05	-803.02	0.01