

三次元杭基礎の設計

検討ケース名：サンプルデータ

1 計算条件

(1) 杭のヤング係数 $E_p = 210000 \text{ N/mm}^2$

(2) 横方向地盤反力係数 $k_h = 32700 \text{ kN/m}^3$

(3) 杭頭条件 [剛結]

(4) 杭先端条件 [ヒンジ]

(5) 原点に作用する外力

x 方向水平力 $X_o = -1540.00 \text{ kN}$

y 方向鉛直力 $Y_o = 8720.00 \text{ kN}$

z 方向水平力 $Z_o = 462.00 \text{ kN}$

x 軸回りの回転モーメント $M_{xo} = -2425.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$

y 軸回りの回転モーメント $M_{yo} = -2587.20 \text{ kN}\cdot\text{m}$

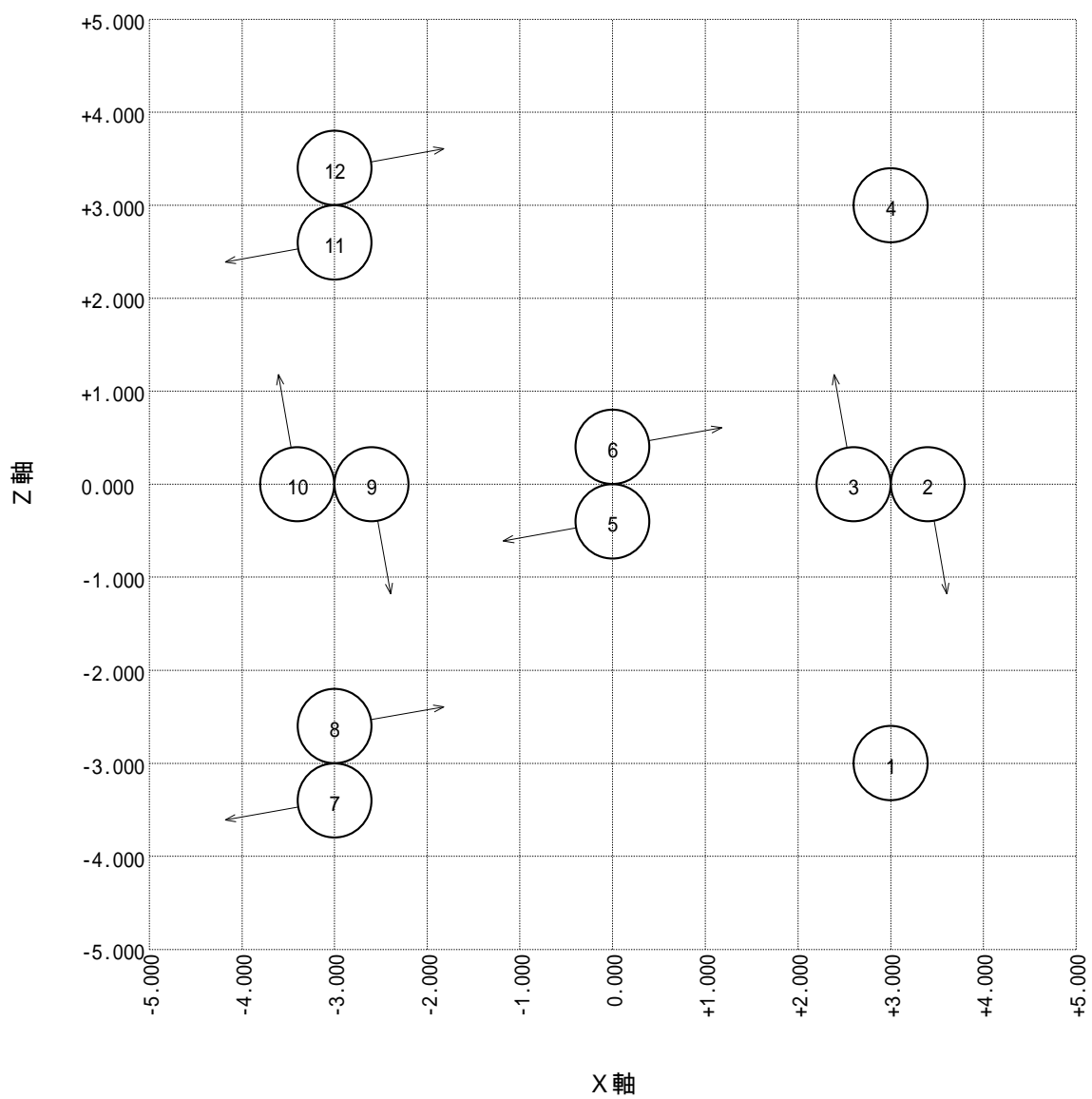
z 軸回りの回転モーメント $M_{zo} = 1507.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

(6) 許容応力度の割増係数 [1.50]

(7) 杭体諸元および杭配置

杭	杭 径 D (m)	板 厚 t (mm)	腐食代 (mm)	断面積 A (cm ²)	断面2次モーメント I (cm ⁴)	突出長 h (m)	杭全長 L (m)	x (m)	座 標 y (m)	z (m)	鉛直角 (°)	平面角 (°)
1	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.50	26.00	+3.00	+0.000	-3.000	0.0	+0.0
2	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	+3.40	+0.000	+0.000	15.0	+280.0
3	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	+2.60	+0.000	+0.000	15.0	+100.0
4	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.50	26.00	+3.00	+0.000	+3.000	0.0	+0.0
5	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	+0.00	+0.000	-0.400	15.0	+190.0
6	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	+0.00	+0.000	+0.400	15.0	+10.0
7	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	-3.00	+0.000	-3.400	15.0	+190.0
8	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	-3.00	+0.000	-2.600	15.0	+10.0
9	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	-2.60	+0.000	+0.000	15.0	+280.0
10	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	-3.40	+0.000	+0.000	15.0	+100.0
11	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	-3.00	+0.000	+2.600	15.0	+190.0
12	0.800	12.0	2.3	239.43	184786	12.94	26.95	-3.00	+0.000	+3.400	15.0	+10.0

平面角 は x 軸を基準に反時計回り方向を正とする



(8) バネ定数

杭		K x1	K z1	K x2・ K x3	K z2・ K z3	K x4	K z4	K D	K V
	(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/rad, kN・m/m)	(kN/rad, kN・m/m)	(kN・m/rad)	(kN・m/rad)	(kN・m/rad)	(kN/m)
1	0.3598	1290	1290	9854	9854	100681	100681	19536	195140
2	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116
3	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116
4	0.3598	1290	1290	9854	9854	100681	100681	19536	195140
5	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116
6	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116
7	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116
8	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116
9	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116
10	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116
11	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116
12	0.3598	1186	1186	9319	9319	97934	97934	18989	189116

2 解析結果

(1) 原点における変位量および変位角

x 方向変位量 $u_o = -0.017411 \text{ m}$
 y 方向変位量 $v_o = 0.004336 \text{ m}$
 z 方向変位量 $w_o = 0.009463 \text{ m}$
 x 軸回りの変位角 $\theta_o = -0.00046387 \text{ rad}$
 y 軸回りの変位角 $\theta_o = -0.00217444 \text{ rad}$
 z 軸回りの変位角 $\theta_o = 0.00023646 \text{ rad}$

(2) 各杭頭における変位量および変位角

杭	x 軸方向 $u_i(\text{m})$	y 軸方向 $v_i(\text{m})$	z 軸方向 $w_i(\text{m})$	x 軸方向 $u_i'(\text{m})$	y 軸方向 $v_i'(\text{m})$	z 軸方向 $w_i'(\text{m})$	x 軸回り $\theta_i'(\text{rad})$	y 軸回り $\theta_i'(\text{rad})$	z 軸回り $\theta_i'(\text{rad})$
1	-0.01089	0.00365	0.01599	-0.01089	0.00365	0.01599	-0.0004639	-0.0021744	0.0002365
2	-0.01741	0.00514	0.01686	-0.02028	-0.00011	-0.01422	0.0002601	-0.0021815	-0.0004158
3	-0.01741	0.00495	0.01512	0.01602	0.00942	0.01452	0.0008655	-0.0020192	0.0004158
4	-0.02393	0.00644	0.01599	-0.02393	0.00644	0.01599	-0.0004639	-0.0021744	0.0002365
5	-0.01654	0.00415	0.00946	0.01307	0.00780	-0.01219	0.0009644	-0.0019927	-0.0003134
6	-0.01828	0.00452	0.00946	-0.01697	0.00013	0.01249	0.0001612	-0.0022080	0.0003134
7	-0.01002	0.00205	0.00294	0.00851	0.00440	-0.00463	0.0009644	-0.0019927	-0.0003134
8	-0.01176	0.00242	0.00294	-0.01132	-0.00053	0.00494	0.0001612	-0.0022080	0.0003134
9	-0.01741	0.00372	0.00381	-0.00751	0.00184	-0.01648	0.0002601	-0.0021815	-0.0004158
10	-0.01741	0.00353	0.00207	0.00397	0.00472	0.01679	0.0008655	-0.0020192	0.0004158
11	-0.02306	0.00483	0.00294	0.02020	0.01041	-0.00690	0.0009644	-0.0019927	-0.0003134
12	-0.02480	0.00520	0.00294	-0.02445	-0.00116	0.00720	0.0001612	-0.0022080	0.0003134

ここに,

u_i ; 全体座標系における x 方向変位量
 v_i ; " y 方向変位量
 w_i ; " z 方向変位量
 u_i' ; 部材座標系における x 方向変位量
 v_i' ; " y 方向変位量
 w_i' ; " z 方向変位量
 θ_i' ; " x 軸回りの変位角
 θ_i' ; " y 軸回りの変位角
 θ_i' ; " z 軸回りの変位角

(3) 各杭頭における作用力

杭	杭に作用する外力(kN)			杭頭モーメント(kN・m)			Me	備考
	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz		
1	-16.37	713.00	16.05	110.83	-42.48	131.09	174.25	押込
2	-20.18	-21.56	-14.44	-107.05	-41.42	148.33	185.24	引抜
3	15.12	1781.00	25.28	220.09	-38.34	-108.57	246.90	押込
4	-33.20	1256.11	16.05	110.83	-42.48	259.66	283.91	押込
5	18.42	1475.06	-5.47	-19.17	-37.84	-152.53	156.02	押込
6	-23.05	25.22	16.32	132.22	-41.93	188.87	232.44	押込
7	13.01	832.27	3.49	51.26	-37.84	-109.96	124.20	押込
8	-16.34	-99.57	7.36	61.79	-41.93	136.17	152.41	引抜
9	-5.03	348.16	-17.12	-128.16	-41.42	29.24	134.64	押込
10	0.84	892.95	27.97	241.21	-38.34	3.67	242.75	押込
11	26.87	1969.57	0.81	30.14	-37.84	-218.91	222.58	押込
12	-31.91	-220.05	10.04	82.90	-41.93	258.54	273.12	引抜

ここに,

$$Me = \frac{1}{2} \times \{ (Mx^2 + Mz^2) + (Mx^2 + My^2 + Mz^2) \}$$

(4) 杭応力

杭	断面積 A (cm ²)	断面係数 Z (cm ³)	杭頭作用力				杭応力 (N/mm ²)			
			Py(kN)	Mx(kN・m)	Mz(kN・m)	Me(kN・m)	x	z	c	bc
1	239.43	4646	713.00	110.83	131.09	174.25	53.6	58.0	29.8	37.5
2	239.43	4646	-21.56	-107.05	148.33	185.24	22.1	31.0	-0.9	39.9
3	239.43	4646	1781.00	220.09	-108.57	246.90	121.8	97.8	74.4	53.1
4	239.43	4646	1256.11	110.83	259.66	283.91	76.3	108.4	52.5	61.1
5	239.43	4646	1475.06	-19.17	-152.53	156.02	65.7	94.4	61.6	33.6
6	239.43	4646	25.22	132.22	188.87	232.44	29.5	41.7	1.1	50.0
7	239.43	4646	832.27	51.26	-109.96	124.20	45.8	58.4	34.8	26.7
8	239.43	4646	-99.57	61.79	136.17	152.41	9.1	25.1	-4.2	32.8
9	239.43	4646	348.16	-128.16	29.24	134.64	42.1	20.8	14.5	29.0
10	239.43	4646	892.95	241.21	3.67	242.75	89.2	38.1	37.3	52.2
11	239.43	4646	1969.57	30.14	-218.91	222.58	88.7	129.4	82.3	47.9
12	239.43	4646	-220.05	82.90	258.54	273.12	8.7	46.5	-9.2	58.8

ここに,

$$x = \frac{Py}{A} + \frac{Mx}{Z}$$

$$z = \frac{Py}{A} + \frac{Mz}{Z}$$

$$c = \frac{Py}{A}$$

$$bc = \frac{Me}{Z}$$

(5) 杭応力度照査

杭	l / r	c	bc	[SKK400]	ba = 210.0(N/mm ²)			[SKK490]	ba = 277.5(N/mm ²)		
		(N/mm ²)	(N/mm ²)	ca	-	c+	bc	ca	-	c+	bc
1	45.00	29.8	37.5	176.8	0.347	.....		225.3	0.267	.....
2	46.58	-0.9	39.9	.....	.....	40.8	.....	.....	.....	40.8	.....
3	46.58	74.4	53.1	174.8	0.678	.....		222.5	0.526	.....
4	45.00	52.5	61.1	176.8	0.588	.....		225.3	0.453	.....
5	46.58	61.6	33.6	174.8	0.512	.....		222.5	0.398	.....
6	46.58	1.1	50.0	174.8	0.244	.....		222.5	0.185	.....
7	46.58	34.8	26.7	174.8	0.326	.....		222.5	0.253	.....
8	46.58	-4.2	32.8	.....	.....	37.0	.....	.....	.....	37.0	.....
9	46.58	14.5	29.0	174.8	0.221	.....		222.5	0.170	.....
10	46.58	37.3	52.2	174.8	0.462	.....		222.5	0.356	.....
11	46.58	82.3	47.9	174.8	0.699	.....		222.5	0.542	.....
12	46.58	-9.2	58.8	.....	.....	68.0	.....	.....	.....	68.0	.....

ここに，

$$\sigma_c = \frac{c}{ca} + \frac{bc}{ba}$$

ca ; 許容軸方向圧縮応力度(N/mm²)

ba ; 許容曲げ圧縮応力度(N/mm²)

l ; 部材の有効座屈長(m) = h

r ; 断面 2 次半径(m) = $\sqrt{I / A}$