

杭の支持力の計算

検討ケース名；サンプルデータ 場所打ち杭

1 計算条件

(1) 杭の諸元

工 法	場所打ち杭工法
支持機構	支持杭
杭 径	D = 1.200 (m)
設計杭長	L = 30.000 (m)
打込み角	= 0.0 (°)
杭頭標高	-1.000 (m)
杭先端標高	-31.000 (m)

(2) 地盤条件

現地盤面標高	+0.000 (m)
地下水位面標高	-1.000 (m)
設計地盤面標高 常 時	-1.000 (m)
レベル地震時	-1.000 (m)

層	標 高 EL(m)	層 厚 h(m)	土 質	s (kN/m ³)	s' (kN/m ³)	平 均 N 値	周面摩擦力度 f _i (kN/m ²)	低減係数 DE
1	+0.000 -11.000	11.000	粘性土層	17.00	8.00	2.0	0.0	1.000
2	-11.000 -25.000	14.000	粘性土層	18.00	9.00	8.0	80.0	1.000
3	-25.000 -29.000	4.000	砂質土層	19.00	10.00	16.0	80.0	1.000
4	-29.000 -31.000	2.000	砂質土層	20.00	11.00	50.0	200.0	1.000
5	-31.000 -40.000	9.000	砂れき層	20.00	11.00	50.0	200.0	1.000

ここに、

s ; 水位面より上の土の単位体積重量
s' ; 水位面より下の土の単位体積重量

2 杭の軸方向許容押込み支持力の計算

杭の軸方向許容押込み支持力は地盤から決まる値とし、次式より求める。

$$R_a = \frac{1}{n} \cdot (R_u - W_s) + W_s - W$$

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

ここに、

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 常時 $n = 3.0$, 1/4地震時 $n = 2.0$

γ ; 安全率の補正係数 $\gamma = 1.0$

R_u ; 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

W_s ; 杭で置換えられる部分の土の有効重量 (kN)

W ; 杭および杭内部の土の有効重量 (kN)

$$W = (\rho_1 \cdot L_a + \rho_2 \cdot L_w) \cdot A$$

$$= (25.000 \times 0.000 + 15.000 \times 30.000) \times 1.1310 = 508.95 \text{ (kN)}$$

ρ_1 ; 地下水位面より上の杭の単位体積重量 (kN/m³)

ρ_2 ; 地下水位面より下の杭の単位体積重量 (kN/m³)

L_a ; 地下水位面より上の杭長 (m)

L_w ; 地下水位面より下の杭長 (m)

q_d ; 杭先端における単位面積当たりの極限支持力度 (kN/m²)

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

A ; 杭先端面積 (m²)

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = \frac{\pi}{4} \times 1.200^2 = 1.1310 \text{ (m}^2\text{)}$$

U ; 杭の周長 (m) $U = \pi \cdot D = \pi \times 1.200 = 3.770 \text{ (m)}$

L_i ; 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

f_i ; 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m²)

(1) 常 時

・許容押込み支持力 R_a

$$\begin{aligned} R_a &= n \cdot (R_u - W_s) + W_s - W \\ &= \frac{1.0}{3.0} \times (10329.80 - 303.11) + 303.11 - 508.95 = 3136.4 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

・極限支持力 R_u

$$\begin{aligned} R_u &= q_d \cdot A + U \cdot (L_i \cdot f_i) \\ &= 3000 \times 1.1310 + 3.770 \times 1840.0 = 10329.80 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

層 i	土 質	平 均 N 値	L_i (m)	i (kN/)	W_s (kN)	f_i (kN/m ²)	$L_i \cdot f_i$ (kN/m)
1	粘性土層	2.0	10.000	8.00	90.48	0.0	0.0
2	粘性土層	8.0	14.000	9.00	142.51	80.0	1120.0
3	砂質土層	16.0	4.000	10.00	45.24	80.0	320.0
4	砂質土層	50.0	2.000	11.00	24.88	200.0	400.0
計			30.000		303.11		1840.0

(2) 水平地震時

・許容押し込み支持力 R_a

$$\begin{aligned} R_a &= \frac{1}{n} \cdot (R_u - W_s) + W_s - W \\ &= \frac{1.0}{2.0} \times (10329.80 - 303.11) + 303.11 - 508.95 = 4807.5 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

・極限支持力 R_u

$$\begin{aligned} R_u &= q_d \cdot A + U \cdot (L_i \cdot f_i) \\ &= 3000 \times 1.1310 + 3.770 \times 1840.0 = 10329.80 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

層 i	土質	平均 N 値	L_i (m)	f_i (kN/)	W_s (kN)	f_i (kN/m ²)	$L_i \cdot f_i$ (kN/m)
1	粘性土層	2.0	10.000	8.00	90.48	0.0	0.0
2	粘性土層	8.0	14.000	9.00	142.51	80.0	1120.0
3	砂質土層	16.0	4.000	10.00	45.24	80.0	320.0
4	砂質土層	50.0	2.000	11.00	24.88	200.0	400.0
計			30.000		303.11		1840.0

3 杭の軸方向許容引抜き力の計算

杭の軸方向許容引抜き力は地盤から決まる値とし、次式より求める。

$$P_a = \frac{1}{n} \cdot P_u + W, \quad P_u = U \cdot (L_i \cdot f_i)$$

ここに、

P_a ; 杭頭における杭の軸方向許容引抜き力 (kN)

n ; 安全率 常時 $n = 6.0$, 地震時 $n = 3.0$

P_u ; 地盤から決まる杭の極限引抜き力 (kN)

W_s ; 杭で置換えられる部分の土の有効重量 (kN)

W ; 杭および杭内部の土の有効重量 (kN)

$$\begin{aligned} W &= (p_1 \cdot L_a + p_2 \cdot L_w) \cdot A \\ &= (25.000 \times 0.000 + 15.000 \times 30.000) \times 1.1310 = 508.95(\text{kN}) \end{aligned}$$

p_1 ; 地下水位面より上の杭の単位体積重量 (kN/m³)

p_2 ; 地下水位面より下の杭の単位体積重量 (kN/m³)

L_a ; 地下水位面より上の杭長 (m)

L_w ; 地下水位面より下の杭長 (m)

(1) 常 時

・許容引抜き力 P_a

$$P_a = \frac{1}{n} \cdot P_u + W = \frac{1}{6.0} \times 6936.80 + 508.95 = 1665.1(\text{kN})$$

・極限引抜き力 P_u

$$P_u = U \cdot (L_i \cdot f_i) = 3.770 \times 1840.0 = 6936.80(\text{kN})$$

層 i	土 質	平 均 N 値	L_i (m)	f_i (kN/m ²)	$L_i \cdot f_i$ (kN/m)
1	粘性土層	2.0	10.000	0.0	0.0
2	粘性土層	8.0	14.000	80.0	1120.0
3	砂質土層	16.0	4.000	80.0	320.0
4	砂質土層	50.0	2.000	200.0	400.0
計			30.000		1840.0

(2) 1/4地震時

・許容引抜き力 Pa

$$Pa = \frac{1}{n} \cdot Pu + W = \frac{1}{3.0} \times 6936.80 + 508.95 = 2821.2(\text{kN})$$

・極限引抜き力 Pu

$$Pu = U \cdot (L_i \cdot f_i) = 3.770 \times 1840.0 = 6936.80(\text{kN})$$

層 i	土質	平均 N 値	L _i (m)	f _i (kN/m ²)	L _i · f _i (kN/m)
1	粘性土層	2.0	10.000	0.0	0.0
2	粘性土層	8.0	14.000	80.0	1120.0
3	砂質土層	16.0	4.000	80.0	320.0
4	砂質土層	50.0	2.000	200.0	400.0
計			30.000		1840.0

4 許容押込み支持力・許容引抜き力一覧

許容値の種類	常 時	レベル1地震時
許容押込み支持力 R_a (kN/本)	3136.4	4807.5
許容引抜き力 P_a (kN/本)	1665.1	2821.2