

杭の支持力の計算

検討ケース名；サンプルデータ 鋼管杭

1 計算条件

(1) 杭の諸元

工 法	打込み杭工法
支持機構	支持杭
杭 径	D = 0.600 (m)
設計杭長	L = 17.000 (m)
打込み角	= 0.0 (°)
杭頭標高	-2.000 (m)
杭先端標高	-19.000 (m)

(2) 地盤条件

現地盤面標高	+0.000 (m)
地下水位面標高	-2.000 (m)
設計地盤面標高 常 時	-2.000 (m)
レベル地震時	-2.000 (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 -8.000	8.000	粘性土層	17.00	8.00	2.0	0.0	1.000
2	-8.000 -10.000	2.000	砂質土層	18.00	9.00	15.0	30.0	1.000
3	-10.000 -15.000	5.000	粘性土層	19.00	10.00	5.0	50.0	1.000
4	-15.000 -25.000	10.000	砂れき層	20.00	11.00	31.0	62.0	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。

$$R_a = \frac{1}{n} \cdot R_u$$

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

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)

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)

$$q_d = 5134 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

A ; 杭先端面積 (m²)

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = \frac{\pi}{4} \times 0.600^2 = 0.2827 \text{ (m}^2\text{)}$$

U ; 杭の周長 (m) $U = \pi \cdot D = \pi \times 0.600 = 1.885 \text{ (m)}$

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)

杭先端における単位面積当たりの極限支持力度 q_d の算定

・杭先端地盤の設計用 \bar{N} 値 N の算定

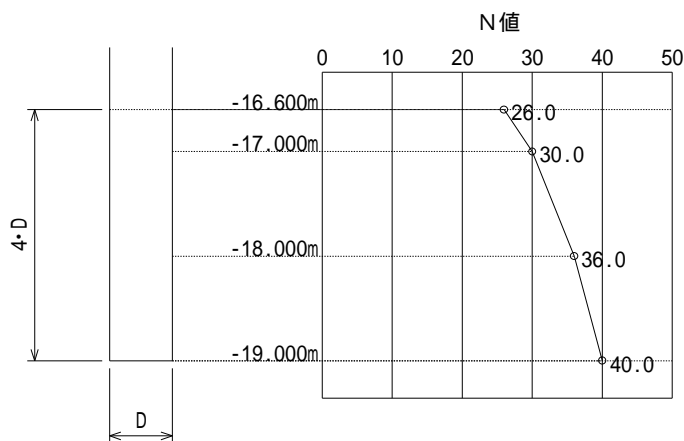
$$N = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2} \quad (40)$$

$$= \frac{40.0 + 34.3}{2} = 37.2$$

ここに、

N_1 ; 杭先端位置の N 値

\bar{N}_2 ; 杭先端から上方へ $4D$ の範囲における平均 N 値



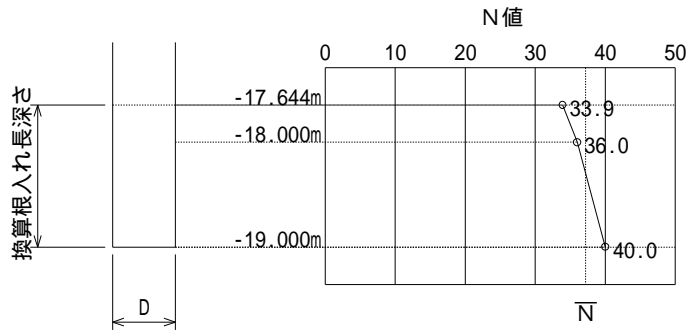
標高(m)	L_i (m)	N 値	\bar{N}_i	$L_i \cdot \bar{N}_i$
-16.600	0.400	26.0	28.0	11.2
-17.000	1.000	30.0	33.0	33.0
-18.000	1.000	36.0	38.0	38.0
-19.000		40.0		

$$L_i = 2.400 \quad (L_i \cdot \bar{N}_i) = 82.2$$

$$N_2 = \frac{(L_i \cdot \bar{N}_i)}{L_i} = \frac{82.2}{2.400} = 34.3$$

・ 支持層への換算根入れ深さ

中間層と支持層が明確でないため、地盤のN値分布曲線と \bar{N} 値との線で囲む部分の面積が等しくなる点から杭先端までの距離を換算根入れ長とする。

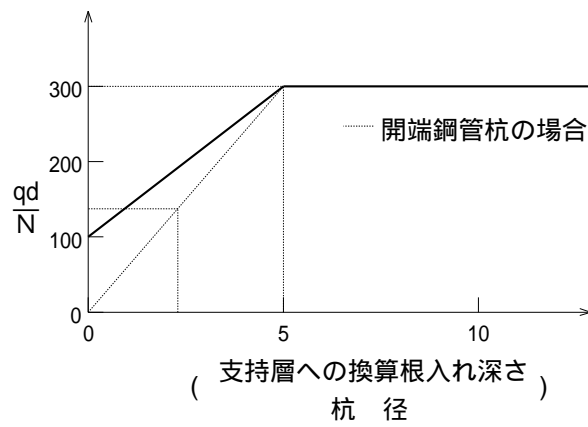


標高(m)	L_i (m)	N 値($N=N-\bar{N}$)	\bar{N}_i	$L_i \cdot \bar{N}_i$
-17.644	0.356	33.9(-3.3)	-2.3	-0.800
-18.000		36.0(-1.2)		
-18.000	1.000	36.0(-1.2)	0.8	0.800
-19.000		40.0(+2.8)		

$$L_i = 1.356 \quad (L_i \cdot \bar{N}_i) = 0.000$$

支持層への換算根入れ深さ(L_i) = 1.356 (m)

- ・杭先端における単位面積当たりの極限支持力度 q_d



$$\frac{\text{支持層への換算根入れ深さ}}{\text{杭径}} = \frac{1.356}{0.600} = 2.3 \text{ より, } q_d / N = 138$$

よって,

$$q_d = q_d / \bar{N} \times \bar{N} = 138 \times 37.2 = 5134 \text{ (kN)}$$

(1) 常時

・許容支持力 R_a

$$R_a = \frac{1.0}{n} \cdot R_u = \frac{1.0}{3.0} \times 2503.21 = 834.4 \text{ (kN)}$$

・極限支持力 R_u

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot (L_i \cdot f_i) \\ = 5134 \times 0.2827 + 1.885 \times 558.0 = 2503.21 \text{ (kN)}$$

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	6.000	0.0	0.0
2	砂質土層	15.0	2.000	30.0	60.0
3	粘性土層	5.0	5.000	50.0	250.0
4	砂れき層	31.0	4.000	62.0	248.0
計			17.000		558.0

(2) 1/11地震時

・許容支持力 R_a

$$R_a = \frac{1.0}{n} \cdot R_u = \frac{1.0}{2.0} \times 2503.21 = 1251.6 \text{ (kN)}$$

・極限支持力 R_u

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot (L_i \cdot f_i) \\ = 5134 \times 0.2827 + 1.885 \times 558.0 = 2503.21 \text{ (kN)}$$

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	6.000	0.0	0.0
2	砂質土層	15.0	2.000	30.0	60.0
3	粘性土層	5.0	5.000	50.0	250.0
4	砂れき層	31.0	4.000	62.0	248.0
計			17.000		558.0

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。

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

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 $n = 6.0$, 1/4地震時 $n = 3.0$

P_u ; 地盤から決まる杭の極限引抜き力 (kN)

(1) 常 時

・許容引抜き力 P_a

$$P_a = \frac{1}{n} \cdot P_u = \frac{1}{6.0} \times 1051.83 = 175.3(\text{kN})$$

・極限引抜き力 P_u

$$P_u = U \cdot (L_i \cdot f_i) = 1.885 \times 558.0 = 1051.83(\text{kN})$$

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	6.000	0.0	0.0
2	砂質土層	15.0	2.000	30.0	60.0
3	粘性土層	5.0	5.000	50.0	250.0
4	砂れき層	31.0	4.000	62.0	248.0
計			17.000		558.0

(2) M1地震時

・許容引抜き力 Pa

$$P_a = \frac{1}{n} \cdot P_u = \frac{1}{3.0} \times 1051.83 = 350.6(\text{kN})$$

・極限引抜き力 Pu

$$P_u = U \cdot (L_i \cdot f_i) = 1.885 \times 558.0 = 1051.83(\text{kN})$$

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	6.000	0.0	0.0
2	砂質土層	15.0	2.000	30.0	60.0
3	粘性土層	5.0	5.000	50.0	250.0
4	砂れき層	31.0	4.000	62.0	248.0
計			17.000		558.0

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)	834.4	1251.6
許容引抜き力 P_a (kN/本)	175.3	350.6