

III-123 薄層に対する杭支持力計算の一提案

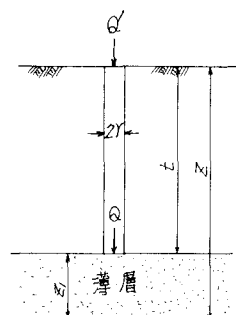
名城大学理工学部土木工学教室 正会員 柴田道生
名城大学理工学部土木工学教室 正会員 深谷 実

1. 緒言、

静力学的に杭の支持力を算定する場合の要素として、支持層の硬さと支持層の厚さが、まず考えられる。このうち支持層の硬さのみを考慮して支持力を決定する場合においては、支持層の必要厚さは、Meyerhofの理論からもみて、杭を支持層にかなりの深さ貫入させる事が必要であり、杭先端下方の影響範囲も合せ考えれば、かなりの支持層厚が必要となる。現実においてこのような支持層厚の取れる場合ばかりとは言えない、そこで支持層厚の小さい、いわゆる薄層を支持層とする場合の杭の支持力を算定する方法が必要となってくる。しかしこれに関する報告があまりなされていないため、支持層厚から杭の支持力を算定する手段を考えてみた。

2. 仮定条件、

地表面より土の深さのところに、厚さ Z_1 という支持層となりうる、薄層が存在する場合を考える。次に地表面より薄層の下面までを Z と考える。 Z なる層厚は軟弱層と考え、杭の支持力に対しては働かないものとする、杭先端は地表面より土の位置まで貫入したと考えて、杭頭荷重 Q' を、杭先端荷重 Q に等しいとおく。実際は $Q < Q'$ であるから安全側となる。



3. 地表面より Z の位置の杭荷重による地盤応力 σ_z 、

土のポアソン比を μ 、杭先端部の等分布荷重を q 、杭の地表面より先端までの長さ z 、とすれば、地表面より Z の位置の地盤応力 σ_z は次の式で示される、(参考文献-1)。

$$\sigma_z = \frac{q}{4(1-\mu)} \left[(1-2\mu)(Z-z) \left\{ \frac{1}{\sqrt{r^2+(Z+z)^2}} - \frac{1}{\sqrt{r^2+(Z-z)^2}} + \frac{1}{Z-z} - \frac{1}{Z+z} \right\} - \left\{ \frac{(Z+z)^3}{(\sqrt{r^2+(Z+z)^2})^3} - \frac{(Z-z)^3}{(\sqrt{r^2+(Z-z)^2})^3} \right\} \right. \\ \left. + \frac{3(3-4\mu)Z(Z+z)^2 - 3Z(Z+z)(5Z-z)}{3(Z+z)^3} + 1 - \frac{(Z-z)^3}{(\sqrt{r^2+(Z-z)^2})^3} + \frac{6Zz}{(Z+z)^2} \left\{ 1 - \frac{(Z+z)^5}{(\sqrt{r^2+(Z+z)^2})^5} \right\} \right] \quad (1)$$

但し：杭の半径を r 、杭先端荷重 Q として、 $q = \frac{Q}{\pi r^2}$

4. 地表面より Z の位置の地盤応力 σ'_z 、

(1)式で示される σ_z は杭先端荷重 Q を受けた場合の地表面より Z の位置の地盤応力を示しているが次に地表面より Z の位置で、杭先端荷重 Q の影響が全くない場合の地盤応力 σ'_z は次のように示される。

$$\sigma'_z = \gamma \cdot Z \quad (2)$$

但し： γ は土の単位重量。

5. 薄層厚の限界.

薄層厚の限界は, 地表面より Z の位置において, 杭先端荷重 Q の影響がなくなった深さであるから
(1)式と(2)式を等しいとおくことにより与えられる. $Q_2 = Q_2' \quad \text{----- (3)}$

6. 数値計算.

(3)式を用いて計算を行えば, 式中の杭長即ち z は既知であるから, Z が求まり($Z-z$)より薄層厚の限界が求まる. しかし実際の計算が煩雑となるから, Z の値を仮定して, (1)式及び(2)式を計算して ϕ を求めて, ϕ より Q を求めればよい.

計算例. $z = 10^m$, $Z = 12^m$, $\mu = 0.3$, $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$, $2r = 0.3^m$, とし,

(1)式より, $Q_2 = 0.03625 \cdot \phi$, (2)式より, $Q_2' = 21.6 \text{ t/m}^2$,

(3)式より, $Q_2 = Q_2'$, $\phi = 596 \text{ t/m}^2$

$\phi = \frac{Q}{\pi r^2}$ より, $Q = \phi \cdot \pi \cdot r^2 = 596 \times \pi \times 0.15^2 = 42 \text{ t}$

よって, 2^m の薄層に対して $\phi = 596 \text{ t/m}^2$ の杭の極限支持力は 42 t となる.

7. 杭の支持薄層への根入深さ,

薄層地盤を対象とした, 現場及び室内実験の測定例(参考文献-2)より薄層の最適根入深さを計算する.

$$d_0 = \frac{d_0}{B} = \frac{2.0}{0.3} \div 7$$

但し: d_0 支持層厚,

B 杭径,

d_0 支持層厚比,

d 支持層への根入深さ比,

d 支持層への根入深さ,

n 支持力低減率,

$$d = \frac{d}{B}$$

$d_0 = 7$ の場合, $d = 1.1$ (表-1より)

よって, $d = d \cdot B = 1.1 \times 0.3 \div 0.3^m$

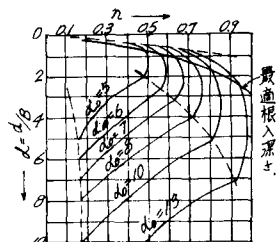


表-1. 層厚と最適根入深さ
(参考文献-2)

8. 薄層厚の限界及び許容支持力.

5において求めた限界薄層厚 2.0^m に上記の根入深さ 0.3^m を加えて, 支持薄層限界は, 2.3^m となり, この 2.3^m の薄層に対する極限支持力値は先の 42 t であり, 安全率を3とすれば, 許容支持力 R_p' は,

$$R_p' = \frac{1}{3} \times 42 = 14 \text{ t} \text{ となる.}$$

9. 結論.

薄層と考える限界は Meyerhof の理論を参考にいて, $Z_0 \approx 12 \times (\text{杭の直径})$ 程度と考え, この値前後の層厚に対しては, 他の計算法, 例えば q_0, N, A_p などを用いて比較検討してゆけば, 薄層に対する杭の支持力として相当正確な値を得る事ができると思われる.

参考文献-1, 土と基礎 Vol.13, No.11, 西田義親: 地下の分布荷重によって生じる地盤内の鉛直応力と変位の一計算.

参考文献-2, 才ノ回土質工学研究発表会, 片山重夫, 福田収, 小松幹男: 薄層を支持層とする単杭の先端支持力の特性.