

II-11 先端円錐杭の支持力算定式について

名城大学理工学部 正会員 柴田道生

(1) 緒言

先端に円錐体を設定している現在一般に使用施工されている既製杭の支持力算定式については、従来用いられている支持力公式によることは妥当ではなへ。

先端円錐杭が地盤に貫入するとき、円錐体周辺地盤に地盤圧縮圈を発生してゆくので、この点、先端平端杭として算出された従来の支持力公式では趣き異なる。先端平端杭は、杭鉛直下部に圧縮域を夫へつゝ貫入することを方へは当然である。筆者は、先端抵抗 R_p は、円錐体周辺に発生される圧縮圈によつて求め、杭周支持抵抗 R_f は、円錐体面に沿う地盤摩擦応力 σ 、円錐体と本体との交面に発生される応力 σ 上方鉛直方向に分力する地盤応力によるものであるとし、地表より、所定の深さまで、そのまゝ連続するものであると方へた。

さて、 R_f と R_p の算定式は以下記述のとおりであるが、 R_p の値も、又 R_f の値も当然、先端角によつて変化する。茲に述べんとすることは、先端角が鋭角になるほど、支持抵抗が増大し、鈍角になるほど支持抵抗が減少することである。この理由を次のように説明づけた。

(2) 先端抵抗と杭周抵抗算定式

円錐体周辺に発生する圧縮圈より先端抵抗 R_p は

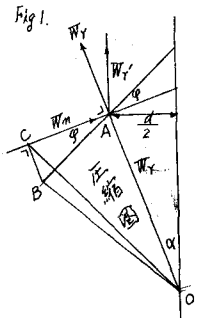
Fig. 1 を参照して

$$R_p = \frac{\pi d^3}{8} f \varphi \frac{\cos \varphi}{\cos(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \left\{ \mu \cos \alpha + \sin \alpha \right\} \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{但し } f = \frac{\text{土の圧縮抵抗力}}{\text{圧縮圈体積}} = \frac{\text{円錐体の交面土圧}}{\text{圧縮圈の面積} \times \frac{\pi d^2}{2}}$$

d : 杭直径、 φ : 排除率

μ : 摩擦係数 (円錐体) α : 先端円錐の半角



次に杭周支持抵抗 R_f であるが、円錐面に沿う摩擦抵抗力 W_f を、円錐体と本体との交面に於いて、上向き鉛直方向力 W_f' に分力し

$$W_f' = \frac{\pi d^3}{8} f \mu \varphi \frac{\cos \varphi \cos \alpha}{\cos(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \quad \text{--- (2)}$$

従つて杭周面に垂直な地盤応力 σ は

$$\sigma = \frac{W_f'}{\tan \varphi} \quad \text{--- (3)} \quad \text{即ちこの } \sigma \text{ は、地表面より、所定の深さまで}$$

連続するもので、これが、周面支持抵抗 R_f の値となる。

砂質土が圧縮されるとき、圧力 σ_z と間隙比の間には

$$e = - (c \log \sigma_z) \quad \text{--- (4)}$$

(4) 式を微分して.

$$\frac{de}{d\sigma_z} = - \frac{C_c}{2.3 \sigma_z} \quad \text{但し } C_c: \text{圧縮指数}$$

又、間隙比の変化 de は

$$de = e_0 - e_1 \quad \begin{matrix} e_1: \text{被圧後の間隙比} \\ e_0: \text{初期間隙比} \end{matrix}$$

又 $d\sigma_z$ の変化は. $d\sigma_z = \gamma' \delta Z - \gamma Z$ ---- (7) Z : 深さ, γ : 土の単位重量

次に、円錐体の直高を l' , γ' を単位面積当りに換算して.

$$\begin{aligned} \gamma' &= \frac{d^2}{8} f \mu \varphi \frac{ca \varphi ca \alpha}{ca(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \frac{\pi d + 0}{2} / \frac{\pi d + 0}{2} l' && d: \text{杭直径} \\ &= \frac{d^2}{8} f \mu \varphi \frac{ca \varphi ca \alpha}{ca(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \frac{1}{l'} \quad (t/m^2) \end{aligned}$$

(5) (6) (7) (8) 式より e_1 を求めると

$$e_1 = \frac{2.3 \delta Z e_0 + \frac{C_c d^2}{8} f \mu \varphi \frac{ca \varphi ca \alpha}{ca(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \frac{1}{l'}}{2.3 \delta Z} \quad \text{----- (9)}$$

いま杭全長 100 cm とし、各 α 毎の e_1 を計算すると次表の値を得る。(但し $e_0 = 1$ とする)
(表-1)

一方、(1) (2) 式で用いる φ の値であるが、一般の土は φ と C を有するから、 C の値を φ に換算するため次のように計算を行う。

$$C = \frac{\sigma}{2} \frac{1 - \sin \varphi}{\cos \varphi} \quad \text{---- (10)} \quad \sigma = \gamma_m \div N \quad \text{---- (11)}$$

$$\varphi = \sqrt{20N} + 15 \quad \text{---- (12)}$$

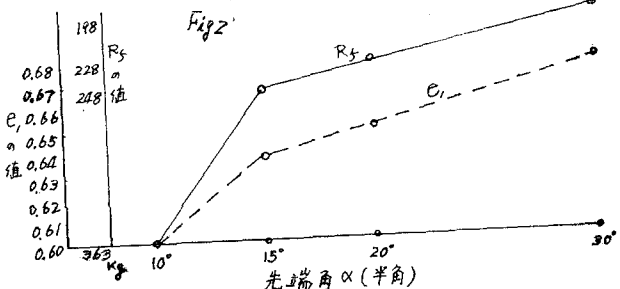
α	e_1
10°	0.5915
15°	0.6354
20°	0.6483
30°	0.6757

地盤の C と φ を測定した結果を (10) 式に入れ σ を求めその値を γ_m とし、この値を (12) 式に入れて φ を求める。従って (1) (2) 式の φ の値は、このように求めて値を用いる。次に (2) (3) 式を用いて、角度 α 毎の杭周抵抗値を計算した結果を表-2 に示す。いま、表-1 を見ると角度 α が大なるほど、間隙比が大となっている。即ち円錐体と本体との交面で、角 α の大小によって土粒子の擾乱が生じ、結果表-2 に示すように (3) 式の σ 、即ち R_f が α の大なるほど低減している。

(表-2)

α	10°	15°	20°	30°
R_f				
R_s	363 kg	248 kg	228 kg	198 kg

いま Fig2 に表-1 と表-2 の値を対応させると、略々一致する。間隙比も支持抵抗の値も、 α が 15° から 10° になると急変している事情が一致している。即ち間隙比と地盤応力がよく対応している。



参考文献、原田忠次郎、米田正文、土と杭の工学、P. 224.