

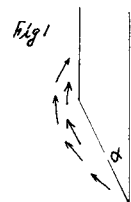
先端円錐杭の攪乱現象に就いて

名城大学理工学部 正会員 柴田道生

1. 緒言

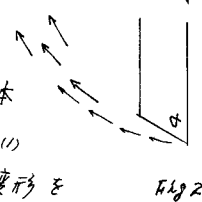
現在、一般に使用施工されている基礎杭は、殆んど先端が円錐体である。

杭が地盤に貫入するとき、地盤をせん断、排除するのは、先端の円錐体であつて杭本体は、之に続いて貫入するにけである。従つて、杭の先端抵抗、摩擦杭周面抵抗は、円錐体に於ける地盤排除による地盤応力を重視する必要がある。筆者は、現行の杭の支持力の算定式に、先端円錐体の存在を全く無視された考へで誘導されている点に就いて検討を加へて、新しく支持力算定式を提案したいと考へている。いま先端円錐角度を 2α とすると、 α の小さい杭ほど、支持力が大きく、 α が大きくなるに従ひ、或る限界はあるが支持力の値が低減する傾向になる。杭は地盤に、前から存在しているのではなくて、杭が如何にして、地盤に貫入されたかを考へる必要がある。即ち杭の貫入過程を重視して支持抵抗を考へるのではなくてはならない。杭が貫入するとき、先端円錐体では、地盤の排除が行はれ、円錐体に沿つて地盤の圧縮圏が生ずる。この圧縮圏が地盤抵抗を生ずるのであるが、この圧縮圏は、円錐角 α によって異なり、地盤排除の排除率、円錐体面の摩擦係数を異にする。円錐体面に沿う摩擦抵抗力は、円錐面と本体との交差（仮りに、不連続点）に於いて、角度 α によって鉛直方向上向きに地盤応力に変化する。実験によると円錐面に沿う摩擦力は、Fig 1 及 Fig 2 に示すように、角度 α が小さいと、不連続点で土粘土の移動は、杭周に近接するような移動をなすが、角度 α が大きいと、杭周から離れた移動をなす。従つて、こゝで、間隙比の大小となつて、攪乱現象が生ずる。即ち、不連続点で、土粘土の密度は、 α が小さい場合は、 α が大きい場合よりも密となる。



このような状態が杭の進入に伴つて杭周面に連続することになる。

従つて、角度 α の小さい杭では、杭周に於ける土粘土の密度は角度 α の大きい杭の場合よりも密の状態にあると考へられよう。



2. 不連続点に於ける地盤間隙比

いま、円錐面に沿う摩擦抵抗力を W_f とすると、不連続点で杭本体に上向きに沿う抵抗力を W_f' とすると $W_f' = W_f \cos \alpha$ ----- (1)

一般に砂が圧縮されるとき、圧力 O_z と、間隙比 e の間には、側方への変形を許さないとすれば $e = -C_c \log_{10} O_z$ ----- (2) の関係がある。

(2) 式を O_z で微分すると

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

こゝで、間隙比の変化 de は ----- (3)

$$de = e_0 - e_1 \quad \text{但し } e_0: \text{初期間隙比}$$

e_1 : 被圧後の間隙比

一方、 $d\sigma_z$ の変化は $d\sigma_z = W_r' + \delta Z - \delta Z$ Z : 深さで δ の土の単位重量

等価は W_r' を次のように算定した。

圧縮圈に於ける土の圧縮抵抗力と圧縮圈体積との比を f として

$$f = \frac{\text{土の圧縮抵抗力}}{\text{圧縮圈体積}} \quad (\text{kg/cm}^3)$$

即ち f は土の立方形圧縮強度を表はすものとする。次に圧縮圈の抵抗力 W_m は

$$W_m = \frac{d^2}{8} f \varphi \frac{\cos \varphi}{\cos(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \quad (\text{t/m})$$

但し $\triangle ACO$ の面積 $= \frac{d^2}{8} \varphi \frac{\cos \varphi}{\cos(\alpha + \varphi) \sin \alpha}$ φ : 土の内部摩擦角
 $AB = \varphi x = \varphi \frac{d/2}{\cos(\alpha + \varphi)}$ φ : 地盤の排除率
 $x = AO$

次に地盤と円錐面との摩擦係数を μ とすると摩擦抵抗力 W_r は

$$W_r = W_m \mu = \frac{d^2}{8} f \mu \varphi \frac{\cos \varphi}{\cos(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \quad (\text{t/m})$$

AO 面に沿う W_r と A 点に於いて上向きの鉛直分力 W_r' に分力すると

$$W_r' = \frac{d^2}{8} f \mu \varphi \frac{\cos \varphi \cos \alpha}{\cos(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \quad (\text{t/m})$$

いふ円錐部の高さを l' とすると W_r' を単位面積当りに換算して

$$W_r' = \frac{d^2}{8} f \mu \varphi \frac{\cos \varphi \cos \alpha}{\cos(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \cdot \frac{\pi d + 0}{2} / \frac{\pi d + 0}{2} l' \quad (\text{t/m}^2)$$

(3) 式に代入して e_1 の値を求めると

$$e_1 = \frac{2.3 \delta Z e_0 + \frac{C d^2}{8} f \mu \varphi \frac{\cos \varphi \cos \alpha}{\cos(\alpha + \varphi) \sin \alpha} l'}{2.3 \delta Z} \quad \text{----- (4)}$$

但し d : 杭径 (cm)

ここで f の値は Fig 3 Fig 4 より 土の圧縮抵抗力を有効土圧力と考へて

$$f = \frac{(0.0022H + 0.0011l' + 2.1658) \cdot \frac{1}{2} \pi d s}{\left\{ \frac{d^2}{8} \varphi \frac{\cos \varphi}{\cos(\alpha + \varphi) \sin \alpha} \right\} \times \frac{\pi d}{2}} \quad \varphi = 3^\circ \quad C = 3.4 \text{ kg/cm}^2$$

s : 円錐面の長さ

次に φ の値は杭 π 任意の深さ貫入したときの杭円錐面に直角に測つた杭の移動量を m 杭円錐面に於ける地盤の圧縮量 (不連続点で測定) を n とすると $\varphi = \frac{n}{m}$

(4) 式に $\alpha, \varphi, f, \mu, \varphi$ を代入すると e_1 の値が求

められるが α の小さいほど e_1 の値は α の大きい場合より小さく算定される。

即ち α の小さいほど、不連続点では現れ度が高いことと立證される。ここで W_r, W_r' の式に含まれる f, μ, φ, l' の値は全て先端角度 2α によって変化するが先端抵抗、杭周摩擦抵抗もそれに依じて変化することになる。