

III-212 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

今日、杭の支持力を算定する公式は多数発表されてはいるが、先端円錐体の存在を考慮した式は殆んど見当らない。元来、杭の先端部を円錐体としたのは、貫入を良好にするためである。杭としての理想条件は、貫入と貫入後の支持力の増大が同時に成立することである。いま、先端円錐体の先端角度を、より鋭角にすることによって、貫入性の良好は当然のことながら、貫入後の支持力の増大が計測されたとすれば、施工上の問題はあつたが、杭としての理想条件が具備されたことになる。

先端円錐杭にあつては、地盤を円錐面でせん断し、土を側方に排除、押圧するが、この場合、先端角が鋭角の杭では、土粘土の移動、変位が円錐面に沿つて上向きとなるに反し、先端角が鈍角の杭にあつては、下向きとなる。この現象が、円錐体と本体との交面に於いて、土の攪乱の大小となつて現はれる結果となる。即ち土の粒子移動が上向きの鋭角の杭では、土の攪乱度が少なく、土粒子の移動変位が下向きの鈍角の杭では、攪乱度が大きくなる。土の攪乱度の大小は、間隙比の大小となつて現はれる結果、地盤応力度の大小を招くことになる。そこで、杭周摩擦支持力は、円錐体と本体との交面に発生する地盤応力度が、杭の貫入に伴つて、その儘、地表面まで連続すると考へて、誘導し、杭先端支持力は、円錐体周に、排除、押圧された土粒子によつて形成される圧縮圏によつて求め得られるとした。そこで、この考へて誘導した理論式による数値と、模型杭による実験値を対応させた。

(2) 杭周支持力と先端抵抗力の誘導式

$$\text{先端抵抗支持力式 } R_p = \frac{\pi d^3}{8} f \mu \left\{ \frac{\cos \varphi'}{\cos(\alpha + \varphi') \sin \alpha} \right\} \{ \mu \cos \alpha + \sin \alpha \}$$

$$\text{杭周面支持力式 } R_f = \frac{\pi d^3}{8} f \mu \left\{ \frac{\cos \varphi' \cos \alpha}{\cos(\alpha + \varphi') \sin \alpha} \right\} \tan \varphi'$$

但し、 d : 杭径 φ' : 粘着力を加へた換算内部摩擦角
 α : 先端円錐角の半角 $\mu = \tan \varphi'$ φ : 土の摩擦率
 $f = \frac{\text{土の圧縮抵抗力}}{\text{圧縮圏体積}} = \frac{\text{円錐体の受働土圧}}{\text{圧縮圏体積}}$

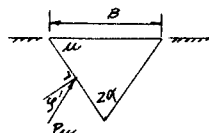
φ' は次のようにして求める。

$$C = \frac{q_u}{2} \frac{1 - \sin \varphi}{\cos \varphi} \dots (B) \quad \varphi' = (20 q_u)^{\frac{1}{2}} + 15 \dots (C) \text{ 但し } \varphi: \text{せん断試験による実験値}$$

$$\text{円錐体を地盤に埋込んだ場合の釣合式 } \frac{B}{2} = (p_u \sin \varphi + C) \frac{B}{2} \tan \mu + p_u \cos \varphi \frac{B}{2} \dots (A)$$

$$\varphi = \frac{R_f}{\left(\frac{B}{2}\right)^2 \pi} \quad B: \text{杭径}$$

R_f : 載荷試験による浮上支荷重



せん断試験による C を一定として、(A) 式に入れ、 p_u と φ を求め、(A) 式より φ の

未知数を含むが、杭径の異なる 2φ の杭の載荷試験により、 φ を求め、(B) (C) 式を用いて φ' を求める。

(3) 理論式よりの数値と実験計測値の対応

実験に用いた木杭は、直径7cm、全長100cmで、配置はFig-1に示す。打込方法は、重錘4.5kgを落下高さ50cmで打込む。打撃回数は先端角 $2\alpha=60^\circ$ の杭で220回、 40° で194回、 30° で170回、 20° で148回を要し、根入長さは各々75cmである。
打込んだ砂層のせん断強度は、 $\phi=23^\circ$ 、 $c=0.11\text{ kg/cm}^2$ 、含水量7%、 $\gamma=9.0016\text{ kg/cm}^3$
打込んだ杭の載荷試験による杭の支持力の計測値をFig-2~Fig-5に示す。
即ち、先端円錐角の鋭角なほど支持力の値は、大きく現れている。

次に理論式によつて求めるに当り、 $f = \frac{PV}{\frac{d^2}{8} \gamma \frac{\cos \phi'}{\cos(\alpha+\phi') \sin \alpha} \frac{\pi d}{2}}$

P : 円錐体上端と下端の受働土圧の平均値、 V : 円錐体の側面積

Fig-1

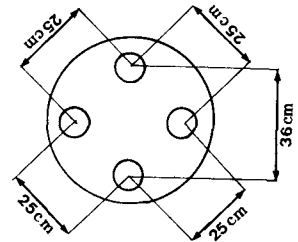


Fig-3

ϕ' の値は、 $\alpha=10^\circ$ のとき $\phi'=13.05^\circ$ 、 $\alpha=15^\circ$ のとき $\phi'=13.08^\circ$
 $\alpha=20^\circ$ のとき $\phi'=24.26^\circ$ 、 $\alpha=30^\circ$ のとき $\phi'=25.19^\circ$
 従つて f の値は $\alpha=10^\circ$ のとき $f=0.2962\text{ kg/cm}^2$ 、 $\alpha=15^\circ$ のとき
 $f=0.2834$ 、 $\alpha=20^\circ$ のとき $f=0.2613$ 、 $\alpha=30^\circ$ のとき $f=0.2148$

次表に
理論式より
求めた支持力
の数値と
実験値と
対比する。

R	α	10°	15°	20°	30°
理論	R_p	151 kg	118 kg	101 kg	83 kg
理論	R_t	465 "	317 "	124 "	78 "
値計		616 "	435 "	225 "	161 "
実験値		580 "	500 "	270 "	250 "

Fig-2

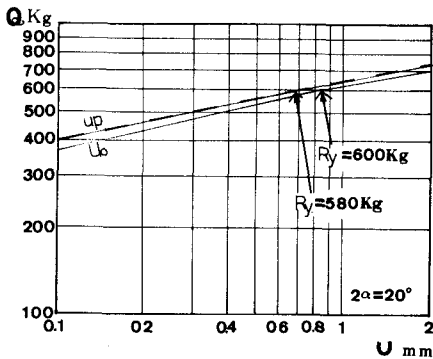


Fig-4

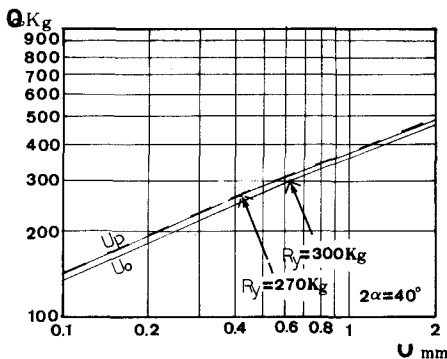


Fig-5

