

■-70 杭先角度の異った摩擦杭の Point resistance と Skin friction についての一考察

広島大学 正員 林 公重

今まで模型杭による杭先角度の異った杭の杭先の影響について数編の報告を発表したが本報告は、これらの実験結果を基にして、その Point resistance と Skin friction の関係を考察したものである。これらの実験に使用した模型杭装置土性⁽¹⁾⁽²⁾など又その実験結果⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾及び、この実験結果に適應する数式⁽⁴⁾については既に発表したところであるが結論は次の如くである。

$$Q = A\delta HK_p + \frac{1}{2}L\delta(H-l_0)^2KM - \frac{AL\delta(H-l_0)^2KM}{\pi(L\tan\delta + r)(H\tan\delta + r)} \quad (1)$$

(1)式は図-1に示す如き実験条件下においては次の如くになる。

$$Q = A\delta HK_p + L\delta H(R-l_0)KM - \frac{AL\delta HK_p \cot\delta}{\pi(L\tan\delta + r)} \quad (2)$$

但し Q: 支持力, A: $\pi r^2 \frac{1+2\lambda + \frac{r}{\lambda} + \cot\lambda}{1 + \frac{r}{\lambda} \pi}$, δ : 土の単位重量(g/cm^3), H: 杭の根入深さ(cm), $K_p: \tan^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2})$, K: $1 + \tan^2\phi$, L: $2\pi r$, l_0 : 実験表面(cm), l : 杭先長さ(cm), λ : 杭先角度, μ : 杭の摩擦係数, δ : 杭と土の摩擦角(30°)中土の内部摩擦角, r: 杭の半径(cm). この (1), (2) 式の第1項が Point resistance, 第2項が Skin friction, 第3項が補正項に相当するが第3項は小さいので省略し、第1, 第2項と実験値との関係を求めると図-2, 図-3の如くで (2) 式は支持力としては実験値に比較的低く一致するが、第1, 第2項個々にについては可成りの相違がみられる。従つて一座実験値が正しい値に近うものと考

へ、これらの相違を出来るだけ縮小させるための一方法として次の如く考へてみた。

支持力を Point resistance の部分と Skin friction の部分に分離するため図-4において

$$\text{Skin friction} \propto \text{Surface area ABDE} \equiv S_f$$

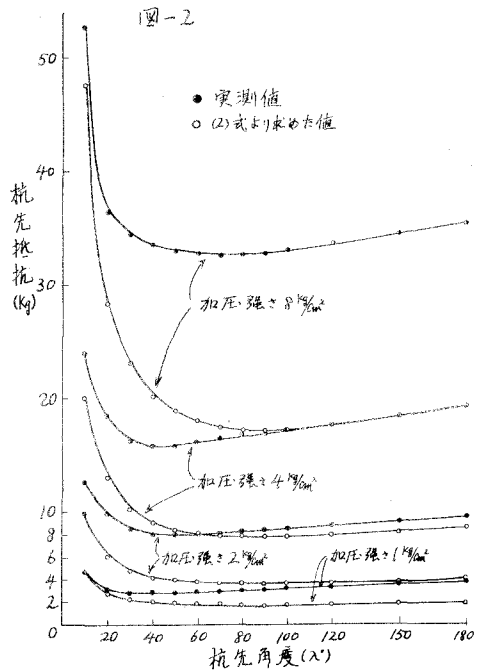
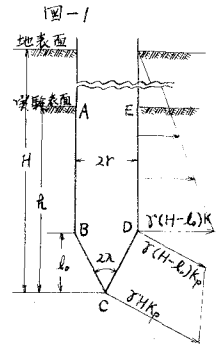
$$\text{Point resistance} \propto \text{Surface area BCD} \equiv S_p \text{ と假定する。}$$

$$S_f = 2\pi r(R - r \cot\lambda), S_p = \frac{\pi r^2}{\sin\lambda} \quad (3)$$

支持力 $= \alpha' S_p + \beta S_f$ とおいて実験的に α', β を定めると α', β は正である。今支持力の入による影響を考へ 支持力 $= \frac{\alpha'}{\sin\lambda} + \beta S_f$ (4) とおいて調べると、入が小さくなると支持力が大きくなるのは $\frac{1}{\sin\lambda}$ の展開で $\frac{1}{\sin\lambda}$ を含む項にあり、 $\frac{1}{\sin\lambda}$ を含む項として今一つ $\cot\lambda$ がある。従つて支持力は入の函数として次の如くなる。

$$\text{支持力} = \frac{a_1}{\lambda} + a_0 + b_1\lambda + b_2\lambda^2 + b_3\lambda^3 + \dots \quad (5)$$

右 (4) 式のときと異なり a_i, b_i の正負は一般的には不明であるが、少なくとも $a_1 > 0$ である。実際には βS_f が実験値に近うものを採り α', β を定めてみると $\frac{\alpha'}{\sin\lambda}$ よりも $\alpha' \cot\lambda$ の方がよいので (5) 式を適当な



係数 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots$ を用いて、くゝりなおすと

$$\text{支持力} = \alpha \cot \lambda + \beta S_f + \gamma + \delta \lambda + \dots \quad (6)$$

(3) 式から 支持力 $= (\alpha - \beta B) \cot \lambda + \beta A + \gamma + \delta \lambda + \dots \quad (6')$

今(6)式の形で係数 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots$ を $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0, \delta_0, \dots$ と定めたとき $\beta_0 \rightarrow \beta'_0$ にしたとき α_0 と δ_0 だけを少し変へる事で、 $\delta_0, \dots$ はそのまゝで同じ支持力を與へるものが出来る。即ち

$$(\alpha'_0 - \beta'_0 B) \cot \lambda + \beta'_0 A + \gamma'_0 = (\alpha_0 - \beta_0 B) \cot \lambda + \beta_0 A + \gamma_0 \quad (7)$$

$$\text{とすればよく } \alpha'_0 = \alpha_0 - B(\beta_0 - \beta'_0), \gamma'_0 = (\beta_0 - \beta'_0) A + \gamma_0 \quad (8)$$

とすればよい。支持力は βS_f の項を skin friction によるもの、以外を Point resistance とすれば(6)式から次の事が言へる。Skin friction は Point resistance に示りかえて考へる事が出来る。Skin friction を全部 Point resistance に示りかえた場合が Bierbaumer's の方法に他ならない。彼のは $2\lambda = 180^\circ$ の場合であるが $2\lambda \neq 180^\circ$ のとき、示りか

元の方法が存在してゐたものが $2\lambda \rightarrow 180^\circ$ でも存在すると考へれば自然であらう。 $\cot \lambda$ に比例する支持力は図-4の BC, CD に沿う剪断降伏圧力 σ_s が存在するから $\cot \lambda$ の項になる。カト直すと $\sigma_s \times S_p$ で、この垂直方向の成分を求めると $\sigma_s \times \cot \lambda = \sigma_s \pi r^2 \cot \lambda$ 即ち楔状の力が働く事になる。従つて支持力を求めるに(6)式を假定して Trial and error method で $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots$ などの係数を実験的に定めた。実験誤差の範囲で最も良い結果をもたすものは

次の形のものが λ 以上の項は殆んど効果がなく、 $\frac{1}{\lambda^2}, \frac{1}{\lambda^3}, \dots$ の項を考慮しても良い結果をもたらない。 支持力 $= \alpha (1 + \frac{\pi}{2} + 2\lambda + \cot \lambda) + \beta S_f + \gamma \quad (9)$

実験値に適する α, β, γ の値を求めると Table-1 の如くなり。

$$(2) \text{式に比べて } \alpha \propto \frac{\pi r^2}{1 + \frac{\pi}{2}} \sigma_s K_p \quad (10) \quad \beta \propto K \mu \sigma_s H \quad (11)$$

になつた事が期待されるのでこの比例関係を調べてみると Table-2 の如く(10)式の比例常数は大体1に近く満足出来るのではないかと考へられ、 μ は大体 0.05 となつた。

かゝる考へ方から求めた値は実験値に万が一近く大体満足できるのではないかと考へる。

参考文献

- (1) 林 公重：第16回年度学術口演会概要
- (2) 林 公重：第17回年度学術口演会概要
- (3) K. Hayashi : Experimental research of influences of the pile-point angle on bearing capacity and pulling strength. (Memoirs of the Faculty of Engineering, Hiroshima University, V.1.1, No.5)
- (4) K. Hayashi : On the bearing capacity of the pile taken account of the pile-point angle (3) と同じ
- (5) 林 公重：二重管式(杭先及び杭筒分離型)模塑杭による杭先角の異なる場合の Point resistance と skin friction について(広島大学工学部研究報告 V.1.12, No.1)

図-3

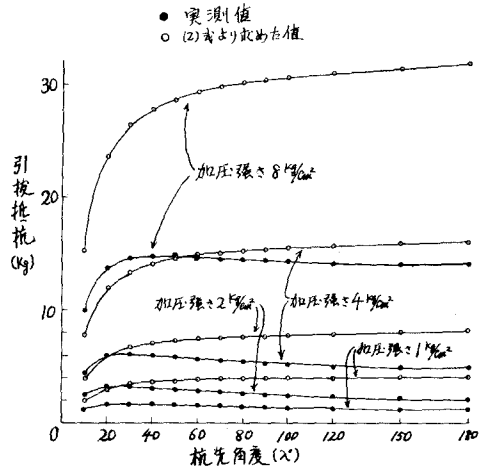


図-4

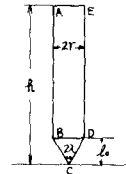


Table-1

加圧比 %	α	β	γ
1	0.3921	0.0601	0.1892
2	0.6773	0.1121	0.6082
4	1.4450	0.2110	0.8080
8	2.7026	0.5244	0.7096

Table-2

加圧比 %	(10)式比例常数	(11)式 μ
1	1.2379	0.054
2	0.9766	0.049
4	1.0276	0.044
8	0.8054	0.052