

名城大学 土木科 正会員 柴田道生

“ “ 阿河武志

“ 学生会員 〇市 義雄

ノ 異形断面杭の支持力算定式¹⁾

ノ) X-形杭

a) 先端抵抗¹⁾(粘性土)

$$Q_p = \gamma z N \varphi \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right)^{N_p(1+N_p^{\frac{1}{2}}\mu)^{-1} \frac{1}{\beta} \tan \alpha (\alpha + \varphi)} A_p$$

r) 周面抵抗(砂質土)

$$Q_f = \nu \gamma X \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right)^{N_p(1+N_p^{\frac{1}{2}}\mu)^{-1} \frac{1}{\beta} \tan \alpha \frac{z}{2}} \Psi_p$$

c) 周面抵抗($\varphi = 0$)

$$Q_f = \{ 3 c z \tan \alpha \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) + c z \} \Psi_p$$

2) H形鋼杭

a) 先端抵抗(砂質土)

$$Q_p = \frac{\gamma z \otimes x P \{ N \varphi (\tan \varphi + \mu) \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) \}}{N \varphi} A_p$$

b) 先端抵抗(粘性土)

$$Q_p = \frac{\{ \gamma z \tan \varphi + c \} \otimes x P (N \varphi + \tan \varphi \frac{1}{\frac{1}{\beta}}) - c (2 N \varphi \tan \varphi + 1)}{N \varphi \tan \varphi} A_p$$

c) 周面抵抗(砂質土)

$$Q_f = \otimes x P \{ N \varphi (\tan \varphi + \mu) \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) \} \nu \gamma X \beta \tan \alpha \frac{z}{2} A_p$$

d) 周面抵抗($\varphi = 0$)

$$Q_f = \{ 2 c z \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) + c z \} \Psi_p$$

3) U形鋼杭、節杭の支持力式は、X-形杭の支持力式を用いる。

2 諸因子

γ = 単位重量(t/m³), z = 根入れ長さ(m), A_p = 先端断面積(m²) (但し、H形鋼杭, U形鋼杭は閉鎖断面積),

μ' = 凹部の平面的なすべり係数, φ = 土の内部摩擦角, α = 先端角度, ν = 側圧係数, Ψ_p = 周長(m), $\left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right)$

= 閉塞効果率, $N_p = \tan^2(45 + \frac{\varphi}{2})$, X杭 $\nu = 0.09, \mu' = 0.3, \beta = 0.5, \alpha = 27^\circ, \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) = 2.72$ (abc) H杭 $\nu = 0.1, \mu' = 0.3, \beta = 0.6, \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) = 0.82$

(ab), $\left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) = 0.68$ (cd), U杭 $\nu = 0.1, \mu' = 0.25, \beta = 0.6, \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) = 2.7$ (a), $\left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) = 2.2$ (bc), 節杭 $\nu = 0.25, \mu' = 0.25, \beta = 1.0, \left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) = 2.35$ (a), $\left(\frac{1}{\frac{1}{\beta}} \right) = 2.0$ (bc)

3 作図と計算方法

上述の諸因子をa)~d)に代入すると、図-ノ~図-5になる。そのノ(統計)のデータよりMeyerhof²⁾ $= \frac{1}{3} \{ 30 N A_p + (\frac{N L_1}{5} + \frac{N L_2}{2}) r_p \}$ を計算したのが図-6、図-7に示す。又図-ノ~図-5を用いて計算したのを図-8に示す。

4 考察

図-6は節杭で $x = R_a / R_r$ (実測値/計算値)の平均値は1.003 標準偏差 $\sigma = 0.559$ 図-7はH・U形鋼杭で x は1.205, $\alpha = 0.489$ 著者らのは $x = 0.997$, $\alpha = 0.17$ で非常に相関性が良い。これらから異形断面杭の算定式は種々の諸因子を考えるべきである。又これらの特徴としては杭形状にあると思われる。そこで、一般的な円形杭の摩擦力は $f_s = (0.3 \sim 1) \gamma z$ 杭側面に作用している水平圧力は西田氏の結果から $q_s = (1.44 \sim 2.48) \gamma z$ になる。そこで円形杭と異形杭とを比較したのが表-1に示す。これから見ると、閉塞効果はH形鋼杭がもっとも起りやすい。又円形杭と節杭を比べると $\varphi = 30^\circ$ が $\varphi = 40^\circ$ に地盤が増加したことを意味している。江刺らのシートパイルの実験値と比較すると杭の先端で受動土圧よりかなり大きな値を示し、先端以外では深さに関してほぼ一次的な分布を示した。これを土圧係数(k)で表わすと $k = 2.2 \sim 2.6$ であった。又、載荷・引抜中の土圧分布は先端以外ではほぼ一定値を示し、先端部では極端に変化した。図-9、図-10に示す。そこで、表-1よりU形鋼杭 $q_s = (0.68 \sim 2.61) \gamma z$

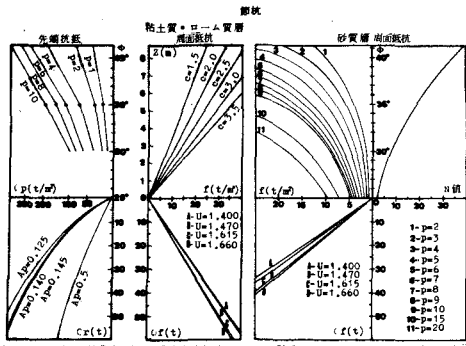


図-1

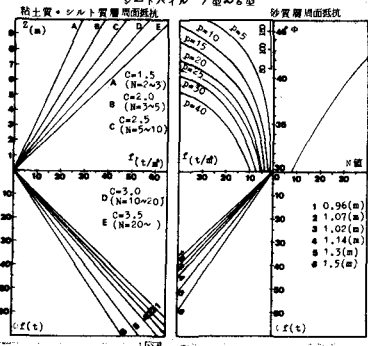


図-2

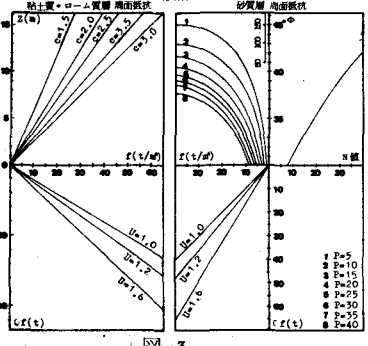


図-3

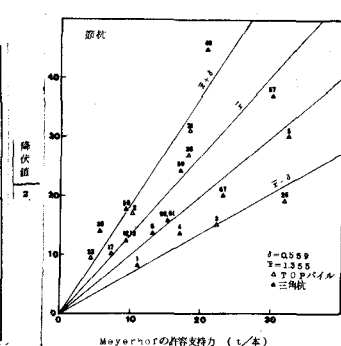


図-4

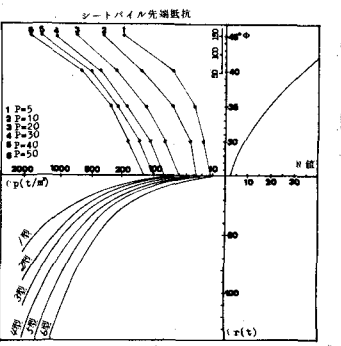


図-5

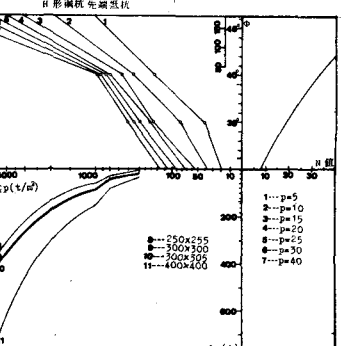


図-6

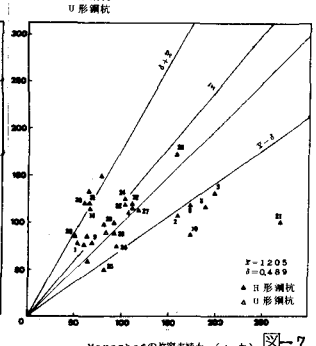


図-7

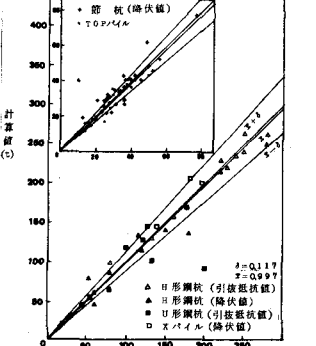


図-8

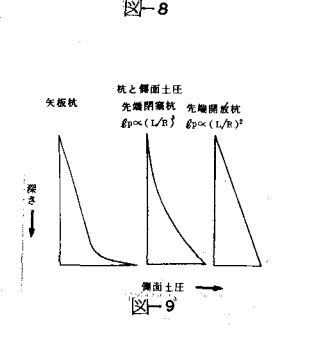


図-9

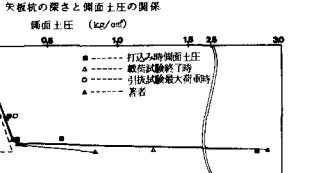


図-10

で $\varphi = 40^\circ$ として、 $\alpha = 2.61 \times 1.9 \times 0.2 = 0.09\%$
 $\alpha = 2.61 \times 1.9 \times 0.4 = 0.198\%$, $\alpha = 2.61 \times 1.9 \times 0.55 = 0.27\%$ 又、周面において $\alpha = 7.24\%$
 $(\varphi = 44.5^\circ)$ とすると $\alpha = 0.825\%$ となり、先端部において一致しないので、先端支持の場合から求めると、 $\varphi = 43.3^\circ$ のとき $\alpha = 25.295 \times 0.6 \times 1.9 = 28.8\%$ となる。そうすると周面の受動土圧は一致を示し、又、先端部の受動土圧は実際には大きすぎるけれども実験値に合すと $k = 25.3$ になる。

参考文献 1) 阿河武志 異形杭の支持力について 第33回土木学会講演概要集第3部

2) 西田義親 締固め杭に関する基本的研究 土木学会論文集第69号昭和35年7月。

3) 江刺靖行 砂地盤における杭の引抜抵抗杭第22回土木学会講演会

表-1
異形杭の取囲面に作用している水平圧力の比較

形状	α (円周率) $\varphi = 30^\circ \sim 40^\circ$ (但し、引抜時 $\varphi = 20^\circ \sim 30^\circ$)	α (円周率) $\varphi = 30^\circ \sim 40^\circ$ (但し、引抜時 $\varphi = 20^\circ \sim 30^\circ$)
円形杭	$\alpha = (1.44 \sim 2.45) r$	$\alpha = (0.8 \sim 1.4) r$
矩形杭	$\alpha = (0.76 \sim 2.74) r$	$\alpha = (0.28 \sim 0.47 \sim 0.95) r$
H形鋼杭	$\alpha = (0.68 \sim 2.42 \sim 2.58) r$	$\alpha = (0.48 \sim 1.04 \sim 2.54) r$
U形鋼杭	$\alpha = (0.68 \sim 2.42 \sim 2.58) r$	$\alpha = (0.48 \sim 1.04 \sim 2.54) r$
引抜時	$\alpha = (0.28 \sim 0.47 \sim 0.95) r$	$\alpha = (0.28 \sim 0.47 \sim 0.95) r$

但し、 $r = 2.44$ (円周率) $\varphi = 30^\circ$ のとき $\alpha = 2.44$ (引抜時) 又、 $\alpha = 2.44$ (引抜時) の水平圧力