

1. はじめに 杭の周面摩擦力を静力学的に推定するには、杭頭に作用する水平土圧の評価が重要なポイントとなる。従来採用されてきた値は静止土圧～受働土圧の範囲である。例えば、ゆるい砂地盤で $\phi = 30^\circ$ とすれば、 $K = 0.5 \sim 1.0$ 、 $K = 1 + \tan^2 \phi = 1.33$ 、 $K = K_p = 3.0$ などがあげられ、それらの間には大きな差がある。またそれらの値は貫入長全域にわたって一定であると考えることが多い。しかし、地盤条件や深さが同じであっても、杭との関係で値が異なってくるような報告もいくつかみられる。筆者は模型実験を行なって、 $Q_3 = Q_{top} - Q_p$ から換算される平均土圧係数や軸方向分布に関する一つの考え方を示してきたが、土圧の直接測定による検討が残されていた。ここではロードセルをつけた模型杭を用いて測定した砂層中の土圧係数について考察を行なった。

2. 実験 乾燥した相馬砂を $1 \times 1 \times 1$ mの土槽につめ、杭はジャッキで所定位置に設置した。土圧測定器は5.0 kgのロードセル対し同レベルに左右対称にとりつけた。受圧面は杭半径(51 mm)と同一半径径であり、40×40 mmの大きさとした。ロードセルを先端から下の所にセットして、貫入深さ5 cm毎の土圧のよみを記録した。記録はジャッキ圧入停止直前; 除荷後; 1 mm/minの速度で再載荷中一定値になるまで; の各時点で行なった。

3. 結果と考察 図-1は先端上方 θ にセットしたロードセルが地表面下 z にきたときの最大水平圧力 q である。同じ深さ z における q は、先端に近い位置の方が離れた位置の値よりも小さい。

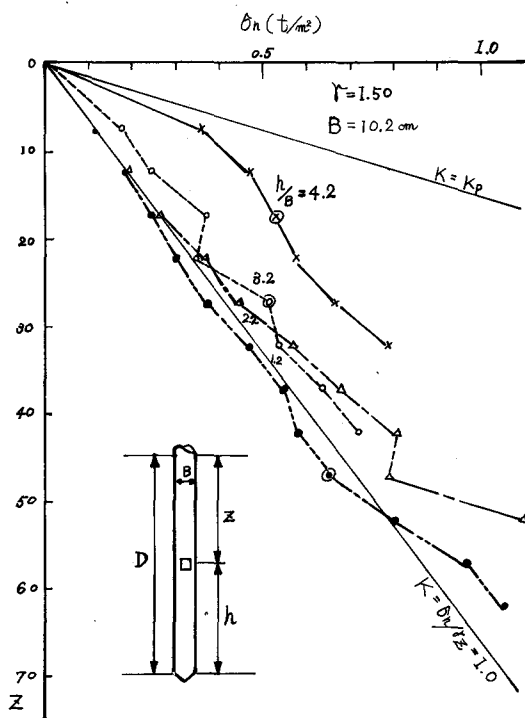


圖-1

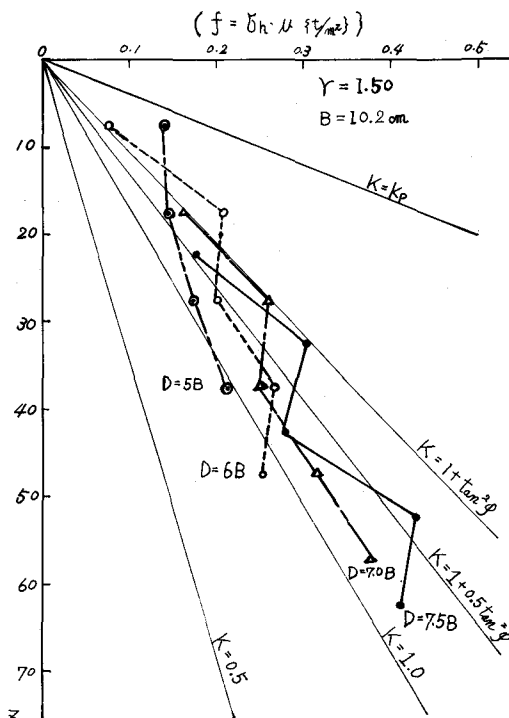


图-2.

また、先端に近いところは深さ z に対する σ_R の増加率はほぼ一定であり、 $K = \sigma_R / \gamma z \approx 1$ を示している。反面、浅い部分では z の増大に伴って増加率は小さくなる。実測の σ_R に摩擦係数 $\mu = 0.5 \tan \phi$ を乗じて周面摩擦力 f_s と求め、根入れ長 D のときの軸方向分布の関係を示すと図-2のようになる。いずれの D の場合でも浅部の $f_s = \gamma z K_p \mu$ から深部の $f_s = \gamma z K_0 \mu$ に漸減している。もし強引に平均値を出すならば $D \geq 5B$ に対する土圧係数は $K = 1 \sim (1 + \tan^2 \phi)$ の間にある。

図-3, 4は各根入れにおける土圧係数の軸方向の変化を示したものである。ここは杭周の鉛直圧を γz と置いて算出したが、実際の応力はそれ以外の要因も考慮すべきかもしれない。そのような意味では、図-3, 4の K の値は見かけの土圧係数である。 K は深くなるにつれて漸減し、ある深さ以上では一定値 K_0 を示すものと考えてよい。いま実験公式として表わせば

$$\begin{aligned} z = 0 & \quad K = K_p \\ 0 \leq z \leq 4B = L & \quad K = K_0 + (K_p - K_0) \left(1 - \frac{z}{L}\right)^3 \\ z \geq 4B & \quad K = K_0 \end{aligned}$$

に近似される。 K_0 値は $\tau = \sigma_R \beta \tan \phi$ の働いている面の垂直応力 σ_R とそれと直交する面の応力 σ_v の比と $K = \sigma_R / \sigma_v = 1 + 2(\beta \tan \phi)^2$ といたときの値 $K_0 = 1 + 0.5 \tan^2 \phi$ (ただし $\beta = 0.5$) に近似している。いま $Q_f = \frac{\gamma D^2}{2} \pi \mu R$ とおけば全長に対する平均土圧係数は $R = K_0 \{1 + 0.1(K_p - K_0) \left(\frac{D}{L}\right)^2\}$ となり、根入れ D が大きくなれば $R \approx K$ 。と考えてよい。

4. あとがき ここでは実験値の特徴を示すだけにとどめた。ランキン土圧係数のような壁面摩擦がないときの K_p, K_0 とは違って、鉛直面に f_s を生じているときの値はその中間値を示すであろうと予測される。また極限平衡状態になれば更に異なった値となるはずであり、実験結果はそのような特徴をはっきりと表わしている。

終りに実験では本学4年生山崎光彰、笠井和男、古賀和昭、の諸君の労によるところが大きい。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 石堂、山内 (1972) 「杭の周面抵抗について」
九大工学集報 第45巻 第6号

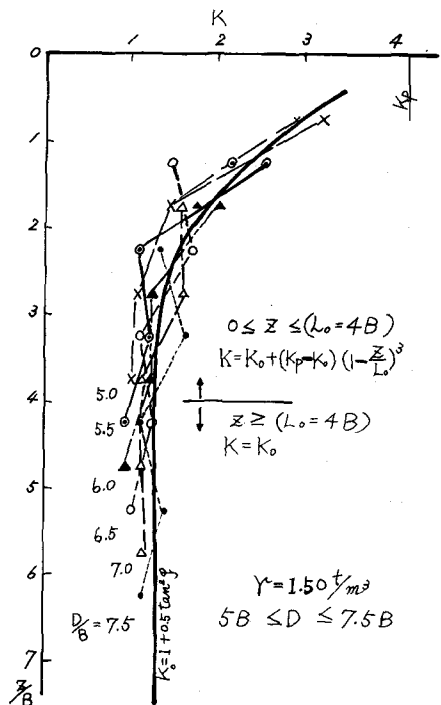


図-3.

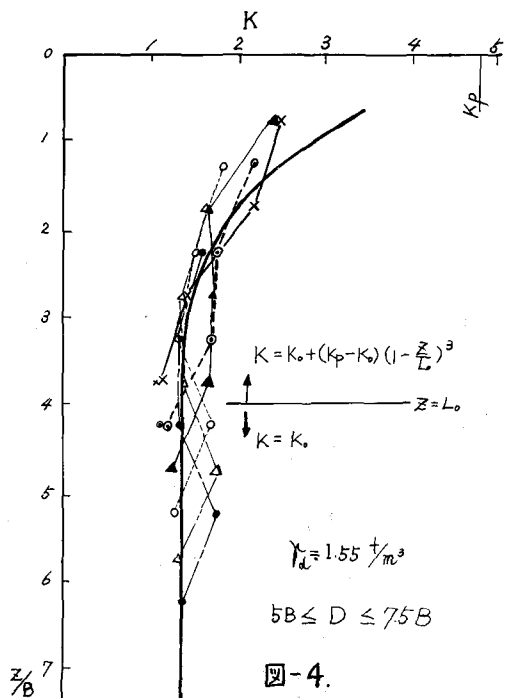


図-4.