

粘土地盤に於ける群杭の効率に就いて

名城大学理工学部 正会員 柴田道生
名城大学理工学部 正会員 O 阿河武志

1. 緒言

杭が地盤に貫入すると、杭の体積に等しい土量を、主として横方向へ、排除押圧することによって、地盤に破壊領域（杭心より R の距離）を生ずる。従つて、この R の内に隣接の杭による R が接するように打設すれば、群杭の効率は 1 になる筈である。若し、この R が干渉すれば、当然地盤応力が変化するか、効率は 1 よりも小な又は場合によっては、1 よりも大となる。又、杭の面より考へれば、杭に水平力が作用すると、隣接の杭は、破壊領域に於ける地盤応力と水平力による杭の変位から生ずる地盤応力の二重の応力からの曲げモーメントを受けるから、この曲げモーメントが杭の固有の抵抗モーメントを超へるために、隣接の杭との間隔を定める必要がある。本文は、以上へ二面より群杭の効率の考へ方を述べたものである。

2. 杭の打設による地盤応力

杭の水平方向変位を δ とすると、 $\delta = \frac{2\beta H}{\rho D}$ β : 杭の横係数、 H : 水平力
 ρ : 地盤の横方向反力係数、 D : 杭径

地盤変位 δ を与へる地盤応力 $\sigma_r = \rho \delta$ 杭の鉛直荷重を V とすると、 $H = V \rho$
 杭に発生する最大曲げモーメント $M = -0.3224 \frac{H}{\rho}$ 水平力 H が作用する前の地盤応力
 σ_r' は $\sigma_r' = K_0 \gamma Z + C (2 \log \frac{R}{\gamma}) + 1$ 次に σ_r は、受働土圧より大となり得るから
 $\sigma_r \leq 2C$ 又一般に、土の間隙比と、圧力 P の間には次の関係がある。

$$e_0 - e = C_c (\log_{10} P - \log_{10} P_0) \quad \text{但し } C_c: \text{圧縮指数}$$

$$\text{圧力が } P_0 \text{ から } P \text{ になった時の容積歪 } \epsilon \text{ は } \epsilon = \frac{C_c}{1+e_0} \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

そこで水平力を受け、地盤に体積歪を与へることは、単位長さ当り杭幅との関係から

$$D\mu = \frac{\pi C_c}{1+e_0} \log_{10} \frac{P}{P_0} \left(\frac{R^2}{2} - \frac{a^2}{2} \right) \quad \text{但し } a: \text{杭の半径} \\ \text{----- (1)} \quad \mu: r=R \text{ の真の変位量}$$

さて、水平力 H を受けた場合の杭心より任意の真の水平応力 σ_r' は

応力平衡式より

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_t}{r} = 0 \quad \text{----- (2)}$$

塑性領域の平衡式は

$$\sigma_r - \sigma_t = 2C \quad \text{----- (3)} \quad \text{但し } C: \text{粘着力}$$

(3) 式を(2)式に代入して、積分常数を $\gamma = R$ のとき $\sigma_r = k\mu$

として定めて、

$$\sigma_r'' = k\mu + 2C \log \frac{R}{r} \text{ ----- (4)}$$

即ち(4)式の R に杭心よりの任意の値を代入すれば、その長に於ける地表面の地盤水平応力が求められる。

次に杭に発生する曲げモーメントを M_1 (水平力 H を受けることによつて発生する曲げモーメント) 水平荷重 H によつて、発生する地盤変位による曲げモーメントを M_2 とすると、

隣接杭の受くる曲げモーメント M は

$$M = M_1 + M_2$$

杭の固有抵抗モーメントを M_r とすると $M_r > M$ であることが必要となる。

こゝで $M_1 = -0.3224 \frac{H}{\beta}$ 但し $H = D k_1$ k_1 : 水平密度

M_2 の値は、 H を $H = \sigma_r'' \times (\text{杭巾}) \times (\text{杭単位長})$ として M_1 の H として求めた値である。

さて群杭を打設する場合、効率を1とせしめるように配慮すればよい筈であるが隣接の杭が受ける曲げモーメントが、その杭の固有の抵抗モーメント以下に収まるよう考へればよいことになる。

従つて、(4)式の破壊領域 R の値は、水平力 H による地盤変位によつて生ずる R の値を R' とやつて、 $R' > R$ とする筈である。

即ち群杭の間隔は R' が相接するように打設すれば、効率は1となる。

この R' の値は(1)式によつて求まる。

表-1 の σ_r' の値は H を受け得たときの地盤応力であり、 σ_r'' は水平力 H と地盤変位を受け得た場合の応力の値を示している。

表-1

$r \backslash \sigma_r$	$\sigma_r' \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_r'' \text{ kg/cm}^2$
15	0.466	0.706
30	0.310	0.505
60	0.153	0.393
75	0.103	0.343
90	0.062	0.303

