

土中に構築された円断面柱状体の土圧に就いて

名城大学理工学部土木工学科 正会員 柴田道生

1. 緒言

土中に構築される円断面柱状体、例えば ケーソン等 に及ぼす土圧の算定に当っては、現在ランキン、クーロンの式で算定されているが、有限の寸法、形状をもつ ケーソン等に於いては、三次元土圧として、解くのが妥当であると考えられる。

常時に作用する土圧の分布形は、Fig 1 の (a) (b) (c) に示すようなものと考えられている。

即ち (a) は、直線分布、(b) は放物線分布、(c) は一定の深さ迄直線分布以下は一定であると考え、主効土圧は、砂質土、粘性土とも同じで

$$P_a = K_A (\sigma_x + \gamma) \quad K_A: \text{主効土圧係数} \quad \text{静土圧 } P_0 = K_0 (\sigma_x + \gamma)$$

常時に於いては、静土圧係数_(K₀)としては、砂質土、粘性土の区別なく 0.5 の値を採用している。

(b) の場合は土圧分布が放物線と仮定したもので、全土圧力は、ランキン、クーロンの直線分布と等しい値を採用している。

(b) の場合は、土圧力の作用高さは、高さ H に対し、地表より mH の位置として、任意の深さ x に於ける土圧強度 σ_x は

$$\sigma_x = \gamma \left\{ \frac{2(3m-2)}{H} x + (3-4m) \right\} \frac{x}{H^2} P_a \quad \text{ここで } m=0.6 \text{ とする。}$$

を示している。

(c) の場合は、三角形直線分布する深さは、地表面より 15m 迄とし、以下一定値と仮定している。

ケーソンの計算で、主効土圧を用いたり、静土圧を使用しているが、これは、施工の状態によるもので、地盤を全く緩めることなく、ケーソンが鉛直方向に下げられた場合は、ケーソンの外周に沿って、静土圧状態が形成されるが、施工が悪く、ケーソンが傾斜したりすると、傾斜した側には、受効土圧が効る、反対側には、主効土圧が効ることになる。

即ち、Fig 2 に示したような状態になると考えられている。Fig 1 の (a) の場合の合力の作用点は、当然 地表面より $\frac{2}{3}l$ の点である。

Fig 1.

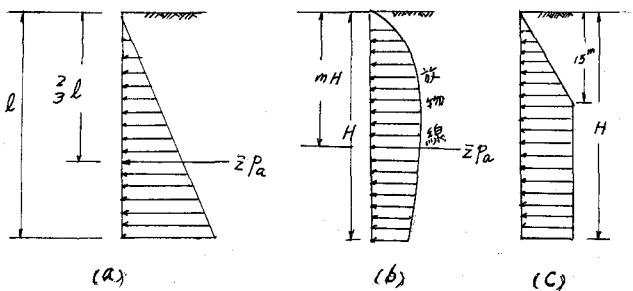
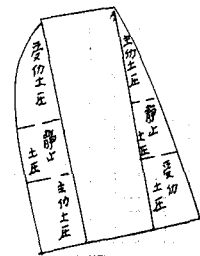


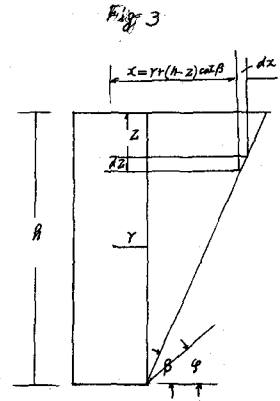
Fig 2.



2. 三次元土圧

従来のケーソンの土圧の取扱いは、全て、二次元問題として解いているが、有限の寸法、形状をもつ構造物に及ぼす土圧は、三次元土圧として解く方が妥当であると考えられる。(Fig 3)

シタインフェルトが 1958 年に発表した円形断面に作用する土圧論は、この問題にふれている。



r : ケーソンの半径

ϕ : 土の内部摩擦角

e_a : 深さ z の壁面に作用する土圧

e_r : 深さ z の放射断面の土圧

γ : 土の単位重量

β : 滑面と水平線とをなす角

K_0 : 静止土圧係数

とすると $e_r = K_0 \gamma z$ とおき、 $\sum F_H = 0$ と $\sum F_V = 0$ より

$$e_a = \frac{\gamma z}{\tan \beta} \left\{ \left(1 + \frac{h-z}{r} \cot \beta \right) \tan(\beta - \phi) - K_0 \frac{h-z}{r} \right\} \quad \text{----- (1)}$$

単位周長当りの主働土圧 E_a は

$$E_a = \int_0^h e_a dz = \frac{h^2}{2} \frac{\gamma}{\tan \beta} \left[\tan(\beta - \phi) + \left\{ \frac{\tan(\beta - \phi)}{\tan \beta} - K_0 \right\} \frac{h}{3r} \right]$$

β は、 $\frac{dE_a}{d\beta} = 0$ とおいて

$$\begin{aligned} \frac{dE_a}{d\beta} = \tan^3 \beta \left\{ K_0 \frac{h \tan \phi}{r} - 3 \right\} + \tan^2 \beta \left\{ \frac{2h}{r} (K_0 - 1) + 6 \tan \phi \right\} \\ + \tan \beta \left(\frac{3h \tan \phi}{r} + 3 + \frac{K_0 - 1}{\tan \phi} \frac{h}{r} \right) + \frac{2h}{r} = 0 \quad \text{----- (2)} \end{aligned}$$

即ち (1) 式によつて、任意の深さに於ける土圧強度が算定され、(2) 式より滑り面の角度が求められる。いま、Fig 1 の (a) の場合、土圧が三角形分布をすとした場合と任意の深さの土圧分布と比較すると、Fig 4 のようになり、全土圧の値は、(a) の三角形分布をすとした場合の値の約 $\frac{1}{2}$ となる。

又、滑り面の水平線とをなす角 β の値もランキン土圧の $45^\circ + \frac{\phi}{2}$ の値より急な角度になる。土圧分布の形状は、Fig 1 の (b) の場合の放物線と考えられ分布と全く異なつた二次曲線分布となる。

Fig 4

