

地盤中のボーリング孔の変形について

京大工学部 正 島昭治郎
 太田秀樹
 八坂真喜雄

1. まえがき
 非排水状態で内圧をうけるボーリング孔周辺の間げき水圧、変形と粘土定数の関係を計算した。

2. 計算モデル

計算のためにモデル化したボーリング孔を図-1に示されている。孔壁に対して静止土圧と同じ荷重が一樣にかかり、それに加えて x 方向から $\pm \frac{\pi}{4}$ の範囲に等分布部分荷重(q)がかけられているものとする。 $K_0=0.5$, 比重 0.63 , 深さ $z=158\text{cm}$ とし, 地下水位が地表と同じレベルで, 平面ひずみ問題として計算する。部分荷重の載荷によって引き起される応力分布($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$)は弾性論で与えられ, $\sigma_x/g \geq 0.01, \sigma_y/g \geq 0.01, \sigma_z/g \geq 0.01$ を満足する部分を計算の対象とする。その範囲はボーリング孔の半径を 5cm とすると, $x \leq 70\text{cm}$ となる。

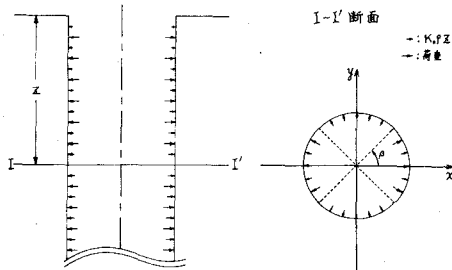


図-1 モデル

3. 有効応力および間げき水圧

ボーリング孔周辺の地盤中の応力状態は載荷により σ_{oct}/σ'_m が減少する形になり(受働状態)この場合の有効応力は次式で与えられる。(正規圧密粘土の場合)

$$\frac{\sigma_{oct}}{\sigma'_{m0}} = \left\{ k - \frac{\lambda}{(1+e_0)\mu} \ln \frac{\sigma'_m}{\sigma'_{m0}} \right\} \times \frac{\sigma'_m}{\sigma'_{m0}} \quad (1)$$

ただし, σ'_{m0} ・ k は載荷前の平均有効主応力と σ_{oct}/σ'_m であり, λ ・ μ は e - $\ln \sigma'_m$ 図上での圧縮・膨潤指数, μ はダイレイタンス指数である。 e_0 は初期間げき比で計算例の場合 1.72 である。(1)式から間げき水圧は同じ全応力状態に対して, λ/μ の値によって変わることがわかる。

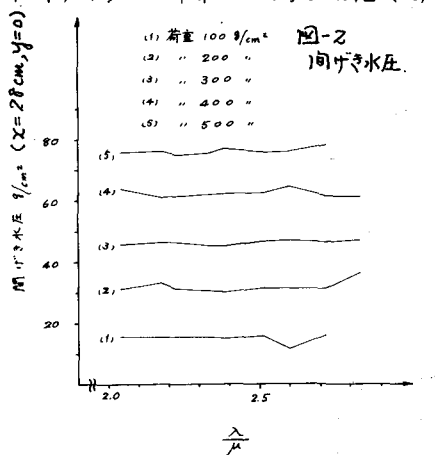
4. 応力-ひずみ関係 (変位の計算)

異方圧密された正規圧密粘土の非排水状態における応力-ひずみ関係が次式で与えられる。

$$\epsilon_1 = \frac{1}{\sqrt{6}} \frac{\mu}{\lambda} \ln \left\{ \left[\frac{\lambda - k}{(1+e_0)\mu} - \frac{\sigma_{oct}}{\sigma'_m} \right] / \left[\frac{\lambda - k}{(1+e_0)\mu} - k \right] \right\} \quad (2)$$

$$\epsilon_3 = -\epsilon_1 \quad (3)$$

(1)(2)式からひずみは同じ全応力下においても $\frac{\mu}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{\mu}$ $\lambda - k / (1+e_0)\mu$ の値によって変わってくる。変位は $x=70\text{cm}$ の



点を固定点と考え、いすみを積分して求められる。

5. 粘土定数について

一般に粘土定数は $0.3 \leq \lambda \leq 0.8$, $0.03 \leq \frac{\kappa}{\lambda} \leq 0.1$, $0.05 \leq \mu \leq 0.15$ の範囲にあると考えられる。また(2)式の $(\lambda - \kappa)/(1 + e_0)\mu$ は 0.7 程度であるから、ここでは 0.6~0.8 の範囲をとった。

6. 計算結果

荷重 (g) を, 300 g/cm^2 , 400 g/cm^2 , 500 g/cm^2 にとり, x 軸上の間げき水压と変位を計算した。荷重 500 g/cm^2 に対し, $x=28 \text{ cm}$ の部分が critical state になるから, $x=28 \text{ cm}$ 上の土の間げき水压と粘土定数の関係を図-2に示し, 変位と粘土定数の関係を図-3, 4, 5に示した。間げき水压は $\frac{\kappa \mu}{\lambda}$ 粘土定数によってほとんどかわらず, 変位は $\frac{\kappa \mu}{\lambda}$ と $(\lambda - \kappa)/(1 + e_0)\mu$ の値によって変わることがわかる。

7. 現位置試験による粘土定数決定の可能性

Critical state に達した土の有効応力状態は次式で与えられる。

$$\frac{T_{\text{act}}}{\sigma'_m} = \frac{\lambda - \kappa}{(1 + e_0)\mu} \quad (4)$$

加えた荷重から全応力 T_{act} , σ'_m が計算されるから, critical state に達した土, たとえば $x=5 \text{ cm}$ (3L壁) の間げき水压を測ることができれば, (4)式から $(\lambda - \kappa)/(1 + e_0)\mu$ の値が計算できる。次いで critical state に達していない土, たとえば $x=28 \text{ cm}$ の変位を測ることができれば, 図-3, 4, 5などを利用して $\frac{\kappa \mu}{\lambda}$ の値が求まる。

8. あとがき

応力-いすみ関係式を用いて, 間げき水压, 変位と粘土定数の関係を求めた。この計算はボーリングSLを利用した現位置試験により, λ, κ, μ の3つの粘土定数を決定できないだろうかとこの期待をもつて行なったものがあるが, 計算結果は3つのうち2つしか決定できないことを示している。しかもその結果を利用するには, 実際上の測定はむずかしいであろう。なら, ボーリングSL周辺地盤全体の変位も計算してみたが, 変位の境界条件を満足できる程度に満たすことができません, 弾性論による応力分布を用いることが, この問題に対してはあまり適当とはいえないかもしれないということを感じさせる。

