

東京工業大学 正員 山口 柏樹
○学生員 村上 幸利

1) 異方性粘土地盤の多次元圧密

沖積粘土地盤はその堆積過程から一般に尺状地盤をなしており、圧密係数は異方性を示す。いままでの報告例では、普通、水平方向の圧密係数 C_h が鉛直方向の圧密係数 C_v の2〜4倍であるとするものが多い。本文では Biot 理論の解析解をもとに初期値を推定し C_v と C_h なる尺状粘土地盤の多次元圧密問題を Rendulic 式について求めた結果を述べる。これは、

$$\partial u / \partial t = C \cdot \nabla^2 u .$$

もし、水平方向と鉛直方向の圧密係数が異なるとすると、上式は、

$$\text{二次元問題(帯状載荷)} \quad \partial u / \partial t = C_v (\partial^2 u / \partial z^2 + \partial^2 u / \partial \eta^2) \quad (1)$$

$$\text{三次元問題(円形載荷)} \quad \partial u / \partial t = C_v (\partial^2 u / \partial z^2 + \partial^2 u / \partial \eta^2 + \partial u / \partial \zeta \partial \zeta) \quad (2)$$

ただし、 $\eta = \sqrt{C_v / C_h} \cdot x$, $\zeta = \sqrt{C_v / C_h} \cdot r$.

いま初期過剰水圧分布を Biot 理論の解析から求めたものと等しいと仮定すると、この解析解は(1)(2)を満足するものであるから、上端排水、両端排水という排水条件をもつ場合の過剰水圧 u は、それ

$$u = 8 \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} A_{nm} \cos N_1 z \cdot K(\xi) \cdot \exp \{ -(N_1^2 + \xi^2) T \} \cdot d\xi$$

$$u = 8 \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} B_{nm} \sin N_2 z \cdot K(\xi) \cdot \exp \{ -(N_2^2 + \xi^2) T \} \cdot d\xi$$

で与えられる。ただし、

$$N_1 = (2n+1) \cdot \pi / 2, \quad N_2 = n\pi, \quad A_{nm} = \frac{2N_1 \cdot (-1)^n}{\xi(\xi^2 + N_1^2)}, \quad B_{nm} = \frac{2N_2 \{1 - \text{ch} \xi \cdot (-1)^n\}}{\xi(\xi^2 + N_2^2) \text{ch} \xi}, \quad T = \frac{C_v t}{H^2}$$

また、

$$K(\xi) = \begin{cases} (2/\pi) \cdot \sin(\beta \xi) \cos(\bar{\eta} \xi) & (\text{帯荷重}) \\ \alpha J_1(\alpha \xi) J_0(\bar{\zeta} \xi) & (\text{円荷重}) \end{cases}$$

$$(\beta; \alpha; \bar{\eta}; \bar{\zeta}) = \sqrt{C_v / C_h} \times (b/H; a/H; x/H; r/H) .$$

すなわち、等方性の場合の水平方向座標を $\sqrt{C_v / C_h}$ 倍したものとなる。 $U_c(T) = \int_0^H (u_{T=0} - u_{T=T}) dz / \int_0^H u_{T=0} dz$ で定義される圧密度の時間的变化を図-2に示す。同じ荷重条件に対しても、 C_h が C_v より大きくなるに従って、圧密の進行は早まり、定量的に側方流の圧密に対する影響効果が示される。

2) 砂層を介して載荷された場合

砂-粘土-砂 (または岩盤) からなる尺状地盤で砂層表面上に載荷された多次元圧密問題を解析した。砂層厚が粘土層厚に較べて比較的薄い場合、内部境界面における伝播応力 σ_z の分布は、荷重中心点を通る断面で見ると gauss 分布曲線に近いことが解析から知れた (図-3)。

図-4 は砂層 (厚) の存在を考慮した場合、直接載荷された場合の沈下度曲線を比較した一例である。両者の沈下度は、全圧密過程を通じて、ほとんど差は認められないが、傾向として、わずかながら、砂層のあるときのほうが圧密の進行が遅れている。

3) 漸増荷重による圧密

$0 < T \leq 0.01$ まで直線的に漸増する帯荷重 (最終値は q_0) に対する圧密曲線 $b/H=0.25$, 上端のみ排水の場合について求めた。(図-5) すなわち, 図に一次元圧密において, Terzaghi が提案した図解法が多次元圧密の場合にも適用できると仮定して求めた圧密曲線 B と, 重ね合わせの公式により求めた圧密曲線 C を示す。B, C は荷重漸増中は, ほとんど一致する。しかし, 定荷重状態になると図解法では, B が A を平行移動させたものと仮定するので, 多少の差異が認められる。ただしこれも一定荷重域の一部 (この場合 $10^{-2} \leq T \leq 1.6 \times 10^{-2}$) にみられるだけである。

すなわち, 漸増荷重による多次元圧密の場合, Terzaghi の近似図解法は有効であることがわかった。これに反し, 三角形状の漸増載荷では, 荷重幅が荷重と同じく漸時変わっていくために, 図解法は使えない。

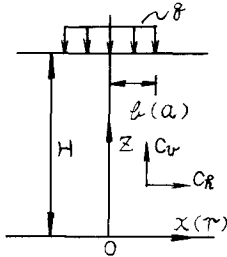


図-1

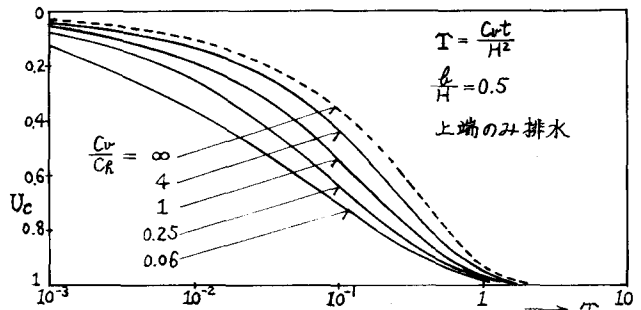


図-2 異方性粘土地盤における圧密度曲線

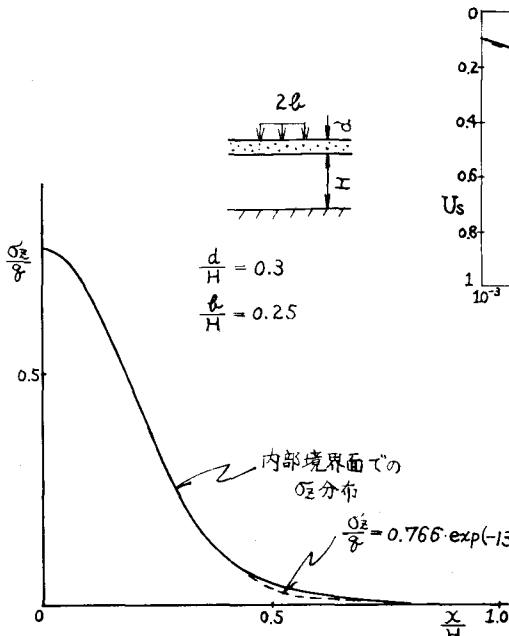


図-3 内部境界面での σ_z 分布

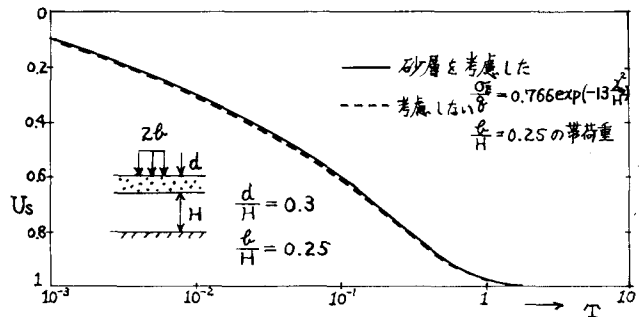


図-4 成層地盤の沈下度

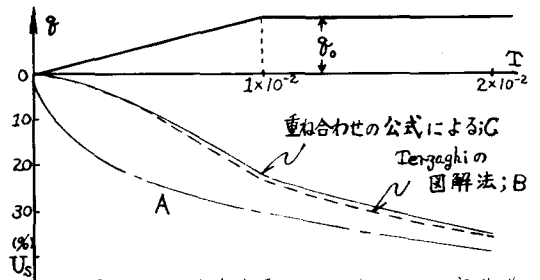


図-5 漸増荷重による多次元圧密曲線

参考文献 ; 「有限粘土層の多次元圧密について」 : 山口, 村上

(土木学会論文集才 204 号)