

1. 緒言 粘土などの構造物が粘土地盤に負荷されると、載荷面中央下では軸対称条件に近似した異方圧密が生じると言われている。それゆえ、飽和粘土の異方圧密挙動を説明することのできる応力・ひずみ・時間関係式があれば、多次元圧密沈下計算法に役立ちうると考えられる。

2. 飽和粘土の排水フリー試験解析のための応力・ひずみ・時間関係式^{1), 2), 5)} ここでは、正規圧密飽和粘土の異方圧密を含めて、軸差応力一定のもとで排水を伴う変形が時間依存的に継続する現象を排水フリーと総称することとする。このときの飽和粘土の挙動を説明するために、これまで筆者が実験的に求めてきた応力・ひずみ・時間関係式は以下の仮定に基づくものである。

(i) 時間には依存しないひずみと依存するひずみの重ね合わせ: $\epsilon_{ij} = \epsilon_{ij}^{(o)} + \epsilon_{ij}^{(t)}$ (1)

(ii) 圧密とダイレイタンスの重ね合わせ³⁾: $dv = dv_c + dv_d$ (2-a)

$$v_c = f_1(p'), \quad v_d = f_2(q/p') \quad (3), \quad dv = f_1'(p')dp' + f_2'(q/p')d(q/p') \quad (2-b)$$

(iii) 新たなひずみ増分比と応力比の関係: $dv_p/d\epsilon_p = M_p - N_p(q/p')$ (4)

(iv) Singh and Mitchell⁴⁾式を修正した時間依存項の表現: p' -一定排水フリー試験結果を

$$\epsilon_{ij}^{(t)} = A_{ij} \exp(\bar{\alpha}_{ij} \eta_k) t_o^{m_{ij}} (t^{1-m_{ij}} - t_o^{1-m_{ij}}) \quad (5)$$

と表現し、等方応力による体積増分⁵⁾はここでは考慮しないものとする。以上の仮定から得られる

$$v = \frac{C_c}{1+e_0} \log \frac{k}{k-\eta_k} + D_{kp} \eta_k + A_d \exp(\bar{\alpha}_d \eta_k) t_o^{m_d} (t^{1-m_d} - t_o^{1-m_d}) \quad (6-a)$$

$$\epsilon = \left\{ \frac{D_{kp} M_p - \{k D_{kp} + \lambda(1+e_0)\}}{(N_p - k N_p) N_p} + \frac{D_{kp}}{N_p} \right\} \ln \frac{M_p}{M_p - N_p \eta_k} + \frac{\lambda/(1+e_0)}{M_p - k N_p} \ln \frac{k}{k-\eta_k} + A_s \exp(\bar{\alpha}_s \eta_k) t_o^{m_s} (t^{1-m_s} - t_o^{1-m_s}) \quad (6-b)$$

が飽和粘土の排水フリー試験のための構成式である。

3. 異方圧密試験結果の解析 排水フリー試験の場合、 $dq/dp' = k$ (k : 定数) の条件、すなわち、

$$dp'/p' = d\eta/(k - \eta) \quad (7)$$

なる条件を満たす必要があるのでこれを考慮し、上の組合せ二項を積分される。これを用いて、飽和粘土 ($G_s = 2.34$, $w_L = 153\%$, $I_p = 66$, $M_p = 1.53$, $N_p = 1.20$, $e_0 = 1.83$) の異方圧密試験結果に適用してみた結果が図-2である。

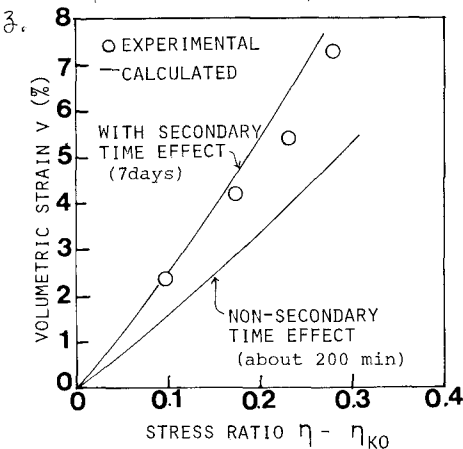


図-1 異方圧密中の体積ひずみ

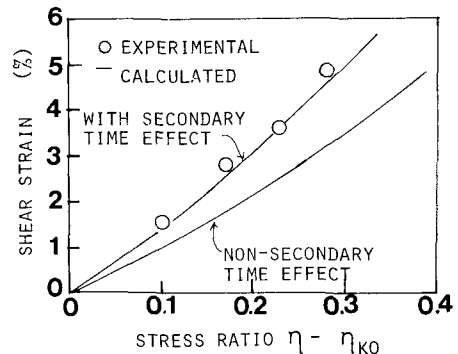


図-2 異方圧密中のせん断ひずみ

($\sigma'_{10} = 2.0$, $\sigma'_{30} = 1.0 \text{ kg/cm}^2$, $dq/dp' = 1.21$)

次に、異方圧密中のヒズミの経時変化を予測するために、式 (7-a), (7-b) において偏差応力一定の条件、

$$dn/n = -dp'/p' \dots\dots\dots (8)$$

を代入して積分し、さらに平均有効主応力 p' の経時変化を知るために次式を仮定する。

$$p' = p'_0 + \Delta p' = p'_0 + \Delta p' \{ 1 - (8/\pi^2) \exp(-\beta t) \}, \beta = \pi^2 c_v / 4H_*^2 \quad (H_*: \text{排水距離}) \quad (9)$$

これを代入して得られたヒズミの経時変化予測のための計算式は次の通りである。

$$v = \frac{\lambda}{1+e_0} \ln \frac{p'_0 + \Delta p' \{ 1 - (8/\pi^2) \exp(-\beta t) \}}{p'_0} - D_{kp} q \left\{ \frac{1}{p'_0 + 4p' \{ 1 - (8/\pi^2) \exp(-\beta t) \}} - \frac{1}{p'_0} \right\} + A_d \exp(\bar{\alpha}_d n_k) t_o^{m_d} (t^{1-m_d} - t_o^{1-m_d}) \dots\dots\dots (10-a)$$

$$\varepsilon = \left\{ \frac{\lambda/(1+e_0) + n_{ko}}{M_p + N_p n_{ko}} + \frac{D_{kp}}{N_p} \right\} \ln \frac{(M_p + N_p n_{ko}) \{ p'_0 + \Delta p' \{ 1 - (8/\pi^2) \exp(-\beta t) \} \} - N_p q}{(M_p + N_p n_{ko}) p'_0 - N_p q} + \frac{D_{kp}}{N_p} \ln \left[1 + \frac{\Delta p}{p'_0} \{ 1 - (8/\pi^2) \exp(-\beta t) \} \right] + A_s \exp(\bar{\alpha}_s n_k) t_o^{m_s} (t^{1-m_s} - t_o^{1-m_s}) \dots\dots (10-b)$$

(ここで、 $\lambda = 0.435 C_c$, $\kappa = 0.435 C_s$, $\bar{\alpha}_d = 0.435 \alpha_d$, $\bar{\alpha}_s = 0.435 \alpha_s$)

TEST CONDITION ; $\sigma_1 = 2.0 \text{ KG/CM}^2$, $\sigma_3 = 1.15 \text{ KG/CM}^2$
 $\Delta\sigma_1 = 0.6$ " , $\Delta\sigma_3 = 0.15$ "

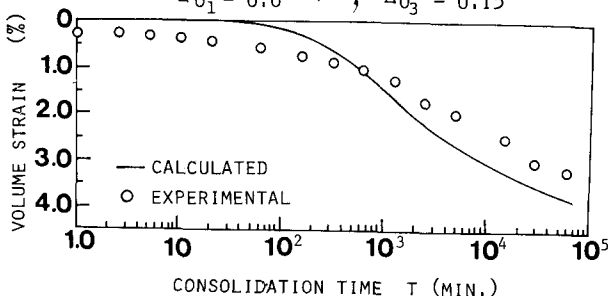


図-3 異方圧密時の体積ヒズミの経時変化

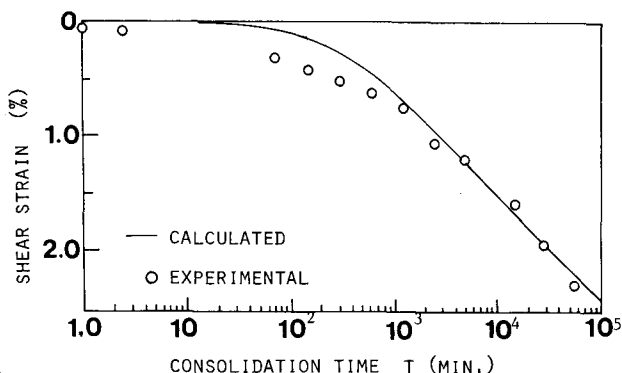


図-4 異方圧密時のせん断ヒズミの経時変化

図-3, 図-4 ともに実験値と計算値はまあまあ良く対応しているといえよう。なお、このような手法は繰返し荷重条件下の変形挙動にもよく適用いうことも確かめられている。

4. 簡易圧下計算法の提案 上記の構成式が仮に広範囲の圧密条件下の排水グループの解析に成功にしようとしても、主応力の回転を伴う現地盤へ適用するには飛躍がありすぎると思えよう。しかし、載荷面中央下の粘土の予測に限定し、次のような方法が考えられる⁵⁾。

- i) まず、自重による先行応力状態を知る。
- ii) 次に、載荷面にお主応力増分を求める。
- iii) 現地の得られた試料を用いて、 p' 一定、等方圧密試験を行い、実験定数を求める。
- iv) i), ii) の条件を構成式へ代入して、探さずにヒズミ量とヒズミの経時変化を知る。
- v) ヒズミを圧下量に換算する。

なお、即時沈下量は別途求めるものとする。なお、本研究は50,5年度経済科学研究費、奨励研究Aによって行われたものであることを付記する。

引用文献 (1) 山内・安原(1976) : 異方圧密工の応力・ヒズミ・時間関係, 土木工学集報, Vol.49, NO.6, pp.713-721

(2) 安原・山内(1977) : 飽和粘土地盤の三次元圧密下計算法, 土木工学集報, pp.199-202. (3) 伊藤は,

Ohta, H. & S. Hata (1970) : A Theoretical Study of the Stress-Strain Relation for Clays, S & F, Vol.11, No.3, pp.65-90. (4) Singh, A. & Mitchell (1968) : General Stress-Strain-time Function for Soils, Proc. ASCE, Vol.94, SMI, pp.21-46. (5) Yamanouchi, T. & K. Yasuhara (1977) : Deformation of Saturated Soft Clay under Repeated Loadings, Proc. Int. Conf. Soft Clay.