

圧密に関する一考察

鹿児島大学工学部 正 員 北村 良介

同上 学生員 植松 正美

1. まえがき

圧密問題は古くて新しい問題であり、種々の研究がなされてきている¹⁾。北村らは不飽和状態での圧密、浸透力による圧密などを含む圧密現象を統一的に表現できる一次元でのシミュレーションモデルの提案を行った²⁾。本報告ではこのモデルを用いた数値実験を行い、若干の考察を加えている。

2. シミュレーションモデル

モデルについては参考文献2)で説明を加えているので、ここでは簡単にモデルの紹介を行う。図-1は三軸試験、あるいは圧密試験に用いられる円筒の供試体を想定している。下端は非排水で上端のみから排水が行われるものとする。供試体に荷重を加えることにより、供試体内には過剰間隙水圧が発生し、動水勾配が生ずることにより、排水(圧密)が生じる。その際、ダルシー則が適用される。図-1に示すように、供試体を n 層に分割し、第 m 層におけるある時刻($j-1$)から時刻 j の間の時間増分 Δt の間の間隙水圧の変化を $(\Delta P_m)_j$ 、間隙水の出入りを $(\Delta V_m)_j$ 、断面積を S 、間隙比を e とすれば、次式のような関係が仮定されるとしている。

$$(\Delta P_m)_j = \frac{(\Delta V_m)_j}{\frac{e}{1+e} \cdot S} \cdot \gamma_w \quad \text{—— (1)}$$

$(\Delta V_m)_j$ の計算にはダルシー則が用いられている。

$$V_m = k_{m-1} \cdot i_{m-1} \cdot S \cdot \Delta t \quad \text{—— (2)}$$

ここに、 k_{m-1} : 第 $(m-1)$ 層の透水係数(但し、 $m=1$ の時は k_1 を用いる)

i_{m-1} : 第 $(m-1)$ 層と第 m 層の間の動水勾配、

S : 土柱の断面積。

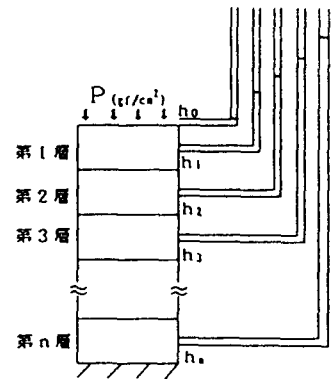


図-1 圧密モデル ($t = j$ 時)

モデルのもう一つの特徴は供試体の測定される変形量は、間隙水の排水と有効応力の変化に伴う骨格構造の変化の和であると仮定しており、次式のように表される。

$$(\Delta h_m)_j = (\Delta h_{m,w})_j + (\Delta h_{m,e})_j \quad \text{—— (3)}$$

ここに、 $(\Delta h_m)_j$: 全変形量、 $(\Delta h_{m,w})_j = \frac{(\Delta V_m)_j}{S}$: 間隙水の排水による変化量、

$(\Delta h_{m,e})_j = S e (-\Delta P_w)_j$: 有効応力の変化による変形量 ($S e$: 骨格の変形係数)。

間隙比と透水係数の関係は次式を用いている。

$$k = C_s \frac{e^3}{1+e} \quad \text{—— (4)}$$

ここに、 C_s : 材料に依存する定数。

(3) 式中の有効応力の変化による土粒子骨格の変形量の算出に際しては、 S_c という変形係数を用いている。 S_c の物理的な意味は今後の検討事項であるが、ここでは便宜的に、 $e \sim \log p$ 関係における膨潤指数に近い性質のものと考え、数値実験の際の入力値とした。

図-2はシミュレーションプログラムのフローチャートを示している。供試体の初期状態を規定する諸量を与えると、図に示すようなフローに従って時間に伴う変形量（圧密挙動）が求まる。

3. 数値実験および結果

表-1には入力データの数値をまとめて示している。これらの値を用いた変形量～時間関係が図-3に示されている。図-3は横軸に時間（分）の対数を、縦軸に間隙比をとっている。

数値実験において間隙は減少しているが過剰間隙水圧が消散しておらず、従って圧密が進行しても動水勾配が減少しないという結果がでてきている。今後は間隙水圧変動の評価式（(1)式）や透水係数の評価式（(1)式）を含めてモデルの妥当性の検討を進めていかなければならない。

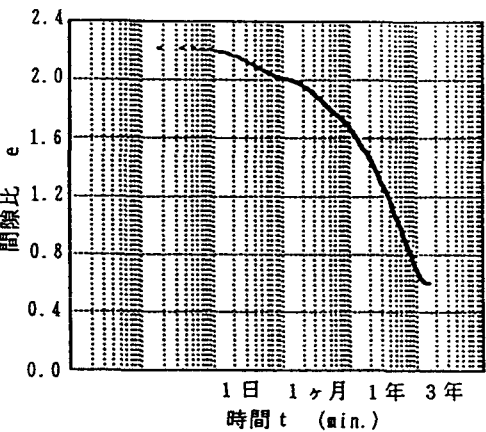


図-3 数値実験結果（ $e \sim \log p$ 曲線）

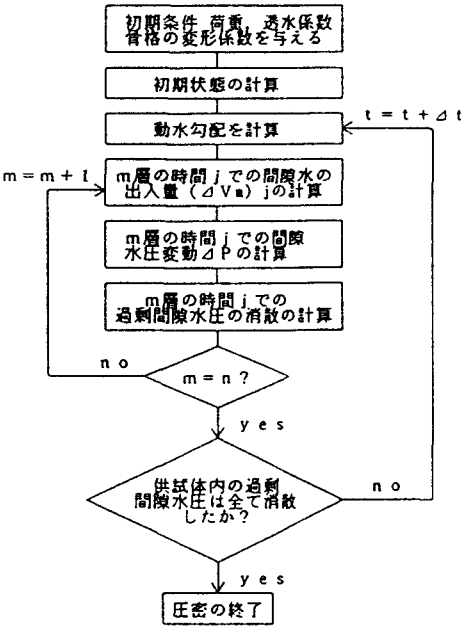


図-2 解析フローチャート

表-1 数値実験の入力条件

層の分割数	荷重 (gf/cm ²)	全層厚 (cm)	初期間隙比
10	200	2	2.4
初期透水係数 (cm/sec)		骨格の変形係数 (cm ² /gf)	
4.1×10^{-6}		2.0×10^{-4}	

4. あとがき

不飽和状態での圧密、透水力による圧密等を統一的に解析するためのモデルの提案を試みた。本研究はまだ緒についたばかりであり、今後の課題は多いが土の力学的挙動を大局的に把握し、圧密挙動を土の非定常現象の1つとしてとらえる立場からの研究を進めていきたい。

参考文献

- 1) 吉国 洋：圧密，土と基礎，vol.37，No.12，pp.42-53，1989.
- 2) Kitamura, R et al: A model for consolidation based on microstructure of soil, 第26回土質工学研究発表会，pp.353-356，1991.