

間隙モデルを用いた圧密シミュレーション

鹿児島大学工学部

鹿児島大学工学部

鹿児島大学大学院（鹿児島県）

学生員○片山 由香

正 員 北村 良介

学生員 木佐貫浄治

1. まえがき

北村らは間隙モデルを提案し^{1)・2)}、間隙モデルを圧密現象への適用を試みている^{3)・4)}。そこでは、我々が計測している圧密による変形量は過剰間隙水圧の消散に伴う間隙水の排水量と土粒子骨格の有効応力の変化に伴う変形量の和であるとし、間隙モデルの導入を行っている。本報告ではこのような考察を踏まえ、間隙モデルを用いた一次元圧密の数値実験を行っている。

2. 間隙モデルとその圧密現象への適用

図-1 (a) は土粒子が数個入った直方体要素を示している。このような状態をモデル化したものが図-1 (b) である。すなわち、間隙を直径 D 、傾き θ の円管に置き換え、直方体要素をモデル化している。円管の直径 D と傾き θ を確率変数とし、若干の確率論的考察を行うと、間隙比、飽和透水係数が次式のように決まる。

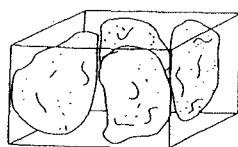


図-1 (a)

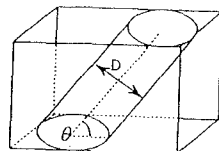
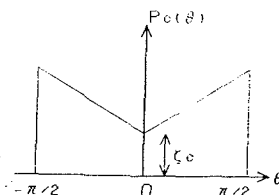


図-1 (b)

$$e = \int_0^{\pi/2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{V_p}{V_c - V_p} P_d(D) P_c(\theta) d\theta dD \quad \dots (1)$$

$$k = \int_0^{\pi/2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{\pi \cdot \gamma_w \cdot D^3 \cdot \sin \theta}{128 \mu (D/\sin \theta + DH/\tan \theta)} P_d(D) P_c(\theta) d\theta dD \quad \dots (2)$$

V_p : 直方体要素の体積, V_c : 円管部分の体積,
 $P_d(D)$: 円管の直径 D の確率密度関数, $P_c(\theta)$:
 円管の傾き θ の確率密度関数, γ_w : 水の単位体積
 重量, μ : 水の粘性係数, DH : 直方体要素の高さ

傾き θ の確率密度関数

間隙モデル

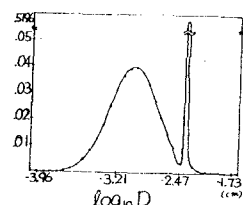
管径 D の確率密度関数

図-2

間隙モデルでは D と θ の確率密度関数が必要であり、図-2 はそれらを示している。 D の確率密度

関数として従来は一つの対数正規分布を用いていたが²⁾、ここでは粘土のマクロポア、ミクロポアを考慮して、二つの対数正規分布を用いている。図-3 は飽和した土柱を示している。土柱は微小な要素に分割されている。この土柱に載荷すると、過剰間隙水圧が発生し、その消散に伴う排水はダルシー則に従うものとしている。有効応力の変化 (= 過剰間隙水圧の変化) に伴う土粒子骨格の変形はここでは便宜的に石英の圧縮率⁵⁾を用いている。近い将来においては北村が提案しているマルコフ・モデルを用いて土粒子骨格の変形量を求めることを考えている。

3. 数値実験

図-4 は数値実験の手順を示したフローチャートである。このような手順の計算プログラムを作成し、表-1 に示す入力値を用いて数値実験を行った。図-5 はその結果を示した圧密曲線である。

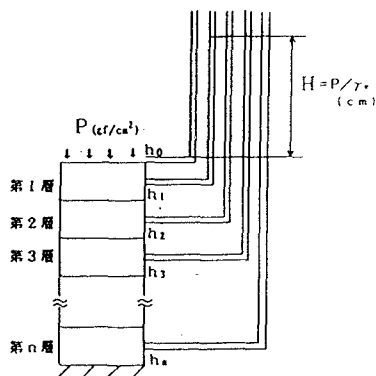


図-3. 飽和した土柱

表 - 1. 数値計算に用いた入力値

	A	B	C
層数	10	10	10
断面積 (cm ²)	30	30	30
層厚 (cm)	50	50	50
マクロポアの半径の変動係数	0.03689530	0.03689530	0.03689530
ミクロポアの半径の変動係数	0.36895300	0.36895300	0.36895300
マクロポアの半径の平均 (cm)	0.01852000	0.01852000	0.01852000
ミクロポアの半径の平均 (cm)	0.00018520	0.00018520	0.00018520
最大時間 (s)	1000	1000	1000
時間ステップ (s)	1	1	1
骨格の変形係数 (cm ³ /gf)	0.00000002	0.00000002	0.00000002
初期荷重 (gf/cm ²)	100	500	1000

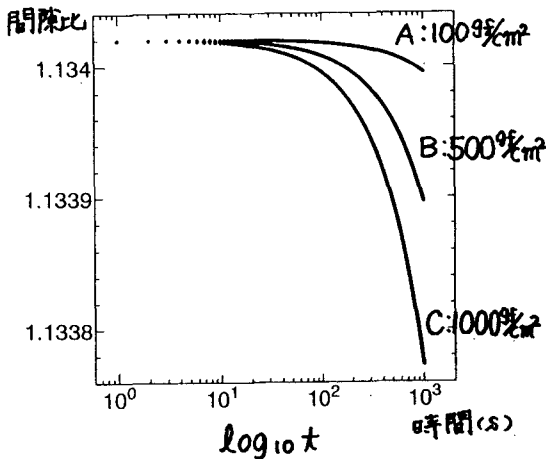


図 - 5. 圧密曲線

4. あとがき

間隙モデルを一次元圧密現象のシミュレーションに適用した。提案している手法は未だ未完成であるが、このような土粒子レベルでの考察を基にした土質力学の体系化を目指していきたい。

参考文献

- 1) 藤安、北村：間隙モデルに関する一考察、平成3年度土木学会西部支部研究発表会、pp. 590 - 591, 1992.
- 2) 北村、福原：土の浸透特性のモデル化に関する一考察、第29会土質工学研究発表会、pp. ?, 1994.
- 3) R. Kitamura et al.: A model for consolidation based on microstructure of soil、第26会土質工学研究発表会、pp. 353 - 356, 1991.
- 4) 植松、北村：圧密に関する一考察、平成3年度土木学会西部支部研究発表会、pp. 574 - 575, 1992.
- 5) 赤井：土質力学、pp. 58, 朝倉書店, 1966.

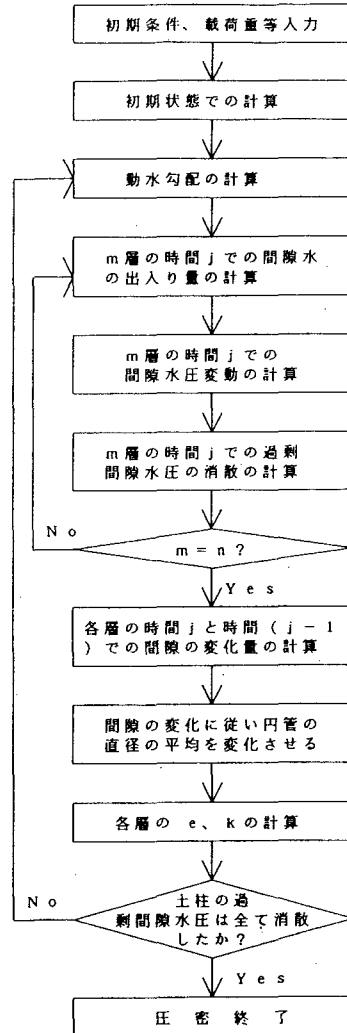


図 - 4. フローチャート