

マルコフ・モデルの K_0 -圧縮過程、圧密過程への適用について

鹿児島大学大学院 学生員○新地 正志

鹿児島大学工学部 正 員 北村 良介

1. まえがき

北村らは、マルコフ・モデルと称する力学モデルを提案し、モデルが砂質土のような粒状体の圧縮、せん断、透水、圧密現象に適用できることを明かにし、また、流動現象への適用についても考察を加えている。圧縮現象については、これまでに、応力比一定圧縮、 K_0 -圧縮、圧密現象（時間を考慮した圧縮）にモデルを適用している^{1), 2), 3)}。本報告はこれらの続報である。 K_0 -圧縮、圧密現象への適用手順はそれぞれ前報^{2), 3)}で示したとおりである。本報告では、 K_0 -圧縮挙動についてはその後さらに試験法等が改善されたデータを用い、また、圧密挙動については透水試験を行い透水モデルのパラメータを実際の土の挙動に対応するように改善した値を用いて数値計算を行っている。

2. K_0 -圧縮過程への適用

新地らは豊浦標準砂を試料として、二重セル型三軸装置を用いた K_0 -圧縮試験を行ってきた²⁾。清水らは新地らが昨年の本発表会で報告した試験装置に改良を加え、また、補正等を行い、より改善された試験結果を得て本発表会で報告している⁴⁾。試験試料、装置、手順等についての詳しい記述は、参考文献4)を参照されたい。こうして得られた試験データをもとにマルコフ・モデルを適用した。マルコフ・モデルの K_0 -圧縮過程への適用手順については、参考文献2)を参照されたい。表-1は、数値実験に用いた入力データを示している。 e_0 は初期間隙比、 a 、 d は外作用により豊浦砂になされた仕事量を評価するパラメータ、 C_s は仕事量のうち可逆な成分を評価するために用いる豊浦砂の膨潤指数、 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 は粒子の不連続な運動を評価するパラメータである。図-1、図-2は、それぞれ、数値実験により得られた応力～ひずみ関係と応力径路を示している。図中の○、△印は K_0 -圧縮試験より得られたもの、●、▲印は数値実験より得られたものである（○、●印は緩い試料、△、▲印は密な試料）。これらの図から、マルコフ・モデルが豊浦砂の K_0 -圧縮挙動を良好に表現できること、そして、モデルを用いて実測値と一致する K_0 -値が得られることがわかる。

3. 圧密過程への適用

宮崎らはこれまでに間隙のモデル化をはかり⁵⁾、このモデルを導入することによって、マルコフ・モデルを過剰間隙水圧の消散に伴う一次圧密現象へ適用している³⁾。田口らは豊浦砂、ガラスビーズを試料とした透水試験とpF試験を行うとともに、間隙モデルを用いた数値実験も行い、このモデルが実際の土の透水挙動を良好に表現できることを明かにしている⁶⁾。今回の数値実験の透水に関するパラメータとしては、こうして得られたより実際の土の挙動に対応した値を用いている。表-2は、数値実験に用いた入力データを示している。圧縮に関するパラメータは、粒子の不連続な運動を表すのに C 、 S 、 W_0 を用いた以外は K_0 -圧縮の場合と同じであり、具体的な値は豊浦砂を用いた圧縮試験データ¹⁾から求めた。透水に関するパラメータとして、 H_0 は素体積の高さ、 D_m は管径の平均、 D_s は管径の標準偏差、 μ は流体の粘性係数である。また、時間増分 Δt は0.001秒とした。図-3は、数値実験結果の圧密～時間曲線を示している。図中の○印は体積変化量、●印は過剰間隙水圧を示している。図より0.02秒後までには間隙水圧消散が終了していることがわかる。これは、豊浦砂を用いた上端排水条件での等方圧縮試験において、下端で測定した間隙水圧が瞬時に消散し測定が不可能であったということと符合している。

表-1 K_0 -モデルに用いた入力データ

初期間隙比 e_0	0.69	0.94
仕事量 a	0.35	0.70
パラメータ d	1.062	0.967
膨潤指数 C_s	0.041	0.041
軸方向の 落込み λ_1	340	315
λ_2	15	20
側方向の 落込み λ_3	645	628
λ_4	-45	-35

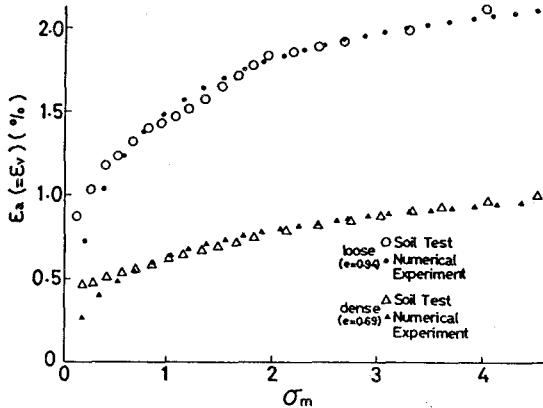


図-1 K_0 モデルの応力～ひずみ関係

表-2 圧密モデルに用いた入力データ

圧縮挙動に関連する値		透水挙動に関連する値	
e_0	0.88	H_0	0.0327 (cm)
a	0.47	D_m	$0.9 \times H_0$ (cm)
d	1.24	D_s	$0.1 \times H_0$ (cm)
C_s	0.041	μ_w	1.161×10^{-5} (gf/cm²)
C_1	0.000015	ζ	0.159155
S_1	0.000085		
W_1	4.7		
C_3	0.000041		
S_3	0.000093		
W_3	4.2		

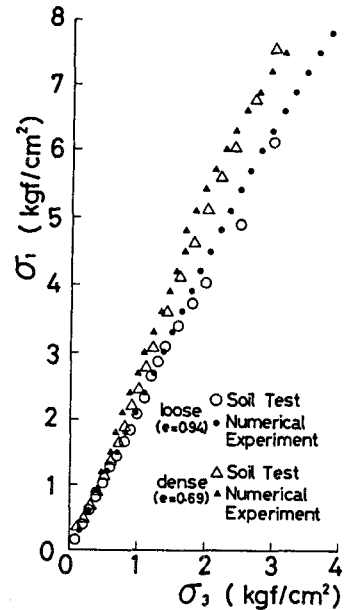


図-2 K_0 モデルの応力径路

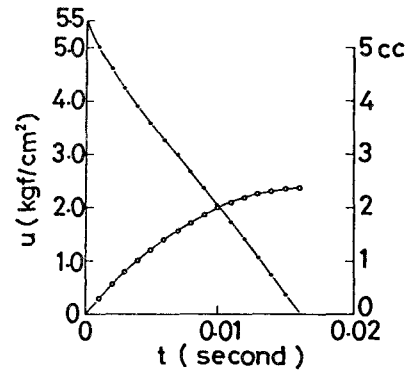


図-3 圧密～時間曲線

4. あとがき

本報告では、 K_0 -圧縮、圧密過程にマルコフ・モデルを適用し、本モデルが圧縮・圧密挙動を表現できることを明かにした。

最後に、三軸試験、図面作成等のお手伝いをいただいた本学の城本技官に謝意を表します。また、本研究は、昭和61年度科研費（一般(C)）の援助を受けたことを付記し、謝意を表します。

～参考文献～

- 1) 北村、佐藤、川井田 : 第19回土質工学研究発表会、pp.297-300, 1984.
- 2) 新地、北村 : 昭和60年度土木学会西部支部研究発表会、pp.384-385, 1986.
- 3) 新地、北村 : 土木学会第41回年次学術講演会、pp.485-486, 1986.
- 4) 清水、北村、新地、城本 : 昭和61年度土木学会西部支部研究発表会、Ⅲ-47, 1987.
- 5) 宮崎、北村 : 昭和59年度土木学会西部支部研究発表会、pp.344-345, 1985.
- 6) 田口、北村、新地 : 昭和61年度土木学会西部支部研究発表会、Ⅲ-17, 1987.