

III-120 三軸粘土供試体の弾粘塑性圧密解析

大阪大学工学部 正会員 松井 保
大阪大学工学部 正会員 阿部 信晴
大阪大学大学院 学生会員 中野 雅文
大阪大学大学院 学生会員 ○梅野 修一

1. まえがき

筆者らはこれまでに粘土の圧密過程が排水方向によって著しく変化することを弾塑性多次元圧密解析によって明らかにしてきた。¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ この中で半径方向排水を伴う三軸 K_0 圧密試験及び三軸等方圧密試験の数値シミュレーションを行い、圧密終了時の供試体内部に不均一性の存在する可能性を指摘した。本報告では粘性を考慮した弾粘塑性モデルを用いた多次元圧密解析を行い、その結果に基づいて三軸供試体の等方圧密過程に及ぼす排水方向及び圧密圧力増分の載荷速度の影響を考察したものである。

2. 解析の概要

解析に用いた正規圧密粘土の弾粘塑性モデルについては文献⁶⁾を参照されたい。解析の対象とした三軸粘土供試体の寸法は直径5.0cm、高さ12cmであり、粘土の材料定数は塑性指数に基づいて表-1のように決定した。⁷⁾ 供試体の初期応力状態は1.0 kgf/cm²の等方圧密状態とし、初期状態では供試体内部は完全に均一であると仮定する。そして排水状態で等方圧密圧力増分1.0kgf/cm²を一定載荷速度で載荷し、過剰間隙水圧が98%消散した状態を一次圧密終了とする。三軸等方圧密試験では一般に排水方向は軸方向及び半径方向に取られるが、ここでは排水方向の影響を調べるために排水方向を軸方向と半径方向とした等方排水と軸方向のみとした軸方向排水の両ケースについて解析を行った。また等方排水の場合については圧密圧力増分の載荷速度の影響に関する解析も行った。

3. 解析結果とその考察

図-1は等方排水の場合について一次圧密終了時の供試体の半径方向の間隙比と応力比の分布を6つの断面（供試体上半分）について示したものである。図中の一点鎖線は仮定した基準状態における $e-\log p'$ 関係から得られる間隙比であり、圧密圧力増分の載荷時間は0.3秒である。間隙比は供試体中心部で大きく、周辺部で小さくなっている。また全般的に一点鎖線で示される値よりも大きくなっている。逆に応力比は中心部で小さく、周辺部で大きくなっている。図-2は軸方向排水の場合について図-1と同様の関係を示したものである。両

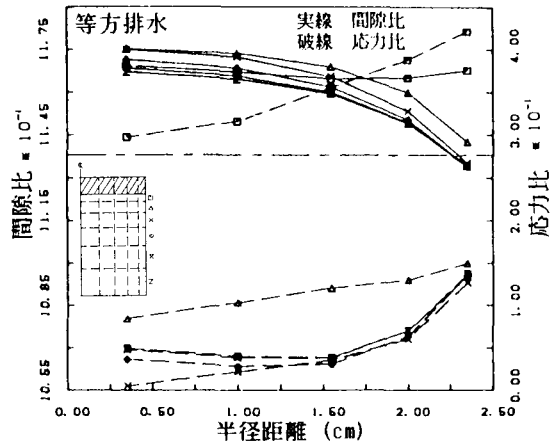


図 - 1

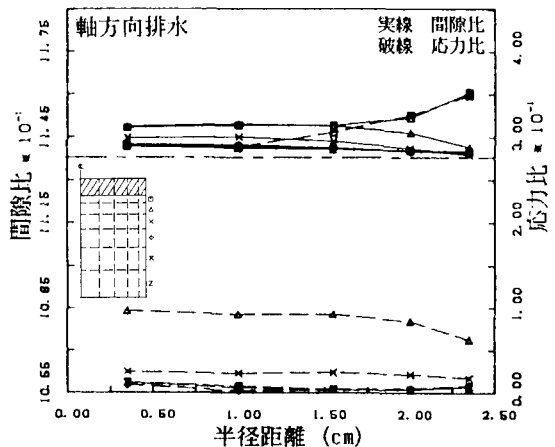


図 - 2

ケースとも供試体端部では載荷板による拘束の影響があるものの、等方排水の場合に比べて軸方向排水の場合の方が全般的に供試体の均一性が高くなっているのが分かる。

三軸等方圧密試験において圧密圧力増分の載荷速度が圧密過程に影響を与えることが知られている。そこで等方排水の場合について、圧密圧力増分の載荷時間を3秒～500分の範囲で変化させてその影響を検討した。図-3は等方排水の場合について一次圧密終了時の供試体中央部の間隙比と応力比の半径方向の分布を示したものである。載荷速度を遅くするほど間隙比及び応力比の分布はより一様になり供試体内部の均一性は向上していることが分かる。図-4は供試体中央部における中心部と周辺部の間隙比（含水比）の差と載荷速度の関係を示したものである。この解析例では $0.1 \text{ kgf/cm}^2/\text{min}$ 以下の載荷速度で均一性が改善されるようである。

4. まとめ

粘土の弾粘塑性モデルを用いた圧密解析結果によれば、三軸等方圧密試験においても、半径方向の排水を行わずに軸方向排水のみを行ったほうがより等方的かつ一様な圧密状態が生じることが明らかである。また等方排水の場合では供試体内部により一様な圧密状態を生じさせるためには載荷速度を遅くする必要がある。

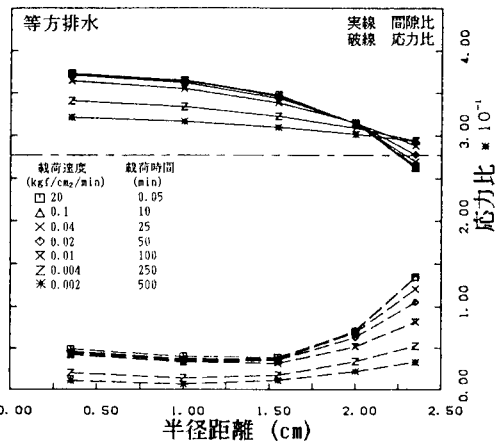


図 - 3

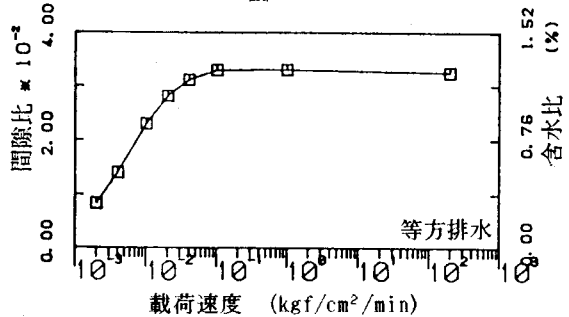


図 - 4

表 - 1

$I_p(\%)$	λ	κ	e_0	$k \text{ (cm/min)}$
40	0.20	0.030	1.277	3.0×10^{-6}
M	C_k	μ	δ	$v_p^* \text{ (min}^{-1}\text{)}$
1.650	0.31	0.0027	0.001	1.0×10^{-6}

参考文献

- 1) 松井保・阿部信晴: 粘土の弾塑性K₀圧密解析、第15回土質工学研究発表会、1980。
- 2) 松井保・阿部信晴: 水平方向排水による側方拘束飽和粘土の圧密過程について、第35回土木学会年次学術講演会、1980。
- 3) 松井保・阿部信晴: 軟弱粘土の弾塑性圧密解析について、第16回土質工学研究発表会、1981。
- 4) 松井保・阿部信晴: 三軸粘土供試体の圧密過程、第17回土質工学研究発表会、1982。
- 5) 松井保・阿部信晴: 三軸円柱供試体の圧密解析、第37回土木学会年次学術講演会、1982。
- 6) Tamotsu Matsui and Nobuharu Abe: Multi-Dimensional Elasto-Plastic Consolidation Analysis by Finite Element Method, Soil and Foundation, 21-1, 1981。
- 7) 亀井健史・平塚毅・中瀬明男: 正規圧密粘土の非排水せん断特性、第19回土質工学研究発表会、1984。
- 8) Atkinson et al.: Non-Uniformity of Triaxial Samples Due to Consolidation with Radial Drainage, Geotech, 35-3, 1985。