

三軸粘土供試体の圧密について

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 ○梅野 修一
 大阪大学大学院 学生会員 鍋島 康之

表 - 1

I_p (%)	λ	κ	e_g
40	0.20	0.030	1.277
M	k (cm/min)		C_k
1.650	3.0×10^{-6}		0.319

1. まえがき

筆者らはこれまでに三軸粘土供試体の等方圧密過程において半径方向に排水を行なうと圧密終了時の供試体内部に不均一が生じることを弾塑性及び弾粘塑性多次元圧密解析により明らかにしてきた。¹⁾²⁾ 本報告は供試体内部に不均一が生じる過程を明らかにするとともに、等方圧密試験結果の一例を示したものである。

2. 解析の概要

解析に用いた粘土の弾塑性モデルについては文献³⁾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50mm、高さ120mm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。⁴⁾ 供試体の初期応力状態は 1.0 kgf/cm^2 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している。そして排水状態で等方圧密圧力増分 1.0 kgf/cm^2 を0.3秒で載荷し、過剰間隙水圧が98%消散した状態を圧密終了とする。半径方向排水の影響を調べるために、排水方向を軸方向のみとした軸方向排水と軸方向と半径方向とした等方排水の両ケースについて解析を行った。

3. 解析結果と考察

図-1, 2はそれぞれ軸方向及び等方排水の場合について圧密終了時の間隙比と応力比の半径方向の分布を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 $e-\log p'$ 関係から得られる間隙比である。図から明かなように軸方向排水の場合には供試体端部では載荷板による変形拘束の影響があるものの供試体全体としてはほぼ均一である。しかし等方排水の場合には間隙比や応力比の分布は半径方向に不均一となる。

図-3は軸方向排水の場合の試体中央部の中心部の要素と周辺部の要素の応力経路について示したものである。図から明かなようにどちらの要素にもせん断力がほとんど発生せず圧密終了時の平均主応力はほぼ圧密圧力となり理想的な等方圧密状態であるので供試体内部は均一になると考えられる。

図-4は等方排水の場合の供試体中央部の中心部の要素と周辺部の要素の応力経路を示したものである。この図からわかることは圧密初期には中心部の要素では間隙水圧が増加しているのに対して、周辺部の要素では間隙水圧が減少している。そして圧密終了時の平均主応力は中心部の要素では圧密圧力以下であるのに対して、周辺

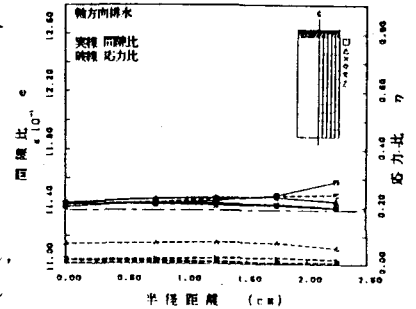


図 - 1

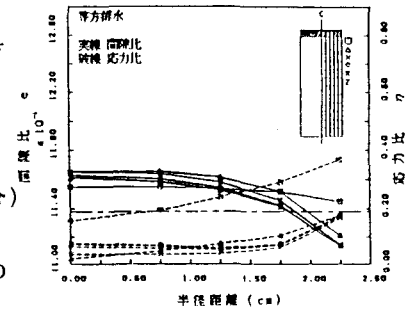


図 - 2

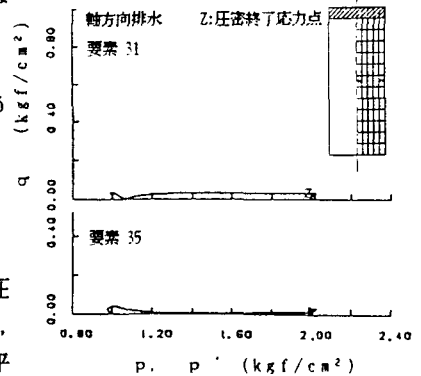


図 - 3

部の要素では圧密圧力を越えている。

図-5, 6, 7, 8は等方排水の場合の供試体中央部の中心部の要素と周辺部の要素の軸方向, 半径方向, 接線方向の全応力と有効応力及び体積ひずみ, 軸方向ひずみ, 半径方向ひずみ, 接線方向ひずみについてそれぞれ経時変化を示したものである。圧密初期には, 中心部の要素では非排水状態で, 周辺部では排水状態で圧縮されているので, 同じ大きさの軸方向ひずみを生じさせるために中心部の要素に大きな全応力が生じると考えられる。その後中心部の要素でも排水状態となり体積ひずみが生じるので, 全応力も徐々に小さくなっていく。また圧密初期には体積ひずみは生じないが, 軸方向には圧縮され, 半径方向, 接線方向にはひずみが大きくなる。そのために軸方向の有効応力は増加し, 半径方向, 接線方向の有効応力は減少する。周辺部の要素では圧密初期には, 半径方向の排水が行なわれるので, 半径方向の有効応力がまず増加する。そして軸方向, 接線方向の有効応力は変化しないので全応力が減少する。圧密進行にともなう, 周辺部の要素である程度強度が増加している。軸方向及び接線方向の応力が卓越して外部からの応力を中心部の要素にあまり伝達しなくなる。その結果圧密終了時には中心部の要素では平均主応力が圧密圧力以下になり, 周辺部の要素では平均主応力が圧密圧力よりも大きくなる。 $e-\log p'$ 関係から, 平均主応力及び偏差応力の値の大小によって, 間隙比の値に違いが生じる。

以上のことから等方排水すなわち半径方向に排水を行なった場合には中心部で間隙比の値が大きくなり周辺部で間隙比の値が小さくなると考えられる。

4. 等方圧密 (等方排水) 試験結果

図-9のような初期含水比を有する供試体 (鉛直圧密圧力 1.0 kgf/cm^2) を 2.0 kgf/cm^2 で等方圧密を行なった後の, 含水比の分布が図-10である。この図から明らかなように解析結果と同様の不均一性が認められた。

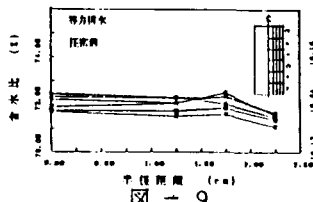


図 - 9

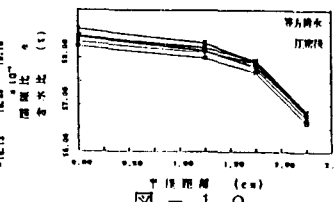


図 - 10

参考文献 1) 松井・阿部・中野・梅野: 三軸粘土供試体の圧密について, 第22回土質工学研究発表会, 1987. 2) 松井・阿部・中野・梅野: 三軸粘土供試体の弾粘塑性圧密解析, 第42回土木学会年次学術講演会, 1987. 3) Matsui & Abe: Multi-Dimensional Elasto-Plastic Consolidation Analysis by Finite Element Method, Soil and Foundation, 21-1, 1981. 4) 亀井・平塚・中瀬: 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.

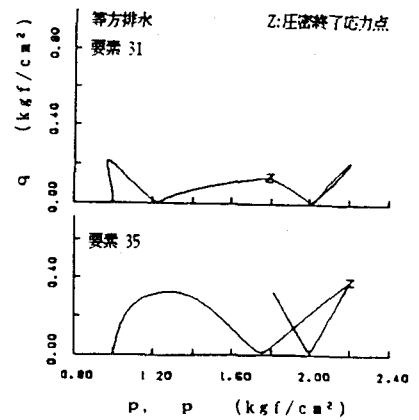


図 - 4

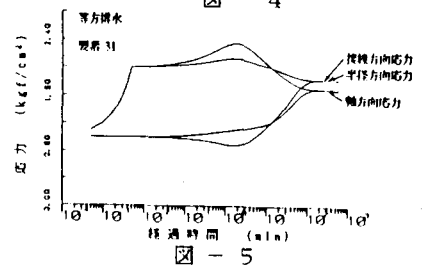


図 - 5

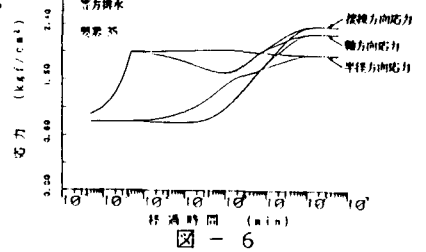


図 - 6

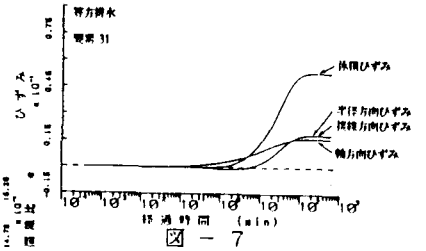


図 - 7

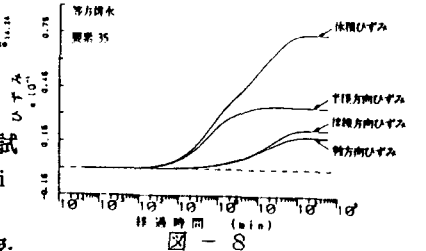


図 - 8