

信州大学大学院 ○飯塚貴久
信州大学工学部 正 梅崎健夫 河村 隆
信州大学大学院 学 鈴木俊介

1. はじめに 室内再構成試料(NSF 粘土($G_s=2.756$, $w_L=61.1\%$, $I_p=27.4$))を用いてセル型の一次元圧密試験機により側方拘束状態における粘土の真空圧密試験を行い, 真空圧密挙動と載荷圧密挙動が等しいことを明らかにした¹⁾.

本文では側方拘束状態における不攪乱海成粘土の真空圧密試験を実施し, 通常の載荷圧密の挙動と比較・検討した.

2. 試験方法 試料は長崎県本明川河口部の深度 $Z=13.0 \sim 13.85\text{m}$ より採取された不攪乱有明粘土 ($G_s=2.648$, $w_L=71.8\%$, $I_p=36.4\%$) である. 試料採取地点の有効土被り圧 $\sigma_{v0}'=88.2\text{kPa}$, 静水圧 $u_0=98.0\text{kPa}$ である. 試料を直径 6.0cm 高さ 2.0cm の円柱状に成形し供試体とした. 二重負圧(1時間), 背圧 $B.P=u_0=98.0\text{kPa}$ (約 20 時間) を載荷した. 次いで, 有効鉛直応力 $\sigma_v'=\sigma_{v0}'=88.2\text{kPa}$ で再圧密試験をした後, 有効鉛直応力を $\sigma_v'=88.2\text{kPa} \rightarrow 166.6\text{kPa}$ に増加させる圧密試験を実施した. また, 圧密試験においては, ① $\Delta \sigma_v'=78.4\text{kPa}$ だけ鉛直応力を増加させる通常の「載荷圧密(一次元圧密)」と, ②背圧を $\Delta \sigma_v'=78.4\text{kPa}$ だけ減少させる「真空圧密(間隙水圧 $u>0$)」, および③背圧を $B.P=0\text{kPa}$ に解除した後, -78.4kPa の負圧を二重管ビューレットを介して負荷させる「真空圧密($u<0$)」の 3 種類の試験を実施した. 排水条件は上部片面排水である. 軸ひずみと排水量を測定するとともに, 底面においてセラミックディスク ($AEV=274.4\text{kPa}$, 直径 5.2cm) を介して間隙水圧も測定した. 圧密時間は $3t$ 時間とした. なお, 試験後直ちに供試体の含水比も測定した.

3. 試験結果および考察 図-1に再圧密過程での過剰間隙水圧比($\Delta u/\Delta \sigma_v$), 軸ひずみ(ε_a), 排水量から算定した体積ひずみ(ε_v)の経時変化を示す. 再圧密過程および圧密過程における圧密初期について ε_a と ε_v において $\sqrt{t}$ 法による初期値補正を行っている. $\Delta u/\Delta \sigma_v$ の挙動に多少の差は見られるものの ε_a と ε_v とともに等しい挙動を示しており, 用いた不攪乱試料には有意な不均一性は認められない.

図-2に圧密過程($\sigma_v'=88.2\text{kPa} \rightarrow 166.6\text{kPa}$)における間隙水圧(u), $\Delta u/\Delta \sigma_v$, ε_a , ε_v の経時変化を示す. 圧密の終了時間は $3t=120 \sim 190$ 分とした. 10 分を超えると過剰間隙

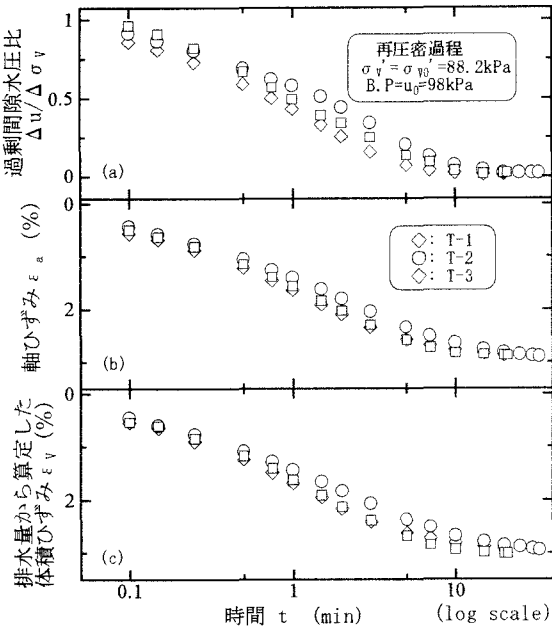


図-1 再圧密過程における過剰間隙水圧比, 軸ひずみ, 体積ひずみの経時変化

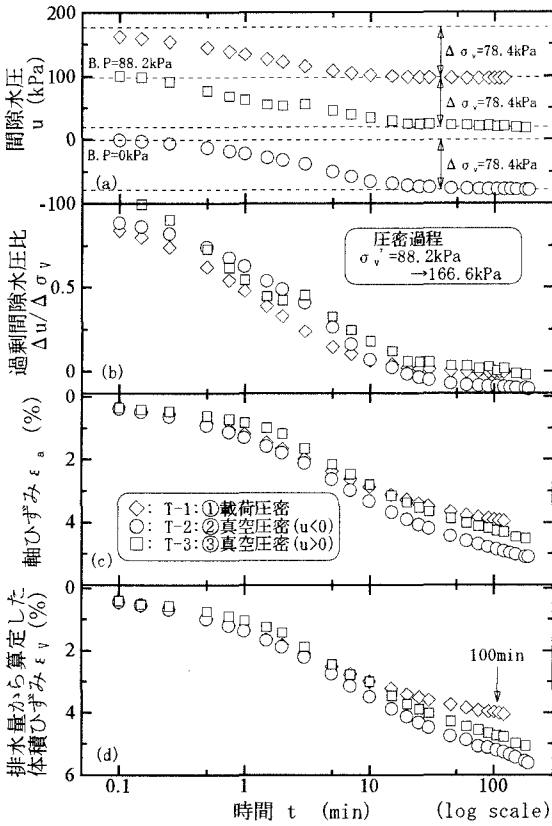


図-2 圧密過程における間隙水圧比, 過剰間隙水圧比, 軸ひずみ, 体積ひずみの経時変化

水圧はほぼ消散していることから、 ε_a の挙動の違いは二次圧密の進行に伴うクリープ変形と考えられる。また、 ε_v でも ε_a と同じような挙動が見られる。再圧密過程での ε_a と ε_v の挙動には違いが見られないことに反して、圧密過程での ε_a と ε_v においては載荷圧密より真空圧密($u < 0$)の方が軸ひずみ ε_a が大きい。

図-3に再圧密過程における ε_a と ε_v の関係を示す。両者はほぼ1対1の関係にあり、一次元圧密条件を保って精度良く測定されている。

図-4に圧密過程における ε_a と ε_v の関係を示す。図-3と比較すると、真空圧密($u < 0$, $u > 0$)に関して ε_v の方が ε_a よりも若干大きい。特に真空圧密($u < 0$)に関しては $\varepsilon_v=5\%$ (100分以降)を過ぎたあたりから ε_v が他の試験に比べて大きくなっている。これはビューレットでの排水量の測定が気泡の発生により見かけ上大きくなっているためである。図-2(d)でも示しているように、真空圧密($u < 0$)において100分を過ぎたあたりから若干大きくなる傾向が見られた。NSF粘土を用いた長期真空圧密では400分を超えたあたりから気泡の影響が見られた。一方、不攪乱粘土では供試体内の間隙水に空気が溶存していることが考えられるので、そのためにNSF粘土よりも早く影響が現れると思われる。

表-1に初期状態、再圧密終了後および圧密終了後に対する飽和度(S_r)、間隙比(e)および含水比(w)を示す。ここでの S_r は一次元圧密条件で算出した。 $S_r \geq 100\%$ の場合もあり、計算誤差も生じているが、真空圧密においても $S_r \approx 100\%$ と考えてよい。

4. まとめ 側方拘束状態における不攪乱粘土の真空圧密試験を行い、通常の載荷圧密の挙動と比較を行った。その結果、(1)再圧密過程における圧密の挙動はほぼ等しいにもかかわらず、圧密過程においては載荷圧密と真空圧密($u < 0$)の挙動に違いが見られる。(2)真空圧密においては排水経路中に気泡が発生する。その発生は不攪乱粘土の間隙水中の溶存空気の影響によるものと考えられる。(3)排水経路中に気泡が発生するが、供試体はほぼ完全な飽和状態である。

謝辞：不攪乱試料は、基礎地盤コンサルタンツ(株)中国支社 岩崎公俊氏、九州支社 田上 裕氏にご提供いただきました。ここに深く感謝の意を表します。

【参考文献】1)飯塚ら：側方拘束状態における粘土の真空圧密挙動に及ぼす圧密時間の影響、第36回地盤工学研究発表会、pp223-224、2001。

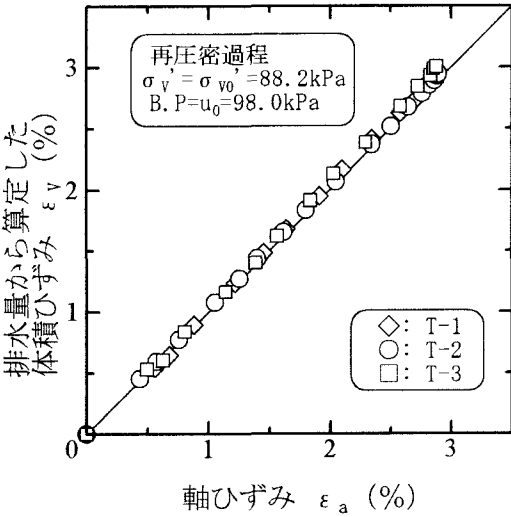


図-3 再圧密過程における軸ひずみと体積ひずみの関係

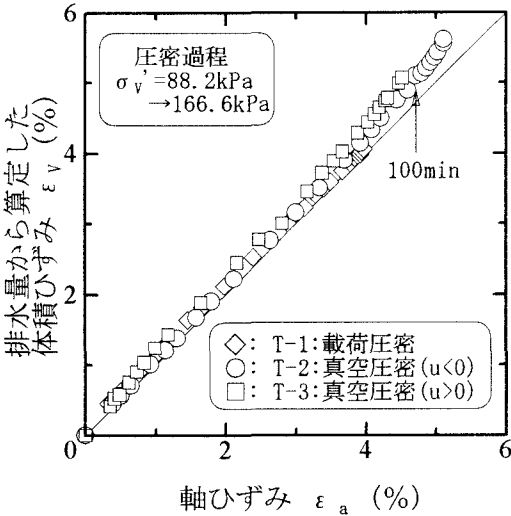


図-4 圧密過程における軸ひずみと体積ひずみの関係

表-1 飽和度、間隙比および含水比の変化

		載荷圧密	真空圧密($u < 0$)	真空圧密($u > 0$)
初期状態	$S_r(\%)$	101.2	97.4	99.1
	e	2.360	2.461	2.430
	$w(\%)*$	89.1	90.5	90.9
再圧密後	$S_r(\%)$	101.8	99.0	100.9
	e	2.209	2.283	2.262
	$w(\%)$	84.9	85.4	86.2
圧密後	$S_r(\%)$	114.3	113.4	108.8
	e	2.003	2.052	2.052
	$w(\%)*$	86.5	87.9	84.3

*実測値