

1. はじめに 真空圧密工法における最大の真空圧は-78.4kPa 程度であり¹⁾, この場合, 深度約 8m までの部分の間隙水圧は負圧(大気圧以下)となり, それ以深の部分では間隙水圧が正圧のままで低下する¹⁾. これまでに, 三軸圧縮試験機による真空圧密試験の方法を提案するとともに, 等方応力状態における粘土の真空圧密・非排水せん断特性を明らかにしてきた²⁾.

本文では, 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挙動を载荷圧密の場合と比較・検討した. さらに, 実験結果に基づいて, この場合の有効応力状態について考察した.

2. 試験方法 試料は NSF 粘土($G_s=2.756$, $w_L=61.1\%$, $I_p=27.4$)である. 含水比 120% ($2w_L$)で練り返し, 鉛直応力 $\sigma_v=39.2\text{kPa}$ で一次元的に予圧密した試料を直径 7.0cm, 高さ 2.3cm に成形して供試体とした. 供試体と管路を二重負圧(約 3 時間)により脱気して, 背圧 BP=196kPa (約 20 時間)を载荷した. 次いで, 有効鉛直応力 $\sigma_{v0}'=78.4\text{kPa}$ で先行圧密した後, さらに, (1) $\Delta\sigma_v=78.4\text{kPa}$ だけ鉛直応力を増加させる通常の「载荷圧密(一次元圧密)」を 1 ケースと, (2)鉛直応力を一定に保ち, 背圧を $\Delta\sigma_v=78.4\text{kPa}$ 分だけ減少させる「真空圧密($u>0$)」を 1 ケース, (3)背圧を BP=0kPa 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($u<0$)」を 2 ケースの合計 3 種類, 4 ケースの試験を実施した. 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=274.4kPa, 直径 6.25cm)を介して間隙水圧を測定した. 圧密の打ち切りには軸ひずみに対する 3t 法を用いた. 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 に間隙水圧(u), 間隙水圧比($\Delta u/\Delta\sigma_v'$), 軸ひずみ(ε_a), 体積ひずみ(ε_v)の経時変化を示す. (1)~(3)の 3 種類の試験

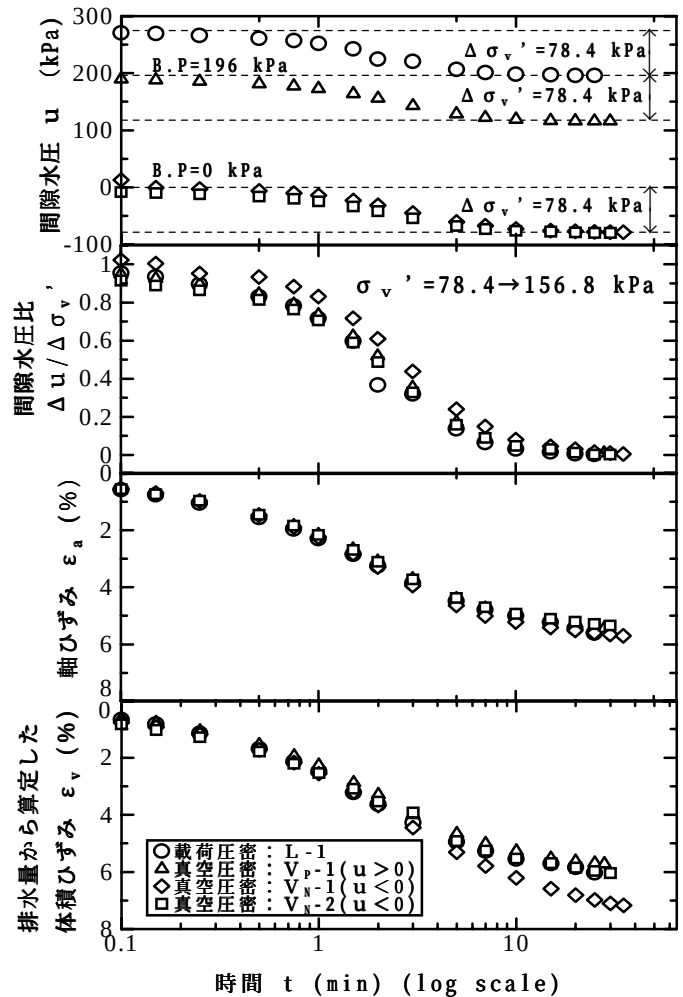


図-1 間隙水圧, 間隙水圧比, 軸ひずみおよび体積ひずみの経時変化

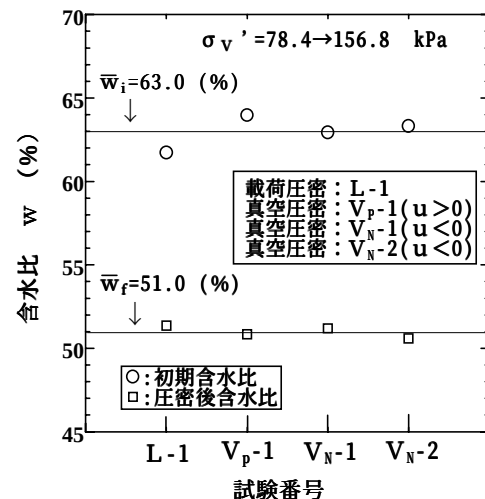


図-2 供試体の初期含水比および試験後含水比

キーワード: 粘土, 一次元圧密, 真空圧密, 有効応力, 静止土圧係数

連絡 先: 〒380-8553 長野市若里 4-17-1, TEL&FAX 026-269-5291

における u の値はそれぞれ異なっているが、それぞれの $\Delta u / \Delta \sigma_v'$ の経時変化はすべての試験においてほぼ等しい。また、 ε_a の経時変化も良く一致している。一方、 ε_v の経時変化において、2 ケースの(3)真空圧密 ($u < 0$) の結果のうちの1 ケース (V_N-1) のみが他のケースよりも大きな ε_v を生じている。 V_N-1 においては、ビューレットの水面下近傍に負圧による微細な気泡（泡立ち現象）が観察されており、この水中に生じた気泡の体積分だけ排水量が過大に測定される。

図-2 に試験ごとの供試体の初期含水比 (w_i) および試験後含水比 (w_f) を示す。図-1 に示した V_N-1 における ε_v の挙動（排水量）が正しければ、 V_N-1 の w_f が他の試験の場合よりも小さいはずである。しかし、すべての試験において w_i および w_f はほぼ等しい。したがって、 V_N-1 における ε_v の挙動（排水量）は前述した泡立ち現象による実験誤差であると考えられる。

図-3 に圧密過程における軸ひずみ (ε_a) と体積ひずみ (ε_v) の関係を示す。圧密終期における V_N-1 の ε_a と ε_v の関係も上述の理由による実験誤差である。これを除けば、すべての試験において圧密開始から終了までの両者の値はほぼ等しい。 V_N-1 を除くそれぞれの直線近似式の傾きの平均は1.06 である。したがって、(2)真空圧密 ($u > 0$) および(3)真空圧密 ($u < 0$) においても一次元圧密条件が満足されている。さらに、このことは、体積変化量と排水量が一致していることも意味しており、供試体はすべての試験においてほぼ飽和状態であると推測される。

図-4 に軸ひずみより算定した間隙比の変化量 (Δe) と有効鉛直応力 (σ_v') の関係を示す。すべての試験における Δe はほぼ等しく、別途実施した標準圧密試験より得られた正規圧密線（圧縮指数： $C_c=0.48$ ）上にすべて位置する。

図-5 に側方拘束状態における真空圧密の有効応力を示す。载荷圧密（一次元圧密）の場合、有効鉛直応力増分および有効側方応力増分は、それぞれ、 $\Delta \sigma_v' = \Delta \sigma_v$, $\Delta \sigma_h' = K_0 \cdot \Delta \sigma_v$ (K_0 ：静止土圧係数) である。一方、真空圧密の場合は、以上の実験結果に基づくと、 $\Delta \sigma_v' = \Delta \sigma_v$, $\Delta \sigma_h' = K_0 \cdot \Delta u$ である。これは K_0 が常に一定であることも表している。

4. まとめ 側方拘束状態における(1)载荷圧密（一次元圧密）、(2)真空圧密 ($u > 0$) および(3)真空圧密 ($u < 0$) の3種類の圧密挙動は一致する。これは K_0 が常に一定であることも表しており、真空圧密では $\Delta \sigma_h' = K_0 \cdot \Delta u$ である。

[参考文献] 1) 梅崎ら：軟弱地盤改良における真空圧密工法の適用性，第44回地盤工学シンポジウム，pp.217-222，1999. 2) 谷村ら：等方応力状態における粘土の真空圧密挙動，第34回地盤工学研究発表会，pp.495-496，1999.

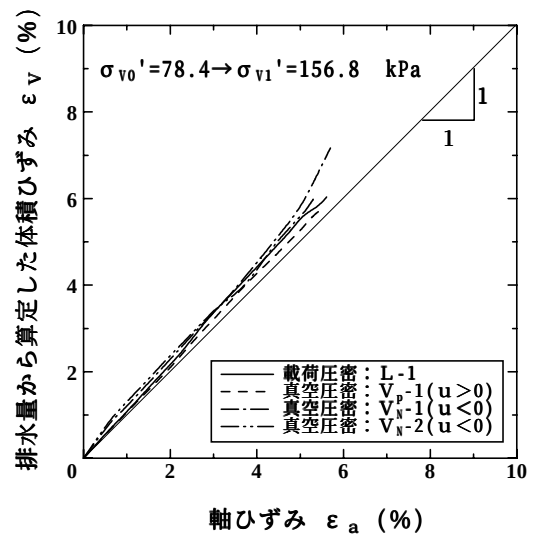


図-3 圧密過程における軸ひずみと体積ひずみの関係

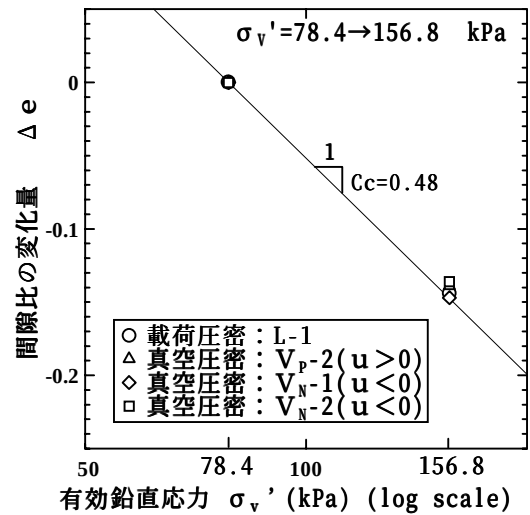


図-4 間隙比の変化量と有効鉛直応力の関係

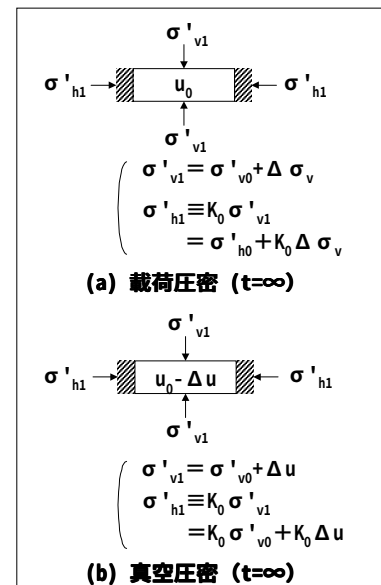


図-5 側方拘束状態における真空圧密の有効応力