

飽和粘性土のクリープ特性

京都大学工学部

佐野 郁 雄

京都大学大学院

石 黒 健

同

○松田 道雄

1. 序

飽和粘性土が圧密を受けた場合、特に一次元圧密状態では二次圧密の進行により時間履歴を受けた正規圧密粘土は過圧密粘土とよく似た挙動を示すことが知られている。近年の構造物の大型化にともない、その圧密挙動、期間が問題になる場合が生じてきた。今回は三軸セル内での応力比一定異方圧密試験、一次元圧密を長期間行なうた飽和粘性土の圧密中の変形挙動、新たに荷重を加えた場合の挙動について報告する。

2. 長期圧密の応力状態

本実験では含水比250%で練り返し、先行荷重 1.0 kgf/cm^2 で圧密し、さらに膨潤させた後にサンプリングした直径5cm高さ10cmのカオリン粘土($G_s=2.624$, $LL=87.3\%$, $PL=57.6\%$)の内柱形試料を用いた。

一次元圧密は側方排水条件で三軸セル内において側方ひずみを生じさせぬよう軸圧一定のまま側圧を制御して行なう。実側方ひずみは最大1%程度の誤差を生じた。図-1は垂直応力 $\sigma_v=3.0 \text{ kgf/cm}^2$ まで一次元圧密を行なった際の間隙比 e および主応力比 σ_h/σ_v の推移を示す。この図により、一次圧密終了時の静止土圧係数 K_0 は0.50であり、二次圧密期間中に K_0 の値が増加することがわかる。

この結果に基づいて異方圧密試験における主応力比 σ_h/σ_v を0.50とし、疑似 K_0 状態での変形挙動の観察を行なった。この試験で、正規圧密領域での荷重増分 $\Delta\sigma_v$ を 0.2 kgf/cm^2 とした。載荷はlog t法による一次圧密終了時間 t_0 ごとに行ない(t_0 は120~180min)、途中3段階ごとに1000min放置した。図-2はこのときの e および側方ひずみ ε_3 の推移を示したものである。ただしこの試験において載荷は微小増分で行ない、 ε_3 の推移より見ると、一時減少傾向にあった断面積が二次圧密の進行とともに増加傾向に転じている。応力比一定条件では断面積の増加は側圧が側方変位を防止するのに十分でなく、主応力比 σ_h/σ_v が二次圧密中の K_0 値より小さい値であることを示す。

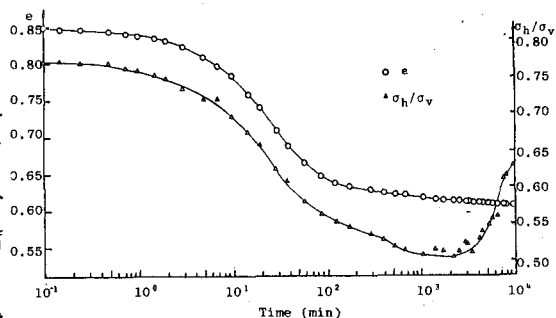


図-1

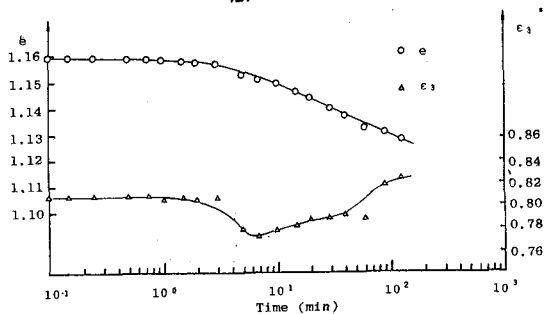


図-2

3. 長期圧密後の載荷による応力、変形挙動

Bjerrumは経時効果によってたとえ正規圧密粘土であっても新たな載荷に対する P_c が有効上載圧 P_0 より大きく出る現象を失荷効果(P_c -effect)と呼んだ。図-3(a)は一次元圧密試験において $\sigma_v=3.0 \text{ kgf/cm}^2$ で23日間放置した後に、荷重増分 $\Delta\sigma_v$ を 0.2 kgf/cm^2 として $\log t$ 法によって求める P_c とに載荷を行なうて得られる $e-\log \sigma_v$ 曲線である。この図より P_c 値は 3.8 kgf/cm^2 となることがわかる。次に図-3(b)に有効応力経路を示す。二次圧密を長期間行ない、 $k_0^{qc}=0.66$ まで上昇した後に新たな載荷を行ない、たとき、有効応力比 σ'_v/σ_v は与えられた応力増分が P_c 値に達していないような領域ではあまり変化しない。とこが応力が P_c 値の付近に達した場合、軸差応力比のみが変化し平均有効主応力 P はほとんど変化しない状態があらわれる。さらに荷重を増加させた場合の有効主応力比の値は放置以前の静止土圧係数 $k_0^{qc}=0.50$ より大きくなる。

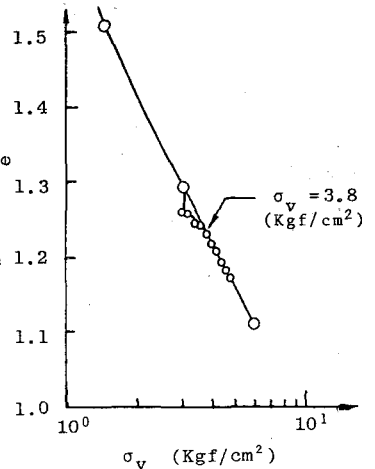


図-3(a)→

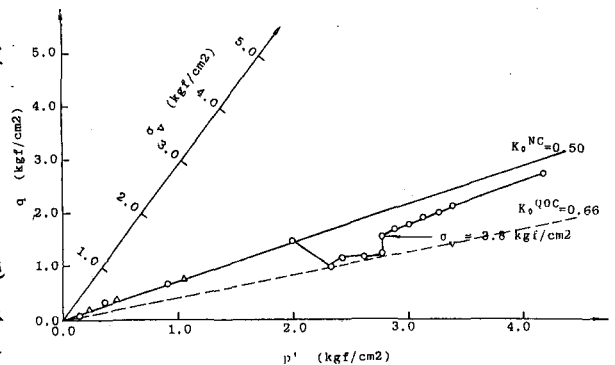


図-3(b)

4. クリープ後のせん断特性

せん断特性における圧密時間の影響を見るため、クリープさせた試料と、させてない試料のせん断を行ない比較した。図-4は主応力比 $\sigma'_v/\sigma_v=0.57$ とし、同一荷重増分で載荷間隔のみを t_p および $10t_p$ と変えて $\sigma_v=5.26 \text{ kgf/cm}^2$ まで圧密を行ない、 t_p 載荷の試料は一次圧密終了と同時にせん断、 $10t_p$ 載荷のものは $10t_p$ 放置後にせん断した際のそれぞれの有効応力経路である。

若い正規圧密状態にある t_p 載荷試料の有効応力経路が左上方向に向けてゆるやかに傾斜しているのに対し、クリープを経てせん断された $10t_p$ 載荷試料の有効応力経路は初期において立っている。これは過剰間隙水圧の発生が二次圧密の進行によつて減少する傾向をあらわしており、過圧密的挙動に類似している。またせん断強度自体も間隙比の変化に比べて大きく増加する。

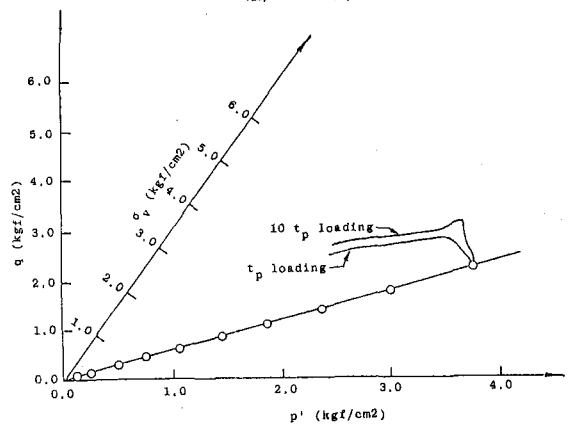


図-4

参考文献

- 1) Bjerrum, L. : Embankments on Soft Ground, Proc. Amer. Soc. Civil Engineering Speciality Conf. on Performance of Earth-Supported Structures, Vol.2, 1972, pp.1-54