

京都大学工学部 正会員 赤井 浩一
同 同 佐野 郁雄
前田建設(株) 同 石黒 健

1. 序 自然堆積による粘土層の形成においては、堆積終了後も有効上載圧のもとで K_0 状態のまま継続的な二次圧密 (aging) が進行し、何万年もの堆積年代を経過することが多い。この経時作用は粘土層の擬似的な過圧密挙動を生み、このような古い正規圧密粘土は擬似過圧密粘土と呼称される。ここでは K_0 条件を満たしたうえで、二次圧密における応力-ひずみ特性、擬似過圧密粘土の K_0 再載荷特性、あるいは非排水せん断特性を調べる実験を行い、その結果から擬似過圧密粘土の圧密-強度特性について考察する。実験はカオリン粘土 ($G_s = 2.62$, $LL = 89.28$ %, $PI = 57.60$ %) を試料とし、 K_0 圧密用の特殊三軸セルを使用した。

2. 長期 K_0 圧密特性

図-1 は長期 K_0 圧密試験の結果であり、二次圧密中 K_0 値が次第に上昇し、一次圧密終了時の値 $K_0^{NC} = 0.52$ から50日後には $K_0^{QOC} = 0.77$ にまで達している。また K_0 値の上昇は圧密期間の対数に対しほぼ直線的で、しかもその傾きがある時点で変化するという特徴を示す。

図-2 は、平均主応力 p 、偏差応力 q を一定に保つ排水クリープ試験の結果であり、平均ひずみ v_m と偏差ひずみ ϵ の時間的進行を示す。 K_0 状態では $v_m : \epsilon = 1 : 2$ というひずみの制約条件があるが、図より応力一定のままでは、二次圧密においてひずみの進行は K_0 状態から次第に離脱し、 K_0 状態を保つためには v_m の増大、 ϵ の減少が必要となる

ことがわかる。実際の二次圧密では、側圧の上昇により両者の進行が調整される。ここで、 ϵ 、 v_m はそれぞれクリープ、ダイレイタンスに起因するものであるから、二次圧密における K_0 値の推移は土の本質的な物性に依存し、種々の様相を呈するものと結論される。

3. K_0 再載荷特性

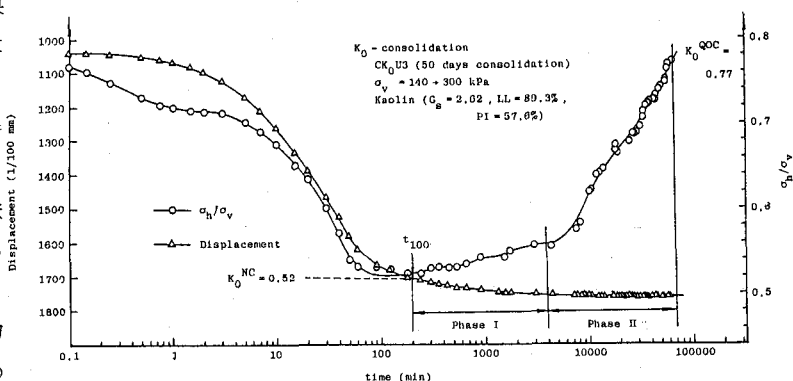


図 - 1

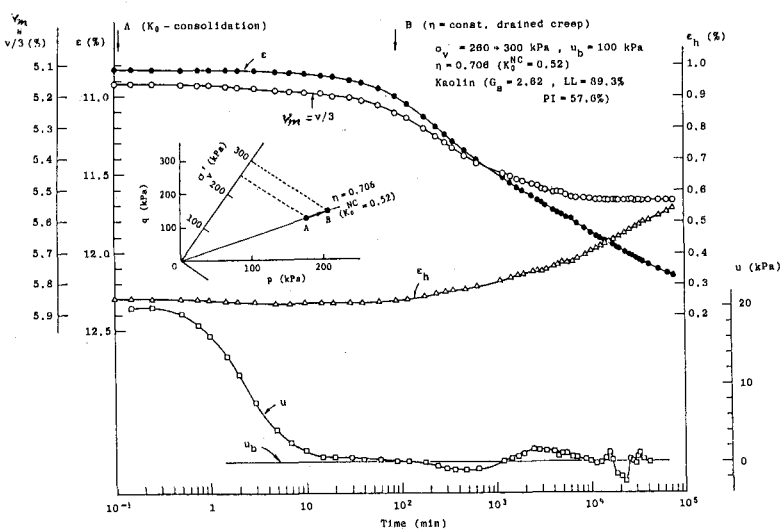


図 - 2

図-3は、擬似過圧密粘土に K_0 条件を保ちつつ、新たな荷重を加えた際の $e - \sigma_v'$ 曲線であり、圧密降伏応力 P_c までは、間隙比の減少がほとんどない過圧密的挙動をとることがわかる。また、この図のように軸圧の低い場合には P_c 値が処女圧縮線を飛び越す現象²⁾が見られるが、高軸圧下では現われない。さらに P_c 以降の圧縮指数 C_c は正規圧密粘土のものより大きく、 $e - \sigma_v'$ 曲線が下方に位置することも特徴的である。図-4は K_0 再載荷時の応力経路を示す。これを過圧密土と比較すると、 P_c 値で応力経路が曲折した後、正規圧密状態での K_0^{NO} 線へ復帰しない。

4. 非排水せん断特性

図-5は、擬似過圧密粘土の非排水せん断試験における応力-ひずみ関係を示す。比較のため、agingのない等方圧密試料に対する曲線をも示してある。また、図-6は非排水せん断時の有効応力経路をまとめたものである。

これらの図より、擬似過圧密土のせん断特性として以下のことがわかる。すなわち、agingの期間が長いほど最大せん断強度は増大し、その後の応力-ひずみ関係は顕著な軟化挙動を示す。なお、低軸圧状態での二次圧密試料ではせん断破壊線の傾斜 M が他のものより少し大きい。これは3.で述べた P_c 値の超過現象に対応するものと考えられる。その原因としてagingによるセメンテーション効果を導入することができるが、詳細については電子顕微鏡による微視的考察をまたねばならない。全体に大きいひずみにおいては、図-5、図-6とも全試料が収束する状態が認められ、これより圧密時の応力の異方性やagingの期間の相違にかかわらず、粘土は一義的な残留強度状態を示すことが結論される。

5. 結論

- 1) カオリン粘土では、二次圧密中に K_0 値の増大が著しい。
- 2) 二次圧密係数は K_0 値の変動に対応して変化する。
- 3) 再載荷時にいわゆる P_c 効果が認められる。^{1) 2)}
- 4) 非排水せん断時には、agingの期間が長いほど最大せん断強度は増大するが、一義的な残留強度状態に落ち着く。

参考文献

- 1) Bjerrum, L.: Embankments on Soft Ground, Proc. Purdue Conf., A.S.C.E., Vol. 2, 1972, pp. 1-54
- 2) Leonards, G.A. & A.G. Altschaeffl: Compressibility of Clay, Proc. A.S.C.E., Vol. 90, SM, 1964, pp. 133-155

