

Ⅲ-A191

排水クリープ中における乱さない粘土の K_0 圧密挙動とクリープ後の非排水せん断強度特性

中央開発株式会社 正会員 ○西江俊作、王林

1. まえがき； 通常、海成粘土のように水平層状に堆積した自然地盤の沖積粘土層は、側方変形の拘束を受けながら自重圧密の進行した K_0 状態にあると考えられる。筆者らはこのような観点から、二重セルタイプの三軸試験装置を用いて、載荷経路や載荷方法などの載荷条件に着目し、粘土の K_0 圧密試験をこれまでに実施してきた^{1),2)}。本研究では乱さない海成粘土を用いて、排水クリープ中における K_0 圧密挙動とクリープ後の非排水せん断強度について調べたので、その結果について報告する。

2. 試験内容； 本研究に用いた海成粘土は、大阪湾内で採取した乱さない試料 (G.L.-10.0 ~ 10.8m, $I_p=59.1$) である。試験は、先ず①所定の軸圧縮応力 ($M1-3-2$; $\sigma_a=98\text{kPa}$, $M1-3-3$ と $M1-3-4$; $\sigma_a=196\text{kPa}$) まで毎分 0.147 (kPa) の載荷速度で K_0 圧密を行い、次に②所定の軸圧縮応力に達した後、軸圧縮応力一定と K_0 状態を保持して排水クリープさせ、その後③毎分 0.01 (%/min.) のひずみ速度で非排水せん断した。なお、試料の有効土被り圧は $\sigma'_v=57\text{kPa}$ 、圧密降伏応力は $P_c=110\text{kPa}$ であり、 $M1-3-2$ の供試体は擬似過圧密領域、 $M1-3-3$ と $M1-3-4$ の両供試体は正規圧密領域における試験である。

3. 試験結果

(1) 圧密・排水クリープ過程； K_0 圧密および排水クリープ過程における試験結果として、図-1 に間隙比の経時変化、図-2 に K_0 値の経時変化、図-3 に軸差応力 q の経時変化をそれぞれ示した。先ず図-1 より、排水クリープ開始後、間隙比が片対数上で直線的に減少し、各供試体とも二次圧密領域に到達していることがわかる。次に図-2 に示した K_0 値の経時変化より、正規圧密領域まで載荷した $M1-3-3$ と $M1-3-4$ 試料の K_0 値は、 $\sigma_a=\sigma'_v \sim P_c$ の応力レベルで $K_0=0.33 \sim 0.35$ まで低下し、 $\sigma_a=P_c$ を超えた付近から $K_0(K_0^N)=0.42$ 程度まで一端上昇した後、クリープ中に $K_0=0.28 \sim 0.35$ まで再び減少する結果が得られた。また擬似過圧密状態でクリープさせた $M1-3-2$ 試料についても、 $M1-3-3$ と $M1-3-4$ の試料と同様に

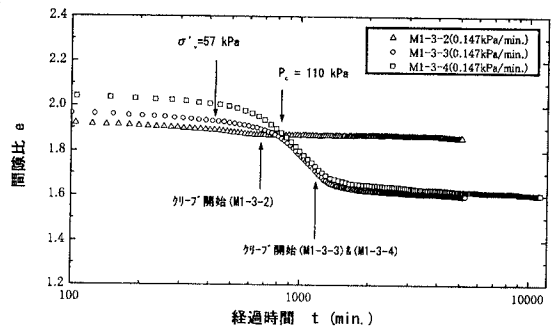


図-1 間隙比～経時変化の関係

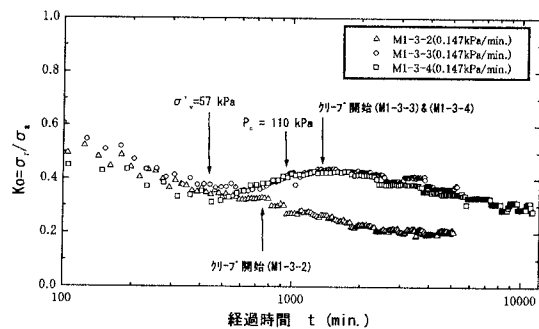


図-2 K_0 値～経時変化の関係

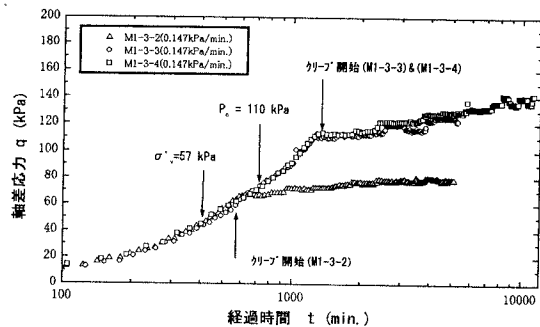


図-3 軸差応力～経時変化の関係

(キーワード) 乱さない試料、海成粘土、 K_0 圧密、排水クリープ、三軸試験、非排水せん断

〒169-8612 東京都新宿区西早稲田 3-13-5 Tel. 03-3208-3111, Fax. 03-3208-3572

クリープの進行とともに、 K_0 値は 0.33 から 0.20 まで低下した。このようなクリープ中における K_0 値の減少は、図-3 に示したクリープ中の軸差応力（偏差応力） q が時間とともに増加している結果からも容易に判断できる。

(2) 非排水せん断過程；排水クリープ後の非排水せん断試験結果として、図-4 に応力～ひずみ関係、図-5 に圧密過程から非排水せん断過程に至る有効応力経路をそれぞれ示した。両図より、応力～ひずみ曲線は各供試体とも、ややひずみ軟化型の形状が得られた。また有効応力経路は、各供試体ともクリープ中の K_0 値の減少に伴って P' - q 平面上で左上方に推移し、せん断開始直後にやや体積膨張に転じて過圧密的な挙動を示した後、軸差応力のピーク値付近から P' と q は共に減少しながら、限界状態線に漸近する結果が得られた。また M1-3-4 のピーク軸差応力は $q_{max}=177$ (kPa)、M1-3-3 は $q_{max}=152$ (kPa) であり、クリープ時間を長くすることにより、ピーク軸差応力の増加が認められた。

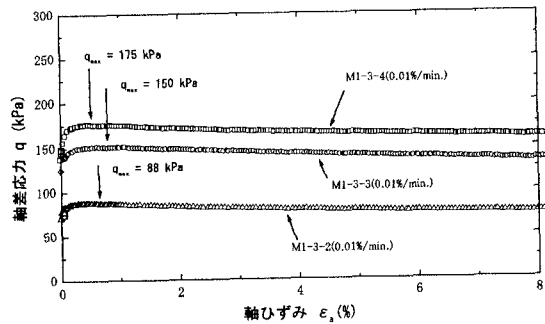


図-4 非排水せん断中の応力～ひずみ関係

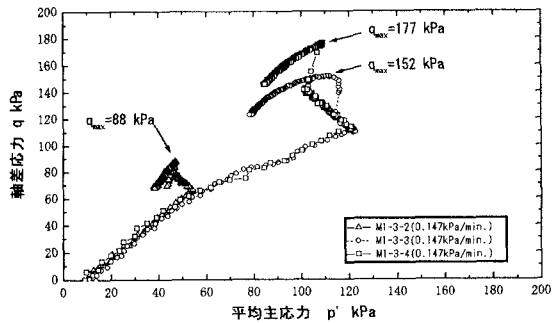


図-5 有効応力経路

4. 考察；従来の研究によれば、排水クリープ中の K_0 値の変化として、増加する測定結果を報告しているものが多い^{3),4)}。しかし、森脇らの研究⁵⁾によると、排水クリープ中に発生する二次圧密特性とダイレタンシー特性の優劣によって、クリープ中の K_0 値は、①増加する場合、②減少する場合、あるいは③一定の場合と、粘土の種類によって変化し、非排水三軸圧縮試験時の応力～ひずみ曲線がひずみ軟化型を示すような粘土では、 K_0 値がクリープ中に減少する結果を報告している。クリープ中に K_0 値が減少する今回の結果は、(1)試験に用いた供試体の応力～ひずみ曲線がひずみ軟化型を示すこと、(2)クリープ時間とともに、ピーク軸差応力も増加していることを考慮すると、ダイレタンシー特性が二次圧密特性より卓越した試料固有の性質に起因したものと思われる。なお、別途実施した擬似過圧密状態にある乱さない高塑性粘土 ($I_p=70.1$) の K_0 値⁶⁾は、正規圧密状態における K_0 値 (K_0^{NC}) よりも小さい値が得られているが、その原因も今回の K_0 値の減少原因と類似したものではないかと考えられる。

5. おわりに；本研究では乱さない海成粘土を用いて、排水クリープ中に K_0 値が減少する試験事例を示した。しかし、この現象を理論的に説明できる試験数量ではなく、ごく限られた試験結果からの推測にすぎない。今後、塑性指数の異なる試料や室内再構成試料などを用いて、同様の試験を行い、排水クリープ中における K_0 値の変化を調べるとともに、排水クリープに伴う非排水せん断強度の変化についても詳細に検討してみたい。

【参考文献】1) 西江ら (1998)：ひずみ漸増制御および応力漸増制御による正規圧密粘土の K_0 三軸圧密試験、第 33 回地盤工学研究発表会、2) 西江ら (1998)：ひずみ速度が飽和粘土の正規圧密領域における K_0 値に与える影響、第 53 回土木学会年次講演会、3) Schmertmann, J. H. (1983)：A simple question about consolidation, Proc. ASCE, Vol. 109, GT-1、4) 赤井ら (1985)：二次圧密における粘性土の状態変化、土木学会論文集、第 364 号、5) 森脇ら (1988)：飽和粘土の K_0 値に関する実験的研究、土質工学会論文報告集、Vol. 28, No. 2、6) 西江ら (1999)：擬似過圧密状態にある乱さない海成粘土の K_0 圧密挙動、第 34 回地盤工学研究発表会（投稿中）