

京都大学工学部 正会員 嘉門雅史
奈良県土木部 正会員 ○金剛一智

1. はじめに

粘土の圧密中の微視的構造について、著者らはベッド構造の変化の観点から検討している。これまでの成果として、一次圧密中のベッドの配向ならびに偏平化を明らかにし、二次圧密中のベッド粒子のクリープ的変形と細粒化を示した。ここでは、二次圧密中のベッド構造に関する昨年のデータの補充を行って、一次圧密中のベッドの変化と二次圧密中のベッドの変化とを連続的に説明することを試み、力学的特性との関連を推定したものである。なお、試料としてはこれまでと同様にカオリナイト (ASP400) を用いたが、カオリナイトは二次圧密の絶対量は小さいものの、土粒子径の分散が少なく、構造変化が最も単純であることに基いている。

2. 試験の方法ならびに解析の方法

試料作成は標準圧密試験方法によって行い、二次圧密期間は2週間としている。一次圧密試料は段階載荷¹⁾を、各載荷重に対応する一次圧密時間 (tp) 後直ちに行う方法によって作成した。ベッドの観察は走査型電子顕微鏡によって、最大主応力方向の断面を撮影し、ランダムに抽出した写真からベッドの測定を行って統計処理するものである。ベッドの読み取りはマイクロコンピュータに接続したデジタイザーによっている。なお、ベッドの読み取り上のテクニックとして、観察写真からの読み取り作業そのものが二次元的であることから、写真上に重なって存在するものに関しては、大きい径のベッドを優先して測定し (それが空間専有の点からも支配的であるため)、小さい径のベッドはここでは無視することにした。もちろん、小さい径のベッドでも独立して存在するものはカウントされている。主として平均定方向径比 $\log (V/H)$ と平均ベッド面積 $\bar{S}$ によって検討する。

3. 二次圧密中の巨視的応力状態の変化

図-1はThompsonらが示した一次元長期圧密中の側方応力 σ_h の時間変化である。 σ_h は間隙水圧の消散した二次圧密中 (tp後)において急激に増大し、その後ある一定値に達する。 K_0 圧密では鉛直ひずみ ϵ_v がそのまま体積ひずみ ϵ_{vol} になり、この ϵ_{vol} の増大は平均有効応力 σ'_m の増大をもたらすことになる。ところが圧密中には σ'_v が一定であるからtp後は σ'_v も一定であるため、 σ'_h は二次圧密中増加し、結果として K_0 値が増大する (赤井らによる)。よって二次圧密中においては、一次圧密中と比較して応力状態は、等方的になりつつあることがわかる。

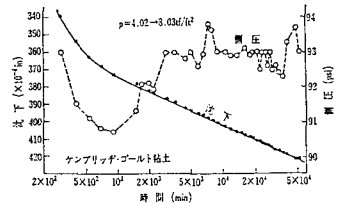


図-1 圧密における側圧の変化 (Thompson)

4. ベッド構造の一次圧密・二次圧密中の変化

圧密中のベッドの形状を、特に偏平化という観点から示したものが図-2である。 $\log (V/H)=0$ のものは均等径のベッドであり、負の値が大きくなるほど平たくなることを示す。圧密による配向性の増加に伴ってベッドの偏平化が生じることは従来から示されるとおりである。しかしながら、二次圧密試料においては、一次圧密試料より $\log (V/H)$ が増加しており、ベッドの等方化への移向がすべての荷重段階においてみられ

ている。これは3で述べた有効応力の変化による K_0 値の増大によく対応しており、 σ_h の増加がベッドの均等化をもたらすものである。

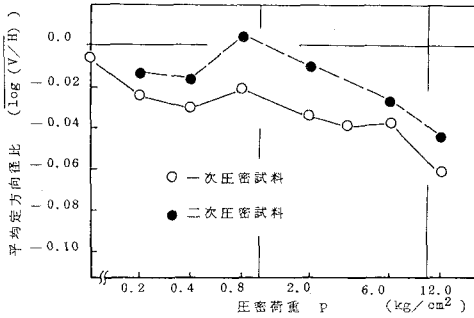


図-2 $\log(V/H)$

さらに、図-3は圧密中のベッド径の変化を示している。これらは平均値として表わしたものであるが、単に配向と偏平化のみならず圧密荷重の増大に伴って、平均ベッド径が減少することがわかる。すなわちベッドが細分化してゆくことを意味し、これは二次圧密中においても継続されることに留意する必要がある。

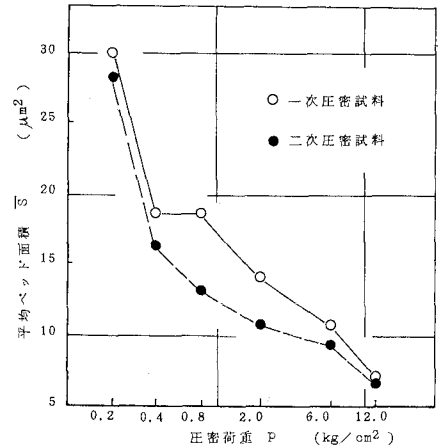
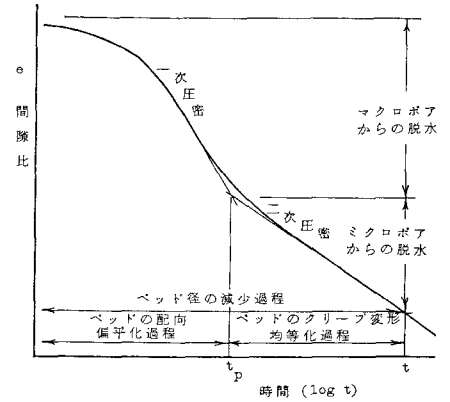


図-3 平均ベッド面積 $\bar{S}$

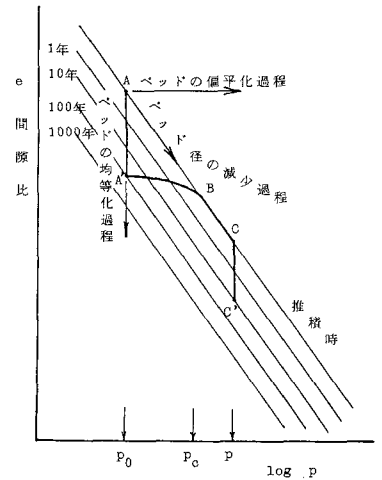
5. 一次・二次圧密中の微視的土構造の概念

以上のような圧密中のベッド粒子の偏平化と均等化の相反する現象の概念的なとりまとめとして、一次圧密と二次圧密の領域での卓越現象に基づいて、図-4のように示すことができる。

(a)図はベッドとポアの相関を $\log t$ 関係で表わしており、全過程を通じてベッド径は減少する。ポアについては変形の時間効果として、脱水部位をマクロポアとミクロポアとして従来どおりとして差しつかえない。(b)図は $e-\log p$ 関係を示し、例えば図中の $A \rightarrow A' \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow C'$ と変形するならば、二次圧密(遅延圧縮)中のベッドの均等化過程と、 p の増大によるベッドの偏平化過程の和として圧密を表わしうるものと考えられる。



(a) $e-\log t$ 関係



(b) $e-\log p$ 関係

図-4 微視的圧密過程の概念

6. おわりに

カオリン粘土という単一粘土鉱物を用いて圧密現象の微視構造の状況を、ベッドの変化という観点から統一的に説明した。粘性土の構造は、ベッドという集合体として把握することの有用性を示すものである。

本研究の実施にあたり、御指導・御援助をいただいた京都大学名誉教授松尾新一郎先生、ならびに同教授赤井浩一先生に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 金剛, 嘉門, 松尾: 第37回土木学会年次学術講演会講演概要集, III, 1982, pp. 137~138
- 2) Thompson: Proc., 2nd ARC on SMFE, Vol. 1, 1963, pp. 26~31
- 3) 赤井, 佐野: 土木学会論文報告集, No. 316, 1981, pp. 167~170