

1. はじめに

粘性土の工学的性質における土構造の重要性については、多方面で取り上げられつつあるもののその統一的评价は必ずしも充分であるとはいえない。その主原因の一つとして、土構造の定量的把握ならびにモデル化の不完全さを挙げる事ができるだろう。著者らは、このような問題点の解決をはかるべく走査型電子顕微鏡による解析を中心にして、圧密変形挙動を追求し、単に粘土粒子の優先配列化として考慮するのみでなくベッド構造の変化としてとらえることの有用性を明らかにした。本報告では、圧密後せん断変形を受けた時の構造変化についての検討、ならびにすべり面構造の評価手法の設定結果等を示している。

2. カオリナイト粘土のせん断変形試料の条件

用いた粘性土試料は工業用のカオリナイト (ASP400) である。これを液性限界 (45%) の約3倍の含水比で練り返した後、大型圧密試験装置 (内径30cm) 中にて自重圧密させ、その後、漸増荷重を載荷して  $1.0 \text{ kgf/cm}^2$  まで先行圧密したものを一次試料とした。このような試料を用いて CIU試験を行い、破壊後のすべり面から電子顕微鏡用サンプルを切り出して検鏡試料としている。なお、観察の方向はすべり方向、すなわち図-1の矢印方向を上下方向にとり、ベッド径はこの方向の径をV径、水平方向の径をH径としている。カオリナイト試料の応力経路は図-2のとおりである。本試料の土質定数は  $\sigma'_v = 0 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi' = 27.9^\circ$  である。なお、 $\sigma_3 = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$  の試料が過圧密挙動を示すほかは、正規圧密状態のものを対象としていることになる。

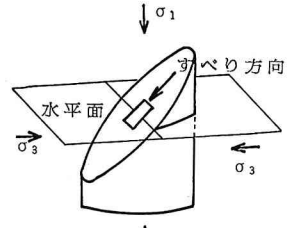


図-1 検鏡試料の作成方法

3. せん断破壊時の土構造の観察結果

せん断破壊後のすべり面の土構造の観察写真の例は写真-1~3のとおりである。ここで用いたカオリナイトは板厚の大きい粘土粒子であり、層状の粒子を含有しているが、すべり面では、このような板状粒子の端部と 001面の面部との両者が観察される。なお、すべり面においても、もちろんベッド構造の卓越がみられており、単独粘土粒子の配向はほとんどみられない。等方圧密の増大進行に伴って、動員されるせん断応力は必然的に大きくなるが、すべり破壊後において  $\sigma_3 = 4.0 \sim 6.0 \text{ kgf/cm}^2$  の試料においては、写真-3に例示しているように層状カオリナイト粒子の折曲

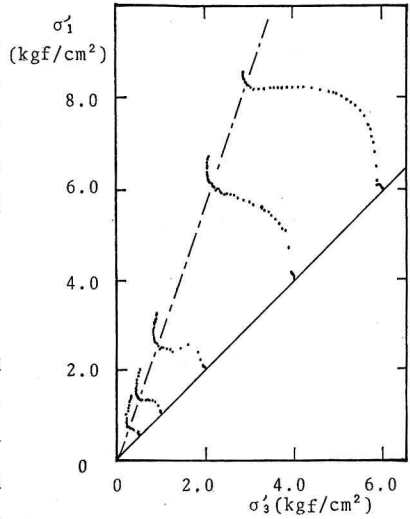


図-2 有効応力経路

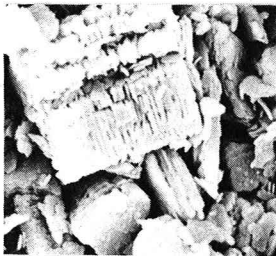


写真-1 すべり面 (0.5 kgf/cm<sup>2</sup>)

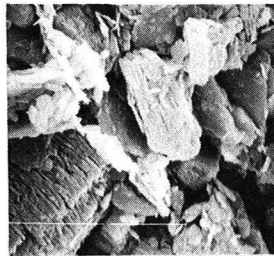


写真-2 すべり面 (1.0 kgf/cm<sup>2</sup>)

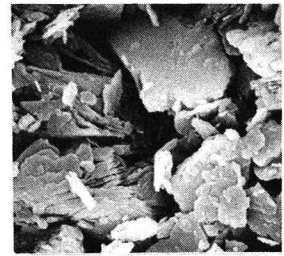


写真-3 すべり面 (4.0 kgf/cm<sup>2</sup>)

(上下方向がすべり面と一致している：写真幅 18 μm)

りナイト粒子の折曲

りや細分化が観察される。これは粘性土においても、粒子破碎性を考慮すべきことの証拠とみなすことができる。

#### 4. 土構造の評価手法とその結果

ここでは、せん断変形時のすべり面の構造評価として観察写真におけるV一径、H一径を測定しその分布変化を検討した。集合体を形成しているベッド粒子ならびに単独の層状カオリナイト粒子とについての面分析を行っている。写真の読取りにはマイクロコンピュータに接続したデジタイザを用い、キャピネサイズに拡大した写真分析を1つのすべり面あたり15枚行うことを標準とした。

ベッド個数、ベッド径、ベッド面積、間けき面積の各種データはファイルに拡張され、必要に応じてXYプロッターに出力させた。出力の例として $\log(V/H)$ の分布を図-3に示している。図-4

は、せん断変形時のすべり面の平均V一径(すべり方向径)と平均H一径の変化をせん断前の各等方圧密荷重に対応してまとめたものである。それぞれの差は少ないものの、平均V一径が増大していることが示されている。図-3は個々のV, H一径の比をとったものであるが、圧密による有効応力の増大時の試料のすべり面のベッドが、すべり方向に大きくなっていることが明らかである。これを平均の $\log(V/H)$ として表わすと図-5のとおりであり、有効応力の増大によって、すべり面のベッドの変形がすべり方向に生じていることがわかる。なお、ここでえられた試料のせん断ひずみ量は8~10%である。また、等方圧密荷重 $0.5 \text{ kgf/cm}^2$ の試料では、 $V/H < 1$ となりH一径が大きくなっている。これは、 $1.0 \text{ kgf/cm}^2$ の異方圧密をうけた過圧密試料であるため水平方向ベッド径の増大が初期試料から保持されており、せん断変形時にもその影響が持続されるためと考えられる。

#### 5. 結論

これまですべり面における土構造の変化については、ピーク有効応力比程度ではほとんど再配列が生じずに、残留強度領域に至る大きいせん断変形をうけて、はじめて板状粘土粒子がすべり面に平行にその001面がならぶように配向するといわれているが、せん断変形前にうける有効応力のレベルによっては、ピーク応力比程度のせん断変形時においてもベッド構造の再編が生じるものとみなすべきであると結論しうる。

参考文献：1) Matsuo, S. and Kamon, M.: Microscopic Study on Deformation and Strength Characteristics of Clay Soil, Proc. 9th ICSMFE, Vol.1, pp.201~207, 1977.

2) 嘉門雅史：土の物理学, 第4章, 土の構造, 森北出版, pp.72~97, 1979.

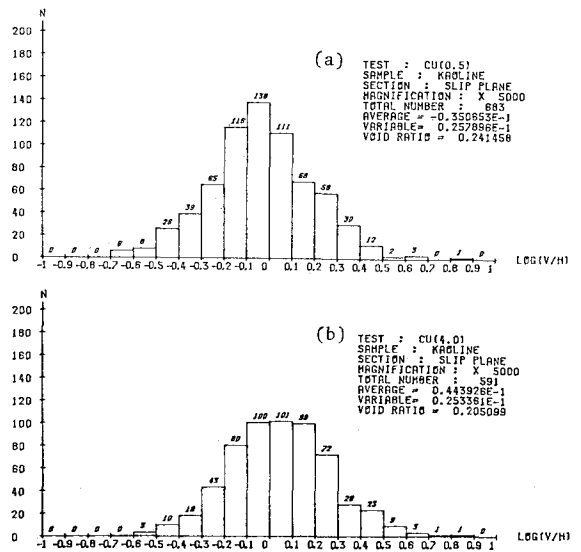


図-3 定方向径比の分布

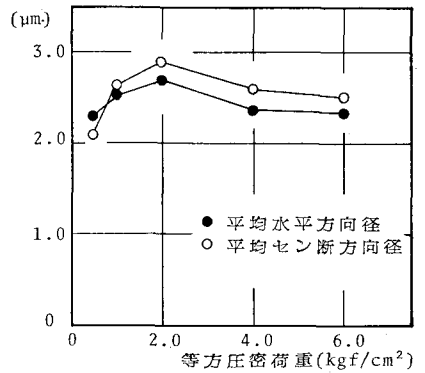


図-4 平均定方向径

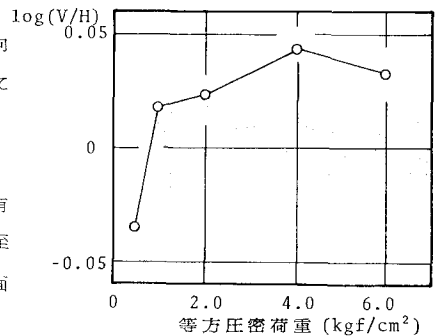


図-5 平均定方向径比