

III-22 土粒子の配列方向と変形特性について

日本大学理工学部 正会員 中山 晴 幸
 日本大学理工学部 正会員 浅川 美 利
 日本大学大学院 学生員 石 橋 義 孝

1. はじめに

筆者らは、粘土の変形機構解明の手がかりとして、粘土粒子の配列方向とせん断時の主応力方向をいくつか変化させ、せん断したときのせん断特性を調べている¹⁾。その結果、現在までに次の様な特性を観察した。① 粘土粒子は、せん断中に初期配列方向からせん断面に沿うか、あるいは直交する様な方向へ再配列する。② セン断強度は、再配列に要する角度の大ききものほど大きい。③ タイレイタンシー特性は、せん断時の最大主応力面に沿って配向している構造のもの大きい。④ $\theta = 45^\circ$ 供試体は明瞭なピーク強さが認められない。

せん断中の粘土粒子の再配列といっても、実際には土粒子単体がその最小単位とは考えにくく、多くの土粒子が集合した土粒子群として存在すると考えられる。したがって、粘土の変形機構を考える際の力学的最小単位はこの土粒子群と考えるほうがよい。また、それら土粒子群が複雑に重なり合って粘土を構成しているとき、当然変形も異质性を示すであろう。

本報告は、特定な方向へ配列した土粒子（土粒子群）が多い粘土試料について、変形の異质性に注目し、その変形特性を調べたものである。

2. 実験方法

試料には市販のカオリン粘土（ASP-100）を用いて、断面積 1000 cm^2 、高さ 50 cm の円筒状モールドで $\sigma_c = 8.0\text{ kg/cm}^2$ まで一次元圧密を段階的に実施し、初期配列構造を設定した。写真 1 は圧密後の初期配列構造を示している。圧密時の最大主応力と直交するように土粒子群が配列している様子がわかる。合計 1440 時間の圧密の後、試料の水平方向と三軸圧縮時の最大主応力軸とのなす角 θ が $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ となるように、 $D = 50\text{ mm}$ 、 $H = 125\text{ mm}$ の円筒状試体 3 本切り出した。この 3 種の供試体は、 $\theta = 90^\circ$ 供試体を除いて構造が「軸対称」ではないが、せん断中の側方変位にも異质性の影響が現れると考える。そこで、半径方向の変位を検出するために 3 本の側方変位検出器を取付けた。それらの取付方法は、初期配列方向に向けて供試体中央部は 1 ヶ、それと直交する方向に 1 ヶ、それぞれ 45° となる方向に 1 ヶである。これら検出器により求めたひずみをそれぞれ $\epsilon_a, \epsilon_b, \epsilon_c$ とする。三軸圧縮試験は非排水条件で $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ 供試体 3 本同時にひずみ制御で行なった。なお、ひずみ速度は $0.025\text{ \% / min}$ である。

3. 結果および考察

図 1, 2, 3 には、それぞれの供試体の軸ひずみと側方ひずみの関係を示してある。特徴的な点は、 $\theta = 45^\circ$ 供試体比其他の 2 供試体と全く異なる関係を示していることで、せん断初期から後期にかけてほぼ一定の割合でひずみが進行し、また土粒子の初期配列方向のひずみ比其他のそれに比べ 2 倍以上と卓越しており、この方向へスベリ面が生じつつあることを示している。

また、この場合スベリ面は無数に存在すると考えられ、他の 2 方向のひずみ増分も一定で、供試体全体がふくれる様な変形

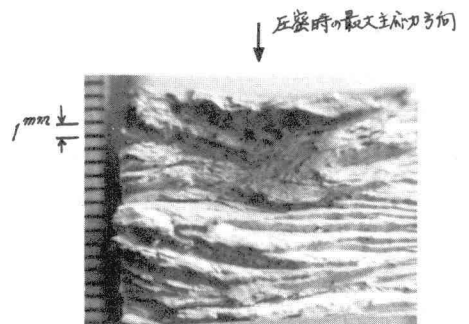


写真 1 圧密後の初期配列構造

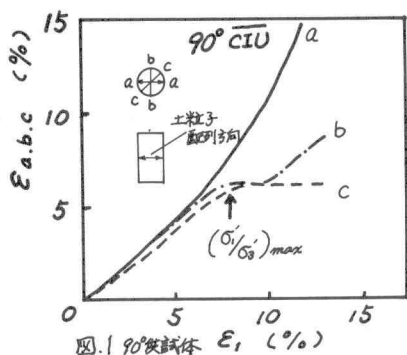


図.1 90° 試体 E_i (%)

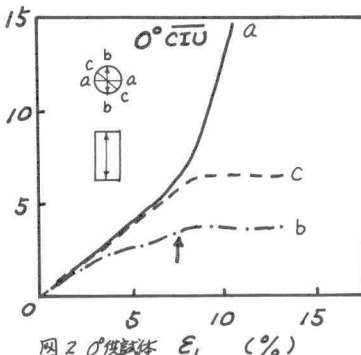


図.2 0° 試体 E_i (%)

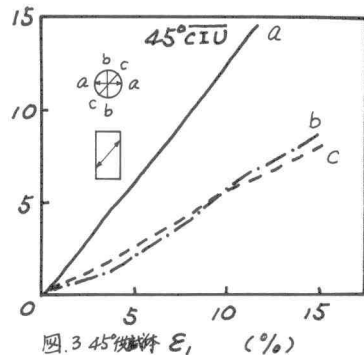


図.3 45° 試体 E_i (%)

を生じている。粒子配列方向は潜在的スベリ面になりうるのではないかという予想ができるが、この議論については結論を出すのが早急すぎるように思われる。というのは、現在進めている実験の中で、配列方向とまったく逆の方向にスベリ面が生じた結果もあるからで、この件についてはデータの集積が必要であろう。

これに対して $\theta = 90^\circ$ 度試体については、セリ断初期における各方向のひずみの進行の差はそれほど明白ではないが、軸ひずみで 7% 付近になるとある方向のひずみが急増し、他の 2 方向のひずみ増分が 0 となる。軸ひずみ 7% 付近は有効主応力のピークを示すあたりで、破壊後急激にスベリが進行したことを示している。この 90° 度試体については軸対称であると考えられるので、スベリ面はどのような方向にも生じる可能性があるろう。

0° 度試体については、セリ断初期からひずみ増分の低い方向があるが、この方向は土粒子及び土粒子群のエッジ方向で、この方向には変形ににくいようである。あるいは 90° 度試体と同様に軸ひずみ約 7% 付近で土粒子のフェイス方向のひずみが急増を始め、他の 2 方向はひずみ増分が 0 となる。この時点が有効主応力のピークに当たる点で、スベリの速度は 90° 度試体よりも早いようである。

セリ断試験後の度試体のセリ断面部分を拡大して写真が写真 2.3.4 である。変形機構を考えると、力学的な最小単位は土粒子の集合体であると考えられるので、これぐらいの拡大率でも十分満足できる観察が可能であろう。

90° と 45° 度試体にはヘアークラフ状の不連続面が確認できる。0° 度試体については、セリ断面としてヘアークラフ状のものは確認できないが、土粒子群がまるで空層するような形でセリ断面付近にある。(セリ断面を線でマージしてある) この 2 種類のセリ断面に属する現象は、粘土の変形機構を解明する上で重要な意味を持つであろうが、前に述べた変形問題、あるいは強度の問題にどのように結びつけるかは、今後の課題である。

参考文献

- 1) 浅川, 甲山: 粘土のセリ断特性に与える構造異性性の影響について
第 14 回 土質工学研究発表会 1979.

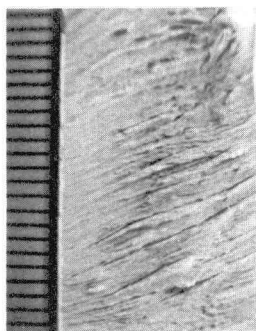


写真.2 45° 度試体

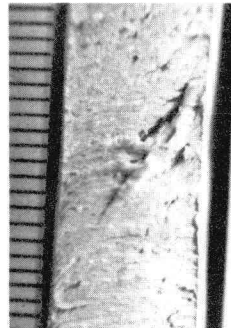


写真.3 90° 度試体

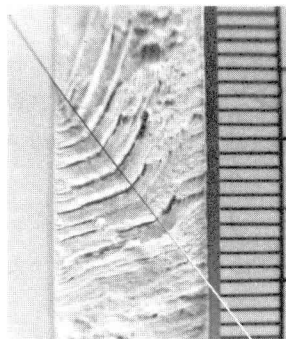


写真.4 0° 度試体