

京都大学工学部 正会員 青木 一男
 京都大学工学部 正会員 松尾 新一郎
 京都大学工学部 正会員 嘉門 雅史

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な評価は必ずしも充分であるとはいいがたい。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ことができるだろう。このような問題点の解決をはかるべく走直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を示している。

2. 試料の調整および実験方法 —— 用いた粘性土試料は工業用のカオリナイト (ASP400) である。繰り返した試料を在来型の一面せん断試験機にセットする。この際、供試体は直径6cm厚さ2cmとする。次に段階載荷で所定の垂直応力に達するまで圧密を行なう。垂直応力は $\sigma = 2.0, 4.0, 6.0, 12.0$ kN/m²の5種類とする。十分な圧密ののち等圧急速せん断試験をおこなう。ひずみ制御 (1mm/min) でせん断をおこない、せん断変位は8.5mmとする。図1のように、せん断応力がピークに達したあとの残留強度領域にある試料を残留強度試料 (TF試料) と呼ぶ。これに対し $\sigma = 6.0, 12.0$ kN/m²の2種類については、せん断応力がピークに達した時点で応力を解放した試料を別に作製した。このピーク状態にあった試料をピーク強度試料 (PF試料) と呼ぶ。せん断終了後、試料は炉乾し、焼鏡試料を作製しS.E.M.により観察をした。ここで、一面せん断試験の応力方向とS.E.M.の画像あるいは電顕写真での水平方向 (H方向) 垂直方向 (V方向) との間の対応関係を図2に示す。

3. 結果と考察 —— 一面せん断試験のすべり面の電子顕微鏡写真を、写真2から写真6までに示す。残留強度試料の電顕写真を観察すると、垂直応力が増加するにつれて、板状粒子は端部が観察できなくなり、すべり面上に板状粒子の面が卓越してくる。また粒子間の境界が判別しにくくなる。次に残留強度試料 (写真5, 写真6) とピーク強度試料 (写真2, 写真3) を比較すると共に粒子の面が卓越しているが、残留強度試料がより平面的である。

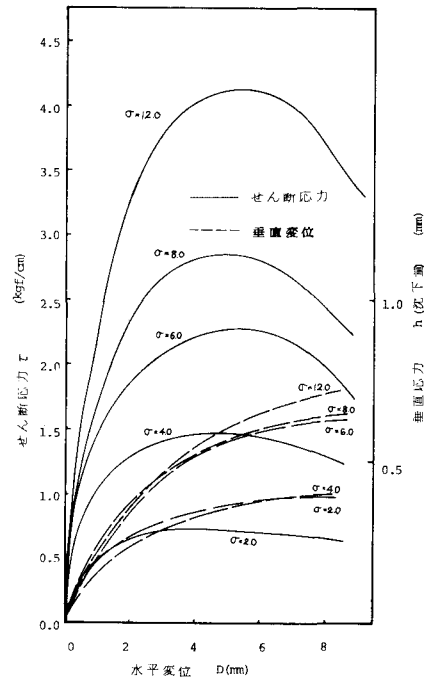


図1 垂直変位—水平変位曲線

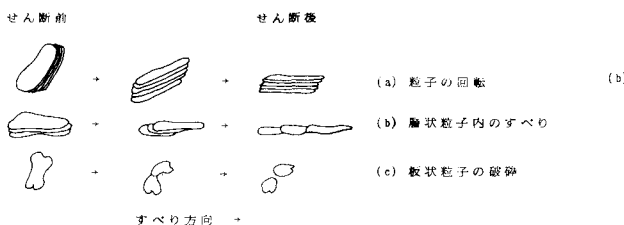


図3 せん断によるベッドの変形

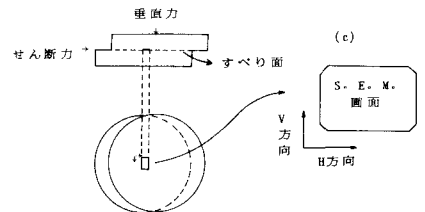


図2

H方向、V方向
 (a) 一面せん断試験の垂直断面
 (b) 一面せん断試験の水平面
 (c) S.E.M.の画面

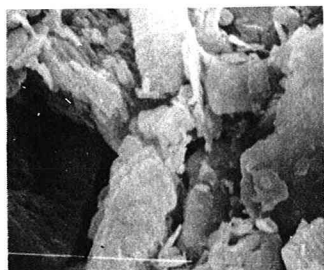


写真1 K₀圧密試料の水平面

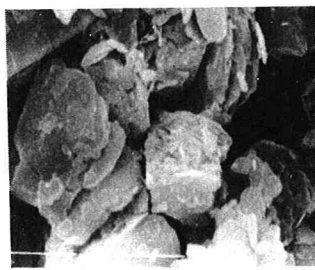


写真2 ピーク強度試料 (6.0 kgf/cm²)

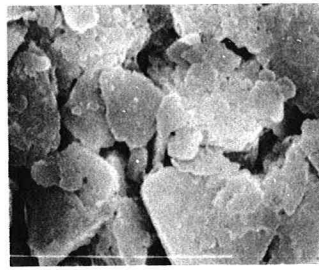


写真3 ピーク強度試料 (12.0 kgf/cm²)



写真4 残留強度試料 (2.0 kgf/cm²)

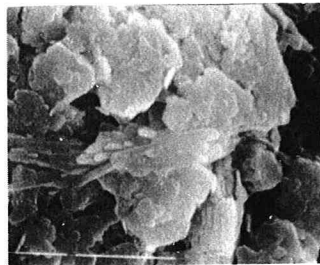


写真5 残留強度試料 (6.0 kgf/cm²)

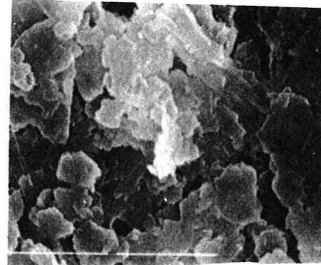


写真6 残留強度試料 (12.0 kgf/cm²)

り、間げきが少ない。これはピーク強度状態では層状粒子の表層のすべりや、はく離が残留強度試料ほど生じていないために粒子間の空間が間げきのまま残されていることによると考える。平均定方向径図(図4)および平均パッド面積図(図5)より、垂直応力の増大に伴い層状粒子の長大化の傾向が得られた。以上の結果よりカオリン粘土のせん断によるパッドの変形形態は垂直応力が小さい場合、図3におけるすべり(b)や、破砕(c)はほとんどおこらず、層状粒子間の粒子の乗り越えや層状粒子自体の回転運動が容易におこる。このため、せん断による変位がすべり面付近全体でおこり明確なすべり面を持ってない。垂直応力が大きい場合は、図3(a)のような運動がおこりすべり面上に粒子の面部が向けられる。次にピーク強度付近に達するにつれ図3(b)(c)に示すような層状粒子内のすべりや板状粒子の破砕がおこる。明確なすべり面が形成されてのちのせん断抵抗は、板状粒子および粒子内のずれで長大化した層状粒子の両者のすべりによるものであると考えられる。

4. おわりに — 本研究において、一面せん断での層状粒子の長大化という興味ある現象が明らかになった。今後、垂直断面での観察やせん断条件を変えた試料での観察をおこなう予定である。さらに可能であれば、立体的分析をおこない、粒子の端部および面部の方向性を定量化する試みが、必要と思われる。

参考文献: R.N.YONG・B.P.WARKENTIN; SOIL PROPERTIES AND BEHAVIOUR 1975, PP 293 ~ 313

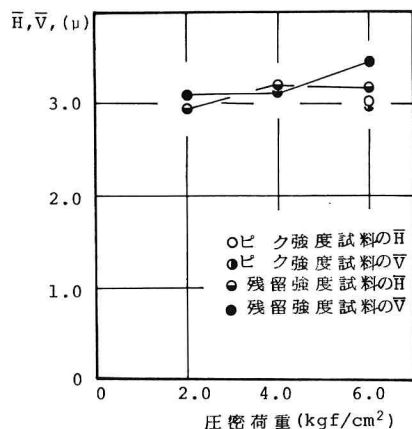


図4 平均水平方向径($\bar{H}$), 平均垂直方向径($\bar{V}$)

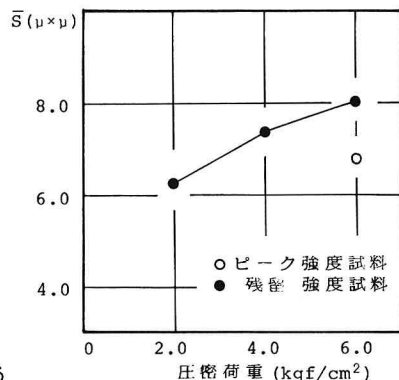


図5 平均パッド面積($\bar{S}$)