

1. まえがき 圧密荷重の増加にともなうカオリン粘土の構造変化を電子顕微鏡写真を用いて、土粒子の集合体(Pad)の配向度、および偏平度を定量的に測定した結果を先頃報告した。その概要はつぎのとおりである。
 ①圧密荷重の増加にともない集合体は扁平化されながら、荷重の作用面に配向性を増す。②荷重面と集合体の長軸とのなす角 θ が 90° に近いものほど乱れをあい、 0° に近いものほど偏平である。③ $0.5 \sim 5 \mu$, $2 \sim 20 \mu$, $5 \sim 50 \mu$ の3種類の大きさの集合体とも、①②に関しほぼ同じ結果が得られた。④したがって、圧密過程においてる種類の集合体は程度の差こそあっても同様な変化を示す。以上のことから、圧密機構は間ゲキ水の排出と同時に集合体の変形であることがわかる。ところで、微視的構造の観点から力学的モデルを設定する上でさらに集合体の挙動を明らかにする必要がある。たとえば、写真-1の初期の状態から写真-2のような構造に至る過程、また一定の荷重条件下で圧密の開始から終了までに集合体はどのように変化するかである。これは力学的な最小基本単位を考える場合に、重要な問題点である。そこで、先に用いたデーターをさらに詳細に解析し、圧密による集合体の変化について考察し、その挙動について検討した結果を報告する。

2. 結果と考察 前述のように3種類の大きさの集合体による差異はあまり認められないこと、および実験に用いたカオリンの粒径を考慮すると $0.5 \sim 5 \mu$ の大きさが最小単位の集合体と考えられること(写真-1, 2)から、主に $0.5 \sim 5 \mu$ の集合体について解析を行なった。すなわち、圧密過程において、集合体の長軸と短軸の長さに着目し、荷重の作用面と長軸のなす角 θ との関連性について検討を加えた。写真-1, 2からわかるように一般に集合体はface to faceの形のものが多く、短軸は面に直角な方向の長さになり、長軸は面に平行な方向の長さになるものが多い。そして、集合体は同じ大きさの板状の土粒子が何個か整然と重なったものは少なく、様々な大きさの土粒子が重なっている。したがって、長軸方向にはedge to edgeの形が見られ、これらが連続していることもある。

図-1は圧密圧力と平均長軸、および短軸の長さとの関係を示した。長軸の長さは $1.7 \sim 2.2 \mu$ でデーターの変動が大きい。圧密圧力には無関係と思われる。これに対して短軸の長さは $0.7 \sim 1.2 \mu$ である。圧力の増加にともない幾分減少の傾向にある。この結果によれば約120%の圧力の増加により、集合体の平均偏平度は約0.6から0.4に低下し、これは主に短軸の低下に起因することになる。圧力による長軸と短軸の変化がほぼ相似形をなしていることは、試料の粒径的な不均質性によるものと思われる。したがって、これらの値そのものを比較することには無理がある。

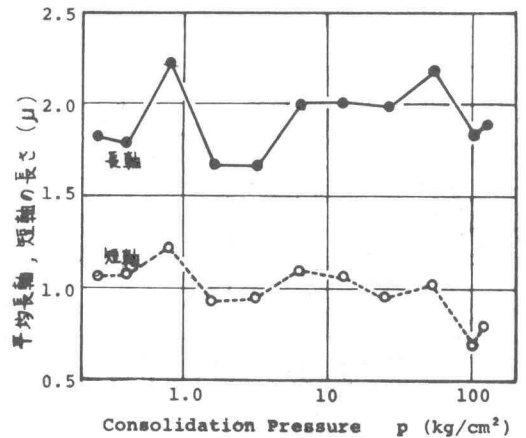


図-1 圧密圧力と平均長軸、短軸の長さの関係

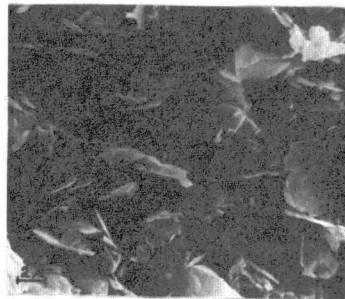


写真-1 試料の初期状態

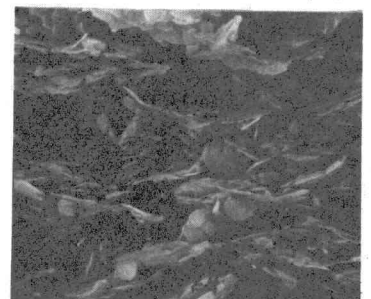


写真-2 $p = 120\%$ で圧密後

つぎに、 θ を考慮してさらに考察を加える。図-2に θ による長軸の長さの分布を示した。初期状態では θ にあまり関係ないが、圧力が大きくなると、 $\theta = 0^\circ$ 付近にレヒ放物線になる。荷重の増加により、荷重面に直角な集合体の長軸は短くなり、平行なものは長くなる。図-2において θ の値によってはデーターの数が少ないために変動が激しいので、すべてのデーターを $\theta = 0^\circ \sim 90^\circ$ に整理しなおし、また、圧縮荷重によって平均長軸の長さに差があるので、長軸の長さの比 $R_L = \text{長軸の長さ} / \text{平均長軸の長さ}$ で表わした。 θ と長軸長さの関係で、荷重が小さい場合を図-3に、大きい場合を図-4に示した。さらに θ と偏平度との関係を図-5に示した。図-3、4において R_L が1以上の点が少ないのは、荷重が大きくなると $\theta \leq 30^\circ$ に配向を増し、この範囲の集合体の数が他に比較して多くなるためである。荷重が小さいと θ の増加により R_L は若干減少する傾向にあるが($p = 6.4 \text{ kg/cm}^2$ もほぼ同様)、 10 kg/cm^2 以上になるとこの傾向は急に著しくなる。これは 10 kg/cm^2 前後の荷重で境に集合体は急激に変化すると思われる。一般に θ が小さくなると偏平性を増すのは、前述の結果を考えた場合と長軸が大きくなると同時に短軸が小さくなるからである。また、 θ が大きい集合体の方が荷重により変形しやすい。

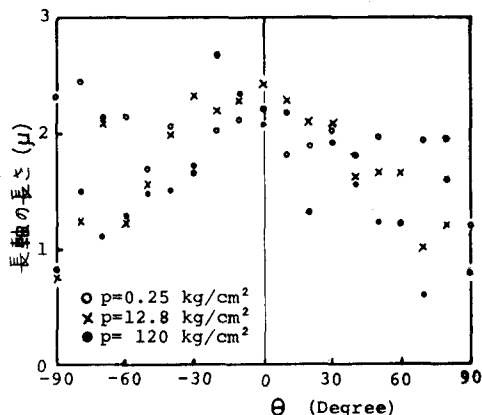


図-2 θ と長軸の長さとの関係

3. まとめ 以上得られた結果から圧縮過程における集合体の挙動を推定するとつぎのようになる。荷重の増加により短軸が小さくなることは集合体内の土粒子間の圧縮のみでなく、 θ の大きい集合体は分割されるような現象が生じると思われる。これは集合体自身のセン断、あるいは粒子間のスベリのようなものと考えられる。集合体が分割されて長軸が小さくなる反面、 θ が小さい場合は集合体の間隔が締められ、複数の集合体が長軸方向に連なりその長さを増す。これらの現象が著しくなる荷重が 10 kg/cm^2 前後と予想される。したがって、圧縮は集合体間の変形だけでなく、集合体内の変形および分割があると考えられる。これについては連続的な方法で今後実験的に検証する必要がある。

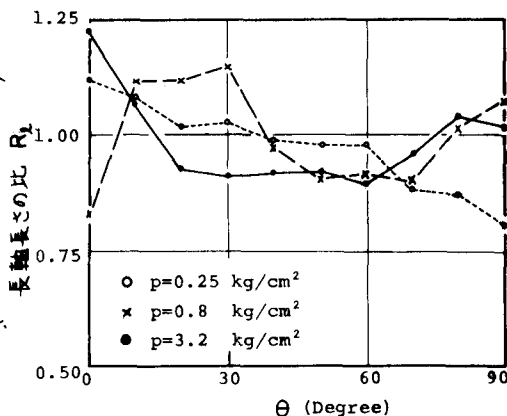


図-3 θ と長軸長さの比($p = 0.25 \sim 3.2 \text{ kg/cm}^2$)

参考文献

1) 風間他
：圧縮によるカオリ粘土の構造変化，第12回土質工学会，pp. 45-48, 1977

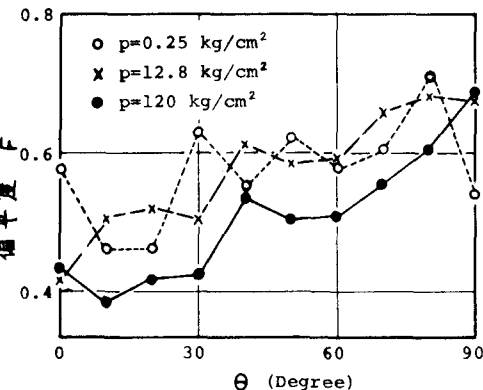


図-5 θ と偏平度との関係

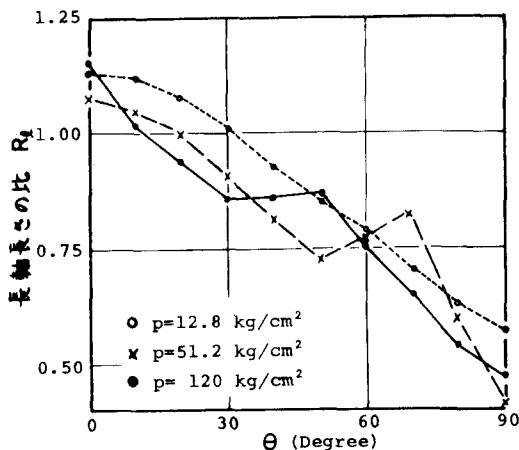


図-4 θ と長軸長さの比($p = 12.8 \sim 120 \text{ kg/cm}^2$)