

埼玉大学 工学部 正員 風間 孝彦
 埼玉大学大学院 学生員 〇田 米男

1. まえがき

粘土の圧密機構を微視的立場から考える際、粘土を構成する ped 及び間ガキの挙動をできるだけ忠実にとらえる必要がある。筆者らは以前より市販のカオリンを使用し、圧密試験を行ない、電子顕微鏡写真を用いて、色々な角度から検討してきた。¹⁾²⁾ その結果特に二次圧密過程は、間ガキの減少にともなう ped の配向過程とみることができた。本報告は微視的モデルにより、圧密機構を理論的に解くために力学モデルを考えた。そしてモデルと ped の配向性、間ガキ分布との関係を考察したものである。

2. モデルについて

図-1は圧密圧力 0.4 kg/cm² での荷重面と垂直な面の ped の状態を二次元的に示したものである。太線は ped を模式化したものである。配向過程とは ped が相互にスベリあい、荷重面と平行になろうとする過程である。ped は複雑に分布し、幾何的に多様性を示す。ped がどのようにスベリあい配向するかは明らかでないが、少なくとも幾何学的に最小単位内でスベリあうと考えるのが妥当である。二次元で幾何的的最小単位をさらに模式化し、もっとも簡単かつ明確に配向過程を表わすモデルを図-2に示した。モデルとは ped の骨組と考えてよい。ped は三角形を形成すると仮定した。ped は接離部で相互にスベリあう。従来のレオロジーモデルがダッシュポットやバネ、スライダの一次元的な組みあわせとして考えられたのに対し、ここでは図-2に示すように、方向性をもたせた。(a)は単純にダッシュポットで結ばれたもの、(b)、(c)はバネを直列、並列に配置したもの、(d)は ped の垂直方向の弾性も考慮したものである。さらにスベリの降伏値を表わすスライダを用いることも考えられる。

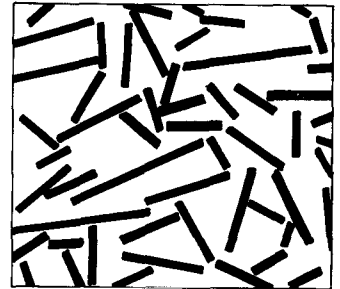


図 - 1

3. ped の配向、間ガキの密度分布について

モデルは変形機構の最小単位である。粘土中には、形の異なるもの、大きさの異なるものが無数に存在する。従って最小単位の変形機構を明らかにすれば、マクロの変形状態は、無数の組みあわせに対して平均化して求められる。そのためには ped の配向密度分布、間ガキの密度分布が圧力との関係で定式化される必要がある。配向分布は ped の方向性を表わすからモデル中の ped の配置角と直接関係する。図-3は写真解析から得られる配向密度分布の一例である。これを正規分布と仮定すれば(1)式を得る。また図-4によれば分布の標準偏差は配向度 M^2 と

$$f(\theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_n} \exp\left(-\frac{\theta^2}{\sigma_n^2}\right) \quad \text{----- (1)}$$

f : 配向密度, σ_n : 標準偏差, θ : ped の荷重面となす角

$$\sigma_n = a + bM \quad \text{----- (2)}$$

$$M = c + d \log_{10} p \quad \text{----- (3)}$$

M : 配向度, p : 圧密圧力 (kg/cm²), a, b, c, d : 定数

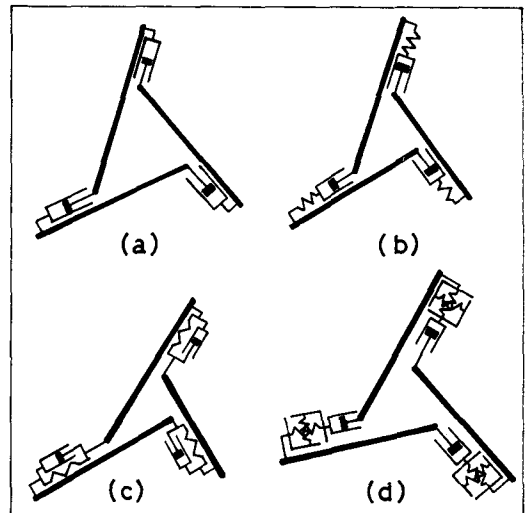


図 - 2

密接に相関して

いるのがわかる。

線形と仮定し、

式(2)を得る。一方、配向度Mは

圧密圧力pと関係している³⁾に

よって式(3)を得る。従って配向

密度分布曲線は

圧密圧力から推

定することができる。

次にモデルの大

きさを決めるために間ガキの大きさを考える。間ガキの

形は非常に複雑であるが、モデル化に際し簡単化する必

要がある。図-4は水銀圧入試験より得られた結果から、

間ガキを球形と仮定し、その個数密度分布を求めたもの

である。ピークと記したものは間ガキ量がピークとなる

ところで、その左側の間ガキはpedの大きさに依り、非常

に小さい。ped内、さらに超微細な間ガキを表わす。圧

密圧力によらずほぼ一定の密度分布を示す。他方、ピー

クの右側は問題とするped間の間ガキで、ピークを越え

たところから、圧密圧力によって微妙に変化している。

両対数で整理した都合上、わずかな変動が、実際には大

きな差異を与えるから、圧密圧力に対して定式化するに

は、さらに検討を要する。ただ図から、傾きを変えずに

平行移動する様子が見える。

4. まとめ

以上より、モデルを具体的に解析するための基礎的資

料をあげたが、pedの配向密度曲線、間ガキの大きさの

密度分布は理論計算する上で、わずかな相違が計算結果

に大きな差異を与えると思われるので、今後さらに詳細

に検討する必要がある。また、理論計算にあたっては

ped接触部の粘性抵抗、弾性定数等の力学的特性値を明らか

にするための基礎データを得なければならぬ。

一方、モデルにおいては接触部のダッシュポット、バネ、スライターの組みあわせのなかでも、最も妥当なもの

について現在検討中であるが、今後、こういった考えに基づきモデル計算を進める予定である。

参考文献 1) 風間, 他, 第13回土質工学研究発表会, pp197~200, 1978

2) 風間, 他, 第11回土質工学研究発表会, 1976

3) 風間, 他, 第13回土質工学研究発表会, pp201~204, 1978

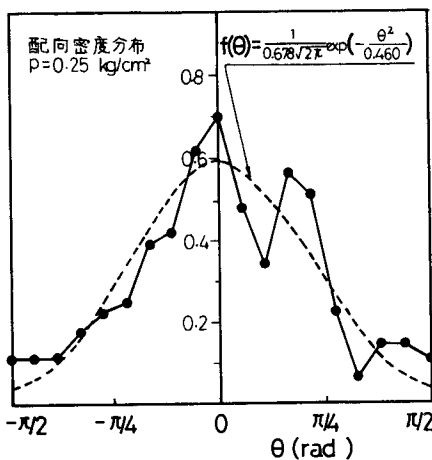


図-3

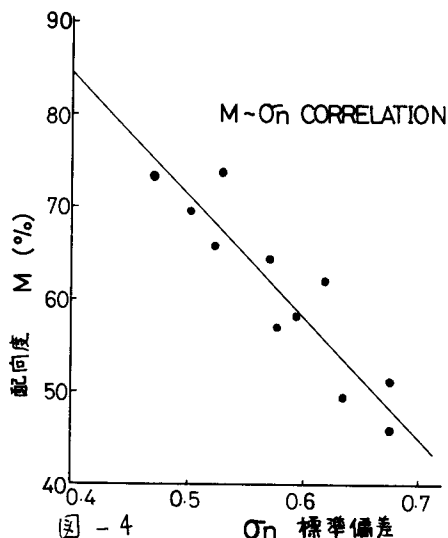


図-4

間ガキ個数密度分布

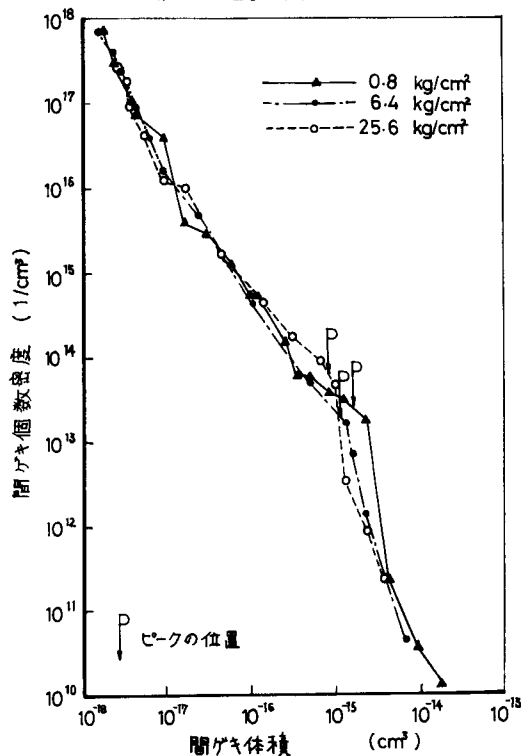


図-5

基礎データを得なければならぬ。一方、モデルにおいては接触部のダッシュポット、バネ、スライターの組みあわせのなかでも、最も妥当なものについて現在検討中であるが、今後、こういった考えに基づきモデル計算を進める予定である。