

日本大学理工学部 正会員 浅川 美利
同 正会員 中山 晴幸
同 学生員 鳥 光 照 雄

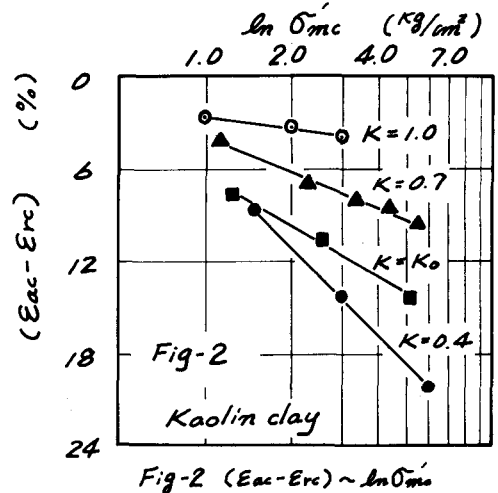
1. はじめに

半無限に広がる一様な地盤内の応力状態は、横方向に変位を生じない静止土圧状態(K_0 状態)である。ところが盛土など局所的な載荷を受ける地盤内では、場所によって K_0 状態以外の異方応力も作用し、その応力異方性は圧密強度特性に少なからず影響を与えていると考えて良いであろう。筆者らは異方応力下での圧密に注目し、せん断のすみを受けるながら圧密された粘土が、圧密後の強度特性にどのような影響を与えるかについて実験的に調べている。前回の報告では、圧密過程および圧密後の強度増加に圧密時の異方応力条件($K = \sigma_{rc}/\sigma_{ac}$)の影響が現われることを示した。今回はその影響を、異方圧密された粘土が圧密時に異方応力条件($K = \sigma_{rc}/\sigma_{ac}$)を記憶するという考え方で整理し、その結果について報告する。

2. 実験条件

試料は前回と同じく、カオリン粘土($G_s = 2.674, w_L = 52.8\%, I_p = 28.8\%$)、クラン粘土($G_s = 2.633, w_L = 99.9\%, I_p = 66.0\%$)の2種と、今回はカオリン粘土に Na^+ を添加した試料(Na^+ -カオリン粘土)も検討に加えたため合計3種類、実験方法についても前回と同様である。

圧密時の応力条件は圧密応力比 $K = \sigma_{rc}/\sigma_{ac}$ として、 $K = 1.0, 0.7, 0.4$ および K_0 の4種類を設定した。 K と $\eta = \sigma_{rc}/\sigma_{ac}$ との関係は、 $\eta = 3(1-K)/(1+2K)$ となる。異方圧密開始前の初期含水比および間隙比は各供試体についてほぼ一定で、カオリン粘土 $w \approx 39\%, e \approx 1.1$

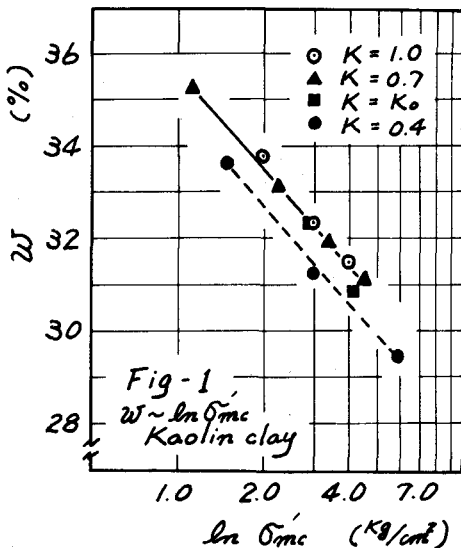


クラン粘土 $w \approx 68\%, e \approx 1.9$ であった。

3. 圧密における異方応力条件の影響

各供試体の初期構造が一定であると仮定すれば、圧密時およびせん断過程における挙動の変化は圧密応力比 K の影響があると考えることができ、その影響の程度は K あるいは η の関数として表示できよう。

Fig-1は平均圧密圧力 σ_{mc} と含水比 w について、またFig-2には σ_{mc} と圧密時の偏差応力 $(E_{ac}-E_{rc})$ を各圧密応力比 K をパラメータにして整理した結果を示す。 $w \sim \ln \sigma_{mc}$ 関係はそれぞれ平行な直線群となることが認められるが、あまり顕著な差を示さない。それに対して $(E_{ac}-E_{rc}) \sim \ln \sigma_{mc}$ 関係は $K = \sigma_{rc}/\sigma_{ac}$ が小さな値になるほど傾きが大きくなる。この結果は当然予想できるもの²⁾、軽部、安原らも指摘している。



圧密時の偏差ひずみには体積変化のほか形状変化も含まれるので、 K は体積変化より形状変化に影響することを示す一例がある。この事実は圧密時にせん断応力を受けて粘土粒子がせん断面に沿う、いわゆる粒子再配列を引き起こす要因になると思える。

風間他¹⁾によれば、圧密試験におけるカオリンの粒子配向は、最大主応力に対して直角に配向する程度が40%²⁾60%³⁾であると報告しているが、この場合、せん断応力による形状変化とせん断応力が最大となる面の相対的なズレとして考えれば、低い圧力でも再配列は可能であると考えてよいであろう。したがって、圧密中の K あるいは η の記憶は、せん断面付近における粒子配向として保存されると仮定できる。

4. せん断における異方応力条件の影響

Schofield, Wroth⁵⁾らは等方、 K_0 圧密した粘土が同一のYield Surfaceを持つと考え、統一的な整理をしている。そこで各圧密応力比条件のStress pathを比較すると、等方圧密($K=1.0$)された供試体が、せん断過程中に明らかにダイレイタンスを生じているのに比べ、とくに $K=K_0$ 、0.4のもの、ほとんどダイレイタンスを生ぜずに破壊に至っており、また各条件での含水比がほぼ等しい供試体を選んだFig-3では、Yield Surfaceの面が K が低いほど低くなる傾向を得た。

その傾向はまた、限界状態での $\eta_{max}=M$ にも現われる。 M を粘土の総合的な摩擦係数と解釈すれば、圧密

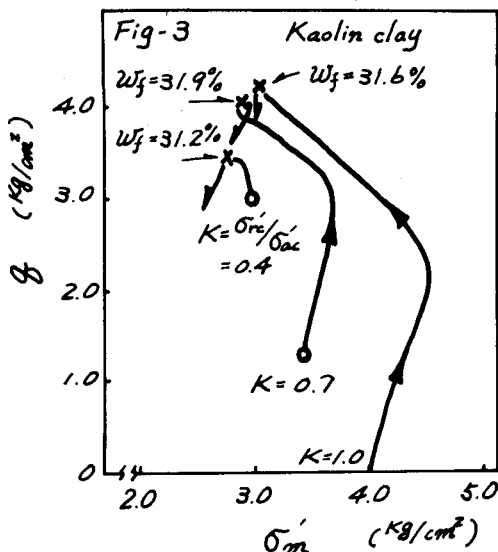


Fig-3 w -定面におけるStress path

中に記憶された異方圧密条件は当然 M にも影響するはずであり、 M は圧密応力比 K 、あるいは η の関数として表わすことができればよい。

Fig-4は得られた M と応力比 K とをプロットした結果で、多少の幅を持つ図に示すように直線関係となる。

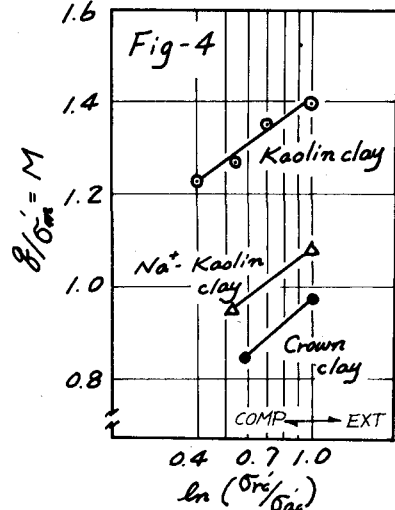


Fig-4 圧密応力比による M の変化

そこでこの関係式で表わせば、 $K \leq 1.0$ で

$$M' = M_0 - \frac{1}{2} \ln K = M_0 - \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\sigma'_{m0}}{\sigma'_{m0}} \right) \quad (1)$$

ここで M_0 は等方圧密による M 、 $\frac{1}{2}$ は傾き、と表示できる。

(2)式は、 K よりも η での整理が適当と思われるが、あえて K を用いた。興味深いことは、傾き $\frac{1}{2}$ が粘土の種類に関係なく $\frac{1}{2}$ となることである。しかし、この結果のみでは有意であるとは言いきらず、今後データの集積が必要であるが、圧密中の記憶とせん断時に発揮された一例であると思われる。

5. あとがき

異方圧密の圧密応力比 K or η は圧密中に記憶され、せん断時にその記憶を発揮することを確認した。 M の変化については、再度確認するつもりである。

なお、今回の実験、解析に際して、昨年度卒業生雨宮利行君、また本年度4年生菊田哲、郡司茂両君らの熱意と労があったことを記して謝意を表する。

文献

- 1) 浅川、中山：異方圧密した粘土の強度特性、第29回工学集、1974
- 2) 山内、松原：有機質粘土の圧密と排水クレープについて、第8回工学会会報発表集、1973、(3) 軽部、他：Extensionを主とした飽和粘土の力学的特性、第9回工学会会報発表集、1974、(4) 風間他：圧密過程におけるカオリンの構造変化 (a2)、第9回工学会会報発表集
- 3) Schofield, Wroth: Critical State Soil Mechanics 1968