

東京工業大学 学生 青木 裕次

正員 中瀬 明男

正員 日下部 治

## 1. はじめに.

粘土の乱れについての研究は、理想試料と完全試料の関係と、完全試料と採取試料の関係の二つに分けられる。理想試料から完全試料に至る拘束圧解除に伴う非排水強度の減少は小さく、<sup>1)</sup> 現実の問題としては、人為的にはせん断ひずみによる完全試料から採取試料への変化を知ることが重要であるとされている。本研究は、中間粒度を有する粘性土試料について繰り返し  $K_0$  三軸圧縮試験を行い、中間土の乱れを攪乱比を用いて整理し、合せて、攪乱と過圧密現象の類似性に着目し、採取試料で求まる非排水強度から完全試料の非排水強度を推定することの可能性を検討するものである。尚、本試験はすべて飽和試料についてのものであり、拘束圧解除による飽和度減少については扱っていない。

## 2. 攪乱比の推定法

図-1は、理想試料(A)、完全試料(B)及びいわゆる不攪乱試料(C)の初期有効応力状態を示したものであり、それらの非排水強度は、 $A'$ 、 $B'$ 、 $C'$ の縦距で示され、 $C_{u1}$ 、 $C_{up}$ 及び $C_{us}$ で表わす。ここで  $\bar{\sigma}_p/\bar{\sigma}_s = R$  は、攪乱比と呼ばれ乱れによる非排水強度の減少と一義的な関係があることが知られている。<sup>2)</sup>  $\bar{\sigma}_s$  を求めるためには、採取試料の初期間げき圧の測定が必要であり、高度の測定技術が要求される所から、 $\bar{\sigma}_s$  値を用いずに攪乱比を求める方法が望まれる。

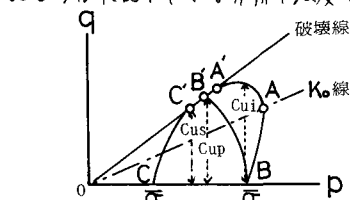


図-1 理想、完全、不攪乱試料のストレスパス

採取試料の初期間げき圧の測定が必要であり、高度の測定技術が要求される所から、 $\bar{\sigma}_s$  値を用いずに攪乱比を求める方法が望まれる。

奥村<sup>3)</sup>は、応力-ひずみ曲線より求まる割線係数  $E_{50}$  を圧密時の最大主応力  $\bar{\sigma}_v$  で無次元化した  $E_{50}/\bar{\sigma}_v$  と攪乱比に、土固有な関係があることを見出している。今回の実験では、塑性指数  $I_p$  の異なる3種の試料について同様の検討を行った。試料はその  $I_p$  に従い M-10, 18, 51 と呼ぶ。尚、試料、実験方法の詳細は、文献-3を参照されたい。

図-2は、各試料の攪乱比と  $E_{50}/\bar{\sigma}_v$  を両対数グラフにプロットしたものであり、粒度によって固有な関係を見ることができる。この関係を直線回帰し、 $\bar{\sigma}_p/\bar{\sigma}_s = 1$  は完全試料を意味することから

$$R = \left\{ (E_{50}/\bar{\sigma}_v)_p / (E_{50}/\bar{\sigma}_v)_s \right\}^{\frac{1}{b}} \quad (1)$$

を得る。ここで  $(E_{50}/\bar{\sigma}_v)_p$ 、 $(E_{50}/\bar{\sigma}_v)_s$  はそれぞれ完全試料、不攪乱試料の  $E_{50}/\bar{\sigma}_v$  を意味している。又、 $b$  は図-2の傾きを示すから、 $1.3 \sim 1.5$  と粒度によりほぼ一定値とみられてよい。 $\log (E_{50}/\bar{\sigma}_v)_p$  と  $I_p$  の関係を図示すると図-3の如くほぼ直線とみられてよいことから、(1)式はさらに次のように変形される。

$$R = \left\{ \frac{a \cdot 10^{-\beta I_p}}{(E_{50}/\bar{\sigma}_v)_s} \right\}^{\frac{1}{b}} \quad (a, \beta \text{ は定数}) \quad (2)$$

(2)式は  $I_p$  と採取試料の  $(E_{50}/\bar{\sigma}_v)_s$  より攪乱比の推定が出来ることを意味し、攪乱比と乱れによる非排水強度の減少の一義性と合わせて、

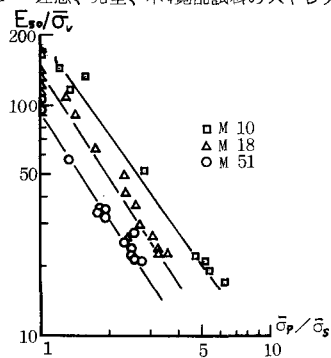


図-2  $E_{50}/\bar{\sigma}_v$  と攪乱比の関係

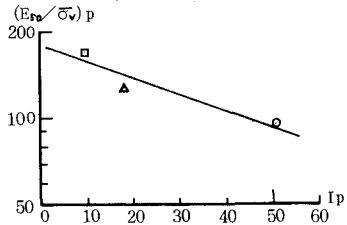


図-3  $(E_{50}/\bar{\sigma}_v)_p$  と  $I_p$  の関係

$I_p$  を粒度のパラメータとして攪乱比を媒介とし、 $C_{us}$  から  $C_{up}$  への強度補正法への道をひらくものである。

### 3. 攪乱比による強度補正法

筆者らは、等方圧密等方膨張による非排水せん断結果から、膨張による強度減少の予測式として次式を提案した。<sup>4)</sup>

$$\frac{C_{un}}{C_{u1}} = (1-r)n^{-\lambda} + rn^{-\mu} \quad (3)$$

ここに、 $C_{u1}$ ：正規試料の非排水強度、 $C_{un}$ ：過圧密比  $n$  の試料の非排水強度、 $\lambda$ ：等方圧密による  $e - \log p$  曲線の過圧密部分の傾き  $C_s$  と正規部分の傾きの比、 $\mu$ ： $C_s$  と  $e - \log \frac{(\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_2)}{2}$  の過圧密部分の傾き  $C_f$  の比  
 $r = \sin \phi_e / \sin \bar{\phi}$  ( $\phi_e$ ：有効摩擦角)

乱れと過圧密現象の類似性はよく指摘される所であり、(3) を用いて攪乱による非排水強度減少について考える。まず2つの仮定を行う

- 1) 完全試料は  $e - \log \bar{\sigma}$  の直線性、及び  $\frac{C_{up}}{\bar{\sigma}}$  一定を
- 2)  $e - \log \bar{\sigma}$  ( $\bar{\sigma}$  はせん断前の有効応力) で同一点にある土の非排水強度は等しい。

図-4のA、B、Cにおける非排水強度を  $C_{uA}$ 、 $C_{uB}$ 、 $C_{uC}$  と表わすが  $C_{uA}$  は  $C_{up}$  に、 $C_{uC}$  は  $C_{us}$  に対応する。今(3)式より

$$\frac{C_{uC}}{C_{uB}} = (1-r)n^{-\lambda} + rn^{-\mu} \quad (4)$$

仮定1)より

$$\frac{C_{uB}}{C_{uA}} = R^{\frac{\lambda-\mu}{1-\lambda}}$$

図-4 理想、完全、不均質攪乱試料の  $e - \log (\bar{\sigma})$

一方、幾何学的に  $n = R^{\frac{1}{1-\lambda}}$  なることから

$$\frac{C_{us}}{C_{up}} = \frac{C_{uC}}{C_{uA}} = (1-r) + rR^{\frac{\lambda-\mu}{1-\lambda}} \quad (6)$$

が成立する。 $I_p \leq 25$  では  $\frac{1}{1-\lambda}$  とみればよいかう<sup>9)</sup> (6)式は

$$\frac{C_{us}}{C_{up}} = R^{m-1} \quad \left( \because m = \frac{1-\mu}{1-\lambda} \right) \quad (7)$$

となる。乱れは粒度によって多少変化する。図-5はM-10のデータであるが、(7)式の妥当性をうかがい知ることができる。

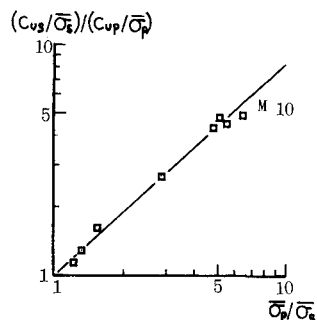
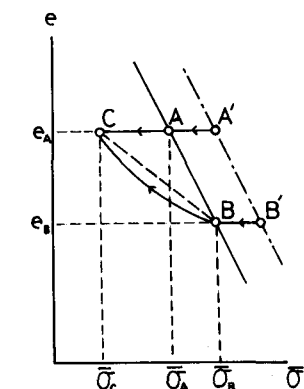


図-5 強度低下と攪乱比の関係

### 4. まとめ

採取試料の応力ひずみデータから攪乱比を求める方法を示し、同時に攪乱による強度減少を攪乱比の関数として表示した。この2つの関係より採取試料の  $C_{us}$  を完全試料の  $C_{up}$  へと補正する可能性を示した。この両者に含まれる定数は、中間土の  $I_p$  によって表現されるものと考えられ、今後のデータの蓄積により、粘土から中間土に至る粘性土について乱れの定量的把握が期待される。

### 5. 参考文献

- 1) Skempton, et al. (1963) *Geotech. Vol.13*
- 2) 奥村 (1974) 港研資料 No.193
- 3) 中頼、他 (1978) 53年度地質シンポジウム論文集
- 4) Nakase, et al. (1979) 第6回地質学会