

# III-193

## 一軸圧縮試験の有効応力による考察

鳥取大学 正○清水正喜 岩成敬介  
鳥取大学 学 田淵俊幸  
運輸省 正 宇野健司

### 1. 序論

前報<sup>1)</sup>で、ほぼ飽和した練り返し再圧密粘性土に対して、サクシオンを測定した一軸圧縮試験を行い、以下の知見を得た。

1) 一軸圧縮試験における初期サクシオンや有効応力経路は供試体によって異なる。しかし、2) 一軸圧縮試験による破壊時の有効応力状態は三軸試験から決定した破壊線上にくる。3) 一軸圧縮強度は、間隙圧係数(Af)、初期サクシオン( $S_0$ )およびせん断抵抗角( $\phi'$ )によって次式で決定できる:

$$qu/2 = \frac{S_0 \sin \phi'}{1 + (2Af - 1) \sin \phi'} \quad (1)$$

この式は、飽和粘性土の側圧一定のCIU三軸圧縮試験から得られる非排水せん断強さsu( $qu/2$ に相当)をAf、 $\phi'$ およびせん断直前の圧密圧力pc( $S_0$ に相当)によって推定する式<sup>2)</sup>と同じである。

上記2)、3)は一軸圧縮試験における挙動が、有効応力原理によって説明できることを表している。

本報告では、CIU三軸圧縮試験から得られる、正規化した非排水強度 $su/pc$ とOCRの関係<sup>3)</sup>が一軸圧縮試験においても成り立つこと、さらに、このことから導かれたAfと攪乱比の関係が一軸試験の結果をよく説明できる、ことを示す。

### 2. 試料および実験方法

試料: 乾燥粉末の藤の森粘土を含水比80~90%で練り返した。練り返し後、スラリーを大型一次元圧密容器で予備圧密した。最大予備圧密圧力 $p_0$ は、50kPaと100kPaである。

実験の手順: 供試体の初期サクシオン( $S_0$ )を測定する(測定方法は前報参照)。間隙水压を測定しながら、圧縮速度0.01%/minで圧縮を行った。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 パラメータの定義

過圧密比:  $OCR = p_{cmax}/pc$  (2)

攪乱比:  $rd = p_0/S_0$  (3)

ここに、 $p_{cmax}$ は、三軸セル内での最大圧密圧力である。さらに、OCRと攪乱比の関係を得る:

$$OCR = \frac{1+K_0}{2} rd \quad (4)$$

#### 3.2 正規化強度と攪乱比の関係

図1はCIU三軸圧縮試験から得られた、圧密圧力で正規化した非排水強度( $su/pc$ )とOCRの関係を示す。他の粘土<sup>3)</sup>同様、用いた試料に対しても

$$\frac{su}{pc} = OCR^a 10^b \quad (a=0.706; b=-0.312) \quad (5)$$

で表すことができる。尚、この試料の $\phi'=36.8^\circ$ ;  $c'=0$ となった。

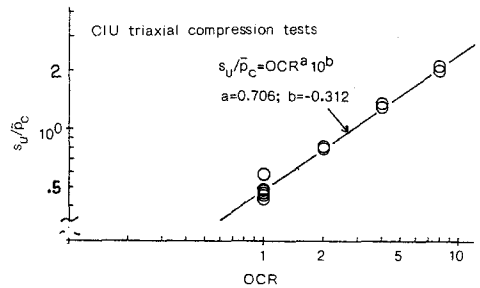


図1: 非排水強度とOCRの関係(CIU三軸)

式(5)が一軸圧縮試験の結果を説明できるかどうか検討する。式(5)において $su$ を $qu/2$ で、 $pc$ を $S_0$ で置き換え、さらにOCRとrdの関係(式(4))を代入して次式を得る。

$$\frac{qu/2}{S_0} = rd^a 10^{b'} \quad (6)$$

ここに

$$b' = \left( \frac{1+K_0}{2} \right)^a 10^b \quad (7)$$

図2に、一軸圧縮試験から得た、初期サクシオンで正規化した一軸圧縮強度( $(qu/2)/S_0$ )と

攪乱比 ( $r_d$ ) の関係を示し、式 (6) から計算した結果と比較している。但し、計算には、 $K_a=0.4$  と仮定した。図から、式 (6) がよく実験結果を説明できることがわかる。

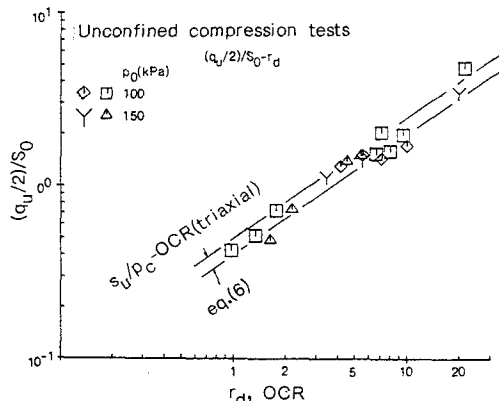


図2：正規化した一軸圧縮強度と攪乱比の関係

図3は阿部、川上<sup>4)</sup>のデータを用いて、正規化強度と攪乱比の関係をプロットしたものである。やはり、式 (6) のように表せることを示している。ただ、図2に比べてややばらつきが大きい、それは人為的に様々な種類の攪乱を与えて一軸圧縮試験を行っているためと考えられる。

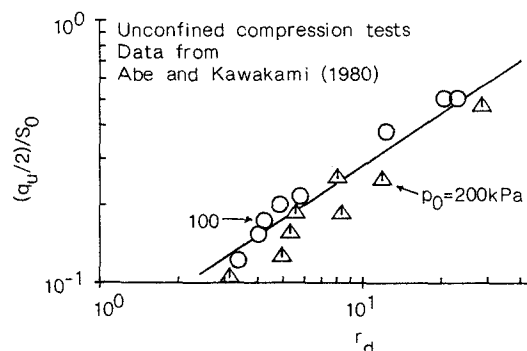


図3：正規化した一軸圧縮強度と攪乱比の関係（阿部川上のデータより再プロット）

式 (5) の項  $10^0$  は、正規圧密状態での、 $s_u/p_c$  を表していて、粘土の種類によって異なる<sup>5)</sup>が、阿部、川上<sup>4)</sup>の結果にややばらつきがみられたことから、攪乱の種類に影響される可能性がある。

### 3.3 Afと攪乱比の関係

式 (1) から  $A_f$  を  $q_u/2$  で表し、それに式 (6)

の関係を代入すると

$$A_f = \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{\frac{a}{rd} b} + 1 - \frac{1}{\sin \phi} \right\} \quad (8)$$

図4に、実測した  $A_f$  と  $r_d$  の関係を示し、式 (8) から計算によって求めた関係と比較している。当然ながら、実測値と計算値はよく一致している。

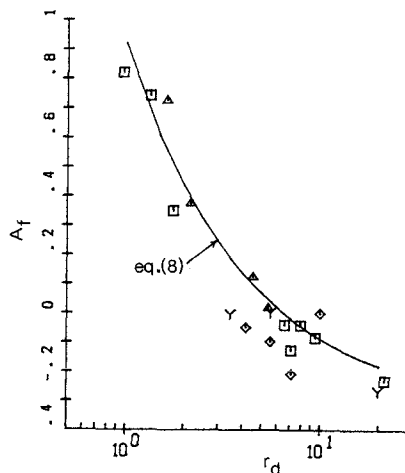


図4：Afと攪乱比  $r_d$  の関係（実測と計算値）

## 5. 結論

間隙圧係数  $A_f$  は有効応力経路の形を表すパラメータである、と見なすことができ、 $A_f$  が攪乱比  $r_d$  の関数であることは、一軸圧縮試験における有効応力経路の形が  $r_d$  によって決まることを表している。従って、一軸圧縮強度は、初期の有効応力 ( $s_0$ ) だけでなく、攪乱比 (有効応力履歴) に応じた有効応力経路の形によっても支配される。これは、過圧密状態の粘土の有効応力経路が OCR によって決まり、その強度は、圧密圧力と OCR によって定まることに対応している。

## 参考文献

- 1) 岩成、清水、田淵、蔵増(1991): 土木学会第46回年次学術講演会Ⅲ-160.
- 2) 土質工学会(1982): 土質工学ハンドブック, pp.187~221.
- 3) Mitachi, T. and Kitagawa, S. (1976), Soils and Foundations, Vol.16, No.1, pp.45-58.
- 4) 阿部、川上(1980): 15回土質工学研究発表会, pp.429-432.
- 5) Mayne, P.W. (1980), Proc. ASCE, Vol.106, GT11, pp.1219-1242.