

Ⅲ-207

塑性の異なる粘土における q_u に対する圧縮速度の影響—有効応力による評価—鳥取大学工学部 正 清水正喜
(株)奥村組土木興業 正〇高田 亮

1. はじめに

著者ら¹⁾は、繰り返し再圧密粘土に対してサクシオンを測定する一軸圧縮試験を行うことにより、粘土の一軸圧縮試験時の挙動は、試験直前の有効応力と有効応力履歴によって支配されることを実証した。また、一軸圧縮強度 q_u に対する圧縮速度 $\dot{\epsilon}$ の影響を比較的低塑性の粘土 (P.I.=24) に対して調べ、 q_u に対する $\dot{\epsilon}$ の影響は実用的圧縮速度の範囲において高々6%程度であることを示した²⁾。本報告では、前報²⁾の結果と、高塑性 (P.I.=76) の試料を用いて新たに行って得た結果とを用いて、 q_u の $\dot{\epsilon}$ 依存性を検討する。

2. 試料および方法

試料 (表1参照) : 高塑性試料は、乾燥粉末「藤の森粘土」の 74 μ m 通過分とベントナイトを質量比 1.2 : 1 の割合で混合して作成した。液性限界の2倍の含水比で練り返した後、大型圧密容器で予備圧密した (最大予備圧密圧力 $p_0=0.5\text{kgf/cm}^2$)。低塑性試料は乾燥粉末「藤の森粘土」の 420 μ m 通過分のみを使用した。

表1 : 試料のコンシステンシー

試料	w_L (%)	w_p (%)	P.I.
低塑性	104.6	28.6	76.0
高塑性	55.8	31.8	24.0

方法:サクシオンを測定する一軸圧縮試験の方法は、文献¹⁾と同じである。供試体の初期サクシオン S_0 を測定した後、所定の圧縮速度 $\dot{\epsilon}$ で圧縮した。0.01 から 1.0%/min の範囲の $\dot{\epsilon}$ を採用した。

3. 結果及び考察

供試体の有効応力に関する情報を考慮せずに q_u と $\dot{\epsilon}$ の関係を整理しても有用な知見は得られない。図1に高塑性試料に対する q_u と $\dot{\epsilon}$ の関係を示す。同じ予備圧密条件で作成された試料であっても q_u がばらついていて $\dot{\epsilon}$ の q_u に対する影響を見ることができない。

飽和度の高い粘土の一軸圧縮試験は、過圧密された粘土の非排水三軸圧縮試験と見なせる。過圧密された飽和粘性土の力学挙動は過圧密比 OCR によって支配される。本研究で用いたような繰り返し再圧密試料の OCR は攪乱比 r_d (p_0/S_0) によって評価できる。従って、最大予備圧密圧力 p_0 と初期サクシオン S_0 を考慮に入れて q_u に対する $\dot{\epsilon}$ の影響を検討することが有

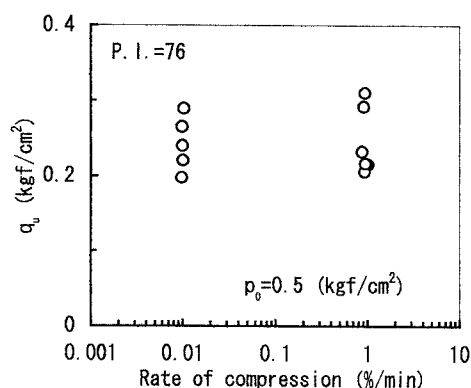


図1 : 一軸圧縮強度と圧縮速度の関係 (高塑性試料)

効であろう。

多くの粘性土に対して、圧密非排水三軸圧縮試験から得られる非排水強度比 (所謂 s_u/p) と過圧密比 OCR の関係が、両対数グラフにおいて直線関係を示すと言われている。一軸圧縮試験においても、 $(q_u/2)/S_0$ と攪乱比 ($r_d=p_0/S_0$) の関係は、両対数グラフ上で直線になる³⁾。実際、図2、図3に低塑性および高塑性試料に対する試験結果をプロットしたが、同じ $\dot{\epsilon}$ に対してよい直線性が見られる。また、 $\dot{\epsilon}$ が大きいほど関係がわずかに上になる傾向がある。図中、直線は同じ圧縮速度に対して最小二乗法によって直線回帰したもので、式で表わすと、

$$\frac{q_u/2}{S_0} = r_d^\alpha \cdot \beta \quad (1)$$

ここに α と β は定数で、 $\dot{\epsilon}$ によって異なる値をとる。図5に、 α と β を $\dot{\epsilon}$ に対してプロットした。両試料とも、 α は $\dot{\epsilon}$ によらずほぼ一定であるが、 β はわずかに $\dot{\epsilon}$ に依存している。

式 (1) を変形して

$$\frac{q_u}{q_{u0}} = r_d^{\alpha-\alpha_0} \cdot \left(\frac{\beta}{\beta_0} \right) \quad (2)$$

ここに、添え字の '0' は $\dot{\epsilon}=1.0\%/min$ の値であることを表わす。この式は、同じ有効応力履歴 (即ち、 S_0

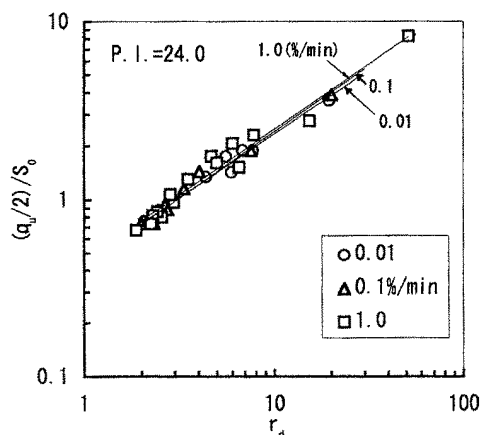


図2：初期サクシオンで正規化した一軸圧縮強度と撓乱比の関係（低塑性試料）

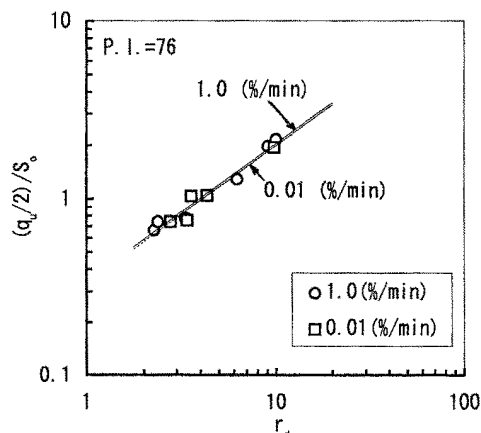


図4：初期サクシオンで正規化した一軸圧縮強度と撓乱比の関係（高塑性試料）

と r_d が同じ) 供試体における q_u の $\dot{\epsilon}$ 依存性を表わす。図5で見たように、 $\alpha - \alpha_0 \approx 0$ であるので、

$$\frac{q_u}{q_{u0}} = \frac{\beta}{\beta_0} \quad (3)$$

図5の β と $\dot{\epsilon}$ の関係を直線回帰して、式(3)に代入すれば、 q_u の比と $\dot{\epsilon}$ の関係を求めることができる。結果を図6に示す。

この図より、試料の塑性指数に関らず q_u は $\dot{\epsilon}$ が小さくなると低下すること、図に示した圧縮速度の範囲で q_u は、低塑性試料で最大約10%、高塑性試料で約8%変化する、ことがわかる。

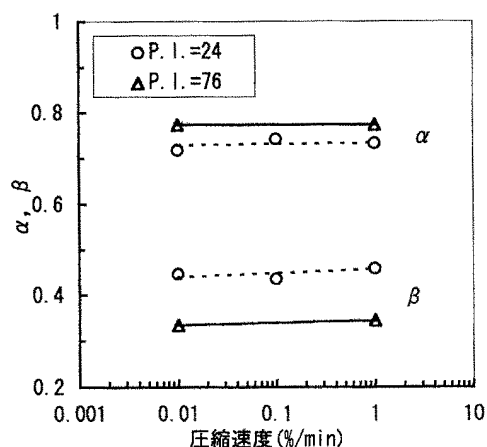


図5：係数 α 、 β と圧縮速度の関係

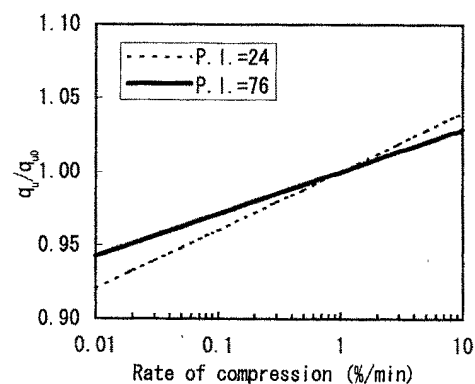


図6：一軸圧縮強度比と圧縮速度の関係

4. 結論

- (1) q_u と $\dot{\epsilon}$ の関係は、有効応力履歴を考慮せずに整理するとばらつくが、 r_d と s_0 を考慮すると(2)または(3)式のように表せる。
- (2) 用いた試料では、 q_u と $\dot{\epsilon}$ の関係は、撓乱比の影響を受けない、即ち式(3)が適用できる。
- (3) 同じ有効応力履歴を有する供試体に対して、 $\dot{\epsilon}$ を10~0.01 (%/min)の間で変化させると q_u は約10%変化する。
- (3) q_u の $\dot{\epsilon}$ 依存性は、低塑性試料の方が大きい。

参考文献

- 1) Shimizu, M. and Tabuchi, T. (1993): Effective stress behavior of clays in unconfined compression tests, Soils and Foundations, Vol.33, No.3, pp28-39
- 2) 清水, 田淵, 田村 (1993): 粘性土の一軸圧縮強度に対する圧縮速度の影響, 第28回土質工学研究発表会, pp769-770