

東北大学 工学部 学 ○白川 元彦
東北大学 工学部 正 菅野 高弘
東北大学 工学部 正 柳澤 栄司

1. はじめに

粘性土には、砂質土と比較して時間依存性挙動（クリープ・応力緩和・ひずみ速度効果等）が顕著である。これらの時間依存性挙動を表現する構成式は現在多くのものが提案⁽¹⁾されているが、時間依存性を表すために使用されているパラメータの物理的意味があまり明確でないものも見られる。そこで本研究においては、粘性土のひずみ速度効果において、一般に行われている物理試験から得られる土質定数などのように関係しているかを調べたものである。特に粘性土の特性を表す定数として、コンシステンシーに注目し、カオリン粘土を用い、コンシステンシー条件が異なる供試体を作成し、実験を行なったものである。

2. 供試体作成方法

コンシステンシーとひずみ速度効果との関係を調べるために単に異なる土を用いて実験を行なったのでは、土の種類の違い等の影響も出てくるため、できるだけコンシステンシーのみに差がでるように、市販のカオリン粘土に凝集材である硫酸バンドを添加して用いた。この添加量の違いによってコンシステンシーを変化させたものを、よく練り混ぜて大型の圧密容器に入れて約 0.8 kg/cm^2 で圧密し、供試体を作成した。

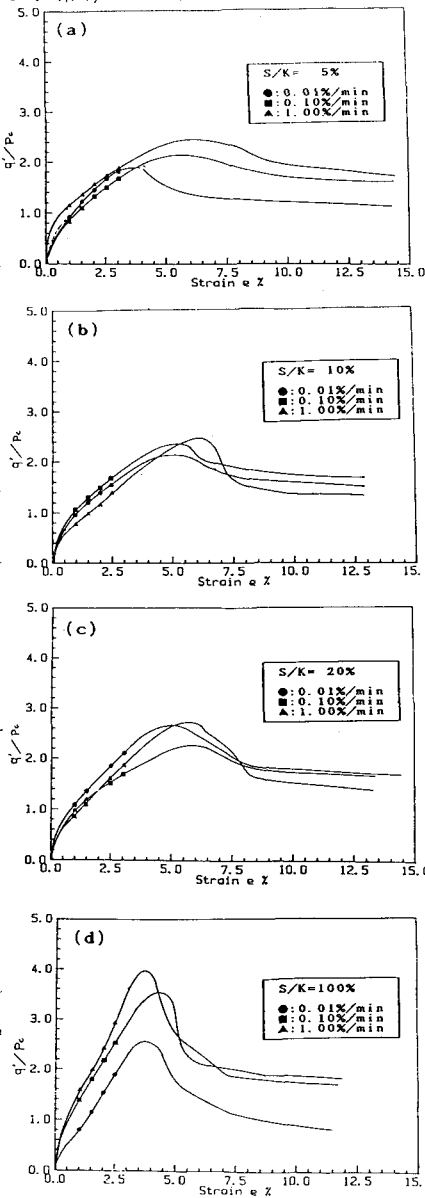


図-1 応力-ひずみ曲線

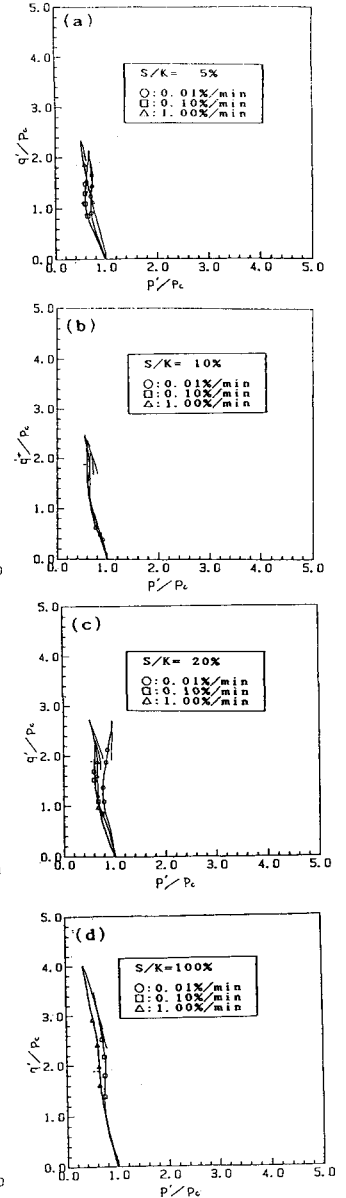


図-2 有効応力径路

3. 実験方法

各種試料について、必ずし制御三軸圧縮試験も、三段階のひずみ速度 ($\dot{\epsilon} = 0.01 \sim 1.00 \text{ \%}/\text{min}$) を用い、非排水条件下で行なった。供試体は、直径約 5cm、高さ約 12.5cm の円柱供試体を用い、供試体側面には、ドレーンペーパーを巻きつけ、排水を上下両端及び側面より行ない、排水・圧密の促進をはかる。また、供試体への空気・水の浸透及びゴムスリーブの劣化を防ぐため、ゴムスリーブにはシリコングリスを塗布し、セル内にシリコンオイルを満した。

4. 実験結果

図-1 (a)(b)(c)(d) は、軸ひずみ $\epsilon \sim$ 応力比 q/P_c (P_c は圧密圧力) の関係を示し、図-2 (a)(b)(c)(d) は、有効応力経路を示したものである。どの図からも、ひずみ速度が大きくなるにつれてその破壊強度 q が大きくなることとわかる。また、カオリン粘土と硫酸バンドの重量百分率 S_b/K が大きくなるにつれて、その q も大きくなっている。こういう関係を示したものが図-3 である。図-3 より、

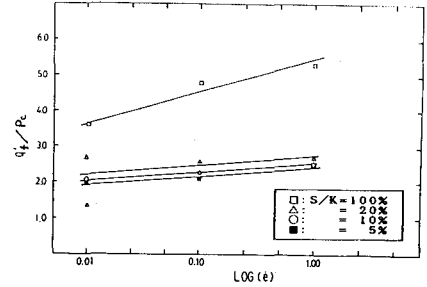


図-3 破壊強度-ひずみ速度関係

$q = (a \cdot S_b/K + b) \log \dot{\epsilon} + c \cdot S_b/K + d$ (a, b, c, d は定数) ①
を求めることができる。これは q が、ひずみ速度の対数に比例しており、従来の研究結果⁽²⁾と一致している。また、この中で S_b/K が導入されている。ここで粘性土の物理特性を示すパラメータとして塑性指数 I_p に注目する。図-4 は、各 S_b/K における、液性限界 L.L. と塑性限界 P.L. をプロットしたものである。この図より L.L., P.L. は S_b/K の対数と直線関係にあることが認められる。

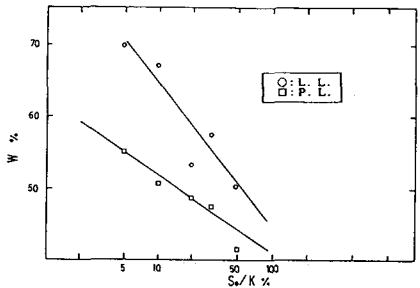


図-4 液性限界及び塑性限界

$$L.L. = A \log(S_b/K) + B \quad (A, B, C, D \text{ は定数}) \quad ②$$

$$P.L. = C \log(S_b/K) + D \quad ③$$

$I_p = L.L. - P.L.$ であるから、式②、式③より、

$$I_p = m \log(S_b/K) + n \quad (m = A - C, n = B - D) \quad ④$$

図-5 に示すように塑性指数 I_p が添加量の対数に比例することとわかる。式④の I_p と S_b/K の関係から、式①に q と I_p の関係に直すと、

$$q = \left\{ a \cdot 10^{\left(\frac{I_p - n}{m} \right)} + b \right\} \log \dot{\epsilon} + c \cdot 10^{\left(\frac{I_p - n}{m} \right)} + d \quad ⑤$$

が求められる。 $q = f(I_p, \dot{\epsilon})$ となり、今回使用したカオリン粘土に関して、塑性指数とひずみ速度を与えれば、 q が推定できる式が導かれたことになる。

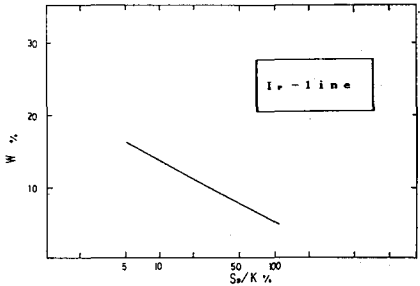


図-5 塑性指数

5. あとがき

本研究の結果により、カオリン粘土のせん断変形におけるひずみ速度の影響には、 I_p が関与していることが明らかになった。これは、ひずみ速度効果のメカニズムを明らかにするものではないが、メカニズムを考える上での手がかりになると考えられる。今回は、 I_p のみに着目し、カオリン粘土に凝集材を使用した試料を用いた。今後は種々の I_p の異なる土に関して同様の関係が成立するかどうか、また、 I_p 他に影響を及ぼす因子が存在するかどうか、調べる必要があると思われる。

6. 参考文献

(1) 松井 保・阿部信晴；土の構成式入門，シリーズ No.5，土と基礎 1983-11

(2) A. CASTRO et al. (1983), Shear stress-strain-time behavior of clays, Géotechnique 31, NO.4 537-552