

超軟弱粘土の強度特性に関する研究

福山大学工学部 正会員 西原 晃
 福山大学大学院 学生会員 ○仲谷 大吾

1.はじめに

粘土の物理特性を表す一つの指標として液性限界がある。液性限界は粘土の粒子間力を反映しており、粘土の圧縮性や強度に影響することが知られている。液性限界と力学特性の関係を明らかにするには液性限界状態で粘土が示す特性を把握しておく必要がある。そこで本研究ではペーン試験によって液性限界付近の高含水比における粘土のせん断特性を調べた。さらに超軟弱粘土の物性と液性限界の関係を調べるために、回転粘度計を用いて、粘土の粘性係数の測定も行った。

2.実験概要

本研究で用いた試料は、液性限界の異なるニュージーランドチャイナ粘土と尾道染土を配合比を変えて 7 種類用意した。液性限界の範囲は 39.3%~71.1% である。なお、本研究では含水比及び液性限界は%表示ではなく比で表す。今回、液性限界はフォールコーン試験でコーン貫入量が 10mm 貫入したときの含水比 (ファイネスナンバー) を用いた。また、ペーンせん断試験におけるペーンの回転速度は $0.1^{\circ}/\text{sec}$ で行い、使用したペーンの大きさは表-1 に示した。粘性係数の測定は液体の中でローターを一定角速度で回転させたときに生ずる粘性摩擦トルクを観測して液体の粘度を求める方式の粘度計 (回転粘度計) を使用した。ローターは TV-20 形粘度計スピンドルタイプのものを使用した。

3.ペーンせん断特性

図-1 はせん断強度と含水比の関係を示したものである。この図より、せん断強度の対数と含水比は直線関係にあり、液性限界の小さい粘土ほど含水比の変化に対してのせん断強度の変化が大きいがわかる。また、図-2 は過去に報告された軟弱粘土のせん断強と液性指数の関係であり、斜線で示した帯は過去のペーンせん断試験の結果の分布範囲を表している¹⁾。図中の点は本研究の実験結果である。この図から、点は帯の範囲付近にのっているが全体的にばらついており、Type A のペーンのほうが Type B のペーンに比べて多少ばらつきが少なかった。また含水比と種々の力学特性の関係における液性限界の影響を考慮した指標として基準化含水比がある。基準化含水比を式で表すと次式で表される²⁾³⁾。

表-1 使用したペーンの形状

ペーン	幅 B(cm)	高さ H(cm)
Type A	1.0	1.5
Type B	2.0	4.0

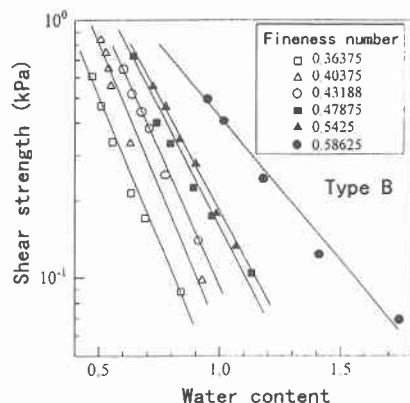


図-1 せん断強度と含水比の関係

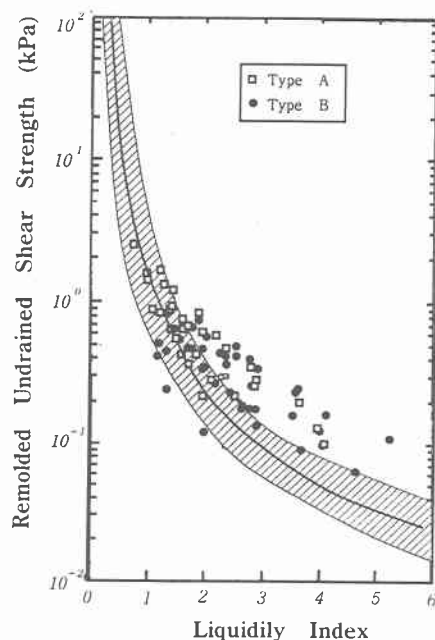


図-3 せん断強度と液性指数の関係

$$w^* = \frac{w - 0.15}{FN - 0.15} \quad (1)$$

w : 含水比

FN : ファイネスナンバー

図-3 はベーンせん断強度と含水比の関係を基準化含水比を用いて整理したものである。この図から、基準化含水比を用いるとベーンせん断強度と含水比の関係が、粘土の液性限界に関係なく一義的に決まることがわかる。図-2 の液性指数で整理した図と比較してみると、図-3 の基準化含水比で整理した図のほうがより一義的に表せており、粘度の含水比とせん断強度を表すのに基準化含水比は非常に有効であるといえる。

4. せん断強度と粘性係数の関係

流動化した超軟弱粘土の粘性係数は非ニュートン性粘性を示し、せん断応力及びせん断速度依存性があるので、回転数によって粘性係数が異なる。本実験において粘性係数は回転粘度計を用いて回転数 0.1rpm、1.0rpm、10 rpm で測定した。回転数別の粘性係数の範囲は 0.1rpm では約 1000~10000Pa・s、1.0rpm では約 100~1000Pa・s、10rpm では約 10~100Pa・s となる。図-4 はせん断強度と粘性係数の関係で、ベーン Type A、回転数 1.0 rpm である。図-4 から、粘度によってはかなりばらつきがあるが、全体的に見てせん断強度が上昇するにつれて粘性係数も上昇するという相関関係が現れており、特に液性限界 0.3925 と 0.711 の粘土においてはその傾向が顕著に現れている。また、粘土を液性限界別に見てみると液性限界の高い粘土ほど同じ粘性係数におけるせん断強度の値が高い傾向にある。このことから、超軟弱粘土におけるせん断強度と粘性係数は深い関係があることがわかった。また、今回の回転粘度計における実験方法の問題点として試料内にローターを挿入したときにローターが試料を押しのけた際に空隙ができてしまい測定値に誤差が生じてしまったと思われる。このためばらつきが大きい結果となってしまった。この問題は今後の研究で解決していきたい。

参考文献

- 1) K.Terzaghi, R.B.peck, G.Mesri : Soil mechanics in engineering practice, John Wiley&Sons,1996 P.184
- 2) 柴田徹、西原晃、大西正城 : 粘土の液性限界について、土木学会中国支部第 50 回研究発表会概要集(平成 10 年度) P261~262
- 3) 柴田徹、西原晃、大西正城 : 粘土の液性限界試験における一点法について、土木学会中国支部第 51 回研究発表会(平成 11 年度) P405~406

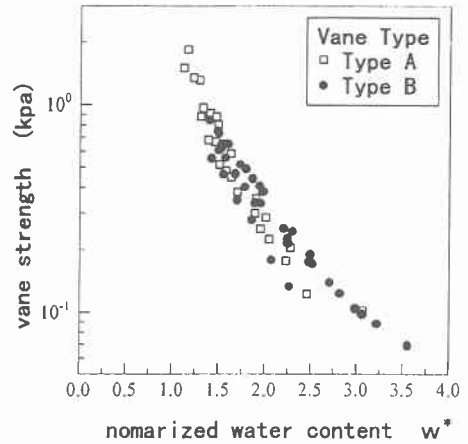


図-3 せん断強度と基準化含水比の関係

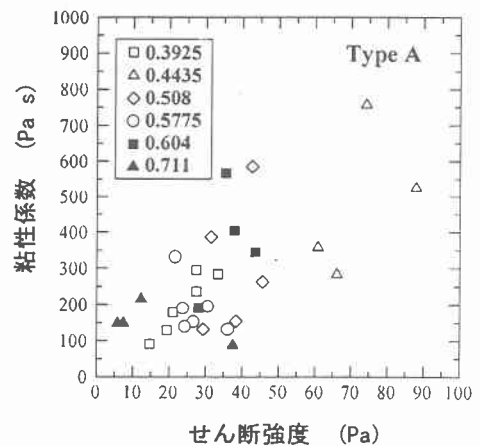


図-4 せん断強度と粘性係数の関係 (1.0rpm)