

### 高含水比における粘土のせん断特性(その1)

科学技術振興事業団 正会員 藤井 敏美  
 福山大学工学部 正会員 西原 晃  
 福山大学工学部 正会員 柴田 徹

#### はじめに

自然堆積粘土が受けている年代効果を定量的に評価する基準として粘土が本来有している固有特性を明らかにする研究を続けてきている<sup>1)2)</sup>。本報告は、粘土の有効粘着力に注目して、粘土のせん断強度における固有特性について調べたものである。

#### 1. 有効粘着力と含水比の関係

粘土のせん断抵抗は,Hvorslevの破壊基準<sup>3)</sup>を用いると次式で表される。

$$\tau_f = c_e + \sigma' \tan \phi_e \quad (1)$$

ここに、 $c_e$  ;有効粘着力,  $\phi_e$ ;有効内部摩擦角である。また、有効粘着力は等価圧密圧力  $\sigma_e'$  と粘着力係数  $c$ を用いると次のように表される。

$$c_e = c \sigma_e' \quad (2)$$

柴田・西原<sup>2)</sup>は粘土の力学特性における液性限界の影響を考慮した指標として、次式で定義される基準化含水比を提案している。

$$w^* = \frac{w - 0.13}{FN - 0.13} \quad (3)$$

ここに、 $w$ は液性限界、 $FN$ はフォールコーン法で測定した液性限界である。さらに基準化含水比を用いると、粘土の圧密曲線は次式で表されることを導いている。

$$w^* = 0.59 - 0.33 \log p \quad (4)$$

図-1は圧密試験の結果を、基準化含水比を用いて整理したもので、

図中の直線は式(4)の関係を示している。

この図から、基準化含水比を用いれば圧密圧力と含水比の関係が一義的に表されることがわかる。

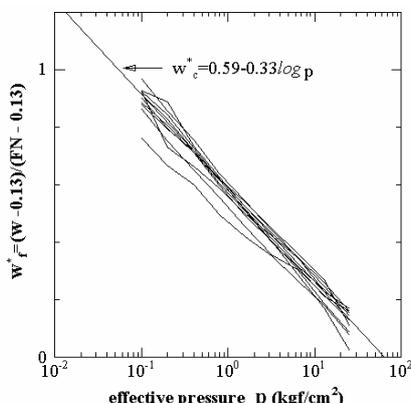


図-1 基準化含水比と圧密圧力の関係

における  $p$  と置き換えることができる。そこで式(2), (4)より次の関係が導かれる。

$$w^* = K - 0.33 \log c_e \quad (5)$$

ここに、

$$K = 0.59 + 0.33 \log c \quad (6)$$

である。

#### 2. 実験の方法

粘土の粘着力成分を求めるために、液性限界の0.6~2.5倍の高含水比におけるペーンせん断試験を実施した。実験では広範囲の含水比にわたってせん断抵抗を求めるため、大きさの異なる2種類のペーンを使用した。

実験に用いた試料は、ニュージーランド産の陶器用粘土であるニュージーランド粘土とイ草染色用の尾道シルトの2種類の粉末粘性土である。さらに液性限界の値を変えるために、これらの粘土を配合した試料を3種類、合計5種類の試料を実験に供した。

#### 3. 実験結果と考察

図-2はタイプA（幅10,高さ15mm）のペーンを用いて求めたせん断強度と含水比の関係で、せん断強度の対数と含水比の間に直線関係が見られる。

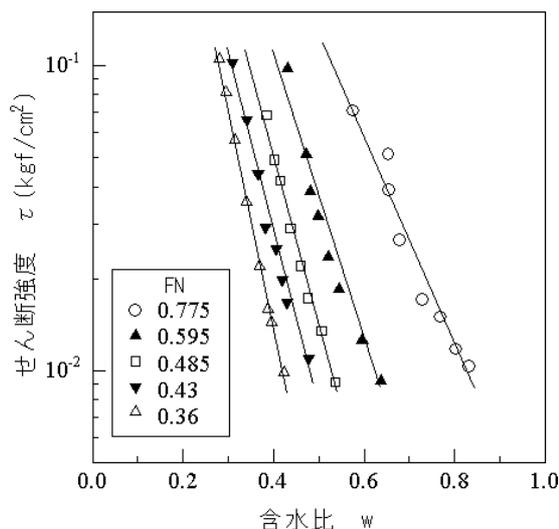


図-2 ペーン強度と含水比の関係 (ペーンタイプA(B=1.0cm,H=1.5cm))

キーワード 粘土, せん断抵抗, 液性限界, 有効粘着力。

連絡先 〒729-0251 広島県福山市学園町1番地三蔵 福山大学 TEL 084-936-2112 FAX 084-936-2023

るせん断強度の変化が大きいこと、液性限界の低い粘土ほど同じ含水比に対するせん断強度が低いことがわかる。タイプB（幅20,高さ40mm）のベーンの場合についても同様の結果である。図-3は基準化含水比とせん断強度の関係を示したもので、基準化含水比を用いると液性限界の値に関係なく含水比とベーン強度の関係が一義的に表されることがわかる。

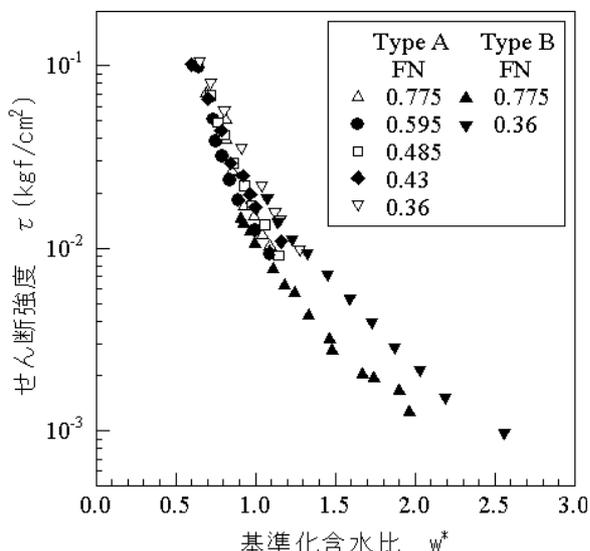


図-3 ベーン強度と基準化含水比の関係

また、含水比が液性限界付近 ( $w^* = 1$ ) まではせん断強度の対数と含水比は直線関係にあるが、含水比が高くなるにつれてせん断関係は全体としてゆるやかな曲線となる。

#### 4. 粘土の有効粘着力

図-4は、ベーン試験から求めたせん断強度と有効粘着力をプロットしたものである。

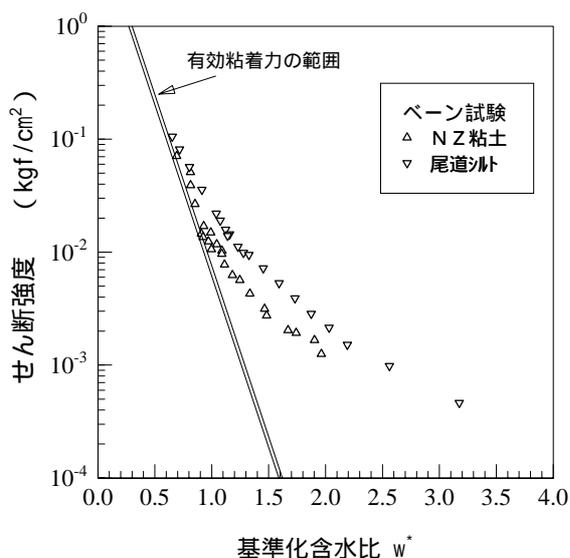


図 4 せん断強度と基準化含水比の関係

図中の有効粘着力の範囲は、式(5),(6)において、粘

着力係数  $c$  の値として、従来報告されている0.11～0.13の値を用いたものである。また、ベーン試験の結果は、図の煩雑さを避けるために、ニュージーランド粘土と尾道シルトの結果のみを示している。

図-4は興味深い結果を示している。すなわち、液性限界 ( $w^* = 1$ ) 付近までの含水比ではベーン試験ならびに粘性試験から求めたせん断強度は有効粘着力にほぼ一致し、これらせん断強度の対数と含水比は直線関係にある。

しかし、含水比が液性限界を越えると、含水比に対するせん断強度の減少割合が小さくなり、せん断強度の対数と含水比の間の直線関係も失われる。従来、液性限界は土が塑性体から液体へ移行する境界の含水比と見なされてきた。図-4の結果からもせん断強度と含水比の関係が液性限界を境に変化しており、液性限界が粘土の物性の一つの境界を示すものであることがわかる。

また、土が塑性体としての特性を示す液性限界以下の含水比では、ベーン試験から求めたせん断強度は式(5)で示される有効粘着力と含水比の関係に漸近していく。したがって液性限界以下の範囲において、摩擦成分以外の土のせん断強度と含水比の関係は式(5)で表されると考えてよからう。

#### おわりに

本研究では、圧密基準曲線を用いて有効粘着力と含水比の関係を導き、さらにベーン試験から求められるせん断強度と比較を行った。

その結果、せん断特性が液性限界を境界として変化すること、そして液性限界以下の含水比では本研究で導いた有効粘着力と実験で求めたせん断強度が一致することを示した。したがって、本研究で導いた有効粘着力と含水比の関係は粘土の固有特性の一つと考えることができる。

#### 参考文献

- 1) 柴田徹・西原晃・藤井敏美・大西正城(1998)：“粘土の液性限界の測定法に関する研究” 福山大学工学部紀要，第22巻，pp.31-38.
- 2) 柴田徹・西原晃(2000)：“繰り返し再構成粘土の圧縮特性に関する研究” 福山大学工学部紀要，第24巻，pp.41-48.
- 3) Hvorslev, M. J. (1960)：Physical Components of the Shear Strength of Saturated Clays, Res. Conf. Shear Strength of Cohesive Soils, Colorado, pp.169-273.