

繰り返し載荷によって生じる擬似過圧密粘土の強度特性

山口大学 正会員 大原 資生
山口大学 正会員 松田 博
山口県庁 正会員○末岡 光樹

1. まえがき

自然粘土地盤が、地震、波浪、交通荷重などによる繰り返しせん断を受けると、粘土層内に過剰間隙水圧が発生する。発生した過剰間隙水圧は、長期間経過すると次第に消散し、それに伴って粘土層の沈下が生じる。圧密沈下後の粘土地盤は、擬似過圧密状態にあると考えられるが、先行圧縮を受けて生じた、いわゆる過圧密粘土地盤とは状態経路が異なるために、その力学特性には本質的に相違があるものと予想される。本研究は、このような繰り返し載荷によって生じる擬似過圧密粘土の強度特性を明らかにするために、先行圧縮を受けて生じた過圧密粘土のそれと比較検討したものである。

2. 実験装置および試料

本実験に用いた実験装置¹⁾は、電気油圧サーボ式動的単純せん断試験機である。せん断箱はKjellman型であり、せん断箱内の供試体は、ゴムスリーブで包まれ、そのまわりには、アクリル製のリングが積み重ねられているので、供試体はせん断変形に対してはほぼ自由であるが、横方向の膨れ出しは拘束される。また、供試体上部の水平変位は拘束されており、供試体のせん断変形は、供試体の下部を水平移動することにより与えられる。

試料は、粉末状のカオリン粘土 ($G_s=2.718$, $\omega_L=53.5\%$, $\omega_p=28.5\%$) である。この試料を用いて供試体を作製するのであるが、その方法については、既に報告している¹⁾。

3. 実験方法

正規圧密粘土供試体 (初期有効鉛直圧力 $\sigma'_{vo}=49\text{kPa}$) を擬似過圧密状態にするために、供試体に、非排水状態で所要の繰り返しせん断を与え、その際に生じた過剰間隙水圧を、繰り返しせん断終了後消散させた。繰り返しせん断時のひずみ振幅は、 0.01% から 3.0% の間で変化させ、繰り返し回数 n は、 $n=10, 50, 100, 200$ とした。

一方、供試体を過圧密状態とする場合には、正規圧密状態から、有効鉛直圧力を σ'_c まで増加し、再び σ'_{vo} まで除荷した。尚、過圧密比 ($OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$) は、1 から 6 までの間で変化させた。

このような擬似過圧密粘土供試体、過圧密粘土供試体に対し、静的単純せん断試験 (非排水、定ひずみ速度せん断試験) および圧密試験を行った。

4. 実験結果および考察

図-1 は、正規圧密状態から擬似過圧密状態に至ったときに生じる体積ひずみ ε_v と繰り返しせん断時のひずみ振幅 γ_{dyn} の関係を、繰り返しせん断時の繰り返し回数が 10, 50, 100, 200 回の場合について示したものである。ひずみ振幅の増大とともに、

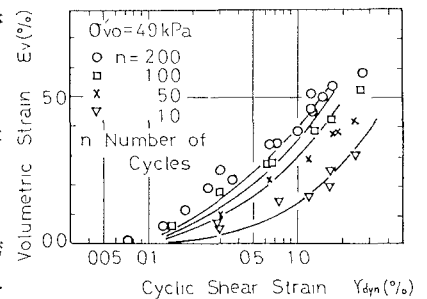


図-1

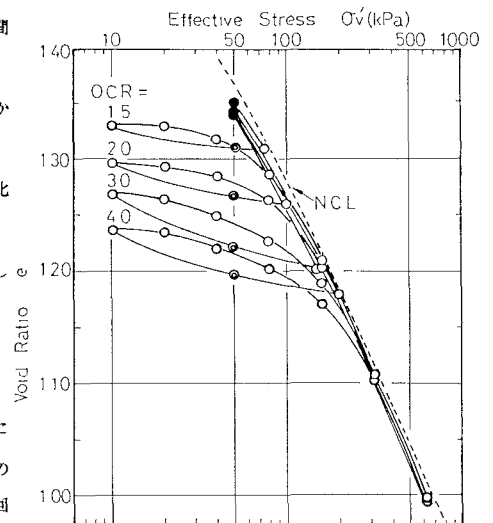


図-2

体積ひずみは大きくなるが、ひずみ振幅が1.0%以上になると一定値に落ち着く傾向がみられる。

一方、正規圧密状態から過圧密状態に至ったときに生じる体積ひずみ ε_v は、次式のように表すことができる。

$$\varepsilon_v = \frac{(C_c - C_s)}{1 + e_0} \times \log (OCR) \quad (1)$$

ここに、 e_0 は正規圧密状態にある供試体の間隙比、 C_c は圧縮指数(=0.27)、 C_s は膨張指数(=0.04)である。したがって、図-1と式(1)により、正規圧密状態から擬似過圧密状態および過圧密状態に至ったときの両者の体積ひずみを対応させることができる。すなわち、擬似過圧密粘土と過圧密粘土の間隙比を等しくすることができ、両者の比較において、間隙比の影響を除くことができる。

図-2,図-3は、過圧密粘土および擬似過圧密粘土に対して、有効鉛直圧力 $\sigma'_v = 9.8 \text{ kPa}$ まで除荷後、荷重増加率=1で段階載荷することによって得られた $e \sim \log \sigma'_v$ 曲線である。図中、●印が正規圧密状態、◎印が過圧密状態または擬似過圧密状態をあらわしている。両図より、過圧密粘土の $e \sim \log \sigma'_v$ 曲線は、先行圧密圧力を越えたあたりから正規圧密曲線(N. C. L.)にほとんど一致するが、擬似過圧密粘土の場合には一致せず、この傾向は繰り返せん断時のひずみ振幅が大きいほど顕著である。

次に、両供試体に対して静的単純せん断試験を行い、静的せん断ひずみ15%におけるせん断抵抗力を静的強度 τ とし、正規圧密状態における静的強度 τ_n との比を求め、せん断開始時の間隙比との関係として図-4に示した。間隙比が大きい場合には、両者の強度比の値に明確な差は見受けられないが、間隙比が約1.26より小さくなると、過圧密粘土の強度比の方が明らかに大きくなっている。また、静的せん断中に発生した間隙水圧の影響を考慮するために、静的せん断ひずみ15%における間隙水圧比と強度の関係を図-5に示した。図より、 τ / σ'_{vo} と u / σ'_{vo} はほぼ直線関係にあり、過圧密粘土および擬似過圧密粘土における相違は見受けられない。

5. あとがき

繰り返し載荷によって生じる擬似過圧密粘土と過圧密粘土の強度特性を比較検討した結果、有効応力基準においては、両者に相違はみられないが、全応力基準においては、擬似過圧密粘土の方が、静的強度は小さくなることが明らかとなった。また、両粘土の $e \sim \log \sigma'_v$ 曲線に顕著な相違がみられた。

参考文献：

- 1) 大原、松田、近藤 「排水を伴った繰り返し単純せん断試験」、土木学会論文報告集、第352号、pp.149-157,1984.

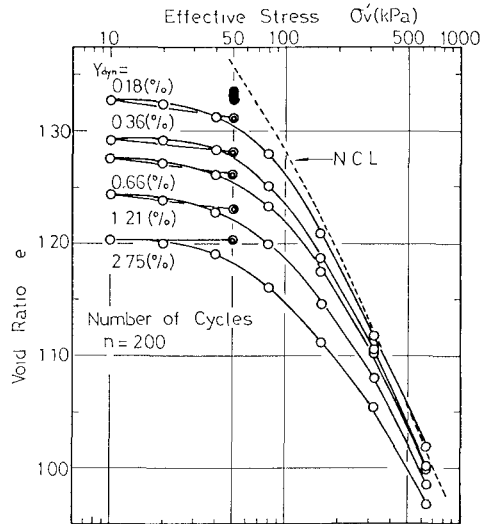


図-3

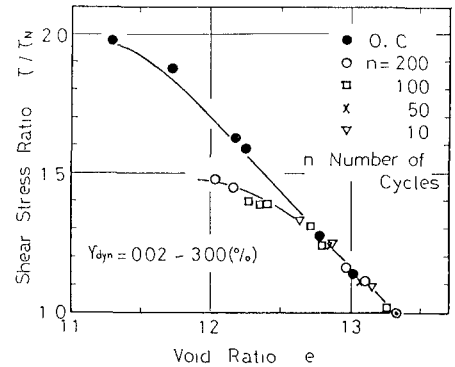


図-4

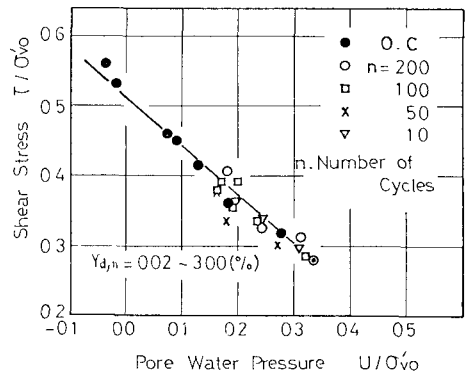


図-5