

繰返しせん断を受けた粘土の強度特性について

山口大学工学部 正会員 松田 博
山口大学大学院 学生員 中川義守
第一復建 佐藤克徳

1. まえがき

地盤が繰返しせん断を受ける例として、地震の他にも、杭打ち、機械振動等といった例が挙げられる¹⁾²⁾。一方現在わが国での港湾建設における地盤改良工法として最も多く採用されているSCP工法においても、砂杭打設直後に、粘性土の攪乱による強度の低下がみられる。しかし、その後の排水により強度は徐々に回復し、最終的にもとの地盤の強度を上回ることが知られている。改良地盤に構造物を築造する際、この強度回復過程が施工計画の重要な問題となり、そのため繰返しせん断を受けた粘土の強度変形特性を知る必要がある。そこで本研究では単純せん断試験機を用いて、ひずみ制御定体積単純せん断試験を行い、繰返しせん断に伴う強度減少と増加の程度について調べた。

2. 実験装置、及び実験方法

本実験では電気油圧式動的単純せん断試験機を用いた。せん断箱はKjellman型と同型であり、装置の概要を図1に示す。実験は気乾状態の粉末状のカオリン粘土($G_s=2.718$, $w_L=47.4\%$, $w_p=31.0\%$)を3時間圧密後、鉛直荷重制御から鉛直変位制御に切り替え、供試体高さを一定に保ちながら所定の繰返しせん断ひずみを与え³⁾、その直後に静的せん断試験を行う場合と再圧密した後に静的せん断試験を行う場合の2通りで実施した。

3. 実験結果及び考察

繰返しせん断直後に行った静的強度試験の結果と繰返しせん断後に再圧密を行い、その後静的強度試験を行った場合の結果を比較した。

図2(a)、(b)にそれぞれ再圧密前後における静的せん断試験の有効鉛直応力とせん断ひずみの関係を示す。繰返しせん断履歴のない正規圧密粘土においては、せん断ひずみの増加とともに有効鉛直応力の減少がみられ、繰返しせん断直後の静的試験においても、ひずみ振幅が小さいときは同様の傾向がみられる。しかしひずみ振幅がある値を越えるとせん断ひずみの増加とともに有効鉛直応力の増加がみられる。

また、再圧密後の有効鉛直応力は繰返しせん断を行わない場合に比べ、

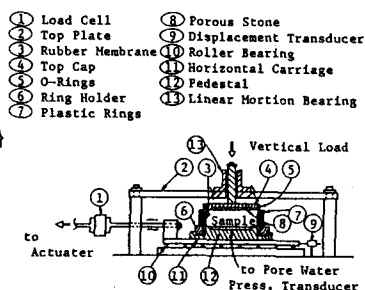


図 - 1

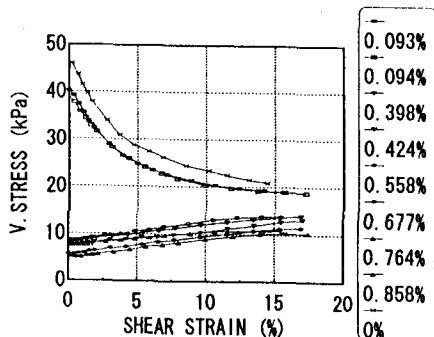


図 - 2 (a)

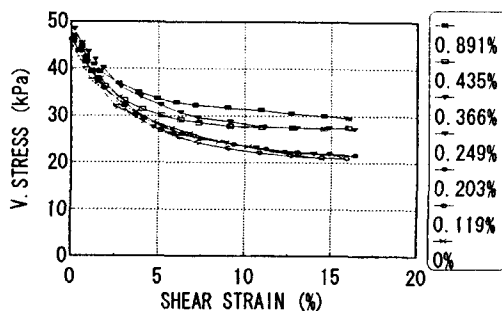


図 - 2 (b)

ひずみ振幅が大きいほど減少量は小さい。

図3(a)、(b)は再圧密前後における静的せん断試験のせん断応力とせん断ひずみの関係を示している。再圧密前ではひずみ振幅の増加とともにせん断強度が低下する傾向がうかがえるが、せん断ひずみの増加とともにその差は次第に小さくなっている。

図4は、再圧密前後の静的せん断試験における静的せん断ひずみ15%での非排水強度の比とSRR(STRESS REDUCTION RATIO)の関係を示したものである。同図において $(\tau/\sigma_{vo})_{cyc}/(\tau/\sigma_{vo})_{nc}$ とSRRの関係は

$$(\tau/\sigma_{vo})_{cyc}/(\tau/\sigma_{vo})_{nc} = SRR^X$$

で表さる。ここにサフィックス、cyc, ncは繰返しせん断、正規圧密粘土を表し、Xは実験定数である。ここでは、繰返しせん断直後においては $X = -0.1468$ 、再圧密後においては $X = 0.1397$ が得られた。

図5は徳山下松港におけるSCP改良地盤の一軸圧縮強度の変化を示したものであって、図中の直線は、打設による盛り上がり、敷き砂等による応力増加を考慮した q_u である。強度増加の割合は-10mで約2倍、-15mで約1.2倍、-20mで約1倍程度であり上部層の方が大きくなっており、先述の実験結果と比較すると、上層部で攪乱の影響を大きく受けているものと考えられる。

4. あとがき

本研究では、繰返し単純せん断試験機を用いて、正規圧密粘土に対して所定の繰返しせん断を与え、再圧密による飽和粘性土の静的せん断強度の変化について調べた。その結果、繰返しせん断後の静的せん断強度比は、SRRと指数関係で表されることが分かった。

参考文献: 1) Matuda, H. and O-hara, S.: Geotechnical Aspects of Earthquake-Induced Settlement of Clay Layer, Marine Geotechnology, Vol. 9, pp. 179-206, 1990. 2) 松田博・安原一哉: 土の繰返し圧密非排水繰返しせん断を受けた飽和粘土の圧密, 土と基礎, Vol. 39, No. 12, pp. 71-77, 1991. 3) 松田博・梅田修治: 飽和粘土の定体積繰返し単純せん断試験, 第45回土木学会中四国支部論文集, pp. 462-463, 1993. 4) 松田博・中川義守: SCP打設に伴う粘土地盤の強度・変形特性, 第45回土木学会中四国支部論文集, pp. 432-433, 1993.

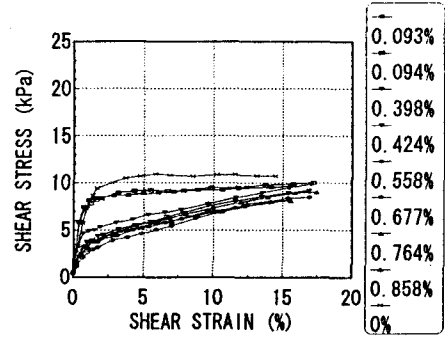


図-3 (a)

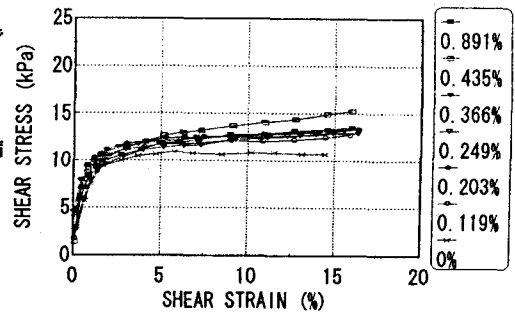


図-3 (b)

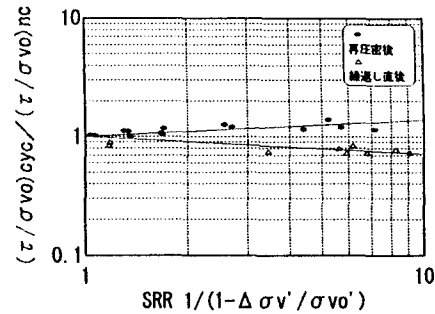


図-4

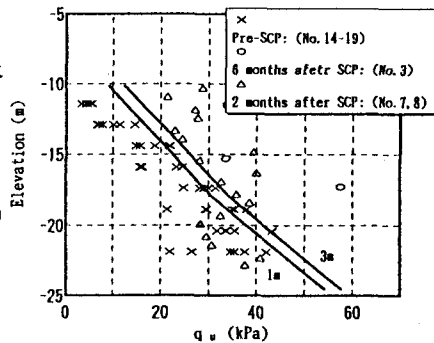


図-5