

飽和粘土の繰返しせん断履歴後の圧密速度について

山口大学工学部 正会員 松田 博
 八千代エンジニアリング(株) 正会員 中川 義守
 山口大学大学院 学生員 ○財満 英希
 山口市役所 岡本 智介

1. まえがき

繰返しせん断が軟弱な粘土地盤に作用すると粘土層内の過剰間隙水圧の上昇のため有効応力が減少し、擬似過圧密状態となる。その結果、粘土地盤は一時的に強度が低下し、その後、砂層に比べると非常にゆっくりとした速度で過剰間隙水圧の消散を生じる。それに伴って徐々に地盤は沈下し、強度が回復する。しかし、一般的に粘土層の繰返しせん断に伴って生じる過剰間隙水圧に関する定性的傾向は十分把握されているとは言えない。そこで本研究では動的単純せん断試験機を用い、様々なせん断ひずみ振幅、繰返し回数での繰返しせん断試験を行い、繰返しせん断に伴う粘土の圧密特性の変化について調べた。

2. 実験装置及び実験方法

実験では、カオリン粘土($G_s=2.718, w_L=47.4\%, w_p=31.0\%$)を用い、まず鉛直圧 $\sigma_v=49\text{kPa}$ で3時間の予圧密を行った後、鉛直方向変位を拘束し、繰返し回数 $n=200, 100, 30, 10$ 、せん断ひずみ γ_{dyn} を0.05から2%で変化させて繰返しせん断を行った。その後一次圧密が終了するまで鉛直荷重 49kPa を約50分間負荷し沈下量、間隙水圧を測定し、過剰間隙水圧消散過程を調べた。

3. 実験結果、及び考察

定体積繰返しせん断時の有効鉛直応力変化と繰返し回数の関係を示したものが図-1である。正規圧密粘土に対して定体積繰返しせん断を行うと、繰返し回数が増加するにつれて有効鉛直応力は減少する。繰返し回数 n と有効応力変化($\Delta\sigma_v'/\sigma_{v0}'$)の間には双曲線関係があることは既に知られており、有効応力変化($\Delta\sigma_v'/\sigma_{v0}'$)は、繰返し回数 n とひずみ振幅 γ_{dyn} の関係として次式のように表される。

$$\frac{\Delta\sigma_v'}{\sigma_{v0}'} = \frac{n}{A \cdot \gamma_{dyn}^m + [\gamma_{dyn} / (B + C \cdot \gamma_{dyn})] \cdot n} \quad (1)$$

したがって、(1)式より繰返し回数 n とひずみ振幅 γ_{dyn} が決まると有効応力減少量が決まる。そこで繰返しせん断後の有効応力減少量から応力減少比 SRR (Stress Reduction Ratio) を以下の式により求めた。

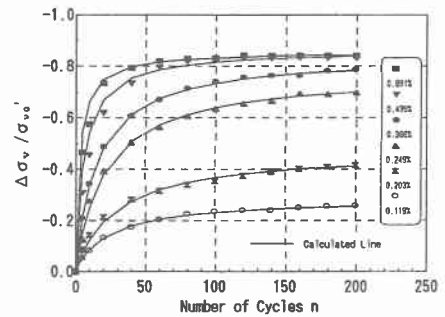


図-1

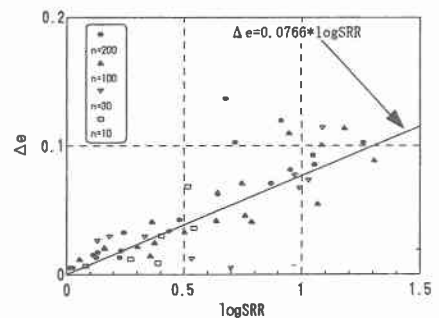


図-2

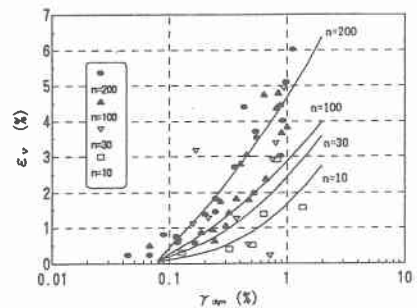


図-3

$$SRR = \frac{1}{1 - \Delta \sigma_v' / \sigma_{v0}'} \quad (2)$$

ここで図-2 に表したように SRR と間隙比減少量 Δe の関係を示すと、両者は直線で近似され、この直線の傾きは C_{dyn} となる。したがって最終沈下ひずみ ε_v は次式であらわされる。

$$\varepsilon_v = \frac{C_{dyn}}{1 + e_0} \log SRR \quad (3)$$

式(1)、(2)より、SRR はひずみ振幅 γ_{dyn} と繰返し回数 n によって与えられるので、式(3)の沈下ひずみも γ_{dyn} 、 n によって決まる。図-3 は ε_v と γ_{dyn} の関係を表したもので、図中には式(3)の結果も示した。両者はほぼ一致しており、沈下ひずみに関しては式(3)によって推定が可能である。図-4、図-5 より再圧密時の間隙水圧の発生もまた繰返しせん断中のひずみ振幅、繰返し回数、すなわち先述の有効応力減少量の影響を大きく受け、この値が大きほど大きな過剰間隙水圧が発生し、その消散も遅い。カオリンでは繰返しせん断により発生した過剰間隙水圧は、再載荷後約 10 分程度でほぼ消散している。

図 6 においては、繰返しせん断を受けた粘土について、圧密度 $(1-u/\Delta \sigma_{v0}') = 50(\%)$ での時間 t_{50} をもとに得た圧密係数 C_{vd} ($=T_v H^2 / t_{50}$) を繰返しせん断履歴のない粘土の圧密係数 C_v で正規化した C_{vd}/C_v と SRR との関係を示している。同図より、 C_{vd}/C_v は繰返し回数に 관계なくほぼ直線近似されることから、両者の関係は次式で表される。

$$\frac{C_{vd}}{C_v} = 24.350 \times SRR^{-0.9679} \quad (4)$$

以上のことより再圧密中の沈下量および沈下速度はいずれも応力減少比 SRR によって定義される。

4. あとがき

本研究では、繰返し単純せん断試験機を用い、正規圧密粘土に所定の繰返しせん断を与えた後の再圧密時の圧密特性について調べた。その結果、再圧密時の沈下挙動は繰返しせん断中の有効応力減少量すなわち SRR によってあらわすことができる。また、再圧密中の C_v も繰返しせん断中の応力減少比 SRR によって定式化されることが分かった。

参考文献

- 1) Yasuhara K. "Postcyclic undrained strength for cohesive soils"; Journal of Geotechnical Engineering, Vol.120, No.11, pp.1961-1979, 1994.
- 2) O-hara S. and Matsuda H. "Study on the Settlement of Saturated Clay Layer Induced by Cyclic Shear, Soil and Foundations, Vol.28, No.3, pp.103-113, 1988

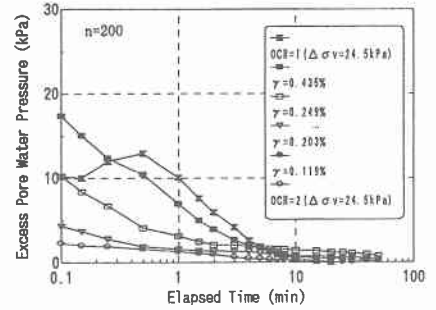


図-4

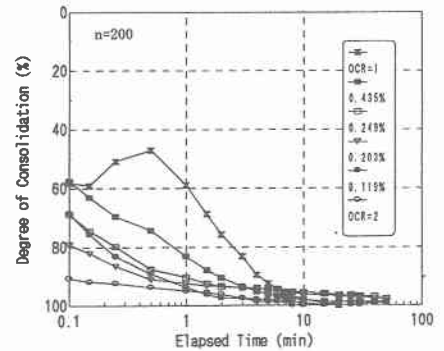


図-5

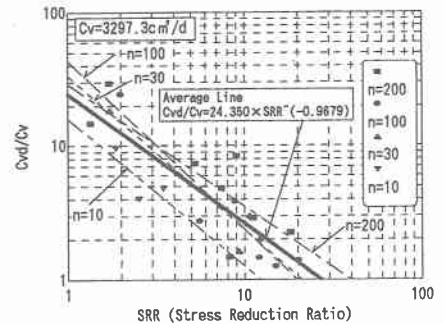


図-6