

III-249

繰返し载荷を受けた自然堆積粘土のせん断特性に関する研究

大阪大学工学部 正 員 松井 保
 大阪大学工学部 正 員 阿部信晴
 大 阪 市 正 員 ○徳田進一
 大阪大学工学部 学生員 林 龍夫

1. はじめに

一般に、飽和粘土が非排水状態で繰返し载荷を受けると、過剰間隙水圧の発生により、土のせん断特性に劣化が起こる。これまで著者らは、繰返し正規圧密粘土を用いて、繰返し载荷に伴う発生間隙水圧に着目し、繰返し载荷後の劣化特性を定量的に評価してきた¹⁾²⁾。しかし、実際の地盤では、応力履歴や年代効果などによって、その特性も繰返し粘土のそれと異なる可能性がある。そこで今回、不攪乱粘土試料を用いて一連のひずみ振幅繰返し载荷試験を行い、不攪乱粘土の繰返しせん断特性について検討するとともに、既報の繰返し正規圧密粘土の試験結果との比較を行ったので、その結果を報告する。

2. 試験概要

用いた試料は、大阪湾岸部で採取された不攪乱沖積粘土(L.L.:72.5%、I.P.:44.6%、Gs:2.67)である。供試体は、得られた試料の都合上、直径50mm、高さ約80mmの円柱形に成形したものである。試験装置は、電気油圧方式振動三軸試験機であり、詳細は既報³⁾を参照されたい。試験方法は、繰返し粘土(市販のクラウンクレイ; L.L.:99.8%、I.P.:56.5%、Gs:2.59)の場合と同様、有効圧密圧2.0kgf/cm²(背圧1.0kgf/cm²)で24時間等方圧密し、正規圧密状態とする。その後、非排水状態で繰返し载荷を行った。繰返し载荷回数はすべて100回で、軸ひずみ振幅 ϵ_d は、0.49%、0.99%、1.92%の3ケースである。ひずみ波形は正弦波、周波数は0.5Hzである。すべての供試体に対し繰返し载荷後等方圧密状態にし、供試体内の発生間隙水圧分布が一樣になるように非排水状態のまま約1時間放置した後、静的せん断試験(ひずみ速度0.5%/min)を行った。さらに別個に、等方圧密後ただちに静的せん断試験を行い、これを基準にして劣化の度合を調べた。

3. 試験結果

Fig.-1に示すように、正規圧密粘土に非排水繰返し载荷を行うと、状態点がA→Bに移動する。そこで、B点の静的せん断試験におけるせん断強度 τ_f 、破壊ひずみ ϵ_f 、変形係数 E_{50} をA点における値(τ_{f0} , ϵ_{f0} , (E_{50})₀)で正規化し、劣化の度合を表わす。それらをせん断強度低減率(τ_f/τ_{f0})、破壊ひずみ増加率(ϵ_f/ϵ_{f0})、変形係数低減率($E_{50}/(E_{50})_0$)と呼ぶことにする。

Fig.-2、-3、-4は、それぞれせん断強度低減率、破壊ひずみ増加率、変形係数低減率と等価過圧密比OCReq(= σ'_c/σ'_m)の関係を示し、図中のデータポイントは実験値、実線はそれぞれ以下の式を用いて求めた近似曲線である。

$$\tau_f/\tau_{f0} = 1 / \{ \alpha_\tau + (1 - \alpha_\tau) \cdot \text{OCReq} \}$$

$$\epsilon_f/\epsilon_{f0} = 1 + \alpha_\epsilon \cdot \log \text{OCReq}$$

$$E_{50}/(E_{50})_0 = \text{OCReq}^{\alpha_E}$$

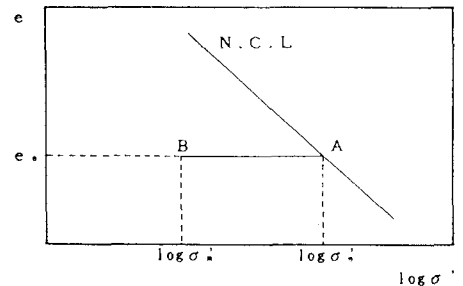


Fig.-1 e - log σ' 関係

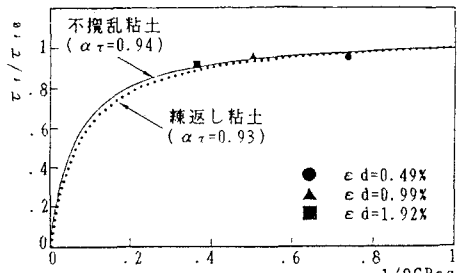


Fig.-2 せん断強度低減率と等価過圧密比の関係

ここで α_τ 、 α_ε 、 α_δ は係数である。また、図中の点線は既報の繰返し粘土のデータに対する近似曲線である。

これらの図から、不攪乱粘土においても繰返し粘土の場合と同様、上記近似式が十分成り立ち、繰返し載荷後のせん断特性は、等価過圧密比によって一義的に表わされることがわかる。さらに、この程度の等価過圧密比では、強度特性より変形特性に繰返し効果の影響が大きいこともわかる。

ここで用いた不攪乱粘土と繰返し粘土は、試料の種類が異なるので、定量的に比較できないが、以下では特に顕著に異なる点について定性的に比較する。

Fig. -5、-6は、繰返し粘土と不攪乱粘土における、繰返し載荷中の劣化指数 δ と繰返し載荷回数 N の関係である。ここに、 δ は τ_N/τ_1 （ τ_N :載荷回数 N 回での最大せん断応力と最小せん断応力の差）である。これらの図から不攪乱粘土は、繰返し粘土に比べて同じ繰返し載荷条件でも劣化の影響が小さいことがわかる。

Table. -1は、繰返し粘土、不攪乱粘土のせん断強度低減率、破壊ひずみ増加率、および変形係数低減率の値を示したものである。両者に共通の繰返し載荷条件である軸ひずみ振幅 ε_d が約0.5%、1.0%、繰返し載荷回数100回の場合を示してある。両者の違いが変形特性において著しいことがよく現われている。

4. まとめ

不攪乱正規圧密粘土は、繰返し正規圧密粘土の場合と同様、繰返し載荷条件がすべて間隙水圧に反映されるため、繰返し載荷後のせん断特性は、発生した間隙水圧が既知であれば定量的に予測することができる。また、不攪乱粘土は、繰返し粘土と比べて、繰返し載荷による劣化の影響を受けにくく、両者の違いは、変形特性に顕著に現われる。

<参考文献>

- 1) 松井、阿部、徳田、浦崎、"繰返し載荷を受けた飽和粘土の劣化特性について"、第42回年次学術講演会講演概要集 pp142~pp143、昭和62年
- 2) 松井、阿部、徳田、宮西、"繰返し載荷履歴を受けた飽和粘土の静的せん断特性について"、第23回土質工学研究発表会 pp771~pp772、昭和63年
- 3) Matsui T. et al.:Cyclic Stress-Strain History and Shear Characteristics of Clay, Journal of G.E. Division, ASCE, Vol.106, No.GT10, 1980

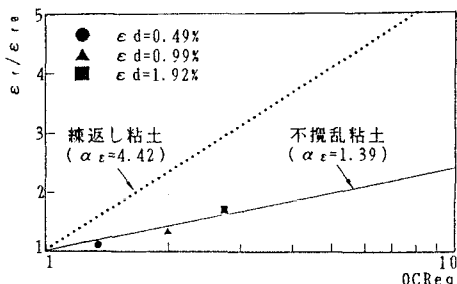


Fig. -3 破壊ひずみ増加率と等価過圧密比の関係

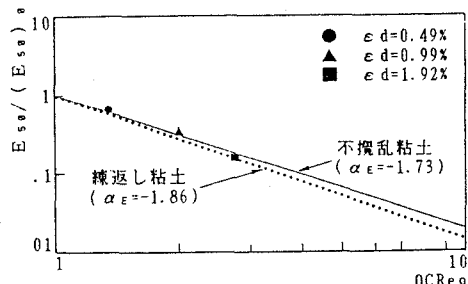


Fig. -4 変形係数低減率と等価過圧密比の関係

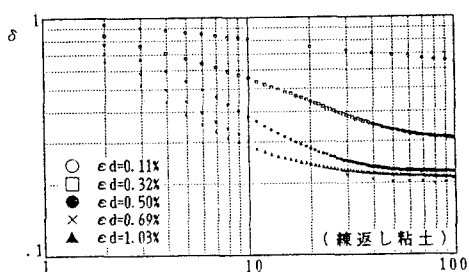


Fig. -5 劣化指数 δ と繰返し載荷回数 N の関係

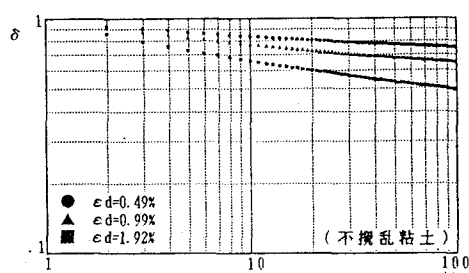


Fig. -6 劣化指数 δ と繰返し載荷回数 N の関係

	繰返し粘土 $\varepsilon_d=0.50\%$	不攪乱粘土 $\varepsilon_d=0.49\%$	繰返し粘土 $\varepsilon_d=1.03\%$	不攪乱粘土 $\varepsilon_d=0.99\%$
τ_1/τ_{10}	0.81	0.94	0.84	0.94
$\varepsilon_1/\varepsilon_{10}$	4.40	0.86	4.60	1.01
$E_{sa}/(E_{sa})_0$	0.08	0.65	0.04	0.34

Table. -1 繰返し正規圧密粘土と不攪乱正規圧密粘土の繰返し載荷後におけるせん断特性の比較