

III-250

粘土の繰返し挙動に及ぼす圧密時間の影響

西日本工業大学 正員○平尾和年

西日本工業大学 正員 安原一哉

1. まえがき

埋立て地のような粘性土地盤は堆積年代（圧密時間）が極めて若いため、未圧密状態であることが多い。このような未圧密地盤に地震などの動的外力が作用すると、自然堆積地盤に比べて支持力や沈下に関してより多くの工学的問題が生じることが想像される。具体的な問題として、1)繰返し载荷による破壊、2)繰返し载荷後間隙水圧消散に伴う沈下が考えられよう。筆者らは、これまで等方圧密粘土を用いて上記の問題に関する実験を行なってその一部を既に報告した^{1), 2)}。今回は、これらに引き続き非排水繰返し三軸試験を行ない、先行圧密時間が粘土の繰返し挙動に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

実験には、繰返し再圧密された有明粘土 ($G_s=2.58$, $w_L=115\%$, $I_p=72$, $w_i=90\%$)を使用した。供試体は、直径 5cm, 高さ 10cm であり、空圧制御方式の繰返し三軸試験機を用いた。試験方法は、まず供試体に拘束圧に等しい背圧 ($BP=2\text{kgf/cm}^2$) を 2hrs 負荷する。その後、拘束圧 ($\sigma_c=2\text{kgf/cm}^2$) を加え、先行圧密時間を変えた等方圧密を行なう。このとき、所定の圧密時間終了後、1時間放置して間隙水圧の再配分を行なった。実験は、①繰返し载荷のみの F シリーズ ($\varepsilon_{DA}=15\%$ まで载荷) と ②繰返し载荷後再圧密 (4hrs) させた T シリーズ ($\varepsilon_{DA}=5\%$ まで载荷) の二つに分けられる。ここで、非排水繰返し载荷は周波数 $f=0.1\text{Hz}$ で二方向载荷とした。繰返し载荷は鉛直方向のみで、繰返し応力片振幅を σ_r としている。

3. 繰返し破壊へ及ぼす圧密時間の影響

まず、この粘土を用いた先行圧密段階で間隙水圧がほぼ消散する一次圧密終了時間は約 6 時間となっている。そこで、一次圧密終了時間を中心に圧密時間を幾つか設定した。図-1 に繰返し载荷による軸ひずみ両振幅 $\varepsilon_{DA}=5\%$ (繰返し破壊) に達した回数 N_f を繰返し応力比 $\sigma_r/2\cdot\sigma_c$ で整理している。ここでは、繰返し応力比を全応力 σ_c で正規化している。これより、繰返し応力比 $\sigma_r/2\cdot\sigma_c=0.2$ の実験に注目すると、圧密時間が短くなるほど少ない回数で $\varepsilon_{DA}=5\%$ に至ることが分る。また、圧密時間を 24hrs 及び 4hrs と一定にして応力比を変えたシリーズを比較すると、同じ応力比であれば先と同様な傾向を示すことが言える。

次に、圧密終了時間が一次圧密終了以前であれば、圧密時間変ることによって有効拘束圧はそれぞれ異なってくる。そこで、繰返し応力を初期有効拘束圧 σ'_c で正規化して再整理すれば、図-2 が得られる。圧密時間が短いほど、そのときの σ'_c が小さくなるため $\sigma_r/2\cdot\sigma'_c$ は大きくなり、圧密時間を 24hrs とした F シリーズの平均線傍に位置する。このことから、有効応力で整理した場合、圧密時間の影響はそれほど大きくないようである。しかし、このことを明確にするためには、もう少し圧密時間の短い実験を蓄積して結論しなければならない。

4. 繰返し履歴後再沈下へ及ぼす圧密時間の影響

粘土供試体は、非排水繰返し後排水を許すと過剰間隙水圧の消散に伴って再圧密する³⁾。繰返し履歴

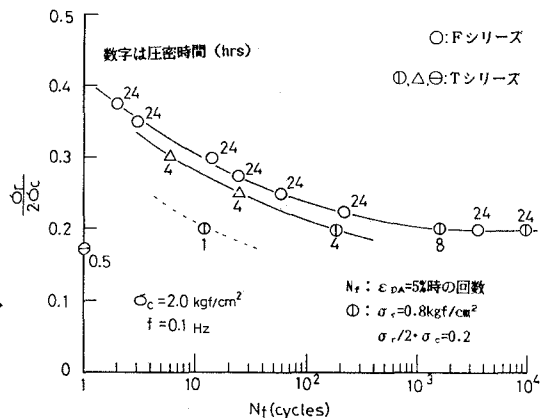


図-1 繰返し破壊に及ぼす圧密時間の影響
(繰返し応力は全応力 σ_c で正規化)

後再圧密させたTシリーズ（繰返し荷重は $\varepsilon_{DA}=5\%$ まで）について、再圧密過程の体積ひずみ ε_{vr} と再圧密前に供試体に残留している過剰間隙水圧 u/σ_c でまとめると図-3のようになる。同じ繰返し履歴を与え圧密時間が異なる実験は $\odot$ 印で示しているが、先行圧密時間の短い実験ほど体積ひずみが増加する。また、圧密時間を4hrsとして繰返し応力比を変えた場合、図-1から分かるように繰返し応力比が大きくなると少ない回数で $\varepsilon_{DA}=5\%$ となるため繰返し荷重による間隙水圧の累積量が減少する。そのため、その後の体積ひずみも減少するものと思われる。

次に、3.と同様に u を初期有効拘束圧 σ'_c で除して改めると図-4となる。ここでは、繰返し応力比 $\sigma_r/2\sigma'_c$ 、圧密時間はそれぞれ異なっているが、再圧密過程で生じる体積ひずみは再圧密前供試体に残留している過剰間隙水圧に依って一義的にきまりそうである。

5. あとがき

先行圧密時間が粘土の繰返し挙動に及ぼす影響について検討した結果、有効応力で整理すると繰返し破壊には圧密時間の影響はそれほど大きくないようである。また、再圧密過程の体積ひずみは繰返し履歴後供試体に残留している過剰間隙水圧に依存しうようである。しかし、これらのことを明確にするためには、もう少し圧密時間の短い実験を蓄積して結論する必要がある。

なお、本研究は文部省科学研究費「埋立地における地盤沈下を考慮した諸施設の耐震化システム」（重点領域、代表者 九州工大 安田進 助教授）の助成を受けた。付記して謝意を表する次第です。

引用文献

- 1) 平尾・安原・Hyde(1988)：塑性の高い飽和粘土の非排水繰返し三軸試験、土の非排水繰返し試験に関するシンポジウム論文集、pp.113-118.
- 2) 安原・平尾(1989)：先行圧密時間が繰返し荷重履歴後の強度に及ぼす影響、昭和63年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.476-477.
- 3) 安原・平尾(1988)：繰返し荷重を受けた正規圧密粘土の再圧密、第43回土木学会講演概要集、pp.360-361.

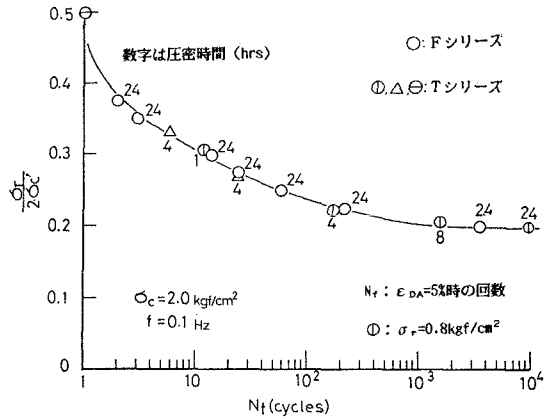


図-2 繰返し破壊に及ぼす圧密時間の影響
(繰返し応力は初期有効応力 σ'_c で正規化)

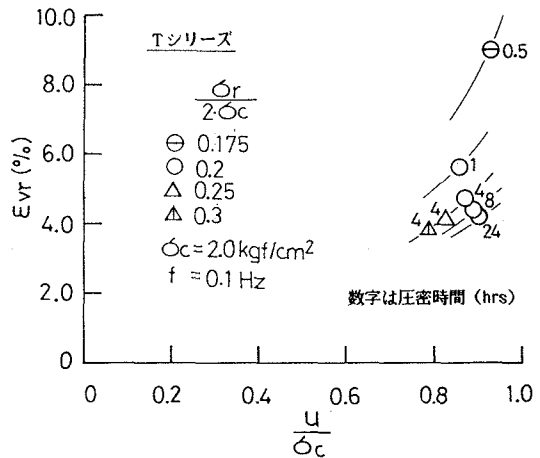


図-3 再圧密による体積ひずみに及ぼす圧密時間の影響
(過剰間隙水圧を全応力 σ_c で正規化)

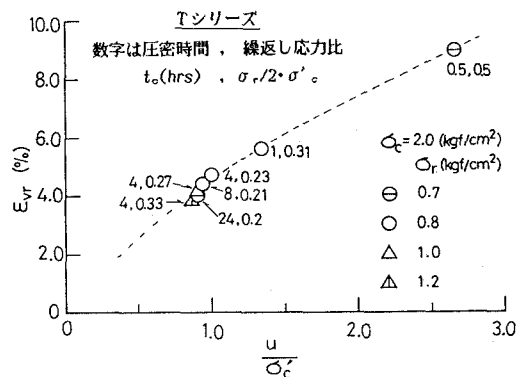


図-4 再圧密による体積ひずみに及ぼす圧密時間の影響
(過剰間隙水圧を初期有効応力 σ'_c で正規化)