

III-A 80 粘性土の変形特性の回復について

関西大学工学部 正会員 西田一彦
 関西大学工学部 正会員 西形達明
 (協)関西土質研究センター 井上啓司
 (協)関西土質研究センター 中山義久
 西松建設㈱ 正会員 ○和田 格

1. まえがき

攪乱によって低下した粘土地盤の強度が時間経過とともに回復することは一般的によく知られているが¹⁾、それを定量的に検討した報告は少ない。とくに、粘性土の強度変形特性の回復効果には、排水することなく回復するシキソトロピー効果と通常の圧密による密度増加効果の2つが存在すると考えられる。このような回復効果を定量的に予測する場合には両者を分離し、それぞれの効果について検討する必要があると思われる。そこで本研究では、変形特性における回復量を、圧密する場合としない場合とに分け、それぞれの定量的な表現を試みた。

2. 試料の物理的性質と実験方法

今回、実験に用いた粘土試料は、大阪鶴見の鋭敏不攪乱粘土でブロックサンプリングによって採取したものを使用した。試料の物理的性質は表-1の通りである。

表-1 試料の物理的性質

自然含水比 W _L (%)	土粒子の密度 ρ _s	コンシステンシー特性		粒度組成(%)			間隙比 e ₀
		W _L (%)	W _p (%)	砂	シルト	粘土	
61.7~65.1	2.612~2.724	76.2~82.4	29.4~35.3	4.6~9.7	17.0~36.5	56.0~73.0	1.68~1.76

実験手順として試料の攪乱方法には、振動三軸圧縮試験機を用い、载荷回数 200~4000 回、応力比 0.3~0.8、有効拘束圧 0.25~4.00kgf/cm²の範囲に設定し、周波数 1Hz の両振りで繰返し载荷を行った。その後、圧密をする場合(再圧密)と圧密をしない場合(背圧制御)に分け、それぞれの回復過程を7日間にわたって測定した。図-1に実験フローを示す。また、回復量の指標として、载荷中の応力-ひずみ曲線の割線係数から得られるせん断剛性率(G)を用い、初期のせん断剛性率(G₀)とそれの比(G/G₀)によって変形特性変化を評価した。

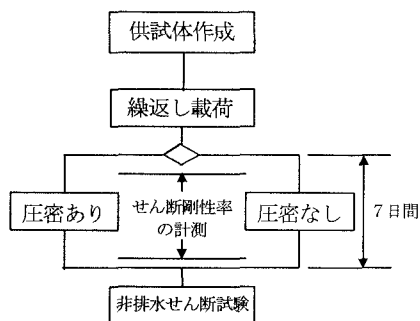


図-1 実験フロー

3. 実験結果および考察

図-2は、繰返し载荷後の回復過程におけるせん断剛性比の経時変化である。有効拘束圧や応力比の違いによって回復挙動は異なるが、圧密した場合、経過日数の初期に急激な回復を示し、その後漸増しながら元の剛性率の2倍近くまで回復している。また、圧密しない場合においても初期にある程度の回復が生じ、元の剛性付近まで回復している。ここで圧密した場合の回復には、圧密そのものによる純粋な回復効果と時間の経過とともに回復するシキソトロピー効果の両者が存在すると考えられ、それぞれを分離した回復メカニズムの検討をする必要があると考えられる。

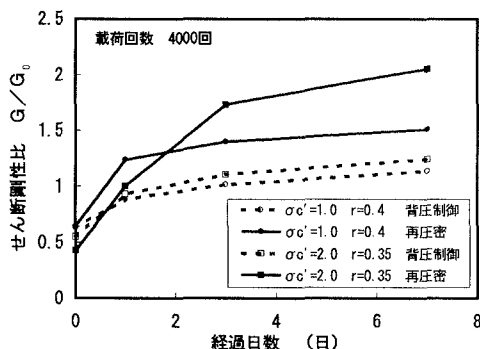


図-2 せん断剛性比の経時変化

さらに圧密をしない場合の回復予測については、繰返し载荷によって粘性土が消費したエネルギーを用いて予測式を提案している²⁾。図-3は、安原によって提案された剛性率と間隙比の関係図であり、これを用いて圧密そのものによる回復効果の検討を行った。ここでHoulsdy and Worth³⁾は、剛性率の変化を過圧密比の関数として次式で与えている。

$$\frac{\left(\frac{G}{P'}\right)_B}{\left(\frac{G}{P'}\right)_D} = 1 + C \times \ln(OCR) \quad \dots (1)$$

今回の実験で得られたデータをもとにし、繰返し载荷によって発生した過剰間隙水圧 Δu を擬似的な過圧密状態であると考え、圧密指数 C_c と再圧縮指数 C_r から、せん断剛性比の回復予測式を次式のように表した。

$$\frac{G_C}{G_A} = 1 + C \times \ln \left(\frac{P_A' - \frac{C_r}{C_r - C_c} \times \Delta u}{P_A'} \right) \quad \dots (2)$$

図-4は、縦軸に先に提案した²⁾シキソトロピー効果の予測式から得られた回復量と(2)式の圧密そのものによる回復予測式とのせん断剛性比の回復量の和を示し、横軸には、圧密した場合の実験値を示して比較検討したものである。回復過程1日目では、予測式の方が実測値より若干大きめの評価をしてしまう結果となったが、その原因は予測式における圧密終了時の G/G_0 が求められているのに対して、実験では圧密が完全に終了していないためと考えられる。つぎに図-5の7日目でのせん断剛性比を比較した場合、圧密も終了しておりほぼ45°ライン付近に予測値がプロットされ実測値を予測式で表現することが可能であると考えられる。また、(2)式による圧密のみの回復値の結果も併記してあり、実際の圧密による回復効果の中には、シキソトロピーなどの回復効果を考慮に入れた回復量の評価が必要であることがわかる。

4.まとめ

- 1.一般的な圧密効果には、圧密そのものの効果とシキソトロピー効果の両者が含まれており、その両者の考慮をする必要がある。
- 2.圧密による回復メカニズムを明確にし、その定量的な表現を可能にした。

参考文献 1)野月平他:粘性土地盤の攪乱による強度低下の事例,第29回土質工学研究発表会講演集,256,pp.665-666,1994.
 2)西田他:繰返し载荷を受けた粘土の変形係数の低下とその回復について第30回土質工学研究発表会講演集,354,pp.919-920,1995.3)Wroth.C.P.,G.T.Houlsby:Soil mechanics,properties characteristics and analysis,Proc.11th,ICSMEF,Vol.1,pp.1-55.1985.

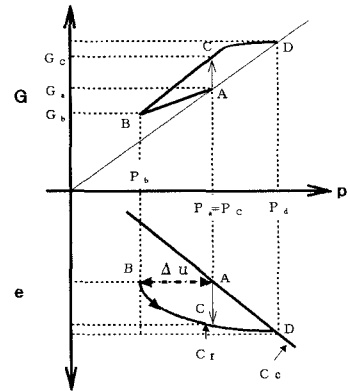


図-3 剛性率と間隙比の関係

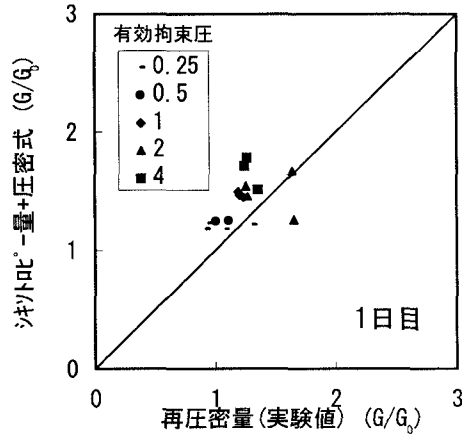


図-4 予測式と実測値の比較(1日目)

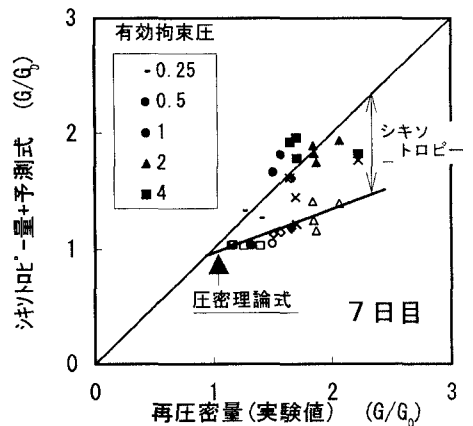


図-5 予測式と実測値の比較(7日目)