

三次元応力状態における沖積粘土の有効応力緩和挙動

広島工業大学	正 吉國 洋
広島大学	正 森脇 武夫
舞鶴工業高等専門学校	正 加納 誠二
広島大学	学○今井 美文

1. はじめに

吉國¹⁾はこれまでに、圧密のようにひずみ速度の遅い範囲では粘土の骨格構造を弾粘性液体と見なせば、既存の圧密理論が抱える多くの問題点を解決できるとして、一次元弾粘性圧密理論を提案している。さらに、この理論の三次元化への基礎的研究として、沖積粘土の三次元排水クリープ試験による粘性係数の決定法²⁾、三次元除荷、再載荷試験による弾性係数の決定法³⁾についても提案している。本研究では三次元有効応力緩和試験を行い、粘性係数の決定法、粘性係数の応力依存性など粘土の有効応力緩和挙動を明らかにする。

2. 試験方法

本試験は標準三軸セル(供試体：直径 35mm、高さ 70mm)を用いて所定の応力に達するまで段階的に三次元圧密試験を行い、3te 法による一次圧密終了を確認後、排水コックを閉じ、軸ロッドを固定して体積変形及びせん断変形が生じない状態で2週間放置し、三次元有効応力緩和試験を行った。各試験の応力状態を図-1に示す。試験に用いた試料は、広島市五日市沖で採取された沖積粘性土を室内で練り返し、 $0.5(\text{kgf/cm}^3)$ の圧密応力で一次元的に予圧密したものである。試料の物理的特性は $W_L=81.5\%$ 、 $I_p=46.1$ 、 $G_s=2.64$ である。

3. 考察

図-2に応力比($k = \sigma_3/\sigma_1$)の値が $k=1.0$ のCase1-1~4の有効応力緩和試験開始時からの間隙水圧の経時変化を示す。ここで縦軸の間隙水圧は有効応力緩和試験開始時の全応力で除して正規化してある。図-2より各Caseとも試験後半部分で正規化した過剰間隙水圧は対数時間に対しほぼ直線的に増加し続けていることがわかる。これと同様な挙動は応力比の値が $k=0.5$ のCase4-1~4の場合にも認められた。この図より、最終的には過剰間隙水圧は全応力の大きさまで発生すると推測できる。また同じ応力比のもとでは正規化した過剰間隙水圧に大きな差はなく、正規化した過剰間隙水圧の発生量は応力レベルに依存しないと考えられる。応力レベルが同じ値の実験Caseをまとめた図-3を見ると、図2と同様、正規化した過剰間隙水圧は対数時間に対しほぼ直線的に増加し続け、多小差はあるが正規化した過剰間隙水圧の発生量は応力比にも依存しないと見せる。

図-4、5に有効応力緩和試験開始時からの平均有効応力の経時変化を示す。これも過剰間隙水圧と同様に有効応力試験開

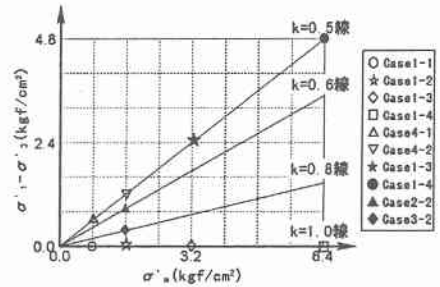


図-1 各試験の応力状態

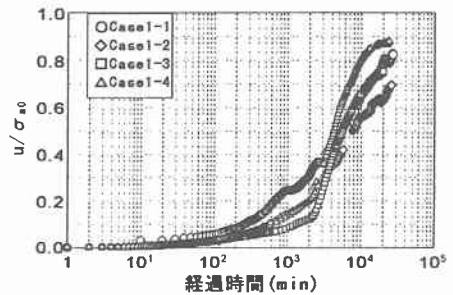


図-2 $u/\sigma_{m0} - \log t$ 関係($k=1.0$)

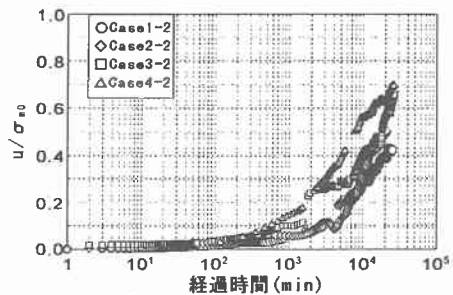


図-3 $u/\sigma_{m0} - \log t$ 関係
($\sigma_m=16 \text{ kgf/cm}^2$)

始時の全応力で除して正規化してある。応力レベルが等しく、応力比の異なるものをまとめたものが図-4 で、応力比が等しく応力レベルの異なるものをまとめたものが図-5 である。これらより試験後半の平均有効応力は対数時間軸に対しほぼ直線的に減少していることがわかる。また、正規化した平均有効応力も過剰間隙水圧と同様、応力比及び応力レベルに依存しないと見なせる。

図-6、7 に平均有効応力と有効応力緩和速度との関係を示す。応力比の値が等しく応力レベルの異なる図-6 を見ると試験後半（平均有効応力が対数時間軸に対し直線的になっている部分）の各 Case の平均有効応力と有効応力緩和速度とはほぼ直線な関係にあり、さらに各 Case とも平行となっている。また応力レベルの値が等しく応力比の異なる図-7 を見ると各 Case とも一致しており、応力比には依存しないと考えられる。平均有効応力の緩和速度が応力比に依存しないことから、これと一義的な関係にある体積粘性係数も応力比に依存しないと考えられる。

紙面の都合上、せん断粘性係数に関しては述べる事ができなかったが、せん断応力の緩和挙動は平均有効応力緩和挙動と同様な傾向を示しており、せん断粘性係数も応力比に依存しないと考えられる。

4. 結論

- 1) 三次元有効応力緩和試験中の過剰間隙水圧は上昇し続け、最終的には全応力の大きさまで達すると考えられる。また、正規化した過剰間隙水圧の発生量と有効応力緩和量は応力レベル、応力比に依存しないと考えられる。
- 2) 体積粘性係数と一義的な関係にある平均有効応力緩和速度は平均有効応力の対数軸に対し直線となり、その傾きは応力比には依存しないことから、体積粘性係数も応力比に依存しないと考えられる。

5. 参考文献

- 1) 例えば吉國洋(1990)：粘土の圧密曲線と圧縮曲線に対する一つの解釈, 第 25 回土質工学研究発表会講演概要集, pp307-308.
- 2) 吉國洋, 加納誠二, 宇治由智, 池上慎司(1995)：沖積粘土の三次元排水クリープ挙動, 第 30 回土質研究発表会講演概要集, pp431-432
- 3) 吉國洋, 加納誠二, 森脇武夫, 倉田桂政(1996)：沖積粘土の三次元除荷・再載荷挙動に関する研究, 第 31 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp571-572

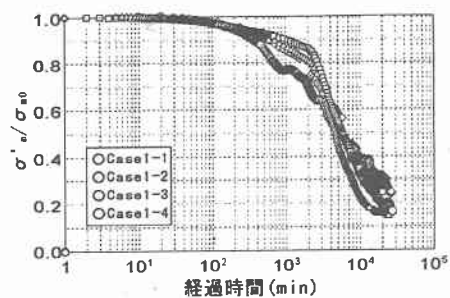


図-4 $\sigma'_m/\sigma_{m0} - \log t$ 関係($k=1.0$)

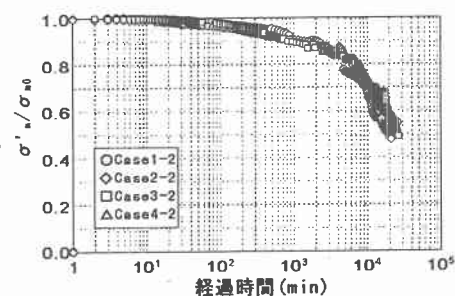


図-5 $\sigma'_m/\sigma_{m0} - \log t$ 関係
($\sigma_m = 16 \text{ kgf/cm}^2$)

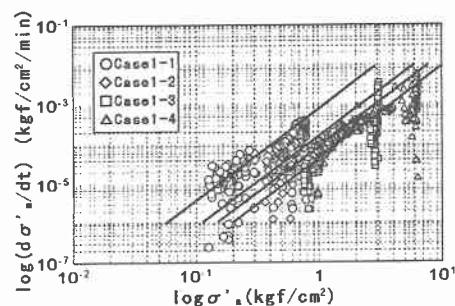


図-6 $\log(d\sigma'_m/dt) - \log \sigma'_m$ 関係($k=1.0$)

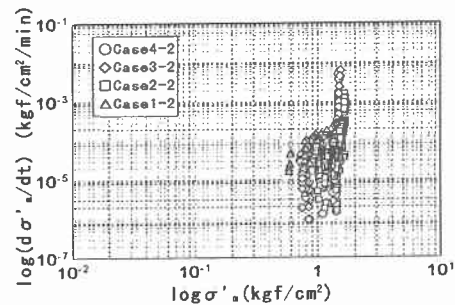


図-7 $\log(d\sigma'_m/dt) - \log \sigma'_m$ 関係
($\sigma_m = 16 \text{ kgf/cm}^2$)