

東北大学 学○菅野 高弘
東北大学 中川 裕明
東北大学 正 柳澤 栄司

1 はじめに

土の構成関係式としては、Roscoe の Cam Clay Model¹⁾をはじめ粘性土に関してはCap型の降伏曲面を用いたものが、また砂質土に関しては、せん断に関する降伏と圧密に関する降伏を独立に扱ったもの(西・江刺²⁾)など数多く研究・提案されている。本研究においては塑性指数 $I_p=26\%$ の低塑性粘性土を対象として、その応力-ひずみ-時間関係を明らかにするため、応力経路可変ひずみ制御三軸圧縮試験装置を使用し、せん断による降伏挙動およびひずみ速度の影響について若干のデータが得られたので報告する。

2 試料および供試体作成法と実験方法

使用した試料は青葉山ロームで、その乾燥試料の 840μ フルイ通過分を約4時間煮沸し十分に脱気した後、圧密容器で圧密圧 1 kgf/cm^2 で約4週間圧密したものを直径 50 mm 、高さ 125 mm の円柱に整形し三軸供試体とした。試料の土質定数をTable 1に示す。日本統一分類法ではCL(粘栗土)に分類される。

実験装置は軸ひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ の制御にDCサーボモーターを使用したひずみ制御三軸装置で応力経路の制御とデータの集収にはマイクロコンピュータを使用している。(Fig 1) 応力経路は、軸圧の変化($\dot{\sigma}_1$)を検出し所定の応力経路に応じた側圧の変化($\dot{\sigma}_3$)を計算し、D/Aコンバータ、電圧-空圧変換器を介して空圧圧として 0.1 sec 毎に側圧(σ_3)を発生させることにより制御している。

実験は、等方圧密圧 3 kgf/cm^2 で96時間圧密した後、 $1.5, 2.0, 2.5\text{ kgf/cm}^2$ で24時間膨潤させた過圧密供試体と正規圧密供試体の4種類について軸ひずみ速度($\dot{\epsilon} = 0.1, 0.01, 0.001\%/ \text{min}$)の3段階で行う。た。排水条件は非排水で間隙水圧を供試体下部で測定し平均主応力一定の応力経路としている。

3. 降伏点の決定法

降伏点の決定は応力-ひずみ曲線で行った。Fig 2に軸ひずみ速度 $\dot{\epsilon} = 0.01\%/ \text{min}$ (a) 過圧密比 $OCR=1.2$, (b) 正規圧密供試体の応力-ひずみ曲線を示す。

TABLE 1 Material Constant

Specific gravity	2.71
Liquid limit	48.9 %
Plastic limit	22.7 %
Plasticity index	26.1 %
Sand fraction	35.7 %
Silt fraction	36.9 %
Clay fraction	27.5 %
Water content	32~33 %

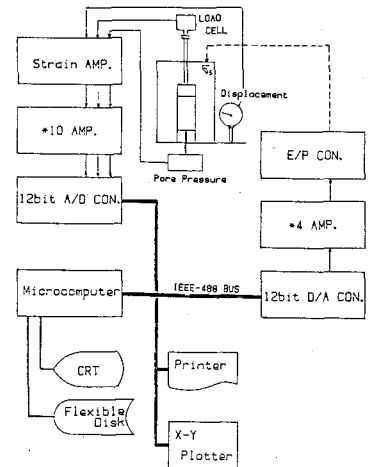


Fig 1 BLOCK DIAGRAM

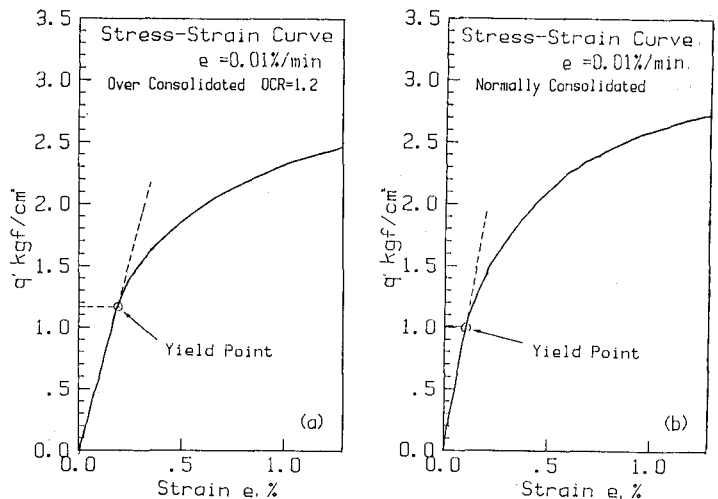


Fig 2 STRESS-STRAIN CURVE

せん断初期の直線部分から応力-ひずみ曲線の離れる点を弾性域と塑性域の境界としての降伏点と定めた。特にせん断初期の応力-ひずみ曲線の形状を十分に把握するため軸ひずみ $\varepsilon_1 = 0 \sim 1\%$ の間で50回の測定を行なっている。

4 実験結果および考察

前項で述べた降伏点を平均主応力 $p' = (\sigma_1' + 2\sigma_3')/3$ 、軸差応力 $q' = (\sigma_1' - \sigma_3')$ の応力平面上にプロットすることによって降伏曲線の形状が推定できる。Fig. 3に各軸ひずみ速度における降伏点を示す。降伏曲線の形状は右下がりの曲線で軸ひずみ速度 $\dot{\varepsilon}_1$ が大きくなるほど上方に広がる。正規圧密供試体についても弾性域が存在することが注目される。

Fig. 4に軸ひずみ速度 $\dot{\varepsilon}_1 = 0.01 \%/min$ の各応力経路上の塑性ひずみ増分ベクトル $\dot{\varepsilon}_p$ を示す。 $\dot{\varepsilon}_p$ ベクトルは推定した降伏曲線の法線方向とほぼ一致した方向を向いており、塑性ポテンシャルになり得ることを示唆している。

降伏曲線の形状としては Cam Clay Model などの Cap 型の単一降伏曲線を仮定し、せん断と圧密による降伏を同時に扱ったものと、砂などに用いられる西・江刺モデルのようにせん断と圧密を独立に扱ったものがあるが、本実験に用いた低塑性粘性土の場合 Fig. 5に示すように Cap 型に近いことがわかる。粘性土の場合 Cam Clay Model が妥当であると言われているが推定した曲線は Cam Clay Model と異なる形状をしている。よって低塑性粘性土に関して新たなモデル化が必要と思われる。

5 おわりに

本研究は低塑性粘性土の動的な挙動を表現する構成関係を知るため現在継続中のものであり、今回得られた結論として

- ①弾性域と塑性域の境界としての降伏曲線はひずみ速度が大きいほど広がる。
- ②推定した降伏曲線は塑性ポテンシャルになり得る。
- ③本実験で利用したような低塑性粘性土に関して新たなモデル化が必要と考えられる。

参考文献

- 1) A. Schofield, P. Wroth; Critical State Soil Mechanics, McGRAW-HILL, 1968
- 2) 西 好一; 地盤材料の弾塑性挙動と構造物基礎の設計への応用に関する研究, PP. 28-47, 1982

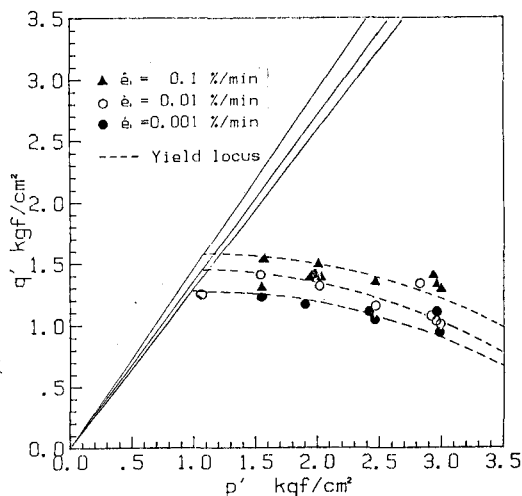


Fig. 3 YIELD LOCI

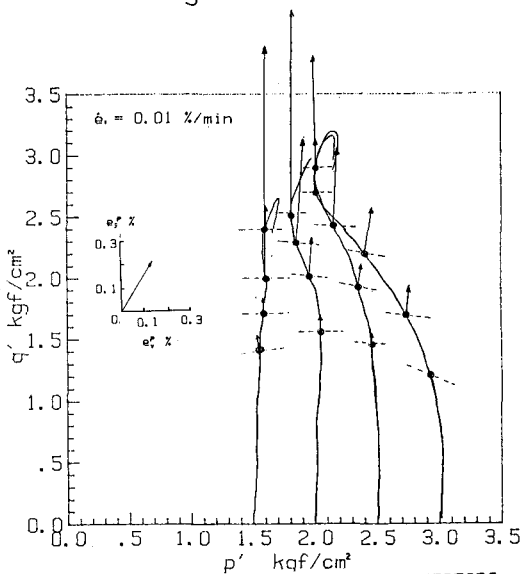


Fig. 4 PLASTIC STRAIN INCREMENT VECTORS

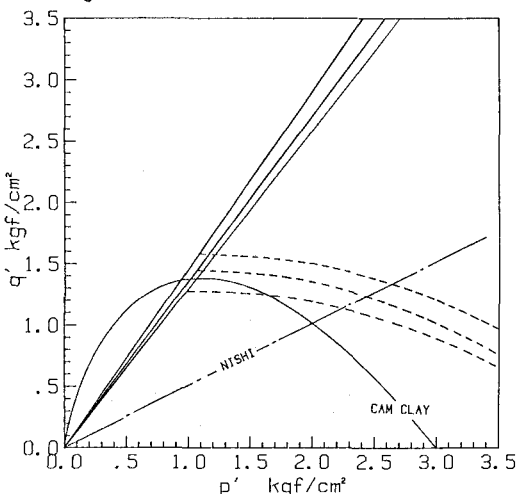


Fig. 5 COMPARISON BETWEEN YIELD LOCI