

三主応力制御による飽和粘土の非排水せん断試験

佐賀大学理工学部 正員・三浦哲彦
同 学生 梅崎健夫

1. まえがき

Cam-clay モデルは 正規圧密粘土のような圧み硬化材料に対しては適合性の高い応力ひずみ式であると考えられている。¹⁾ 等者は、粒子破砕領域の砂もまた等圧み硬化の特性を示すことに着目して Cam-clay 式を適用することを試みた。²⁾ さらに、粒子破砕領域の砂に層状く合うものとして、新しい仕事式に基づいて応力ひずみ式を提案した。³⁾ また、提案式は、砂のみならず飽和粘土においても適合性は高いこと Walker の標準三軸圧縮データを用いて明らかにした。本報告は、上述の提案式の飽和粘土に対する適用をさらに詳しく調べるべく、製作した三主応力制御せん断試験機による力オリンの非排水せん断試験を行ったものである。

2. 三主応力制御型せん断試験

2.1 実験試料 粉末状力オリン ($G_s=2.705$) を湿潤状態にして 1 週間以上放置し、しかる後に液性限界 50.0 % の 2 倍の含水比で調整、CBR モールドに入れて段階的に荷重を加え最終的に $\sigma_v=1 \text{ kgf/cm}^2$ で圧密して試料を準備した。押出した試料の上下端を各 2.5 cm 程度切り落とし 7.8 cm 立方の供試体に成形した。平均含水比 49.9 %, 間隙比 1.35 程度であった。

2.2 せん断試験装置 UCLA の Lade より考案された装置を製作した。その原理および特徴については落合⁴⁾が報告している。図-1 は載荷装置 (ベロ-フラム式、最大 2t) および三軸室 (内径 30 cm) の外観である。三軸室内のやや詳しい説明を図-2 に示している。

中間主応力 σ_2 の載荷面は $12 \times 6 \times 100 \text{ mm}$ の角棒状バルサ一枝と本と寸分のステンレス棒 7 本が交互に重ねられて構成されており、理想的には鉛直荷重を受けた際にポアソン比 0 の状態でバルサ一枝が圧縮されて載荷面は面一を保つ (本装置ではバルサ一枝の品質が不十分で圧縮が進むといく分はみ出してきた)。バルサ一枝の圧縮に要する力は供試体には無関係に伝達されるので、ロードセル検出の力は供試体のみ作用している。

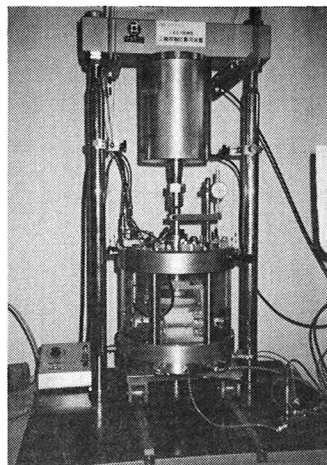


図-1 実験装置の外観

3. 実験方法と実験結果

3.1 圧密特性 標準圧密試験の結果は図-3 に示すようであった。これより応力ひずみ式に用いる材料定数は $\lambda = \Delta e / \ln(\sigma_{v2} / \sigma_{v1}) = 0.165$, また膨張曲線の勾配より $K = 0.016$ 。

3.2 CU 試験 供試体側面に排水路長さの約 3 倍をはり付け、ゴムスリーブ ($\phi=10 \text{ cm}$, 厚さ 0.2 mm) 内にセットした。上ベテスタル、 σ_1 および σ_2 ロードセル、 E_2 変位計等を取り付け三軸室を組立てた。下ベテスタルから水を供給し給水時間循環させて飽和度を高めた。負圧 0.1 kgf/cm^2 を作用させて供試体周囲の含水率

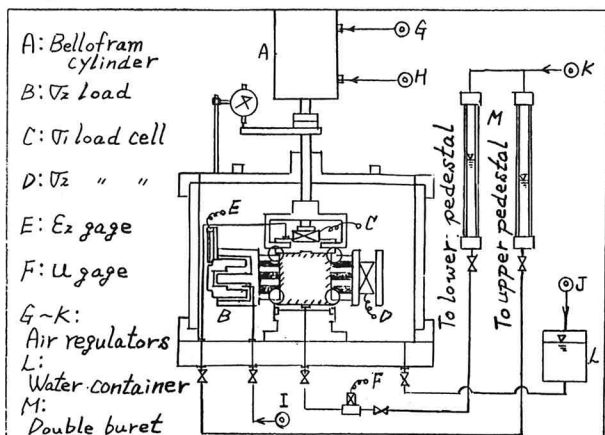


図-2 三主応力せん断試験機の概念図

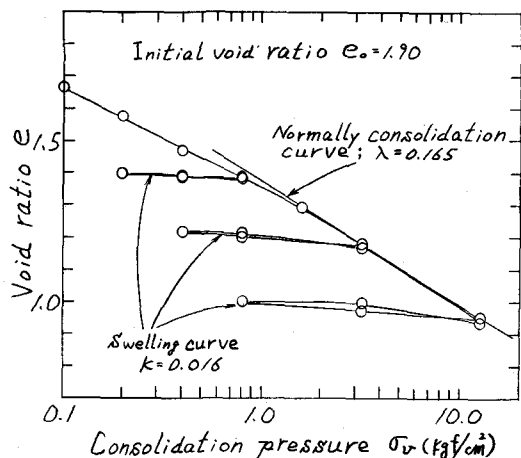


図-3 実験試料の圧密特性

と取除かれ、次いで等方圧力を一次圧密が完全に終るまでの20時間付加し、排水経路を用じバックプレッシャ2 kgf/cm²をかけたの1時間放置した後非排水せん断試験を実施した。

3.3 実験結果 図-4は2種類の実験の有効応力経路である。実験個数が少ないが、本データを含めて4~5回の結果から、 $\sigma_2 = \sigma_3$ の条件では限界状態線の勾配 $M_3 = 1.38$ 、また $\sigma_2 \geq \sigma_3$ の条件では $M_2 = 1.62$ という値を得た。後者の値が高なのは σ_2 面の拘束効果によるものと思われる。

図-5は $\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3 = 2 \text{ kgf/cm}^2$ の場合と $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3 = 1 \text{ kgf/cm}^2$ の場合の応力ひずみ曲線および間隙水圧の変化を示したものである。応力ひずみの予測に用いた Cam-clay 式¹⁾と提案式²⁾は図中に表示している。

図-5に見られるように、 $\sigma_2 = \sigma_3 = 2 \text{ kgf/cm}^2$ の場合には、実験曲線は2つの予測曲線のほぼ中間の位置にある。これに対して $\sigma_2 \geq \sigma_3 = 1 \text{ kgf/cm}^2$ の場合には提案式はやや大きなひずみを予測するようであり Cam-clay 式の方が実験値に近い。同図には示さなかったが、Burland の修正式¹⁾によれば、

Cam-clay 式より左側の予測曲線が位置することになり本文で示した2つの式の適合性と大きな違いはない。

本実験の段階では実験データ数も不十分であり、また試験装置もようやく整備し始めたところであるので、提案式と Cam-clay 式との優劣の比較を行うことはできないが、少なくとも、提案式は飽和粘土に対しては適用できそうなのとの確信は得られた。

謝辞 本実験装置を製作するにあたり九大落合英俊博士から御懇切かつ具体的に御教示いただいた。また、実験試料の入手、基礎データ等実験遂行にあたっては大島雄次郎博士、吉武茂樹助手にお世話になった。深く感謝いたします。

文献 1) Rocco 3, 1975, 2) 三浦: 土論 No 282, 1979, 3) Mura: S&F, Vol 24, 1984, 4) 落合: 土と基礎, No 306, 1983.

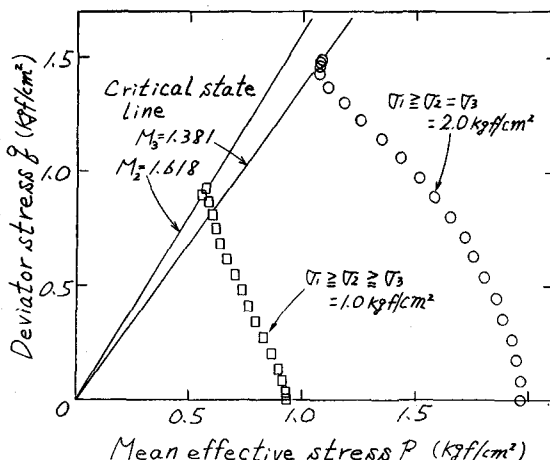


図-4 カオリンの圧密非排水せん断有効応力経路

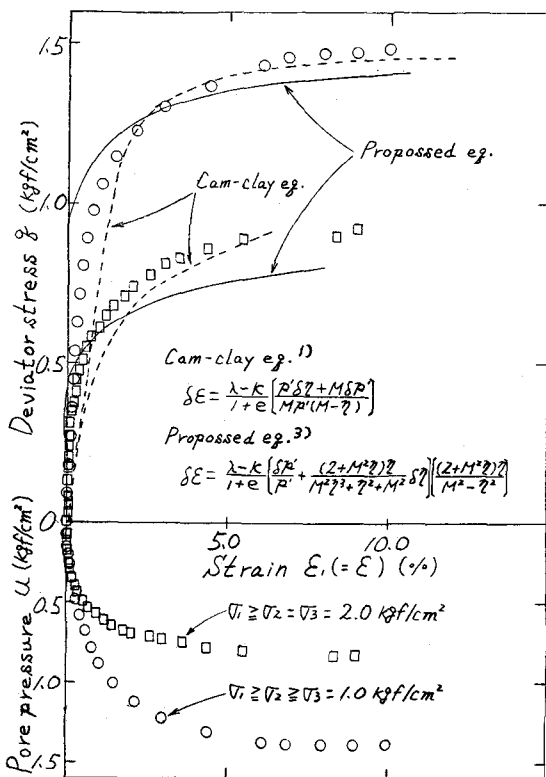


図-5 応力ひずみ曲線: 実験値と予測値の比較