

III-171 K。過圧密粘土の応力-ひずみ挙動に関する一考察

広島大学大学院 学生員 ○叶 正興
 広島大学工学部 正会員 森脇武夫
 広島大学工学部 正会員 吉國 洋
 青木建設㈱ 鈴木茂夫

1. まえがき

正規圧密粘土の変形問題に対してはCam-clay modelを始めとする数多くの構成式が提案され、その変形特性はある程度解明されてきているが、変形特性がより複雑な過圧密粘土については理論的にも実験的にもまだ十分解明されていないのが現状である。本研究は自然過圧密地盤及びアブレディング工法で改良された地盤のような過圧密状態にある粘土地盤上に構造物を建設した際に地盤中に生じ得る応力-ひずみ関係を明らかにするために、三軸圧縮試験機を用いて実地盤に近いK。条件で載荷、除荷を行った飽和粘土に各種応力径路を与える排水せん断試験を実施し、K。過圧密粘土の変形特性について考察を加えた。

2. 試料及び試験方法

試験に用いた供試体は広島粘土を液性限界の2倍の含水比で十分に攪乱した後、約0.5 kgf/cm²の鉛直圧力で一次元圧密した後高さ12.5cm、直径5 cmの円柱形に成形したものである。排水試験は図-1に示す応力径路で、まずK。条件でN点まで載荷、O'点まで除荷を行い、それから図-1に示す各応力径路で所定の応力まで再載荷し、その後応力状態を一定に保ち、排水クリープ挙動も測定した。試験は載荷-除荷-再載荷すべての過程で間隙水圧が十分消散するような漸増（減）載荷速度を用い、1kgf/cm²のバックプレシャのもとで行った。

3. 試験結果と考察

試験中は鉛直変位、排水量、軸圧及び側圧を一定の時間間隔で測定し、次のようなパラメータを求めた。

$$p = 1/3(\sigma'_a + 2\sigma'_r), \quad q = \sigma'_a - \sigma'_r$$

$$v = \ln(v_0/v), \quad \gamma = \epsilon_1 - 1/3\epsilon_v, \quad \eta = q/p$$

試験結果については体積ひずみとせん断ひずみに別けて整理し、それぞれ考察を加えたが、ここでは体積ひずみの挙動だけを取り上げて報告する。

3.1 ひずみ径路：図-1に示す各応力径路で再載荷される過程に生じるひずみ径路を図-2に示す。

この図によれば次のことが分かる：①ひずみ径路のCP~CQの順は応力径路と同じように時計回りに並んでいる、即ち、過圧密領域においても粘土のひずみ挙動は応力径路に依存していることを示す。②各応力径路はCam-clay modelを始めとした弾塑性モデルでは等方弾性を仮定する降伏曲面の内側にあるのに、試験の結果では図-2に示すようにpが一定の応力径路では正のダイレイタンスを生じ、qが一定の応力径路では負のせん断ひずみを生じている。これはCam-clay modelを代表とする弾塑性モデルでは説明できない変形挙動を示している。

3.2 ダイレイタンス特性：過圧密粘土の応力-ひずみ挙動を一般の正規圧密粘土を対象とする弾塑性モ

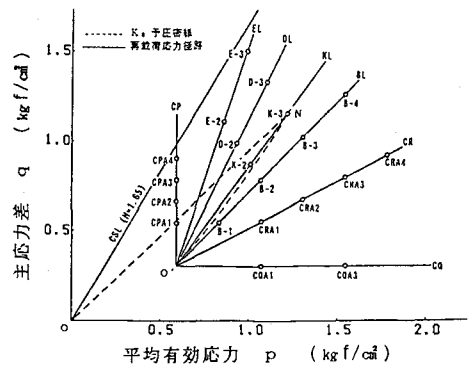


図-1 応力径路

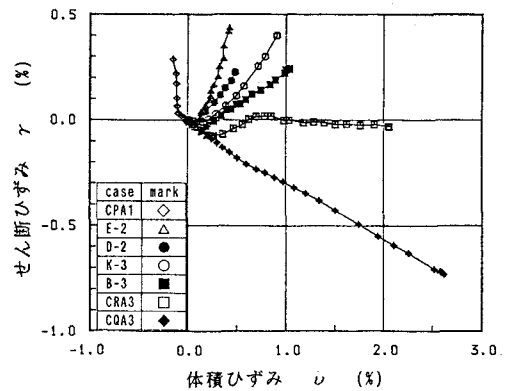


図-2 ひずみ径路

デルで表現できないことの主な原因はそのダイレイタンス特性の相違にあると思われる。そこで、過圧密粘土のダイレイタンス特性を把握するために、本研究はまず発生する体積ひずみがダイレイタンス成分のみであると考えられる平均有効応力一定の c_p 応力径路で再載荷される場合の応力比 η と体積ひずみ増分の関係を示した図-3について考察する。shimizu¹⁾の試験結果と同じように過圧密粘土に対し、 p -一定径路では正のダイレイタンスを生じるが、そのダイレイタンスによる体積ひずみ増分は、正規圧密粘土とは違って、有効応力比の変化量 $\Delta\eta$ ($=\eta-\eta_0$) の単一な線形関数ではなくて、 η の非線形関数であると考えられる。

さらに、この過圧密粘土のダイレイタンス挙動を把握するために、本研究で用いたすべての再載荷応力径路における体積ひずみ増分と Δp の関係を図-4に示す。この図によると径路BL, KL, DL, 及びELの初期部分の $\Delta p-\Delta v$ はほぼ同一の曲線上にある。このことは除荷径路に近い径路で再載荷されるK。過圧密粘土の体積ひずみ増分は平均有効応力に支配されることを示している。CR, CQ 径路の $\Delta p-\Delta v$ がほかの径路のやや上側にあることは三田地²⁾によって観察された過圧密粘土に対して $\Delta\eta$ が負であれば、正規圧密粘土と同じように負のダイレイタンスを生じる現象と同じことであると考えられる。図-4に基づいて求めた等体積ひずみ線を引けば図-5のようになる。また、図-2に示したように p -一定径路で正のダイレイタンスが生じたことを考え合わせれば径路ELとCPの間に $\Delta v=0$ の線が存在すると推定される。

図-4、5により、再載荷応力径路CPでは正のダイレイタンスを生じ、径路EL, DL, KL, BL ではほぼ生じなく、CR, CQ 径路では負のダイレイタンスを生じている。即ち、応力径路CP-CQ の間で過圧密粘土のダイレイタンス特性が変化していると思われる。

4. 結論

以上の試験結果から次のような結論を得た。

- 1) 過圧密粘土の圧密変形のひずみ径路は正規圧密粘土と同様に再載荷応力径路に依存する。また、Cam-clay modelを代表とする弾塑性モデルでは過圧密粘土の応力-ひずみ挙動を説明できない。
- 2) 異方過圧密粘土では平均有効応力 p が一定の応力径路で正のダイレイタンスを生じ、その量は応力比の非線形関数になるようである。
- 3) 異方過圧密粘土のダイレイタンス特性は再載荷応力径路によって変化している。本試験に用いた応力径路では、径路CPからCQまでの間で正のダイレイタンスから負のダイレイタンスへ変わる現象が観察された。

参考文献1) M. Shimizu (1982): Soils and Foundations, Vol. 22, No. 4

2) 川田・三田地：土木学会第42回年次学術講演会（1987）

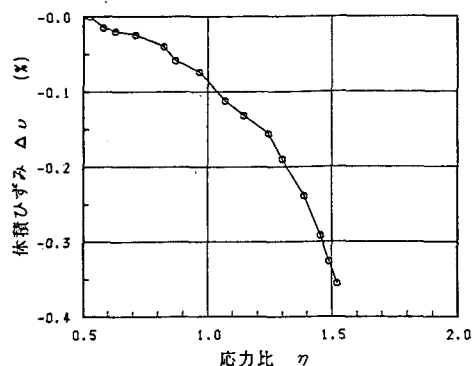


図-3 $\eta-\Delta v$ 関係

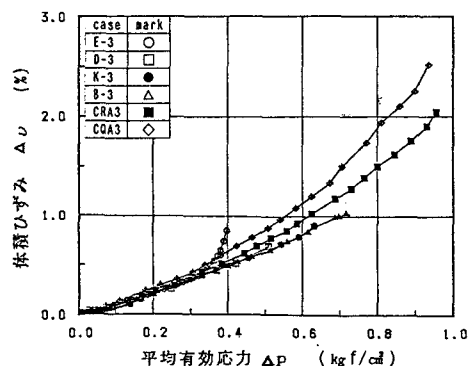


図-4 $\Delta p-\Delta v$ 関係

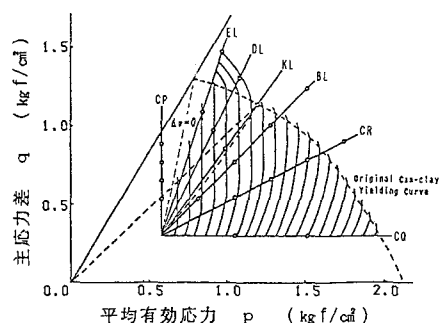


図-5 等体積ひずみ線