

III-77

 K_0 過圧密粘性土の変形特性（第4報）

北海道開発局 正会員 川 田 貢
北大工学部 正会員 三田地 利之

1. まえがき 筆者らは、これまで K_0 過圧密粘性土の変形特性を調べ、幾つかの異方硬化モデルの適合性について報告してきた。^{1), 2)} 本報告は過圧密比2まで K_0 膨張させた供試体について応力制御排水試験を実施し、変形特性を検討するとともに、Adachi & Oka³⁾ 型の構成式による計算値と実測値の比較を行ったものである。

2. 実験 実験に用いた試料は、既報と同じ繰り返し再圧密粘土で、その物理的性質は $LL=63\%$ 、 $PI=30$ 、 $G_s=2.65$ である。鉛直応力80kPaで予圧密後の試料から直径50mm、高さ120mmの円柱供試体を作成し、らせん状スリットを入れたろ紙を巻き、水中でメンブレンを被せて三軸セルにセットした。軸力は三軸セル内にセットしたロードセルにより測定し、圧密開始時より100kPaのバックプレッシャーを適用した。なお、ろ紙からの吸排水とメンブレンからの浸透を考慮して排水量の補正を行っている。実験は図-1に示すように、平均有効主応力 $p=523\text{kPa}$ まで K_0 圧密（経路OA）した後、過圧密比2に相当する $p=373\text{kPa}$ まで K_0 膨張（経路AB）させた試料について p 一定（経路BC, BF）、応力増分比一定（経路BD）、軸差応力 $q(=\sigma_a - \sigma_r)$ 一定（経路BE）の応力制御排水せん断試験を実施したものである。圧密、膨張、せん断を通じて、载荷時間間隔を12時間として所定の応力点まで段階的に载荷した。また本報告では過圧密比4（経路AG→経路GH, GI, GJ）、過圧密比10（経路AK→経路KL, KM）についての既報^{1), 2)} の実験結果も引用している。

3. 実験結果と考察 図-2は各過圧密比における p 一定試験（経路BC, BF, GH, KL）での応力比 $\eta(=q/p)$ と体積ひずみ v の関係を示したものである。図中の◎、回、△はせん断試験の開始点を表している。圧縮試験については、過圧密比2では破壊に至るまで顕著なダイレイタンス成分は認められないが、過圧密比4、10では载荷初期に負のダイレイタンス成分が発生した後に破壊状態に近くなるにつれて、正のダイレイタンスへと変形挙動は大きく変化する。一方、過圧密比2の伸張試験では大きな負のダイレイタンスが認められ、正規圧密土に似た挙動を示している。

図-3(a)~(c)は各過圧密比における実測体積ひずみ（破線）と計算弾性ひずみ（実線）を比較したものである。計算に際しては等方圧密、膨張試験により決定した膨潤指数($\kappa=0.024$)を用いた。 q 一定試験（図(a)経路BE, 図(b)経路GJ）では、ほぼ弾性的な挙動を示している。

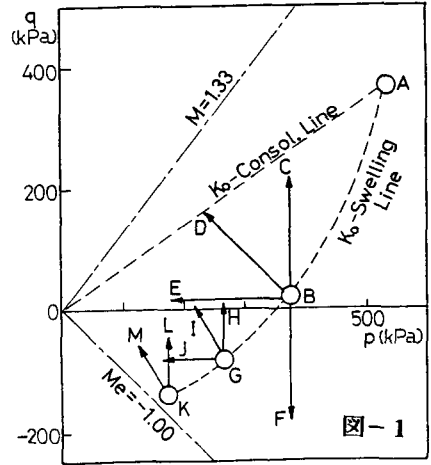


図-1

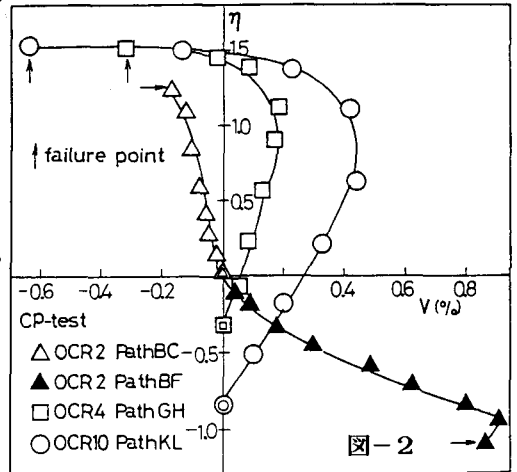


図-2

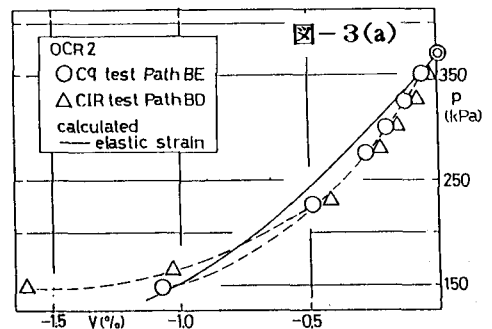


図-3(a)

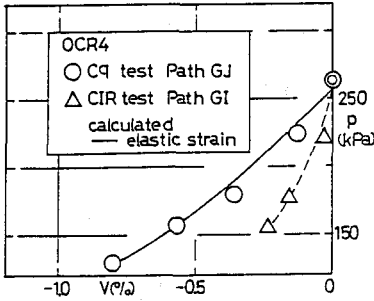
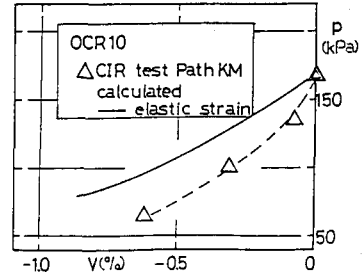


図-3(b)

図-3(C)



しかし軸差応力増分が載荷されるせん断経路(図(b)経路GI, 図(c)経路KM)については実測ひずみの大きさは計算値よりも小さく負のダイレイタンスが認められ、図-2の結果と合致するものである。

4. 計算値と実測値の比較 計算に用いた応力～ひずみモデルはAdachi & Okaの構成式³⁾を基本にしたものである。モデルは正規圧密領域と過圧密領域を区分する境界面 [(1)式] を仮定する。境界面内部では応力比一定降伏面に非関連流動則 [(2)式] を用いている。硬化パラメータ K_s は塑性せん断ひずみ ε^p との間に双曲線関係 [(3)式] で定義される。境界面上においては関連流動則を適用して硬化パラメータ H を(4)式で仮定してPragerの適合条件則から移動硬化則 [(5)式] を用いて計算した。また破壊時の応力比 M_r は大横の強度式⁴⁾を用いて p への依存性を与えたものである。

$$f_b = |\eta - \eta_0| + |M_m| \ln(p/p_b) = 0 \quad (1)$$

$$dV^p/d\varepsilon^p = |\dot{M}| - |\eta|, |\dot{M}| = -|\eta|/\ln(p/p_c) \quad (2)$$

$$K_s = \frac{(M_r - \eta_1)G'\varepsilon^p}{(M_r - \eta_1) + G'\varepsilon^p} \quad (3) \quad H = \frac{|M_m| \cdot p \cdot b \cdot \kappa}{|M_m - \eta| (1 + e)} \quad (4)$$

$$d\eta_0 = \frac{\lambda - (1+b)\kappa}{\lambda - \kappa} \cdot M_m^2 (d\eta + \frac{|M_m|}{p} dp) \quad (5)$$

p_b は等価圧密圧力であり、 $p_c = p_b \cdot \exp[|\eta_0|/|M_m|]$

である。 η_0 は境界面の方向を示すパラメータで(5)式により変化するものとした。 M_m はダイレイタンス限界における応力比で、 η_1 はせん断原点での応力比である。また、 G' は $(\eta - \eta_1) \sim \varepsilon^p$ 曲線の初期接線勾配の逆数で、 b は、"wet"側での塑性係数パラメータである。図-4は実測値(プロット点)と計算値(曲線)の $\eta \sim \varepsilon (= \varepsilon_a - V/3)$ 関係を比較したものである。ひずみの弾性成分は体積弾性係数とせん断剛性率 G の関係からポアソン比を定数と仮定して、 $G = 112(1+e)p$ として計算した。計算値は実験値とほぼ合致した結果が得られている。図-5は $\eta \sim v$ 関係の計算値を示したものであるが、過圧密比2の伸張試験を除いて実験値(図-2)との対応性は良くないようである。異方膨張履歴を受けた粘土のダイレイタンス特性を表現するには一層の検討が必要である。

5. あとがき 実験に際して、本学卒業生 加藤敦彦、金澤裕勝の両君に負うところが大きい。記して謝意を表す。(文献)1)斎藤、三田地；第20回土質工学研究発表会(1985)

2)木幡、三田地；第21回土質工学研究発表会(1986), 3)T.Adachi & F.Oka; Constitutive Relations for soils, P141-157(1982), 4)大横；土木学会論文報告集, No.346, P97-106(1984)

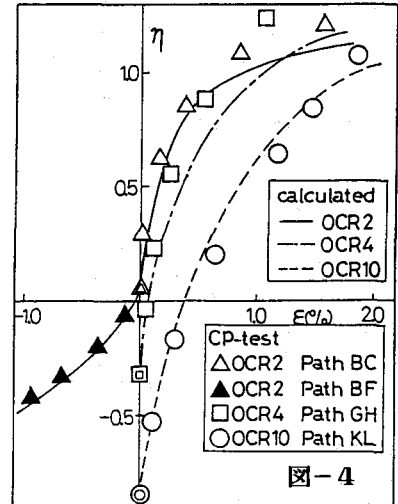


図-4

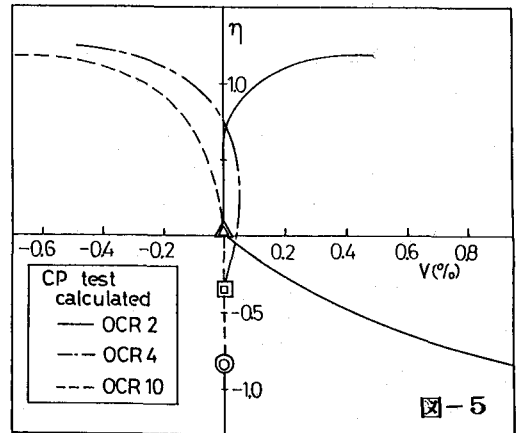


図-5