

III-88

異方圧密粘土の応力-ひずみ関係（第4報）

苫小牧高専 正会員 池浦 勲
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、異方圧密履歴を受けた粘土について種々の応力経路のもとで排水せん断試験を行い、移動硬化の概念および非直交性を表すパラメータを用いた応力～ひずみ式を提案した。^{1)～6)} 本報告においては、異方圧密粘土を対象に、平均有効主応力一定試験を種々の平均有効主応力のもとで実施し、それら応力～ひずみ式の中の重要なファクターであるダイレイタンスーについて検討を加えた。

2 応力及びひずみパラメータ 本報告に用いる応力パラメータは平均有効主応力 p 、偏差応力 q 、応力比 η であって次式で定義される。 $p=(\sigma'_a+2\sigma'_r)/3$, $q=\sigma'_a-\sigma'_r$, $\eta=q/p$ (σ'_a , σ'_r : 供試体軸方向および半径方向の有効主応力)

ひずみパラメータは体積ひずみ v と偏差ひずみ ε で、次のように表される。

$$v=\varepsilon_a+2\varepsilon_r, \varepsilon=\varepsilon_a-v/3=2(\varepsilon_a-\varepsilon_r)/3, \varepsilon_a=\ln(H_0/H), v=\ln(V_0/V)$$

ε_a , ε_r : 供試体軸方向および半径方向の主ひずみ

H_0 , H : 圧密終了時およびせん断中の供試体高さ

V_0 , V : 圧密終了時およびせん断中の供試体体積

なおひずみにおいて上添字 r, p は可逆及び塑性成分を示す。

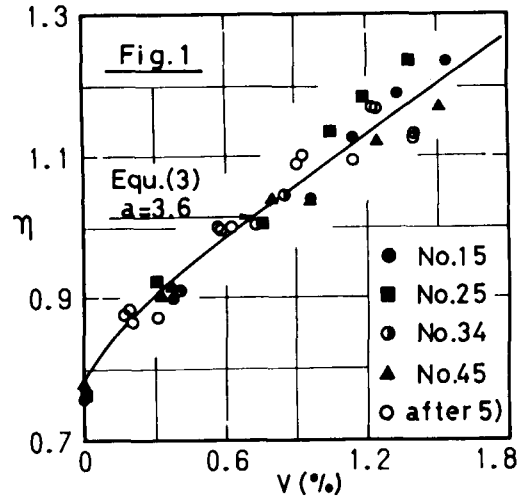
3 実験条件および実験方法 実験に用いた試料は既報³⁾と同じ再圧密粘土で物理的性質は $LL=63\%$, $PI=30$, $G_s=2.65$ である。実験は、所定の平均有効主応力 p まで ε_r が生じないよう圧密(K_0 圧密)した供試体に p 一定の条件下で所定の η ($\eta_{max}=1.25$)まで载荷した後、初期応力点まで同一経路で除荷を行う応力制御排水せん断試験である。 p の大きさは200kPa(TEST NO.15)、280kPa(NO.25)、350kPa(NO.34)、450kPa(NO.45)の4種類とした。ただしNO.34は除荷を実施していない。

実験方法、装置も既報³⁾とほぼ同様であるが、 K_0 圧密は側圧を6～10日間にわたって段階的に上げ、せん断については、载荷を24時間間隔で段階的に行った。なお本実験の場合、ろ紙の吸・排水、およびメンブレンを介した供試体内の水の側液への移動が無視できないと思われるので、実験結果の整理においては既報⁷⁾の方法により測定排水量に補正を施した。

4 実験結果と考察 **応力～ひずみ式** 既報において、異方圧密履歴を受けた粘土の応力～ひずみ式として次式を提案した⁶⁾。それらは塑性体積ひずみ v^p が p 成分(圧密)と η 成分(ダイレイタンスー)との和で表されるとの仮定のもとに移動硬化の概念を導入し[(1)式]¹⁾、せん断中に主応力反転のある場合を主眼に非関連流れ則[(2)式]²⁾の立場に立って得られたものである。

$$\frac{d\varepsilon^o}{dv^o} = \frac{a(\eta-\eta_o)}{(M-\eta_o)^2-(\eta-\eta_o)^2} \quad (1) \quad \frac{d\varepsilon^o}{dv^o} = -\left(\frac{1}{A}\right) \cdot \left(\frac{dp}{dq}\right) \quad A = \frac{1}{[1-b(d\varepsilon^o/dv^o)]} \quad (2)$$

$$dv^o = \frac{\lambda-\kappa}{1+e} \left[\frac{dp}{p} + \frac{a(\eta-\eta_o)d\eta}{(M-\eta_o)^2-(\eta-\eta_o)^2+a(\eta-b)(\eta-\eta_o)} \right] \quad (3) \quad d\varepsilon^o = \frac{a(\eta-\eta_o)}{(M-\eta_o)^2-(\eta-\eta_o)^2} \cdot dv^o \quad (4)$$



上式の適用に際しては土質定数として等方圧密・膨張試験で得られた $\lambda=0.133$ 、 $\kappa=0.029$ 、 k_0 圧密非排水圧縮試験で得られた $\nu=1.35$ を用いた⁵⁾。またせん断開始時の間隙比 $e_0=1.16$ 、応力比 $\eta_0=0.765$ であった。変形特性に及ぼす応力経路の影響を表すパラメータ a は実測の応力～体積ひずみ関係を最も良く表し得るように決定し、異方圧密履歴の影響を表すパラメータ b は、せん断中に主応力反転の無い場合は $b=0$ 、有る場合は $b=\eta_0$ と仮定した²⁾。

体積ひずみ 図-1のプロット点は各試験で得られた v と η との関係を示す。図中の実線は後述の方法による計算値であり白抜きの点は既報のCPテストの結果($p=280$ kPa)⁵⁾である。図示はしていないが v には可逆成分が認められなかった。図によれば本実験の結果は既報のものとほぼ一致しており、また今回の応力範囲($200 \leq p \leq 450$ kPa)では p 一定せん断における v 即ちダイレイタンスと η との関係は p のレベルの影響を受けないようである。

せん断ひずみ 図-2は各試験の ε と η との関係を示す。 v の場合と同様に、 ε と η との関係は p の大きさの影響を受けない。

塑性ひずみ増分比 図-3は各試験の v^p と ε^p の関係を示す。この場合にも p の大きさの影響を受けない一本の曲線が得られた。

応力～ひずみ式の適合性 図-1には(3)式による v ($=v^p$)の計算値を実線で併記した。 a は種々の値で試算して実測の体積ひずみに最も合致する $a=3.6$ を採用した。図-4のプロット点は $\varepsilon^p(=\varepsilon-\varepsilon')$ の実測値であり、実線は(4)式による計算値である。実験値にかなりのバラツキが見られるものの(3)、(4)式は実測値を良く説明していると思われる。

5 あとがき 本報告における実験に関しては本校学生大塚登志樹、桜庭了一、篠原一実、長谷川浩司、八田茂実君に負う所が大きい。ここに記して謝意を表します。

〈参考文献〉1) 池浦、北郷、三田地、下越；土木学会第38回年講，pp405，1983 2) 池浦、三田地、芳岡；土木学会第39回年講，pp227，1984 3) 池浦、三田地；土木学会第40回年講，pp477，1985 4) 池浦、三田地、水上；土木学会第41回年講，pp311，1986 5) 池浦、三田地；S&F，Vol.26，No.3，pp157，1986 6) 三田地、水上；第21回土質工学研究発表会，pp449，1986 7) 三田地、成田；第20回土質工学研究発表会，pp467，1985

