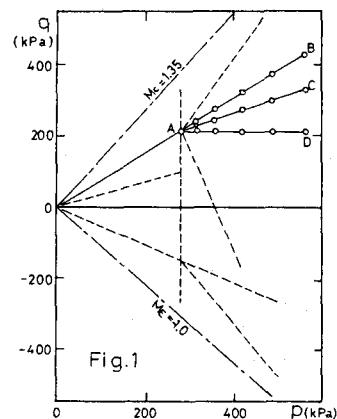


苦小牧高専 正会員○池 浦 勲
北大工学部 正会員 三田地 利之

1. まえがき 異方圧密履歴を受けた粘土の種々のせん断経路のもとでの応力～ひずみ関係について、前報^{1)~3)}において報告し、移動硬化の概念および非直交性を表わすパラメータを用いた応力～ひずみ式を提案した³⁾が、今回は更に $\Delta p > 0$, $\Delta q \geq 0$, $\Delta \eta \leq 0$ の応力経路の実験を行ない、それら応力～ひずみ式の適用性を検討した。

2. 実験 実験に用いた試料は前報と同じ再圧密粘土でその物理的性質はL.L.=63%, P.I.=30%, $G_s=2.65$ である。実験は図-1の実線に示すように平均有効主応力 $p=280\text{kPa}$ まで K_0 圧密(経路OA)した試料についての応力比 η 一定試験(C η -経路AB, $\eta=0.75$)、応力増分比一定試験(CIR-経路AC, $\Delta q/\Delta p=0.4$)、偏差応力一定試験(CQ-経路AD, $q=210\text{kPa}$)の三種類である。 K_0 圧密は側圧を段階的に上げながら側方ひずみ $\varepsilon_r=0$ となるよう軸圧を調整するもので、6日間で圧密した。せん断については、載荷は12時間間隔で段階的に行ない、所定の応力点に達したのち初期応力点まで同一経路で除荷を行なった。その他、実験方法、装置は既報¹⁾とほぼ同様である。なお図-1の破線で示される経路は既報の実験におけるものであり、考察においてはそれらの結果も用いた。



3. 実験結果 以下の記述において体積ひずみ(自然ひずみ)を V 、せん断ひずみを ε ($=\varepsilon_a - V/3$)とし、それらの塑性成分を V^P 、 ε^P と表わす。

〔応力～ひずみ関係〕 異方圧密履歴を受けた粘土の応力～ひずみ式として前報において次式を提案した。

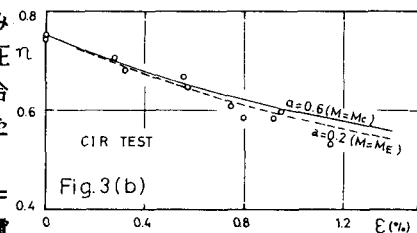
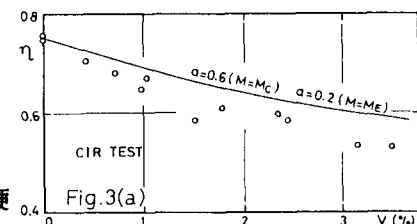
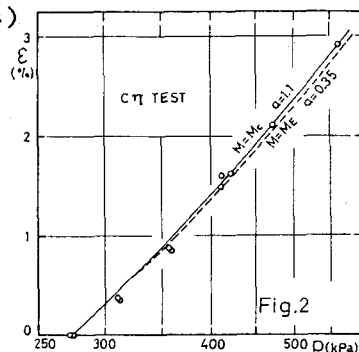
$$d\varepsilon^P/dV^P = a(\eta - b)/[(M-b)^2 - (\eta - b)^2] \quad (1)$$

$$d\varepsilon^P/dV^P = -(1/A)(dp/dq), \quad A = 1/\{1 - b(d\varepsilon^P/dV^P)\} \quad (2)$$

$$dV = \frac{\lambda}{1+e} \left[\frac{dp}{p} + (1 - \kappa/\lambda) \frac{a(\eta - b)}{(M-b)^2 + (a-1)(\eta - b)^2} d\eta \right] \quad (3)$$

$$d\varepsilon = \frac{\eta - k}{1 + e} \frac{a(\eta - b)}{(M-b)^2 + (a-1)(\eta - b)^2} \left[\frac{dp}{p} + \frac{a(\eta - b)d\eta}{(M-b)^2 + (a-1)(\eta - b)^2} \right] + p_0 d\eta/2G \quad (4)$$

上式は、せん断中に主応力反転のある場合を主眼に移動硬化の概念を導入し〔(1)式〕、非関連流れ則⁴⁾の立場に立って得られたものである。パラメータ a は実測の応力～ひずみ関係に最も良く合うように決定され、パラメータ b は異方圧密履歴の影響を表わすものでせん断中主応力反転の無い場合は $b=0$ 、有る場合は $b=\eta_0$ (η_0 : 圧密時の応力比)とした。(2)～(3)式に K_0 圧密非排水試験で得られた $M_c=1.35$, $M_E=-1.00$, 等方圧密・膨張試験で得られた $\lambda=0.133$, $\kappa=0.039$ を代入し、さらにせん断中の間げき比 e の変化を考慮



して繰り返し計算によってひずみの予測を行なったものが図-2～図-4である。計算に用いたパラメータ a の値は図中に付記した通りであり、 a は $M=Mc$ を用いる場合は $M=Mc$ の場合よりも小さな値をとる必要がある。また、 $b = \eta_0$ とすると、今回のような応力経路では塑性ひずみ増分比 [(1) 式] や ε^p は負の値となるはずであるが、次項で述べるように実測塑性ひずみ増分比は正の値となっている。従って今回のような応力経路 ($\Delta q \geq 0$) では $b = 0$ とすることが妥当なようである。

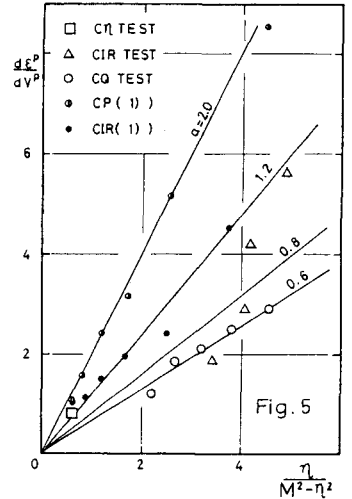
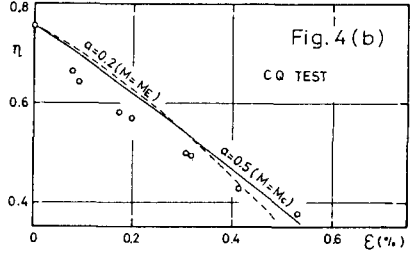
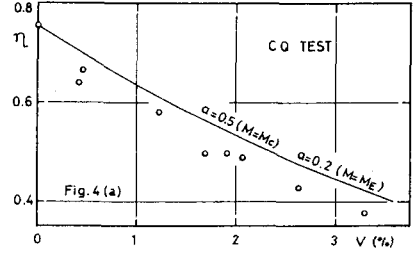
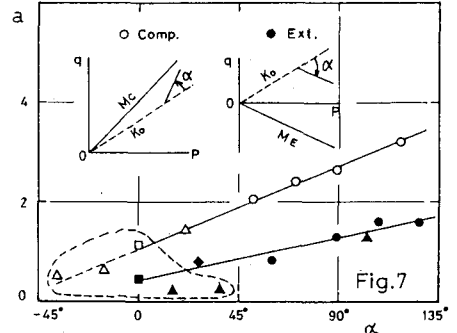
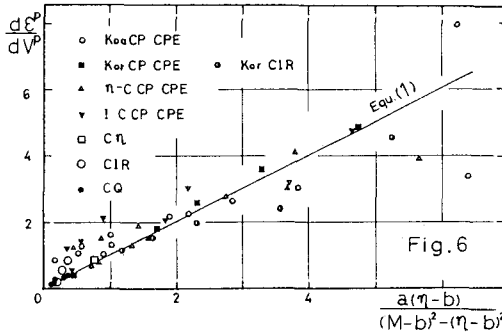
〔塑性ひずみ増分比〕 図-5は(1) 式の仮定を検証するために実測塑性ひずみ増分比と η との関係を示したものである。今回の試験では $\eta / (M^2 - \eta^2)$ の範囲が小さいため、本実験結果 (CQ, C η , CIR TEST) については両軸方向に10倍に拡大した値をプロットしている。図によれば(1) 式のように Modified Cam-Clay 理論と類似の塑性ひずみ増分比を仮定し、せん断経路の影響をパラメータ a で表わすことは妥当なものと考えられる。

図-6は既発表のデータも含めて、塑性ひずみ増分比の実測値と(1) 式による計算値とを比較したものである。前述のように a は実測の応力～ひずみ関係を最も良く表わすように決定されたものであるが、このようにして決められた a が実測塑性ひずみ増分比を良く説明できているということは、(1) 式および (2) 式の妥当性を示している。

〔 a とせん断経路の関係〕 図-7に圧密経路とせん断経路とのなす角度 α とパラメータ a との関係を前報³⁾ の結果と併せて示した。 a は図の圧縮試験の延長線上に位置しており、圧縮・伸張いずれの限界状態にも向かわない今回のような応力経路のひずみ予測においては $M=Mc$ を用いることが妥当と思われる。

4. あとがき 実験に関しては昭和59年度本校卒業生小倉満雄、架谷幸弘、武田耕一、谷中人司、丹羽毅之、山口等君および柳谷豊技官

に負うところが大きい。ここに記して謝意を表します。



(文献)

- 1) 池浦, 北郷, 三田地; 各種応力経路における - - - - - ; 土木学会第37回年講 (1982)
- 2) 池浦, 北郷, 三田地, 下越; 伸張状態における - - - - - ; 土木学会第38回年講 (1983)
- 3) 池浦, 三田地, 芳岡; 異方圧密粘土の応力～ひずみ - - - - - ; 土木学会第39回年講 (1984)
- 4) Jain, S.K.; Fundamental Aspects of the Normality Rule (1980)