

III-156

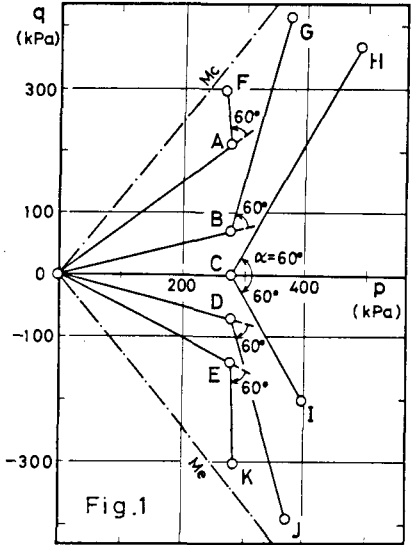
異方圧密粘土の応力-ひずみ関係（第3報）

苦小牧高専 正会員 ○池浦 勲
 北大工学部 正会員 三田地 利之
 北大工学部 水上 純一

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の各種応力経路のもとでの排水せん断特性について報告し¹⁾、²⁾、移動硬化と非関連流れ則の概念を用いた応力-ひずみ式を提案した。本報告においては、これまでと同一の試料の他に、物理的性質の異なる粘土を用いて、各種異方圧密後の応力増分比一定排水せん断試験を実施した。そして式中のパラメータ a の値が圧密経路に依らずにせん断経路と圧密経路との成す角 α のみによって一義的に決定し得るか否かを検討した。

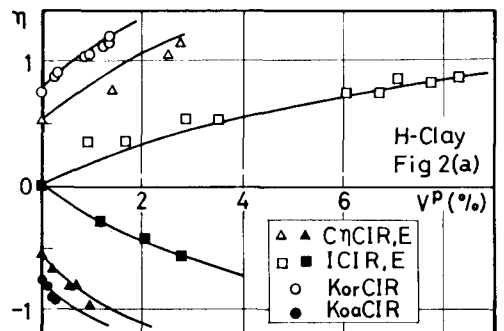
2. 実験 実験に用いた試料は、北海道勇払郡早来町安平、虻田郡倶知安町から採取した自然粘土（以下において各々記号H、Kで表す）をスラリー状態から鉛直圧力80kPaで再圧密したもので、その物理的性質はH粘土でLL=63%、PI=30、 $G_s=2.65$ 、K粘土でLL=80%、PI=42、 $G_s=2.71$ である。実験は図-1の実線に示すように平均有効主応力 $p=280$ kPaまで等方圧密（経路OC）、 K_{or} 圧密（側方変位を生じさせない圧密、経路OA）、 K_{oa} 圧密（軸方向変位を生じさせない圧密、経路OE）および異方圧密（経路OB、OD）した試料についての応力増分比一定圧縮・伸張試験（ICIR、ICIREテスト経路CH、CI K_{or}CIRテスト経路AF K_{oa}CIREテスト経路EK C η CIR、C η CIREテスト経路BG、DJ）の6種類の応力制御排水せん断試験である。圧密時の応力比 η_0 は表-1に示す通りである。これらの経路は、せん断経路と圧密経路との成す角 α が何れも 60° になるよう決定した。圧密は6日間に亘って側圧を段階的に上げるもので、その間に K_{oa} 圧密では軸ひずみ ε_a を拘束し、 K_{or} 圧密と異方圧密では各々 $\varepsilon_r=0$ および応力比一定（表-1参照）となるよう軸圧を調整した。せん断については、載荷を12時間間隔で段階的にいき、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った。

3. 応力-ひずみ式 以下の記述では体積ひずみを v 、せん断ひずみを $\varepsilon (= \varepsilon_a - v/3)$ とし、それらにおいて上添字 r は可逆成分、 p は塑性成分を表すものとする。異方圧密履歴を受けた粘土の応力-ひずみ式として次式[(4)、(5)式]を用いる。それらは非関連流れ則[(2)式]³⁾の立場から、非直交性の程度を表すパラメータ b [(3)式]を導入し¹⁾、移動硬化を表すパラメータとして圧密終了時の応力比 η_0 を採用して[(1)式]導かれたものである⁵⁾。



Clay	T.Type	η_0	a	M	e_0	λ	κ
H	KorCIR	0.765	3.0	1.35	1.24	0.144	0.029
	C η CIR	0.536	3.2				
	ICIR	0	3.0				
	KoaCIRE	-0.536	0.8	-1.0			
	C η CIRE	-0.765	0.8				
	ICIRE	0	0.9				
K	KorCIR	0.762	3.0	1.30	1.20	0.20	0.049
	C η CIR	0.250	3.0				
	ICIR	0	2.9				
	KoaCIRE	-0.504	1.5	-1.0			
	C η CIRE	-0.250	1.5				
	ICIRE	0	1.5				

Table 1

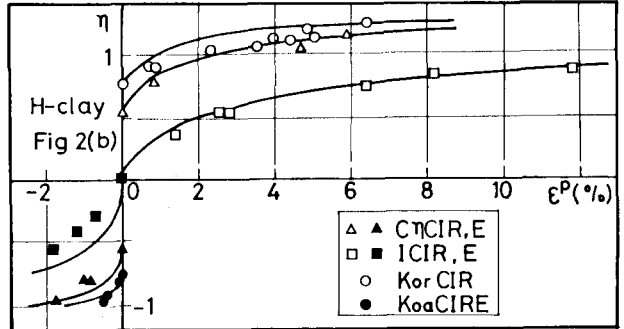


$$\frac{d\varepsilon^p}{d\nu^p} = \frac{a(\eta - \eta_0)}{(M - \eta_0)^2 - (\eta - \eta_0)^2} \quad (1), \quad \frac{d\varepsilon^p}{d\nu^p} = -\left(\frac{1}{A}\right) \cdot \left(\frac{dp}{dq}\right) \quad (2), \quad A = \left[\frac{1}{1 - b(d\varepsilon^p/d\nu^p)}\right] \quad (3)$$

$$d\nu^p = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e} \left[\frac{dp}{p} + \frac{a(\eta - \eta_0)d\eta}{(M - \eta_0)^2 - (\eta - \eta_0)^2 + a(\eta - b)(\eta - \eta_0)} \right] \quad (4)$$

$$d\varepsilon^p = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e} \cdot \frac{a(\eta - \eta_0)}{(M - \eta_0)^2 - (\eta - \eta_0)^2} \left[\frac{dp}{p} + \frac{a(\eta - \eta_0)d\eta}{(M - \eta_0)^2 - (\eta - \eta_0)^2 + a(\eta - b)(\eta - \eta_0)} \right] \quad (5)$$

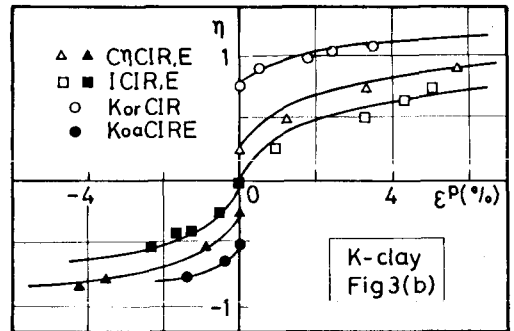
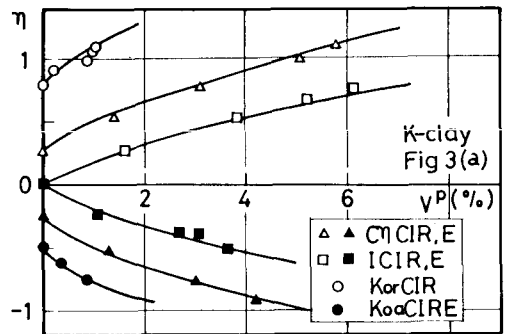
3. 実験結果 図-2～図-3のプロット点は各試験で得られた応力-塑性ひずみ関係を示す。ここに塑性ひずみは載荷時のひずみから、除荷により求められた可逆成分を差し引いた値である。実線は、表-1に示すパラメータを用いた(4)、(5)式による予測値である。圧縮指数 λ 、膨張指数 κ は等方圧密・膨張試験で決定し、限界状態の応力比 M は等方圧密非排水圧縮・伸張試験結果から得た。



(3)式において b は主応力反転の無い場合は $b=0$ 、有る場合は $b=\eta_0$ と定義されており、本実験のケースでは全て $b=0$ である。表-1において圧密時とせん断時の応力経路の影響を表すパラメータ a は実測の $\eta \sim \nu^p$ 関係に最も良く合うように決定した。

ν^p について良く予測出来ることは a の決め方から言って予想される事であるが、 ε^p についても実験値とほぼ合致した予測値が得られた。

図-4の実線は、K試料の平均有効主応力一定試験⁶⁾の a と α の関係および K_{α} 条件から決められる¹⁾切片($\alpha=0^\circ$)の値をもとに引かれたものである。図中に Δ 、 ∇ 、 $\square$ 印で併記したように今回得られた関係(表-1)は、ほぼそれらの直線の近傍に位置している。またH試料についても、圧縮、伸張側でそれぞれほぼ同一の a の値(表-1)をとっている。これらのことから角度 α とパラメータ a との関係は圧密経路に依らずに一義的に決定し得ると思われる。



5. 謝辞 実験およびデータ整理にあたって北大卒業生 佐々木勝彦、古川達夫、苫小牧高専卒業生 遠藤勉、大川渉、川村譲治、末村正幸君および苫小牧高専 柳谷豊技官の多大な協力を得た。記して謝意を表する。
<参考文献> 1)池浦、三田地、芳岡;土木学会第39回年次講演会(1984) 2)池浦、北郷、三田地、下越;土木学会第38回年次講演会(1983) 3)Jain, S.K; Fundamental Aspects of the Normality rule(1980)
4) Roscoe and Burland; Engineering Plasticity(1968)
5)三田地、水上;第21回土質工学研究発表会(1986)
6)中嶋徹;北海道大学修士論文(1985)

