

日本国土開発(株) 正員の大豊 康臣
全日空ビル(株) 野村 昌男
神戸大学工学部 正員 軽部 大蔵

1. まえがき 粘土の応力-ひずみ関係の時間依存性を明らかにするために行なったフリープ・応力緩和試験の結果と若干の解析結果について報告する。

2. 試料 大阪梅田南港粘土(0.42mmフル通過分)を液性限界の2倍以上の含水比で完全に練り返し、飽和させた粘土を用いた。物理的性質は、表-1の通りである。

3. 実験 通常の軸対称三軸試験機を用い、等方圧密後、フリープ又は応力緩和試験を行なった。

<フリープ試験>実験条件を表-2に示す。ここで P_0 は最終等方圧密圧力(kg/cm^2)、 Δq は主応力差増分(kg/cm^2)である。1段階6時間荷重とした。排水試験では $U_0 = \text{一定}$ 、非排水試験では $U_0 = \text{一定}$ とした。

<応力緩和試験>等方圧密後非排水状態とし、 U_0 を一定に保ちながら任意のひずみを与え4時間の応力緩和を行った。

表-1

G_s	$w_L(\%)$	$w_p(\%)$
2.73	89.3	35.0

表-2

NO.		P_0	Δq
1	CD	2.0	0.3
2	CD	1.5	0.2
3	CD	1.0	0.15
4	CU	1.0	0.1
5	CU	1.5	0.2

4. 実験結果 <クリープ曲線>フリープ試験より得た $\epsilon \sim \log t$ 関係を図-1のプロットで示す。<実験線については後述>各段階とも $\epsilon \sim \log t$ は凹形の曲線を描く。

<Cam Clay Model> フリープ試験の各段階最終値をOriginal Cam Clayと比較すると図-2、図-3に示す通り、よい一致を示している。また応力緩和試験の各最終点を結ぶ曲線も同様に

よい一致を示した。(図-4) 非排水フリープによる応力経路についても同様の結果が得られた。

以上の結果より、平衡状態での粘土挙動はRoscoe(1963)のOriginal Cam Clayで表わすことができると思われる。但し、ここで理論計算に用いた定数は破壊時の $e \sim \log p$

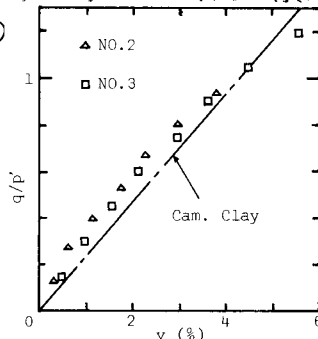


図-2

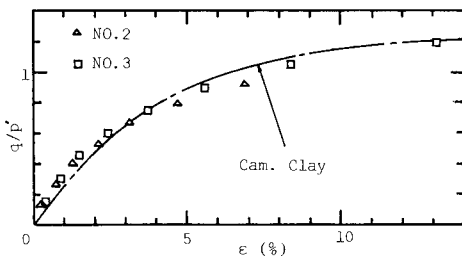


図-3

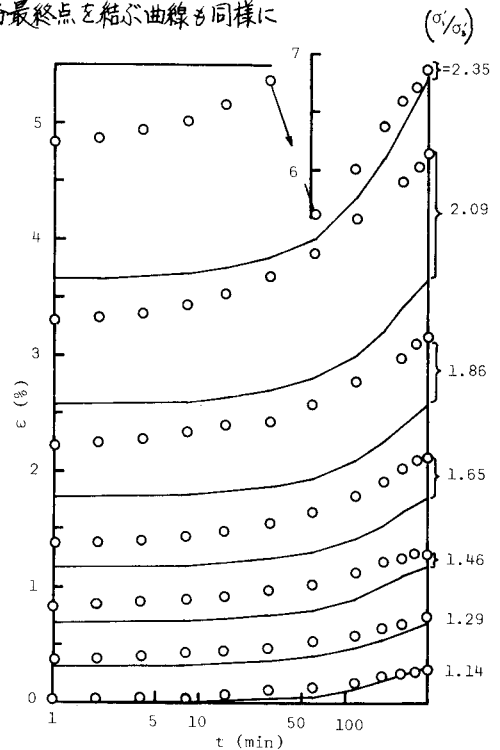


図-1

の傾きを、 K は標準圧密の膨潤曲線の最急勾配をもって表わし、また図-2、3では $M=1.2$ とした。

〈応力-ひずみ-時間式〉排水クリープ試験結果より図-5のように σ_v/σ'_v と v との間に直線関係があり、また各時間毎のそれは、平行線群として表わされこれを $\Delta(\sigma_v/\sigma'_v) \sim \Delta v$ で表わすと図-6のようなになる。各時間の直線の傾きを $K(t)$ とすると、 $\Delta v = K(t) \cdot \Delta(\sigma_v/\sigma'_v) \cdots (1)$ と表わすことができる。このとき $K(t)$ は実験的に、 $t \leq 3.5(\text{hr})$: $K(t) = 1.86$, $t > 3.5(\text{hr})$: $K(t) = 1.318 + 0.155t$ であり、これを図-7に示す。次にフリープ中に増加する体積ひずみとせん断ひずみとの間に従来からいわれているように(たとえば図-8)直線関係が認められた(図-8)。この直線の傾きを σ_v/σ'_v との間に図-9のような関係があることがわかった。式示すれば、 $\sigma_v/\sigma'_v = 1.86 - 0.62(\sigma_v/\sigma'_v) \cdots (2)$ しかし、図-9においても応力レベルの小さい又は大きい部分(破綻部分)ではこの直線関係は失われる。

(1)式と(2)式により、土の応力-ひずみ-時間式が次式で表わされる。 $\Delta \varepsilon = K(t) \cdot \Delta(\sigma_v/\sigma'_v) / \{1.86 - 0.62(\sigma_v/\sigma'_v)\} \cdots (3)$ (3)式による計算曲線が図-1の実線で表わされる。ここでは、荷重載荷直後の即時ひずみを(1)式において考慮していないため(3)式による計算値は、フリープ初期において過少に評価しているが、曲線の形状は実験値と一致している。(1)式及び(3)式は、排水試験より得られたものであるので、排水状態での応力緩和過程にも適用できると思われる。非排水状態でのクリープ、応力緩和への適用性については、検討中である。

5.まとめ (i)粘土の力学特性は、平衡状態においてはOriginal Cam Clayで表わすことができる。

(ii)排水クリープの応力-ひずみ-時間式は(1)式、(3)式で表わされる。

(参考文献)

・Roscoe S: (1963) "Yielding of Clays in States Wetter than Critical" Geo.

・関口: (1973) "Flow Characteristics of Clays" Soil and Found.

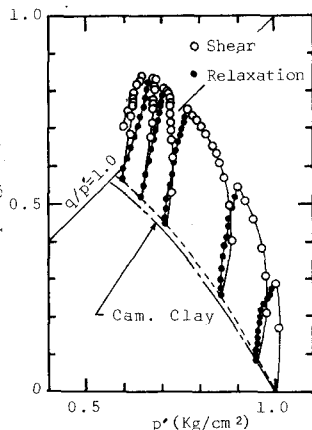


図-4

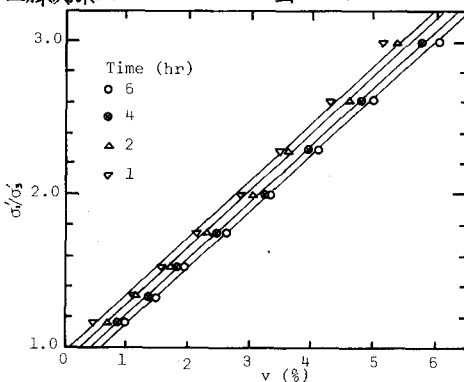


図-5

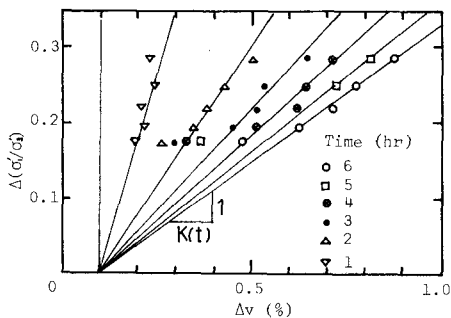


図-6

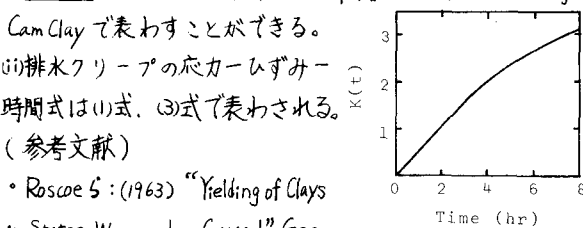


図-7

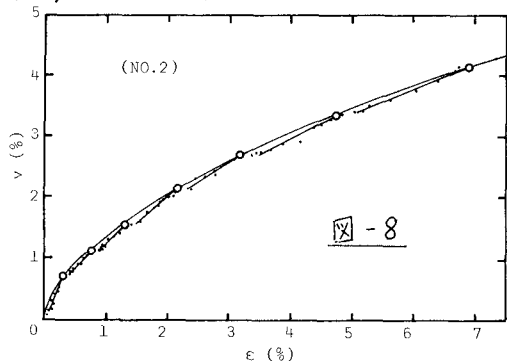


図-8

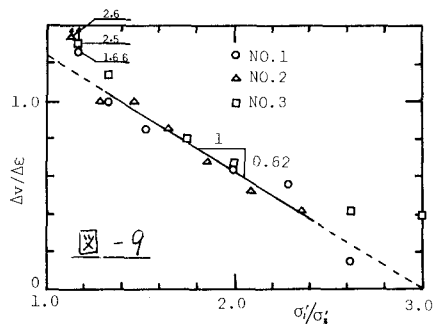


図-9