

I-13 粘土のクリープと応力緩和現象

京都大学防災研究所 正員 柴田 徹

粘土のクリープ特性を厳密に調べるためには、供試体中の間ゲキ水圧がゼロの状態で行うことが最も望ましいので、三軸試験機を利用して、間ゲキ水圧が発生しない過程の圧縮クリープ試験を行なった。また粘土の応力緩和特性についてはみるべき成果が殆んどない現状であるので、新たに製作したレオメーターを用いて応力緩和試験を実施した。

まず図-1にその概略を示すような装置を用いて側圧 σ_2 と一定の軸差応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ のもとで圧密させ(anisotropic consolidation), 圧縮クリープの特性を顕著に示すと考えられる二次圧密過程について種々の解析を試みた。供試体は乱さない粘土を円柱形($\phi = 3.5\text{ cm}$, $h = 8.0\text{ cm}$)に削り出したもので, paper drain による圧密期間中 σ_1 , σ_3 を一定に保ち, 圧縮クリープヒズミ, 供試体下端における間ゲキ水圧及び供試体上端よりの排水量の時間的变化を測定した。その測定結果は一例を図-2に示すごとく, 二次圧密過程に入ると間ゲキ水圧, 排水量ともに殆んど変化が認められず, 純粹クリープと考えてよい。いま同一物性の新鮮試料を数種類用意し, σ_1 を種々に変えて図-2と同様の一連の実験を行なって得た結果を变形量~時間対数関係にまとめて図-3に示す。図中実線で描いた曲線は一次圧密過程であって, この間には間ゲキ水圧が発生し, 供試体からの排水も認められるので純粹クリープの対象とはならない。一方, 実線で示したクリープ曲線は $\varepsilon \sim \log t$ の直線法則に従い, これから種々の特性を見出すことができる。例えば $\varepsilon \sim \log t$ 直線の勾配 $d\varepsilon/d\log t$ と $(\sigma_1 - \sigma_3)$ の関係をプロットすると図-4のごとく流動特性が, また時間をパラメーターとした応力~ヒズミ特性(図-5)がわかるほか, $\varepsilon/(\sigma_1 - \sigma_3) = \Phi(t)$ で定義される time function $\Phi(t)$ を求める

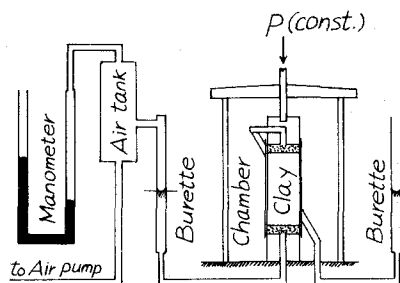


図-1

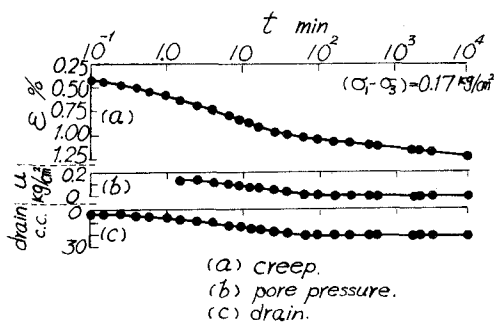


図-2

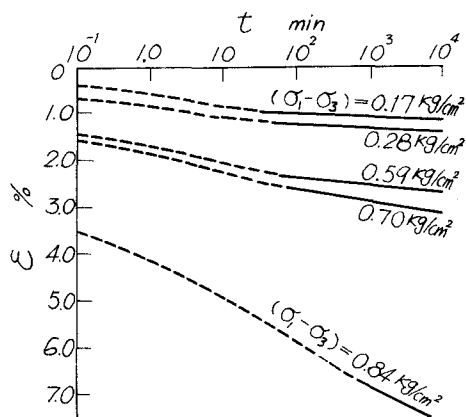


図-3

ことも可能である(図-6)。

粘土供試体の応力緩和現象を調べるためのレオメーターは写真-1に示すように測定器と指示記録計よりなり、応力緩和試験のほかクリープ試験、圧縮試験(ヒズミ制御、応力制御)、繰り返し載荷等の各試験が可能で、荷重量及び圧縮量を指示記録計に自記させることができる。

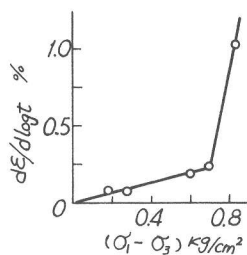


図-4

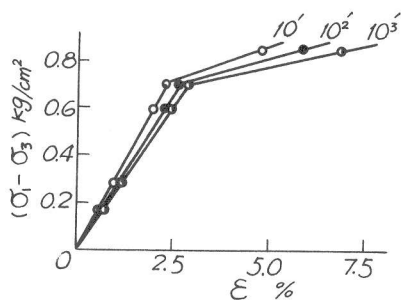


図-5

乱さない粘土の新鮮試料に $\epsilon = 0.5, 1.0, 2.0, 3.0\%$ の一定ヒズミを与えて、その時の応力緩和状態を約24時間記録した結果を図-7に示す。すなわち応力の減少を経過時間の対数に対してプロットすると、与えたヒズミと大ききによって、ある時間までは $\sigma \sim \log t$ の直線関係があり、この直線の勾配は与えた ϵ が大きいほど急になり、さらに長時間を経過すると曲線は水平漸近線に相当する応力の有限値に達する。この性質を利用して、図-8に示すように粘土の弾性係数 E_1, E_2 を求めることができる。図-8は同一物性の試料についてクリープ及び応力緩和試験を行ない、瞬間ヒズミあるいは応力の値より $\epsilon = \sigma/E_1$ を利用して E_1 を、また応力の緩和飽和値より $\epsilon = (\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2})\sigma$ を用いて E_2 を求める操作を示したもので、 $E_1 = 32.0, E_2 = 32.3 \text{ kg/cm}^2$ を得る。かかる E_1, E_2 の値が求まれば、二次圧縮量も含めた圧密沈下の終局値を推定することが可能となる。

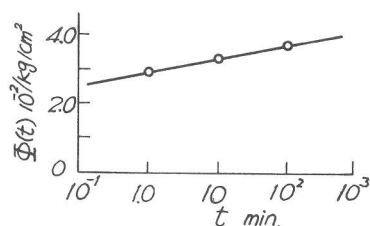
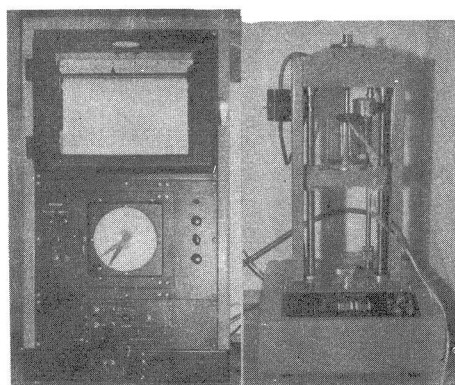


図-6



(記録計)

写真-1

(測定器)

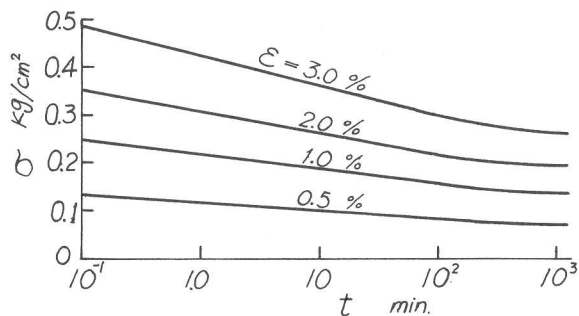


図-7

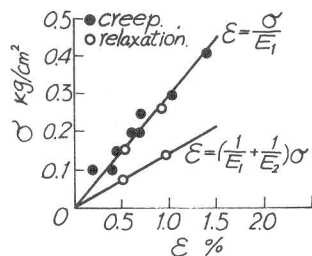


図-8

終りに、御指導いただいた京大教授村山朔郎博士に謝意を表します。