

日本電炉株式会社 正員 加藤正幸

徳島大学工学部 正員 小田英一

1. まえがき

粘性土の非排水クリープについての研究に関して実験的、理論的に研究されてきている。^{1), 2)} 著者らは三軸圧縮試験装置を用いて土試料に液圧により圧密した後、非排水状態で圧縮クリープ試験を行い、実験的に研究を行った結果より、応力ヒズミ時間関係につき判明した結果につき報告する。

2. 実験方法

本実験に使用した試料土の物理的性質は L_L 31.3%, P_L 15.3%, G_s 2.78 で、粒度分析結果は砂分 34%, シルト分 59.6%, 粘土分 6% のシルト質粘土である。泥水状から手圧密法によって作成した径 35^{mm} , 高さ 8.75^{cm} の円筒供試体を用いた。その単位体積重量は $1.749^{g/cm^3}$ で、含水比は 38.7% であった。この試験を三軸圧縮試験装置により側液圧 σ_3 で 24 時間等方圧密した後、一定のクリープ応力 $\sigma_1 - \sigma_3$ によって非排水状態でクリープ試験を行った。測定中試料の断面積の変化中でも $\sigma_1 - \sigma_3$ が一定となるように荷重調整を行った。クリープ応力はヒズミ制御式圧密非排水三軸圧縮試験で求めた圧縮強度 $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ 以下のものとした。 ($c' = 0.20^{kg/cm^2}$, $\phi' = 30^\circ$)

3. 実験結果からえられた応力ヒズミ時間関係

クリープ中に発生する側液水圧の増分を Δu_s とし、この中、等方圧によるものを Δu_a , セン断応力によるものを Δu_s とすれば

$$\Delta u = \Delta u_a + \Delta u_s \quad \text{----- (1)}$$

となる。24 時間の圧密終了後、供試体の排水止め、クリープ応力を作用させず等方圧のみが加わる状態で放置して、 Δu_a を測定した結果、等方圧作用後右の時間遅れを生じ、 t_0 以後 Δu_a が発生する。さうして t を時間として図-1 に示すような測定値がえられ、これより

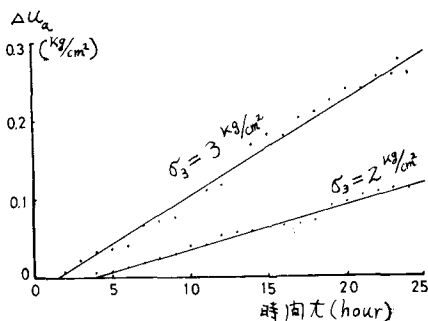
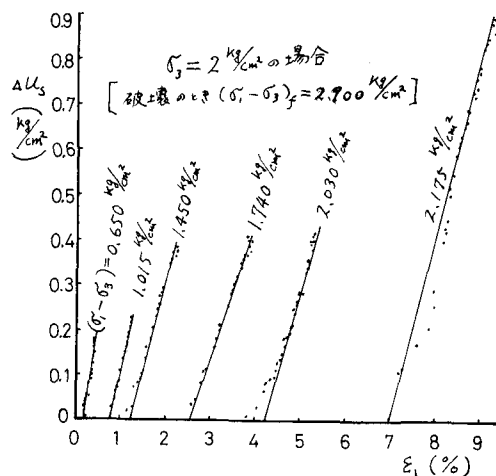
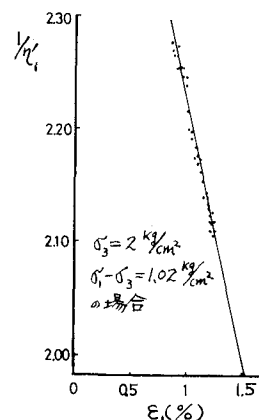
$$\left. \begin{array}{ll} 0 < t < t_0 \text{ のとき} & \Delta u_a = 0 \\ t_0 < t \text{ のとき} & \Delta u_a = ct + d \end{array} \right\} \text{---- (2)}$$

となる。ただし c, d は係数である。非排水クリープ試験中測定された Δu_a が Δu を差引いて Δu_s を求めた一例を図-2 に示す。これよりつぎの関係がえられる。

$$\Delta u_s = a \varepsilon_1 + b \quad \text{----- (3)}$$

ただし ε_1 は軸ヒズミであり、 a, b は係数である。 a は σ_3 に関係し、 σ_3 が大となると a は小となる。 $(\sigma_1 - \sigma_3) / (\frac{\sigma_1 + 2\sigma_3}{3})$ と $\log_0 b$ とは直線関係があり、この直線は σ_3 により異なる。また σ_3 が大となると b は小となり、 c は大となる。(2)式 (3)式より

$$\left. \begin{array}{ll} 0 < t < t_0 \text{ のとき} & \Delta u = a \varepsilon_1 + b \\ t_0 < t \text{ のとき} & \Delta u = a \varepsilon_1 + ct + b \end{array} \right\} \text{---- (4)}$$

図-1, $t \sim \Delta u_a$ 関係図-2, $\varepsilon_1 \sim \Delta u_s$ 関係図-3, $\varepsilon_1 \sim 1/a$ 関係

ただし $b_1 = d + b$, d の値は b に比べて微小な値で $b_1 \approx b$ となる。いま η' を次のように定義する。

$$\eta' = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_3 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{3} - \Delta u_s} \quad \text{--- (5)}$$

上式より η' と Δu_s とは線形関係となり, (3)

式より Δu_s と ε_1 とは線形関係があるから,

η' と ε_1 とは線形関係をもつこととなる。こ

れは実験値より図-3 がえられ, 次式

$$\eta' = A \varepsilon_1 + B \quad \text{--- (6)}$$

となり, A, B は係数であって, $(\sigma_1 - \sigma_3) / (\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{3})$

$\sim \log A$ とは直線関係があり, この直線は

σ_3 の値によつて異なる。 B の値は $(\sigma_1 - \sigma_3) / (\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{3}) = \eta'$ と σ_3 との函数として表わされるものと考えられる。つぎにクリープ試験より, 図-4 に示すように η' とヒズミ速度 $\dot{\varepsilon}_1$ の対数との関係プロットした。これより次式が成立する。

$$\eta' = C \log_0 \dot{\varepsilon}_1 + D \quad \text{すなわち} \quad \eta' = C' \log \dot{\varepsilon}_1 + D \quad \text{--- (7)}$$

ただし $C' = C/2.3$ であつて, C' と D は係数であり, η' と $\log_0 C'$ とは直線関係にあり, その直線は σ_3 の値により異なる。 D と η' とは直線関係となる。(7)式より

$$\dot{\varepsilon}_1 = \exp\left(\frac{\eta' - D}{C'}\right) \quad \text{--- (8)}$$

となり, これに(6)式を用いて解けば, 次式がえられる。

$$t = \int_0^{\varepsilon_1} \exp\left(-\frac{E\varepsilon_1 + F}{G\varepsilon_1 + H}\right) d\varepsilon_1 \quad \text{--- (9)}$$

$$\text{ただし } E = -AD, \quad F = 1 - BD, \quad G = AC', \quad H = BC' \quad \text{--- (10)}$$

である。(9)式によつて $t \sim \varepsilon_1$ 関係がえられることとなる。ただしこの計算は数値積分のシンプソンの公式によることとなる。 $\sigma_3 = 2 \text{ kg/cm}^2$ のときのクリープの実測値と(9)式による計算値とを図-5 に示している。これによれば計算上の精度の問題はあるが, クリープ試験における時間にとりまなうヒズミの進行状況をほぼ(9)式によつて示すことができるものと考えられる。

4. あとがき

今回の研究は途中で岡ゲキ水圧測定装置の故障があった関係で, $\sigma_3 = 2 \text{ kg/cm}^2$ と 3 kg/cm^2 の二つの場合について, クリープ応力を種々にかえて実施した結果をまとめてクリープ変形の性質を解析したので, 今後 σ_3 を種々かえて研究して, 関係式の諸係数と応力との関係について追究すべきものと考えている。

(参考文献)

- 1) 山口晴幸, 三田地利之, 北郷繁: 土木学会第31回年次学術講演会講演概要集第3部, 昭和51年10月, P.157
- 2) J. H. Prevost: Proceedings of ASCE, Vol.102, No. GT12, Dec. 1976, P.1245

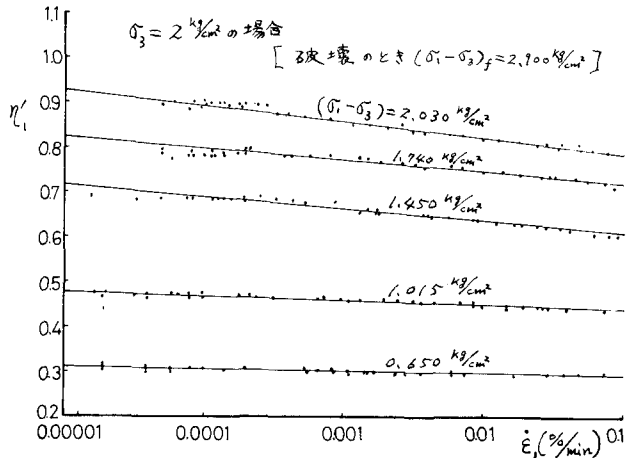


図-4, $\log_0 \dot{\varepsilon}_1 \sim \eta'$ 関係

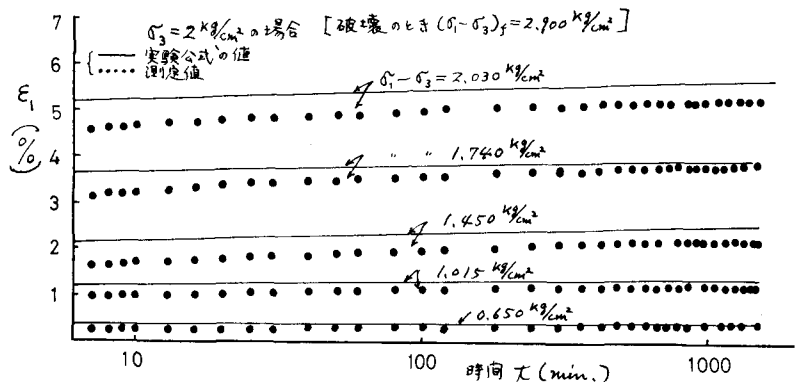


図-5, $\log_0 t \sim \varepsilon_1$ 関係の実測値と計算値の比較