

III-20

粘土の応力・ヒズミ関係の一考察

京都大学防災研究所 正員 柴田 徹

同 正員 〇軽部大蔵

この報告は粘土の定荷重式圧縮試験よりえられる応力・ヒズミ関係についての考察と、定ヒズミ式圧縮、Extension試験よりえられる固ゲキ水圧・ヒズミ関係についての実験結果を述べるものである。

1. 定荷重式圧縮試験における応力・ヒズミ関係

粘土の種類や試験条件によっては、重ね合せの原理が適用できる場合も存在することか判明しているため、このような場合の応力・ヒズミ関係について考えてみる。

いま一定応力 $\Delta\sigma$ が Δt 時間作用したときのヒズミ ε_i は次式にて与えられる。

$$\varepsilon_i = \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right) \Delta\sigma + \frac{\Delta\sigma}{B_2 E_2} \log C \Delta t \quad (1)$$

ここに E_1, E_2 ; 弾性係数, B_2, C ; 常数である。

定荷重式圧縮試験におけるより、 $\Delta\sigma$ を n 倍載荷したときの全ヒズミ量を ε とし、そのときの全応力を $\sigma = n \Delta\sigma$ とすれば、重ね合せの原理より

$$\varepsilon = n \cdot \varepsilon_i + \frac{\Delta\sigma}{B_2 E_2} \log n! \quad (2)$$

となり、(2) 式を変形すると

$$\begin{aligned} \log \varepsilon &= \log \varepsilon_i \\ &+ \left[\frac{\log \left\{ n + \left(\Delta\sigma / B_2 E_2 \varepsilon_i \right) \log n! \right\}}{\log n} \right] \log \frac{\sigma}{\Delta\sigma} \end{aligned} \quad (3)$$

が導かれる。そして数値計算によれば、

(3) 式右辺の〔 〕中の値は n 値とは無関係に近似的に一定となり、 $(\Delta\sigma / B_2 E_2 \varepsilon_i)$ のみの関数となることを判明しているため、

$$\log \varepsilon \doteq \log \varepsilon_i + f_n (\Delta\sigma / B_2 E_2 \varepsilon_i) \log \frac{\sigma}{\Delta\sigma} \quad (4)$$

となり、定荷重式の圧縮試験で得た $\sigma \sim \varepsilon$ 関係の両対数プロットは直線となり、その直線の傾斜は $(\Delta\sigma / B_2 E_2 \varepsilon_i)$ の値でままることになる。Fig. 1 は 大阪湾積層粘土の乱さない試験料を用いて、 $\Delta\sigma = 0.5 \text{ kg/cm}^2$, $\Delta t = 24 \text{ hr.}$ の圧縮試験を行なった結果をヒズミ・時間関係にまとめたものである。これより、 $\sigma = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ に対する直線から、 $(\Delta\sigma / B_2 E_2) = 0.01\%$, $\varepsilon_i = 0.07\%$ が求まるので、(4) 式の $(\Delta\sigma / B_2 E_2 \varepsilon_i) = 0.14$, $f_n (\Delta\sigma / B_2 E_2 \varepsilon_i) = 1.04$ が計算できる。Fig. 2 は $\sigma \sim \varepsilon$ 曲線の両対数プロットを示し、図中の直線は上で計算した (4) 式

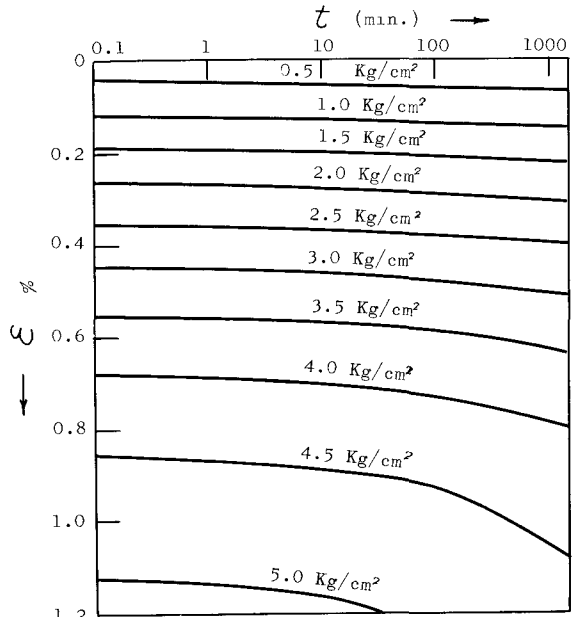


Fig. 1

を示している。そして(4)式の直線からそれる点の応力を上限降伏値と考えている。また Fig.1において、各荷重段階の応力履歴を除去した $\sigma \sim \epsilon$ 曲線を求めると、Fig.3に示すように時間をパラメーターとして、上限降伏値以下では直線関係がえられる。なおFig.3には比較のために、応力履歴を除去しない $\sigma \sim \epsilon$ 曲線も併記してある。

2. 定ヒズミ式圧縮, Extension試験における間ゲキ水圧 $\sim$ ヒズミ関係

Fig.4は、繰り返し再圧密した大阪沖積層粘土を用いて行なった各種の圧密非排水せん断試験(軸方向ヒズミ $0.007\%/min$)結果を、Rendulicの応力図上にプロットしたものである。すなわち図中の曲線aは $\sigma_a = \sigma_r$ の圧力下で圧密終了した後試体を“ $\sigma_r = \text{const.}, \sigma_a$:増加”の条件で、曲線bは“ $\sigma_r = \text{const.}, \sigma_a$:減少”の条件で、また曲線c,dは“ $\sigma_r = \text{const.}, \sigma_a$:増加 $\rightarrow$ 減少”の条件でせん断した場合の応力経路である。

これらの結果を (u_d/σ_m) と軸方向ヒズミ ϵ の関係に整理するとFig.5のようになり、非排水の際に発生する間ゲキ水圧は平均主応力とヒズミで表わすことができる。ただし、

$$u_d = \text{過剰間ゲキ水圧} (\Delta u)$$

$$= \text{平均主応力の増分} \left(\frac{\Delta \sigma_a + 2\Delta \sigma_r}{3} \right)$$

$$\sigma_m = \text{平均主応力} ; (1/3)(\sigma_a + 2\sigma_r)$$

である。

