

III - 3 土の初期圧縮変形過程の応力依存性について(第3報)

九州大学工学部 正員 山内豊隆
同 学生員 O青砥 宏

1. まえがき 今まで2度にわたって土の初期圧縮変形過程について述べた¹⁾。今回はこの過程のうち、応力依存性を論じようとするものである。一定荷重を受ける土の初期圧縮変形過程における応力依存性を明らかにすることは、静的応力-ヒズミ関係を導く上で重要であるばかりでなく、またクリープの破断寿命を推定する問題においても寄与するところが大きいと考えられる。(直接的には応力緩和現象と関係づけられることはいうまでもない。)静的応力-ヒズミ関係式は、いく人かによって実験式として、また理論式として提案されている。例えば、村山²⁾は双曲線型の理論式を提示している。筆者は、クリープ試験によって得られた初期圧縮変形過程のヒズミおよびヒズミ速度の応力依存性について、主として実験結果を中心に論ずることにする。

2. 実験方法と試料 実験方法と試料については前2報で述べているのでここでは簡単に触れるにとどめたい。実験方法は、九大式全自動繰返し三軸圧縮試験装置を用いて、一定荷重クリープ試験を行ない、主として1次クリープ段階からデータをとった。試料は福岡市金山産のマサ土を用い、含水比10%で締め固めた直径3 cm、高さ8.1 cmの供試体と作製した。

3. 実験結果 含水比などの諸条件を一定に保ち三軸クリープ試験を行ない、図-1のような軸ヒズミと主応力差の関係を得た。主応力差としては拘束圧 σ_3 を一定に保つ方式で行なった。図-1は縦軸に軸ヒズミ ϵ 、横軸に主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ をとり、時間 $t = 10$ 分における両者の関係とプロットしたものである。初期圧縮変形過程においては時間 t に無関係に図-1と同様の傾向が見られた。

図-2は同じクリープ試験により軸ヒズミ速度と主応力差の関係を示したものである。軸ヒズミ速度は差分式 $(\Delta \epsilon = 10 \text{ sec})$ によって求めたものである。

図-3は種々の応力レベルによって得られたクリープ曲線群と $\epsilon = \dot{\epsilon} \times t$ 直線との交点を、応力-ヒズミ図にプロットしたものである。

4. 実験結果の考察 図-1から分るように軸ヒズミと主応力差の関係は双曲線で表現することができ、この双曲線は原点を通り、漸近線として $(\sigma_1 - \sigma_3) \approx 3.2$ を有するものである。また、図-2に示す軸ヒズミ速度と主応力差の関係においても同様のことが言える。すなわち、軸ヒズミも軸ヒズミ速度もともに双曲線型の応力依存性を示すと考えられる。ヒズミの中から塑性ヒズミをとり出ると、塑性ヒズミと主応力差の関係を示す曲線は原点を通らない。以上の関係を式で示すと次のようになる。

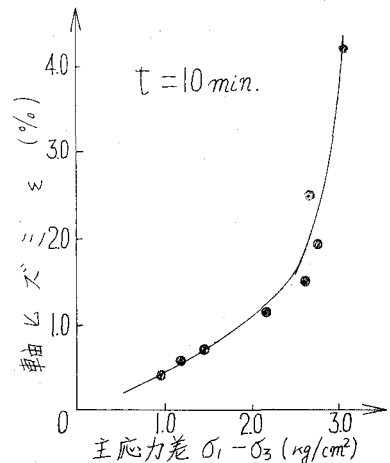


図-1 軸ヒズミの応力依存性

$$\varepsilon = a \cdot \frac{\sigma - \sigma_c}{\sigma_i - \sigma} + \varepsilon_0 \quad (1)$$

$$\dot{\varepsilon} = b \cdot \frac{\sigma - \sigma_c}{\sigma_i - \sigma} \quad (2)$$

ここで、 a, b は定数、 σ は主応力差、 σ_i は漸進線の主応力差値、 σ_c は塑性ヒズミ $\varepsilon_p = 0$ に対応する主応力差である。(添字の i, c は特別の意味を持たない。)

静的試験においては一般にヒズミ速度 $\dot{\varepsilon}$ が一定に保たれ、ヒズミ ε は $\varepsilon = \dot{\varepsilon} \cdot t$ で求められる。ヒズミ速度と応力の関係が式(2)によって得られるとすれば、係数 a, b の時間依存性を知らることによって、静的応力-ヒズミ関係と得ることが出来る。この関係をグラフによって求めたのが図-3である。図-3は先にも述べたように、フリーフ試験によって得られた $\varepsilon-t$ 曲線と $\varepsilon = \dot{\varepsilon} \cdot t$ 直線との交点をプロットしたものである。図-3にプロットした $\sigma-\varepsilon$ 関係は、式(1)、(2)と同様の双曲線によって近似される。つまり

$$\varepsilon_p = c \cdot \frac{\sigma - \sigma_c}{\sigma_i - \sigma} \quad (3)$$

が得られた。ここで c は定数である。式(3)は村山が理論的に導いた式⁽²⁾と一致する。もちろんその適用域は初期圧縮変形過程に限られる。

5. あとがき 今回は、一定荷重を受ける土の初期圧縮変形過程における、軸ヒズミと軸ヒズミ速度の応力依存性について述べたが、実験により式(1)、(2)を得た。式(1)、(2)の中の σ_i, σ_c は物理的意味がかなり明確であるにもかかわらず、定量的に測定する事は非常に困難である。それは初期ヒズミの中に含まれる塑性ヒズミの測定に困難さに依る。さらに、静的応力-ヒズミ関係について言及し、初期圧縮変形条件の下で式(3)を得た。

参考文献

- (1) 山内、青砥：「土の初期圧縮変形機構について」 第5回土質工学研究発表会講演集、昭45.6.
山内、青砥：「セン断中の粒子の移動方向の分布について」 第25回土木学会年次学術講演会講演集、昭45.11.
- (2) 村山朔郎：「砂の応力・変形理論について」 第25回土木学会年次学術講演会講演集、昭45.11.

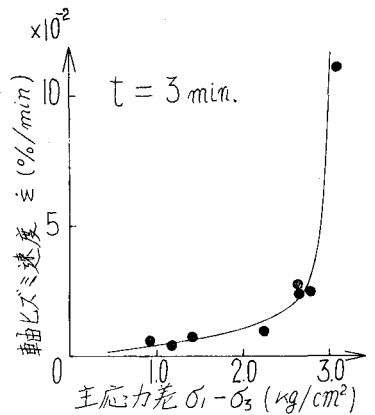


図-2 軸ヒズミ速度の応力依存性

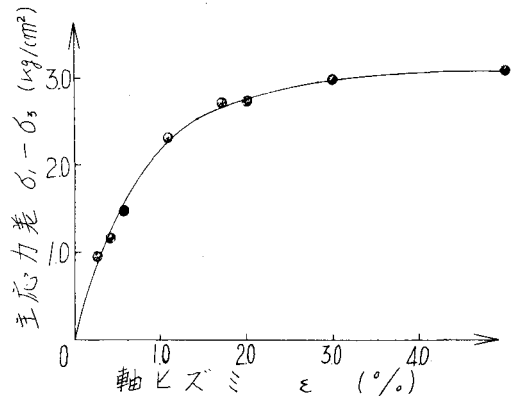


図-3 フリーフ試験から得られた静的応力-ヒズミ曲線