

## II-1 粘土の動的クリープについて

正眞 京都大学工学部 工博 村山 翔郎  
准眞 同 〇柴田 徹

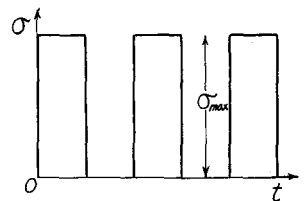
粘土の静力学的な挙動、特にそのレオロジー的特性については微視的な観測から多くを解明し、クリープ破壊あるいは二次圧密などをも説明しうる粘土のモデルを提案したが、ひきつづき動的性状を明らかにするため、振動クリープ、疲労破壊などについて実験と考察を行った。

表-1

| 試料   | 採取深度                             | 粘土含量 | 含水比    | L.L. | P.L. | 比重   |
|------|----------------------------------|------|--------|------|------|------|
| No.1 | 16 <sup>m</sup> -24 <sup>m</sup> | 53%  | 65-71% | 95%  | 30%  | 2.56 |
| No.2 | 15-23                            | 46   | 59-68  | 79   | 31   | 2.65 |
| No.3 | 16-18                            | 43   | 60-68  | 80   | 30   | 2.65 |

1. 試料と実験装置 使用した試料は大阪沖積層より薄肉サンプラーによって採取した三種類の不攪乱飽和粘土であって各物理試験の結果を表-1に示す。供試体は直径3.5cm、高さ8.0cmの円柱形に成型し、応力の履歴による影響をなくするためにすべて新鮮試料を用いて一連の実験を行った。装置は(a)荷重制御式三軸圧縮試験機のレバーを自動して繰返し載荷を行じもの及び(b)起振機(Two-mass 偏心質量型)による振動荷重をプランジャーを介して試料に作用せしめるものの二方式でその応力変化は図-1(a),(b)にて示される。

図-1(a) (載荷方式-a)



2. 動的クリープ 載荷方式(b)によって振動クリープ試験を行じ、ヒズミは正弦波的な振中を描きながら時間とともに増加していく。いま最大応力( $\sigma_{max}$ )をパラメーターとして最大ヒズミ( $\epsilon$ )と時間( $t$ )の関係を半対数紙上にプロットすると図-2に示すごとくクリープ特性が明瞭にあらわれてくる。すなわち(1)ある値( $0.733 \text{ kg/cm}^2$ )以下の応力に対してヒズミと時間の対数が直線関係にあり、その直線の勾配は応力の増加とともに大きくなる。(2)ある応力( $0.733 \text{ kg/cm}^2$ )以上では上方に凹の曲線となって相当時間経過後に破壊にいたることを暗示している。

図-1(b) (載荷方式-b)

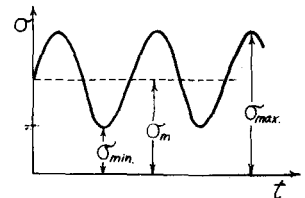
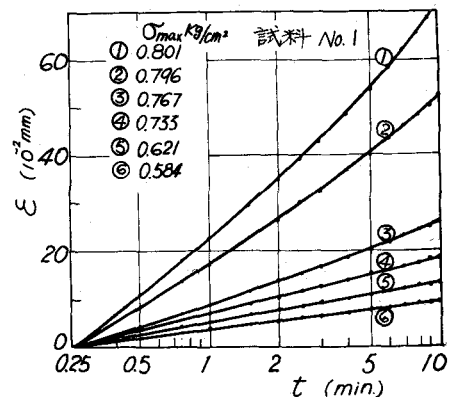


図-2 動的クリープヒズミと時間(対数)の関係



次にヒズミ速度( $d\epsilon/dt$ )と応力( $\sigma_{max}$ )の関係を求め、時間( $t$ )をパラメーターとして描くと図-3のごとき流動曲線が得られる。この図から明らかのように上限降伏値 $\sigma_u \approx 0.7 \text{ kg/cm}^2$ 以下の応力範囲ではヒズミ速度と応力は直線関係にあり、しかも下限降伏値に収斂する傾向を示している。同一含水比の試料について静的クリープ試験を行い、流動曲線を描いて上限、下限降伏値を求めると $\sigma_u \approx 0.7 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\sigma_0 \approx 0.1 \text{ kg/cm}^2$

となって前者は動的試験より得られた値にほぼ一致することになった。

3. 粘土の疲労破壊 粘土に繰返し応力が作用した場合、その応力度の大きさがたとえ静的強度よりはるかに低い場合でも繰返し数を増加するとついに破壊する。かかる疲労破壊の現象を説明するために上限降伏値以上の応力繰返しによって単位面積当りの結合粒子数  $N_0$  が徐々に減少し、ついに  $N_0=0$  に至って疲労破壊を生じるとして図-1(a)の載荷方式を対象に、クリープ破壊の理論<sup>(1)</sup>を拡張して考察した結果、最大応力 ( $\sigma_{max}$ ) と疲労破壊にいたる繰返し数 ( $n$ ) との関係は次式にて表わされる。

$$\log \sigma_{max} = \log A \cdot N_0 - \log n$$

ここに  $A$  ; 常数,  $N_0$  ; 初期結合粒子数である。

すなわち繰返し最大応力と回数が上限降伏値以上の応力範囲では両対数紙上で直線関係にあることになる。

図-4 は試料 No.2 について行った疲労破壊試験の結果、繰返し最大応力と疲労破壊にいたる繰返し数との関係を示

したいわゆる疲労曲線図であって、両対数紙上で直線となり理論式の成立を実証している。図-5 は試料 No.3 について載荷方式 (b) による振動載荷試験を行って得た疲労曲線であってやはり両対数紙上で直線関係が得られる。この図には振動数を二種類に変えた場合の結果をプロットしてあるが、ほぼ同一直線上にあることから破壊にいたる繰返し応力は振動数にはほとんど影響されず、繰返し回数によって決まることわかる。

4. 更に粘土の共振特性、繰返し載荷による圧縮強度の増加、振動荷重をうけた粘土供試体の含水比分布の推移などについても研究し興味ある結果を得た。

本研究は昭和31年度文部省科学試験研究費によるものの一部である。

文献(1) 村山翔郎, 柴田徹: 粘土のレオロジー的特性について, 土木学会論文集, 第40号, 昭和31-5.

図-3 流動曲線

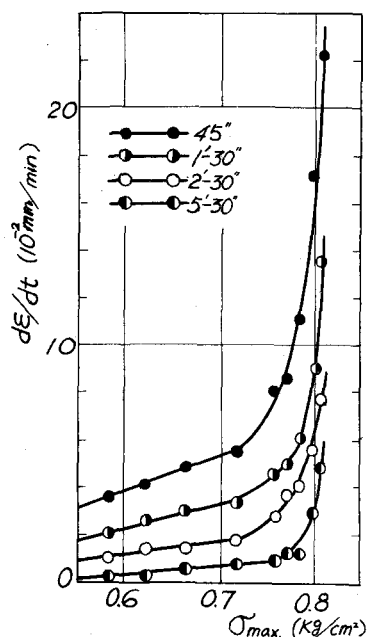


図-4 粘土の疲労曲線(載荷式-a)

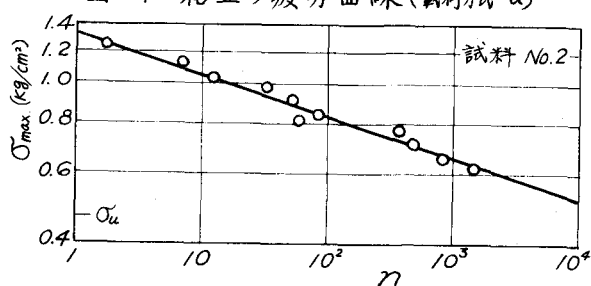


図-5 粘土の疲労曲線(載荷式-b)

