

種々の締固めをした砂のクリープ試験

摂南大学工学部 正員 村山朝郎
 摂南大学工学部 正員 道広一利
 (財)大阪土質試験所〇正員 早川 清

1. まえがき

現地盤の変形解析を行なう場合、地盤材料の応力～ひずみ～時間関係の解明が必要となる。ここでは、種々の平均主応力 σ_m を繰返し載荷して締固めた砂の排水三軸クリープ試験について述べる。なお、このクリープ試験においては平均主応力 σ_m は常に一定とし、その値は締固めに用いた平均主応力と同一値を用いた。

2. 試料および方法

砂試料は豊浦標準砂の粒径0.297mm以上、0.074mm以下を取り除いたものを用い、その粒径加積曲線を図1に、物性を表1に表わす。なお、供試体作成方法については「一定の締固めをした砂のクリープ試験」の報告に示しており、ここでは省略する。種々の締固めのために今回用いた繰返し平均主応力振幅は0.2 kgf/cm²～0.9, 1.1, 1.3, 1.4, 1.6, 1.7 kgf/cm²である。また、せん断ひずみ γ は、測定した体積ひずみ ϵ_v 、軸方向ひずみ ϵ_1 より次式で計算した。 $\gamma = \frac{3}{2}(\epsilon_1 - \epsilon_v/3)$

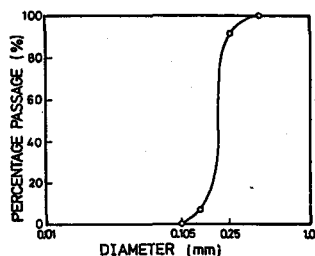


図1. 粒径加積曲線

Gs	D ₁₀	Cu
2.635	0.14	1.47

表1. 物性

3. 実験結果およびその考察

(1) 応力～ひずみ関係 ; $\sigma_m = 1.1$ kgf/cm²における $\gamma \sim \log t$ 関係(t :経過時間)を図2に示す。他の σ_m で行なった関係も同様な傾向であった(図省略)。種々の一定 σ_m で求めた $\gamma \sim \log t$ 関係から、経過時間 $t = 1, 20$ minにおける $\sigma_{cr}^{\%} \sim \gamma$ 関係($\sigma_{cr}^{\%}$:偏差応力)を求めると図3,4となる。これらの関係は、いずれの時間のパラメーターにおいても σ_m の大きいかんにかかわらずほぼ1本の曲線として表わされており、図3,4のデータを両対数紙上にプロットすると、それぞれ図5,6のように示され、初期の部分は傾き45°の直線となり、その折点として弾性限界値[粘弾性限界値: $(\sigma_{cr}^{\%})_{el}$ とする]が得られ、その値は図から $(\sigma_{cr}^{\%})_{el} \approx 0.8$ となった。この値は図5,6から知

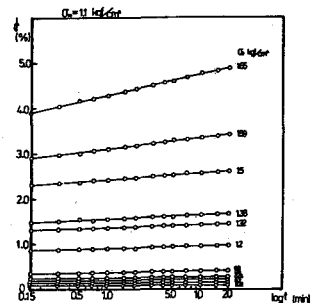


図2. $\gamma \sim \log t$

示され、初期の部分は傾き45°の直線となり、その折点として弾性限界値[粘弾性限界値: $(\sigma_{cr}^{\%})_{el}$ とする]が得られ、その値は図から $(\sigma_{cr}^{\%})_{el} \approx 0.8$ となった。この値は図5,6から知

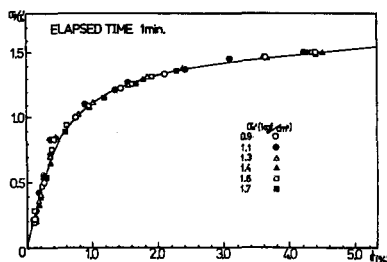


図3. $\sigma_{cr}^{\%} \sim \gamma$

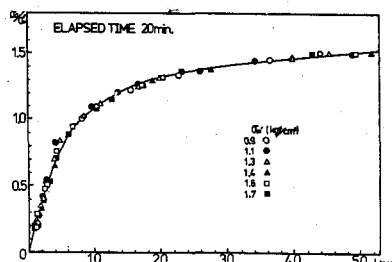


図4. $\sigma_{cr}^{\%} \sim \gamma$

られるように締め固めに用いた σ_m の値にかかわらず一定であることが認められた。

(2) 粘弾性限界値 ; 種々の σ_m のもとで行なった $\sigma \sim \log t$ 関係 (例えば図2) において、経過時間 $t = 1.5, 10.5 \text{ min}$ のひずみ速度 $d\epsilon/dt \sim \sigma_m$ 関係 (流動曲線) を求めると、それぞれ図7.8になる。いずれの図も経過時間が一定であれば、それぞれの流動曲線は σ_m の大きさにかかわらず1本の曲線で表わされる。流動曲線の折点は弾性限界値を与えるが、図7.8よりそれぞれの値はいずれも0.8であって図5.6から求めた粘弾性限界値と一致している。

(3) 粘弾塑性領域における応力 $\sim$ ひずみ特性 ; 種々の一定 σ_m で求めた $\sigma \sim \log t$ 関係より描いた図5.6からそれぞれ $(\sigma_m)_{el}$ における σ 、すなわち粘弾性限界ひずみ ϵ_{el} を求めついで $(\sigma_m - (\sigma_m)_{el})$ を求め、これらの値から $(\sigma_m - (\sigma_m)_{el}) / (\epsilon - \epsilon_{el}) \sim \sigma_m$ 関係をプロットするとそれぞれ図9.10になる。図9.10から、時間が一定ならば σ_m にかかわらず1本の直線で表わされることがわかる。すなわちこの直線から $(\sigma_m - (\sigma_m)_{el}) / (\epsilon - \epsilon_{el}) = A - B \sigma_m$ の関係が成立する。この式は村山が求めた砂の塑性状態における応力 $\sim$ ひずみ関係式に対応するものである。

(4) あとがき ; 等方な平均主応力 σ_m のくり返し載荷で締め固めた砂試料を同じ平均主応力 σ_m のもとで排水クリープさせたときのクリープひずみ ϵ と応力比 σ/σ_m との関係は、クリープ応力として応力比 σ/σ_m を用いれば、 σ_m の大きさいかにかわらず一義的に表現されることが実証された。

なお、本実験においてお世話になった、熊谷組:中世古敦司、管野工務店:管野泰功、両氏に感謝の意を表わす。

参考文献

- 1) 村山, 道広, 坂上: "一定の締め固めとした砂のクリープ試験。
- 2) 村山, 道広, 坂上: "砂のクリープ特性について。
- 3) S. MURAYAMA: IX ICSMFE Constitutive equation of soils

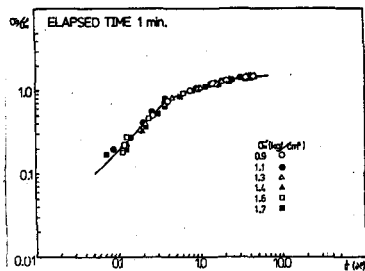


図5. $\log \sigma_m \sim \log \epsilon$

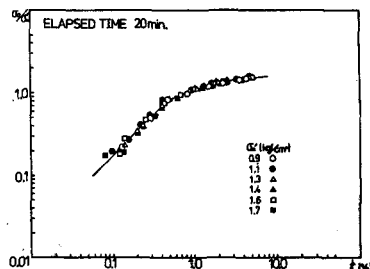


図6. $\log \sigma_m \sim \log \sigma$

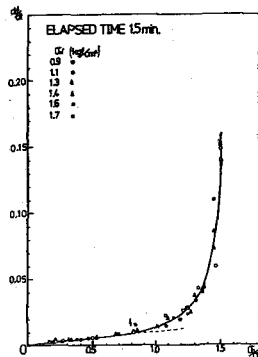


図7. $d\epsilon/dt \sim \sigma_m/\sigma_m$

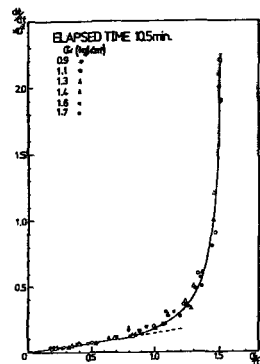


図8. $d\epsilon/dt \sim \sigma_m/\sigma_m$

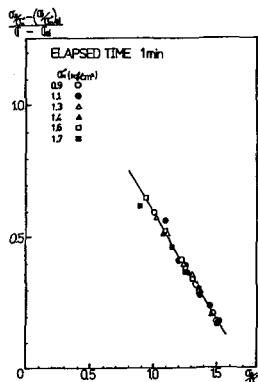


図9. $\frac{\sigma_m - (\sigma_m)_{el}}{\epsilon - \epsilon_{el}} \sim \sigma_m/\sigma_m$

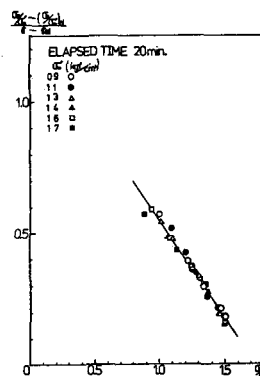


図10. $\frac{\sigma_m - (\sigma_m)_{el}}{\epsilon - \epsilon_{el}} \sim \sigma_m/\sigma_m$