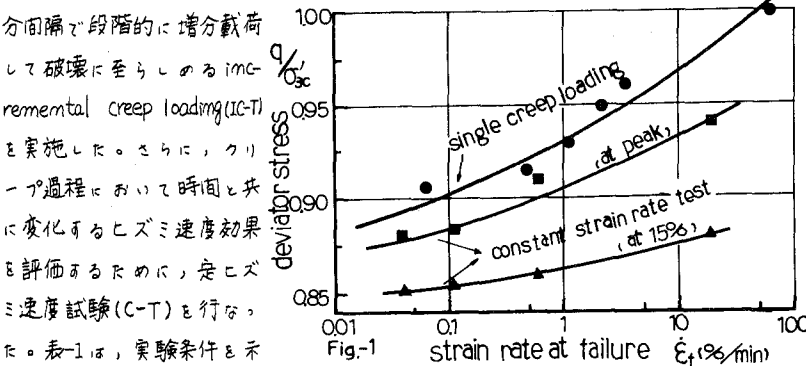


北大 大学院 学生員 ○山口 晴幸
北大 工学部 正員 三田地 利之
北大 工学部 正員 北郷 繁

1. まえがき 粘性土のクリープ特性に関して、実験的・理論的にかなり多くの研究がなされて来ている。著者らは、等方圧密軸対称力条件下での粘性土のクリープ特性に与えるクリープ応力の載荷方法、初期クリープ応力の強さおよび初期クリープ応力の載荷期間の影響を調べ、また、クリープ試験と定ヒズミ速度試験との対応性を実験的に検討したので、その結果をここに報告する。

2. 実験方法 本実験で用いた試料土の物理的性質は L.L. 53.0%, P.L. 21.4%, Gs 2.67 である。泥水状から予圧密法によって作成した径 50mm, 高さ 120mm, の円筒供試体と $\sigma_{vc} = 2 \text{ kg/cm}^2$ で等方圧密した後、クリープ試験は非排水状態で、一定のクリープ応力によってクリープ破壊に至る single creep loading test (SC-T) とある時間一定の初期クリープ応力を載荷した後、 0.2 kg/cm^2 の偏差応力を 15 分間隔で段階的に増分載荷

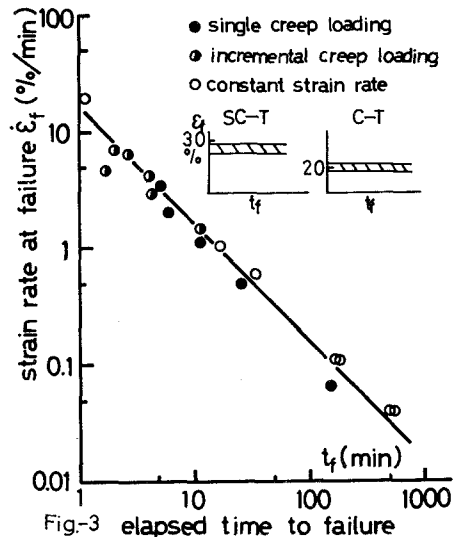
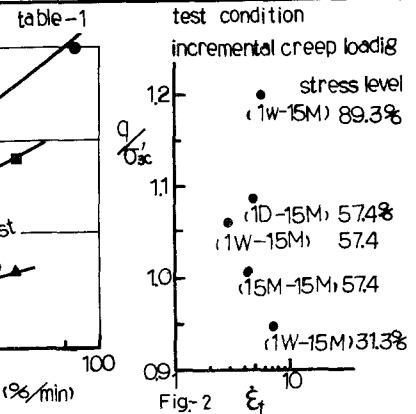
single creep loading SC-T	
incremental creep loading IC-T	
initial creep stress level $q_0 / (\sigma_{vc} - \sigma_{vs}) (\%)$	loading period
31.3 (0.55 kg/cm^2)	1 week (1W)
57.4	1 week
57.4 (1.0)	1 day (1D)
57.4	15 min (15M)
89.3 (1.57)	1 week
constant strain rate test C-T	



して破壊に至らしめる incremental creep loading (IC-T) を実施した。さらに、クリープ過程において時間と共に変化するヒズミ速度効果も評価するために、定ヒズミ速度試験 (C-T) を行った。表-1 は、実験条件を示している。初期クリープ応力はヒズミ速度 $\dot{\epsilon} = 0.04 \text{ \%}/\text{min}$ の定ヒズミ速度試験で得られたピーク偏差応力 $(\sigma_{vc} - \sigma_{vs})$ に対する百分率で表示してある。

3. 実験結果と考察 $[\dot{\epsilon}_t \text{ と } q/\sigma_{vc} \text{ との関係}]$ 粘性土の強度は載荷速度と共に大きく変化することが指摘されている。本実験の結果もクリープ破壊時のヒズミ速度 ($\dot{\epsilon}_t = \dot{\epsilon}_{\text{min}}$) との関係で Fig-1 に示してある^{2), 3)}。クリープと定ヒズミ速度の場合の q/σ_{vc} の値と比較すると、同じ $\dot{\epsilon}_t$ に対してクリープの方が大きいのはクリープ過程中、時間と共に変化するヒズミ速度 $\dot{\epsilon}$ が $\dot{\epsilon}_t$ より大きい等価な定ヒズミ速度 $\dot{\epsilon}_t$ の q/σ_{vc} に対応すると考えられる。

Fig-2 は同様に (IC-T) の場合で、初期クリープ応力の載荷期間およびクリープ応力の強さの影響を示している。図より、一週間程度のクリープ応力の載荷では載荷期間による影響は、クリープ応力の強さによる土の構造的变化が強度に支配的な影響を与えることがわかる。また、Fig-1 と比較して載荷方法によって強度が異なることがわかる。



〔 $\dot{\epsilon} \cdot t_f = \text{const.}$ の関係〕 クリープ破壊時におけるヒズミ速度($\dot{\epsilon}$)と破壊までに至る時間(t_f)との間には $\dot{\epsilon} \cdot t_f = \text{const.}$ という関係が報告されている^{3),4)}。本実験でもクリープ応力の載荷方法、初期クリープ応力の載荷期間およびクリープ応力の強さにかかわらず Fig-3 に示すように $\dot{\epsilon} \cdot t_f = \text{const.}$ の関係が得られた。また、この関係は定ヒズミ速度の場合にも適用され、ほぼ同一の直線で表わされることがわかる。つまり、 $\dot{\epsilon} \cdot t_f = \dot{\epsilon}_0 \cdot t_f = \text{const.}$ この関係は破壊時におけるヒズミ(ϵ_f)が t_f によらずほぼ一定の値を取ることを意味し、定ヒズミ速度の場合は、 const. が直接、破壊ヒズミ ϵ_f を示す。これに対する実験結果が Fig-3 中に示してある。このことは、また、Mitchell のクリープ方程式 $\dot{\epsilon} = A \sigma^m (t/t_0)^m$ を破壊時に適用しクリープ曲線の形状と規定する定数 m を 1 に近似することによって同様の関係が導かれる。

〔 $\log \dot{\epsilon} \propto \sigma$ の関係〕 $\dot{\epsilon} = A \sigma^m (t/t_0)^m$ において $\log \dot{\epsilon}$ と σ の関係と規定する定数 α は Fig-4 に示すようにクリープ応力の増加に対するヒズミ速度の増加割合を示す、工に固有な値であるといわれている^{7),9)}。Fig-4 の破壊線は定ヒズミ速度試験から得た直線でありこの勾配もクリープの場合とほぼ同じであることは興味深い。一方、Fig-5 は段階載荷によるみかけのクリープ定数 α を示しており、 α は主に載荷期間の影響を受け、また、初期クリープ応力の強さは工の構造も brittle な性質にし、これらの要素と段階的に増分載荷した応力のかさね合せの影響により $\alpha > \alpha$ になるものと考えられる。初期クリープ応力が小さく、その載荷期間の短い、(IC-T) の場合には (SC-T) の場合と一致する結果が得られた。

〔有効応力経路〕 (SC-T)、(IC-T) および (C-T) の結果と有効応力表示したのが Fig-6 である。(SC-T) の場合、左側の破壊線上の Δ 印はクリープ破壊時における点と示している。一方、固ゲキ水圧の時間的変化を考慮して、瞬時的にクリープ応力を載荷したことによって発生した固ゲキ水圧が時間および変形と共に安定な状態に達した固ゲキ水圧で修正したのが右側の $\rightarrow \Delta$ 印の点である。このようにすると、ほぼ (C-T) の破壊線付近に達する^{2),8)}。また、(IC-T) の場合には、初期クリープ応力の強さおよび載荷期間によらず一乗線と表わした破壊線上に位置する。両破壊線の有効内部摩擦角 ϕ の違いは、載荷方法の影響によるものと思われる。

(おとがき) 実験およびデーター整理は本学卒業生、嵯峨君および工藤技官に負うところが大きい。また、文部省科学研究費(一般-B)の補助を受けたことを記し謝意を表する。 参考文献

1) Casagrande, A. & Wilson, S.D. : Geotech. Vol. II, (1951), pp. 251-263
 2) Sibata, T. & Karube, D. : Proc. VII, ICSMFE, Vol. I (1969) pp. 361-367
 3) Campanella, R.G. & Vaid, J.P. : Comp. Geotech. Vol. II (1974) pp. 1-10
 4) 斎藤, E. & K. : 鉄鋼学会報告, 128号(1960) pp. 1-9
 5) 斎藤, E. : 鉄鋼学会報告, 202号(1972) pp. 59-71
 6) Singh, A. & Mitchell, J.K. : ASCE, Vol. 94, No. 311 (1968), pp. 21-46
 7) Singh, A. & Mitchell, J.K. : Proc. Vol. I, 1969 pp. 374-384, VII, ICSMFE
 8) 村山, 孝彦, 関口, 鉄鋼学会報告, 135号, B, (1971) pp. 528-541
 9) Bishop, A.W. & Lavenbury, P.T. : Proc. VII, ICSMFE, Vol. I, (1969) pp. 29-37
 定正正雄氏 定正正雄氏

