

はじめに

クリープ破壊も基本的には通常の破壊条件と同一法則に従う¹⁾という認識のもとに有効応力の立場から土のクリープ破壊における応力, 変形, 時間の関係について考察した。考察のための資料は Arulanadan, K., Shen, C. K., Young, R. B.²⁾, 村山, 栗原, 関口³⁾から引用した。

主応力差～平均主応力関係におけるクリープ破壊

図-1, 図-2は主応力差～平均主応力関係におけるクリープ破壊状態を示したものである。非排水状態では上限降伏値以上の主応力差を加えてやれば主応力差が一定でも平均主応力が減少し, その結果有効応力比が増加することにより土はクリープ破壊を生じるが, 排水クリープでは平均主応力が増加するので主応力差を増加しなければ破壊はおこらない。従って, もし非排水クリープの有効応力比の増加程度でいわゆる排水クリープ破壊を生じさせようと考えれば図-1の例えば二つの線で示されるような応力経路をおこさせる必要がある。

主応力差～平均主応力関係に等時間線, 等ヒズミ線, 等対数ヒズミ速度線を描いたものが図-2である。主応力差が小さい程, Critical state lineに到達するまでの時間は長くなり, 時間依存性は大きい。また, ヒズミ, 対数ヒズミ速度とも大きくなるに従って有効応力比に規定される。

有効応力比と軸ヒズミ関係

図-3は有効応力比と軸ヒズミの関係を示したものであるがクリープ破壊を生じないものと破壊を生じたものでは形が

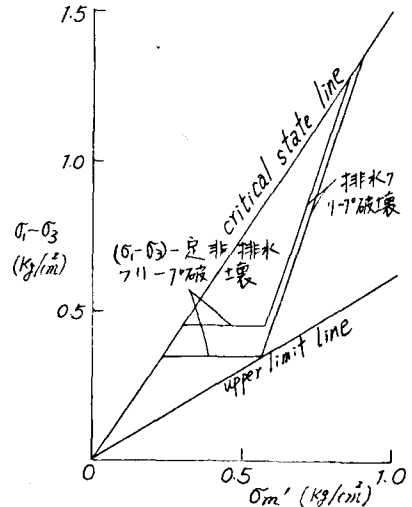


図-1 71-70 破壊模式図

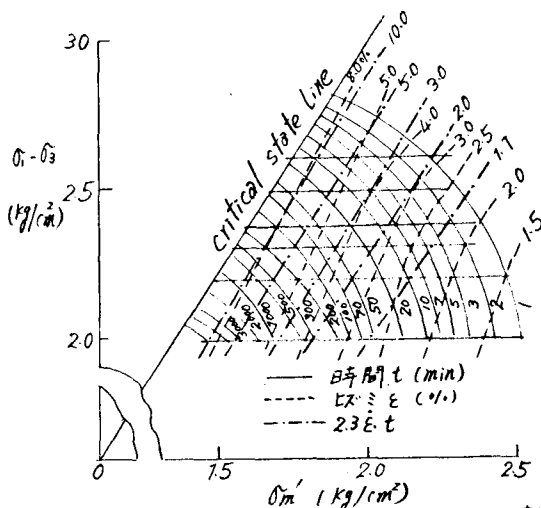


図-2. 非排水状態におけるクリープ破壊 (村山, 栗原, 関口引用)

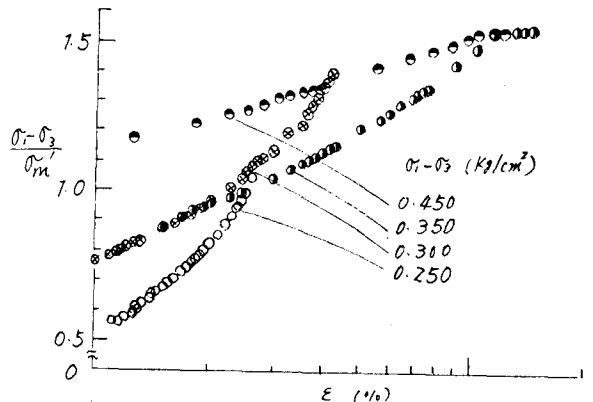


図-3. 有効応力比と軸ヒズミの関係 (Arulanadan, K., Shen, C. K., Young, R. B.)

異なる。クリープ破壊を生じたものは有効応力比が軸ヒズミに対し一律に増加し、ある値で有効応力比、軸ヒズミとも一定値に近づく。なお、この一定値は加速クリープ開始点に相等する。この直線のこう配と破壊時間の関係を図-6、表-1に示す。この配をKと表わすとKは粘土の種類(例えば液性限界)によって変化するようである。

クリープ破壊の理論式の誘導

有効応力比～軸ヒズミの一律な関係に着目し、クリープ破壊の理論式を導びく。

図-3から

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} = \alpha + K \log_{10} \epsilon \quad (1)$$

図-4, 5から

$$K = K_t \log_{10} t/t_{10} + K_a - K_b \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} \right) \quad (2)$$

$\epsilon = \epsilon_f$ の時、 $\left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} \right) = \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} \right)_f$ の条件のもとで

(1), (2)から

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} = \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} \right)_f + [K_t \log_{10} t/t_{10} + K_a - K_b \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} \right)] \log_{10} \epsilon / \epsilon_f \quad (3)$$

(3)より

$$\epsilon = \epsilon_f \cdot 10^{\frac{\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} - \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} \right)_f}{K_t \log_{10} t/t_{10} + K_a - K_b \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m} \right)}} \quad (4)$$

図-7は(4)式から計算された値と実験値を並べて図示したものであるが、ほぼ一致している。

結び

ここに考察したことは単にクリープ破壊に限らず通常の粘土のせん断特性にも時間依存性の面からは共通する問題と考えられるので実験を加え考察を進めていく。

表-1 時間依存性(K)の大きさ

K	0.5	0.74	1.2 (mm)
村山	10 min	230 min	69.2
A.K. S.C.K. Y.R.B.	180 min	3700 min	73.0

文献

- 1) 柴田, 星野, 第22回土木学会年次講演会講演集, 1967, 5
- 2) K. Arulanadan, C., K. Shen, R. B. Young, Geotech., 21, No. 4, 1971
- 3) 村山, 栗原, 関口, 京大防災研年報第13号B, 1970, 3

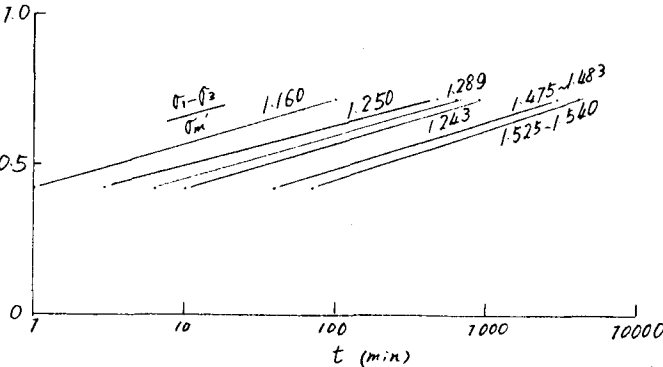


図-4. Kと時間の関係 (有効応力比パラメータ)

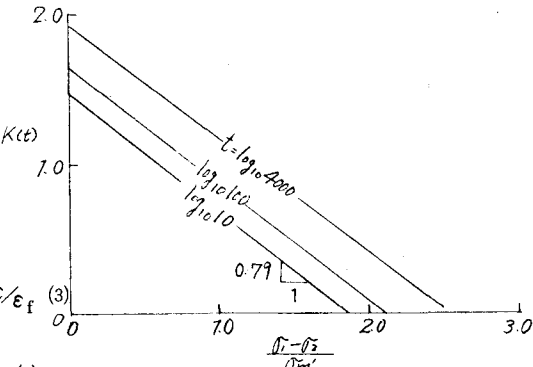


図-5. Kと有効応力比の関係 (時間パラメータ)

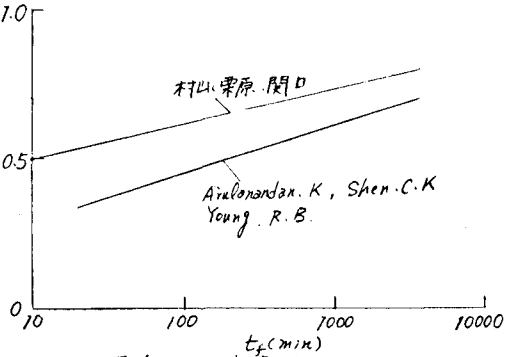


図-6. Kと破壊時間の関係

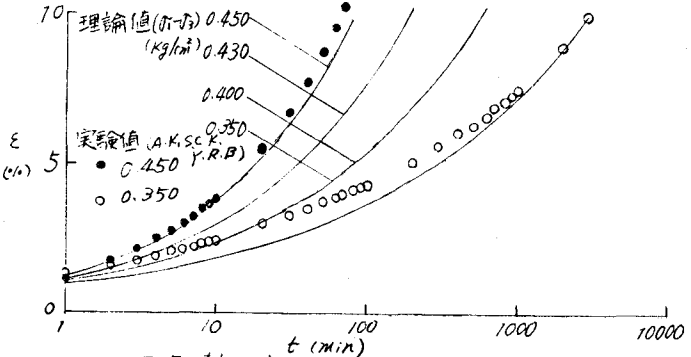


図-7. 軸ヒズミと時間の関係