

○ 高取大学工学部 正 清水正喜
京都大学大学院 学 大山和弘

1. まえがき

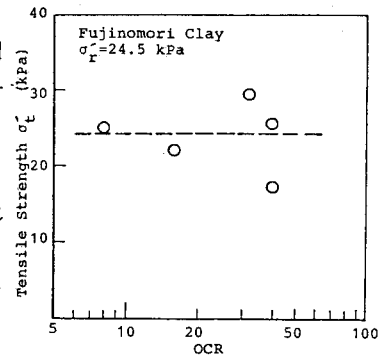
土の引張強度を測定する方法が種々提案されているが、有効応力を明らかにして引張強度と論じなければならぬ。この点で、Bishop & Garga¹⁾の方法が適していると思われる。この方法は、骨型ラテ試体を用いて排水三軸引張試験を行うもので、くびき部分の軸方向応力 (σ_a) が負 (引張) になり得るという原理に基づいている。ところが、試体内部で歪みは応力分布が一律でないという欠点も有している。歪みの非一様性を補正する方法について既に報告^{2,3)}したが、引張強度の値そのものは、歪み分布に比較的影響関係ということもわかった。本報告は、この成果を利用して、Bishop & Gargaの方法により繰り返し再圧密粘性土と不攪乱の浸漬粘土を対象にして引張強度特性ならびに負垂直応力下のクリープ特性について調べたものである。

2. 試料および実験方法

繰り返し再圧密した藤の森粘土と大阪南港および太正巴から採取した乱れな浸漬粘土を用いた。両試料のコンシステンシー限界と標準圧密試験から決定した圧密降伏応力を表に示した。繰り返し試料では、引張試験を先主として、等方圧密により過圧密状態を与えた。乱れな粘土は、過圧密領域の種々の圧密応力のもとで圧密し排水引張試験を行って引張強度特性を調べた。一方、クリープ試験は、繰り返し土を対象に行い、すべての試体に同一過圧密圧 ($\sigma'_{vm} = 785$, $\sigma'_r = 25$ kPa) を与えて後、種々の σ'_a (< 0) のもとで排水三軸引張クリープを行った。

	L.L	P.L	P.I.	γ (kPa)
藤の森粘土	48	26	22	—
大阪南港	128	41	87	206
大阪正巴	83	21	52	510

3. 引張強度特性 (1) OCRと引張強度の関係 せん断時の側圧 σ'_r を一定 (25 kPa) にして OCR を変化させて、強度と OCR の関係を調べた (図1)。調べた OCR の範囲では、破壊はすべて引張破壊のモードをとり、破壊時の σ'_a を引張強度 σ'_t ($= |\sigma'_a|$) とした。図1に示した OCR の範囲では σ'_t は OCR に無関係でほぼ一定の値をとることがわかる。



(2) 乱れな浸漬粘土の引張強度 排水三軸引張試験の結果の一例を図2に示す。図3に引張強度と拘束圧の関係を示す。比較のため、Blue London Clay の結果も併せて示した。図3より、乱れな粘土の引張強度は、拘束圧にほぼ無関係であることがわかる。引張強度は、粘土に固有の物理特性として性格をもつといえる。

図1. 引張強度とOCRの関係

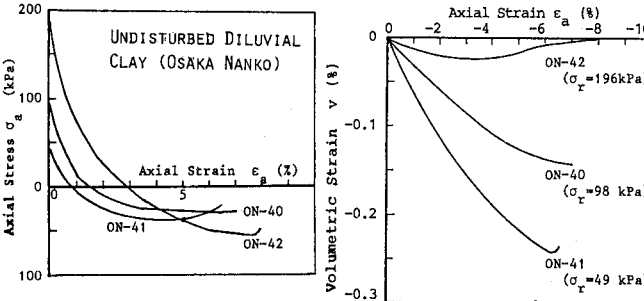


図2(左) 大阪浸漬粘土の引張応力-ひずみ関係

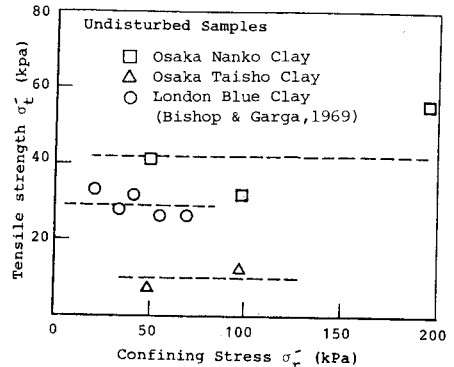


図3(右) 乱れな浸漬粘土の引張強度と拘束圧の関係

4. 負重軸心力下のクリープ特性

図4に排水三軸伸張クリープ試験結果を示す。図5にクリープ応力(σ_a)をパラメータにして、せん断歪速度の絶対値 $|\dot{\epsilon}| (= |\dot{\epsilon}_a - \frac{\sigma_a}{E} \dot{\sigma}_a|)$ と時間の関係を図対数表上に示した。破壊は、 $\sigma_a \leq 19.6$ kPaについて見られ、その場合には、遷移クリープ、定常クリープ、加速クリープの3段階が現れている。遷移クリープ過程は、 $|\dot{\epsilon}| = 10^{-2}$ (%/min) を境にして、傾向が異なっている。クリープの初期に現れる歪速度の変化の小さい部分は、軸心力を加えた瞬間に発生する負う通孔間隙水圧の消散する過程と思われる。負う通孔間隙水圧の消散とともに平均有効軸心が減少し、応力比が増大し、クリープ本来の歪速度が減少傾向を妨げることになり、結局、歪速度は、間隙水圧が完全に消散したとす過程に比べて大きく出るものと思われる。 $|\dot{\epsilon}| < 10^{-2}$ の部分で見られる $|\dot{\epsilon}|$ と t の関係は、Mitchell⁴⁾の提案式： $|\dot{\epsilon}| = A \exp(\alpha \sigma_a) \cdot t^m$ でよく説明できる。即ち、図は割愛するが、 $|\dot{\epsilon}|_{t=1}$ の対数とクリープ応力 $\sigma_a (= \sigma_a - \sigma_r \text{ or } \sigma_a)$ が直線で表わされる。次に、図6は、Saito & Uezawa⁵⁾のクリープ破壊予測式と、それを発展させた関口⁶⁾の式： $\dot{\epsilon}_s \cdot t_s^* = \text{const.}$ を検討したものである。ここに、 t_s^* は t_s (定常クリープ開始時刻)、 t_a (加速クリープ開始時刻)、 t_f (クリープ破壊時刻)に対応する。図6から明らかに、関口 & Saito⁵⁾が非排水クリープ試験から得た関係式が、負重軸心力下のクリープ破壊予測にも適用できることがわかる。

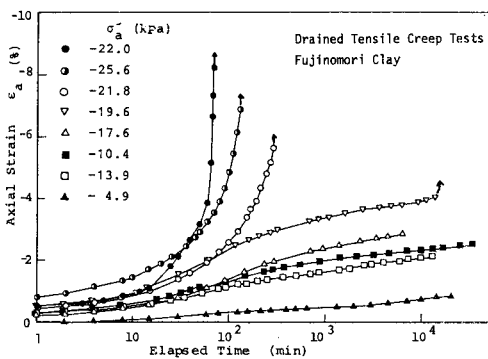


図4. 排水三軸伸張クリープ (軸心～時間関係)

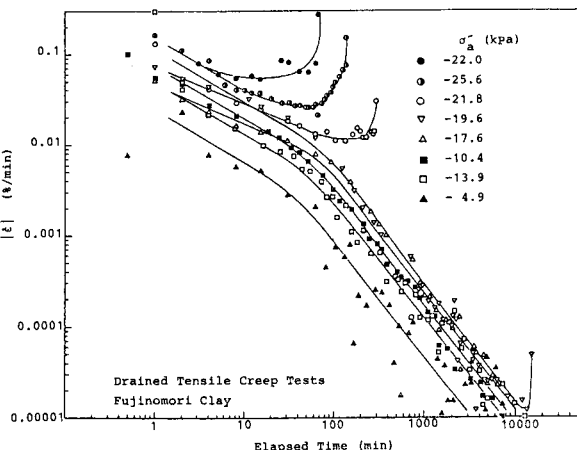


図5. せん断歪速度 $|\dot{\epsilon}|$ と時間の関係

5. 考察

図1～図3の結果は、粘土の引張り強度が単に圧密の履歴で説明できないことを表わしている。たとえ、表に示したP.L.と引張強度の関係に着目すると、P.L.の値もまた大規模な粘土土質に引張り強度が大きく出ている。データを収束する必要があるが、興味深い点がある。

遷移クリープの拡張式や破壊予測式は、本来、現象論的のものであり、クリープ変形のメカニズムを表わすものではない。負重軸心力下のクリープのメカニズムも圧縮軸心力下のそれと同じであると考えるわけではな～ことに注意を要すると思われる。

謝辞 本研究は、京都大学防災研究所において行われたものであり、御指導を賜、同研究所教授柴田徹先生、助教授足立乾前先生に心より謝意を表します。また、実験を行うに当たり、同研究所清水博樹技官には大変お世話になりました。ここに感謝致します。

参考文献 1) Bishop & Garga, (Geotechnique, Vol.19, pp.309-313) 2) 清水・井上: 土木学会関西支部年報, B653. 3) 清水・井上: 土木学会年講演集 Ⅲ-33, B653. 3) Mitchell J.K.: Fundamentals of Soil Behavior 4) Saito & Uezawa: 5th ICSMFE pp.215-218 5) 関口: 東工大卒業論文 B6.44

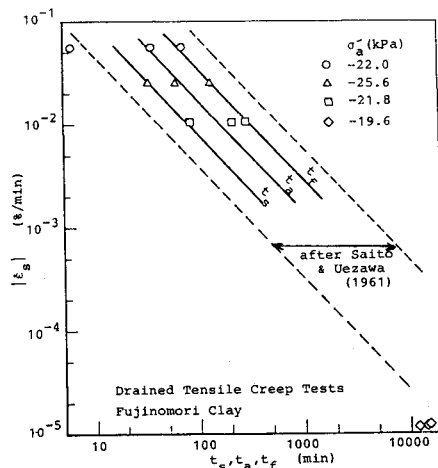


図6. 定常歪速度 $|\dot{\epsilon}_s|$ と t_s, t_a, t_f の関係