

不攪乱まさ土の三軸排水クリープ特性

鳥取大学工学部 (正) 清水正喜 東洋道路 近藤孝広
大豊建設 門脇 剛 米子市役所 妹尾千尋

はじめに

まさ土の不攪乱試料に対して、三軸試験を実施してきて、以下の知見を得ている^{1), 2)}。(i) 通常の拘束圧の下では、せん断の初期に体積の圧縮を示し、高いせん断応力下ではダイレイタンスーによって体積膨張する。間隙比の影響については、同じ母岩より生成されたまさ土に対し、(ii)間隙比の小さい方が、強度が大きく、(iii) 平均応力の増加による体積圧縮が小さく、また(iv)ダイレイタンスーによる体積膨張が顕著である。ここでは、三軸試験による排水クリープ試験の結果について述べる。

試料 鳥取県岩美町で乱さずに採取した花崗岩の風化土である。 $D_{10}=10\ \mu\text{m}$ 、 $D_{60}=800\ \mu\text{m}$ 、最大粒径 $9\ \text{mm}$ 、粘土分 ($5\ \mu\text{m}$) を5%含む粒度の良い試料である。不攪乱試料の採取方法、三軸試験用供試体の作成方法の詳細は既報^{1), 2)}を参照されたい。この試料の強度定数は、歪制御の排水三軸試験²⁾より $\sigma_r < 100\ \text{kPa}$ の範囲で $\phi' = 38-40^\circ$ 、 $c' = 0\ \text{kPa}$ と求められている。また圧縮指数 C_c は0.14である。

実験方法 所定の側圧で等方圧密後排水状態で側圧一定のまま所定のクリープ荷重(軸差応力 q)を作用させて一定に保ち、軸方向変位および体積変化を測定した。いずれも歪ゲージ式変換器を用いて自動計測した²⁾。クリープ荷重は、次の二通りの方法で作用させた。(1) 多段階載荷クリープ試験 ひとつの供試体で荷重を段階的に増加させていき破壊に至らせる試験; 記号Mで示す。(2) 単一荷重載荷クリープ試験 ひとつの供試体にひとつの荷重を載荷させる試験; 記号Sで示す。

以下には、側圧40kPa a の場合を中心に述べる。 $\phi' = 40^\circ$ としたとき、対応する静的基準強度 q_s は150 kPa である。

以下には、側圧40kPa a の場合を中心に述べる。 $\phi' = 40^\circ$ としたとき、対応する静的基準強度 q_s は150 kPa である。

多段階載荷クリープ

試験 クリープ荷重

レベルをパラメータにして、軸歪と体積歪の時間的変化を図1および図2に示す。歪および時間は、各荷重段階のものである。図1より、軸歪は $q \leq 168\ \text{kPa}$ の場合に時間の対数に対して、直線的に変化していることがわかる。 $q=192\ \text{kPa}$ のとき $t=100$ 分で破壊の徴候が見られるが、破壊には至らなかった。 $q=216\ \text{kPa}$ で完全に破壊している。図2より、体積歪は、高い荷重レベル ($q \geq 168\ \text{kPa}$) で膨張挙動を示している。 $q=192\ \text{kPa}$ において、10分ぐらいを境にして体積の膨張する傾向が減じているが、これは、上述の軸歪の傾向を説明していると思われる。

図3に軸歪速度と時間の関係を両対数紙上に示す。 $q \leq 168\ \text{kPa}$ の低荷重レベルでは、かなりの時間の範囲に亘って勾配 m が-1の直線に沿って変化している。先に図1で指摘した対数クリープの

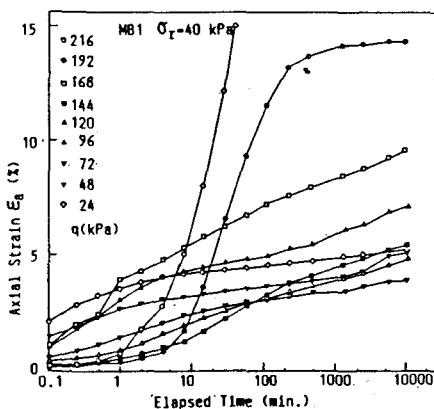


図 1

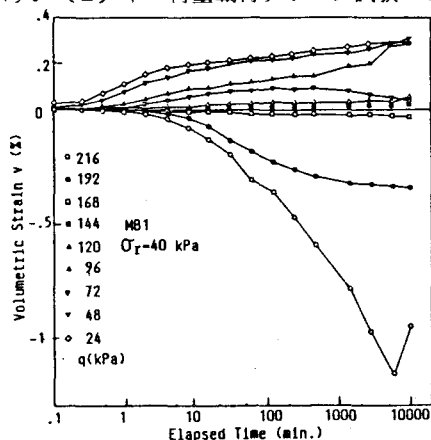


図 2

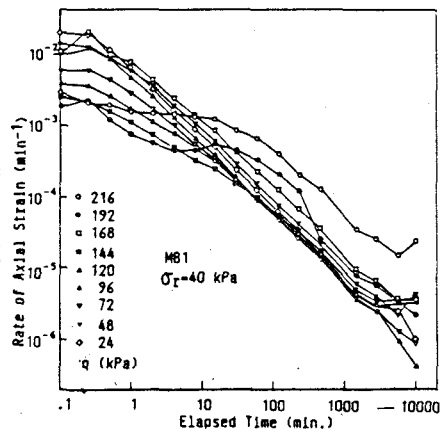


図 3

挙動が説明できる。高い荷重レベル ($q=192; 216 \text{ kPa}$) では、早い時間で歪速度の減少の割合が小さい。とくに完全な破壊に至った $q=216 \text{ kPa}$ の場合には、 $t \leq 12$ 分において、定常クリープ的な様子が見られる。しかし、その後歪速度は一旦減少し、 $t=5000$ 分で最小歪速度に達してから完全に破壊している。

図には示さないが、第一段階のクリープ荷重を大きくした多段階クリープ試験を行いクリープ挙動に対する作用荷重履歴の影響を調べた。歪-時間挙動は、上述のMB 1と本質的に同じであった。ただ、第一段階の作用荷重が大きい方が小さなクリープ荷重で破壊した。

単一荷重載荷クリープ試験

静的基準強度より大きいクリープ荷重を一度に載荷した。

図4、図5に軸歪および体積歪と時間の対数との関係を示す。図4で黒く塗ったプロットは、後に述べる最小歪速度に対応している。

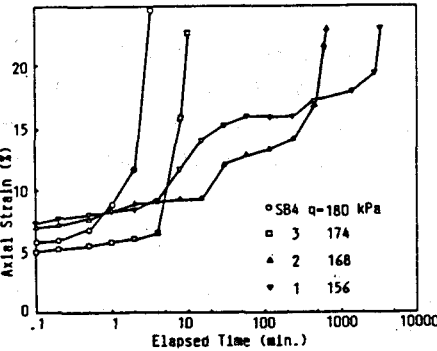


図 4

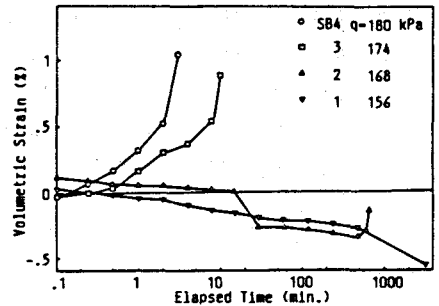


図 5

同図には、クリープ荷重載荷前の間隙比の値も示した。SB 4とSB 3の間隙比はほぼ等しくて、SB 2とSB 1に比べてかなり大きい。さて、両図より、SB 4とSB 3は圧縮しながら破壊し、SB 2とSB 1は、反対に膨張しながら破壊している。これらの挙動は、荷重レベルの大小よりも、間隙比の大小に関係しているものと思われる。

次に、図6は、軸歪速度と時間の関係を両対数紙上に示したものである。すべて破壊に至った試験であるが、先の多段階載荷試験の場合と違って、最小歪速度に達するまで勾配 m が -1 の直線を示している。間隙比の相違にも拘らず同一の直線で表されていることは、興味深い。

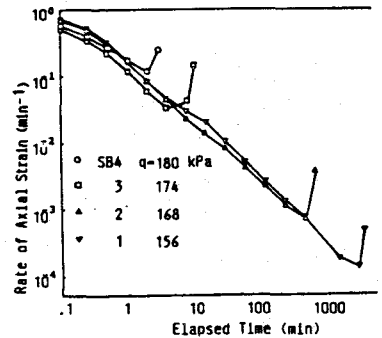


図 6

図7に、最小歪速度と破壊時間の関係を示した。勾配が -1 の直線上にプロットされ、斉藤・上沢の式³⁾が本研究で用いた試料に対しても成り立つことがわかる。

これらの単一荷重載荷クリープによる破壊強度は、先の多段階載荷試験の強度よりも小さいことに注意したい。

おわりに まさ土のもつ不均質性のため供試体間で間隙比の違いが大きく、荷重レベルの影響を十分明らかにできていないが、一応の結論を列挙する：

- (1) 初期間隙比の違いによって破壊クリープ時の体積変化挙動が異なる。
- (2) 低い荷重レベルより載荷する方が破壊クリープ強度は大きい。
- (3) 載荷履歴の如何に拘らず、遷移クリープ領域でクリープ速度パラメータ m は -1 となり対数型のクリープ挙動を示す。
- (4) 最小歪速度と破壊時間の関係は、斉藤・上沢の実験式で表される。

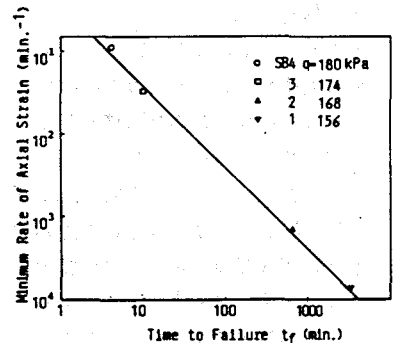


図 7

参考文献 1) 柴田・清水・都司：“不攪乱まさ土の三軸強度・変形特性”、第17回土質工学研究発表会 pp. 465-468, 昭57。 2) 清水：“不攪乱まさ土の三軸排水せん断特性”、土木学会中国四国支部研究発表会, pp. 171-172, 昭59。 3) Saito & Uezawa: "Failure of Clays...", 5th ICSMFE, pp. 315-8, 1961