

III-A 72 硬質粘性土および軟岩のクリープ変形・強度特性

基礎地盤コンサルタンツ 正会員 松村 真一郎
 愛媛大学工学部 正会員 八木 則男 正会員 矢田部 龍一
 同上 学生会員 田中 博文 学生会員 真嶋 敏之

1. まえがき

切土斜面の崩壊は、大別すると掘削後すぐに発生するケースと風化変質により徐々に変形が進行し最終的に崩壊するケースがある。後者のメカニズムを研究するには構成地質のクリープ特性を調べる必要がある。この場合、地すべりと異なり、むしろ変形が1次クリープ域から2次、3次クリープ域にいつ移行するかを把握することが、安全な施工管理を行う上で重要である。筆者らはこれまで地すべり粘性土のクリープ特性を調べ、地質帯、物理定数、強度定数の違いで1次クリープ特性はかなり異なることを報告している¹⁾。本報告では、第三紀層で生じる切土斜面の崩壊を念頭におき、不攪乱の洪積粘土と第三紀の堆積軟岩に対し多段階の三軸クリープ破壊試験を行い、1次クリープからクリープ破壊に至るまでの特性について検討した。

2. 変形特性

試料は洪積粘土と第三紀の軟岩（砂岩・砂質泥岩・泥岩）である。成形後、三軸セルで等方圧密を行った。圧密圧力は洪積粘土で3kgf/cm²、軟岩で5kgf/cm²である。その後、所定の拘束圧で発揮される非排水せん断強度の0.2, 0.4, 0.6...の割合で一定軸荷重を載荷し、これをクリープ破壊するまで続けた。クリープ試験中は非排水状態とし、軸変位と間隙水圧を測定した。載荷時間は洪積粘土で1週間、軟岩で2時間である。

図-1は洪積粘土、泥岩および砂岩のクリープひずみ速度と載荷時間の関係である。図中Rは応力レベルであり、クリープ強度 σ_{cf} に対する載荷応力 σ の比(σ/σ_{cf})で定義した。図のように、いずれの試料においても1次クリープ域では式(1)に示す対数クリープ則が成立し、クリープひずみ速度は載荷時間に対し一定の勾配で減少する。この勾配は式(1)のbに相当し、一次クリープ特性を特徴づけるパラメータである。

$$\log \dot{\epsilon} = \log a - b \log t \quad \dot{\epsilon}: \text{クリープひずみ速度} \quad t: \text{経過時間} \quad a, b: \text{定数} \quad (1)$$

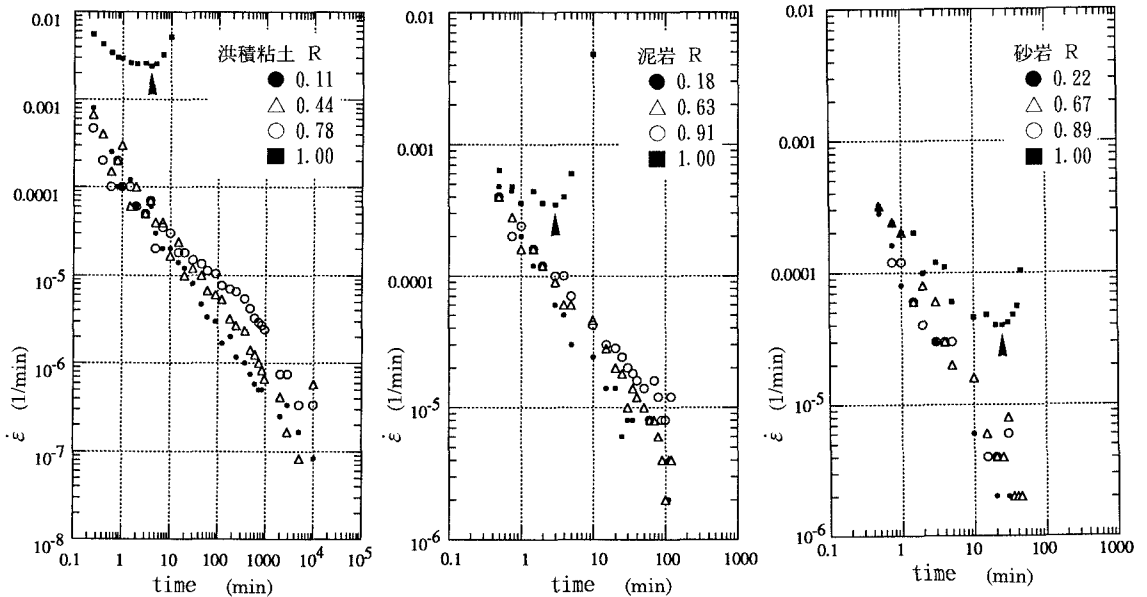


図-1 クリープひずみ速度と載荷時間の関係

図-2は過去に報告された粘性土から硬岩まで広範囲な材料のクリープ試験から求められたb値²⁾の分布である。もちろん、応力条件、排水条件は様々である。b値はこれまで1.0前後の値を示すと言われているが、図のように、硬岩、軟岩ではほぼ1.0と見てよい。しかし、土ではばらつきが傾向として1.0以下を示すものが多い。

図-3は今回の試料におけるb値と応力レベルの関係である。なお、b値は最小二乗法で求めたが、相関係数は0.95以上であった。図のように全体として、b値は応力レベルが大きくなると低下する。低下が始まる応力レベルは、砂岩で0.68、泥岩で0.55であるが、洪積粘土では0.22と低い段階から低下する。これらは試料の変形係数の違いに起因すると考えられる。b値の低下はクリープ破壊を予測する上で重要な指標となり、今後の検討課題である。

3. 強度特性

図-1よりクリープ破壊が生じた最終段階の応力レベルではクリープひずみ速度と載荷時間の関係は下に凸の曲線となり、矢印で示す時間 t_a でひずみ速度が最小値 ($\dot{\epsilon}_{min}$) になる。図-4は $\dot{\epsilon}_{min}$ と t_a の関係である。両者はほぼ直線関係となり、同じ載荷時間における $\dot{\epsilon}_{min}$ は洪積粘土、泥岩、砂質泥岩、砂岩の順に大きい。材料により $\dot{\epsilon}_{min}$ が異なるのは破壊ひずみの差に起因していると考えられるが、b値と同様、 $\dot{\epsilon}_{min}$ はクリープ破壊を予測する上で重要な指標となる。

4. まとめ

第三紀層で生じる切土斜面の崩壊予測を念頭に置き、洪積粘土、砂岩、砂質泥岩、および泥岩でクリープ試験を実施した。その結果、1次クリープ域で求められるb値は応力レベルで異なることがわかった。また、最小ひずみ速度と載荷時間の関係は試料により一意的な関係を示した。

参考文献

- 1) 八木・矢田部・松村・田中・真嶋・向谷(1996): 地すべり粘性土のクリープ特性, 平成8年度土木学会四国支部技術研究発表会
- 2) Matsumura & Nishigaki(1993): Effect of loading period on creep coefficient of soft rock, Geotech. Eng. of Hard Soils-Soft Rocks:687-692.

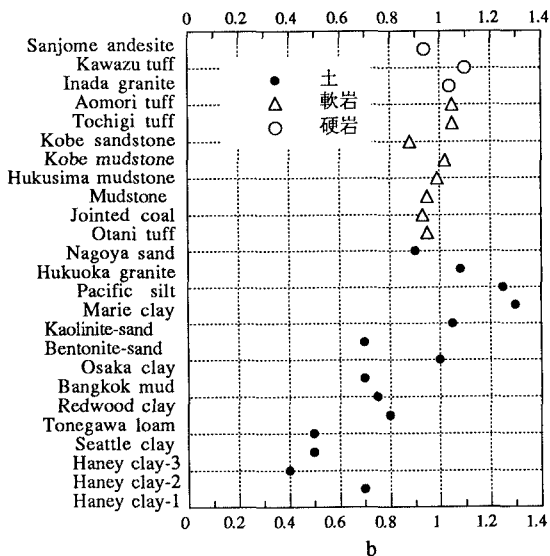


図-2 各種材料のb値²⁾

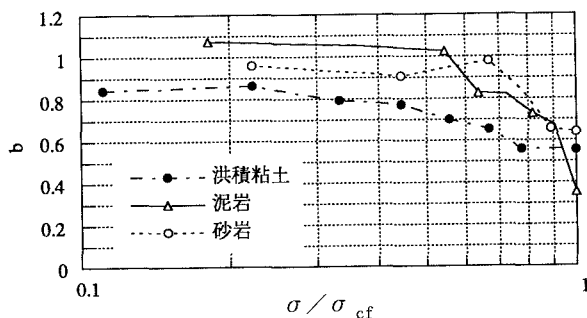


図-3 応力レベルとb値の関係

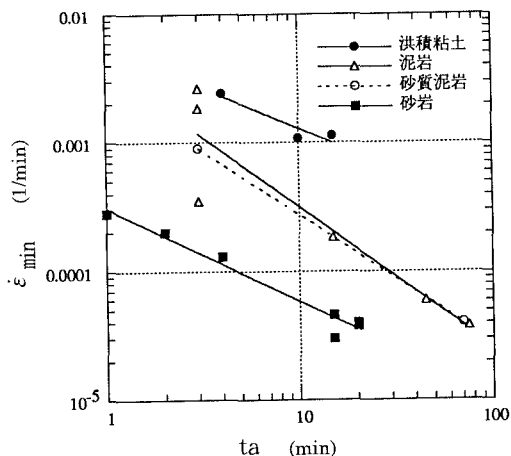


図-4 $\dot{\epsilon}_{min}$ と t_a の関係