

III-342

低応力状態における堆積軟岩のクリープ特性

東急建設株式会社 正会員 松本正士

1. はじめに

堆積軟岩を対象として地下構造物を構築する場合には、通常の変形特性に加え、より長期的な変形挙動、いわゆるクリープ特性を把握することが重要となる。著者は、比較的低い応力状態における軟岩のクリープ特性を調べるために、38kgf/cm²までの4段階の軸差応力と、4kgf/cm²までの4段階の有効拘束圧において、排水三軸クリープ試験を行ったので報告する。

2. 試験装置および試験方法

本試験では、てこの原理と死荷重を用いたシンプルな載荷装置を用いている。供試体の軸変位は、図-1に示す供試体側面に鉢巻き状に設置した非接触変位計を用い、供試体内部で直接測定した。

試料は、神奈川県相模原大地西部の第三紀中津層の堆積軟岩(土丹)を用いた。供試体は、ブロック採取した試料を直径約5cm、高さ約10cmに整形し、シリンダ中で水浸し、5日間以上真空脱気を施し、飽和化を図った。当該試料の三軸圧縮強度は、40~70kgf/cm²であった。供試体の上下端面にはポーラストーンおよびろ紙を取付け、メンブレンを二重に被覆し、三軸セルにセットした。供試体は、2kgf/cm²の背圧のもとで所定の拘束圧まで等方圧密し、瞬時に軸荷重を加え、排水条件で実験を開始した。

実験ケースを表-1に示す。Case1では有効拘束圧を一定とし、Case2では軸応力(σ_1')を一定として実験を行った。さらに、Case3ではケーススタディーとして、今回用いた軸ひずみ計測方法(内部計測)とキャップ変位から求めた軸ひずみ(外部計測)の比較と、横ひずみ計測を行った。

3. 試験結果および考察

Case1の経過時間と軸ひずみの関係を、図-2の片対数グラフに示す。最大約1ヶ月の試験期間では、全ての軸差応力で破壊に至っていない。これより、軸差応力の増加に伴って、載荷時に生じる軸ひずみも大きくなっている。ひずみデータが落ち着く載荷3分後を基準にデータ整理したグラフを図-3に示す。これより、軸差応力が大きいほどその後のひずみ増分も大きくなっている。これは、軸差応力によりクリープ変形が顕著に促進されていると考えられる。さらに、軸差応力24kgf/cm²については、載荷後、軸ひずみがほとんど変化しなくなっている。

同様に載荷3分後の軸ひずみを基準とした、Case2の結果を図-4に示す。ここでも、すべての有効拘束圧で

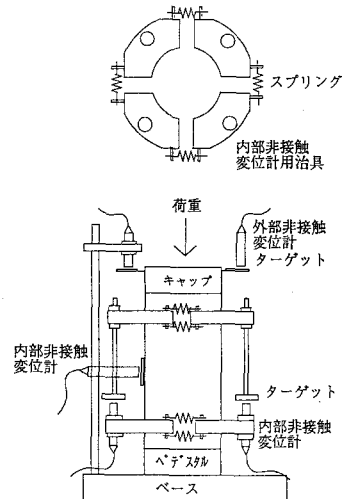


図-1 変位計測装置

表-1 実験ケース

実験ケース	有効拘束圧 σ_3' (kgf/cm ²)	軸応力 σ_1' (kgf/cm ²)	軸差応力 $\sigma_1' - \sigma_3'$ (kgf/cm ²)	計測項目	検討項目
Case1	4:一定	42, 39, 33, 29の4段階	38, 35, 29, 24の4段階	内部軸ひずみ	軸差応力の影響
Case2	1, 2, 3, 4, の4段階	33:一定	32, 31, 30, 29の4段階	内部軸ひずみ	有効拘束圧の影響
Case3	4	39	35	内部軸ひずみ 外部軸ひずみ 横ひずみ	外部計測と内部計測の比較 横ひずみの計測

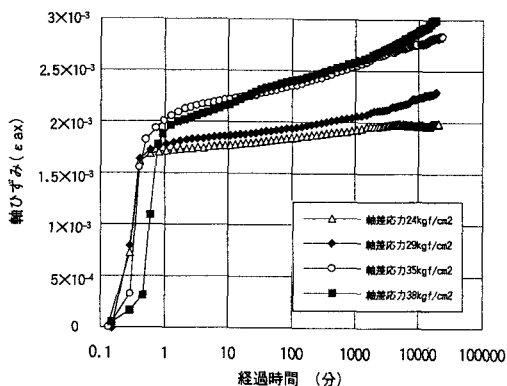


図-2 軸差応力の影響(有効拘束圧一定)

破壊に至っていない。これより、有効拘束圧が小さいほどひずみ増分も若干増加する傾向がみられ、拘束圧によってわずかながら変形が抑制されているようである。また、このうち有効拘束圧 3.4kgf/cm^2 の供試体についても軸ひずみがほぼ一定にあり、ここでもクリープ変形が止まる傾向が見られた。Case1、Case2とも、ある限界の応力状態以下ではクリープ変形が止まっているとも考えられ、今後、検討を加えて行きたい。

Case3の、外部計測と内部計測の軸ひずみの比較を図-5に示す。これより、載荷時に生じる外部軸ひずみは、内部軸ひずみと比較してはるかに大きく、ひずみを過大に評価していた。さらに、載荷が安定したから後の軸ひずみ増分についても外部計測の方が大きく、内部計測で見られたひずみ増加も、明瞭には認められなかった。これは、外部計測では紙とポーラーストンのクリープ変形までも含んだためと考えられる。したがって、クリープ変形を正確に評価するためには、供試体内部で軸ひずみを測定することが重要と考えられる。

横ひずみと内部軸ひずみの計測結果も同図にあわせて示す。圧縮方向の軸ひずみと膨張方向の横ひずみの増加が良く対応しており、クリープ変形の進行が精度良く測定できたものと考えられる。ここで、載荷時に膨張側に生じた横ひずみが、しばらく戻る現象が認められた。これは、透水性の著しく小さい軟岩供試体の間隙水が、遅れて排水されたために生じたものと考えられる。したがって、載荷初期段階のひずみデータには、排水による変形の影響が含まれるためその扱いには十分注意が必要である。

4. まとめ

低応力状態における軟岩のクリープ特性を把握するため、有効拘束圧を一定条件、および軸応力を一定条件で排水三軸クリープ試験を行った。その結果以下の事がわかった。

- (1) 有効拘束圧一定条件では、軸差応力が大きいほど、初期軸ひずみおよび軸ひずみ増分ともに大きくなる。
- (2) 軸応力一定条件では、有効拘束圧が小さくなるとひずみ増分がわずかに大きくなる。
- (3) 軸ひずみがほとんど増加しない、クリープ変形が止まる現象が見られた。
- (4) 外部計測は、内部計測と比較してクリープ変形量を過大評価する。
- (5) 載荷時に膨張側に生じた横ひずみは、載荷後しばらくは圧縮側に戻る。

今後とも実験データの蓄積を図るとともに、より拘束圧高い応力状態の軟岩のクリープ特性についても調べて行きたい。

5. 参考文献

- 1) 松本: 軟岩用クリープ試験装置の開発、第27回土質工学研究発表会、1992

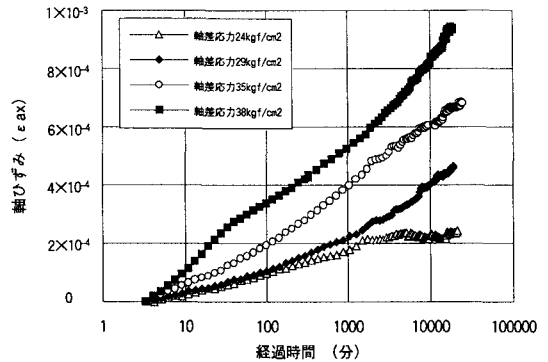


図-3 軸差応力の影響(載荷3分後からのデータ)

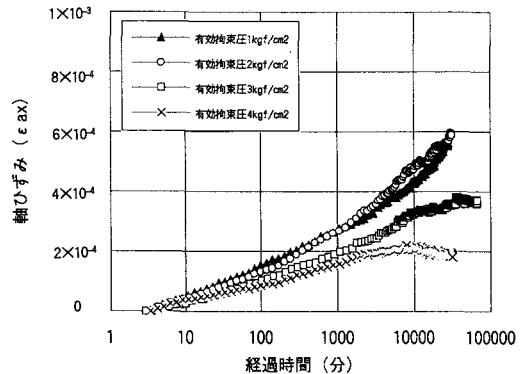


図-4 有効拘束圧の影響(軸応力一定)

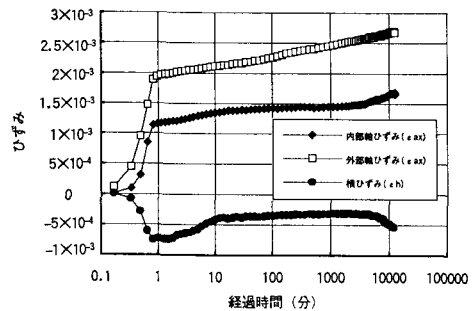


図-5 外部計測と内部計測の比較