

## 岩石の三軸圧縮クリープ特性

豊田高専 専攻科 学生会員 ○藤原 孝道  
 豊田高専 助教授 正会員 伊東 孝  
 豊田高専 教授 正会員 赤木 知之

### 1. まえがき

人間の生活環境が多様化し、エネルギー貯蔵や廃棄物の保管など様々な用途を目的とした巨大な空間が地下において建造されている。それらの空間の長期安定性を予測するためには岩盤を構成する岩石の三軸クリープ特性を知ることが非常に重要である。しかし、岩石のクリープ特性に関する実験的研究は、一軸圧縮下におけるものがほとんどであり、三軸クリープ特性を調べた実験例は少ない。<sup>1)</sup>

本研究では大谷石を試料とし、そのクリープ特性が拘束圧によって如何なる影響を受けるかについて、実験した結果について報告する。

### 2. 実験概要

クリープ試験装置(圓井製作所製)はレバー式(レバー比 1:10)で、最大軸荷重は 50kN である。またクリープ変形は温度変化による影響が大きいので、実験は 20.0±0.1℃の恒温室内において行った。拘束圧力は最大 10MPa まで可能である。試料は大谷石と通称される第三紀堆積の多孔質凝灰岩を直径 50mm、高さ 100mm の円柱形に整形したものをを用いた。大谷石の諸特性として、一軸圧縮試験により静弾性係数・ポアソン比・一軸圧縮強度を求め、さらに三軸圧縮試験により粘着力(c)、内部摩擦角(φ)を求めた。それらの結果を表-1に示す。

表-1 大谷石の物理・力学諸量

単位体積重量	1.79 (g/cm <sup>3</sup> )
一軸圧縮強度	8.5 (MPa)
引張強度	1.0 (MPa)
粘着力・c	3.4 (MPa)
内部摩擦角 φ	18.4 (°)
静弾性係数 Es	224 (MPa)
ポアソン比 ν	0.2

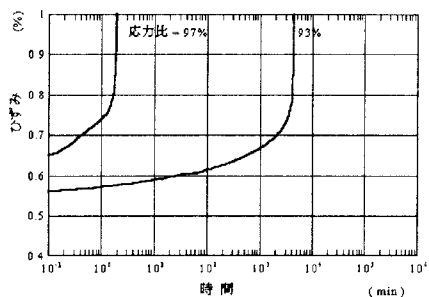
三軸圧縮クリープ試験における載荷重の応力比は、クリープ載荷重の応力円の半径とその円の中心から破壊線までの距離の比で表す。しかし、それぞれの供試体の真の破壊線は確定できないので、この応力比は暫定的なものである。

またひずみの計測は所定の荷重を瞬時に加えた瞬間から開始され、パソコンに取り込まれる。

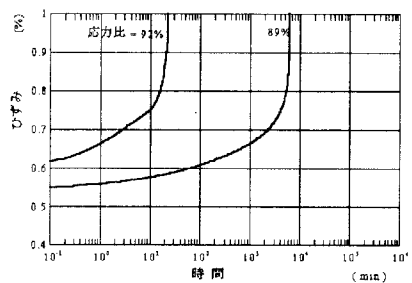
### 3. 試験結果と考察

クリープ試験は現在までに四種類の拘束圧力(1.0、1.5、2.0、3.0MPa)について行った。クリープひずみは変位計を載荷板上に設置して測定しているために、ベディングエラーによって初期ひずみ量を正確に測定することが出来ない。そこで、得られたクリープ曲線を初期ひずみとクリープ破壊時間が適正に関係するように、すなわちクリープ曲線が交差しないように修正した。図-1に示したクリープ曲線はそのように修正されたものを示している。こうすることによって、暫定的に決められた応力比を少しでも真値に修正することが可能となる。図-2はクリープひずみ速度と経過時間の関係を両対数軸のグラフに示したものである。載荷直後よりひずみ速度は急激に減少し、やがて定常状態を終えた後に、最終的にひずみ速度が加速されて破壊に至る。この傾向は拘束圧力に関係なく同様の挙動を示している。ひずみ速度の変化を見ると、定常状態が出現するまでの間、ある一定の傾きを持っている。この傾きは本試験で用いた大谷石のクリープ特性の一つであると思われる。

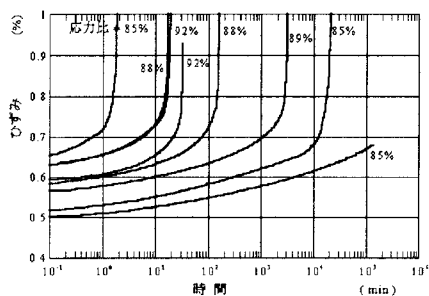
つぎに定常ひずみ速度、すなわち最小ひずみ速度とクリープ破壊時間との関係を両対数軸のグラフにプロットしたものを図-3に示す。この結果によれば両者は反比例関係にあることが分かる。この関係は一般的な岩石のクリープ特性の一つであることが知られている。当初、この関係が拘束圧によって影響を受けるのではないかと推定したが、今回の拘束圧の範囲内では特に変化はなかった。図-3の関係は次式で表すことが出来る。



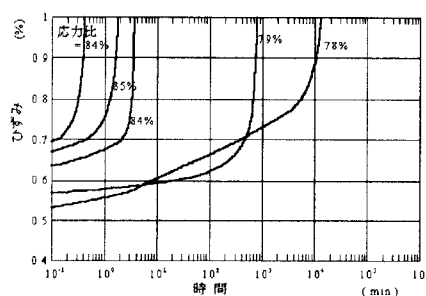
(a)  $\sigma_3 = 1.0 \text{ MPa}$



(b)  $\sigma_3 = 1.5 \text{ MPa}$



(c)  $\sigma_3 = 2.0 \text{ MPa}$



(d)  $\sigma_3 = 3.0 \text{ MPa}$

図 - 1 軸ひずみと時間の関係 (クリープ曲線)

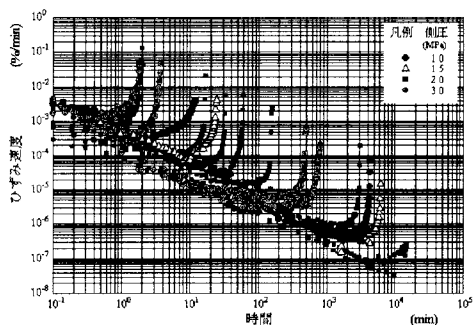


図 - 2 ひずみ速度の経時変化

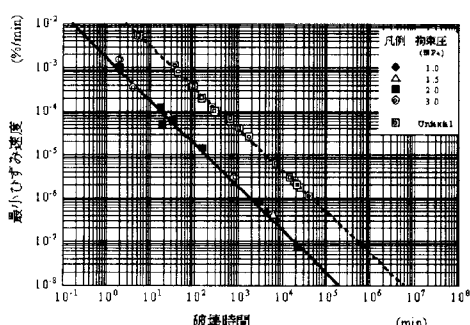


図 - 3 最小ひずみ速度と破壊時間

$$t_f \cdot \dot{\epsilon} = 1.8 \times 10^{-3} \quad (\%) \quad (t_f: \text{破壊時間}, \dot{\epsilon}: \text{最小ひずみ速度})$$

しかし、以前行った大谷石の一軸クリープ試験の結果<sup>2)</sup>では、その値が  $5.0 \times 10^{-2} (\%)$  であった。この差の開きは拘束圧の有無によるものではなく、実験に用いた大谷石の採取場所が異なっていた為ではないかと思われる。

三軸圧縮クリープ試験を行い、クリープ特性を調べたが、拘束圧による大きな違いが見出せなかった。更なる角度からクリープ挙動の新たなパラメータを見出し、拘束圧力による影響を再評価する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 赤井浩一・足立紀尚・西好一: 堆積軟岩の時間依存特性と構成式、土木学会論文集, 第 282 号(1976)
- 2) 赤木知之: 岩石のクリープ特性と一般化レオロジーモデルの適用、材料, 第 30 巻, 第 336 号(1981)