

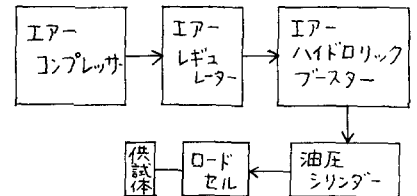
大阪府立工業高等専門学校 正員 山本 和夫
京都大学大学院 学生員 〇 服部 岩樹

1. まえがき

岩石の変形特性を考えるとときに、重要かつ興味ある問題として長期荷重下の変形すなわちクリープ特性がある。この岩石のクリープ特性に関する研究は過去にかなり多くの研究者によって行なわれているが、いまだそのクリープ変形の機構は明確になっていない。東北地方一帯のグリーン・タフに見られるような多孔質性の凝灰岩の変形とくにクリープ機構の研究は未開拓で、この種の岩盤に土木構造物を構築する時にかなり大きな問題となっている。今回の研究はこの種の岩石として俗に舟生石と呼ばれる多孔質凝灰岩を用いて、そのクリープ特性の機構を解明することを目的としている。ここではその手始めとして新しい載荷装置の開発と一軸圧縮クリープ試験を行なった。

2. 実験装置

クリープ試験は一定荷重を長期間供試体に載荷させねばならず、従来ではテコを利用した載荷方法が多い。この方法で高圧力と必要とする場合、テコの端に加える荷重を大きくしたり、テコの腕を長くせねばならず、また荷重をのせるときに衝撃も加わりやすく、余り適当とは言えない。今回の実験では、図-1のブロック・ダイヤグラムに示すように空気-油圧式として、米国製エナパック社のエア-ハイドロリック・ブースターを用いている。この装置は空気圧を約30倍に増幅して一定油圧を送り出さうもので、わが国で試験器として使用したのは初めてで、それだけにまだ期待する性能とおりは作動しなかったが、エア-レギュレーターの操作のみにて長期間一定圧力を保持できるものとして有能である。荷重の測定はひずみゲージ式荷重計により、またひずみ、変位はひずみゲージ、差動トランス変位計およびダイヤルゲージにより行なった。



3. 実験方法と供試体

今回は装置の関係上、短期間の一軸圧縮クリープ試験のみ行なった。実験に供した岩石は前述の舟生石で、図-1 空気-油圧式系統図その一軸圧縮強度 σ_c は 190 kg/cm^2 、空隙率は30%である。供試体は直径 3.24 cm 、高さは $5.6 \sim 5.9 \text{ cm}$ の円柱形で、両端面は万能研削カッターで研磨し、平行度の精度は $\pm 0.05 \text{ mm}$ 内である。この種の岩石は温度・湿度に強く影響を受けるので、恒温恒湿室($20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, $60\% \pm 5\%$)の中で2~3日放置した後、同室内で実験に供した。

4. 実験結果と考察

図-2にクリープ試験より得られたひずみと時間の ϵ - t 曲線を示す(σ_0 は一定載荷応力を示すが、 188 kg/cm^2 は測定エラーと考えられる)。周知のようにクリープには一般に遷移クリープ、定常クリープおよび加速クリープが見られるが、この試験は短期のクリープ試験しか行ななかつたので、遷移および定常クリープ域を越えるに十分なデータを得ていな

いが、取扱った時間の範囲内では $\sigma_0 = 150 \text{ kg/cm}^2$ ($0.8 \sigma_c$) 以下で加速クリープは現われず、したがってクリープ限界強度 σ_2 は $0.8 \sigma_c$ と考えられる。図-3は横軸の時間を対数表示したものである。この図では一応遷移クリープ域と思われる時間域のみ表示しているが、これによるとほぼ屈折点をもつ直線となる。載荷応力 150 kg/cm^2 ($0.8 \sigma_c$) を境にして、応力がそれ以下であれば直線の傾きが小さくなり、それ以上であれば直線の傾きは大きくなる。

150 kg/cm^2 付近では2つの屈折点が表示されている。第1屈折点前後の直線の式をそれぞれ

$$\epsilon = \alpha_1 \log t + k_1 \quad (1)$$

$$\epsilon = \alpha_2 \log t + k_2 \quad (2)$$

と表わし、この α_1 と α_2 の載荷応力レベル下の変化を図-4に示す。 α_1 は σ_0 とともに徐々に変化するが、 α_2 は $0.8 \sigma_c$ で急激に変化している。この現象は供試体の多孔質性によるものと考えられ、横ひずみの出方が違いことと合わせて、最初の屈折点前の遷移クリープは空隙の圧縮による肉塞で、屈折点後のクリープは空隙の圧縮が相当に進んだ後のもので、普通の岩石に見られる遷移クリープに相当するものであろう。

つぎに得られたクリープ曲線をレオロジカルなバーガーモデルによって表示してみる。この場合一つのモデルによって、全応力および全ひずみ段階のクリープ曲線を網羅することはできず、 E_1 と除いた η_2, E_3, η_4 の諸値は応力とひずみの関数とみなされる。得られた値は

$$E_1 = 2.23 \sim 3.95 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\eta_2 = 10^4 \sim 10^7 \text{ poise}$$

で、 E_3 および η_4 は図-5(a), (b) に示される。 E_3 は応力の増加あるいはひずみの増加とともに減少し、 η_4 はひずみの増加とともに大きくなる。

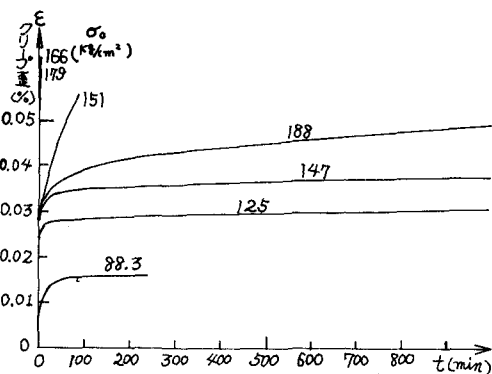


図-2 $\epsilon - t$ 曲線

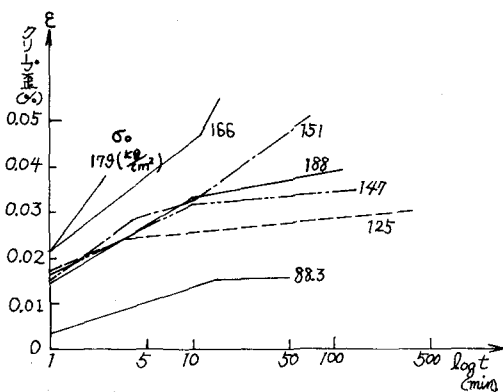


図-3 $\epsilon - \log t$ 曲線

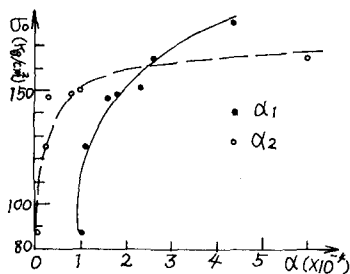


図-4

α_1 および α_2 の変化

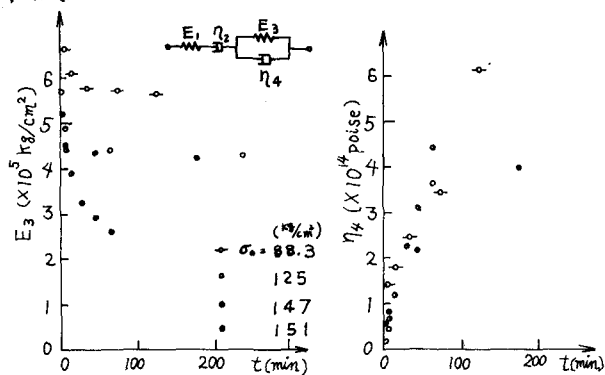


図-5 (a) E_3 の変化

(b) η_4 の変化