

岩石のクリープ変形過程における電位発生挙動に関する研究

豊田工業高等専門学校建設工学専攻 学生会員 牛山 拓郎

豊田工業高等専門学校 正会員 伊東 孝

豊田工業高等専門学校 正会員 赤木 知之

東海大学海洋土木工学科 正会員 アイダン・オメル

1. はじめに

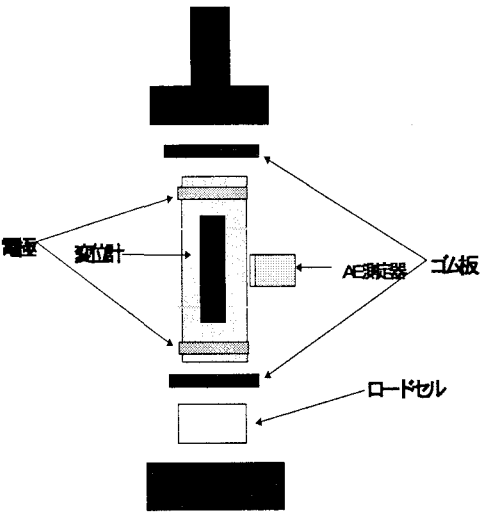
岩石が破壊、変形する際に、電磁波が発生し岩石内に電流が流れ、電位差が生じることが多くの研究者によって確認されている。¹⁾ この研究は地震予知の分野で研究が進められてきた。地震は岩盤の破壊現象と考えられ、これに伴って電気的な変化が発生するのであれば、その応用として土木や鉱山の分野において、坑道や斜面の破壊の予知に応用できる可能性がある。しかし、トンネルや地下空洞などに代表される岩盤構造物の安定性を評価する有効な手法は未だ確立されていない。そこで本研究では岩石の破壊現象と電位差の発生挙動およびAE発生挙動との関連を一軸圧縮クリープ試験により実験的に解明することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 実験方法

本研究では、一軸圧縮クリープ試験および一軸圧縮繰り返し载荷試験を行った。実験装置の概要を図－1に示す。载荷方式はレバー式（倍率 10 倍）で、重錘により各試料に設定する応力を負荷する。この試験装置の最大の軸負荷荷重は約 50 k Nである。この装置を室温 20 ± 0.1℃の恒温室内にセットし実験を行った。

载荷応力と変位を計測するとともに、変形に伴って発生する電位差は供試体上下部の側面に取りつけた輪状のはんだを介して、電位計測装置（入力抵抗値 10GΩ以上, 入力インピーダンス 10GΩ±2% 並列で 150pF）で測定した。载荷板と電極の間にゴム板（絶縁体）を挟み供試体の絶縁状態を保っている。AE は、供試体側面に圧着させたセンサーにより計測を行った。（図－1）使用した AE センサーの共振周波数は 140kHz であり、システムの応答周波数は 100 から 500kHz である。



図－1 供試体と測定装置

2.2 実験に用いた試料

実験に用いた試料は大谷石である。大谷石とは栃木県宇都宮市大矢町付近一帯から採掘される石で、これを直径 5cm、高さ 10cm の円柱形供試体に整形したものを用いた。大谷石の物理定数を表－1に示す。

表－1 大谷石の物理定数

単位体積重量(湿潤)	1.79	(g/cm³)
一軸圧縮強度(湿潤)	25.0	(MPa)
引張強度(湿潤)	1.0	(MPa)
粘着力 c	3.4	(MPa)
内部摩擦角 φ	18.4	(°)
弾性係数 E	2.24	(GPa)
ポアソン比 ν	0.2	

3. 実験結果

3.1 一軸圧縮クリープ試験

本研究で行ったクリープ試験は、クリープ過程における AE と電位差の発生状況を観察することを目的とした試験であるため、クリープ荷重を一軸圧縮強度の約 75% の 18.75Mpa に設定して試験を行なった。計測したデータは時間と軸ひずみ、AE および電位差である。

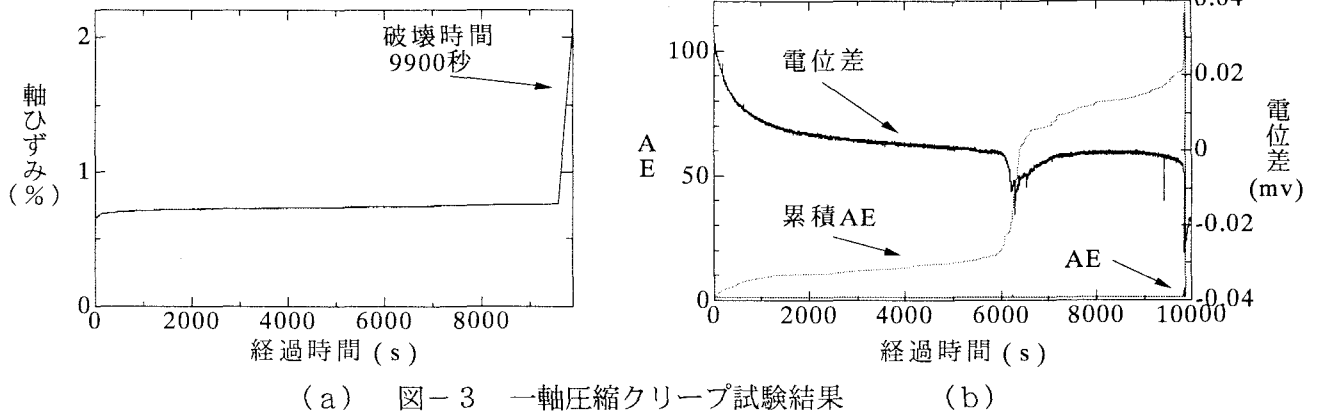


図-3 に破壊時間が約 9900 秒の試験結果を示す。(a)図は軸ひずみの経時変化を表したものであり、(b)図は、AE と電位差の発生状況を経時変化で表したものである。荷重載荷時に軸ひずみが急激に増加すると同時に電位差にも大きな変化が見られる。また、加速クリープ段階に入ると、AE の変化よりも早く電位差に大きな変化が見られることがわかる。

3.2 一軸圧縮繰り返し載荷試験

繰り返し載荷試験も、クリープ試験と同様に円柱形に整形した大谷石を用いた。載荷荷重はクリープ荷重と同様、一軸圧縮強度の約 75% の 18.75Mpa とし、これを繰り返し載荷した。載荷および除荷の時間はそれぞれ 5 分間とし、この繰り返し載荷を供試体が破壊するまで行なった。

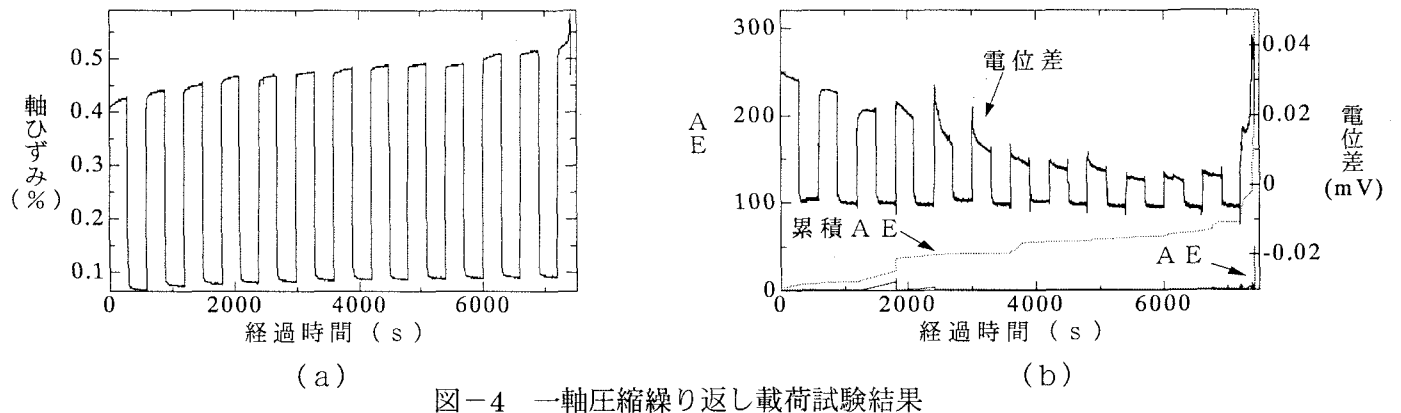


図-6 は 13 サイクルで破壊した結果である。(a)図より、11 サイクル目からひずみ速度の上昇傾向が見られる。電位差の変化は 1 サイクル目から 10 サイクル目までは、載荷および除荷時に発生する電位差は徐々に減少している。そして、ひずみ速度が上昇傾向を示す 11 サイクル目から増加傾向に入っていることがわかる。

4. まとめ

以上の実験結果から明らかになった知見を以下に示す。

- 1) 加速クリープ段階に入ると、電位差は急激な変化を見せる。
- 2) AE の発生状況より、供試体内部に微小亀裂が発生したと考えられる時点では、かならず、電位差の顕著な変動が現れている。
- 3) どの試験結果を見ても、AE の変化より電位差の変化の方が早く現れている。しかしながら、その変化が緩やかである。

参考文献

- 1) 伊東 孝：岩質材料の変形に伴う電位発生挙動に関する実験的研究、第 32 回岩盤力学に関するシンポジウム公演論文集, pp89-94, 2003.