

岩石の変位に伴う電位差発生特性を用いた破壊予測

豊田工業高等専門学校専攻科

○佐藤 潤

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

1. 研究目的

岩石が破壊、変形するときに、電磁波が発生し岩石内に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。地震は岩盤の破壊現象と考えられ、これに伴って電氣的な変化が発生するのであれば、その応用として地震予知の分野だけでなく、スケールは異なるものの、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。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実験的に解明することを目的とする。

2. 試験方法

本研究では、応力・ひずみに伴う電位を明らかにするために一軸圧縮試験を行った。一軸圧縮試験により AE、ひずみ、電位差を測定する。また一軸圧縮クリープ試験からも同様に、AE、ひずみ、電位差を測定する。

供試体上下の電極（半田）により供試体の上下間の電位差を測定する。さらに実験中に AE 測定を行った。これは、測定される電位が、変形に伴って蓄積される力学エネルギーと微小クラックによるエネルギー開放であることを明確にするために行った。

3. 使用材料

本研究で使用した試料は、一軸圧縮試験においては、大谷石、ゴム、砂、フライアッシュ固化物の 4 種類である。一軸圧縮クリープ試験では、大谷石を使用した。それらについては以下のようなものである。

大谷石・・・栃木県宇都宮市大谷町付近一帯から採掘される、流紋岩質角礫凝灰岩の総称である。また重量が軽く、石質がやわらかいため、加工が容易なのも特徴である。φ5cm×10cm の円柱形で、両端面は円滑に成形された供試体を使用した。

ゴム・・・φ5.5cm×11cm の円柱形の硬質ゴム。両端面を円滑に成形したものを使用した。

砂・・・標準砂を φ5cm のセルロイド枠に入れたものを使用した。

フライアッシュ固化物・・・石炭火力発電所から産業副産物として発生する石炭灰を樹脂で固めたもの。φ5cm×10cm の円柱形で、両端面は円滑に成形された供試体を使用した。

4. 実験結果

4.1 一軸圧縮試験結果

図 1 に大谷石の電位差 AE-時間曲線、図 2 に応力ひずみ-時間曲線を示す。図 1 の薄い実線は電位差、破線は累積カウント数、濃い実線は単位時間あたりのカウント数を示す。図 2 の実線はひずみ、破線は応力を示す。各図に、破壊時刻の線を示してある。ここでいう破壊時刻とは、応力が急激に減少するところを破壊時刻とした。破壊の時間は、載荷開始後 189 秒であった。

電位差、AE、ひずみのグラフをみてもわかるように同じくらいの時間帯に 3 者とも変化し始めている。電位差は、125 秒を超えたあたりから徐々に変化を見せており他の 2 つ（AE・ひずみ）に比べて早く変化している。そして、187 秒（破壊 2 秒前）でピークに達し直後急激に減少している。AE は、186 秒（破壊 3 秒前）から 1 秒間に 10 個前後発生し破壊直後の 190 秒あたりから、1 秒間に 40 前後発生し急激に増えている。ひずみに関しては破壊と同時に著しく増え 195 秒で 2.29% にまで達し、その後減少している。

また、ゴムは岩石との比較材料として使った。ゴム、フライアッシュ固化物では電位差の変化はみられず、砂では大谷石と同様に電位差に変化がみられた。

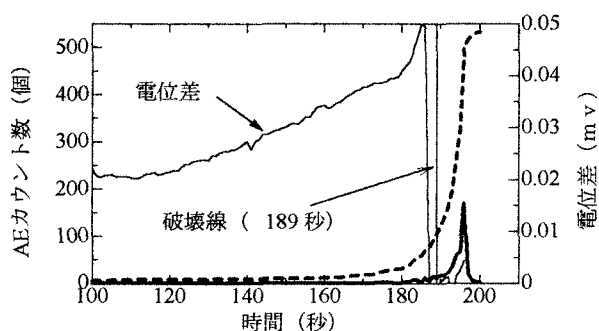


図-1 電位差 AE-時間曲線

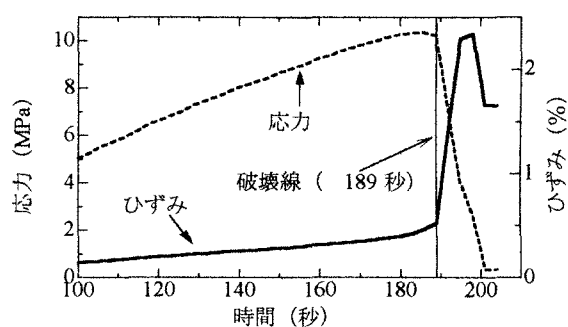


図-2 応力ひずみ-時間曲線

4.2 一軸圧縮クリープ試験結果 (大谷石)

今回のクリープ試験では、初期荷重 20KN (10MPa) とし、その後段階的に 5 分毎に 1KN (0.5MPa) 増す方法を採用した。

図 3 に大谷石の電位差 AE-時間曲線、図 4 に応力ひずみ-時間曲線を示す。図 3 の薄い実線は電位差、破線は累積カウント数、濃い実線は単位時間あたりのカウント数を示しているが、目盛りの値に比べて値が小さいため隠れてしまっている。図 4 の実線はひずみ、破線は応力を示す。各図に、破壊時刻の線を示してある。破壊の時間は、載荷開始後 2778 秒であった。

電位の変化は、一軸圧縮試験に比べて徐々に増えずに破壊の寸前にだけ変化をみせた。2700 秒 (破壊 80 秒前) から変化を示し、破壊直前の 2770 秒でピークに達した。AE は、2400 秒あたりから徐々に増え始め 2700 秒 (破壊 80 秒前) あたりから 1 秒間に 1 個ペースで、2750 秒 (破壊 30 秒前) で 1 秒間に 3 個前後発生している。そして、破壊寸前の 2770 秒では、1 秒間に 5 個前後発生し累積カウント数が急激に増加している。ひずみの方は、グラフを見ても分かるが、緩やかに傾き破壊時に 3.08% にまで達した。応力およびひずみのグラフの階段状になっているのは、5 分毎の荷重が影響したためである。

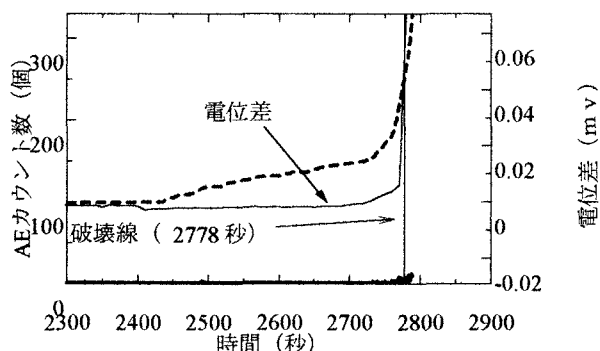


図-3 電位差 AE-時間曲線

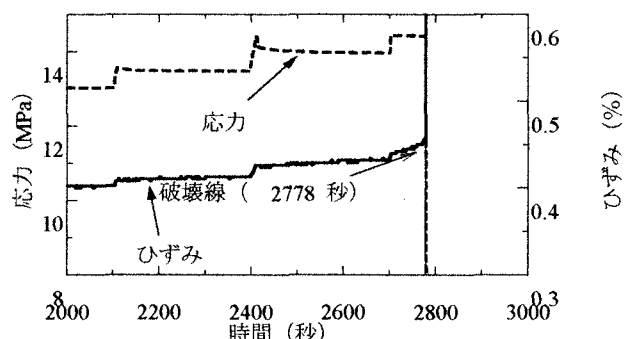


図-4 応力ひずみ時間曲線

5. まとめ

以上の実験結果より電位差および AE は、破壊前から変化することが分かった。特にクリープ試験の結果によれば、電位差は破壊 80 秒前から増加を示し、AE は破壊 30 秒前から顕著な増加を示している。これらの結果は、本研究の目的である破壊予測に利用できると思われる。特に、電位の変化が AE 発生 of 顕著な変化より先行している事は、電位差の測定による破壊予測がより有効であると大きな期待が持たれるところである。

参考文献

- 1) アイダン・オメル：地盤材料の変形に伴う電位発生特性について，土木学会中部支部研究発表会，pp. 281-282, 2001.
- 2) 福井 勝則，大久保 誠介，寺嶋 卓文：一軸圧縮試験における岩石からの電磁波の発生，第 31 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，pp141-145, 2001.