

軟岩を用いた三軸圧縮下せん断と中空円筒引張 における AE 発生特性

日本大学大学院

丹野 祐人

日本大学工学部 正会員

渡辺 英彦

1. はじめに

岩石の力学的挙動を調べるために、一軸圧縮試験や原位置での条件を模した三軸圧縮試験が行われている。その際、岩石の破壊形式を調べるために AE の計測を行う場合がある¹⁾。一般に岩石が破壊に至る過程ではせん断型破壊と引張型破壊が生じている。AE を用いた研究では、多数の AE センサーを用いてその到達波形の初動を用いたり、波形の周波数解析²⁾から破壊形式の検討が行われている。一方、AE の波形解析ではなく、計測された AE の各種パラメータにも破壊形式に関する情報が含まれていると考えられる。そこで本研究では、三軸圧縮下におけるせん断試験と中空円筒供試体を用いた引張試験を行い、そのときの AE パラメータの比較、検討を行った。

2. 実験方法

本実験では群馬県高崎市から採取した多胡砂岩と栃木県大谷町から採取した大谷凝灰岩の 2 種類の岩石を用いた。岩石ブロックからダイヤモンド穴開機を用いてボーリングを行い、直径 5cm の円柱供試体を作製し、整形機を用いて、高さ 10cm、端面平行度を 1/20mm 以内とした。せん断試験を行う供試体はコンクリートカッターを用いて軸方向に対して約 60 度になるよう切断を行い、せん断面を形成した。引張試験を行う供試体は直径 19mm のダイヤモンドコアビットを用いて図-1 に示すような中空円筒とした。それらの供試体は 35 の炉乾燥機で 14 日間以上乾燥させた後、各実験に用いた。

せん断試験では、拘束圧を 2MPa と 5MPa、ひずみ速度を $4 \times 10^{-4}/s$ 、 $1 \times 10^{-5}/s$ の条件下で三軸圧縮試験を行った。AE センサーは下部載荷盤に設置し計測を行った。引張試験では中空部にスリーブを挿入し、水圧を作用させた。水圧は多胡砂岩では毎分 0.4MPa、0.1MPa、大谷凝灰岩では毎分 0.1MPa、0.02MPa の条件で作用させた。図-1 に厚肉円筒理論より求めた岩石内部の応力状態を示す。求めた応力分布は圧縮応力である半径方向の応力 σ_r よりも引張応力となる円周方向の応力 σ_θ が大きい応力となり、引張を主とした破壊が生じると考えられる。AE センサーは供試体の上部に直接取り付け計測を行った。

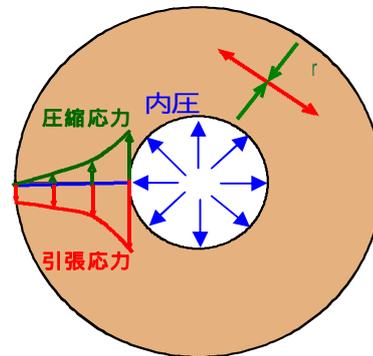


図 1 中空円筒供試体

3. 実験結果および考察

AE パラメータの中から、平均周波数(以下、fre)と RA 値について検討を行った。fre は設定したきい値を超えた AE の発生計数を継続時間で除して求めた。RA 値は最大振幅までの立ち上がり時間を最大振幅で除して求めた値である。

(1) せん断試験

図-2 にせん断試験で得られた多胡砂岩の結果を、横軸を RA 値、縦軸を fre として示す。今回設定した拘束圧、ひずみ速度の条件下すべてにおいて、RA 値が 60 ~ 140 $\mu s/mV$ 、fre が 0.1~0.16MHz 付近に集中している。図-3 に大谷凝灰岩の結果を示す。fre は多胡砂岩と同様に 0.1~0.17MHz 付近に集中する傾向がある。一方、RA 値は多胡砂岩よりも値の大きい 150~280 $\mu s/mV$ の広い領域に分布している。

(2) 引張試験

図-4 に引張試験で得られた多胡砂岩の結果を示す。fre は広く分布しているが、RA 値は $0 \sim 60 \mu\text{s}/\text{mV}$ の領域に集中している。また、载荷速度が異なる場合でも fre-RA 値の発生傾向に違いは観察されない。

図-5 に大谷凝灰岩の結果を示す。内圧の载荷速度の違いに関係なく、fre、RA 値ともに広く分布する傾向が観察される。

(3) せん断試験と引張試験の比較

多胡砂岩におけるせん断試験結果と引張試験結果との比較を行った。図-2 に示すせん断試験の結果では、fre-RA 値ともにある領域に集中して分布する傾向を示し、図-4 に示す引張試験の結果では、せん断試験に比べて RA 値の小さな値を示す別の領域にある程度のばらつきをもって分布する傾向を示した。

次に大谷凝灰岩におけるせん断試験結果と引張試験結果との比較を行った。図-3 に示すせん断試験の結果では、RA 値が大きな値を示す領域に広く分布する傾向を示し、図-5 に示す引張試験の結果では、一部せん断試験と重なる領域に分布しているが、そのほとんどは fre-RA 値ともに、せん断試験よりも小さな値を示す領域に広く分布する傾向が観察された。

4. まとめ

本研究では、多胡砂岩と大谷凝灰岩を用いて三軸圧縮下せん断試験と中空円筒引張試験を行い、AEのパラメータの中から fre-RA 値に着目し、その発生特性について検討を行った。多胡砂岩では、せん断試験と引張試験の fre-RA 値の分布する領域にある程度の違いが観察されたが、大谷凝灰岩では、その分布領域は一部重なる部分もあり、多胡砂岩に比べると違いは明瞭ではなく、岩種により異なる傾向が観察された。

参考文献

- 1) 谷卓也・青木智幸・平井秀幸(2007):花崗岩供試体三軸圧縮試験時の AE 計測,土木学会第 62 回年次学術講演会,pp.389-390
- 2) 道広一利・畑浩二・藤原紀夫・吉岡尚也:各種岩石の破壊機構と周波数解析,第 6 回アコースティック・エミッション総合コンファレンス論文集,pp.37-42

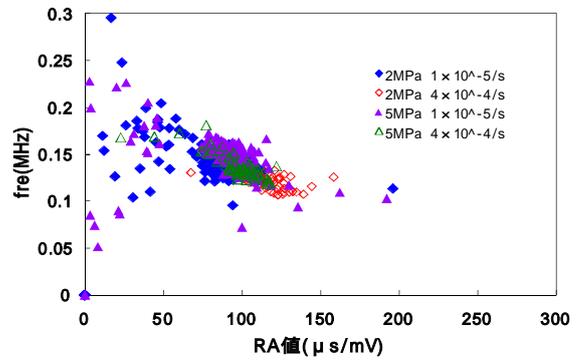


図-2 せん断試験時の fre-RA 値
(多胡砂岩)

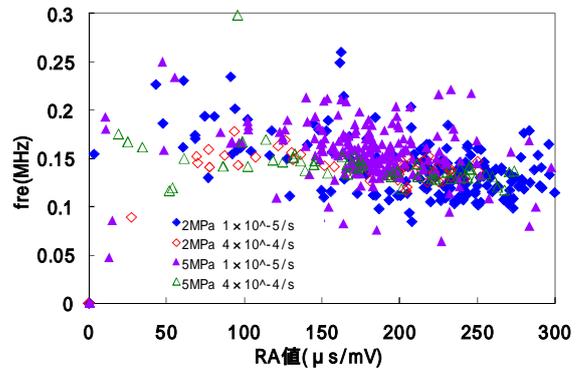


図-3 せん断試験時の fre-RA 値
(大谷凝灰岩)

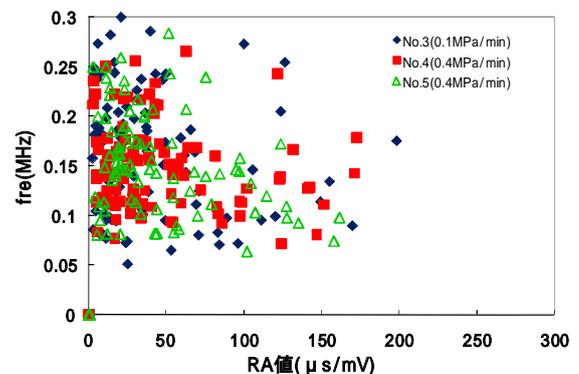


図-4 引張試験時の fre-RA 値
(多胡砂岩)

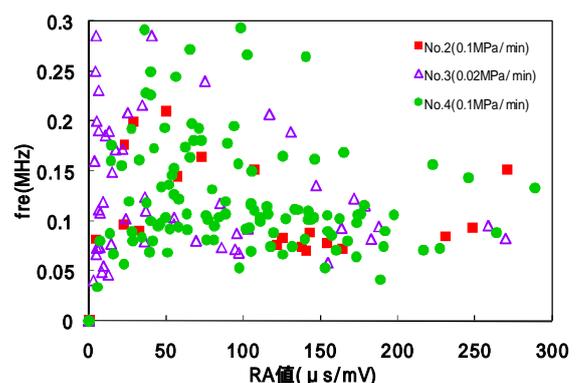


図-5 引張試験時の fre-RA 値
(大谷凝灰岩)