

種々の岩石試料における一軸圧縮荷重下のAE発生パターン

徳島大学 工学部	正 員	藤 井 清 司
(株)大林組技術研究所	正 員	畑 浩 二
徳島大学 大学院	学生員	○藤 本 秀 一
(株)大豊建設		山 本 昌 彦

1. はじめに

地下空洞内での岩盤の力学的安定性を室内試験より評価するのは非常に難しいことが知られている。これは現地での岩盤は大小の割れ目やき裂、不連続面の方向性、系の数、分布密度、連続性などが関連し、非常に複雑な挙動を示すからである。最近注目されるようになってきたアコースティック・エミッション (AE) は、岩盤内の先在クラックが応力集中によりき裂を進展する時に発生される超音波であり、このAEには破壊に関する様々な情報が含まれていると考えられる。

筆者らは以前よりこのAE法を岩石の一軸圧縮試験に適用してきた。その結果岩石の種類によりAE発生パターンに差異があることが判明した。これを岩石の構造によるものだと考え、継続して種々の岩石について試験を行い、岩石の種類によるAE発生パターンの確定をし、将来的にはAE法による岩盤監視法の確立ができればよいと考えている。

2. 実験方法

一軸圧縮試験に用いた供試体は花崗閃緑岩、安山岩、火山礫凝灰岩および石灰岩の4種類である。供試体形状は、長さが直径の二倍の円柱供試体である。載荷速度は毎分1.0tfで破壊に至るまで載荷を行う。その破壊に至るまでの岩石の挙動を応力とひずみ、AE変換子によるAE測定によって調べる。AE変換子はジルコン酸チタン酸塩磁器振動子 (PZT) を用い、共振周波数は500KHzである。計測にあたりWINDOWを55dB~80dBとした。この条件のもとでこれらより発生するAE累積数と1イベント当りの最大振幅値を計測した。

3. 実験結果と考察

本報告では一軸載荷時に作用した応力とひずみ、AE測定によるAE累積数とB値について調べた。B値とはGutenberg-Richter式($\log N = \alpha - B \log A$ N:地震総数 A:振幅 α , B:定数)の定数Bのことである。この式はAEの発生様式にもよく適応することが知られてきている。このB値は破壊規模を知る上で有効であると考えられる。各種岩石測定例を図-1~図-4に示す。○花崗閃緑岩は深成岩の特徴である結晶構造のAE発生パターンを示しており、B値は破壊荷重の約40%まで零、あるいは非常に小さくその後急増しだしてピークを示し、減少後すぐに破壊に至っている。AE累積数も最大破壊荷重の約90%に変曲点がみられる。このような完晶質の岩石は結晶どうしのかみ合いが強く先在クラックからのき裂が進展しにくく、主な破壊は破壊荷重の約90%から始まると考えられる。○安山岩はAEが初期より微小だが、常時発生していて、破壊直前に多数測定される。そのためAE累積数の変曲点は破壊直前となる。B値は載荷初期より急増して破壊荷重の約30%で約1.6を示した後に急減して約1.0にまでなる。その後B値は一定値を示し破壊荷重の約95%から少し増加して破壊に至っている。試験を行った安山岩は結晶の度合はほとんどガラス質で、また内部に気泡が含まれていた。気泡に応力集中がおこり載荷初期よりAEが発生したと考えられ、ほとんどがガラス質なので班晶などの影響が少なく、破壊が一様に進んだと考えられる。

○火山礫凝灰岩は破壊荷重の約40%までB値は比較的緩やかに増加し、その後増減を繰り返しながらほぼ一定値を示して破壊に至っている。AEはB値が最初に減少した後、すなわち破壊荷重の約50%から急増しだしている。この火山礫凝灰岩は他の種類の岩石よりもパターンの特徴がつかまえない。破壊断面を見ると直径3mm程度の比較的大きな火山礫も混入しており、その火山礫にき裂が入るかどうかでAE発生パターンに違いが生じると考えられる。○石灰岩は載荷初期よりAEが発生していて、その後穏やかに増加し

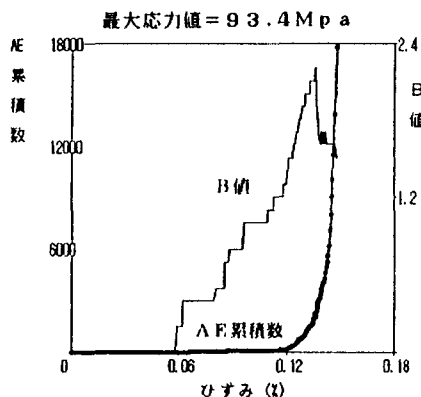


図-1 花崗閃緑岩の測定例

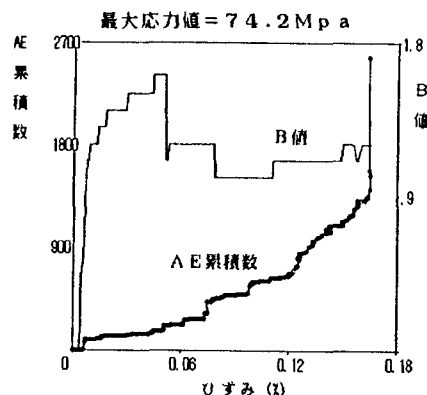


図-2 安山岩の測定例

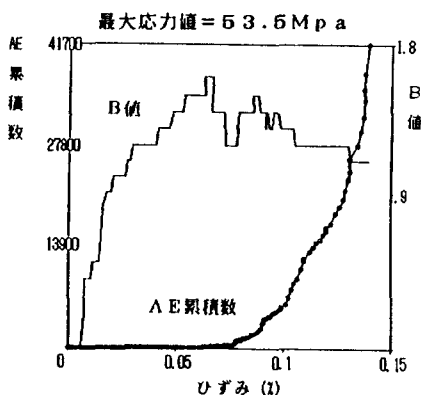


図-3 火山礫凝灰岩の測定例

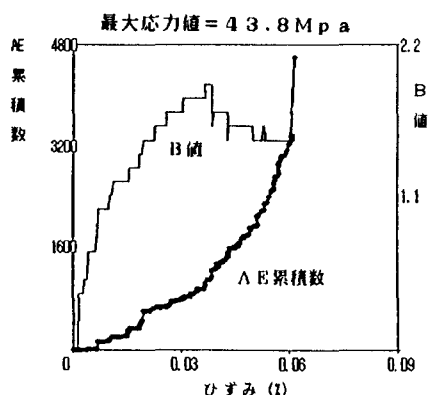


図-4 石灰岩の測定例

ていて破壊直前に急激にAEが発生しているため、AE累積数の変曲点は破壊直前となる。またB値は、破壊荷重の約70%まで穏やかに上に凸の線を描きながら増加していく。破壊直前のB値の激しい変化は見受けられない。試験を行った石灰岩は結晶構造をしているが、AEが载荷初期より出ることより結晶構造の規則性が不完全で結合力が弱いと考えられる。そのため破壊断面も凹凸が激しくなっている。

4. おわりに

従来の研究から岩石の種類によりAE発生パターンに違いが見られてきたが、これは構成物質の違いというより内部構造に大きく左右され则认为られる。その一例として結晶構造の深成岩である花崗閃緑岩とガラス質をしている火山岩の安山岩の違いにみられる。石灰岩は結晶構造でも深成岩のように結晶の結合力が強くなく独特のパターンとなる。火山礫凝灰岩のように不均質なものは発生パターンのばらつきが大きくパターンを決定しにくい。岩石の破壊予知に関して安山岩の他はB値の低下またはAE累積数の変曲点で予知ができるが、安山岩のようにB値がほぼ一定値を示し、初期よりAEが発生しAE累積数の変曲点が破壊直前となるものは予知しにくく、この場合設定条件を変えるか他のAE特性パラメータによる測定をするのが望ましい。今後継続して他の種類の岩石供試体について測定を行い、AE法による岩盤監視法の確立に役立てばよいと思う。

最後に本四公団、建設省より貴重な岩石試料を提供頂きました。ここに謝意を表します。

(参考文献) 藤井他; 岩質材料の圧縮荷重下におけるAE特性、第40、41回中四国概要集Ⅲ、1988、1989。