

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（続報）

徳島大学工学部 正 員 藤井 清司
 大阪府 正 員 藤本 秀一
 （株）清水建設 秋田 哲志
 徳島大学大学院 学生員 ○中村 正将

1. はじめに 破壊という現象は、物体に何らかの外力が作用することにより内部に微小クラックが発生し、それが進展していくことであると考えられる。しかし、岩石や岩盤が破壊に至るかどうかを事前に予知することは非常に困難なように思われる。岩石などの材料に微小クラックが生じた場合、微小破壊音（アコースティック・エミッション、以下AEと略す）の発生することはよく知られている。そこで、種々の岩石に対して一軸圧縮試験を行ない供試体内部から発生するAEを計測し、得られたAE信号を数あるAEパラメータのなかのAE発生率、AE累積数、B値により処理してそれらをひずみとの関係でグラフに表し主破壊の予知を検討する。また、砂岩や礫岩は砂や礫が膠結物により膠結された構造をもつことから、セメントモルタルをこれらと比較することができると考えられる。そこでモルタルにおいて、そうした砂岩に類似した供試体を作成して一軸圧縮荷重下でのAE計測を行い比較検討する。

2. 実験方法 本研究においてはトランスデューサは共振周波数が500KHzのものを使用する。そして計測する諸量は、一軸圧縮試験時における軸荷重、軸ひずみ、AE発生率、振幅分布のlog-sumモードでの傾きB値である。AE計測において環境雑音を除去するために供試体と載荷板の間にスポンジとゴムラバーを挟み込んだ。使用した供試体は花崗閃緑岩（山形産）、石英安山岩（長野産）、玄武岩（愛媛県今治産）、和泉砂岩、およびモルタルの5種類である。なおモルタルの骨材の粒径は和泉砂岩との比較のため0.6mm以下としている。供試体の形状は長さが直径の二倍の円柱供試体である。実験は、オイルジャッキにより10kgf/secの載荷速度で一軸圧縮載荷を行ない、破壊にいたる過程で発生するAEを計測する。

3. 実験結果と考察 本報告では、破壊に至る一軸載荷過程において岩石供試体から発生したAEを計測し、得られたAE信号をAE累積数、B値により処理してそれらをひずみとのグラフに表してその特徴をつかみ主破壊の予知の可能性について検討した。ここでB値とは、Gutenberg-Richter式（ $\log N = \alpha - B \log A$ 、N：累積頻度、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いる。

各種供試体の測定例を図-1～図-5に示す。図-1、2、3は花崗閃緑岩、石英安山岩、和泉砂岩の測定結果の代表例である。図においてAE累積数についてみると、いずれの岩種も破壊ひずみの80～90%辺りにAE累積数の変曲点があられAEが急増していることがわかる。またB値についてみるとAE累積数の変曲点近傍で最大値をとりAEの急激な増加とともに減少する傾向にあることがわかる。岩石内部には多数の潜在欠陥が存在していることが知られている。このことから岩石内部の破壊は、この潜在欠陥に応力集中が起こりそこからのき裂の進展と考えられる。破壊ひずみの80～90%辺りからAEが急増することはこの潜在欠陥からのき裂の進展が急激に増加したためと考えられる。また破壊の規模を表すB値がAEが急増しだす頃を境に減少しだすことは大振幅のAEが発生する頻度が高まったことを意味しており、このことから主破壊に近づくとき大きなエネルギーが必要となる結晶自身へのき裂の進展も頻繁になると考えられる。破壊予知についてはこのAE累積数の変曲点、B値の

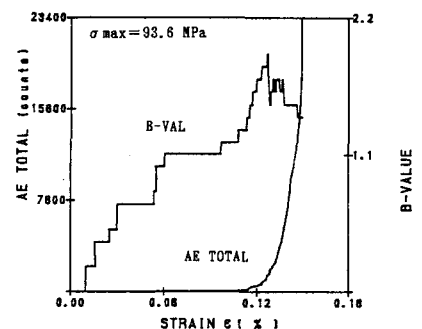


図-1 花崗閃緑岩の測定例

減少に着目すればよいと思われる。図-4は玄武岩の測定結果の代表例である。図によりAE累積数に関しては、上述した花崗閃緑岩などと同様に主破壊に至る前に急増しだす点があられる。しかしながら、B値に関しては主破壊に至るまで上昇し続け減少しないという違いがあらわれている。これらの岩石を粒子構造からみるとその結晶粒子の大きさは肉眼では判別がつかないほどきわめて微小なもので前述した花崗閃緑岩、石英安山岩、和泉砂岩と比較して均質な岩石であるといえる。AEが急増しだしてもB値が減少しないのは結晶粒子の大きさが小さいため、潜在欠陥からのき裂が結晶粒子内に入りにくく大振幅のAEの発生が高まることなく主破壊に至るからだと考えられる。したがって、主破壊の予知にB値を利用するのは難しくAE累積数を利用するべきである。

図-5はモルタル供試体の測定結果の代表例である。細骨材とセメントペーストから構成されるモルタルの破壊過程はコンクリート分野で研究されており、その結果、骨材とセメントペーストとの付着破壊及びセメントペースト、骨材へのき裂進展という2種類の微視的な破壊機構が知られている。载荷中期においてB値がほぼ一定値を示し、この時AE累積数が一様に増加していることは同程度の規模の破壊が一様に起こっていることを表しており、骨材とペーストとの付着破壊が一様に進展しているのではないかと考えられる。また、和泉砂岩と比較すると、B値が急増した後、载荷中期にほぼ一定値を示しそのときAE累積数が一様に増加している点で両者は同じであり、このことから载荷初期から中期において、モルタルと和泉砂岩は同様な破壊が生じていると考えられる。

4. おわりに 4種の岩石について、一軸圧縮载荷中のAE測定を行ない、それをAE累積数とB値により処理しひずみとの関係に表し主破壊の予知を検討した。その結果、いずれの岩石についても、AE累積数に注目した主破壊の予知は可能であると考えられる。しかしながら主破壊の予知へのB値の利用については、花崗閃緑岩、石英安山岩、和泉砂岩のようにその粒子構造がかなり不均質な岩石に対しては可能であるが、玄武岩など非常に微細な粒子からなる均質な岩石については難しいと思われる。また、マトリックス中に粒子が点在する構造をした岩質材料の破壊機構は粒子とマトリックスの結合状態が支配的な影響を及ぼしていると思われる。以上の実験結果が、新しい岩盤監視法の確立に役立つことができれば幸いである。

最後に本四公団、(株)大林組、(株)飛鳥建設より貴重な岩石試料を提供いただきました。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・・・」、第40、41回中四国研究発表会概要集Ⅲ、1988、1989。

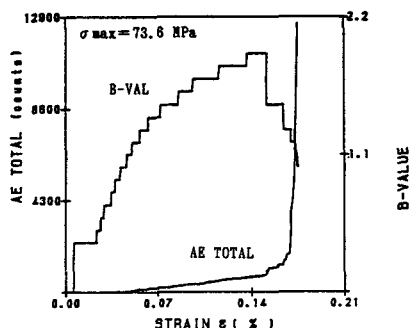


図-2 石英安山岩の測定例

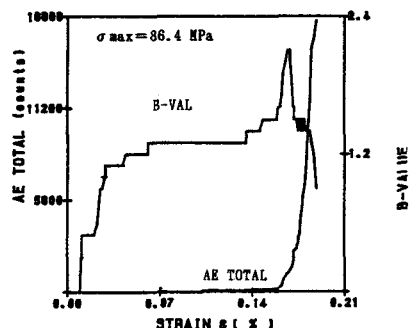


図-3 和泉砂岩の測定例

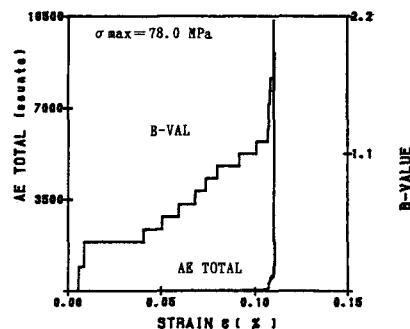


図-4 玄武岩の測定例

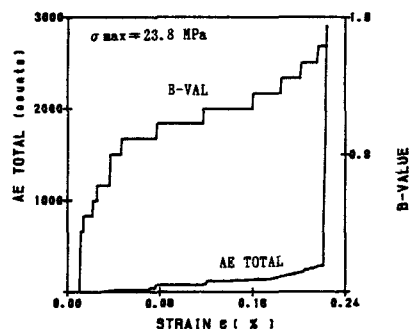


図-5 モルタルの測定例