

岩質材料の圧縮荷重下におけるAE(振幅分布)特性

徳島大学 工学部 ○藤井 清司
(株)大林組技術研究所 畑 浩一
日本道路公団 志田 裕昭
大阪府 松本 弦

1. まえがき 岩石の一軸圧縮試験にアコースティック・エミッション(以下AE)法を適用し、その結果AE発生パターンが異なればその原因を岩石の種類の違い、つまり岩石の粒子構造の違いに求めることができると考え、岩石のAE発生パターンを比較する。これは室内試験の現場への適用に役立つと考えられる。また、B値とき裂の発生、進展の対応関係に注目し一軸圧縮時のき裂進展に対する位置標定実験を行ったのでその結果を報告する。

2. 岩石の一軸圧縮試験

(1)実験方法 実験に用いた供試体は、茨城県稲田産の花崗岩、愛知県吉良産の両雲母片岩、そして、モルタルセメント(材令一週間、重量配合比は水：普通ポルトランドセメント：細骨材=1：2：6)の3種類を用いる。供試体形状は、岩石供試体が直径3cm、高さ6cmでアタッチメント金具を介してAEセンサーを取り付け、モルタル供試体は直径5cm、高さ10cmで中央に1cm四方の平坦部を作りAEセンサーを取り付ける。載荷速度は毎分0.5tfで破壊するまで行う。測定する量は、荷重、ひずみ、AE累積数、振幅分布、AE原波形である。振幅分布は、横軸に振幅、縦軸にその頻度を両対数表示したもので、それを直線近似した負勾配の値をB値とする。また、AE波形を周波数解析しスペクトルのピークを示す周波数を調べる。これらよりAE発生パターンの分類を行う。

(2)結果及び考察 花崗岩の代表的なパターンを図-1に示す。応力-ひずみ曲線は右上りの直線で顕著な特徴なしに破壊している。AE累積数は破壊荷重の80%程度で変曲点を持ち急に増加し、また、B値もほぼそれに対応して減少する。周波数解析のために採取されたAE波は載荷後期に多く、ピークを示す周波数は他の岩石より低周域にある。これより、花崗岩は強度特性の異なった粒子からなるため、まず弱い粒子に小さな破壊が起こり、破壊近傍になると粒界での大きな破壊が起こり、大振幅のAEが発生すると考えられる。

片岩のパターンを図-2に示す。応力-ひずみ曲線はやや上に凸である。AE累積数は破壊直前に急激に増加し、B値は破壊直前まで増加を続け、その後急激に下降する。また、周波数解析の結果はピークを示す周波数は花崗岩より高い。これより、この片岩は明ら

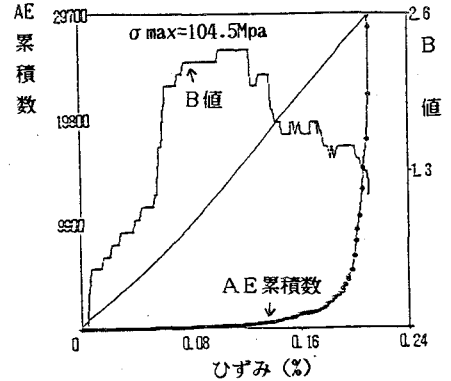


図1 花崗岩のAE発生パターン

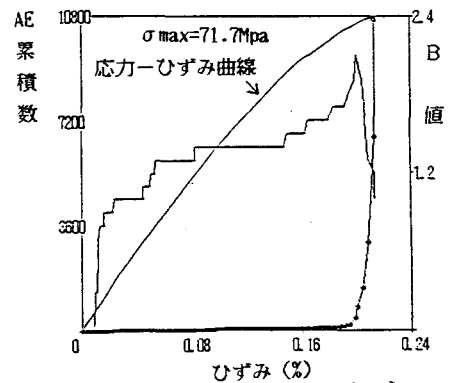


図2 片岩のAE発生パターン

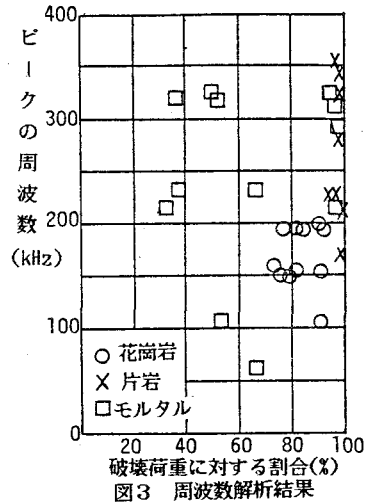


図3 周波数解析結果

かに層状構造だがそれらの層は均質で強度特性も基岩部と同じようなため破壊直前までAEが発生しにくく、破壊直前に一瞬に全体的な破壊が起こると考えられる。

モルタルは2つのパターンがある。1つは花崗岩に似ているが、AE累積数の変曲点は破壊荷重の50~80%程度である。もう1つはB値に違いがあり、载荷初期に増加し、その後は増減をくり返すと言う畑によって報告された砂岩(%)の場合と似たパターンである。また、周波数解析のデータは同じ条件で载荷過程全域にわたって得られ、ピークを示す周波数は花崗岩より高周波域にある。モルタル供試体は砂粒、セメントペースト、空隙より成るため空隙部に応力集中による破壊が载荷初期から比較的多く起これば後者のパターンになり、また、その破壊が载荷初期に少なく中期から後期に起これば前者のパターンになると考えられる。

3. 単一切欠きを有する長方形板のき裂進展実験

(1) 実験方法 供試体の形状は、高さ26cm、幅20cm、板厚4cmで供試体の中央部に切欠きを有し、切欠き角度は载荷軸方向より反時計回り30°である。供試体材料のモルタルは先に用いた円柱供試体と同じ配合、養生である。AEセンサーの配置は、3点法と4点法の2種類を行った。载荷速度は、毎分0.5tfで行い、载荷板と供試体の接触面での雑音除去のため、スポンジとゴムシートをはさんでいる。また、この载荷試験中、供試体にアセトンを吹きつけ切欠き先端部からのき裂発生、進展を、AEセンサーの装着した反対面より観察を行う。

(2) 結果と考察 実験中に得られたAEパラメータのB値、AE累積数と荷重の関係を図-4に示す。この図とき裂の進展状態とを考え合わせて考察する。B値は载荷を始めるとともに増加しその後、一度低下して、そして最終荷重までに数回増減を繰り返す。AE累積数は荷重とともに増加し最終的に立ち上がっていく。その間、切り欠き先端部に注目すると、B値の低下後にき裂の発生が確認できた。そして、き裂は停留、進展を繰り返した後、AE累積数が立ち上がる部分でき裂が進展していくのを確認した。これより、き裂発生、進展時には大振幅のAE波が発生し、B値は低下し、AE累積数が急激に増加すると、供試体の切欠き部や内部などにき裂の発生など破壊の要因となる変化が生じていると考えられる。

次に、き裂が発生、進展時のAE波を周波数解析すると、立ち上がりの鋭い波形が多く、また振幅も大小様々である。しかし、き裂発生時のAE波については特に大振幅であることがわかった。これらの波形の周波数成分は高周波域に多く、特に200~400kHzの周波数成分が多い。

位置評定については3点法を用いた場合の結果を図-5に示す。3点法と4点法を用いた場合に大きな違いはみられず、両方ともき裂の発生及び進展に沿ってほぼ正確に標定を行っている。標定数は3点法の方が多く、4点法は3点法より2割ほど少ない。また、B値低下時にはき裂の発生、進展が予想されるので、その荷重値での位置評定に注目すると、载荷後期のB値低下時の位置評定は比較的正确に行われている。

これらのことより、AEパラメータであるB値、AE累積数、AE原波形、そして位置評定などを持ち込めば、岩質材料の破壊の微視的過程の正確な追跡が可能であるといえる。

(参考文献) 畑他; 各種岩石におけるAE発生パターン、第42回年次概要集III、1987。

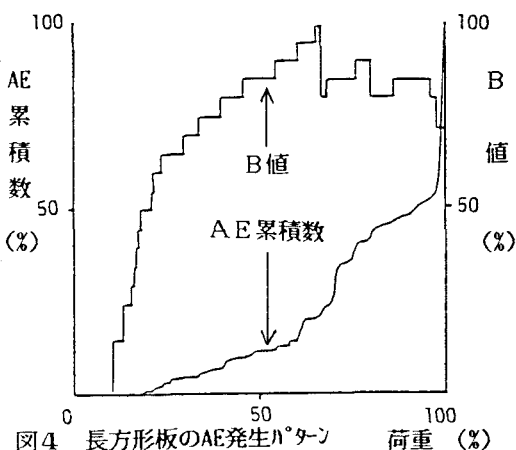


図4 長方形板のAE発生パターン

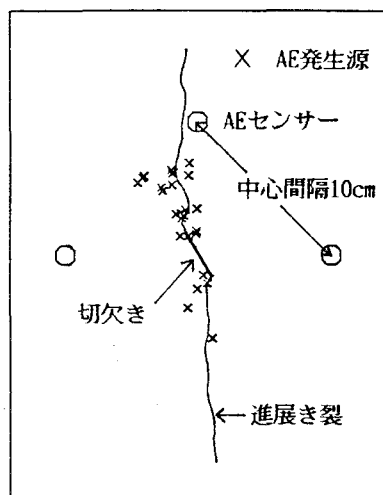


図5 位置標定結果