

岩質材料へのアコースティック・エミッションの適用に関する考察

徳島大学工学部 正員 藤井清司
大日本土木(株) ○正員 柿平康伸
大旺建設(株) 正員 松下 宏

ま〜かさ：最近 AE法が土木材料の研究に適用され発展しつつあるが、岩質材料に適用された例は少なくデータ数も少ない。そこで本報告は、岩質材料供試体を用いてAE法のそのような材料への適用性を見通しをつけようとし、自的としている。具体的には、岩質材料の一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、クリープ試験にAE計測装置を取り付け、AE測定結果を得てそれらについての検討・考察を行う。なお、本報告では周波数帯域、100〜300 KHz、プリアンプゲイン：40 dB、プリアンプのハイパスフィルター：100 KHzに固定し、ディスクリミネーターのゲインとしきい値(Discrimi-level)を変えることにより、感度調節を行う。

材料および試験方法：岩石材料のAE特性は、コンクリートやモルタルのそれと類似しているといわれる。そこで、本試験では岩質材料として、重量配合比 水・セメント：砂 = 1：2：6 のセメントモルタルを用いる。なお、この材料強度は材料7日で圧縮強度： $\sigma_c = 300 \text{ kg/cm}^2$ 、引張強度： $\sigma_t = 25 \text{ kg/cm}^2$ 、14日で $\sigma_c = 347 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\sigma_t = 26 \text{ kg/cm}^2$ である。

まず一軸圧縮試験時のAE計測は次のように行う。材料7日の円柱標準供試体($\phi 10 \times 20 \text{ cm}$)の側面部中心に、トランスデューサーをグリースを介したゴムバンド押し付け法で取り付け、ディスクリゲインは20 dBに固定しておき、しきい値を1 mV から10 mVまで変化させ、供試体を圧縮破壊させ、しきい値1 mVの時のAE累積数を100%とし、他のしきい値のAE累積数の比を示す。次に材料強度(この場合材料7日)のうちのいによるAE発生状況を知るため、しきい値を1 mVに固定し、載荷荷重とAE累積数の関係を調べる。なお、材料は7日と14日である。またAEにはKaiser効果の回復があるといわれるが、これを調べるため7日材料供試体にあらかじめ破壊強度の約70%の荷重をかけた後、時間の経過ごとに再び載荷してKaiser効果の回復を調べる。

また三軸圧縮試験時のAE計測は次のように行う。高圧三軸圧縮試験機に、円柱標準供試体を入れ、圧縮破壊させAE計測を行う。装置の都合上、トランスデューサーを直接供試体に取り付けることができないので、予備実験を行い、機械的・電気的等の環境雑音を無視しうる感度

すなわち、ディスクリゲイン：20 dB、しきい値2 mVに設定する。側圧は50, 100, 150, 200, 250 kg/cm^2 の5種類である。まず所定の側圧をかけた後、軸方向荷重を載荷しはじめると点よりAEを測定しはじめ側圧によるAEは除く。それ以外の側圧下で軸方向に破壊に至るまで載荷してゆきその時の応力-ひずみ曲線とAE累積数との関係を調べる。なお、変位速度：1 mm/2分 で載荷、材料は7日である。

最後にクリープ時のAE計測について述べる。5×5 cm、支間50 cmの材料14日の単純梁に、破壊荷重(曲げ)が81.25 kgとなるので、80, 75, 70, 60 kgの荷重をそれぞれかけておきAE累積数とクリープたわみとの関係を調べる。変位はダイヤルゲージで、支点および支間中央で測定し、支点沈下の影響を除去する。ディスクリゲイン20もしくは30 dB、しきい値は0.5 mVである。次に材料7日の円柱標準供試体と前述の高圧三軸

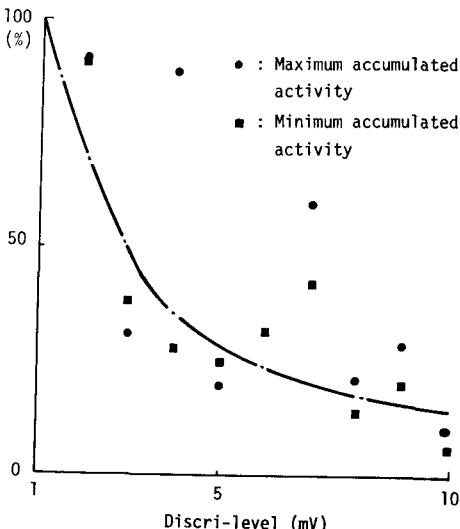


Fig.1 Discrimi-level and AE.

圧縮試験機に入れ 制圧 50 kg/cm^2 をかけた後 軸荷重を 30 ton (破壊荷重の約 90%) をかけたまま、 $1,000$ 分放置しておく。その後破壊に至るまで軸荷重を増加してゆきこの間 AE 計測する。データとしては振幅値 (軸ひずみ) と AE 累積数との関係をとる。計測中のディスクレイン 30 dB (しきい値は 2 mV である)。

結果と考察：一軸圧縮試験時の AE 計測の結果は次のようになる。岩質材料のしきい値と AE 累積数の関係は Fig. 1 に示すようになる。図からわかるように、岩質材料にはしきい値をあげることによって AE 累積数は急激に少なくなる。このことから 適当なしきい値の設定が重要であることがわかる。次に、一軸圧縮試験時の荷重と AE 累積数の関係は Fig. 2 に示す。図からわかるように、材令 7 日と 14 日のうちかによる影響はみられる両者とも 破壊荷重の約 80% で AE 累積数が増え急激になり、破壊に近づくにつれて AE 累積数は急激に増加し、破壊に至る。Kaiser 効果の回復については、荷重をかけた後 5 時間、約 50% 、11 時間 (約 70% 回復する)。

次に二軸圧縮試験時の AE 計測の結果は次のようになる。Fig. 3 に破壊に至るまでの応力-ひずみ曲線と AE 累積数、ひずみ曲線との関係を示している。これは相似形となす。このことは応力-ひずみ曲線のみならず、AE 累積数、ひずみ曲線から岩質材料の破壊機構を推定することのできる可能性を示唆している。また 軸圧をかけた後に軸方向荷重をさけるこの卸圧時の AE とは別に新たに AE が発生する。このことから 載荷方向が変更後は Kaiser 効果はあらわれないといえる。

次に 単純梁のクリープひずみと AE 累積数には相関関係がある。さらに単純梁の場合 ひずみジャンプと AE 発生がこの対応よい。これらのことから 単純梁のひずみひずみと AE 累積数との強い相関関係にあることがわかる。三軸圧縮力下のクリープ変位は Fig. 4 に示している。単純梁に比べてクリープ変位と AE 累積数との相関性はよい。すなわち単純梁のクリープにおいては、クリープ変位がある程度発生して AE はまた増加する傾向にあるが この場合は、クリープ変位が安定するまでは AE 発生もほとんどとまる。しかし この場合 ひずみジャンプと AE 発生があまり対応せず 30 分から 60 分の時間的ずれをもってとられる。

以上のことから 延性破壊 (三軸圧縮破壊) およびクリープ破壊と脆性破壊とは AE 発生傾向が異なるといえる。すなわち前者では降伏点およびクリープひずみ安定点まで AE 発生が頻繁で、その後は安定するか、後者は載荷初期の段階での AE 発生は少なく、破壊に近づくにつれて AE 発生が頻繁になる。

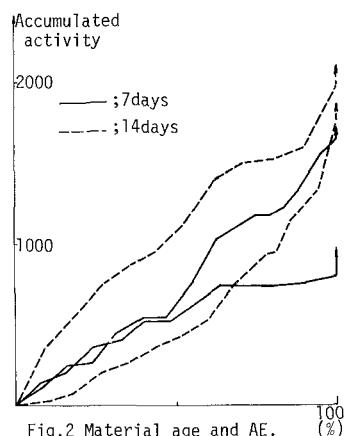


Fig. 2 Material age and AE.

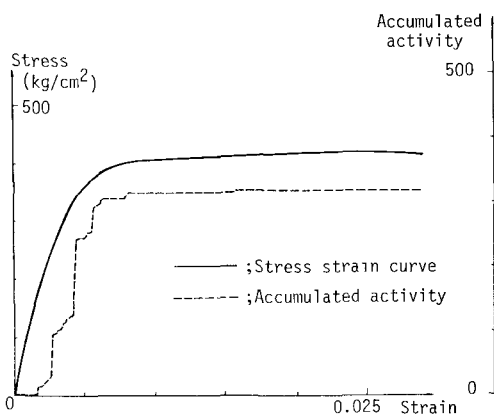


Fig. 3 Triaxial test and AE.

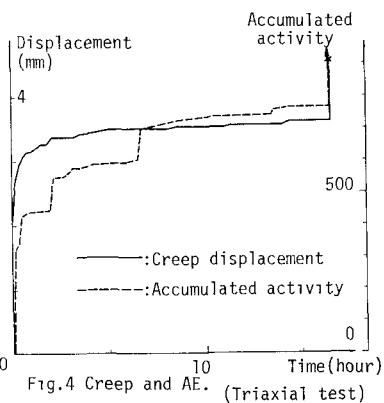


Fig. 4 Creep and AE. (Triaxial test)

Reference: H. R. Hardy, Jr. Application of Acoustic Emission Techniques to Rock Mechanics Research, ASTM Special Technical Publication 505, December, 1971, pp.41-83.