

京都大学	工学部	正員	○大津 政康
京都大学	工学部	正員	丹羽 義次
京都大学	工学部	正員	小林 昭一

1. はじめに

A E現象は、材料とか構造物の変形、破壊過程の時々刻々に対峙した非常に多種多量の情報を内蔵している。それ故、今後のA Eの十分な活用のためには、A E計測システムの開発はもちろんのこと、A E情報を分析し、諸特性を解明することが必要である。A E情報は、一般には、いくつかの検出あるいは分析パラメータに関して処理されている。材料とか系の破壊過程を正確に推定しうるパラメータの確立のためには、これら個々のパラメータの特性を調査し、データを集積することが望まれる。

本報告は、このような考えのもとに、岩質材料におけるA E情報の主要パラメータとその計測システムについて検討を加え、その特性に関する実験結果を述べたものである。

2. A Eの主要パラメータ

A E信号は、原理的には、Fig.1(a)に示すような簡単な装置で検出され、種々の処理機器に送られる。例えば、波形記録を行えばFig.1(b)のように得られる。このとき、A E信号には次のような情報が含まれていると考えられる。

(a) 個々の信号波形としての特徴 (b) 破壊過程でのそれらの発生挙動、分布 (c) 複数個の検出器を用いてのA E信号の到達時間差、順序および個々の検出器における(a), (b)の情報

これらの情報から分析される主要パラメータとしては、次のようなものが考えられている。

(1) A Eの発生頻度、(2) A Eの振幅分布、(3) A Eのエネルギー (4) A Eの周波数分析 (5) A Eによる破壊源探索

Fig.1(b)からも分るように、岩質材料から発生するA E現象は、減衰の早い(継続時間数msec以内)突発型であることが確かめられたため、発生頻度は、設定閾値を越える信号が入ると、1パルスを生じ、その後一定の不感時間(1msecを標準)を設けるような機器により簡単に計数できる。この他に計数法としては、設定閾値を越える回数を全て計数するリングダウン方式、A E信号を包絡線検波して一事象として計数する方式などもある。

発生頻度には、A E現象の規模にあたる情報が含まれてはいない。そこで規模に当る振幅と頻度の関係が、地震に関連したパラメータとして考えられている。これには閾値を何段にも設定できる波高分析器が必要である。

A Eのエネルギー、周波数は、Fig.1(b)のような波形から直接得ることが出来るが、これには未解決ないくつかの問題が残されている。まず、このA E波形は、トランスデューサから得られた電気信号の波形であり、そのためトランスデューサの感度特性、周波数応答特性を把握する必要がある。また、波動の伝播経路、材料の減衰特性により波形が異なることも考えねばならない。

このようにA Eの規模、エネルギー、周波数に対する評価および発生機構、系および材料内の伝播特性を考える上でA Eの発生位置を知ることは不可欠である。この意味においても、破壊源探索のもつ意義は大きく、現在のところ、A Eのパラメータの中で最も定量的に把握しうるものといえる。

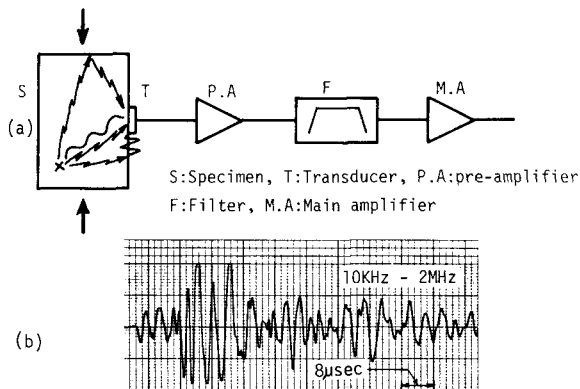


Fig. 1 A E計測システムと信号波形

3. 実験結果および考察

ii) AEの発生頻度

AEの発生頻度については、これまでいくつかの材料および模型実験により、破壊過程での発生挙動、カイザー効果等について報告してきた。今回は、材料内部に潜在する欠陥から発生し伝播するき裂について、そのAE特性を調べる目的で、Fig.2に示すようなスリットを含むモデル伏試体を作製し、一軸圧縮下でAE頻度の計測を行なった。Fig.2 破壊源およびき裂位置

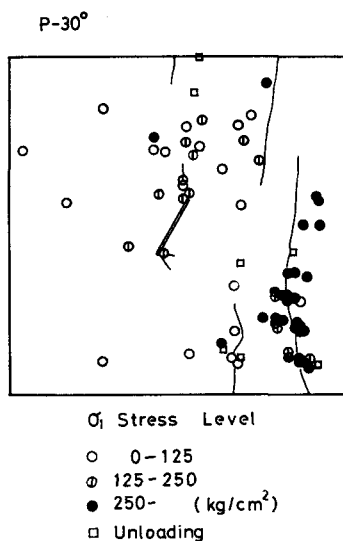


Fig.3にそのAE頻度図を示す。き裂が発生したと確認された時の圧縮応力は、約70kg/cm²の段階であった。この図より、AE頻度は、き裂発生時、除荷時、および最終段階でき裂が不安定に成長する段階以外、30秒間に10カウント以下であることがわかる。図中で実線と破線は、スリットに対向する2チャンネルから検出したものであるが、その挙動はほとんど同じである。

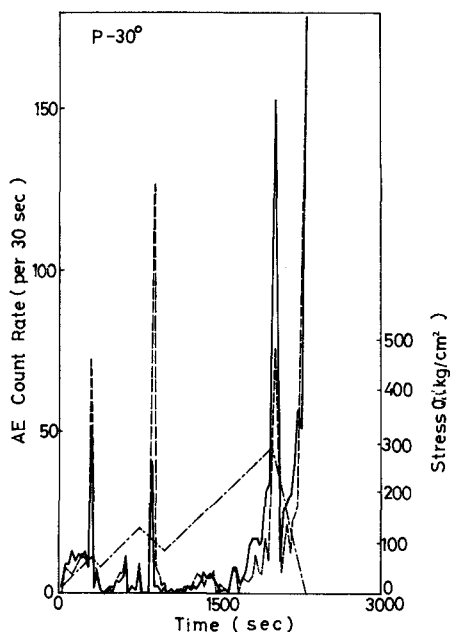


Fig.3 AEの発生頻度図

iii) AEによる破壊源探索

Fig.2には、この実験において決定された破壊源位置と実際に検出されたき裂をも示した。き裂の検出は実験後染料で着色した後に表面を研磨して行なった。図中で、初期にランダムに広がった破壊源は、それに続く段階でスリット部に集まり始め、最終段階では、端部から縦方向に伸びたき裂付近に集中している。また、Fig.3により除荷時にかなりAEの頻度の多いことが知られたが、除荷時の破壊源が既存のき裂面付近に多く存在していることから、これは主にき裂の閉そく、あるいはき裂面でのスベリなどによるものであると考えられる。

iiii) AEの振幅-頻度分布

現在のAE計測では、前述のように、振幅の絶対的評価が困難であり、さらに、検出器の近くで発生した小さな現象と遠くで発生した大きな現象の振幅における評価、その周波数依存性などまだまだ不明確な点が多い。

これまでの一連の実験では、この分布は上に凸な特性を示し、破壊に至る各過程で変動する。その挙動は材質および荷重法により異なるようである。Fig.4には、モルタルの曲げ(BM)、一軸圧縮(TM)試験での結果を示した。図中、曲線上の数字は破壊荷重に対する百分率を表している。

AEのエネルギー、周波数分析については、トランスデューサの校正法ならびに計測システムの開発を中心に現在検討中であり、結果、詳細は当日発表を行う。

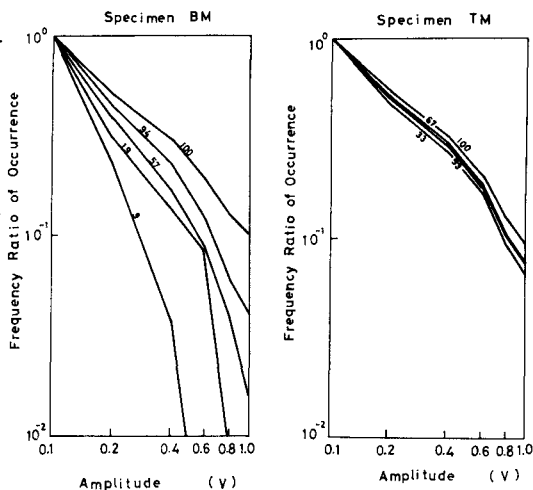


Fig.4 AEの規模別頻度分布曲線