

§1 はじめに

近年、AE(Acoustic Emission)は構造物の非破壊検査法や材料の力学特性の研究に应用されるようになってきた。これらの研究では、金属材料を対象としたものは数多く見うけられるが、脆性材料を対象とした研究は少ないようである。本文は、石膏・モルタル・岩石の一軸圧縮試験を行い、破壊過程とAEの発生特性の若干の関連性について述べたものである。

§2 実験装置及び実験方法

2.1 実験装置とその設定

今回の実験において使用するAE装置のプロックダイヤグラムを図1に、及びAE装置の写真を図2に示す。供試体内で発生したAEはセンサーにより電気信号に変換され、プリアンプで増中され、ディスクリミネータ(NF回路製)に伝送される。このディスクリミネータは増中、フィルタリング、及び雑音除去により、オシレーションパルス及びイベントパルス等の信号処理を行なう装置である。このように処理された信号は、デジタルカウンタに数量表示され、またトリガレベルを越えたものはトランジェントメモリ(川崎エレクトロニクス製)に記憶されシンクロスコープ及びレコーダにより波形として得られる。今回の実験は主として80dB増中し、100kHz~1MHzの周波数帯でディスクリバイレベル150mV、ローレベル50mVを共に越えるものを検出した。なおセンサーは共振周波数140kHz(NF回路製)のものを使用した。

2.2 実験方法

今回の実験に用いた供試体の概要を表1に示す。載荷方法は最大荷重20tの油圧式一軸圧縮試験機(東京衡機製)を用い、荷重制御方式(1t/min)で行ない、供試体端面拘束を少なくするため供試体の上下にそれぞれ1mm厚のゴム板を重ねた。またAEのカウント方式は、ディスクリバイレベルを越えた波のサイクル数を全て数えるリンケダウン計数方式を採用した。

§3 実験結果と考察

供試体のAE測定を行う前に、試験機等の振動雑音の特性を調べた結果、フーリエスペクトル解析により100kHz付近の卓越振動数があり、電氣的雑音は広い範囲の周波数スペクトルを持つことが分った。従って本実験では、100kHz~1MHzの範囲

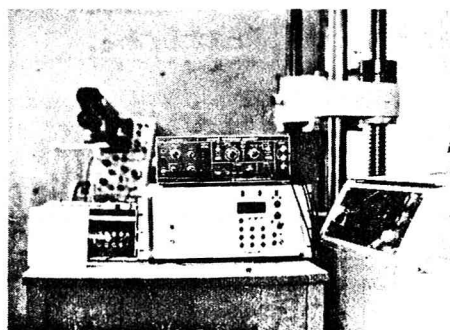
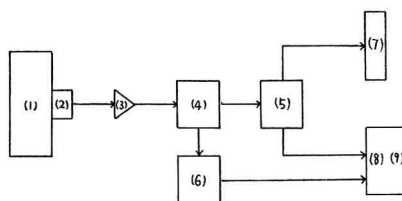


写真1 AEの測定装置



- (1) 供試体 (2) センサー (3) プリアンプ
(4) ディスクリミネータ (5) トランジェントメモリ
(6) デジタルカウンタ (7) シンクロスコープ
(8) データレコーダ (9) Y-Tレコーダ

図1 AE測定装置のプロックダイヤグラム

	石膏 供試体	モルタル供試体
寸法	5.0 × 15.0 × 15.0	6.0 × 6.5 × 12.0
水-石膏比 水-セメント比	60%	55%
スリット長	2 cm	スリット無し
スリット角	0°, 30°, 45°, 60°	
養生方法	(20°) 1日気乾、後2日炉乾	(80°) 1週間水中後1日炉乾

表1 供試体の概要

のフィルターを用い、更にディスクリミネータの「しきい値」ローレベル50mVで除去した。なお、端面拘束の結果生じていると思われる低荷重レベルでのノイズ発生は、ゴム板を供試体と載荷板にはまおこにより除去された。次に石膏とモルタル供試体のAE測定結果の1例をそれぞれ図2,3に示す。これらの図では、横軸は時間(単位は分)、縦軸はAEのレトカウント(1秒当り)、トータルカウント及び載荷荷重(P)を示す。

(1) 石膏供試体

石膏の破壊は、スリットが無い場合は耐荷力付近で縦の亀裂(引張りによる亀裂と推定される)が入り瞬時に崩壊し、AEも耐荷力付近で急に発生するがそれまでは殆んど測定されない。スリットが有る場合はその角度によって亀裂発生位置が異なるがいずれにしてもスリットから縦の亀裂が入り両端面まで進展し、その後しばらくして縦と横の亀裂が発生して(殆ど)縦の亀裂)耐荷力を失う。図2ではAEもこの破壊過程に対応した発生状況を示しており、スリットからの亀裂進展時と最終

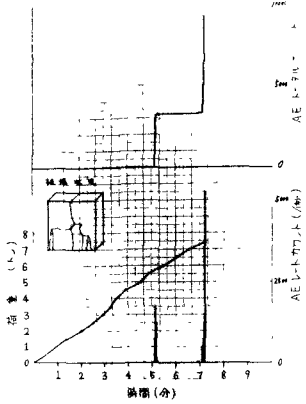


図2 石膏供試体のAE測定結果 (スリット角45°)

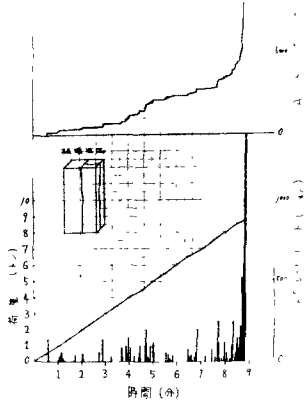


図3 モルタル供試体のAE測定結果

耐荷力付近でAEが発生し、又耐荷力付近のレトカウントは急増して崩壊時に最大となる傾向があることが分かる。

(2) モルタル供試体

モルタル(スリット無い)の破壊も石膏と同様に、端面拘束除去のためのジムをつけた場合、主として縦の亀裂が入り、耐荷力を失う。図3に示すようにAEは、最終強度の1/2付近ごろから徐々に発生しはじめるが、その最終強度まではAEの増加は著しくなく、最終強度付近で急激に増加し崩壊時に最大となる。次に、発生したAE波形の包絡線形状及び周波数特性等についてオシロスコープ写真、γ-Tアンプ記録から観て調べた結果、あまり顕著ではないが石膏ではスリットからの亀裂発生時は突発型で減衰も早い、最終強度付近は連続型で減衰も遅いものが多いようである。一方モルタルについては、一般に突発型で減衰も早い傾向がみられた。周波数特性についてはスペクトル解析により更に検討する予定である。

§4 あとがき

以上により材料の破壊過程とAEの発生特性については次のようである。石膏供試体については主として最終破壊時付近にAEが多発生し、AE発生割合が急増する傾向がみられ、またスリットが内蔵された場合、最終破壊以前にスリットから縦方向の亀裂(引張り亀裂)が発生進展するが、その時にAEが発生する。一方モルタル(スリット無い)については石膏と若干異なり、最終破壊の1/2付近からAEが発生し、その後AEの発生の増加は著しくなく、最終強度近くになって急増する傾向がある。またAE波形は、モルタルは突発型で減衰が早い、石膏は最終強度付近では連続型で減衰が遅くなる例も多くあった。モルタルと石膏とのAE発生特性に違いがあるのは、モルタルの不均質性によるものと考えられる。今後、更に岩石の供試体の試験を予定している。なお、本研究は文部省科学研究費試験研究「2」(課題番号285107)の補助を受けて行ったものである。また本研究を行うに当たり東北大学工学部土木学科文部技官 石見政男、平形一夫の両氏のお世話を受けた。ここで謝意を表します。

参考文献: (1) 金川忠・林正夫・仲佐博裕: 岩石における地圧成分の Acoustic Emission による推定の試み (土木学会 1987年大会 論文要旨集 第258号 第277頁2行)