V-2　アコースティック・エミッションによる破壊源探査

京都大学　正員　小林昭一
〃　〃　大津政康
〃　学生員　松尾哲彦

1. はじめに

材料が破壊する際には，如何に微小な破壊であっても，急激にひずみエネルギーが解放され，これに伴って波動が発生することが知られている。このような波動の放射は，アコースティック・エミッション（略してAE）と総称されている。AEを材料試験とか非破壊検査などに利用する方法はAE法と呼ばれる。AEの特性は，個々の材料とか対象とした構造物によっても異なってくるので，AE法を十分に活用するためには，それらに関する豊富な基礎データが必要である。現在では，AE測定システムの開発はもちろんのこと，この方面の研究も活発に行なわれている。

本報告は，このような研究の一部として，岩質材料を対象として，AEによる破壊源探査を試みたものであり，その装置，方法，精度などを検討し，最後に割裂試験，圧縮および曲げ供試体中の微小破壊源の追跡に適用した結果を述べたものである。

2. 破壊源探査法

1)方法：AEでは，破壊に伴う弾性波，すなわち，縦波，横波および表面波が検出される。物体上の数点で同一原因によるAE波の検出を行なえば，検出点への波の到達時間差から，破壊源を計算により推定することができる。圧力容器などの比較的薄く，かつ広がりのある構造物内の破壊源探査には，表面波が主に用いられているが，一般の3次元物体では，物体の境界での反射により複雑な波が発生するので，検出点に最も早く到達した縦波だけに注目する方法が精度が良いと考えられる。以下では，縦波を主として利用する測定システムを検討する。

使用したAE測定装置のブロック・ダイヤグラムを図-1に示す。装置は4（または5）チャンネルで構成し，検出器としてはPZT-5（$\phi 8^{mm} \times 2^{mm}$，共振周波数900KHz）を用いた。検出したAE信号は，前置増巾器で20dB増巾し，さらに波高弁別器で，10KHz～300KHzのものを40dB増巾して，1μsecのサンプリング間隔でウェーブ・メモリで読み取り数値化して記憶した。波動は，同時にオッシロスコープでモニターし，AE信号であることを確認の上，時間スケールを拡大してペンレコーダーに記録した。（図-6参照）。このような測定システムにより，縦波の検出器への到達時間差は容易に読み取ることができ，破壊源を推定することができる。

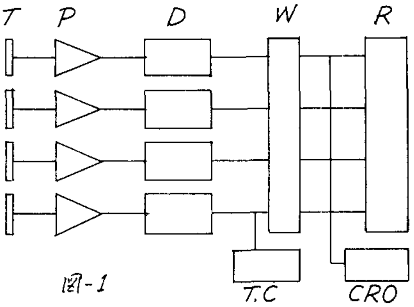


図-1

T：検出器(PZT-5)，P：前置増巾器
D：波高弁別器，W：ウェーブ・メモリ
R：レコーダー，T.C：カウンター，CRO：オッシロスコープ

2)精度検照：円柱供試体（$\phi 15^{cm} \times 15^{cm}$）の表面上の数点（既知点）から50KHzの単発矩形波信号を入力し，図-2に示す4（または5）点で検出記録して，計算により信号源を求めて，既知点と比較した。結果の一例を表-1に示す。また，P_2，P_6点から入力した場合の検出波形を図-3に示す。初動の位相に注意されたい。(b)図のD点での初期の波動は，他のものと位相が異なり縦波ではなく，横波(SV波)と判断される。

A(-2, 0, -5)
B(4, 0, -5)
C(-2, 0, 4)
D(-2, 15, -5)
E(5.3, 9, 5.3)
A′(-1.2, 0, -3.8)
B′(3.5, 0, -4.5)

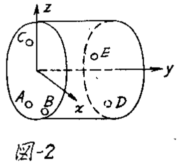


図-2

なお，横波および表面波の検出の様子は図-4を参照されたい。A'点入力によるC点の検出波形から点S，Rに対応して波速約2700m/sec，2200m/secが求められる。これらの値は，縦波速度4300m/sec（実測値），ポアソン比$\nu=0.2$（実測値）より求まる値，約2600m/sec，2400m/secとほぼ一致する。

表中の計算値は，P_5, P_6に関しては横波速度を用いて算出したものである。全体的に見て，信号の検出精度は約10mm以内ということができよう。

表-1

点	信号源	計算値	誤差 (mm)
P_1	(-7.5, 6.0, 0.0)	(-6.1, 6.0, 0.5)	15
P_2	(-3.8, 11.0, 6.5)	(-2.2, 10.9, 6.9)	17
P_3	(7.5, 1.0, 0.0)	(7.8, 2.0, -0.3)	11
P_4	(0.0, 7.5, -7.5)	(-0.3, 6.9, -8.1)	9
P_5	(0.0, 0.0, 0.0)	(1.0, -0.1, -0.6)	12
P_6	(0.0, 15.0, 0.0)	(-0.2, 15.0, -0.3)	4

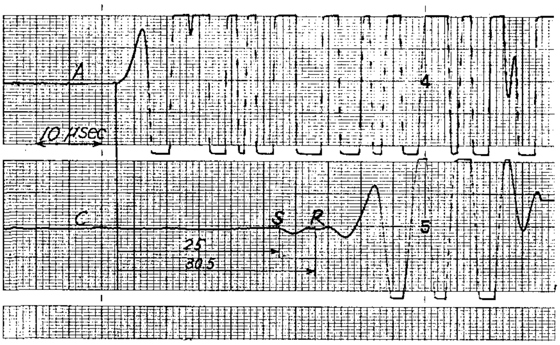
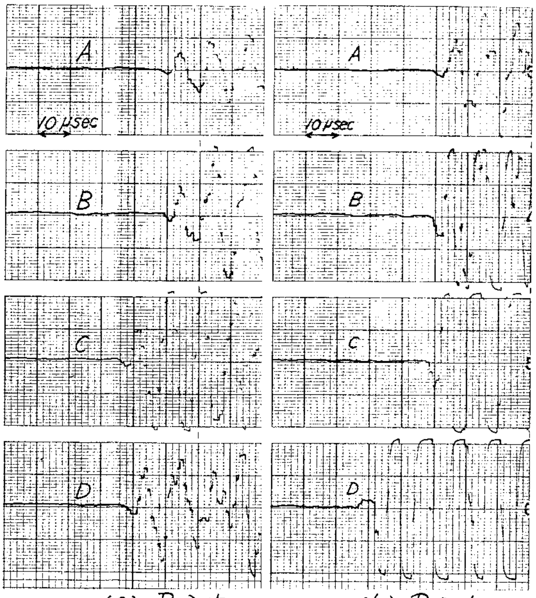


図-4 （A'点入力）



（a） P_2入力　（b） P_6入力

図-3

3. 適用例

モルタルの割裂試験時における破壊位置探査の一例を図-5, 6に示す。検出波形の位相は図-6(a)および(b)の2つの型に分かれることに注意されたい。これより2つのAE発生機構が考えられる。供試体中の引張破壊に伴うAEと，供試体加圧盤間の微小圧潰，微小粒子の圧入に伴うAEとであろう。図-5より，割裂時の微小破壊は，最終的な破断面（破線で示した）上にだけ生じるものではないことも分る。

なお，圧縮試験，曲げ試験などへの適用例は，発表時に言及する。

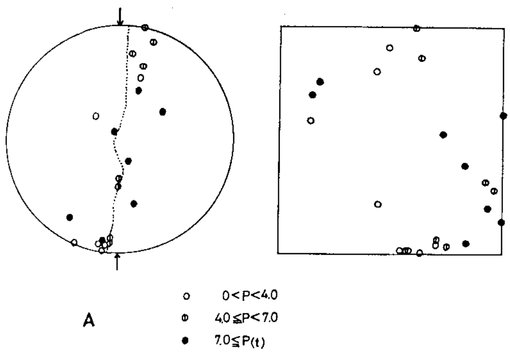
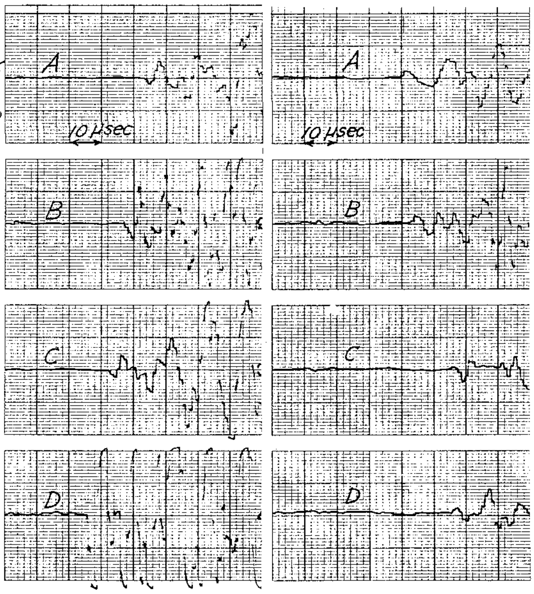


図-5



（a）　（b）

図-6