

京都大学 工学部

正 員 ○大津 政康

京都大学 工学部

正 員 丹井 義次

京都大学 大学院

学生員 馬越 唯好

1. はじめに

材料の破壊する過程で発生するAE現象は、その特性として、幾つかの検出あるいは分析、処理パラメータに関して検討されており、材料とか構造系の破壊過程を把握しうるAEパラメータの確立のためには、個々のパラメータの特性を検討し、基礎資料を集積することが必要であろう。

本報告は、このような考えのもとに、AEの周波数成分に着目して、周波数分析を試み、手法と計測システムに関して検討し、材料の破壊過程、破壊形態による周波数特性について実験的考察を行な、たものである。

2. 計測および処理システム

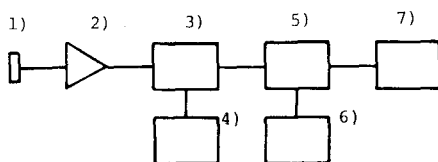
AEのような過渡的で高周波数の現象の波形を周波数分析するには、データ集録に関して特別な配慮が必要である。そこでFig. 1に示すようなウェーブメモリとディジタルカセットを中心とした計測装置を考案した。このシステムによるNyquist周波数は、最高で10MHzであるが、今回は、500kHz(サンプリング間隔1μsec)で使用した。カセットに記録された波形は、その後、計算機により処理され、周波数分析が行なわれる。

3. トランスデューサ(変換子)の検討

AE波形の周波数分析に際しては、周波数応答特性の平坦な変換子が必要である。それ故、分析を行う周波数帯を覆う範囲で応答特性の平坦な変換子を使用する必要がある。そこで、3種類(900BA, 1000BA, 905S)の変換子について装着方法も含めて検討した。変換子の校正法としては、種々の方法が提案されているが、今回は、同じ変換子を貼り合せ、一方から周波数可変の一定電圧を入力し、その時の他方の平均出力電圧を記録する、いわゆる接触法によって行なった。周波数応答が10kHz~300kHzの間で比較的平坦であった変換子の例をFig. 2に示す。

4. 実験概要

実験の供試体としては、次のような配合のコンクリートとモルタルを使用した。コンクリート(水:セメント:砂:粗骨材=0.64:1.0:2.0:4.0, 粗骨材最大寸法10mm, 圧縮強度367 kg/cm²) モルタル(水:セメント:砂=0.6:1.0:2.0, 圧縮強度405 kg/cm²) 試験方法としては、一軸圧縮試験(φ10cm×20cm), 割裂試験(φ15cm×15cm), 単鉄筋はり曲げ試験(10cm×10cm×40cm D10使用)を行なった。実験に際して、供試体には900BA, 905Sの2種類の変換子を装着し、一軸圧縮試験では1mm/40秒の載荷速度で、1mm載荷される間に2個の割合でAE波形をそれぞれの変換子から検出し、割裂および単鉄筋はり試験では、0.5mm/40秒の載荷速度で同様の検出を行なった。このAE計測に際しては、増幅度は60dBであり、周波数帯は、10kHz~300kHzに設定した。



- | | |
|-------------------|------------------|
| 1) Transducer | 2) Pre-amplifier |
| 3) Discriminator | 4) Counter |
| 5) Wave memory | 6) Oscilloscope |
| 7) Cassete memory | |

Fig. 1 AE計測装置ブロックダイアグラム

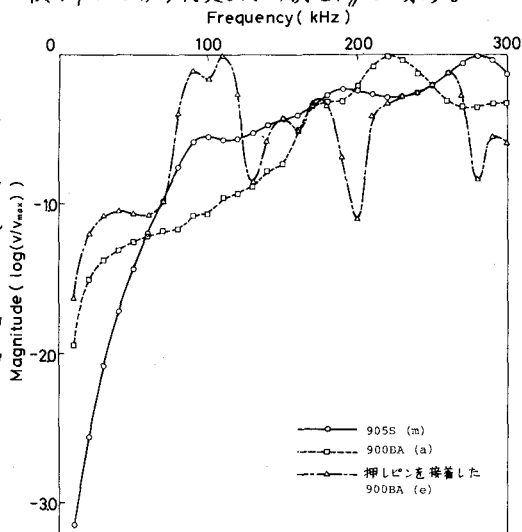


Fig. 2 トランスデューサの周波数応答特性

5. 実験結果および考察

周波数分析にはFFT法を用い、個々のAE波形のパワースペクトルを求めた。この結果、検出されたAE波形のスペクトルは変換子の周波数応答特性に大きく影響されることが確かめられた。例として、コンクリートの割裂試験において900BAと905Sにより検出された同一現象のスペクトルの例をFig. 3に示す。図中縦軸は、Fig. 2と同様にピーク値で正規化した対数の値を表わしている。900BAから検出された波形のスペクトルには、この変換子の応答感度の高い220kHz付近にピークの現われていることがわかる。これより、以後の結果の検討には、100kHz~300kHzの周波数帯で最も平坦な特性を示す905Sから検出された波形のスペクトルを採用することにした。

コンクリート供試体の一軸圧縮試験において検出されたAE波形とスペクトル解析結果をFig. 4に示す。これより、载荷の初期に検出されたAE波形では、低周波数成分を多く含んでいるが、中期になると次第に高周波数成分が多くなり、終局破壊直前では再び低周波数成分も多くなっていることがわかる。このような周波数成分の変化は

コンクリートの圧縮破壊過程における内部構造の変化と関連していると考えられる。次に、モルタルでは、コンクリートに比較して、スペクトルのピークは変動が小さく、常に低周波数域にあるが、破壊が進むにつれて、スペクトルに高周波数成分が次第に多くなっていくのが見られた。

この他、割裂試験準鉄筋はり曲げ試験におけるAE波形のスペクトル解析の結果および詳細については、当日発表を行う。

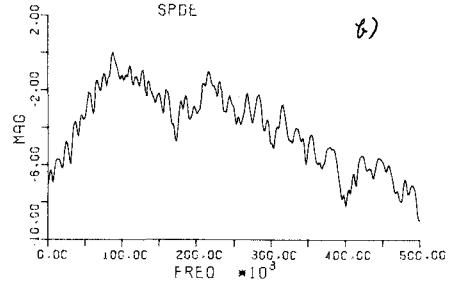
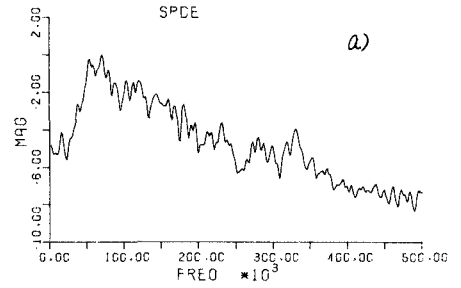


Fig. 3 900BAと905Sによるスペクトルの比較 a) 905Sより検出, b) 900BAより検出

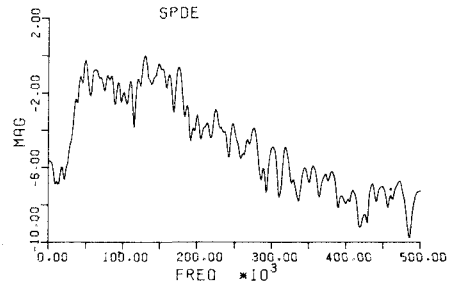
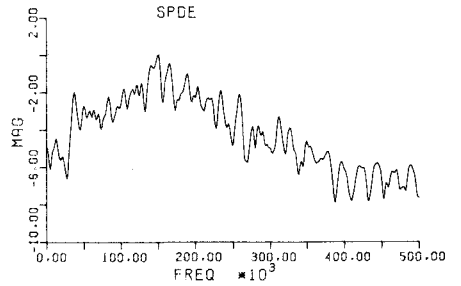
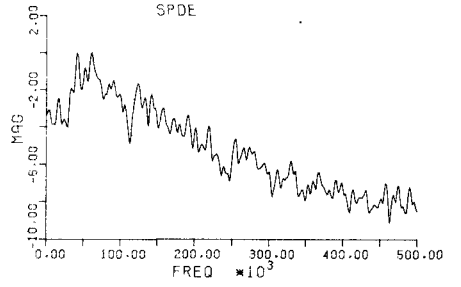


Fig. 4 AE波形とスペクトル(コンクリート一軸供試体) a)破壊度9%, b)破壊度50%, c)破壊度98%