

A E 波動の周波数領域における考察

京都大学工学部	正員	丹羽 義次
同	正員	大津 政康
四国電力株式会社	正員	○馬越 唯好

1. はじめに

材料の微小破壊によつて検出される A E 現象は、材料や構造物の破壊過程に対応したさまざまな情報を内蔵していると考えられる。本報告は、A E 波動の発生伝播現象を周波数領域において考察し、発生した個々の発生源での A E 波動の周波数特性についてコンクリート材料の破壊過程、破壊機構との関係を検討したものである。

2. 実験概要

破壊実験としては、コンクリート（水：セメント：砂：粗骨材 = 0.64 : 1.0 : 2.0 : 4.0, 粗骨材は最大寸法 10 mm の碎石）、モルタル（水：セメント：砂 = 0.6 : 1.0 : 2.0）の供試体それぞれについて、一軸圧縮試験（ $\phi 10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ ）、割裂試験（ $\phi 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ ）、単鉄筋はり曲げ試験（ $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ 、鉄筋は D10 をかぶり 20 mm の所に設定）を行なった。A E の発生源における周波数分析を行なうためには、P 波初動部分の決定および距離減衰の評価のため、個々の A E の発生位置を決定する必要がある。そこで破壊源探索には、A E 変換子 900BA（ $\phi 4 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ ）を 5 個使用し、増幅率は 60 dB、周波数帯は 10 kHz ~ 300 kHz に設定した 5 チャンネルの A E 計測システムを採用した。載荷は漸増載荷とし、ウェイク・メモリーにトリガーがかかり、A E であることを確かめた時点で一時荷重を止めた。検出された A E 波動は、ウェイク・メモリーによりサンプリング間隔 1 μs で記憶させ、カセット式磁気テープに収録した。

3. 解析手法

A E 変換子の周波数応答特性 $W(f)$ と距離減衰率（Q 値）を考慮すれば、発生源における A E 波動のスペクトルは、次式で与えられる。

$$\log |S(f)| = \log \frac{|R(f)|}{|W(f)|} + \frac{\pi D}{v_p Q} \cdot f$$

ここで、 $|S(f)|$ は A E 波動の発生源でのスペクトルであり、 $|R(f)|$ は A E 変換子により検出された A E 波動のスペクトルである。また、D は A E 変換子から発生源までの距離、 v_p は P 波速度、Q は材料の Q 値を表わしている。

上式のスペクトルの計算に際しては、反射波などの影響のない P 波初動の部分にのみ着目する必要があることがわかった。そこで A E の P 波初動のスペクトルを求めるために、データ数が少なくてもスペクトル解析が可能な MEM（最大エントロピー法）と呼ばれるスペクトル計算法を用いた。

4. 結果および考察

カセットに収録された A E 波形から、縦波初動の到達時間差と初動の向きを読み取り、

Tadayoshi BAKOSHI, Yoshiji NIWA, Masayasu OHTSU

破壊源探査を行な。た。また、地震学における発生機構の研究より、破壊機構の分類を行な。た。

モルタルー軸圧縮実験の結果、得られた破壊位置と変換子の位置をFig.1に示す。図において、AE発生源での破壊機構を○と×で区別し、○は引張リクラックによ。て発生するAE現象、×はセン断クラックその他の機構によ。て発生するAE現象とした。図の破壊位置1と2に対して、上式を用いて、発生源におけるAE波動のスペクトルを5チャンネル全てについて求めた結果をそれぞれFig.2、Fig.3に示す。

Fig.2より、破壊源1については、5チャンネルとも150kHz~170kHzに1つのピークをもち、スペクトルの形はほとんど同じである。これが引張リクラックによるAEのスペクトルの特徴と考えられる。他のチャンネルに比べてCでは、150kHz付近のピークが鋭くなっているが、これは破壊源での引張リクラックの向きによる影響ではないかと思われる。Fig.3より、破壊源2については、5チャンネルのスペクトルの形は異なり、ピーク周波数も異なっている。これがセン断クラックによるAEのスペクトルの特徴と考えられる。

他の結果については、当日発表を行なうが、本研究において得られた結果を総括すると、次のようになる。

供試体内部においてまだ検討すべき項目として、入射角や材料内の異なる組織に依存する影響などが考えられるが、それらがあまり影響を与えない場合には、どの変換子より検出された波形であ。ても、発生源までたしかえたAEのスペクトルは、引張リクラックの場合にはほぼ同じスペクトルを示し、セン断クラックその他の機構による場合には変換子の位置により異なることがわ。か。た。このように、発生源におけるAE波動のスペクトルは、その破壊機構と対応した特性をもっていることが明らかにな。た。

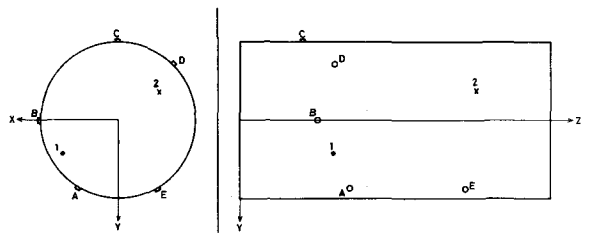


Fig.1 モルタルー軸の破壊位置と変換子の位置

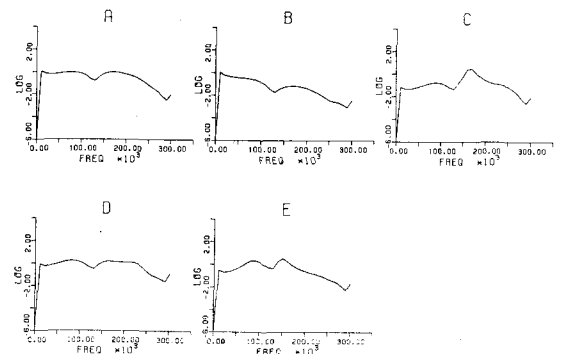


Fig.2 発生源におけるスペクトル(破壊源1,破壊荷重の64%)

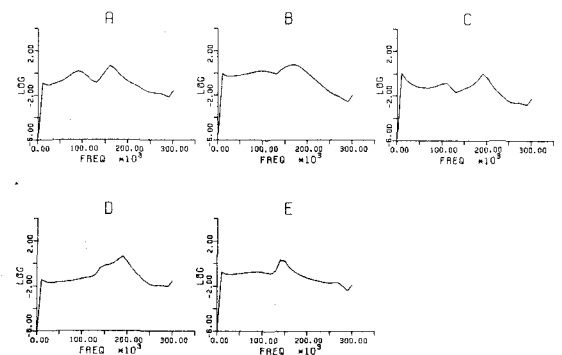


Fig.3 発生源におけるスペクトル(破壊源2,破壊荷重の90%)