

モードI型き裂のAE周波数スペクトル特性について

福島高専 学 O 斎藤 栄治
同上 正 山内 正司

1. はじめに

AE波形の非定常性はこれまでの実験において確認されているが、これは、発生源の時間的变化に起因しているものと考えられる。本研究は、AE波形の非定常性に着目し、モルタル供試体のモードI型き裂進展時に発生するAEの非定常スペクトル解析を行い、周波数スペクトル特性と発生機構との関係について考察しなものである。

2. 非定常スペクトル解析⁽¹⁾

波形 $f(t)$ を 中心円振動数 ω_n の帯域通過フィルターに入力した時の出力は、円振動数 ω_n の成分のみを持つ波形 $g_n(t)$ となる。この $g_n(t)$ の振幅包絡線は $f(t)$ に含まれる ω_n 成分の強さを表わし、 $g_n(t)$ から瞬間フーリエスペクトル $F(\omega, t)$ が計算される。帯域通過フィルターの伝達関数は $H_n(\omega)$ とすれば、 $g_n(t)$ は、

$$g_n(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F_0(\omega) H_n(\omega) e^{i\omega t} d\omega \quad \text{---(1)}$$

$$\text{ここに, } F_0(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt \quad \text{---(2)}$$

となる。更け、AE変換子への入力波形 $e(t)$ に関する非定常スペクトル $E(\omega, t)$ は、式(1)を書きかえて、

$$g_n(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{F_0(\omega)}{S(\omega)} H_n(\omega) e^{i\omega t} d\omega \quad \text{---(3)}$$

から得ることが出来る。ここに、 $S(\omega)$ は変換子の伝達関数である⁽²⁾。

式(3)で用いる帯域通過フィルターの伝達関数 $H_n(\omega)$ は、ここではガウス関数を採用した。(図-2) すなわち、

$$H_n(\omega) = e^{-\alpha(\omega - \omega_n)^2} \quad \text{---(4)}$$

α は、モデル波形を用いた計算の結果、 $\alpha = 25 \times 10^{-5}$ とした。

3. 実験

モルタル供試体の形状は 図-3 に示すように、切欠きの先端にスリットを入れ、比較的応荷重でき裂が進展するようにした。(骨材寸法 $0.025 \sim 2.5 \text{ mm}$, $W/C = 45\%$) 一軸圧縮試験は、載荷板との間にテフロンとゴムシートを挿入し、

載荷速度約 0.1 t/min で行った。また、き裂進展時に発生するAE波形は、図-4 に示すように、2ch で検出し、到達時間差がないことを確認してから、GP-IB, CPU を介してハードディスクに記録する。(サンプリングタイム

$0.2 \mu\text{sec}$, 1024 語長)

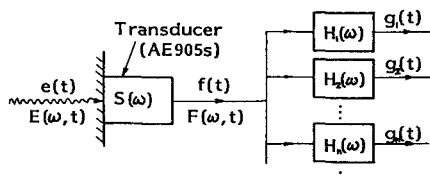


図-1 AE変換システム



図-2 帯域通過フィルター

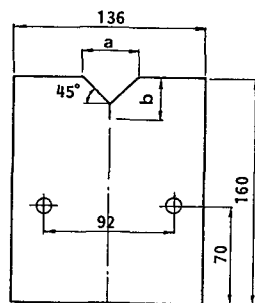


図-3 供試体形状寸法

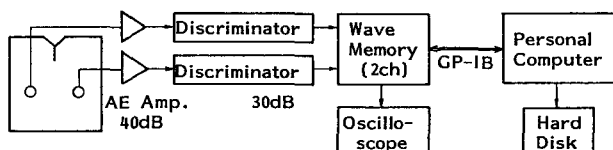


図-4 実験装置ダイヤグラム

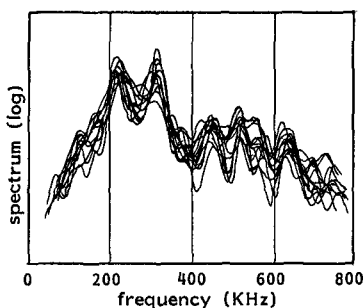


図-5 周波数スペクトル特性

4. 結果と考察

破試体のスリット部の寸法を $a = 40 \text{ mm}$, $b = 33 \text{ mm}$ とした場合の結果を以下に述べる。き裂は 4.3 t で不安定に進展したが、き裂先端から発生していると思われる AE は 3.9 t から確認された。この破試体について記録された AE 波形は 14 個である。

以上の波形について生じた周波数スペクトル特性を示したものが図-5 である。この図でスペクトル曲線の形を比較するために、各々のレベルに応じて曲線全体を上下に移動させて表わしている。曲線の形にわずかな違いは認められるが、ほぼ同一のスペクトル特性を持っていると見なせる。

次に、図-6 (a), 6 (b) は、荷重 4.28 t と 4.30 t で検出された AE 波形について、上段には生の非定常スペクトル特性を、下段には修正した結果を等高線表示したものである。両者とも、波形の立上り部分に 450 KHz の高周波数成分が現われており、その後 200 KHz と 300 KHz の成分が生ずる。これから変換子の影響を除き、修正すると 200 KHz の成分は殆んど消え、 300 KHz と 400 KHz のピークが立上り部分に現れてくる。以上のことから、AE 波形の立上り部分約 $50 \mu\text{s}$ は、き裂先端からのエネルギー放出過程に対応していると考えられる。この間、時間と共にピークが高周波数成分から低周波数成分へと変化している。

図-6 (b) では、このパターンが 2~3 個確認され、複数の AE 現象を費わしていると考えられる

5. あとがき

モード I 型き裂進展時に発生する AE 波形の高周波数スペクトル特性は、ほぼ同じである。非定常スペクトル解析結果から、 300 KHz と 450 KHz のピークが波形の初期約 $50 \mu\text{s}$ の間に認められ、エネルギー放出過程を表わしていると考えられる。

なお、本研究は、昭和 57 年度文部省科学研究費補助金 (奨励研究 (A)) によることを記す。

参考文献: (1) 神山真, 林学論文報告集 204 号, 35-48, 1979 (2) 山内, 根本, 福島工業専門学校校報 第 13 巻 第 1 号, 57-62, 1982

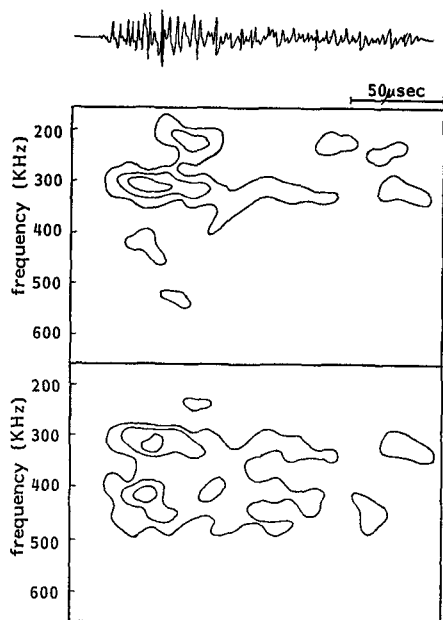


図-6 (a) 非定常スペクトル特性 (4.28 t)

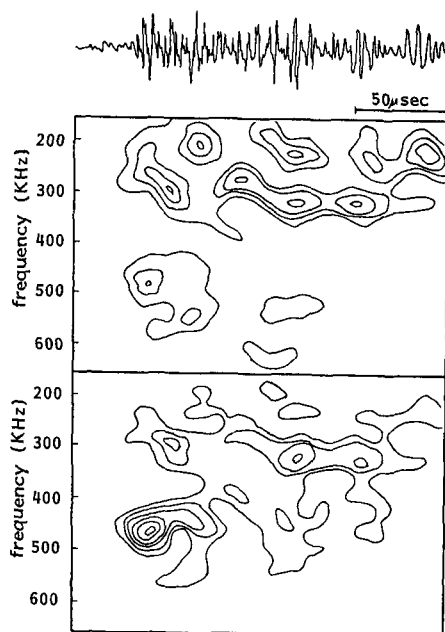


図-6 (b) 非定常スペクトル特性 (4.30 t)