

AEによる脆性材料の逐次破壊機構の解析

東北大学工学部 学生員・原田 光男
同 上 正 員 佐武 正雄
同 上 正 員 新関 茂

1. はじめに

AE (Acoustic Emission) は 材料が非可逆的変形及び破壊が生じた場合に、歪みエネルギーの一部が解放される弾性波を生じる現象で、破壊工学と密接な関係をもつ近年、構造物の重力の非破壊検査法や材料の力学特性の研究に応用されるようになってきた。金属材料を対象としたAEの研究は数多く見られるが、非金属材料に関するものは比較的少ないように思われる。本研究は、脆性材料の一種であるモルタル供試体のき裂進展過程において発生する諸AE特性の計測を行い、き裂進展機構の定量的詳細を試みにものである。

2. 実験の方法

実験に用いたAE計測システム(KK NF回路設計ブロック製)の構成図を図-1に示す。

本計測システムは、4チャンネルAE計数統数、AE単象統数、エネルギー計数統数など各種AE計数やエネルギー分布の計測及びAE発生位置の検定が可能である。

実験にはモルタル供試体を用いた。この供試体作成に用いたモルタルは、水セメント比 $W/C=55\%$ 、フロー値 $180 \pm 5 \text{ mm}$ である。

モルタル供試体の材料定数は表-1に供試体寸法は図-2に示す通りである。

き裂の発生を容易にするために上断面にスリットを入れた供試体に、単軸圧縮試験(荷重速度 5 kg/sec) を行い、き裂進展に伴って発生する各種AE計数の計測及び位置検定を実施した。

3. 実験結果と考察

図-3は、き裂進展に伴う代表的な圧縮応力と軸歪み及び横歪みの関係を示したものであるが、き裂の進展によるセグ率及びポアソン比は非常に小さい。

図-4は、各々の荷重レベルに対応して計測したAE単象統数とエネルギー計数統数の相関を、供試体 No.1~7について示したものである。

AE単象統数とエネルギー計数統数の間には直線に近い関係があり、その傾きはAE1単象あたりのエネルギー計数を示している。この図は1単象あたりのエネルギー計数がほぼ一定であることを示している。

図-5は、引張り型き裂進展パターンに類似したNo.3~6の供試体のき裂進展とエネルギー計数との関係を示したものである。

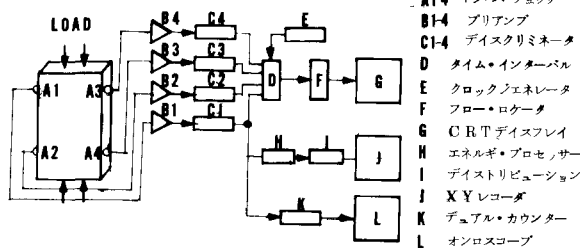


図-1 AE計測システム構成

表-1 材料定数

ヤング率 E kg/cm^2	1.60×10^5
ポアソン比 ν	0.176
せん断定数 G kg/cm^2	6.80×10^4
縦波波速 V_p m/sec	2.79×10^3
横波波速 V_s m/sec	1.80×10^3

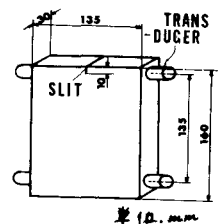


図-2 供試体

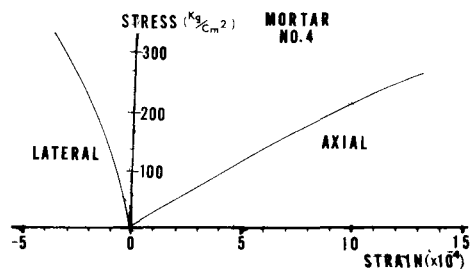


図-3 応力-歪曲線

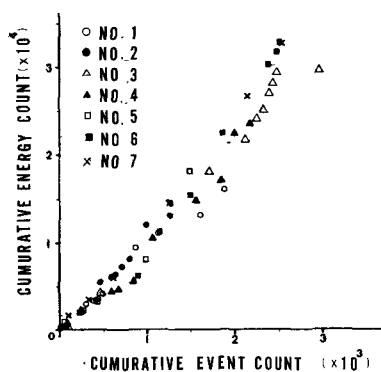


図-4 AE発生総数とエネルギー計数総数

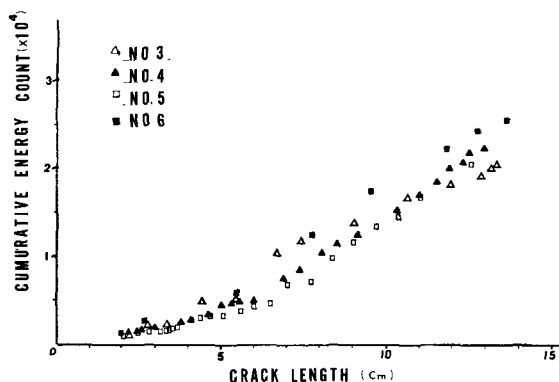


図-5 エネルギー計数総数とき裂進展長さ

図-5よりエネルギー計数総数と、き裂進展長が直線に近い関係となっており、き裂の単位進展長当たりのエネルギー解放量がほぼ一定であることを示している。
これは Griffith の理論における表面エネルギー密度 γ が一定であることを対応していると思われる。

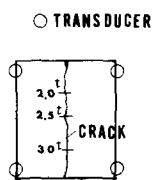


図-7 き裂の進展

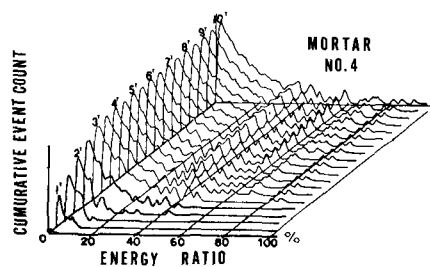


図-6 エネルギー分布



写真1 位置標定 2.0t



写真2: 2.5t

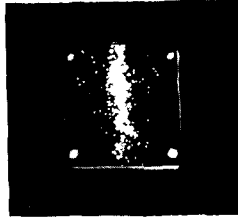


写真3: 3.0t

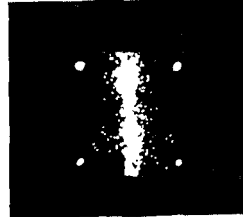


写真4 10.0t

図-6は No 4 の試験体のエネルギー分布を荷重ごとに示したもので、この試験体の場合、0.5~3.0tの間でき裂の進展が著しかったが、その際のエネルギー分布の変化を良く表わしていると思われる。

写真1~4は、図-6と同一試験体 No 4 の AE 発生位置の標定を示したものであり、き裂の進展過程を示す図-7と比較すると、AE 発生位置とき裂の対応を非常に良く表わしていると言える。

4 あとがき

モルタル試験体におけるき裂の進展に伴って発生する AE 諸特性の計測から、引張り型き裂では1挙象及び単位き裂進展長当たりのエネルギー計数はほぼ一定であることを、またき裂の進展と AE 発生位置が良く対応することが示された。

本実験を行うに当たり協力いただいた本学4年生 黒石 亨 結城孝俊 両君に謝意を表します。
また、本研究は 昭和54年度科学研究費(一般研究(B) 課題番号 446131)の補助を受け行われたものである。