

AE波形の分類に関する一考察

福島高専 学○本名 伸吉
同上 正 山内 正司
同上 根本 信行

1. はじめに

岩質材料の不均質な性質材料において、AEの波形情報は発生源の多様性に起因するランダム性を持つため、波形データの解釈は一般に困難である。しかし、マクロな立場から見れば、破壊が進行する過程で、同一の波形特性を持つグループが形成すると考えられる。

本文では、モルタル供試体の一軸圧縮試験時に発生するAE波形の主成分分析を行い、分類化されたAE波形特性と破壊過程との関係について実験的に考察した。

2. 実験およびデータ処理

モルタル供試体は、寸法をφ50×100mmとし、骨材粒度の異なるA(骨材寸法=0.025~1.2mm、% = 40%)とB(骨材寸法=2.5~5.0mm、% = 45%)の2種類を作成した。打設後24時間空中養生、その後7日間の水中養生の後、グラインダーによって端面を整型し、最後に24時間の乾燥(100℃)を行った。

一軸圧縮試験は、荷重速度約0.5t/minで行い、ひずみ、AEイベントカウント、AEエネルギーカウントをペンレコーダーに記録する。また、端面から発する擬似AEを除去するために、テフロンシートとゴムシートを載荷板との間に挿入した。

一方、AE波形は、図-1に示すように、70dB増幅後、ウェーブメモリー、GPIB、CPUを介して、ハードディスクに記録する。ウェーブメモリーの設定は、サンプリングタイム0.2μsec、データ長1024語で特にトリガーレベルは、入力電圧 $V_{pp}=5V$ に対して0.5Vとした。トリガーレベルを越えて取込まれた波形のうち、オーバーフローとしたものは除外した。なお、本装置の波形記録速度は、約1波/secである。

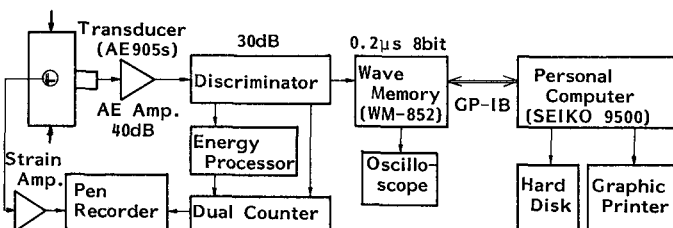


図-1 実験装置タイヤグラム

次に、AE波形の持つ情報を損わないように、時間領域と周波数領域から、15個のパラメータを選び、波形特性値とした。(図-2) すなわち

P1: 最大振幅

P2: トータル振幅 = $\int |f(t)| dt$

P3: トータルエネルギー = $\int f^2(t) dt$

P4: 振幅重心 = $\int |f(t)| t dt / P2$

P5: エネルギー重心 = $\int f^2(t) t dt / P3$

P6~P15: 図-2で示されるフーリエスペクトル

周波数に関するパラメータで、不規則な点でスペクトルをとっているのは、用いたAE変換子(NF社 905S)の感度がその点で比較的ピークを持ち、その付近の代表値と考えられるためである。

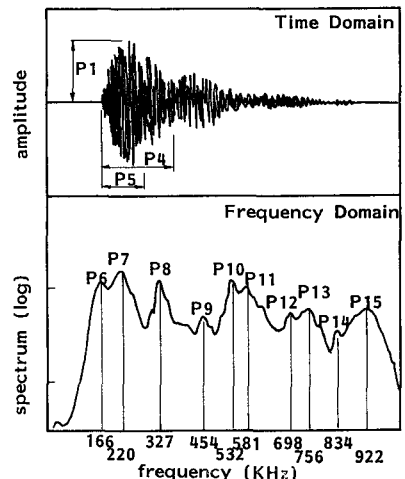


図-2 波形特性値

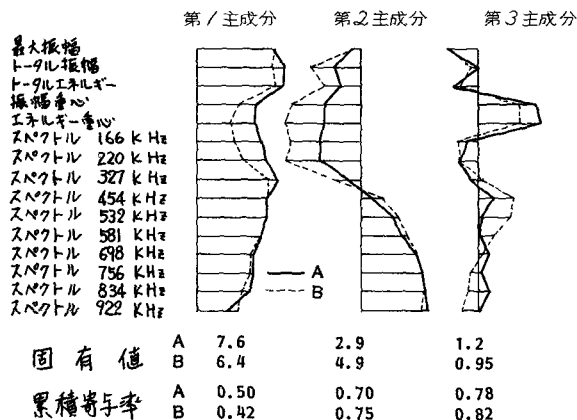


図-3 主成分特性

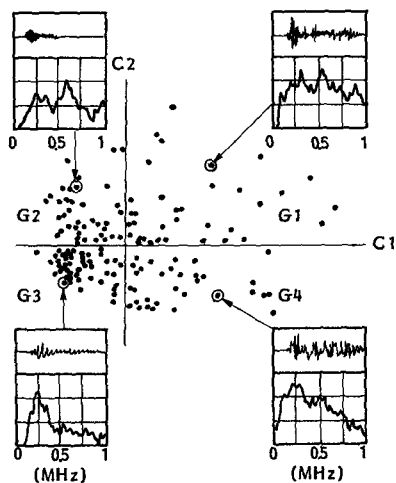


図-4 主成分得点分布図

3. 結果と考察

供試体列の波形の主成分特性を図-3に示す。波形数は、Aが167、Bが120である。第1主成分は大きさを表す成分で、やや低周波数成分が卓越している。また第2主成分はスペクトル曲線の形を、第3主成分は波形の形を表していると考えられる。第3主成分が大きい程、突発型の特性を持っていることになる。

図-4は、供試体Aの結果について、第1主成分得点C1と第2主成分得点C2を座標軸にとり、プロットしたものである。第1主成分が大きくなるにつれて、データにばらつきがみられ、特に顕著なグループ形成は認められないが、同じ象限にあるAEはほぼ同じ波形特性を持つと考え、4グループに分類した。以下、第1象限のグループをG1と呼ぶ。なお、○印で示した各グループの代表的なデータについて、その波形とスペクトルを図示した。

以上の結果に基づき、応力-ひずみ曲線と分類化されたAEの発生パターンとの関係を表したものが図-5である。

G1とG4は応力レベルが高くなるにつれて、発生頻度も高くなり、特に、G1は破壊直前に多発している。これに対し、G2とG3は初期の応力レベルから発生が認められる。G2とG3は、微小割れに対応するものと考えられるが、周波数特性に無関係であることがわかる。

4. あとがき

統計的な立場からAE波形の特性を分析し、振幅の大きさと周波数成分に基づいて分類化を試みた。明確なグループ形成は認められないが、振幅が大きく、高周波数成分が含まれるAEが破壊直前に多発していることがわかった。本研究で定めた分類化の基準は、第1主成分と第2主成分であり、15個のパラメータで表した観測データから定められる内的なものであると言える。すなわち、トリガレベルやゲインを変え、検出波形のレベルを変化させれば、主成分の意味が変わってくることになる。検討を要する。物理的に意味のある発生機構に立脚した、外的なパラメータを考える必要があると思われる。

最後に、共同研究者の山田吉治君に感謝の意を表す。

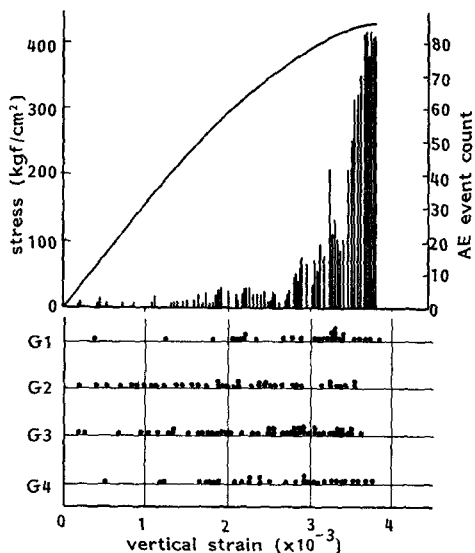


図-5 AEの発生パターン