

1. はじめに

コンクリートの $\sigma \sim \varepsilon$ 関係の非線形な挙動は、主に微視破壊の累積過程を反映したものであり、強度と材料の内部構造や微視破壊の累積度は密接に関係していると考えられている。AE手法は、以上のような逐次破壊に伴い放出されるエネルギーをモニターする手法として、主にAEカウントやAEエネルギーカウントなどのパラメータを中心に用いられてきたが、定性的な議論に限られていたばかりでなく、AE発生要因について明らかにされていない点が多いように思われる。

本研究は、微視破壊の累積過程に着目して、AEエネルギーと非線形ひずみや強度との関係を検討し、それに対して最大骨材寸法や荷重速度の及ぼす影響などについて考察する。

2. 実験方法

(1) 供試体作成

最大骨材寸法が25mm(供試体A)と10mm(供試体B)の2種類のコンクリート供試体($\phi 100 \times 200$)を9本ずつ作成し、境界面からのAE発生を防ぐためにキャッピングはせずにグラインダーで端面を整形する。ひずみゲージは軸ひずみ、横ひずみ用をそれぞれ3枚ずつ貼付する。

(2) AE実験

荷重速度を大きく3つの範囲(表-1)に分けて一軸圧縮試験を行い、至及び一秒毎のAEカウント、AEエネルギーカウントを計測する。図-1にAE計測装置のブロックダイアグラムを示す。AEカウント及びエネルギーカウントをデュアルカウンタからメモリ内蔵(16KB)のA/Dコンバータに記憶させ、実験終了後コンピュータに取り込む。このことにより、データ処理の効率が著しく改善されている。

表-1 実験諸値				
最大骨材寸法	W/C	s/a	荷重速度(t/min)	
A 25 mm	40%	50%	H	4.1
			M	2.7
B 10 mm			L	1.6

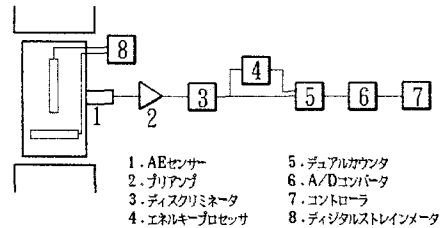


図-1 ブロックダイアグラム

3. 結果及び考察

図-2に一例として、荷重速度1.6t/minで行った供試体Aの応力～ひずみ関係、応力とAEパラメータ(AEカウント、エネルギー、エネルギー/カウント)の関係を示す。レートカウントは、応力増加量2kgf/cm²に対する発生量に変換して表している。図より、定性的に非線形ひずみが増加するにつれてAE発生量が急増しているといえるが、これをつぎのように定量的に検討した。

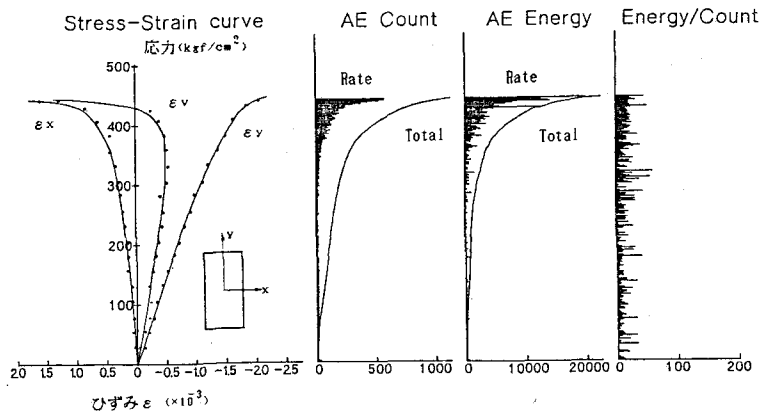


図-2 $\sigma \sim \varepsilon$ とAE特性

コンクリートなどの脆性材料の微視破壊は、主に荷重軸方向の割れが支配的であるため、塑性横ひずみ ε_p を弾性ひずみからの増加量と定義し、AEパラメータとの関係を調べたところ、図-3に示すようにトータルAEエネルギーETとの間にほぼ次の関係が成り立つことがわかった。

$$\log ET = m \cdot \varepsilon_p + c$$

トータルAEカウントについても以上の関係が成り立っているが、以下ではエネルギーに基づいて考察する。

m は非線形ひずみの増加に対するAEエネルギー発生量の程度を表す指標と考えられ、最終トータルエネルギーなどとは異なり破壊過程の動的な側面を反映したパラメータである。ここでは仮に“AE活性係数 m ”と呼ぶことにする。

図-4は、 m と最大骨材寸法及び荷重速度との関係を示したものである。 m は最大骨材寸法が大きいほど、かつ荷重速度が速いほど大きくなる傾向にある。これは、最大骨材寸法が大きいほど応力集中が生じやすく、また荷重速度については、外部からのエネルギー供給量が高いために、AE発生活性度が高くなったためと思われる。

図-5に、強度とAE活性係数との関係を表す。AE活性係数が大きいほど強度は低下し、これらの関係が、荷重速度をパラメータとして直線関係にあることや、内部構造の違いが比較的明確に現れていることがわかる。

以上のことから、AE活性係数 m は最大骨材寸法、言い換えれば材料の不均一性及び荷重速度に敏感に反応する比較的傾向性がとらえやすい指標であると考えられる。

次に、図-6は、供試体A、B別に、応力レベル5%ごとに発生したAEの平均エネルギーの変化を表している。骨材寸法の大きい供試体Aでは、平均エネルギーが徐々に増加していくのに対して、Bでは、30~55%の応力レベルに明瞭なピークが認められる。また、応力~歪関係が非線形的な挙動を示す約60%以降では、A、Bの変化はほぼ等しい。このように、内部構造の違いが、平均エネルギーの変化パターンの違いとして顕著に現れていることは、興味深い。

4. あとがき

微視破壊の累積度が主として非線形横ひずみの変化として現れることに着目して、塑性横ひずみとトータルAEエネルギーとの関係について検討した結果、対数関係にあることがわかった。最大骨材寸法が大きいほど、荷重速度が速いほどAE活性係数は大きくなり、その結果強度が低下する。これまで、AEカウントやエネルギーカウントなどに基づく場合、その定量化が問題とされていたが、AE活性係数 m は比較的傾向性のとらえやすい指標であることがわかった。

今後、 m に及ぼす計測系の感度やコンクリートの配合条件の影響などについて更に検討し、 m が材料のAE活性度を表す固有のパラメータであるかどうか、また平均エネルギーの変化パターンの違いの原因について調べていきたい。

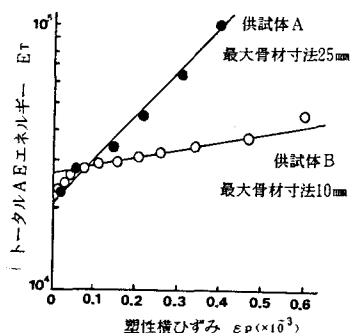


図-3 ET~ ε_p 関係

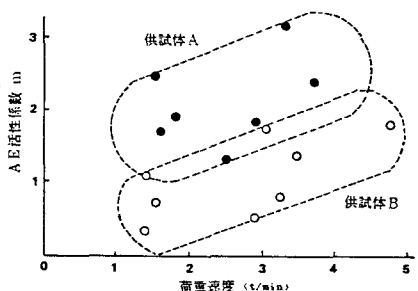


図-4 AE活性係数 m

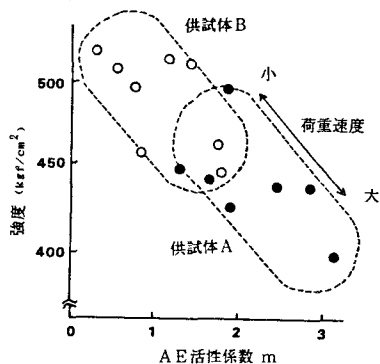


図-5 強度~ m 関係

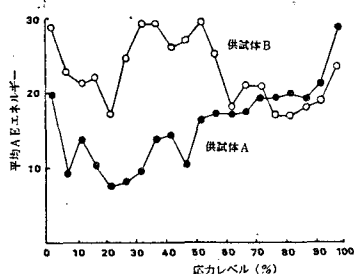


図-6 平均AEエネルギーの変化