

I-244

3次元AE位置標定によるコンクリートの微視的破壊機構の解析

株式会社熊谷組 正員 ○西間木 朗
 東北大学工学部 正員 佐武 正雄
 東北大学工学部 正員 新関 茂

1. まえがき

コンクリートの微視的破壊機構は、強度の発現機構と関係し、またコンクリートの構成方程式の研究の基礎となるものであり非常に重要であると考えられるが、いまだに十分に説明されていない。本文は、複雑なコンクリートの内部構造を、1個の骨材とその骨材の周辺部のモルタルによりモデル化することによって作成したモデルコンクリート供試体の一軸圧縮試験と並行して、3次元AE位置標定実験を行なうことにより、骨材周辺の微視的破壊機構について考察を行なったものである。

2. 実験方法

供試体は、図-1に示すような円柱供試体を用い、供試体中央には骨材をモデル化した直径約3.5cmの擬似骨材を設置した。擬似骨材は、 $W/C=35\%$ 、 $S/C=130\%$ のモルタルで作成し、また骨材周辺の母材モルタルは、 $W/C=65\%$ 、 $S/C=200\%$ である。また、予備実験により得られた各材料の定数を表-1に示す。供試体の作成方法は、擬似骨材打設後水中養生し、材令7日目に母材モルタルを打設後再び水中養生を行ない、擬似骨材材令14日目に一軸圧縮試験を行ない、同時にAE位置標定を行なった。端面拘束を軽減するため、供試体端面にはグリースを塗り、ゴムシートとテフロンシートとアルミはくを載荷板と供試体の間にはさんで載荷した。荷重速度は20 kgf/secを原則とし、位置標定のためのAE事象をより多く取り込むために破壊直前では適宜遅くした。(位置標定の方法の詳細については参考文献(1)を参照。)

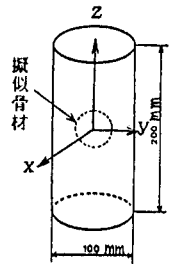


図-1 供試体

表-1 材料定数

	平均強度 (kgf/cm ²)	ヤング率 (kgf/cm ²)	ポアソン比
擬似骨材	447	202,000	0.201
母材モルタル	209	152,000	0.191

3. 結果と考察

一軸圧縮試験による供試体の代表的な破壊状況を図-2に示す。供試体は数本の柱状の部分に破壊した。このうち一部の柱状の部分は中央でひびわれが生じ二分されていた。また、擬似骨材を含くんだ柱状の部分は、擬似骨材の上側では擬似骨材の大円を底面とする三角柱状に割れ、下側では大円を底面とする高さ約5cmの三角錐状に割れた。図-3は位置標定結果を全事象について示したものである。図-3によるとAEは $\xi-z$ 面上の、しかも擬似骨材下部で多発しているのがわかる。図-4は供試体の上面で発生したき裂の様子を示したものである。図-2によれば $\xi-z$ 面は供試体下部を除いて鉛直面となっているため、図-4で示した $\xi-z$ 面とx軸のなす角度と図-3の供試体中央の特

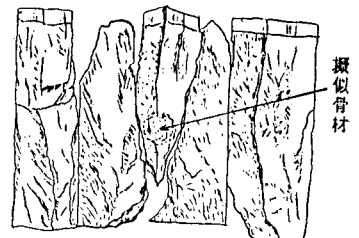


図-2 円柱供試体の破壊状況

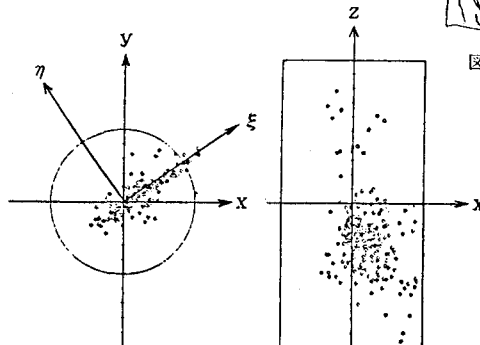


図-3 位置標定結果(全事象)

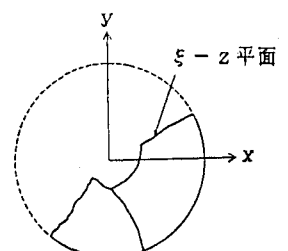


図-4 供試体面のき裂の様子

にA Eの多発している位置での $\xi-z$ 面と x 軸のなす角は等しい。したがって、図-3に示した位置標定結果と供試体の破壊面とは非常によく一致していることがわかる。また、実際には供試体は図-2に示したように数本の柱状の部分に破壊し、破壊面が $\xi-z$ 面以外にもあるにもかかわらず、図-3の位置標定結果で $\xi-z$ 面だけのA E発生源が示されているのは、供試体の終局破壊時の“ドン！”という音と同時に瞬間的に主き裂が形成されるが、本A E計測システムは一事象のA E波を取り込むのに約0.9秒を要し、一瞬間に多発したA E事象を同時に取り込むことができないためである。したがって、図-3には、主き裂面（ $\xi-z$ 面）が形成される前のA E発生源が示されていることになる。図-5は $\xi-z$ 面上に発生したA Eの発生位置の変化を載荷開始より終局破壊までの5つのStepに分けて示したものである。図-5によると、載荷応力比 σ/σ_u （ σ ：ある時点での応力、 σ_u ：終局強度）が75%以下の時点で既にモルタル部分にA Eが発生しているのが認められ、Step 1～Step 3までのA Eはほとんど擬似骨材下部のモルタル部分で発生しているのが観察される。このような状態は、A E発生位置の分布形の違いはあるものの、Step 5まで続いている。図-5ではほとんどモルタル部に発生するA Eが示されており、擬似骨材と母材モルタルの境界の付着がはがれるボンドクラックによるA Eが示されていないのは、A Eのエネルギーレベルがモルタルクラックよりボンドクラックの方が低いために（4～7倍の差がある¹⁾）A Eとして取り込まれていないからであると推測される。

Step 5では、まだ主き裂面が形成されていないことを考慮し、上記の結果よりモルタルクラックの発生進展過程について次の様に考察することができる。載荷が進むに従って、図-6に示すようにまず微視的なモルタルクラックが骨材の上部または下部に発生し、これらの微視的なモルタルクラックが集積して破壊と同時に形成された主破壊面に代表される巨視的なモルタルクラックが形成され、同時にモルタルクラックと既に発生しているボンドクラックと連結すると考えられる。このことは、本文と同様に微視的破壊機構に注目して得られた参考文献(2)の結果ともよい対応を示している。

4. あとがき

単一の骨材をもつモデルコンクリートの一軸圧縮試験時における3次元A E位置標定実験の結果を用いて骨材周辺の微視的破壊機構の考察を行なった。コンクリートの微視的破壊機構は非常に複雑であるが、コンクリートの破壊過程を解明するための基本でもあり重要と考えられるので、更に研究を進めて行きたいと思っている。なお、本研究は、昭和59、60年科学研究費（試験研究(1) 課題番号59850076）の補助を受けて行なったものの一部である。

4. あとがき

単一の骨材をもつモデルコンクリートの一軸圧縮試験時における3次元A E位置標定実験の結果を用いて骨材周辺の微視的破壊機構の考察を行なった。コンクリートの微視的破壊機構は非常に複雑であるが、コンクリートの破壊過程を解明するための基本でもあり重要と考えられるので、更に研究を進めて行きたいと思っている。なお、本研究は、昭和59、60年科学研究費（試験研究(1) 課題番号59850076）の補助を受けて行なったものの一部である。

参考文献

- 1) 佐武正雄：A Eによるコンクリート構造物の破壊箇所の識別と破壊レベルの予測法の開発，文部省科学研究費試験研究(1) 研究成果，1986
- 2) 西間木朗，佐武正雄，新関茂：A Eエネルギー発生特性によるコンクリートの破壊レベルの予測，土木学会第31回年次学術講演概要集第5部，pp.13～14，1984

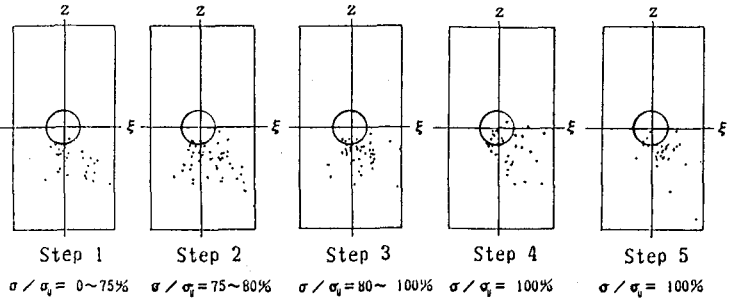


図-5 位置標定結果

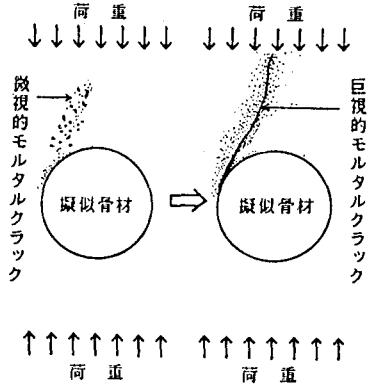


図-6 微視的にみたモルタルクラックの発生進展