

コンクリートの引張破壊進行領域 における A E の発生挙動

東北学院大学大学院 学生員○栗田 隆行
東北学院大学工学部 正 員 大塚 浩司
東北学院大学工学部 学生員 小林 裕典
東北学院大学工学部 学生員 佐々木和也

1. まえがき

コンクリートが破壊する際、そのひび割れ先端近傍には多数の微細ひび割れ累積領域が生じている破壊進行領域の存在が知られている。この破壊進行領域についてこれまでに行われた研究は、X線造影撮影法を用いた研究や A E 法などを用いた研究などがある。それらの研究では、破壊進行領域長さ、幅に及ぼす骨材寸法及び供試体寸法の影響等について報告がなされている。しかし、ひび割れ先端近傍の破壊は非常に複雑な現象であり、これまでの研究でその性状が十分に解明されたとは言えない状態にあると思われる。そこで本研究は、コンクリートの引張破壊進行領域の性状を明らかにすることを目的とし、供試体寸法及び粗骨材の最大寸法を変化させた供試体を引張載荷し、その際供試体内部に発生する A E の 3 次元位置標定を行った。また、その 3 次元位置標定結果である A E の発生位置や発生領域が、荷重の載荷、除荷の段階に進むにつれて、どのように変化するのか実験的に調べた。

2. 実験概要

本実験で使用したセメントは、早強ポルトランドセメントである。細骨材として川砂を、粗骨材として最大寸法が 10mm (G_{10})、20mm (G_{20}) の砕石を使用した。配合は、W/C が 68%、s/a が 47% とし、目標強度 20N/mm² としている。供試体は、コンパクトテンション型供試体であり、寸法が 175×175×80mm の S タイプ及び 350×350×80mm の M タイプである。供試体の寸法形状を図-1に示す。本実験で使用した実験装置の概要を図-2に示す。載荷には万能試験機を使用し、引張載荷金具を取り付けてある。載荷は、ひずみ制御で行いその際の載荷速度は、供試体ノッチ部に取り付けたクリップゲージの開口変位が毎分 0.05mm 開く速度に自動制御した。A E 計測条件は、ディスクリレベルを載荷を行っていない状態で発生している雑音を分離できる最低限の値として 80mV、増幅度はプリアンプで 40dB、メインアンプで 30dB、計 70dB とした。また、位置標定に必要な弾性波速度は予備実験から 3600m/s とした。載荷金具に取り付けたロードセルより荷重を、ノッチ部に取り付けたクリップゲージより開口変位を測定した。

3. 実験結果及び考察

図-3は、供試体 S タイプ及び M タイプの実験から得られた荷重-開口変位曲線を同時に示したものである。図中の各点は、3次元位置標定結果の集計を行った点である。3次元位置標定結果の集計は、ある荷

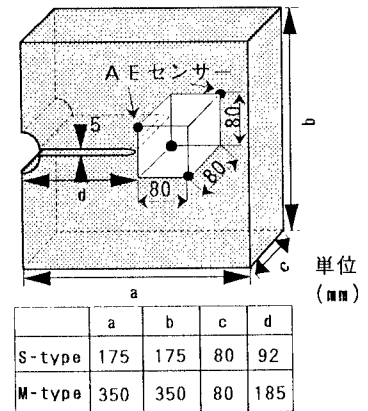


図-1 供試体寸法形状

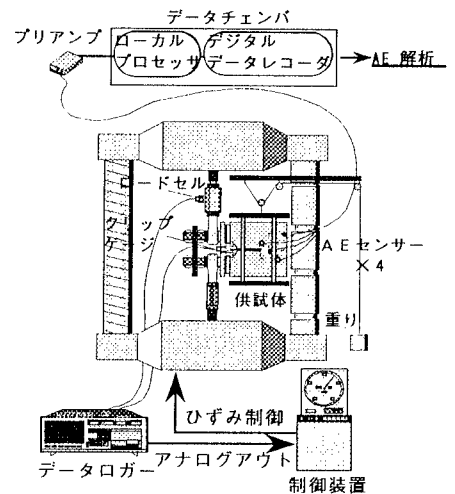


図-2 実験装置概要

重点から次の荷重点間に発生したイベントについて行った。従って、3次元位置標定結果の集計は、累積ではなく各荷重点間に集計された結果である。

図-4は、AEエネルギーについて検討を行い、AEエネルギーとAEイベント数との関係を表した棒グラフを示している。AEエネルギーは、波の振幅の自乗と持続時間を乗じることによって表すことができる。グラフから分かるようにAEは、エネルギーの小さいものが数多く発生していることが分かる。また、エネルギーの大きいものから個数で55%のAEイベント群($100\text{dB}^2 \cdot \mu\text{s}$)が、発生した全イベントの持つエネルギー総和の99.5%を占めていることが分かった。そこで、本研究において、AE発生領域は、全イベントのエネルギー総和の99.5%を占める領域とした。AE領域の大きさには、AEのノッチ先端付近への集中や供試体寸法及び骨材寸法等による違いは見られるものの、多少のばらつきがある。そこで本研究では、さらに供試体に $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ のグリッドを設け各グリッド毎の位置標定数を用いて統計処理を行うことにより、AEの発生領域面積、長さ、幅を求めた。

図-5及び図-6は、その統計処理結果の一例であるAE発生領域を表したものである。2枚の図は、最大荷重点までのAE発生領域を表しており、図-5は、供試体MタイプにおけるAE領域の粗骨材の最大寸法による違いを示している。図-5からAE領域長さは、最大荷重点において G_{10} が 110mm 、 G_{20} が 55mm であり、AE領域幅は、 G_{10} が 23mm 、 G_{20} は 40mm であった。このように、粗骨材の最大寸法が2倍になるとAE領域長さは約 $1/2$ となり、幅は約2倍になることが分かった。一方図-6は、粗骨材の最大寸法が 10mm の供試体におけるAE領域の供試体寸法による違いを示している。AE領域長さは、最大荷重点においてSタイプが 20mm 、Mタイプが 110mm であり、その長さのSタイプとMタイプの比は、約 $1:5$ となり供試体寸法比の $1:2$ よりはるかに大きくなることが分かった。またAE領域幅は、供試体寸法比によらずほぼ一定であった。

4. まとめ

AE 3次元位置標定を用いて、コンクリート内部に発生するAEの発生挙動を調べた結果、実験の範囲内で次のようなことが言える。

(1) 供試体寸法を一定とし、用いる粗骨材の最大寸法比を $1:2$ とし、粗骨材の最大寸法のAE発生領域に及ぼす影響について検討を行った結果、最大荷重点において、粗骨材の最大寸法が2倍になるとAE領域長さは約 $1/2$ となり、幅は約2倍になる傾向が見られた。

(2) 粗骨材の最大寸法を一定とし、供試体寸法比を $1:2$ と変え、AE発生領域に及ぼす供試体寸法の影響を調べた結果、最大荷重点においてAE領域長さは、供試体寸法が大きくなると、その長さのSタイプとMタイプとの比は、約 $1:5$ となり供試体寸法比の $1:2$ よりはるかに大きくなることが分かった。またAE領域幅は、供試体寸法比によらずほぼ一定であった。

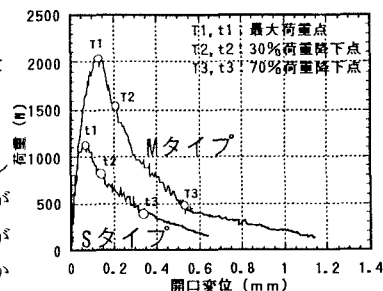


図-3 荷重-開口変位曲線

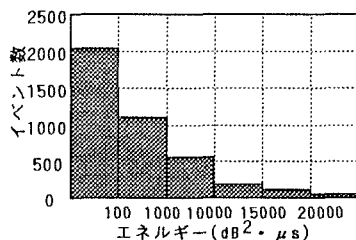


図-4 AEエネルギー分布

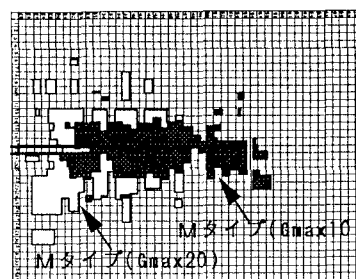


図-5 AE発生領域
(骨材寸法の影響)

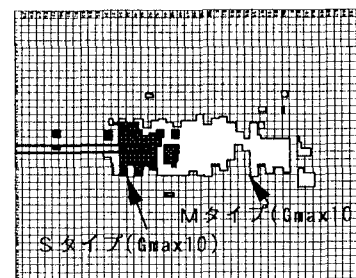


図-6 AE発生領域
(供試体寸法の影響)