

コンクリートの引張破壊に伴うA E挙動

東北学院大学大学院 学生員○木村 聡

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 齋藤 浩一

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であ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。これらの研究では、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、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(d_{10})、20mm(d_{20})の砕石を使用した。配合は、 W/C を68%、 s/u を47%とし、11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、Sタイプ:MSタイプ:Mタイプの寸法比が1:1.5:2となる様に作製した。図-1は、供試体の寸法形状を、図-2は、本実験で使用した実験装置の概要を示す。

実験には万能試験機を使用し、引張載荷金具を取り付け、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。載荷は、ひずみ制御で行い、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。

3. 実験結果及び考察

図-3は、供試体Sタイプ、MS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

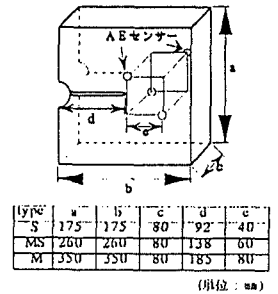


図-1 供試体寸法形状

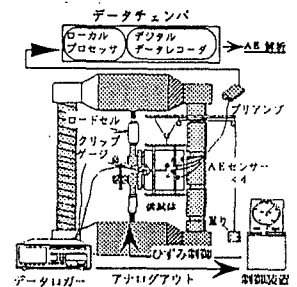


図-2 実験装置概要

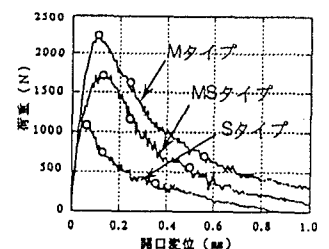


図-3 荷重-開口変位曲線

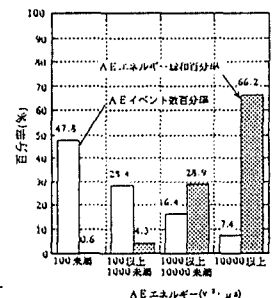


図-4 エネルギー総和・イベント数百分率

はなく各荷重点間に集計された結果である。

図-4は、エネルギー段階別に分けたAEイベント数と、AEエネルギーの総和を百分率で示したものである。図中の網目の棒はAEエネルギーの百分率を、白棒はAEイベント数の百分率を示している。図よりAEエネルギーが $100 \text{ V}^2 \cdot \mu\text{S}$ 未満のものは、イベント数において、全体の47.8%を占めるのに対し、AEエネルギーにおいては、全体の0.6%と極微小である。このことより、AEエネルギーが $100 \text{ V}^2 \cdot \mu\text{S}$ 未満のイベントは、コンクリートの破壊形成にほとんど影響を及ぼさないAEイベントと考えられる。

本研究においては、AEエネルギーが総和の95%に相当するAEイベント領域を、コンクリートの破壊形成に影響を及ぼすAE有効発生領域と定義した。

図-5は、Sタイプ、MSタイプ及びMタイプ供試体の d_{10} 及び d_{20} について実験を行った際、最大荷重時までに発生したAEの有効発生領域を示したものである。図中のAEイベントの外側を囲む線から、AE有効発生領域長さ及び幅を求めた。この図の(a)及び(b)より、骨材の最大寸法が大きくなると、AE有効発生領域長さは短くなり、逆に幅は広くなる傾向がみられた。これは、骨材の最大寸法が大きくなると、ひび割れが骨材を大きく迂回するためだと思われる。また、(a)、(c)及び(e)と、(b)、(d)及び(f)をそれぞれ比較すると、供試体寸法比

S:M:S:Mが1:1.5:2であるのに対して、AE有効発生領域の長さの比は、 d_{10} の時、1:1.64:2.44となり、 d_{20} の時、1:2.04:2.57となった。また、AE有効発生領域の幅は、 d_{10} 及び d_{20} のどちらの場合も、供試体が大きくなるにつれて、徐々に広くなる傾向がみられたが、その増加割合は供試体寸法比よりも小さかった。

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) AEイベント個々のエネルギーの大きさを調べた結果、AEイベントは、そのエネルギーが大きいものほど、ノッチ先端部の狭い範囲に集中する傾向があることが分かった。また、全AEイベントエネルギーの総和の95%に相当するAEイベント群からなる領域を、AE有効発生領域と定義できることが分かった。

(2) 供試体寸法を一定とし、骨材の最大寸法を2倍にすると、AE有効発生領域の長さは短くなり、逆に幅は広くなる傾向がみられた。これは、骨材の最大寸法が大きくなると、内部の微細ひび割れが、大きく迂回するためだと思われる。

(3) 骨材の最大寸法を一定とし、供試体寸法を増加させると、AE有効発生領域の長さの比は、供試体寸法比より大きくなり、AE有効発生領域の幅の比は、供試体寸法比より小さくなった。

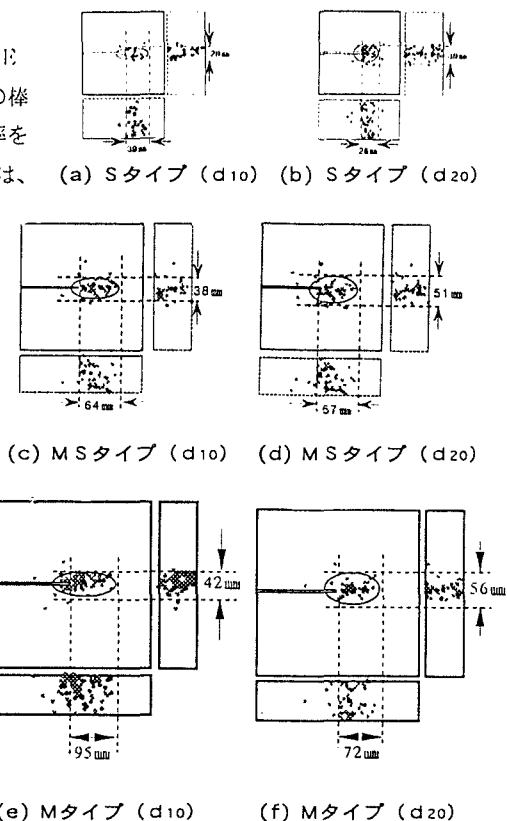


図-5 AE有効発生領域