

V-412

コンクリートの引張破壊に伴う A E 挙動に関する実験的研究

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 伊達 秀文

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、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^{1), 2)} など多くの研究が行われている。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 次元位置標定を行い、A E の発生位置や発生領域の変化などの A E 挙動を実験的に調べたものである。

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 (以下 d_{10})、20mm (以下 d_{20}) の砕石を使用した。配合は、W/C を 68%、s/a を 47% とし、目標圧縮強度を 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:M タイプ:L 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、本実験で使用了実験装置の概要を示す。

実験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、供試体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、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。

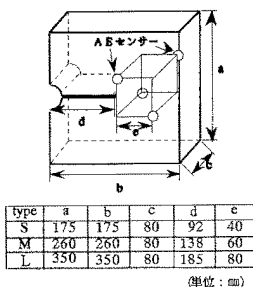


図-1 供試体寸法形状

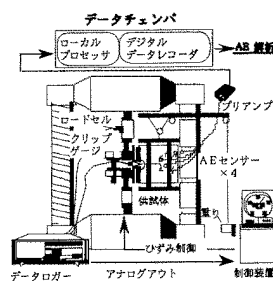


図-2 実験装置概要

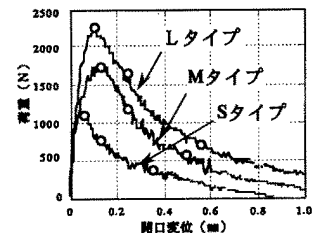


図-3 荷重-開口変位曲線

3. 実験結果及び考察

図-3 は、供試体 S タイプ、M タイプ及び L 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、累積ではなく各荷重点間に集計された結果である。

キーワード： A E, 引張破壊進行領域, 3 次元位置標定

連絡先：〒 985-0873 宮城県多賀城市中央1-13-1 TEL 022-368-1115 FAX 022-368-7070

図-4は、Lタイプ、 d_{10} の供試体の実験より、荷重段階が0から最大荷重時までにおいて発生したAEイベントを、3次元位置標定した図である。また図-5は、同じ実験において、AEイベントの個々のエネルギーを各エネルギー段階に分け、AE発生領域の最外側を結ぶ曲線をトレースし、重ね合わせた模式図である。この図より、同一の荷重状態において、個々のAEエネルギーの大きさには大小があり、エネルギーの大きいものはノッチ先端部の狭い範囲に集中して発生し、外側にいくにつれてエネルギーの小さいものが順次存在している傾向が分かる。

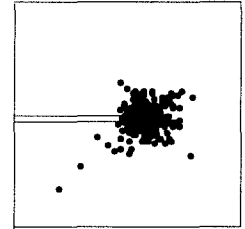


図-4 3次元位置標定図

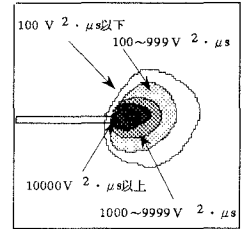


図-5 AE領域模式図

図-6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図である。図中の白棒はAEイベント数の百分率を、網目の棒はAEエネルギー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%を占めているが、AEエネルギーにおいては、全体の0.6%と極微小である。これより、AEエネルギー $100 \text{ V}^2 \cdot \mu\text{s}$ 未満のAE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イベント群と考えられる。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。

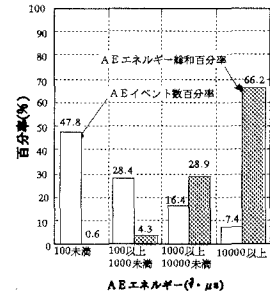


図-6 エネルギー総和・イベント数百分率

図-7は、供試体と最大荷重時までに発生したAEの有効発生領域の長さ及び幅の関係を示したものである。直線が d_{10} を、点線が d_{20} を表している。この図より、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、幅は広くなる傾向が、全ての供試体でみられた。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、 d_{10} 及び d_{20} どちらの場合も、供試体寸法を増加させると、AE有効発生領域の長さ及び幅は共に増加するが、その長さの比は供試体寸法比より大きくなり、逆に、その幅の比は、供試体寸法比より小さくなる傾向が見られた。

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、本実験の範囲内で次のようなことが言える。

1) AEイベントは、その個々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ことが分かった。

2) 全AEエネルギー総和の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した時、骨材の最大寸法を大きくすると、AE有効発生領域の長さは短くなり、幅は 広くなる傾向がみられ、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。

【参考文献】

- 大塚浩司, 勝部宏明: コンクリートの破壊進行領域の性状に及ぼす骨材寸法の影響, 土木学会論文集, Vol.21, No. 478, pp.109-116, 1993.11
- K.OTUKA, H.Date, T.Kurita: Fracture Proces Zone in Concrete Tension Speimens by X-ray and AE Techniques, Proceedings of FRAMCOS-3, pp.3-16, 1998

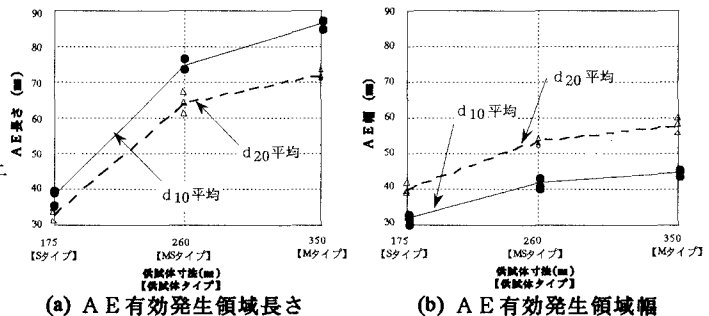


図-7 AE有効発生領域