

鉄筋コンクリートはりの破壊過程

京都大学工学部 正 員 丹羽義次
 京都大学工学部 正 員 大津政康
 京都大学大学院 学生員 ○奥田和男

1. はじめに

AEとは、材料または構造物が破壊する際に発生するエネルギーより、放射伝播する弾性波を総称した呼び名である。AE特性利用の一手法として、微小破壊に伴うAE現象から破壊源の位置を知る破壊源探査法があり、欠陥箇所検出を目的とした非破壊検査、破壊過程の追跡などに使われている。本研究は、このAEによる破壊源探査法を鉄筋コンクリートはりに適用し、荷重増加とともに時々刻々変化する破壊過程を追跡することを試みたものである。これにより、従来破壊後の切片および表面ひびわれによってしか知られていなかったコンクリート内部の破壊過程を知ることができる。実験では、セン断破壊および曲げ破壊を生じる供試体を選び、また縦波伝播速度の異方性を考慮に入れて、破壊源探査を行なった。さらに、有限要素法を用いて、鉄筋コンクリートはりのひびわれ追跡も行なった。

2. 実験装置

実験に使用した装置のブロックダイヤグラムをfig 1に示す。供試体内部で発生したAEは、トランスデューサーによって検出され、60 dB増幅して検出した。また周波数帯としては、ノイズの影響なども考慮して10 kHz~300 kHzのバンドパスフィルターを採用した。AE現象を、ウェイクメモリーにより、1 μ secサンプリング間隔で記憶させ、オシロスコープで波形を確かめてから、ペンレコーダーに20000倍に増大して書きさせた。本実験は、すべて5チャンネルのシステムを用いて行なった。

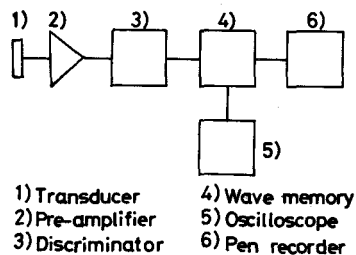


fig 1. AE装置のブロックダイヤグラム

3. 供試体

配合として、配合1、配合2と強度の異なる2種類のコンクリートを作った。

配合1水:セメント:砂:粗骨材=0.445:1:1.96:1.8 圧縮強度 43.3. 0 kg/cm²

配合2水:セメント:砂:粗骨材=0.655:1:2.95:2.7 圧縮強度 29.5. 4 kg/cm²

鉄筋は、D10、D13と2種類使用し、鉄筋とコンクリートの組み合わせで、4種類の単鉄筋コンクリートはりを作った。はりの寸法は10×10×40 cm、スパン長30 cm、鉄筋深さ8 cmで、載荷間隔5 cmの2点載荷で実験を行なった。

4. 実験概要

鉄筋コンクリートはりの破壊源探査を行なう前に、予備試験により、各方向の弾性波速度を調べた。本実験では、AE現象がモニターされた時点で載荷を止め、ペンレコーダー

に波形を書かせることにより、100点以上のAE現象を検出した。今回の実験では、すべて伝播速度が異方性であるとして、各方向で異なる弾性波速度を用いて破壊源探索を行っており、精度のチェックの段階で、一定速度を用いた場合と異方性速度を用いた場合との誤差の比較を行なった。

5. 実験結果および考察

予備試験の結果、各方向の弾性波速度にかなりの違いがみられ、またひびわれの成長による影響もみられた。fig 2 は、一定速度を用いた場合と、異方性としての速度を用いた場合の誤差の比較を行なった図であり、横軸は鉄筋コンクリートはり底面に打った探査入力点の位置、縦軸はそのときの誤差を示している。図より、異方性速度を使って求めた誤差は、一定速度を用いた場合よりも明らかに小さくなる事が確かめられた。fig 3 に、配合2 D3 供試体についての破壊源探索結果を示した。立面図には、破壊後の表面ひびわれ状況を書き添えた。この供試体の表面ひびわれは、最初中央下部より生じ、荷重が3tonを越えるころから、斜め引張りひびわれが両側から成長して、最終的にはその面で破壊を起こした。探査点は、初期段階で中央下面に集中しており、荷重増加とともに、供試体上方への移動がみられ、最終ひびわれ面とほぼ一致していることがわかる。ただ今回の実験では、急激なセン断破壊を生じた供試体では、セン断破壊面を完全には追跡できなかった。

6. 有限要素法によるひびわれ追跡

このような破壊過程を解析的に検討するために、鉄筋コンクリートはりを理想化したモデルで表わし、有限要素法により、破壊過程におけるひびわれ、内部応力、変形の数値解析を行なった。手法としては、ひびわれに対して異方性要素を用い、ひびわれを起こす要素をひとつひとつ追跡する計算法を用いた。解析における定数はすべて実験値を用いた。これらの結果ならびに詳細は、当日発表を行なう。

つ追跡する計算法を用いた。解析における定数はすべて実験値を用いた。これらの結果ならびに詳細は、当日発表を行なう。

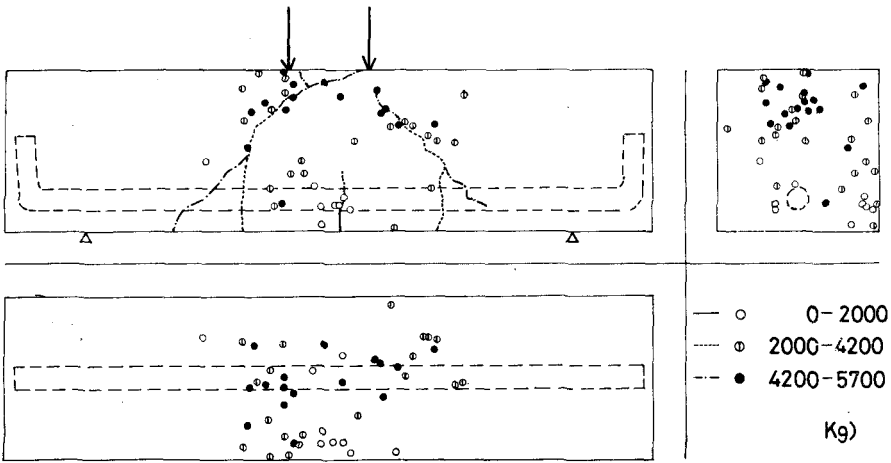
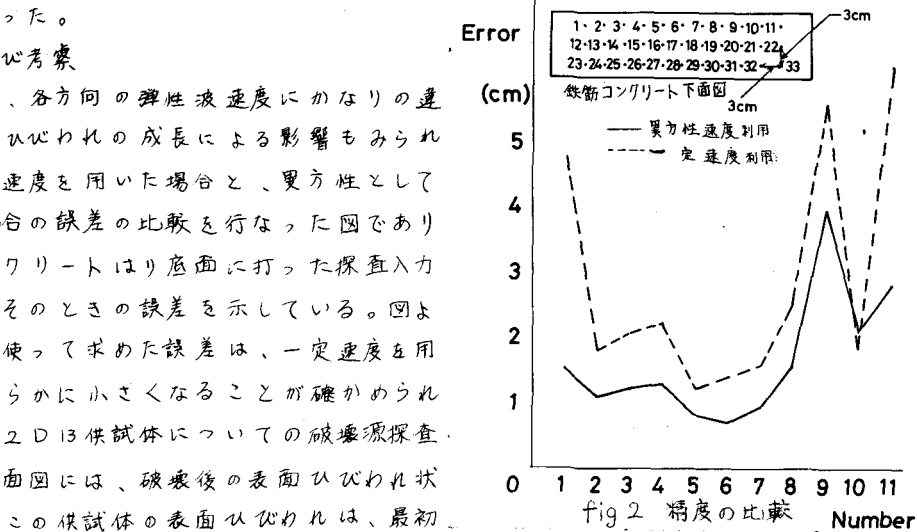


fig 3 破壊源の位置 (配合2 D3)