

衝撃破壊過程に対する動光弾性実験

広島大学工学部 正 員 佐藤 誠
 広島大学工学部 学生員 清水 陽一郎
 広島大学工学部 学生員 ○西谷 真吾

1. はじめに 現在、衝撃による破壊現象について様々の実用的観点から研究が行われている。破壊現象の解明には、破壊によるき裂進展とそれに伴う応力場の変化を追跡することが不可欠である。そのため、ここでは、横衝撃を受ける脆性ばりの破壊現象に動光弾性実験を適用し、衝撃による破壊過程を可視化することを試みた。昨年度の本研究発表会での報告¹⁾以後、実験装置を改良し、比較的鮮明なき裂進展過程と等色線縞模様写真を得ることができたのでここに報告する。

2. 実験方法および実験模型 図-1に、動光弾性実験に用いた多重閃光撮影装置のブロックダイアグラムを、また、図-2に、模型はりの寸法と衝撃位置を示す。

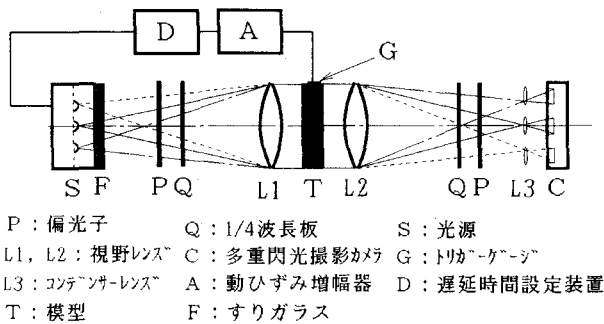


図-1 動光弾性実験装置

実験装置の光源と撮影系に対する改良点と効果は以下である。①使い捨てカメラレンズの代わりに焦点距離約70mmのコンデンサーレンズを用い、画質を向上させるとともにフィルム上の画像を拡大した。②閃光光源の前方にすりガラスを設置し、光源の像を散乱させることにより、実験模型表面の凹凸の影響受けない写真を得た。

衝撃荷重は、図-2に示した左支点からの距離 $X = L/2$, $L/3$, $L/6$ の位置に、BNモデル（切欠き有り）に対しては、質量 199.8g の落錘を衝撃速度 4.2m/s、BCモデル（切欠きなし）に対しては、質量 457g の落錘を衝撃速度 5.33m/s で与えた。

3. 実験結果 写真-1に、BNモデルの $X = L/2$ の位置を衝撃した場合の等色線縞模様写真を、また、図-3(a)に、写真-1から読み取った亀裂進展状況を示す。なお、図-3(b), (c)には、衝撃位置が $X = L/3$ および $X = L/6$ の場合の亀裂進展状況も併せて示す。

写真-1によると、320~420 μ s では、スパン全体がほぼ一様に下に凸の曲げ状態から、切り欠き断面の曲げ曲率が増加し、最大曲げ応力を生じるように変化する。420~445 μ s の間で切欠き先端から亀裂が発生し、亀裂の進展とともに切欠き断面の両側下縁の引張り応力が解放され、また、亀裂先端から次々に発生した表面波と考えられる縞模様が、亀裂先端付近の両縁に沿って現れる。

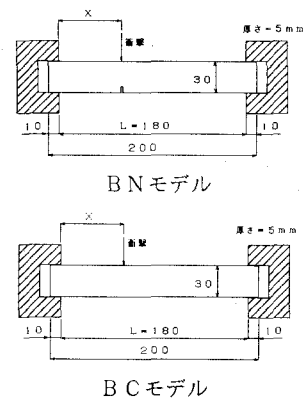


図-2 実験模型と衝撃点

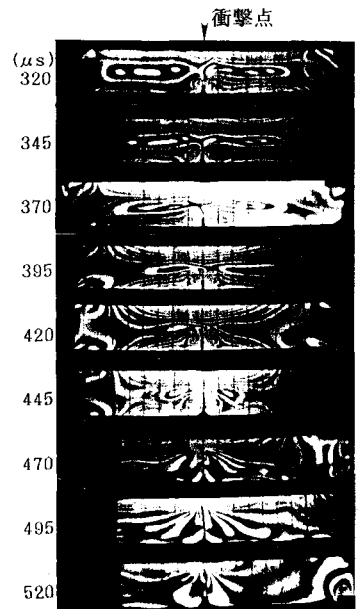


写真-1 BNモデルの破壊

図-3(a)の亀裂進展状況によると、亀裂進展速度は亀裂発生直後が最も速く、その後、ほぼ鉛直上方に

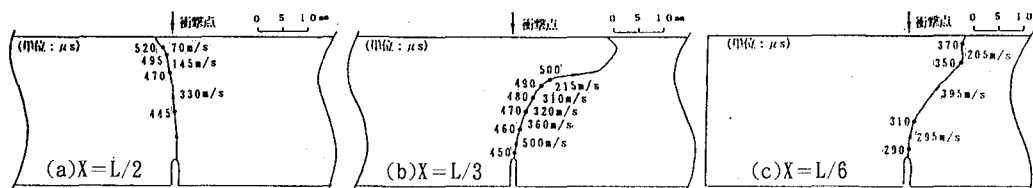


図-3 BNモデルの亀裂進展状況 (μs)

減速しながら進展し、はり上縁付近で亀裂が急激に進展方向を変える区間においては、70m/s まで減速する。衝撃位置が $X=L/3$ および $X=L/6$ の場合の亀裂進展速度は、 $X=L/2$ の場合と大差ないが、 $X=L/6$ の場合には、はり高中央付近の進展速度が最大となる。今回の実験における亀裂進展速度は、70~500m/sの範囲で、昨年度の結果(260~850m/s) よりかなり小さい。しかし、動ひずみ測定による切欠き先端の動的終局ひずみは、5,000 μ 付近で昨年度とほぼ同じ値である。

写真-2に、BCモデルの $X=L/3$ を衝撃した場合の等色線縞模様写真を、また図-4(b)に、写真-2から読み取った亀裂の進展状況を示す。なお、図-4には、衝撃位置が、(a) $X=L/2$ および(c) $X=L/6$ の場合の亀裂進展状況も併せて示す。

写真-2によると、1,200 μs で下に凸の曲げ状態から下縁の2箇所より亀裂が発生し、その亀裂は、発生直後に分岐しながら上縁方向に進展する。この場合は、亀裂発生直前の縞次数が極めて高く、亀裂が十分発達する以前は、はり内の等色線縞模様の詳細が読み取りにくい。

図-4によると、BCモデルの亀裂進展速度は、60~500m/sの範囲であり、亀裂発生直後の速度が大きい傾向がある。写真-2に示した2箇所から亀裂が発生する亀裂パターンは例外的であり、ほとんどは昨年度の場合と同様に衝撃点下縁の1箇所から発生する。ただし、亀裂が分岐する位置は、昨年度のはり高中央付近と異なり、今回は亀裂発生直後である。また、衝撃点下縁の動的終局ひずみは、約15,000 μ で昨年度とほぼ同じ値を示している。

4. まとめ 実験装置の改良によって、かなり鮮明な亀裂進展過程と等色線縞模様写真を得ることができた。しかし、撮影のための光源のトリガーに不備な点も残されており、確実な撮影ができる装置に完成させる必要がある。また、材料性質、実験条件などをできるだけ統一し、亀裂進展速度および破壊パターンなどのデータを蓄積する必要がある。

参考文献 1)佐藤・清水・崎山：はりの衝撃破壊に対する動光弾性実験，第44回土木学会中国四国支部研究発表会，pp. 84~85，1992。

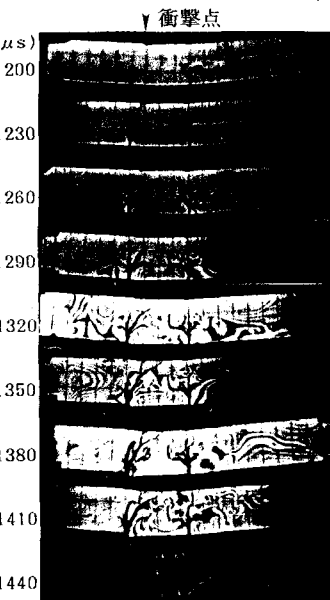


写真-2 BCモデルの破壊

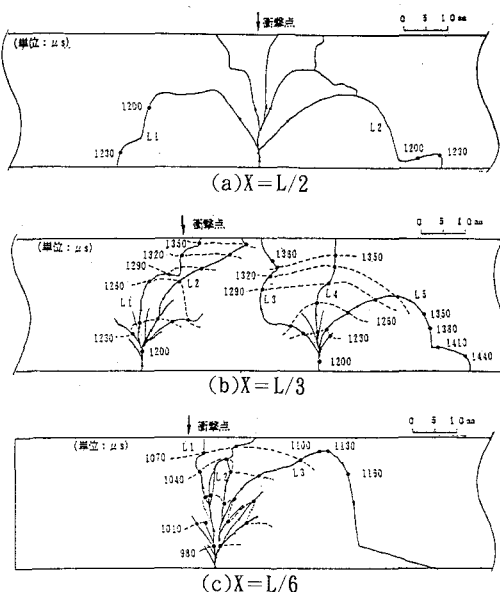


図-4 BCモデルの亀裂進展状況