

亀裂による散乱波の動光弾性解析

広島大学工学部 正 員 佐藤 誠

広島大学工学部 学生員 ○崎山郁夫

1. はじめに

弾性波を用いた非破壊検査は、欠陥の存在による波動挙動の変化を利用したものである。したがって、自由表面から入射された波動と欠陥から反射する散乱波を自由表面（測点）で測定する場合の、欠陥の形状と位置に対する波動特性を十分に把握しておく必要がある。

ここでは、媒体内部に亀裂（スリット）を有する物体に対して、自由表面に垂直に集中衝撃を与え、衝撃荷重によって発生する波動を亀裂に入射させた場合について、亀裂に起因して発生する様々な散乱波の伝播特性を調べ、これらの波動による自由表面の応答を、各種の波動と対応させて把握するために、動光弾性実験および動ひずみ測定を行なった。

2. 実験概要

実際の亀裂は形状と寸法がさまざまであるが、ここでは、入射波の主要パルス長に対応させて、長さ50mm、幅2mmの単一スリットとしてモデル化し、亀裂端は半径1mmの半円とした。図-1に、模型の亀裂の配置および集中衝撃荷重およびひずみ測点の位置を示す。模型C1についてはA点とB点、模型C2についてはA点に衝撃荷重を与え、それぞれの衝撃に対して図示の測点a、a'、bにおける動ひずみも測定した。なお、亀裂がない場合を模型C0と呼ぶ。

3. 動光弾性写真および動ひずみ

自由表面に衝撃荷重を与えると、自由境界と内部に向かって衝撃点を中心とする円筒P波および円筒SV波、自由境界近傍にはhead wave およびRayleigh 波が発生する。したがって、図-1に示した亀裂には円筒P波と円筒SV波が直接入射し、亀裂からもこれらの散乱波が反射するから、自由表面の測点には極めて複雑な応答が現われる。

写真-1、2に、それぞれ模型C1のA点、B点に衝撃を与えた場合

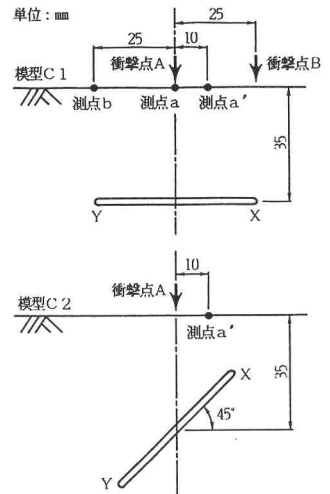


図-1 実験模型

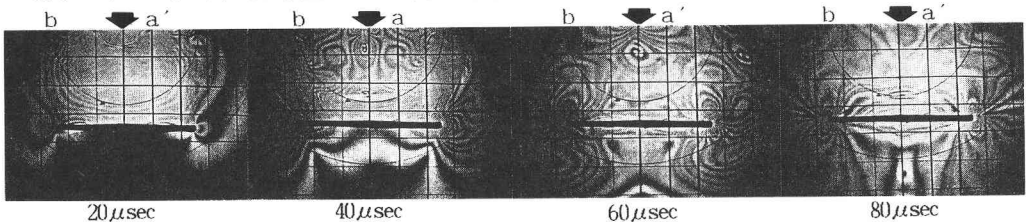


写真-1 模型C1のA点を衝撃した場合の等色線縞模様写真

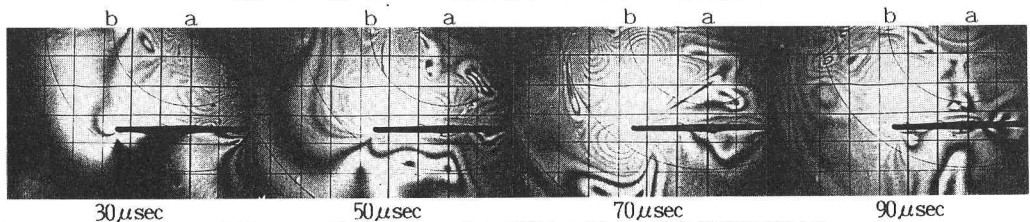


写真-2 模型C1のB点を衝撃した場合の等色線縞模様写真

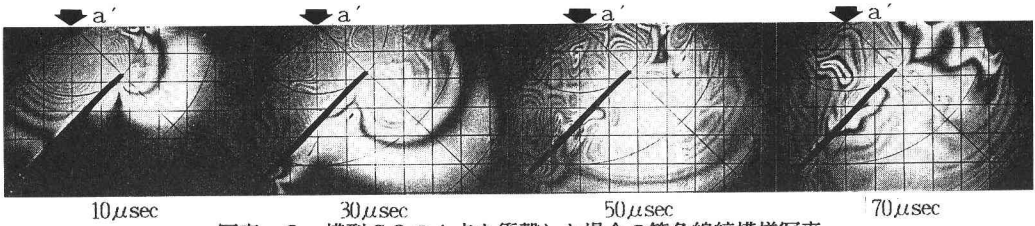


写真-3 模型C2のA点を衝撃した場合の等色線縞模様写真

の等色線縞模様写真を示す。また、写真-3に、模型C2のA点に衝撃を与えた場合の等色線縞模様写真を示す。これらの写真には、上記の入射波に対して亀裂端および亀裂縁から発生する散乱波の様子が明瞭に示されている。

図-2～4に、写真-1～3それぞれの測点a, a', bにおけるひずみ応答を、模型C0(破線)の場合と比較して示す。なお、 ε_0 は模型C0のA点を衝撃した場合の測点a'におけるひずみの最大値である。

これらの図から、亀裂がない場合と比較して、各測点をRayleigh波が通過した後の時間においてひずみ応答が大きく異なっていることが分かる。これらの応答は、写真から判断して、入射円筒SV波が亀裂に入射して発生する散乱波によるものである。図-2(b)と図-3(a)は、衝撃点に対して測点までの距離は同じであるが亀裂の位置が異なる場合である。両者の応答が異なることから、亀裂端から発生する円筒波による応答が支配的であると考えられる。また、図-2(a)と図-4は、亀裂の角度が異なる場合であるが、図-4の方が亀裂端Xまでの距離が近いため散乱波による応答が早く現われている。

4. まとめ

内部に亀裂が存在する場合の自由表面における応答は、衝撃荷重に対する亀裂の位置および自由表面に対する亀裂の角度によって大きく異なる。ここでは、自由縁に平行な方向のひずみのみによって応答の違いを示したが、その場合には、き裂端Xからの反射円筒SV波の応答に差が明瞭に示されている。

なお、亀裂縁および亀裂端への入射円筒波の入射角の範囲による、自由表面での応答の大きさや位相の変化については今後の課題である。

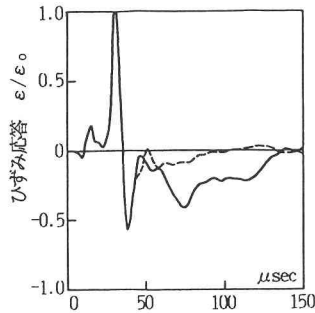


図-2(a) 模型C1のA点の衝撃による測点a'のひずみ

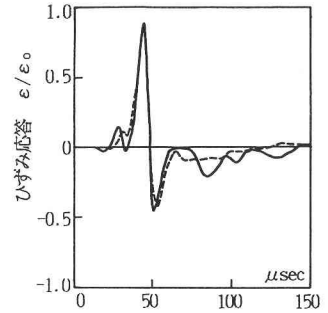


図-2(b) 模型C1のA点の衝撃による測点bのひずみ

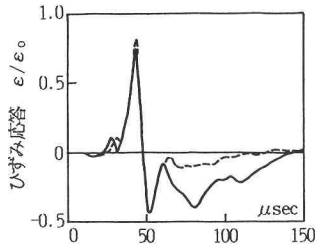


図-3(a) 模型C1のB点の衝撃による測点aのひずみ

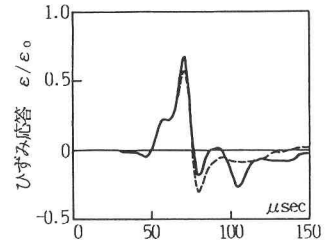


図-3(b) 模型C1のB点の衝撃による測点bのひずみ

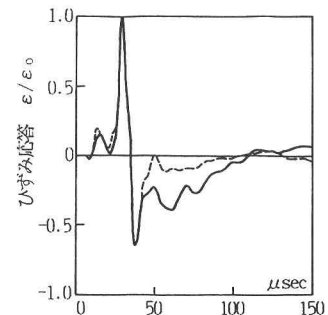


図-4 模型C2のA点の衝撃による測点a'のひずみ