

埼玉大学大学院 学生員 ○ 辻 勝
 国際防災技術(株) 正会員 小沼 忠久
 埼玉大学工学部 正会員 川上 英二

1. はじめに

脆性物質の破壊については多くの研究が行なわれており伸び割れ破壊、ずり割れ破壊、全体的流動破壊等がいかなる条件の下で生じるかが明らかにされている。しかしそれらの多くは、巨視的に破壊形式を観察したものが多く。一方、破壊力学の分野では、この破壊形式を弾性体力学を用いて説明する事が行なわれている。しかし実際に破壊に伴い物質の各部分に生じるひずみ分布を測定した研究は少ない。本研究では脆性物質の破壊性状を知る上での基礎的な研究として、亀裂を有する脆性材料に荷重が加わった場合、巨視的な破壊形状と破壊に至るまでの微視的なひずみ分布の変化との関連を実験により調べ、亀裂が破壊性状に及ぼす影響を検討した。

2. 供試体

供試体には入手しやすく加工が容易な石膏を用いた。その寸法は、Fig. 1 に示す通りであり板状の二次元モデルである。表面がなめらかな紙を挿入することによりpre-existing crack (以下pre-crackと呼ぶ)を作製しclosed crackとした。また供試体の養生期間は一週間とした。

3. 実験方法

荷重装置としてはアムスラー試験機を用い、変位制御により一軸圧縮荷重を行なった。ひずみゲージをpre-crack 周辺にFig. 1 の様に貼付し、荷重に伴うpre-crack 近傍におけるひずみ変化を(ひずみゲージ)→(ブリッジボックス)→(動ひずみ計)→(データレコーダー)→(A/D変換)を用いて計測した。実験No. 1 は荷重後第1の破壊としpre-crack 両端部から羽状のwing crack と呼ばれる破壊が生じるまでのpre-crack 近傍のひずみ変化をFig. 1 (a) の様に一軸ゲージを貼り調べたものである。実験No. 2 ではそのwing crack に続いて起きる破壊が、どのような過程をたどり進展していくかをFig. 1 (b) に示す様に一軸、三軸ゲージを貼付し検討した。また、ひずみ量の測定の他にcrack の進展状況を写真で撮影した。

4. 実験結果

Fig. 2 は実験No. 1 の結果を示すものであり横軸に時間、縦軸にひずみを示してある。時間の経過に伴う荷重増加とともにゲージ2, 3に圧縮ひずみ、ゲージ1, 4に引張ひずみが生じておりpre-crack を挟んでの対称性が観られる。このことよりFig. 3 に示す様なpre-crack に沿ったくい違い(剪断すべり)が、pre-crack 右上部および左下部における引張を発生させwing crack が生じたものと考えられる。Fig. 4 は実験No. 2 の結果であり破壊に伴うひずみ(縦軸)の時間(横軸)変化を示すものである。ひずみは複雑な変化を示しているが、図中の(a), (b), (c)の各時点において幾つかのゲージに共通して急激な変化が観られる。crack の進展を示す写真と比較した結果、このひずみ量の急激な変化は巨視的に観られる亀裂の発生時とほぼ一致することが認められた(Fig. 5 参照)。(a)の時点はwing crack の発生時でありゲージ16, 18が切断されfull scale になっていることからwing crack が発生していることが確認できる。wing crack の発生によりひずみの再配分が行なわれ対称性が徐々にくずれていく傾向が認められ、その後ゲージ5, 11では大きな引張ひずみが発生し(b)の時点ではpre-crack の右下部に、また(c)の時点では左上部に縦方向に新たな亀裂(Fig. 5 参照)が生じていることがわかる。

5. あとがき

亀裂を有する二次元モデルに対して巨視的なクラックの進展状況と微視的なひずみの分布の変化との関連を検討した。pre-crack に沿ったくい違いに端を発し、また破壊に伴い幾つかのゲージで共通して急激なひずみ量の変化が数回認められ、これらの急激なひずみ変化と巨視的に認められた亀裂との対応をつけることができた。本方法は一つの破壊が次の破壊を誘発するメカニズムを推測するうえで有効であり、脆性物質の破壊過程を知るうえでの一手段となりうるものと考えられる。

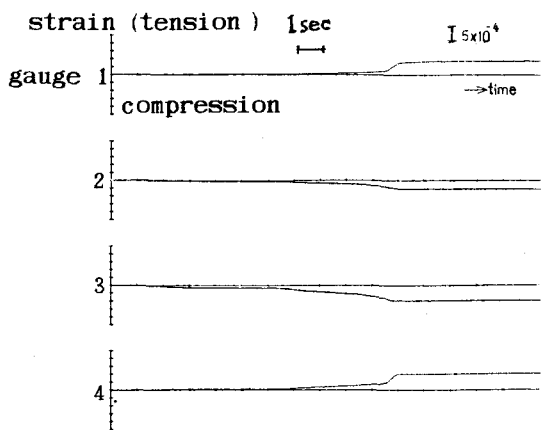
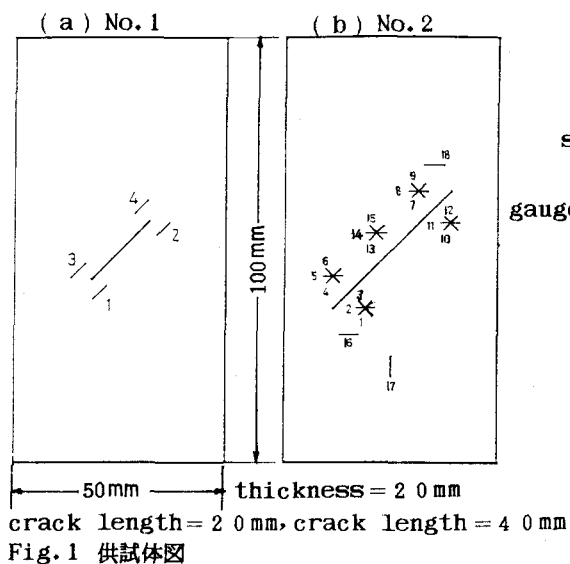


Fig. 2 No. 1 における時間経過に伴うひずみの変化

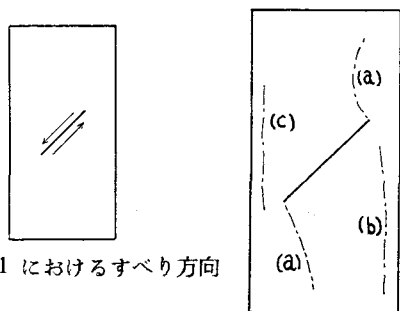


Fig. 3 No. 1 におけるすべり方向

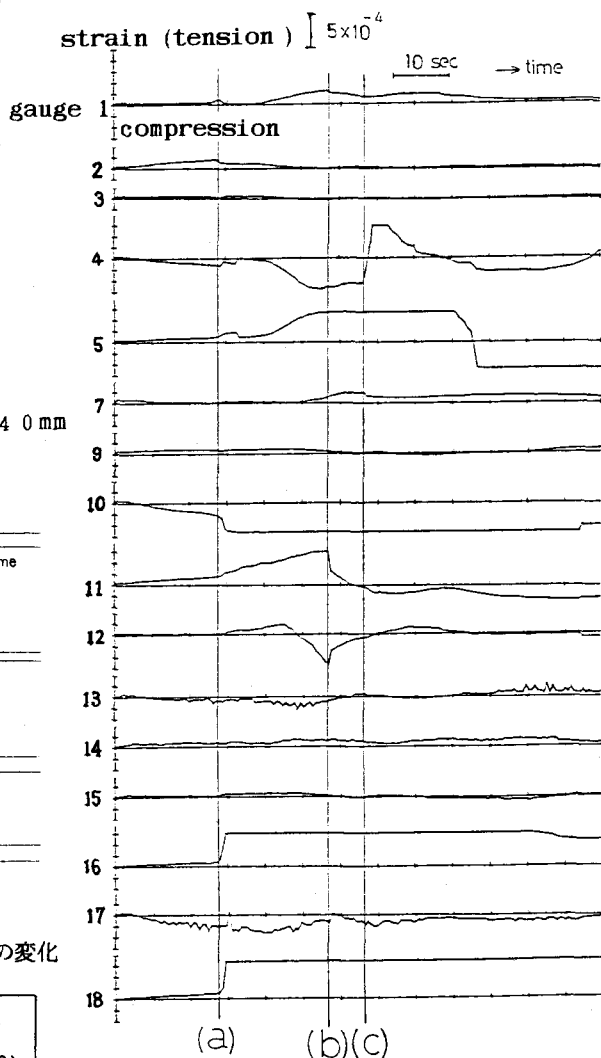


Fig. 4 No. 2 における時間経過に伴うひずみの変化

Fig. 5 No. 2 において生じた亀裂

謝辞

本研究をまとめるにあたり、貴重な御助言を頂いた埼玉大学工学部 久保慶三郎先生、渡辺啓行先生に謹んで感謝いたします。