

I-553

横衝撃を受ける脆性はりの曲げ破壊実験および解析

広島大学工学部 正 員 佐藤 誠
ハソフィックコンサルタンツ 西谷 真吾
広島大学大学院 高橋 江助

1. はじめに

著者らは、切り欠きを持つ脆性はりに横衝撃を与えた場合の動的破壊過程の動光弾性実験を行ってきた¹⁾が、それらはいずれも、与えられた衝撃力の立ち上がり時間に衝撃点近傍のみが局所的な曲げ変形状態となった時点で亀裂が進展を開始する場合であった。

ここでは、下縁に切り欠きを持つ単純はりに衝撃力を制御した横衝撃を行い、衝撃力パルスのピーク付近で且つはり全体が曲げ変形した状態となって亀裂が進展する場合の破壊過程に対して、動光弾性実験と動的破壊解析を行い、前者と比較した結果を報告する。

2. 実験模型

Fig.1 に、実験に用いた下縁に切り欠きを持つはり模型と衝撃方法を示す。模型材料はエポキシ樹脂(アルダイトB)である。この模型はりの上縁に長さ850mm、直径6mmの鋼製の入力棒を介して落錘の自由落下による横衝撃を与え、衝撃力パルス形は、入力棒に設置したひずみゲージ出力から求める。なお、実験における亀裂進展過程は、連続して9駒の写真が得られるCranz-Schardin型の動光弾性実験装置を用いて撮影された光弾性写真から読みとった。

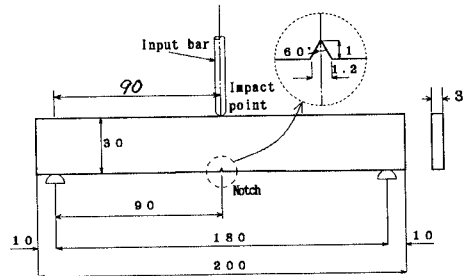


Fig.1 Beam model and impact point (mm)

3. 衝撃力パルス

Fig.2 に、実験ではりに与えた2種類の衝撃力パルス形を示す。Impact-1は、落錘重量1.015g、衝撃速度3.96m/sで、衝撃力の立ち上がり初期に局所的曲げ変形状態で亀裂が進展する場合の衝撃力であり、Impact-2は、落錘重量287g、衝撃速度1.99m/sで、衝撃力の第三のピーク付近ではり全体が曲げ変形状態となって亀裂が進展する場合のパルス形である。前者の亀裂進展時の衝撃力は後者のその約2倍である。

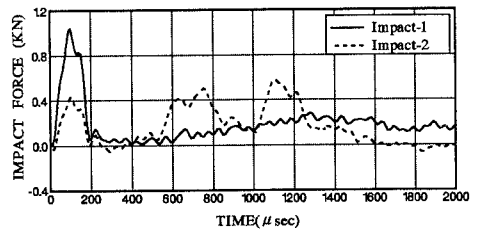


Fig.2 Two types of Impact force

4. 衝撃破壊過程

Fig.3(a)と(b)に、Impact-1とImpact-2による衝撃破壊過程の動光弾性写真をそれぞれ示す。また、Fig.4(a)と(b)に、それぞれの衝撃力によって破壊した場合の動光弾性写真から読みと

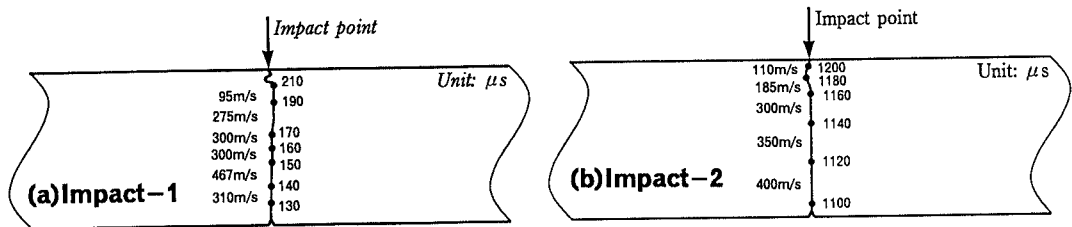


Fig.4 Fracture process and crack velocity

た亀裂進展過程を、はり内の亀裂先端位置と時間およびその区間の平均亀裂進展速度として示す。

両者はほぼ同一の亀裂進展過程を示している。

5. 動的応力拡大係数

Fig.5 (a)と(b)に、Impact-1とImpact-2それぞれに対する衝撃力パルスと有限要素解析を用いてJ積分から求めた動的応力拡大係数 $K_I(t)$ を示す。

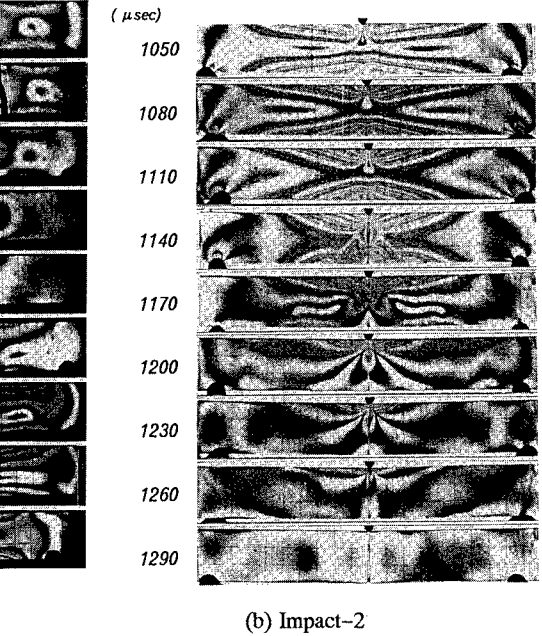
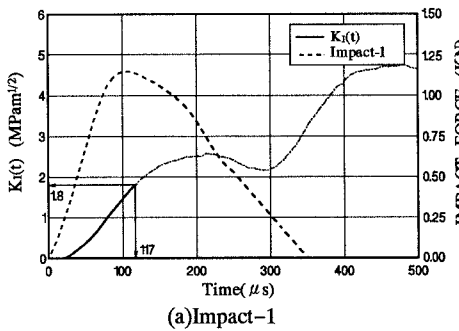


Fig.3 Isochromatic fringe pattern of beam model

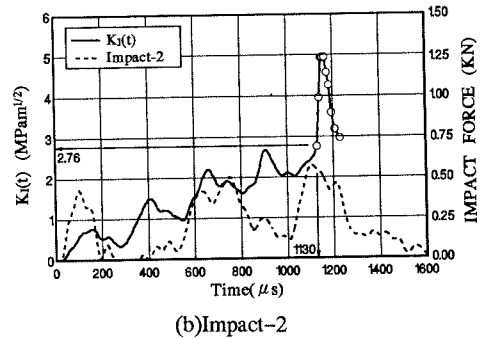


Fig.5 Dynamic stress intensity factor and impact force

この図より衝撃力パルス形と $K_I(t)$ の形には直接の関連はなく、 $K_I(t)$ の応答波形が周期的にピークを形成する周期は、はり内の曲げ波の伝播に対応している。

6. 亀裂進展解析とまとめ

Fig.6 に、Impact-1とImpact-2それぞれに対して、亀裂進展長さ a をはり高 W で無次元化した解析値と実験値を示す。この図によると、本研究の範囲では、亀裂進展時のはり内の応力状態の違いによる亀裂進展過程にはほとんど差はないが、衝撃パルス形の違いによって亀裂開始時の動的破壊靱性は異なる。なお、解析値はエポキシ樹脂の動的破壊靱性が亀裂進展速度に依存する場合について求めた。

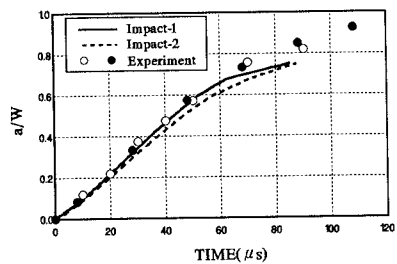


Fig.6 Crack length a/W

参考文献：1) 佐藤誠他、切り欠けを持つ脆性はり衝撃破壊実験、土木学会第49回年次学術講演概要集、1-799、1994.