

切り欠きを持つ脆性はりの衝撃破壊実験

広島大学工学部 正 員 佐藤 誠
戸田建設(株) 正 員 清水 陽一郎
広島大学大学院 学生員 西谷 真吾

1. はじめに

はり下縁に切り欠きを持つ場合と切り欠きを持たない場合に対して、落錘による横衝撃を受ける脆性はりのき裂進展過程を動光弾性実験によって明らかにしてきた¹⁾。その場合、き裂が進展するに十分な衝撃荷重を与えたが、はりに作用する衝撃力は未知のままであり、また、衝撃断面に切り欠きが存在する場合であった。ここでは、落錘衝撃力を入力棒を介してはりに与え、はりに作用する衝撃力を測定するとともに、衝撃位置が切り欠き断面に一致しない場合のき裂パターンとき裂進展過程を動光弾性実験によって明らかにする。

2. 実験模型と入力棒

図-1に、板厚3mmのエポキシ樹脂板から切り出したスパン $L=180\text{mm}$ の単純はり模型と衝撃位置(X)およびはり下縁の切り欠き形状と位置(Y)を示す。実験は、図中に示すX、Yの9組のケースについて行った。はりへの横衝撃は、図-2に示すように、長さ650mm、直径6mmの丸鋼製入力棒の下端をはり上縁に置き、入力棒の上端を、質量1,015g、衝撃速度3.96m/sの落錘で衝撃して与える。このとき、入力棒の図示の2点でのひずみ測定によりはり模

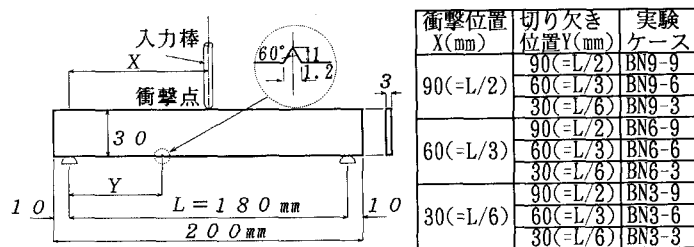


図-1 はり模型と実験ケース

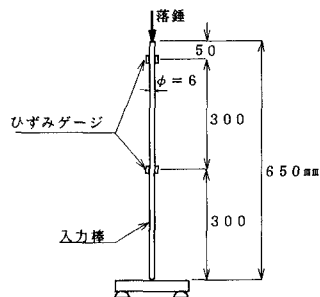


図-2 入力棒とひずみ測点

型への衝撃力が求められる。

動光弾性実験は、Cranz-Schardin型の9個の光源を用い、9個のカメラで任意の時間間隔でき裂進展と光弾性縞が撮影できる¹⁾。ここでは、はり模型が破断するまでを撮影するため15~30 μ s 間隔を採用している。

3. 実験結果と考察

図-3～5に、それぞれ実験ケース BN9-9, BN9-6, BN3-6の光弾性写真を示す。各駒の時間は、はり上縁に衝撃力が作用し始めた時間を基準とする。また、図-6に、それぞれの場合の写真から読み取ったき裂進展過程と各駒間隔での平均進展速度を示す。図-6を考慮すると各ケースのき裂進展状況は以下である。

図-3では、 $120 \sim 130 \mu s$ でき裂が開始し、ほぼ鉛直に進展して破断する。き裂進展速度は、き裂開始後一時大きく増速するがはり高中央付近から次第に減速する。き裂開始時点では、はり中央の約 $L/3$ が下に凸の曲げで、それより両端側は上に凸の曲げの段階である。このケースははり全体が下に凸の曲げとなる以前にき裂がはり断面を貫通し、はり中央の曲げは解放されるが、支点へ向かう曲げ波は下に凸の曲げ波となって反射し、破断後もき裂の両側に下に凸の曲げを生じている。

図-4では、210~230 μ sでき裂が開始し、下縁からはり高の約6割までは鉛直に進展するが、その後衝撃点方向へ大きく曲進し、衝撃点付近で上縁に達して破断する。進展速度は、進展開始直後はBN9-9と同程度まで増速し、はり軸方向に進展する間次第に減速する。き裂開始時は、はり全体が下に凸の曲げであり、

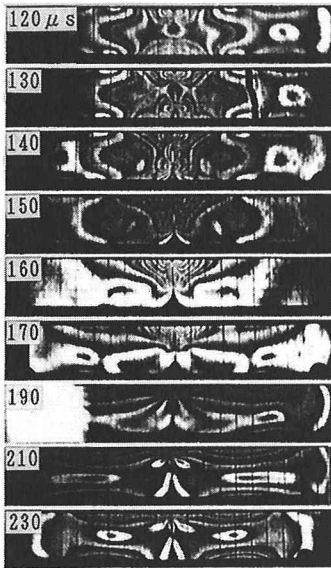


図-3 BN9-9の光弾性写真

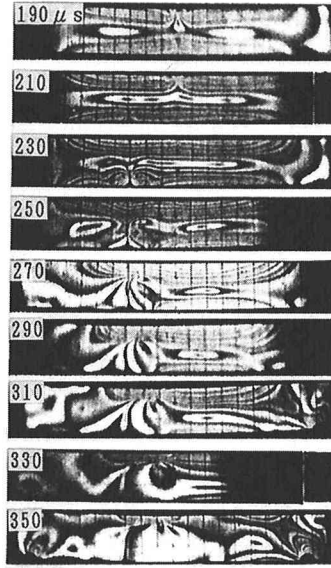


図-4 BN9-6の光弾性写真

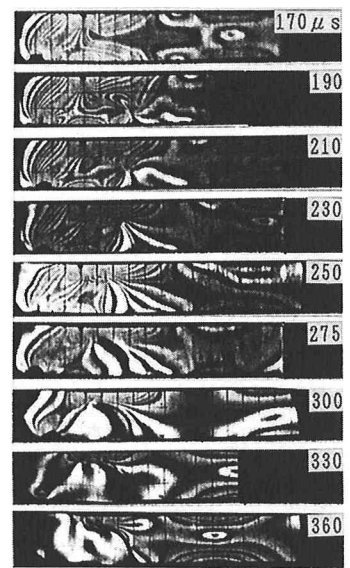


図-5 BN3-6の光弾性写真

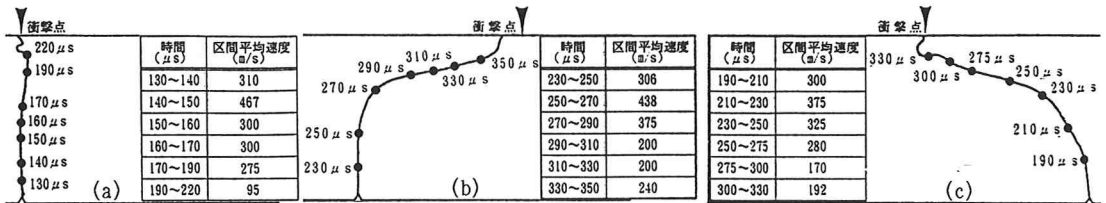


図-6 き裂進展過程と進展速度 (a)BN9-9, (b)BN9-6, (c)BN3-6

き裂が進展するにつれてき裂の左側の曲げは解放されるが、右側の曲げは減少しながらも持続する。

図-5では、170~190 μsでき裂が開始し、まもなく衝撃点方向へ曲進し、衝撃点付近で上縁に達して破断する。き裂進展速度は、進展開始後やや増速するが曲進中は緩やかに減速する。はりの左半分が下に凸、右半分は上に凸の曲げの状態でき裂が開始し、破断後もはりの右半分は曲げ波の反射により下に凸の曲げが生じている。

図-7に、各ケースに対して入力棒のひずみ測定から得たはり上縁への衝撃力を示す。また、き裂開始から破断までの時間区間を図中に示している。

BN3-6の場合は、衝撃力のピークが2つあり、き裂開始後第2のピークで現れる。

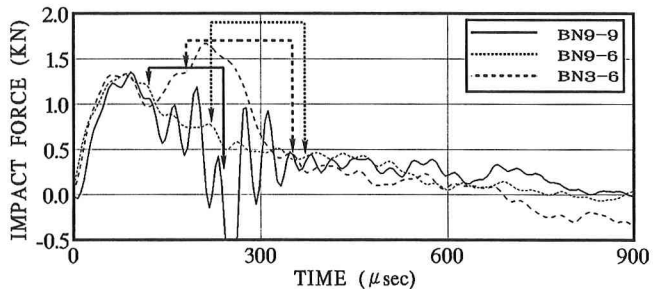


図-7 はり上縁への衝撃力

(1)落錘による衝撃力を入力棒を介

してはりに作用させることにより、衝撃力を測定できるのみならず、衝撃条件を一定にできる利点がある。

(2)本研究の衝撃に対しては、切り欠きと衝撃点が同一断面にある場合には、切り欠き部の曲げ応力に依存せしめてき裂が開始するため、開始時間が早い。

(3)衝撃点が支点に近いほどはりへの最大衝撃力は大きく継続時間も長い。

参考文献

1)佐藤誠, 動光弾性実験による脆性はりの衝撃破壊過程の可視化, 構造工学論文集, Vol. 39A, pp. 1553-1562, 1993.