

動光弾性実験による骨組み構造の衝撃応答

広島大学 正 員 佐藤 誠
 広島大学 学生員○安達 浩一
 香川県 高橋 陽一

1. はじめに

一般に、横衝撃を受けたはり内には、各種応力波が重ね合わされ、主として曲げ波と呼ばれる波動がはりの応答を支配する。この曲げ波の挙動の実際については、すでに報告されているが¹⁾、はりまたは柱の支持部からの反射波を含めた応答については、実際の支持状態に対する波動の入・反射挙動が明らかでなく、問題が残されている。特に、骨組み構造または構造物-基礎系の波動挙動を対象にする場合は、上記の接続点における波動挙動を明らかにする必要がある。

ここでは、衝撃荷重を受けるはりおよびラーメン模型に対して、動光弾性実験と動ひずみ測定を行い、支持部の効果などを考慮して骨組み構造の波動応答を明らかにする。

2. 実験方法と実験模型

図-1に、実験に使用した単純はり、片持ちはりおよびラーメンの模型の形状、寸法、支持状態および衝撃位置を示す。模型材料は、厚さ10mmのエポキシ樹脂板から切りだした。

単純はり模型は、両支点の上・下縁をナイフエッジで支持した。

片持ちはり模型の固定部分は、図-1(a)のように、固定部の長さ(λ)による応答の違いを調べるために、はり端およびはり上・下縁の接着長を変えて、エポキシ系接着剤で鋼板に接着した。接着長は $\lambda = 20, 40, 60\text{mm}$ とした。

また、図-1(c)のように固定部と梁部が一体の片持ちはり模型も用いた。

ラーメン模型は、基礎部もエポキシ樹脂で、はりの固定部を10mm緩く差し込んだ模型(RS)と差し込み部を接着した模型(RP)および全てが一体の模型(RH)を使用した。

衝撃荷重は、全ての模型ともに、はり端からの距離を d として、直径11.5mm、重さ5.5gの鋼球の落錐を衝撃速度5.42m/sで与えた。

3. 実験結果と考察

図-2に、 $\lambda = 60\text{mm}$ の片持ちはり模型のスパン中央を衝撃した場合の動光弾性写真を示す。

$40\mu\text{s}$ までは、衝撃断面に関して曲げ波がほぼ左右対称に広がる。60 μs 以後、曲げ波のはり両端での入・反射挙動の違いが見られる。

はりの自由端部では、最初に入射した上に凸の曲げ波が、下に凸の曲げ波となって反射し、左側の固定部からは、入射曲げ波と

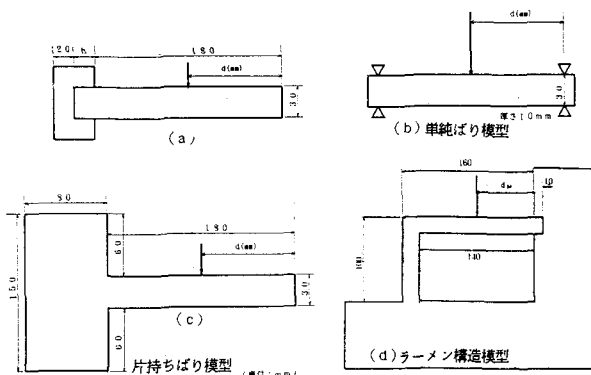
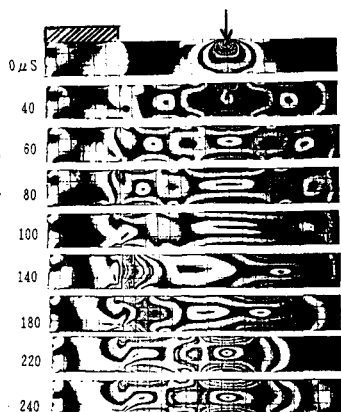


図-1 実験模型と衝撃点

写真-1 片持ちはりの動光弾性写真 ($\lambda = 60\text{mm}$)

同じ上に凸の曲げ波が反射している。この場合、固定部内の縞模様の状態から、この部分に対する波動の入・反射は、主として固定開始断面から約30mm奥までで行われていると推定される。

写真-2に、同じ衝撃条件に対する一体模型の動光弾性写真を示す。写真-1と比較すると、曲げ波の固定部での反射にともなう固定部付近の曲げ応力が小さい。また、固定壁内の縞模様から、波動が固定壁内へ深く進入している。このことは、一体模型の方が波動入射に対して柔軟な固定条件であることを示している。

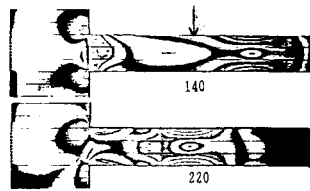


写真-2 片持ちはりの動光弾性写真 (一体模型)

図-2に、同一衝撃条件の単純はり、片持ちはり ($\lambda = 60\text{mm}$ と一体) の衝撃点下縁のひずみ波形を、最初のピーク値 (ε_0) に対する比で示す。なお、 $\lambda = 20, 40, 60\text{mm}$ にはほとんど差がなかった。

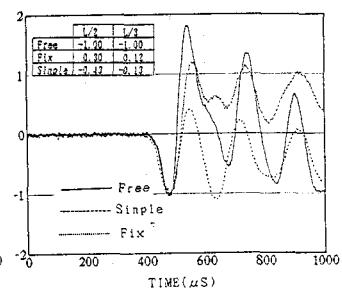
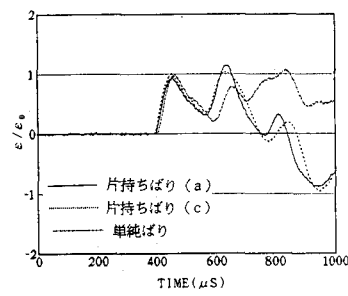
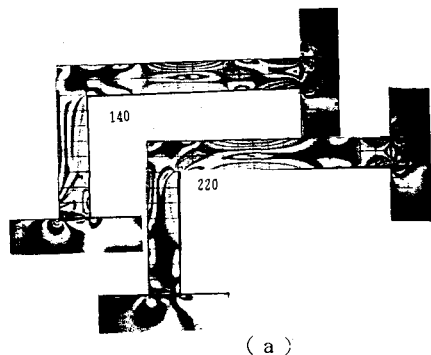


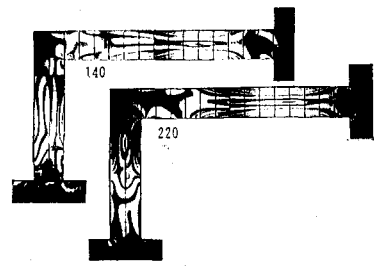
図-2 衝撃点下縁のひずみ

図-3 はり端から30mmのひずみ

図-2の600μsは写真の220μsに相当し、はり端からの反射波が測点へ到達する時間である。また、図-3に、上記と同じ衝撃条件の自由端、単純支持端、固定端それぞれから30mmの断面の下縁のひずみ波形と曲げ波の反射係数を示す。反射波が測点を通る時刻には、前記の順にひずみが大きい。



(a)



(b)

写真-3 ラーメン模型の動光弾性写真 衝撃断面ははり部中央

写真-3(a),(b)に、それぞれラーメン模型(RF)と(RS)の梁中央を衝撃した場合の、220μsと280μsの動光弾性写真を示す。はり部から柱へ伝播した曲げ波は、柱部に外側に凸の曲げを生じ、柱部の内側縁は、外側縁の約2倍の縁応力を受ける。模型(RS)の柱部における曲げ波の挙動は、模型(RF)と同じであるが、支持壁部付近に曲げの応力が現れない。

図-4に、本実験の測定時間内の両ラーメン模型の最大縁縞次数を示す。ただし、括弧内は模型(RF)の値である。支持条件による最大縁縞次数の発生位置に差はないが、縁応力の分布は異なる。模型(RS)は、支持壁側に最大応力が発生し、(RF)は、はりと柱の接続点近くで最大応力が生じる。

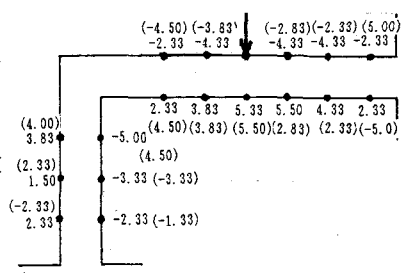


図-4 ラーメン模型の縁縞次数

1)佐藤他, 日本光弾性学会第13回研究発表講演論文集, No.13, pp.95-98. 1991.