

豊田市建設部 正 羽根 博之
金沢大学工学部 正 松浦 義満

1. まえがき

断面一樣なはりには発生する曲げ波の自由端および固定端における反射の状態については前回の大会(第5回全国大会)において発表した¹⁾。そこで判明した反射現象は図-1に示す如くである。すなわち、自由端においては、入射波の延長上の波を反射面と堀にして折り返し、更に、水平軸を堀にして再び折り返したものが反射波となる。このとき反射面におけるモーメントは零となる。固定端においては、入射波の延長上の波を反射面と堀にして折り返したものが反射波となり、このとき固定端のモーメントは2倍になる。

これらの結果をかまえて、ここでは、断面一樣、両端自由な鋼製はりの一端に衝撃を加えて発生させた曲げ波が両方の自由端で反射を繰り返す、最終的に、一次、二次、三次等の固有振動となるに至る過程と実験により追究する。

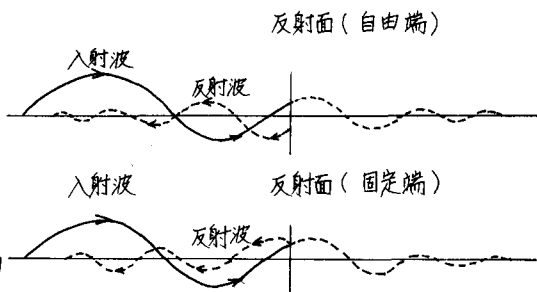


図-1 自由端および固定端における曲げ波の反射状況

2. 実験方法

この実験の直接的な目的は両端自由なはりに衝撃を加えたときに、そのはりに伝播するモーメントを測定することである。モーメントの大きさは曲げ歪の大きさに比例するため、この実験では曲げ歪を測定することにした。

この実験では両端自由の条件が満たされるように、はり数本の細ひもで水平に吊り下げ、自由端の一端に横方向から衝撃を加えて曲げ波を発生させた。

実験に用いた鋼製はりの諸元は次のとおりである。長さ: 70.00 cm, 重量: 29.86×10^{-3} kg/cm, 断面の幅: 1.20 cm, 断面の高さ: 3.19 cm, 断面二次モーメント: $I = 0.459$ cm⁴, 弾性係数: $E = 2.1 \times 10^6$ kg/cm²。また歪の測定は、図-2に示すごとく、12枚のストレイン・ゲージを5 cm間隔に貼り付け、曲げ波により発生する歪を抵抗線動的歪測定器(矢和電気DPM-110A, 現象周波数: 0~2200 c/s標準歪設定器: $\pm 300 \times 10^6$)で増幅し、データレコーダに集録、電磁オシログラフによりオシロペーパー上に記録させるという手順で実行した。

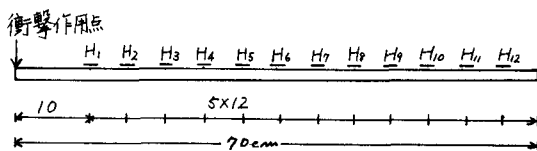


図-2 曲げ歪の測定位置

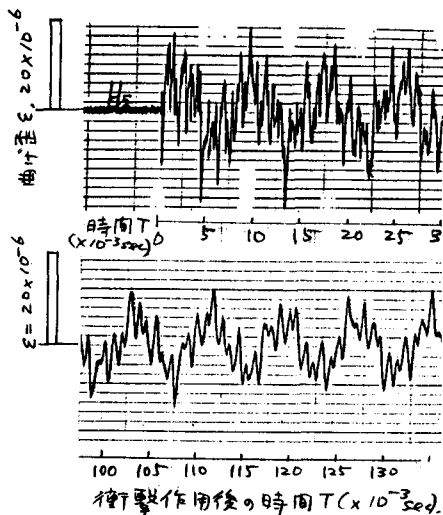


図-3 H₆における曲げ歪の測定記録

3 実験結果

はりの一端($X=0$)に横方向の衝撃を与えた際に、測点H5に発生する歪の記録を図-3に掲げる。この図をみると、衝撃作用後およそ 5×10^{-3} sec 経過した頃から一次振動(振動数: 129 Hz)が形をなしてきている。 100×10^{-3} sec 経過後の記録をみると一次振動と4次振動(1155 Hz)が安定した形で明確に現われている。

衝撃作用時点から定常振動が現われる頃までの、いわゆる過渡時のはりの挙動と各測点の歪記録から求めると図-4(a, b, c, d)の如くになり、これらの図は衝撃端に発生した曲げ波が他方の自由端に到達し、反射と繰り返しながら次第に全長に Potential Energy を分布させていっている状況をよく表わしている。すなわち、衝撃作用直後の状況を示す図-4(a)では衝撃端の近隣に曲げの Potential Energy の塊があるけれども、図-(b)にみられる如く、 $0.6 \sim 1.0 \times 10^{-3}$ sec 後には、その Energy の塊は右方向に偏り、さらに時間を経て、定常振動が現われるようになると図-(c)、(d)にみられる如くに Potential Energy は全長にほぼ均等に分布してきている。

上述の如く、 5×10^{-3} sec 経過した頃から一次振動が形をなしてきている。曲げ波の先頭波の伝播速度は、今回の実験によれば、およそ 1900 m/sec であるから、曲げ波は 5×10^{-3} sec の間に 70 cm のはりの中を $1/3.6$ 回往來していることになる。

4 検討

上述の実験結果から、はりに生ずる定常振動は曲げ波の入射波と反射波の干渉により発生していると推測される。本来、定常波は伝播方向が反対である相等しい二つの波が会するとき生ずるものである。しかし、はりに生ずる曲げ波は図-4(a)にみられる如く、波長、波高は一定ではなく、伝播するにつれて変化しているため、入射波と反射波が相等しい状態は発生し難いように思われる。今後更に検討を重ねたい。

参考文献

- 1). 山岸 勇、島田俊一、松浦義満; 曲げ波の反射に関する実験的研究, 第35回年次学術講演会概要集, 才1部

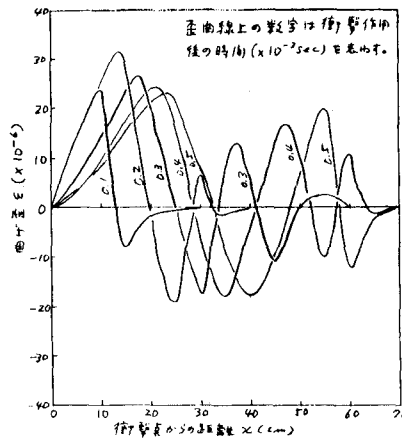


図-4(a) 二端に衝撃を加えられた
両端自由はりの挙動、衝撃作用後
の時間 $T = 0 \sim 0.5 \times 10^{-3} \text{ Sec}$

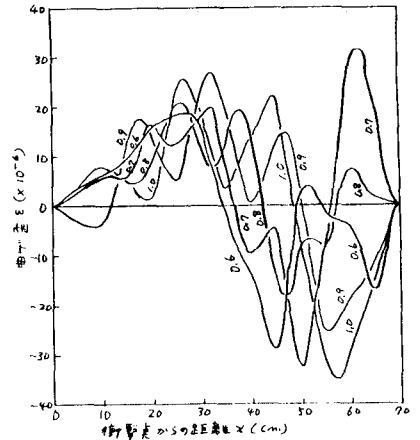


図-4(b) $T = 0.6 \sim 1.0 \times 10^{-3} \text{ Sec}$

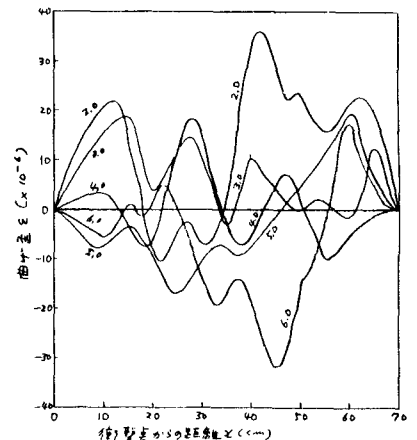


図-4(c) $T = 2.0 \sim 6.0 \times 10^{-3} \text{ Sec}$

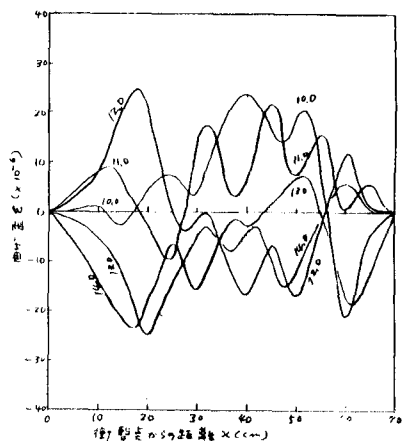


図-4(d) $T = 10.0 \sim 14.0 \times 10^{-3} \text{ Sec}$