

電 中 研 正 員 岸 徳 光
高 野 博
北 大 工 学 部 能 町 純 雄

1. まえがき 波動伝播の問題はPockhammer, Chreeの無限長丸棒の解析以来、今日まで多くの人々によって実験的、理論的に研究されている。しかしながら、厳密弾性理論を用いて衝撃応答問題を解析することはきわめて困難なことであり、簡略な形にして展開しているのが現状である。また、実験もほとんどが解析理論の妥当性を検討するためのもので、無限あるいは半無限のはりを想定し、衝撃初期の波動伝播について論じている。著者等は細長比や反射波の問題が生じるような有限長ばりを対象として、単純支持された矩形断面ばりに衝撃荷重を作用させてその動的応答性状を実験的に調べ、さらにDuhammel型積分を用いた解析(古典理論、Timoshenkoはり理論)結果との比較もあこなったので報告する。

2. 実験装置および実験方法 図-1のような実験装置を用い、単純支持矩形ばりと落錘との衝撃実験を行い、各点のひずみ変動の測定を行った。衝撃荷重は入力波検知用丸棒を介してはりに作用させた。載荷点をスパン中央点に限定して丸棒およびはりの一側面にひずみゲージを接着し一枚ゲージ法で入力波形、曲げひずみ波形を測定した。出力波形

は高周波成分を含むので10~20 kHzまで測定可能な交流アンプを通しウェーブメモリーを用いて記録再生をおこなった。表-1に実験に用いたはりおよび丸棒の材質を示してある。

3. 実験結果の考察 図-2に比較的細長比の大きいはり(A)と静的解析では限界とされる細長比 $1/10$ より小さいはり(C)の落下高さ $d=40$ cmの場合の各点の曲げひずみ変動状態を示す。サンプリングタイムは $1 \mu\text{sec}/\text{word}$ である。ゲージ番号②、③と⑤、⑥は一对の曲げひずみであるが、はり(A)と同様、はり(C)においても対称形変動を示しており、本実験の範囲では細長比 $1/10$ 程度までは断面方向の波動伝播速度を無限大と仮定することができるようである。はり下縁の各測定点で初期波動の到達時間に差があることを認めることができるが、概算してみると、衝撃点近傍(ゲージ番号③~④)の状態ではいずれのはりもbar Velocity 前後の速度で伝播し、それより少し離れた点(②~④ or ⑦)ではShear Velocityに近い速度で伝播しているようである。また、反射波の影響は入力波が図に示されているよ

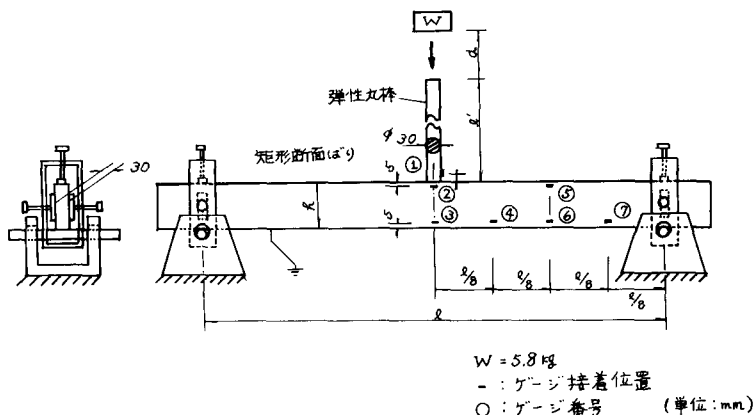


図-1 実験装置

(a) 軟鋼(はり)

名称	b	h	l	諸定数
A	3 × 6	100	100	$E=1.98 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ $\nu=0.276$
B	3	9	100	$\rho=7.83 \text{ g/cm}^3$
C	3	12	100	
D	3	9	140	$E=2.06 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ $\nu=0.291, \rho=7.83 \text{ g/cm}^3$
E	3	9	180	

(b) 弾性丸棒

$\phi=30 \text{ mm}$	$l=100 \text{ cm}$	$E=1.95 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ $\nu=0.273$
----------------------	--------------------	---

表-1 軟鋼はりおよび弾性丸棒の材質

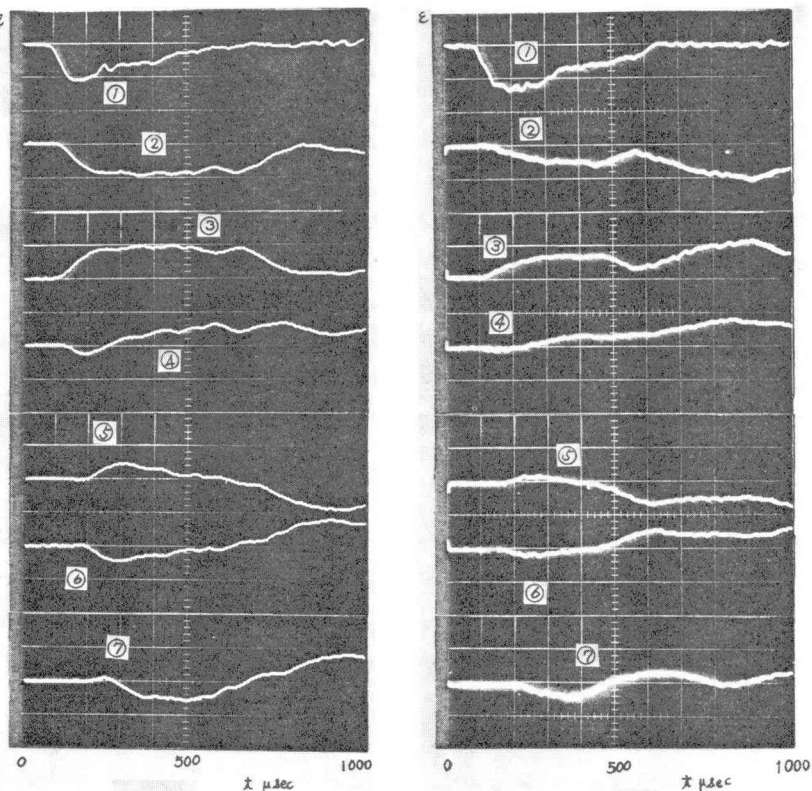
うに減衰正弦変化しており
明確に表されていない。

図-3に、はり(B)の
 $d=40$ cmの場合の長期的
ひずみ変動状を示してある。
ひずみ変動は低周波振動に
高周波振動が重ね合された
分布状態を示すようである
が、概算してみるとほぼ低
周波部分ははりの第一固有
振動に、高周波部分は第
三次の固有振動に対応して
いることが明らかとなる。

無限はりの場合は入力波
入射時に最大応答ひずみを
示すようであるが、本実験
のような有限はりの場合に
は反射波の介入後に生じる
ようである。

図-3に示されている理
論結果は各理論(古典はり
理論, Timoshenkoはり理
論)の基礎微分方程式の軸
方向に有限Fourier変換を施し
て整理し、Duhammel積分をお
こなない解を導くものであり、比
例減衰の項(粘性減衰係数 α ,
構造減衰係数 β)を考慮してあ
る。解析結果は、初期にはい
ずれの理論も実験値をよくシ
ミュレートしているようである。
高周波成分に注目すると、Couper
の理論よりもTimoshenko理論($\chi=2/3$)
の方が最もよく実験
値に対応しているようである。

4. 参考文献. Abram
son H. N., et al "Stress
Wave Propagation in Rods
and Beam", Advanced in
Applied Mechanics.



(a) はり(A)

(b) はり(C)

図-2 $d=40$ cmの場合のひずみ変動状態。

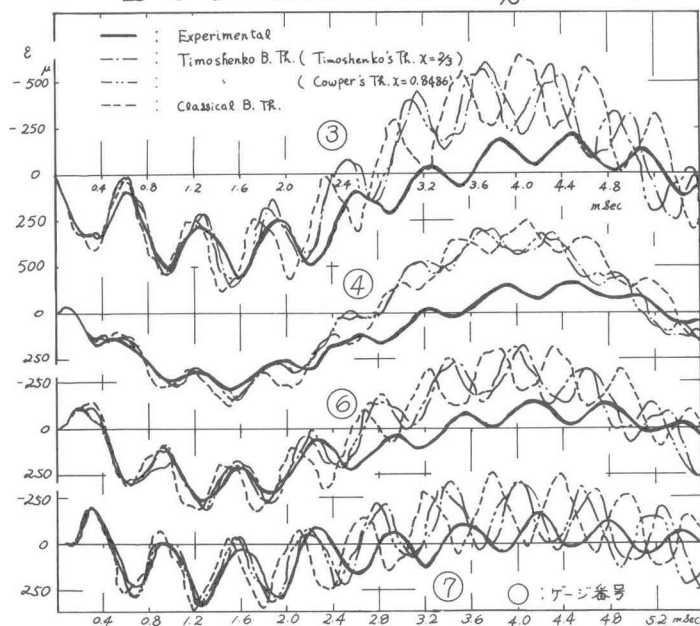


図-3 $d=40$ cmの場合のはり(C)の長期的ひずみ変動状態($\alpha, \beta=0.0$)