

I-45 光弾性材料の動フリンジ値について

京大 正員 丹羽義次
京大工学研究所 正員 小林昭一
京大大学院 学生員 植田章嗣

最近、光弾性実験法を用いて構造物の衝撃現象を解析しようとする試みがなされるようになった。しかしながら、現段階では光弾性材料の動的諸性質が未だ明らかにされていないために、これらの現象を定量的に解析することは困難である。この点から光弾性材料の動的諸性質、特にフリンジ値に関する性質が早急に明らかにされることが望まれる。

我々は、エポキシ樹脂（アラライトB）について動フリンジ値を調べ、その結果を静フリンジ値と比較してみた。以下に実験方法および結果の概要を示し検討しよう。

1. 実験方法

実験装置の概略を図-1(a)に示した。

図-1(b)にはテストピースおよび載荷方法を示した。すなわち、長さ14cm、高さ2cm、厚さ1cmのエポキシ樹脂のテストピースを支持間12cmで単純支持し、図のような2点衝撃載荷により中央部に純曲げを生ぜしめた。引張側の歪変化をストレインゲージ（ゲージ長8mm）を用いて取り出し、ブリッジ回路を経アシンクロスコープにより撮影記録せしめた。一方、偏次数の変化はXe-フラッシュを光源とした光弾性光学系（使用波長6300Å）を通し、MLD-1型超高速カメラを用いて100,000 $\frac{1}{\text{sec}}$ の撮影速度でフィルム上に記録せしめた。

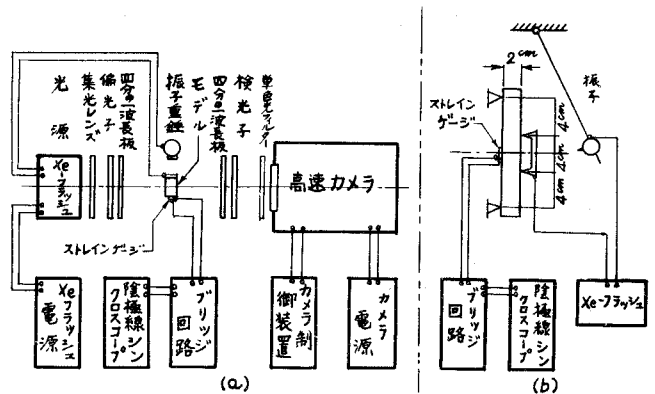


図-1 実験装置のブロックダイアグラム

り撮影記録せしめた。一方、偏次数の変化はXe-フラッシュを光源とした光弾性光学系（使用波長6300Å）を通し、MLD-1型超高速カメラを用いて100,000 $\frac{1}{\text{sec}}$ の撮影速度でフィルム上に記録せしめた。

2. 実験結果

振子衝撃速度 $V=0.74 \frac{m}{\text{sec}}$ および $V=0.37 \frac{m}{\text{sec}}$ について実験した結果を図-2に示した。すなわち図中の実線(a)および(a')は衝撃速度 $V=0.74 \frac{m}{\text{sec}}$ に対する偏次数・時間曲線および歪・時間曲線であり、破線(b)および(b')は $V=0.37 \frac{m}{\text{sec}}$ に対する偏次数・時間曲線および歪・時間曲線である。なお図中の基線より0.4 λ の実線および0.1 λ の破線は、テストピースの測定部分におけるそれぞれ $V=0.74 \frac{m}{\text{sec}}$ および $V=0.37 \frac{m}{\text{sec}}$ の場合の初期偏次数を示すものである。

この図から載荷時間をも考慮した動歪フリンジ値を求めるためにつぎのように考えた。

すなわち、図中のある時間 t までの歪-時間曲線および繰次数-時間曲線の囲む面積の比をもって載荷時間 t における動歪-フリンジ値と考へた。衝撃速度 $V=0.37$ m/sec に対して、時間 $t=0\sim 1.8$ msec にわたって計算した結果、動歪-フリンジ値はほぼ一定値 $f_{ed}=320\times 10^{-6}$ /fringe/cm と考

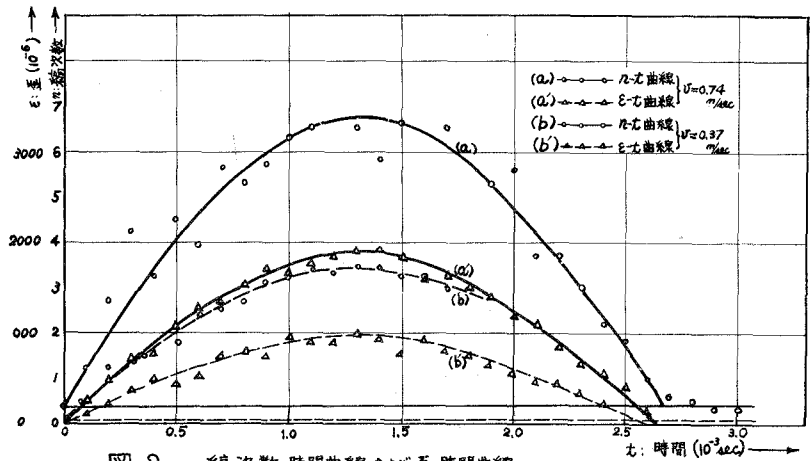


図-2 繰次数-時間曲線および歪-時間曲線

えられる。 $V=0.74$ m/sec に対しては $t=0\sim 2.0$ msec にわたって同様の計算を行なった結果、前者と同様 $f_{ed}=320\times 10^{-6}$ /fringe/cm であることがわかった。

静的実験(載荷時間 $t=1\sim 5$ 分)で調べた静歪-フリンジ値は $f_{es}=340\times 10^{-6}$ /fringe/cm であった。これに比べて動歪-フリンジ値は約5%減少しているが、この実験で行なった程度の衝撃速度では、歪-フリンジ値に関する限り、静的実験と動的実験との間に大差はないとみなしてよいであろう。

また、動的ポアソン比 ν_d をストレインゲージにより測定した結果、これと静的ポアソン比 ν_s との間には差異が認められなかった。このことは歪-フリンジ値が $f_{ed}=(1+\nu)Ed/n$ (n :繰次数, E :歪, ν :ポアソン比, d :テストピースの厚さ)で表わされることを考えると、 E があまり載荷時間の影響を受けないような材料では、 f_{ed} はすべての載荷時間範囲でほぼ一定であると考えうることを示している。

この実験だけから、歪-フリンジ値は載荷速度および載荷時間に関係なく一定値であると結論を下すことはできないが、大した変化はないといえそうである。このことは動的光弾性実験を行なうにあたり実用上便利なことである。

なお、縦波の伝播速度の測定並びに静的曲げおよび圧縮試験から、動的ヤング率 $E_d=37,300$ kg/cm², 静的ヤング率 $E_s=31,200$ kg/cm² および静応力-フリンジ値 $f_{es}=10.6$ kg/fringe/cm が求められた。これを用いて動応力-フリンジ値を計算すると $f_{ed}=11.9$ kg/fringe/cm となり、これは f_{es} より10%強増えている。この点に関しては、衝撃時の応力を弾性係数と歪を媒介とせず加速度計を用いて測定する方法により、直接 f_{ed} を求めるつもりである。

なお現在、その他の光弾性材料たとえばアクリル樹脂等についても、動歪-フリンジ値と測定中である。