

I-8 光弾性実験による衝撃応力の伝播について

京都大学工学研究所 正員 丹羽義次

“ “ 小林昭一

京都大学大学院 学生員 佐藤 誠

衝撃荷重を受けたる弾性材料に生ずる応力分布は静的荷重を受けたるものと著しく異なっている。衝撃荷重を受けたる試験片の応力と歪の分布を数学的に解析することは困難である。

静的に生じる荷重を受けたる材料の応力分布を知るには抵抗線歪計を用いることが出来るが、この方法では限られた変位の平均応力についてしかデータを求めることが出来ない。ここでは低い弾性係数の光弾性材料を用い、高速カメラによってその動的な諸模様を撮影し、静的荷重による同一模型とその応力状態を比較し又諸模様の伝播等について考察する。

光弾性材料

通常の光弾性材料の弾性係数は数万 kg/cm^2 のオーダーであり、密度を 1.2 とすると応力の伝播速度は毎秒数千メートルのオーダーとなり、超高速カメラを用いてもその撮影は困難である。そのため本実験のために種々の配合による光弾性材料を試験した結果適当なものとして次の配合のものと選んだ。

材料	アラタイト 101	ジブチルフタレート	シクロヘキサノール	ジエチレントリアミン (ハードナー)
重量比	100	20	10	7

この配合によると静的弾性係数は約 $20 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ でありポアソン比は約 0.45 である。

尚、この材料の性質特に弾性係数は材料によりかなり変化するので、実験は常に鋳造後約 24 時間後に行うようにした。

2. 応力波の伝播

弾性材料中に伝播する応力波には二種類ある、一つは拡張波 (dilatational wave) で、荷重の作用点から半径方向に伝播する応力波である、他の一つは剪断波 (distortional wave) で前者に直角方向に伝播する波である。

伝播速度はそれぞれ、

$$C_1 = \sqrt{E/\rho(1-\nu^2)}$$

$$C_2 = \sqrt{E/2\rho(1+\nu)}$$

で与えられる。

この、 C_1 は拡張波の速度、 C_2 は剪断波の速度、 E はヤング率、 ν はポアソン比、 ρ は密度である。

衝撃荷重を受けたる場合には材料の弾性係数は静的の場合よりはるかに大きく、したがって伝播速度は静的な弾性係数を用いた場合よりはるかに大きくなる。

3. 実験結果の一例

我々は前記の光弾性材料により、2, 3の模型の衝撃応力状態をMLD-1型超高速カメラ（最高100,000駒/秒）と16H形日立高速度カメラ（最高10,000駒/秒）とを用いて撮影した。

実験に供した模型は梁、柱、アーチ等である。

梁についてその例を示せば写真1, 2である。（MLD-1型カメラ使用）



衝撃後 40 μsec 165 μsec 290 μsec 415 μsec 540 μsec
665 μsec 790 μsec 915 μsec 1,040 μsec 1,165 μsec 1,290 μsec

模型寸法 12×4×1 cm 支間隔 10 cm 落錘重量 18.7 gr 衝撃速度 225 cm/sec
写真-1



衝撃後 (μsec) 30 155 280 405 530
655 780 905 1,030 1,155 1,280

模型寸法 12×3×1 cm 支間隔 10 cm 落錘重量 19.7 gr 衝撃速度 225 cm/sec
写真-2

アーチについてその例を示せば写真-3である。（16H形カメラ使用）



衝撃後 (μsec) 0 182 526 910 1,274 1,638

アーチ支間 8 cm 高さ 4 cm 厚さ 1 cm 落錘重量 32.4 gr 衝撃速度 225 cm/sec
写真-3