

## 東芝ひずみ検査器と精密ひずみ計

### Toshiba Strain Viewer and Precision Strain Meter

ひずみ検査器、ひずみ計は光弾性の原理を使ってガラス、透明プラスチック製品に生じている内部応力を観察、測定する装置である。

#### 〔1〕 光弾性の原理

図1において、光源の光を偏光板を通過させて直線偏光  $P$  とする。直線偏光  $P$  は、互いに直交する振動方向をもつ2つの直線偏光成分  $p_1, p_2$  に分解して考えることができる。これらが応力  $F$  の働く透明物体を通過するときに  $p_1, p_2$  の間に速度差があるので、通過後には一方は他方よりも  $d$  で示される距離だけ遅れる。 $d$  は光路差またはリターディションと呼ばれ、応力  $F$  と通過距離  $L$  とに比例するので、

$$d = CFL$$

で表される。比例常数  $C$  は物質により決まり光弾性常数と呼ばれる。

$d$  は  $\text{nm}$  ( $10^{-9}\text{m}$ ) を単位として測られる程度の小さい量であるから、検光板を使い光の干渉現象を利用して測定する。 $C$  の単位は通常  $(\text{nm}/\text{cm})/(\text{kg}/\text{cm}^2)$  が使われ、ガラスでは  $2.5\sim 4$ 、プラスチックではその  $5\sim 20$  倍位である。 $C, L$  が既知ならば  $d$  から  $F$  が算出される。

#### 〔2〕 光弾性観察の方法

光路差  $d$  の検出および分布状態の観察には、次の3つの方法がある。白色光源の場合について述べる。

##### 2.1 直線偏光法

$d=0$  の部分と、応力の働く方向が偏光板、検光板の偏光軸と平行であるような部分とが黒いしまとなって結ばれる。主応力方向の分布を知ることができる(図2)。

##### 2.2 円偏光法

$d$  が等しい部分を結んで干渉じまが現れる。 $d=0$  の部分は黒いしま、 $d \cong N \times 550 \text{ nm}$  ( $N=1, 2, \dots$ ) の部分は着色したしまが現れる。応力の強さの分布を知ることができる(図3)。

##### 2.3 鋭敏色法

視野全面が鮮やかな赤紫色になっており、 $d=0$  の部分は変色なし、 $d \neq 0$  の部分は藍または黄褐色に近づく。わずかの  $d$  によって色が

敏感に変わるので、小さい  $d$  の検出に適する。

#### 〔3〕 光路差の測定法

光路差  $d$  を測定するにはひずみ標準器を使う。ひずみ標準器は一定範囲内の  $d$  を可変的に実現でき、かつそのときの  $d$  を目盛から直接に、あるいは換算によって知ることができるように構成された装置である。 $d$  は次の方法で測定される。

##### 3.1 比較法

鋭敏色法において、被験体とひずみ標準器とを並べて置き、標準器を調節して両者の色調を同じにする。このときの標準器の  $d$  を読み取るとこれが被験体の  $d$  に等しい。

##### 3.2 補整法

被験体と標準器とを重ねて置き、標準器を調節して被験体の  $d$  を打ち消し  $d=0$  の状態に戻す。このときの標準器の  $d$  を読み取ると、これは被験体の  $d$  と絶対値が等しく符号が逆である。

ひずみ標準器としてバビネ補整器、バビネソレイユ補整器、セナルモン補整器、ベレク補整器などが知られている。

#### 〔4〕 東芝ひずみ検査器

被験体の大きさと観察方法とにより表1のような3種のひずみ検査器が準備されている。当社独自の方式による見易い便利なひずみ標準器が組み込まれ光路差の測定ができる。このひずみ検査器は使用電力が小さく、視野が明るい特徴がある(図4)。

#### 〔5〕 東芝精密ひずみ計

バビネ補整器の原理により光路差  $d$  を精密に測定する装置である(図5)。水晶板の複屈折を利用した光学くさびが組み込まれており、視野内では  $d$  が左方から右方へ、 $-700 \text{ nm} \rightarrow 0 \text{ nm} \rightarrow +700 \text{ nm}$  と直線的に変わっている。 $d=0 \text{ nm}$  に黒いしまが、 $d \cong \pm 550 \text{ nm}$  には赤紫色のしまが現れる(図6a)。被験体の実像を水晶くさびに重ねると、しまは両者の光路差の代数和が  $0 \text{ nm}, \pm 550 \text{ nm}$  になっているところに移動する(図6b, 6c)。この移動量をマイクロメータで測定し被験体の  $d$  を算出する。

バビネ補整器の部分を鉞物顕微鏡の架台に組み付けると、顕微光

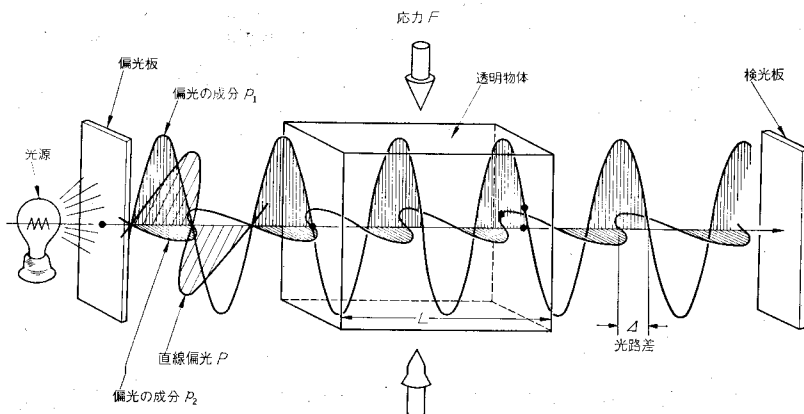


図1. 光弾性の原理

表1. 東芝ひずみ検査器の仕様

形 式	SVP-10	SVP-20	SVP-30
被験体の大きさ (cm)	25	12	5
使用 方法	鋭 敏 色 法	○	○
	直 線 偏 光 法		○
	円 偏 光 法		○
ひ ず み 標 準 器	2枚		
	$\Delta=0\sim\pm 60\text{nm}$ $\Delta=0\sim 130\text{nm}$	左に同じ	左に同じ
消 費 電 力 (W)	60	20	20
収 納 時 の 大 き さ (cm)	40×40×80	25×25×40	15×15×30

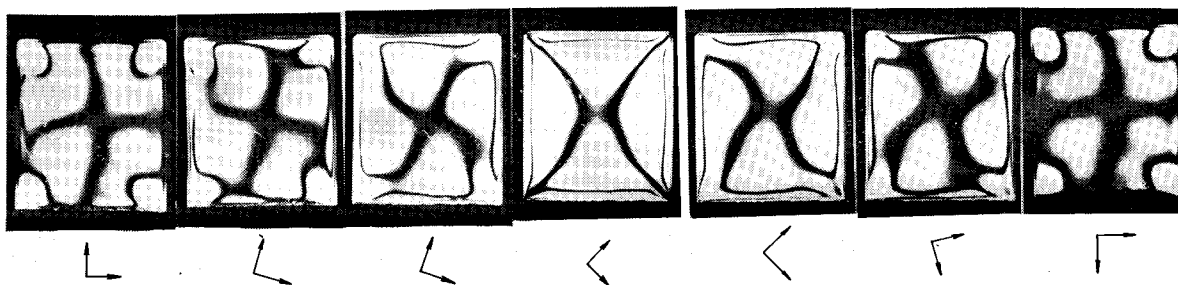


図 2. ひずみのあるガラス板の直線偏光法による観察 (矢印: 偏光板, 検光板の偏光軸の方向)

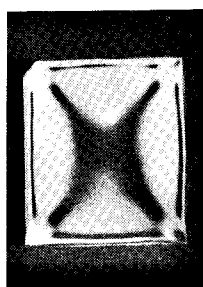


図 3. ひずみのあるガラス板の円偏光法による観察

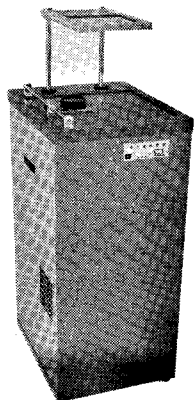


図 4. 東芝ひずみ検査器

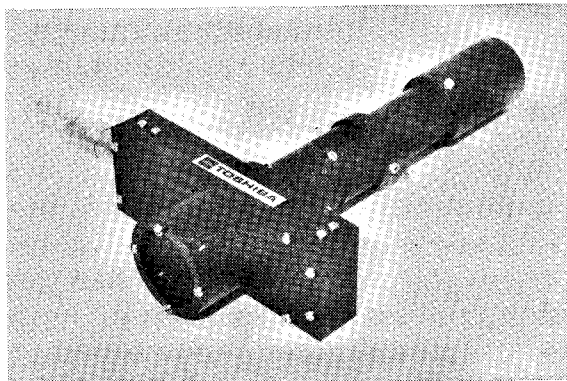


図 5. 東芝精密ひずみ計

弾性装置になる。

〔6〕 プラスチック成形品への適用例

以上はガラスを対象にして説明したが、図7にプラスチック成形品のひずみ観察例を示す。一般に $d$ が大きくて多くの着色じまが現れる。

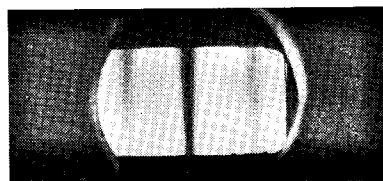


図 6.(a) 水晶くさびによる干渉じま

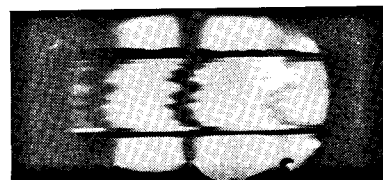


図 6.(b) 板ガラス断面の観察

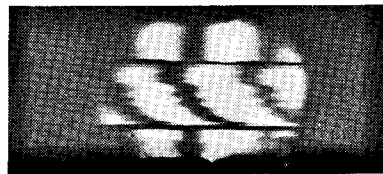


図 6.(c) 曲げひずみを加えられた板ガラスの断面の観察

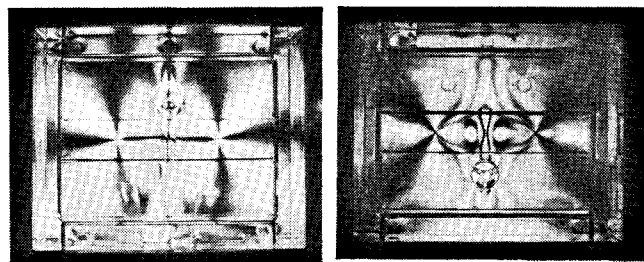


図 7. プラスチック成形品の直線偏光法による観察 (矢印は図2と同じ)

お問合せ先: 東芝硝子(株)光学営業課 Tel. (03) 438-3451