

和歌山工業高等専門学校 正員 尼田 正 男

1. まえがき

土木、建築、その他の分野において構造物に生じる応力を知ることは、その強度や耐久性を知るためにも、また合理的な設計を行なうためにも必要である。構造物に生じる応力、ひずみ状態を実験によって解析する場合には実験が容易でかつ精度の高い実験法が望まれる。光弾性実験法において、主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_2)$ の値を各応力成分に分離させる方法としてはすでに幾多の方法が提唱されている。Drucker^{(1),(2)}の傾斜入射法はその一方法である。筆者は応力凍結した試験片を主応力方向以外の方向を軸として傾けた場合のDruckerの傾斜入射法による任意断面の適用性について検討した。その結果、この解法は原理的には可能であるが、傾斜入射光弾性縞による実験誤差がかなり顕著に現われるために、任意断面への適用については問題があることがわかった。しかも解析に当っては、かなり煩雑な計算を施さなければならぬ欠点もある。以上の見地より筆者は任意断面の応力度を解析する場合に適用性のある傾斜入射装置を試作して、応力凍結した試験片を主応力軸の周りに回転した場合のDruckerの傾斜入射法の応用を提案し、傾斜入射装置の利用性と実験精度の向上について検討を行なった。本方法によれば、解析点ごとの2個の傾斜入射縞次数と主応力の傾きの都合計3個のデータより、その点の主応力 σ_1 と σ_2 を始め、任意の軸に関する各応力成分 $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ をそれぞれ単独に求めることができる。この解法の妥当性を追求するため、集中荷重を受ける円盤の実験より内部応力解析を行ない、これらと理論値、またはせん断応力差積分法よりえられる実験値との比較を試みた。

2. 傾斜入射法の理論

垂直入射によってえられる等色線の縞次数 n_0 は、

$$n_0 = (\sigma_1 - \sigma_2) f_n t \quad \text{----- (1)}$$

で示される。図-1に示すように試験片を主応力 σ_1 方向を軸として角 θ だけ回転し、これに偏光を入射するときは、光線が板を斜に透過する光路長は $t/\cos\theta$ となるから、この傾斜入射によってえられる等色線の縞次数 $n_{\theta 1}$ は、

$$n_{\theta 1} = (\sigma_1 - \sigma_2 \cos^2\theta) f_n t / \cos\theta \quad \text{----- (2)}$$

で与えられる。 $n_1 = \sigma_1 f_n t$ 、 $n_2 = \sigma_2 f_n t$ とおいて、(2)式を縞次数単位で表わすと

$$n_{\theta 1} = (n_1 - n_2 \cos^2\theta) / \cos\theta \quad \text{----- (3)}$$

となる。次に試験片を主応力 σ_1 の代りに主応力 σ_2 方向を軸として角 θ だけ回転した場合の傾斜入射縞次数 $n_{\theta 2}$ は

$$n_{\theta 2} = (n_1 \cos^2\theta - n_2) / \cos\theta \quad \text{----- (4)}$$

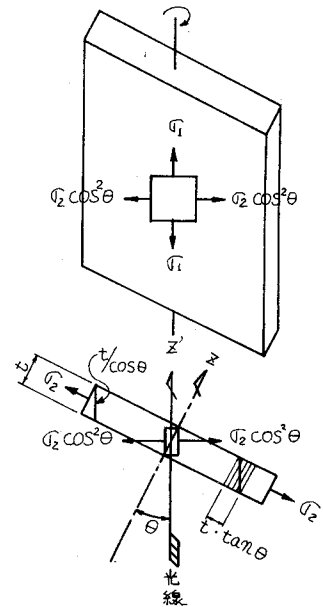


図-1 傾斜入射と二次主応力

となる。式(3), (4)から主応力に対する偏数 η_1, η_2 が分離でき

$$\left. \begin{aligned} \eta_1 &= (\eta_{\theta 1} - \eta_{\theta 2} \cos^2 \theta) \cos \theta / (1 - \cos^4 \theta) \\ \eta_2 &= (\eta_{\theta 1} \cos^2 \theta - \eta_{\theta 2}) \cos \theta / (1 - \cos^4 \theta) \end{aligned} \right\} \text{---(5)}$$

特に傾斜入射角 $\theta = 45^\circ$ の場合には

$$\left. \begin{aligned} \eta_1 &= (2\eta_{\theta 1} - \eta_{\theta 2}) \cdot \sqrt{2} / 3 \\ \eta_2 &= (\eta_{\theta 1} - 2\eta_{\theta 2}) \sqrt{2} / 3 \end{aligned} \right\} \text{---(6)}$$

で表わされる。

3. 実験例

光弾性実験は、応力凍結した試験片を傾斜入射装置に取付け、装置ごと平面偏光の場においた浸漬液(α-ブロムナフタリン + 流動パラフィンの溶液)の中に入れて行なう。円盤の圧縮実験を例として、図-2, 図-3に示す。

4. 結 言

本方法によって各応力成分を求める場合には、実験技術が容易であるばかりか、解析法も簡単で計算速度も速く実用上十分な実験精度がえられることを明らかにすることができた。

謝 辞

本研究を行なうに当り、終始、懇切なる御指導を頂いた東京都立大学土木応用力学教室 山本稔教授、山崎良一氏に深甚の謝意を表します。

参考文献

- (1) D.C. Drucker ; "Photoelastic separation of principal stresses by oblique incidence" ASME, Vol.10, 1943
- (2) D.C. Drucker ; "The method of oblique incidence in photoelasticity" SESA, Vol.8, 1950
- (3) 山本, 山崎, 尼田 ; "内部応力解析における傾斜入射法の適用性" 第28回年次学術講演会, 1973
- (4) 応力測定技術研究会 ; "応力測定法" 朝倉書店, PP562~569, 1956

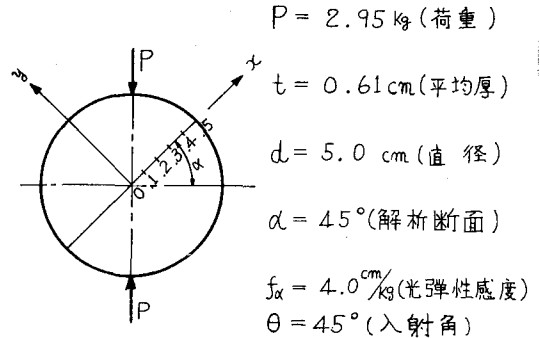


図-2 試験片の寸法, 荷重条件

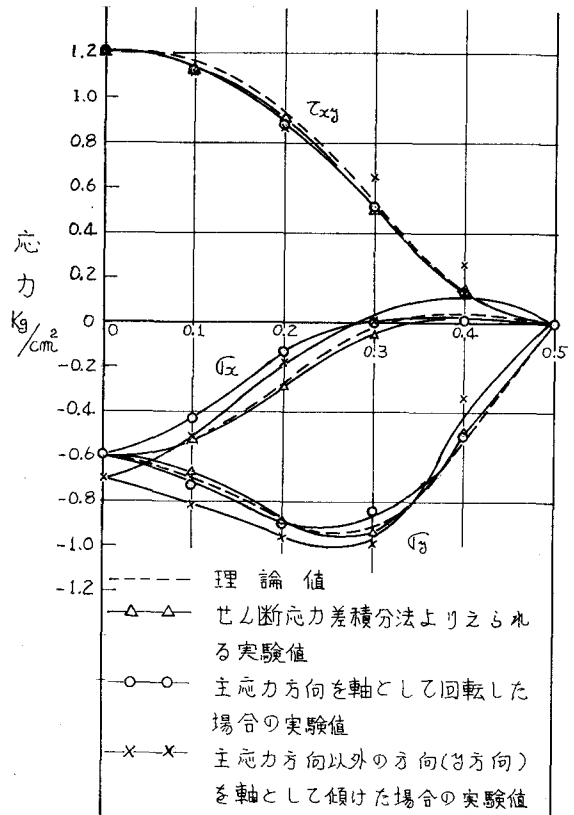


図-3 断面X軸上の各応力成分