

1. 実験の目的

光弾性実験の原理の概略を理解するとともに、種々の切欠き半径を用いた場合の応力集中係数の変化、および最小断面を一定にして試験片幅を変えた場合の応力集中係数の変化について調べることを目的とする。

2. 実験方法

(1) 図1のような実験装置を使用する。

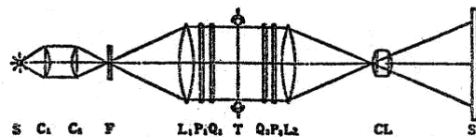


図1 実験装置

S : 光源, C : 集光レンズ, FL_1 , FL_2 : 視野レンズ, F : フィルタ, P : 偏光子, A : 検光子, Q_1 , Q_2 : 1/4 波長版, CL : カメラレンズ, SC : スクリーン

(2) 図2のようにエポキシ樹脂で作成した切欠き試験片 (幅 $H = 32$ mm, 厚さ $t = 6$ mm) の切欠き底の曲率半径 ρ を種々に変えた場合, 切欠き底に及ぼす応力集中係数 α の変化を調べる。

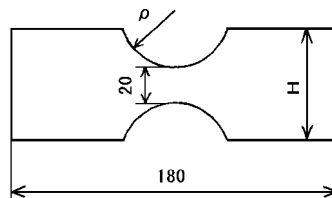


図2 試験片の形状・寸法

(3) 切欠き底曲率半径 ρ を $\rho = 4, 6, 8, 10$ mm と4種類に変えたエポキシ樹脂の試験片を光弾性実験装置に取り付け, 図3のように負荷を与えて等色線縞次数を読み取る。

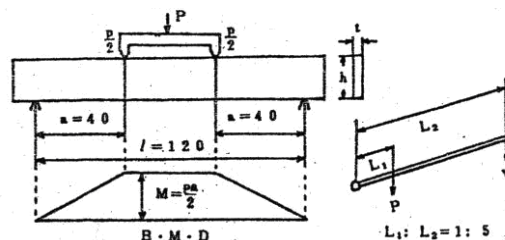


図3 負荷部詳細

ここで $W = 39.2$ N とするので, $L_1 : L_2 = 1 : 5$ より $P = 196$ N の荷重が加わる。

3. 実験結果

各切欠き半径の試験片について, 測定結果を表1に示す。

表 1 測定結果

切欠き半径 ρ [mm]		幅 H [mm]			
		32	28	24	20
4	上	8.4	9.2	8.4	-
	下	9.2	9.6	8.6	-
	平均	8.8	9.4	8.5	-
6	上	7.6	7.8	7.4	-
	下	7.8	7.4	7.6	-
	平均	7.7	7.6	7.5	-
8	上	7.9	8.1	8.3	-
	下	7.3	7.9	8.1	-
	平均	7.6	8.0	8.2	-
10	上	7.3	7.4	7.7	-
	下	7.1	7.6	7.2	-
	平均	7.2	7.5	7.5	-
∞ (基準)	上	-	-	-	5.3
	下	-	-	-	5.1
	平均	-	-	-	5.2

次に応力集中係数 α を求める. α は切欠きが ∞ の場合, すなわち幅 20 mm の試験片を基準にして, 縞の数を比べることで求めることができる. 例として切欠き半径 $\rho = 4$ mm, 幅 $H = 32$ mm の場合を示す.

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\text{切欠き半径がある試験片の縞回数}}{\text{基準となる試験片の縞回数}} \text{より} \\ &= \frac{8.8}{5.2} \\ \therefore \alpha &= 1.69 \end{aligned}$$

また ρ/h 及び H/h と α の関係を調べるため, それらを計算する. ここで $h = 20$ mm は基準の試験片の幅である.

$$\begin{aligned} \frac{\rho}{h} &= \frac{4}{20} \\ &= 0.2 \\ \frac{H}{h} &= \frac{32}{20} \\ &= 1.6 \end{aligned}$$

となる. 他の場合も同様に行い, 表 2 に示す.

表 2 計算結果

切欠き半径 ρ [mm]	幅 H [mm]	α	ρ/h	H/h
4	32	1.69	0.2	1.6
	28	1.81	0.2	1.4
	24	1.63	0.2	1.2
6	32	1.48	0.3	1.6
	28	1.46	0.3	1.4
	24	1.44	0.3	1.2
8	32	1.46	0.4	1.6
	28	1.53	0.4	1.4
	24	1.58	0.4	1.2
10	32	1.38	0.5	1.6
	28	1.44	0.5	1.4
	24	1.44	0.5	1.2

次に H/h をパラメータとした α - ρ/h 線図, ρ をパラメータとした α - H/h 線図をそれぞれ図 4, 5 に示す.

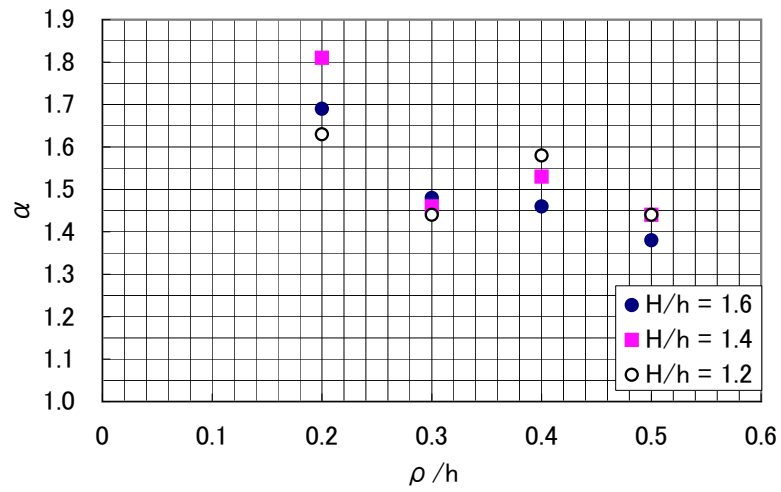


図 4 α - ρ/h 線図

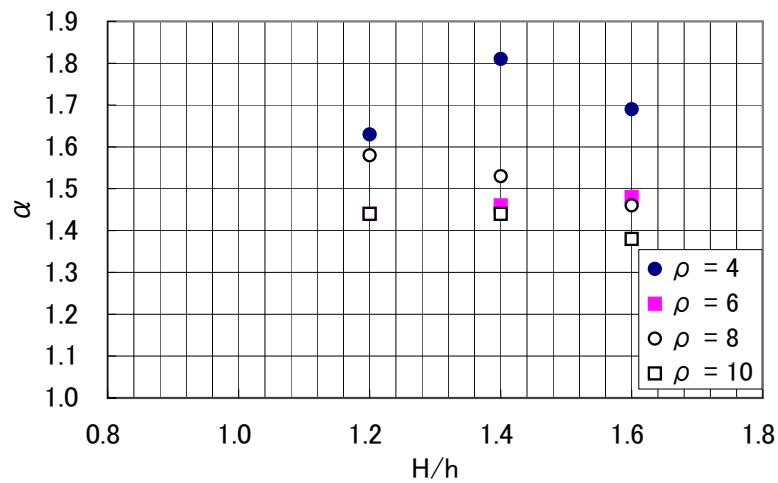


図5 α - H/h 線図

4. 考察

まず、図4を見ると ρ/h が増加していくと α は減少する傾向にある。これは反比例と考えられるので単調減少となる。また H/h が大きいほど α - ρ/h 線図は上にあり、応力集中係数 α が大きくなる。つまり、切欠き半径 ρ が小さいほど α は大きく、部材に少しの切欠きがあるだけで大きな応力がかかるので危険である。そして部材の幅 H が大きいほど α は大きいので、 H を基準の幅 h に近づけて、 ρ を大きくすると応力を小さくできる。

次に、図5を見ると ρ の値によって α - H/h 線図は右上がりと右下がりがあり、はっきりした傾向がないが、図4から H が大きいほど α は大きいので、この場合では右上がりが適切と考えられる。

今回の実験では誤差や失敗が目立ったが、その原因として、測定者の読み間違いや試験片の設置ミスがあると考えられる。つまり、測定者は目分量で縞を読むので正確でないことがわかる。そして基準の試験片で測定誤差があると、他の全ての場合に誤差が生じてしまう。また試験片設置では、試験片に左右対称に荷重をかけて、厚さ方向も同じ線路上に加重をかけるので、設置のずれは α に影響してくると考えられる。