

Ⅱ - 3 曲げとせん断をうける有孔板の実験的研究

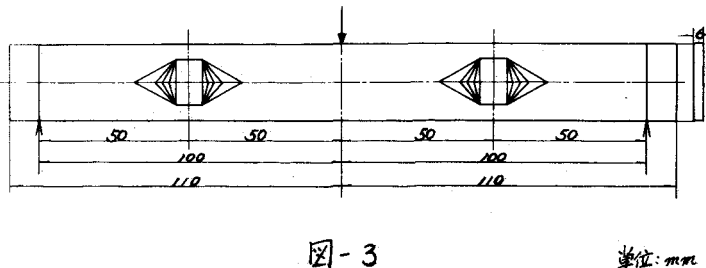
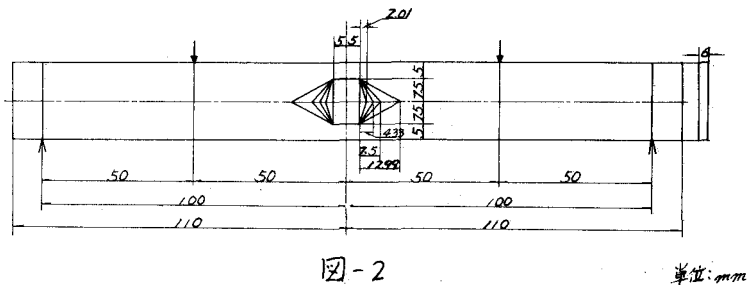
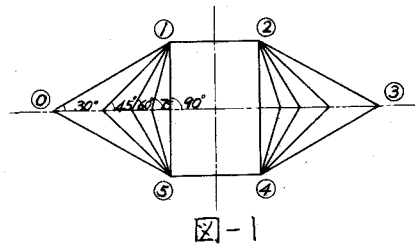
九州大学 正員 村上正
山口大学 正員 会田忠義
九州大学 正員 齊藤利一郎

1. 序. 構造物の軽量化をはかる一つとして, ウェブに六角形の孔を並べたプレートガ－ダー(Castellated beam)が使用され始めた. この研究は孔のピッチの問題は別として, 六角形の形を種々に変えて, それぞれ応力状態を観察し, どんな形が最も望ましいかを調べたものである. 応力の観察には光弾性法を用いた.

2. 模型および実験の概要: はりのウェブに六角孔をあけると, その周孔にはとくに, 頂点に強い応力集中が起ると考えられる.

本実験の目的は, この応力集中度の最も小さな形を選び出すことにある.

そのために, 図-1に示すように5種の頂角をもつ試験片を作り, それぞれ1) 純粋曲げを与えた場合(図-2), 2) 曲げとせん断を与えた場合(図-3, 4)について光弾性試験を行った.



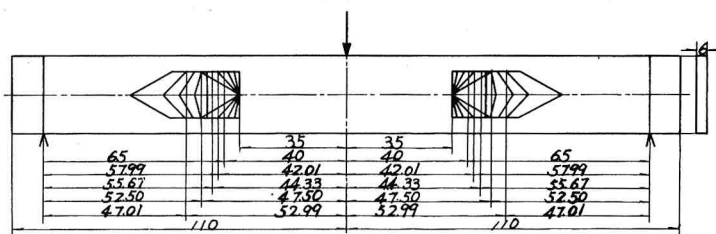


図-4

単位 mm

試験片の材料としては、等色線測定用としてエポキシ樹脂系のカゲンライト 6mm 板を使用した。また、等傾線用材料としては、感度の高い材料は不適当であるために、アクリライト 6mm 板から上記等色線測定用と同一模型を製作して使用した。

試験片の製作については、線応力に関して十分な注意を払った。実験は、次数の異なる等色線が解がたり、切れたりしないように、荷重は厳密に試験片の面内で、厚さ方向に一様にかかるように装置し、光弾性縮が中立軸に対して完全に対称に現われるように注意した。支承は両支承と必ずバリ支承である。

3. 実験の結果と検討: 写真1, 2, 3, は曲げ試験の頂角 90° , 75° , 60° の場合を示し、写真4, 5, 6, はせん断試験(I)の 90° , 75° , 60° の場合を示し、写真7, 8, 9, はせん断試験(II)の 90° , 75° , 60° の等色線を示す。

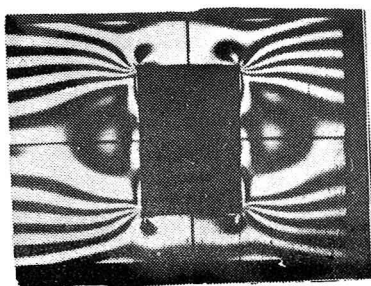


写真-1

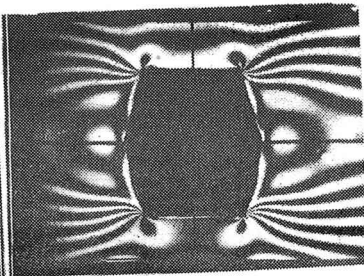


写真-2

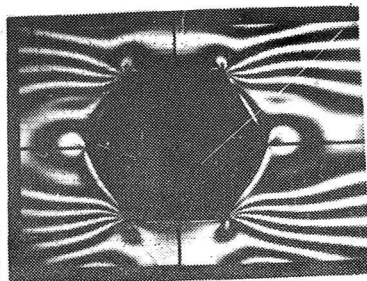


写真-3

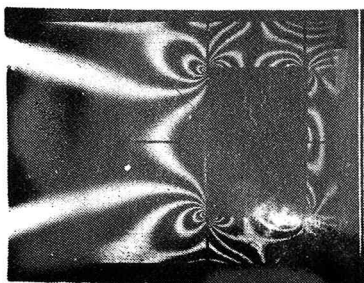


写真-4

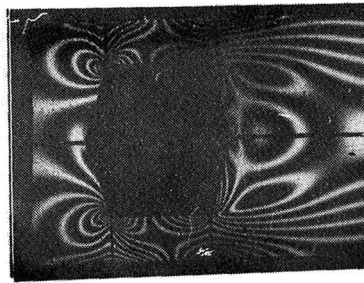


写真-5

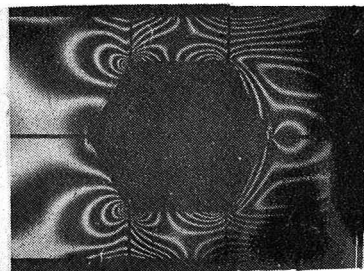


写真-6

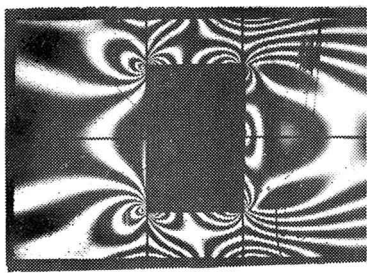


写真-7

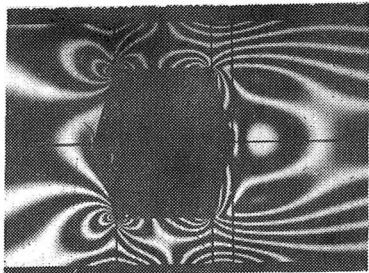


写真-8

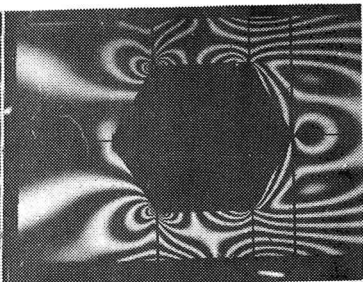


写真-9

4. 曲げ試験結果: 図-5~8は純粋曲げをうける孔の各辺の応力分布図の一部を示す

これらの結果から次のことが明らかとなった

1). 応力集中は頂点①, ②, ④, および⑤に生じ頂角③が90°より30°へ小さくなるにしたがって集中度合が大きくなる。

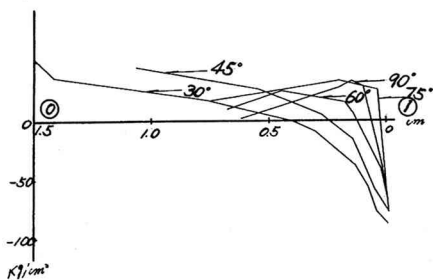


図-5

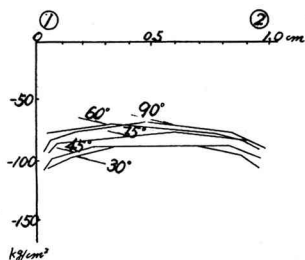


図-6

2). 平行辺①-②

および④-⑤, においては曲げ応力度が工学的曲げ理論より算出した応力度の数倍に達し, 中でも頂点①, ②, ④, および⑤に近づくにしたがって応力は大きくなる。また, 平行辺の応力度は90°より30°へ小さくなるにしたがって大きくなる。結局, 純粋曲げをうける場合は, なるべく角度の大きいものがよくすなわち, 長方形が最も望ましい。

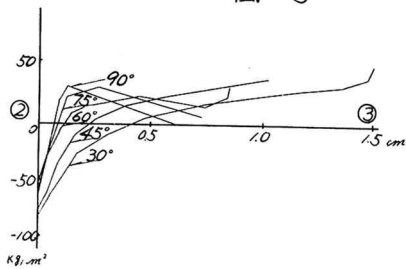


図-7

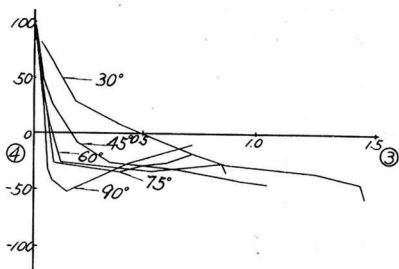


図-8

5. せん断試験

(I)の結果: 図-9~図-14, に示した結果から1), 曲げとせん断を同時に受けるせん断変形の影響を考慮して工学的曲げ理論より算出した値

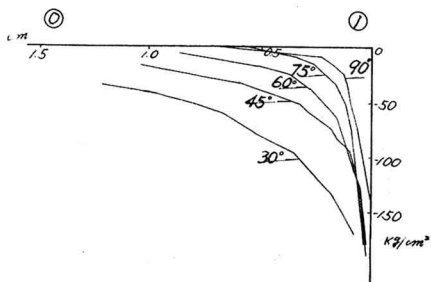


図-9

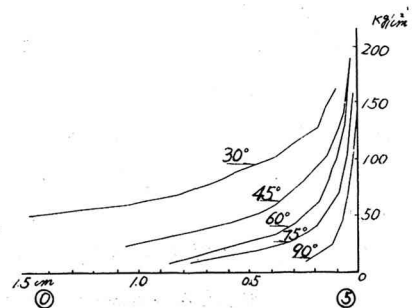


図-10

と傾向は一致するが、その値は二の理論値の約2倍に達し工学的曲げ理論より比較する事ができない。せん断を受ける場合は必ずせん断変形を考慮しなければならぬことが分った。

2), 応力集中度はせん断変形のため、大きいところでは工学的曲げ理論値の6~7倍に達し、また、逆符号の値が頂点に生じた。

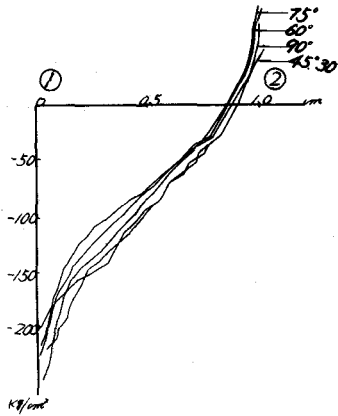


図-11

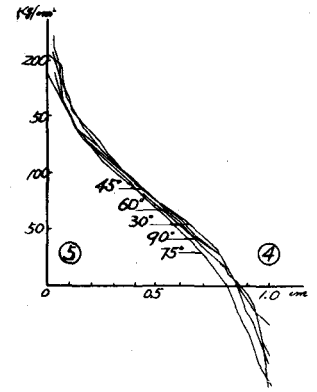


図-12

3), 応力集中状態は、①、および⑤において角度が大きくなるにつれて集中度が大きくなり②、および④、ではその逆で30°になると③に応力集中が生じる

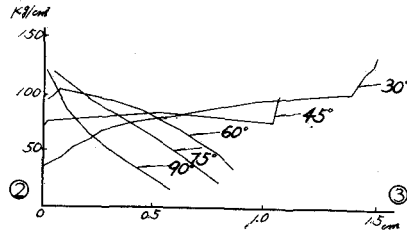


図-13

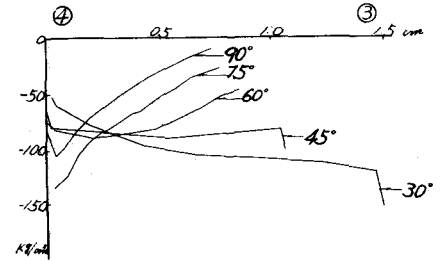


図-14

4), 傾斜辺で図より明らかになく90°より30°へ頂角が小さくなると②-③および③-④では逆になり、①-②では大きくなる。

6. せん断試験

(Ⅱ)の結果: 図-15

図-16, から③では、頂角が頂角が小さくなるにつれて応力集中が高まる。傾斜辺③-②、および③-④

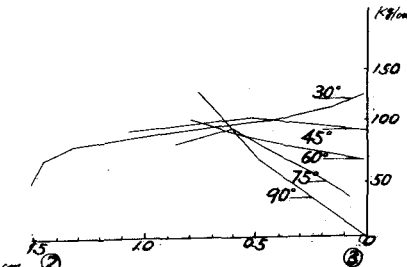


図-15

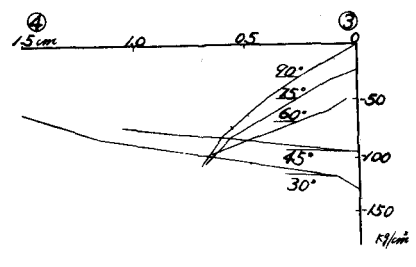


図-16

④では、頂角が60°程度が最も応力分配が小さくて良好である。

7. 結論: 以上の実験の範囲内で最も望ましい六角孔は、頂角60°程度のものであることがわかった。

参考文献(1)光弾性実験法: 針二郎、西田正孝、河田幸三共著

(2) Photo-elasticity: Frockt Vol. 1, 2.