

九州大学 正員 村上 正

同 同 齊藤利一郎

同 学生員 平野喜三郎

同 同 ○藤田 寛孝

§1. 序、ここで対象とする八角孔を有するカステレーテッド・ビームは、いわゆるハニカム・ビーム（六角孔を有するカステレーテッド・ビーム）の溶接部に、はめ込み板を挿入して、はり高を更に高くしたものである。（図-1）本研究は光弾性法を用いてその力学的性状を調べようとするものであるが、実験を容易にするためにフランジを有して有孔板として取扱った。

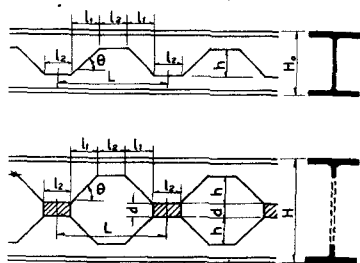


圖-1

§ 2. 実験の概要

八角孔を有するカステレーテッド・ビームは、製作方法によって種々のものが得られる。この場合に問題になると思われるのは、図-1の、(1)傾斜辺の角度 θ 、(2)水平辺の長さ a 、(3)切り込み深さ b 、及びはめ込み板の高さ d をどのように決めるのがよいかである。これらの項目をそれぞれ実験Ⅰ、Ⅱ、Ⅲと名づけて、曲げ—せん断試験(スパン中央に1点集中荷重)と純粋曲げ試験(2点集中荷重)とを実施した。

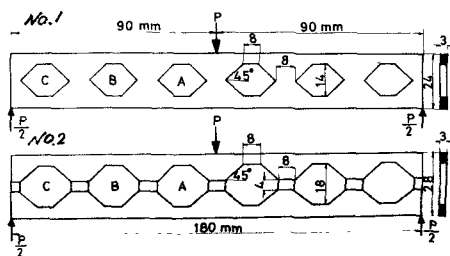


图-2

材料はエポキシ樹脂 3 mm 板でその光弾性感度は 0.9
(kg/cm^2)。

§ 3. ハニカム・ビーム（六角孔）との比較

図-2のNO2はNO1(ハニカム・ビーム)に、 $d = 4\text{ mm}$ のはめ込み板を挿入したもので、両者の孔ピッチ l 、傾斜辺の角度 θ 、水平辺の長さ h は等しい。写真1・2にそれぞれの等色線写真を示す。



字真-1



写真-2

1. 孔縁の応力分布 (図-3, 4)

図に見られるように孔縁の応力集中の著しい相異は認められない。六角孔の頂点1は荷重の影響を受けてシマ次数で、 Σ 次程度の値を読むことが出来るが、載荷点から離れた孔B, Cは最小シマ次数0次になった。

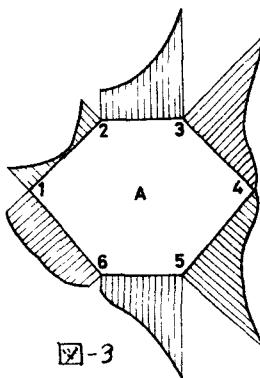


图-3

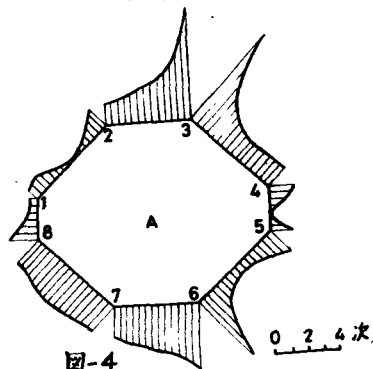


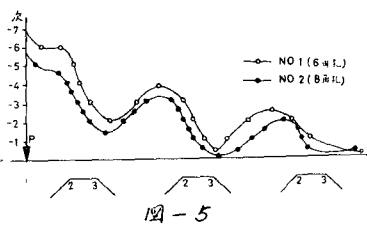
图-4

0 2 4 次

これに比べて、八角孔の場合は各頂点とも0次は読み取れない。

2. 上下縁の応力分布 (図-5)

図に見られるように著しい差異はないが、八角孔の方が低い分布になる。これは、はめ込み板の高さだけ、はり高が高くなり曲げ応力度に對して有利になることを意味する。



§4. 実験Ⅰ. 孔形を選択

試験片を図-6に示す。ここでは、 $d = 4\text{ mm}$ 、 $h = 7\text{ mm}$ に保って、 θ を 90° 、 60° 、 45° 、 30° の4種に変え、 $L = 45\text{ mm}$ (NO 1, 2), 30 mm (NO 3, 4, 5) について実験を試みた。

1. 曲げ-せん断試験

写真-3にNO 4の等色線を、表-1に孔頂点の応力度をシマ次数字単位で示す。応力集中は頂点1, 2, 4で小さいが、頂点3で著しい。ここでは θ が $90^\circ \rightarrow 30^\circ$ になるに従って減少する。すなわち、頂点3の最大応力の比較から $\theta = 30^\circ$ の場合が望ましいと言える。図-7は上下縁の応力分布をシマ次数単位で示したものである。孔のピッチを、 $L = 45\text{ mm}$ (NO 1, 2), $L = 30\text{ mm}$ 、NO 3, 4, 5) に保った場合とも、 θ が小さいほど応力は減少する。またNO 1, NO 5 ($\theta = 45^\circ$) を比較し、孔のピッチを小さくすると応力は減少することがわかる。すなわち、孔のピッチが一定のときは θ を小さくすると応力集中は減るが、孔のピッチの影響が入ってくるので θ が大きい場合でも L を小さくすると応力は減少する傾向にある。

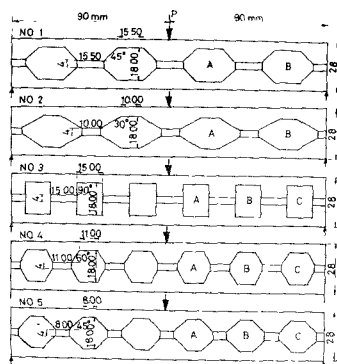


図-6



写真-3

NO	θ (度)	孔の L (mm)	孔頂点の 応力度 頂点1	頂点2	頂点3	頂点4
1	45°	15.50	A 2.0	1.0	8.0	1.0
			B 2.0	4.0	6.0	2.0
2	30°	10.00	A 2.0	1.0	7.0	2.0
			B 3.0	2.0	5.0	3.0
3	90°	15.00	A 0.8	2.0	8.0	0.5
			B 0	3.0	7.0	0.7
4	60°	11.00	A 0.7	1.0	7.0	1.0
			B 1.0	2.0	6.0	2.0
5	45°	8.00	A 1.0	2.0	6.5	1.5
			B 1.5	2.0	5.5	2.0
			C 2.0	2.0	4.5	1.5

表-1

2. 純粋曲げ試験

写真-4に $\theta = 45^\circ$ (NO 5) の等色線を、図-3に孔縁の応力分布を示す。この面方から、頂点には著しい応力集中は認められない。また角度 θ が変化しても同様である。従って、純粋曲げを受ける場合には θ の影響は受けない。

§5. 実験Ⅱ. 孔ピッチの決定

用いた試験片は図-4に示す通りで、はめ込み板の高さ $d = 4\text{ mm}$ 、切り込み深さ $h = 7\text{ mm}$ 、 $\theta = 45^\circ$ (一定)とした。写真-5

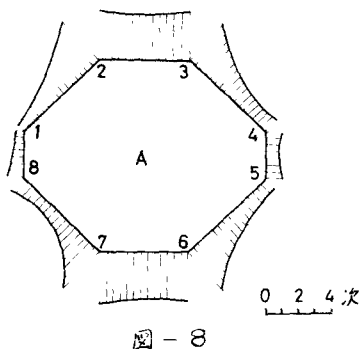


図-4

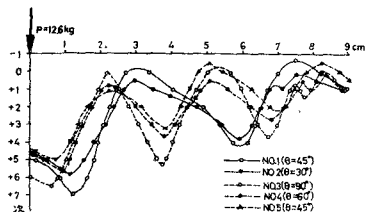


図-7



写真-4

、6、7は得られた等色線である。

図-10は横軸に孔頂点の位置を取って、応力集中との関係を示したものである。NO1は、載荷点側にも支点側にも著しい応力集中が見られる。またNO2とNO3とを比較すると、NO2がやや応力集中が小さいことがわかる。図-11に上下縁の応力分布を示す。応力はNO1で最も高く、NO2で最も低いのを認める。

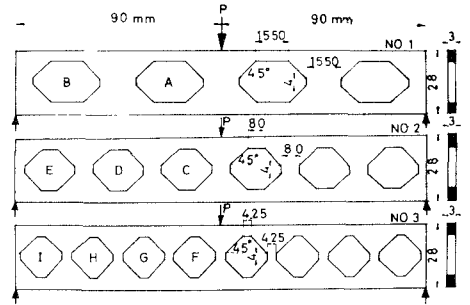


図-9

以上のことから次のことを知る。 d 、 α 、 θ を一定とした場合に、孔のピッチ L を小さくすれば、応力が減る傾向にあるが、その反面、頂点の応力集中及び上下縁の応力が高まる。逆に L を大きくしても応力が高まるので、 L はNO2 ($L=30\text{ mm}$)程度にするのが最もよいと思われる。

§6. 実験Ⅲ. 拡張比について

図-12に用いた試験片及びそれぞれの拡張比 α を示す。 $\alpha=1.53$ 、 1.77 について得られた等色線は、それぞれ写真-8、9のようである。

ここで文献1を参照して拡張比 $\alpha=1.41$ ($H_0=17\text{ mm}$ 、 $H_1=24\text{ mm}$)のハニカム・ビームを基準として、これに高さ $d=0$ 、 2 、 4 、 6 、 8 mm のはめ込み板を挿入した五種類のモデルについて応力状態を観察した。

写真-10、11に示されるように孔頂点の応力集中は、NO1~NO5までほとんど変化は見られなかった。

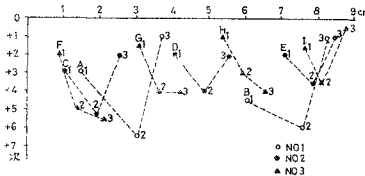


図-10



写真-5

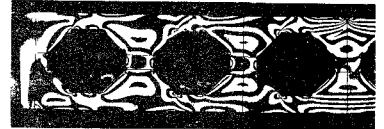


写真-6

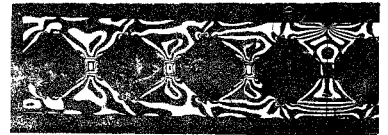


写真-7

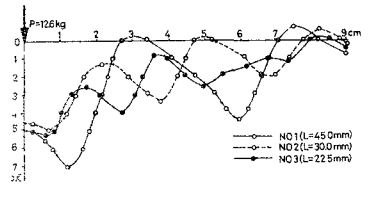


図-11

このことは、スパン $L=180\text{ mm}$ (一定)の場合には、 d を変化させても、せん断力の影響が小さくて、曲げモーメントが支配的なことを示すものであろう。

写真-10、11に図-12の試験片(NO2、 $\alpha=1.53$ 、NO4、 $\alpha=1.77$)を用いて純粋曲げ試験を行った場合の等色線写真例を示す。孔頂点の応力集中は、曲げ-せん断試験と同様に各頂点とも著しい変化がないのを認める。

図-13は、 d を種々に変化させた場合の応力分布をシマ数で単位で示したものである。図に見られるように d が大きくなると応力は漸次減少する傾向にある。 d が大きくなると断面二次モーメントが増加し、曲げモーメントに

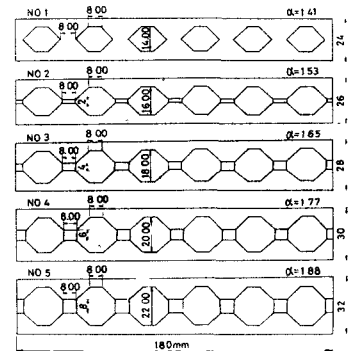


図-12

対して強度が増加することを示している。しかしながら、 d をあまり大きくすると充腹部に座屈を生じる因となるが、光弾性実験では測定出来なかった。

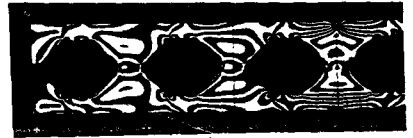


写真-8

§7. 結論

1. 八角孔の場合、孔ピッチ L が一定ならば θ を小さくするのがよい。もし、 θ を大きくするならば、 L を小さくすると応力は減少する。

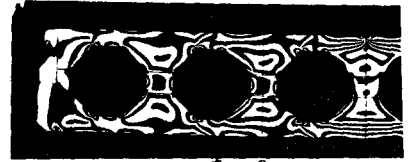


写真-9

2. 孔のピッチを小さくすることによって応力を減らすことができるが、余り小さくすると、はめ込み板の部分に応力集中が高まり、破壊の因となる。モデル寸法で言って、 $L=30\text{ mm}$ 程度のものが応力集中の点から最も良好であった。

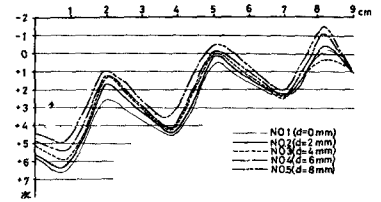
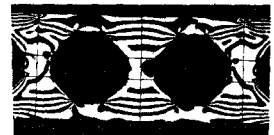


図-13

3. 充腹部で座屈が起こらない限り、はめ込み板を高くして、 α を大きくした方が有利である。



参考文献

1. 村上 斉藤, 平野; カステレーテッド・ビームの実験的研究: 昭和41年度西部学会研究発表会論文集.
2. 村上, 会田, 斉藤; 曲げとせん断を受ける有孔板の実験的研究: 第21回土木学会年次学術講演会講演概要集
3. M. M. Frocht; Photoelasticity VOL. I, II, 1948
4. Zaher Shoukry; Elastic Flexural Stress Distribution in Webs of Castellated Steel Beams: Welding Research Supplement. May, 1965.
5. J. Kolosowski; Stress and deflexions in Castellated beams: The structural Engineer January. 1964 NO 1 volume 42