

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

1. 序

現在ハニカムビームの名で広く利用されつつある有孔はりは、H形鋼を図-1(A)のように切断、溶接して作られるもので、図の切断角度 θ は 90° 以下、従って孔の形は六角形である。いま、 $\theta > 90^\circ$ に切断して同様に工作するときは、台形孔を有する鳥形に並べたものと、鼓形孔を並べたものの2種の有孔はりができる(図-1B)。このような有孔はりの性状を光弾性法によって実験的に調べて見た。ここではまづ、台形孔を有するを対象とした場合を報告する。実験は次のような項目について行なった。

1. 傾斜辺の角度(図-2の $\theta' = 180^\circ - \theta$)はどれ位が適当か —— 実験Ⅰ
2. 水平辺長(図-2の l_1, l_2)をどれ位にきめたらよいか —— 実験Ⅱ
3. 切り込み深さ(台形孔の高さ、図-2の h)はどれ位がよいか —— 実験Ⅲ
4. ハニカムビームとの比較 —— 実験Ⅳ

2. 実験Ⅰ

角度 θ を $70^\circ, 60^\circ, 45^\circ$ とした3種類のモデルを作った。 $\theta' = 90^\circ$ の場合は長方形孔となるがこれについては文献¹⁾で取り扱った。

また $\theta < 45^\circ$ のモデルは製作が困難であつたので $\theta' = 45^\circ$ までにとどめた。また表-1, 図-3のように孔のピッチ h は 45mm と 30mm の2種とした。模型No

NO	θ'	L (mm)	l_1 (mm)	l_2 (mm)
1	60°	45	26.5	18.5
2	45°	45	29.5	15.5
3	70°	30	17.6	12.4
4	60°	30	19.0	11.0
5	45°	30	22.0	8.0

表-1

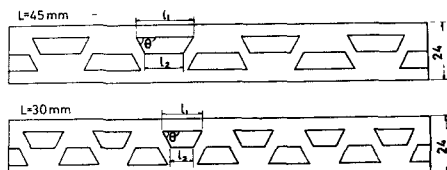


図-3

1~5は曲げ-せん断試験に、No3~5は曲げ試験に用いる。

(1) 曲げ-せん断試験(写真1, 2, 3)

孔縁の応力分布及び上下縁の曲げ応力度分布は等色線写真より直接求めることができるが、いまその例を模型No4(写真-3)について示すと図-4, 5のようである。



写真-1 (No2)



写真-2 (No3)



写真-3 (No4)

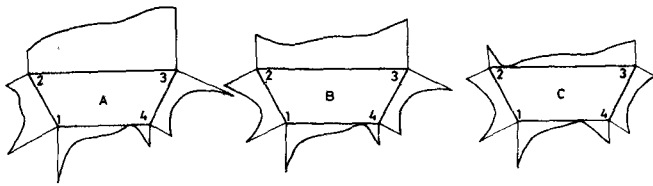


図-4

一般に孔縁の最大応力度は孔頂点1, 3に生じる。一方上下縁の曲げ応力度はほとんど直線分布を示している。

表-2は孔頂点1, 2, 3, 4における応力集中を繰りかえし単位で示したものである。角度 θ を小さくすると頂点1, 2, 4の応力集中は減少するが、頂点3のそれは著しい増加は認められない。結局、 $\theta = 45^\circ$ 程度が孔頂点の応力集中が小さくてよい。

(2) 曲げ試験(写真-4)

純粋曲げを受ける場合は孔周辺の応力集中は非常に小さく、また角度 θ が変化しても著しい変化がない。

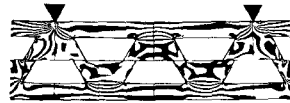


写真-4 (NO 4)

3. 実験II

図-2において孔の頂角 θ 及び高さ h を定めれば、孔のピッチ L は長辺の長さ l_1 によって従ってまた短辺 l_2 によって決まる。そこで $\theta = 60^\circ$, $h = 7\text{mm}$ と定め l_1 を3種に変えて模型を作った。

試 験 名 称	NO	L (mm)	l_1 (mm)	l_2 (mm)
曲 げ せ ん 断	1	45	265	18.5
	2	30	190	11.0
	3	15	11.5	3.5
	4	30	190	11.0
	5	20	14.0	6.0
	6	15	11.5	3.5

表-3

(1) 曲げ-せん断試験(写真-5)

図-6は孔頂点1, 3の応力集中を孔頂点の位置を横軸として表わしたものである。ピッチ L を小さくすると頂点3の応力はあまり変化しないが、頂点1のそれは減少している。

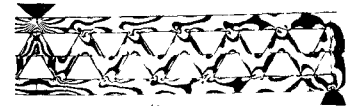


写真-5 (NO 3)

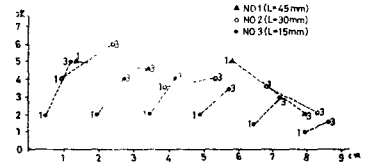


図-6

図-7は上縁の応力を模型NO1~3について比較したものである。ピッチ L が変化しても応力の変化はほとんどない。

以上の考察より曲げ-せん断を受ける場合はピッチ L を小さくすると孔頂点の応力集中が減少して有利である。

(2) 曲げ試験(写真-6, 7)

純粋曲げを受ける場合はピッチ L が変化しても応力の変化はほとんどない。

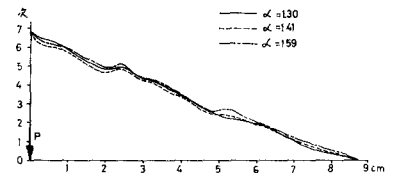


図-7



写真-6 (NO 5)



写真-7 (NO 6)

4. 実験Ⅱ

切り込み深さを種々に変化させて切断すると、種々の高さに拡張された断面が得られる。原断面、拡張断面の高さをそれぞれ H_0 、 H (図-2) とすると拡張比 α は $\alpha = H/H_0$ となる。表-4 は $H_0 = 17\text{mm}$ より α を 5, 7, 10 mm の 3 種に変化させて得られる模型の寸法を示す。

NO	h (mm)	H (mm)	α	l_1 (mm)	l_2 (mm)
1	5	22	1.30	17.8	12.2
2	7	24	1.41	19.0	11.0
3	10	27	1.59	20.8	9.2

表-4

NO	拡張比	孔番号	孔位置の応力度			
			孔頂部	孔側部	孔底部	孔頂部
1	1.30	A	5.0	2.0	5.0	3.5
		B	5.0	1.0	4.0	3.0
		C	5.0	1.0	2.0	3.0
2	1.41	A	4.0	2.0	5.0	2.0
		B	4.0	1.0	4.0	2.0
		C	4.0	1.0	2.0	2.0
3	1.59	A	4.0	3.5	6.0	0.5
		B	3.0	2.0	4.0	0.5
		C	2.5	1.0	2.0	1.0

表-5

(1) 曲げせん断試験 (写真-8)

試験片を図-8 に示す。その寸法は表-4 の通り。表-5 に孔頂点における応力集中を繰回数単位で示す。頂点 2, 3 については α が大きくなっても応力の著しい変化はないが、頂点 1, 4 では α が大きくなると応力集中が減少している。図-9 は上縁の曲げ応力度を 3 つの模型について比較したものであるが、 α が変化しても応力の変化はほとんどない。結局、拡張比は 1.60 位になるように α を定めるのがよい。

(2) 曲げ試験 (写真-9)

図-10 は曲げ試験片で寸法は表-4 に示した。図-11 は下縁の曲げ応力度を 3 つの模型について比較したものであるが、 α が変化しても応力の変化はほとんどない。また孔縁の応力も著しい変化を示さなかった。このような考察より拡張比は 1.60 位がよい。



写真-8 (NO3)

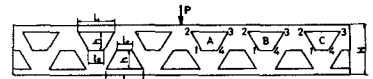


図-8

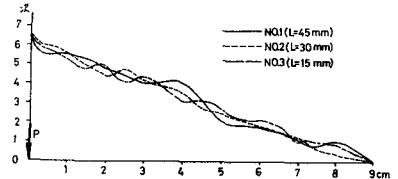


図-9



写真-9 (NO3)

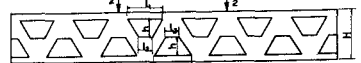


図-10

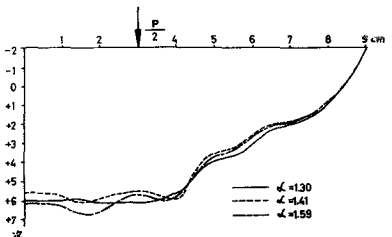


図-11

5. 実験Ⅲ

図-12 に示すように台形孔を有するカスチレーツ・ビーム (模型 NO1) とハニカムビーム (模型 NO2~4) とを比較する。ハニカムビームについては孔のピッチの影響を著しく受けるので 3 種の異なったピッチの模型を作ったのである。なお NO1 と NO2 のピッチは同じである。また 4 つの模型の拡張比は $\alpha = 1.41$ に定めた。

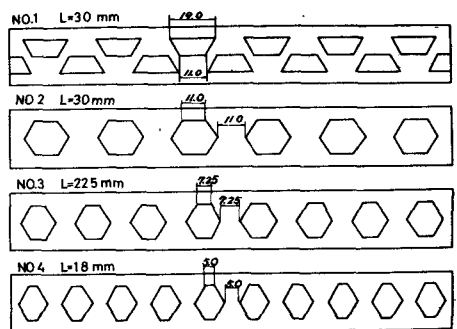


図-12

(1) 曲げ-せん断試験 (写真-10, 11)

図-13は孔頂点の応力集中を、図-14は下縁の曲げ応力度を4つの模型について比較したものである。孔縁、下縁とも模型NO1はNO2~4より小さい応力分布を示している。また下縁の応力についてはNO2~4には応力集中がみられるが、NO1にはみられない。結局、台形孔を有するカスチレーテッド・ビームはハニカムビームより孔縁、上下縁とも応力分布が小さくてすぐれているのを認める。

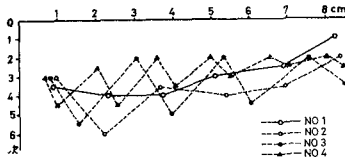


図-13

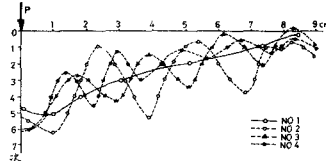


図-14



写真-10 (NO1)



写真-11 (NO2)

(2) 曲げ試験 (写真-12, 13)

写真-12, 13にみられるように孔縁の応力集中は小さく、またNO1, 2とも孔縁の最大応力は4次である。図-15は純粋曲げを受ける部分の上下縁の応力を4つの模型について比較したものであるが、応力の相異はほとんどみられない。

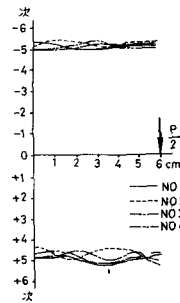


図-15

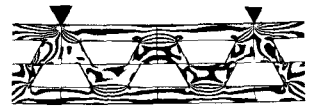


写真-12 (NO1)



写真-13 (NO2)

6. 結び

以上の4実験より判ったことをまとめると次のようである。

- (1) 傾斜辺の角度 θ は 45° 程度がよい。
- (2) 孔のピッチ L は曲げとせん断を受ける場合は小さい程よい。また純粋曲げを受ける場合は孔のピッチ L が変化しても応力の著しい変化はない。
- (3) 拡張比 α は 1.60 程度が適当である。
- (4) 曲げとせん断を受ける場合は台形孔を有するカスチレーテッド・ビームはハニカムビームより応力度が小さくて有利である。また純粋曲げを受ける場合には両者の間に応力度の相異はみられない。
- (5) 孔の寸法、拡張比を適当に定めれば、台形孔をもつカスチレーテッド・ビームはハニカムビームに比べて有利と言えるが、外観の点では疑問があろう。隠されて見えない内部の部材として利用するには適当と思われる。

参考文献

- 1) 村上, 斉藤, 平野; ギャスチレーテッド・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