

I-102 箱形断面を有するラーメン隅角部の応力状態

中部工大 正員 ○堀見弘幸
 中部工大 正員 結城朝恭

1 まえがき

箱形断面を有するラーメン隅角部の応力状態については、すでにいくつかの研究が報告されている¹⁾。それらの内、実験的に応力特性を調べる方法としては、実際に使用される材料を用い、模型実験が行われているようであるが、比較的大きな規模の実験装置を必要とし、供試体作製における精度の問題、それに関連して測定値のばらつきの問題があり、特にこの場合のように、応力集中の起る隅角部においては、正確な応力状態を把握することは容易でないと思われる。筆者らは、先に光弾性応力凍結法を薄肉構造物に適用することを試み、ほぼ満足する結果が得られた。そこで、手軽に行える同方法を用い箱形断面を持つラーメン隅角部の応力状態を調べ、その結果を従来発表されている値と比較検討したので報告する。

2 実験方法

ラーメン隅角部の構造を、図-1(a)に示すような直線形と、図-1(b)に示すような直線ハンチ形の2種類とした。直線形のものについては、さらに、1)ダイヤフラムを隅で直交するように挿入したもの、2)対角線に挿入したもの、3)全く挿入しないものの3種類とした。直線ハンチ形の場合は、ハンチの角度を変化させた。供試体には、エポキシ樹脂板(厚さ3mm、アラルグイトBタイプ)を接着組立てて用いた。断面は、中空正方形とし、薄肉構造としての条件を満足するように、肉厚 t と一辺の長さ b の比 $t/b = 1/10$ とした。載荷状態は図-1に示すようであり、載荷はテコ式により行ったが、摩擦等により荷重の伝達過程での損失を考慮して、小容量薄形(容量1kg)のLoad Cellを用い、荷重を検出した。応力凍結後、供試体を組み立てている板に分解し、各板ごとに二次元実験によ

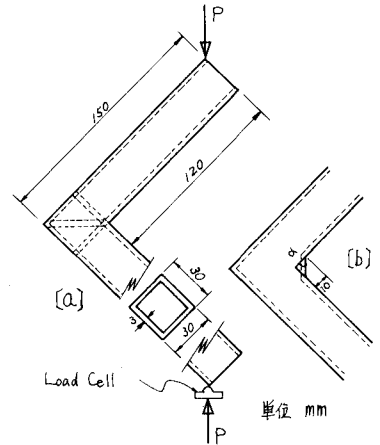


図-1 供試体諸元および載荷状態
 (a) 直線形
 (b) 直線ハンチ形

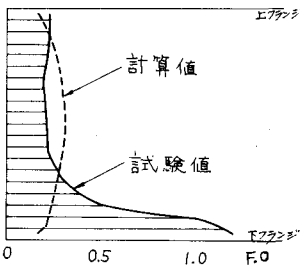


図-2 腹板におけるせん断応力分布

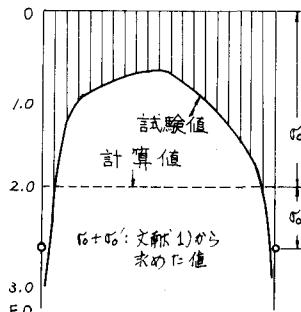


図-3 下フランジにおける垂直応力分布

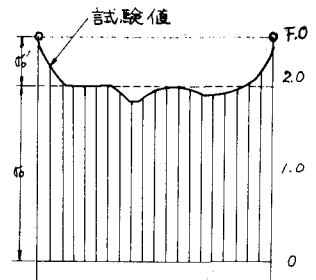
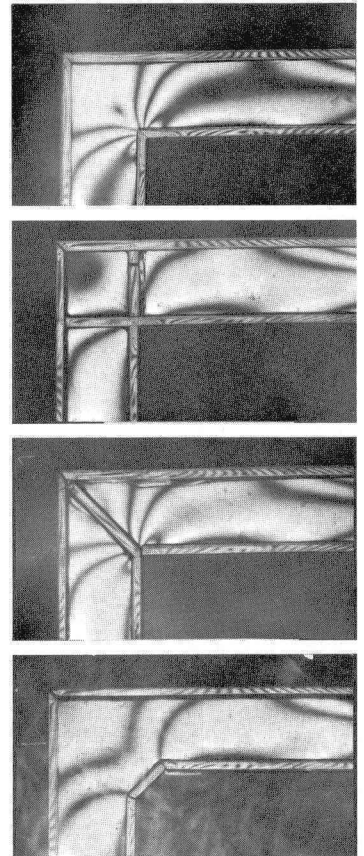


図-4 上フランジにおける垂直応力分布

り応力を測定した。測定方法は、セン断応力差積分法によったが、等傾線および等色線の測定には、供試体の微小移動ができるように、市販のフォトレサーを改造して、精度の向上に努めた。

3 測定結果

写真-1, 2, 3および4は、等色線写真の一例である。写真1から4の順にそれぞれ、ダイヤフラムの無い場合、ダイヤフラムが直交している場合、斜めに挿入されている場合、直線ハンチの場合である。いずれも応力凍結後、板に分解しないままのものを、ウェーブ側から写したものである。一例として、隅角部の構造が直線形で、ダイヤフラムが無挿入の場合、ハリ側の隅角部近傍におけるウェーブ断面のセン断応力の分布を示すと図-2のようである。応力集中の結果、下フランジに近い所で著しく大きな値を示しており、箱形ばりとして計算した最大セン断応力に対し約40%増となった。図-3は、同断面における下フランジの垂直応力の分布状態である。セン断おくれの影響が顕著に現れ、分布は放物線形となった。最大垂直応力は、例えば、文献1)のセン断おくれ推定図表から求めたものよりも16%大きいという結果を示した。上フランジでは、図-4に示したような傾向であり、推定図表から求めた最大垂直応力よりも、逆に8%程度小さく測定された。上下フランジの応力分布の測定には、板に直角に偏光光線を入射させて行っているため、肉厚方向による応力の勾配は平均化されて測定されている。したがって実際の最大垂直応力は、もう少し高くなると思われる。



上から順に写真-1, 2, 3, 4
(隅角部付近の等色線写真)

各形式に対するこれらの応力分布の比較についての詳細は、当日述べるが、等色線写真からも明らかのように、写真-2の供試体は、写真-1の供試体に対し応力集中度は少ない。斜めにダイヤフラムを挿入した供試体(写真-4)では、その効果は期待できないようである。

4 あとがき

光弾性応力凍結法を、箱形断面を持つラーメン隅角部に適用して、隅角部およびその付近の応力の流れを観察した。その結果、応力集中の高い隅角部下フランジにおいて、垂直応力は、従来から隅角部に適用されている計算値に対し、若干大きな値を示す傾向にあり、上フランジでは、逆に小さくなるようである。隅角部の応力分布を有限要素法で算出するため、逐次代入法を用いて試みたが、収束性が悪く更に検討を加えている。光弾性応力凍結法では、ヤング率の低下により、変形量が大きくなる欠点が指摘されている。この問題に対しては、極力小さな荷重を載荷し、Load Cell, Photo-tracer を使用することにより、測定の精度が向上するように試みた。

参考文献

- 1) 奥村, 石沢 薄板構造ラーメン隅角部の応力計算について 土木学会論文集 才153号 昭和43年5月
- 2) 結城 塩見 光弾性による箱げたの応力測定 才23回 年次学術講演会