

V-469

光弾性実験によるプレストレス部材の応力解析

日本大学 学生員 ○佐藤 泰史
 日本大学 正 員 阿部 忠
 日本大学 正 員 澤野 利章
 日本大学 学生員 丹羽 昭泉

1. はじめに

等質等方性体は、元来複屈折性を持たないが、これに外力を加えて応力を生じさせると、一時的に光学的異方性を示し、一時的複屈折の現象を起こす。エポキシなどの合成樹脂である光弾性材料にはすべてこの現象がある。この複屈折度とその点に生ずる応力の間には密接な関係があり、これを利用したものが光弾性実験である。光弾性実験は等色線と等傾線により曲げ応力度とせん断応力度を求めることができるが、一般に等傾線の判読が非常に難しいことから複合応力状態のそれらを明確に分けづらかった。そのため近年ではあまり行われなくなっていたが純曲げ区間を供試体に作ることで等色線のための曲げ応力度だけを測定することによりこの問題が解決できる。本研究ではプレストレス部材に純曲げ区間を作り、プレストレス力と外力の関係を可視的に明らかにし、その応力の解析を行うこととする。

2. 供試体

本実験においては、供試体の矩形断面の図心軸から0.0mm, 5.0mm, 10.0mm, 15.0mmの所に直径3mmのプレストレスを導入する孔を設けたモデルを4種類用いた(図-1)。

3. 実験方法

緊張力の与え方は、PC鋼線の代わりに直径3mmのネジを両側の2枚の鋼片を通してナットで止める。片側の鋼片に付置した4本のボルトをスパナによって締め付けること、緊張が与えられることになる。この緊張力によって内側の鋼片は締め付けられ供試体に圧縮力が作用することになる(図-2)。供試体に作用する緊張力の測定には、反対側にロードセルを4個設置して行う。ロードセルの読み値に注意しながら、4個のロードセルにできるだけ均等に緊張力が作用するようにボルトを微調整しつつ、測定緊張力に達するまで締める。緊張力は荷重25.0kg, 50.0kg, 75.0kg, 100.0kgにおいて、それぞれ25.0kg, 50.0kg, 75.0kg, 100.0kgと載荷させていくものとする。

5. 結果

測定断面は供試体中央部とし、上縁から下縁までの8等分点において応力を求める。図-3, 4, 5, 6に測定値から求めた実験応力と理論応力の比較を示した。図-3は偏心0.0mmのモデルの $T=22.97\text{kg}$, $P=50.17\text{kg}$, 図-4は偏心5.0mmのモデルの $T=35.22\text{kg}$, $P=49.98\text{kg}$, 図-5は偏心10.0mmのモデルの $T=38.89\text{kg}$, $P=49.98\text{kg}$, 図-6は偏心15.0mmのモデルの $T=41.16\text{kg}$, $P=50.31\text{kg}$ の解析断面における関係である。これらの図から、理論値と実験値は近似していることが分かる。しかし、部材の上下縁に近

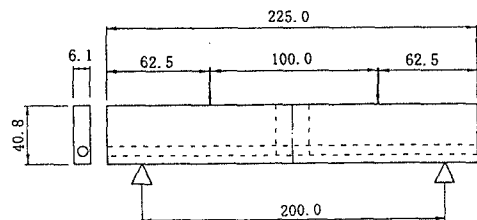


図-1 寸法図

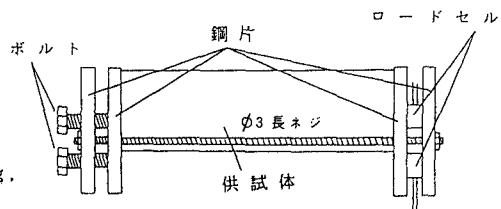


図-2 緊張力装置

づくにしたがって差が大きく現れている。これは、緊張力により支持支間直角方向への横方向たわみが生じやすくなっていたことが原因と考えられる。応力の合成を考えてみると、偏心圧縮柱は緊張力 T を受けて断面に一樣な応力分布が生じ、この T が断面の図心から e だけ偏心して作用するため T の軸方向緊張力と同時に $M = T \cdot e$ の偏心曲げモーメントが断面に作用し、曲げ応力が生ずる。これらの合成応力と2点载荷によって生じた応力との合計の応力が供試体に生じている。緊張力 $T = 50 \text{ kg}$ では2点载荷 P の影響を受け、下縁側に引張応力が生じる。緊張力を増加させていくと、部材は全圧縮となり引張応力は現れないことがわかる。载荷荷重によって増加する緊張力の割合を求めると、偏心のない供試体においては、緊張力は载荷荷重 1 kg に対して 0.0025 kg の増加を示している。偏心 10.0 mm の供試体を例にとると、 0.3457 kg の割合で増加している。この結果を比較してみると、偏心のない供試体の増加量は極めて微小なので、その影響を考慮する必要はないものとする。最後に中立軸の位置と载荷荷重と緊張力の関係について考察する。载荷荷重に対して緊張力を小さくするにつれて、中立軸は部材の中心に近づいてくることが分かる。つまり、緊張力が0の場合は中立軸は図心軸に位置する。この状態で荷重を増加させると、一般的に下縁の引張応力が圧縮応力より大きくなり中立軸は上昇する。逆に、载荷荷重に対して緊張力を大きくすれば中立軸は下縁に近づき、より大きくすると部材は一時全圧縮状態となる。さらに大きくすると、上縁が引張、下縁が圧縮の状態となることが実験的にも明らかとなった。

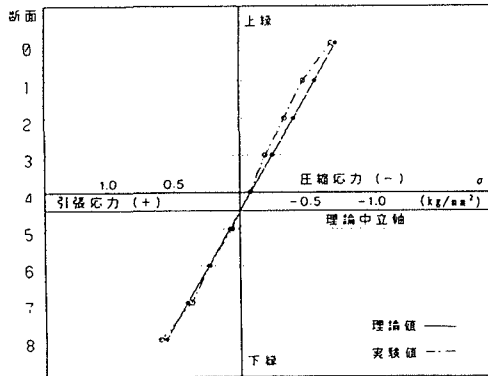


図-3 応力分布図 (0.0mm)

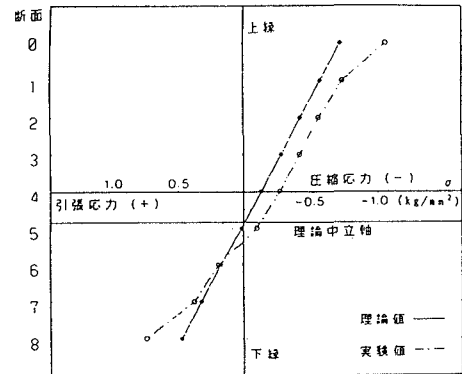


図-4 応力分布図 (5.0mm)

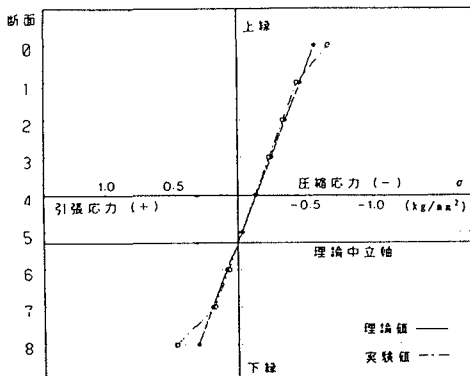


図-5 応力分布図 (10.0mm)

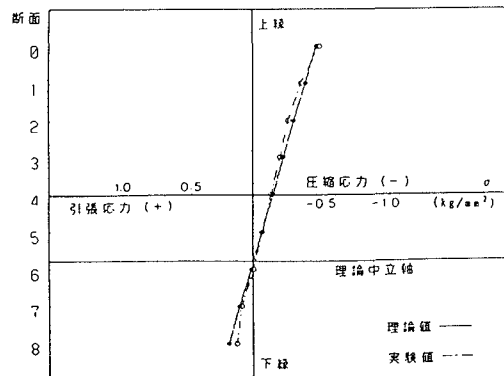


図-6 応力分布図 (15.0mm)