

ひずみ可視化シートを用いた曲げ载荷試験におけるひずみ測定

(株)計測リサーチコンサルタント 正会員 ○梅本 秀二 非会員 大畑 秀之
 (株)計測リサーチコンサルタント 非会員 宮本 則幸 正会員 岡本 卓慈
 広島大学大学院工学研究科 非会員 高木 健
 広島大学大学院工学研究科 正会員 藤井 堅

1. はじめに

構造部材の応力計測では、一般的にひずみゲージのような電気式のセンサが用いられる。そのようなセンサを多点に設置する場合、各測点への電源供給と測定データを有線あるいは無線によって伝送しなければならない。そのため、計測システムの規模が大きくなり、コストが増加する傾向にある。この問題を解決するために、我々は、アンプ、信号線、ひずみゲージのような電気的な要素を使用せず、ひずみ量に応じた文字や模様を表示することができるひずみ可視化シートを開発した¹⁾。図-1にひずみ可視化シートの概念を示す。このシートは、目視で概略のひずみ情報を得ることができ、ひずみの正確な数値は、シートのデジタル画像から得ることができる。本論文では、このひずみ可視化シートの構造部材への適用性を確認するために実施した検証実験の概要と検証結果について報告する。

2. ひずみ可視化シート

図-2 に開発した2種類のひずみ可視化シート (Sheet I・Sheet II) を示す。Sheet I は、線格子と文字格子 (数字) で構成されている。Sheet II も同様に線格子と文字格子で構成されているが、文字格子を目盛状に配置し、ひずみの変化量を直読できる構造としたひずみ可視化シートである。ともに基準長さ $L=50\text{mm}$ に設定した。

3. 曲げ载荷試験

試験では、幅 150mm 、高さ 300mm 、長さ 4300mm のI型鋼を供試体とした。支点間距離は 4000mm 、支承は両側ローラー支承である。载荷点は、供試体中央から両側に 500mm の位置とし、2点载荷とした。供試体の中央直下には、ひずみ可視化シートの計測用にデジタルビデオカメラを供試体から約 30cm 離し、正対するように設置した。また、ひずみ可視化

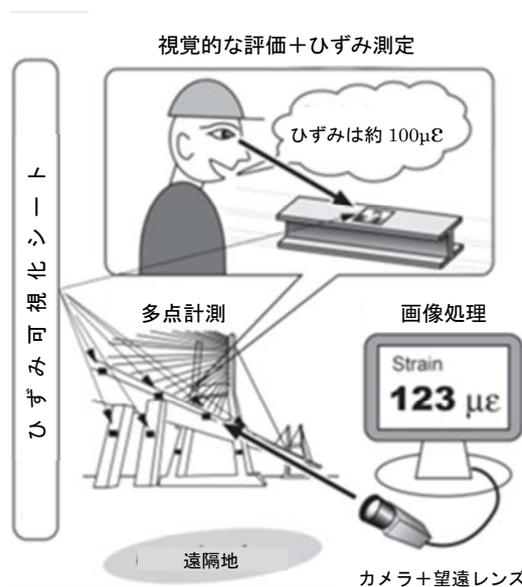


図-1 ひずみ可視化シートの概念

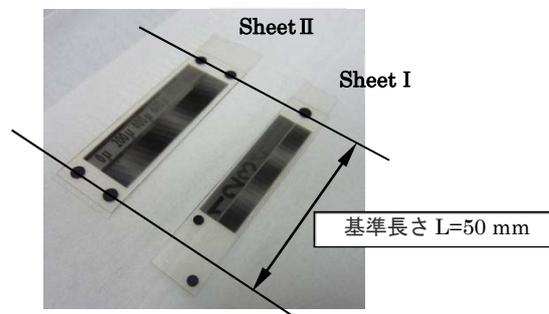


図-2 試験に用いたひずみ可視化シート

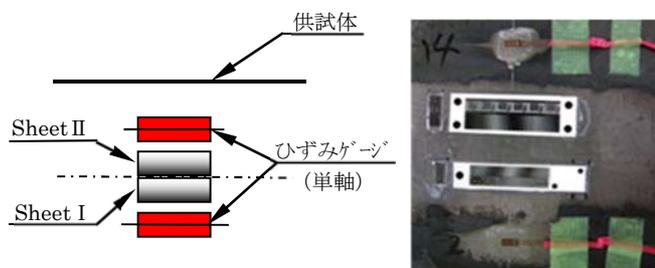


図-3 センサの配置

キーワード モアレ縞, ひずみ, 可視化, 維持管理

連絡先 〒732-0033 広島県広島市東区福田1丁目665-1 (株)計測リサーチコンサルタント TEL 082-899-5472

シート(Sheet I・Sheet II)および比較対象とするひずみゲージを供試体中央の下フランジにそれぞれ配置した。センサの配置を図-3に示す。ひずみ可視化シートの撮影画像は、リアルタイム画像解析装置(図-4)により処理し、ひずみを算出した。なお、荷重ステップは10 kNとし、150 kNまで荷重した。



図-4 リアルタイム画像解析装置

4. 試験結果

(1) ひずみゲージとの比較

荷重とひずみ可視化シート(Sheet I)から得られたひずみの関係を図-5に示す。また、ひずみゲージとひずみ可視化シートの差を併記する。荷重とひずみの関係は、除荷直後を除き、荷重時、除荷時ともに直線性を示している。ひずみゲージとひずみ可視化シートの差は最大 30 $\mu\epsilon$ であり、曲げひずみに対しても概ね精度良く測定できることが検証できた。

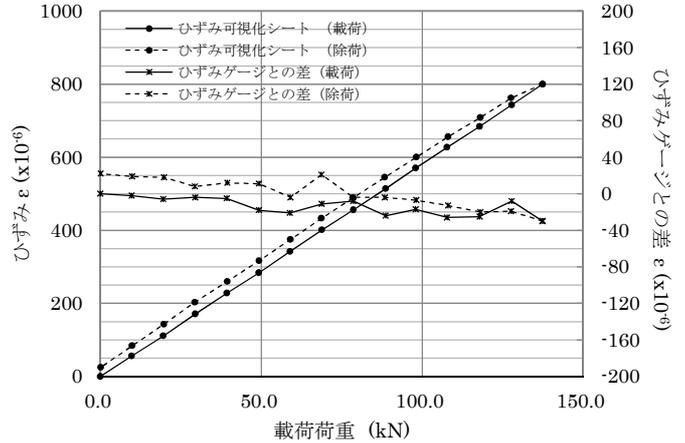
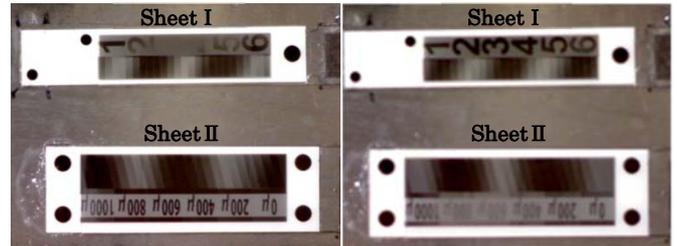


図-5 試験結果

(2) ひずみの可視化

図-6にひずみ可視化シートの画像を示す。また、発生ひずみと Sheet I のモアレ縞(文字格子)の関係を表-1に、発生ひずみと Sheet II のモアレ縞(文字格子)の関係を表-2にそれぞれ整理する。Sheet I は、概ね 200 $\mu\epsilon$ 毎に文字格子(数字)が1つ増えることが確認できた。また、Sheet II は、概ね 200 $\mu\epsilon$ 毎に文字格子(目盛)が消え、発生ひずみ 800 $\mu\epsilon$ に対し、目盛は 1000 μ ~200 μ に変化すること(測定ひずみ 800 $\mu\epsilon$) が確認できた。



0 $\mu\epsilon$ \longrightarrow 800 $\mu\epsilon$

図-6 ひずみ可視化シート画像

4. おわりに

我々は、ひずみゲージのような電気的な要素を使用せず、無電源で、ひずみ量に応じた文字や模様を表示することができる、モアレ縞の原理を用いたひずみ可視化シートを開発・検証した。その結果、ひずみ可視化シートによって、概略のひずみ情報を可視化できることが確認できた。また、非接触で得られたシート画像を画像処理することによって、ひずみゲージとほぼ同等の正確なひずみ量を得ることが確認できた。以上のことから、ひずみ可視化シートは、構造物の変状をとらえることのできる有効なツールとなり得ると考える。今後もさらに測定精度および視認性の向上に努めていく予定である。

表-1 Sheet I の文字格子の変化の様子

発生ひずみ	モアレ縞(文字格子)					
0 $\mu\epsilon$	1	2			5	6
200 $\mu\epsilon$	1	2	3			6
400 $\mu\epsilon$	1	2	3	4		
600 $\mu\epsilon$	1	2	3	4	5	
800 $\mu\epsilon$	1	2	3	4	5	6

表-2 Sheet II の文字格子の変化の様子

発生ひずみ	モアレ縞(文字格子)						
0 $\mu\epsilon$	1000 μ	800 μ	600 μ	400 μ	200 μ	0 μ	
200 $\mu\epsilon$	1000 μ	800 μ	600 μ	400 μ	200 μ	0 μ	
400 $\mu\epsilon$	1000 μ	800 μ	600 μ	400 μ	200 μ	0 μ	
600 $\mu\epsilon$	1000 μ	800 μ	600 μ	400 μ	200 μ	0 μ	
800 $\mu\epsilon$	1000 μ	800 μ	600 μ	400 μ	200 μ	0 μ	

参考文献

1) 梅本ら：モアレ縞を用いたひずみ可視化シートの開発, 土木学会第 66 回年次学術講演会, pp.509-510, 2011