

名古屋大学 正員 山田健太郎
 (株)中部電力 正員 石黒幸文

1. はじめに

橋梁の耐久性評価には、その橋梁の使用環境、特に実働応力の計測が不可欠である。鋼橋の実働応力の計測は、一般に多大な費用を要するため、これまでデータの蓄積がなかなか進まなかった。例えば、実働応力測定には、概略、次の様な点に費用が発生している。

- a) ひずみゲージ貼付のための足場の仮設、撤去の費用、 b) ひずみゲージ貼付作業、 c) 高価な計測機器の使用(レンタルを含む)、 d) 長時間にわたる計測作業、 e) 計測後のデータ処理と分析。

最近では、エレクトロニクス技術の進歩によって、多様な要求に対する高性能の機器が比較的安価に供給されるようになってきた。従って、以前に比べてc), d), e)の項目に要する費用がかなり小さくなってきたと思われる。しかしながら、a)とb)のひずみゲージの貼付に伴って発生する費用は、手作業に負うことが多く、その軽減が難しい。センサーとしてのひずみゲージが安価なだけに、貼付作業の費用の軽減が待たれる。そこで、本研究では、磁石を用いて着脱を容易にしたレーザー式ひずみ計を開発し、実橋の計測に際してひずみゲージと併用して、その有効性と問題点を検討した。

2. レーザー式ひずみ計について

開発したレーザー式ひずみ計を図1に示す。ひずみ計測の基本原理は、標点距離100mmのナイフエッジの間の変位を、ここで5倍に拡大し、レーザー式変位計でアナログ信号に変換する。これをデータレコーダやヒストグラムレコーダに記録するものである。使用したレーザー式変位計は、分解能力が10μm程度のものであるが、ここでは、2μmまで性能を向上させたものを用いた。従って計測されるひずみ値としては、 $\epsilon = \Delta l / l = 2 \times 10^{-6} / (5 \times 0.1) = 4 \times 10^{-6}$ (Strain)程度となる。レーザー式ひずみ計は、磁石とねじりコイルばねで測定面に押さえつける形になっている。そのため、取り付けが簡便であり、塗装や耐候性鋼の安定さびの除去を必要としないメリットがある。

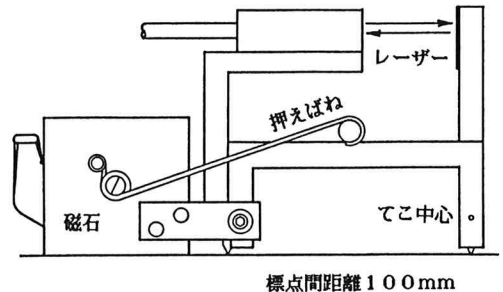


図1 レーザー式ひずみ計

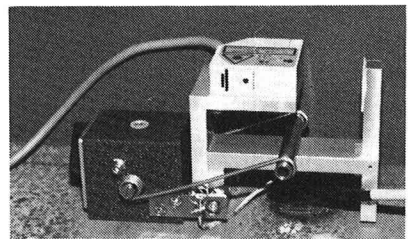


写真1 レーザー式ひずみ計の取り付け状況

3. 計測例

実際の計測は、川鉄知多工場内の知多2号橋のひずみゲージによる実働応力測定にあわせて、主桁下フランジでひずみを計測した。計測時のレーザー式ひずみ計の取り付け状況を、写真1に示す。

図2に116tonトレーラートラックが時速10kmで走行した時のひずみの出力を示す。上段にひずみゲージ、下段にレーザー式ひずみ計の出力を示すが、両者の波形はよく一致していると思われる。レーザー式ひずみ計は、レーザーの出力のバラツキのため、校正出力

表1 ひずみゲージとレーザー式ひずみ計で計測されたひずみ値の比較

	G1側走行時			G4側走行時		
	ゲージ	レーザー出力	ひずみ値	ゲージ	レーザー出力	ひずみ値
1	482	(458)	495	287	(280)	302
2	451	(421)	463	388	(362)	398
3	345	(298)	366	506	(400)	492
4	261	(340)	256	558	(728)	550

が個々に異なるので、実測の前に校正値を求めておく必要がある。表1には、レーザーひずみ計の出力を校正したひずみ値とひずみゲージでの計測結果を比較する。両者は比較的よく一致していることがわかる。図3は、24時間のひずみひん度分布（ヒストグラム）を示す。フルスケール値を異なった設定にしたひずみゲージから求めたヒストグラムとおおむね一致し、レーザー式ひずみ計が比較的長時間の計測にも使用可能なことが分かった。

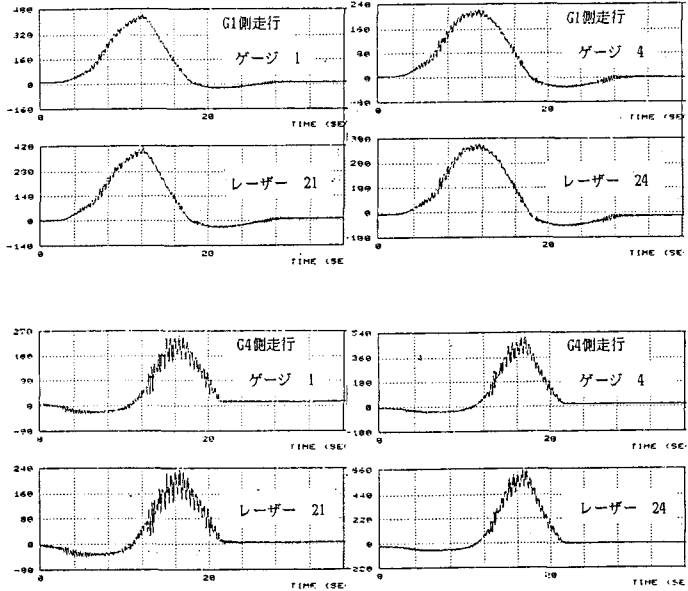


図2 ひずみの出力

4. 解決すべき問題点

本装置は試作品であり、今後改良する予定である。これまでの検討結果から得られた課題を示すと以下のようになる。

(1)温度変化によるドリフトが比較的大きい。これはレーザー式変位計の温度特性とそれを支える治具の両方を改良する必要がある。但し、今回のような短時間の走行試験やレインフローによるカウント法を用いた場合フルスケールを越える

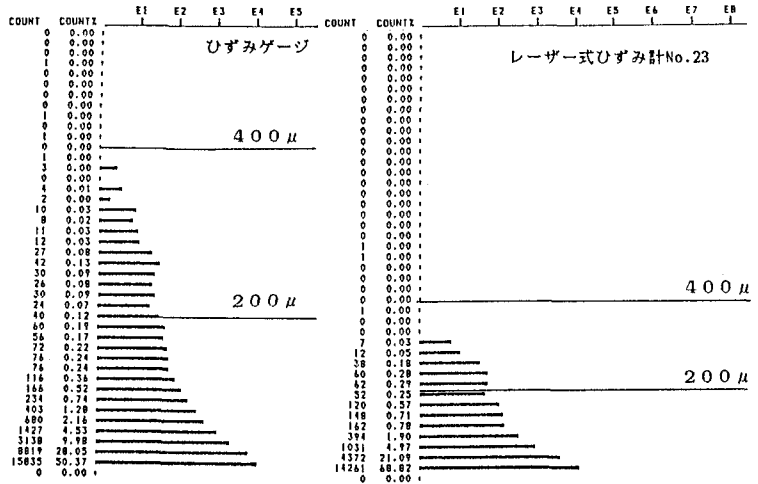


図3 ひずみひん度分布

などのドリフトが生じなければ問題とはならない。

(2)試作品のため、現場で作業員が片手で設置する程簡便にはなっていない。比較的簡単なシステムで改良できると思われる。また、カバーなどを取り付ける必要がある。

(3)標点距離が100mmあり、その外側に磁石があるため、局部的な応力の計測には不向きである。

(4)市販のレーザー式変位計の分解能は、通常10μm程度である。今回はその感度を2μm程度に向上させたものを用いたが、より高分解能のレーザー式変位計が必要とされる。分解能の良い製品も市販されているが、高価なため現場計測に用いるには価格の低減が必要である。

謝辞 本装置の開発にあたり、東京測器研究所小沢信之氏、山賀一徳氏、青木徹氏には大変お世話になったことを付記し感謝の意を表します。