

3 軸ひずみ聴診器の試作と検証

名城大学 正会員 ○小塩 達也
大同大学 正会員 木全 博聖

1. はじめに

ひずみ測定は鋼構造物に生じる諸現象について詳細な調査を行う場合、構造物の全体から詳細部にわたる応力に関する情報を得ることができ、疲労や耐荷力など、強度に関する検討を行う際に有効である。近年報告される溶接部の疲労き裂は、縦桁・横桁の取り合い部、鋼床版など主たる応力方向が自明でない場合があり、現場での一般的な方法として3方向のひずみを測定、ロゼット計算によって方向が特定する方法がある。

筆者らの提案により開発された応力聴診器（東京測器研究所社製，FGMH）は接着が不要で繰り返し利用できる摩擦型ひずみゲージを応用しており、現位置での診断に有効であるが、既存の摩擦型ひずみゲージは1軸成分しかなく、主応力方向は簡単には特定できない。本研究では、摩擦型3軸ひずみゲージおよびこれに対応した押付治具（ここでは、「3軸ひずみ聴診器」と呼ぶ。）を製作し、実用性について検証を行ったので報告する。

2. 3軸ひずみゲージおよび治具の製作

図1に摩擦型3軸ひずみゲージ、図2にひずみ聴診器の概念図を示す。積層型の3軸ひずみゲージの測定面にシアノアクリレート系接着剤をごく薄く塗布し、炭化ケイ素研磨剤（グリーンカーボラダム，#320）を均一に薄く噴霧、摩擦層を形成する。これを1mmのゴム層（あめゴム）、押付用のコマに接着し、摩擦型3軸ひずみゲージを構成する。押付治具は、アクリル製でスプリングおよびロッドを内蔵、ロッド先端にはユニバーサルジョイントを設けた。押付力は4.5kgf または 9.0kgf に調整した。

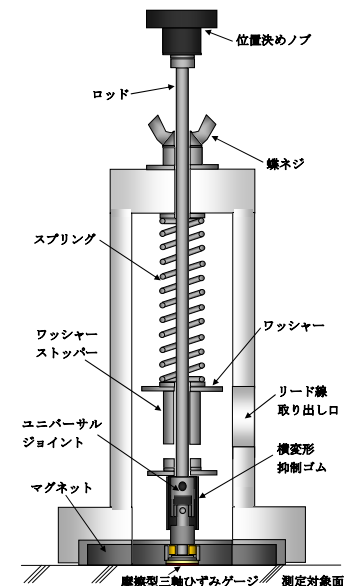
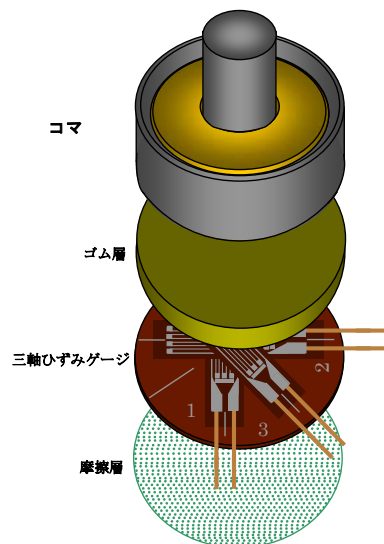


図1 摩擦型三軸ひずみゲージの概念図

図2 3軸ひずみ聴診器の概念図

3. 感度特性

平鋼の無塗装試験片にひずみ聴診器を設置、同一平面上に同じロットの3軸ひずみゲージを接着して、試験体に静的な繰り返し荷重を与え、主軸方向のひずみ値を比較した。図3に1層目のひずみゲージを主軸方向に設置した際の従来型ひずみゲージとの値の比較を示す。400 μ を目標値として3回の繰り返しを行っている。1回目の載荷時(図中青色の線)において、非線形の挙動が見られるが、これは、摩擦面が測定面に「なじむ」現象と考えられ、除荷パスから線形関係を示す。そこで、2回目以降の載荷パスにおける回帰直線の傾き、つまり、接着したひずみゲージに対する比率(以下、感度低下率)を、製作した複数のゲージについて、種々の押付力、ひずみ範囲を変えて調査した。図4～6に載荷するひずみ範囲、押付力などに対する感度低下率をまとめたものを示す。感度低下率は同じゲージであっても載荷ごとに必ずしも一致しない場合もあり、また、1層目よりも2層目以降が若干感度が小さくなるが、概ね85%～95%の範囲に収まっている。ひずみゲージごとにキャリブレーションを行い、感度低下率を求めておくことで、一応の性能を確保できると考えられる。

キーワード 健全度診断，モニタリング，ひずみ測定，応力聴診器，摩擦型ひずみゲージ

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学 理工学部 環境創造学科 TEL 052-838-2509

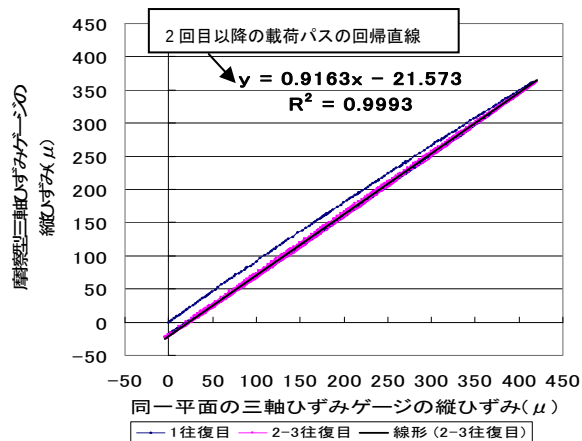


図3 静的載荷試験の例

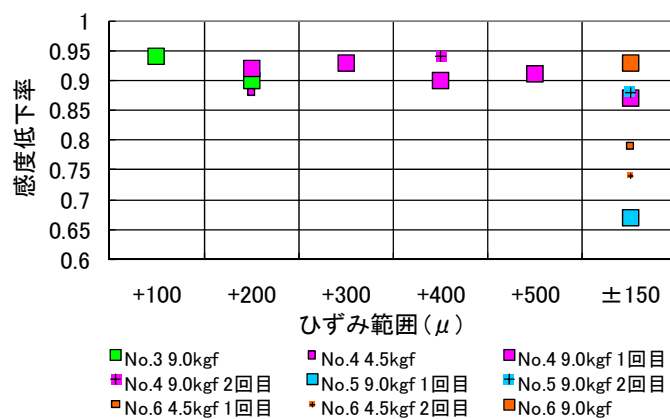


図4 種々の条件における感度低下率：1層目

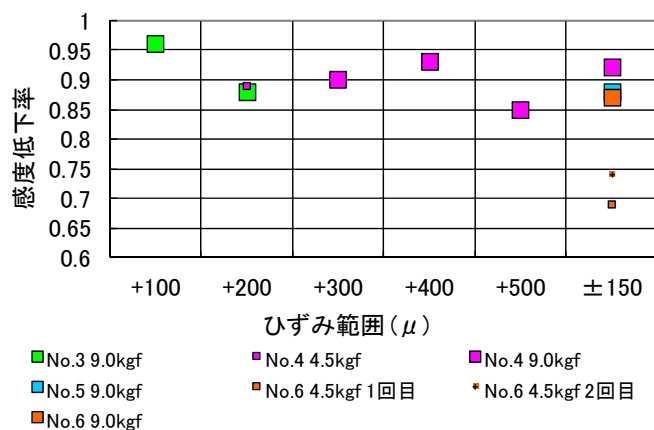


図5 種々の条件における感度低下率：2層目

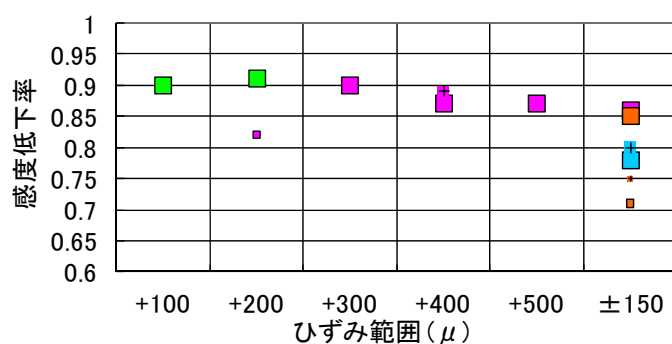


図6 種々の条件における感度低下率：3層目

4. 実橋梁における測定例

ある鋼鉄桁橋のウェブにおいて、従来型の3軸ひずみゲージを接着、ほぼ同じ位置に3軸ひずみ聴診器を設置して大型車両走行時のひずみ波形を測定、ロゼット計算により主ひずみおよび主ひずみ方向の変化を算出した。波形例を図7に示す。これはある大型車両が一台だけ径間を通過した際の波形である。最大応答値、すなわち車両が径間中央に位置する時刻の前後で、主ひずみ方向が変化しており、ウェブのせん断力の符号が変化する挙動をとらえている。最大主ひずみの値および波形は接着による従来型ひずみゲージのものとほぼ一致している。主ひずみ方向には若干のずれがあるが、これは設置角度の誤差であると考えられる。

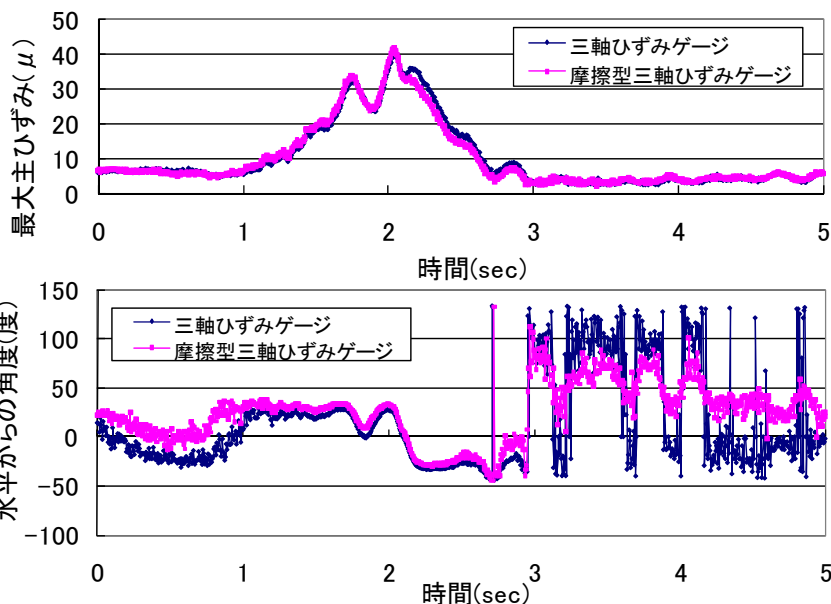


図7 実橋梁での測定結果（単純鋼鉄桁橋の支間中央ウェブ）

5. まとめ

3軸ひずみ聴診器を試作し、実用性について一応の性能を確保できたと考えている。今後は、感度低下率を安定させる方法、押付力と感度低下の関係、塗膜上での使用性、長時間の繰り返しでの耐久性について検証するとともに、使用する技術者とのインタフェースも検討し、「橋のお医者さんの聴診器」を実現したい。