

応力聴診器を用いた補強効果確認手法について

東京測器研究所 正会員 福田 浩之
維持管理工房 正会員 古市 亨
維持管理工房 正会員 佐光 浩継
維持管理工房 正会員 小寺 徹

1. 目的

近年、車両の大型化、自動車交通量の増大、供用年数の延長などから、鋼床版箱桁や鋼製橋脚に代表される鋼構造物の疲労損傷事例が多数報告されている。これらの疲労損傷は道路のサービス水準の低下を招くために、適切な詳細調査を実施し、原因究明を行った上で、対策工法の選定、補強を行い、その補強効果確認が不可欠である。このため、過年度までに、一般的に使用されているひずみゲージを用いた手法に比べ、①塗膜の除去、接着、測定後の修復が不要で、作業時間を短縮できる、②測定後の修復が不要、③繰り返し利用が可能のため、長期的に考えれば経済的である、等の効果が期待できる従来型応力聴診器¹⁾、さらに、鋼橋の疲労損傷発生箇所近傍の応力測定に有効と考えられる狭隘なスペースにおいて適用可能な図-1に示す改良型応力聴診器²⁾について、基本試験と静的載荷試験、動的載荷試験、応力頻度測定などの現場適用性確認を行い良好な結果を得ている。補強効果確認を行うにあたって、補強前の計測は、ひずみゲージを貼付することは容易であるが、補強後は既に補強部材に下塗り、中塗り等が実施されており、これらの塗膜をケレン、ゲージを貼付し、計測を行う場合には、工期の制約を受ける施工現場では、大きな負担になることが多い。既に、文献1)で塗膜上からの応力聴診器の適用性については、その適用性が議論されているが、本文では、狭隘部にも適用が可能な改良型応力聴診器を用いて、補強後の塗膜上からの計測の可否を確認することとした。

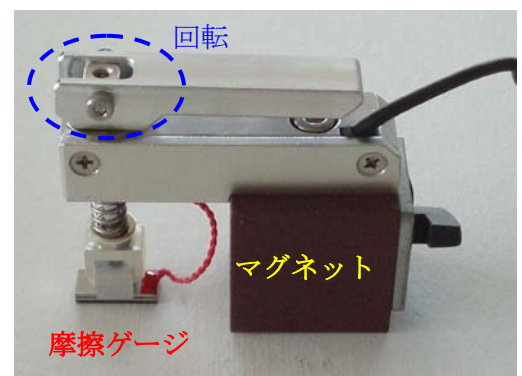


図-1 改良型応力聴診器

2. 新型応力聴診器の特徴

疲労損傷は溶接近傍から発生するため、疲労損傷評価のための着目点も狭隘な箇所が多く、従来型応力聴診器を用いて、応力挙動を測定する場合には、治具が円形のため、溶接止端からの距離が遠くなる。このため、従来型の応力聴診器の構造をマグネットからアームを伸ばした先端に摩擦ゲージを固定するに図-1に示すように改良した。これにより、従来の応力聴診器の外径は35mmであった。このため、図-2(a)に示すように溶接止端から18mm以上の箇所の計測しかできなかったが、応力聴診器の形状を改良した新型応力聴診器では、図-2(b)に示すように溶接止端から5mmの箇所の測定が可能になる。

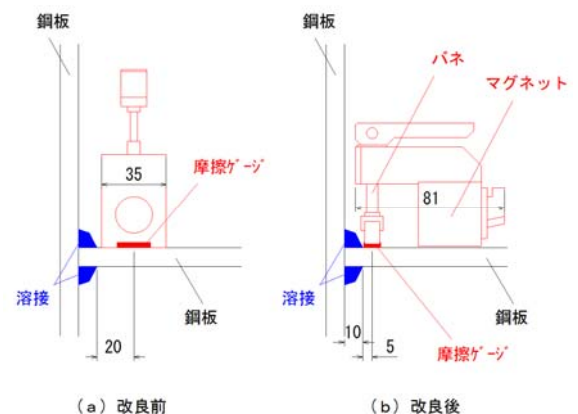


図-2 応力聴診器の設置状況

3. 調査対象橋梁と計測方法

対象橋梁は昭和39年鋼道路橋設計示方書で設計された昭和41年竣工の支間50m、幅員7.7m（2車線）の上路式ランガー橋である。供用から47年経過した本橋において、点検を行った結果、補剛桁下フランジと鉛直材上

キーワード 応力聴診器, 補強, 疲労, 計測, 非破壊

連絡先 〒542-0062 大阪市中央区上本町西 5-3-19 (株)東京測器研究所 TEL 06-6762-9831

部交点、鉛直材下部とアーチ材交点に一般走行車両（日交通量13,000台、大型車混入率 25%）による疲労が原因と思われるき裂が発見された。FEM解析を用いて補強工法を検討した結果、損傷が確認された格点周辺で、添接補強を実施することとなった。このため、図-3に示すように曲げ影響を緩和するために新設される補強部材端部の応力レベル把握と損傷が発生した鉛直材下部の補強後の応力低減効果を確認するために、改良型応力聴診器を使用した。なお、今回は塗装の影響も確認するため、①無塗装、②下塗りのみ、③塗装後、3段階で計測結果とひずみゲージでの発生ひずみとの比較を行った。



図-3 応力聴診器設置状況

4. 応力聴診器による計測結果

図-3に示す補剛桁下フランジと鉛直材上部交点近傍の新設補強部材端部（溶接止端から10mm）での、無塗装、下塗りのみ、塗装後、それぞれの試験車走行時の動的ひずみ波形とひずみゲージの波形を図-4に示す。図に示すように、ひずみゲージの発生ひずみ 44μ に対し、応力聴診器による計測は塗装の状態に係わらず、 $41\sim 43\mu$ と良く一致している。

鉛直材下部とアーチ材交点についても、補強は行なったが、観察窓部分を利用して計測した既設鉛直材下部のひずみ波形を図-5に示す。前述の補強部材端部同様、ひずみゲージ 90μ に比べ、応力聴診器は各塗装段階で $84\sim 87\mu$ と良く一致しているが、若干ではあるが、応力聴診器による計測結果の値が小さい。この原因は応力集中箇所であるため、応力聴診器の設置位置の精度、ひずみゲージと摩擦ゲージのゲージ長、設置幅の違いによるものと考えられる。

4. 応力聴診器による計測結果と課題

若干の差異はあるものの、効果確認等の評価上は十分な精度を有しており、今後、同様の事例、あるいは他の計測事例への適用は可能と考える。ただし、塗膜厚さや平坦性、設置状況、等により、応力聴診器が設置できない場合があり、適用範囲を明確にする必要がある。

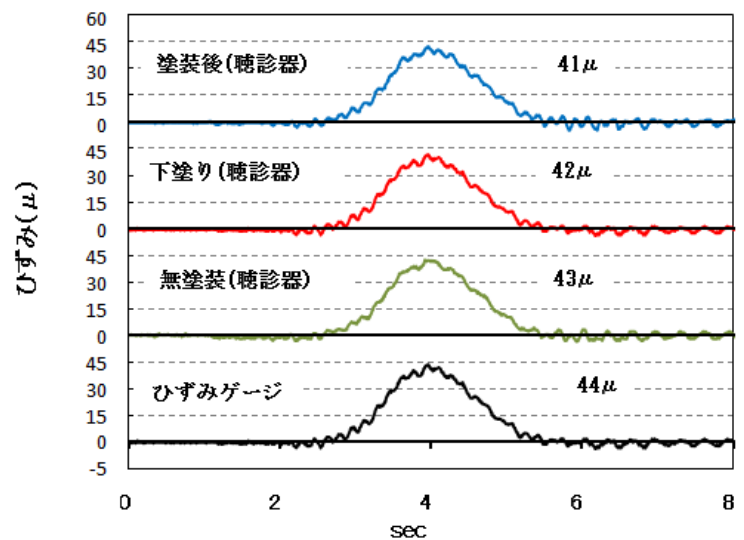


図-4 補強部材の各塗装段階での応力波形

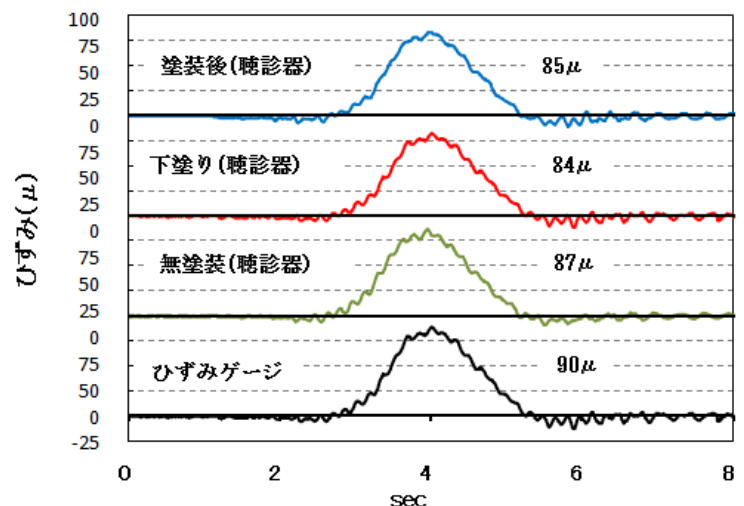


図-5 既設鉛直材の各塗装段階での応力波形

参考文献

- 1) 小塩達也, 山田健太郎, 齋藤好康, 椎名政三, 摩擦型ひずみゲージによる応力聴診器の開発と構造物の健全度診断への応用, 第60回土木学会年次学術講演会概要集, 第VI部門, 6-128, pp. 255-256, 2005.
- 2) H. TOKUHISA, T. FURUICHI, H. SAKO, S. MATSUI, H. FUKUDA: Verification related to ON-SITE Applicability of NEW STRAIN CHECKER. The 7th Japan-Korea Joint Seminar on Bridge Maintenance, pp.101-110, 2009.11.