

応力聴診器の耐候性鋼材への適用について

An application of Strain Checker to Anti-weathering steel (Bridge)

岐阜大学 ○正会員 村上茂之 (Shigeyuki MURAKAMI)
(株)維持管理工房 正会員 古市 亨 (Toru FURUICHI)
東京測器研究所(株) 正会員 福田浩之 (Hiroyuki FUKUDA)

1. はじめに

近年、鋼橋の防食対策として、適量のCu, Cr, Niなどの合金元素を含有させ、気中での適度な乾湿の繰り返しにより表面に緻密なさび層を形成し、このさび層が鋼材表面を保護、さびの進展が時間の経過とともに次第に抑制されていく効果が期待できる耐候性鋼材の使用事例が増加している。耐候性鋼材は優れた特性を有し、環境条件に配慮した適切な計画設計、施工、維持管理を行えば、無塗装で優れた防食性能を発揮するため、近年の塗装費の高騰などによる維持管理の費用の増大、財政事情の悪化ということも重なり、ライフサイクルコスト(LCC)の観点からも注目されている。

しかし、耐候性鋼材はアメリカで開発されたCORTEN鋼をもとに、日本で研究・開発されてきたが、日本は周囲を海に囲まれていることから、湿度が高く、海からの飛来塩分の影響を無視できない環境であり、寒冷地においても、凍結防止剤等による塩化物を含んだ水の供給があり、これらの影響により、緻密なさび層が形成されず、無塗装橋梁において不具合の発生事例も報告されている。無塗装仕様の耐候性鋼材に進行性のさびが形成された場合、肉厚の減少などの断面性能の低下を招くため、適切な対策(維持管理)を講ずる必要が生じてくる。

著者らは、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), 2)}、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改良型応力聴診器³⁾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。

本文では、今後、維持管理が必要となる事例が増加すると考えられる耐候性鋼材を用いた鋼橋の応力計測時に

応力聴診器の使用可否を判断するために、アウトケーブル補強時の張力導入時に発生する主桁のひずみを従来のひずみゲージと応力聴診器を用いて計測し、その差異を確認することとした。なお、今回は応力聴診器の適用性を検討することが目的のため、補強効果確認結果の報告は行わない。

2. 対称橋梁

対象橋梁の橋梁諸元を以下に示すが、積雪地域に架設された橋梁で、平成3年に架設されたが、冬期の凍結防止剤による塩化物を含んだ水の供給、さらに、下り車線と近接していることにより、常に下り車線と近接している外桁(G1主桁)が湿潤状態となる立地条件から、G1主桁の下フランジが腐食・進行した。平成22年度の調査では、支間中央付近の下フランジでは、設計断面が最大15%程度減少していることがわかったため、断面欠損分が本来負担すべき応力を図-3に示すクイーンポスト形式の外ケーブル工法を用いた補強で補完することとした。なお、本事例においては、G1桁の損傷のみが顕著なため、3主桁の内のG1主桁のみをケーブル補強することとなった。

<橋梁諸元>

橋梁形式：鋼単純合成I桁橋(耐候性鋼材裸使用)
橋長：33.0m (3主桁)
幅員：6.2m (上下分離1車線, 上り車線側が対象橋梁)
架設年次：平成3年12月
供用開始：平成4年 3月

3. 計測結果

図-1、図-2に着目位置と計測状況を示すが、G1桁上面外側(No.1)には、ひずみゲージの左右に従来型聴診器と新型聴診器を、G1桁内側(No.2)、G2桁G1側(No.3)には、新型聴診器のみを配置した。なお、ケーブルへの導入軸力は計649kNであった。

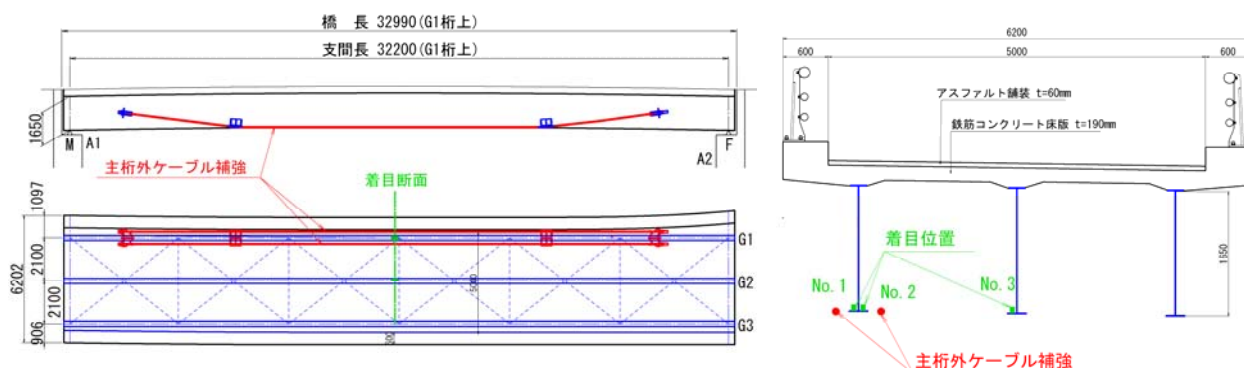


図-1 対象橋梁の補強イメージと着目位置

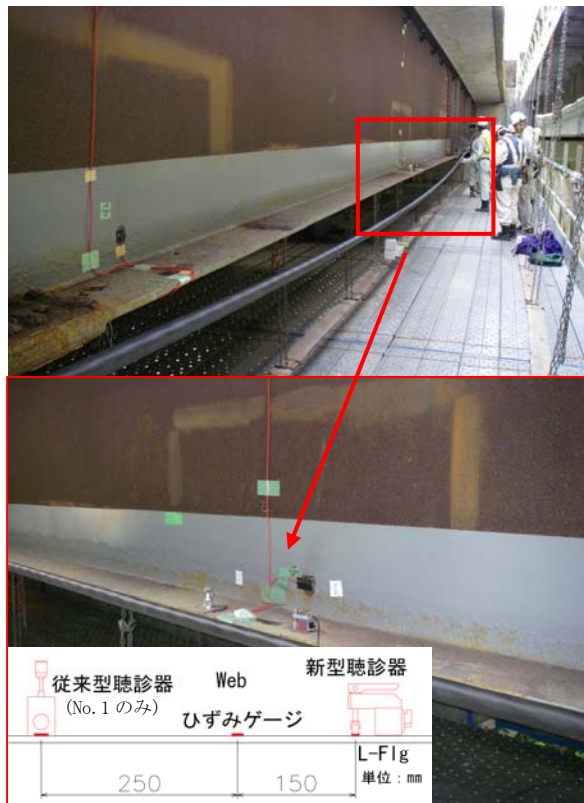


図-2 着目位置と計測状況

図-3にケーブル張力導入軸力に対するひずみゲージと応力聴診器の発生ひずみの相関を示す。図-3(a)には、ひずみゲージ、従来型聴診器、新型聴診器の発生ひずみを示しているが、ひずみゲージと新型聴診器の値の差異は3%程度と良く一致している。しかし、ひずみゲージと従来型聴診器の差異は10%程度であった。この原因としては、聴診器設置のため、耐候性鋼材表面のケレンを実施し、平坦性を確保しようとしたが、従来型聴診器は図-4に示すようにケレン面積が大きく、かつ磁力が弱かったため、350kN 導入以後に摩擦ゲージが滑ったことが考えられる。

図-3(b), (c)には、ひずみゲージと新型聴診器の発生ひずみを示すが、その差異は3%以内とよく一致していた。

4. おわりに

本計測結果から、ひずみゲージと従来型応力聴診器の差異は10%、新型聴診器との差異は3%と良く一致しており、特に新型聴診器に関しては、実用上十分な精度を有していると考えられる。

ただし、前章でも示したが、従来型聴診器は図-4に示すように、聴診器が $\phi 40$ 程度の円形のため、60mm×60mmのケレンで地金を平坦にする必要であるが、新型

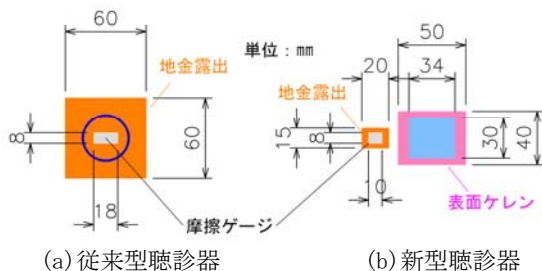
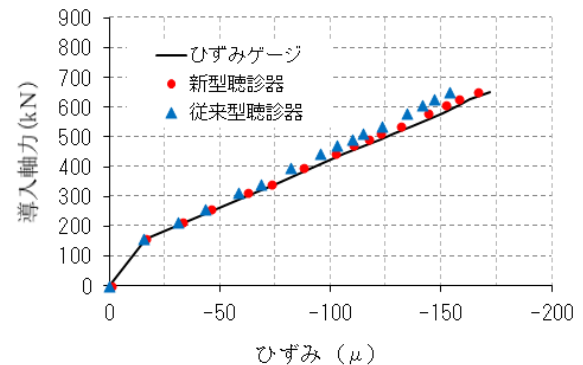


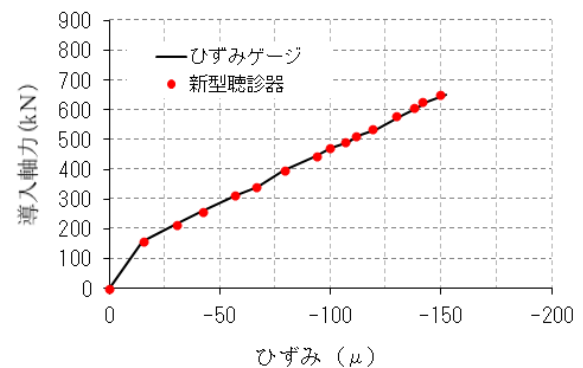
図-4 軸力とひずみの相関

聴診器は摩擦ゲージが設置できるように、ひずみゲージと同様の15mm×20mm程度のケレン(地金)と40mm×50mm程度の表面のみのケレン処理を行い、マグネットベースが磁力で自立できればよく、耐候性鋼材計測時には新型聴診器の使用が望ましい。

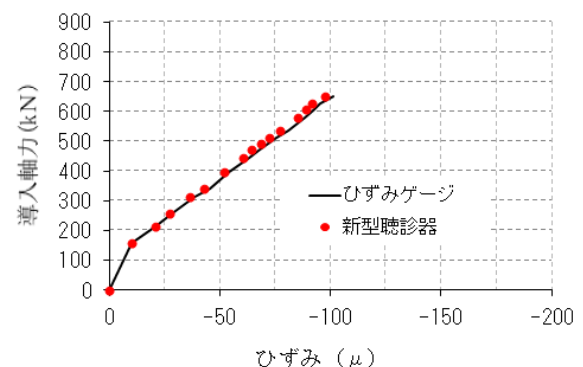
なお、今後は聴診器のマグネットを自立させるためのケレン手法や範囲、応力聴診器の磁力や構造を検討する必要がある。



(a) G1主桁(外側)下フランジ上面(No.1)



(b) G1主桁(内側)下フランジ上面(No.2)



(c) G2主桁(G1側)下フランジ上面(No.3)

図-3 軸力とひずみの相関

参考文献

- 1)小塩, 山田: 摩擦型ひずみゲージを用いた塗膜上ひずみ測定, 第56回土木学会次学術講演会講演会概要集, 第I部門, Vol. 57, pp.587-588, 2002.
- 2)古市, 佐光, 村上, 福田: 摩擦型ゲージ(応力聴診器)の現場適用性に関する試験結果, 土木学会第61回年次学術講演会, 1-169, 2006.9, pp.337-338.
- 3)古市, 佐光, 小寺, 福田, 徳久: 新型応力聴診器(摩擦ゲージ)の基本試験結果, 土木学会第64回年次学術講演会, 1-108, 2009.9, pp.215-216.