

疲労き裂損傷調査への改良型応力聴診器の適用について (その2)

維持管理工房 正会員 小寺 徹
 岐阜大学 正会員 村上 茂之
 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
 東京測器研究所 正会員 福田 浩之

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、対策工法の選定が必要である。これらの疲労損傷（き裂）の調査においては、磁粉探傷試験が頻繁に用いられているが、調査時には塗膜除去、ケレン作業が必要である。磁粉探傷に変わる手法として、鋼床版箱桁橋のダイヤフラム端部に発生した疲労き裂を対象として、従来型応力聴診器¹⁾による疲労損傷発見の可能性についての検討を行ったが、き裂深さが浅いと推測される場合には、既存の応力聴診器はその形状から計測可能な溶接止端から最も近い20mm程度離れた箇所では、明確な差を確認することができなかった。このため、前述の従来型応力聴診器による調査で差が出なかったダイヤフラム端部の局所的な応力発生状況をひずみゲージで確認し、損傷が無い箇所の応力の流れと比較するとともに、試作の段階ではあるが、すでに基本試験は実施し、その有用性が確認されている改良型応力聴診器²⁾を用いて、局所的な応力の流れを確認することとした。

2. 改良型応力聴診器（試作品）の特徴

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ように、図-1に示すように改良した。従来の応力聴診器の外径は35mmであったため、図-2(a)に示すように溶接止端から約20mmの箇所の計測しかできなかったが、形状を改良した改良型応力聴診器では、図-2(b)に示すように溶接止端から約5mmの箇所の測定が可能になった。

3. 計測計画

図-3に計測位置図を示すが、ダイヤフラム端部の溶接止端から20mmまで5mm間隔でひずみゲージを貼付し、溶接止端からの離れによるひずみ発生状況の確認を行う。なお、対象はき裂が発生していないD14ダイヤフラムと、き裂は発生しているが従来型応力聴診器では損傷の有無による差異を確認できなかったD13とした。また、改良型応力聴診器の計測については、数量の制約と同時設置が困難なことから、設置箇所を移動させながら計測を行い、基準ゲージとの比較により整合性を判断した。

キーワード 改良型応力聴診器, 疲労, き裂, 非破壊

連絡先 〒564-0001 大阪府吹田市岸部北 5-32-10 502号 (株)維持管理工房 TEL 06-7173-8639

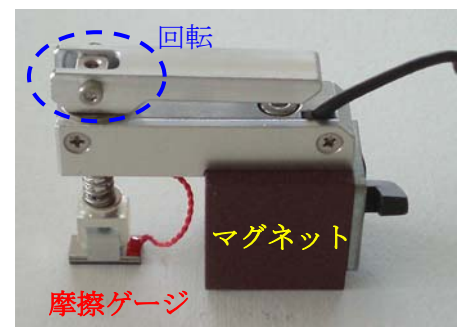


図-1 改良型応力聴診器

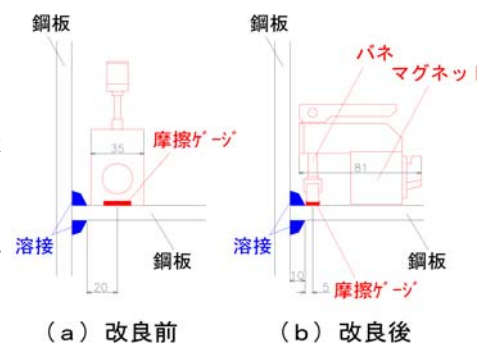


図-2 応力聴診器の設置状況

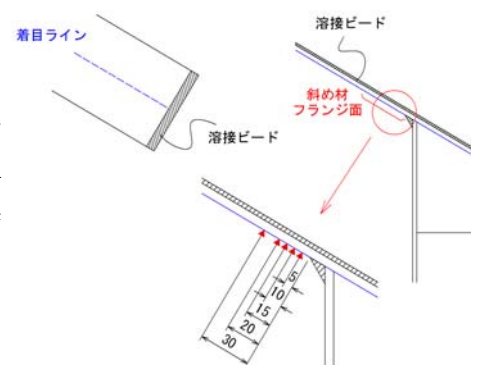


図-3 計測位置図

4. 計測結果

損傷の有無による溶接止端近傍の発生応力度比較のために採取した動的波形ひずみを図-4に示す。

図-4(a)に示す損傷が発見されなかったD14では、溶接止端に近づくにつれて、発生ひずみが増加しており、応力集中を捉えていることがわかる。図-4(b)に示す損傷が発見されたが、き裂深さが浅いと推測されたD13では、各測点の発生ひずみに大きな差はなかった。図-4(c)には、損傷の有無それぞれの溶接止端から5mm, 20mmの測点における動的波形を示すが、損傷が無いD14では溶接止端から5mmの測点で -162μ だったのに対し、損傷が確認されたD13では -75μ と50%以下のひずみしか発生していない。ただし、20mmの測点では、D14で -94μ 、D13で -92μ とほぼ同レベルの値となっており、溶接止端から20mmの箇所しか測定できない従来型聴診器では、両者に差が出なかったことは頷ける。

図-5には、図-4で示した損傷の有無によるひずみ発生分布比較と、改良型聴診器を用いて測定した発生ひずみを示している。前述のように、損傷の有無により、ひずみ発生分布は明らかに異なっていることがわかる。

図-5中には、損傷の有無それぞれのひずみゲージによる分布に改良型応力聴診器により採取した発生ひずみをプロットしているが、損傷の有無にかかわらず、ひずみゲージとの差異は最大で5%程度であり、改良型応力聴診器を用いた場合でも、局所的な発生ひずみを捉えることができた。

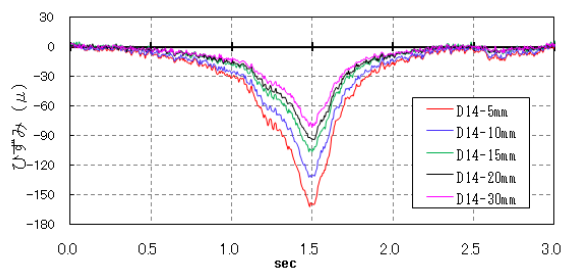
5. 本結果の総括と今後の展望

損傷が小さな場合でも、局所的な発生ひずみには健全部と差が出ることを確認できた。また、改良型応力聴診器を用いた場合でも、ひずみゲージ同様、局所的な発生ひずみを捉えることができた。今回の計測結果は1例ではあるが、試作段階の改良型応力聴診器の適用性を証明できたと考える。

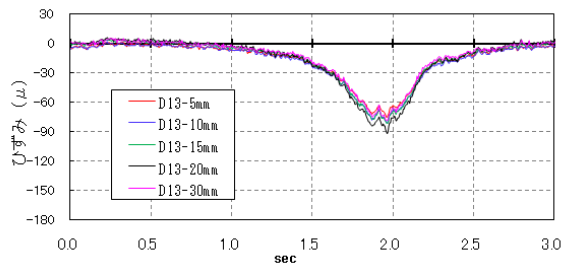
今後、計測事例を増やし、き裂深さと発生ひずみの相関分析、FEM解析によるシミュレーションなどを行い、傾向を把握することができれば、簡易なき裂損傷発見方法になる可能性は高いと考える。

参考文献

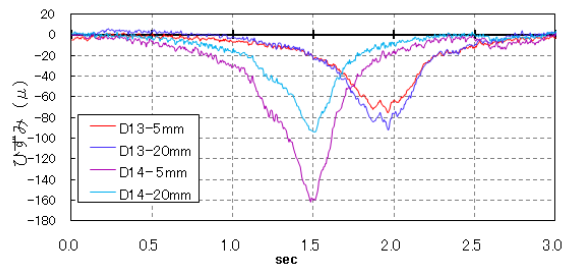
- 1) 小塩達也, 山田健太郎, 齋藤好康, 椎名政三, 摩擦型ひずみゲージによる応力聴診器の開発と構造物の健全度診断への応用, 第60回土木学会年次学術講演会概要集, 第VI部門, 6-128, pp. 255-256, 2005.
- 2) H. TOKUHISA, T. FURUICHI, H. SAKO, S. MATSUI, H. FUKUDA: Verification related to ON-SITE Applicability of NEW STRAIN CHECKER. The 7th Japan-Korea Joint Seminar on Bridge Maintenance, pp. 101-110, 2009. 11.



(a) 損傷なし(D14)



(b) 損傷小あり(D13)



(c) 止端から 5mm,20mm

図-4 損傷の有無による発生ひずみ

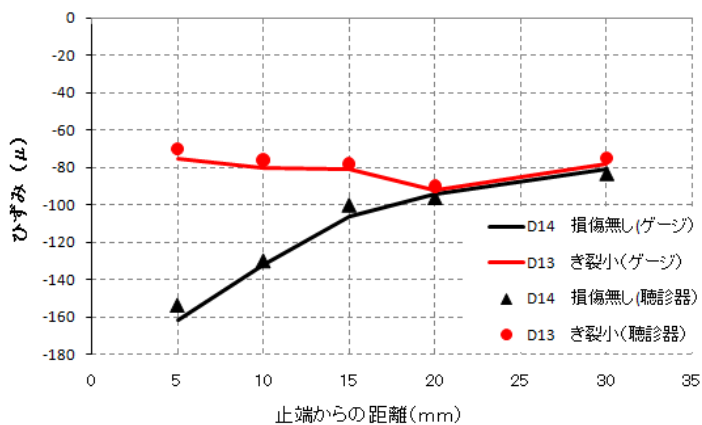


図-5 損傷の有無によるひずみ発生分布比較