

鋼床版溶接部に生じた疲労き裂の渦電流探傷検査による検出手法の検討

N-PRO-株式会社 正会員 ○細見 直史

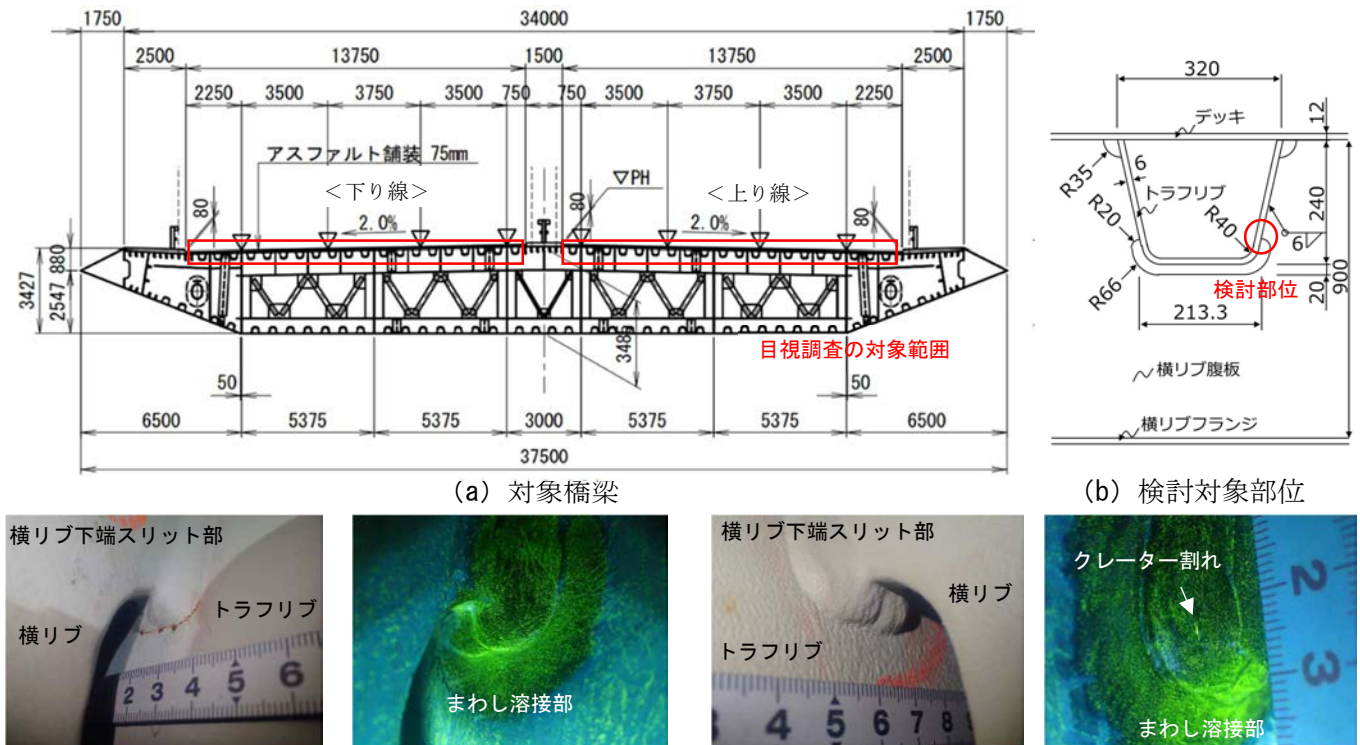
1. はじめに

既設鋼橋の塗装橋梁の疲労き裂に対する点検では、疲労き裂が発生しやすい溶接止端部に塗膜割れが生じているか否かに基づき、目視でのスクリーニング調査を実施している。その後、一般的には発見された全ての塗膜割れに対して、塗膜を除去し磁粉探傷試験が実施されている。しかし、塗膜の経年劣化による塗膜の脆化、体積収縮、内部応力に起因した塗膜のクラッキングと疲労き裂の開口によるクラッキングでは、塗膜割れが生じる要因が全く異なる。そのため、塗膜割れから疲労き裂が発見される割合は10~20%程度であり、疲労き裂の有無とは無関係に発生する塗膜割れが非常に多いことが分かっている¹⁾。そこで、本検討では、鋼床版溶接部に生じた疲労き裂を効率よく検出するため、渦電流探傷法²⁾（以下、ET）によるき裂調査を実施し、位相角および検査感度の調整手法、コイルの走査方法などの検出手法を検証した。

2. 対象橋梁³⁾

本調査の対象橋梁を図-1(a)に示す。対象橋梁は、橋長700m、道路幅員13.75m×2を有する上下一体構造の3径間連続鋼斜張橋である。幅員方向には、上下線にそれぞれ20本のトラフリブを配している。なお、片側3車線を有する設計基準交通量12,000台・車線/日の道路構造規格第1種第2級で設計されている。

対象橋梁における鋼床版の目視調査の全数量は11,482m²であり、目視調査を1日あたり300m²程度（トラフリブ20本に対して横リブ10パネル相当）を実施して、39日（約2ヶ月）を要する数量である。目視調査を実施した結果、目視調査の対象範囲に9,202箇所の塗膜割れが確認された。本検討では、図-1(b)に示す横リブ下端のスリット部のまわし溶接部に生じる疲労き裂を対象に検査手法を検証した。



(c) さび汁あり、ET きず信号なし、疲労き裂なし (d) 塗膜割れあり、ET きず信号あり、疲労き裂なし

図-1 対象橋梁と対象部位

キーワード 鋼床版、疲労、目視調査、非破壊検査、渦電流探傷検査

連絡先 〒108-0075 東京都港区港南 2-16-1 品川イーストタワー4階 N-PRO-株式会社

TEL : 03-6890-3967 E-mail : naofumi_hosomi@n-pro-co.com URL : https://n-pro-co.com

3. 渦電流探傷検査

はじめに、目視調査結果に対して、塗膜割れの長さに基づくスクリーニングを行い、塗膜割れ長さが 20mm を超える塗膜割れ箇所に対して磁気探傷検査（以下、MT）を実施した。その結果、疲労き裂の検出率は 12% 程度であった。そのため、塗膜割れの長さとの相関は低く、さび汁や塗膜割れのなどの外観目視情報のみを指標にしたスクリーニングにより検出率を向上させるには限度があると考えられる。

次に、451 箇所の横リブ下端のまわし溶接部に対して、図 - 2(a)および(b)に示すような渦流センサの異なる 2 種類の装置（装置 A、装置 B）を用いて ET を実施した。周波数は 30kHz（装置 A）、および 100kHz（装置 B）とした。基準感度は、センサのガタノイズ信号が 0V となるように位相角を調整し、標準試験片の人工スリット傷（幅 0.2mm、深さ 0.5mm、長さ 5mm）に対するきず信号の振幅（絶対値）が 2V になるように設定した。その後、図 - 2(c)に示すように、実橋梁の横リブ下フランジの材端部に対してセンサを垂直方向に走査した際の材端信号に基づき位相角を調整した。センサの走査方法は、溶接ビードの溶材および母材の鋼材による SN 比の低下の影響を考慮して、溶接止端部に対してセンサが法線方向に接するようにセンサ角度を約 45 度とした。また、装置 A では、スリット幅に対してセンサ寸法が大きいいため、図 - 2(d)に示すように溶接止端部に沿って直線状に走査し、装置 B ではまわし溶接の溶接止端部に沿って走査した。本検出手法を用いて、ET によりき裂の有無を確認した後に MT を実施した結果、すみ肉溶接の一般部では、き裂の検出率は 100% であった。しかし、対象部位の横リブ下端のまわし溶接部では、図 - 1(c)に示すように、さび汁が生じている箇所でのき裂の有無も中したが、装置 A では、図 - 1(d)に示すようなクレータ割れも検出し、装置 B では、溶接スパッタやアンダーカットなども検出した。そのため、451 箇所中の 26 箇所のまわし溶接部については、疲労き裂が生じてなく、約 95% の検出率となったものの、全体での疲労き裂の検出率は 12% 程度から約 98% に向上した。以上から、本検出手法を用いた渦電流探傷検査によるスクリーニングを実施することで、検出率が 90% 以上となり、工期が 1/10 程度に短縮できる可能性がある。このように、高い検出率となった要因としては、ET では、塗膜厚によるリフトオフが SN 比に及ぼす影響が大きく、本調査対象の斜張橋や箱桁などの密閉断面の鋼床版では、内面塗装の膜厚が薄く、塗替え塗装もされていないことが考えられる。今後、塗膜厚が SN 比の低下に及ぼす影響について検討する予定である。

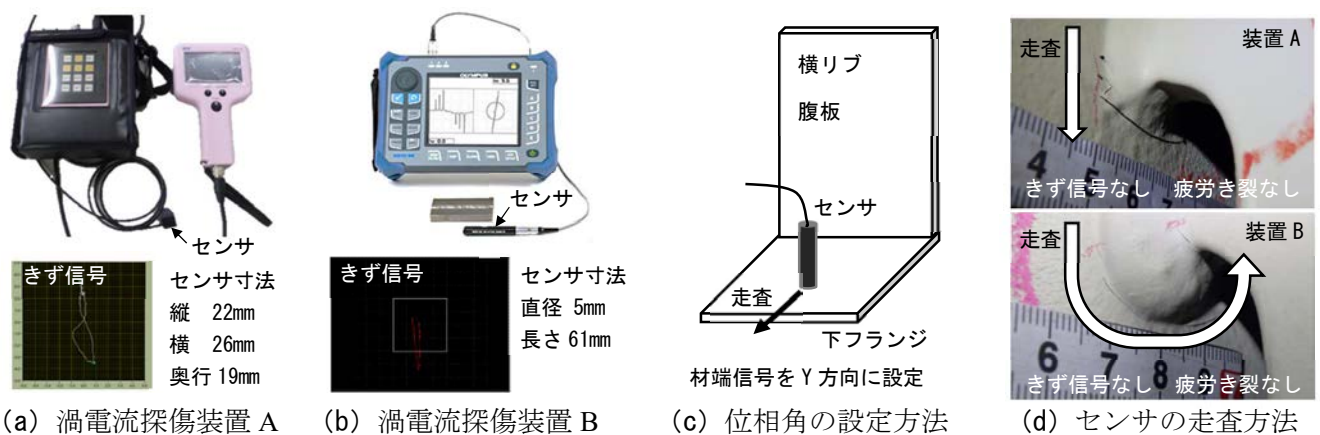


図 - 2 渦電流探傷法の検査手法

4. まとめ

(1) 塗膜割れの長さとの相関は低く、外観目視情報のみを指標にしたスクリーニングには限度がある。(2) 標準試験片での基準感度の設定、および実橋梁での位相角の調整方法、センサの走査方法を提案した。(3) 本手法による渦電流探傷検査を用いたスクリーニングを実施することで、検出率が 90% 以上となり、工期を 1/10 程度に短縮可能である。

参考文献

1) 栗原友則, 福島貴仁, 村野益巳: 渦流探傷を用いた鋼橋のき裂検出効率化の検討, 土木学会年次学術講演会, I-165, 2014. 2) 細見 直史, 小峰 翔一: 耐候性鋼材の溶接継手に生じた疲労き裂の非破壊検査による検知方法に関する基礎的検討, 土木学会年次学術講演会, I-169, 2018. 3) 細見 直史, 小竹 琉湖: 鋼床版溶接部に生じた疲労き裂の非破壊検査による検出率の向上策, 土木学会年次学術講演会, I-264, 2022.