

赤外線サーモグラフィを用いた温度ギャップ検知による疲労亀裂検出

本州四国連絡高速道路 正会員 ○溝上 善昭
 本州四国連絡高速道路 小林 義弘
 滋賀県立大学 正会員 和泉 遊以
 神戸大学 正会員 阪上 隆英

1. はじめに

疲労亀裂を発見するためには、塗膜割れや錆汁の発生を捉え、輪荷重位置の確認や構造ディテールの優劣等
 を評価し、疲労亀裂の疑いがあれば、必要に応じて足場等を設置後、塗膜除去、亀裂の有無の調査を実施する。
 そのため、近接手段がなければ発見が難しい事から、遠隔から塗膜を剥ぐことなく精度良く疲労亀裂を検出で
 きる手法の開発が、疲労亀裂の早期発見に有効である。著者らは、これまで赤外線サーモグラフィを用い、構
 造物の表面温度を遠隔から移動しながら非接触で捕え、疲労亀裂を効率よく、高精度で捕える技術(以下「温
 度ギャップ検知法」という)を考案し、既知亀裂にて試験計測を実施した¹⁾。本稿では、この技術を用い疲労
 亀裂の有無が不明な状態で、鋼床版の疲労亀裂検出を行った結果を報告する。

2. 調査橋梁の諸元と計測部位

調査を行った橋梁は、図-1 に示す連続鋼床版箱
 桁橋である。調査は、張出部に設置されている作業
 車に表-1 に示す赤外線サーモグラフィを複数台搭
 載し、輪荷重直下のデッキプレートとUリブ溶接部
 を撮影した。

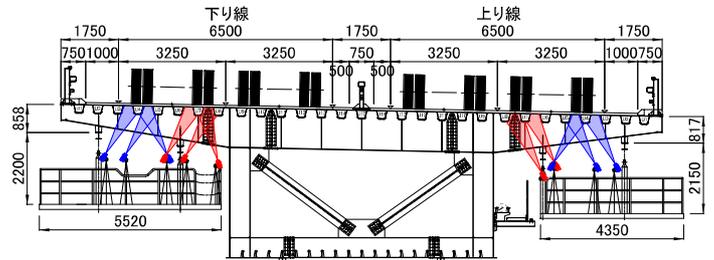


図-1 調査橋梁

3. 温度ギャップ検知法による計測

計測は、11月上旬に実施し、図-2 に示す気温・
 路温・日照条件であった。撮影解像度は、細かい方
 が亀裂検出性が高くなることが予想されるものの
 撮影視野が狭くなる。撮影視野の広い方が作業効
 率は良いが、計測は、亀裂が確認されていない区
 間での温度ギャップ検知法を用いた初計測となる
 から、撮影解像度を1mm/Pixel前後と細かくした。
 なお、計測は、延長約10kmの溶接線を3台の赤外
 線サーモグラフィを用い、のべ1.5日で実施した。

表-1 赤外線サーモグラフィ仕様

最小検知温度差	0.03 °C*
検出器の種別	熱型 2次元非冷却センサ (マイクロボロメータ)
空間分解能	0.6 mrad(2倍望遠レンズ使用時)

* S/N改善時

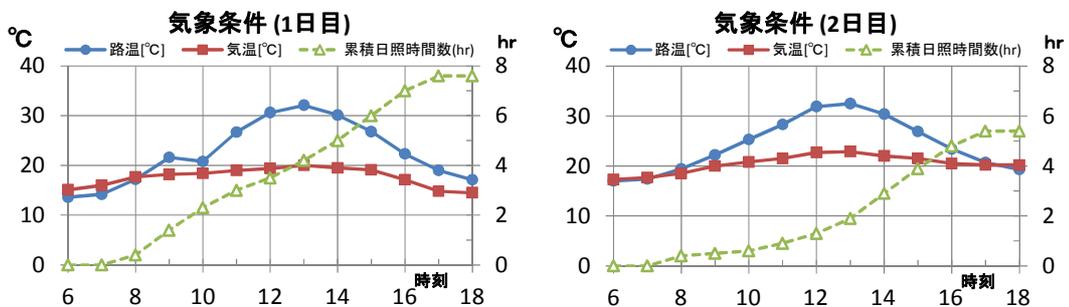


図-2 計測日の気象条件

キーワード 赤外線サーモグラフィ, 温度ギャップ検知, 非破壊検査, 鋼床版, 疲労亀裂
 連絡先 〒651-0088 兵庫県神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本州四国連絡高速道路株式会社 TEL 078-291-1000

4. 計測結果

計測の結果、疲労亀裂が疑われる温度ギャップをいくつか検出した。これらは、後日、磁粉探傷試験により40～120mmの疲労亀裂であることを確認した。図-3に亀裂長さ40mmと80mmの赤外線画像、温度プロファイル及び疲労亀裂の写真を示す。

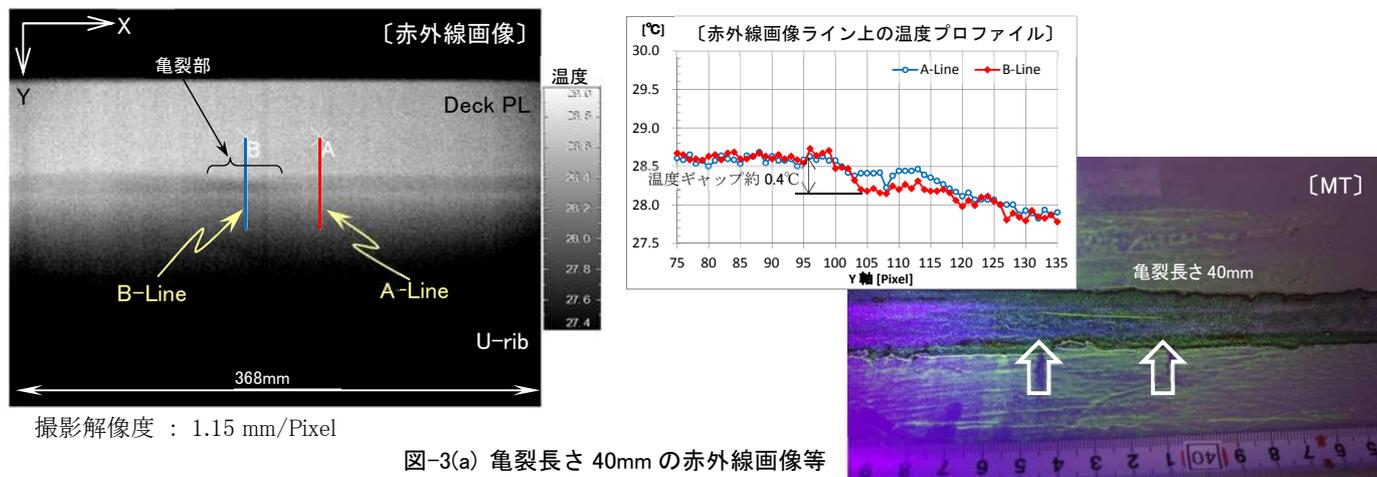


図-3(a) 亀裂長さ 40mm の赤外線画像等

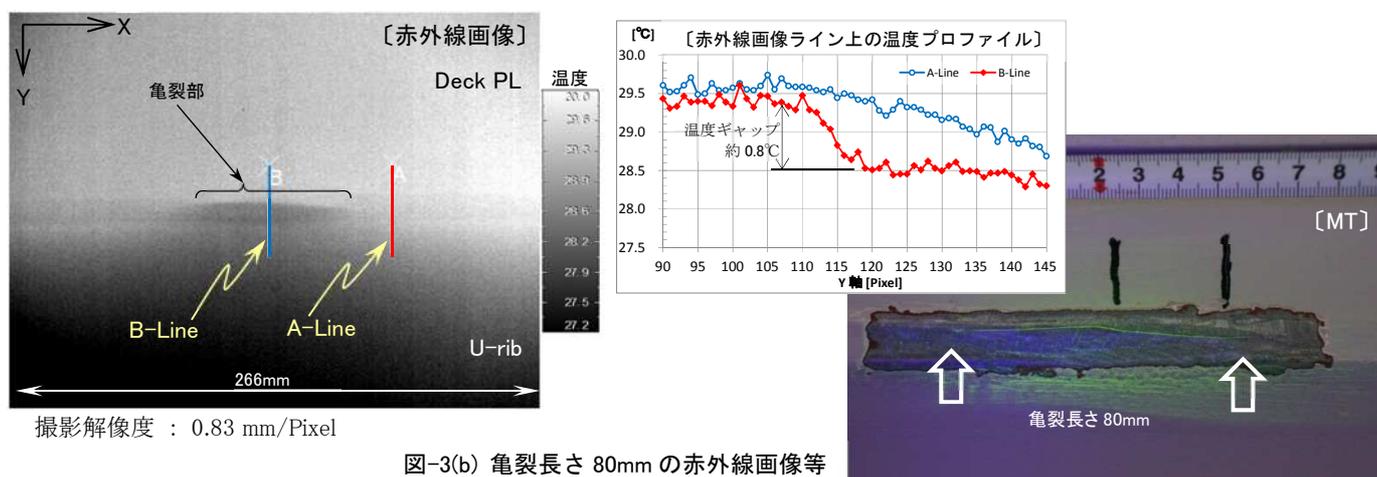


図-3(b) 亀裂長さ 80mm の赤外線画像等

図-3 検出した亀裂の赤外線画像等

図-3(a)に示す40mmの疲労亀裂は、温度ギャップが約0.4°Cである。赤外線画像では、一見、見落としするような状況であるが、赤外線動画で見た場合には、亀裂部特有の温度分布(低温部)が再生画像の中を移動していくため検出できた。また、本亀裂は、塗膜割れがなく、目視で発見することはできない亀裂であった。

図-3(b)に示す80mmの疲労亀裂は、温度ギャップが約0.8°Cである。数十cmからの目視では、塗膜割れが認められたが、割れは短く、割れ幅は小さく、錆汁もみられない状況である。1～2m程度離れた位置からの目視では、塗膜割れを発見することは困難な状況であった。また、赤外線画像から推定された亀裂長さ・形状と、磁粉探傷調査結果では、亀裂形状等が良く一致していた。

5. まとめ

温度ギャップ検知法は、鋼床版ビード貫通亀裂について、塗膜割れの症状がなく、短い亀裂段階で検出できることを確認した。更に、亀裂長さや形状も推定することが可能である。また、計測効率が良く、遠隔から非接触、かつ、塗膜を剥ぐことなく亀裂を検出することが可能な方法である。今後、様々な現場環境に適した赤外線撮影方法を検討するとともに、更なる亀裂検出性の向上を目指した開発を進め、本手法を用いた疲労点検への適用拡大を目指す。

謝辞 本計測における機材使用にあたり日本アビオニクス(株)より多大なるご支援をいただきました。ここに深謝いたします。

参考文献 1) 溝上善昭, 和泉遊以, 阪上隆英: 赤外線サーモグラフィを用いた温度ギャップによる疲労亀裂検出技術, 第68回土木学会年次学術講演会, 土木学会, I-558, 2013.9