

赤外線サーモグラフィを用いた温度ギャップ検知に基づく鋼床版の亀裂検出技術
～ 亀裂検出性に関する検討 ～

滋賀県立大学 正会員 ○和泉 遊以
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
神戸大学 正会員 阪上 隆英

1. 目的

疲労が問題となる構造物の維持管理のためには、疲労亀裂を適切にモニタリングすることが重要となる。現状、鋼床版に対しては主に目視点検での塗膜割れや錆汁の発見により疲労亀裂の存在を疑い、塗膜を除去したのち、磁粉探傷試験等により亀裂の同定・評価を行っている。しかしながら、これらの手法では近接するために足場が必要となる場合が多く、また検査のために塗膜を除去する必要がある。著者らはこれまでに、赤外線サーモグラフィを用いて、部材表面温度を遠隔・非接触で測定し、亀裂部に表れる温度ギャップから疲労亀裂を迅速かつ高精度に検出する技術(以下「温度ギャップ検知法」という)を考案し、既存亀裂にて試験計測を実施した⁽¹⁾。

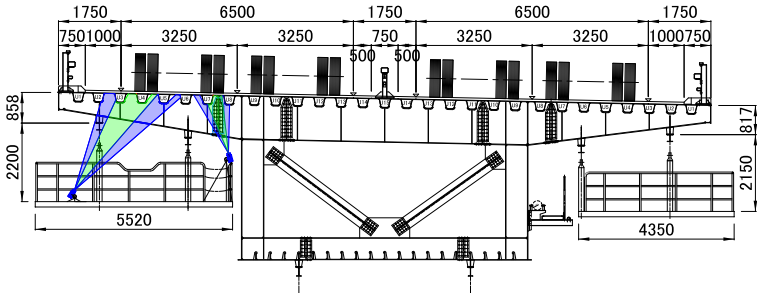


図 1 計測対象橋梁

表 1 計測対象とする溶接ビード亀裂の概要

亀裂No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
亀裂長さ	42mm	160mm	60mm	60mm	60mm

本稿では、鋼床版溶接ビード亀裂に対して温度ギャップ検知法を適用し、亀裂長さ、計測時期、計測時刻および撮影解像度が本手法の亀裂検出性に及ぼす影響について実験的に調べた結果を示す。

2. 温度ギャップ検知による亀裂検出技術

本研究で対象としている疲労亀裂は、鋼床版のデッキプレートと U リブの溶接部で発生するビード進展亀裂である。鋼床版では、日射により路面が温められ、舗装を介してデッキプレート、U リブへと熱が伝わる。溶接ビード内に亀裂が存在する場合には、亀裂部の微小な隙間により熱伝導が阻害され、亀裂部で温度のギャップが表れるようになる。この温度ギャップを赤外線サーモグラフィを用いて計測することにより、亀裂を遠隔・非接触で検出することが可能となる。

3. 実験概要

対象橋梁は、連続鋼床版箱桁橋である。計測橋梁の主桁断面は図 1 に示すとおりである。計測対象亀裂の概要を表 1 に示す。亀裂はすべて横リブ支間部に発生したものである。計測時期は夏（2013 年 9 月 11 日）、秋（2013 年 11 月 6 日）および冬（2014 年 2 月 4 日）とし、10 時～16 時の間に複数回計測を実施した。計測には、温度分解能 0.03℃（S/N 改善時）の赤外線サーモグラフィ H2640 および InfReC R300 の 2 種類を用いた。撮影解像度は、計測距離およびレンズの組み合わせにより調整し、亀裂 No.1～No.3 については 1mm/pixel および 2mm/pixel、亀裂 No.4～No.5 については 2mm/pixel および 4mm/pixel とした。計測は、図 1 に示した作業車に搭載した赤外線サーモグラフィを用いて、作業車を橋軸方向に走行させながら溶接ビードを含む領域をフレームレート 15Hz で連続的に撮影した。得られた温度画像より、温度ギャップの有無から亀裂検出の可否を判断した。

4. 実験結果

赤外線計測結果の一例を図 2 に示す。図の温度画像および温度ラインプロファイルより、亀裂部において熱伝導の阻害による温度ギャップが表れていることがわかる。亀裂、計測時期、計測時刻および撮影解像度を変えた計測

キーワード 赤外線サーモグラフィ、非破壊検査、鋼床版、疲労亀裂

連絡先 〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町 2500 滋賀県立大学 TEL 0749-28-8379

の結果に基づき、検出の可否を整理した結果を図3に示す。図の横軸はデッキプレートとUリブ(それぞれ溶接ビード中心から橋軸直角方向 25mm の位置)の温度差を示している。

図より、既往研究⁽¹⁾においても明らかにされたように、亀裂長さが大きいほど、亀裂検出性が高くなることがわかる。しかしながら、亀裂 No.3～No.5 の亀裂長さ 60mm の結果をみると、亀裂長さが同じ場合であ

っても亀裂検出性が異なる結果が表れている。この検出性の違いは、亀裂面の接触具合や亀裂の3次元的な形状の違いにより表れたものであると考えられる。また、デッキプレートとUリブの温度差の増加に伴い、亀裂検出性が向上している。温度差に影響を与える計測時期、計測時刻および気象条件が本手法の亀裂検出性に影響を与えることが示された。また、亀裂検出性に及ぼす撮影解像度の影響が明らかになり、長さ 40mm 程度の亀裂の検出を想定した場合には、撮影分解能 1mm/pixel 以上が好ましいといえる。

5. まとめ

温度ギャップ計測に基づく亀裂検出法の現場適用性を明らかにし、現場での計測条件設定に関する重要な知見を得た。今後は、本亀裂検出法における亀裂判定の自動化について検討する予定である。

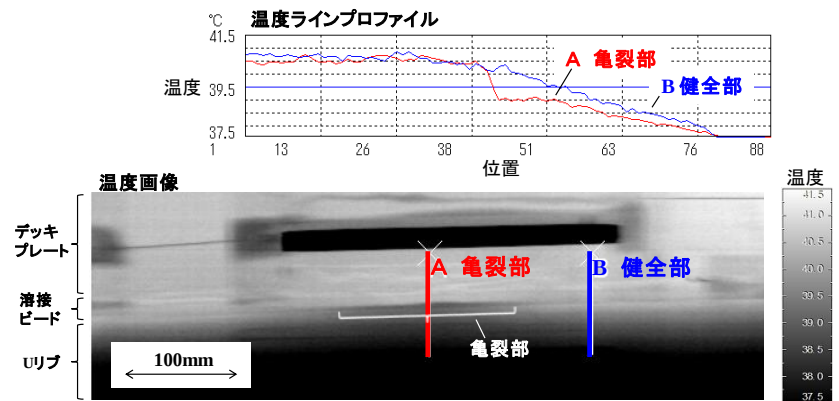


図2 赤外線計測の一例(亀裂 No.2, 夏計測, 計測時刻: 正午)

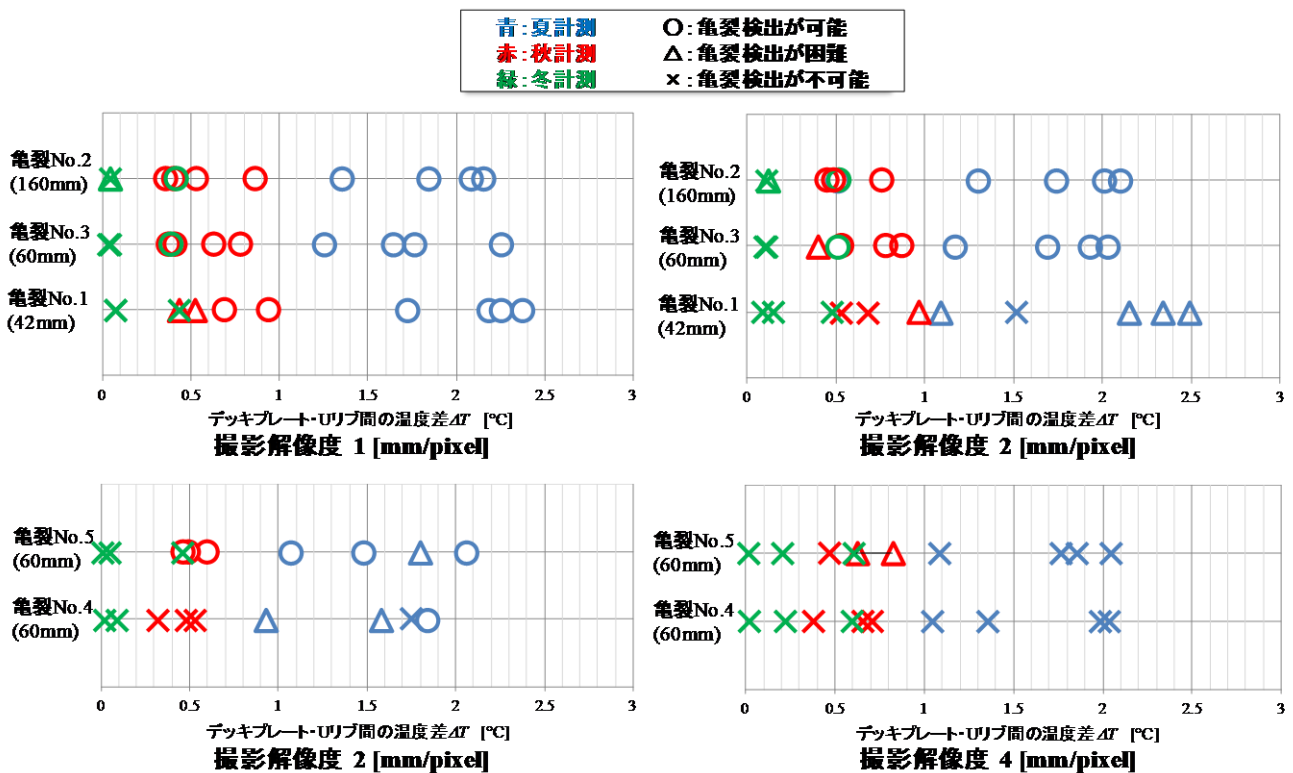


図3 温度ギャップ計測による亀裂検出試験結果

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頂いた。ここに記して謝意を表する。

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検知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講演論文集, 土木学会, I-558, 2013年9月