

高知県沿岸部橋梁における簡易調査手法の可能性

(株)第一コンサルタンツ 正会員 ○水田 勝也
正会員 関山 雅彦
正会員 矢野 光明

1. まえがき

近年、橋梁を中心とした構造物の維持管理の重要性が指摘されるようになった。特にコンクリート構造物は、高架橋や新幹線のコンクリート剥落事故を受けて剥離・剥落を防止することが重要視されている。コンクリートの剥離・剥落の前兆である変状を容易にかつ経済的に調査する技術開発が求められている。

橋梁は、桁下の確認が重要となるため、その損傷の把握には近接する必要がある。しかし、高知県の沿岸部道路は、海面までが急峻な地形となっている地域が多く、このような状況下で近接した橋梁点検を実施することは危険を伴う作業となる。急峻な地形での橋梁調査は、橋梁点検車や吊り足場などの仮設設備を使用するため多大な費用を要する。

本論文では、非接触かつ広範囲で効率よく検査できる手法として、建築分野で開発されていた赤外線サーモグラフィ法の適用性について、これまでに実施した海岸沿いの調査例と浮きの調査結果及び問題点を紹介するとともに、今後の橋梁点検の可能性を考える。

2. 赤外線サーモグラフィの概要

コンクリートの非破壊検査法は、コンクリート内部の空洞の大きさ、深さの進行状況を定量的に評価する超音波法、超音波法、電磁誘導法、電磁波及び放射線法などが適用されている。電磁波法の一つである赤外線サーモグラフィは、下記の特徴を有することからコンクリートの浮きの検出法として注目されている。

- ①広範囲の表面温度の分布を相対的に比較可能で可視化情報として表示できる。
- ②非接触で温度測定ができる。
- ③リアルタイムで温度計測が可能であり現場作業の時間短縮となる。



写真-1 撮影状況

3. カメラの性能

カメラは、F30S-A01BL 形式のサーモショットで計測を行った。性能は、表-1 に示すとおりである。分解能は、特に優れていないものの、コンパクトで軽量なため、急峻な地形下での橋梁調査においても計測が可能である。コンクリートの表面温度を計測するため、計測精度を高める手法として、撮影時の気象条件に着目して計測を実施した。

表-1 カメラの性能

測定範囲	-20～100℃
最小温度分解能	0.1℃

4. 気象条件・時間帯

赤外線サーモグラフィは、コンクリートの日的温度変動における健全部と欠陥部との位相差を利用し、温度差から欠陥部を検出する手法である。測定は、同位置から橋梁側面及び下面の撮影を実施した。気象条件の設定は、湿度や風による温度の低下の少ない晴天、無風時とした。計測時間は、日の出から日没の12時間を3分割とする時間を設定した。

- 計測①：日の出から計測対象物の温度が上昇する9時とした。
- 計測②：外気温が高くなり、計測対象物の温度差が大きくなる13時とした。
- 計測③：日没の約1時間前で計測可能限界である17時とした。

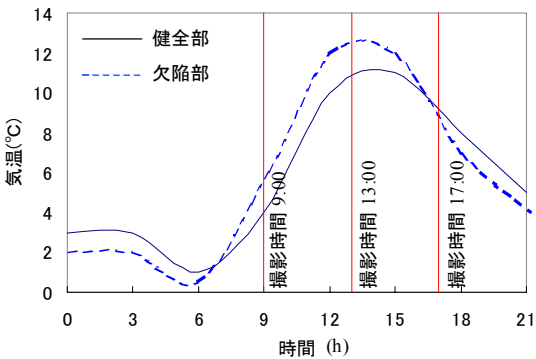


図-1 健全部と欠陥部の温度変化

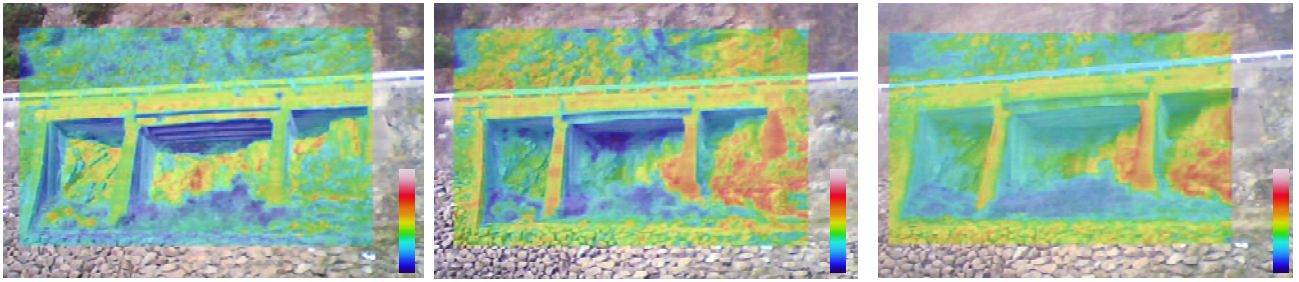


写真-2 赤外線サーモグラフィ(時間帯：左図 9 時，中図 13 時，右図 17 時)



写真-3 点検状況及び赤外線サーモグラフィ

5. 打音調査と赤外線サーモグラフィの比較

沿岸部に架かる橋梁について、従来技術である打音調査と赤外線サーモグラフィの比較を実施した。打音調査は、「高知県職員橋梁点検マニュアル（案）」に基づいて、橋梁点検車からテストハンマにより上部工の打音調査を実施した。打音により欠陥が確認された箇所は、点検者がチョーキングを行い損傷図に記載した。赤外線サーモグラフィによる調査は、15m 程度離れた位置から全体を包括する遠計測と近計測を行った。時間帯は、最も健全部と欠陥部の温度差が生じる 13 時に実施した。

赤外線サーモグラフィによる遠計測では、欠陥部の存在を概ね確認することが可能であり、近計測では、ほぼ確実に欠陥部を検出することができた。また、温度変化が発生しにくい山側の主桁については、明瞭な温度変化が生じず識別に経験を有することが分かった。

調査結果より、赤外線サーモグラフィは、簡易に概略の損傷を把握することは可能であるが、修繕設計の調査には利用できないと判断される。直射日光が行き届きにくい桁下の調査については、投光器等により強制的に温度差を生じさせることが必要である。また、沿岸部の調査では、海上からの調査も可能であるが、対象物までの距離や揺れによる読み取りが困難であるため検出精度が大きく低下すると考えられる。

現在行われている橋梁点検は、簡易調査を行わないままに橋梁点検車や吊り足場を設置して調査を行っている。今後の赤外線サーモグラフィの方向性としては、詳細調査の必要性を判断する簡易調査として活用することで橋梁の健全度に合った橋梁調査に有効であると考えられる。

6. まとめ

今後、50 年以上を経過するコンクリート橋が一斉に耐用年を迎えることとなり、コンクリート構造物を効率的かつ経済的に維持管理していくことが必要となってくる。高知県のような急峻な海岸線に沿った道路が多く、橋梁点検に時間を要し多額の調査費用が必要となる場合には財政を逼迫する事態となる。特に浮きの調査においては、点検者が個々に打音調査を実施しているため、橋梁点検車の使用日数が増加する。また、道路幅員が 5.0m 以下の道路では、時間交通規制により周辺住民に多大な支障を与えている。赤外線サーモグラフィの技術は、遠方から短時間で欠陥部を発見できるため、数多くの橋梁の損傷を早期に把握できる。このメリットを生かして赤外線サーモグラフィ法と打音調査を併用し、赤外線サーモグラフィ法で異常が検出された部位に対して、打音による詳細調査を行うことにより、確実かつ効率的に浮きの診断が可能であると考えられる。