

亜熱帯島嶼環境である沖縄における赤外線調査の有効性について

大日本コンサルタント株式会社 正会員 ○平野 貴之 正会員 田代 大樹
正会員 中池 竜司 正会員 本田 博幸

1. はじめに

コンクリート部材の損傷である「うき」の検出において、従来技術である打音検査の省力化技術として赤外線カメラによる非破壊検査（以下、「赤外線調査」）が挙げられる。赤外線調査は対象部材内の健全部と欠陥部の温度差を検知することで損傷を検出するため、外気温の日較差が小さい沖縄では検出が困難とされている。また、亜熱帯気候の強い日照の影響により温度差が生じ、検出可能となることも考えられるが、十分な知見は得られていない。そのため、本稿では、亜熱帯島嶼環境である沖縄に架かる実橋を対象に、熱環境測定および赤外線調査を行い、その有効性について検証した。

2. 対象橋梁および調査内容

(1) 対象橋梁

対象橋梁は内陸部と海岸部に架かる計2橋とした。

a) 内陸部橋梁 (写真-1-(a))

- ・構造形式：PC 単純ポストテンション箱桁
- ・橋長／全幅員：34.00m／5.0m
- ・架橋年：平成 17 年（供用後 12 年経過）

b) 海岸部 (※西海岸部) 橋梁 (写真-1-(b))

- ・構造形式：PC 単純プレテンション I 桁
- ・橋長／幅員：10.44m／14.0m（全幅員）
- ・架橋年：昭和 57 年（供用後 35 年経過）



(a) 内陸部橋梁



(b) 海岸部橋梁

写真-1 対象橋梁

(2) 調査内容

那覇市における日較差を図-1 に示す。図から、那覇では東京に比べ、赤外線調査において推奨されている日較差 10℃以上¹⁾となる確率が年間を通じて低いことがわかる。このことから、調査に先立ち、熱環境測定装置を用いて調査可否を判断した上で赤外線調査を実施した。

なお、調査実施時期は3月とした。

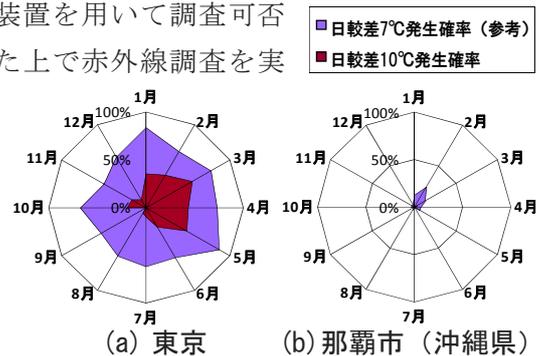


図-1 年間の日較差

a) 赤外線システム

赤外線調査システムの概要について以下に示す。なお、検出可能深さおよび規模については、後述する熱環境測定装置を併用した場合の能力を示す。

- ・赤外線調査システム：NETIS. SK-110019-VE
- ・検出可能な健全部と欠陥部の温度差：0.2℃以上
- ・検出可能深さ：表面から 4cm の深さまで
- ・検出可能規模：100mm×100mm 以上
- ・検出可能角度：撮影対象に対して 30°以上

b) 熱環境測定装置²⁾

赤外線カメラは、健全部と欠陥部の温度差が 0.2℃以上ない場合は検出できないため、先行して熱環境測定装置を用いて調査可否を判断した。なお、熱環境測定装置は、欠陥部を模した厚さ 1mm の空隙を有する試験体を対象橋梁に貼り付け（図-2、写真-2）、健全部と空隙部の温度差を測定することにより、温度差 0.2℃以上の熱環境であるかを確認できる。

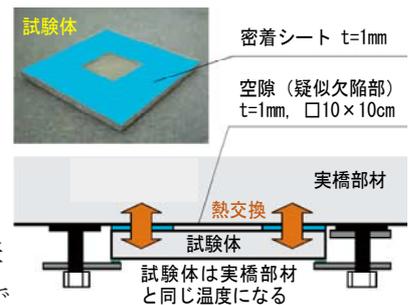


図-2 熱環境測定装置概要

キーワード 橋梁点検, 非破壊検査, 赤外線, コンクリート橋, 亜熱帯島嶼環境

連絡先 〒900-0015 沖縄県那覇市久茂地 1-2-3 パレットパーキングビル 3F



写真-2 熱環境測定装置設置状況

3. 熱環境測定結果

対象橋梁の熱環境測定結果を以下に示す。

(1) 内陸部橋梁

内陸部橋梁の熱環境測定結果を図-3に示す。図から、当日の日較差が1.8℃で、推奨値の10℃に比べ小さいことがわかる。ただし、日照の影響が小さくなる日没前から健全部と空隙部の温度差が生まれ、その約1時間後、日没時刻の18時半を過ぎるとその差は0.2℃以上となった。そのため、赤外線カメラで温度差を確認した上で、本調査を午後19時半～20時半に実施した。その後の熱環境測定結果を見ると翌朝6時までは断続的だが、0.2℃以上の温度差が確認されたことから同様に赤外線調査が実施可能な時間帯と考えられる。

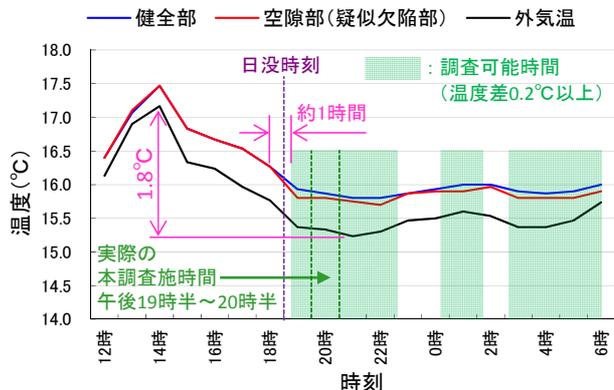


図-3 内陸部橋梁の熱環境測定結果

(2) 海岸部橋梁

海岸部橋梁の熱環境測定結果を図-4に示す。図から、当日の日較差が7.3℃と、同様に推奨値の10℃より小さいことがわかる。また、西海岸部に位置し、日中は直接日照を受けるため、外気と部材の温度差も殆ど無かった。日没後、夜中1時を過ぎると外気温の下降とともに健全部と空隙部の温度差が生まれ、下降開始から約1時間後には0.2℃以上となり(その間、外気温は3.8℃低下)、赤外線カメラでも温度差を確認することが出来た。ただし、海岸部橋梁は海の干満の影響を受け、干潮時以外は桁下への進入が困難なため、本調査は温度差0.2℃以上となり、かつ干潮時刻と重なった午前5時～6時半に実施した。

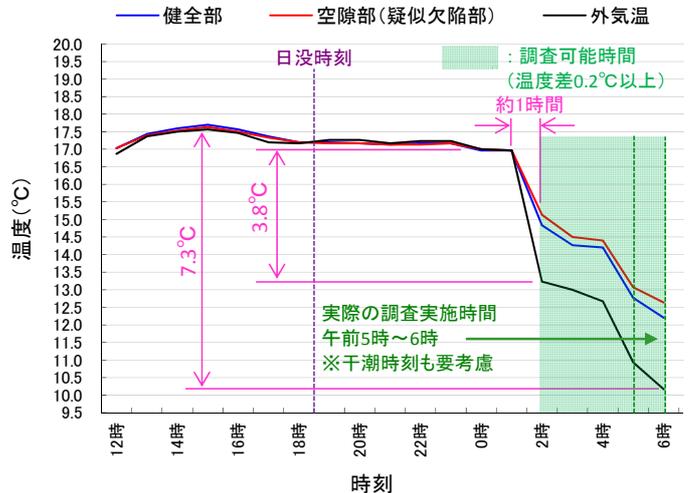
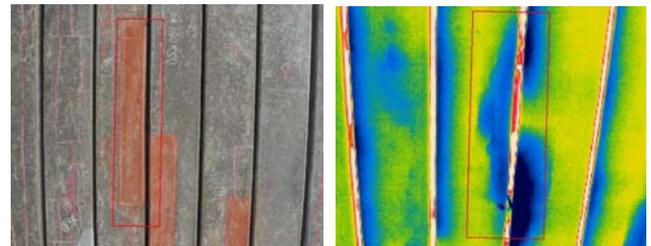


図-4 海岸部橋梁の熱環境測定結果

4. 赤外線調査結果

熱環境測定結果を踏まえて赤外線調査を実施した結果、内陸部橋梁は一部の「うき」を除き、全体的に健全であった。また、海岸部橋梁では、写真-3に示すとおり「うき」の恐れがある変状を多数検出することができた。

以上より、沖縄においても、調査条件の制約を受けるが、赤外線調査が可能であることがわかった。



(a) 可視画像

(b) 赤外線画像

写真-3 海岸部橋梁の赤外線調査結果の一例

5. おわりに

亜熱帯島嶼環境である沖縄における赤外線調査を実施して得られた知見を以下に示す。

- ・日較差が小さい沖縄でも赤外線調査は可能である。
- ・本検証を行った3月における調査可能時間として可能性が高いのは、晴天日において外気温が下降し始めた約1時間後以降である。
- ・今後は夏季などを含め、様々な条件での調査実施結果を蓄積していくことが新たな知見の獲得に繋がると考えられる。

参考文献

- 1) (財)土木研究センター：赤外線サーモグラフィによる変状調査マニュアル
- 2) 橋本和明・明石行雄・川西弘一：橋梁を対象とした赤外線サーモグラフィ法における効率的な熱環境把握方法の提案，第65回土木学会年次学術講演会，2010.9