

加熱・冷却過程の熱赤外線映像を用いたコンクリート橋梁の非破壊調査

長崎大学工学部○学生会員 吉谷 幸記 長崎大学大学院 正会員 浅利 公博
 長崎大学大学院 学生会員 渡邊 浩平 長崎大学大学院 正会員 後藤恵之輔

1. はじめに

橋梁などの土木構造物の維持管理を考える上での重要項目として、劣化予測のための点検が挙げられる。現在、実施されている代表的な非破壊検査の手法としては、打音法やシュミットハンマー法、超音波法などがあるが、これらは構造物に接触して行うものである。しかし、接触型の調査方法では、時間とともにより多くの経費がかかること等から、遠隔地からの非接触型での調査手法の確立が望まれている。著者らは、これまで非接触での橋梁変状調査技術の開発を目的として、熱赤外線画像装置を用い各種調査を実施してきた^{1), 2)}が、それらの調査のなかで、対象物によっては太陽光による自然加熱だけでは変状部の検出が困難であり、人工的に強制加熱・冷却を行うことが必要であることを見出してきた。

本研究では、観測対象面に人工加熱を施し、その後の自然冷却過程を熱赤外線画像装置（サーマルカメラ）を用いて非接触で観測し、構造物内部の状況を把握しようというものである。

2. 調査概要

図-1に示す福岡A橋（橋長：52.000m、桁長：12.980m×4連、上部工形式：単純鉄筋コンクリートT桁橋）は、昭和29年3月に竣工され供用期間も約50年に達している。この橋梁が、河川改修工事にともない、一度取り壊された後、新しく架け替えられることとなった。そこで、解体前にこの橋梁を用いて様々な調査が行われることとなり、この調査に合わせて、熱赤外線映像装置による非接触での変状部の抽出を試みた。今回の調査では、事前に行われた打音調査で変状部（剥離）が判明している主桁側面に人工的に熱を加え、その後の自然冷却過程での温度変化をサーマルカメラで観測し、得られた熱赤外線画像を解析することにより、変状部検出手法の検討を行った。

3. 調査方法

写真-1に、調査対象とした橋梁主桁側面を示す。実線内に、打音調査により判明している剥離箇所を示す。調査においては、図-2に示すように、観測面から約1.0m離れた箇所からサーマルカメラを設置し、その右側約1.0m、観測面の正面から約45°の位置にジェットヒーターを設置した。ジェットヒーターで観測面の表面温度を、平均で約5℃上昇させ、その後の自然冷却の過程を、熱赤外線映像装置により5秒間隔で約30分間観測した。

4. 調査結果

1) 温度分布による変状部の抽出

画像-1(a)、(b)には、自然冷却開始時及び自然冷却終了時の温度分布をそれぞれ示している。ジェットヒーターでの熱の与え方による影響が、自然冷却開始時((a)参照)には現れているが、自然冷却終了時((b)参照)には、その影響はなくなり、内部の性状の違いが表面温度の分布として現れていることが分かる。

なお、画像-1(b)における点線は、周囲に比べ低い温度分布を呈し変状部である可能性が高い範囲である。



写真-1 観測面

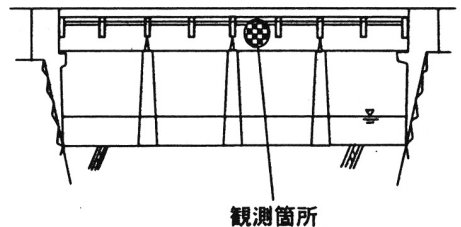


図-1 橋梁概要図

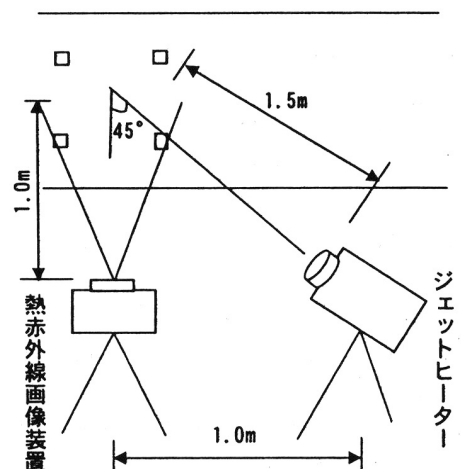
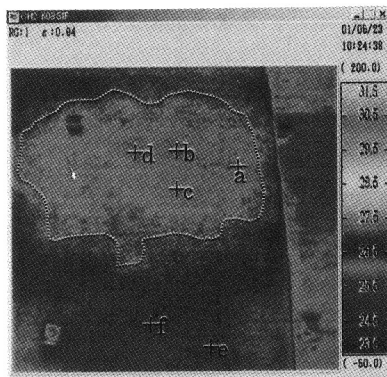
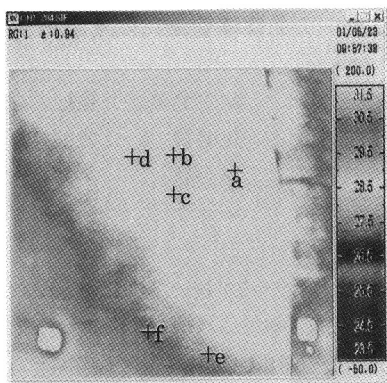


図-2 調査概要図



点 a～d : 変状部 点 e, f : 健全部

(a) 自然冷却開始時

(b) 自然冷却終了時

画像 - 1 温度分布

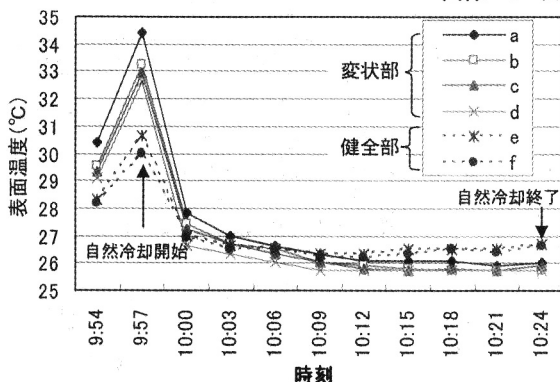


図 - 3 指定点の温度変化 (3 分間隔)

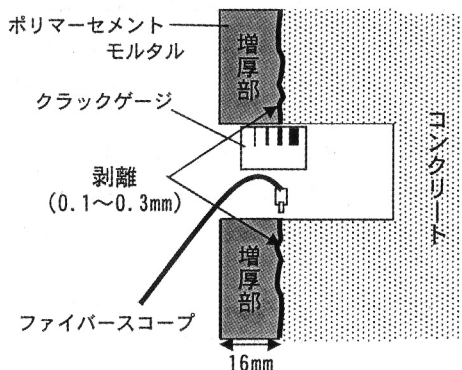


図 - 4 コア採取状況

図 - 3 では、画像 - 1 (a)、(b) に示した指定点 a～f までの経時的な温度変化を 3 分間隔でグラフ化した。打音調査により変状部と判断されている箇所 (写真 - 1 参照) に点 a～d を、健全部に点 e, f を設けた。

これらの指定点での温度変化に着目すると、自然冷却開始時から、変状部と判明している箇所付近の点 a～d では急激に温度が低下していることが分かる。これは、健全部では加えられた熱量がコンクリート内部まで浸透した後、表面から徐々に冷却されるためである。一方、変状部 (剥離) が存在する箇所では、空気層が断熱材の役割を果たしコンクリート内部まで熱が浸透せず、表面だけが加熱され自然冷却過程で急速に温度低下したものと考えられる。

2) ファイバースコープによる剥離の確認

図 - 4 に示すように、温度分布の解析結果より変状部と判断された箇所付近のコアを抜き取り、その中にファイバースコープとクラックゲージを入れ、剥離の測定を実施した。測定の結果、増厚部 (ポリマーセメントモルタル) とコンクリート部との間に 0.1～0.3mm の剥離の存在が確認された。このことより、熱赤外線映像装置を用いて変状部の存在を把握することが可能であることが分かった。

5. まとめ

本研究の結果では、遠隔から観測の行える熱赤外線映像装置を用いて、ジェットヒーターにより強制加熱を行うことで、コンクリートと増厚部の境界に存在する、剥離層の存在を捉えることが可能となった。

参考文献

- 1) 後藤恵之輔, 浅利公博, 山中 稔, 後藤健介, 渡邊浩平, 後藤松尾: 熱赤外線映像法の道路橋変状調査への適応, 長崎大学工学部研究報告, Vol. 31, No. 56, pp125-13, 2001.
- 2) 岡嶋直子, 後藤恵之輔, 井口 要, 浅利公博, 山中 稔: 鋼鉄道橋の健全度調査への赤外線リモートセンシングの応用, 平成 12 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp. A586-A587, 2001.