

赤外線サーモグラフィを用いた塗膜の浮きの検出

本州四国連絡高速道路(株)
神戸大学

正会員 ○大塚 雅裕
矢野 吉治

神戸大学
神戸大学

正会員

阪上 隆英
若林 伸和

1. はじめに

本州四国連絡橋の吊橋や斜張橋の塔の外表面部分の塗膜劣化検出は、日常の点検では遠方からの目視によらざるを得ない。本稿では、近接できない箇所に局所的な塗膜の剥離が見つかった吊橋主塔において、当該主塔の遠方からの塗膜劣化調査への適用を目的として、赤外線サーモグラフィ法による塗膜の浮きの検出可能性に関する調査を行った結果を報告する。

2. 対象とする塗膜変状の形態と変状検出の原理

赤外線サーモグラフィを用いた調査を、一部に塗膜の剥離が確認された神戸淡路鳴門自動車道の明石海峡大橋主塔（舞子側）の東塔東面及び西塔西面を対象に実施した。塗装には、下地に無機ジンクリッチペイントを有する設計総膜厚 250 μ m の重防食塗装を採用しており（図-1 参照）、塗膜の剥離は、無機ジンクリッチペイントまたは無機ジンクリッチペイントの封孔処理を目的に塗付するミストコート層で生じている。

図-2 に示すように部材が日射を受けている場合、塗膜に浮きが存在すると、表面から鋼材への熱拡散が阻害されるため、周囲に比べて局部的に高温になる。このような箇所を赤外線カメラで撮影することにより塗膜の浮き変状を検出することができる。

写真-1 は、近接できる箇所で試験的に塗膜の剥離および浮きを撮影した赤外線カメラの画像（以下、「赤外線画像」と記す）および可視画像である。赤外線画像は高温部が白く、低温部が黒く表現される。赤外線画像において脱落した塗膜の周辺に剥がれが広がっている様子が確認できる。画像の右上に局所的な高温部が見つかり、触指により浮きであることが確認されている。

3. 調査方法

調査には InSb アレイセンサを搭載した赤外線カメラ（波長帯域 2.5～5 μ m, 温度分解能 25mK）に 200mm 望遠レンズを装着して使用した。また、赤外線カメラにより撮影した画像の撮影位置を特定するために、赤外線カメラに市販のビデオカメラを搭載し、可視画像と赤外線画像を同時に撮影した（写真-2 参照）。対象構造物との撮影角度が小さくなると、熱画像上の見かけ面積が小さくなり、かつ放射率が小さくなるため、撮影角度は 30° 以上確保する必要がある¹⁾（図-3 参照）。主塔塔頂までを調査するには視点場が海上となるため、神戸大学保有の練習船

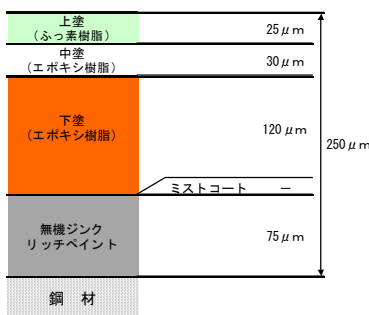


図-1 重防食塗装

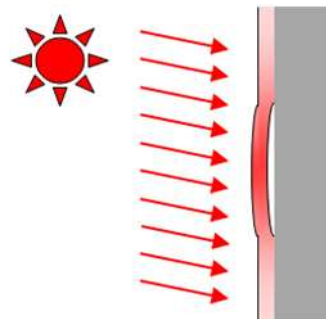
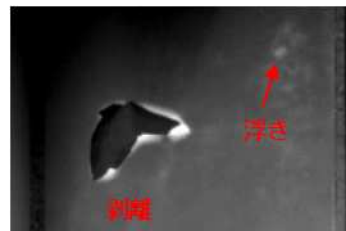


図-2 塗膜浮き部の状態



〔可視画像〕



〔赤外線画像〕

写真-1 赤外線カメラによる塗膜浮きの検出

キーワード 赤外線サーモグラフィ, 塗装, 非接触検出法, 鋼道路橋

連絡先 本州四国連絡高速道路株式会社 長大橋技術センター 総括・防食グループ

〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22 TEL:078-291-1071 FAX:078-291-1087

「深江丸」(総トン数 449 トン)から計測を行った。撮影位置は、深江丸が搭載しているGPS等のデータを基に算出した。塗膜の浮きの検出には構造物への日射が必要となることから、調査対象面に日射が得られる時間帯に計測を行った。西面については、調査後に別途吊りゴンドラを用いた近接調査を行い、赤外線調査の結果の検証を行った。

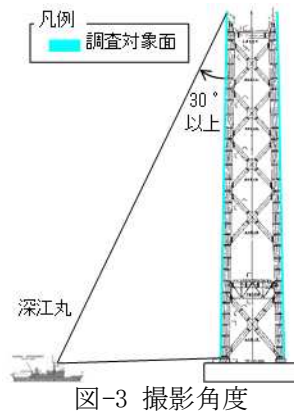


図-3 撮影角度



写真-2 撮影機器

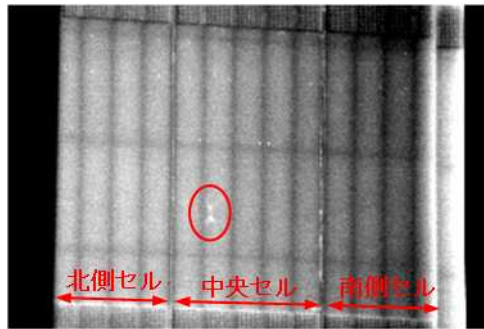
4. 調査結果

主塔は高さ約 300m、高さ方向に 30 段のブロックからなり、最上段ブロックまでの計測距離は最短でも 350m を超えている。西塔の調査時には秒速 15~20m の風があり、船舶の揺動も大きい条件であったが、おおよその状態を赤外線調査で確認することができた。

写真-3 は第 5 段ブロックの画像であり、約 330m の距離から撮影している。日射による熱が塔内のダイヤモンドや鉛直リブに伝導することにより、これら補剛材は低温部として格子状に写し出されている。中央セルに塗膜変状と思われる高温域が見られ、後に実施した近接調査(写真-4 参照)で幅約 30cm の浮きであることを確認した。撮影距離 330m の時、画像の 1 ピクセルは幅約 5cm に相当し、この変状は横方向に 6 ピクセル程度で表現されている。一方、14 及び 15 段目には、いずれも幅約 5cm、30 段目には幅約 10cm の浮きが近接検査で確認されたが、赤外線調査では確認できなかった。これらの変状は赤外線画像では 1~2 ピクセル以下となる。検出できる変状の大きさは画像の解像度に依存し、小さい変状の検出には一定の限界があるが、概ね数ピクセル以上に表現される浮きであれば、赤外線画像で検出できることが確認でき、赤外線調査は広範囲の面を対象にスクリーニングを行う手法として概ね有効であると判断した。



〔可視画像〕



〔赤外線画像〕

写真-3 西塔 5 段目の画像



写真-4 ゴンドラによる近接調査

5. おわりに

赤外線カメラを用いた調査により明石海峡大橋主塔の塗膜の現状を把握するとともに、塗膜の剥離や浮きのスクリーニング手法としての適用可能性を確認した。今回の調査は日照条件が良好な箇所を対象に行ったが、塔の北面や箱桁の下面、鋼床版の裏面など直達日射が期待できない箇所への適用も検討する必要がある。

参考文献

- 1) (財)土木研究センター: 土木コンクリート構造物のはく落防止用赤外線サーモグラフィによる変状調査マニュアル, 2005. 3