



写真1 ■ 赤外線カメラを搭載したロボットを遠隔で操作して、鋼床版の溶接部を撮影する。亀裂箇所では温度の差が出やすい3~9月が点検に向く
(写真・資料:48ページまで本州四国連絡高速道路会社)



“目視超え”技術で疲労を見抜く

鋼橋

- ▶ 鋼橋の疲労が深刻化するなか、人間の目よりも正確に劣化状況を判断する非破壊技術が登場
- ▶ 赤外線カメラで捉える温度変化で、亀裂や鋼材に働く応力を推定する手法が出てきた

今年4月に開通30周年を迎える瀬戸大橋。その鋼床版の2mほど下に設置したレールの上に、赤外線カメラを積んだ小型のロボットが据え付けられた。鋼床版のデッキプレー

トとその補強材に当たるUリブの溶接部を撮影しながら、ロボットが滑らかに動き出す――。

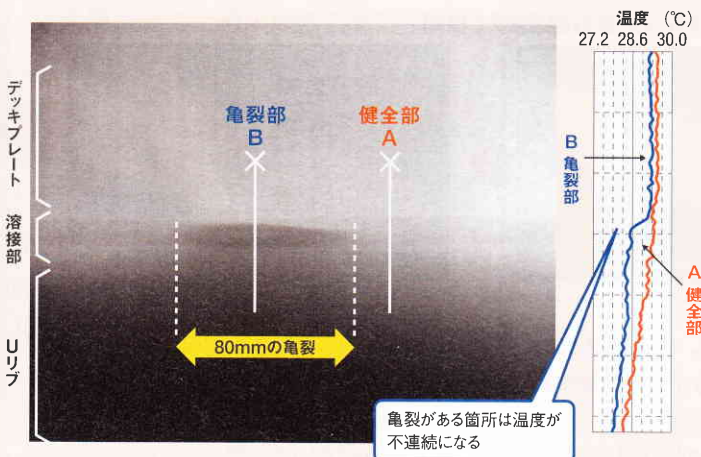
本州四国連絡高速道路会社が、赤外線サーモグラフィを使って溶接

部の疲労亀裂を探る点検中の一幕だ(写真1)。本四高速は、鋼床版の点検に非破壊技術をいち早く取り入れている。

「検出精度は目視以上だ」。赤外線技術を共同開発した神戸大学大学院工学研究科の阪上隆英教授はこう胸を張る。供用中の鋼橋で行った実証実験では、長さ4cmの比較的小さな亀裂の発見に成功。塗装のひび割れやさび汁が見られず、外観では分かりづらい亀裂も検出できた。

技術のポイントとなるのが、溶接部に生じる温度の「ギャップ」だ。溶接部に亀裂があると、微小な空隙によって熱伝導が遮られ、デッキプレートとUリブの間で急な温度変化が生じる。開発したシステムは、赤外線カメラの測定結果から温度勾配が急激に変わる箇所を亀裂として抽

図1 ■ 温度の「ギャップ」で亀裂を検出



塗装の下に隠れた亀裂をサーモカメラで暴く



赤外線画像上の見た目と温度勾配の変化で亀裂かどうかを判定する

(イラスト:49ページも山田 タクヒロ)

出。撮影距離に応じて亀裂の長さを自動で算出する(図1)。

早期発見で補修コストを削減

鋼橋の設計で車両の走行による疲労に配慮するようになったのは、

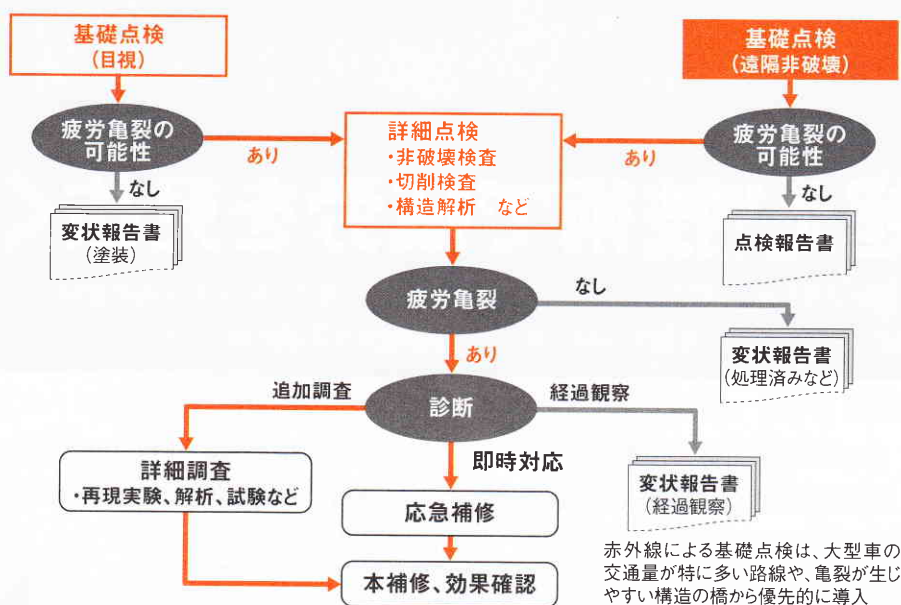
2002年の道路橋示方書の改定以降。これ以前に造られた橋では、疲労亀裂が相次いで発見されている。なかでも、断面急変部や溶接部のように応力が集中する箇所には亀裂が生じやすく、対策が急務になっていた。

本四高速長大橋技術センター診断・構造グループの溝上善昭サブリーダーは、「亀裂を初期段階で見つけることが最大の目的だった」と説明する。溶接部の小さな亀裂は、放っておけばデッキの上面に貫通する恐れがある。早期に発見して対策を施すことで、「長期的な補修コストを大幅に削減できる」(溝上サブリーダー)。

これまでにも、磁粉探傷試験や超音波による探査など、非破壊で鋼床版の細かな疲労亀裂を検出する手法はあった。しかし、これらはいずれも近接作業を要する。足場を組むのに時間や労力がかかるうえ、ピンポイントの探査にしか向かない。遠くから面的に亀裂の有無を評価できる手法が求められていた。

本四高速は赤外線による亀裂検出の効率の良さや精度の高さに期待し、15年から点検マニュアルに同手法を組み込んだ(図2)。現在検査

図2 ■ 非破壊検査を組み込んだ点検フロー



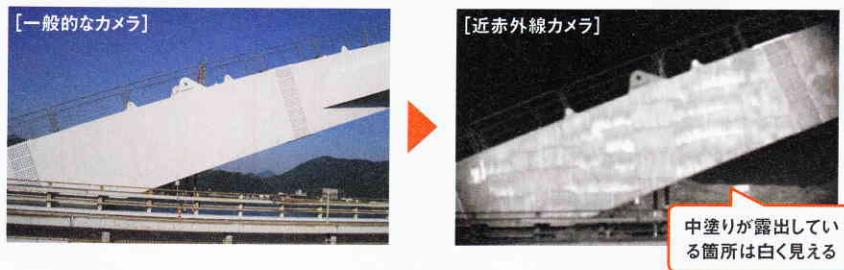
【技術開発】 塗装の劣化も赤外線でお見通し

本四高速と神戸大学は、赤外線を使った塗装の劣化判定にも挑戦している。近赤外線カメラを使って塗装面を撮影するだけで、劣化が進行している箇所を「見える化」する技術を開発し、共同で特許を出願中だ。

対象は、本四高速が海辺の橋で多く採用する「重防食塗装」。鋼材の上に複数の種類の塗装を層状に重ねてある。

新技術では、材料ごとの分光特性の違いに着目した。塗装の最も外側の層であるポリウレタン樹脂と、直下のエポキシ樹脂とは、特定の波長を持った光の反

図4 ■ 防食塗膜の劣化を近赤外線カメラで検知



射度合いに差がある。特殊なフィルターを通して近赤外線カメラで撮影すれば、後者が露出している箇所がモノクロ画像の中で白く浮かび上がる(図4)。

本四高速が管理する鋼橋の総塗装面積は400万㎡に上る。同社は近く新技術を実用化し、効率的な塗り替え計画の作成につなげたい考えだ。