

画像処理を利用した損傷検知技術

東京都市大学総合研究所 正会員 ○小西 拓洋
東京都市大学情報工学科 小屋 裕太郎

1. 研究の目的

橋梁の目視点検において、足場等を利用出来たとしても、桁高の高い橋の床版近辺、足下の損傷、部材の陰となる部位の損傷は見落とされやすい。このような部位に対して高倍率カメラ、ポールカメラなどを利用して画像を取得し、損傷の兆候を検知するいわゆる画像点検が有効と考えられる。画像点検による損傷検知、画像計測が実現すれば、大きな効率向上が期待できる。本稿にて画像処理による損傷検知の取組み事例を報告する。

2. 塗膜割れ検出と疲労き裂検知

橋梁の疲労き裂の点検においては、塗膜割れを含めたき裂損傷の兆候を人間の目視観察により発見し、磁粉探傷試験を実施してき裂の有無を確認している。このき裂検知方法の問題点は、点検部位全てに近づけず、桁高の高い橋の床版近辺や、危険な損傷が多い橋梁下側のガセット、横桁、ソールプレートなどの塗膜割れは、特に小さなものは見落とされやすいと考えられる。また疲労き裂と無関係な塗膜割れも多く、塗膜割れから疲労き裂が見つかる割合は1～2割と小さく空振りが多いことである。このようなき裂点検に画像データを利用して危険な塗膜割れを選別できれば、き裂見逃しの防止、磁粉探傷検査数を絞り込みが可能となる。き裂検知の手順は、①画像処理による塗膜割れの検出、②疲労き裂のある塗膜割れを選別、③他の非破壊検査データとの照合となる。

(1) 塗膜割れの検出

点検しにくい箇所の塗膜割れ発見には画像点検が非常に有効である。この画像情報を用いて塗膜割れを抽出し、目で確認しにくい塗膜割れ強調するために輪郭抽出処理を行う。その手順は①輪郭抽出 (LOG : Laplacian of Gauss フィルタを使用) ②ノイズフィルタによるノイズ除去、③白黒2値への変換を行う。この処理によれば、部材のエッジも抽出されるため、④色情報を利用した塗膜割れの抽出を行う。元写真の色はRGB方式で記録されているが、これをSVHに変換し、塗膜割れの赤味がかかった色のみを抽出する。⑤輪郭画像と色抽出画像の重なり部分として塗膜割れが抽出できる。写真-1 で黒く着色した部分が抽出結果である。

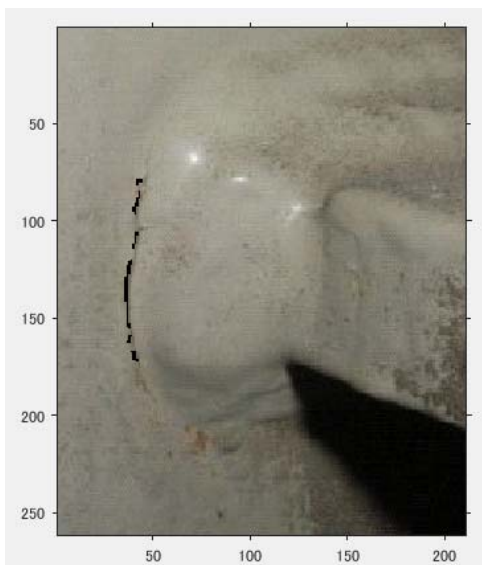


写真-1 塗膜割れの抽出

(2) 塗膜割れからの疲労き裂検知

写真-2 (a) (c)に2つの塗膜割れ写真を示す。(a)はルートき裂の塗膜割れ写真を示し、(b)がその磁粉探傷結果である。写真-2(c)の塗膜割れ下からは疲労き裂は検出されていない。塗膜割れは、塗膜内部



写真-2 塗膜割れからのき裂検出

キーワード 塗膜割れ, 疲労き裂, 点検, 画像処理

連絡先 〒158-0082 東京都世田谷区等々力 8-15-1 東京都市大学総合研究所再生工学センター TEL 03-5706-3118

の引張り応力により、塗膜の薄い部材のエッジ、溶接ビードの頂上部分などが塗膜の内部応力で割れる現象である。そこに塗膜に鋼材のひずみが重畳することにより、供用後に塗膜割れが発生する場合がある。このような塗膜割れは溶接止端など応力集中部に生じやすいので、き裂の発生部位には塗膜割れも発生しやすい。塗膜割れと、疲労き裂の発生順序は不明であるが、多くのものは塗膜割れが先に発生すると考えている。また、き裂が先に発生し表面に開口が生じると、塗膜割れが誘発される場合がある。このようなケースは、特にルートき裂が溶接ビード表面まで貫通した場合に、応力集中部以外でも塗膜割れが生じる。このような塗膜割れのパターンに疲労亀裂の特徴パターンを考慮することで疲労亀裂の判定が可能である。判定方法については、単純に塗膜割れの特徴パラメータとき裂有無の相関を探索する方法、パターンマッチング、機械学習などが利用できる。

3. 点検写真による進展検出

劣化予測、措置の緊急性を判断する場合に、き裂の進展量、進展経路の評価が重要となる。通常の点検では亀裂長を計測し記録するが、点検毎に測り方が変わり、計測誤差が数 mm 程度と考えられるため進展量計測には利用できない。進展ゲージを利用する方法もあるがモニタリング装置が必要となる。画像処理による進展量計測は、過去に撮影された画像を射影変換により重ねて表示することにより実現できる。点検写真は撮影方向、距離がバラバラであるが、2つの写真の中で共通する4点の各画像での座標がわかれば重ね合わせが可能である。写真3では左の2枚の写真の差分を右写真で緑に着色して示している。このような手法は、例えば非破壊検査結果と損傷写真を重ねることによる比較評価にも利用できる。

4. 損傷データの定量化

損傷写真から画像上での計測が可能である。画面上にスケールや寸法がわかる部材等があれば、これを参照に写真-4(a)のように画像上で採寸が可能である。さらにビードのように傾斜した面上の損傷は、写真-4(b)に示すようにビード面正面から見た画像に変換して計測できる。ここでは変換に際しては、写真(a)で採寸したビード寸法、推定角度を用いている。縦横軸は実寸 (mm) を示す。また写真-4(c)は写真-3(a)を基に、溶接ビードを水平にしてウェブ正面から見た画像に変換した上で、画像処理によりき裂を抽出して細線化し、分岐点、屈曲点、端点などの特徴点の座標を求めている。特徴点間の距離から進展量の計測ができる。さらに溶接ビードや部材との位置関係がわかるよう、スケッチ上に亀裂線画像を重ねている。



写真-3 き裂の進展量評価

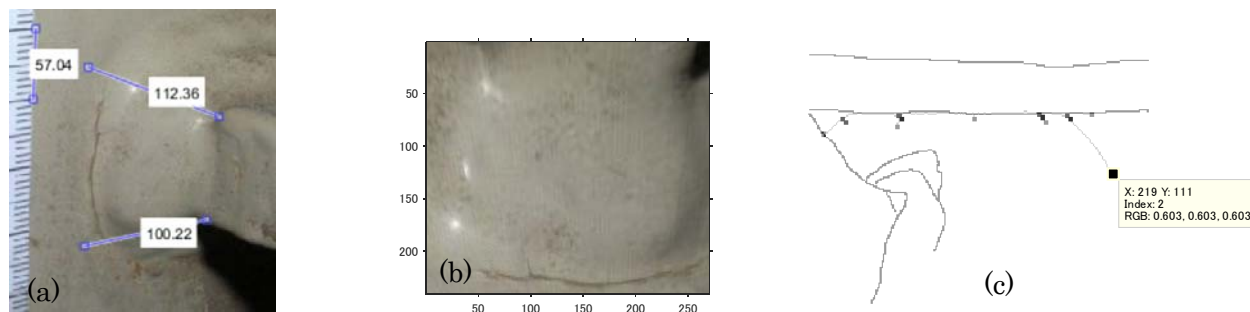


写真-4 損傷の計測と数値データ化

謝辞：画像処理技術の応用に関する、東京都市大学情報科学科視覚メディア研究室の協力を感謝します。