

極度に腐食が進行した鋼矢板護岸の画像診断

新潟大学大学院自然科学研究科 学生会員 ○萩原大生
新潟大学自然科学系（農学部） 正会員 鈴木哲也

北里大学獣医学部 正会員 島本由麻
日鉄建材株式会社 正会員 大高範寛・藤本雄充

1. はじめに

河川護岸で使用される鋼矢板において顕在化する腐食劣化が維持管理の観点から問題となっている¹⁾。極度に進行した腐食は断面欠損を引き起こし、鋼矢板の性能を低下させる。図1に既設鋼矢板における断面欠損の例を示す。腐食鋼矢板表面には鋼材の変色や変形が現れることから、その変化を可視画像における濃淡配列の繰り返しパターンであるテクスチャ²⁾として捉えることは有用な手法と考えられる。本研究では、テクスチャ解析手法のひとつである同時生起行列を用いて異なる腐食状況の鋼矢板表面画像における濃淡配列の特徴を定量化し、その相違の検出を試みた。

2. 計測・解析方法

2.1 供試材・計測方法

UAV（Matrice210, DJI 社製）に搭載した可視光カメラ（ZenmuseZ30, DJI 社製）を用いて、地面に設置した軽量鋼矢板の画像を取得した。撮影対象は新設鋼矢板と農業用鋼矢板水路より引き抜かれた既設鋼矢板とした。軽量鋼矢板の型式はLSP-3Dで、施工時期は昭和52年である。撮影条件は、カメラの俯角を90度、光学ズームを6.0倍、機体の飛行高度を5.0mとした。

2.2 解析方法

図2に解析に用いた供試画像を示す。供試画像には、新設鋼矢板と腐食状況の異なる鋼矢板の表面画像を用いた。解析範囲は、取得画像における512画素×512画素の領域とした。供試画像には色空間変換を行うことで、彩度の色領域を抽出した。テクスチャ解析では、同時生起行列を用いることで鋼矢板表面画像における濃淡分布の特徴について評価を試みた。同時生起行列³⁾は、画像内において特定の位置関係にある2点の濃淡の特徴を求める方法である。画像の濃淡 i から距離 d pixelおよび角度 θ radの位置 $(\delta=(d, \theta))$ に濃淡 j が存在する確



図1 既設鋼矢板における断面欠損の例

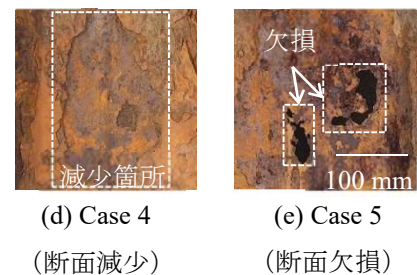
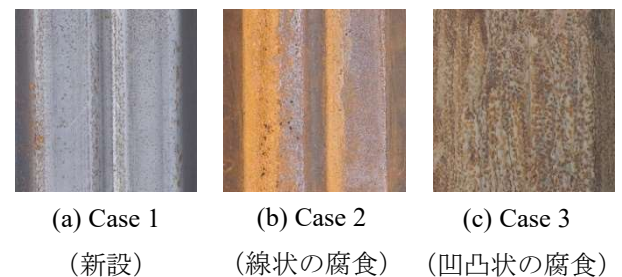


図2 画像解析に用いた供試画像

率 $P_{\delta}(i, j)$ を行列の (i, j) 成分としたものが同時生起行列である。画像における濃淡配列の特徴量を同時生起行列より算出することが可能である。本研究では、テクスチャの均質性を示すASM（Angular Second Moment）を用いた。ASMの式を以下に示す。

$$ASM = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} \{P_{\delta}(i, j)\}^2 \quad (1)$$

ここで、 n は画像の濃淡レベル数を表し、本研究では $n=256$ とした。

キーワード 腐食鋼矢板, 可視画像, テクスチャ解析, 同時生起行列

連絡先 〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐2の町8050番地 新潟大学農学部施設機能工学研究室

TEL : 025-262-7395 E-mail : f19e018a@mail.cc.niigata-u.ac.jp

3. 結果・考察

本研究では、同時生起行列の位置条件である角度について、 $\theta=\pi/2$ を鋼矢板長辺方向、 $\theta=0$ を鋼矢板短辺方向とし、解析角度によるテクスチャの相違を考慮して検討を行った。図 3 に各ケースにおける解析距離に伴う ASM の変動を示す。ASM は値が高いほどテクスチャの均質性が高いことを表す。腐食状況に応じたテクスチャの均質性に注目すると、Case 1 (新設) では Case 2~Case 5 の腐食鋼矢板と比較して ASM が高い値を示すことが確認された。新設鋼矢板の表面画像では、腐食鋼矢板と比較して構成する濃淡の種類が少ないことから、均質性が高くなると考えられる。Case 2~Case 5 の腐食鋼矢板においては、Case 5 (断面欠損) の ASM が最も低い値を示すことが確認された。欠損部分周辺の不規則な変色により、濃淡の種類が増加し、均質性が低くなったと考えられる。解析角度による鋼矢板表面画像の長辺方向および短辺方向の均質性に注目すると、各ケースにおいて解析角度により ASM が異なる値を示すことが確認された。特に、Case 2~Case 5 の腐食鋼矢板において Case 2 (線状の腐食) では解析角度による ASM の相違が比較的大きく、長辺方向に線状に広がる腐食の特徴を捉えているといえる。

以上より、解析角度を考慮したテクスチャの均質性の評価から、新設鋼矢板、比較的早期の腐食である線状の腐食および極度の腐食である断面欠損の特徴を検出できる可能性が示唆された。

4. おわりに

鋼矢板表面画像におけるテクスチャの均質性に注目することで、新設鋼矢板、比較的早期の腐食および極度の腐食の特徴を捉えられる結果が得られた。腐食の詳細な分類については、赤外線カメラを用いて熱画像との組み合わせによる評価を今後検討する。

参考文献

- 1) 鈴木哲也, 大高範寛, 藤本雄充, 島本由麻, 浅野 勇: UAV を用いた赤外線計測による腐食鋼矢板実態の検出・評価, 農業農村工学会誌, Vol.87, 2019 年第 8 号, pp.659-662.
- 2) 富田文明, 白井良明, 辻 三郎: テクスチャの解析, 情報処理, Vol.19, 1978 年第 2 号, pp.173-182.
- 3) 高木幹雄, 下田陽久: 新編 画像解析ハンドブック, 東京大学出版会, pp.1261-1267.

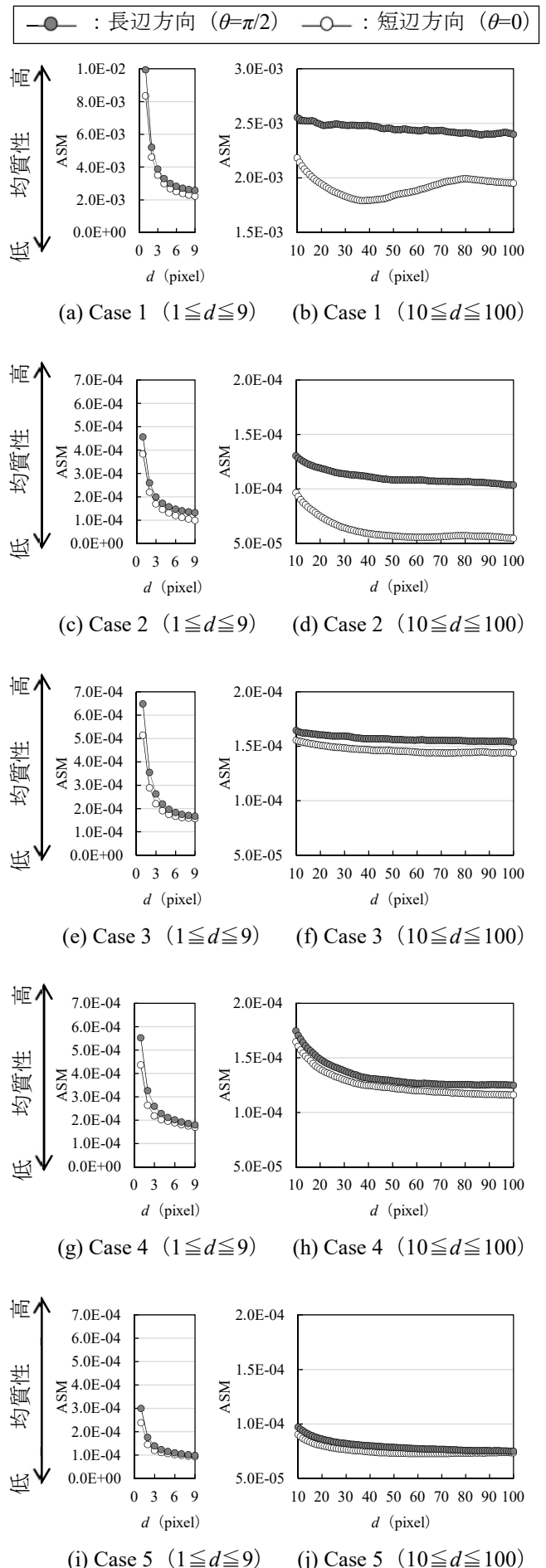


図 3 解析距離に伴う ASM の変動