

鋼矢板護岸における腐食実態の画像診断 Image Analysis of Corroded Condition in Service Steel Sheet Piles

萩原 大生 (新潟大学大学院・自) 島本 由麻 (北里大学・獣) 鈴木 哲也 (新潟大学・農)

Taiki HAGIWARA, Graduate School of Science and Technology, Niigata University

Yuma SHIMAMOTO, Kitasato University

Tetsuya SUZUKI, Niigata University

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

Textural characteristics of visible images of corroded steel sheet pile are important information of the corroded condition. In this study, spatial distribution characteristics in visible images of the corroded steel sheet pile are evaluated by texture analysis using gray level co-occurrence matrix. As a result, by utilizing saturation channel, the textural homogeneity of a non-corroded steel sheet pile is higher value than a corroded one. Considering the spatial anisotropy, there is a difference of the homogeneity in the long length and the short one. The textural characteristics of non-corrosion and corrosion could be quantitatively evaluated by the textural homogeneity and the spatial anisotropy.

1. はじめに

近年, 社会基盤施設の鋼構造物における腐食劣化が問題となっている¹⁾。特に, 河川護岸や水路で使用される鋼矢板においては極度に進行した腐食劣化が顕在化している²⁾。極度の腐食劣化は鋼矢板の断面欠損を引き起こす可能性があり, 施設の性能低下へつながるとされる。Fig. 1 に既設鋼矢板における断面欠損の例を示す。このような欠損箇所が増加する, あるいは欠損範囲が拡大すると鋼矢板の倒壊が発生する懸念がある。そのため, 施設の維持管理や補修対策の観点から, 鋼矢板水路における腐食実態の検出および評価が不可欠である。非破壊・非接触による評価の場合, 腐食鋼矢板の表面には鋼材の変色や変形が現れることに着目すると, 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³⁾として捉えることは有用な手法と考えられる。そこで本稿では, 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ることで異なる腐食状況の鋼矢板の表面画像における濃淡配列の特徴を定量的に評価し, その相違の検出を試みた結果について報告する。

2. 計測・解析方法

2. 1. 供試材・計測方法

UAV (Matrice 210, DJI 社製) に搭載した可視光カメラ (Zenmuse Z30, 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排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 5.0 m とした。鋼矢板に対して正面から画像の取得を行った。

2. 2. 解析方法

Fig. 2 に解析画像を示す。解析画像には, 新設鋼矢板と腐食状況の異なる鋼矢板の可視画像を用いた。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。解析画像に対して RGB 空間から HSV 空間への色空間変換を行い, 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⁴⁾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

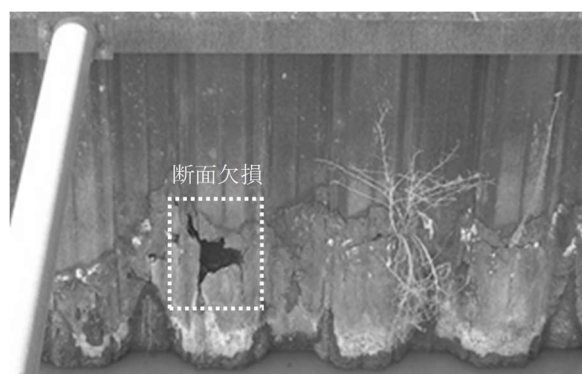


Fig. 1 Example of cross section defect in service steel sheet pile

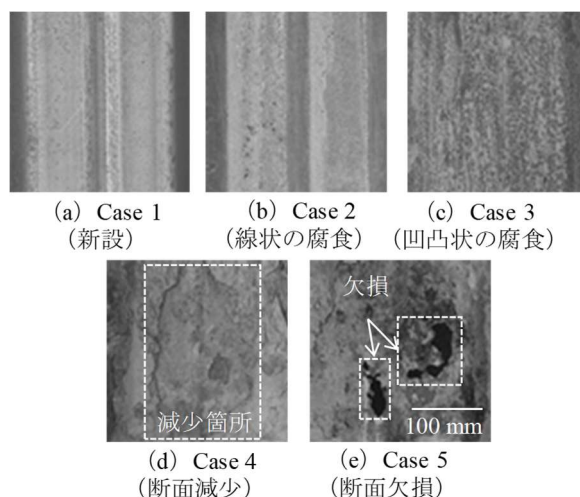


Fig. 2 Analytical images of corroded steel sheet piles

る濃淡配列の性質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.

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, $\theta=\pi/2$ を鋼矢板の長辺方向, $\theta=0$ を鋼矢板の短辺方向とし, 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. Fig. 3 に各ケースにおける解析距離に伴う ASM の変動について示す. 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着目すると, 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が影響し, 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の長辺方向および短辺方向の均質性に着目すると, 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からテクスチャの空間的異方性が確認された. 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い結果となった. 長辺方向に線状に広がる腐食により同方向の解析では均質性が高い値を示すが, 短辺方向の解析では線状のテクスチャと垂直方向に交錯することから均質性がより低い値を示したと考えられる.

以上より, テクスチャの均質性と解析角度による空間的異方性を考慮した評価から, 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テクスチャ特徴を検出できる可能性が示唆された.

4. おわりに

本研究では, 鋼矢板の表面可視画像に対して同時生起行列を用いたテクスチャ解析を行い, テクスチャの均質性を表す ASM を用いて腐食状況についての定量評価を試みた. 検討の結果, 鋼矢板の腐食状況に応じてテクスチャの均質性が異なる結果となった. 解析方向における比較では, 鋼矢板の長辺方向と短辺方向では ASM の値が異なる傾向が確認された. 以上から, テクスチャの均質性と空間的異方性に着目することで, 可視画像を用いることにより鋼矢板の腐食状況について定量評価の可能性が示唆された.

参考文献

- 1) 土木学会 鋼構造委員会 鋼構造の防食性能の回復に関する調査研究小委員会: 大気環境における鋼構造物の防食性能回復の課題と対策 (鋼構造シリーズ 30), 土木学会, pp. 1-11, 2019.
- 2) 鈴木哲也, 浅野 勇, 石神暁郎: 第2章 鋼矢板水路の腐食実態と地域特性, 農業用鋼矢板水路の腐食実態と長寿命化対策—補修・補強・更新への性能設計—, 養賢堂, pp. 42-61, 2019
- 3) 富田文明, 白井良明, 辻 三郎: テクスチャの解析, 情報処理, 19, pp. 173-182, 1978.
- 4) 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.

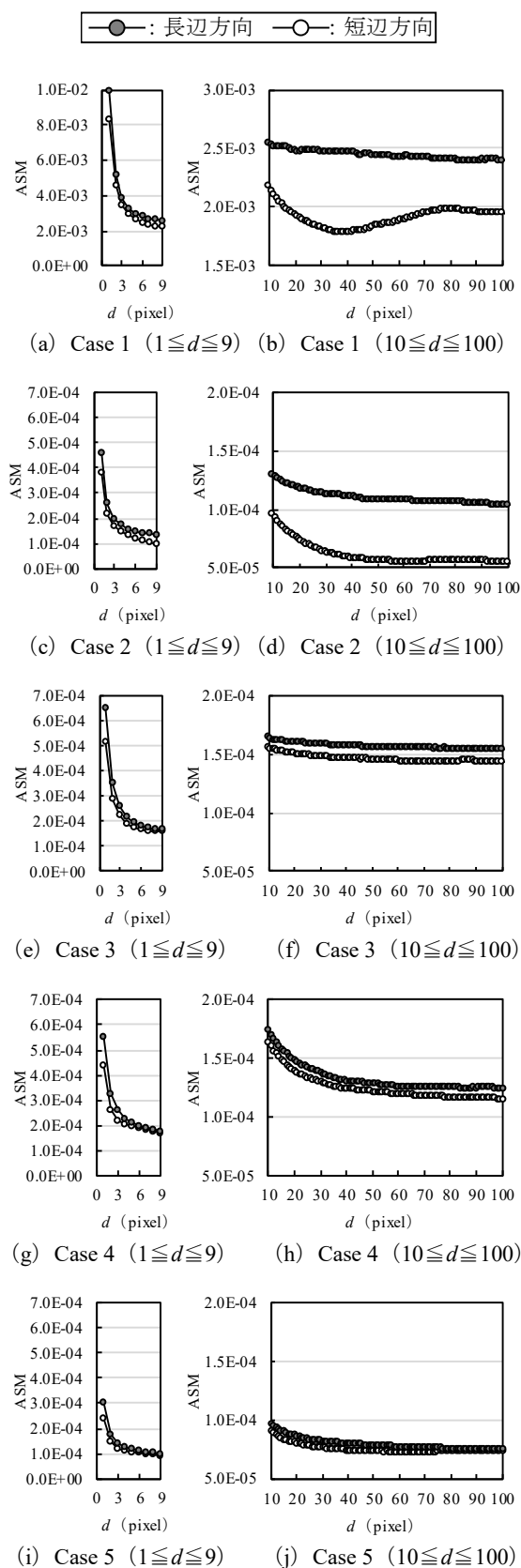


Fig. 3 Relationship between analytical distance and ASM