

# デジタル画像を用いた鋼矢板の腐食実態と座屈現象の検出 Detection of Corroded Condition and Buckling in Steel Sheet Piles by using Digital Images

○萩原大生\* 島本由麻\*\* 鈴木哲也\*\*\*

○Taiki HAGIWARA\*, Yuma SHIMAMOTO\*\* and Tetsuya SUZUKI\*\*\*

## 1. はじめに

農業用水路に用いられる鋼矢板護岸では、極度に進行した腐食により、断面欠損が顕在化する場合がある。断面欠損は傾倒や倒壊を引き起こし、施設の性能低下へつながるとされる。施設の長寿命化の観点から、腐食実態についての検出・評価は不可欠である。先行研究において、画像データによる非破壊・非接触での鋼矢板護岸の腐食実態評価法について開発を行っている<sup>1)~3)</sup>。本稿では、デジタル画像を用いて既存施設に生じた腐食の空間的特徴の評価および極度の腐食の結果生じた護岸の座屈現象の検出の2点について概説する。

## 2. 腐食実態の検出

デジタル画像（可視画像）における空間的特徴から、腐食実態の検出の検討を行った。Fig. 1 に解析に用いた腐食状況の異なる鋼矢板の画像を示す。解析的検討では、Fig. 1 の画像に対して彩度を抽出し、テクスチャ解析のひとつである同時生起行列を用いて画素群の空間的特徴の評価を試みた。特徴量としてはテクスチャの均質性を表す Angular Second Moment (ASM) を算出した。同時生起行列では、特定の画素同士的位置関係を考慮し特徴量を求める。鋼矢板の鉛直方向に薄く引き伸ばされた形状に着目し、長辺と短辺の2方向を解析方向とした。検討の結果として Fig. 2 に、画素間の距離に伴う短辺方向と長辺方向の ASM 比率の変

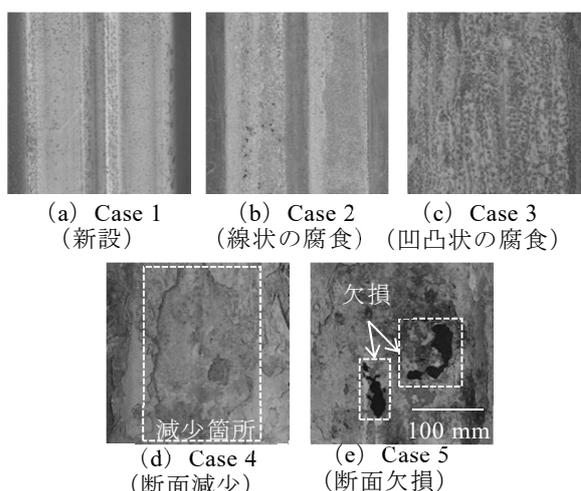


Fig. 1 異なる腐食状況の鋼矢板の供試画像  
Analytical images of corroded steel sheet pile

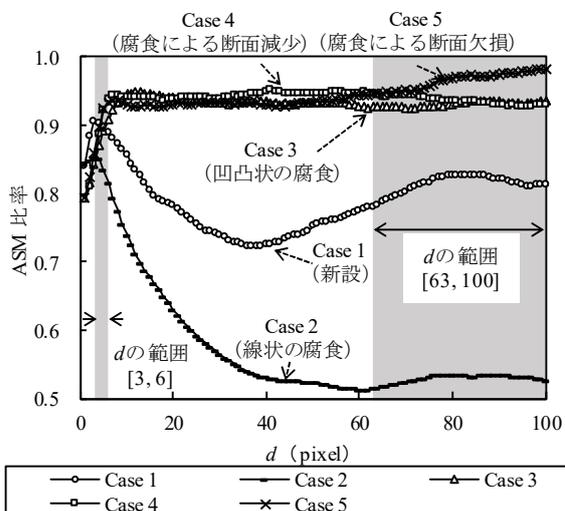


Fig. 2 短辺方向と長辺方向の ASM 比率の変動  
Variation of the ratio of ASM in the short length to ASM in the long length

動を示す。解析方向による ASM の相違から、Case 1 (新設)、Case 2 (線状の腐食) および Case 5 (断面欠損) において特徴的な

\* 寒地土木研究所 Civil Engineering Research Institute for Cold Region

\*\* 北里大学獣医学部 School of Veterinary Medicine, Kitasato University

\*\*\* 新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード：鋼矢板，腐食実態，座屈破壊，画像解析，同時生起行列，ハフ変換

変動が確認された。鋼矢板における腐食の有無および腐食鋼矢板における断面欠損の有無の判断の可能性が示唆された。

### 3. 座屈現象の検出

腐食が極度に進行し断面欠損が顕在化した鋼矢板護岸では、座屈破壊による護岸の傾斜が確認される。Fig. 3 に既存施設における護岸の傾斜の例を示す。このような現状に対し、デジタル画像により護岸の損傷実態について検出することを検討した。解析的検討では、水路横断面の構図となる画像に対して、画像解析における図形検出手法のひとつであるハフ変換を適用した。ハフ変換により鋼矢板の直線形状を距離( $\rho$ )と角度( $\theta$ )のパラメータで表現し、傾斜角度について評価した。Fig. 4 に画像中の直線検出の概念図を示す。鋼矢板の直線形状の角度パラメータ( $\theta_{\text{解析}}$ )を画像による推定角度とし、実測による笠コンクリートの傾斜角度( $\theta_{\text{実測}}$ )との比較検討を行った。

Fig. 5 に、画像中の直線をパラメータ空間で表現した結果を示す。検討ケースとしては、水路右岸画像の切梁間の1区間ごとに解析範囲を定めた。ここでは、Case 1~5におけるCase 1および2の結果を示す。水路内の画像においては鋼矢板の直線形状だけでなく、笠コンクリート・腹起し、切梁、断面欠損箇所を中心とするノイズ直線が検出された。鋼矢板の傾斜角度についてはFig. 5中の四角の範囲、特にCase 1および2については灰色で示す範囲の直線にて評価を行った。

### 4. おわりに

本稿では、デジタル画像を用いることによる鋼矢板における腐食実態および座屈現象の非破壊・非接触での検出について報告した。いずれもサンプルサイズを大きくしより詳細に検討していくことが今後必要と考えられる。

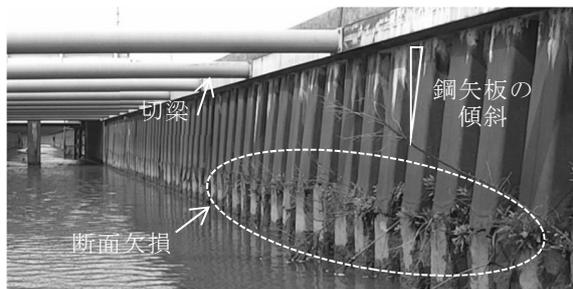
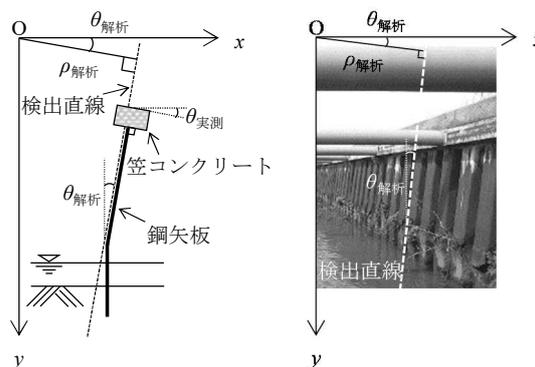


Fig. 3 切梁式鋼矢板水路における変形の例  
An example of deformation in beam-type steel sheet pile canal



(a) モデル図 (b) 解析画像  
Fig. 4 直線検出の概念図  
Conceptual diagrams of detecting a straight line

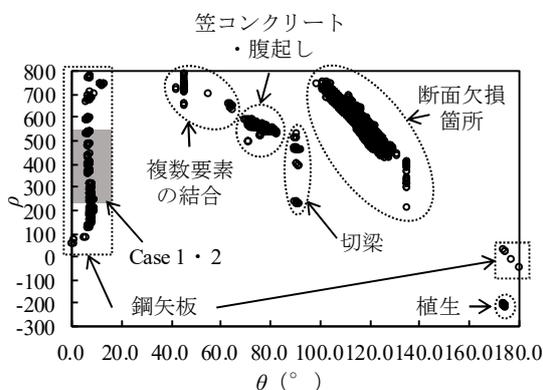


Fig. 5 パラメータ空間における散布図  
Scatter plots in parameter space

### 引用文献

- 1) 鈴木哲也, 大高範寛, 藤本雄充, 島本由麻, 浅野 勇 (2019): 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, 87(8), 25-28.
- 2) 萩原大生, 島本由麻, 鈴木哲也, 大高範寛, 藤本雄充 (2020): 同時生起行列を用いた腐食鋼矢板画像におけるテクスチャ特徴の検出, 農業農村工学会論文集, 310, 1\_145-1\_153.
- 3) 萩原大生, 島本由麻, 鈴木哲也 (2021): デジタル画像のハフ変換による切梁式鋼矢板護岸の変形検出, 農業農村工学会論文集, 312, 1\_1-1\_9.