

## 画像解析によるステンレス鋼矢板の微小腐食検出精度の向上

### Enhancing Micro-Corrosion Detection Accuracy in Stainless Steel Sheet Piles using Image Analysis

○大高範寛\* 藤本雄充\* 柴野一真\*\* 萩原大生\*\*\* 鈴木哲也\*\*\*\*

Norihiro OTAKA, Yuji FUJIMOTO, Kazuma Shibano, Taiki Hagiwara and Tetsuya SUZUKI

#### 1. はじめに

令和5年に改定された農業水利施設の機能保全の手引きでは、長寿命化とライフサイクルコストの低減を目的とした戦略的な保全管理の推進が示された。ステンレス鋼矢板は、耐久性に優れた排水路護岸資材として、ライフサイクルコストの縮減や維持管理負担の軽減に寄与する。一方で、暴露試験では微小な孔食が確認されており、腐食量を同定する技術の開発が必要である。画像解析による孔食検出は、光の反射強度に基づく二値化処理により限定範囲では高精度であるが、広範囲では日照やノイズの影響で精度が低下する。本稿では、その精度向上に向けた取組みを報告する。

#### 2. 調査・解析方法

##### 2.1 対象画像

ステンレス鋼矢板護岸の調査では、周囲を仮締切りした上で(図1)、孔食が確認された水位変動部の表面の汚れを除去し、1200万画素のデジタルカメラにて約50cmの距離から撮影した。解析には、相対的に孔食が多く確認された SUS410 の画像から抽出した約60mm×270mm (512×2304pixel) の範囲を対象(図2)として用いた。

##### 2.2 解析方法

##### 1) 閾値の新しい設定方法

筆者らはこれまで、孔食の影部分を二値化処理で検出する手法<sup>1)</sup>を用いてきた。今回の解析では、図3に示すように孔食の影部と光の反射部の両方を検出する方法で検出精度の向上を試みた。具体的には、RGB画像をグレースケール画像に変換し、低輝度用と高輝度用の2つの閾値で二値化したそれぞれの画像を合成して、孔食を同定する手法を採用した。閾値は下0~120、上120~225を5刻みで設定し、550通りの中から最も検出精度の高い閾値の条件を選定した。なお、解析の



図1 ステンレス鋼矢板(設置後5年)

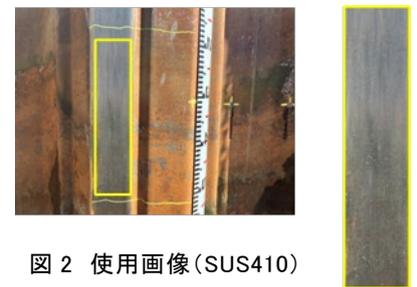


図2 使用画像(SUS410)

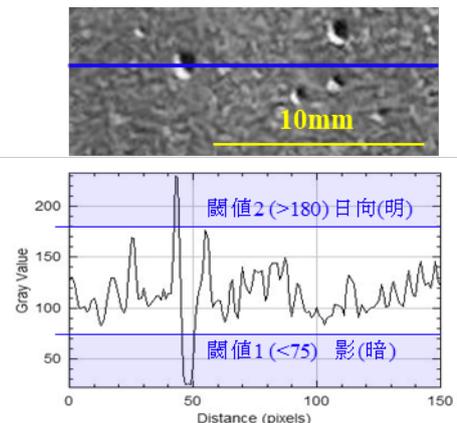


図3 孔食検出のための上下閾値の設定概念図

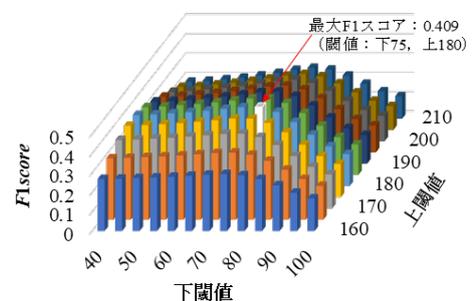


図4 上下閾値別の検出精度結果

\*日鉄建材株式会社 NIPPON STEEL METAL PRODUCTS CO.,LTD. \*\*新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University \*\*\*山口大学大学院創成科学研究科農学系 Faculty of Agriculture, Yamaguchi University \*\*\*\*新潟大学自然科学系(農学部) Institute of agriculture, Niigata University キーワード ステンレス鋼, 鋼矢板, 孔食, 画像解析

対象は取得した画像全体を 1 枚として評価した。

## 2) 解析範囲の細分化による検出精度の向上

広範囲の画像に対する検出精度向上のため、対象の画像を最大の孔食が 1 枚の画像の 10%以下となるように 128×128pixel に等分割した 72 枚の小領域画像を作成し、それぞれに対して前述と同様の手順で閾値を設定した。各画像において検出精度が最も高いものを集約し、全体の 1 枚の画像として再構成する手法を用いた。なお、検出精度の評価には、混同行列に基づく F1 スコアを指標とした。

## 3. 結果および考察

### 1) 上下閾値設定による検出結果（一括解析）

上下の閾値の変化による検出精度への影響を図 4 に示す。上下の閾値をそれぞれ変化させることで、最適な閾値設定ができることが明らかとなった。検出画像は、図 5 に示す通りであり、最大の F1 スコアは 0.407 であった。

### 2) 細分化による検出結果（個別解析）

図 6 に一括解析および個別解析の結果を示す。左図は細分化された検出画像、右図が F1 スコアである。一括解析では、全範囲を同一の閾値で二値化処理するため、黄色枠で示すような検出精度が著しく低い範囲が生じていることが確認される。一方、個別解析では各画像に適切な閾値を設定することで、検出精度を改善できることが示された。個別解析の F1 スコアは、平均で 0.528，最大で 0.659 を示した。

### 3) 個別閾値の設定方法の提案

細分化した各画像の平均輝度と個別に設定した閾値の散布図を図 7 に示す。上下の閾値はいずれも平均輝度と強い相関を示すことが確認された。したがって、細分化した画像の閾値設定では、各画像の平均輝度から推定される上下の閾値を用いることで、孔食検出精度の向上が可能であることが明らかとなった。

## 4. まとめ

2 つの閾値により孔食を検出することの有効性を示すとともに、広範囲の画像の細分化と輝度から設定する個別閾値を用いることで、検出精度を向上できる可能性を示した。二値化処理によるこれ以上の精度向上は困難であり、更なる精度向上に向けて、現在機械学習を取り入れた試みを行っている。

〔参考文献〕 1) 大高範寛他:超長期耐久性を考慮した水路護岸材の暴露試験および画像解析による微少腐食の検出, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp.3~4 (2024)



図 5 一括解析による検出結果

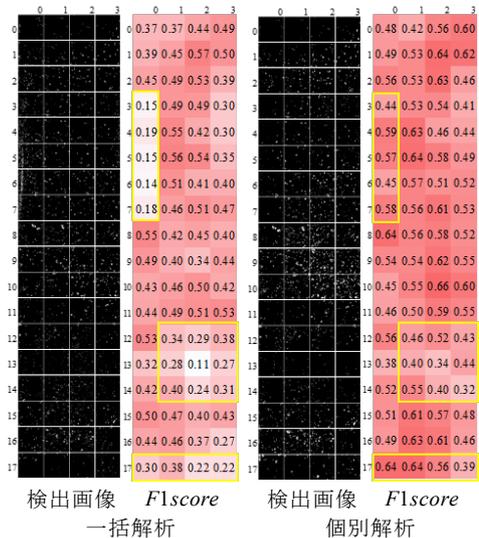


図 6 一括解析と個別解析の精度比較

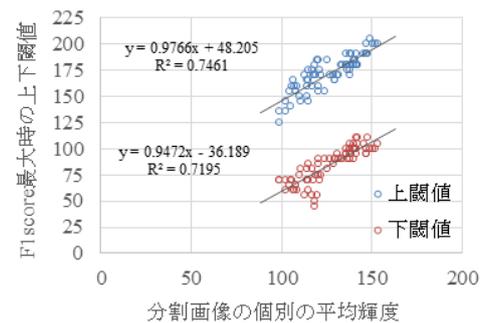


図 7 個別平均輝度と上下閾値との関係