

赤外線計測を援用した腐食鋼矢板に対する非破壊・非接触による板厚検出 Non-destructive and non-contact thickness detection of corroded steel sheet piles using infrared thermography

○萩原大生* 鈴木哲也**

○Taiki HAGIWARA* and Tetsuya SUZUKI**

1. はじめに

排水路護岸としての役割を果たす鋼矢板では、厚さにおいて腐食度を考慮した設計がなされるが、近年では極度の腐食が顕在化していることから既存施設での板厚の評価が不可欠である。筆者らは、板厚を熱容量とみなすことにより鋼矢板の表面温度に着目した板厚の検出手法を検討しており^{1), 2)}、本研究では特に、赤外線サーモグラフィを援用することによる既存施設を対象とした非破壊・非接触での検出 (Fig. 1) に関する検討結果を報告する。

2. 解析モデル

提案する検出手法では、鋼矢板の板厚を熱容量とみなし、その温度応答を捉える。鋼材の熱伝導率は比較的高いことから、鋼矢板内の板厚方向における温度勾配は考慮せず、集中定数系の解析モデルとした (Fig. 2)。鋼矢板表面での熱収支を考慮すると、式(1)のようになる。

$$c\rho l \frac{dT}{dt} = R_n - H \quad (1)$$

ここで、 c は比熱、 ρ は密度、 T は温度、 t は時間、 l は板厚、 R_n は正味放射量、 H は顕熱輸送量である。これにより、特定の板厚における表面温度を求める。なお、本研究では鋼矢板の背面土の水分状態を把握していないことから、鋼矢板と背面土の境界を断熱条件と仮定した。加えて、日射は鉛直面の鋼矢板に入射することから、Erbs モデル

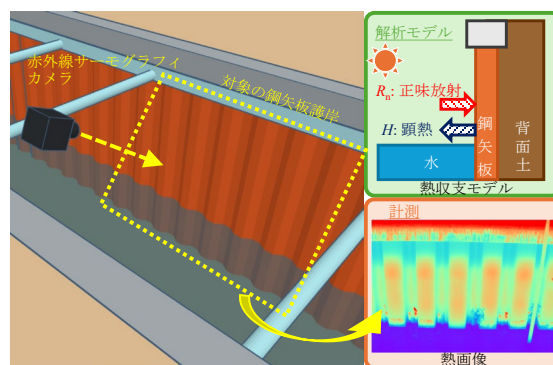


Fig. 1 本研究のコンセプト

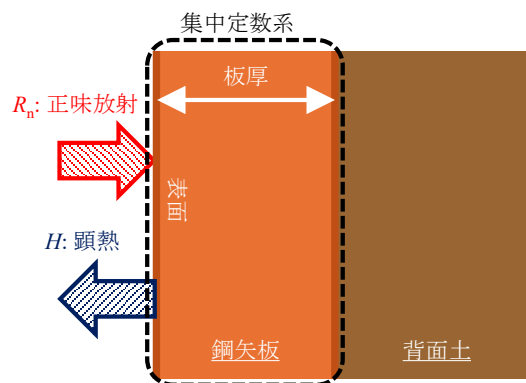


Fig. 2 鋼矢板表面の熱収支解析モデル

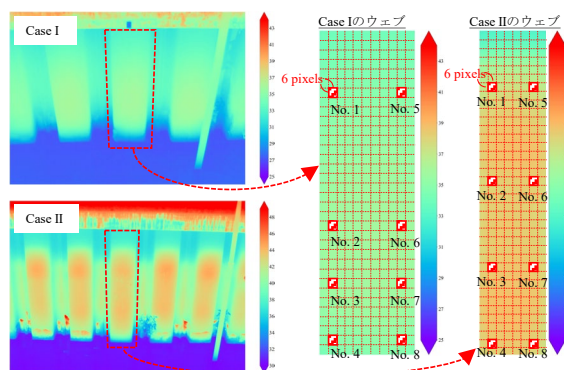


Fig. 3 熱画像からの対象温度の抽出

* 山口大学大学院創成科学研究科 Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University

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

キーワード: 腐食鋼矢板, 板厚検出, 非破壊・非接触評価

により，水平面の全天日射の実測データの直散分離を行った後，鉛直面への日射量を算出し，解析モデルに与えた。

3. 実構造物での計測

新潟県亀田郷の既設鋼矢板護岸を対象に計測を実施した。9時から16時までの1時間ごとに赤外線サーモグラフィにより熱画像を取得した。Fig. 3のようにCase IとCase IIの護岸を設定し，熱画像より板厚測定を実施した箇所の温度を抽出した。なお，気象データは気象庁によるものを用いた³⁾。

4. 結果および考察

検討結果として，Case II (2022/8/1 実施)を提示する。Fig. 4に，日射量の分離結果を示す。Fig. 5に熱画像から抽出した1枚の鋼矢板あたり8箇所の温度の時系列を示す。このうち，日陰に伴う温度のばらつきの小ささを考慮し，No. 1の温度トレンドにフィットするよう熱収支解析を実施した結果をFig. 6に示す。解析モデルより求めた各板厚の温度トレンド (Fig. 6) と実測データ (Fig. 5) を比較して，板厚を求めた。その際，空間統計手法のクリギングによりばらつきを抑えることを試みた。14時時点の板厚と表面温度の関係をFig. 7に示す。クリギングによるポスト処理を加えることで，板厚推定の可能性が示唆された。

5. おわりに

本研究では，既設鋼矢板護岸の板厚を温度応答に着目して，赤外線サーモグラフィにより非破壊・非接触で検出することを試みた。熱収支解析とクリギングの援用により，板厚推定の可能性が示唆された。

参考文献

- 萩原大生，島本由麻，鈴木哲也，阿部幸夫，大高範寛，原田剛男，藤本雄充，川邊翔平，金森拓也：1次元熱伝導解析を適用した腐食鋼矢板の板厚推定に資する鋼材供試体での実験的検討，農業農村工学会論文集，90(2)，I_239-I_250，2022。
- 萩原大生，島本由麻，鈴木哲也：材料表面での熱収支解析と赤外線計測による腐食した鋼矢板厚の非接触評価，土木学会論文集特集号（応用力学）論文，80(15)，23-15049，2024。

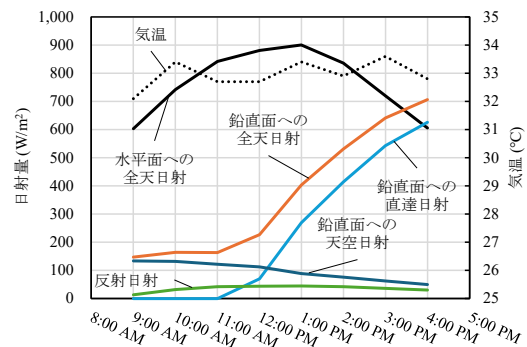


Fig. 4 日射量の分離結果

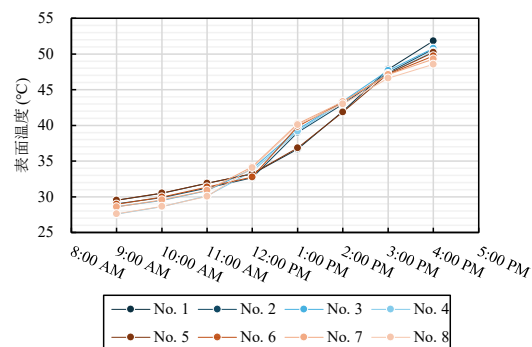


Fig. 5 Case II の表面温度

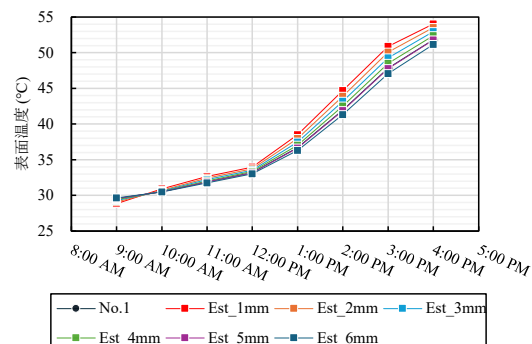


Fig. 6 熱収支解析結果

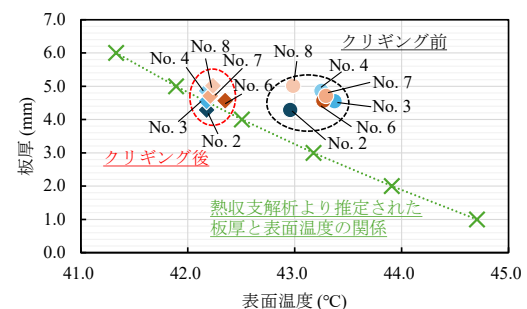


Fig. 7 板厚推定結果

- 気象庁：過去の気象データ検索，https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/view/hourly_s1.php?prec_no=54&block_no=47604&year=2022&month=8&day=1&view=