

赤外線劣化診断への画像処理技術の応用 (熱画像の2値化処理)

大和小田急建設(株)	正会員	○篠崎	哲也
大和小田急建設(株)	正会員	小林	孝行
大和小田急建設(株)	正会員	和田	光弘
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	篠田	昌弘
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	大村	寛和

1. はじめに

大和小田急建設(株)は、(財)鉄道総合技術研究所との共同研究として、土留め工の非破壊による健全度診断法の研究を実施している。今回の研究では、非破壊検査手法の一つとしてサーモグラフィー法を取り上げている。サーモグラフィー法は、構造物表面の浮き、剥離といった劣化箇所を構造物表面の温度分布により検出する手法である。しかし、構造物表面の色むらや汚れが起因して、健全箇所においても温度変化が生じ欠陥部の特定が難しい箇所が存在する。本報告では、欠陥部の判断が難しい熱画像について、画像処理技術を応用した欠陥部位置の特定手法について述べる。



図-1 可視画像

2. 画像処理

図-1 にコンクリート土留め壁の可視画像を、図-2 に熱画像を示す。画像処理を白線で囲まれた箇所に適用した。画像処理のフローを図-3 に示す。各用語については各項で説明をするが、全体的な流れとしては、熱赤外線映像装置で得られた熱画像から対象となる箇所の温度データを作成する。次に温度データから温度差データを作成し、温度差のヒストグラムより閾値を決定する。次に雑音を除去するために雑音処理を行い、閾値を元に2値化処理を行う。

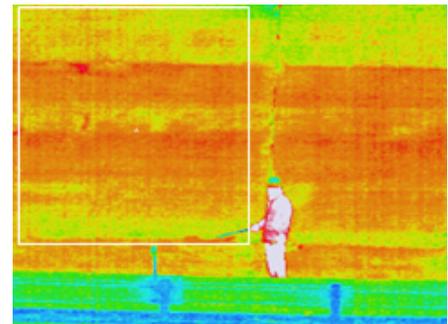


図-2 熱画像

2.1 温度データの作成 本報告では、熱画像の各画素の温度に座標を与えたデータを温度データと呼ぶ。温度データの作成にはNEC三菱(株)のレポート作成プログラム NS9200 を使用した。また、温度データ作成以降の処理はエクセルを用いた。

2.2 温度差データの作成 サーモグラフィー法は、熱画像において着目画素と周辺画素との温度の違いによって欠陥部を判断する。気温上昇時では、周辺画素より温度の高い画素が欠陥部である。このことを利用して、温度データより着目画素と周辺画素との温度差を求めて、欠陥部位置を特定する。図-4 に本報告で用いた温度差の求め方を示す。図の枠目は画素を表現している。温度差の求め方として、着目画素温度 T_1 から1画素空けた周辺画素温度 ($T_2 \sim T_{17}$) の平均温度を差し引く。これは、この後に行う雑音処理において、着目画素の値を隣接画素の平均値に置き換えるためである。この処理をすべての画素に適用する。なお、本報告では、上記処理した温度データを温度差データと呼ぶ。

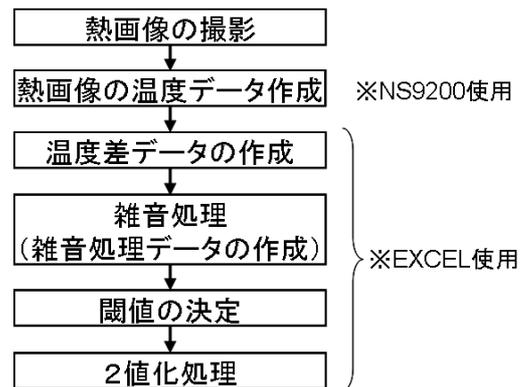


図-3 画像処理フロー

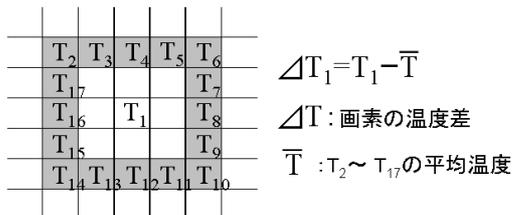


図-4 温度差の求め方

2.3 雑音処理 雑音処理とは、画像内に存在する不要なデータを除く

キーワード サーモグラフィー法, 劣化診断, 画像処理, 土留め壁

連絡先 〒160-8377 東京都新宿区西新宿 4-32-22 大和小田急建設株式会社 TEL03-3376-3131

去することである。温度差データには不要なデータである雑音が含まれており、雑音処理として移動平均法を採用した。移動平均法の模式図を図-5に示す。図の枠目は画素を表現している。着目画素温度差 ΔT_1 を $\Delta T_2 \sim \Delta T_9$ の平均温度差 $\Delta \bar{T}$ に置き換える。これをすべての画素に適用する。雑音処理を行った温度差データを、本報告では雑音処理データとする。図-6に雑音処理前後の温度差分布図を示す。移動平均法にて雑音処理を行った結果、雑音が減少した。

2.4 閾値の設定 閾値とは、画像から特定の領域のみを抽出する際に用いられる画素の値である。本報告では、温度差データの温度差ヒストグラムより閾値を決定する。理由については、「2値化処理」の項に記載する。図-7に温度差データの温度差ヒストグラムと平均値 μ と標準偏差 σ から求めた正規分布を表示する。温度差データの温度差ヒストグラムはほぼ正規分布となったため、温度差の分布を正規分布と仮定し、平均値 μ と標準偏差 σ を指標として閾値を $\mu + t\sigma$ とした。サーモグラフィにおいて、気温上昇時に欠陥部は高温箇所として表示されるため、閾値以上の画素は欠陥部と雑音になる。tを決定する上で、本報告では信頼区間80%として $t = 1.28$ とした。図-7の点線間が信頼区間80%である。よって、閾値は $\mu + 1.28\sigma$ となる。

2.5 2値化処理 2値化処理とは、閾値より大きい値の画素を「1」、閾値より小さい値の画素を「0」として表示する。2値化処理によって、多値画像は2値画像に変換される。2値画像には、情報量が少なくなり文字や形状の認識が容易になるなどの利点がある。本報告では、温度差データの温度差ヒストグラムから求められた閾値を、雑音処理データに適用することによって2値化処理を行った。雑音処理データの平均値 μ' と標準偏差 σ' から閾値を設定した場合、必ず閾値以上の画素が存在する。そのため、欠陥部が無い場合でも、いくつかの画素が表示される。このことを防ぐために、温度差データから求めた閾値を、雑音処理データに適用する。図-8に雑音処理データの温度差ヒストグラムと、平均値 μ' と標準偏差 σ' から求めた正規分布、および温度差データの平均値 μ と標準偏差 σ から求めた閾値を示す。雑音処理データの温度差ヒストグラムは、温度差データの温度差ヒストグラムと比較して、標準偏差が小さくなり、閾値以上の画素が減少する。この減少分が雑音である。

3. 画像処理結果

図-9に画像処理を施した温度差分布図を示す。本報告では、閾値より大きい値を「黒」、小さい値を「白」で表示している。温度差分布図の右下に打音法にて確認した浮きが表示されている。打音法にて確認していないが、左上に表れた欠陥部は浮きと思われる。また、中段左にある欠陥部は、図-1より水抜き穴下の汚れと判断される。

4. まとめ

画像処理技術を利用して、熱画像を2値画像に変換することによって、欠陥部位置の特定を行った。雑音を完全に除去することはできなかったが、欠陥部と思われる箇所を限定することは可能であった。今後は、熱画像データを集積し、信頼できる閾値を決定することを目標とする。

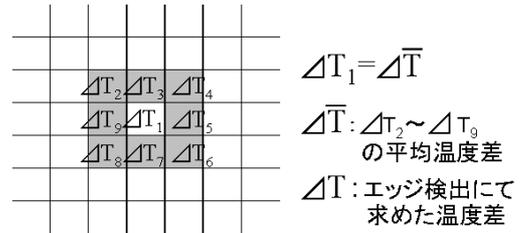


図-5 移動平均法

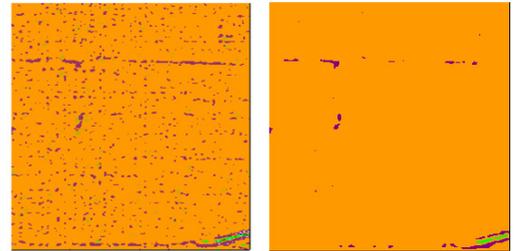


図-6 雑音処理 (左: 温度差データ, 右: 雑音処理データ)

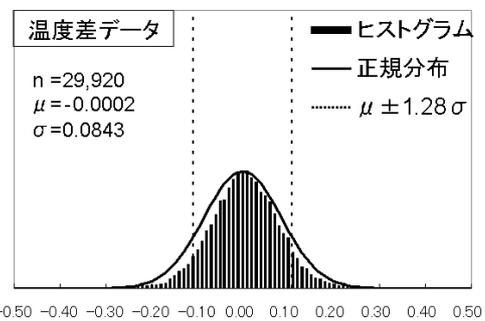


図-7 温度差ヒストグラムと正規分布曲線

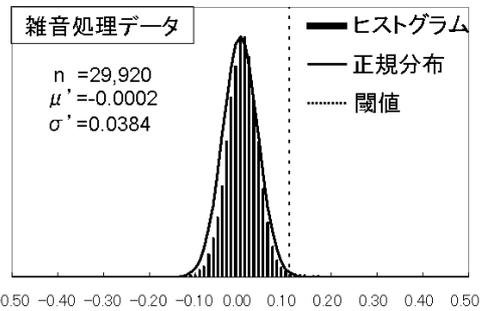


図-8 温度差ヒストグラムと閾値

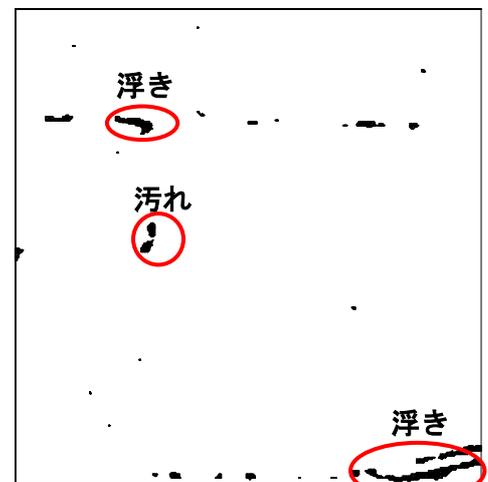


図-9 温度差分布図(2値化処理)