

2 値化処理を用いた吹付けのり面の健全度診断アルゴリズム

大和小田急建設株式会社 正会員 ○篠崎 哲也
正会員 小林 孝行

1. はじめに

熱赤外線映像法¹⁾は、吹付けのり面の昼間と夜間の温度変化量を求め、温度変化量の差異から吹付けのり面の劣化部を検出する手法であるが、表面の色むらや汚れによって健全部においても温度にばらつきが生じ、劣化部の特定が難しい場合がある。そのため、温度変化量に2値化処理を適用した劣化部の特定手法を提案する。2値化処理とは、閾値以上の画素を黒色、閾値以下の画素を無色として表示する手法である。

2. 2値化処理手順

2.1 基本的な考え方 次の2点より、2値化処理方法を考案した。

- ・健全部の温度変化量よりも劣化部の温度変化量は大きい。
- ・健全部の温度変化量ヒストグラムは正規分布に近似する。

図-1に本手法の概念図を示す。吹付けのり面は様々な要因によって健全部であっても温度にばらつきが生じ、健全部の温度変化量はある分布を持つ。劣化部を含む領域の温度変化量も同様にある分布を持つ。劣化部は健全部よりも温度変化量が大きい値となることから、健全部の温度変化量分布と劣化部を含む領域の温度変化量分布を比較して、劣化部を抽出する。

2.2 健全部の温度変化量ヒストグラム 図-2は、温度変化量のヒストグラムを表している。温度変化量ヒストグラムの作成に使用した熱画像は、夜間 03:54 と 05:31 の健全部の熱画像であり、日射などの影響が少ないデータである。温度変化量ヒストグラムの形状から、日射などの影響が少ない健全部の温度変化量ヒストグラムは正規分布に近似すると判断した。正規分布における「(平均値)+3×(標準偏差)」は分布の上限値と判断でき、この上限値を2値化処理における閾値とする。

2.3 2値化処理手順

図-3に本手法のフローを示す。

- (1) 熱画像の撮影 昼間および夜間の熱画像を撮影する。本報告では日射の影響を少なくするため曇天日の熱画像(10/18 12:20、10/19 03:54)を採用した。
- (2) 温度変化量データの作成 温度変化量データの作成にはNEC三栄㈱のレポート作成プログラム NS9200 を使用した。温度データをエクセルに出力し、水抜き穴を対標として2時刻の熱画像の位置合わせを行い、各画素の昼間の温度から夜間の温度を差し引いて、温度変化量データとした。

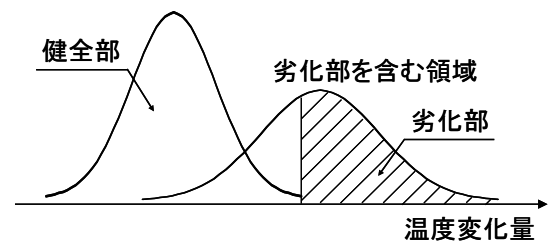


図-1 劣化部抽出方法の概念図

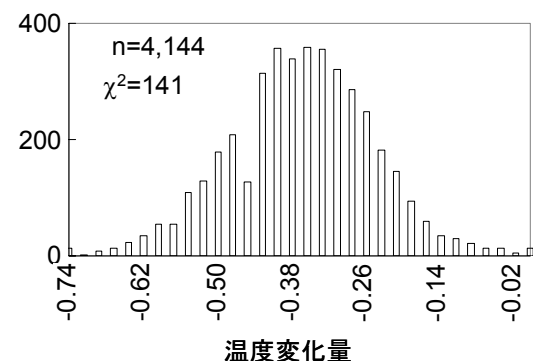


図-2 温度変化量ヒストグラム

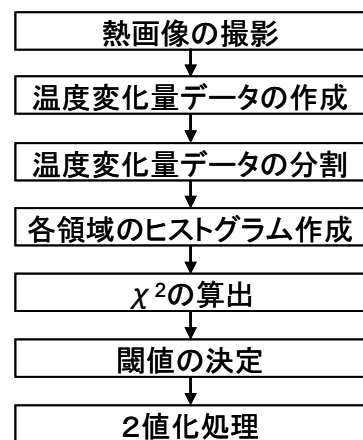


図-3 2値化処理フロー

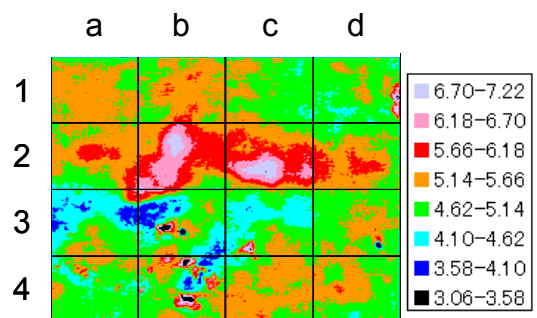


図-4 16分割した温度差画像

キーワード 赤外線劣化診断, 吹付けのり面, 2値化処理, 統計的処理

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 TEL 03-3376-3117

(3) 温度変化量データの分割 温度変化量データを 16 の領域に分割し、健全部と仮定できる領域を求める。参考として、図-4 に 16 分割した温度差画像を示す。温度差画像は「(平均値)±4×(標準偏差)」の範囲で 8 段階に着色している。

(4) 各領域のヒストグラム作成 図-5 に温度差画像 d4 領域のヒストグラムを、併せて d4 領域の平均値と標準偏差から求められる正規分布を示す。

(5) 各領域の χ^2 の算出 分割領域ごとに、ヒストグラムと正規分布との差異を次式の χ^2 で求める。

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - m_i)^2}{m_i}$$

χ^2 : ヒストグラムと正規分布との差異を表す値

n_i : 各区間に含まれる画素数

m_i : 正規分布から求められる各区間の画素数

k : 区間数 (=32)

区間数は、「(平均値)±3×(標準偏差)」の範囲を「0.2×(標準偏差)」で分割した 30 に、「(平均値)+3×(標準偏差)」以上と「(平均値)−3×(標準偏差)」以下を加えた 32 とした。

(6) 閾値の決定 各領域の計算結果を表-1 に示す。分割領域ごとに上段から χ^2 、分割領域の温度変化量の平均値、および分割領域の上限値を記している。健全部の温度変化量は劣化部の温度変化量よりも小さいため、温度変化量の平均値が小さい領域の中から、 χ^2 が最小になる分割領域を健全部と仮定する。健全部と仮定された分割領域の上限値をすべての領域の閾値とする。本報告での χ^2 の最小値は d4 領域の「57」であり、d4 領域の上限値「5.82℃」を閾値とする。

(7) 2 値化処理 閾値以上の温度変化量を劣化部として表示する。図-6 は 2 値化処理結果を可視画像に表示している。赤線で囲まれた領域は打音法で変音が生じた箇所である。

2.4 ヒストグラムの比較 図-7 に b2 領域と d4 領域のヒストグラムを示す。健全部と仮定した d4 領域のヒストグラムと比較して、劣化部を含む b2 領域のヒストグラムは分布範囲が広い。また、b2 領域は平均値を中心とした場合、左右非対称である。

3. まとめ

温度差画像は任意に着色されるため、調査結果に個人差が生じるが、本手法は温度差画像および熱画像を用いることなく、温度差データを統計的に処理して劣化部を特定するため、調査結果に主観が入りにくい。また、健全部の温度変化を表示しないため、明確に劣化部を抽出することができる。

参考文献:1)熱赤外線映像法による吹付のり面老朽化診断マニュアル、土木研究所、平成 8 年

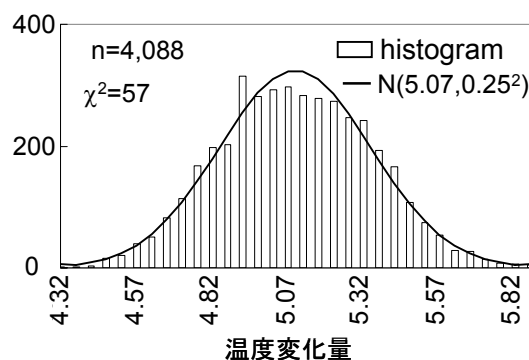


図-5 d4 領域のヒストグラムと正規分布

表-1 各領域の計算結果

	a	b	c	d
1	241 5.24 5.78	412 5.28 5.97	100 4.99 5.65	3220 4.95 6.09
2	310 5.28 6.36	500 5.88 7.38	419 5.81 7.34	228 5.29 6.34
3	603 4.65 6.03	1076 4.78 6.70	1012 4.78 6.01	264 5.05 5.74
4	398 4.88 5.69	1690 5.12 7.16	1040 5.23 5.98	57 5.07 5.82

上段: χ^2 中段:平均値 下段:上限値

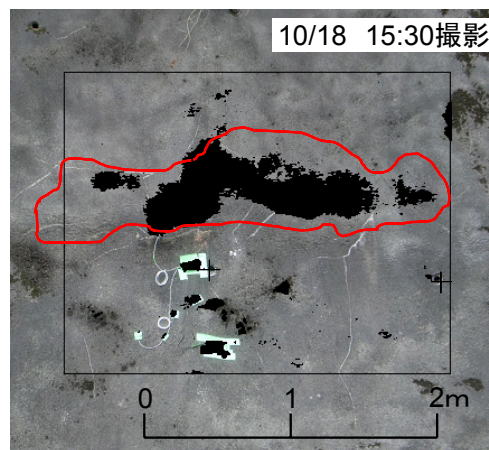


図-6 2 値化処理結果

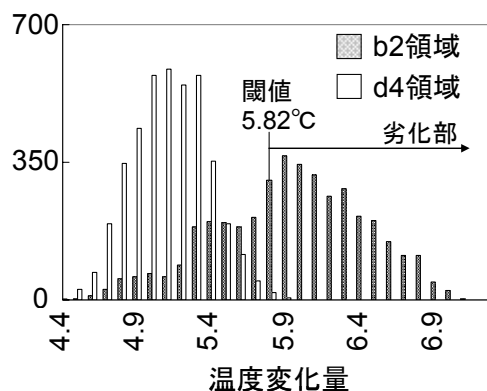


図-7 劣化部と健全部のヒストグラム