

熱赤外線映像法を用いた吹付けのり面の劣化部抽出に関する研究

鳥取大学大学院 学生会員 ○ 田村 祐樹
 (株) 藤木工務店 宝中 義和
 鳥取大学工学部 フェロー会員 藤村 尚

1、はじめに

近年、モルタル吹付けのり面の老朽化は深刻な問題であり、改善が必要な箇所が増えている。吹付けのり面の劣化は吹付けそのものの劣化に加え、それが原因で吹付け裏側の風化が進行するために土砂化やのり面と地山との間に空洞ができる。主に吹付けのり面の劣化部診断はハンマーによる打撃や目視によるものが多く、不確立性を持ち、あいまいさがある。そこで、本研究では熱赤外線映像法を用い、吹付けのり面の劣化部抽出手法について検討する。

2、自己組織化マップ(Self-Organizing Maps ;SOM)

コンピュータは繰り返し処理は得意だが、パターン認識が苦手である。しかし、人間は繰り返し処理は苦手だが、パターン認識は得意である。ニューラルネットワークは、コンピュータが苦手とするパターン認識を行うためのアルゴリズムである。自己組織化マップ(以下 SOM)は、T・Kohonen が開発したニューラルネットワークの教師なし学習である。Kohonen は脳の情報処理の仕方を次式に示した。

$$\mathbf{m}_i(t+1) = \mathbf{m}_i(t) + h_{ci}(t)[\mathbf{x}(t) - \mathbf{m}_i(t)] \quad (1)$$

図-1 は SOM の学習の模式図である。ユニットとは脳の神経細胞(i)を模擬したものである。

与えられたデータから作成された初期化マップから、一番似ているユニットを見つけその回りのユニットを式を基に学習を進めていく。 $\mathbf{m}_i(t)$ は脳の情報処理能力、 $\mathbf{X}(t)$ は入力情報、 t は離散時間座標で、 t が大きいほど学習が進行しているといえる。また、 $h_{ci}(t)$ は近傍関数といい、学習の速さを決定する事象の一つである。これは学習が進んでいくに連れて減少する。SOM は特徴抽出の能力に長けている。

3、計測および解析

図-2 は本研究の対象とする吹付けのり面である。施工後約 25 年ほど経っており、表面は亀裂や剥離が見られるなど劣化している。熱赤外線カメラの撮影日は、2005 年 8 月 6 日、カメラはチノー製 CPA-8000 を使用した。図-3 は撮影した日の最大温度差の画像である。しかし、ここでの最大温度差は、温度の差が一番大きくなった時点の差のこととする(図-4)。この温度差の時系列変化により、

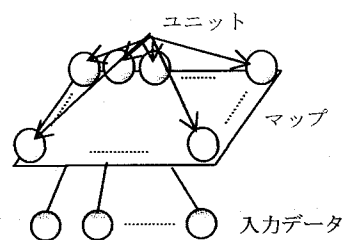


図-1 SOM 学習の模式図

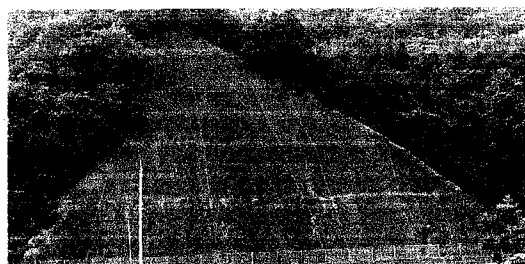


図-2 対象吹付けのり面



図-3 温度差画像による分類図

■ : 空洞部	■ : 土砂部
■ : 植生	■ : 健全部

※図-3、4、5 の凡例

空洞部、土砂部、植生、健全部の違いを抽出する。空洞部とは、地山と吹付工との間に空洞ができるものである。また土砂部とは何らかの原因で、地山が風化し土砂化した部分であり、この二つの部分は劣化部²⁾としている。図-3を見ると、空洞部はのり面上部や、小段の角にあることが分かり、土砂部はのり面上部および下部に点在している。図-5は熱画像の1pixelの最大温度、最小温度、温度差を入力データとし、2次元SOMによる教師あり分類結果である。この結果は、図-3と比べて、のり面上部の土砂部とされる部分が大きく、空洞部と健全部は小さく抽出されている。また、のり面下部の健全部は図-3と比べて、健全部が小さく抽出されている。また、図-6は1次元SOMによる教師あり分類結果である。図-5と、図-6を比較するとそれぞれ劣化部の分類結果は、ほぼ同一である。

4、熱画像と温度による分類結果の比較と診断

図-7は熱画像のRGB値を入力データとして、カテゴリー数を6個[1:空洞部, 2:はく離部, 3:土砂部, 4:健全部, 5:水田, 6:植生]¹⁾の教師あり分類のSOM解析結果である。

温度データをSOMで分類した結果の図-5、6と図-7の結果を比較すると健全部の分布はほぼ一致しているといえるが、のり面下部の土砂部の分布が異なっている。また、のり面上部の空洞部は図-7においては、のり面の一番上の小段付近まで広がっているが、図-5、6では、のり面上部と3段目の小段に空洞部が広がっている。

5、まとめ

熱赤外線映像法によるモルタル・コンクリート吹付のり面劣化診断は、実地の計測が容易かつ安全に行える。しかし、解析に際して、温度差画像を作成する際、最大温度と最小温度の計測結果はどの画像を用いるのか、また温度差と劣化部の関係について明確でなかった。

本研究では、客観的な分類ツールとしてSOMを用いて、吹付のり面の劣化部診断を行なえる見通しを得た。今後は教師データなど基礎研究を進めて行く事が課題である。

参考文献

- 1) 田村 祐樹、自己組織化マップによる熱赤外線画像処理と吹付のり面劣化に関する研究、土木学会中国支部研究発表会、2005
- 2) 建設省土木研究所(編)、熱赤外線映像法による吹付のり面劣化診断マニュアル、(財)土木研究センター、1996

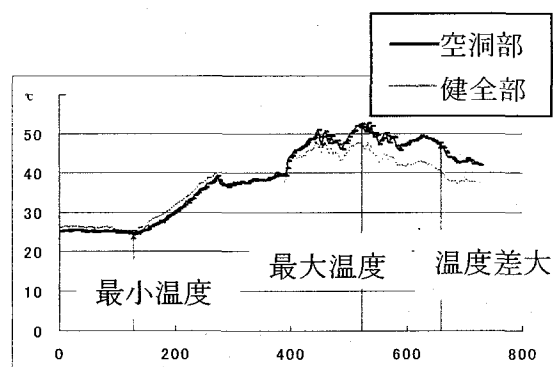


図-4 健全部と空洞部の時系列変化

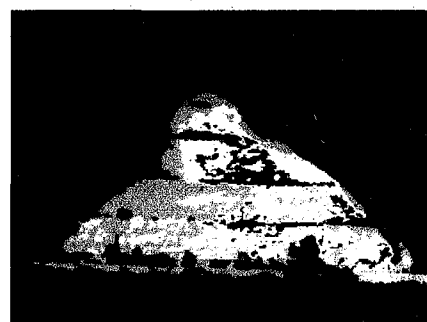


図-5 2次元SOMによる分類結果

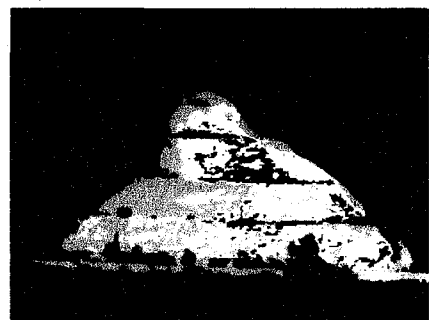


図-6 1次元SOMによる分類結果



図-7 1次元SOMの熱画像分類結果¹⁾

■ 空洞部	□ 水田
□ はく離部	□ 植生
■ 土砂部	■ カテゴリーなし
□ 健全部	※図-6の凡例