

Ⅲ-39

メンバーシップ関数を用いたモルタル吹き付けのり面の空洞推定

宮崎大学工学部 学 甲斐雅博
 宮崎大学工学部 正 出口近士
 宮崎大学工学部 正 横田 漢
 中津市役所 井上正秀

1. はじめに

長い年月に渡り、日々の気象的影響を受けたモルタル吹き付けのり面は老朽化が進み崩壊の危険を生じる。本研究では、モルタル吹き付けのり面の変状調査を主な目的とし、空洞推定の判別にメンバーシップ関数を用いることでその解析結果をより人間的な判断に近づけようとしたものである。

2. 解析方法

モルタル背後に空洞が存在すると、温度上昇時には岩盤に比べ表面温度が高くなる。しかし、一般にモルタル厚は不均一であり、背後の岩質も一樣ではないため表面温度に差が生じてくる。そこで本研究では、前述の要因を考慮し赤外線放射温度計で計測した表面温度に空中写真判読および現地観測によるひび割れ、表面形状を説明変数として加え、数量化理論Ⅱ類を用いて空洞の有無の判別解析を行い、得られた結果を用いて空洞推定の基準を作成し空洞の推定を行った。

3. 空洞の有無の判別解析

空洞の推定を行うにあたり推定基準を作成するため数量化理論Ⅱ類を用いて空洞の有無の判別解析を行った。説明変数には表面温度、ひび割れ、表面形状の3つを用いた。表面温度は熱赤外映像から抽出し低中高の3つのカテゴリーに、ひび割れ、表面形状は可視画像から目視判読しそれぞれ無小大、凸平凹の3つのカテゴリーに分類した。目的変数には空洞の有無を用いた。空洞の有無は現場で人間がハンマーの打診により判断した。

表-1にこの解析より得られた偏相関係数とカテゴリースコアを示す。的中率は75%以上で偏相関

係数も安定した数値を示し、概ね良好な判別結果といえる。カテゴリースコアは空洞の有無に対する影響度を示しており負値ならば空洞無しに、正值ならば空洞有りに影響している。

4. 空洞推定

空洞の推定は、先の数量化理論解析に基づく推定とメンバーシップ関数を取り入れた推定を行い両者の結果を比較した。推定を行うにあたり可視画像でのり面全体をメッシュに区切り、1メッシュごとに表面温度、ひび割れ、表面形状をそれぞれ熱赤外映像と可視画像から判読した。1メッシュの大きさは推定対象のり面の規模に合わせ、一辺が2～4mの正方形とした。

図-1は、空洞の有無の判別解析で得られたカテゴリースコアを用いて作成した空洞推定のフローチャートである。得られたサンプルスコアが正值ならば空洞有り、負値ならば空洞無しとする。

(1) 数量化理論解析による空洞推定

ここでは、空洞の有無の判別解析と同様に表面温度、ひび割れ、表面形状をそれぞれ3つのカテゴリーに分類し、図-1のフローチャートにより空洞推定を行った。この解析は、一つのカテゴリ

表-1 偏相関係数とカテゴリースコア

観測場所	A	B	C	D	E	F	G
カテゴリースコア							
表面温度 (低) (中) (高)	-1.03 0.59 0.41	-0.51 -0.01 0.51	-1.26 0.80 0.50	-0.76 0.91 0.69	-1.79 -0.26 0.64	-0.59 0.13 0.54	-1.08 0.83 0.43
ひび割れ (無) (小) (大)	-0.31 0.48 -0.01	-0.61 0.35 -0.43	-0.03 -0.18 0.63	-0.21 0.57 -0.58	0.13 0.24 -0.66	-0.56 -0.43 1.03	-0.35 -0.08 0.28
表面形状 (凸) (平) (凹)	0.37 -0.05 -0.66	0.50 -0.84 0.79	0.07 -0.39 1.17	0.20 0.57 -0.97	-0.05 -0.16 0.67	-0.27 0.66 -0.74	-0.59 0.97 -0.28
偏 相 関 係 数							
表面温度	0.79	0.47	0.76	0.69	0.95	0.87	0.57
ひび割れ	0.54	0.44	0.33	0.45	0.65	0.84	0.23
表面形状	0.59	0.61	0.49	0.61	0.50	0.62	0.53
相関比 的中率 (%)	0.79 90	0.58 88	0.63 76	0.61 88	0.91 88	0.84 92	0.45 77

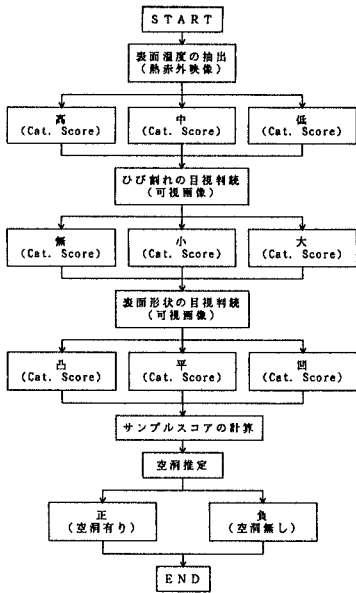


図-1 空洞推定の概略フローチャート

一に対して反応するかしないか、すなわち1か0というように2値的に定める考え方である。

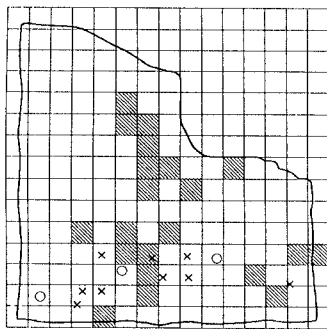


図-2 空洞推定結果1

図-2に推定結果を示す。図中の○印は現場で空洞無し、×印は空洞有りと判定されたことを意味している。黒く塗られた部分はメッシュ中に空洞有りと推定された部分である。これより、推定された空洞存在部と現地で実測された空洞位置との良好な一致はあまり得られていない。

(2) メンバーシップ関数を用いた空洞推定

ある対象を x とし、 x が概念 A にあてはまる度合いを $\mu_A(x)$ とする。このとき $\mu_A(x)$ は x

によって値が変わるので x の関数と見ることができる。この関数をメンバーシップ関数と呼ぶ。この関数を用い表面温度を低中高、ひび割れを無小大、表面形状を凸平凹のそれぞれ3つのファジィ概念と考え0～1.0のメンバーシップ値で表現する。メンバーシップ値は、あるカテゴリーに所属する割合が高ければ1.0に近づき、低ければ0に近づく。このメンバーシップ値と図-1のフローチャートにより空洞推定を行った。ここで得られるサンプルスコアは、メンバーシップ値とカテゴリースコアをあわせて計算したものである。

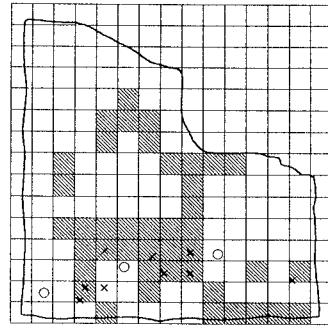


図-3 空洞推定結果2

図-3に推定結果を示す。これより、推定された空洞存在部と実測された空洞位置がほぼ一致している。

5. 結論

(1) 数量化理論解析による推定とメンバーシップ関数を取り入れて空洞推定を行ったが、後者の方が、推定結果と実測結果との一致箇所が多く見られた。このことから、メンバーシップ関数を取り入れることで空洞推定の精度を向上させることが可能であると考えられる。

(2) 数量化解析では、2値的に物事が定められるため目視判読の際にメッシュ内の状態を1つに決定しなければならないが、メンバーシップ関数を取り入れると実際の状態にかなり近づけることができる。このことから、メンバーシップ関数を解析に取り入れることは有効であると考えられる。

参考文献

ファジィシステム入門（オーム社）寺野寿郎、浅居喜代治、菅野道夫 pp.106～110 1987.4