

V-219

コンクリート表面の汚れ評価へのニューラルネットワークの適用

岐阜大学 学生員 ○ 国枝 稔 山本 昌弘

岐阜大学 正会員 六郷 恵哲 栗原 哲彦

1. まえがき

近年、コンクリート構造物の美観や景観の向上が重視されており、構造物の表面の汚れについても、これを適切に把握し、処理することが必要となっている。しかし、コンクリート構造物の表面の汚れの評価は、人間の視覚に依存する場合が多く、そこには個人差や曖昧さが含まれるために、評価手法の標準化が必要である。コンクリート壁面の汚れの度合を表すパラメータとしては、①汚れ部の面積比、②汚れ部と下地部の明度差、③汚れ部の形状、などが有効であることが報告されている[1]。

一方、ニューラルネットワークは、評価にいたる論理が複雑なため定式化が困難で、しかも非線形性の強いデータを含む問題に対して特に有用であるといわれている。そこで本研究では、コンクリート橋脚の表面の汚れの評価を行うニューラルネットワークを構築するとともに、判定された汚れレベルと、汚れの度合を表すパラメータの関係について検討した。

2. システムの構築

2.1 使用したデータ

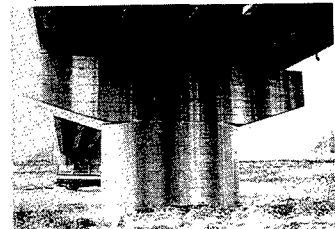
この研究では、岐阜市内外の20橋梁の、特に橋脚部分のコンクリート表面の汚れを対象とした。写真による判断は色の变化などを伴うため精度上好ましくないとされているが、簡単のためにここでの判断は写真によって行った。20橋脚各1枚の写真を20人に見せ、レベル1(あまり汚れていない)～レベル3(普通)～レベル5(かなり汚れている)の5段階評価を行った。汚れの評価レベルにはばらつきが生じたが、度数の一番大きいものを採用し、表-1に示すように20組のデータ(No.1～No.20)を作成した。

2.2 ニューラルネットワークモデル

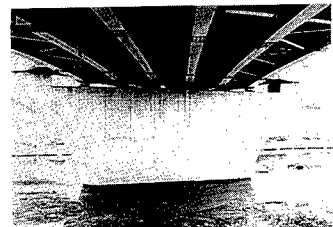
入力層の項目としては、対象とする表面における(ア)下地の割合 α 、(イ)薄い汚れの割合 β 、(ウ)濃い汚れの割合 γ 、(エ)濃い汚れの境界線のフラクタル次元FD、の4項目とした。なお、 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ である。(ア)～(ウ)については目視により割合を決めた。(エ)のフラクタル次元FDについては、濃い汚れと他の部分との境界線をデジタイザーで読み取った後に、Box Counting 法[2]により算出した。なお、フラクタル次元は図形の複雑さを表す指標として用いられている。今回対象とした図形のフラクタル次元FDは1.0～1.3程度の範囲にあり、形状が複雑な図形(FD=1.23)と、形状が単純な図形(FD=1.02)の例をそれぞれ図-1(a)、(b)に示す。

表-1 入力値一覧とアンケートの集計結果

写真 No.	面積比			フラクタル 次元 (FD)	汚れ レベル	アンケートの集計結果 (人)				
	下地 (α)	濃い汚れ (β)	薄い汚れ (γ)			レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4	レベル 5
1	0.3	0.05	0.65	1.03	2	3	15	1	1	0
2	0.5	0.05	0.45	1.12	2	7	11	2	0	0
3	0.45	0.05	0.5	1.02	2	5	7	5	2	1
4	0.0	0.1	0.9	1.12	3	0	0	12	7	1
5	0.5	0.05	0.45	1.21	2	2	9	7	2	0
6	0.1	0.4	0.5	1.20	4	1	3	6	7	3
7	0.0	0.2	0.8	1.28	3	0	2	11	5	2
8	0.4	0.4	0.2	1.18	3	0	3	11	6	0
9	0.5	0.05	0.45	1.02	2	4	12	4	0	0
10	0.1	0.55	0.35	1.27	4	1	0	5	9	5
11	0.2	0.1	0.7	1.21	3	0	7	7	6	0
12	0.2	0.15	0.65	1.20	2	1	13	5	1	0
13	0.2	0.4	0.4	1.22	5	0	1	1	6	12
14	0.1	0.35	0.55	1.22	4	1	1	2	13	3
15	0.0	0.05	0.95	1.15	3	1	3	12	4	0
16	0.1	0.2	0.7	1.16	3	0	3	8	8	1
17	0.4	0.05	0.55	1.03	2	4	14	2	0	0
18	0.4	0.2	0.4	1.14	3	1	7	9	3	0
19	0.0	0.8	0.2	1.21	4	0	1	1	9	9
20	0.1	0.4	0.5	1.23	4	0	0	6	9	5



(a) 複雑な形状(FD=1.23)



(b) 単純な形状(FD=1.02)

図-1 汚れの境界線の例

出力層には、汚れレベル1～5に対応させて5個のセルを用い、一番大きい値を出力するセルに対応するレベルを、このシステムが判定した汚れレベルとした。

中間層のセル数と階層数については、階層数1層、セル数5個と固定した。

3. 学習結果

ここでは、20組のデータを学習させたニューラルネットワークモデルを用いて、判定された汚れレベルと各種パラメータとの関係について検討した。

3.1 汚れ部の面積比

下地部と汚れ部（薄い汚れ部と濃い汚れ部の合計）の面積比を0:10、または3:7とし、薄い汚れ部を減少させ、濃い汚れ部を増加させたときの判定結果をそれぞれ図-2(a), (b)に示す。これより、薄い汚れ部と濃い汚れ部の合計の面積が大きく、しかも薄い汚れ部が減少し、濃い汚れ部が増加するほど判定される汚れレベルが大きくなる。

3.2 汚れ部と下地部の明度差

薄い汚れ部と濃い汚れ部の面積比 β/γ を1/4、または4、とし、汚れ部（薄い汚れ部と濃い汚れ部の合計）を増加させ、下地部を減少させたときの汚れレベルの判定結果をそれぞれ図-2(c), (d)に示す。薄い汚れ部と濃い汚れ部の面積比 β/γ が1/4の場合（明度差が大きい場合）のほうが、薄い汚れ部と濃い汚れ部の面積比 β/γ が4の場合（明度差が小さい場合）に比べて、判定される汚れレベルが大きくなる。

3.3 フラクタル次元FDで表される濃い汚れ部の形状

薄い汚れ部と濃い汚れ部の面積比 β/γ を1/4とし、フラクタル次元FDを1.05, 1.15, 1.25とした場合の汚れレベルの判定結果をそれぞれ図-2(c), (e), (f)に示す。特に、濃い汚れ部が0.5～0.6の場合において、フラクタル次元FDが大きいほど、判定される汚れレベルが大きくなる。

4. あとがき

本研究では、コンクリート表面の汚れ評価を行うニューラルネットワークモデルを構築し、判定された汚れレベルと、汚れの割合を表すパラメータとの関係について検討した。より多くの、より精度の良いデータを収集することによって、ニューラルネットワークを用いた手法は精度のよい評価手法の一つになり得ると考えられる。

【参考文献】

- [1] 橋高 義典、上村 克郎、仕入 豊和：画像解析手法によるコンクリート壁面の汚染度測定方法、第44回セメント技術大会講演集、pp.818-821、1990。
- [2] 高安 秀樹：フラクタル、朝倉書店、1986。

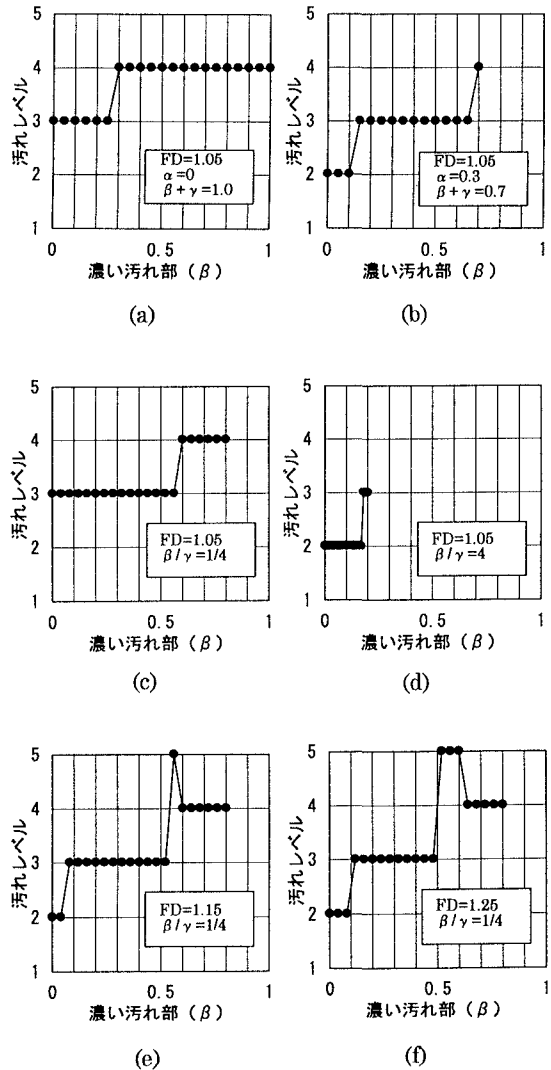


図-2 濃い汚れ部と汚れレベルの関係