

橋梁景観評価におけるゆらぎとフラクタル次元の融合

(株)穴吹工務店	正会員	○岡島延康	(株)ニュージェック	正会員	保田敬一
復建調査設計(株)	正会員	安達 誠	香川大学工学部	正会員	白木 渡
			関西大学工学部	正会員	堂垣正博

1. はじめに 橋梁景観の評価には、景観イメージの分析が必要である。たとえば、多人数のアンケート調査による分析が行われることがあるが、これには膨大な時間と労力を要する。それゆえ、定量的景観評価の可能な手法が確立されれば、非常に有益である。ここでは、橋梁画像の色彩情報と形態情報を対象に、前者をゆらぎ、後者をフラクタル次元で定量化し、感性との関わりを調べた。さらに、両手法を融合し、色彩情報と形態情報の両方を扱った景観評価手法の構築を試みた。

2. 定量的評価

(1)ゆらぎによる景観評価手法 ゆらぎとは、不規則的なものの変化をいう。ゆらぎは、パワースペクトルの周波数依存性によって、白色ゆらぎ、 $1/f$ ゆらぎ、 $1/f^2$ ゆらぎなどに分類される。このうち、 $1/f$ ゆらぎは、変化の仕方が単調すぎず、ランダムすぎず、適度な変化をもち、これが人間に快適感を与えられている。ゆらぎによる景観評価手法を述べる。画像を構成する色彩は位置とともに変化し、それらの相対的な位置関係で画像はさまざまな様相を呈する。この変化の仕方が、印象に多大な影響を与えられ、解析手順をつぎに示す。

画像の各ピクセルから色相、彩度、明度を抽出する。

個々の色彩要素に2次元フーリエ変換を施す。

各空間周波数に対するパワースペクトルを求める。

パワースペクトルを3次元の対数グラフで表現し、その分布を等しい傾きである曲面に回帰させる。ここに、曲面の傾きがゆらぎの程度を表す指標となる。

(2)フラクタル次元による景観評価 フラクタル次元とは、複雑さを定量化する指標である。フラクタル次元を求める方法として、ボックスカウンティング法を用いる。この解析手順をつぎに示す。

対象物の画像を一边 r の直交格子に分割する。

分割した図に対して、輪郭を含む格子数 n を数える。

r, n の対数をそれぞれ X, Y 軸にとり、格子の一边 r を徐々に変化させた場合の r と n の関係を両対数グラフに表す。その分布を直線に回帰させた場合の傾きがフラクタル次元となる。値が大きいほど、複雑な景観を表す。

3. 定量的評価値と感性の関係

(1)ゆらぎと感性の関係 本研究では、橋梁年鑑から選定した90橋の桁橋写真(116×208pixel)を用い、そのゆらぎを解析した。つぎに、ゆらぎと感性の関係を調べるため、ゆらぎによる評価値とアンケート調査¹⁾の結果(感性評価値)を比較した。感性を表現する形容詞対には、ゆらぎに関係があると考えられるつぎの4対を選んだ。

(a)複雑性(すっきりとした—ごみごみとした) (b)快適性(快適な—不快な)

(c)調和性(調和のとれた—調和のとれていない) (d)シンボル性(象徴的な—象徴的でない)

ゆらぎ解析による評価値を横軸に、感性評価値を縦軸にとれば、ゆらぎと感性の散布図が得られる。ここに、横軸は左側に向かうほど単調なゆらぎを、逆に右側に向かうほどランダムなゆらぎを表す。この分析によれば、ゆらぎと感性の散布図に明白な相関性は認められなかった。これは、橋梁景観の評価が視点場に大いに影響されるため、視点場の異なる90橋を同じ尺度で評価できなかったことを意味する。つぎに、ゆらぎと感性の相関性を視点場に注目して検討した(図-1を参照)。その結果、ほとんどの視点場からの画像では、ゆらぎと感性に明白な相関性は認められなかった。ただし、“中景-斜側面-水平”の視点場からの画像では、色相のゆらぎと感性に相関性が認められた。なお、彩度と明度に関してはゆらぎと感性の間に相関性は認められなかった。景観評価値と色

キーワード：ゆらぎ、フラクタル次元、GMDH、景観評価

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL/FAX：06-6368-0882

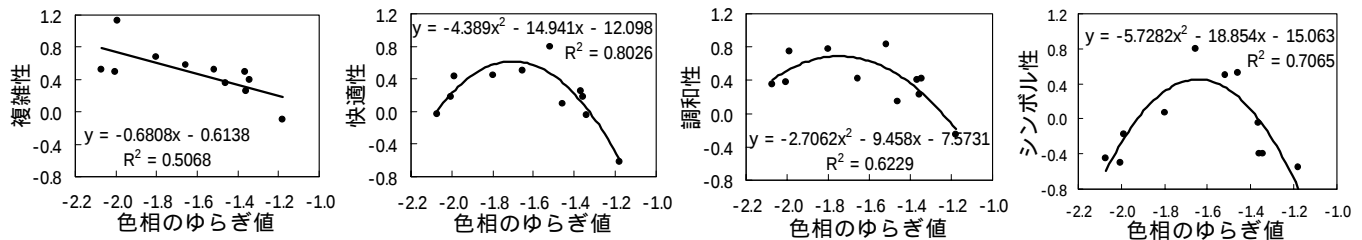


図-1 “中景-斜側面-水平”における色相のゆらぎと感性の関係と回帰式

相のゆらぎの値との関係式を重回帰分析によって導いた(図-1を参照)．導いた2次曲線の極値が理想的なゆらぎであるとすれば，それぞれの感性に関する理想的な色相のゆらぎは，快適性-1.702，調和性-1.748，シンボル性-1.646であった．

(2)フラクタル次元と感性の関係 フラクタル次元と複雑性の関係を調べるため，フラクタル次元と複雑性に関する感性評価値を比較した．フラクタル次元を横軸に，感性評価値を縦軸にとれば，フラクタル次元と複雑性の散布図が得られる．フラクタル次元が大きいほど複雑な形態を示す．そのため，散布図は右下がりの分布となることが予想されたが，そのような分布にはならなかった．つぎに，視点場ごとに橋梁景観を分類し，フラクタル次元と複雑性の関係を調べた．それぞれの視点場のフラクタル次元を比較すると，下→水平→上，近景→中景→遠景のように輪郭線を多く含む画像ほど，フラクタル次元は大きくなった．しかし，すべての視点場で，複雑性とフラクタル次元に相関性は認められなかった．この理由として，景観画像が色彩情報をも含んでいるため，フラクタル次元は画像そのものの複雑さを正しく評価しているが，印象としての複雑さを正しく評価できないことが考えられる．そのため，形態情報だけでなく，色彩情報も含んだ評価が望まれる．

4. ゆらぎとフラクタル次元の融合 ゆらぎは景観の色彩を，フラクタル次元は景観の形態を対象としている．それぞれ別の側面から景観を評価しているため，両者を融合した評価手法が望ましい．ゆらぎとフラクタル次元をGMDHにより融合した．GMDH(Group Method of Data Handling)とは，われわれの周囲の複雑な非線形現象の入出力関係を見出すために提案された発見的自己組織化に基づいた手法である．GMDHは，脳や神経回路網の自己組織化機能を真似た数学モデルで，多入力の変形写像の近似法である．桁橋写真90橋を対象に，色彩の各要素のゆらぎとフラクタル次元から感性評価値を推定するための推定モデルをGMDHによって構築した．しかし，感性評価値と推定値との相関係数を算出した結果，あまり高い相関性は認められなかった．

つぎに，視点場ごとにGMDHによって推定モデルを構築し，同様の考察を行った．各視点場の景観評価値と推定値との相関係数を表-1に示す．同表から明らかなように，ほとんどの視点場の橋梁景観で推定値と感性評価値の相関性は低いが，“中景-斜側面-水平”の橋梁景観では高い相関性が認められた．さらに，GMDHによる推定結果と3.(1)で導いた色相のゆらぎによる推定結果を比較した．“中景-斜側面-水平”の橋梁景観に関する感性評価値と各推定結果との相関係数を表-2に示す．同表より明らかなように，GMDHによる推定結果の方が色相のゆらぎ式による推定結果より感性評価値に一致している．したがって，GMDHによりゆらぎとフラクタル次元を融合した完全推定式が色相のゆらぎ式より優れていることがわかる．

5. おわりに 90橋の桁橋写真に対し，ゆらぎ解析とフラクタル次元解析を行い，それぞれの評価値とアンケート調査による評価値を比較した．その結果，視点場が“中景-斜側面-下”である橋梁景観の色相のゆらぎと複雑性，快適性，調和性，シンボル性といった感性との間に相関性が認められた．しかし，フラクタル次元についてはそのような相関性は認められなかった．さらに，両指標をGMDHによって融合し，その有効性を示した．

参考文献 1)保田・白木・堂垣・河津・安達：構造工学論文集，Vol.45A，pp.553-560，1999-3．

表-1 各視点場の感性評価値と推定値との相関係数

視点場	複雑性	快適性	調和性	シンボル性
(a)近景-斜側面-下	0.48	0.53	0.19	0.48
(b)近景-斜側面-水平	-0.02	-0.39	0.66	0.48
(c)近景-斜側面-上	0.37	0.09	-0.05	0.30
(d)中景-斜側面-水平	0.62	0.95	0.92	0.88
(e)遠景-側面-水平	0.53	-0.18	0.08	0.02

表-2 GMDHによる推定とゆらぎによる推定の比較
(感性評価値との相関係数)

感性	ゆらぎ	GMDH
複雑性	0.71	0.62
快適性	0.90	0.95
調和性	0.79	0.92
シンボル性	0.84	0.88