

ラフ集合とフラクタル次元を用いた橋梁の景観評価に関する研究

ニチゾウテック株式会社 正会員 ○中越智紀
高知工業高等専門学校 正会員 勇 秀憲

1. 緒 言

平成 16 年 12 月に、都市、農村、漁村等における良好な景観の形成を図るために、「景観法」が施行されるなど、近年では、景観を含めた環境整備が各種事業に求められている。

橋梁においては、これまで、経済性や機能性を重視し、住民の感性を無視した橋梁設計が多く行われてきたために、住民の不満が高まってきた。そこで、人々が橋梁に抱く感性を的確に分析し、それを橋梁の設計に取り入れることが不可欠になっているが、人々の感性と景観を結びつける定量的な評価指標や基準は未だ確立されていない¹⁾。

橋梁の形状に着目し、橋梁画像の形態情報をフラクタル次元²⁾により定量化を行った。そして、ラフ集合³⁾を用いて、色相、架設場所、構造形式、視距離などの景観に影響を与える要因や、橋梁景観のイメージとの関係性を明らかにし、設計計画へ向けた知見を得ることを試みた。

2. フラクタル次元

フラクタル次元は、一般に形態の「複雑さ」を表す指標とされている。実際に、フラクタル次元の上昇とともに、対象とする形態は単純な形態から入り組んだ複雑な構造を示すようになる。本研究では勇・安岡⁴⁾が SD 調査した 32 橋を、画像処理ソフトウェア fractal3 Ver3.4.7 を用いてフラクタル次元を求めた。

計測したフラクタル次元と、景観属性（構造形式、架設場所、視距離など）との関係を調べた結果、各橋梁のフラクタル次元と構造形式の間には特徴的な関係は見られず、背景要素を含めた橋梁画像のフラクタル次元の高低は、橋梁そのものよりも背景の要因の影響が大きいと言える。

3. ラフ集合

3. 1 ラフ集合

橋梁景観が人々に与える印象は、様々な要素の重なりによって変化すると考えられる。それら様々な要素とイメージの関係を分析するため、ラフ集合³⁾を用いた。ラフ集合は 1982 年、Z.Pawlak により提唱され、医療データから病気と症状の因果関係を抜き出し、病気の原因となる症状を特定するという研究に始まり、いくつかの要素を同時にどのようにすれば、どのようなイメージになるのか知ることができるため、近年では感性工学の分野で注目を集めている。

3. 2 橋梁景観の分類

勇・安岡⁴⁾によるアンケート調査の結果をクラスター分析することによって、対象橋梁 32 橋を 4 つのクラスターに分類することができた。各クラスターに属する橋梁の評価得点合計点の大きい形容詞をもとに決定した各クラスターの特徴と属する橋梁の番号を以下に示す。

(1) クラスター1 (1, 2, 8, 11, 13, 26)

簡素な造形でありつつ、静的で落ち着いた印象を与える橋梁。

(2) クラスター2 (4, 7, 9, 12, 15, 21, 25, 32)

背景と調和しており、安定感のある力強い印象を与える橋梁。

(3) クラスター3 (3, 5, 6, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 27, 29, 31)

現代的でシャープな印象を与え、比較的好まれる橋梁。

(4) クラスター4 (10, 23, 28, 30)

人工的で、派手なため周囲との調和がとれてないように感じる橋梁。

表 1 属性表

属性	属性値	記号
構造形式	アーチ橋	a1
	桁橋	a2
	箱桁橋	a3
	吊橋	a4
	トラス橋	a5
架設場所	海浜部	b1
	平野部	b2
	山間部	b3
	都市部	b4
	市街部	b5
視点高さ	仰視	c1
	平行	c2
	俯瞰	c3
用途	道路橋	d1
	歩行者専用橋	d2
	道路鉄道併用橋	d3
	歩道橋	d4
	歩道橋	d5
橋長	0-200	e1
	200-400	e2
	400-1000	e3
	1000-	e4
	近景	f1
視距離	中景	f2
	遠景	f3
視線入射角	斜視	g1
	正面	g2
色相	無彩色	h1
	暖色系	h2
	寒色系	h3
	緑色系	h4
	青色系	h5
フラクタル次元	1.48~1.54	i1
	1.55~1.60	i2
	1.61~1.66	i3
	1.67~1.72	i4
	1.73~1.78	i5

表 2 属性値・分類一覧

対象橋梁	属性/属性値	分類
1 生の浦大橋	a1 b1 c1 d1 e1 f2 g1 h1 i2	1
2 坂本大橋	a1 b2 c2 d1 e2 f2 g2 h5 i3	1
3 南風原高架橋	a1 b2 c1 d1 e3 f1 g1 h1 i2	3
4 松島橋(天草5号橋)	a1 b1 c3 d1 e1 f2 g1 h2 i3	2
5 大島橋	a1 b1 c2 d1 e2 f2 g1 h5 i4	3
6 ムーンブリッジ	a1 b1 c1 d1 e2 f2 g1 h4 i1	3
7 千支大橋	a1 b3 c2 d1 e2 f2 g2 h2 i4	2
8 大野川橋	a1 b2 c2 d1 e3 f1 g1 h4 i2	1
9 不動沢橋	a1 b3 c3 d1 e1 f2 g1 h5 i4	2
10 ニセコ大橋	a1 b3 c2 d1 e2 f2 g2 h3 i1	4
11 三貴大橋	a1 b3 c2 d1 e1 f2 g1 h1 i2	1
12 浜名湖橋	a2 b1 c1 d1 e3 f1 g1 h2 i2	2
13 ハール1号橋	a2 b1 c1 d1 e2 f1 g1 h5 i1	1
14 富田六木大橋	a2 b3 c2 d1 e2 f2 g2 h1 i1	3
15 夢の大橋	a2 b4 c3 d2 e2 f1 g1 h3 i3	2
16 東見橋	a2 b3 c1 d1 e3 f2 g2 h1 i3	3
17 磯石島橋	a3 b1 c3 d3 e3 f2 g1 h1 i2	3
18 名港東大橋	a3 b1 c3 d1 e3 f2 g1 h5 i3	3
19 名港西大橋	a3 b1 c1 d1 e3 f1 g1 h2 i2	3
20 大芝大橋	a3 b1 c1 d1 e3 f1 g1 h1 i1	3
21 第2マクタン橋	a3 b1 c3 d1 e3 f2 g1 h1 i3	2
22 船の瀬大橋	a3 b3 c2 d1 e2 f2 g2 h1 i2	3
23 若戸大橋	a4 b4 c3 d1 e3 f2 g1 h2 i5	4
24 此花大橋	a4 b1 c2 d1 e3 f2 g1 h3 i1	3
25 お並自然村歩道橋	a4 b3 c2 d4 e1 f2 g1 h2 i5	2
26 たきかわ吊橋	a4 b2 c2 d4 e2 f1 g1 h3 i3	1
27 安芸灘大橋	a4 b1 c3 d1 e4 f2 g1 h1 i2	3
28 津大橋	a5 b4 c3 d1 e3 f2 g1 h2 i5	4
29 大島大橋	a5 b1 c3 d1 e4 f2 g1 h3 i2	3
30 ハッペ高原大橋	a5 b3 c3 d1 e3 f1 g1 h3 i2	4
31 生大橋	a5 b1 c3 d1 e3 f2 g1 h5 i1	3
32 下瀬大橋	a5 b3 c3 d1 e1 f2 g1 h2 i5	2

表 3 上位決定ルール
(クラスター1)

決定 ルール	CI	該当するサブノ.							
		1	2	8	11	13	26		
b2c2	0.500								
e1h1	0.333								
e1i2	0.333								
b2e2	0.333								
b2i3	0.333								
c2f1	0.333								
a1f2h1	0.333								
a1c2i2	0.333								
c2g1i2	0.333								
a1f2i2	0.333								
c1e1	0.167								
b2f2	0.167								
b2g2	0.167								
b2h5	0.167								
g2h5	0.167								
b2h4	0.167								
c2h4	0.167								

表 4 上位併合決定ルール
(クラスター1)

併合決定ルール	SCI	該当するサブノ.							
		1	2	8	11	13	26		
b2c2-e1h1	0.833								
b2c2-e1i2	0.833								
b2c2-a1f2h1	0.833								
b2c2-a1f2i2	0.833								
b2c2-a2h5	0.667								
b2c2-f1h5	0.667								
b2c2-a2b1i1	0.667								
b2c2-a2g1i1	0.667								
b2c2-d1e2f1	0.667								
b2c2-a2f1i1	0.667								
b2c2-e2f1i1	0.667								
b2c2-e2f1i1	0.667								
b2c2-a2d1e2g1	0.667								
e1h1-e2i3	0.667								
e1h1-c2f1	0.667								
e1i2-c2f1	0.667								
b2e2-a1f2h1	0.667								

3. 3 決定ルールの算出

表 1 はラフ集合解析を行う上で必要な橋梁の属性と属性値を設定したものであり、表 2 は各橋梁の属性値と、前述の分類（クラスター）の結果をまとめたものである。

表 2 からラフ集合ソフトウェア Ver.1.0 による解析を行い、決定ルールを算出した。表 3 はクラスター1 の場合の決定ルール表である。算出された決定ルールの組合せの結果が、クラスター1 に分類される橋梁のイメージとなることを示している。C.I.(Covering Index)とは、分類された橋梁のうち、ある決定ルールに当てはまる橋梁の占める割合のことである。つまり C.I.が高いほど、信頼性の高い決定ルールであると言える。

3. 4 決定ルールの併合

決定ルールは最小組合せであり、要素数が少なく C.I.が小さい為、決定ルールを総当たりで併合することで信頼性をできるだけ高めた。その結果、表 4 のクラスター1 の場合の併合決定ルールが得られた。S.C.I.(Subject Covering Index)とは、併合した決定ルールを満たす橋梁の占める割合を示す値である。表中、S.C.I.の最も高い値は、0.833 であり、十分信頼性の高い結果を得られたと言える。それらの要素の組合せは、b2c2-e1h1, b2c2-e1i2, b2c2-a1f2h1, b2c2-a1f2i2 などであった。b2c2-e1h1 は、平野部に建設され橋長が短く無彩色な橋梁を平行に眺めた場合、静的で落ち着いたイメージを与える可能性が高く、また b2c2-e1i2 は平野部に建設された橋長が短い橋梁を平行から眺めており、その画像のフラクタル次元の値が小さかった場合、静的で落ち着いたイメージを与えるということが分かる。同様にその他のクラスターの場合についても決定ルールの併合を行い、信頼の高い併合決定ルールを求め、イメージと各要素の組合せの関係を明確にすることができた。

4. 結 言

本研究より、以下の成果を得た。

(1)フラクタル次元を用いて景観の複雑さを定量化した結果、橋梁そのものよりも背景要素が景観のフラクタル次元に影響することが分かった。(2)ラフ集合を用いて架設場所などの景観要素とイメージとの関係性を明確化することができた。(3)ラフ集合による解析結果からは、イメージとフラクタル次元との特徴的な関係は見出せなかった。(4)今後の課題として、他の多変量解析の結果との比較を行い、ラフ集合による景観評価の有用性を明らかにする必要がある。

参考文献

1)岡島他、構造工学論文集、Vol.50A(2004)、pp.277-286。2)高安、フラクタル、(1986)、朝倉書店。3)森他、ラフ集合と感性、(2004)、海文堂出版。4)勇・安岡、土木情報利用技術論文集、Vol.12 (2003)、pp.21-32。