

(23) アーチ橋の景観設計に関する一考察

A STUDY ON AESTHETIC DESIGN OF ARCH BRIDGES

保田 敬一* 古田 均**

Keiichi YASUDA, Hitoshi FURUTA

In the recent years, the importance of the landscape in the environmental design of bridges is being greatly acknowledged. The present study concerns with the development of a method which, by applying the learning ability of the neural network to the data of past bridge designs, attempts to quantify and assess the landscape design. The data, totaling over 100 bridges, were collected from the "Bridge Annals" and include both objective and subjective data of continuous girder and arch bridges.

Key words: bridge, neural network, landscape design

1. まえがき

近年、橋梁の設計において、景観の重要性が広く認識されるようになってきた。そして、質の高い美しい橋が望まれるようになってきている。しかし、景観設計は、橋の形態や周辺環境との関連等多くの要因を考慮しなければならない、定性的な評価しか行えないのが現状である。橋梁の設計は、経済性や施工性、維持管理などの他に景観も考慮して行うが、定量的、定性的、さらには主観的、客観的な要素が入り混じったものとして総合評価を行う。したがって、全ての評価項目を定量的に扱うことは難しく、その中でも景観は人によってとらえ方が異なるため、定量的に判断することは困難となる。

本研究では、曖昧さを多く含む景観の評価を行うに際して、学習機能を持つニューラルネットワークを用いて、過去の橋梁設計例を学習させることにより、橋梁の景観評価に対しての対応性、および景観評価に係わる要因の分析を試みた。

2. 景観設計の必要性

1) 景観設計を行うにあたっては、その設計の複雑さから定まったプロセスがない。したがって、エキスパートシステム構築のためのルール等を作成することも容易ではない。これは景観の評価に係わる要因が複雑にかかわり合っているためと考えられる。

2) 評価を経済性などのように定量的に表現するのが難しく、どうしても定性的なもの、すなわち形容詞のような形になりがちとなる。

* 株式会社ニュージェック 土木第二部 (〒542 大阪市中央区島之内 1-20-19)

** 工博 関西大学教授 総合情報学部 (〒569 高槻市霊仙寺町 2-1-1)

3) 景観設計を行うには多くの労力と時間を必要とし、景観について考慮している時間が十分にとれない。これも上記1)に関係する。

以上から、景観設計の定量的評価は現状では難しく、定性的な要因の組み合わせから何らかの評価を行わざるをえない。

3. アンケート調査

景観に係わる要因は数多くあり、それらが複雑に関連し合って一つあるいは複数の評価となっており、その評価は人によって、またその状況によって、あるいは時間的な変化によってもそれぞれ感じ方が異なる。ここでは、この評価が異なるという現象を分析するためにアンケート形式の調査を行った。

調査対象者は、工学部の大学生約 50 名、橋梁設計技術者約 10 名に対して行った。

調査方法は、計量心理学的測定方法の一つである S D 法 (Semantic Differential Method) によって行った。

形容詞対は過去の文献・資料等を参考にして、景観評価に影響を与えていると考えられる要因をできるだけ抽出した。また、分析は 5 段階とした。

調査対象とした橋梁は、昭和 60 年度完工から平成 1 年度完工までの橋梁年鑑記載のアーチ橋 113 橋である。それぞれの橋について、複数の評価者が橋梁年鑑の写真を見て表 1 に示す調査票を用いて 5 段階評価を行った。

表 1 アンケート調査票

		非常に 2	やや 1	0	やや -1	非常に -2	
1	美しい						醜い
2	魅力のある						魅力がない
3	好きな						嫌いな
4	親しみやすい						親しみにくい
5	目立つ						目立たない
6	個性的な						個性がない
7	印象的な						印象が薄い
8	力強い						弱々しい
9	動的な						静的な
10	機能美がある						機能美がない
11	安定した						不安定な
12	落ちついた						落ちつかない
13	自然な						不自然な
14	調和した						調和していない
15	まとまりのある						バラバラな
16	リズム感がある						単調な
17	すっきりしている						煩雑な
18	すがすがしい						うっとおしい
19	開放感がある						圧迫感がある
20	柔らかい						堅い
21	近代的な						古臭い
22	洗練された						野暮たい
23	均整のとれた						均整のとれていない
24	明るい						暗い
25	軽快な						鈍重な
26	重厚な						軽薄な
27	冷たい						暖かい

4. 調査の分析

4.1 アーチ橋の特性

橋梁景観を構成している要素は数多くあり、大別すると、上部工、下部工、付属物、コンポジションに分けられる。また、上部工は形式、部材、色彩等々に、付属物は高欄、照明、排水管等に、コンポジションは視距離、視点、背景、色彩等に再分類される。どの項目が評価に影響しているかを当初から設定することは難しく、本研究ではこれらの考えられる構成要素全てを考慮し、評価を行った。本研究で採用した景観評価要因を表-2に示す。

なお、表-2の項目にしたがって調査を行った橋梁の構成要素の中で、橋種および橋の色彩に関する集計を図-1に示す。橋種では昔はランガー系が多かったものが、最近ではローゼやニールセンが増加している。また、橋の色彩に関しては、赤色が圧倒的に多い。茶色系は耐候性鋼材使用であり、最近では合成色も増加している傾向にある。

4.2 学生のアンケート結果

学生に対しては H5.12.1 と H5.12.15 の2回にわたり、橋梁の見せる順番を変えてアンケート調査を行った。同一人の両日の評価結果の差が低いほどしっかりとした評価基準を持っていることになるのであるが、結果はそうはならず、同じ橋の日を変えた場合の評価結果の差はかなり大きかった。

また、学生が評価した中で、各橋の美しさに関する評価結果の平均値を橋種別、色彩別に分類してみると、図-2のようになる。

表-2 アーチ橋の景観評価要因

分 類							
年 度			H3	H3	H3		
頁			10	12	91		
橋 梁 名			X橋	Y橋	Z橋		
上部工	形 式	橋 種	ローゼ	ニールセン	ランガー		
		路面位置	上路	下路	上路		
		アーチの傾斜	平行	ハスケット	平行		
	幅 員(m)		9.2	9.0	9.2		
		部 材	アーチ	支 間(m)	190.0	183.4	55.0
			ライズ(m)	35.0	28.0	14.0	
	主構間隔(m)		6.5	2.0	7.2		
	部材		クラッ	2.2	1.8	0.5	
	高(m)		支点	2.2	1.8	0.5	
	桁		形 状	箱形	箱形	箱形	
	吊材	形 状	箱形	箱形	I断面		
		桁 高(m)	1.6	1.2	1.4		
		形 状	箱形	円形	I断面		
		間 隔(m)	10.0	11.3	6.9		
	下部工	色彩	アーチ、桁、吊材	茶	赤	赤	
クリアランス(m)			91.0	60.0	29.0		
付属物	高 欄		縦格子	縦格子	横棧		
	照 明		無し	無し	一般		
	排水管		横引き	無し	縦引き		
コンポ ジショ ン	視距離		中景	近景	中景		
	視 点	視線入射角	斜側方	斜側方	側面		
		高 さ	水平	水平	水平		
	背 景		山	山	山		
		背景の		緑	濃い緑	緑	
	色 彩	上 層	緑	濃い緑	濃い緑		
	下 層						
°ロポ-ジョン	スパン・ライズ比		5.43	6.55	3.93		

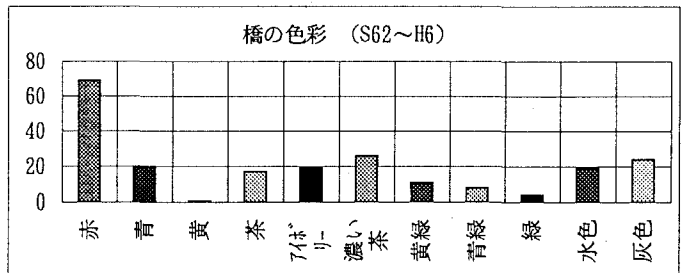
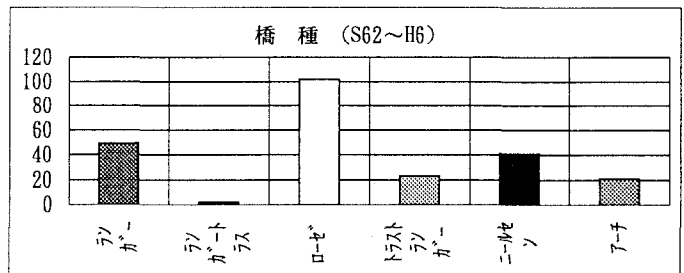


図-1 橋梁構成要素の調査結果

橋種 \ 色	黄	黄緑	緑	水色	青	茶	濃い茶	赤	アイボリー	グレー	全体
ランガー		-0.27	-0.35	0.12	0.15	-0.24	-0.26	-0.10	-0.22	-0.21	-0.14
トラストランガー		-0.12	0.24		0.14	-0.29	0.26	0.37			0.16
ローゼ	0.27	0.04	0.47	-0.19	0.75	-0.04	0.41	0.36	0.02	0.23	0.29
ニールセン			0.91	1.08	0.39		0.64	0.57	0.74	1.22	0.71
アーチ				0.03		0.24		0.35			0.24
平均	0.27	-0.12	0.32	0.26	0.36	-0.08	0.26	0.31	0.18	0.42	

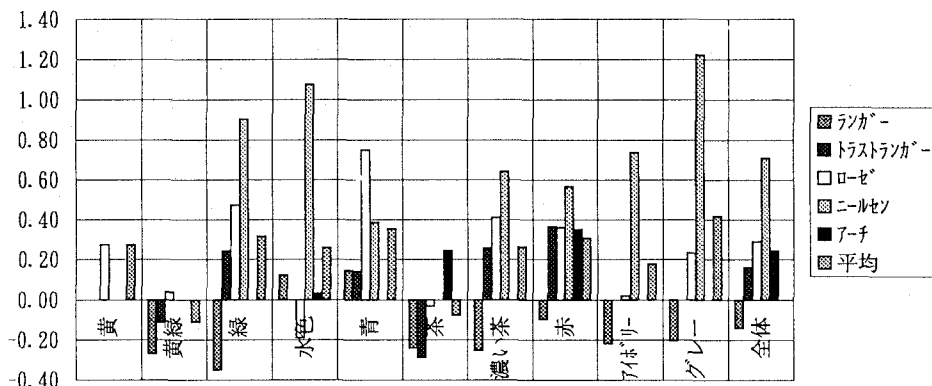


図-2 アーチ部の色彩による美しさの平均値（学生）

橋種と色彩は橋梁景観に大きな影響を与えていると考えられるが、学生の評価結果では、橋種に関する限りではランガーが低く、ニールセンやローゼが評価点が高かった。また、色彩に関しては、耐候性鋼材の茶色は評価点が低く、グレー、青、赤、緑といった鮮やかな色が評価が高かった。

4.3 個人の評価の時間的変動

評価結果で重要なことはデータの質である。例えば、見る順序を変えたり、見る時間を変えた場合、その結果が揺れ動いているようでは良い評価結果とはいえない。これは、自分自身がしっかりとした評価基準を持っているか否かの問題であり、学生や一般人よりも橋梁技術者の方が、また、橋梁技術者よりもデザイナーの方が評価基準に関してはよりしっかりとしたものをもっているであろうことが予想されよう。

ここでは、橋梁技術者を対象に、評価する時間を変えた場合、どの程度その評価結果が変動するのかを検証した。評価日は H4.2 と H5.7 と H7.5 の 3 回行い、その 3 回の評価基準の差を以下の方法で評価点として表した。

評価点 = (3 回の中の最大値と最小値の差の絶対値) × (符号の変動)

3 回とも評価結果が同じならば評価点はゼロとなる。また、符号の変動は 3 回とも同じ符号ならば +1 を、異なるならば、-1 を与える。したがって、(-2, 0, 1) ならば評価点は -3 となる。この評価点は値が小さいほど変動が少なく、マイナスがついていれば良い・悪いが逆転していることとなる。

図-3 にその結果を示すが、6 項目の形容詞対ともに同じような傾向がうかがえ、3 回とも同じ評価点となるゼロは全体の約 10～14% しかない。しかし、+1 程度の変動は許容できると考えると、ゼロと +1 との合計は全体の約 50～64% となる。これは、一人の橋梁技術者に対して行ったものであるが、橋梁技術者の中でもデザインを専門に行っている人とそうでない人とでは差があらうし、学生やデザイナーに同じことを行った場合、もっと違った分布になってくると考えられる。

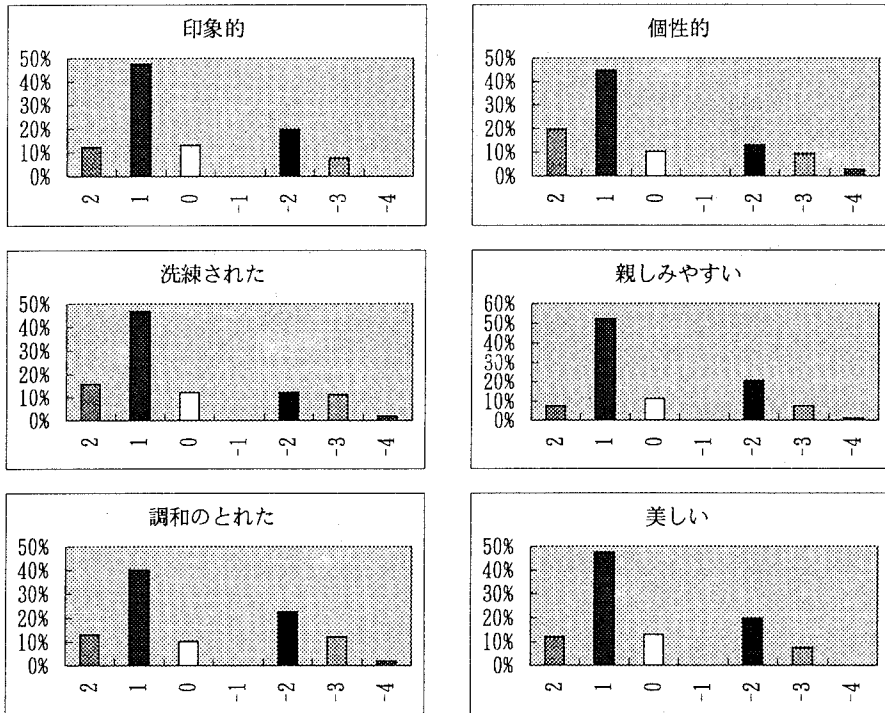


図-3 橋梁技術者による評価の時間的変動

4.4 橋梁技術者によるシステム検証

表-2に示す景観構成要素を入力値とし、評価結果を教師値として与え、ニューラルネットワークによるシステムを構築した。システム構築には学習機能をもったニューロコンピューティングソフト "CRC 製 RHI NE" を用いた。このソフトは入力値と出力値のサンプルデータを与え、学習させることによってそのサンプルデータを模倣するものである。計算に用いたニューラルネットワークは、中間層を1層とした3層の階層型モデルで、各層のユニット数は入力層:84、中間層:40、出力層:6である。また、学習方法はバックプロパゲーションを用いている。検証用には橋梁全数の約1/4である27橋をランダムに選定した。

図-4に検証結果を示すが、それぞれ6項目の形容詞対について評価が同じとなるのは全体の33～56%で、評価の差が1以内も許容すると考えると、全体の56～78%と約70%の正解率となる。

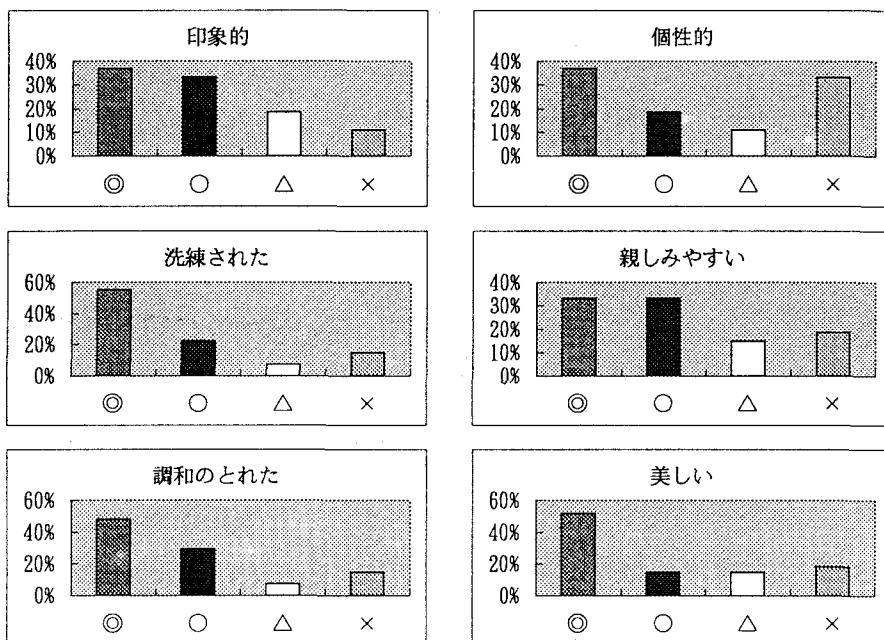
評価が一致しない原因については次の2点が考えられる。

①データの質の問題

評価者がしっかりとした評価基準をもっているか否かということが関係する。4.3でも述べたように日を変えて評価した場合、同じ評価となるのは全体の約1割程度しかなく、良い・悪いが逆転するケースも約3割あることを考えると、そのデータを教師値として使用しているのだから、本システムの検証率が低いのもうなずける。しっかりとした評価基準をもっているデザイナー等のデータを使用すれば正解率はアップするものと考えられる。

②景観に関する評価要因

景観に関する評価要因が今回とりあげた表-2以外にもあると考えられることである。



◎:評価が同じ、○:評価が1ランク違う、△:評価が1ランク以上違う、×:符号が反転する

図-4 橋梁技術者によるアーチ橋のシステム検証

5. あとがき

本研究では、アーチ橋の景観評価をニューラルネットワークを用いて行うことを試みた。学生によるアンケート結果では、しっかりとした評価基準をもっていないため、データの質に問題はあるが、一般の人間がどのように考えているかを知る上では貴重なデータである。一方、橋梁技術者の評価結果にも同じような傾向があり、時間変動による評価の違いがあることが判明した。ニューラルネットワークによるシステムを構築する場合、教師値となるデータの質が重要であり、しっかりとした評価基準をもつためにも土木技術者は景観に対する意識の向上および景観デザインについての研究が必要であろう。今後は、はっきりとした評価基準をもっているデザイナーによる評価結果を検証していきたい。また、景観に関する評価要因についても今回とりあげた以外にもあると考えられるため、再検討が必要であろう。さらに、橋梁景観に大きな影響を与えていると考えられる色彩についてもさらなる研究が必要であると思われる。

【参考文献】

- 1) 加藤雅史・田中信治・大場邦弘：アンケートに基づく橋梁の景観評価に関する一考察，構造工学論文集，Vol.36A, pp.535-542, 1990.3
- 2) 阪神高速道路公団報告書：橋梁設計におけるエキスパートシステムの応用に関する研究業務（その3），1990.3
- 3) 古田均・大谷裕生・中林正司・白石成人：ニューラルネットワークの橋梁景観設計への応用，構造工学論文集，Vol.37A, pp.669-675, 1991.3
- 4) 白木渡・松保重之・高岡宣善：ニューラルネットワークによるアーチ橋の景観評価システム，構造工学論文集，Vol.37A, pp.687-697, 1991.3
- 5) 日本橋梁建設協会：橋梁年鑑，昭和62年～平成6年