

(14) 感性工学手法による橋梁の景観評価に関する研究

A STUDY ON AESTHETICS OF LANDSCAPE WITH BRIDGES BY KANSEI ENGINEERING METHOD

白木 渡*, 伊藤則夫**, 保田敬一***, 安達 誠****

Wataru SHIRAKI, Norio ITOH, Keiichi YASUDA, Makoto ADACHI

*工博 鳥取大学助教授 工学部土木工学科 (〒680 鳥取市湖山町南4丁目101)

** (有)シーエーイー (〒680 鳥取県岩美郡国府町分上2-210-1)

*** (株)ニュージェック 橋梁部橋梁第一室 (〒542 大阪市中央区島之内1-20-19)

**** 復建調査設計㈱ 交通計画課 (〒732 広島市東区光町2-10-11)

In our early studies on aesthetic design of bridges, the beauties of shapes, landscape and color harmony have mainly been taken into consideration to assess the aesthetics of landscape with bridges. In these days, however, it becomes very important issue to consider human sensuous impressin or emotion which is called the Kansei in Japanese to the structures into design. In this study, a Kansei engineering approach is applied to assess the aesthetics of landscape with bridges. For thirty color slides of arched bridges, thirty questionnaires with pair of Kansei words are performed by the semantic differential method (SD method) for sixty students. The results of questionnaires are numerically estimated by multi-variate analysis, and the relationship between the Kansei and design elements of bridge is estimated by the use of a layered neural network.

Key words : aesthetic of landscape, aesthetic design, arched bridges, Kansei engineering, semantic differential method, multi-variate analysis, neural network

1. まえがき

橋は古くからその形態に関して人々が関心をよせ、意識的にその美を追求してきた代表的な土木構造物である。これまでの橋梁設計においては、主として経済性や機能性が主で、他に安全性や耐久性等が追求され、景観等の審美性や環境との調和についての配慮が十分になされてきたとは言えない。経済的な発展とともに、人々の生活にも余裕が生まれるようになり、美を楽しむ心のゆとりが持てるようになってきている中で、今こそ人々の感性に合った、周辺環境に調和した美しい橋の設計が求められている。

人々の感性に合った美しい橋を設計するといっても、経済性や安全性、耐久性といった客観的な設計基準とは異なり、基準化された設計手法があるわけではない。人々が橋梁に対して持つ審美性や調和性といった感性は、人それぞれの主観的な判断によるところが大きく、通常、「あまり美しくない」、「うまく空間にとけ込んでいる」等の感覚的な曖昧な表現で示されるため、これらを定量的に評価することは決して容易ではない。しかし、人間が持つ感性やイメージを具体的に物として実現するための工学的手法として最近注目を集めている感性工学手法¹⁾を用いれば、上述した感性的表現の定量化が可能となり、人々が橋梁に求めている感性に合

った、親しみの持てる美しい橋を設計することができる。一般的に橋梁構造物は、大量生産ができなく、また一度建設されると長期間使用される物であるため、それならば地域住民の感性に合った、周辺の環境に調和した美しい橋梁を造るべきである。

これまでの橋梁の景観評価については、美的評価のような曖昧性を含む問題に対して有効なニューラルネットワークを用いて、アーチ橋や斜張橋等を対象にして景観評価システムの構築を行った研究が多い。そこでは、人々の橋梁に対するイメージ形容詞として、「美しい」をとりあげ、3または5段階で評価を実施している。そして、その評価結果を出力項目とし、上部工形式や支間長、背景、色といったデータを入力項目として、橋梁の景観美を評価するニューラルネットワークシステムを構築している。

しかし、人々が橋梁に対して求める感性は、「美しさ」だけではなく、「安らぎ感」、「親しみやすさ」、「芸術性」、「安定感」、「象徴性」等さまざまである。本研究では、人々が橋梁構造物に対して求めている多種多様な感性を、感性工学の手法により分析し、さらに従来から行ってきたニューラルネットワーク手法²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾も取り入れて、橋梁のデザイン要素と人々の感性との関係を合理的に結びつける方法を検討する。本

研究で対象とする橋梁としては、幅広い年齢層に人気の高いアーチ橋を考えた。

2. 感性工学の特徴

感性工学(Kansei Engineering)は、1970年頃から広島大学の長町教授によって始められた新しい研究分野で、「人間がもっている願望としてのイメージや感性を、物理的なデザイン要素に翻訳し、具体的なモノとして実現するための技術」である。具体的には、消費者は、「〇〇〇のようなものが欲しい」といった曖昧ではあるが願望するモノのイメージをもっている。設計者も“△△△のような感性に訴える商品作り”をしたいと願う。この場合の“〇〇〇のような”、“△△△のような”というのが感性であり、それに近いモノを実現するために、“〇〇〇のようなモノ”が何色のカラーか、スタイルではどのような形態になるか、機能は何をどのように盛り込めばよいのか等を分析し解釈して、最終的に感性を具体的な設計のスペックや技術レベルへと変換する手法が、感性工学手法である。わかりやすい例を出して説明すると、「広々とした洋間」という感性を実現するために、「広々とした」とはどういう状態かを分析し、その結果から洋間の床面積、窓の面積や配置などの他、この感性に関係する天井の色、壁の色、床の色、カーテンの色等を求める。次に得られたデータに基づいてデザインを行えば、「広々とした」感じを与える洋間が実現できる。

前述の感性工学の定義を図化すると、図-1の上段に描かれている方向になる。

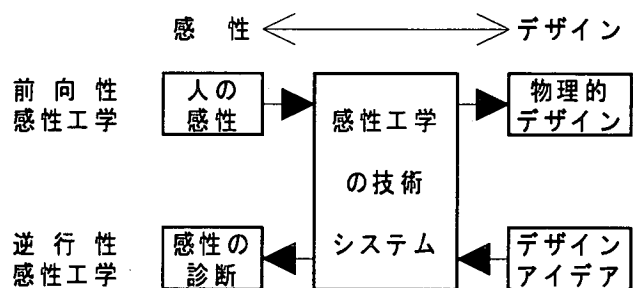


図-1 双方向性の感性工学システム

つまり、消費者の感性を分析し、それにほぼ100%近い形で設計スペックを考えて実現するための感性の翻訳プロセスであり、これを「前向き感性工学」¹⁾という。これとは逆の方向の、図-1の下段に描かれているのがもうひとつの感性工学技術である。それは、デザイナーや商品開発者が持っている売れる商品としての感性コンセプトを、自己の解釈に基づいて設計のスペックを考え、製品にまでまとめ上げる方向である。その結果について、消費者の感性にどれだけ近づいているとか、感性データベースに照合したときに、開発者の手続きによる製品がどれほど一般的感性に近いかを診断することが必要になる。この方向の感性工学を「逆行性感性工学」¹⁾という。

3. これまでの景観評価手法と感性工学手法との差

既往の研究では、前述したように橋梁の景観評価のような曖昧性を多く含む問題に対しては、ニューラルネットワークを用いたものが多い。そこでは、橋梁の景観設計でよく用いられる「美しい」、「周辺と調和のとれた」、「印象的な」などの設計モチーフをイメージ形容詞として、橋梁の写真あるいはスライドを評価者に見せて5段階評価し、別途収集した上下部工諸元、背景といったデータを入力項目として橋梁の景観を評価するシステムである。このシステムでは、新しい架橋条件を入力するとその評価が出力されるようになっている。すなわち、「美しい」、「周辺と調和のとれた」、「印象的な」といった評価項目に対する評価点が、例えば「美しい」が5段階評価の-1.2点というように出力される。これで一応の景観評価は行えるが、例えば「美しさ」の評点をもっと上げるには橋梁のどの構成要素をどのように変えればよいのか等は試行錯誤で行わなければならない。評価システムは一応データベースにはなっており、「美しさ」などの設計モチーフの評点の高いものを何種類か出力させることは可能である。しかし、その数種類のサンプルから今回の新しい架橋条件での「美しい」橋を作るには橋梁を構成しているどの要素を変えていけばいいのかなどの情報は得られない。また、評価を行った人が限定されている場合、例えば、橋梁技術者が評価したシステムであった場合、一般の人の意見は反映されていないことになる。このため、橋梁設計者用、発注者用、一般の人用といった何種類ものシステムが必要になってくる。橋梁は一度建設されると数十年といった長期間にわたり使用されるものであるため、最近では利用者すなわち地域住民の意見を反映した景観設計が求められていることは周知の事実である。これまでの橋梁の景観設計では、デザインコンセプトの作成に始まり、橋梁景観要素を分析し、形式の選定、構造各部の詳細を決定していくという流れが一般的であるが、デザインコンセプトから要素分析に至る過程の中で、本当に人々が橋に対して要求している感性が考慮されているとは言い難い。設計者や発注者からの一方的な提案であったり、デザインコンセプトをどのようにして橋の構成要素としてブレイクダウンしていくかといったことについては、あまり公にはされていないし、されていてもわかりにくいものが多い。

橋を皆が使用する商品と考え、人々が橋に対して持っているこうあって欲しいというイメージをわかりやすく表現し、橋梁構成要素に展開していく感性工学手法は、利用者のニーズを反映したもので、今後の景観設計に対しての有効な1手段と考えられる。

4. 感性工学手法による橋梁景観の評価

感性工学手法による橋梁の景観設計を行うためには、橋梁に対するイメージを具体化し、橋梁景観美を定量化することが必要となる。ここでは、感性工学手法による橋梁景観美の評価について検討する。

4.1 イメージ形容詞の抽出

感性工学とは、人がもっている感性(イメージ)を物理的なデザイン要素に翻訳し、それを設計し実現する技術である。

感性と具体的なデザイン要素とを結びつけるシステムを構築するためには、感性を表現する言葉が必要になってくる。例えば、感性を表現する例としては、「上品な⇔下品な」、「シンプル⇔複雑な」、「可愛い⇔可愛くない」などの形容詞で表されるイメージ形容詞対である。

感性を具体的なデザイン要素に翻訳するシステムを構築するためには、まず、感性を表現する言葉の収集をしなければならない。今、感性の対象は橋梁であるから、橋梁についての感性を表現するイメージ形容詞を収集する必要がある。方法としては、建設コンサルタントなど、橋梁の計画・設計に携わっている人々が実際の計画・設計の際に会議等で話している言葉を収集する方法と、橋梁関係の雑誌数冊を用意し、すべてのページをめくりながら、橋梁のデザインに関するイメージ形容詞を抜き書きする方法がある。本研究では、便宜上後者を採用し、約200個のイメージ形容詞を抽出した。これを対になるようにまとめたり、意味が重複する形容詞を整理するなどして、最終的に表-1に示す30個の形容詞にまとめた。

表-1 イメージ形容詞

1) 都会的な	16) 生命感のある
2) 機能的な	17) 空間にとけ込んだ
3) 日本的な	18) 自然と結びついた
4) シャープな	19) 清潔な
5) 芸術的な	20) 引き付けられる
6) バランスのとれた	21) 迫力のある
7) シンプルな	22) 統一感のある
8) 女性的な	23) 親しみのある
9) 遊び心のある	24) 感じのよい
10) 優美な	25) 象徴的な
11) 夢のある	26) 風格のある
12) 地域性を含んだ	27) 落ち着いた
13) 可愛い	28) 暖かみのある
14) 上品な	29) 印象的な
15) 味わい深い	30) 主張のある

4.2 アンケートの作成および実施

ここでは、前述の30個のイメージ形容詞を用いてアンケートを作成し、実施する手順を説明する。

アンケートを作成するにあたって、本研究では、SD尺度(意味微分法)を用いる。SD尺度というのは、1958年に心理学者のオスグッドが証明した評価尺度のことで、表-1に示す形容詞を、「都会的な⇔田舎的な」、「機能的な⇔機能的でない」等の対語を両極として、その間を5段階なり7段階に分けて評価する方法である。表-2は、橋梁景観を感性工学から研究するためのSD尺度で、約200個の一般形容詞から前述した手順に基づいて30個に絞り込んだイメージ形容詞である。評価段階が多いほどより精密な調査になりそうに思えるが、心理学の研究では、評価段階の多少は結果に関係がないことが証明されている。よって、本研究では、アンケートの被験者に判断し易く、かつ疲労の少ない5段階評価を採用した。

表-2 アンケート用紙

都会的な	☐	☐	☐	☐	田舎的な
機能的な	☐	☐	☐	☐	機能的でない
日本的な	☐	☐	☐	☐	欧米的な
女性的な	☐	☐	☐	☐	男性的な
シャープな	☐	☐	☐	☐	シャープでない
遊び心のある	☐	☐	☐	☐	遊び心のない
上品な	☐	☐	☐	☐	下品な
芸術的な	☐	☐	☐	☐	芸術的でない
可愛い	☐	☐	☐	☐	可愛くない
シンプルな	☐	☐	☐	☐	複雑な
清潔な	☐	☐	☐	☐	不潔な
優美な	☐	☐	☐	☐	優美でない
バランスのとれた	☐	☐	☐	☐	アンバランスな
地域性を含んだ	☐	☐	☐	☐	地域性を含まない
空間にとけ込んだ	☐	☐	☐	☐	空間にとけ込まない
統一感のある	☐	☐	☐	☐	統一感のない
落ち着いた	☐	☐	☐	☐	落ち着きのない
自然と結びついた	☐	☐	☐	☐	自然と結びつかない
親しみのある	☐	☐	☐	☐	親しみのない
暖かみのある	☐	☐	☐	☐	冷たい
感じのよい	☐	☐	☐	☐	感じの悪い
夢のある	☐	☐	☐	☐	夢のない
味わい深い	☐	☐	☐	☐	味わい深くない
引き付けられる	☐	☐	☐	☐	引き付けられない
印象的な	☐	☐	☐	☐	印象的でない
生命感のある	☐	☐	☐	☐	生命感のない
象徴的な	☐	☐	☐	☐	象徴的でない
迫力のある	☐	☐	☐	☐	迫力のない
主張のある	☐	☐	☐	☐	主張のない
風格のある	☐	☐	☐	☐	風格のない

まず、評価対象となるスライド作りについて説明する。人に評価させる際には、評価対象の実物を見せて色々な視点から時間をかけて評価させることが最も望ましい。しかし、橋梁のように様々な場所にあり、しかも移動させることができない構造物を一つ一つ複数の被験者に見せることは物理的に不可能である。そのような対象に対しては、スライドを用いるという便法がある。感性を取り上げているのに、実物の橋梁とスライドの橋梁とではその評価に差異が生じるのではないかという懸念があるが、実物とスライドとはよく似た感性を与えることが証明されているため、この研究ではスライドを用いて調査を行った。

次に評価対象となる橋梁の選択であるが、被験者に判断し易いものを選ぶため、数冊の橋梁雑誌からアーチ橋の写真70枚を選び、これらを写真の見やすさ等を考慮した第1次処理を経て50枚に絞り込み、さらにその中から周りの風景のバリエーション等を吟味して、最終的に30枚にまとめた。そして、それら30枚の写真から、アンケートに用いるスライドを作成した。

以上、これらの30枚のスライドを用いてSD尺度でアンケート調査を行った。被験者は学生60名である。アンケートは、スライド数と評価項目が比較的多かったために、途中で10分間の休憩を挟んで1枚につき約90秒をかけ、全体で60分を目安にして十分時間をかけて行った。また、アンケート終了後の得点の算出方法であるが、それぞれの形容詞を全員が5点と判断した場合に、その写真の評価が100点となるように、次式を用いて算出した。

$$\text{得点} = \frac{4 \times N1 + 3 \times N2 + 2 \times N3 + 1 \times N4 + 0 \times N5}{(N1 + N2 + N3 + N4 + N5)} \times 25$$

N1:5と評価した人数
N1:5と評価した人数
N1:5と評価した人数
N1:5と評価した人数
N1:5と評価した人数

(N1+N2+N3+N4+N5): アンケートの被験者数

4.3 主成分分析による形容詞の意味空間の把握

ここでは、被験者がアーチ橋に対して示した感性(イメージ形容詞)の意味空間を把握するために、3.1で述べたアンケート結果を主成分分析した。主成分分析とは、多くの変量の値をできるだけ情報を損失することなしに、1個または少数個の総合的指標(主成分)で代表させる方法である。

ここで、4.2で述べたアンケートの評価結果を主成分分析にかけた結果を表-3に示す。この表はアンケートの形容詞順に固有ベクトルの値を表したものである。表-3の結果について、同一因子軸で上位6項目の形容詞とその固有ベクトルの値を表-4に示す。

ここで、表-4の各因子からうける印象から、各主成分因子を次のように命名した。

- 第1主成分:個性美を表す因子
- 第2主成分:調和美を表す因子
- 第3主成分:優美さを表す因子
- 第4主成分:好感度を表す因子
- 第5主成分:存在感を表す因子

これより、被験者60名がアーチ橋に抱く感性(イメージ形容詞)は上述の5つの因子構造で構成されていることがわかった。イメージ形容詞を主成分分析して因子構造を明確にするねらいは、対象とするアーチ橋の感性の世界の構造を明確にすることにある。そもそも主成分分析とは、第1主成分から次に進むごとに支配力を持たなくなると考えられる(つまり、第1主成分が一番支配力をもつ)。ここでは、各主成分の上位6項目の形容詞に共通するものが多くあると考え、それらを1つのものとしてまとめたものである。例えば、表-4からわかるように、「引き付けられる」と「感じのよい」は同じ因子軸上にあるので、デザイン要素上でニュアンスの違いはあっても大半のデザイン要素はほぼ同じと考えてよい。しかし、「引き付けられる」と「落ち着いた」とは因子構造が異なっているので、当然異なるデザイン要素となる。このような感性の違いを考慮した設計を行うことが、感性工学手法による景観設計ということになる。

表-3 アーチ橋の固有ベクトル

	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分
都会的な	0.1889	-0.2250	-0.1122	-0.0638	-0.0920
機能的な	0.1601	-0.1910	-0.1508	-0.1902	-0.0094
日本的な	-0.1849	0.1964	0.1750	0.0852	0.2197
シャープな	0.1936	-0.1961	0.1612	-0.0764	0.0652
芸術的な	0.2284	-0.0383	0.0305	0.0340	0.0311
バランスのとれた	0.2148	-0.0043	0.1405	-0.1403	0.2010
シンプルな	0.0400	-0.1657	0.5008	-0.2162	0.3643
女性的な	0.1134	-0.1166	0.4533	0.2873	0.1072
遊び心のある	0.2070	-0.0464	-0.0188	0.2620	-0.2264
優美な	0.2240	-0.0228	0.0456	0.1056	-0.0102
寂のある	0.2239	-0.0742	-0.0339	0.0837	-0.1438
地域性を含んだ	0.0837	0.3209	0.0653	-0.2622	-0.3637
可愛い	0.1479	0.0411	0.2517	0.4066	-0.3220
上品な	0.2223	-0.0629	0.1429	-0.0544	0.0598
味わい深い	0.1746	0.2640	0.0547	0.0048	0.0661
生命感のある	0.1315	0.3042	-0.1280	0.2132	0.2113
空間にとけ込んだ	0.1621	0.1999	0.0859	-0.3344	-0.3351
自然と結びついた	0.0380	0.3857	0.2174	-0.0787	-0.1848
清潔な	0.2081	-0.1655	0.1173	-0.0542	-0.0356
引き付けられる	0.2289	0.0279	-0.0498	0.0397	0.0440
迫力のある	0.1928	-0.0080	-0.3136	-0.0596	0.2551
統一感のある	0.2215	0.0089	-0.0088	-0.1178	0.0258
親しみのある	0.1850	0.2429	0.0750	0.0572	-0.0323
感じのよい	0.2251	0.0319	0.0964	-0.0900	0.0242
象徴的な	0.2203	-0.0350	-0.1476	0.1021	0.0787
風格のある	0.1878	0.1464	-0.2820	-0.0320	0.1530
落ち着いた	0.1025	0.2902	0.0392	-0.3363	0.2704
暖かみのある	-0.0528	0.3611	0.0057	0.3219	0.2608
印象的な	0.2121	0.0039	-0.0993	0.2009	0.0610
主張のある	0.2201	0.0016	-0.1521	0.0860	0.0365

固有値	18.3800	5.0843	2.3126	1.5571	0.7795
寄与率	0.6127	0.1695	0.0771	0.0519	0.0260
累積寄与率	0.6127	0.7822	0.8593	0.9112	0.9372

表-4 形容詞の意味空間

	固有ベクトル		固有ベクトル
第1主成分	引き付けられる 0.22888 芸術的な 0.22840 感じのよい 0.22505 優美な 0.22402 夢のある 0.22391 清潔な 0.20809	第2主成分	自然と結びついた 0.38569 暖かみのある 0.36114 地域性を含んだ 0.32087 味わい深い 0.26400 親しみのある 0.24291 空間にとけ込んだ 0.19989
第3主成分	シンプルな 0.50080 女性的な 0.45334 可愛い 0.25173 シャープな 0.16115 上品な 0.14290 バランスのとれた 0.14045	第4主成分	遊び心のある 0.26196 生命感のある 0.21323 印象的な 0.20091 象徴的な 0.10205 主張のある 0.08601 風格のある -0.03204
第5主成分	落ち着いた 0.27038 迫力のある 0.25511 日本的な 0.21973 統一感のある 0.02581 機能的な -0.00941 都会的な -0.09202		

5. 感性工学手法によるアーチ橋の景観評価システムの構築

ここでは、4. で明確になった感性(イメージ形容詞)の5つの因子とアーチ橋のデザイン要素との関係をニューラルネットワークを用いて結合させる。ニューラルネットワークを用いれば、入力項目にデザイン要素、出力項目にイメージ形容詞の評価結果を用いることにより、デザイン要素とイメージ形容詞とを結合させることができる。

5.1 ニューラルネットワークによるデザイン要素と感性因子との結合

アーチ橋の景観に影響を及ぼすと考えられる要素として、「形式美」、「サイコベクトル」、「環境との調和」、「環境色との色調和」の4つを取り上げ、表-5に示す44項目のデザイン要素を考える。これがニューラルネットワークの入力項目になる。

表-5 アーチ橋のデザイン要素

1)	橋桁(長さ)	23)	橋脚の数
2)	橋桁(鉛直成分)	24)	障害物の種類(人工,自然)
3)	橋桁(水平成分)	25)	構図内に占めるPIERの面積比
4)	アーチリブ(長さ)	26)	風景1:山岳、平野
5)	アーチリブ(鉛直成分)	27)	風景2:河川、海
6)	アーチリブ(水平成分)	28)	風景3:都市部
7)	橋脚(長さ)	29)	風景(近景,遠景)
8)	橋脚(鉛直成分)	30)	アーチ
9)	橋脚(水平成分)	31)	部に空
10)	山(長さ)	32)	部に水
11)	山(鉛直成分)	33)	占める緑
12)	山(水平成分)	34)	面積比都市部
13)	水(長さ)	35)	障害物
14)	水(鉛直成分)	36)	天気(晴れ,曇り,夜景)
15)	水(水平成分)	37)	橋の形式(上路,中路,下路)
16)	構図内	38)	橋の種類(ローゼ',ランカー',トラストランカー',ニールセン,アーチ)
17)	に	39)	アングル
18)	占める	40)	X軸:左,中央,右
19)	面積比	41)	Y軸:上,中,下
20)	都市部	42)	材質(鋼,コンクリート)
21)	障害物	43)	色調和
22)	障害物の数	44)	色相
			関係
			明度彩度
			対比,不調和
			出力項目:
			5つの感性因子の
			点を57ランクに分ける

出力項目としては、60名の被験者により評価した5つの感性因子、すなわち、個性美(第1主成分)、調和美(第2主成分)、優美さ(第3主成分)、好感度(第4主成分)、存在感(第5主成分)のそれぞれをA, B, Cの3ランクに分けたものを用いる。ランク分けの方法は、表-4に示す各因子に属する6つの形容詞に対してアンケートに用いたアーチ橋が得た得点の平均値を用いた。A, B, Cランクの付け方は、各ランクに属する写真がほぼ3等分になるようにした。

5.2 システムの構築

以上の入力項目と出力項目とを結びつける方法として、ここではニューラルネットワークを用いた。5つの感性因子に対してそれぞれ5つの評価システムを構築した。ニューラルネットワークは階層型で、誤差逆伝播法により学習させた。入力層の細胞数は41、中間層は1層で細胞数は入力層に等しく、出力層の細胞数は3である。学習回数1,500~2,500、絶対最大誤差0.1で、アンケートに用いた30枚の写真の内、各因子4枚を検証用データとして残り、残りの26枚について全てのシステムの学習が良好に行われた。

5.3 システムの検証

ここでは、5.2で構築したシステムが学習データ以外のアー

チ橋の橋梁写真に対して正しく感性評価できるかどうかを5つの感性因子に対して検証する。検証用にとっておいた未学習の写真4枚に対して、5.2で構築したシステムにより第1から第5の各感性因子に対して検証させた。その検証結果を表-6に示す。

表-6 システムの検証結果

(a) 第1主成分(個性美)に関する検証結果

写真番号	判定	Aランク	Bランク	Cランク	検証結果	正解
写真 4		0.000	0.996	0.027	B	C
写真 7		0.532	0.465	0.026	A	B
写真 24	●	0.083	0.689	0.024	B	B
写真 29	●	0.354	0.107	0.253	A	A

(Aランク:65以上、Bランク:45~65、Cランク:45以下)
正解 2/4 50%

(b) 第2主成分(調和美)に関する検証結果

写真番号	判定	Aランク	Bランク	Cランク	検証結果	正解
写真 17	●	0.190	0.199	0.678	C	C
写真 19		0.011	0.298	0.824	C	B
写真 20		0.153	0.133	0.225	C	B
写真 29	●	0.826	0.131	0.046	A	A

(Aランク:55以上、Bランク:45~55、Cランク:45以下)
正解 2/4 50%

(c) 第3主成分(優美さ)に関する検証結果

写真番号	判定	Aランク	Bランク	Cランク	検証結果	正解
写真 1	●	0.983	0.131	0.000	A	A
写真 11		0.107	0.358	0.389	C	B
写真 12		0.056	0.399	0.352	B	C
写真 24	●	0.026	0.419	0.269	B	B

(Aランク:55以上、Bランク:35~55、Cランク:35以下)
正解 2/4 50%

(d) 第4主成分(好感度)に関する検証結果

写真番号	判定	Aランク	Bランク	Cランク	検証結果	正解
写真 1	●	0.883	0.073	0.010	A	A
写真 4		0.000	0.948	0.259	B	C
写真 11	●	0.034	0.974	0.003	B	B
写真 24	●	0.000	0.985	0.010	B	B

(Aランク:60以上、Bランク:40~60、Cランク:40以下)
正解 3/4 75%

(e) 第5主成分(存在感)に関する検証結果

写真番号	判定	Aランク	Bランク	Cランク	検証結果	正解
写真 1	●	0.932	0.012	0.031	A	A
写真 7	●	0.009	0.788	0.030	B	B
写真 20	●	0.023	0.000	0.984	C	C
写真 26		0.002	0.504	0.525	C	B

(Aランク:60以上、Bランク:45~60、Cランク:45以下)
正解 3/4 75%

表-6から明らかなように、システムによる検証結果とアンケート結果(正解)とが一致したものは、写真4枚中2もしくは3枚づつである。一致しなかった写真はいずれもBをA, BをC, CをB, AをBと判定している。これらの結果から、このシステムで十分「個性美」などの各感性因子の評価が可能であると判断できる。

5.4 システムの感度解析

アーチ橋の入力項目(デザイン要素)が出力項目(感性因子のランク)にどのような影響を与えているかを調べるために、構築したネットワークシステムを用いて感度解析を行った。各主成分に関するシステムの感度解析結果を表-7に示す。この表で、感度が認められたものには●印を、またやや感度が認められたものには△印が付けられている。印がついていない項目については、感度が全くみられなかったが、これらの項目は平均的に感性に影響しているということであって、必要ないという意味ではない。

表-7 アーチ橋の感度解析結果

項目名	個性美			調和美			優美さ			好感度			存在感		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1 橋桁(長さ)															
2 橋桁(鉛直成分)		△			●			△	△		●		●	●	
3 橋桁(水平成分)		△	△		●	●		●	●		●	△	●	●	
4 アーチ(長さ)		△	△		●			△	●		●	●	△	●	
5 アーチ(鉛直成分)		△						△	●		△	●	△	●	
6 アーチ(水平成分)					△	●							△		
7 サイコベクトル						●								△	
8 橋脚(鉛直成分)								●						●	●
9 橋脚(水平成分)						●									
10 山(長さ)		△			●			△			●		●	△	
11 山(鉛直成分)					△				●		●				
12 山(水平成分)		△			●			△			●		●		
13 水(長さ)															△
14 水(鉛直成分)															
15 水(水平成分)		△			●						△			●	
16 空が構内に占める面積比															
17 水が構内に占める面積比									△			●		●	
18 橋が構内に占める面積比														●	●
19 緑が構内に占める面積比		△						△						●	●
20 都市部が構内に占める面積比															
21 障害物が構内に占める面積比					●										
22 障害物の数		△			●						●				
23 橋脚の数					●										
24 障害物の種類(人工,自然)															
25 橋欄		△			●			△			●		●	●	
26 風景1:山岳,平野															
27 風景2:河川,海			△					●			●			△	
28 風景3:都市部			△					△			△				
29 風景(近景,遠景)								△							△
30 空がアーチ部に占める面積比					●										
31 水がアーチ部に占める面積比								△			●				
32 緑がアーチ部に占める面積比											△				
33 都市部がアーチ部に占める面積比															
34 障害物がアーチ部に占める面積比		△			●	△		△			●		△	●	
35 天気(晴れ,曇り,夜景)		△			●						△				
36 橋の形式(上路,中路,下路)															
37 橋の種類			△						●		●		●	●	
38 アングル			△						●		●		●	●	
39 材質(鋼,コンクリート)															
40 色相の色調和関係								●				△			
41 明度彩度の色調和関係		△			●			△			●		●		

この結果から言えることは、Aランクの感度が少ないことが挙げられる。各主成分ごとの結果を見てみると、調和美、好感度において「障害物の数」、「障害物がアーチ部に占める面積比」、「明度彩度の色調和関係」などに感度が認められる。また、存在感においては、「橋桁のサイコベクトル」に感度が認められている。しかし、今回構築したアーチ橋の景観評価システムでは、検証結果および感度解析の結果よりあまり納得のいく結果が得られたとは言えない。しかし、感性因子のランク付けや入力項目(デザイン要素)の見直しなど改善を重ねていけば十分に実用に耐えられると考えられる。

このような感度解析手法を用いれば、各感性がアーチ橋のどのようなデザイン要素に影響を受けやすいのかがわかり、デザイン要素の見直し等を行って、人々の感性に合った橋梁の景観評価が可能となる。このシステムを発展させることによって、景観設計システムの構築も可能であると考えられ

る。景観評価システムを構築していくためには、工業デザイナーが通常行っている方法が参考になる。すなわち、イメージに対するデザイン要素が明確になった時点で、その結果に合うような橋梁サンプルをまず作成する。そしてそのサンプルを用いて前に行ったアンケートと同じ条件で再度アンケート調査を行い、その結果を用いてシステムを構築する。これを繰り返すことにより、システムが良くなっていき、感性(イメージ)に対するデザイン要素が明確になっていく。その結果をもとにして、最終的にはある感性を入力すると、そのデザイン要素が出力されるような設計システムを構築することが目的である。

6. あとがき

本研究では、アーチ橋の景観評価を行うために、感性工学手法を適用することを試みた。その結果、人々がアーチ橋に対して持っている感性が5つの因子、すなわち、「個性美」、「調和美」、「優美さ」、「好感度」、「存在感」に大きく分類されることがわかった。また、各因子を構成するイメージ形容詞を明確にできた。さらに、ニューラルネットワークを用いて、これら5つの感性因子とアーチ橋のデザイン要素とを結合させて、景観評価が可能なシステムを構築した。今回構築した景観評価システムは、検証結果および感度解析結果より十分とは言えないまでも、ほぼ納得のいく結果が得られたと言える。この理由としては、写真の数が少なかったことによると思われる。

また、これまでの研究に用いられていたデザイン要素以外の「障害物」などの項目に感度が認められる結果となったことは、まだまだ新たなデザイン要素がある可能性を示唆している。これらを考慮していくことで、よりよいシステムになると考えられる。

参考文献

- 1) 長町三生:感性工学, 海文堂, 1989
- 2) 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, PP687-697, 1991.3
- 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, PP669-675, 1991.3
- 4) 白木渡・松保重之:色彩を考慮したアーチ橋の景観設計へのニューラルネットワークの適用, 構造工学論文集, Vol.39A, PP595-606, 1993.3
- 5) 保田敬一・白木渡・木村晃:新しい情報処理手法による橋梁景観設計へのアプローチ, 構造工学論文集, Vol.43A, PP561-569, 1997.3
- 6) 白木渡:中国地方の美しい橋作り, 土木学会中国支部研究成果報告書, 1994.4