

I-51

桁橋とアーチ系の橋の景観特性の違いについて

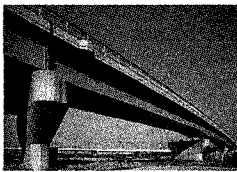
戸工業高等専門学校 正会員 齊藤 進

1. まえがき

本研究は、桁橋とアーチ系の橋の景観特性の違いを、ニューラルネットワークを用いた定量的な景観評価によって考察したものである。

2. 景観に対するアンケート

写真1に示すような桁橋とアーチ系の橋の景観写真各60枚（No.1～No.60）を40名の被験者学生に見せ、図1のアンケート用紙に示す感性ワード（No.1～No.21）と景観属性ワード（No.22～No.25）による質問に5段階尺度で回答してもらうSD法アンケートを行った。この回答を各橋について全員が最高点の5を記録した時に1.0、全員が最低点の1を記録した時に0.0になるように集計し、ニューラルネットワークなどのデータとして用いた。感性ワードは比較的に個別的な、景観属性ワードは総合的な景観評価項目である。



No.7 新大正橋



No.24 落合橋

写真1 アンケート写真の例

橋景観アンケート		
写真ナンバー No.	番号	名称
5:とても、4:やや、3:どちらともいえない、2:やや、1:とても		
1. 明るい	5 4 3 2 1	暗い
2. 安定感がある		不安定感がある
3. 味わいがある		味気ない
4. バランスがある		アンバランスな
5. 勇ましい		勇ましくない
6. 色合いが良い		色合いが悪い
7. 新しい		古い
8. 多岐な		画一的な
9. 今風の		古風な
10. 男性的な		女性的でない
11. 好ましい		好ましくない
12. 人工的な		自然的な
13. シャープな		ソフトな
14. 癒しがある		癒しがない
15. 女性的な		男性的な
16. 存在感がある		存在感がない
17. 一体感がある		一体感がない
18. ボリューム感がある		ボリューム感がない
19. 移住的な		田舎的な
20. 実用的な		装飾的な
21. 開放感がある		圧迫感がある
22. 親しみがある		親しみがない
23. 自然感がある		人工感がある
24. 屹立感がある		没落感がある
25. 優美感がある		優美感がない

図1 SD法アンケート用紙

3. 景観属性ワード評価の比較

景観属性ワード評価4項目について、桁橋とアーチ系の橋の評価の違いを表1に示す。60橋の平均のため、平均点はいずれも0.5前後となり、優美感は両者で大差がない。しかし、アーチ系の橋では曲線部分（リブ）が目立つため、軽快感、躍動感、屹立感が桁橋より大きくなっている。アンケート用の写真の選択にも依存するが、評価点のバラツキは全般的に桁橋の方が大きく、桁橋の方が評価しにくいといえる。

4. 感性ワード評価と景観属性ワード評価の関係

桁橋とアーチ系の橋についてそれぞれ、21個の感性ワード評価を入力、4個の景観属性ワード評価を出力とし、60橋のデータによってニューラルネットワークの学習を行い、その後、結合荷重法によって、感性ワード評価の景観属性ワード評価に対する影響の強さを調べた。表2にその計算結果を示す。景観属性ワードに対する影響が総合的に大きい感性ワード6項目は、桁橋では「1. 明るいー暗い」、「7. 新しいー古い」、「10. 個性的なー個性的でない」、「15. 女性的なー男性的な」、「18. ボリューム感のあるーボリューム感のない」、「21. 開放感のあるー圧迫感のある」であり、アーチ系の橋では、「5. 勇ましいー勇ましくない」、「8. 多彩なー画一的な」、「13. シャープなーソフトな」、「15. 女性的なー男性的な」、「17. 一体感のあるー一体感のない」、「21. 開放感のあるー圧迫感のある」となり、桁橋では色彩から、アーチ系の橋では形状から受ける印象がより強く影響していることがうかがわれる。

表1 景観属性ワード評価の違い

		軽快感ー重厚感	躍動感ー静止感	屹立感ー融合感	優美感
桁橋	最高点	0.822	0.850	0.728	0.778
	最低点	0.172	0.167	0.300	0.239
	平均点	0.495	0.453	0.503	0.537
	標準偏差	0.183	0.149	0.087	0.127
アーチ系の橋	最高点	0.722	0.722	0.739	0.773
	最低点	0.318	0.307	0.358	0.301
	平均点	0.544	0.506	0.558	0.525
	標準偏差	0.102	0.091	0.088	0.112

5. 景観構成要素と景観属性ワード評価との関係構築

橋の景観を構成する要素（景観構成要素）のアイテムとカテゴリーを、表3に示すように定めた。各橋について、写真より読み取った各アイテムのカテゴリーは、2進数表示に変換し、この2進数データをニューラルネットワークの入力データとする。（桁橋では全部で47bit、アーチ系の橋では全部で36bitとなる。）

一方、ニューラルネットワークの出力データは、桁橋、アーチ系の橋ともに4個の景観属性ワード評価とした。「学習」は60橋のデータを学習用の50橋と検証用の10橋に分け、学習用と検証用のデータを入れ替えて6通り行った（ケースA～ケースF）。各ケースにおいてはさらに、中間ユニット数などの計算パラメータを変えて12ケースの学習・検証を行い、最も検証結果のよい学習済みニューラルネットワークを景観評価用に採用した。「検証結果のよい」とはネットの出力が実際の評価に近いものを示す。

6. 色彩変更による景観属性ワード評価の変化

ニューラルネットワークによって構築された景観構成要素と4個の景観属性ワード評価の関係を用いてアンケートに使用していない橋の景観評価や、これから設計しようとする橋の景観評価を行うことができる。表4は、桁橋とアーチ系の橋を、学習・検証用の橋と別に選定し、本体色彩のみを変更して景観評価をニューラルネットワーク（NN）とアンケートで行った結果を示したものである。

例えば桁橋の「新田橋」の場合、本体色彩を茶から黄に変更すると、NN予測値では「躍動感-静止感」が0.317から0.373に、「優美感」が0.475から0.516に変化し、静止感が減少し優美感が増大することが分

表2 感性ワード評価の景観属性ワード評価への影響

感性ワード No.	桁橋				アーチ系の橋			
	軽快感 重直感	躍動感 静止感	屹立感 融合感	優美感	軽快感 重直感	躍動感 静止感	屹立感 融合感	優美感
1	0.0670	0.0475	0.0660	0.0757	0.0328	0.0376	0.0317	0.0364
2	0.0321	0.0286	0.0295	0.0292	0.0470	0.0487	0.0442	0.0498
3	0.0399	0.0210	0.0594	0.0374	0.0584	0.0465	0.0538	0.0509
4	0.0386	0.0373	0.0406	0.0500	0.0630	0.0525	0.0456	0.0480
5	0.0516	0.0497	0.0641	0.0504	0.0552	0.0630	0.0623	0.0577
6	0.0630	0.0603	0.0339	0.0498	0.0524	0.0462	0.0545	0.0498
7	0.0596	0.0604	0.0482	0.0561	0.0440	0.0454	0.0414	0.0374
8	0.0593	0.0586	0.0559	0.0509	0.0593	0.0621	0.0542	0.0583
9	0.0430	0.0492	0.0388	0.0426	0.0452	0.0383	0.0396	0.0332
10	0.0497	0.0524	0.0532	0.0547	0.0381	0.0376	0.0335	0.0365
11	0.0377	0.0389	0.0456	0.0474	0.0348	0.0356	0.0320	0.0384
12	0.0424	0.0388	0.0404	0.0339	0.0372	0.0390	0.0404	0.0392
13	0.0326	0.0285	0.0510	0.0418	0.0627	0.0658	0.0753	0.0603
14	0.0349	0.0368	0.0379	0.0325	0.0463	0.0452	0.0502	0.0485
15	0.0535	0.0679	0.0515	0.0620	0.0558	0.0539	0.0314	0.0403
16	0.0572	0.0573	0.0381	0.0557	0.0431	0.0390	0.0314	0.0403
17	0.0577	0.0586	0.0567	0.0568	0.0534	0.0562	0.0585	0.0568
18	0.0460	0.0453	0.0693	0.0453	0.0365	0.0410	0.0366	0.0417
19	0.0362	0.0363	0.0277	0.0294	0.0499	0.0467	0.0534	0.0512
20	0.0451	0.0465	0.0386	0.0350	0.0408	0.0482	0.0497	0.0481
21	0.0639	0.0591	0.0635	0.0645	0.0532	0.0526	0.0560	0.0541
合計	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

かる。これらはアンケートの結果に概ね一致している。

このように本体色彩を変更だけでも項目によっては評価にかなりの変化が見られることが分かる。ここでは本体色彩の変更について述べたが、他の景観構成要素のカテゴリーの変更に対してもこのような評価システムを利用して景観評価が行え、桁橋とアーチ系の橋の景観特性を調べることができる。

7. あとがき

本研究ではニューラルネットワークを用いて定量的に景観評価を行い、桁橋とアーチ系の橋の景観特性の違いを一部の例によって示した。

表3 景観構成要素のアイテムとカテゴリー

桁橋		カテゴリー	
アイテム			
掛形	等脚形、変脚形		
桁色彩	青、茶、灰、白、赤色、黄、緑、紫		
高脚形式	橋式、網式、複式、その他不明		
高脚色彩	茶、白、灰、その他不明		
排水管色彩	排水管なし、桁本体と同色、桁本体と異色		
照明色彩	照明なし、桁本体と同色、桁本体と異色		
スパン数	1, 2~4, 5~8, 9以上		
主桁断面形状	直線、曲線		
橋脚形式	橋脚なし、柱式、橋式、ラーメン式		
橋脚断面	橋脚なし、円形、長方形、三角形		
橋脚形状	橋脚なし、定脚形、変脚形、複式、変脚形		
橋脚高	橋脚なし、高（0m以上）、中（0m~6m）、低（6m以下）		
視座からの橋までの距離	近、中位、遠		
視座からの の角度	水平	0°, 30°, 60°, 90°	
	鉛直	160°, 130°, 0°, 130°, 160°	
橋上背景	空、山、空山、河川、空山、河川、空山、河川、空山、河川		
橋下背景	空、山、空山、河川、空山、河川、空山、河川、空山、河川		
橋上背景色彩	青、緑、茶、灰、白、緑、灰、緑、青、茶、灰、白		
橋下背景色彩	青、緑、茶、灰、白、緑、灰、緑、青、茶、灰、白		
クリアランス	大（0m以上）、中位（0m~5m）、小（5m以下）		
障壁物の有無	有、無		
季節	春、夏、秋、冬、不明		

アーチ系の橋		カテゴリー	
アイテム			
形式	上落式1、斜下リカ、斜下、上落式2、斜下、中落式、下落式		
スパン長	80m以下、80m~140m、140m~200m、200m以上		
ライズ、スパン比	0.10以下、0.101~0.120、0.121~0.140、0.141~0.150、0.151~0.170、0.171~0.180、0.181~0.200、0.201以上		
桁高	1.0m以下、1.1m~1.5m、1.5m~2.0m、2.1m以上		
本体色彩	赤、茶、緑、黄、青、水、白、灰、黄、緑、青、白、緑、黄、青		
吊材（支柱）間隔	スパンの1/4~1/8、1/9~1/10、1/11~1/14、1/15~1/20		
吊材（支柱）形状	棒、垂直		
吊材（支柱）色彩	本体と同色、本体と異色		
高脚色彩	本体と同色、本体と異色		
視座からの の角度	水平	0°, 30°, 60°, 90°	
	鉛直	130°, 0°, 130°, 160°	
本体背景	河川、河川、山、空、海、川		
橋上背景	河川、山、空、川		
橋下背景	川、河川、山、谷、海、道路		
橋上背景色彩	青、緑、水、茶、灰、茶、灰		
橋下背景色彩	青、緑、茶、灰、茶、灰		

表4 本体色彩変更によるNN予測値とアンケート結果

色彩	評価値	桁橋（新田橋：茶）				アーチ系の橋（高尾中央大橋：黄）			
		軽快感 重直感	躍動感 静止感	屹立感 融合感	優美感	軽快感 重直感	躍動感 静止感	屹立感 融合感	優美感
茶	NN予測値	0.515	0.317	0.457	0.475	0.604	0.486	0.632	0.395
	アンケート値	0.250	0.238	0.525	0.288	0.296	0.455	0.534	0.500
青	NN予測値	0.489	0.306	0.443	0.498	0.671	0.597	0.727	0.521
	アンケート値	0.688	0.538	0.481	0.750	0.489	0.375	0.636	0.568
黄	NN予測値	0.582	0.373	0.464	0.510	0.644	0.621	0.741	0.551
	アンケート値	0.613	0.600	0.650	0.498	0.650	0.918	0.795	0.273
緑	NN予測値	0.609	0.410	0.441	0.596	0.703	0.595	0.736	0.587
	アンケート値	0.363	0.363	0.275	0.650	0.421	0.423	0.432	0.423