

技術ノート

橋梁形式選定エキスパートシステムによる 景観性評価について

Evaluation of Landscape Using an Expert System for Selecting the Types of Bridges

野村 国勝*
Kunikatsu NOMURA

前田 研一**
Ken-ichi MAEDA

西土 隆幸***
Takayuki NISHIDO

磯 光夫****
Mitsuo ISO

Landscape is one of important elements in selecting the types of bridges. It is very difficult for a designer to select a suitable bridge type with respect to a landscape, because the feeling of beauty is subjective and the designer can not evaluate the landscape by using visual aids for time restrictions. Therefore, the authors propose the way, which can help a designer to evaluate a landscape by using CG technique. Some bridge types are selected by the expert system, which the authors have developed. These types are almost automatically showed on the monitor of a personal computer. The designer can then easily evaluate these landscapes by seeing the monitor.

Keywords : bridge type selection, CG technique, expert system, landscape

1. まえがき

土木構造物の中でも特に橋梁は、都市内にも建設される場合が多く、その利用者だけでなく、地元住民が常に目にするものである。そのようなことから、最近ではランドマークとなるような橋梁の建設においては、計画段階でその景観性が複数の専門家により詳細に検討されている。一般の橋梁においても、経済性だけでなく、当然、景観性についての検討がなされるべきであるが、複数の選定形式案の一般図から、それらの景観性が検討される場合もあり、必ずしも十分とはいえない。

設計者にとって、比較設計段階においてあらゆる人々から美しいといわれるような橋梁形式を選定することは、以下の理由から非常に困難な作業となる。すなわち、美しいという定義は主観的であり、また、前述したように、景観性を評価する際に、時間的な制約からビジュアルに各橋梁形式を表現できない場合もある。

そこで、今回、さきに著者等が河川橋梁を対象に開発した橋梁形式選定エキスパートシステム²⁾により選ばれた数案の橋梁形式を、コンピュータグラフィックス（以下、CGと略記）の手法により、パーソナルコンピュータ（以下、パソコンと略記）の画面上にほぼ自動的に描かせる方法を提案する³⁾。

この方法により、設計者が画面を見ながら、それらの形式の景観性を評価でき、実際の比較設計で行われているように、経済性や走行性など、その他の項目を含めた総合的な評価から最適な橋梁形式を選定できる。

本文は、CGの手法により、橋梁形式選定システムを用いて選ばれた数案の橋梁形式をほぼ自動的にパソコンの画面に描かせる方法、および、その方法を仮想的に適用した例について述べるものである。

2. システムの構成

今回提案する方法は、橋梁形式選定システムの一部に新たに組み込まれたものである。本システム全体のフローを図-1に、また、本システムの構成を図-2に示す。

本システムでは、主にLISP専用ワークステーションKS-303(日本ユニシス(株))により種々の選定、および算定が行われ、プログラムの作成には、エキスパートシェルKEE(インテリコープ社)が用いられている。また、CGのためには、3次元グラフィックソフト・ダイナパース3(株)ダイナウェア)がPC-98RL上で用いられている。

3. 描画方法

図-1の「景観性の評価」についての詳しいフローを図-3に示す。CGによる橋梁形式の描画は、作業時間を短縮

*川田工業(株)取締役技術本部長 **前・川田工業(株)技術本部中央研究室室長 ***川田工業(株)技術本部中央研究室係長 ****川田工業(株)技術本部中央研究室

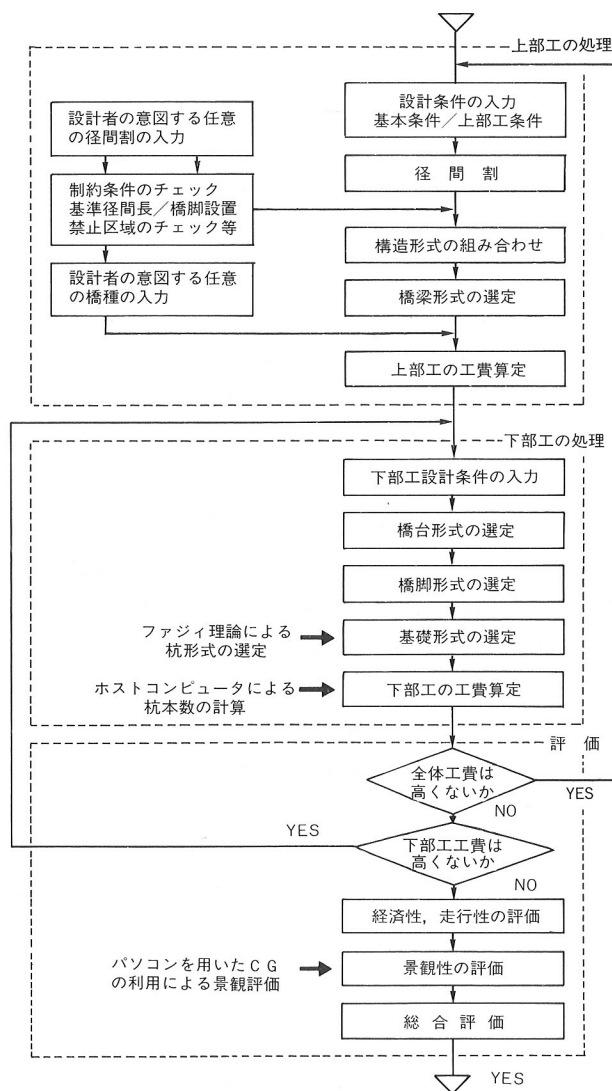


図-1 橋梁形式選定システム全体のフロー

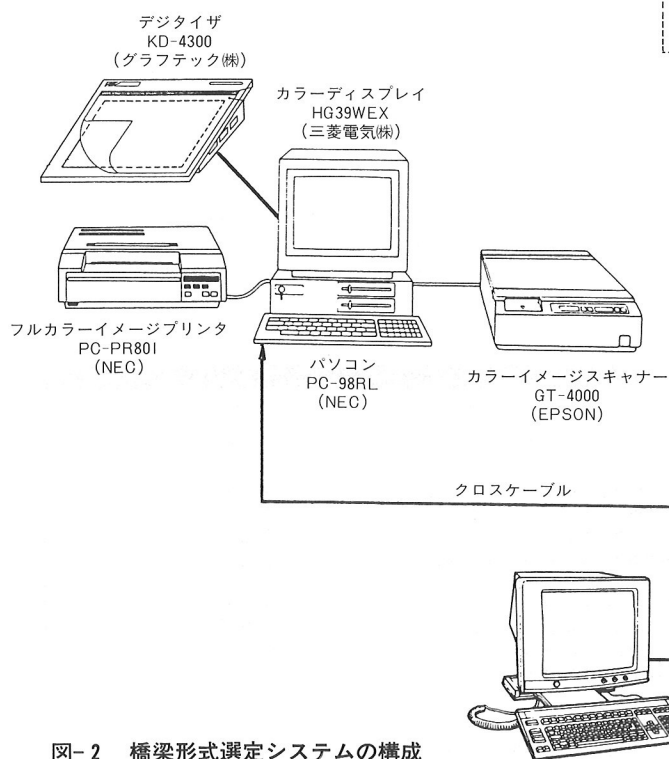


図-2 橋梁形式選定システムの構成

するために、設計者が本システムを用いることにより、経済性、走行性等から選定した2、3案程度の橋梁形式を対象に行うという方法を取った。

表-1には、本システムで得られる選定結果の中でCGのために使われる基本的なデータを示す。勿論、これだけの情報では、パソコンの画面に各橋梁形式を描くことはできない。そこで、表-1の基本的なデータを用いるこ

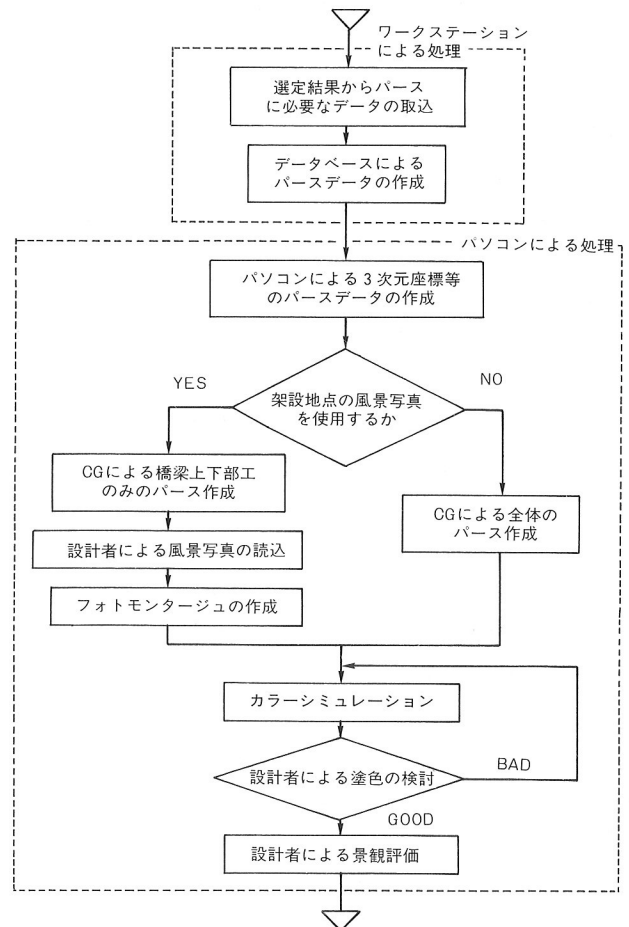
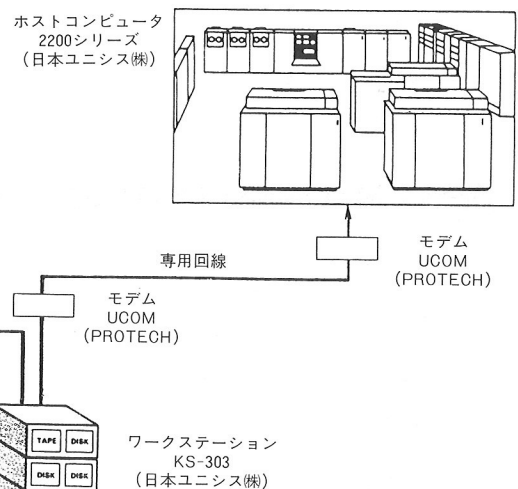


図-3 「景観の評価」部分のフロー



とにより、CGのために必要とされるその他のデータを自動的に作成できるようなデータベースを本システム上に新たに作成した。表-2には一例として、鋼連続下路トラス橋、鋼ランガー橋、および鋼斜張橋のCG用データベースの項目を示す。これらの項目は、メタルデザインデータなど^{4),5)}を参考に決定されたものである。

図-4は、本システムに実際に構築されている鋼連続下路トラス橋のデータベースを具体的に示したものである。この図の中で、CG下弦材の(50 300 300) (60 340 340) …は、径間長 ≤ 50 mでは、 b (腹板幅)=300 mm, h (腹板高)=300 mm, $50 \text{ m} < \text{径間長} \leq 60 \text{ m}$ では、 $b=340 \text{ mm}$, $h=340 \text{ mm}$ となることを表している。すなわち、径間長の値が分かれば、CG用のデータが自動的に得られる。それらのデータはワークステーションからパソコンに送られ、パソコン側では、送られてきたデータを基に3次元データや各部材の肉付けが自動的に行われる。

本システムでは、架設地点付近の風景をCGで描かせる方法と写真を用いる方法とが用意されている。前者では、橋梁形式と同じように、3次元の座標データをシステム内部で持つことになるので、画面上では橋梁形式を任意の視点位置から見るができる。後者は、フォトモンタージュを作成することになり、より現実に近い形で橋梁形式の景観性を検討できる。この場合の視点位置は、その写真の視点位置1カ所のみとなり、複数箇所の視点位置から眺めた橋梁形式を画面に描かせたいときには、それらに対応する写真が必要となる。

フォトモンタージュを作成する際には、設計者が、風景写真をスキャナーに読み込ませ、その風景写真と橋梁上下部工形式のみのパースの視点位置とを重ね合わせる。風景写真の視点位置の座標が分かれば、両者を自動的に合成することができる。その視点位置は、国土地理院発行の地図を用いて決定される。そのような作業を行うので、合成の際には両者に多少のずれが生じることもあり、その場合には、設計者が上下部工形式のみのパースを拡大、縮小して微調整を行う。

また、設計者がダイナパース3のデータを変えること

により、任意の橋梁形式の塗色を選定できる。

4. 総合評価の方法

経済性、走行性、および景観性を考慮した総合的な評価を行うためには、まず、それらの評価の基準を統一する必要がある。そこで、今回、以下の方法を用いることにした。

経済性は、得られた結果から、最も全体工費が安価となる形式に最高の3点が、最も高価となる形式に最低の1点が与えられる。そして、それらの工費の間となる形式の点数は、両者の点数を比例配分することにより得られる。走行性は、著者らが提案した方法により、エキスパンション・ジョイントの数のみでなく、橋梁上走行中の桁の揺れ、および運転者の受ける圧迫感や視界なども考慮することにより、定量的に評価できる⁹⁾。評価結果に関しては、経済性と同様の方法により、点数付けする。

景観性については、各形式の描画結果を見ながら、設計者が、良い(3.0)、だいたい良い(2.5)、普通(2.0)、やや悪い(1.5)、悪い(1.0)の五つの中から該当するものを選ぶことにした。カッコ内の数字は、各項目に対応する点数である。

以上の方法で各項目の評価が行えるが、それらは同じ重みとはならないし、常に同じ比率ともならない。例え

表-1 GGのために使われる基本的なデータ

上部工形式	全幅員、有効幅員、橋長、径間割、支点の支持状態(連続、単純形式)、橋種、河川との斜角
下部工形式	橋台、橋脚の形状寸法、種類、河幅、河川断面

表-2 CG用データベースの項目の一例

橋 種	データベースの項目
鋼連続 下路トラス橋	格間数、上下弦材の断面寸法、斜材の断面寸法、斜材間隔(橋軸直角方向)、種構高、橋門構の形状寸法、高欄の形状寸法、床版の寸法
鋼ランガー橋	格間数、アーチライズ(中央、各点)吊材の断面寸法、アーチリブの断面寸法、アーチリブ間隔(橋軸直角方向)、高欄の形状寸法、床版の寸法
鋼斜張橋	主塔の形状寸法、ケーブル本数、ケーブル配置、主桁の断面寸法、高欄の形状寸法、床版の寸法

III (Output) The List of the 鋼連続トラス Unit in the BRIDGE3 Knowledge Base				
Slot	Value	Inheritance	Value Class	From Unit
○: CG下弦材	((50 300 300) (60 340 340) (70 380 380) (80 420 420) ...)	OVERRIDE.VALUES	Unknown	鋼連続トラス
○: CG格間数	((64 7) (72 8) (81 9) (110 10))	OVERRIDE.VALUES	Unknown	鋼連続トラス
○: CG橋門構	(0.5 0.143 0.154)	OVERRIDE.VALUES	Unknown	鋼連続トラス
○: CG高欄	(0.9 0.1 0.35)	OVERRIDE.VALUES	Unknown	鋼連続トラス
○: CG斜材	((50 300 220) (60 340 250) (70 380 280) (80 420 310) ...)	OVERRIDE.VALUES	Unknown	鋼連続トラス
○: CG斜材間隔	(0.13)	OVERRIDE.VALUES	Unknown	鋼連続トラス
○: CG主構高	(0.111)	OVERRIDE.VALUES	Unknown	鋼連続トラス
○: CG床版	(0.25 0.4 0.1 8)	OVERRIDE.VALUES	Unknown	鋼連続トラス
○: CG上弦材	((50 300 300) (60 340 340) (70 380 380) (80 420 420) ...)	OVERRIDE.VALUES	Unknown	鋼連続トラス

図-4 CG用データベースの具体例(鋼連続下路トラス橋)

ば、山間部に架設され、利用者もあまり多くない橋梁では、景観性よりも経済性が重視されるであろう。一方、都市内に架設され、利用者も多く、ランドマークとしての意味を持つような橋梁では、経済性と同程度、あるいはそれ以上に景観性が重要視される場合もあろう。

そこで、本システムでは各項目の重みを既定値とはせず、選定作業のたびに、その設計者が架設地点の特色を考慮することにより、それらの適切な値を決定し入力する方法を取ることにした。各項目の重みが決定されれば、各評価値にこれらの重みを乗じ、加算することにより、総合的な評価が得られる。

5. 仮想適用例

今回提案した方法を仮想的に適用した結果を以下に述べる。図-5には、仮想適用例の設計条件を示す。この例では、風景写真を用い、フォトモンタージュを作成する方法を取った。

まず、本システムにより選定された上下部工形式が、経済性と走行性を考慮することにより、鋼連続下路トラス橋、鋼ランガー橋、および鋼斜張橋の三つに絞り込まれた。それらの選定結果とそれらの形式に対応するCG用のデータベースとを使うことにより、写真-1に示すような各形式の描画結果が得られる。また、写真-2には、視点位置を変えた場合（ほぼ正面）の鋼斜張橋の描画結果を示す。

これらの描画結果を見ながら設計者は、景観性の評価を行う。各項目の評価結果を表-3に示す。この例に示す

重みは、景観性を評価した設計者により決定されたものである。写真-1, 2からでは分からないが、各橋梁形式の塗色は、すべて白としている。各形式には、それぞれ最適な塗色が考えられるであろうが、それらの景観性の評価を同じ条件で行うために、ここでは同色とした。また、経済性の評価結果の横に記入してある金額は、各形式の全体工費である。この例では、鋼連続下路トラス橋が最適な形式となった。

6. まとめ

最後に、今回提案した方法、およびその仮想適用例から得られた知見を以下に述べる。

景観性を評価するために、本システムの中核であるワークステーションとパソコンを結ぶことにより、それらが得意としている分野の処理を効率よく行える。すなわち、エキスパートシステムを補助するような作業が行える周辺機器を取り入れることにより、さらに広がりを持ったシステムの構築が可能となる。

本システムでは、架設地点の風景写真を用いることにより、橋梁形式のフォトモンタージュがほぼ自動的に作成できる。この方法を用いることにより、具体的に景観性を評価でき、実際の比較設計で行われている方法に近い形で上下部工の形式が選定できる。

CGを用いて橋梁形式の描画を行う場合、一般にはそのほとんどの時間がパースデータの作成に費やされる。本システムでは、自動的にそれらのデータが作成されるので、選定作業の大幅な省力化が可能となる。ただし、鋼

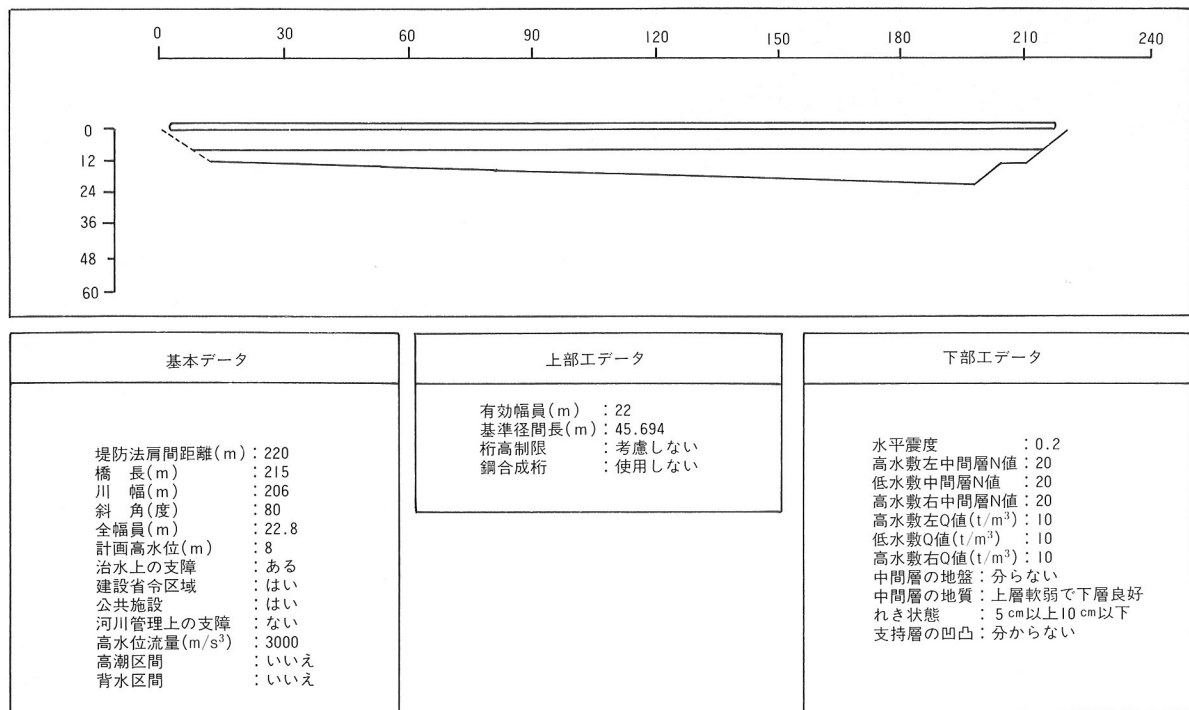
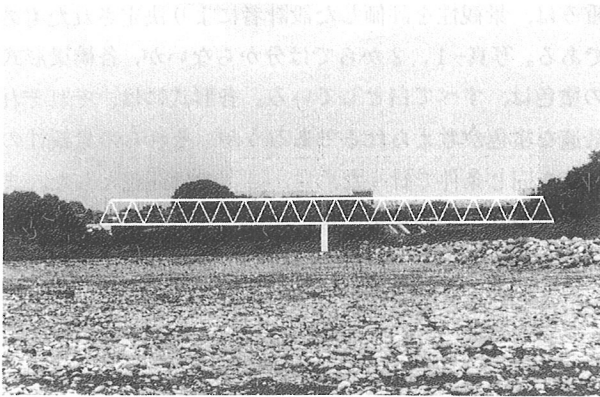
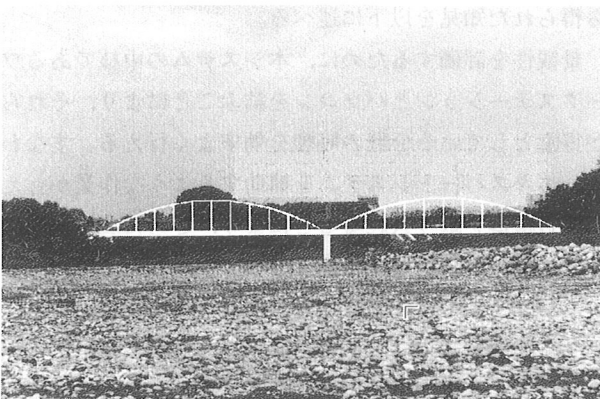


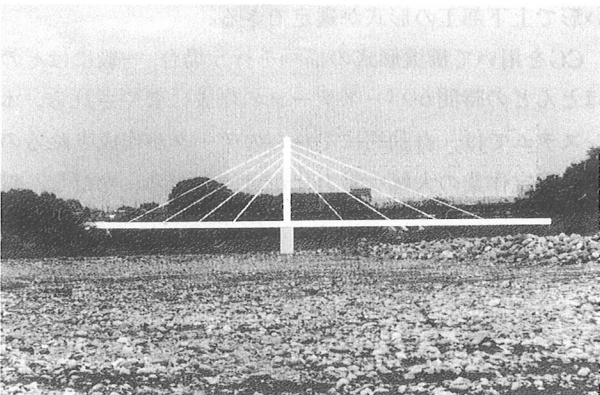
図-5 仮想適用例の設計条件



鋼連続下路トラス橋



鋼ランガー橋



鋼斜張橋

写真-1 描画結果(側面)

表-3 仮想適用例の評価結果

評価項目	重み	鋼連続下路トラス橋	鋼ランガー橋	鋼斜張橋
経済性	1.0	3.0(1 953百万円)	2.9(1 997百万円)	1.0(2 606百万円)
走行性	0.4	2.9	1.0	3.0
景 観	0.6	2.0	1.5	2.5
総合評価		5.36	4.20	3.70

連続下路トラス橋を例に取れば、径間長によりその格間数や部材幅が変わるのみで、「鋼連続下路トラス橋」という形式の描画は、一種類の形式のみになってしまう。実際には、この形式が採用された場合、さらに景観性を考慮して各部材寸法等が詳細に検討されるが、本システムではこれらの処理は不可能である。



写真-2 描画結果(正面)

しかしながら、各橋梁形式の中で、どの形式が景観性にすぐれているかという評価を行うことも同様に重要であり、本システムはそのための支援システムであると位置付けられる。

各橋梁形式の景観性を評価する場合にも、例えば、径間割の決定の時と同様に設計者、あるいは専門家の頭の中には、一定の法則のようなものが存在するはずである。それらをうまく引き出しルール化、あるいは知識ベース化することにより、さらに詳しく、具体的に景観性の評価を支援できるエキスパートシステムを構築することも可能であると考えている。その方法については、現在検討中である。

参考文献

- 1) 上原靖・八坂裕紀・篠原修・三木千壽・桐野浩充：新中川橋梁群一辰巳新橋の景観設計，構造工学論文集，Vol.37A，pp.747～758，1991年3月。
- 2) 西土隆幸・前田研一・野村国勝：河川橋梁の上下部工形式選定のためのエキスパートシステム構築に関する一考察，構造工学論文集，Vol.35A，pp.489～502，1989年3月。
- 3) 西土隆幸・前田研一・磯 光夫・野村国勝：橋梁形式選定エキスパートシステムにおける景観の評価方法に関する一提案，構造工学論文集，Vol.37A，pp.699～707，1991年3月。
- 4) 長大橋技術研究会：メタルデザインデーター鋼道路橋設計資料集，1986年9月。
- 5) 日本橋梁建設協会：鋼橋の計画，1988年10月。
- 6) 西土隆幸・前田研一・島田清明・野村国勝：橋梁形式選定エキスパートシステムにおける橋上走行時の運転者の感覚評価に関する研究，構造工学論文集，Vol.36A，pp.513～524，1990年3月。