

中小桁橋を景観設計するための支援システムの構築とその適用について

関西大学大学院 学生員 鳴尾友紀子* 関西大学大学院 学生員 築山 勲*
 関西大学総合情報学部 正会員 古田 均** 関西大学工学部 正会員 堂垣正博*

1. まえがき

近年、社会の成熟化とともに市民の社会基盤整備に対する要求が多様化し、景観を配慮した構造設計も求められるようになってきた。ところで、ものの美しさは個々人のもつ感性によって評価されるため、橋梁の景観評価も極めて曖昧で、その定量化は難しい。それゆえ、その景観評価が定量化でき、景観設計が多少なりともシステム化できれば、極めて有効であろう。ここでは、周辺環境と景観コンセプトが決定されると、複数の計画案が提示できる景観設計支援システムを構築したので、その概要と適用例について報告する。

2. 景観設計支援システムの概要

本支援システムでは、景観コンセプト、対象橋梁の色彩と形状に関するデータ、立地場所での環境に関するデータが決定されると、周辺環境に調和し、選定した景観コンセプトに見合った複数件の景観案が提示できるようにシステム設計した。景観コンセプトには、表-1 に示す桁橋の景観をイメージした7種類を選んだ。計画案は、5種類の景観構成アイテム（主桁・高欄の色彩、橋脚・主桁・高欄の形状）の組合せからなり、それぞれ景観コンセプトに対する適応度が異なる。この組合せ問題の最適化する手法に免疫アルゴリズム（Immune Algorithm：IA）を用いる。IAによって提示された複数の計画案の中から、設計技術者が最終案を決定できるようにした。本システムの流れ図を図-1 に示す。

3. 景観の評価法

計画案が抽象的な景観コンセプトをどの程度満足しているかを評価するのは、極めて難しい。それゆえ、景観構成アイテムが有している本来のイメージを16個の形容詞対¹⁾によって表現し、それを1～-1の得点で重み付けした。また、景観構成アイテムのイメージ評価と景観コンセプトを結びつける方法に、曖昧な判断を定量的に評価するのに適したファジィ推論を用い、そのファジィ推論ルールを作成した。

橋梁の色彩と周辺環境の色彩との調和を定量的に評価する方法として、ムーン・スペンサーの色彩調和論とパークホフの美度計算を用いた。ちなみに、美度計算による美度値が0.5以上であれば、周辺との調和に関して一定の水準を満しているものとされる。

4. 免疫アルゴリズム

IAは、生物の免疫システムの抗体産生機構とその自己調節機構を工学モデルにしたもので、多様性を維持した複数の準最適解を得ることができる。橋梁景観のような曖昧な評価のもとでは、適応度の高い解が必ずしもよいとは限らない。その点、最適解より多少適応度の劣る準最適解も得られるIA²⁾は、極めて有効である。本システムでは、目的関数である景観コンセプトが複数個存在するため、IAを多目的IAに改良し、より多様な準最適解が得られるように工夫した。

表-1 景観コンセプト

1	周辺環境との調和
2	シンボル性
3	個性的
4	信頼感
5	親しみやすさ
6	風格のある
7	地域性

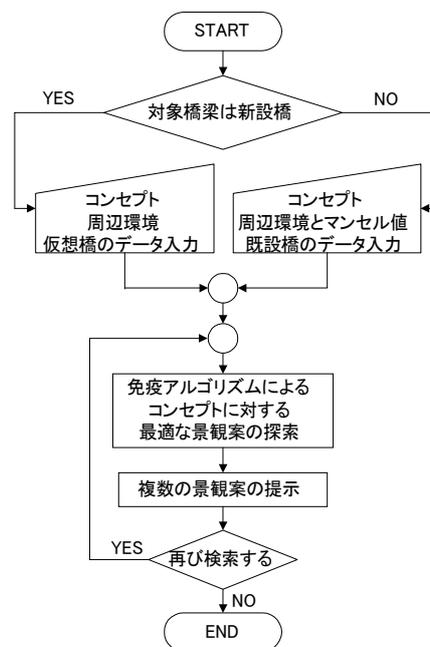


図-1 景観設計支援システムの流れ図

Keywords：橋梁景観，免疫アルゴリズム，色彩調和，ファジィ推論

連絡先：* 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 Tel / Fax：06-6368-0882

** 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1 Tel / Fax：0726-90-2488

5. 景観設計支援システムの適用例

作成した景観設計支援システムの有効性を検討するため、対象橋梁に図-2の3径間連続桁橋の柴原橋（橋梁年鑑，平成4年版）を選び、その現況環境のもとで景観設計を行った。ただし、景観設計のコンセプトは、「個性的」と「風格のある」である。

上述のデータを用い、本支援システムを実行した結果、図-3の散布図を得た。ここに、横軸は「個性的」に対する適応度、縦軸は「風格のある」に対する適応度を示す。図中、△印は多数の解の中から選ばれた20ケースの景観案の適応度を、●印は柴原橋の適応度を示している。20ケースの景観案の中から3組の案IA1, IA10, IA15を取り出し、それらの景観構成アイテム、適応度、美度を表-2に示した。また、その可視情報を図-4に描いた。

表-2 柴原橋と3ケースの計画案の評価

	主桁色彩	高欄色彩	橋脚	主桁	高欄	個性的	風格のある	美度
柴原橋	ばら色	白	c	a	d	0.5560	0.4925	1.0135
IA1	さびはなだ	浅霧みどり	i	c	d	0.2577	0.6838	1.1609
IA10	黒茶	オリーブ茶	i	c	d	0.6844	0.5426	1.1966
IA15	濃色	橙	l	a	d	0.6180	0.4653	1.1902

計画案 IA1 は、20案のうち、景観コンセプト「風格のある」に対する適応度が最高で、「個性的」に対する適応度が最低の値を示している。主桁と高欄はともに彩度の低い色彩からなり、色彩から受ける橋梁の印象は落ち着いた感じである。

計画案 IA10 と計画案 IA15 は、主桁の色彩の明度と彩度がともに低く、渋い印象を与えている。計画案 IA15 は、景観コンセプトに対する適応度では計画案 IA10 に劣っているが、可視化したところ、景観設計の代替案に十分なりうるものと思われる。組合せ最適化問題の解法 IA が定量的な判断尺度のない景観設計などの解探索に有用である。

6. あとがき

景観設計のための本支援システムでは、組合せ最適化問題の解を得るための最適化手法に IA 手法を適用し、より多様な解が提示されるように工夫した。既設橋“柴原橋”を景観設計の対象橋梁に選び、必要なデータを本システムに入力し、景観案を探索した。最適化手法への IA の適用によって、パレート最適解よりも評価が多少劣るものの、景観設計を進める上で極めて有用な解を多数得ることができた。また、多目的 IA は、景観コンセプトを満たす複数件の計画案を提示することができ、多様なニーズに応えられることがわかった。なお、本研究の一部は、平成13年度関西大学重点領域研究助成金によって行った。

参考文献 1) 古田・中村・堂垣：桁橋の景観設計支援システムに関する研究，構造工学論文集，土木学会，Vol.46A，pp.321-331，2000-3．
2) 森・築山・福田：免疫アルゴリズムによる多峰性関数最適化，電気学会論文誌，Vol.117-C，No.5，pp.593-598，1997-5．3) 日本橋梁建設協会編：橋梁年鑑，平成4年版，1992．



図-2 柴原橋

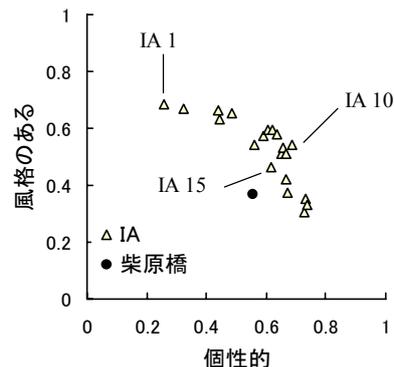


図-3 20ケースの計画案



(1) 計画案 IA 1



(2) 計画案 IA 10



(3) 計画案 IA 15

図-4 計画案の提示