

住金鋼材工業(株) 正会員 ○立石一真

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

最近、わが国でも景観を重視して構造設計されるようになってきた。しかしながら、現在のところ、一般の構造技術者が景観設計を自在に行えるまでには至っていない。これは、景観が個人の嗜好で判断されてしまうからであろう。本研究では、技術者が抱くイメージを設計に反映できるように景観設計支援システムを構築する。対象とする構造物は景観が極めて重要なアーチ橋とする。支援システムは、構造物の景観を要因別に分類し、それらの多数の組合せのなかから最適な景観案を選び出すシステムとする。最適景観案の探索には、組合せ最適化手法の一つである遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm：以下、GAと略す)を適用する。GAは、1975年にJ. H. Hollandが提案したもので、ダーウィンの自然淘汰論を基礎としている。景観の評価は、景観そのものがあいまいなため、あいまいさを含む問題の解決に適したファジィ推論で行う。本研究では、図-1に示すような支援システムの構築を目指す。

2. アーチ橋の景観設計支援システムの構築

まずはじめに、構造物の景観を要因別に分類する。すなわち、アーチ橋の形式、弦材の形式、ライズ、アーチリブの形状、補剛桁の断面、支材の断面、アーチリブの部材高、吊材の本数と形状、歩道の位置およびアーチリブ・補剛桁・吊材の色とする。次に、景観を表す17種の形容詞対を表-1のように定め、景観構成要素の景観評価ルールを-1～+1の数値で定義する。この数値で与えられる評価ルールを表-2に示した設計コンセプトを満足する景観案を導くためのファジィ推論ルールに適用し、景観案を評価する。しかし、表-2のコンセプト間にはトレードオフの関係が存在する。複数のコンセプトが選ばれた場合、選ばれたコンセプトの満足度が1になることはありえない。したがって、最適な景観案を提示する問題は多目的計画問題の一つとなる。その際、対話型の満足化トレードオフ法を用いる。最後に、提示された景観案を設計者が判断し、その案に不満足であれば、納得がいくまでこの手順を繰り返す。このようにすることによって、設計者は納得できる景観案を得ることができる。

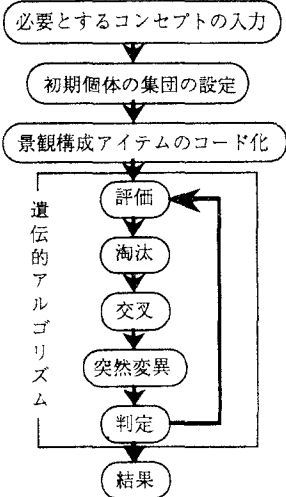


図-1 システムのフローチャート

表-1 景観評価に用いる形容詞対

安定した	⇔	不安定な
力強い	⇔	弱々しい
かたい	⇔	やわらかい
動的な	⇔	静的な
重厚な	⇔	軽快な
開放感のある	⇔	圧迫感がある
にぎやかな	⇔	さびしい
個性的な	⇔	平凡な
目立つ	⇔	目立たない
すっきりしている	⇔	煩雑な
洗練された	⇔	野暮ったい
新鮮な	⇔	陳腐な
均整のとれた	⇔	均整のとれていない
統一感のある	⇔	統一感のない
調和した	⇔	調和していない
明るい	⇔	暗い
暖かい	⇔	冷たい

表-2 コンセプト

1)	シンボル性
2)	個性的
3)	信頼感(安心感)
4)	親しみやすさ
5)	風格
6)	周囲との調和
7)	気品
8)	アメニティー
9)	地域性
10)	国際性

3. 解析結果とその考察

本研究で構築したアーチ橋の景観設計支援システムを適用し、システムの有用性を検証する。ただし、GAのパラメータは、個体数を128個、淘汰の方法を個体を下位2つと上位2つを入れ換える方法、交叉率を75%、突然変異率を0.1%とした。コンセプトの満足度を表-3の適用例1のように設定した場合、表-4の適用例1に示す景観案を得た。また、その収束過程は、図-2のようになる。

表-4の適用例1に示す景観案のほかに、コンセプトを満足するほかの景観案が存在すると思われるので、5通りの異なった初期個体を考え、再び探索した。その結果、表-4の適用例1と大差ない解が得られた。

次に、コンセプトの満足度が景観案に及ぼす影響を検討する。表-3の適用例2と3のように希求水準を設定した結果、表-4の適用例2と3の景観案を得た。最適な景観案は希求水準の大きさに影響されることが表-4からわかった。

GAのパラメータが評価値や収束の回数にどの程度影響するかを調べると、局所解に陥る場合や収束しない場合もあったが、評価値に大きな違いのないことがわかった。したがって、GAのパラメータを変化させることで局所解を利用した複数の景観案を提示できることがわかった。

4. あとがき

構築した景観設計支援システムを実行した結果、以下の結論を得た。

- (1) GAを用いた本システムで最適な景観案が探索できる。また、GAによる最適化の過程で局所解に陥ってもコンセプトを満足する景観案が提示できる。
- (2) 多目的計画手法を本システムに応用した。コンセプトの満足度を変化させ、微妙に異なる景観案が提示できた。この結果、本システムは個人の感性を景観に反映させうることがわかった。
- (3) 提示された最適な景観案が、設定されたコンセプトと希求水準を満たしていることがわかった。本研究で作成した形容詞対を用いた評価ルールや、ファジィ推論ルールと満足化トレードオフ法が、景観案を評価するうえで有用であることがわかった。
- (4) GAが膨大な景観案の中から最適な景観案を効率よく探索する手法として、ファジィ推論がGAによって得られた景観案の評価に適していることがわかった。
- (5) GAのパラメータを変化させ、最適解が変化するかどうかを検討した結果、最適な景観案に大きな違いのないことがわかった。

なお、今後の課題として、評価ルールの研究や詳細設計ができるシステムの構築がある。

表-3 選んだコンセプトと入力値

	適用例1	適用例2	適用例3
シンボル性	0.7	0.8	0.7
個性的	—	—	—
信頼感	0.5	0.5	0.6
親しみやすさ	—	—	—
風格	—	—	—
周囲との調和	0.5	0.5	0.5
気品	—	—	—
アメニティー	—	—	—
地域性	—	—	—
国際性	—	—	—

表-4 提示された景観案

	適用例1	適用例2	適用例3
橋梁形式	ランガー	ニールセン	ランガー
弦材形式	平行弦	単弦	平行弦
ライズ	中	高	中
リブ断面	箱断面	パイプ断面	箱断面
補剛桁断面	箱断面	箱断面	箱断面
支材断面	箱断面	なし	箱断面
リブ部材高	低	低	低
吊材本数	少ない	少ない	少ない
吊材形状	I形	円形	箱形
歩道位置	内側	外側	内側
吊材の色	白	黄	白
リブの色	白	黄	白
補剛桁の色	白	黄	白
評価値	0.619355	0.441379	0.581818
ステップ数	144	252	195

