

Bridge Management System における維持管理計画最適化の検証

山口大学大学院 学生員 ○鬼丸浩幸 (株) 中央システム 栗村哲志
山口大学大学院 学生員 河村 圭 山口大学工学部 正会員 宮本文穂
山口大学工学部 正会員 中村秀明

1. はじめに

本研究室では橋梁に対する維持管理業務の支援を目的とした「Bridge Management System」(以下、本BMS)の開発を行ってきた。本BMSの一機能であるメンテナンスプラン最適化機能¹⁾(以下、本機能)は、対象橋梁をある期間維持管理していく上で最適な維持管理計画を策定する機能であり、その最適化手法として遺伝的アルゴリズム(以下、GAs)を用いている。本研究では、本機能でのGAsは最適な維持管理計画を策定しているか検証した。また、GAsに変わる手法として免疫アルゴリズム(以下、IA)の適用を試みた。

2. GAsによる維持管理計画策定の検証

本機能におけるGAsの検証を行うため、考えられる全ての維持管理計画に対してそのコストを計算し、その中で最もコストの小さいもの、つまりコスト最小化における最適解(以下、厳密解)とGAsによって算出した解を比較した。表-1に厳密解による結果を、表-2に

表-1 厳密解による結果

維持管理計画の期間(年)	維持管理計画	コスト(U)	品質
5	1年後 断面修復, 樹脂注入 3年後 樹脂注入	61.4	455
7	1年後 断面修復, 樹脂注入 3年後 樹脂注入	61.4	619
10	1年後 断面修復, 樹脂注入 2年後 樹脂注入 6年後 樹脂注入	89.2	883

GAsによる結果を示す。表-2はGAsによって10回計算し、その中で最適であった解を示しており、表中の頻度は10回中何回その解が出力されたかを示している。表中コストの単位(U)は本研究独自のものであり千円/m²と設定している。

表-2 GAsによる結果

維持管理計画の期間(年)	GAsによる維持管理計画	頻度	コスト(U)	品質
5	1年後 断面修復, 樹脂注入 3年後 樹脂注入	4	61.4	455
7	1年後 断面修復, 樹脂注入 3年後 樹脂注入	3	61.4	619
10	1年後 モルタル吹き付け, 断面修復, 樹脂注入 3年後 樹脂注入 4年後 樹脂注入	1	99	919

GAsに関する詳細は参考文献1)を参照して頂きたい。

結果を考察すると、維持管理計画を考慮する期間が短い場合ではGAsによって最適解が算出されているのに対し、その期間が長くなるにつれ最適解を出力する確率が減っている。ここでは計算時間の関係上、維持管理計画の期間を5~8年として計算を行ったが、実際の業務ではさらに長い期間の計画を行うため、さらに精度が落ちGAsでは信頼性が低いと考えられる。この原因として、解範囲が広がることによってすべての範囲を探索しきれていないこと、解の収束が一度起こるとGAsの性質上そこから抜けることができないことが挙げられる。

3. 維持管理計画最適化へのIAの適用と検証

3.1 本機能におけるIAの適用方法

前節で示した様に、本機能で用いているGAsでは最適な維持管理計画を策定するために信頼性が低いといえる。よってGAsでの欠点を解消し、精度の高い維持管理計画を策定するために、最適化手法にIAの適用を試みた。以下に本機能におけるIAの適用手法についてその概要を記述する。IAにおける解である抗体はGAsでの遺伝子と同様の表現法を用いており、2次元配列の2進数で表現されている。また、本機能におけ

キーワード：BMS, 維持管理計画, GAs, IA

〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 TEL：0836-35-9484 FAX：0836-35-9484

る IA による最適化処理は図－1 に示すフローに従って行われる。そして、IA に関する操作・パラメータなどは一般的なものを用いている。IA に関する詳細は他の文献を参照されたい。

3.2 本機能における IA の出力結果の検証

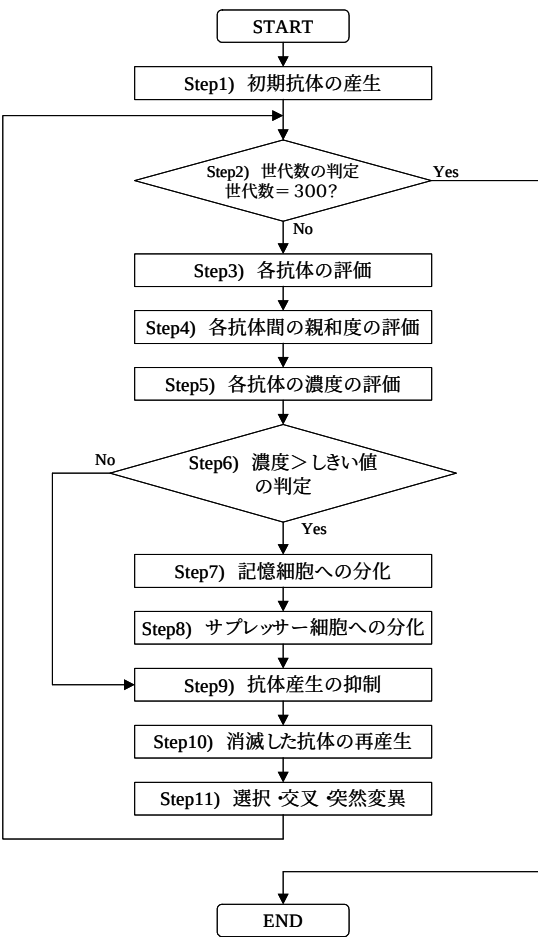
本機能における IA の検証を行うために、2 章での GAs の検証と同じ入力に対して維持管理計画を策定した。その結果を表－3 に示す。結果を表－1, 2 と比較すると、全ての維持管理計画期間について IA では最適解が出力されており、また、最適解を出力する頻度も高いことから GAs よりも信頼性が高いことが検証された。さらに、表－4 に示すように IA では解としてより最適なものから 5 つを記憶し出力することができる。よって、同じコストであっても対策を行う年の違いによって微妙に異なる計画の中から、ユーザは環境条件や施工条件、他の工事計画などとの関係から最も適した維持管理計画を選択することができると思われる。一方 IA は GAs よりもその最適化に要する時間が長くなる。また、最適解を出力する頻度も期間が長くなるにつれて少なくなることから、今後のアルゴリズムの改良、時間を短縮していくためのパラメータの調整などが課題として挙げられる。

4. まとめ

本研究では、本 BMS の一機能であるメンテナンスプラン最適化機能の最適化手法である GAs の信頼性を検証するため、GAs による解と厳密解を比較した。その結果、GAs による最適化では維持管理を行う期間が長くなるほど、最適解を出力する頻度は減っていき、実際の維持管理業務で考慮するような期間ではその信頼性が低いことが検証できた。そこで、より高い信頼性を確保するため本機能における最適化に IA を適用した。その結果、GAs では最適解を出力することができなかった期間についても最適解を出力することができ、GAs よりも信頼性が高いことが検証できた。また、IA では複数の維持管理計画案を示すことができ、ユーザの選択範囲の広い結果を示すことができた。

参考文献

1) 宮本文穂, 河村圭, 中村秀明: Bridge Management System(BMS)を利用した既存橋梁の最適維持管理計画の策定, 土木学会論文集, No.588/IV-38, pp.191-208, 1998.3.



図－1 本機能における IA の処理フロー

表－3 IA による維持管理計画策定結果

維持管理計画の期間(年)	GAsによる維持管理計画	頻度	コスト(U)	品質
5	1年後 断面修復, 樹脂注入 3年後 樹脂注入	8	61.4	455
7	1年後 断面修復, 樹脂注入 3年後 樹脂注入	8	61.4	619
10	1年後 断面修復, 樹脂注入 2年後 樹脂注入 6年後 樹脂注入	5	89.2	883

表－4 IA による複数の維持管理計画案の策定

計画番号	IAによる維持管理計画	コスト(U)	品質
1	1年後 断面修復, 樹脂注入 3年後 樹脂注入	61.4	619
2	1年後 断面修復, 樹脂注入 2年後 樹脂注入	61.4	611
3	1年後 断面修復, 樹脂注入 2年後 モルタル吹き付け, 樹脂注入	71.2	648
4	1年後 断面修復, 樹脂注入 3年後 モルタル吹き付け, 樹脂注入	71.2	644
5	1年後 ガラスクロス 断面修復, 樹脂注入 2年後 モルタル吹き付け, 樹脂注入	92.2	679