

全体系リニューアル最適化システムへの ウィルス進化型アルゴリズムの適用

田丸伸一¹⁾・古田均²⁾・斎藤麻紀子³⁾・井田隆義⁴⁾・納田高志⁵⁾

¹⁾ 関西大学大学院 総合情報学研究科知識情報学専攻 学生会員

²⁾ 工博 関西大学教授 総合情報学部総合情報学科 正会員

³⁾ 日本総研(株) 正会員

⁴⁾ 日商エレクトロニクス(株) 正会員

⁵⁾ 関西大学総合情報学部総合情報学科 非会員

1. はじめに

構造物の耐久性は、構造物を構成する部材の劣化や損傷の影響を受けて決定されるものである。専門家によって、各要素がどの程度、構造物全体に影響を与えているのかの研究がなされているが、明確な解答を得るまでには至っていない。そこで、構造物を構成する部材や要素ごとの耐久性の低下率に基づき、各要素を常に安全に維持しつつ、なおかつライフサイクルコストを最小とする維持管理計画が必要になってくる。また、各要素間に起こる相互関係を考慮して維持管理計画事業の効率、非効率を検討する必要がある。

本研究では、構造物を構成する要素ごとの安全性を維持し、他の補修事業との相関を考えた効率的な補修計画を目指し、ライフサイクルコストを最小とする維持管理計画をウィルス進化型遺伝的アルゴリズムを適用して構築する。そして、数値計算例から、それぞれの要素と要素間の相互作用の影響を考慮した維持管理計画の経済効果を検証し、ウィルス進化型遺伝的アルゴリズムの維持管理問題への適用に関する有効性を検証する。

2. ウィルス進化型遺伝的アルゴリズム (VG-GA)

共進化的アルゴリズムのひとつとして、ウィルス型遺伝的アルゴリズム (VE-GA) が提案されている。ウィルス進化論では、個体間の遺伝子の水平移動と、子孫への垂直移動により進化が行われるとしている。VE-GA はウィルス進化論に基づき交差、突然変異、淘汰といった遺伝子操作にウィルス感染操作が導入された遺伝的アルゴリズムである。VE-GA における感染の流れを示す。まず宿主から部分的に遺伝子列を取り込み、初期ウィルスを生成する。ウィルスはランダムに宿主を選択し、ウィルスの持つ部分遺伝子列を宿主に逆転写して新しい宿主を生成する。これをウィルス感染と定義する。

$$fitvirus_i = \sum_{j=1}^s fitvirus_{i,j} \quad (1.1)$$

$$fitvirus_{i,j} = fithost_{j-1} - fithost_j \quad (1.2)$$

キーワード：維持管理計画，ウィルス進化型遺伝的アルゴリズム，全体系リニューアル最適化

連絡：高槻市霊仙寺 2 - 1 - 1 関西大学総合情報学部総合情報学科 古田均

TEL: 0 7 2 6 - 9 0 - 2 4 3 8 / FAX 0 7 2 6 - 9 0 - 2 4 9

ウィルス i は適応度 $fitvirus$ をもち $fitvirus$ はウィルス I に感染した宿主個体群 S におけるウィルス感染による適応度の改善量の総和とする．

ここで fit_{host} はウィルス感染前の固体適応度を fit_{host} はウィルス感染後の固体の適応度をそれぞれ表している．(式 1.2)

3．ウィルス進化型遺伝的アルゴリズムの適用例

橋梁の補修事業では、橋脚の上部と下部、床版の中央部と支承部などの補修、また沓、桁などを更新する場合、足場の仮設を必要とする．足場の効率的な利用はより経済的な維持管理の実現を可能にすることと考えられる．複数の要素維持管理計画を考える場合、各要素間の相関関係を考慮し、効率的な維持管理計画を策定する必要がある．そこで、本研究では種々補修事業の間の相関を考慮したライフサイクルコストが最小となる維持管理計画を、VE-GA を用いて導出することを試みた．

本研究では、まず橋脚上部、橋脚下部、床版支承部の 3 要素の場合を想定する．それぞれの要素は各々鉄筋残存率を持ち、環境によって低下率も変化するものとして複数の補修工法を考えた．また、同時に補修することによる足場仮設費用の削減効果も考慮する．また、共用期間は 80 年とし、制約条件は各部材ごとに鉄筋残存率が 80 % を下回らないものとする．目的関数はトータルの補修コストが最小となるよう設定し、従来の GA と VE-GA を用いてそれぞれ構築する．また、数値計算結果より、従来の GA と比較することにより VE-GA の有用性について検討する．表 1 は、得られた最適補修実施時期の一部を示す．

表 1 補修実施時期

部材	経年								
	6 0	6 1	6 2	6 3	6 4	6 5	6 6	6 7	6 8
橋脚上部	表面塗覆装					表面塗覆装			
橋脚下部	断面修復			表面塗覆装					
床版支承部	更新					表面塗覆装			
足場仮設	床版支承部			橋脚下部		床版支承部			
仮設費削減					仮設費削減				

4．おわりに

今回、VE-GA を用いることにより各要素間における相関を考慮したライフサイクルコストが最小となる複数の補修事業の維持管理計画が効果的に策定されることがわかった．通常の GA でも各要素間の相関関係を考慮した解を得ることは可能であった．しかし、個体数や探索世代数を増加することで解の改善が行われるため効率的であるとは言えない．一方、VE-GA は、各要素間における相関を考慮するため、ある種の部分遺伝子列をウィルス感染させることにより、遺伝子間の協調が行われ、生態系全体として進化が行われたものと考えられる．このような結果から、ウィルス進化型遺伝的アルゴリズムの有用性が検証された．今後の課題として、各要素を増やし大規模な問題にも適応できるより実用的なシステムの構築が望まれる．