

遺伝的アルゴリズムを用いた最適維持管理計画の策定

— G A 手法の改良 —

鹿島建設株式会社	正会員	○ 中原 耕一郎
関西大学	正会員	古田 均
関西大学	学生員	亀田 学広
鹿島建設株式会社	正会員	高橋 祐治

1. はじめに

コンクリート構造物の性能は、塩害や中性化などの経年劣化によって低下するため、構造物の使用上、安全上の機能を供用期間中にわたって満足させるような維持管理が必要となる。筆者らは、この維持管理計画の策定に遺伝的アルゴリズム(以下 G A と呼ぶ)の適用可能性を示した¹⁾²⁾。本研究では、これまで筆者らが使用してきた遺伝子記述方法を見直し、局所解に陥りやすい計算を安定させた精度の高い計画策定を試みた。

2. 検討条件

検討対象として、海岸付近を通る連続する 10 径間のコンクリート橋梁群を想定した(図 - 1)。これらは、橋脚及び上部工(鋼製桁と RC 床版の合成構造)からなり、1 径間は 6 つの構造部位(橋脚上部、橋脚下部、支承、桁、床版支承部及び床版中央部)で構成することとした(図 - 2)。

各構造部位の性能低下は、健全時に有している性能に対する割合で表す性能指数(IP)を定義し、劣化機構として、(1)環境作用が原因の劣化(塩害または中性化)と(2)繰り返し荷重による疲労を考慮してモデル化を行った。各構造部材の性能低下の考え方を以下に示す。

橋脚の性能低下は、環境作用の影響が主要因と考え鉄筋残存率の考え方をもとに設定した(図 - 3)。床版は、環境作用と繰り返し荷重の両方の影響による考え、鉄筋残存率及び疲労に対する耐用年数を比較して劣化の進行が速い方を床版の性能低下として設定した。支承、桁は、環境条件によらず、ゴム支承の耐用年数、塗覆装の耐用年数で設定した³⁾。

3. ライフサイクルコスト(LCC)

構造物の性能低下に対して補修等の対策を実施する。本研究では構造物の補修等の対策として、補修・補強、更新、架替等のいずれかとこれらに無対策を加え、選択肢とした。

ライフサイクルコスト(以下 LCC と呼ぶ)は、橋梁群全体の工事費用を年度ごとに積算し、供用期間中の工事費用を合計したものと定義した。なお、施工単価は実勢のマクロ単価を参考に設定した。

また、LCC の算定にあたっては、複数の構造部位を同時に補修することによる足場費用削減の効果と、直接工事費が大きいほど間接工事費の割合が小さくなることを考慮した⁴⁾。

4. 遺伝的アルゴリズムの適用

本研究では、これまで採用してきた遺伝子記述方法を改良し、拡張型固定長の記述方法による G A³⁾を用いた。こ



図 - 1 検討橋梁群

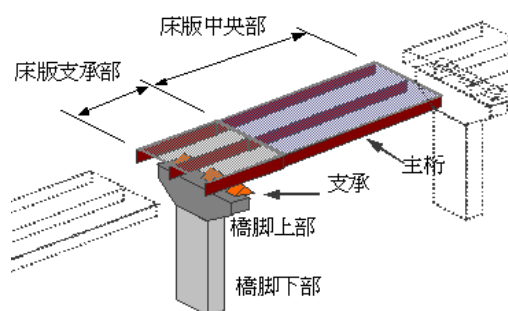


図 - 2 構造部位の構成

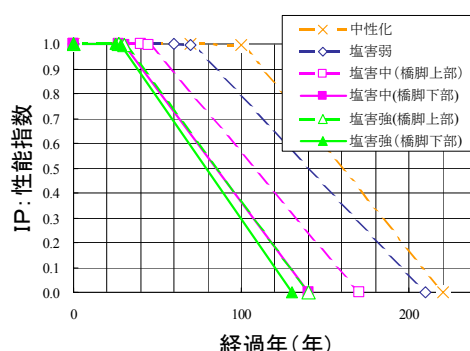


図 - 3 橋脚の性能低下¹⁾

キーワード 遺伝的アルゴリズム、ライフサイクルコスト、コンクリート、最適化、維持管理

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株)土木設計本部 TEL03-5561-2168

図—4 改良した遺伝子列

表—1 計算結果(單位千元)

	Case1	Case2
LCC	3,443,845	3,254,852

Figure 1 is a line graph showing the evolution of the Loss Coefficient (LCC) over generations (世代数). The Y-axis is labeled 'LCC(百万円)' and ranges from 0 to 5,000. The X-axis is labeled '世代数' and ranges from 1 to 3,001. The LCC starts at approximately 4,000 million yen and rapidly decreases, stabilizing around 3,254,852 thousand yen after about 1,000 generations.

図 - 5 収束状況(ケース2)

5. 検討結果

Figure 1: Maintenance schedule for bridge components. The chart shows the number of maintenance events (red bars) for different bridge parts over a 30-year period. The components are: Bridge Deck (床版), Bridge Pier (橋脚), and Bridge Abutment (橋脚上部). The x-axis represents years (0 to 30), and the y-axis represents the number of events (0 to 10). The Bridge Deck has events at years 15 and 28. The Bridge Pier has events at years 15 and 28. The Bridge Abutment has events at years 15 and 28. The text "表面塗装" (Surface Coating) is written in red.

下図の拡大図

6. おわりに

Figure 1 is a Gantt chart showing the maintenance schedule for 10 bridges (橋梁00 to 橋梁09) over a 100-year period. The x-axis represents the elapsed time (経過年) from 0 to 100 years. The y-axis lists the bridges. The legend indicates the following maintenance tasks:

- 補修なし (No repair)
- 表面塗装 (Surface painting)
- 表面被覆 (Surface coating)
- 断面修復 (Cross-section repair)
- 脱塩 (Deicing)
- 電気防食 (Cathodic protection)
- 架替 (Replacement)
- 断面修復および表面被覆 (Cross-section repair and surface coating)

The chart shows that Bridge 00 has a red box highlighting the first 30 years, indicating a specific maintenance period. Other bridges show various maintenance tasks at different intervals throughout their 100-year lifespan.

参考文献

圖 - 6 最適化計算結果

4)平成 13 年度版 国土交通省土木工事積算基準，(財)建設物価調査会，2001.