

京都大学工学研究科 学生員 ○西村 昌朗
京都大学工学研究科 正会員 石川 敏之
京都大学工学研究科 正会員 服部 篤史
京都大学工学研究科 正会員 河野 広隆

1. はじめに

維持管理コスト平準化操作については、現在様々な手法が提案されているが、他の手法との比較なしに用いられていることがほとんどである。用いる手法によって得られる結果が異なる傾向を示す可能性が考えられる。よって、本研究では、平準化手法の違いが橋梁群の維持管理コスト平準化に与える影響について検討を行った。

2. 研究概要

2.1 対象橋梁群および劣化予測、対策シナリオ

コンクリート製、鋼製道路橋で構成される仮想既設橋梁群（30 橋 50 径間）を対象とし、部材を主桁、床版、支承に限定した。

今回用いる劣化予測手法としては、健全度の経時変化に簡易な既定形の式を当てはめる方法を採用した。これは、実構造物に対する診断（点検、劣化予測、評価・判定）において目視や打音法程度のごく簡易な方法が広く用いられ、離散的な健全度を把握するに留まっている実情と、今回対象とする橋梁群が小規模で、かつ過去の点検データの蓄積がなく、遷移確率を用いた予測が困難であることをあわせて考慮したものである。

劣化曲線の式の形としては、図 1 に示すような、既往の研究で用いられている「上に凸な 2 次式」を用いた。耐久年については、既往の研究¹⁾で示された点検データの回帰分析の結果を用いた。どの健全度でどの対策を行うかを決定する対策シナリオについては、使い捨て型、対症療法型、危機管理型のうち予防保全的な危機管理型に統一した。

2.2 維持管理コスト算出方法

今回の対象部材においては、補修により得られる便益（車両通行費用など）がほぼ一定であると仮定した。よって、本研究では対象期間（100 年間）にかかる補修費用のみを維持管理コストとして算出した。また、予算に対するコストの年度ごとのばらつきの評価を目的とする

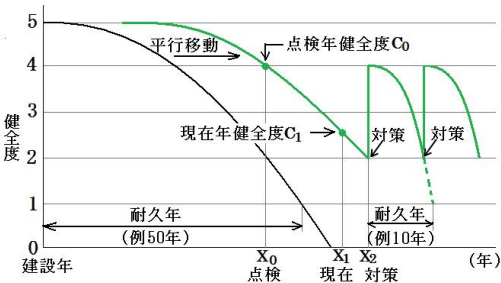


図 1 劣化曲線設定の例

表 1 平準化操作手法に関する検討要因

No.	操作方法	前倒し/先送り	予算制約
b1	山くずし方式	前倒し5年&先送り2年	一定 (維持管理コスト年平均額)
g1	遺伝的アルゴリズム 方式	前倒し3年	
g2		前倒し5年&先送り2年	
g3			数年ごと変動
p1	予防保全率方式(25%)	—	一定
p2	予防保全率方式(50%)		(維持管理コスト年平均額)

ため、社会的割引率は用いていない。

2.3 平準化手法

維持管理コスト平準化操作方法に関する検討要因を表 1 に示す。操作方法について、以下に述べる。

(1) 山くずし方式¹⁾

平準化前の予算計画に対し、対策の前倒し・先送りによって、山を崩し、谷を埋めるという考え方のもと、手作業で維持管理コスト平準化操作を行った。対策は前倒しを基本としたうえで、優先順位は表 2 に示す方針に準じた。左にある項目ほど影響力が強い。

(2) 遺伝的アルゴリズム (GA) 方式

平準化前の予算計画に対し 1 橋梁 1 径間 1 部材 1 対策ごとの前倒し・先送りの年数を図 2 のように遺伝子型にコード化して準最適解の探索を行った。文献²⁾を参考に設定条件を表 3 のように定めた。

(3) 予防保全率方式³⁾

平準化前の予算計画に対し架替えなど先送りの許されない対策に対して予算を配分しつつ、予防保全的補修に充てる予算の割合を「予防保全率」として定め、平準化

操作を行った。

2.4 平準化結果の評価指標

各年度のコストが予算制約額を超過しても大幅に下回っても、事業の継続性から好ましくない。維持管理コストの年平均で求めた予算額に対して、平準化後の年度毎のコストがどの程度ばらついているかを評価する指標として、変動係数に相当する「平準化指標」を設定した。この値が小さく、100%に近いほど、ばらつきが小さい。また、橋梁群全体の健全性に与える影響も評価するため、0以上1以下の値で表わされる「平均健全率」を設定した。この値が大きいほど健全性が高い。

3. 結果および考察

平準化手法と平準化指標との関係を図3に、平均健全率との関係を図4に示す。

図3より、いずれの手法を用いても平準化前よりばらつきが抑えられていること、図4より、年を経るごとに平均健全率の上下の波が穏やかになることが読み取れる。いずれも平準化操作を行うことによって、対策時期が分散された結果であると捉えることができる。

操作方法について、GA方式は他手法と同程度までばらつきを抑えており、山くずし方式と同等の健全性を有している。予防保全率方式の場合に健全性が高いのは、予防保全的補修のための予算がほぼ常に確保されていることによる。前倒し/先送りについては、併用した場合に前倒しのみの時よりばらつきが小さく、健全性も悪化していない。健全性については、前倒し期間を5年に延長したことによって、先送りで低下した分を打ち消した可能性が考えられる。予算制約については、制約額を数年ごとに変動させることによって、ばらつきが大きく抑えられており、健全性の低下も見られない。

4. 結論

GA方式を用いると、山くずし方式や予防保全率方式と同程度までばらつきを抑えることができた。また、前倒しのみより、前倒しと先送りを併用した場合にばらつきが小さく、健全性の低下も見られなかった。

謝辞：本研究は、土木学会関西支部「構造物群のライフサイクルマネジメント共同研究グループ」の協力を得て行った。グループの皆様深く感謝の意を表します。

参考文献

1) (社)建設コンサルタント協会近畿支部アセットマネジメント研究委員会：アセットマネジメントの普及を目指して、2007.7.

表2 山くずし方式における対策時期優先順位（方針）¹⁾

部材	健全度	橋種	対策費	優先順位
主桁	低	コンクリート橋	大	高
床版	中		小	↓ 低
支承	高	鋼橋		

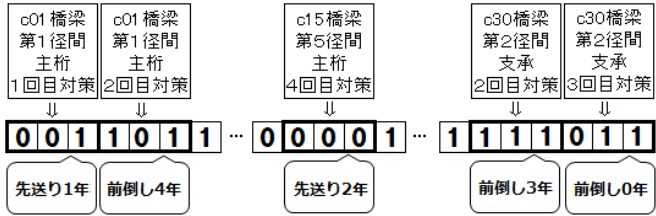


図2 GA方式におけるコーディングルール

表3 GAの設定条件

項目	内容	パラメータ
コード	バイナリ(0/1)表現, Gray Code	—
遺伝子長	—	1248ビット
交叉	2点交叉	交叉率0.6
突然変異	0,1を反転	変異率1/1248
淘汰方式	エリート保存とトーナメント選択	保存率0.1
親の選択	ランダム	—
個体数	—	100
世代数	—	2000

※ —:該当なし

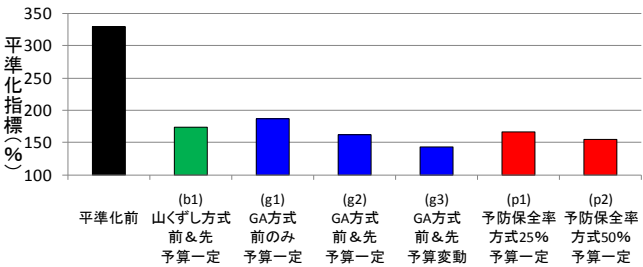


図3 平準化手法と平準化指標の関係

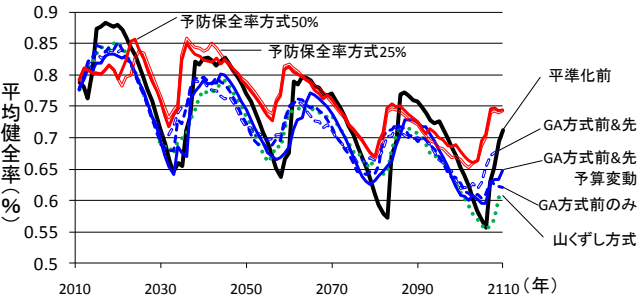


図4 平準化手法と平均健全率の関係

2) 伊庭斉志：遺伝的アルゴリズム，医学出版，2002.5.
3) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告 第4号 住宅・社会資本の管理運営技術の開発，2006.1.