

橋梁マネジメントにおけるライフサイクルシミュレーションについての一考

パシフィックコンサルタンツ 正会員 堀井久義

1. はじめに

平成19年度から始まった橋梁の長寿命化修繕計画策定事業では、統一された計画策定手法がない中、各自治体が独自の検討手法で取り組み、策定した修繕計画を公表している。しかしながら平成22年2月に総務省が勧告した本事業への行政評価・監視では、「ライフサイクルコストの縮減効果の把握が不十分」などの指摘を受けている。

本稿では、これまでいくつかの自治体の長寿命化修繕計画策定を支援してきた中で取り組んだ、長寿命化の効果を算定するために開発したライフサイクルシミュレーションと、その工夫について述べる。

2. シミュレーションの手法

自治体が管理する橋梁群について、将来のあるべき姿を目標として設定し、それを達成するために、今から取り組むべき維持管理項目(点検・維持修繕、投資予算)を見いだす、といったバックカスティング手法によるシミュレーションとしている。

3. シミュレーションのロジック

シミュレーションは、これから取り組むべき新たな橋梁マネジメントサイクルを再現するよう、ロジックを構築している。

また、要求されるアウトプットの精度や計算時間を考慮し、必要以上に複雑なアルゴリズムとしないように工夫した。

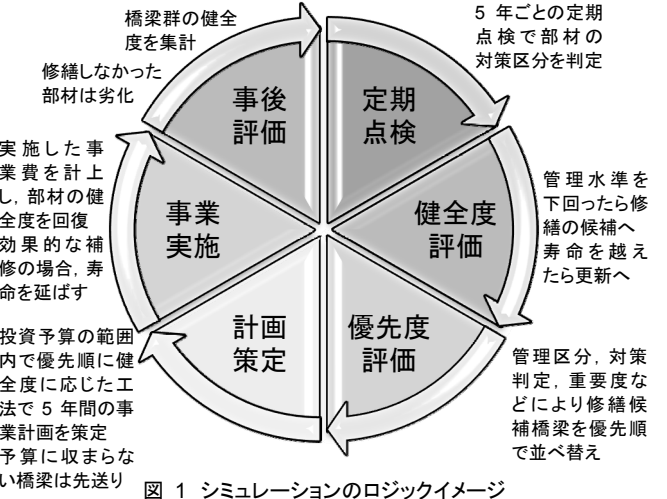


図 1 シミュレーションのロジックイメージ

4. シミュレーションのシナリオ設定

シミュレーションでは、各自治体の管理実態や目標を考慮し、以下の4項目のシナリオ設定を行う。

(1) 維持管理シナリオ

自治体が管理する膨大な橋梁群に対して、すべて同様に予防保全に取り組むのは、予算・人的資源とも不足し困難である。そこで各橋梁の路線特性や構造特性などを考慮し、3~4つ程度の管理区分を設定し、リスクの高い橋梁にコストを多くかけられるよう、維持管理シナリオや管理水準の峻別を行う。

リスクの高い橋梁とは、交通規制が困難な重要路線上の橋梁、三大損傷など厳しい劣化環境にある橋梁、第三者被害の恐れがある跨線橋・跨道橋などが考えられる。

表 1 維持管理シナリオ設定例

区分	維持管理シナリオ	管理水準	長寿命化効果
	予防保全型	損傷が軽微な段階で予防的に修繕を実施	高 ↑ 低
	事後保全型	損傷が致命的となる前の段階で修繕	
	巡回監視型	損傷が致命的となってから対策(含規制)	

(2) 修繕シナリオ

修繕シナリオは、別途実施する劣化予測の検討結果に基づき、部材・劣化グループごと、各健全度(区分または点数など)に至る経過年、各区分での修繕工法(主工法及び併用工法)などの設定を行う。

劣化グループは、既存の点検結果を分析し、塩害地区や凍結防止剤散布路線など、各自治体で顕著な劣化状況を反映させる。なお、劣化予測を行わない部材の修繕費は年間固定費として設定する。

橋種	工種	部材	対象劣化	補修シナリオ	劣化グループ	番号	対策判定区分				
							A	B	C	D	E
鋼橋	主桁	鋼	腐食	凍結防止剤散布路線	1	経過年	0	25	30	35	38
						修繕名称	-	-	主橋梁替	主橋補強	主橋補強
						主工法	-	-	Rc-III	Rc-I	Rc-I
						併用工法	-	-	伸縮修繕	伸縮取替	伸縮取替
						移行シナリオ	-	-	-	-	-
						経過年	0	30	36	45	45
						修繕名称	-	-	主橋梁替	主橋補強	主橋補強
						主工法	-	-	Rc-III	Rc-I	Rc-I
						併用工法	-	-	伸縮修繕	伸縮取替	伸縮取替
						その他の路線	2	-	-	-	-

図 2 修繕シナリオ設定例

(3) 更新シナリオ

更新シナリオは、上部工材料や建設年次などの橋梁諸元による初期寿命と、修繕による延長寿命について設定し、シミュレーションサイクル中に寿命を越えた時点で架替えを実施する設定である。

延長寿命は維持管理シナリオに応じて設定するのではなく、「C判定までのうちに修繕を行うと寿命が延びる」設定としている。したがって予防保全型の橋梁でも、「予算制約により致命的な劣化となるE判定まで修繕ができない」場合は短命となる。

表 2 更新シナリオ設定例

建設年次	上部工材料	初期寿命	延長寿命
～1980	鋼	60年	120年 (最大値)
	コンクリート	80年	
1980～	鋼・コンクリート	100年	

(4) 投資予算シナリオ

投資予算シナリオは、修繕投資について予算制約の有無、年間投資額を設定する。ただし寿命に伴う更新費は、必要な費用として必ず発生するものとする。シミュレーションでは、長寿命化の効果により更新費を縮減するための最適な修繕投資予算を見いだす検討を行う。

5. シミュレーションによる最適投資額の検討例

計画的な修繕に取り組もうとしても、投資予算が限られれば、長寿命化効果は得られないことになる。

以下に示す検討例では、修繕投資額を少なく設定した場合、必要な修繕を必要な時期に行えず、橋梁群の健全度分布が悪化している。そのため長寿命化の効果を得られず、経過年20年以降から更新が集中し始めている状況が見られる。

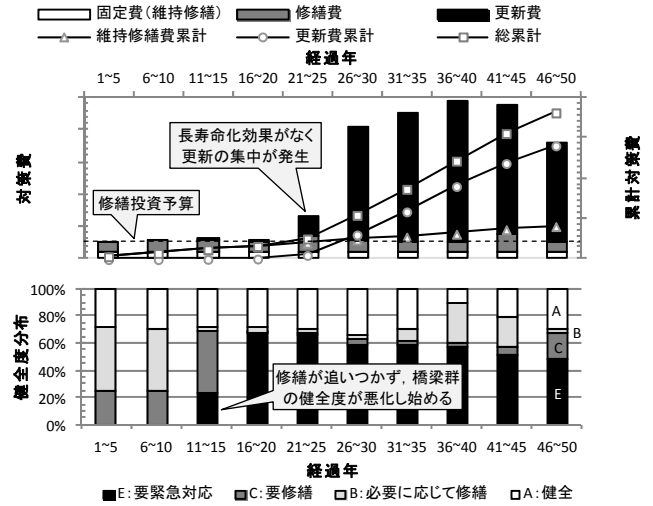


図 3 投資額が不足するケースのシミュレーション結果例

最適な修繕投資額を求めるには、5年ごとの事後評価において「継続的にE判定の橋梁を蓄積させないこと、十分な長寿命化効果が得られること」を将来の望ましい姿として、シミュレーションのトライアルを行う。

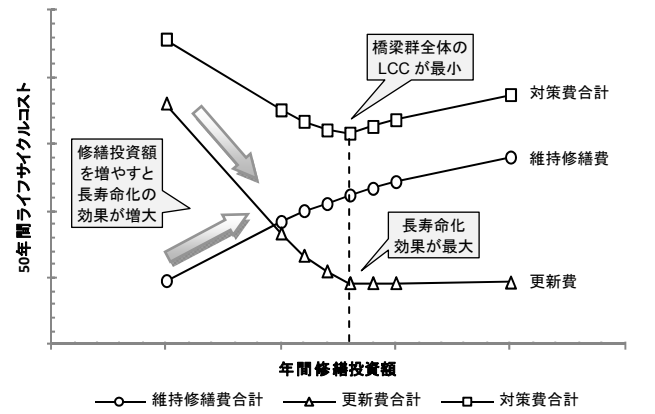


図 4 最適投資額の検討例

6. シミュレーションによる長寿命化の効果の検討例

長寿命化の効果は、「維持管理を行わず、致命的に劣化してから修繕を行う」といった従来の対症療法的なシナリオによるシミュレーション結果と比較することによって算定することができる。

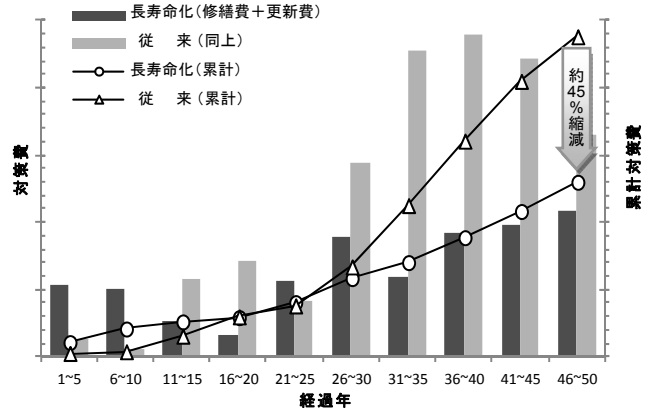


図 5 長寿命化の効果の算定例

7. おわりに

本項で提示したライフサイクルシミュレーションを行うことにより、自治体におけるこれからの橋梁維持管理方針を定め、長寿命化修繕計画策定、修繕事業の実施などへ活用を図ることが可能と考える。

今後は橋梁以外の施設管理にも適用できるよう、本シミュレーションシステムの拡張を図っていくところである。

参考文献

「道路アセットマネジメントハンドブック」
道路保全技術センター道路構造物保全研究会 編