

## 地方自治体における橋梁保全更新手法の提案

東京大学 学生会員 ○稲垣博信  
 東京大学 北川慶祐  
 東京大学 正会員 河村 圭  
 東京大学 フェロー 藤野陽三

### 1. はじめに

高度経済成長期に大量に整備された橋梁群は、経済成長が一段落した現在、建設後数十年を迎え、維持に要する費用が増大しつつある。予算の少ない地方自治体が管理する橋梁も同様な事から本研究の目的を地方自治体における橋梁保全更新手法の提案とした。

### 2. 問題提起

図1は、政令指定都市A市橋梁の橋齢分布図を示したものである。この図から数十年後には橋梁の多くが橋齢50年を越え、維持管理費用が増大しつつあることがわかる。以上より自治体の負担を軽減させるため、橋梁保全更新手法に増大する維持管理総費用の低減化が要求されるが、図1から多くの橋梁の更新時期が一時期に集中する可能性が読み取れること、また地方自治体では予算が年度毎に設定されるが年度予算は前年度比などで決定され大幅な変化が見込めないことから年間費用の平滑化との兼ね合いを考慮しなければならない。また、地方自治体の管理する橋梁の特徴の一つは、橋梁の多様性にある。A市橋梁約1600橋においては、例えば橋長が10m以下から100m以上の様々な長さの橋梁を管理しなければならない。さらに用途においても、24時間交通量が5万台を越える橋梁があれば、数人しか使用しない人道橋もある。そのため、合理的な保全更新を行うには、橋梁を明確に区別する必要がある。最後に、地方自治体の管理する橋梁は人々から近い距離にある橋梁であり、管理者としての説明責任から橋梁の性能管理目標値を明確にする必要がある。

以上より保全更新手法に要求される事柄をまとめると①維持管理総費用の低減化、②維持管理年間費用の平滑化、③橋梁の明確な分類、④性能管理目標値を明確にする、が挙げられる。

### 3. 保全更新手法の提案

#### 3.1 橋梁保全更新手法の流れ

本節では、前節でまとめられた要求を満たすべき保全更新手法の提案内容を説明する。図2は、保全更新手法のフローを示したものであり、この図に準じて説明を行う。入力データは、点検データ、諸元データ、架橋条件データであり、3つの指標値を入力データより算定する。次に3つの指標のうち「社会的価値」と「更新費用」を基に橋梁を明確に分類し、さらに維持管理タイプ毎に性能管理目標値を設定する。「更新費用」「社会的価値」の導入理由としては、年間費用の平滑化を行うために2つの指標により橋梁を分類することで更新時期を調整することを挙げる。最後に性能管理目標値と「総合健全度」を比較することで保全更新順

序を出力する。

#### 3.2 橋梁保全更新手法に利用する指標

##### (1)総合健全度

橋梁の「総合健全度」は、橋梁の劣化の程度を示し、最も橋梁が健全な状態を100点として、定期点検のデータにより一つの橋梁全体の総合健全度を算出する。ここでは、データの不足から橋梁の最も重要な部材である床版と桁の健全度を重み付き平均することにより橋梁の「総合健全度」を算出する。また、点検データは、定期点検により随時更新されるものとする。

##### (2)社会的価値

橋梁の「社会的価値」は、図3に示されるようにいくつかの諸元データから重み付き平均により評価を行う。項目とその重み係数の値は現在、橋梁について所持しているデータと本研究において著者らが地方自治体へ実施したアンケート<sup>1)</sup>の分析により決定した。

##### (3)更新費用

橋梁の「更新費用」は、橋梁の架橋条件データと単価が $m^2$ 毎に設定されることから橋面積などの諸元データにより算定される。更新には買取可能、不可能などの橋梁周辺の土地条件により工法が異なり費用に差が生じる。そのため本研究では、その土地条件を架橋条件データと称し、4つの工法において単価を設定し、「更新費用」を算定した。

#### 3.3 維持管理タイプの分類と性能管理目標値の設定

前節で説明した3つの指標のうち、「社会的価値」と「更新費用」により橋梁を予防保全型、対症療法型、更新型の3つの維持管理タイプに振り分ける。3つのタイプとは、①予防保全型：補修・補強を繰り返す、その後使用限界まで供用し更新する、②対症療法型：補修・補強を極力少なくし(1回)、その後使用限界まで供用し更新する、③更新型：補修、補強を実施せず使用限界まで供用し更新する、である。橋梁の分類は、図4のように「社会的価値」と「更新費用」の散布図を作成し、クラスタリングを行った。クラスタリングは、二つの指標の導入理由が異なることと相関係数が低いことから軸に平行な二つの直線で行った。性能管理目標値は、維持管理タイプごとに設定した。本研究では、ニューヨーク市の点検基準を基に性能管理目標値は予防保全型を85点、対症療法型を50点、更新型を30点とした。

#### 3.4 保全更新順位の決定

次に、橋梁の保全更新順位は性能管理目標値と定期点検により随時更新される総合健全度の差(以下、Dとする)により決定する。図5は、Dの概念図を示したものである。Dの値が小さい橋梁ほど保全または更新が優先される。

キーワード：地方自治体、橋梁保全、年間費用の平滑化、優先順位、社会的価値、更新費用

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 TEL 03-5841-6099 FAX 03-5841-7454

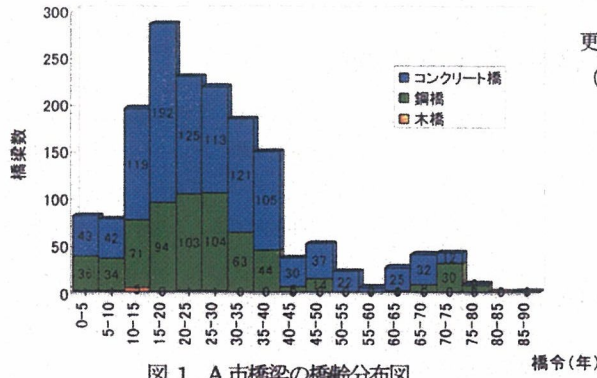


図1 A市橋梁の橋齢分布図

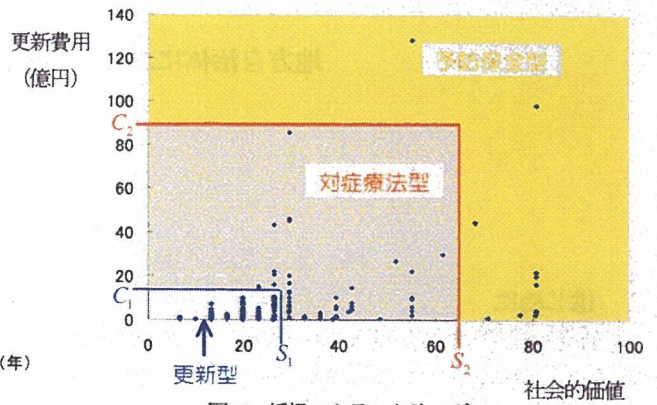


図4 橋梁のクラスタリング

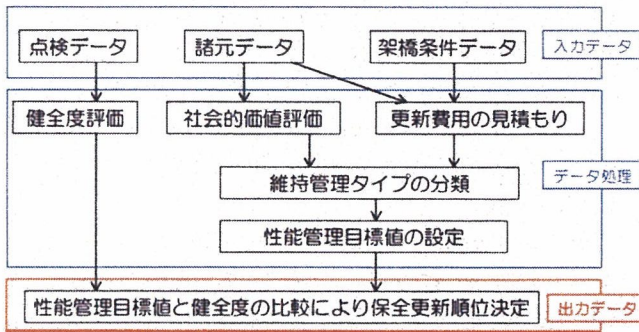


図2 保全更新手法のフロー

W <sub>k</sub>	項目	各項目における点数F <sub>k</sub>			
		NO	二次	一次	
51	緊急輸送路	0	0.5	1	
27	交通量	幅員<4m	0.25	0.5	0.75
		4m<幅員<6m	0.5	0.75	1
13	バス路線	NO	0	1	
		YES	0	1	
6	土木遺産	NO	0	1	
		YES	0	1	
3	都市計画	NO	0	1	
		YES	0	1	

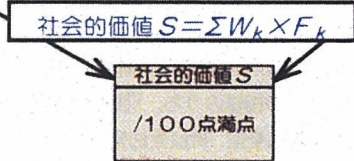


図3 社会的価値評価の概念図

4. 検証

本研究では、架橋条件データが揃った 300 橋梁の年間費用、また総費用の変遷予測を行うことにより、本提案手法の妥当性を示す。検証仮定として 1) 予算制約を無くし、D が 0 以下になった時点で保全または更新を行う、2) 定期点検による点検データの更新を前提としているため、将来の点検データは貝戸らの劣化曲線<sup>2)</sup>により補足する、事を挙げる。図6、図7は以上を踏まえた上で、供用年数を 80 年と設定した場合と提案手法に沿って橋梁をクラスタリングした場合での年間費用の変遷予測、また総費用の変遷予測を示している。クラスタリングでは、図4のC<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>をそれぞれ 15、90、0.28、0.65 と設定した。図6、また図7より、供用可能年数を 80 年と設定した場合には更新時期の集中による年間費用の大きなピークが生まれること、また橋梁をクラスタリングした場合には年間費用の平滑化、総費用の縮小化が果たされていることがわかる。

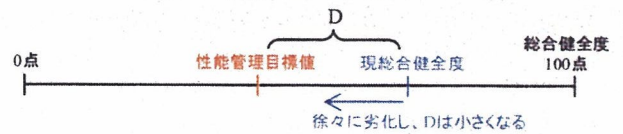


図5 保全更新順位決定の概念図

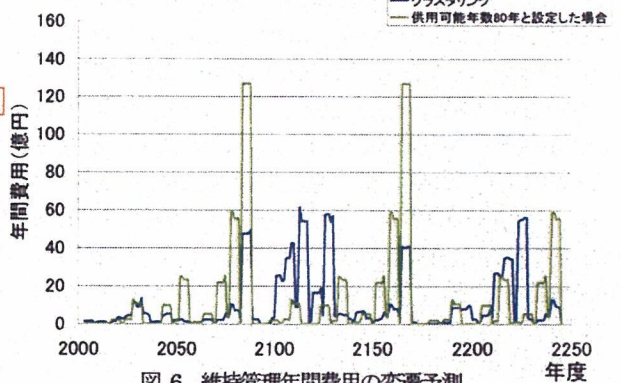


図6 維持管理年間費用の変遷予測

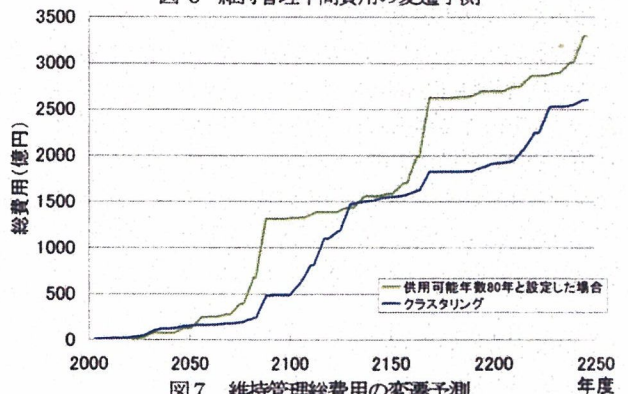


図7 維持管理総費用の変遷予測

5. まとめ

本論文では、地方自治体におけるの保全更新手法に要求されている事柄を明確にした後、橋梁の総合健全度、社会的価値および更新費用の概念を基にした橋梁の保全更新手法を提案した。検証により明確な橋梁の分類を行い、分類毎に性能管理目標値を設定することの妥当性を示した。

参考文献

[1] 稲垣 博信：地方自治体における橋梁補修の優先順位決定手法の提案、東京大学卒業論文、2004. 3.  
 [2] 貝戸 清之・阿部 允・藤野 陽三：実測データに基づく構造物の劣化予測、土木学会論文集、No. 744/IV-61, p28-p38, 2003. 10.