

ユーザーコストを利用した橋梁維持管理システムの一提案

北海学園大学 正員 杉本博之, 学員 後藤晃 北海道 正員 首藤諭
室蘭工業大学 正員 田村亨 北武コンサルタント(株) 正員 渡辺忠朋

1. まえがき 我が国の道路資産の多くは高度経済成長期に集中的に建設された。その結果近い将来、耐用年数を超え、維持管理対策が必要な橋梁が急速に増加することが予想される。一方、国土交通省道路局によれば、道路投資は平成 6 年より現在まで減少傾向にある¹⁾。こうした問題は橋梁の管理者、技術者にとって周知の重要問題でありながら、具体的な施策はなかなか表面化されない状況にあった。しかし平成 13 年 2 月、北海道建設部は、公共土木施設の効率的な維持管理を図るために、維持管理水準の設定と施設更新時期の検討に着手した。その内容は、維持管理水準の設定については、施設に優先順位、作業回数等を設定し、設定通りの維持管理が可能か検証するもの、施設更新については、特に橋梁について検討を進め、3 ヶ年をかけて橋梁全体の更新計画を策定するというものである。いずれの計画においても確定的、客観的な意思決定が必要不可欠となる。

一方、近年、限られた予算を最大限に活かす橋梁維持管理を支援するシステム（BMS）に関する研究が数多くなされている。一般的に BMS による維持管理計画の最適化は、橋梁のライフサイクルコスト（LCC）の最少化を基本とする。橋梁の LCC には、初期建設費、維持・補修工費、解体・撤去費あるいは架け替え工費、そしてユーザーコスト（UC）が含まれる。筆者らは北海道の国道・道道に架かる全橋梁を対象に UC 算定を進めてきた²⁾。これらの UC は、単に利用者が蒙る損害が定量化された値という意味のみではなく、橋梁周辺の迂回路ネットワークの充実を表す指標とも考えられる。UC が低いということは、その橋がなくても交通に大きな支障はなく、逆に高いということは、交通に多大な被害を与えることを意味する。その意味で、橋の重要性に対して客観的な評価を与えるものとも考えられる。ここでは、その UC を利用して橋梁管理円（BMcc）等を作成し、それらによる橋梁のランク付け、さらには橋梁維持管理計画策定段階での意思決定に利用することを提案している。

2. 計算結果 UC の算定目標橋梁数を、国道 664 橋、道道 1574 橋とし、平成 13 年 3 月現在、国道 96 橋、道道 707 橋の UC 算定を終えている。それらの計算結果を表 1 に示す。これらの値は、橋梁を通行する交通量、および橋梁周辺の道路ネットワークの性能に依存する²⁾。まえがきにも記したように、本研究で算定された UC は、道路ネットワークの 1 要素である橋梁の重要度につながる指標であると考えられる。そこで、維持管理計画の様々な段階においての意思決定に UC を利用することを試みた。以下にその例を説明する。

3. UC を利用した橋梁の優先順位決定例 橋梁、トンネル、立体横断施設、覆道等現況調査³⁾ および橋梁現況調査⁴⁾ によれば、北海道の国道、道道に架かる橋梁は約 5000 橋存在する。これらの全ての橋梁に関して同時に点検し、点検データを入手することは極めて困難である。予算に応じた何らかの順位付けが必要である。そこで UC を利用した橋梁の時間的・質的な優先順位付けのために、図 1、図 2 のような橋梁管理円、box を作成した。

図 1、図 2 はともに縦軸に UC を対数間隔で表示し、横軸に供用年数を 10 年で除した値で表示した散布図である。これらの図を原点からの距離によって、橋梁管理円（BMcc）では円により、橋梁管理 box（BMbx）では box によりゾーン化し、原点から遠いゾーンから A、B、C、D、E とランク分けする。例えば、ランク A の橋梁は、BMcc では、UC が高いあるいは供用年数が古い橋梁であり、BMbx では、UC が高かつ供用年数が古い橋梁と定義される。そこで、ランクの高い橋梁から、予算に応じて順に点検しデータを収集する、あるいは予算を投資するということが考えられる。橋梁維持管理業務の初期段階の意思決定に、まず用いることができると思われる。

表 1 UC 計算結果

	平均値	最大値	全橋梁の合計	橋梁数
道道	800C ₀	38200C ₀	560600C ₀	707
国道	4300C ₀	48100C ₀	415500C ₀	96
計	1200C ₀	48100C ₀	976100C ₀	803

キーワード ユーザーコスト、ライフサイクルコスト、BMS、維持管理、

〒064-0926 札幌市中央区南 26 条西 11 丁目 TEL(011)841-1161 FAX(011)551-2951

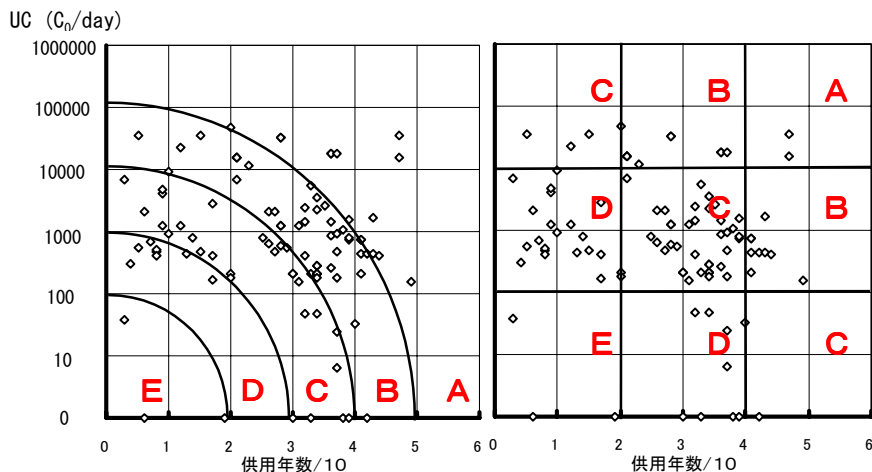


図-1 橋梁管理円 (BMcc)

図-2 橋梁管理 box (BMbx)

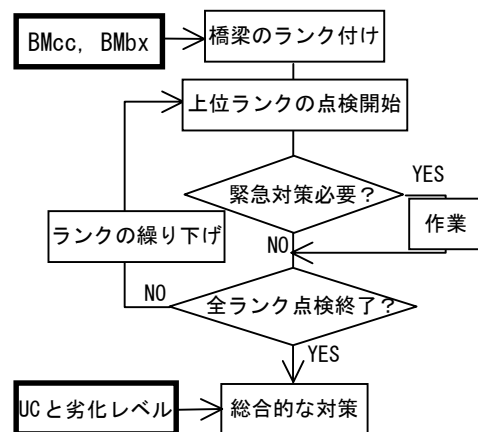


図-3 UC を利用した維持管理システムのフロー図

表-2 UC と劣化レベルに応じた対策例

		構造部材			下部構造			床版			機能部材		
		○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×
ラン ク	A	点検 (1年)	点検(1年) 補修	補修 架け替え	点検 (1年)	点検(1年) 補修	補修 架け替え	点検 (1年)	点検(1年) 補修	補修 打ち直し	点検 (1年)	点検(1年) 補修	補修 取り替え
	B	点検 (2年)	点検(1年) 補修	補修 交通制限	点検 (2年)	点検(1年) 補修	補修 交通制限	点検 (2年)	点検(1年) 補修	補修 交通制限	点検 (2年)	点検(1年) 補修	点検(1年) 補修
	C	点検 (5年)	点検(2年) 交通制限	補修 交通止め	点検 (5年)	点検(2年) 交通制限	補修 交通止め	点検 (5年)	点検(2年) 交通制限	点検(1年) 交通制限	点検 (5年)	点検(2年) 補修	点検(2年) 補修

4. UC を利用した橋梁の維持管理対策決定例 次に、実際に点検を終え、部材ごとの劣化レベルを診断した後の維持管理対策の決定に UC を利用する例を説明する。それを表-2に示す。ここでは、部材毎の劣化レベルを仮に○（健全）、△（異常なし）、×（以上あり）で評価している。これらの部材の劣化レベルと UC の組合せに応じて、それぞれの維持管理対策を設定する。これらの内容は、初期の点検が終了したあとに、その結果を参考にして作成されることになる。ここでは例として、表のような維持管理対策を設定した。UC によるランクについては、上記の BMcc, BMbx によるランクを用いることが考えられる。この表を用いれば、点検を終えた橋梁についてその部材の劣化レベルとランクから、自動的に維持管理の種類を決定することができる。多数の橋梁が同じ組合せになれば、その年の予算に応じて費用便益比等によりさらに詳細な優先順位を決定することができる。

5. UC を利用した維持管理システム UC を利用した維持管理システムのフローを図-3に示す。自治体が管理する全橋梁について BMcc または BMbx によりランク付けを行う。ランク A の橋梁に関して先に点検作業を行い、ここで緊急対策が必要と判断されれば速やかに補修等の作業を行う。ランク A の橋梁の点検が終了すれば、下位ランクの橋梁の点検を開始する。これを繰り返し全橋梁の点検を終え、劣化度、構造物情報等のデータベースを完成させる。このデータを受けて、補修・補強・架け替え等の作業を行う際は、UC と劣化レベルの表によりその橋梁状態に応じた維持管理対策の種類を決定し、補修・補強・架け替え等を行う。ここで点検作業のみで十分と決定されれば、他の補修・補強・架け替え等が必要な橋梁に対し、予算を投資する。このように維持管理業務の様々な段階で UC を利用することにより、合理的な維持管理システムの構築が可能となるとと思われる。

6. あとがき 公共土木施設の維持管理業務において様々な問題が顕在化する中、効率的かつ客観的な維持管理水準の明示が必要不可欠となっている。その意味で本研究の試みはこれらを満足し、比較的容易に実務に応用できるものと期待している。そのため、UC 算定の目標橋梁を北海道内の国道・道道に架かる全橋梁としているが、できるだけ早くその計算を終了させ、より具体的な維持管理計画への利用を考えていきたい。

参考文献 1) 国土交通省道路局：道路特定財源に関するデータ，2001。2) 杉本・後藤・首藤・渡辺・田村：北海道の橋梁のユーザーコストと BMS に関する一試み，土木学会北海道支部論文報告集，第 57 号，pp.194-197，2001。3) 北海道開発局：平成 10 年度橋梁，トンネル，立体横断施設，覆道等現況調査，1998。4) 北海道建設部道路計画課：平成 10 年度 橋梁現況調査，1998。