

UC を利用する簡便な橋梁維持管理システムに関する一提案

On simple bridge management system using user costs

北海学園大学工学部土木工学科	正員	杉本博之 (Hiroyuki Sugimoto)
北海学園大学大学院	○ 学生員	高橋幸弘 (Yukihiro Takahashi)
北海学園大学大学院	学生員	後藤 晃 (Akira Gotou)
北海学園大学大学院	学生員	中野大志 (Hiroshi Nakano)
室蘭工業大学建設システム工業科	正員	田村 亨 (Tohru Tamura)

1. まえがき

我が国の道路資産のかなりの部分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1994年より現在まで減少傾向にあり、一方で維持費の割合が相対的に増加してきている。橋梁の維持管理に関するシステム作り、技術の確立が重要な課題になってきているにもかかわらず、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2001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ヵ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実現可能な橋梁維持管理の枠組みづくりが必要不可欠になると思われる。

北海道においては特に、過去の補修履歴等の保存がほとんどなされておらず、その結果橋梁の劣化進行速度に関するデータが極めて少ない。また維持補修のための工法とその工費算定システムの確立が不十分な中、恣意的なパラメータを排し、客観的なデータのみから求められる橋梁維持管理のための指標が求められている。

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^{1), 2)}。これらのUCは、単に利用者が万が一の場合に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度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、橋の重要性に対する評価を与えるものとも考えられ、上述の客観的なデータのみから求められる橋梁維持管理の指標として用い得ると考えた。

表-1 UCの計算結果

	橋梁数	ユーザーコスト (c ₀ /day)		
		平均	最大値	計
道道	1003	718	38248	719928
国道	96	4328	48119	415482

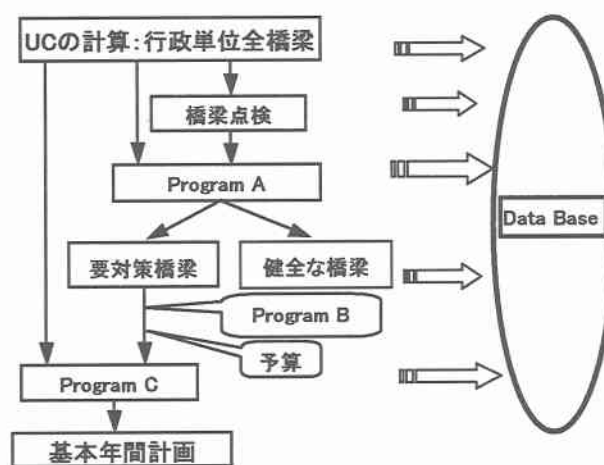


図-1 UCを利用した維持管理システムのフロー図

そこで本研究では、UCを利用した簡便な維持管理システム(sBMS)の提案を試みる。この中には、LCCの概念は入っていないが、sBMSの実施と並行してデータベースを作成することにより、近い将来LCCを考慮するシステムへの移行も視野に入れている。

2. 北海道の橋梁におけるUCの算出

筆者らは、北海道の橋梁のUCを継続的に計算している。現在までに得られた値を表-1に示した。現在道道で1003橋、国道で93橋の計算が終了している。これらの計算方法については、すでに発表されている^{1), 2)}ので、ここでは省略する。C₀は一般に1800unitとされる。

3. UCを利用した維持管理システムの流れ

本研究のsBMSの流れ図を図-1に示した。まず、該当の行政単位において、すべての橋梁の点検、及びUCの計算が終了していることを前提とする。また、以下の複数の意思決定においては、UCによる橋梁重要度と、目視点検による橋梁(部材、部位)健全度の2軸による工学的な判断がなされることが基本となる。流れ図では、まず対策橋梁の選別(Program A)が行われる。次に、維持

表-2 プログラム A (対策橋梁の選定)

総合	点検ランク				
橋梁重要度	I	II	III	IV	V
A	対策A	対策A	対策A	点検①	点検②
B	対策A	対策A	点検①	点検②	点検③
...	...	...	...	...	...
最終ランク	対策A	対策B	点検①	点検③	点検⑤

表-3 プログラム B (対策工の概略決定)

主桁	点検ランク				
橋梁重要度	I	II	III	IV	V
A	架替/補強	補強	補修		
B	架替/補強	補修			
...	...	...	...	...	...
最終ランク	架替/遮断	警告			

表-4 プログラム C (維持補修対策の具体案の決定)

bridge		各構成部材の対策・コスト						計	累計
		a)床版	b)主桁	c)下部工	d)伸縮装置	e)支承	f)その他		
橋梁重要度順↓	bridge-1	点検対象	補修(c _{1b})	点検対象	点検対象	点検対象	なし	c ₁	c ₁
	bridge-2	点検対象	点検対象	点検対象	補修(c _{2d})	補修(c _{2e})	なし	c ₂	c ₁ + c ₂
	bridge-3	補強(c _{3a})	点検対象	点検対象	補修(c _{3d})	点検対象	なし	c ₃	c ₁ + c ₂ + c ₃
	bridge-4	点検対象	点検対象	点検対象	点検対象	点検対象	高橋補修(c _{4f})	c ₄	c ₁ + c ₂ + c ₃ + c ₄
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	bridge-i	架替(c _{ia})	/	/	/	/	なし	c _i	$\sum_{k=1}^i c_k$
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	bridge-n	点検対象	補修/警告	点検対象	点検対象	点検対象	なし	c _n	$\sum_{k=1}^n c_k$

補修対策の基本が定められ(Program B),最後に年度の予算を考慮した維持補修対策の具体案が決定される。

これらに並行して,必要なデータの蓄積がなされることを図-1は示している。以下に,少し詳しく各プログラムなどを説明する。

橋梁は,いくつかの主要な部材に分けられて評価されとする。ここではそれらを,床版,主桁,下部工,伸縮装置,支承とする。これらはそれぞれ点検,評価されている。評価は,5段階で行われ,1はかなり悪い状態,5は健全な状態,2~4はそれらの中間的な状態と評価される。また,上記の各部材毎の評価の他に,橋梁毎に総合評価(橋梁健全度)が行われ,各部材と同様な評価(1~5)が行われているとする。

まず,全体を対策が必要な橋梁と点検のみで良い健全な橋梁に大きく分類する。プログラム A(表-2)にあるように,総合評価と UC を参考に分類されたランク(重要度)の組み合わせにより,対策が必要な橋梁と点検のみの橋梁に分類される。なお,点検②は2年おきの点検を意味する。

次に,対策が必要とされた各橋梁毎に,また,それぞれの各部材毎に対策が決定されコストが算出されることになるが,これらの各論に入る前に,すべてに共通の尺度として,各部材毎にプログラム B(表-3)が作成される。ここでは,各部材の点検評価と重要度の組み合わせに応じて,基本的な対策があらかじめ決められる。表-3は主桁の例であるが,これが各部材毎にあらかじめ定められていることになる。このプログラム Bが,全ての橋梁に適用され,対策の基本的な概要が決められる。

最後に,対策が必要な橋梁のみを UC の高い順に縦に並べ,プログラム Bで概要が決まっている対策の内容が,各橋梁,損傷程度,重要度に応じて具体的に検討され決められる。その結果が必要な各対策とコストとして表に書き込まれる(プログラム C,表-4)。この作業の後,

まず各部材のコストを横に加えて各橋梁毎に必要な対策費が計算される。異なる部材毎に足場工が共通して使える場合は,この段階で差し引かれる。これらを上から順に累計していき,その年の予算額に達したら,その年の対策はそこまでになる。

これらは,基本的な考え方であるが,とりあえず手元に得られる客観的なデータのみで処理可能なシステムである。LCC の考えはまだ入ってきていない。これらは,北海道の橋梁における各部材の劣化進行速度のデータがある程度集まった段階で考慮される。

このように維持管理業務の様々な段階に UC による重要度を利用することにより,合理的な維持管理計画の決定が出来ると考える。

4. あとがき

UC は,橋梁が使用不能になった場合に利用者が蒙る損害と定義され,入手可能な客観的なデータで計算可能な指標である。これはまた,橋梁周辺の迂回路ネットワークの充実度を定量化する指標とも考えられ,橋梁の重要度を表す重要な指標と考えられる。

このユーザコストによる「橋梁重要度」と,「橋梁健全度」の2軸による工学的な判断を基本とする,簡便な橋梁維持管理システム(sBMS)の提案を試みた。まだ,検討すべき点は多々あると思われるが,データベースの作成を並行して行うことにより将来に備えながら,かつ当面の対策には有効な手法ではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 杉本・後藤・首藤・渡邊・田村:北海道の橋梁のユーザコストとBMSに関する一試み,土木学会北海道支部論文集,第57号,pp.194-197,2001.
- 2) 杉本・首藤・後藤・渡邊・田村:北海道の橋梁のユーザコストと定量化の試みとその利用について,土木学会論文集, No. 682/I-56, pp. 347-357, 2001.