

サービス・サイエンスを用いた橋梁の補修補強優先度の検討

北見工業大学	学生会員	○向井 隆行
北見工業大学	フェロー	大島 俊之
北見工業大学	正会員	三上 修一
(財)北海道道路管理技術センター	正会員	竹田 俊明
鹿島建設(株)	正会員	高柳 達徳

1. はじめに

近年、社会資本整備における維持保全経費が減少傾向にあり、社会基盤施設の安全性、信頼性の確保が懸念される。橋梁を含めた道路ネットワークは国の産業基盤および地域住民の生活に強く関わるため、特に橋梁の維持保全の必要性を社会に訴えて経費支出のための合意形成を図る必要がある。そこで本研究では、サービス・サイエンス¹⁾の考え方を橋梁の社会的サービス価値の評価に応用する観点から、北海道網走管内における医療および物流サービスを定量化し、維持管理における補修補強の優先性を判断する指標として橋梁の補修補強優先度を検討する。

2. 橋梁の資産的価値²⁾

橋梁の資産的価値は現時点で同様の機能を有する橋梁を再建設する場合に要する経費(再調達価格)によって評価される。また、橋梁点検によって得られる損傷度ランクに基づく損傷係数を用いて資産劣化を考慮した現在資産と建設当初の初期資産(建設費)の百分率により橋梁健全度指数(Bridge Health Index, BHI)を評価する。

3. 橋梁の社会的価値

3.1 迂回による影響を考慮した橋梁の存在価値

本研究では、災害等により橋梁が通行不能となった場合に道路利用者が蒙る経済的損失を道路ネットワークにおける橋梁の存在価値と位置付けた。国土交通省の平成15年度費用便益分析マニュアルに基づき、平成11年度道路交通センサスの交通データを用いて通常路および迂回路における走行経費を求め、迂回により道路利用者が負担する経費を損失走行経費として算出する。

3.2 橋梁の社会的サービス価値

北海道のように人口が集積する都市や地域間の距離が大きく、高齢化の影響を強く受けている地域では、医療・物流サービスが地域住民の生活に与える影響が大きい。そこで今回、網走管内における医療および物流に着目して橋梁の社会的サービス価値を検討した。各橋梁の社会的サービス価値の評価においては、市町村毎に求められる医療・物流サービス価値について各市町村内の1

橋当りのサービス価値は同等であると仮定し、通院・輸送ルートに沿って目的地まで各市町村のサービス価値を各橋梁に加算していく手法を採用した。各サービス価値の算定方法は以下の通りである。

(1) 医療における橋梁のサービス価値

第3次医療施設に指定されている北見日赤病院の地域別患者数(平成15年度)と自治体アンケートから決定された通院ルートを用いて各路線の年間利用人数を求め、平成13年度の国民健康保険診療費の統計(北海道平均)から入院診療費を411,352(円/人・年)、通院診療費を282,892(円/人・年)と確定し、これらに乗じて路線毎に患者が受益するサービス価値を算定した。なお、網走管内全体の医療における1橋当りの平均サービス価値は476,230(万円/年)となっている。

(2) 物流における橋梁のサービス価値

(財)運輸政策研究機構の調査による北海道7地域(札幌、旭川、函館、室蘭、釧路、帯広、北見)間における平成16年度の8品類31品目の物流データを用いて網走管内市町村と各地域間の物流ネットワークを検討した。物流センサスから求めた品類原単位および輸送単価に対して、各地域間の輸送量および輸送距離を乗じた輸送価値と輸送経費の合計により物流におけるサービス価値を算定した。なお、輸送ルート・距離の選定には電子地図を用い、主要道路における最短ルートを探索した。また、網走管内全体の物流における1橋当りの平均サービス価値は62,196,158(万円/年)となっている。

4. 橋梁の補修補強優先度の検討

(1) 補修補強優先度

橋梁の維持管理における補修補強の優先性を判断する指標として、橋梁の資産劣化に基づく物理的安全性と橋梁被害による道路利用者の経済的損失および医療・物流サービス価値に基づく社会的機能性を総合化した補修補強優先度 P を評価し、以下の式(1)~(3)のように定義した。しかし、 P_A と P_U は社会経済的意味が異なり、単純に合計する手法は現実的でないが、それぞれ基準化された指標を同等のレベルで比較することが出来れば、補修補強の優先性を判断する指標になり得ると考

キーワード BHI, サービス・サイエンス, 補修補強優先度

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町165番地

TEL 0157-26-9488

えられる。また、サービス係数 k は網走管内における各橋梁のサービス価値を全橋梁の平均サービス価値で除したものであり、医療および物流における各サービス係数の平均値を用いることとした。したがって、サービス係数 k は北海道内国道橋を管理する 10 開発建設部のうち、網走管内における橋梁のみ算出されている。

$$P = P_A + P_U \quad (1)$$

$$P_A = \left(1 + \frac{A_i}{A_a}\right) \frac{\Delta A}{A_i} \quad (2)$$

$$P_U = (1+k) \frac{\Delta C}{C_u} \quad (3)$$

ただし、 A_i : i 橋の初期資産 (千円), A_a : 開発建設部毎の平均初期資産 (千円), ΔA : 損傷による減少資産 (千円), k : サービス係数, ΔC : 損失走行経費 (円/年), C_u : 通常路走行経費 (円/年)

(2) 解析結果

図-1 は網走管内における橋長 15m 以上の国道橋 177 橋を対象とした解析結果について、水平 2 軸に P_A と P_U をとり、縦軸に P から求まる補修補強順位の高いものが上部にくるように 3 軸表示したものであり、 P_A と P_U が優先度の変化に与える影響を全体的に示している。また、図-2 に P_U と補修補強順位の関係を示し、社会的サービス効果が補修補強優先度に与える影響を検討している。表-1 には同管内上位 10 橋の解析結果を示している。ここで、サービス係数 k が補修補強優先度に与える影響と実用化に向けた考察を以下に述べる。

- ① サービス係数 k を考慮することで特に補修補強順位が上位の橋梁において P_U の効果が増大し、優先的に補修補強すべき橋梁群が明らかとなる。
 - ② P_U が支配的となる場合でも BHI が 80 程度以上であれば迂回危険度が低いため、表-1 中の D~F 橋を優先的に補修補強する等の政策判断が可能である。
- なお、 $k=0$ の場合に関しては全ての開発建設部毎に得られており、それぞれ地勢の特長が多く表れている。特に海岸沿いに主要都市や主要幹線道路が配置されている場合には、相対的に迂回路の影響により P_U の効果が大きく表れる傾向にある。

表-1 補修補強順位 (上位 10 橋)

P 順位	P_A 順位	P_U 順位	橋梁名	橋長 (m)	BHI	P_A	P_U ($k=0$)	k	P_U ($k \neq 0$)	P ($k \neq 0$)
1	77	1	A橋	53.7	80.5	0.349	3.402	6.502	25.519	25.868
2	52	2	B橋	159.0	86.6	0.496	17.191	0.084	18.635	19.131
3	117	3	C橋	37.1	83.8	0.242	4.642	1.196	10.194	10.435
4	50	4	D橋	44.0	65.2	0.500	7.380	0.245	9.187	9.687
5	70	5	E橋	37.3	73.1	0.369	2.776	2.039	8.435	8.804
6	40	6	F橋	34.4	71.6	0.555	0.962	7.334	8.017	8.572
7	71	7	G橋	59.2	81.3	0.364	4.921	0.531	7.534	7.898
8	116	8	H橋	120.0	89.8	0.246	1.003	6.502	7.524	7.770
9	118	8	I橋	23.2	82.1	0.238	1.003	6.502	7.524	7.762
10	121	8	J橋	25.4	83.6	0.234	1.003	6.502	7.524	7.758

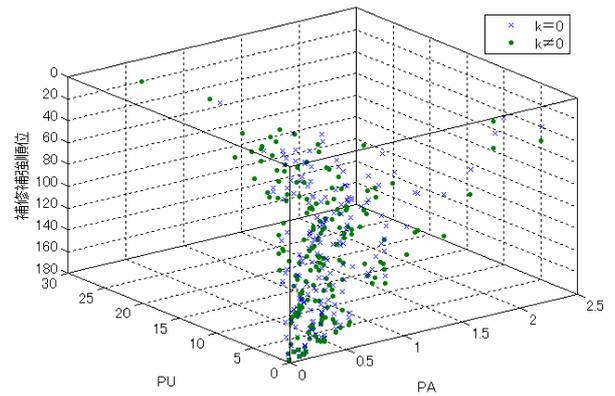


図-1 3軸表示 (177 橋)

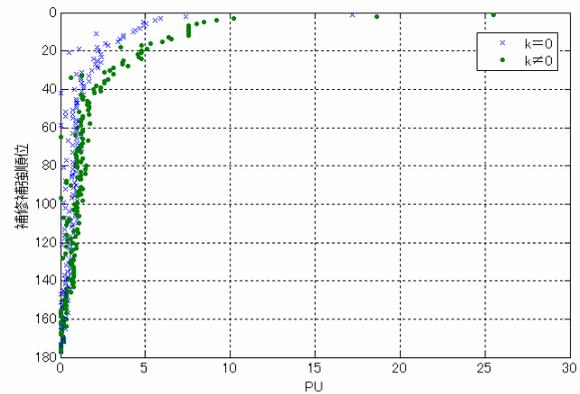


図-2 P_U と補修補強順位の関係 (177 橋)

5. まとめ

本研究で得られた結果を以下に要約する。

- ① 橋梁の資産劣化度合いに基づく物理的安全性と迂回による経済的損失および医療・物流サービス価値を考慮した社会的機能性を総合化して補修補強の優先性を判断する手法を提案した。
- ② 医療および物流に着目した橋梁の社会的サービス価値を評価し、補修補強優先度に反映することで P_U の効果が高まり、地域住民の立場からの政策判断が期待できる。

今後、さらに様々なサービス価値を補修補強優先度に反映する必要があるが、社会的サービス価値が過大評価されることで物理的安全性が軽視される懸念がある。したがって、サービス係数 k の扱いについて検討の余地がある。また、 P_A と P_U の重みを変化させる評価手法についても検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 日高一義: サービス・サイエンスにまつわる国内外の動向, 文部科学省科学技術政策研究所, 報告, 2005.
- 2) 大島俊之, 三上修一, 丹波郁恵, 佐々木聡, 池田憲二: 橋梁各部材の資産的評価と橋梁健全度指数の解析, 土木学会論文集, No.703/ I -55, pp.53-56, 2002.4.