

塩害を受ける PC 橋のライフサイクルコスト(LCC)評価の試み

九州大学 工学部 学生会員 上村 裕二
九州大学大学院 学生会員 山上 裕也

九州大学大学院 フェロー 松下 博通
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴

1. はじめに

本来、公共事業とは発注者、受注者、利用者の三者が共に利益を得るものでなければならないものであるにも関わらず、近年、利用者（国民）の公共事業に対する不満は年々増大している。これは利用者に対するアカウンタビリティ（説明責任）の欠如によるものと考えられる。これを果たすためには、費用便益費（以下 B/C）による事業評価、及び供用期間内に発生するライフサイクルコスト（以下 LCC）が最小となるような計画が不可欠である。ここに、B/C とは、事業のライフサイクルにおける便益（B）及び費用（C）の総和の比であり、事業の投資効果を表す指標であり、利用者に対するアカウンタビリティを果たすツールとして注目されているものである。そこで、本研究では塩害を受ける PC 橋について、維持管理方法を数種類に変えて LCC の試算、及び検討を行った。

2. 維持管理方法の設定

本研究で設定した維持管理方法を表-1 に示す。Type-A は供用期間 50 年、Type-B は供用期間 100 年とし、その後、解体、廃棄するものとした。また、塩害対策として、設定 1 は桁の断面補修による延命及び更新、設定 2 は電気防食による鋼材の腐食予防、設定 3 はコンクリート表面被覆による塩化物イオンの浸透に対する保護及びエポキシ樹脂塗装鉄筋の使用と設定した。

3. 試算項目

本研究の橋梁条件は、形式：ポストテンション単純 T 桁橋、橋長：30.88m、幅員：8.5m と設定し、LCC 試算項目として、初期建設費、維持管理費、補修費、更新・廃棄費といった事業者コスト以外に、利用者コストとして工事期間に生じる社会的損失を考慮した。事業者コストの内訳を表-2 に示す。また、経済評価では将来発生する費用をそのままの値で評価するのは適当ではない。そのため、割引率を用い、評価を行う時点の現在価値への換算が必要である。本研究では割引率を 4% に設定した。

4. 社会的損失

道路橋において、補修等に伴う通行止めや通行規制により、渋滞等が発生し、それにより社会に損失を与える（社会的損失）。道路橋において発生する社会的損失は全て貨幣評価原単位の値を用いて表すことができる¹⁾。また、道路橋等の社会基盤施設の特徴として外部性（対象の影響が周辺にも影響を与える）を有する。そのため、図-1 のような交通ネットワークを設定した。対象の橋梁はリンク 3 に存在し、リンク 3 の存在による B/C によりそれぞれのリンクの交通量を決定し、供用中の通行規制によるリンク 3 の交通量の影響は全てリンク 1、リンク 2 に及ぼすとして社会的損失を算定した。

表-1 維持管理方法の設定

設定	Type-A(供用年数50年)	Type-B(供用年数100年)
1	供用30年目に断面補修(桁表面積の20%)	
2	電気防食による鋼材腐食の予防	
3	コンクリート表面被覆工、エポキシ塗装鉄筋の使用	

表-2 事業者コストの内訳

		LCCpt (Type-A1の初期建設費 を1としたときの割合)	設定					
			Type-A			Type-B		
			設定					
			1	2	3	1	2	3
初期建設費		－	1.00	1.03	1.17	1.00	1.25	1.35
付属物 補修費	伸縮 装置	30	0.07					
	舗装	10	0.02					
	防水 工	10	0.01					
	高欄	10	0.02					
点検	定期 点検	10	0.01					
	詳細 点検	－	0.02					
断面修復		30	0.21	－	－	0.21	－	－
電気防食		1	－	0.07	－	－	0.07	－
塗装塗替		20	－	－	0.15	－	－	0.15
更新		－	－	－	－	1.00	－	－
廃棄		－	0.2					
仮設		－	－	－	－	0.3	－	－

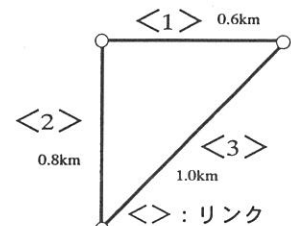


図-1 リンク図

5. 試算結果及び考察

(1) Type-A

図-2 に Type-A の $B/C=3, 6$ における LCC_{pt} (Type-A1 の初期建設費を 1.0 とした時のコスト比と定義する) の試算結果を示す。これにより、 $B/C=3$ の時は Type-A1 が、 $B/C=6$ の時は Type-A2 が最も経済的であることが分かった。これは、 B/C の変化により、社会的損失の影響を大きく受ける断面修復を行うことによって、供用年数 30 年目での Type-A1 の LCC_{pt} の増加率が増大したことによるものである。一方で、電気防食やコンクリート表面被覆による塩害対策は社会的損失を抑える効果が認められ、 B/C が大きいほど有効であると言えるが、Type-A3 は、Type-A2 の様に $B/C=6$ の試算で Type-A1 よりも経済的となるような結果は得られなかった。これは、Type-A1 及び Type-A2 に比べ初期建設費が高いことによるものだと考えられる。

(2) Type-B

図-3 に Type-B の $B/C=3, 6$ における試算結果を示す。これも、Type-A と同様に $B/C=3$ の時には Type-B1 が最も経済的であり、また、Type-B2 及び Type-B3 は社会的損失を抑える効果が認められるが、 $B/C=6$ の時には全ての条件で 100 年目での LCC_{pt} に有意な差は見られなかった。これは現在価値に割引引くことにより、供用年数 50 年以降に発生する費用がほとんど影響を与えていない事によるものと思われる。

そこで、割引率による影響を検討するため、図-4 に Type-B の現在価値への換算を行わない場合の試算結果を示す。これでは、 B/C の変化によらず Type-B3 が最も経済的であり、また、 $B/C=6$ において、Type-B2 及び Type-B3 が Type-B1 に比べて 100 年目での LCC_{pt} の値は約 2.0 の違いが見られ、この差は Type-B1 の初期建設費の 2 倍ほどの差となる。しかし、経済評価を行う上で、割引率を考慮する事は不可欠である。つまり、道路橋のような土木構造物は寿命が長いという特徴を有しているため、LCC 試算を行う際には、割引率の違いにより結果が異なる事を考慮に入れ、割引率の設定を行う必要がある。

6. まとめ

- (1)道路橋を社会的損失を含めた LCC 試算を行うことにより、供用期間内で最も経済的な維持管理方法を決定することが可能である。
- (2)道路橋のような土木構造物は寿命が長いという特徴を有するため、割引率の設定には、現在の経済状況、及び将来の推移を踏まえた上で決定する必要がある。

【参考文献】

- 1) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針(案)，(財)日本総合研究所，1998

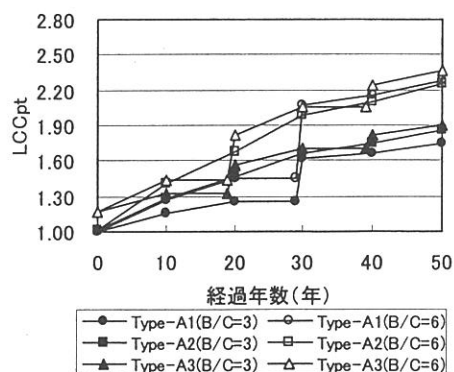


図-2 Type-A の試算結果(割引率4%)

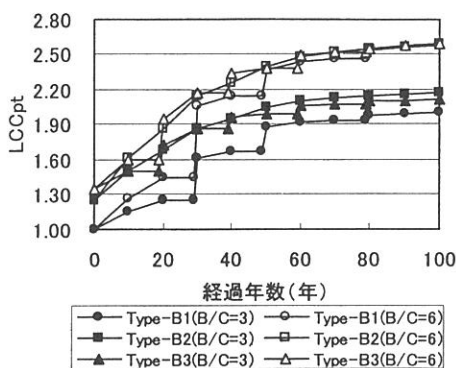


図-3 Type-B の試算結果(割引率4%)

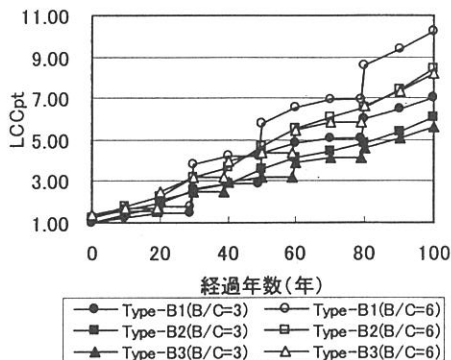


図-4 Type-B の試算結果(割引率無し)