

鋼鉄道橋におけるライフサイクルコスト評価の試み

鉄道総研 正会員 ○杉本 一朗* 鉄道総研 正会員 村田 清満*
 鉄道総研 正会員 杉館 政雄* 鉄道総研 町田 洋人*

1 はじめに

鋼鉄道橋の維持管理は 21 世紀の大きな課題である。今後の老朽構造物の増加、少ない保守費用、専門家の減少といったことを考えた際に維持管理投資の最適化が求められている。このような厳しい条件の中で鋼鉄道橋を維持管理していく上で、ライフサイクルコスト（以下、LCC という）を考慮した構造物の補修・補強・取替えが必要となる。LCC は鉄道土木構造物の建設時からある一定期間（例えば設計耐用年数）の間に必要となる建設・補修の費用の総和であり、LCC を考えることは今後の性能設計にもつながる。

このような背景にあってここでは鋼鉄道橋を対象として LCC の考え方を明らかにし、費用調査、劣化曲線の調査等を実施したのでその結果を報告する。

2 LCC 評価の現状と鋼鉄道橋としての考え方

他分野での LCC 評価の現状について整理を行った結果を表-1 に示す。LCC の算定は各箇所で行われているが、劣化曲線を設定せずに取替え年数を予め設定しているケースや、補修費用の総額だけが明示されていて費用算出の過程が明確になっていない場合が見られる。さらに道路では床版や舗装の LCC 評価が中心となっており、鋼鉄道橋で想定している損傷に対する LCC 評価が十分に反映されるとは限らない。このようなことから鋼鉄道橋として LCC を算定する際に別途、劣化曲線や費用設定の考え方を明らかにしておく必要がある。そこで、鋼鉄道橋として必要と考えられる補修事例に対する費用および劣化曲線の設定方法について調査を行った。

3 費用と劣化曲線の設定

LCC を評価する上で費用をいくらに見積るかが大きな課題となる。ここでは新設時および補修時の費用に関してこれまでの経験を基にして必要となる補修項目を掲げ、個々の費用を積み上げることによって費用単価の設定を行うこととした。表 2 に塗装単価の設定例¹⁾を示す。補修費用の算定においては補修項目とその作業量を設定し、鉄道橋としての作業間合い時間を考慮して、作業量から人工、材料、機械数量等を積み上げている。

劣化曲線については腐食を対象とすることとした。これは鋼鉄道橋の主な損傷として腐食と疲労が考えられるが疲労については S-N 線を基にしてある程度損傷発生までの期間の推定が可能と判断したためである。鋼材の劣化曲線の設定は既往の文献²⁾に基づくものとし、鋼材の腐食や塗膜の劣化程度に応じた劣化曲線を抽出した。図 1 には塗膜の劣化曲線の例を示す。このような劣化曲線を設定することにより、事業者が劣化の程度によって塗り替えの選択をした場合でも、塗り替えまでの期間を推定することが可能となる。

4 LCC 算定例

上記のような費用と劣化曲線の設定を基にして、腐食に関して LCC の算定を実施したケースを図 2 および図 3 に示す。算定にあたり下路トラス橋（支間=63.35m）を仮定し、割引率は 4%とした。図 2 は一般環境における塗装（A 塗装，B 塗装，C 塗装），材質（D 手法，E 手法），表面処理（F 手法）をそれぞれ用いた場合の LCC 試算結果例であり、図 3 は特殊環境の場合の試算結果例である。本手法を用いることにより、ある仮定条件のもとで定量的な設定根拠により、環境区分別に時系列軸上における各手法の有用性を比較することができる。

Key Words : ライフサイクルコスト，費用，劣化曲線，腐食

* 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL.042-573-7280 FAX.042-573-7472

表 1 ライフサイクルコストを考慮した一例

研究者(事業者)	鉄道 ³⁾ 軌道(総研)	道路 ⁴⁾ (旧 建設省)	山口大学 ⁵⁾ (宮本教授)	アメリカ ⁶⁾ (N.Y.市)
システム名	-	-	BMS システム	-
対象	軌道 (マルチ突き固め)	舗装と ミニメンテナンス橋	コンクリート橋	鋼橋
目的	マルチの最適配置	床版取り替え 橋梁形式の比較	橋梁の健全度判定	維持管理費の削減
特徴	費用、劣化曲線を仮 定した LCC 評価	費用、劣化曲線を仮 定した LCC 評価	劣化曲線の設定法 損傷の類推法	劣化曲線の設定法 全橋梁の維持管理
費用	設定	設定	設定	設定
劣化曲線	設定(周期的)	設定(周期的)	部材別に設定	部材別に設定しそ れを修正加算して 1 橋梁として評価

表 2 費用単価の設定例

新設時仕様	工程	膜厚(μm)	単価(円/m ²)
工場	前処理	無機ゾンク	15
	2次素地調整		
	第1層	無機ゾンク	75
	第2層	ミストコート	-
	第3層	エポキシ下塗	120
	第4層	フッ素中塗	30
塗り替え	第5層	フッ素上塗	25
	素地調整	3~4種ケレン	
	第1層	フッ素中塗	30
	第2層	フッ素上塗	25
	足場費用		-

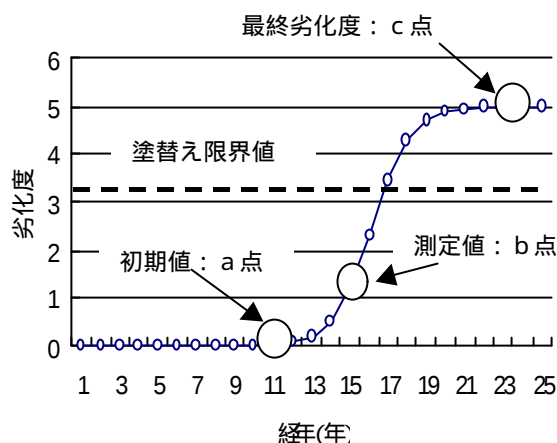


図 1 塗装の劣化曲線例

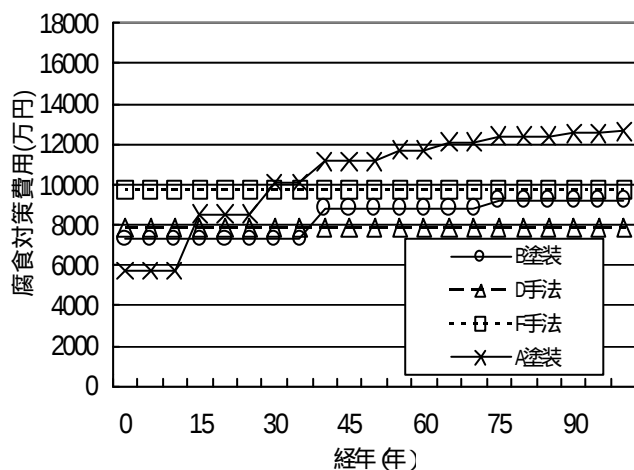


図 2 一般環境における LCC の算出例

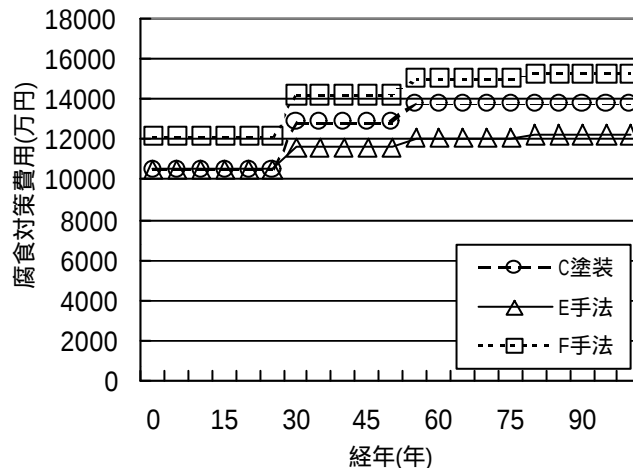


図 3 特殊環境における LCC の算出例

参考文献

- 1)建設省土木研究所：塗膜診断技術に関する共同研究報告書(), (), 1990.7.
- 2)日本鋼構造協会：第 23 回鉄構塗装技術討論会予稿集, 2000.10.
- 3)鬼, 阿部, 三輪：軌道状態推移モデルの構築と MTT 年間運用計画への応用, RRR, 1999.7.
- 4)西川：ライフサイクルコストを最小にするミニマムメンテナンス橋の提案, 橋梁と基礎, 1997.8.
- 5)宮本, 串田, 足立, 松本：Bridge Management System(BMS)の開発, 土木学会論文集, No.560/ -34, 1997.3.
- 6)Bojidar S. Yanev : Infrastructure management system applied to bridges, Operation and Maintenance of Large Infrastructure Projects, 1998.