

維持管理手法の違いがコンクリート道路橋の LCC 評価に及ぼす影響

○九州大学大学院 学生会員 白武 知浩 九州大学大学院 フェロー 松下 博通
 関西大学 正会員 鶴田 浩章 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴

1. はじめに

我が国の社会基盤施設は高度経済成長期に集中して建設されており、今後の維持管理負担の増大が懸念されている。その中で、最適な維持管理計画等を決定する手法として、社会基盤施設への LCC 評価が注目されているが、将来予測を含むなど仮定する部分も多く、確立されていない現状にある。そこで、本研究では、LCC 試算の一例として、塩害環境下におけるコンクリート道路橋を対象に、維持管理手法 2 ケースを設定し、LCC 試算を行うことにより、維持管理手法の違いがコンクリート道路橋の LCC 評価に及ぼす影響を検討した。

2. LCC 算定式

本研究で定義した、LCC 算定式を以下に示す。なお、本研究では、廃棄・更新段階費用は考慮しないこととした。

$$LCC = \sum_{t=0}^T (I + C_i + C_r) \left(\frac{1}{1+r} \right)^t$$

I : 初期建設段階費用, C_i : 点検費用, C_r : 補修費用, r : 割引率, t : 経過年数, T : LCC 評価期間

3. LCC 試算ケース

本研究では、LCC 試算を行うに当たり、表-1 に示す LCC 試算ケースを設定し、比較、検討を行った。検討項目として、維持管理手法 2 ケース、LCC 評価期間 2 水準の全 4 ケースを設定した。また、割引率については、基準割引率として 4% を設定し、割引率が LCC 試算に及ぼす影響を検討するために 0% を設定した。

4. 事業者コスト

本研究で設定した事業者コストを表-2 に示す。費用の表記に関しては、LCC 評価期間 50 年における初期建設段階費用を 1 とした時の比(LCC 比)によって表すこととした。なお、LCC 評価期間 50 年における初期建設段階費用は約 8 千万円であった。ここで、使用コンクリートの水セメント比は、LCC 評価期間 50 年では 40%、100 年では 35%とした。

5. コンクリートの断面補修時期算定

LCC 試算を行う際には、塩害に対する劣化予測を行い、それに従って補修計画を設定する必要がある。塩害に対する劣化予測については、塩分の浸透を拡散現象とみなし、鋼材発

表-1 LCC 試算ケース

ケース	維持管理手法	LCC評価期間	割引率
予防(50年)	予防保全	50年	0, 4%
事後(50年)	事後保全		
予防(100年)	予防保全	100年	
事後(100年)	事後保全		

表-2 LCC 試算パラメータ

段階	詳細	費用	サイクル
初期建設段階	企画, 設計, 建設費の総和	1.00 (50年)	
		1.11 (100年)	
維持管理段階	定期点検	予防保全 0.015	5
		事後保全 0.020	10
	詳細点検	0.05	補修時
	付属物補修	支承工 0.096	50
		伸縮装置工 0.067	30
		防水工 0.007	20
		舗装工 0.023	20
		高欄塗装工 0.002	10
	コンクリート断面補修	予防保全 0.456	22*
		事後保全 0.581	36*

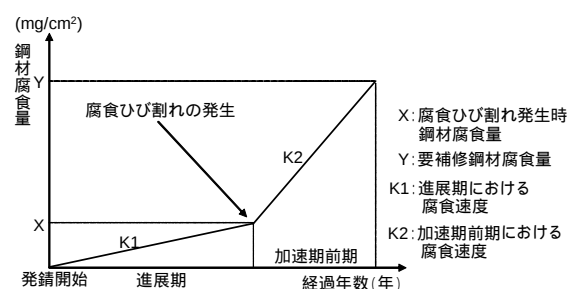


図-1 鋼材腐食進行予測モデル

表-3 補修時期算定パラメータ

項目	平均値	標準偏差	確率分布
表面塩化物イオン濃度 (kg/m³)	4.5	0.5	正規分布
かぶりの期待値 (mm)	60	3	正規分布
コンクリート拡散係数 (cm²/year) (LCC評価期間50年)	0.449	0.150	対数正規分布
コンクリート拡散係数 (cm²/year) (LCC評価期間100年)	0.398	0.133	対数正規分布
軸方向ひび割れ発生時鋼材腐食量 (mg/cm²)	10	0.67	正規分布
腐食速度1 (mg/cm²/year)	2	0.67	対数正規分布
腐食速度2 (mg/cm²/year)	12.4	4.13	対数正規分布

キーワード: LCC, 維持管理手法, 割引率, LCC 評価期間

連絡先: 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL092-641-3131 内線 8654 FAX: 092-642-3271

錆時期を，Fick の拡散方程式に準じて算定した。鋼材発生開始後は，鋼材腐食モデルとして，図-1 に示すモデルを仮定した。ここで，「予防保全」では，鋼材腐食が開始する時点(鉄筋位置の塩化物イオン濃度が 1.2kg/m^3 に達した時点)で，コンクリート断面補修を行うものとし，「事後保全」では，鋼材の断面減少率が 10%に到達した時点でコンクリート断面補修を実施するものとした。本研究では，表-3 に示す解析パラメータを設定し，モンテカルロ手法により各確率変数に対し 5000 のデータを発生させ，解析を行った。

6. LCC 試算結果

各 LCC 試算ケースにおける試算結果として 図-2 に LCC 評価期間 50 年での割引率 0% 及び割引率 4%における LCC 試算結果を，また，図-3 に LCC 評価期間 100 年での割引率 0%，及び割引率 4%における LCC 試算結果を示す。これらにより，「予防保全」による維持管理手法には，LCC 試算結果のばらつきを抑える効果があることが分かったが，その一方で，割引率を考慮することにより，その有意性は減少することが分かった。このことは，コンクリート断面補修時期の解析結果を反映しているが，割引率により，供用中に発生する費用の LCC 試算結果に及ぼす影響度が減少するためであると考えられる。

LCC 試算結果は分布が左に寄っているほど経済的であると言える。このことから，割引率を考慮することにより，「事後保全」による維持管理手法の方が経済的となるという結果が得られた。また，割引率 0%での LCC 試算結果においても，LCC 評価期間 50 年では，「事後保全」による維持管理手法の方が経済的となる結果となった。このことは，「事後保全」による維持管理手法の方が大規模補修となることにより，一回の補修費用は掛かるが，補修時期を先送りするため，割引率の影響を大きく受けるためであり，また，LCC 評価期間が短い場合には，その間に期待される補修発生確率が小さくなるためであると考えられる。つまり，本研究の設定範囲内において，「予防保全」による維持管理手法に有意性を見出すためには，割引率を小さく設定できる経済環境にあり，かつ，予定供用期間を長く設定するような場合のみであると考えられる。

7. まとめ

- (1) 「予防保全」による維持管理手法は，LCC 結果のばらつきを抑える効果がある。
- (2) 「予防保全」による維持管理手法は，割引率を小さく設定できる経済環境，かつ，予定供用期間を長く設定する場合に有意となる。

【参考文献】

- 1) ミニマムメンテナンス PC 橋の開発に関する共同研究報告書，国土交通省土木研究所ほか，2000．3

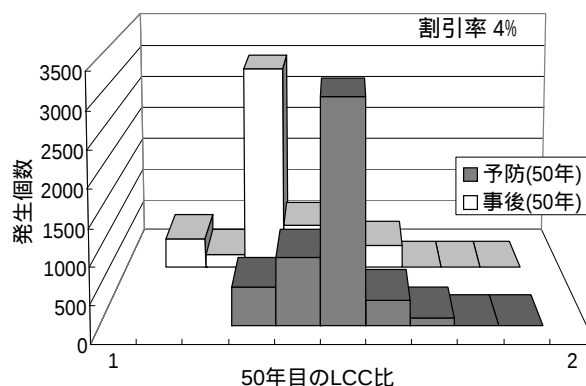
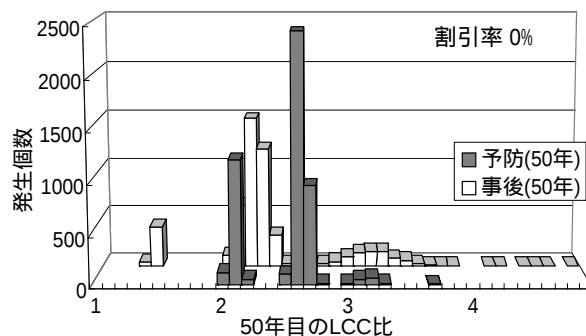


図-2 LCC 評価期間 50 年での LCC 結果

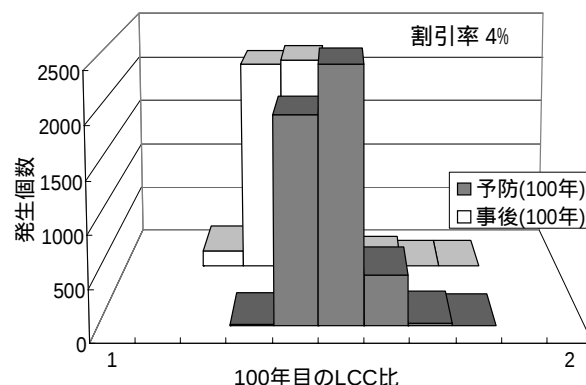
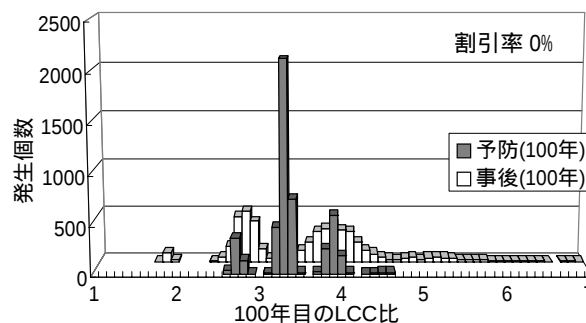


図-3 LCC 評価期間 100 年での LCC 結果