

VI-166

LCCによる塩害対策工法の選定に関する一考察

株式会社 クエストエンジニア 正会員 野村 昌弘
 日本道路公団 北陸支社 保全第二課 坂本 香
 日本道路公団 北陸支社 小松（管） 石村 勝則

1. はじめに

コンクリート構造物の塩害が、クローズアップされてから15年以上が経過している。現在、関連機関の調査・研究の結果、十数種類の対策工が開発されている。

しかし各工法は、工費に大きな差があり初期工費を高くすれば補修費は安い、逆に初期工費を安くすると多額の補修費が必要となる可能性もある。このため対策工の選定には、供用期間におけるライフサイクルコスト（以下LCCという）を評価基準に加えるべきと考える。

そこで本稿は、塩害対策において具体的なLCCの算定法に信頼性理論¹⁾を取り入れ、LCCの最小化の検討とその結果について述べるものである。

2. 信頼性理論を用いたLCCの算出

LCC算出は、以下のコストを考える。①塩害

で劣化した構造物に対し健全度を回復するための初期工費（ C_i ）、②塩害対策が劣化し再度健全度を回復するための補修費（ C_F ）、①②の関係を構造物の残存耐用年数間で維持する場合の期待補修回数（ N_F ）とすれば次式で表される。

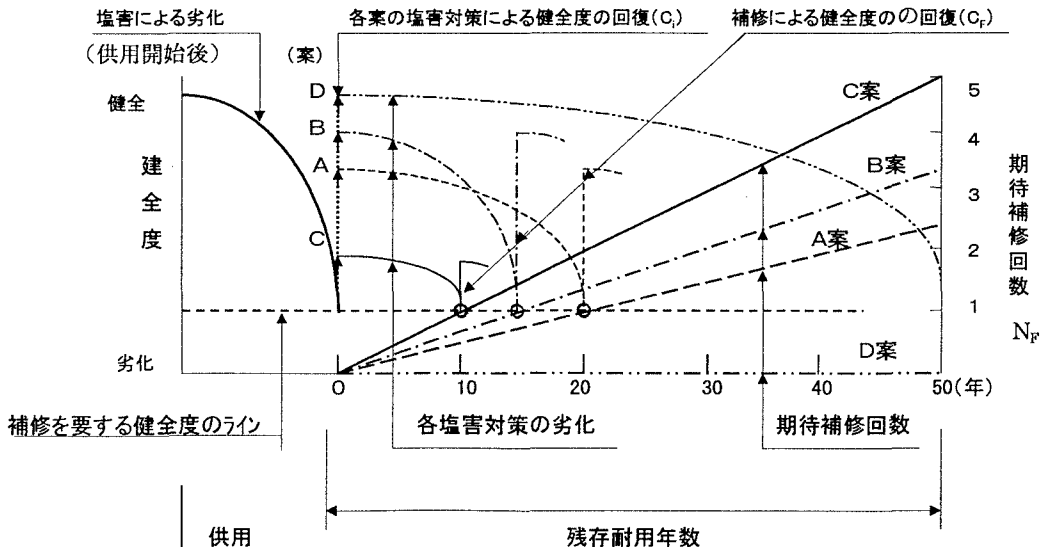
$$LCC = C_i + P_F \times N_F \quad (\text{式1})$$

これは、さまざまな工法に対し C_i 、 C_F および N_F を変化させることにより、LCCが最小となる最適案が存在することを示している。

ここで、残存耐用年数とは、対策工を施こした後に機能する期間である。また期待補修回数とは、対策工が塩害によって劣化し補修を要する期間のバラツキを平均値で代表させ、それが残存耐用年数間に等間隔で発生すると仮定した回数である。

3. LCC最小化基準を用いた選定例

LCCの算出のため、PCポストテンション単純



※ ○は1回目の補修を実施する期間

図1 各塩害対策の健全度の変化と期待補修回数の関係

キーワード：ライフサイクルコスト、塩害、信頼性理論

連絡先：石川県 金沢市 駅西本町 3-7-1 TEL 076-264-7872 FAX 076-264-7878

表 1 各種塩害対策工法における LCC 算出諸条件

案	工法概要	初期工費 (C_i)	補修費 (C_F)	期待補修回数 (N_F)
A	【電気防食工法】 外部電源方式 $\text{Ti}/\text{溶射}$ を想定 ²⁾	・電気防食工の施工費 ・電気料金 ・最適電流の定検料 ・足場費	・配線・配管材の取替費 (寿命 20 年) ・足場費	2.5 回 (平均寿命 20 年)
B	【浸透性防錆剤防食工法】 全断面をハリ取り断面修復材に亜硝酸塩を混入し復旧。その上にコンクリート塗装を実施 ³⁾ 。	・断面修復費 ・コンクリート塗装費 ・足場費	・コンクリート塗装の塗替費 (寿命 15 年) ・足場費	3.3 回 (平均寿命 15 年)
C	【断面修復+コンクリート塗装】 コンクリートの劣化部を残存耐用年数間に繰り返し断面修復およびコンクリート塗装を実施。	・断面修復費 ・コンクリート塗装費 ・足場費	・断面修復費 (寿命 10 年) ・コンクリート塗装費 ・足場費	5.0 回 (平均寿命 10 年)
D	【架替】 同形式の PC 桁を想定。コンクリート中に亜硝酸塩を混入。	・PC 桁の架替費 ・交通規制費	なし	0 回 (平均寿命 50 年以上)

T 桁橋（橋長 26m、幅員 10m、塩害の影響を受ける表面積 850m^2 ）と取上げる。その PC 橋は、塩害によりコンクリートの浮き等の損傷が全表面積のうち 10%（ 85m^2 、厚さ 3cm）を占め、補修を要することを示している。当橋の塩害対策として 4 つ工法を考える。

A 案：電気防食工法

B 案：浸透性防錆剤防食工法

C 案：断面修復+コンクリート塗装

D 案：架替

各工法で LCC 算出のための C_i 、 C_F 、 N_F は、表 1 に示す条件によった。なお、構造物の残存耐用年数を 50 年とした場合、各塩害対策工の健全度の変化と期待補修回数の関係を図 1 とおり仮定した。D 案は、今後メンテナンスフリーと考え、期待補修回数は“0”とした。

4. LCC の算出結果

橋面積当たり LCC の算出結果を図 2 に示す。このうち B 案および D 案は、今後の耐用年数 50 年間の LCC で比較した場合ももっとも安くなることを表している。また初期工費の安い C 案は、今後多額の補修費を必要とされるのに対し、電気的および化学的工法の A、B 案の初期工費は高いが、補修費が安いことを示している。今後 A、B 案の初期工費が技術開発により安くできれば、より有効な補修工法になり得る。

5. まとめ

①LCC 算出のため、信頼性理論の適用を実施した。

②初期工費が安くとも、今後の補修費を考慮すれば LCC が高くなる。逆に初期工費をある程度高くした方が LCC で比較した場合、安くなる。

③A、B 案の電気的および化学的工法は、C 案に比べて補修費が安く、今後の技術開発によって初期工費が安くできるならば、LCC をさらに削減できる可能性がある。

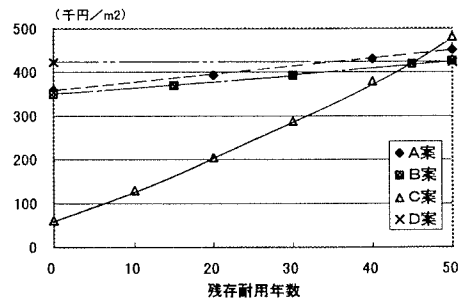


図2 残存耐用年数間における LCC の推移

【参考文献】

- 1) 土木学会、構造工学シリーズ 2、構造物のライフタイムの評価、昭和 63 年 12 月
- 2) 矢島ほか、 $\text{Ti}/\text{溶射}$ 方式におけるコンクリート構造物の電気防食、土木学会年次学術講演会 1998 年 10 月
- 3) 岡井、森山ほか、塩害を受けた橋梁上部工の全面修復、コンクリート工学 NO.34、1996 年 2 月