

LCCおよびLCCO₂を考慮したRC栈橋の最適なかぶりと呼び強度に関する一考察

早稲田大学大学院 学生会員 ○伊澤 允智
早稲田大学 フェロー 関 博

1. はじめに

ここ 10 数年の間にコンクリート構造物の劣化が顕在化し、構造物のライフスパンにおける維持管理の重要性が再認識されている。維持管理計画の経済的な最適化を図る手法としてライフサイクルコスト(以下、LCC)があり、種々検討がなされている。一方、2005 年 2 月の京都議定書の発効によって世界的に温暖化ガス削減の動きが強まっている現状では、コストの観点に加え環境影響も考慮した上で構造物の設計や維持管理計画を決定する必要がある。

本研究では温暖化ガスの中でCO₂に着目し、RC構造物のライフサイクルにおける総CO₂排出量(以下、LCCO₂)とLCCの観点から、RC栈橋のかぶりや呼び強度の最適値に関して検討した。

2. 試算条件

図 1 に示す RC 栈橋の上部工を対象とした。

栈橋のライフサイクルは、構成材料の製造を含めた施工段階・補修工事等を行う供用段階・供用期間終了後の撤去(解体、廃棄)段階を考えた。なお、供用段階では補修工事等の回数に依存してCO₂排出量やコストが算定されるため、LCCやLCCO₂算定のために対象とした栈橋の劣化を予想し補修の時期を設定することとした。

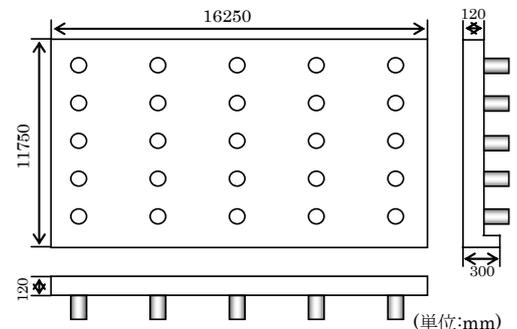


図 1 対象構造物の概要図

3. 劣化予測による補修間隔の設定

RC栈橋は飛沫帯に位置し塩害により鉄筋が腐食する。今回は劣化対策を建替工法とした。劣化モデルは、伊庭らの研究¹⁾により内部鉄筋の腐食進行により表されるものとした。表 1 のパラメータを基にかぶりと呼び強度の組み合わせで建替年数を算定した。

4. LCCおよびLCCO₂の算定式

RC構造物のライフサイクルにおける各段階を統合することにより次式によってLCC¹⁾、LCCO₂²⁾を算定する。

$$LCCO_2 = CO_{2i} + CO_{2rep} \times n + CO_{2rd} \quad (1)$$

ここでCO_{2i}:初期CO₂排出量, CO_{2rep}:建替CO₂排出量, CO_{2rd}:撤去CO₂排出量, n:建替回数

$$LCC = C_i + \left[C_{rep} \times \left(\frac{1+h}{1+i} \right)^{t_1} \right] + \left[C_{rep} \times \left(\frac{1+h}{1+i} \right)^{t_2} \right] + \dots + \left[C_{rd} \times \left(\frac{1+h}{1+i} \right)^{t_{rd}} \right] \quad (2)$$

ここでC_i:初期コスト, C_{rep}:建替コスト, C_{rd}:撤去コスト

i:資本の利率, h:物価変動率, t₁, t₂, …:建替年数, t_{rd}:供用年数

5. かぶりと呼び強度の相違によるLCCおよびLCCO₂

劣化予測により、供用期間 100 年で建替が 1 回必要となるかぶり・呼び強度の範囲は表 2 のようになり、この範囲でLCC、LCCO₂の変化を考察した。

表 2 検討範囲

項目	検討範囲
設計かぶり	70~90[mm]
呼び強度	21.24,27.30,33.36[N/mm ²]

キーワード ライフサイクル, LCC, LCCO₂

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部 TEL03-5286-3407

(1) LCCの算定

図2に示すようにかぶりが大きく、呼び強度が大きい方がより小さい値となることがわかった。LCCを算定し最小となるかぶり・呼び強度を選択することにより、最大値に比べて13%ほど経済的にすることができる。これはLCCが現在価値換算で算定すると、建替までの長さにより補修費が大きく変化するためである。つまり、LCCの観点からは長期使用が可能となるような高性能な構造物を初期に建設するほうが有利であるといえる。

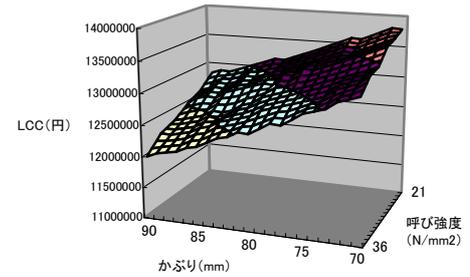


図2 LCC算定値

(2) LCCO₂の算定

図3にLCCO₂の算定結果を示す。図3によるとかぶりが小さく、呼び強度が小さい方がより小さい値となった。LCCO₂を算定し最小となるかぶり・呼び強度を選択することにより、最大値に比べて25%ほど排出量を抑制することができる。これは建替が同回数となる条件であれば建替までの長さは関係せず、ライフサイクルの各段階におけるCO₂排出量が小さくなるような配合や断面を有するRC構造物の方がLCCO₂は有利となることを示している。

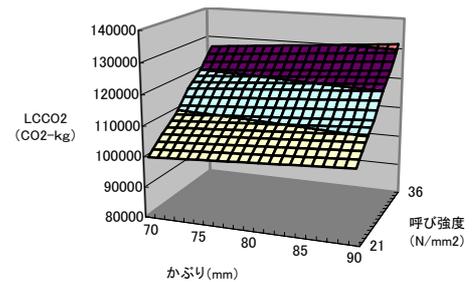


図3 LCCO₂算定値

6. 考察

図2および3の結果からLCC、LCCO₂の観点からの最適なかぶりと呼び強度の組合せは相反するものであることがわかり、最適な組合せは総合的に判断する必要があることがわかった。そのため、国土交通省の「総合評価落札方式」²⁾の考えを適用し、かぶりと呼び強度の組合せについて考察する。

「総合評価落札方式」では、提示された性能(今回の場合LCCO₂・LCC)と初期建設費の比(評価値)で提案の優劣を評価するものであり、式(3)のように示される。

$$\text{評価値} = \frac{\text{性能}}{\text{コスト}} \quad (3)$$

ここで本研究では式(3)を式(4)へと変形、算定した各組合せの評価値を図4に示す。

$$\text{評価値} = \frac{1}{\text{LCC} \cdot \text{LCCO}_2 \cdot \text{初期コスト}} \quad (4)$$

図4によると、表2の検討範囲中ではかぶりが大きく呼び強度が小さいほうがより評価の高いものとなる。よって、かぶり90mm・呼び強度21N/mm²が本研究の最適値となった。

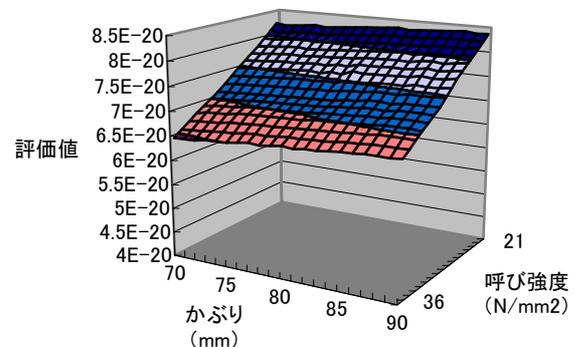


図4 評価値

7. まとめ

社会基盤のあり方を考えると初期コストのみから判断するのは適切でなく、多くの観点による判断が必要である。本研究では「総合評価落札方式」の考えを応用して初期コストとLCCおよびLCCO₂を考慮した評価方式を提示した。

今後は多くの項目を総合的に評価する客観的な算定手法の確立が必要と考えている。

なお、本研究は文部省科学研究費補助金（種目 基礎研究(1),(2)）によって実施されたものである。また、試算に当り東洋建設(株)に多大なご協力を頂いた。記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 伊庭孝充, 松島 学, 関 博, 川田秀夫: 塩害を受けるRC構造物のライフサイクルコスト算定手法に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No. 704/V-55, pp. 1~11, 2002. 5.
- 2) 土木学会: コンクリート技術シリーズ No. 62 コンクリートの環境負荷評価(その2), 2004. 9.