

補修履歴を有する栈橋 RC 上部工の最適維持補修計画に関する検討

東洋建設(株) 正会員 ○中川 将秀
 東洋建設(株) 正会員 末岡 英二
 東洋建設(株) フェロー 佐野 清史

1. はじめに

栈橋 RC 上部工は、波浪や潮の干満の影響を受けて詳細調査を行うことが困難である。そこで、比較的容易に行える外観目視調査の結果から将来の劣化進行を予測し、その結果から適切な補修時期等を導き出すことが可能となれば維持管理が極めて容易になるものと考えられる。本報は、塩害により劣化した栈橋 RC 上部工の実構造物を対象に、その外観目視調査の結果から、確率論的予測手法の劣化進行モデル¹⁾を適用して将来の劣化度分布を予測し、補修時期や補修方法の各種補修計画を設定して補修費算定、比較検討することで最適な維持補修計画を導き出す手順を示した。

2. 対象栈橋の概要

対象栈橋の概要を表-1に、全景を写真-1にそれぞれ示す。この栈橋は、昭和43年に建設された荷役栈橋であり、大型タンカーが接舷することから、通常の栈橋に比べて上部工の位置がH.W.L.より高い特徴がある。なお、経過年数35年で行った外観目視調査時には既に陸岸側の梁7部材が断面修復および表面塗装されており、補修が施されて数年が経過していた。

3. 維持補修計画選定までの手順

外観目視調査から最適な維持補修計画選定までの手順を図-1に示す。外観目視調査は、栈橋下面の床版および梁部材毎に目視や打音調査を行い、栈橋下面全域の劣化損傷状況をスケッチ図や写真に記録する。劣化度判定は、外観目視調査で得られたスケッチ図や写真から適切な判定が行える判定基準¹⁾を適用して、床版および梁部材毎に劣化度0～劣化度Ⅴまでの6段階で行う。劣化度0は潜伏期、劣化度Ⅰ～Ⅱは進展期、劣化度Ⅲ～Ⅳは加速期、劣化度Ⅴは劣化期を示す。ここで、補修済みの梁7部材については健全であると判定し、劣化度0と仮定した。劣化予測は、より精度の高い予測を行うため、コンクリート標準示方書〔維持管理編〕に示されている塩化物イオン濃度拡散式や鉄筋腐食断面減少率の推定を基に各劣化度の期間比率を推定し、各劣化度の期間に対応した重みを遷移確率に与えた劣化進行モデル¹⁾から将来の劣化度分布割合を算出する方法を適用した。維持補修計画の設定は、補修時期や補修方法および補修範囲に着目して表-2のように設定した。補修費の算出にあたって、各補修方法の内訳は劣化度に応じて示される値²⁾を参考に設定した。また、補修費単価もヒアリングや施工事例に基づいた知見に示される値²⁾を設定した。維持補修計画の選定において、想定される供用期間の中で計画ごと

表-1 対象栈橋の概要

経過年数	35年
H.W.L.から部材下端までの高さ	(床版) 3.15m (梁) 2.75m
補修の有無	梁7部材が補修済み



写真-1 対象栈橋の全景写真

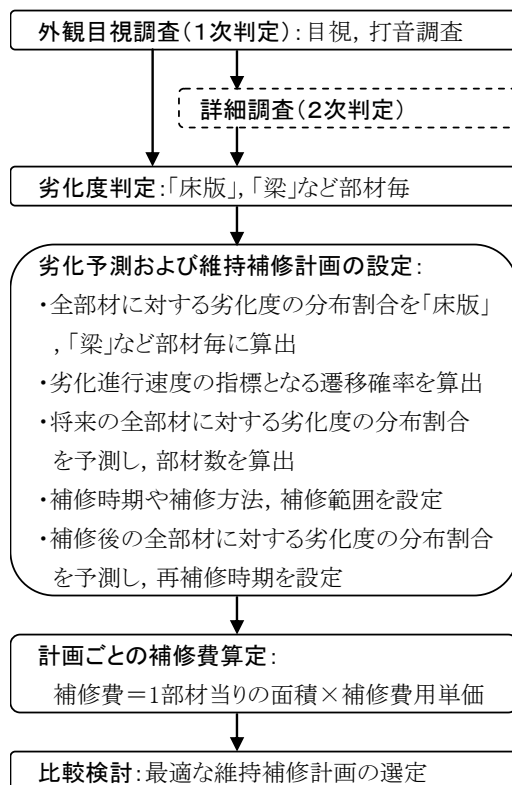


図-1 維持補修計画選定までの手順

キーワード 目視調査, 劣化度分布, 劣化進行モデル, 栈橋 RC 上部工, 塩害, 補修費

連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033 番 1 東洋建設(株)技術本部美浦研究所 TEL 029-885-7511

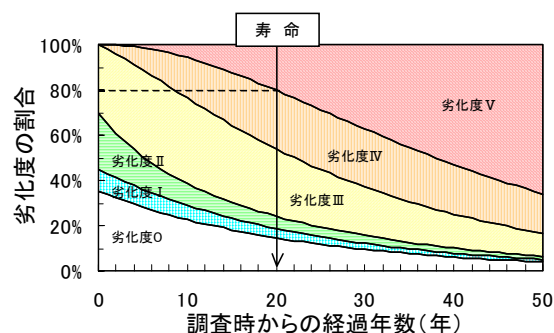


図-2 無補修の場合の劣化進行予測結果

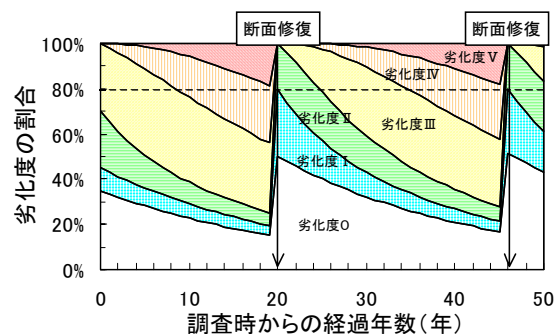


図-3 補修を施した場合の劣化進行予測結果

表-2 維持補修計画の設定

計画	補修時期	補修方法	補修範囲
1	なし	無補修	梁7部材（補修済）
2	重度の劣化状態	断面修復	劣化度Ⅱ以上の部材
3	劣化度Ⅴ20%		劣化度Ⅲ以上の部材
4	軽微な劣化状態		劣化度Ⅱ以上の部材
5	劣化度Ⅴ10%		劣化度Ⅲ以上の部材
6	軽微な劣化状態	断面修復＋表面塗装	全部材
7	耐用年数毎	断面修復＋電気防食	

注) 断面修復の部材は、劣化度Ⅴ→Ⅱ，劣化度Ⅳ→Ⅰ，劣化度Ⅲ～Ⅰ→Ⅱに回復するものと仮定

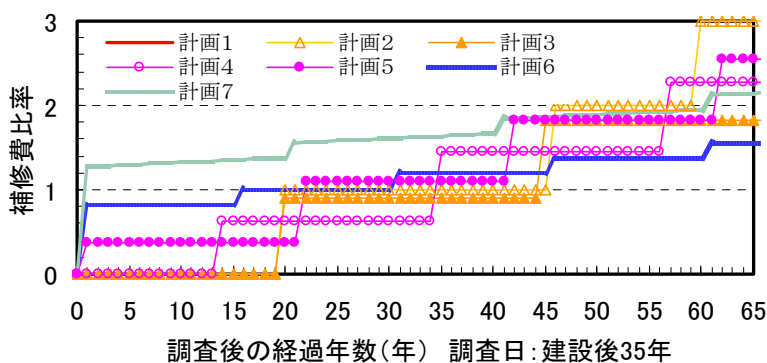


図-4 補修費算定結果

の補修費を比較検討し、最も経済的となる計画を最適な維持補修計画とした。

4. 劣化進行予測結果と補修費算定結果

無補修の場合の劣化進行予測結果を図-2に、補修を施した場合の劣化進行予測結果を図-3に示す。図のように部材全数に対する劣化度の分布割合を予測することにより、経過年数に伴って劣化度Ⅴが増加していく様子がよく分かる。また、補修を施すことによって劣化度が回復するが、ここでは、断面修復ではすでに浸透していた塩化物イオンを除去しきれないと考え、全ての部材が劣化度Ⅱに回復するのではなく、大きな劣化度の部材は劣化度Ⅰ～Ⅱに回復するものと仮定している。補修費算定結果を図-4に示す。ここでは、計画2を基準とした補修費比率と経過年数との関係を示している。当然ながら、断面修復の補修費は補修する部材が少ない方が小さくなるが、補修時期によって経済的な計画は入れ替わって行く。計画6や計画7は初回の補修費は大きく、再補修費は小さいものの、劣化を進行させないように定期的に管理する必要がある。しかし、46年後（建設後81年）には計画6が最も経済的な計画となる。

5. まとめ

本報では、これまで検討してきた確率論的予測手法の劣化進行モデルを用いて、外観目視調査の結果から将来の劣化進行を予測して、補修時期や補修方法および補修範囲に着目した補修費用を算出する手順を示した。この手法を活用することによって、栈橋RC上部工の維持管理計画が極めて容易に行えるものと考えられる。今後、さらに多くの調査事例を収集してデータを蓄積し、本手法の妥当性を検証していく。また、補修費の算出のみに留まらず、初期費用、維持管理費、更新費、便益等を含めて検討していく。さらに、長期的な供用を考える場合には、物価上昇率や社会的割引率を用いた現在価値への換算も検討して行きたい。

なお、本報は、(独)港湾空港技術研究所、五洋建設(株)との共同研究による成果に基づいて検討を行ったものである。

参考文献

- 1) 中川将秀，佐野清史，谷口修，濱田秀則：栈橋RC上部工を対象とした劣化進行予測手法に関する研究，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第3巻，pp.363-370，2003
- 2) 古玉悟，田邊俊郎，横田弘，濱田秀則，岩波光保，日比智也：栈橋の維持補修マネジメントシステムの開発，港湾技研資料，No.1001，2001.3