

予防保全で維持管理を行う場合における海岸保全施設の LCC に関する事例解析

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 ○浅井 正
(一財) 沿岸技術研究センター 大川 衛人
北海道大学 フェロー 横田 弘

1. はじめに 海岸保全施設は背後地の防護を目的とするため、想定する地震・津波・高潮等が作用する際に初めてその機能が発揮される。このため常時に大きな変状が見られないから、その性能を満足しているとは限らない。これに対して、施設の変状は上記作用の発生時に大きく進展する。変状の把握は、無筋コンクリート製の構造が多く、ひび割れ等による性能劣化や土砂等の吸出等の判定が難しいと言った特徴がある。

これらの特徴を活かした維持管理を行うため、海岸施設維持管理マニュアルの改訂(2014)が行われ、重要な点検箇所の抽出、「巡視」を組合せた点検システムの構築、予防保全に対応した「健全度評価」基準の見直し、修繕の実施時期の検討方法等を提案している。

本論文では、上記の考え方を考慮した LCC の計算手法を用いて海岸保全施設の LCC を計算し、その結果をもとに LCC の平準化に向けた考察を加えた。

2. 計算手法 LCC の計算に先立ち、対象施設の健全度評価の結果にもとづき、マルコフ連鎖を仮定した遷移確率を施設毎、部位毎に算出した。この遷移確率を用いて施設の劣化予測を行い、健全度評価が b であれば予防保全による対応が可能と判断し、a となる前年に対象となるすべての部位を標準的な工法で修繕すると仮定した。これらの仮定の下に、対象施設の設計供用期間を 50 年として、各年の点検費用、修繕等費用及び累積費用等の LCC を計算した。

3. 計算結果 (1) K 港海岸の計算例：図-1 は東北地方で太平洋岸に面する K 港港内の係留施設の背後に設置された胸壁の代表断面である。構造形式は杭基礎を持つ T 字型の重力式胸壁であり、無筋コンクリート製(一部鉄筋コンクリート)である。1984 年～1996 年の間にほぼ同時期に建設され、最近の点検は 2009 年に実施されている。点検結果は波返し工についてまとめられている。点検の結果、堤体全体に「ひび割れ」、「目地開き」が確認されているが、中性化深さ試験、キーワード 海岸保全施設、維持管理、予防保全、LCC、平準化

塩分含有量試験の結果は問題なしであった。

図-2 は対象施設の各年の点検費用、修繕等費用及び累積費用を示す。点検費用は定期点検の費用として 5 年毎に約 2,500 千円を計上している。修繕等費用は、17 年目に 1 回のみで約 42,000 千円となっている。累積費用は約 67,000 千円であり、更新費用より小さい。費用を平均すると毎年約 1,300 千円となっている。

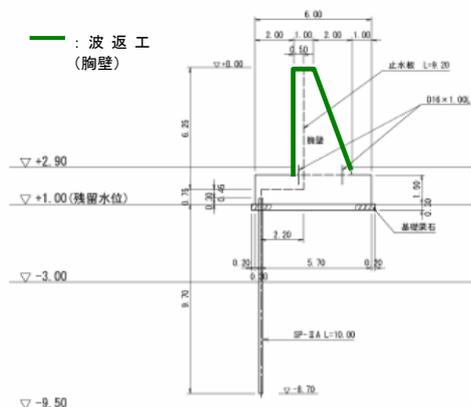


図-1 代表断面図：K 港海岸防潮堤（胸壁）

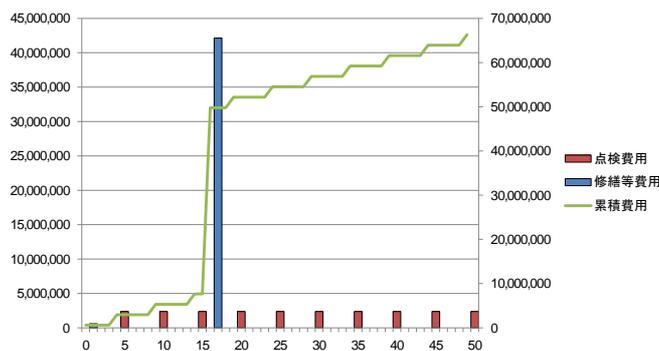


図-2 LCC の計算結果：K 港海岸防潮堤（胸壁）

(2) M 港海岸の計算例：図-3 は瀬戸内海に面する M 港港内の水路沿いに設置された護岸の代表断面である。構造形式は杭基礎を持つ直立式護岸である。1950 年～1980 年の間に順次建設され、最近の点検は 2010 年に実施され、消波工、天端被覆工、表法被覆工に対してまとめられている。健全度評価 a と判定されたスパンを含む施設は、全 110 施設のうち 28 施設で

あった。変状の形態は「ひび割れ」が多く、「波返工」・「天端被覆工」・「表法被覆工」で確認された。次に「剥離・損傷」が多く、「波返工」・「表法被覆工」で確認された。この他、コンクリートの圧縮強度が不足する施設や空洞化が顕著に見られた施設があった。

図-4 より、点検費用は定期点検の費用として5年毎に約7,000千円を計上している。修繕等費用は、最初の15年間は2~5年程度の間隔で2,000~15,000千円、その後9~14年程度の間隔で1,000~11,000千円の費用を計上している。累積費用は約130,000千円であり、平均で毎年2,600千円程度の費用を計上している。

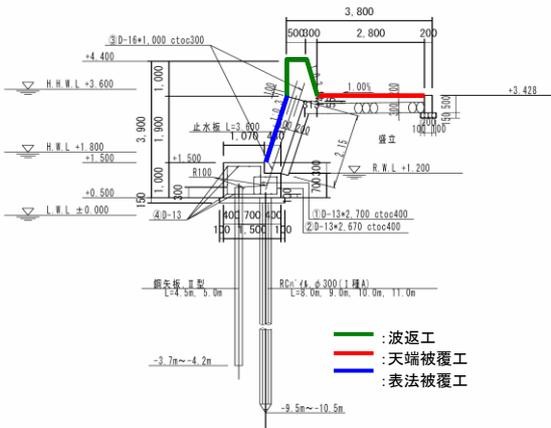


図-3 標準断面図 (M 港海岸 M 地区)

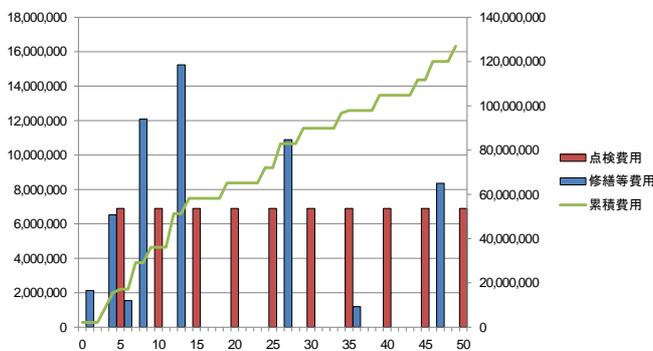


図-4 M 港海岸の LCC 計算結果

(3) 考察：平準化の必要性：両海岸の維持管理費用を比較する。点検費用は、両者とも施設延長に応じた一定額が5年毎に計上されている。定期点検のみ費用を考慮しているためである。修繕費用は、K 港では1年に集中する。累積費用を50年間で平準化できれば、毎年の費用はほぼ1/30となる。ほぼ同一の時期に建設され、施設の種類も一種類であり、前回の点検時にすべての施設でd判定であったため、劣化がほぼ同時に進行すると予測されているためと考えられる。これに対して、M 港では、不定期に修繕費用が計上されており、その最大値は平準化された場合の約6倍である。

4. LCCの平準化の考え方の整理 計算結果より、予防保全により途中施設を更新した場合よりも費用が減少できることがわかった(たとえば図-5のイメージ)。特定の年に修繕が集中するため、さらに効率的に維持管理をするためには、平準化が必要と考えられる。

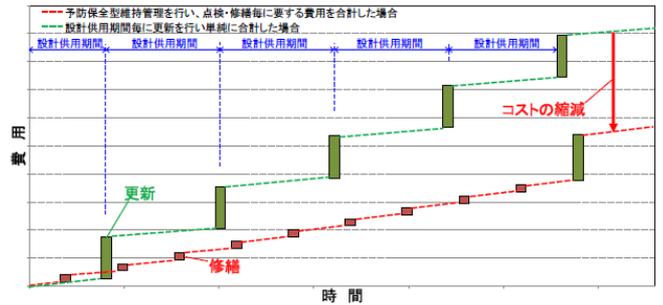


図-5 LCCにおける予防保全型維持管理によるコスト削減効果のイメージ

平準化を考えるにあたり、マニュアルでは図-6のように健全度評価がaになる前の状態を予防保全が可能な時期としている。そして劣化予測による時期の誤差範囲を考慮して修繕を行うとしている。本来は、a判定の確率が0を超えた時にすべて修繕するのが理想的であるが、予算確保の問題等がある。またその段階から機能が確保されている期間は十分に長く、修繕を行うのは非効率という考え方もある。

予防保全が可能な時期を考慮すると、平準化は1)現状(事後保全を行う)、2)単純合計の状態(本論文の状態：予防保全が可能な期間のうち最も終りの時期に行う)、3)理想的な状態(対応を前倒し：予防保全が可能な期間のうち、最も初めの時期に行う)、4)平準化の状態(毎年の執行限度額等をもとに平準化)のステップで状態を考えることにより実施できると考える。

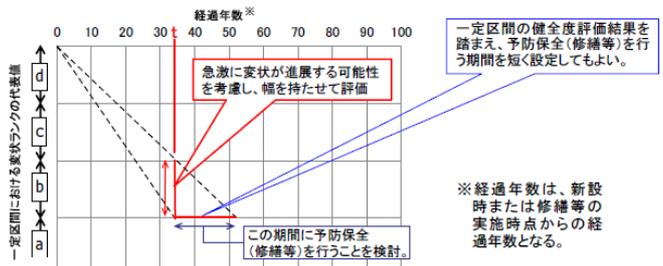


図-6 劣化予測と修繕時期のイメージ (経過年 t で変状ランクが b の場合)

5. おわりに 本論文で提案した平準化ステップに基づき計算手法を改良し、平準化によるコスト減少や毎年の費用の抑制に考慮した維持管理手法を提案したい。
参考文献：国土交通省港湾局ほか(2014)：海岸保全施設維持管理マニュアル。