ISSN 1346-7328
国総研資料 第1038号
平 成 3 0 年 7 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 1038 July 2018

海岸保全施設のライフサイクルコスト計算ツールの開発

鮫島和範・内藤了二・加藤絵万・鈴木高二朗・井出正志・早川哲也

Development of the Life-cycle Cost Calculation Tool for Coastal Protection Structures

Kazunori SAMESHIMA, Ryoji Naito, Ema KATO, Kojiro SUZUKI
Masashi IDE, Tetsuya HAYAKAWA

国土交通省　国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

国土技術政策総合研究所資料
No. 1038　　2018 年 7 月
(YSK-N-395)

海岸保全施設のライフサイクルコスト計算ツールの開発

鮫島和範*・内藤了二**・加藤絵万***・鈴木高二朗****・井出正志*****・早川哲也******

要　旨

全国の堤防・護岸等の海岸保全施設のうち，整備後50年以上を経過した施設や整備年度が不明な施設は2015年で約4割であるが，2035年には約7割に達する見込みであり，海岸保全施設の適切な維持管理を推進し，防護機能や安全性の確保が重要な課題となっている．

海岸管理者においては，「海岸保全施設維持管理マニュアル」を踏まえ，長寿命化計画の策定を進めており，長寿命化計画については，ライフサイクルコスト（以下「LCC」）の算定が必要となっている．

各海岸管理者において，適切な修繕等の方法や実施時期等の設定を行うためにも，各海岸管理者において，算定方法，計算精度が統一されていることが望ましい．

今般，海岸管理者のLCC算定における，算定方法，計算精度の統一，ならびに，算定における労力の低減を図ることを目的とした，海岸保全施設のLCC計算ツールを開発・公開し，平成30年5月に公表された「海岸保全施設維持管理マニュアル」（再改訂版）においても，LCCの算定に有効なツールである旨位置づけられている．

LCC計算ツールを公開した際，利用者が容易に操作できるよう，ツールの概要及び計算方法を掲載した「操作マニュアル」を配布しており，本資料は，LCC計算ツールの算定条件の設定方法及び本LCC計算ツールで適用した劣化予測モデルの評価について整理した．

キーワード：海岸保全施設，維持管理，長寿命化計画，ライフサイクルコスト．

---

*　沿岸海洋・防災研究部　沿岸防災研究室長
**　沿岸海洋・防災研究部　主任研究官
***　国立研究開発法人　港湾空港技術研究所　構造研究領域　構造研究グループ長
****　国立研究開発法人　港湾空港技術研究所　海洋研究領域　耐波研究グループ長
*****　国土交通省　港湾局　海岸防災課　主査（現　千葉県一宮町オリンピック推進課　主幹）
*****　国土交通省　港湾局　海岸防災課　海岸・防災企画官

〒239-0826　横須賀市長瀬3-1-1　国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5019　Fax：046-842-9265　e-mail：ysk.nil-kikaku@ml.go.jp

Technical Note of NILIM
No. 1038 July 2018
(YSK-N-395)

Development of the Life-cycle Cost Calculation Tool for Coastal Protection Structures

Kazunori SAMESHIMA *
Ryoji Naito **
Ema KATO ***
Kojiro SUZUKI ****
Masashi IDE *****
Tetsuya HAYAKAWA ******

Synopsis

In Japan, the number of coastal protection facilities which have been in service for more than 50 years has increased in recent years. They need to be maintained strategically so as to ensure that they perform over the required level throughout their service period under tight budget conditions. Aiming to achieve strategic maintenance of coastal protection facilities, MLIT distributed the Manual on Maintenance and Management for Coastal Protection Structures in 2015. The manual provides methodologies to develop maintenance and management plans, which are desirable considering the estimation of the life cycle cost (LCC).

This paper provides a standardized life-cycle cost estimation tool for coastal facilities in order to deepen understanding of the tool including its calculation conditions and the precision of its prediction model. The LCC estimation tool which was developed is expected to improve the precision of estimated LCC and to reduce labor required for LCC estimation.

Key words: coastal protection structures, maintenance, maintenance and management plan of coastal protection structures, life-cycle-cost

* Head of Coastal Disaster Prevention Division Coastal, Marine and Disaster Prevention Department, NILIM
** Senior Researcher of Coastal, Marine and Disaster Prevention Department, NILIM
*** Head Structural Mechanics Group, Structural Engineering Division, PARI
**** Head, Maritime Structures Group, Coastal and Ocean Engineering Division, PARI
***** Chief Official, Coastal Administration and Disaster Management Division, Ports and Harbours Bureau, MLIT. (Chief Editor, Olympic Promotion Division, Ichinomiya Town, Chiba Prefecture)
****** Director for Coastal and Disaster Management, Coastal Administration and Disaster Management Division, Ports and Harbours Bureau, MLIT.
National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone: +81-46-844-5019 Fax: +81-46-842-9265 e-mail: ysk.nil-likaku@ml.mlit.go.jp

目　　次

1. まえがき…………………………………………………………………………… 1
1.1　背景と目的 ………………………………………………………………… 1
1.2　本資料の構成 ……………………………………………………………… 2

2. LCC 計算ツール概要 ………………………………………………………… 2
2.1　対象施設 …………………………………………………………………… 2
2.2　計画策定期間 ……………………………………………………………… 2
2.3　LCC 計算フロー …………………………………………………………… 2
2.4　LCC 計算ツールの特徴 …………………………………………………… 3

3. LCC 計算に関する算定条件の設定 ………………………………………… 4
3.1　構造形式毎の構成部材 …………………………………………………… 4
3.2　LCC 計算ツール算定条件の設定（土木構造物） ……………………… 4
3.3　LCC 計算ツール算定条件の設定（ゲート設備） ……………………… 5

4. LCC の計算体系 ……………………………………………………………… 6
4.1　土木構造物の LCC 計算の基本的考え方 ………………………………… 6
4.2　ゲート設備の LCC 計算の基本的考え方 ………………………………… 6
4.3　土木構造物の LCC 計算手順 ……………………………………………… 6
4.4　ゲート設備の LCC 計算手順 ……………………………………………… 13

5. LCC 計算結果集約ツール …………………………………………………… 15
5.1　LCC 計算結果集約ツールの概要 ………………………………………… 15
5.2　集約内容 …………………………………………………………………… 15

6. 劣化予測モデルの評価 ……………………………………………………… 15
6.1　劣化予測モデルの評価方法 ……………………………………………… 15
6.2　適用する劣化予測モデルの評価 ………………………………………… 16

7. LCC 計算を円滑に行うための留意点 ……………………………………… 17

8. まとめ………………………………………………………………………… 17

9. あとがき……………………………………………………………………… 17

謝辞……………………………………………………………………………… 18
参考文献………………………………………………………………………… 18

付録　海岸保全施設のライフサイクルコスト計算ツール　操作マニュアル ……… 19

1. まえがき

1.1 背景と目的

全国の堤防・護岸等の海岸保全施設のうち，整備後50年以上を経過した施設や整備年度が不明な施設は2015年で約4割であるが，2035年には約7割に達する見込み（出典：国土交通省・農林水産省，2015）であり，海岸保全施設の適切な維持管理を推進し，防護機能や安全性の確保が重要な課題となっている．

予防保全型の効率的・効果的な海岸保全施設の維持管理を推進するため，巡視（パトロール）の導入等点検の効率化，長寿命化計画の策定方法等からなる「海岸保全施設維持管理マニュアル」(以下「維持管理マニュアル」)が平成26年3月に改訂された（平成30年5月に水門・陸閘等の設備を対象施設に追加し再改訂された)．

また，同年6月に改正された海岸法において，「海岸管理者は海岸保全施設を良好な状態に保つように維持し，修繕し，もつて海岸の防護に支障を及ぼさないように努めなければならない」とされ，また，海岸法施行規則に，その技術的基準やその他必要事項として，維持・修繕の計画的な実施，巡視や定期・臨時点検の実施，点検又は修繕の記録等が位置づけられた．

これらを踏まえ，海岸管理者において，海岸保全施設の点検、健全度評価及び長寿命化計画策定等の予防保全型の維持管理が進められているところである．

長寿命化計画については，点検に関する計画，修繕等に関する計画により構成され，計画には，対策費用を記載することが基本となっており，LCCの算定が必要となっている．

一方，LCCについては，施設毎に点検結果，劣化予測を踏まえた修繕時期，対策費用等を設定した上で算定する必要があり，算定にあたっては，土木構造物（空洞化対策，鋼矢板を除く）の劣化予測手法，空洞化対策の設定，鋼矢板の腐食速度の評価等の設定が必要になり，海岸管理者間で，算定方法や計算精度のばらつきが生じる可能性がある．

海岸管理者間で施設の劣化状況が類似の状況にもかかわらず，LCCの算定精度が異なる可能性があるのは望ましい状況ではなく，適切な修繕等の方法や実施時期等の設定を行うためにも，各海岸管理者において，算定方法，計算精度が統一されていることが望ましい．

LCCの算定に関して，港湾施設については，維持管理計画等に基づき実施された定期点検診断結果等を用いて，港湾施設の供用期間中の概算補修費を簡便に算出する「港湾施設維持管理費用（LCC）計算プログラム」を国土技術政策総合研究所が開発し，平成25年度より運用を開始しており，港湾管理者への維持管理費用計算プログラムの展開が図られているところである．

今般，海岸保全施設に対しても，LCC 算定に関して，海岸管理者での算定における，算定方法，計算精度の統一，ならびに，算定における労力の負荷低減を図ることを目的とした「海岸保全施設の LCC 計算ツール」（以下「LCC 計算ツール」）を開発し，2018 年 5 月 23 日に LCC 計算ツールを公開したところである．本 LCC 計算ツールは，同日に公表された維持管理マニュアルの再改訂版において，LCC の算定にあたって本計算ツールが有効である旨位置づけられている．

LCC 計算ツールを公開した際，利用者が容易に操作できるよう，ツールの概要及び計算方法を掲載した「操作マニュアル」を配布したところであり，本資料は，LCC 計算ツールの算定条件の設定方法及び本 LCC 計算ツールで適用した劣化予測モデルの評価について整理したものである．

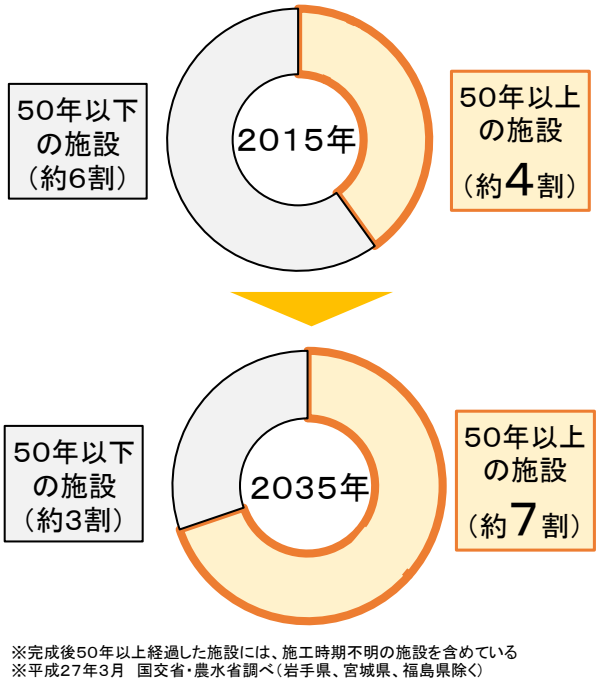


図-1.1 50 年以上経過した海岸保全施設の割合

1.2 本資料の構成

本資料の構成は**図-1.2** に示すとおりである.

2. では，本 LCC 計算ツールで対象とする施設，本計算ツールで示す計画期間,本計算ツールの計算の流れ，本計算ツールの特徴といった LCC 計算ツールの概要について示す.

3. では，対象施設において計算対象とする部材，土木構造物，ゲート施設毎に，適用する劣化予測モデルや修繕等単価の設定方法等の算定条件の設定といった LCC 計算ツールの算定条件について示す.

4. では，土木構造物，ゲート施設毎に，LCC 計算において計上する費用，計算ツールでの計算方法といった LCC 計算ツールの計算体系を示す.

5. では，施設毎の LCC 計算結果を集約し，Excel ファイルで一覧表としてとりまとめる LCC 計算結果集約ツールの内容について示す.

6. では，本計算ツールで適用した劣化予測モデルの評価を行う．本計算ツールでは，劣化予測モデルとして，マルコフ連鎖による方法を用いており，点検結果を踏まえ遷移確率を設定し，計画期間における劣化度の分布を算定している.

本章において，実際の施設の点検結果を本計算ツールに入力して遷移確率を算定し，その遷移確率を用いて，対象とした施設の建設後の経過年まで劣化予測を行い，劣化予測により算定された劣化ランクの分布と点検結果の劣化ランクの分布を比較した，

7. では,本 LCC 計算ツールにて円滑な計算を行うための留意点を示す.

2. LCC計算ツール概要

2.1 対象施設

LCC 計算ツールの対象施設は，土木構造物として，①もたれ式護岸，②ブロック式護岸，③ケーソン式護岸，④鋼矢板式護岸，⑤胸壁，⑥堤防を対象とし，設備機器として，⑦水門・樋門及び陸閘等ゲート設備を対象としており，維持管理マニュアルで対象とする施設と整合を図っている.

2.2 計画策定期間

LCC 計算ツールの計画策定期間は，計画開始年度から 50 年間としている.

2.3 LCC算定フロー

LCC計算ツールは，堤防・護岸等の土木構造物に対応した計算ツール及び水門・陸閘等のゲート設備に対応した計算ツールを作成しており，ゲート設備のうち，胸壁，取付護岸等の土木構造物部分については，土木構造物のLCC計算ツールにて計算することとしている.

土木構造物について，計算の手順として,「施設基本情報の入力」,「点検結果の入力」,「空洞化の対策内容の入力（胸壁以外)」,「鋼矢板・電気防食工の対策内容の入力（鋼矢板式護岸のみ)」,「空洞化以外の対策内容の入力・劣化予測」,「定常的な維持修繕費用の設定」,「LCC 計算結果の表示」の流れで算定することとした.

ゲート設備について，計算の手順として,「施設基本情報の入力」,「構成部材・装置の設定，修繕単価及び周期等の入力」,「LCC 計算結果の表示」の流れで算定することとした.

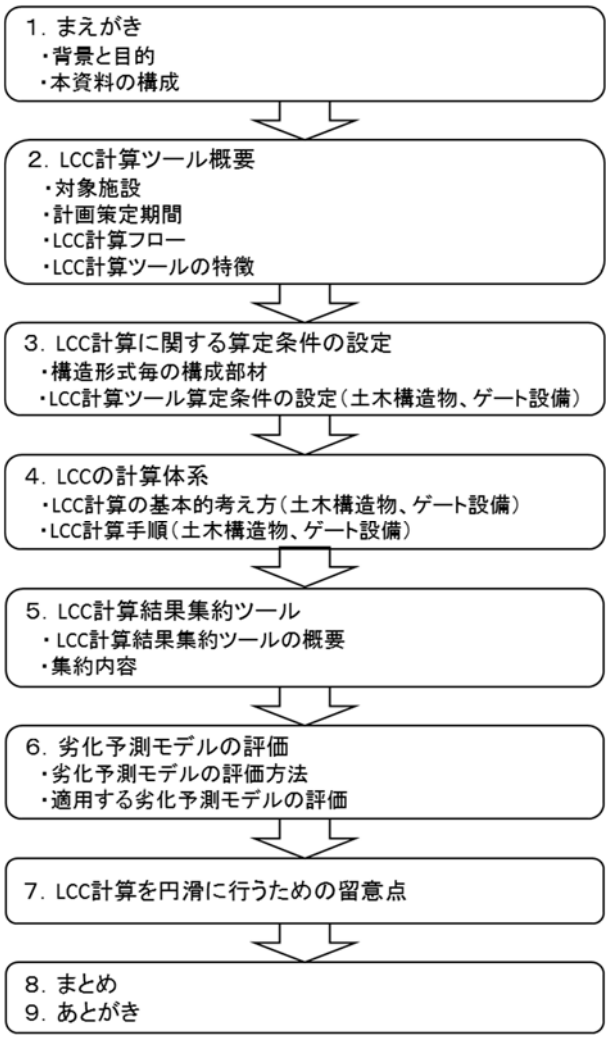


図-1.2 本資料の構成

2.4　LCC計算ツールの特徴

LCC 計算ツールの特徴について以下の通り示す.

(1)エクセル上で動作

海岸管理者を中心に広く利用されるよう，汎用性の高い Microsoft Excel 上で動作するシステムとした.

(2)簡単な操作

海岸保全施設の点検結果の入力等最低限の入力内容で LCC を算定するシステムとした.

(3)シンプルな構成

1 施設 1 ファイルで管理する構成とした.

(4)柔軟な利用

土木構造物については，システム内に修繕単価，修繕工種を設定しているが，海岸管理者が施工条件や地域条件等を踏まえ，修繕単価，修繕工種を変更することも可能とした.

供用直後で点検データが十分でない等の理由で点検結果からの遷移率が使用できない場合は，国内の点検事例をもとに算定した「参考遷移率」の利用を可能とした.

管理目標（維持管理により確保すべき施設の状態）の設定については, 2 パターンの目標設定が可能で，海岸管理者で任意に設定できることとした.

修繕実施時期を自動計算するシステムとなっているが，大規模改良の予定等を勘案し，修繕実施時期の変更を可能とした.

ゲート設備については，次回の修繕時期を自動計算するシステムとなっているが，土木構造物と同様，修繕時期が予め決定している場合等を勘案し，任意で変更可能とした.

修繕・点検単価の入力について，大規模修繕を考慮し，2 ヵ年に分けて単価の入力を可能とした.

海岸保全施設毎に計算した結果を，集約できるツールを別途開発し，土木構造物及びゲート設備の算定結果もあわせて集約を可能とした.

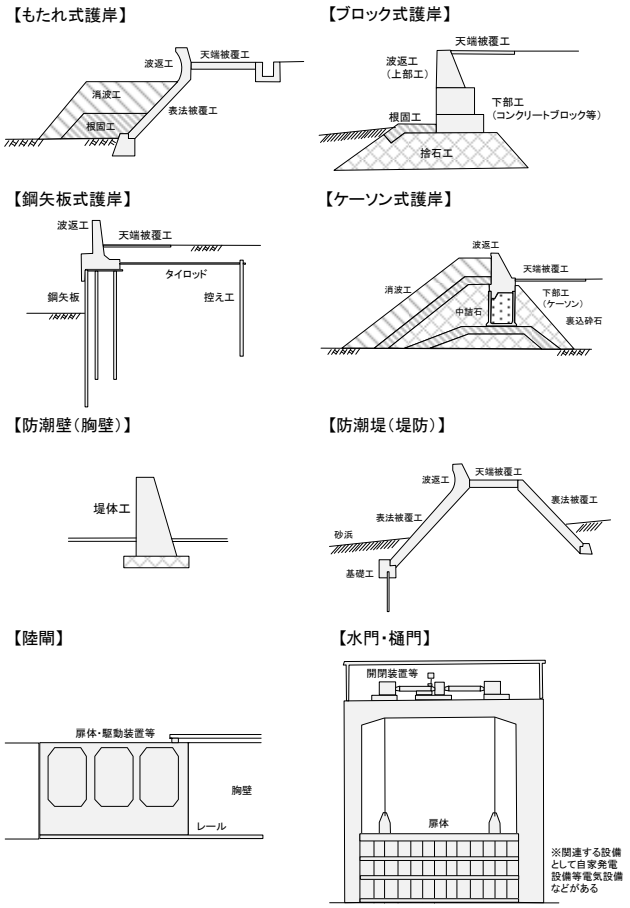


図-2.1　LCC 計算ツール対象施設

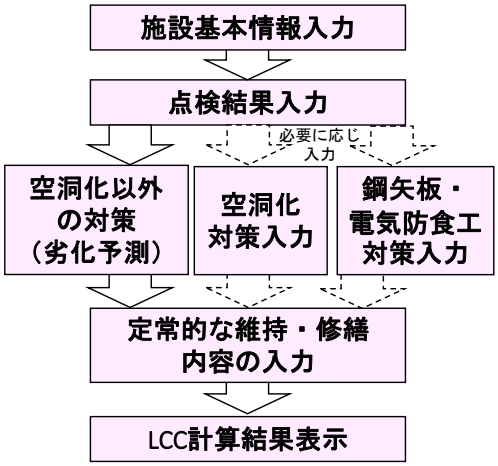


図-2.2　LCC 計算フロー（土木構造物）

3. LCC計算に関する算定条件の設定

3.1 構造形式毎の構成部材

LCC 計算ツールで対象とした施設について，構造形式毎の構成部材を**表-3.1** の通り示す．護岸・堤防等について，6 つの構造型式を対象としており，共通する部材は多い．ただし，鋼矢板式護岸の下部工（鋼矢板）については，当該構造型式においてのみ存在する部材であり，他のコンクリート部材とは異なる維持管理が必要となることに留意し，鋼材の腐食を考慮して検討を行った．

また，ゲート設備については，土木構造物とは維持管理の考え方が異なり，具体的には，構成機器や可動部の部材状況等を考慮した検討を行った．

3.2 LCC計算ツール算定条件の設定（土木構造物）

(1)対象施設の状態評価

対象施設の状態評価については，維持管理マニュアルに示されている変状ランクを適用する．変状ランクの判定は，a，b，c，d ランクにてスパン毎に評価しており，最も変状が進展しているものを a ランク，最も変状が進展していないものを d ランクとして，a>b>c>d ランクとして評価している．

LCC 計算における施設の状態評価の設定については，部材毎に劣化度別スパン数として整理し，その分布に応じて修繕数量を設定することとした．

(2)対策の設定

修繕方法の選定にあたっては，各部材の変状ランクに応じて対策を選択することとした．

なお，空洞化対策については，空洞箇所の補修及び空洞化の原因となる変状箇所の対策に係る数量を海岸管理者が入力することとした．

(3)劣化予測

劣化予測は土木施設の構成部材を対象に実施する．

a)一般的な構成部材の劣化予測

本ツールにおいては，遷移確率による方法は，変状の原因・特徴を問わず適用可能であること，対象数量に対する劣化ランク別の分布で部材の状態を表現することが可能であること，港湾分野，橋梁分野などにおいて適用実績があること，を踏まえ，マルコフ連鎖による方法を用いた劣化モデルを劣化予測手法として適用した．

LCC 計算ツールにおいて実施している劣化予測は，維持管理マニュアルで解説されている「マルコフ連鎖による方法」を用いており，マルコフ連鎖とは，「状態」と「推移」という 2 つの概念を用い，物事がある「状態」から，ある「遷移確率」で「次の状態」へと移行する様子を確率論的に捉えるものである．

本 LCC 計算ツールでは，状態と劣化度の比率が 1：1，2：1，3：1 の 3 種類の劣化予測モデルを適用し，実際の調査結果から得られた劣化度分布との二乗誤差が最小となる劣化予測モデルを適用し，その遷移率を採用することとした．

b)鋼矢板の劣化予測

鋼矢板については，鋼矢板の肉厚調査結果及び腐食速度から算出された残存年数を劣化予測結果として取り扱うこととし，また，電気防食工が施工されている場合は，陽極消耗量調査から得られた残存年数についても劣化予測結果として取り扱うこととした．

(4)参考遷移率

劣化予測については，基本的には各施設の点検結果をもとに予測することとしているが，ほとんど劣化が進行していない状態で劣化予測を行った場合，将来においても「劣化が遷移しない」ものとして結果が表現されてしまうこととなる．

表-3.1 対象施設の構成部材（土木構造物）

	もたれ式	ﾌﾞﾛｯｸ式	ｹｰｿﾝ式	鋼矢板式	防潮壁（胸壁）	防潮堤（堤防）
波返工	○	○	○	○	○※	○
表法被覆工	○	－	－	－	－	○
下部工（ｺﾝｸﾘｰﾄ）	－	○	○	－	－	－
下部工（鋼矢板）	－	－	－	○	－	－
天端被覆工（水叩き）	○	○	○	○	○	○
裏法被覆工	－	－	－	－	－	○
消波工	○	○	○	－	－	○
根固工	○	○	○	－	－	○
基礎工	○	－	－	－	－	○
砂浜	○	○	○	－	－	○

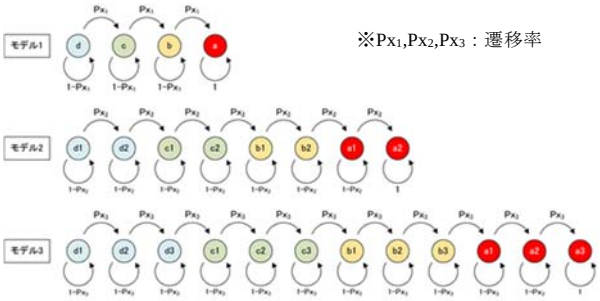


図-3.1 LCC 計算ツールで適用する劣化予測モデル

こうしたケースに対応するため，国内の点検事例をもとに「参考遷移率」を算定し，当該遷移率を使用することも可能とした．

参考遷移率は，**表-3.2** に示すように国内の点検事例（360 施設）より算出した各施設の遷移率の加重平均とした．ただし，各施設の遷移率は同表に示したようにばらつきが大きく，あくまで参考とし，取り扱いに注意する必要がある．

また，鋼矢板及び被覆防食工の遷移率については，収集した事例では十分なデータ数が得られなかったため，「港湾施設 LCC 計算プログラム」において適用している遷移率を準用した．

(5) 修繕等単価

修繕単価については，対象施設の寸法・施工条件及び施工地域の労務・材料単価等を詳細に設定して積算することが望ましいが，LCC の計算は，長寿命化計画において提示する長期的な概算費用の提示が目的であり，多数の施設を対象とすることから，修繕単価について，極力簡略化することが望ましい．

本計算ツールでは，修繕単価は各施設について暫定的に部材寸法を設定して施設延長あたりで設定した．単価の設定にあたっては，「港湾請負工事積算基準」，市場単価及び国内事例を参考に設定した．

なお，海岸管理者が施工条件・材料単価等を独自に設定して修繕単価を変更したい場合にも対応できるよう，当初設定している修繕単価の変更も可能とした．

また，定期点検や砂浜の整地等定常的に実施する作業等の費用については，海岸管理者にて定常的費用として計上することとした．

3.3 LCC計算ツール算定条件の設定（ゲート設備）

(1) 対象施設の状態評価

対象施設の状態評価については，維持管理マニュアルに示されている健全度評価を適用する．健全度評価については，緊急に措置が必要な措置段階（×），早急に措置を行うべき予防保全段階（△1），2～3 年以内に措置を行うことが望ましい予防保全段階（△2），経過観察が必要な要監視段階（△3），支障が生じていない健全（○）として評価している．

(2) 修繕時期の設定

修繕時期の設定について，ゲート設備については，劣化予測を実施せず，海岸管理者が構成機器ごとに設定した耐用年数（修繕周期）に基づき設定する．

実施周期は，維持管理マニュアルや，管内の実績等を参考に設定することができる．

修繕時期は，「設置年または前回実施年」＋「実施周期」として自動的に設定することを基本とし，健全度調査の結果，健全度が低下している場合は，計画初年度に前倒しで修繕を実施する．

(3) 修繕等単価

修繕・更新単価については，工事履歴等を踏まえ，海岸管理者において設定することとする．

また，ゲート設備については，動作確認等の点検や，健全度調査等の実施については，定常的費用として計上し，それぞれの実施内容及び頻度については，海岸管理者において設定することとする．

表-3.2 参考遷移率（コンクリート部材等）

部材	項目	施設数	評価スパン数	標準偏差	単純平均	加重平均（採用値）
波返工	ひび割れ	297	9,106	0.04	0.022	0.018
	剥離・損傷	299	9,120	0.01	0.002	0.002
	目地開き・移動	299	9,119	0.01	0.003	0.003
天端被覆工	沈下・陥没	358	10,042	0.02	0.006	0.004
	ひび割れ	360	10,066	0.02	0.015	0.020
	目地部・打継部	360	10,034	0.01	0.003	0.005
	剥離・損傷	359	10,057	0.01	0.001	0.002
表法被覆工	ひび割れ	306	8,544	0.02	0.010	0.007
	沈下・陥没	308	8,538	0.00	0.001	0.002
	目地部・打継部	308	8,539	0.01	0.002	0.002
	剥離・損傷	308	8,536	0.01	0.003	0.004
裏法被覆工	ひび割れ	28	1,851	0.02	0.018	0.025
	沈下・陥没	28	1,852	0.01	0.004	0.005
	目地部・打継部	28	1,851	0.01	0.004	0.005
	剥離・損傷	28	1,852	0.01	0.005	0.007
消波工	移動・散乱及び沈下	84	1,699	0.01	0.002	0.006
	ブロック破損	84	1,699	0.01	0.004	0.009
根固工	移動・散乱	92	1,476	0.02	0.004	0.003
	沈下	95	1,482	0.00	0.001	0.001
	ブロック破損	94	1,459	0.00	0.001	0.001
基礎工	移動・沈下・損傷	52	915	0.00	0.001	0.001
砂浜	侵食・堆積	24	1,954	0.03	0.012	0.003

4. LCCの計算体系

4.1 土木構造物のLCC計算の基本的考え方

土木構造物について，LCC として計上する費用は，以下のとおりとする．

(1)空洞化対策費用（修繕費用）

空洞発生箇所の充填・埋戻し等の対策費用及び空洞の原因となる変状の対策費用を計上することとし，空洞が確認された範囲は，計画初年度に空洞化対策に係る費用を設定して計上する．対策に必要な数量等については，海岸管理者が入力する．

(2)空洞化対策以外の修繕費用

構成部材の損傷劣化の対策費用（コンクリート断面補修，消波ブロック再設置等）を計上することとし，空洞が確認されなかった範囲は経年変化に対する修繕を計画することとし，構成部材の劣化予測を行い修繕時期及び費用を設定して計上する．

(3)定常的費用等

点検診断に係る費用，嵩上げ・養浜等施設の機能維持に係る費用を計上することとし，海岸管理者において費用を設定し計上する．

表-4.1 計上するLCCの内容
（土木構造物）

項目	内容
修繕費用 （空洞化対策費用）	空洞発生箇所の充填・埋戻し等の対策費用及び空洞の原因となる変状の対策費用
修繕費用 （空洞化対策以外）	構成部材の損傷劣化の対策費用（コンクリート断面補修，消波ブロック再設置等）
定常的費用等	点検診断に係る費用 嵩上げ・養浜等施設の機能維持に係る費用

4.2 ゲート設備のLCC計算の基本的考え方

ゲート設備について，LCC として計上する費用は，以下のとおりとする．

なお，ゲート設備のうち，胸壁，取付護岸等の土木構造物部分については，土木施設の LCC 計算ツールにて計算することとする．

(1)修繕費用

機器等の修繕・更新に係る費用を計上することとし，設備機器については，不具合発生による機能停止（例えば，水門が稼動しない等）を避けるため，設備を構成する部材・機器ごとに海岸管理者において修繕周期及び修繕費用を設定し，設定した修繕周期に基づき定期的に修繕（機器等の更新）を行うものとして計算することを基本とする．

また，機器等の更新を行う間に，部分的な修繕（扉体の塗装や機械設備の分解整備など）を行う場合は，その費用も計上する．

なお，定期的に実施する点検の結果，健全度が低下している場合は早期の修繕を行う計画として修繕費用を計上する．

(2)定常的費用等

定期点検，日常点検等点検診断に係る費用を計上することとし，海岸管理者において費用を設定して計上する．

表-4.2 計上するLCCの内容
（ゲート設備）

項目	内容
修繕費用	機器等の修繕・更新に係る費用
定常的費用等	点検診断に係る費用 （定期点検，日常点検等）

図-4.1 修繕費用計上時期のイメージ
（ゲート設備）

4.3 土木構造物のLCC計算手順

土木構造物の LCC は，以下の手順で算定する．

(1)施設基本情報の入力

LCC 計算の基礎となる施設の基本情報（海岸名，地区名，施設名，建設年，計画開始年）及び管理目標を入力する．初期条件の整理・設定においては，施設台帳を参照する必要がある．

建設年が不明な場合は空欄とすることも可能だが，建設から点検診断までの経過年数が設定できないため，点検結果を用いた劣化予測ができず，参考遷移率を適用することとなる．

LCC 計算ツールでは維持管理により確保すべき

施設の状態を「管理目標」と呼び，最も変状が進行している変状項目の評価結果が，管理目標を上回る時点で修繕を行うこととした．

管理目標は，対象施設において損傷劣化がどの程度進行しているかという視点で把握できるよう，全スパンのうち，a 評価（もしくは a または b 評価）と判定されたスパンが全体の何%あるかを指標とした．

管理目標は2パターン設定することが可能である．その指標は「変状ランク a または b」もしくは「変状ランク a」の割合のどちらかより選択可能であり，目標値は海岸管理者において設定する．

表-4.3　土木構造物の LCC 計算手順

計算手順	入力する内容	右記以外	矢板式	胸壁
①基本情報の入力	・海岸名、地区名、施設名、建設年 ・計画開始年 ・管理目標	○	○	○
②-1点検結果入力	・スパン別劣化ランク ・空洞化の有無、空洞化対策範囲	○	○	○
②-2点検結果集計表示	（入力作業なし）	○	○	○
③空洞化対策の条件入力	・空洞化対策の工法別数量	○	○	－
④鋼矢板・電気防食対策の条件入力	・修繕時期の設定（任意変更可） ・鋼矢板・電気防食対策の数量	－	○	－
⑤空洞化以外の対策の設定 ・遷移率の設定 ・修繕数量の算出 ・修繕費用の算出	・使用する遷移率の選択 ・修繕時期の設定（任意変更可） ・修繕工法の設定（任意変更可）	○	○	○
⑥定常的な維持修繕費用の設定	・点検等、定常的に発生する費用	○	○	○
⑦-1LCC計算 ・計算した修繕費用の取りまとめ・表示	（入力作業なし）	○	○	○
⑦-2年度ごとの修繕費用詳細表示 ・空洞化対策 ・空洞化以外の対策 ・鋼矢板・電気防食の対策（鋼矢板式護岸のみ） ・定常的な維持・修繕	（入力作業なし）	○	○	○

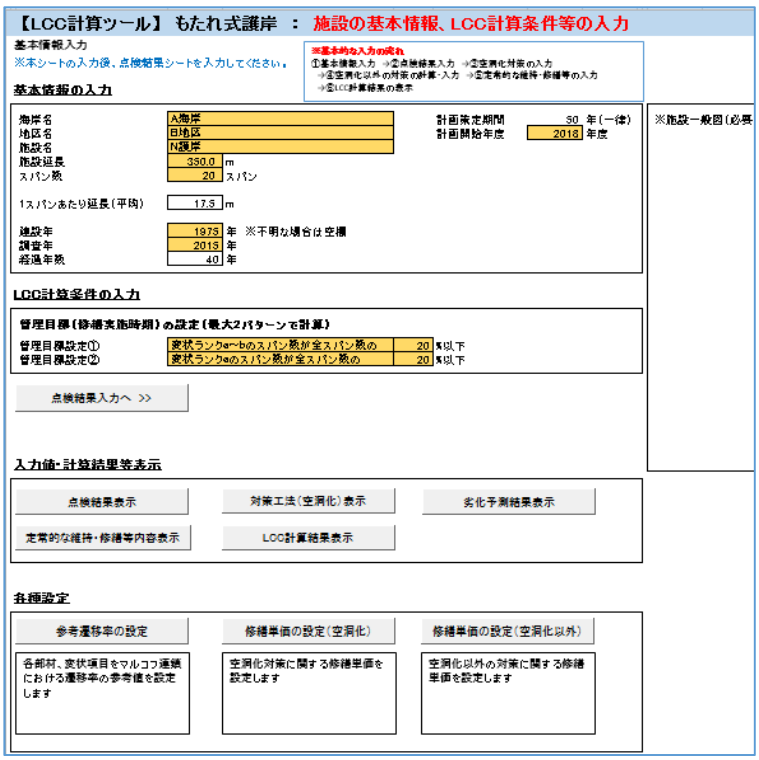


図-4.2　[施設基本情報の入力]画面

なお，管理目標の設定にあたっては，「海岸保全施設維持管理マニュアル」における健全度評価の考え方を参考にしつつ，当該変状の発生のほか，背後地の環境や利用状況・重要性，修繕等の対策費用等総合的に検討した上で，施設毎に設定するのが望ましい．

また，管理目標設定の参考となりうるものとして，**表-4.4** に示すように，港湾海岸における修繕実施前の点検結果として，当該部材の剥離・損傷に関する a 評価の割合が 15%程度となっている事例や，**表-4.5** に示すように，「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」（平成 27 年 5 月改訂　水産庁漁港漁場整備部）において，護岸の健全度評価 B ランクの判断基準が「a＋b 評価が全体の 20%」と示されているものがあり，施設の特性を踏まえつつ，こうした数値を管理目標として適用することも出来る．

(2) 点検結果の入力

部材・変状項目毎に，各スパンの点検結果（劣化ランク・空洞化調査結果，鋼矢板・電気防食の残存年数）を入力する．

点検結果に関して，評価対象とした部材の各項目のスパンごとに劣化ランクa～dを入力する．

また，空洞化が確認された場合は，空洞化が存在するスパンを入力するとともに，空洞化対策実施範囲を入力する。

空洞化対策実施範囲は，空洞化が確認された範囲のほか，空洞化が生じている可能性や，今後の空洞化が生じる可能性等を考慮して設定することが望ましい．

鋼矢板・電気防食に関して，鋼矢板については，鋼矢板が無防食の場合に，肉厚調査結果をもとに算出される残存年数を入力する．

電気防食については，電気防食が設置済みの場合に，陽極消耗量調査結果をもとに，電気防食の残存年数を入力する．

表-4.4　港湾海岸における修繕実施前の劣化ランク別点検結果の事例

部材	項目	劣化ランク別スパン数					劣化ランク別割合				
		a	b	c	d	計	a	b	c	d	計
波返工 表法被覆工	ひび割れ	4	5	10	42	61	6.6%	8.2%	16.4%	68.8%	100.0%
	剥離・損傷	9	3	23	27	62	14.5%	4.8%	37.1%	43.6%	100.0%
	鉄筋の腐食	0	0	6	55	61	0.0%	0.0%	9.8%	90.2%	100.0%
	目地等の状況	5	2	3	51	61	8.2%	3.3%	4.9%	83.6%	100.0%

当該施設の修繕実施前の点検結果による．このとき，評価は波返工と表法被覆工を一体で評価している．

表-4.5　「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」における健全度評価における劣化ランクとの関係（水産庁，2015）

		健全度			
		A	B	C	D
安全性に及ぼす影響度	Ⅰ	「a が全数(注)の 2 割以上」を占めており、既に施設の性能が低下している。	「a が全数の 2 割未満」、かつ「a ＋ b が全数の 2 割以上」占めており、対策を施さないと施設の性能の低下が懸念される。	A、B、D 以外	すべて d のもの
	Ⅱ	「a が全数の 5 割以上」、もしくは「a が全数の 2 割以上、5 割未満」かつ「a ＋ b が全数の 8 割以上」占めており、既に施設の性能が低下している。	「a が全数の 5 割未満」、かつ「a ＋ b が全数の 5 割以上」占めており、対策を施さないと施設の性能の低下が懸念される。	A、B、D 以外	すべて d のもの
	Ⅲ	－		D 以外	すべて d のもの

(3)空洞化の対策内容の入力（胸壁以外）

空洞化対策実施範囲としたスパンに対し，実施する対策内容や数量等の条件を入力する．

空洞化対策の費用は，計画初年度（計画期間1年目）に計上することとした．

空洞化対策の費用は，「空洞化対策（空洞部分への対策）」及び「空洞化の原因である変状箇所への対策」の両者を計上することを基本とする．

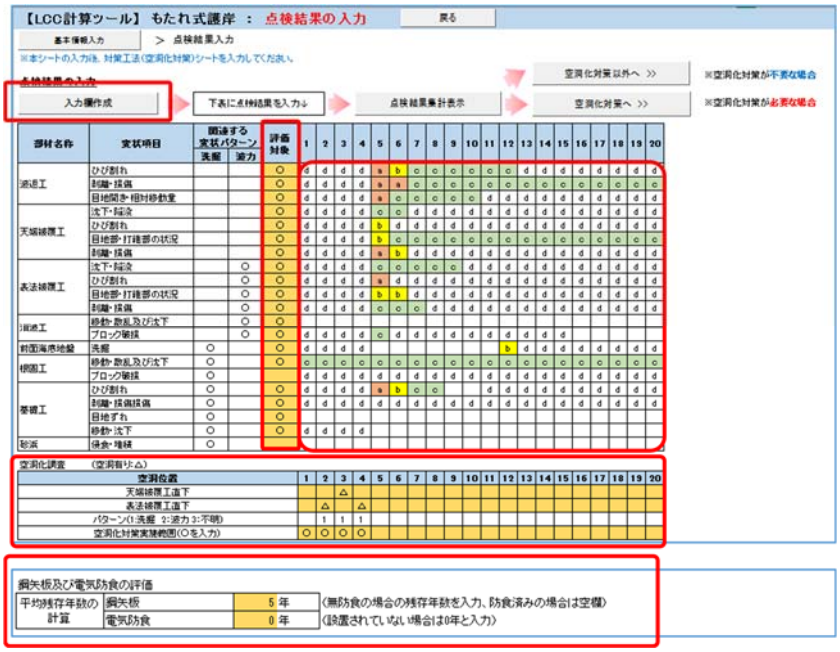


図-4.3 [点検結果の入力]画面

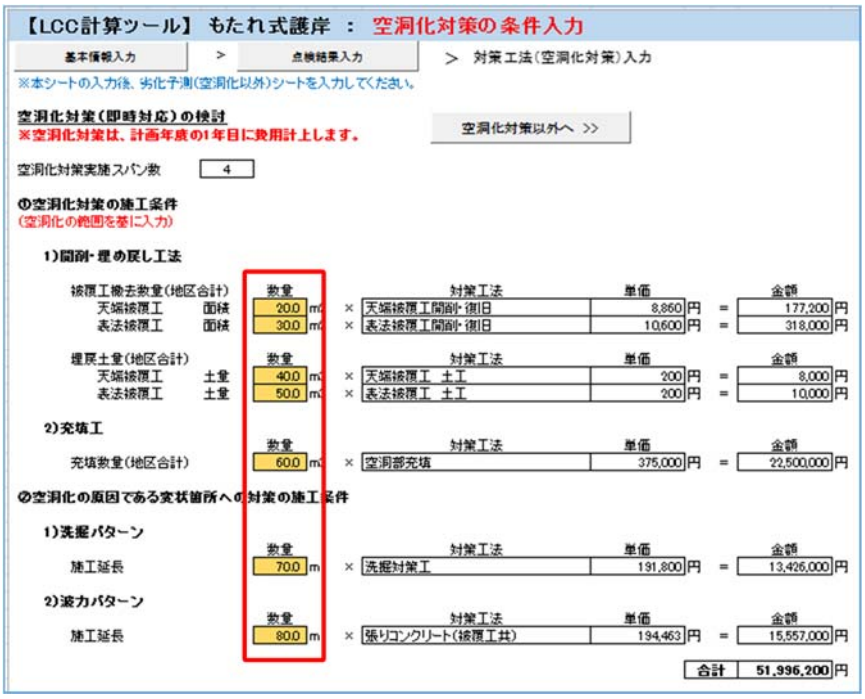


図-4.4 [空洞化対策の条件入力]画面

(4)鋼矢板・電気防食工の対策内容の入力

鋼矢板の腐食速度の評価は，劣化ランクだけで状態を評価することは困難であり，一般的には、鋼矢板式護岸における鋼矢板の評価は，肉厚調査結果をもとに実施している．

本ツールでは，無防食状態の鋼材については防食工の費用を計上する．また，補強を行う場合は，腐食速度より得られた残存年数より対策時期を設定する．

電気防食の残存年数が，1年未満または未設置の場合は，「鋼矢板補強」または「電気防食設置」を採用することとし，鋼矢板の残存年数5年未満または鋼矢板のa評価の割合が全スパンの10%以上の場合は，「鋼矢板補強」を採用し，それ以外の場合は，「電気防食設置」を採用することとしている．

修繕実施時期は，計画開始年を基本とするが，必要に応じて海岸管理者が変更することも可能とした．

また，電気防食の残存年数が1年以上の場合は，「電気防食設置」を採用することとした．

修繕実施時期は，電気防食の残存年が0年となる年度とするが，海岸管理者が変更することも可能とした．

(5)空洞化以外の対策内容の入力・劣化予測

空洞化以外の対策については，マルコフ連鎖による統計手法を用いた劣化予測結果に基づき算定する．算定手順を以下の通り示す．

a)採用する遷移率の設定

点検結果（劣化ランク別スパン数の分布）と建設後経過年数を用いて，マルコフ連鎖による劣化度 a～d の割合と点検結果との差（差の二乗の和）が最も小さくなる遷移率を採用し，トライアル計算で設定する．

国内の事例をもとに整理した参考遷移率の適用も可能であるが，実際の劣化進行と一致しない場合があるため，基本的には各施設の点検結果より算出した遷移率を使用することが望ましい。

b)修繕実施時期の予測

設定した管理目標に対して，マルコフ連鎖によりスパン数が設定した割合を超過する時期を予測する．

部材・変状項目ごとに管理目標を超過する年数を予測し，各部材・変状項目のうち，最も早く管理目標を超過する時期を修繕実施時期として採用することとしている．

c)修繕実施時のスパン数の算定

マルコフ連鎖により，採用した修繕実施時期における変状ランク a～d のスパン数の割合を部材・変状項目ごとに算定する．

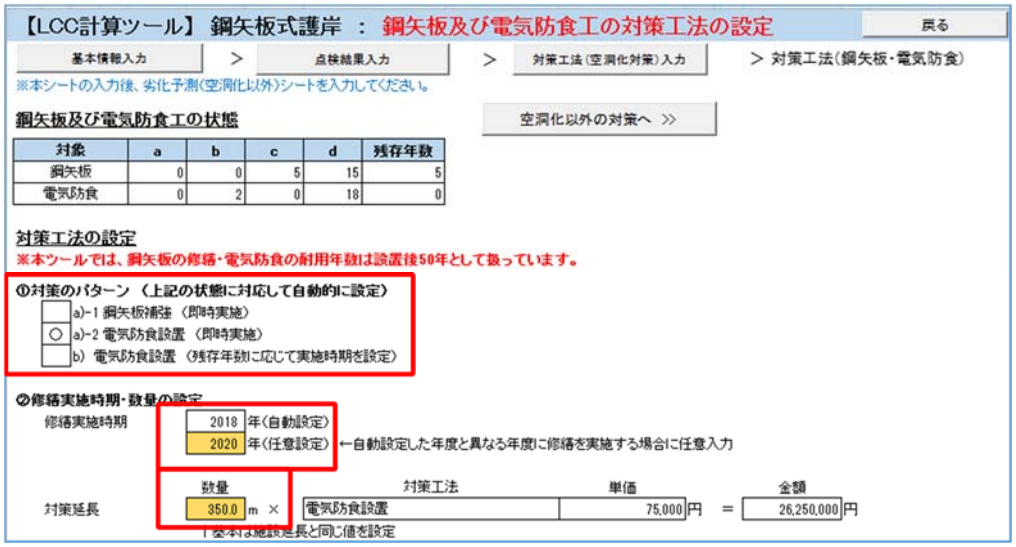


図-4.5 [鋼矢板及び電気防食工の修繕工法の設定]画面

d) 修繕対象の修繕費用の算定

修繕実施時期における劣化ランク別スパン数の割合を計算し，修繕対象数量を設定する。設定した数量に対し，対応する工法の施工単価を乗じて修繕費用を計算する．

なお，海岸管理者において，修繕実施時期の設定，適用する対策工法，修繕単価の変更も可能としている．

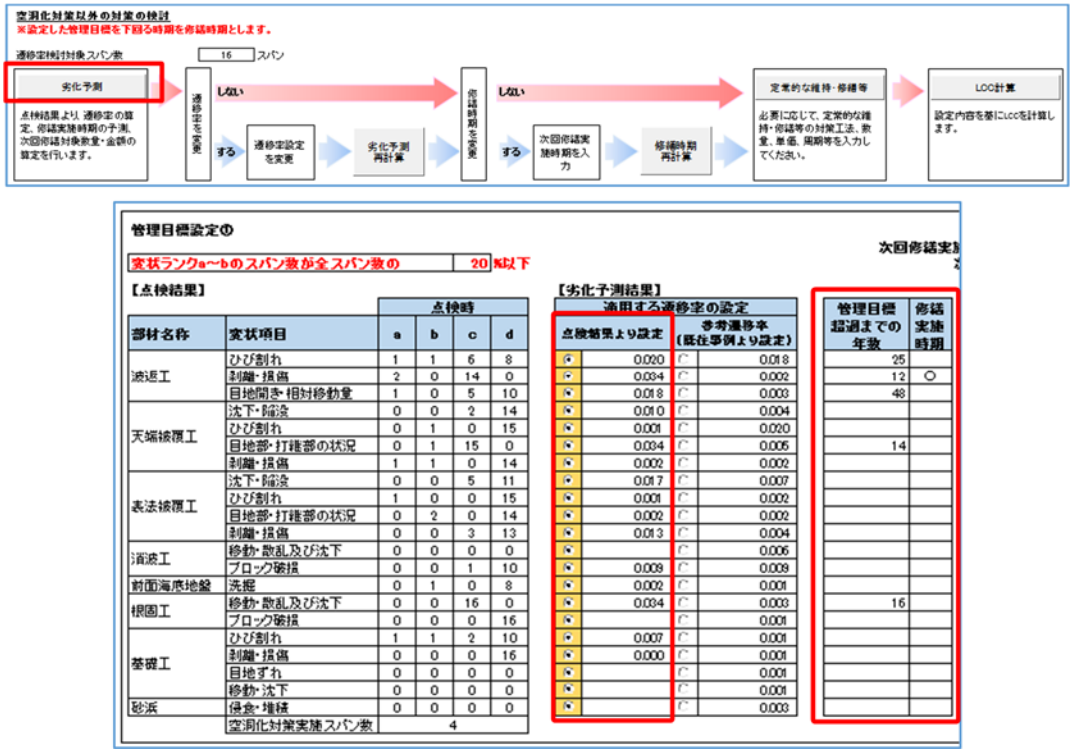


図-4.6 [空洞化以外の対策（劣化予測，修繕時期）の設定]画面

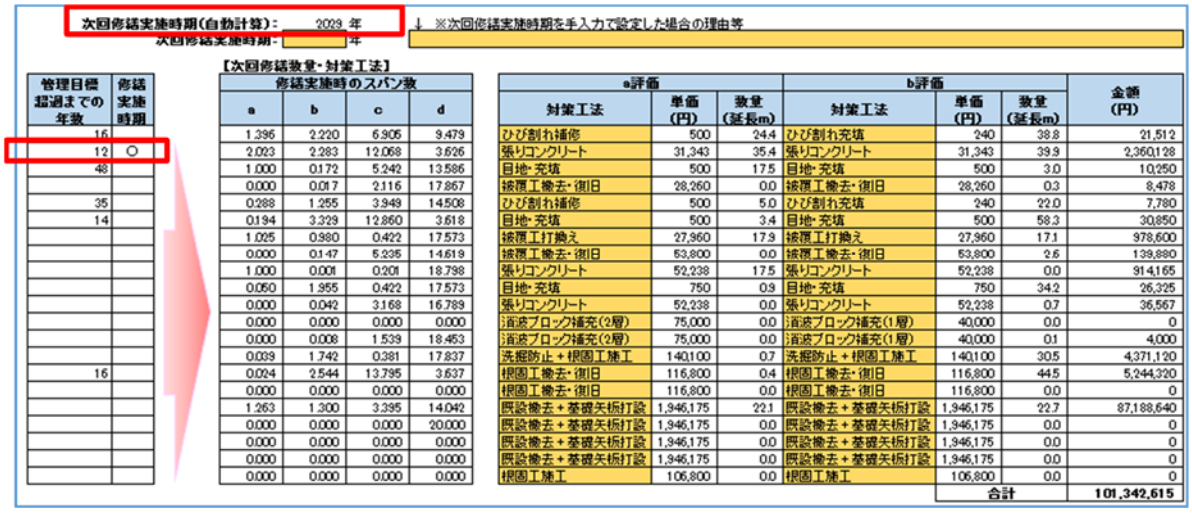


図-4.7 [空洞化以外の対策（修繕実施時期スパン数，修繕費用の算出）の設定]画面

(6) 定常的な維持修繕費用の設定

養浜・砂浜の整地など定常的に発生する費用や，天端嵩上げ工事，点検費用等，定常的な維持修繕費用として，海岸管理者において費用を設定し計上する．

(7) LCC計算結果の表示

修繕費用等の計算結果を取りまとめ，LCC 計算結果を年度別費用の一覧表とグラフ型式で出力することとした．LCC 計算結果は，管理目標に応じた 2 パターンの LCC 計算結果を表示することとした．

グラフ形式での出力においては，年度別の費用を棒グラフで，累積の費用を折れ線グラフで表示することとした．

また，各年度の費用に係る詳細な内訳を表示することも可能とした．

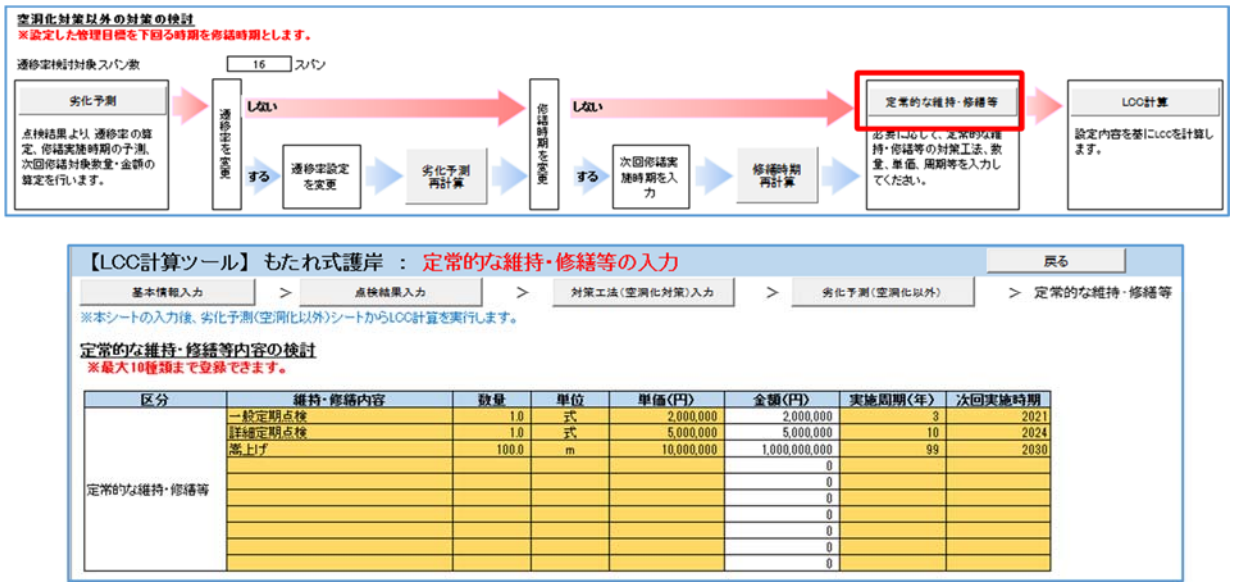


図-4.8 [定常的な維持・修繕等の入力]画面

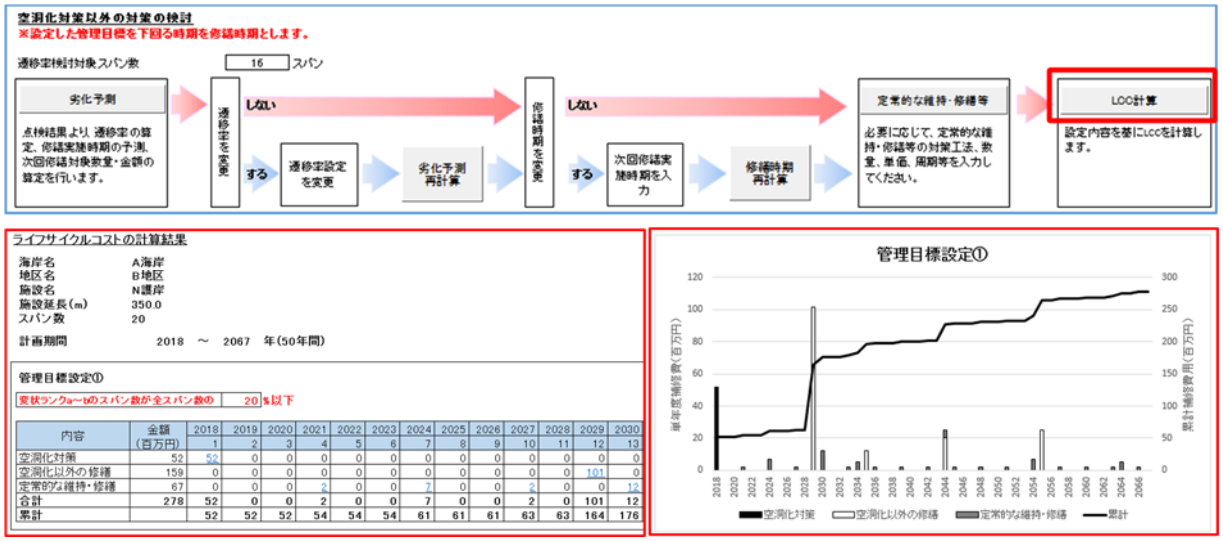


図-4.9 [LCC 計算結果]画面

4.4 ゲート設備のLCC計算手順

ゲート設備の LCC は，以下の手順で算定する．

(1)施設基本情報の入力

LCC計算の基礎となる施設の基本情報(海岸名，地区名，施設名，建設年，計画開始年)を入力する．初期条件の整理・設定においては，施設台帳や施設構造図(正面図・平面図等)を参照する必要がある．

(2)構成部材・装置の設定，修繕単価及び周期等の入力

LCC 計算のための計算条件の入力方法について，以下の通り示す．

a)修繕・点検に関する情報の入力

対象施設の機器構成を整理し，それぞれの修繕内容及び点検の区分を海岸管理者において入力する．

部材等の名称，修繕の内容等については，対象施設の機器構成に基づき入力する．機器構成については，修繕工事の実態（実施単位）を踏まえ，装置レベルで設定することが望ましい．

修繕の区分について，部材・装置全体の更新は「部材全体の修繕」，分解整備や塗装など，更新周期の合間に実施する修繕は「部分的な修繕」と区分している．

b)健全度評価結果の入力

構成部材ごとに，維持管理マニュアルに基づく健全度評価結果を海岸管理者において入力する．

c)部材等の設置年または前回実施年，実施周期の入力

修繕時期を設定するために，各部材の設置年または前回修繕実施年及び実施周期を海岸管理者において入力する．

設置年または前回実施年については，対象施設の修繕・点検履歴を工事台帳等より整理して入力する．

実施周期は，維持管理マニュアルに掲載されている「標準的な取替・更新年数」や，管内の実績等を参考に設定することとする．

d)次回実施年度の確認・入力

次回実施年度は，「設置年または前回実施年」，「実施周期」から自動的に設定される．

また，海岸管理者において任意で設定することも可能としている．

「設置年または前回実施年」＋「実施周期」が計画初年度以前の場合，健全度が「×、△1、△2」（早期の対策が必要）の場合は，次回実施年度は計画初年度に設定されることとなる．

e)修繕・点検単価の入力

海岸管理者において，修繕・点検単価を入力する．単価については，管内実績や積算等により設定する．

修繕の区分が「1：部材全体の修繕」の場合，大規模な工事となるため 2 年に分けて費用を計上することを可能としている（例：扉体の製作を 1 年目，据付工事を 2 年目に実施する場合など)．

(3)LCC計算結果の表示

土木施設と同様，修繕費用等の計算結果を取りまとめ，LCC 計算結果を年度別費用の一覧表とグラフ型式で出力することとした．

グラフ形式での出力においては，年度別の費用を棒グラフで，累積の費用を折れ線グラフで表示することとした．

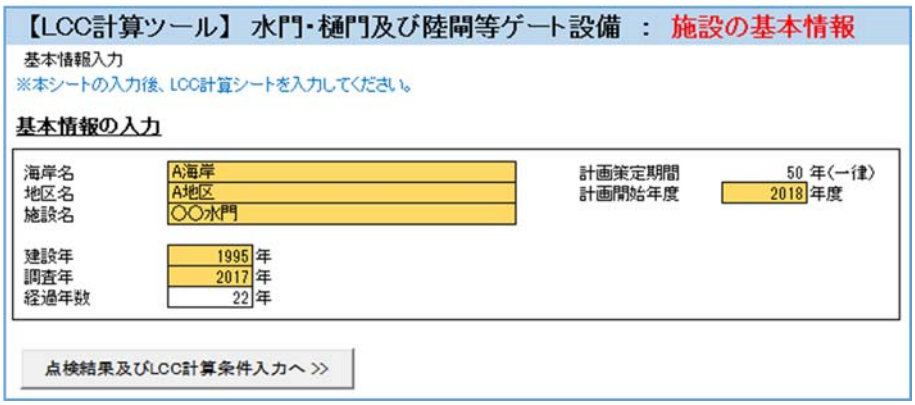
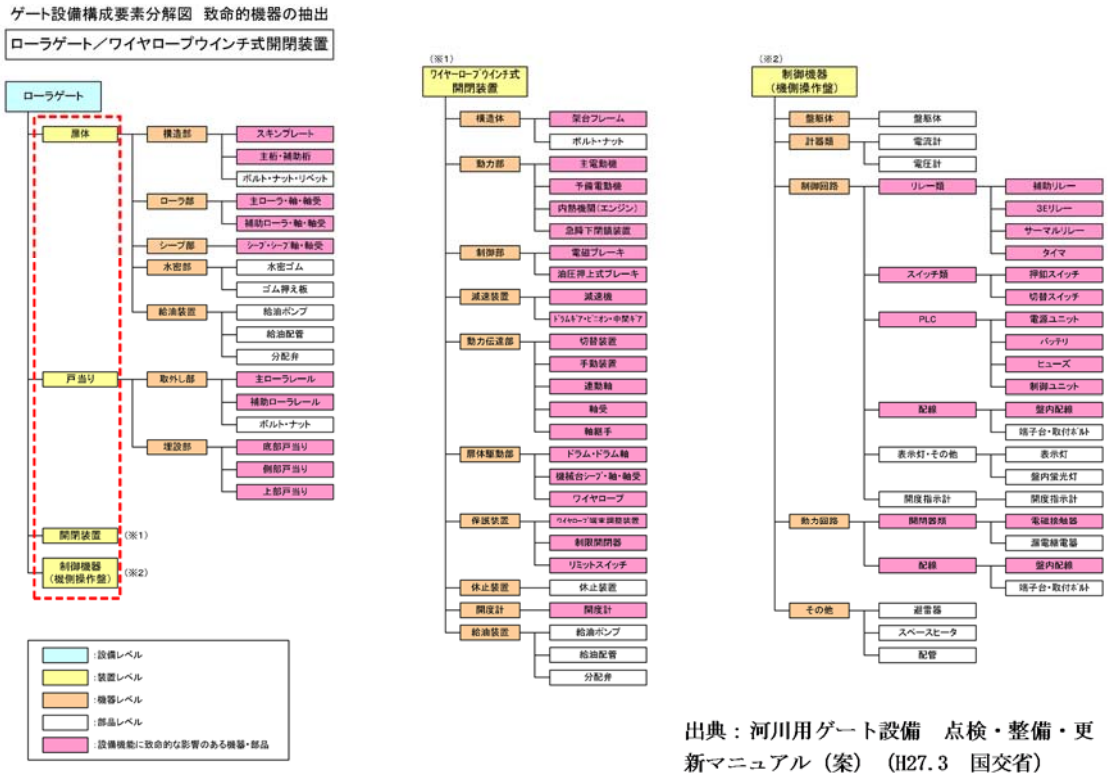


図-4.10 [施設基本情報の入力]画面

部材等の名称	修繕の内容	修繕の区分 1：部材全体の修繕 2：部分的な修繕等		健全度	設置年または前回実施年	実施周期	次回実施年度 自動設定	次回実施年度 直接入力	修繕/点検単価(百万円) 単年度(1年目)	修繕/点検単価(百万円) 2年目
扉体(上段)	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040		110	80
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		9	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		3	
扉体(下段)	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040	2042	130	95
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	14	2018		11	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	14	2018		2	
開閉設備	更新	1	部材全体	○	1990	40	2030		50	
	分解整備	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		10	
電気設備	更新	1	部材全体	○	2011	21	2032		30	
制御設備	更新	1	部材全体	○	2013	23	2036		10	
照明設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		3	
船舶用表示盤	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		4	
信号設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		2	
気象観測設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		2	
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
点検診断	定期点検			－(対象外又は未評価)	2016	5	2021		2	
	月次点検			－(対象外又は未評価)	2017	1	2018		1	
				－(対象外又は未評価)						
				－(対象外又は未評価)						
				－(対象外又は未評価)						

図-4.11　[構成部材・装置の設定，修繕単価及び周期等の入力]画面



出典：河川用ゲート設備　点検・整備・更新マニュアル（案）（H27.3　国交省）

図-4.12　ゲート設備構成部材の分類設定例

LCC 50年計（百万円）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
30	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

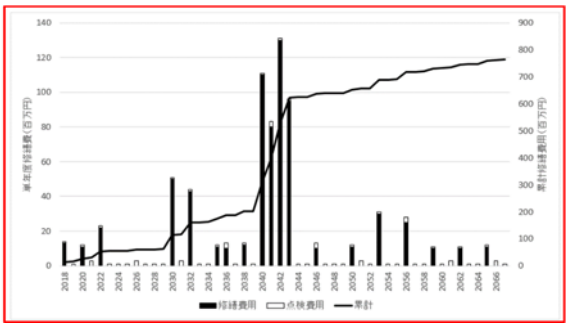


図-4.13　[LCC 計算結果]画面

5. LCCの計算結果集約ツール

5.1　LCC計算結果集約ツールの概要

LCC 計算ツールでは，施設毎に LCC 計算結果を算定している．複数の施設の LCC 計算結果を集約し，予算の平準化等に活用する場合に，LCC 計算結果集約ツール（以下，集約ツールという）により一覧表として取りまとめることを可能としている．

5.2　集約内容

集約ツールでは，LCC 計算ツールで計算される各施設の LCC 計算結果を管理目標別に，複数施設の LCC 合計の一覧表として取りまとめることとした．

なお，「水門・樋門及び陸閘等ゲート設備」は，管理目標ごとに LCC 計算結果を算出していないため，各管理目標に同じ値を出力している．

必要に応じて，海岸管理者において，集約ツールで出力された一覧表を別の Microsoft Excel ファイルにコピーし，予算平準化等の検討・調整に利用することも可能である．

6. 劣化予測モデルの評価

6.1　劣化予測モデルの評価方法

本 LCC 計算ツールにおいては，土木構造物の劣化予測において，マルコフ連鎖による方法を用いた劣化予測モデルを用い，点検結果より算定された遷移率をもとに計画期間における劣化度の分布を算定している．

劣化予測モデルにより算定された遷移率が，劣化予測結果に影響を与えることから，本 LCC 計算ツールで適用した劣化予測モデルと実際の施設の点検結果と比較し，モデルの評価を行った．

比較方法については，海岸保全施設の点検結果を本計算ツールに入力して遷移確率を算定し，その遷移確率を用いて，対象とした施設の建設後の経過年まで劣化予測を行い，劣化予測により算定された劣化ランクの分布と点検結果の劣化ランクの分布を比較することとした．

比較の対象としては，港湾海岸において大きな割合を占める護岸を対象に，スパン別の劣化度分布の点検結果を有する 5 施設について，「ひびわれ」，「剥離・損傷」の劣化種類を対象とした．

表-6.1 に，対象とした施設の点検結果の内容を示す．

海岸名	地区名	施設名	構造形式	内容	各施設計画期間合計	集計期間内合計	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	20
							1	2	3	4	5	6	7	
				合計	2,424	2,299	1	27	1	1	1	1	26	
A海岸	もたれ地区	もたれ地区 1-3護岸	もたれ式護岸	施設別小計	1,013	1,000	0	0	0	0	0	0	0	
A海岸	ケーソン地区	ケーソン地区 1-3護岸	ケーソン式護岸	施設別小計	79	76	0	0	0	0	0	0	0	
A海岸	ブロック地区	ブロック地区 1-3護岸	ブロック式護岸	施設別小計	87	75	0	0	0	0	0	0	0	
A海岸	水門地区	○○水門	水門・陸閘等ゲート設備	施設別小計	966	902	1	26	1	1	1	1	26	
A海岸	胸壁地区	胸壁地区 1-3護岸	胸壁	施設別小計	3	3	0	0	0	0	0	0	0	
A海岸	鋼矢板地区	鋼矢板地区 1-3護岸	鋼矢板式護岸	施設別小計	50	31	0	0	0	0	0	0	0	
A海岸	防潮堤地区	防潮堤地区 1-3護岸	防潮堤	施設別小計	226	213	0	0	0	0	0	0	0	

図-5.1　施設毎の LCC 合計の集約例

6.2　適用する劣化予測モデルの評価

対象とした 5 施設について，各部材毎に本 LCC 計算ツールで適用している劣化予測モデルにて遷移率を算定し，その遷移率を用いて算定した劣化ランクの分布と実際の点検結果を比較した結果を表-6.2 に示す．比較においては，2 乗平方根誤差を用いた．

$$\mathrm{RMSE}=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}(f_i-y_i)^2} \qquad (6.1)$$

ここに，

n；データの数

y_i；真の値（点検結果）

f_i；予測値

実際の施設の点検結果と本 LCC 計算ツールで適用した劣化予測モデルにて算定した結果を比較すると，2 乗平方根誤差は，概ね 0.1 以下と小さい誤差となっているが，施設 C のひびわれの部材をはじめとして，劣化分布が極端に偏る（ピークが 2 箇所ある等）点検結果については，劣化予測モデルの算定結果との誤差が大きくなっている．

これは，本 LCC 計算ツールの劣化予測手法として適用しているマルコフ連鎖による方法が，損傷劣化が各段階一定の遷移率で進行する条件となっており，点検結果がその条件に沿わない場合には，誤差が大きくなる．

基本的に，劣化度は d→c→b→a と進展するため，点検結果と劣化予測モデルの算定結果との誤差が小さい場合，本 LCC 計算ツールで適用する劣化予測手法は，今後の劣化予測においても，一定の精度を有すると考えられる．

一方，点検結果と劣化予測モデルの算定結果との誤差が大きくなる場合は，急激に変状が進展する可能性も考えられ，修繕計画を検討する際，早い段階での修繕等の検討を行うのが望ましいと考えられる．

表-6.1　対象とした施設の点検結果例

構造形式	施設名	経過年数	修繕延長(m)	部材	劣化種類	劣化ランク			
						d	c	b	a
護岸	施設A	36	253	波返工	ひび割れ	17	2	0	0
				天端被覆工		17	2	0	0
	施設B	47	362	波返工		61	12	8	9
				天端被覆工		15	0	0	5
				表法被覆工		61	12	8	9
	施設C	60	46.5	波返工		11	13	0	14
				天端被覆工		6	15	0	17
				表法被覆工		0	13	0	21
	施設D	47	148	波返工		2	0	10	9
				天端被覆工		2	0	9	10
				表法被覆工		2	0	9	10
	施設E	32	745	波返工		60	15	7	0
				天端被覆工		50	31	0	0
				表法被覆工		8	49	7	3

構造形式	施設名	経過年数	修繕延長(m)	部材	劣化種類	劣化ランク			
						d	c	b	a
護岸	施設A	36	253	波返工	剥離・損傷	8	11	0	0
	施設B	47	362	波返工		51	27	3	9
				表法被覆工		51	27	3	9
	施設C	60	46.5	波返工		25	13	0	0
				天端被覆工		36	2	0	0
				表法被覆工		12	22	0	0
	施設D	47	148	波返工		10	0	7	4
				天端被覆工		20	0	0	1
				表法被覆工		11	0	3	7
	施設E	32	745	天端被覆工		53	28	0	0

表-6.2　対象とした施設の点検結果と適用した劣化予測モデルとの比較結果

施設名	部材	劣化種類	遷移率	モデル	点検結果(割合)				劣化予測(割合)				RMSE
					D'	C'	B'	A'	d'	c'	b'	a'	
施設A	波返工	ひび割れ	0.01	M3	0.89	0.11	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00
	天端被覆工		0.01	M3	0.89	0.11	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00
施設B	波返工		0.01	M1	0.68	0.13	0.09	0.10	0.73	0.23	0.04	0.00	0.08
	天端被覆工		0.00	M1	0.75	0.00	0.00	0.25	0.86	0.13	0.01	0.00	0.15
	表法被覆工		0.01	M1	0.68	0.13	0.09	0.10	0.73	0.23	0.04	0.00	0.08
施設C	波返工		0.03	M1	0.29	0.34	0.00	0.37	0.20	0.32	0.26	0.21	0.16
	天端被覆工		0.04	M1	0.16	0.39	0.00	0.45	0.11	0.25	0.27	0.37	0.16
	表法被覆工		0.05	M1	0.00	0.38	0.00	0.62	0.05	0.14	0.22	0.59	0.17
施設D	波返工		0.06	M3	0.10	0.00	0.48	0.43	0.01	0.15	0.42	0.43	0.09
	天端被覆工		0.06	M3	0.10	0.00	0.43	0.48	0.01	0.12	0.40	0.47	0.08
	表法被覆工		0.06	M3	0.10	0.00	0.43	0.48	0.01	0.12	0.40	0.47	0.08
施設E	波返工		0.01	M1	0.73	0.18	0.09	0.00	0.75	0.22	0.03	0.00	0.03
	天端被覆工		0.02	M3	0.62	0.38	0.00	0.00	0.63	0.35	0.02	0.00	0.02
	表法被覆工		0.04	M3	0.12	0.73	0.10	0.04	0.23	0.58	0.18	0.01	0.10

海岸名	部材	劣化種類	遷移率	モデル	点検結果(割合)				劣化予測(割合)				RMSE
					D'	C'	B'	A'	d'	c'	b'	a'	
施設A	波返工	剥離・損傷	0.03	M3	0.42	0.58	0.00	0.00	0.43	0.50	0.07	0.00	0.05
施設B	波返工		0.01	M1	0.57	0.30	0.03	0.10	0.59	0.31	0.08	0.02	0.05
	表法被覆工		0.01	M1	0.57	0.30	0.03	0.10	0.59	0.31	0.08	0.02	0.05
施設C	波返工		0.01	M3	0.66	0.34	0.00	0.00	0.66	0.32	0.02	0.00	0.01
	天端被覆工		0.00	M3	0.95	0.05	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	0.00
	表法被覆工		0.02	M3	0.35	0.65	0.00	0.00	0.37	0.53	0.10	0.00	0.08
施設D	波返工		0.03	M1	0.48	0.00	0.33	0.19	0.30	0.37	0.22	0.12	0.21
	天端被覆工		0.00	M1	0.95	0.00	0.00	0.05	0.98	0.02	0.00	0.00	0.03
	表法被覆工		0.01	M1	0.52	0.00	0.14	0.33	0.63	0.29	0.07	0.01	0.23
施設E	天端被覆工		0.02	M3	0.65	0.35	0.00	0.00	0.67	0.32	0.01	0.00	0.02

7. LCC計算を円滑に行うための留意点

LCC 計算ツールは，極力簡潔な操作で LCC を計算することを目指して開発した．ただし，計算を行うのに必要なデータについては，日常業務（台帳管理・点検業務など）の段階から，LCC 計算等に活用しやすい形で取りまとめておくことが重要である．

LCC 計算を円滑に実施するための留意点を以下に示す．

(1) 施設台帳の管理

台帳断面は最新のものとなるよう，定期的に確認・更新するのが望ましい．

また，設計条件や関連図書（補修設計報告書や工事完成図書等）と紐付けて管理することにより，改良・修繕に関する検討を行う際の資料収集等を効率化することができる．

(2) 修繕履歴の蓄積

修繕を実施した場合は，その内容・積算の内訳等を施設台帳等とあわせて整理するのが望ましい．

これにより，LCC 計算に使用する修繕単価や修繕周期の設定を行う際の基礎資料とすることができる．

(3) 点検診断結果の様式の統一

点検診断の結果(劣化ランク評価結果や空洞化調査結果等）の整理様式を，LCC 計算ツールへのコピーや複数施設の比較がしやすいように管内で統一するのが望ましい．

これにより，今後の計算・分析作業の効率化を図ることができる。

8. まとめ

今般，海岸保全施設の LCC 算定に関して，海岸管理者での算定における，算定方法，計算精度の統一，ならびに，算定における労力の負荷低減を図ることを目的とした「LCC 計算ツール」を開発した．

LCC 計算ツールの対象施設は，土木構造物として，①もたれ式護岸，②ブロック式護岸，③ケーソン式護岸，④鋼矢板式護岸，⑤胸壁，⑥堤防を対象とし，設備機器として，⑦水門・樋門及び陸閘等ゲート設備を対象とした．

LCC 計算ツールについては，海岸管理者に広く利用されることを想定し，汎用性の高い Microsoft Excel 上で動作するシステムとした．

ゲート設備のうち，胸壁，取付護岸等の土木構造物部分については，土木構造物の LCC 計算ツールにて計算することとした．

土木構造物について，空洞化以外の対策については，マルコフ連鎖による統計手法を用いた劣化予測結果に基づき算定することとした．また，供用直後で点検データが十分でない等の理由で点検結果からの遷移率が使用できない場合は，国内の点検事例をもとに算定した「参考遷移率」の使用が可能とした．

また，土木構造物のLCC計算ツールに修繕単価，修繕工種を設定しているが，海岸管理者が施工条件等を踏まえ，修繕単価，修繕工種の変更も可能とするとともに，LCC計算ツールで自動算出される修繕時期についても，任意で変更可能とし，利用上の柔軟性を確保した．

さらに，LCC計算ツールで計算される各施設のLCC計算結果を集約する，LCC計算結果集約ツールを開発した．

本LCC計算ツールで適用されている劣化予測モデルの評価を行い，劣化分布が極端に偏る点検結果は，劣化予測モデルの算定結果との誤差が大きくなり，急激に変状が進展する可能性も考えられ，修繕の計画を検討する際，早い段階での修繕等の検討を行うのが望ましい．

本LCC計算ツールは，定期点検結果などをもとに，簡易的にLCCを算出することを目的として開発したものであり，本ツールで使用している参考遷移率や修繕単価等の数値・金額については，開発にあたり収集整理した事例など限られた情報をもとに設定したものである．本ツールは，修繕計画の検討に資するよう，概算的な費用を算定するものであり，施設の評価や修繕時期，工法の適用等の考え方など実際の状況とは一致しない場合があることに留意する必要がある．

9. あとがき

海岸保全施設の急速な老朽化が懸念される中，施設延長の長い海岸保全施設については，効率的な老朽化対策が求められる．

そのためには，財政状況を勘案しつつ，計画的な対策の実施が必要であり，修繕計画等を定める長寿命化計画の策定が必要不可欠である．

今回，長寿命化計画における LCC の算定に関して，海岸管理者の算定支援を行うため，エクセル上で動作し，かつ，点検結果等最低限の入力内容で LCC を算定する LCC 計算ツールを開発した．

今後，長寿命化計画の策定が進展することにより，

点検結果等のデータが蓄積されることになり，蓄積したデータの分析により，参考遷移率の精度向上等，本計算ツールの機能向上も期待される．

このため，海岸管理者に本計算ツールを積極的に活用いただくことを期待するとともに，計算ツールで使用した点検結果等のデータの収集・分析，利用上の課題の把握といったフィードバックを行い，今後の本計算ツールの機能向上にも繋げていきたいと考えている．

（2018 年 5 月 31 日受付）

謝辞

本計算ツールの開発にあたり，東京工業大学岩波光保教授，海岸管理者である愛知県建設部港湾課，広島県土木建築局港湾漁港整備課，長崎県土木部港湾課には，本計算ツールに係るご助言をいただきました．ここに記して，深くお礼を申し上げます．

参考文献

農林水産省　農村振興局，水産庁，国土交通省　水管理・国土保全局，港湾局 (2018) : 海岸保全施設維持管理マニュアル．

農林水産省　農村振興局，水産庁，国土交通省　水管理・国土保全局，港湾局 (2016) : 海岸保全施設の適切な修繕等のあり方について．

国土交通省　港湾局 (2015) : 港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン．

（一財）沿岸技術研究センター (2007) : 港湾の施設の維持管理技術マニュアル

国土交通省　総合政策局，水管理・国土保全局 (2015) : 河川用ゲート設備 点検・整備・更新マニュアル（案）

国土交通省 国土技術政策総合研究所 (2013) : 港湾施設維持管理費用（LCC）計算プログラム．

付録 A　海岸保全施設のライフサイクルコスト計算ツール操作マニュアル

海岸保全施設の
ライフサイクルコスト計算ツール
Ver. 1.0

操作マニュアル

平成 30 年 5 月

国土交通省　国土技術政策総合研究所

— 改定履歴 —

版	改定年月	改定内容
1.0	平成 30 年 5 月	初版

目　次

1.　ライフサイクルコスト計算ツールの概要 23

1-1 ライフサイクルコスト計算ツールの位置づけ 23

1-2 計算対象施設 24

1-3 本ツールの特徴 26

1-4 本ツールの使用条件 26

1-5 本ツールを使用する前に 27

(1) EXCEL におけるマクロ有効化 27
(2) ツール利用における注意点 29

2.　護岸・堤防等の LCC 計算 30

2-1 計算の基本的考え方 30

2-1-1 計算対象部材 30
2-1-2 計算の基本的考え方 30

2-2 施設基本情報の入力 32

(1) 基本情報の入力 32
(2) LCC 計算条件（管理目標）の入力 33

2-3 点検結果の入力 38

(1) 点検結果の入力 39
(2) 空洞化調査結果の入力 39
(3) 鋼矢板・電気防食の調査結果の入力 39

2-4 空洞化の対策内容の入力（胸壁以外） 41

2-5 鋼矢板・電気防食工の対策内容の入力（鋼矢板式護岸のみ） 43

2-6 空洞化以外の対策内容の入力・劣化予測 46

2-6-1 点検診断結果に基づく予測の実施（遷移率の設定） 47
2-6-2 劣化予測結果に基づく修繕数量及び費用の設定 50

2-7 定常的な維持修繕費用の設定 53

2-8 LCC 計算結果の表示 54

3.　水門・樋門及び陸閘等ゲート設備 57

3-1 計算の基本的考え方 57

3-1-1 計算対象部材 57
3-1-2 計算の基本的考え方 57

3-2 基本情報の入力 60

3-3 構成部材・装置の設定、修繕単価及び周期等の入力 61

3-3-1 修繕・点検に関する情報の入力 62
3-3-2 健全度評価結果の入力 63
3-3-3 部材等の設置年または前回実施年、実施周期の入力 64
3-3-4 次回実施年度の確認・入力 65
3-3-5 修繕・点検単価の入力 66

3-4 LCC 計算結果の表示 67

4. LCC 計算をスムーズに行うための留意点 68

1. ライフサイクルコスト計算ツールの概要

1-1 ライフサイクルコスト計算ツールの位置づけ

予防保全型の効率的・効果的な海岸保全施設の維持管理を推進するため、巡視（パトロール）の導入等点検の効率化、長寿命化計画の策定方法等からなる「海岸保全施設維持管理マニュアル」（以下「維持管理マニュアル」）が平成 26 年 3 月に改訂され、同年 6 月に改正された海岸法において、「海岸管理者は「海岸保全施設を良好な状態に保つように維持し、修繕し、もって海岸の防護に支障を及ぼさないように努めなければならない。」とされた。これを踏まえ、現在、海岸管理者において、長寿命化計画の策定を進めているところである。

維持管理マニュアルにおいて、「修繕等の実施時期については、ライフサイクルコストの縮減と各年の点検・修繕等 に要する費用の平準化に資するよう設定するものとする。」とされており、長寿命化計画の策定において、ライフサイクルコストの算定は必要不可欠となっている。

一方、ライフサイクルコストは、施設毎に点検結果、劣化予測を踏まえた修繕時期、対策費用等を設定した上で算定する必要があり、算定には一定の労力を要することになる。

このため、海岸管理者が長寿命化計画を策定する際に、効率的にライフサイクルコストを算定し、円滑な計画策定を支援するため、今回、ライフサイクルコスト計算ツール（以下「LCC 計算ツール」）を開発した。

本 LCC 計算ツールを使用することにより、長寿命化計画における LCC 計算のプロセス・精度の統一、算定における労力の負荷低減を図ることができるほか、図 1-1 のフローチャートで示した過程において作成される、①点検診断結果（報告書）、②LCC 計算ツールの計算結果、③長寿命化計画 の 3 つの資料を用いて海岸保全施設の維持管理を進めることが可能となる。

なお、本 LCC 計算ツールは、維持管理マニュアルのほか平成 28 年 4 月に策定された「海岸保全施設の適切な修繕等のあり方について」を踏まえ活用されたい。

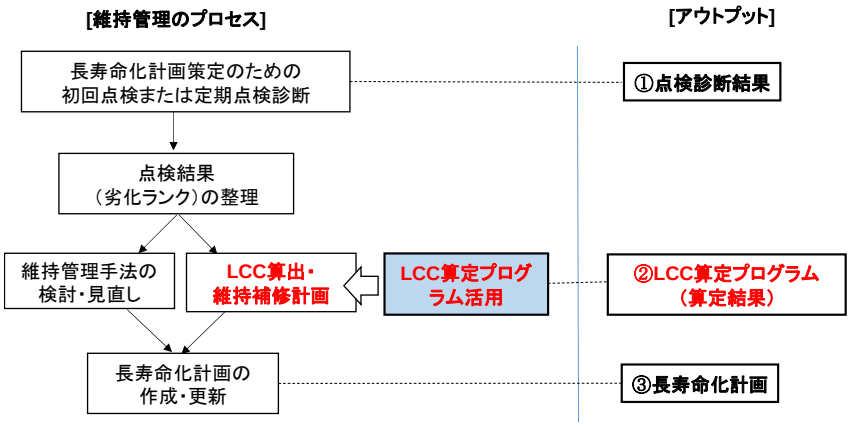


図 1-1　維持管理のプロセスとアウトプット

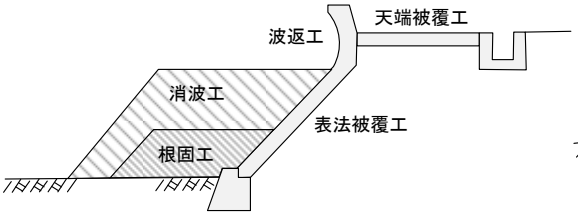
1-2 計算対象施設

LCC 計算ツールは、以下に示す 6 種類の土木構造物と、水門・樋門及び陸閘等ゲート設備を対象とする。

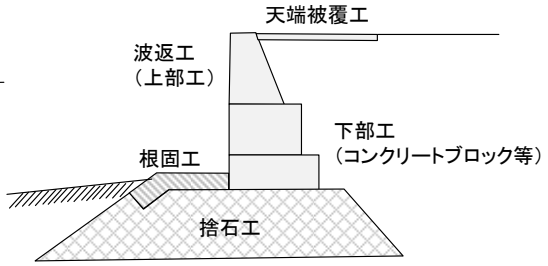
表 1-1　対象施設

種類	構造型式
護岸・堤防等土木施設	①　もたれ式護岸 ②　ブロック式護岸 ③　ケーソン式護岸 ④　鋼矢板式護岸 ⑤　防潮壁（胸壁） ⑥　防潮堤（堤防）
設備機器	⑦　⑧水門・樋門及び陸閘等ゲート設備

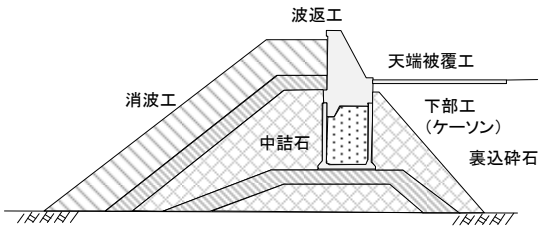
［①もたれ式護岸］



［②ブロック式護岸］



［③ケーソン式護岸］



［④鋼矢板式護岸］

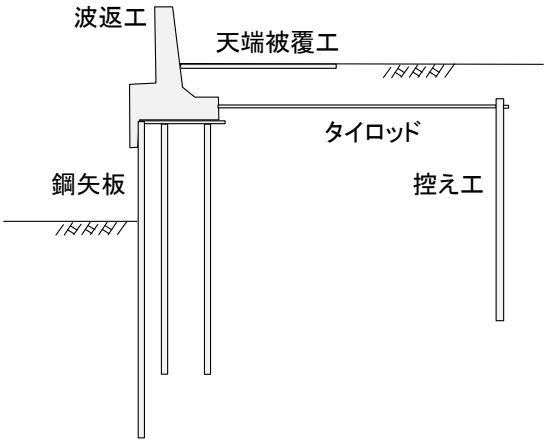
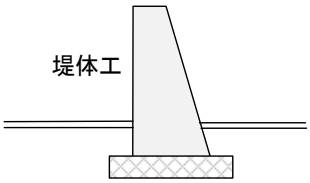
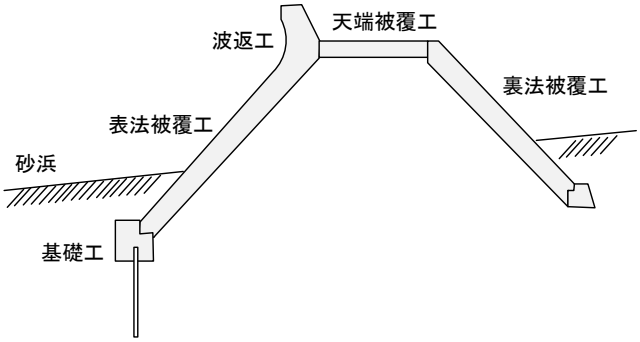


図 1-2　LCC 計算ツールの対象施設（1）

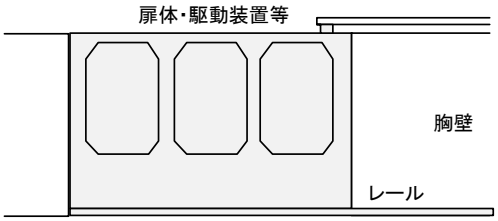
［⑤防潮壁（胸壁）］



［⑥防潮堤（堤防）］



［⑦スライド式陸閘］



［⑧水門・樋門］

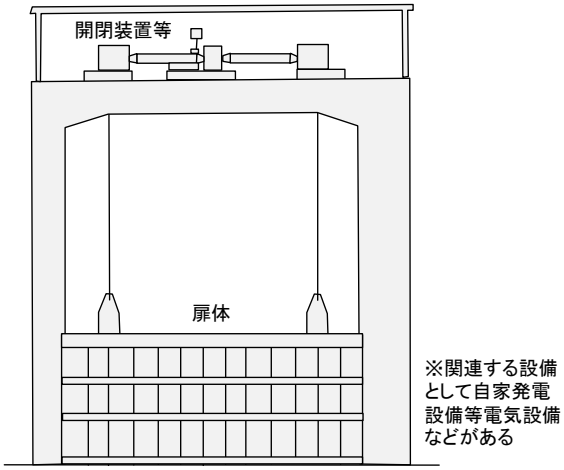


図 1-3　LCC 計算ツールの対象施設（2）

1-3 本ツールの特徴

本ツールは、海岸管理者及び海岸保全施設の点検・長寿命化計画の検討に携わる技術者を中心に広く利用されることを想定しており、以下の特徴を有している。

① シンプルな構成

- 本ツールは Microsoft Excel 上で動作するものであり、1 施設 1 ファイルで管理するシンプルな構成である。

② 簡易な操作

- 使い慣れた Excel をインターフェースとして採用している。また、定期点検や長寿命化計画において取り扱う簡易な情報を用い、最低限の入力で LCC 計算を行うものとしている。

③ 柔軟な利用

- LCC 計算に使用する単価は変更可能であり、地域設定単価を反映することが可能である。
- 採用する修繕工種を選択することが可能である。
- 建設直後で劣化が進行していない施設についても、参考遷移率を用いた LCC 計算が可能である。
- 2 パターンの管理目標を設定し、並行して LCC を計算することができる。

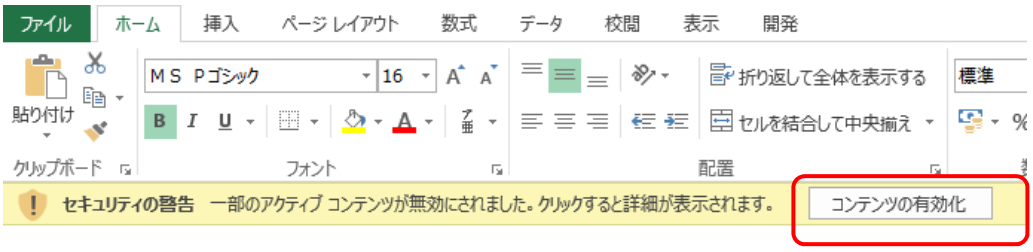
1-4 本ツールの使用条件

Microsoft Excel 2013、2016(32bit／64bit)がインストールされていること。
また、Excel のマクロを利用できること。

1-5 本ツールを使用する前に

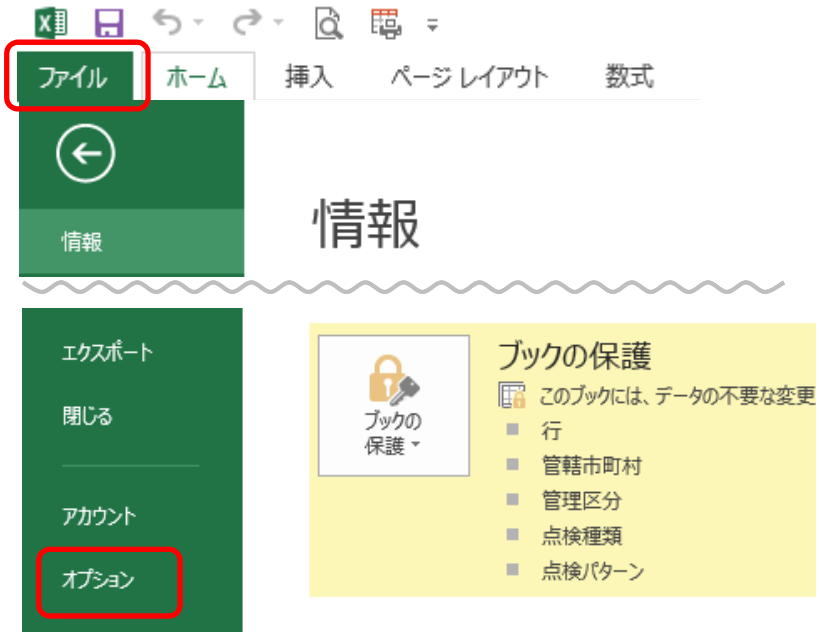
(1) EXCEL におけるマクロ有効化

本ツールは、Excel ファイルのダブルクリックで起動します。起動した際、「一部のアクティブコンテンツが無効にされました」というメッセージが表示される場合は、「コンテンツの有効化」をクリックし、マクロを有効にする。



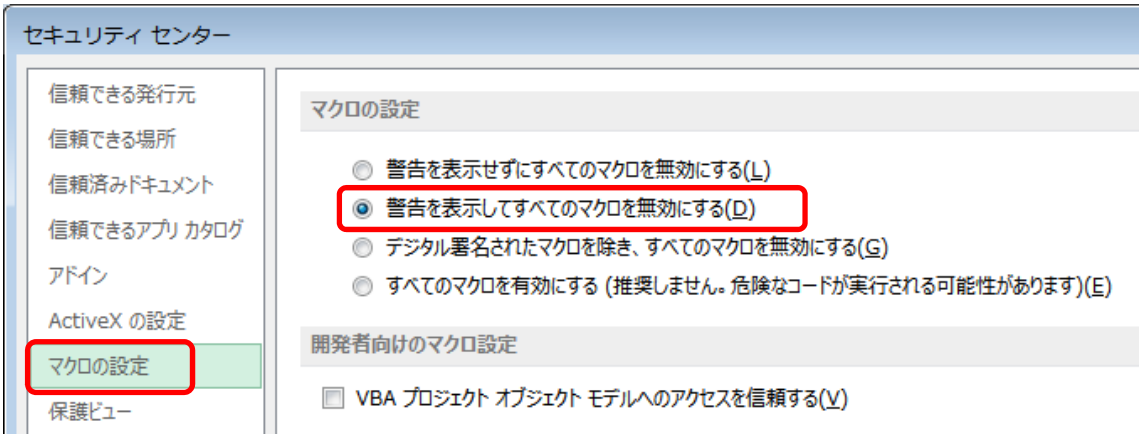
なお、起動した際に、「マクロが実行できません」というメッセージが表示される場合は、マクロを使用できるよう設定を変更する（下記手順は Excel 2013 の例）。

①Excel の左上にある「ファイル」をクリックし、「オプション」を開く。



②セキュリティセンターをクリックし、セキュリティセンターの設定ボタンをクリックする。

③マクロの設定ボタンをクリックし、「警告を表示してすべてのマクロを無効にする」を選択したら「OK」ボタンをクリックする。



(2) ツール利用における注意点

本ツールは、定期点検結果など比較的容易に得られる情報を基に、簡易的にライフサイクルコストを算出することを目的として開発したものである。また、本ツールで使用している参考遷移率や修繕単価等の数値・金額については、開発にあたり収集整理した事例など限られた情報をもとに設定したものである。このため、施設の評価や修繕時期、工法の適用等の考え方など実際の状況とは一致しない場合がある。

本ツールにおいては、修繕時期及び適用する工法、単価については任意で修正することを可能としており、適宜修正して使用していただきたい。

2. 護岸・堤防等の LCC 計算

2-1 計算の基本的考え方

2-1-1 計算対象部材

もたれ式護岸を対象とした場合の構成部材は以下のとおりである。

構成部材：波返工、天端被覆工、表法被覆工、前面海底地盤、根固工、基礎工、砂浜、堤体（空洞化）

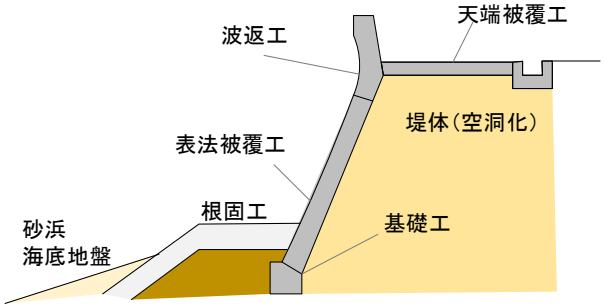


図 2-1　もたれ式護岸　部材名称図

2-1-2 計算の基本的考え方

護岸・堤防等については、下記①～③に関する費用を図 2-2 に示す手順で計算を行う。

① 構成部材の修繕

構成部材の劣化ランク a～d の割合を基に、マルコフ連鎖モデルによる劣化予測により、修繕の時期・数量及び費用を算定する。なお、鋼矢板については肉厚調査結果等を踏まえて修繕内容及び費用を設定する。

② 空洞化対策

空洞が発生したスパンに対しては、空洞の規模及び原因に応じた修繕内容を想定し、修繕費用を算定する。なお、空洞化対策は計画期間の 1 年目に実施するものとして費用を計上する。

③ 定常的な維持・修繕等

構成部材の損傷劣化に対する修繕や空洞化対策のほか、実施する予定がある工事及び点検診断がある場合は、費用を計上することができる。

（計上する費用の例）

- 養浜・砂浜の整地
- 天端嵩上げ工事
- 定期点検診断　など

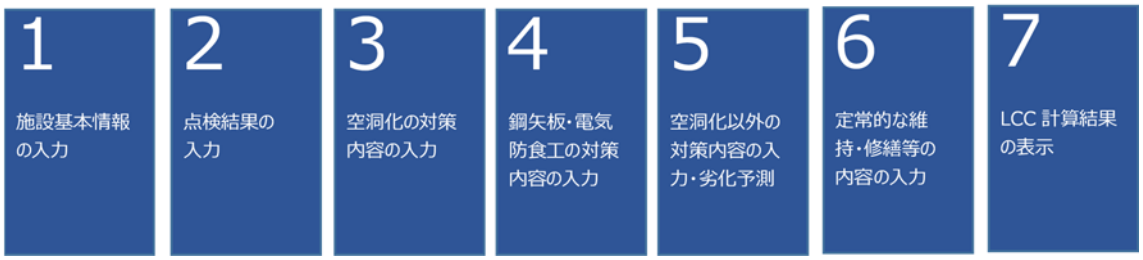


図 2-2 LCC 計算手順

表 2-1 LCC 計算シートの画面構成

シートの名称、処理内容	入力する内容	右記以外	矢板式	胸壁
①基本情報の入力	・海岸名、地区名、施設名、建設年 ・計画開始年 ・管理目標	○	○	○
②-1 点検結果入力	・スパン別劣化ランク ・空洞化の有無、空洞化対策範囲	○	○	○
②-2 点検結果集計表示	（入力作業なし）	○	○	○
③空洞化対策の条件入力	・空洞化対策の工法別数量	○	○	－
④鋼矢板・電気防食対策の条件入力	・修繕時期の設定（任意変更可） ・鋼矢板・電気防食対策の数量	－	○	－
⑤空洞化以外の対策の設定 ・遷移率の設定 ・修繕数量の算出 ・修繕費用の算出	・使用する遷移率の選択 ・修繕時期の設定（任意変更可） ・修繕工法の設定（任意変更可）	○	○	○
⑥定常的な維持修繕費用の設定	・点検等、定常的に発生する費用	○	○	○
⑦-1LCC 計算 ・計算した修繕費用の取りまとめ・表示	（入力作業なし）	○	○	○
⑦-2 年度ごとの修繕費用詳細表示 ・空洞化対策 ・空洞化以外の対策 ・鋼矢板・電気防食の対策（鋼矢板式護岸のみ） ・定常的な維持・修繕	（入力作業なし）	○	○	○
⑧-1 参考遷移率の設定	・部材、変状項目ごとの参考遷移率	○	○	○
⑧-2 空洞化対策の修繕単価	・空洞化対策の工法別単価	○	○	－
⑧-3 空洞化以外の修繕単価	・空洞化以外の対策の部材、変状項目ごとの工法、単価	○	○	○
⑧-4 鋼矢板・電気防食の修繕単価	・鋼矢板・電気防食工の修繕単価	－	○	－

2-2 施設基本情報の入力

［施設基本情報、LCC 計算条件等の入力］画面は、LCC 計算の基礎となる施設の基本情報（延長、建設年等）、及び計算条件を入力する。このほか、以降の手順において入力した内容・計算結果や単価設定画面等の表示もこの画面から行う。

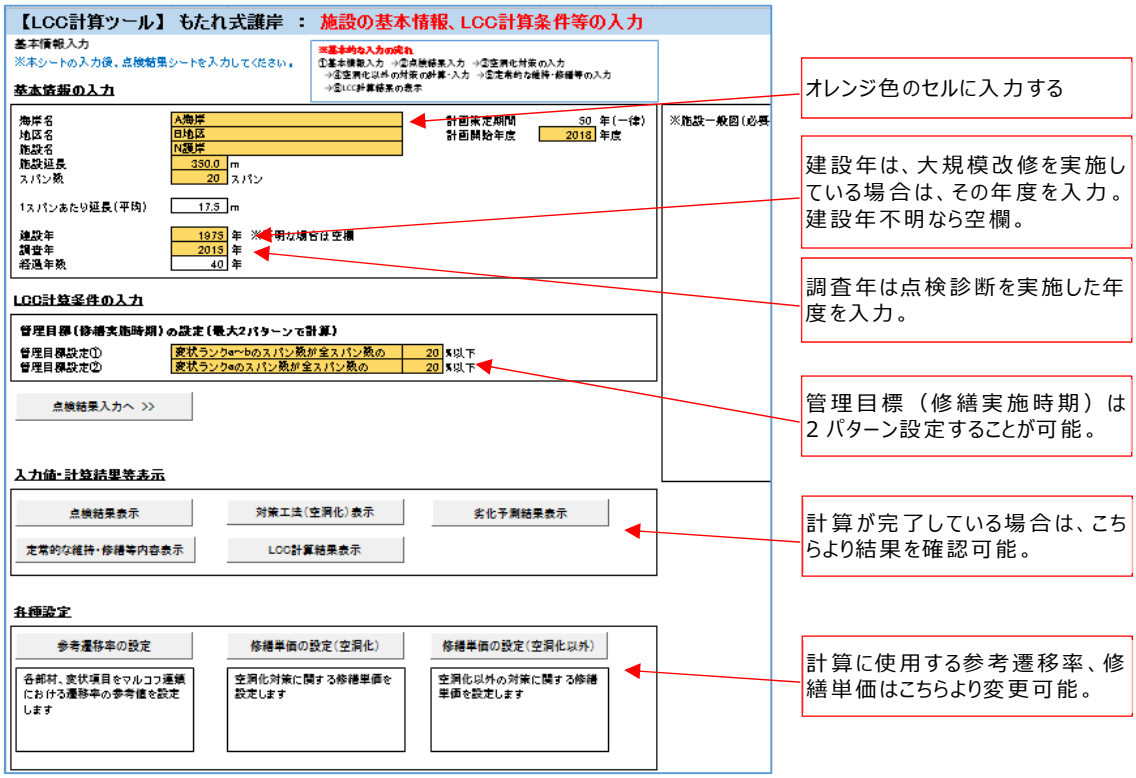


図 2-3 ［施設基本情報の入力］画面

〈入力における留意点〉

(1) 基本情報の入力

・ 施設のスパン数が少ない場合、本ツールでの劣化予測（マルコフ連鎖による方法を用いた劣化予測）の特性上、予測精度が低くなる傾向にある。こ

のため、計算対象のスパン数が少ない場合は複数の施設や区間を一つにまとめて計算する等の工夫も効果的である。

- 建設年が不明な場合は空欄としてもよい。しかし、建設から調査（点検診断）までの経過年が設定できないため、建設年不明の場合[空洞化以外の対策内容の入力・劣化予測]において点検結果を用いた劣化予測ができない点に注意する必要がある（参考遷移率を用いた予測は可能）。
- 構造部材のリニューアルを伴う大規模改修を行った場合は、その年度を建設年とする。
- 調査年は、点検診断を実施した年度を入力する。
- 必要に応じて、施設一般図を添付する（Excel メニューの「挿入」→「画像」より画像ファイルを指定）。

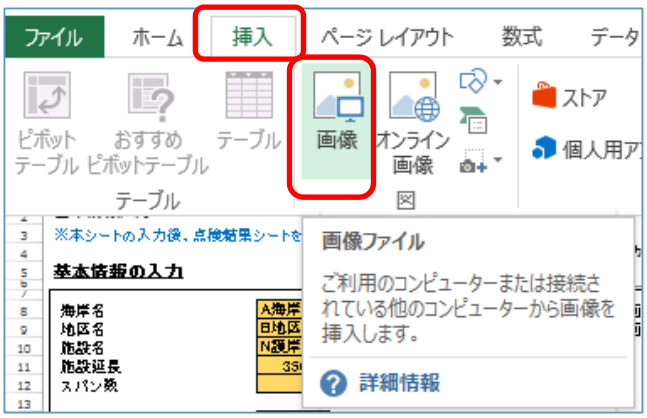


図 2-4　施設一般図の添付

(2) LCC 計算条件（管理目標）の入力

管理目標（修繕実施時期）は 2 パターン設定することが可能である。その指標は「変状ランク a または b」もしくは「変状ランク a」の割合のどちらかより選択可能であり、目標値（%）は任意に設定可能である。

土木施設のコンクリート部材等基本的な部材については、マルコフ連鎖による方法を用いて変状ランクの分布の変化を予測し，修繕時期及び数量を設定することとしている。ここで、 LCC 計算ツールでは維持管理により確保すべき施設の状態を「管理目標」と呼び、最も変状が進行している変状項目の評価結果が管理目標を下回る時点で修繕を行うこととした。

管理目標は、対象施設において損傷劣化がどの程度進行しているかという視点で把握できるよう、全スパンのうち、a 評価（もしくは a または b 評価）と判定されたスパンが全体の何%あるかを指標とした。

なお、管理目標の設定にあたっては、「海岸保全施設維持管理マニュアル」における健全度評価の考え方を参考にすることができる。

表 2-2 に「海岸保全施設維持管理マニュアル」における健全度評価の考え方を示す。ここで示されているように、海岸保全施設は、施設の防護機能に影響を及ぼすような a ランクの変状の発生等により、一定区間における健全度 B と判定された時点で予防保全的に修繕等を検討することとされている。

管理目標の設定にあたっては、当該変状の発生のほか、背後地の環境や利用状況・重要性、修繕等の対策費用等総合的に検討した上で、施設毎に設定するのが望ましい。

なお、過去に波返工及び表法被覆工の修繕が実施された港湾海岸の点検診断事例（表 2-3）において修繕対象部材の剥離・損傷に関する a 評価の割合が 15%程度となっていることや、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」（平成 27 年 5 月改訂　水産庁漁港漁場整備部）において、表 2-4 に示すように、護岸の健全度評価 B ランクの判断基準が「a＋b 評価が全体の 50%」（波返工）、「a＋b 評価が全体の 20%」（それ以外の部材）と示されており、施設の特性を踏まえた上で、管理目標設定の参考にすることも出来る。

また、「海岸保全施設維持管理マニュアル」においては、海岸堤防等の健全度 B ランク（要予防保全）の目安として「一定区間内のスパン数のうち８割程度の変状が b ランク（a ランクも含む）」とされているが、これは各スパンで最も変状が進んでいる変状ランクの割合であることから、本ツールの管理目標の概念とは異なっている。

ここで示した管理目標はライフサイクルコストを計算するうえで修繕時期の目安として使用する指標であり、修繕の要否を判断する際は，単に a～b 評価の割合だけでなく，実際に施設に発生している変状の原因・進展の可能性や破堤等災害に至る可能性などを考慮する必要がある。

表 2-2　海岸保全施設維持管理マニュアルにおける健全度評価の考え方

健全度		健全度評価の目安注1)
Ａランク	要事後保全	・天端高が不足し施設の防護機能の低下が明確な場合 ・施設の防護機能に影響を及ぼすような変状が生じており、さらに空洞が確認された場合 ・堤防・護岸等の防護機能が損なわれるほど、堤防・護岸等の前面の砂浜の侵食が進んでいると認められる場合注2) ・侵食により前面の砂浜が消失し、基礎工下端・止水矢板が露出している場合注2)
Ｂランク	要予防保全	・施設の防護機能に影響を及ぼすような変状（ａランク）が生じているが、空洞が存在しない場合 ・一定区間内のスパン数のうち８割程度の変状がｂランク（ａランクも含む）である場合注3) ・堤防・護岸等の防護機能が将来的に損なわれると想定されるほど、堤防・護岸等の前面の砂浜の侵食が進んでいると認められる場合注2)
Ｃランク	要監視	Ａ、Ｂ、Ｄランク以外と評価される場合
Ｄランク	問題なし	全ての点検位置の変状現象がｄランクと評価された場合

注１）計画規模以下程度の高潮・高波浪等により、越波履歴がある場合は、施設の防護機能が低下していることが考えられるため、健全度評価を行う際は越波履歴についても考慮することが望ましい。

注２）堤防・護岸等の前面に砂浜がある場合の目安。

注３）健全度評価においては、スパンの変状のランクは、当該スパンにおける最も変状が進展している変状現象の変状ランクとする。

出典：海岸保全施設維持管理マニュアル

表 2-3　修繕事例における修繕前の劣化ランク別スパン数及び割合

部材	項目	劣化ランク別スパン数					劣化ランク別割合				
		a	b	c	d	計	a	b	c	d	計
波返工 表法被覆工	ひび割れ	4	5	10	42	61	6.6%	8.2%	16.4%	68.8%	100.0%
	剥離･損傷	9	3	23	27	62	14.5%	4.8%	37.1%	43.6%	100.0%
	鉄筋の腐食	0	0	6	55	61	0.0%	0.0%	9.8%	90.2%	100.0%
	目地等の状況	5	2	3	51	61	8.2%	3.3%	4.9%	83.6%	100.0%

※ 当該施設の修繕実施前の点検結果による。このとき、評価は波返工と表法被覆工を一体で評価している。

［表法被覆工の剥離・損傷］

［打継目等からの漏水］

図 2-5　修繕事例における修繕前の部材の状態

表 2-4　水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドラインにおける健全度の評価基準の考え方

		健全度			
		A	B	C	D
安全性に及ぼす影響度	Ⅰ	「a が全数(注)の 2 割以上」を占めており、既に施設の性能が低下している。	「a が全数の 2 割未満」、かつ「a ＋ b が全数の 2 割以上」占めており、対策を施さないと施設の性能の低下が懸念される。	A、B、D 以外	すべて d のもの
	Ⅱ	「a が全数の 5 割以上」、もしくは「a が全数の 2 割以上、5 割未満」かつ「a ＋ b が全数の 8 割以上」占めており、既に施設の性能が低下している。	「a が全数の 5 割未満」、かつ「a ＋ b が全数の 5 割以上」占めており、対策を施さないと施設の性能の低下が懸念される。	A、B、D 以外	すべて d のもの
	Ⅲ	－		D 以外	すべて d のもの

表 2-5　水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドラインおける健全度における施設の状態の考え方

健全度	施設の状態
A	施設の主要部に著しい老朽化が発生しており、施設の性能が要求性能を下回る可能性のある状態。
B	施設の主要部に老朽化が発生し性能の低下が認められ、予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態。
C	軽微な老朽化は発生しているものの施設の性能に関わる老朽化は認められず、性能を保持している状態。
D	施設に老朽化は認められず、十分な性能を保持している状態。（当面、性能の低下の可能性がない状態）

表 2-6　水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドラインにおける施設の安全に及ぼす影響度の評価の考え方

施設		部材	施設の安全性に及ぼす影響	備考
外郭施設		本体工(コンクリート単塊、方塊ブロック等)	Ⅰ	
		本体工(ケーソン、セルラーブロック、L型ブロック等)	Ⅰ	
		本体工(鋼管杭、鋼管矢板、鋼矢板)	Ⅰ	
		本体工(浮体部)	Ⅰ	
		本体工(防食工(被覆防食工、電気防食工))	Ⅱ	
		上部工(上部工)	Ⅱ	
		エプロン工(水叩き)	Ⅰ	吸い出し、空洞化、沈下・陥没
		係留索	Ⅰ	
		係留索取付部(ヒンジ部)	Ⅰ	
		消波工	Ⅱ	
		附帯工(車止め、係船環等)	Ⅱ又はⅢ	
		排水工(排水設備)	Ⅲ	
	護岸(航路護岸、泊地護岸)	本体工(コンクリート単塊、方塊ブロック等)	Ⅰ	
		本体工(ケーソン、セルラーブロック、L型ブロック等)	Ⅰ	
		本体工(鋼管杭、鋼管矢板、鋼矢板)	Ⅰ	
		本体工(防食工(被覆防食工、電気防食工))	Ⅱ	
		上部工(上部工)	Ⅱ	
		エプロン工(水叩き、背後地)	Ⅰ	吸い出し、空洞化、沈下・陥没
		附帯工(車止め)	Ⅲ	
		排水工(排水設備)	Ⅲ	
係留施設		本体工(コンクリート単塊、方塊ブロック等)	Ⅰ	
		本体工(ケーソン、セルラーブロック、L型ブロック等)	Ⅰ	
		本体工(鋼管杭、鋼管矢板、鋼矢板)	Ⅰ	
		本体工(浮体部)	Ⅰ	
		本体工(防食工(被覆防食工、電気防食工))	Ⅱ	
		上部工(上部工)	Ⅱ	
		上部工(床版)	Ⅱ	
		係留杭、係留索	Ⅰ	
		ローラー部、係留索取付部(ヒンジ部)	Ⅰ	
		附帯工(連絡橋、渡橋)	Ⅰ	
		斜路工(斜路部、船置部)	Ⅱ	
		エプロン工	Ⅰ	吸い出し、空洞化、沈下・陥没
		付帯工(防舷材、係船柱、車止め、すべり材等)	Ⅱ又はⅢ	
		排水工(排水設備)	Ⅲ	
水域施設		航路、泊地及び附帯施設(サンドポケット)	Ⅰ	
増・養殖場		本体工(コンクリート単塊、方塊ブロック等)	Ⅰ	
		本体工(セルラーブロック、L型ブロック等)	Ⅰ	
		本体工(鋼管杭、鋼管矢板、鋼矢板)	Ⅰ	
		本体工(浮体部)	Ⅰ	
		本体工(防食工(被覆防食工、電気防食工)	Ⅱ	
		上部工(上部工)	Ⅱ	
		エプロン工(水叩き)	Ⅰ	
		係留索	Ⅰ	
		係留索取付部(ヒンジ部)	Ⅰ	
		消波工	Ⅱ	

※1)エプロン工については、変状の形態別に調査項目を「Ⅰ」、「Ⅱ」に区分する。
※2)上表の分類については、「港湾の施設の点検診断ガイドライン【第2部実施要領】平成26年7月」等を参考に設定した。

安全性に及ぼす影響度	施設の安全性に及ぼす影響
Ⅰ	a が全数の 2 割以上あると、施設の安全性に影響を及ぼす
Ⅱ	a が全数の 5 割以上あると、施設の安全性に影響を及ぼす
Ⅲ	施設の安全性に直接的には影響を及ぼさない

2-3 点検結果の入力

［点検結果の入力］画面では、変状項目ごとの点検結果（劣化ランク・空洞化調査結果、鋼矢板・電気防食の残存年数）を入力する。

図 2-6 ［点検結果の入力］画面

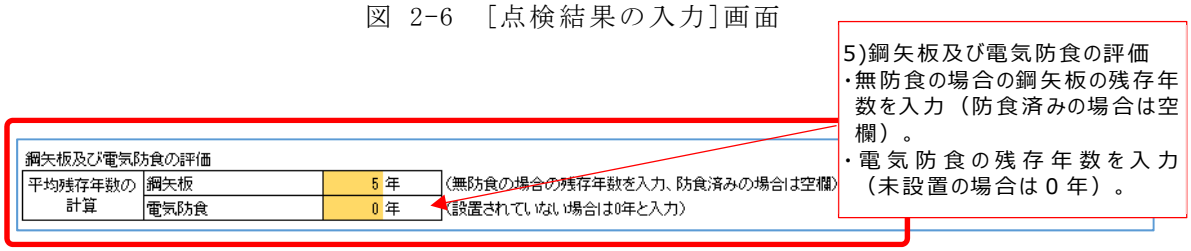


図 2-7 ［点検結果の入力］画面（鋼矢板式護岸での追加入力項目）

〈入力における留意点〉

(1) 点検結果の入力

- ［入力欄作成］
  施設基本情報に入力されたスパン数を元に、「入力欄作成」ボタンで点検結果の入力欄を作成する。ボタンをクリックすると入力済みの点検結果はリセットされるため注意する。
- ［評価対象］
  劣化ランクの入力にあたり、評価対象とした部材については「評価対象」欄に「○」を入力する。評価を行っていない項目または該当しない部材は空欄とする（例：砂浜のない護岸の場合、砂浜は空欄）。
- ［各スパンの劣化ランク］
  各項目のスパンごとに劣化ランク a～d を入力する。点検時に劣化ランクの評価を行っていないスパンは空欄とする。すべてのスパンで劣化ランクが空欄の場合は、本ツールでの LCC 計算ができない点に注意する。

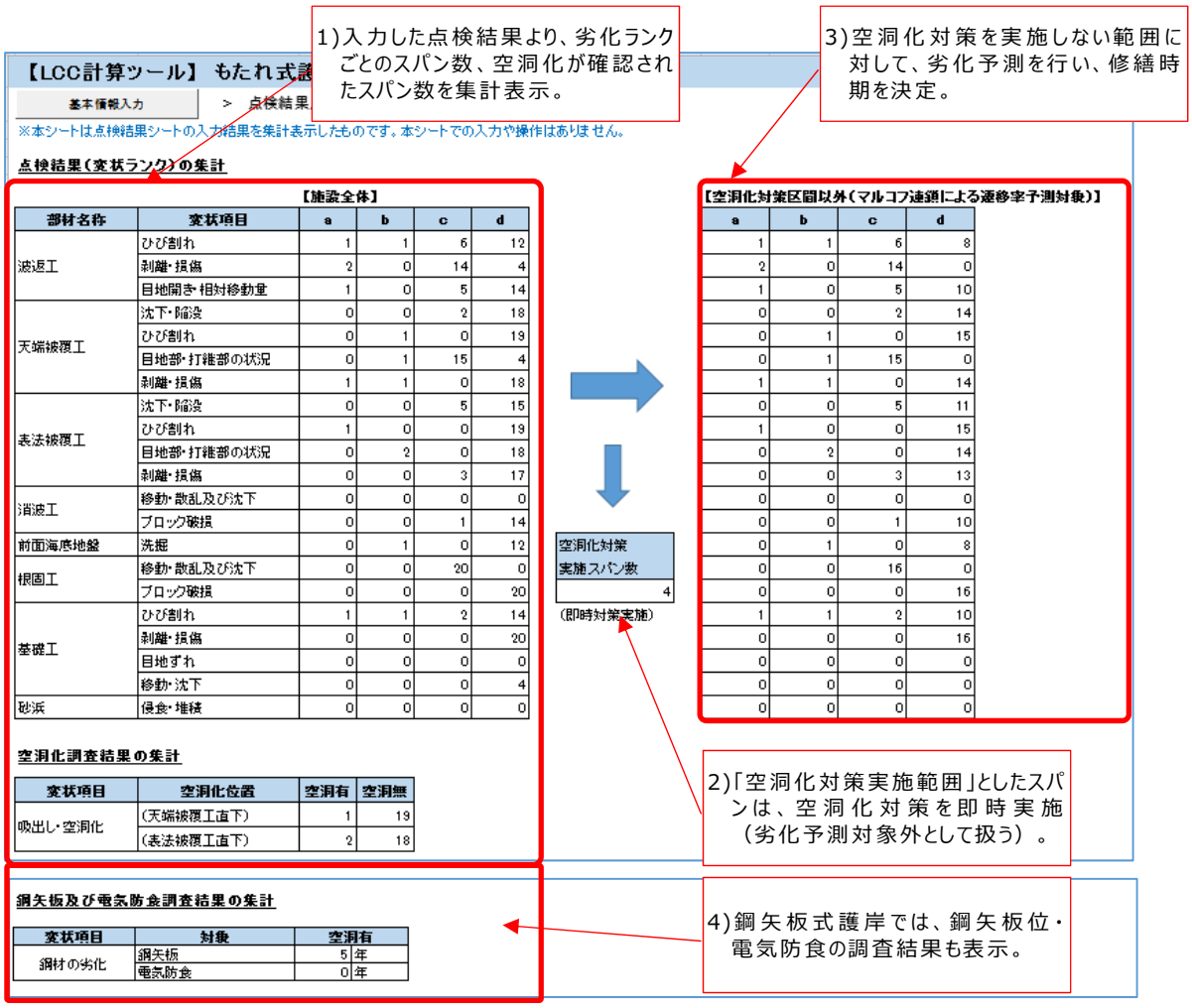
(2) 空洞化調査結果の入力

- ［空洞化の位置］
  電磁波レーダ等により空洞化調査を行い、空洞化が確認された場合は該当するスパン及び空洞位置に「△」を入力する。
- ［空洞化実施範囲］
  該当するスパンの空洞化対策実施範囲欄に「○」を入力する。
  空洞化対策実施範囲は、空洞化が確認された範囲のほか、空洞化が生じている可能性や、今後同様の空洞が生じる可能性などを考慮して設定することが望ましい。
  例-1：堤体の緩みによる軽度の空洞（隙間）であり、経過観察で対応することとした場合
  例-2：空洞が確認されていない範囲についても、空洞化の発生を抑制する対策（表法被覆工の腹付け等）を行うこととした場合　など

(3) 鋼矢板・電気防食の調査結果の入力

- ［鋼矢板の残存年数］
  鋼矢板が無防食の場合に、肉厚調査結果を基に算出される残存年数を入力する。防食済みの場合は空欄を入力する。
- ［電気防食の残存年数］
  電気防食が設置済みの場合に、陽極消耗量調査結果を基に、電気防食の残存年数を入力する。電気防食が未設置の場合は、「0 年」と入力する。

［点検結果の入力］画面で入力した情報は集計され、［点検結果集計表示画面］で確認することができる。ここで、本ツールでは空洞化に伴い発生した変状（被覆工の沈下等）と、部材の経年劣化は分けて考えることとしており、劣化予測の対象は後者のみを対象とする。



部材名称	変状項目	a	b	c	d
波返工	ひび割れ	1	1	6	12
	剥離・損傷	2	0	14	4
	目地開き・相対移動量	1	0	5	14
天端被覆工	沈下・陥没	0	0	2	18
	ひび割れ	0	1	0	19
	目地部・打継部の状況	0	1	15	4
	剥離・損傷	1	1	0	18
表法被覆工	沈下・陥没	0	0	5	15
	ひび割れ	1	0	0	19
	目地部・打継部の状況	0	2	0	18
	剥離・損傷	0	0	3	17
消波工	移動・散乱及び沈下	0	0	0	0
	ブロック破損	0	0	1	14
前面海底地盤	洗掘	0	1	0	12
根固工	移動・散乱及び沈下	0	0	20	0
	ブロック破損	0	0	0	20
基礎工	ひび割れ	1	1	2	14
	剥離・損傷	0	0	0	20
	目地ずれ	0	0	0	0
	移動・沈下	0	0	0	4
砂浜	侵食・堆積	0	0	0	0

a	b	c	d
1	1	6	8
2	0	14	0
1	0	5	10
0	0	2	14
0	1	0	15
0	1	15	0
1	1	0	14
0	0	5	11
1	0	0	15
0	2	0	14
0	0	3	13
0	0	0	0
0	0	1	10
0	1	0	8
0	0	16	0
0	0	0	16
1	1	2	10
0	0	0	16
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

変状項目	空洞化位置	空洞有	空洞無
吸出し・空洞化	（天端被覆工直下）	1	19
	（表法被覆工直下）	2	18

変状項目	対象	空洞有
鋼材の劣化	鋼矢板	5 年
	電気防食	0 年

図 2-8 ［点検結果の集計結果表示］画面

2-4 空洞化の対策内容の入力（胸壁以外）

［空洞化対策の条件入力］画面では、［点検結果の入力］画面で「空洞化対策実施範囲」としたスパンに対し、実施する対策内容や数量等の条件を入力する。

なお、空洞化対策の費用は、計画初年度（計画期間１年目）に計上する。

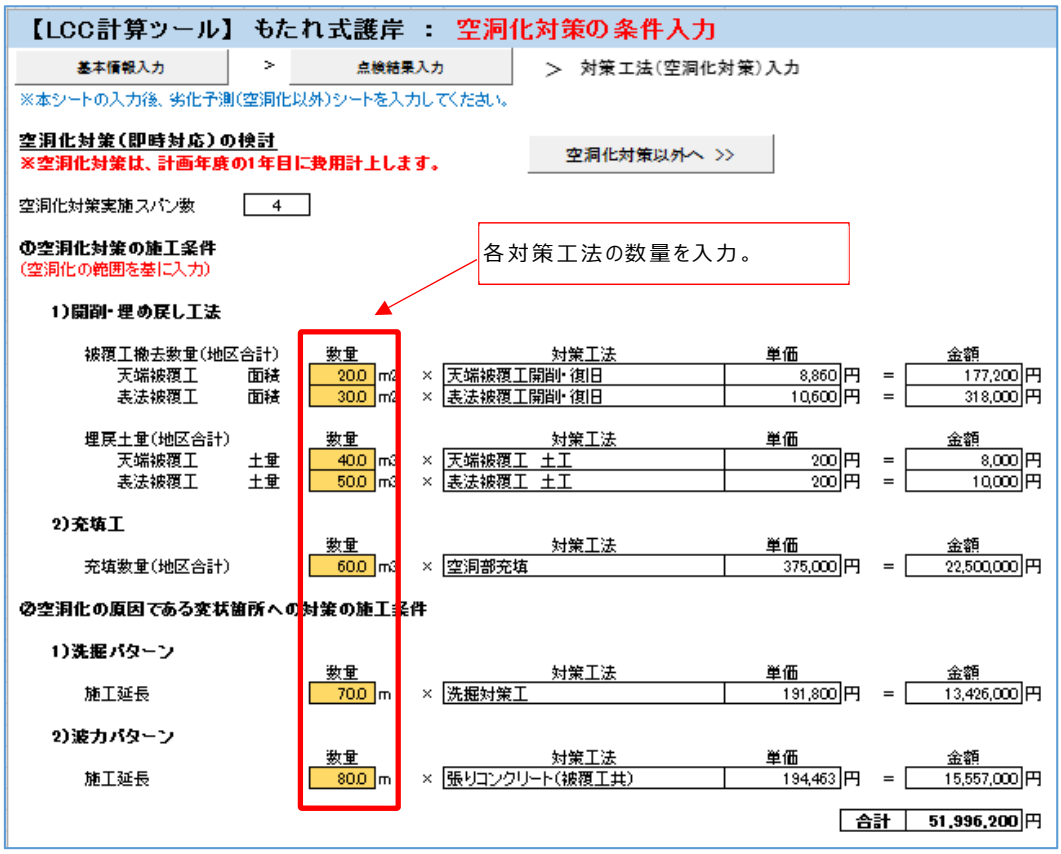


図 2-9 ［空洞化対策の条件入力］画面

〈入力における留意点〉

- 空洞化対策の費用は、「空洞化対策（空洞部分への対策）」及び「空洞化の原因である変状箇所への対策」の両者を計上することを基本とする。
- 本入力画面では、適用する工法に対する数量を入力する。適用しない場合は 0（ゼロ）入力とする（各工法のイメージは巻末資料参照）。
- 空洞化対策の修繕単価の設定画面は[施設の基本情報の入力]画面より開くことができる（図 2-10）。

【修繕単価（空洞化対策）の設定の変更手順】

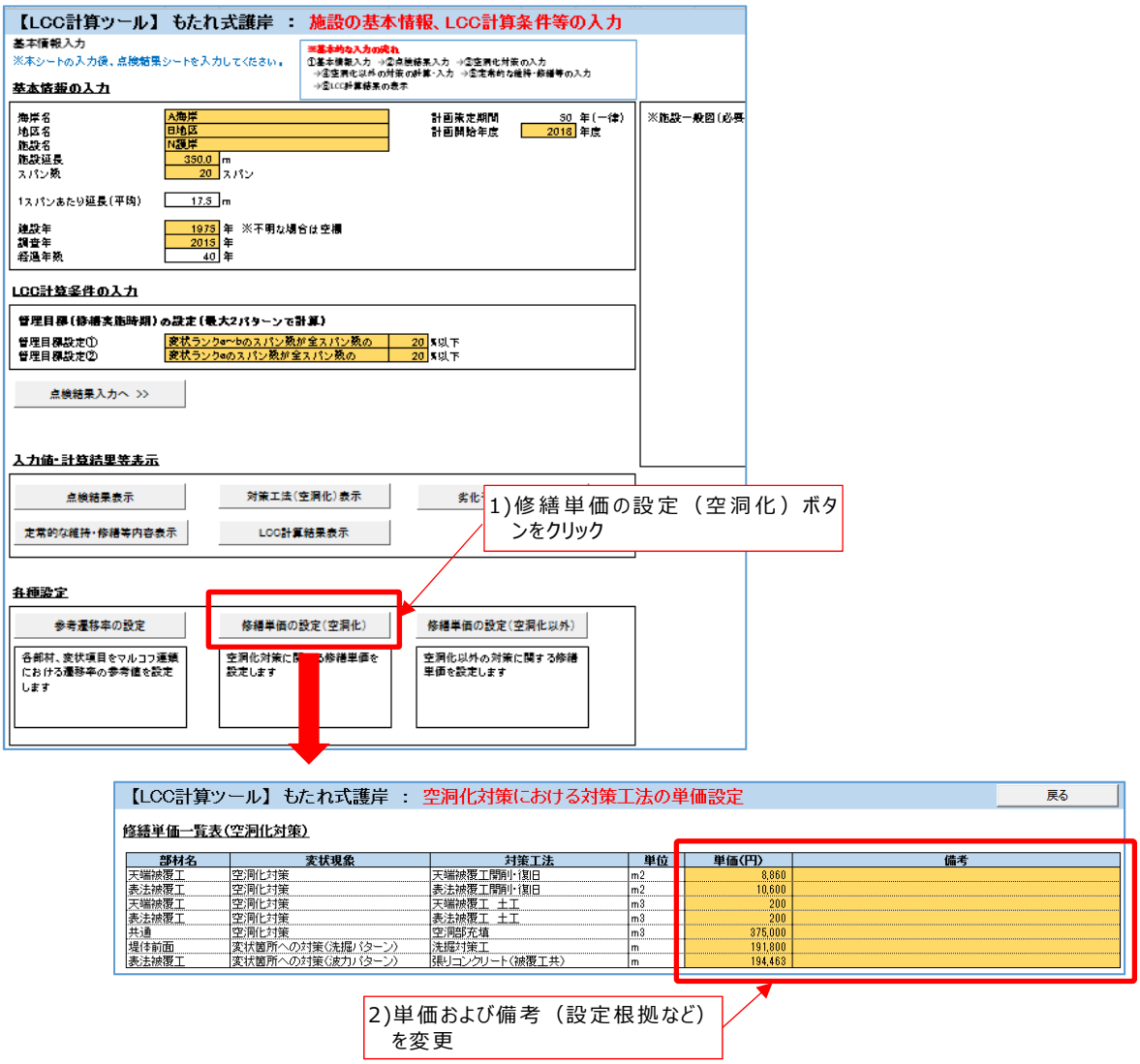


図 2-10　修繕単価（空洞化対策）の設定

2-5 鋼矢板・電気防食工の対策内容の入力（鋼矢板式護岸のみ）

鋼矢板の腐食速度の評価は、劣化ランクだけで状態を評価することは困難である。一般的には、鋼矢板式護岸における鋼矢板の評価は、肉厚調査結果をもとに実施している。本ツールでは、無防食状態の鋼材については防食工の費用を計上する。また、補強を行う場合は、腐食速度より得られた残存年数より対策時期を設定する。

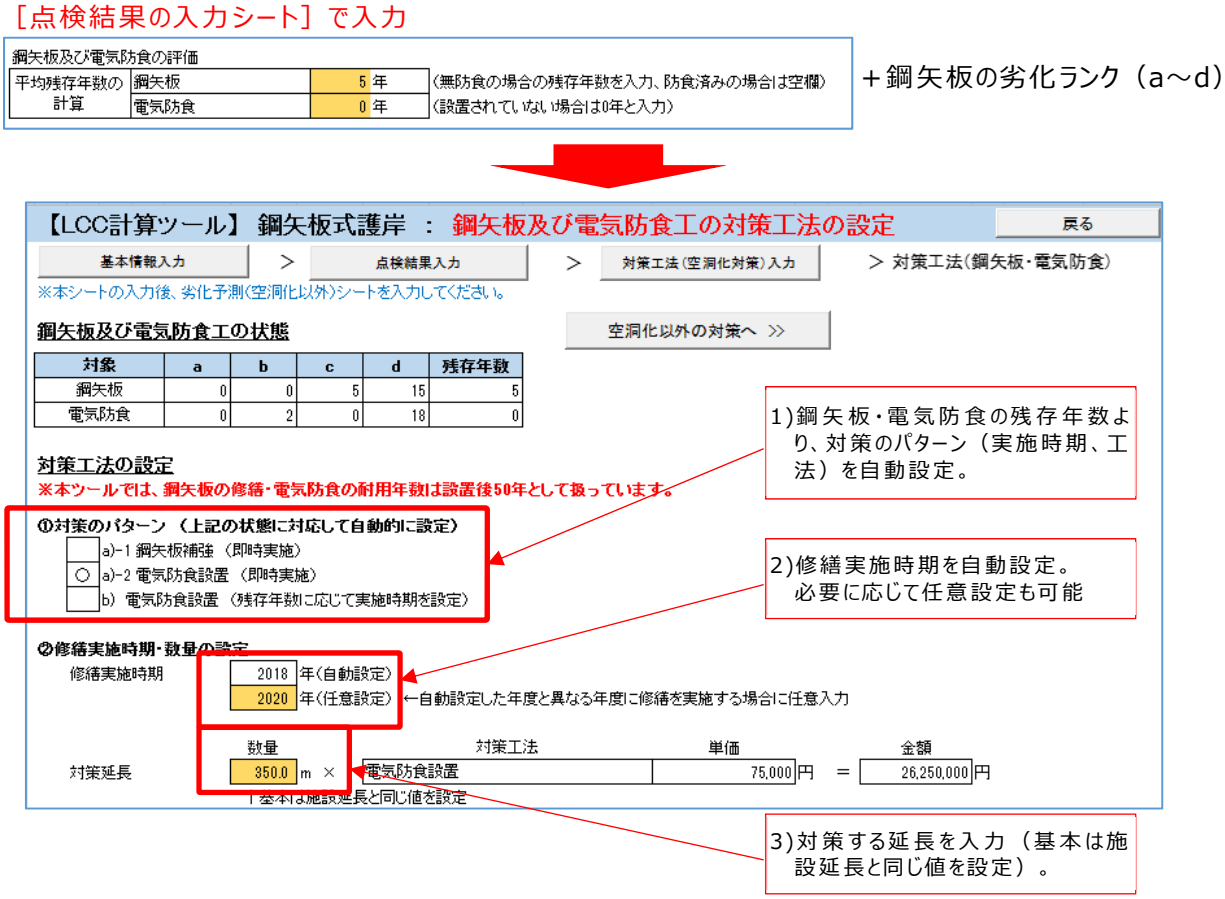


図 2-11 [鋼矢板及び電気防食工の修繕工法の設定]画面

鋼矢板の対策の考え方は以下のとおりとする。

■電気防食の残存年数が 1 年未満または未設置の場合

「a)-1 鋼矢板補強」または「a)-2 電気防食設置」を採用する。

・ 修繕実施時期は、計画開始年を基本とするが、必要に応じてユーザが設定（変更）することも可能とする。

a)-1 （鋼矢板補強）を採用する条件

・ 鋼矢板の残存年数 5 年未満

・ 鋼矢板の a 評価の割合が全スパンの 10%以上※

※港湾構造物の評価における劣化度代表値の考え方を適用

a)-2（電気防食設置）を採用する条件

・ 上記 a)-1 の条件に当てはまらない場合

■電気防食の残存年数が 1 年以上の場合

「b)電気防食設置」を採用する。

・ 修繕実施時期は、電気防食の残存年が 0 年となる年度とするが、必要に応じてユーザが設定（変更）することも可能とする。

なお、鋼矢板・電気防食の対策工法の単価の設定画面[施設の基本情報の入力]画面より開くことができる（図 2-11)。

【修繕単価（鋼矢板･電気防食の対策）の設定の変更手順】

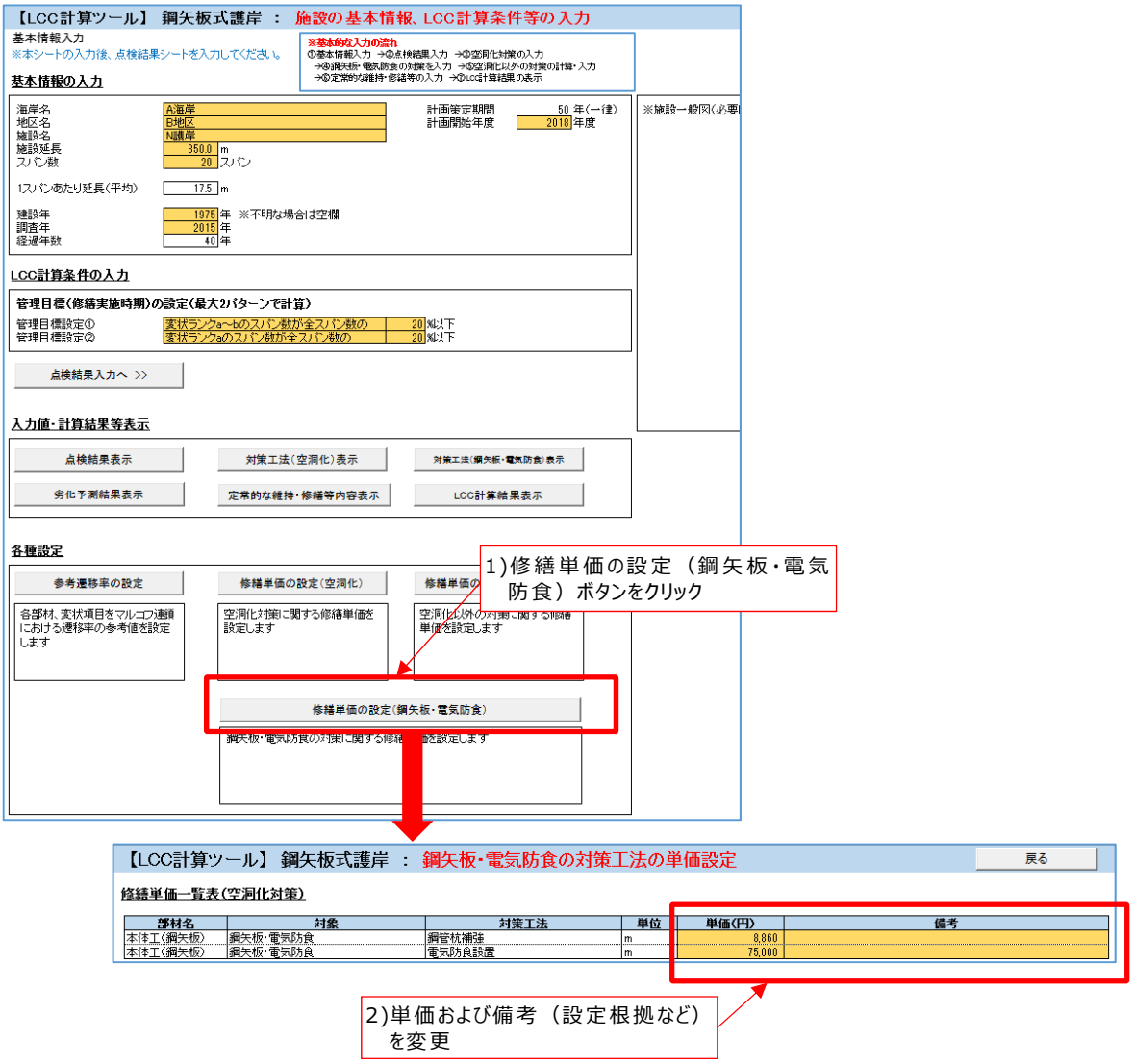


図 2-12 修繕単価（鋼矢板・電気防食の対策）の設定

2-6 空洞化以外の対策内容の入力・劣化予測

［空洞化以外の対策（劣化予測・対策工法）の設定］画面では、劣化ランクのデータ（劣化ランク別スパン数）をもとに劣化予測を行い各部材の経年劣化に対する修繕時期・工法及び費用を設定する。

劣化予測及び費用設定は、［基本情報の入力］画面で設定した管理目標 2 パターンを同時に実施する。

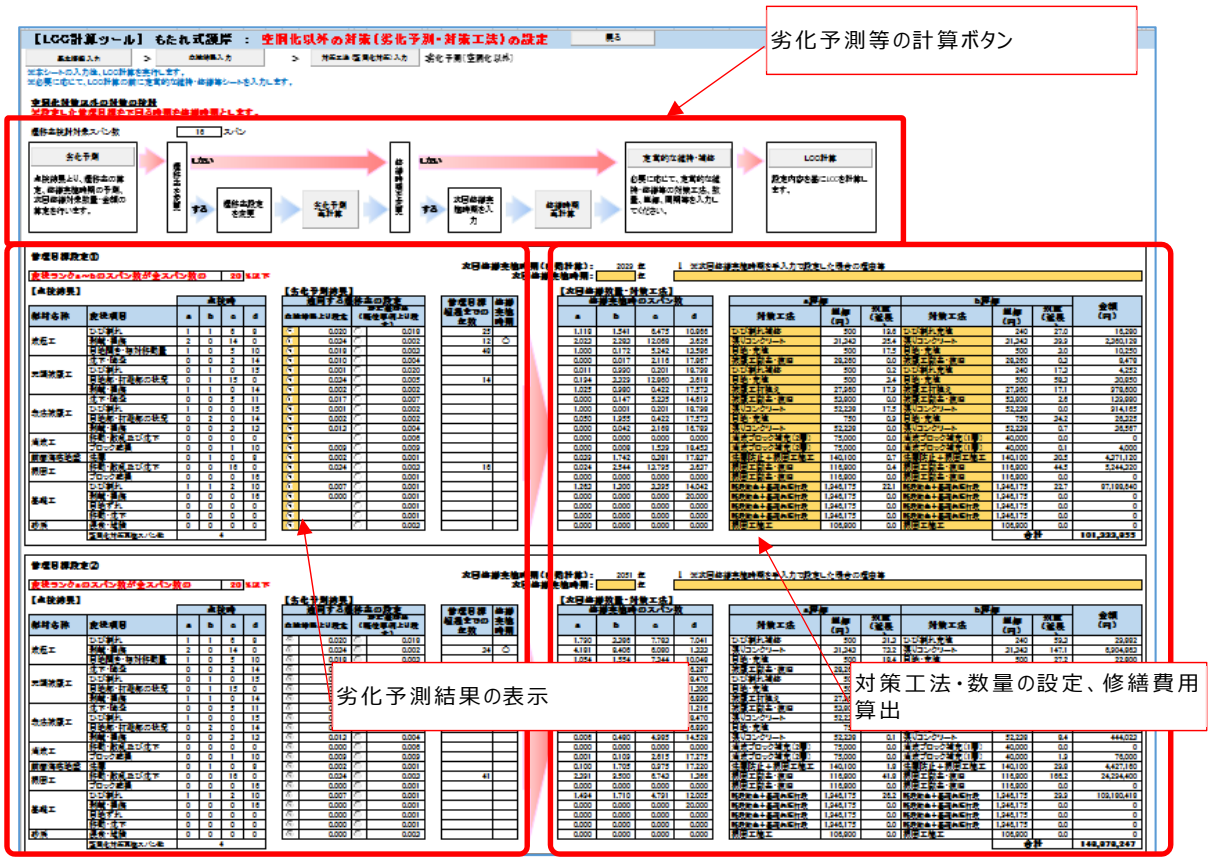


図 2-13 ［空洞化以外の対策（劣化予測・対策工法）の設定］画面

本画面では、劣化予測から修繕工法の設定に関する一連の作業を実施する。作業手順ごとに留意点を以降に示す。

2-6-1 点検診断結果に基づく予測の実施（遷移率の設定）

［劣化予測ボタン］を押し、「マルコフ連鎖による方法」により劣化予測を行う（マルコフ連鎖による方法の詳細は、巻末資料を参照）。

遷移率は点検結果（劣化ランク別スパン数の分布）と建設後経過年数を用いて施設固有の値を算出する。また、算出した遷移率を用いて今後の各部材の劣化ランクの分布を予測し、いずれかの部材の劣化ランクの分布が、管理目標を超過する時期を修繕時期の目安とする。

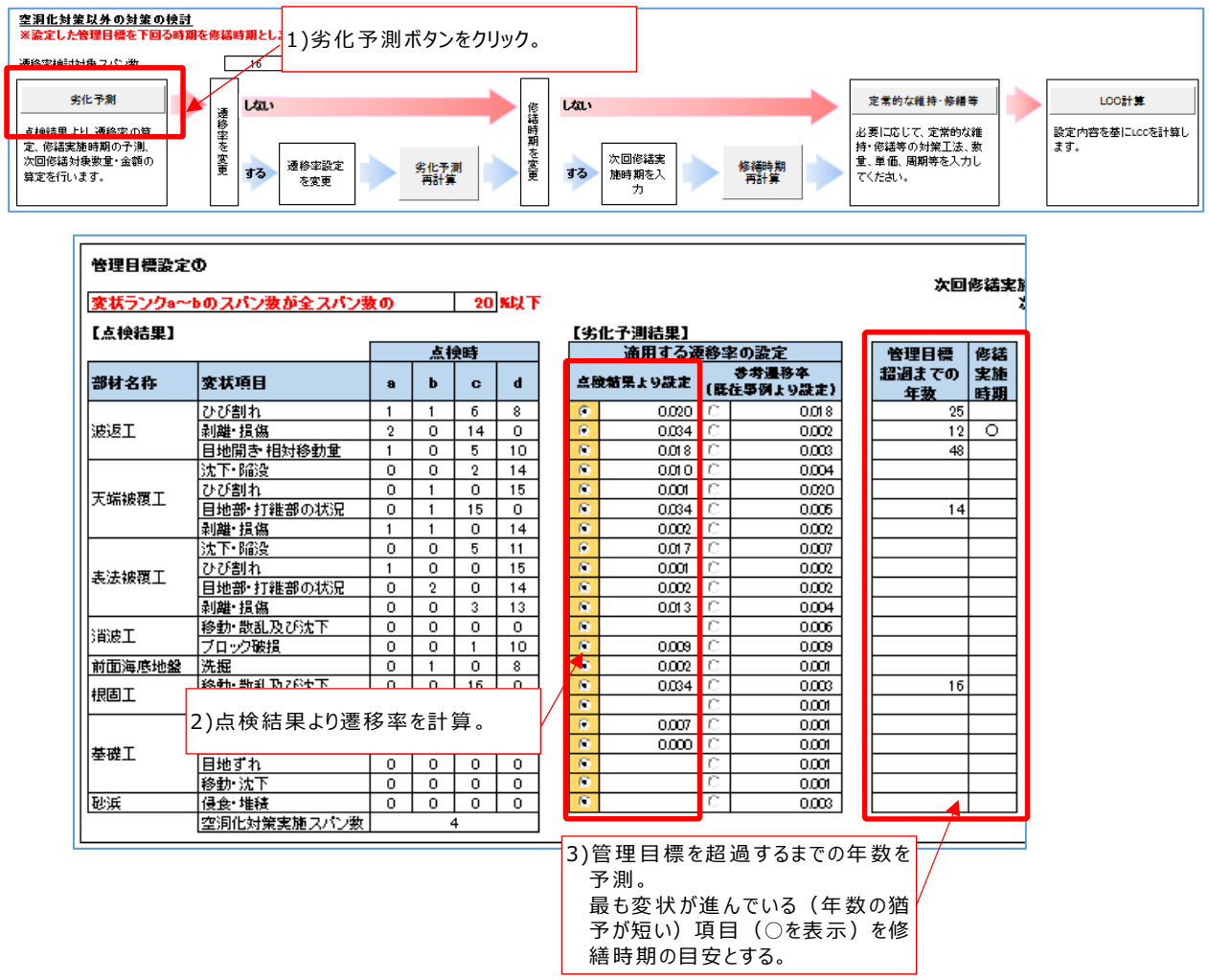


図 2-14 劣化予測の手順

〈入力における留意点〉

- 使用する遷移率は、点検結果に基づく値のほか、「参考遷移率」を適用することも可能である（参考遷移率については巻末資料を参照）。この場合、図 2-15 に示すように適用する項目をチェックした後、[劣化予測再計算]ボタンを押し再度劣化予測を行う。なお、参考遷移率は[施設の基本情報の入力]画面から任意に変更可能としている（図 2-16）。
- 参考遷移率は、国内の事例を基に整理した値であるが、実際の劣化進行と一致しない場合がある。このため、あくまでも参考値として扱い、基本的には各施設の点検結果より算出した遷移率を使用することが望ましい。
- マルコフ連鎖による方法を用いた劣化予測は、実際の点検結果（劣化ランクの分布）をモデル化して遷移率を設定するものである。劣化ランクの分布をモデル化するにあたっては、劣化ランクのサンプル数（スパン数）が多いほど適用するモデルと実際の分布との乖離が小さくなる傾向にある。このため、計算対象のスパン数が少ない場合は複数の施設や区間を一つにまとめて計算する等の工夫も効果的である。

【参考遷移率を適用する場合の手順（劣化予測の計算後に操作）】

図 2-15　参考遷移率を適用する場合の手順

【参考遷移率の設定値の変更手順】

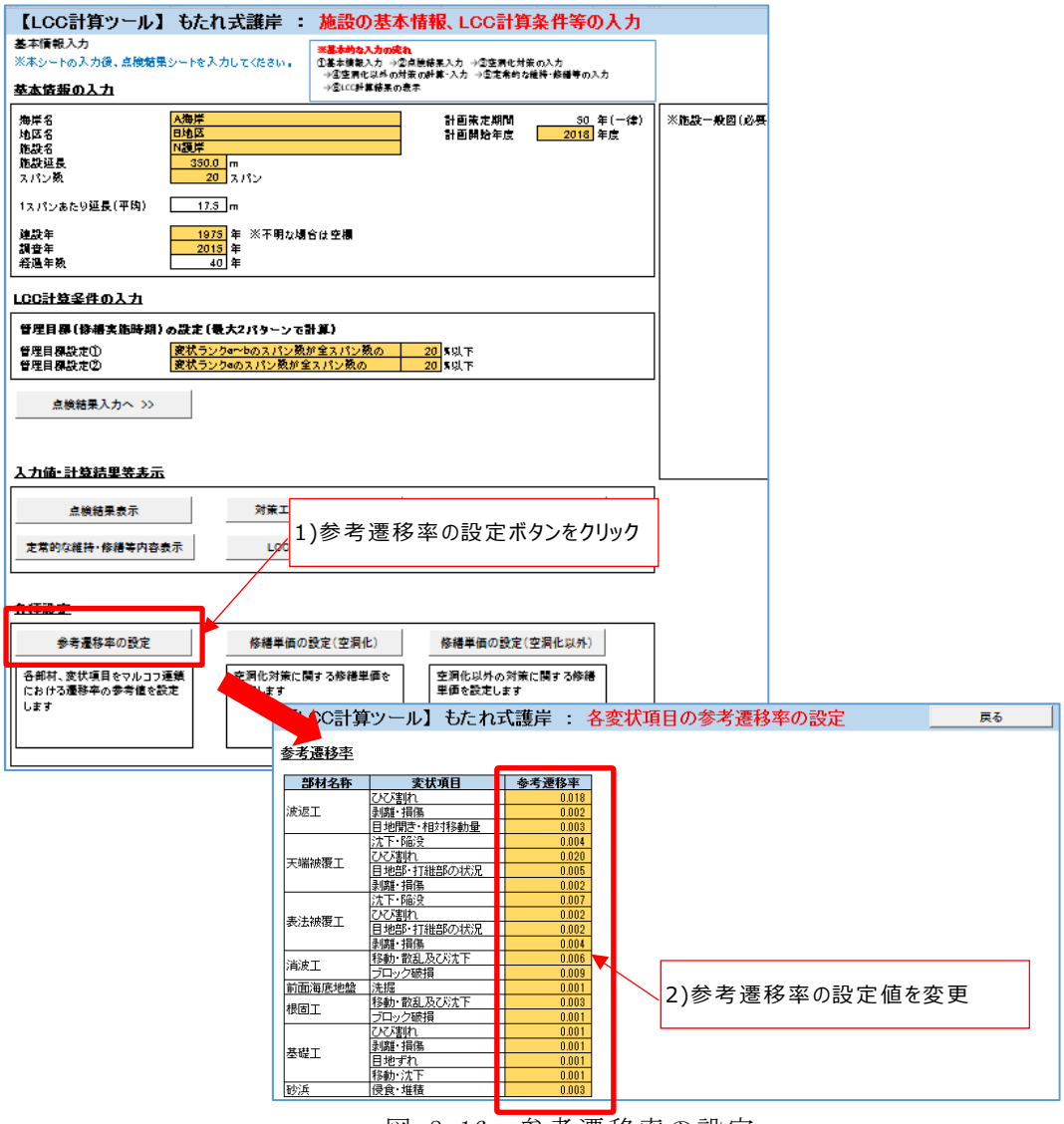


図 2-16 参考遷移率の設定

2-6-2 劣化予測結果に基づく修繕数量及び費用の設定

劣化予測結果（管理目標超過までの年数）に基づき、修繕数量及び修繕費用を計算する。

劣化予測結果より設定した修繕実施時期における劣化ランク別スパン数の割合を計算し、修繕対象数量を設定する。これに対し、対応する工法の施工単価を乗じて修繕費用を計算する。

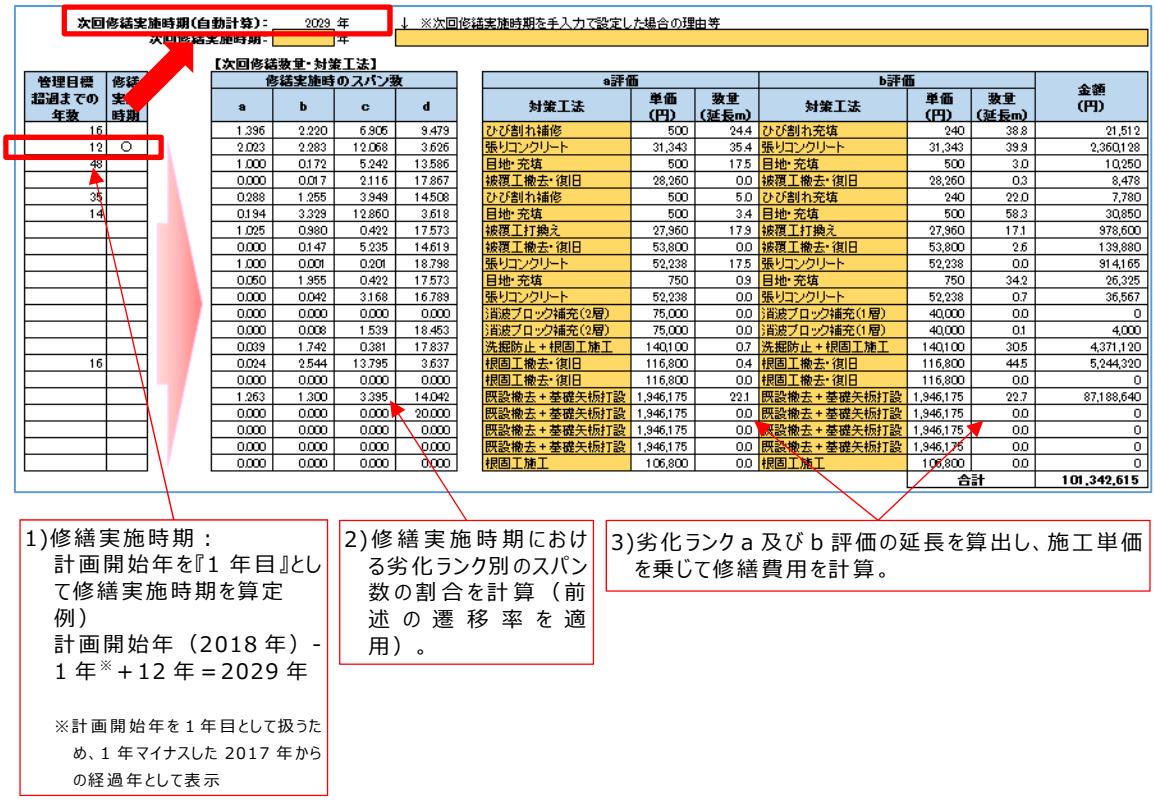


図 2-17　修繕費用の算出

〈入力における留意点〉

- 修繕実施時期を調整したい場合（平準化を行う場合や、修繕の目安とする項目を換えたい等）には、図 2-18 のように実施年を入力することが可能である。
- 一つの項目に対して適用する対策工法が複数ある場合は、図 2-19 のように選択して再計算することが可能である。
- 修繕単価の設定画面は[施設の基本情報の入力]画面より開くことができる（図 2-20）。

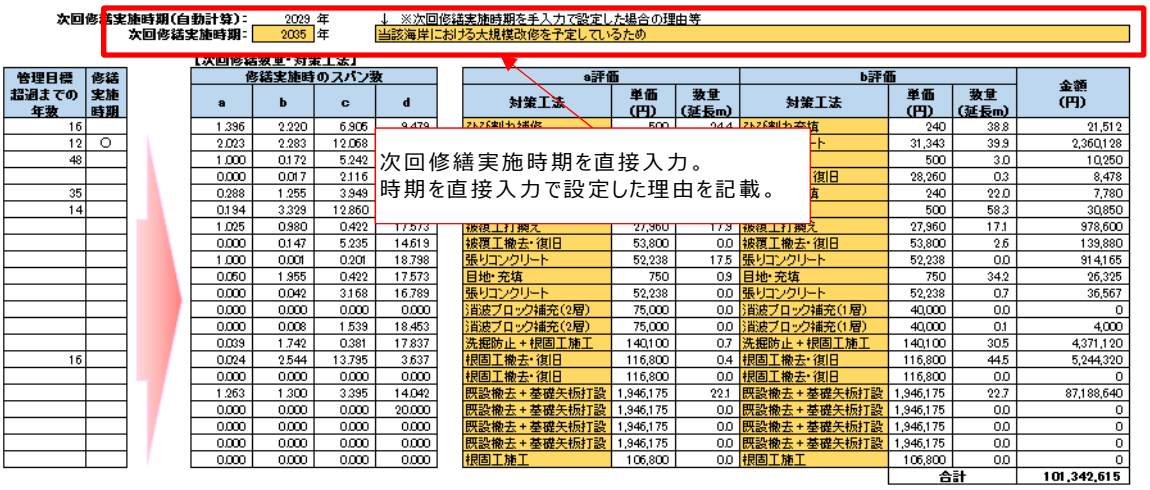


図 2-18 修繕実施時期の変更

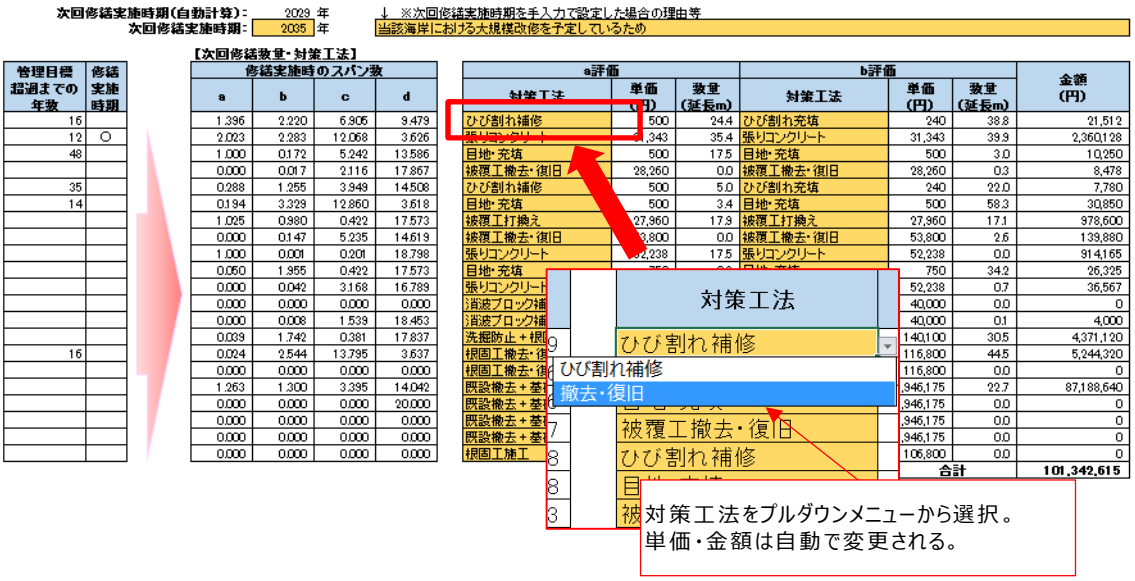


図 2-19 適用する工法の変更

【修繕単価（空洞化以外の対策）の設定の変更手順】

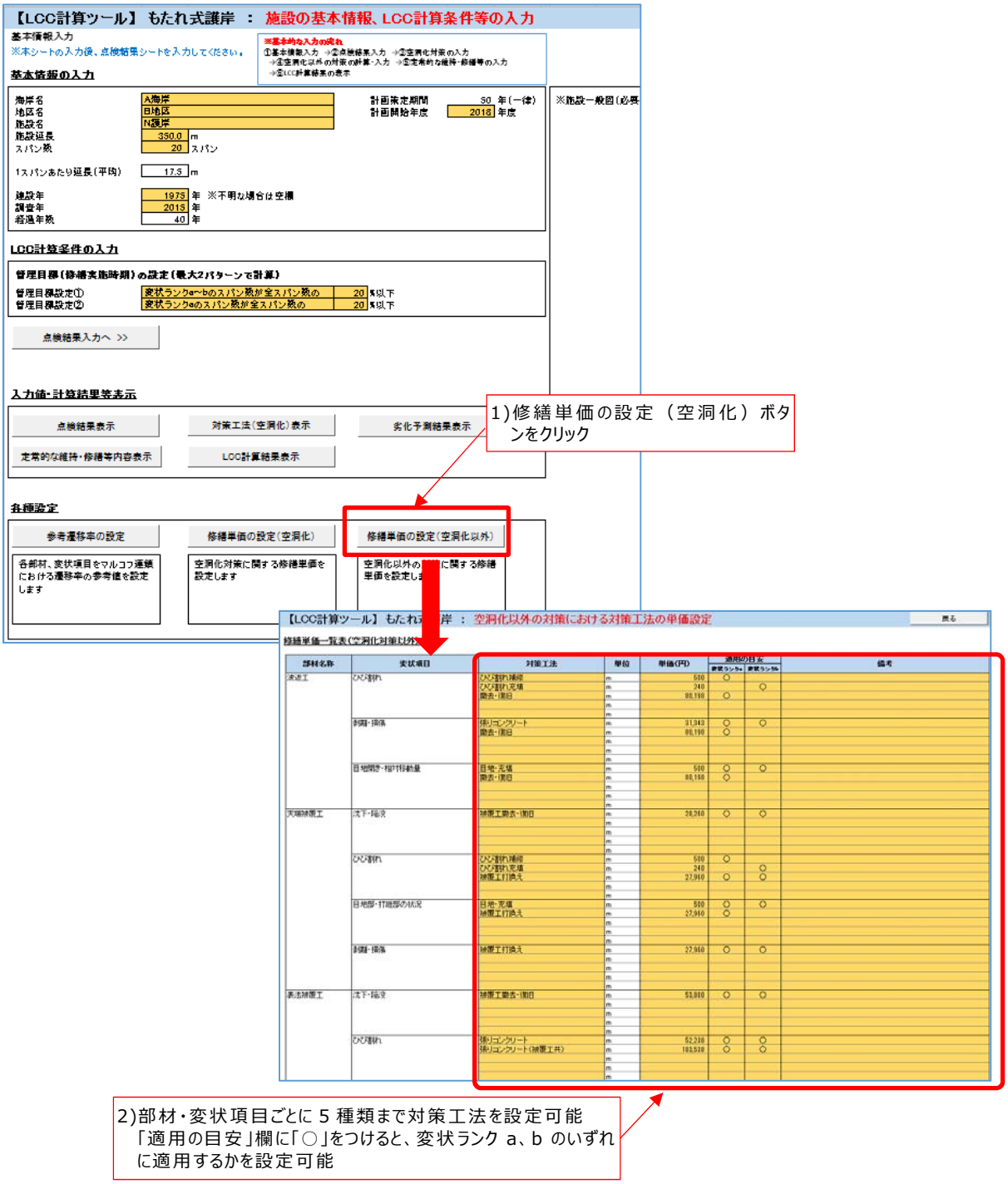


図 2-20 修繕単価（空洞化以外の対策）の設定

2-7 定常的な維持修繕費用の設定

養浜・砂浜の整地など定常的に発生する費用や、天端嵩上げ工事、点検費用など、必要に応じて費用を計上できる。

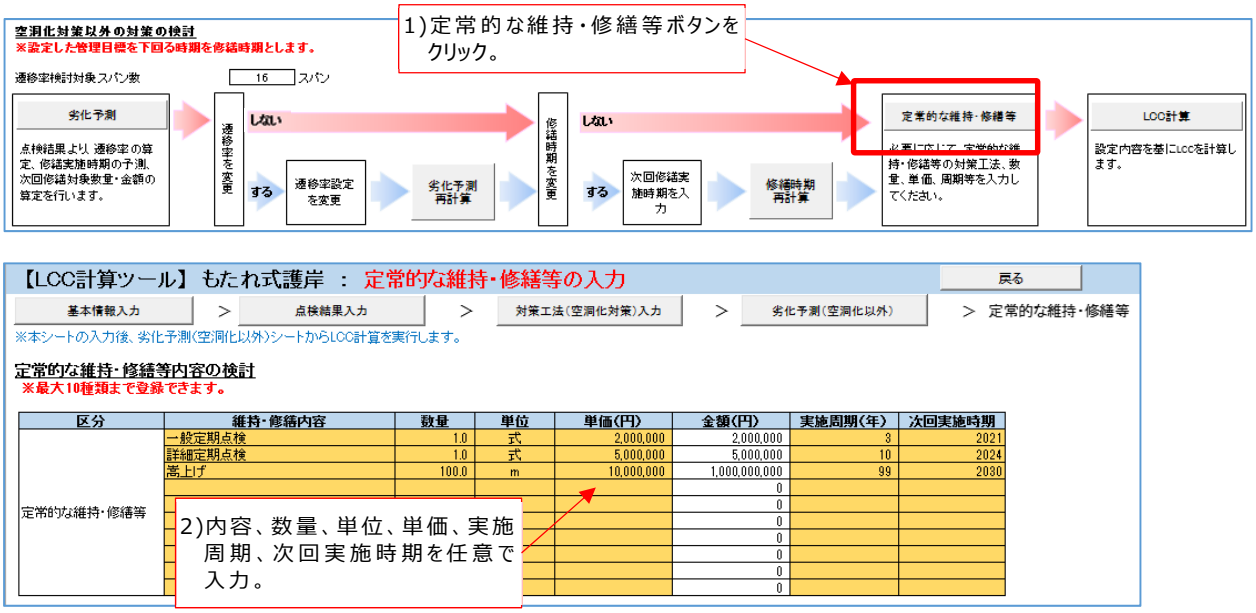


図 2-21 ［定常的な維持・修繕等の入力］画面

〈入力における留意点〉

・ 嵩上げ工事など、一度だけ実施し、その後の実施時期が未定の場合は、実施周期は「99」（年）と入力する。

2-8 LCC 計算結果の表示

入力した情報・計算結果を取りまとめ、LCC 計算結果を年度別費用一覧表とグラフ型式で出力することができる。LCC 計算結果は、管理目標に応じた 2 パターンの LCC 計算結果を表示できる。

また、各年度の費用をクリックすると、その内訳を表示する。

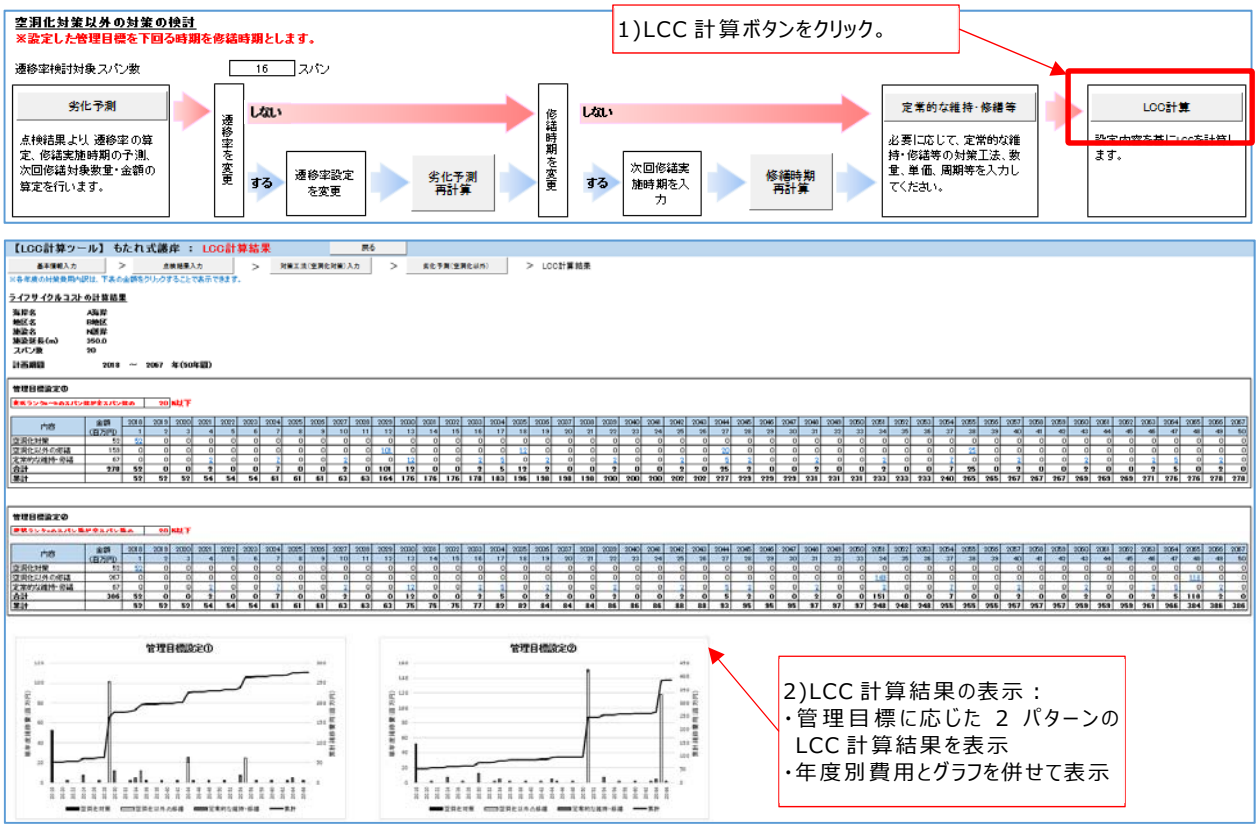


図 2-22 ［LCC 計算結果］画面

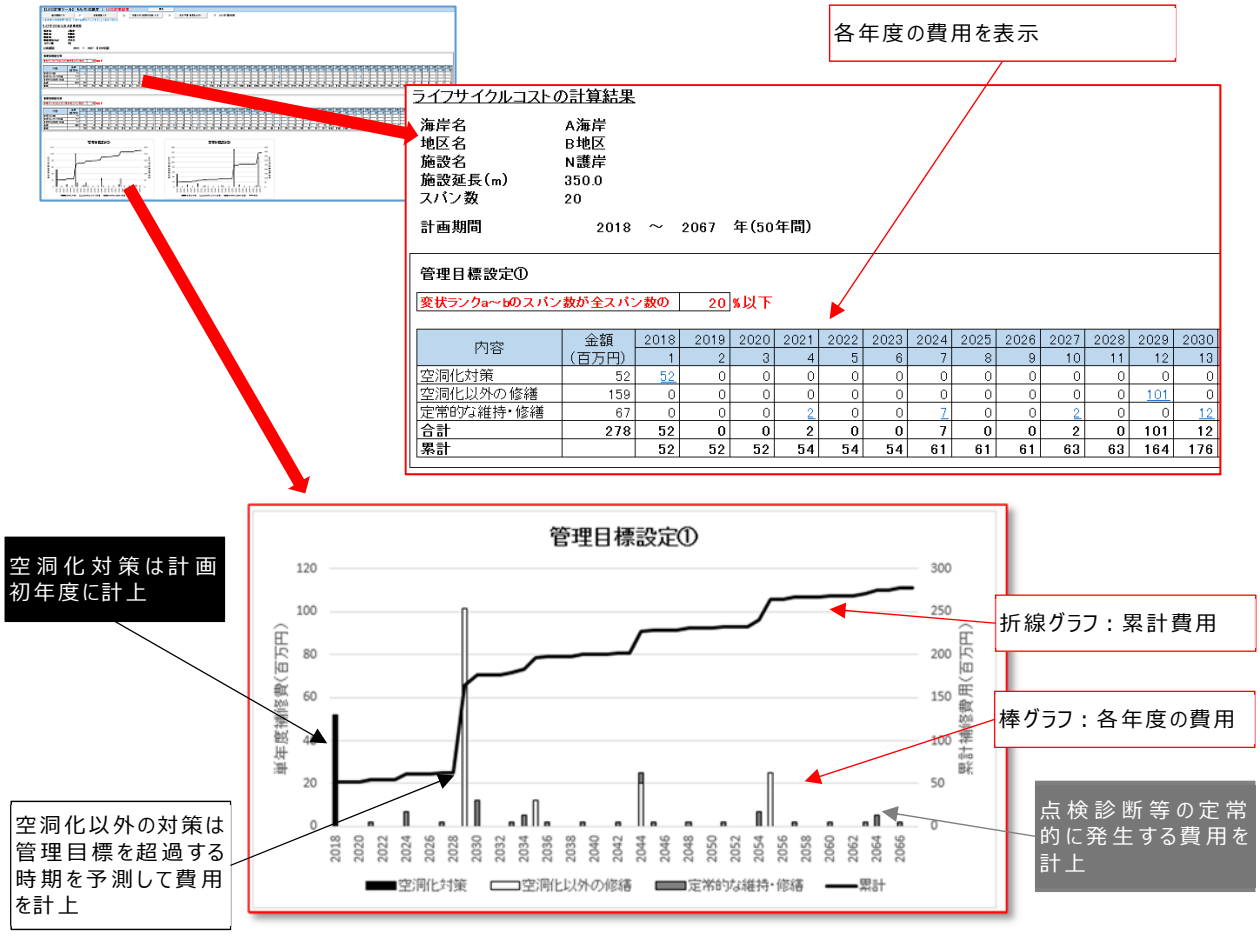


図 2-23 [LCC 計算結果]の表示内容

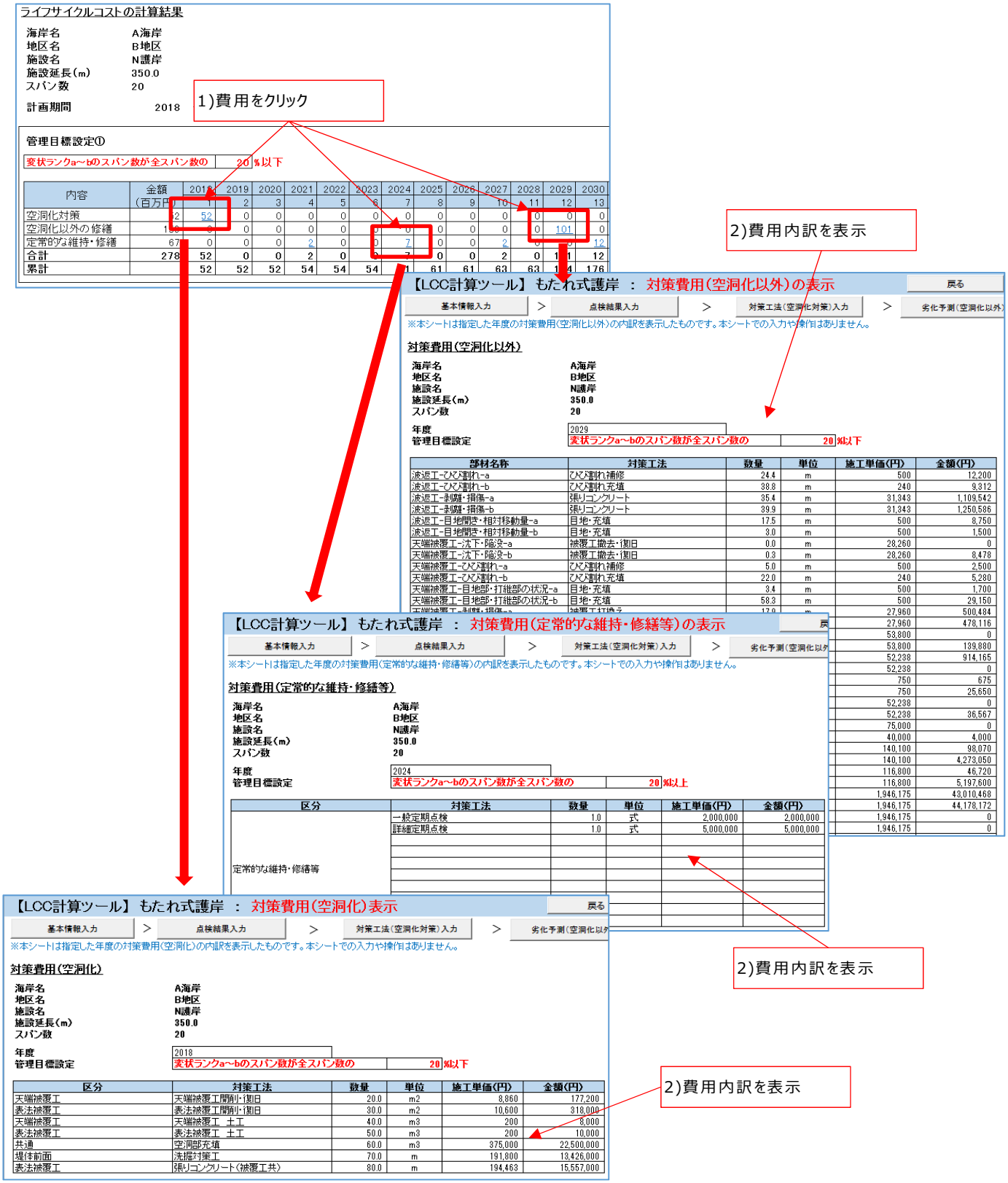


図 2-24 費用内訳の表示

3. 水門・樋門及び陸閘等ゲート設備

3-1 計算の基本的考え方

3-1-1 計算対象部材

当該施設については、それぞれの施設を構成する部材・機器等の分類や名称をそのまま入力して計算することができます。

なお、土木施設（胸壁、取付護岸等）については、それぞれの構造型式に対応した護岸の計算ツールを使用して別途計算するものとする。

陸閘を構成する部材・機器等の設定例：

扉体、開閉装置、制御装置、電気設備　等

水門を構成する部材・機器等の設定例：

扉体、開閉装置、機側操作盤、電気設備（自家発電設備等）照明灯、信号灯、風向風速計等

写真出典：河川用ゲート設備　点検・整備・更新マニュアル（案）（H27.3　国交省）

図 3-1　水門の構成部材の例

3-1-2 計算の基本的考え方

水門・樋門及び陸閘等ゲート設備については、下記①～②に示す費用を図 3-2 に示す手順で計算を行う。

図 3-2　LCC 計算手順（水門・樋門及び陸閘等ゲート設備）

① 構成部材及び装置等の修繕・更新

設備機器については、不具合発生による機能停止（例えば、水門が稼動しない等）を避けるため、設備を構成する部材・機器ごとに設定した修繕周期に基づき定期的に修繕（機器等の更新）を行うものとして LCC を計算することを基本する。また、機器等の更新を行う間に、部分的な修繕（例えば、扉体の塗装や機械設備の分解整備など）を行う場合は、その費用も計上する。

ただし、修繕周期を超過しない場合でも劣化・故障等は発生する可能性があるため、定期的に実施する点検（健全度評価）の結果、健全度が低下している場合は早期の修繕を行う計画として修繕費用を計上する。ここで、設備機器等の健全度評価基準及び LCC 計算における修繕時期の考え方は表 3-1 のとおりである。

例：水門開閉装置（2004 年設置）の修繕費用
開閉装置の更新周期：40 年、分解整備の周期：15 年 と設定した場合

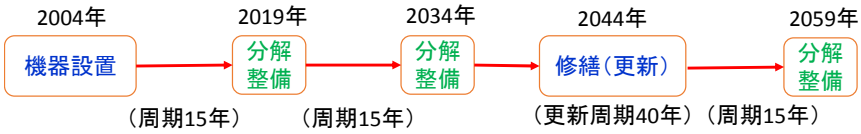


図 3-3 修繕費用計上時期のイメージ

表 3-1 健全度評価基準と LCC 計算における修繕時期の考え方

健全度の評価		状態	LCC 計算における修繕時期の考え方
×	措置段階	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じており、緊急に措置（整備・取替・更新）が必要な状態	早期対策が必要な状態として、計画初年度に修繕を計画
△1	予防保全段階	点検、精密診断、総合診断等の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支承が生じる可能性があり、予防保全の観点から早急に措置（整備・更新・取替）を行うべき状態	
△2	予防保全計画段階	点検、精密診断、総合診断等の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが、2～3 年以内に措置（整備・更新・取替）を行うことが望ましい状態	
△3	要監視段階	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが部品の経過観察が必要な状態	設備設置年（または前回修繕年）と修繕周期により修繕時期を計画 （ただし、すでに修繕時期を過ぎている場合は計画初年度に修繕を計画）
○	健全	点検の結果、設備・機器・部品の機能に支障が生じていない状態	

※ 健全度評価基準は「河川用ゲート設備　点検・整備・更新マニュアル（案）」（H27.3　国交省）に基づく

② 定期点検診断

日常点検や定期点検等に係る費用及び実施周期を入力し、費用を計上する。当該施設においては、日常的に動作確認を行う日常点検や、長寿命化計画の策定・更新等を目的とした定期点検などがあり、対象施設の管理の実情にあわせて設定する。

表 3-2　計算ツールの画面構成と入力方法

シートの名称	入力する内容
①基本情報の入力	・海岸名、地区名、施設名、建設年 ・計画開始年
②LCC 計算条件の入力及び計算結果	・部材等の名称 ・修繕の内容、修繕の区分 ・健全度 ・設置年または前回実施年 ・実施周期 ・次回実施年度（任意で設定する場合） ・修繕/点検単価

③ 管理目標の設定

ゲート設備については，表 3-1 で示した健全度評価において，健全な状態（△3～○）を確保することを目標とするとともに，設定した耐用年数（修繕周期）で更新・修繕を行うこととする．

なお，実際には耐用年数を超過した機器類について，健全な状態であると判断された場合は供用を延伸する場合があるため，適宜修繕時期の調整や耐用年数の見直しを行うことが望ましい．

3-2 基本情報の入力

［施設の基本情報］画面では、計算対象施設に関する基本的な情報を整理して入力する。

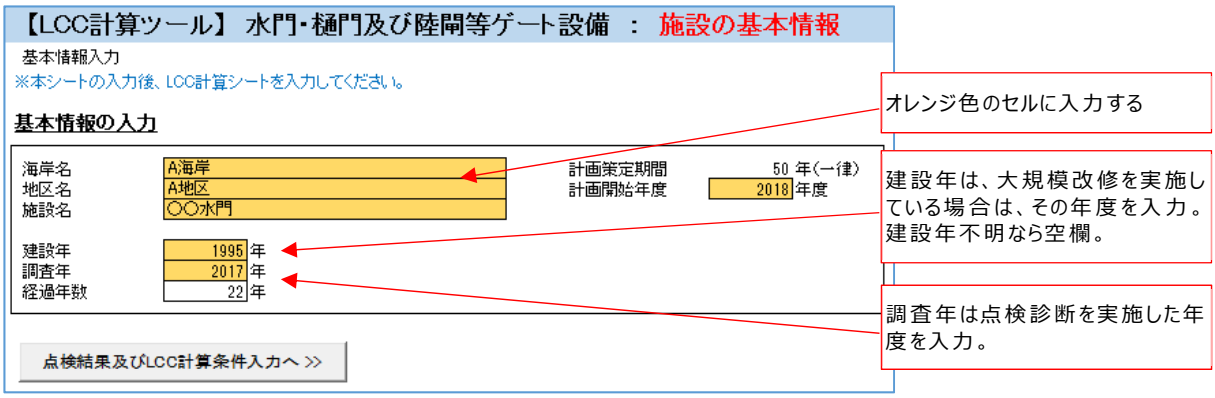


図 3-4 ［施設基本情報］画面

3-3 構成部材・装置の設定、修繕単価及び周期等の入力

[LCC 計算条件及び計算結果]画面では、計算のための条件を入力することで年度ごとの費用及び計算結果のグラフ表示を行うことができる。

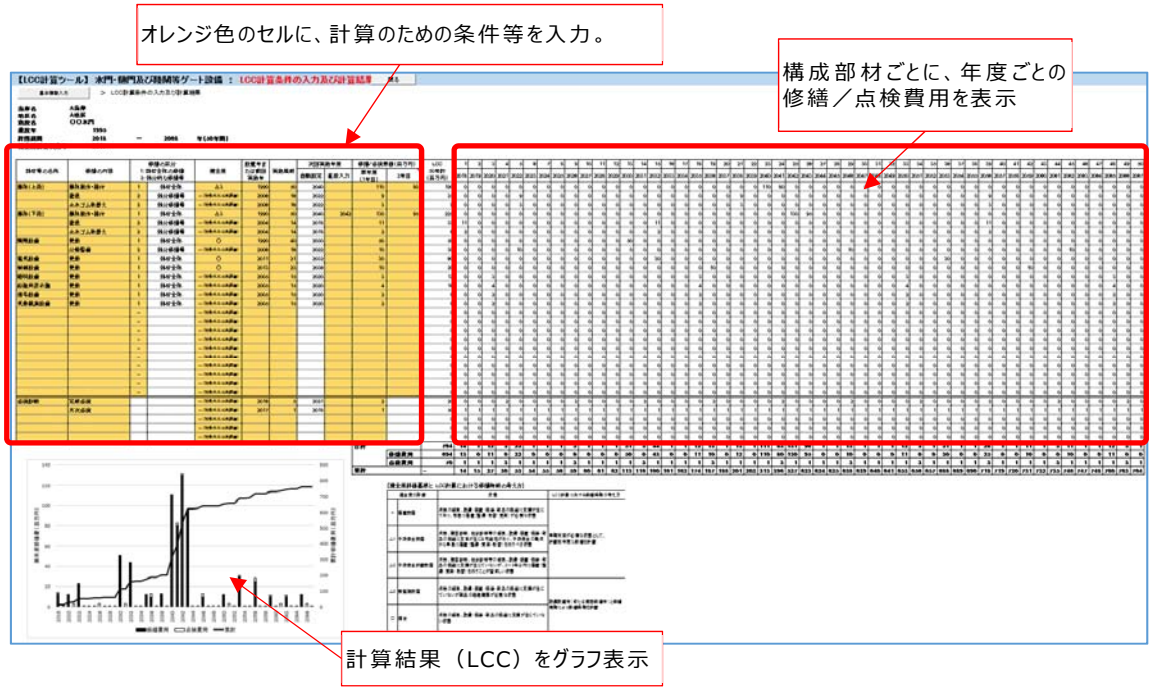


図 3-5 [LCC 計算条件及び計算結果]画面

3-3-1 修繕・点検に関する情報の入力

対象施設の構成を整理し、それぞれの修繕内容を入力する。また、点検の区分を入力する。

〈入力における留意点〉

- 部材等の名称、修繕の内容等については、対象施設の機器構成に基づき入力する。機器構成については、修繕工事の実態（実施単位）を踏まえ、装置レベルで設定することが望ましい。
- 修繕の区分は、以下の考え方で設定する。

  1：部材全体の修繕・・・部材・装置全体の更新

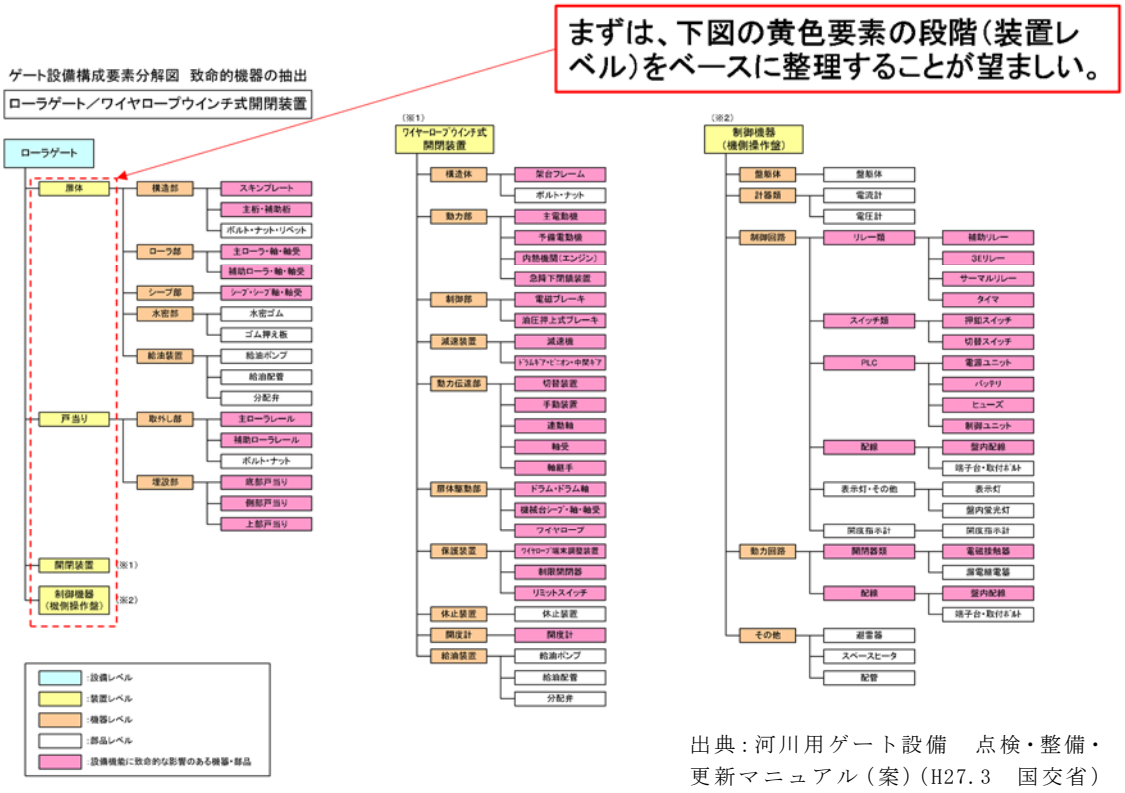
  2. 部分的な修繕・・・分解整備や塗装など、更新周期の合間に実施する修繕（修繕時期は、直近の全体更新のタイミングに合わせて設定）

修繕に関する情報

点検に関する情報

部材等の名称	修繕の内容	修繕の区分 1：部材全体の修繕 2：部分的な修繕等		健全度	設置年または前回実施年	実施周期	次回実施年度 自動設定	次回実施年度 直接入力	修繕/点検単価(百万円) 単年度(1年目)	修繕/点検単価(百万円) 2年目
扉体(上段)	扉体製作･据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040		110	80
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		9	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		3	
扉体(下段)	扉体製作･据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040	2042	130	95
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	14	2018		11	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	14	2018		2	
開閉設備	更新	1	部材全体	○	1990	40	2030		50	
	分解整備	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		10	
電気設備	更新	1	部材全体	○	2011	21	2032		30	
制御設備	更新	1	部材全体	○	2013	23	2036		10	
照明設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		3	
船舶用表示盤	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		4	
信号設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		2	
気象観測設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		2	
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
点検診断	定期点検			－(対象外又は未評価)	2016	5	2021		2	
	月次点検			－(対象外又は未評価)	2017	1	2018		1	
				－(対象外又は未評価)						
				－(対象外又は未評価)						
				－(対象外又は未評価)						

図 3-6　修繕・点検に関する情報の入力箇所



出典：河川用ゲート設備　点検・整備・更新マニュアル（案）（H27.3　国交省）

図 3-7　構成部材の分類設定例

3-3-2 健全度評価結果の入力

構成部材ごとに、河川用ゲート設備　点検・整備・更新マニュアル（案）（H27.3 国交省）に基づく健全度評価結果を入力する。なお、評価結果が無い場合は「－（対象外又は未評価）」とする。

部材等の名称	修繕の内容	修繕の区分 1：部材全体の修繕 2：部分的な修繕等		健全度	設置年または前回実施年	実施周期	次回実施年度 自動設定	次回実施年度 直接入力	修繕/点検単価(百万円) 単年度(1年目)	修繕/点検単価(百万円) 2年目
扉体(上段)	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040		110	80
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		9	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		3	
扉体(下段)	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	5				95
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	1				
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	1				
開閉設備	更新	1	部材全体	○	1990	4				
	分解整備	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	1				
電気設備	更新	1	部材全体	○	2011	2				

プルダウンで入力。

△3
－(対象外又は未評価)
×
△1
△2
△3
○
－(対象外又は未評価)
○

図 3-8　健全度評価結果の入力

3-3-3 部材等の設置年または前回実施年、実施周期の入力

修繕時期を設定するために、各部材の設置年または前回修繕実施年（修繕周期の起点）及び実施周期を入力する（実施周期・実績は巻末資料参照）。

部材等の名称	修繕の内容	修繕の区分 1:部材全体の修繕 2:部分的な修繕等		健全度	設置年または前回実施年	実施周期	次回実施年度		修繕/点検単価(百万円)	
							自動設定	直接入力	単年度(1年目)	2年目
扉体(上段)	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040		110	80
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		9	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		3	
扉体(下段)	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040	2042	130	95
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	14	2018		11	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	14	2018		2	
開閉設備	更新	1	部材全体	○	1990	40	2030		50	
	分解整備	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		10	
電気設備	更新	1	部材全体	○	2011	21	2032		30	
制御設備	更新	1	部材全体	○	2013	23	2036		10	
照明設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		3	
船舶用表示盤	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		4	
信号設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		2	
気象観測設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		2	
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
点検診断	定期点検			－(対象外又は未評価)	2016	5	2021		2	
	月次点検			－(対象外又は未評価)	2017	1	2018		1	
				－(対象外又は未評価)						
				－(対象外又は未評価)						
				－(対象外又は未評価)						

実績等を基に前回修繕年、実施周期を入力。

図 3-9　　3-3-2 部材等の設置年または前回実施年、実施周期の入力

〈入力における留意点〉

- 設置年または前回実施年は、対象施設の修繕/点検履歴を工事台帳等より整理して入力する。
- 実施周期は、河川用ゲート設備　点検・整備・更新マニュアル（案）(H27.3 国交省）において掲載されている「標準的な取替・更新年数」や、管内の実績等を参考に設定する。

3-3-4 次回実施年度の確認・入力

次回実施年度は、「設置年または前回実施年」＋「実施周期」より自動的に設定されるが、任意で設定することも可能である。

部材等の名称	修繕の内容	修繕の区分 1:部材全体の修繕 2:部分的な修繕等		健全度	設置年または前回実施年	実施周期	次回実施年度		修繕/点検単価(百万円)	
							自動設定	直接入力	単年度(1年目)	2年目
扉体(上段)	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040		110	80
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		9	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		3	
扉体(下段)	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040	2042	130	95
	塗装	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	14	2018		11	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2004	14	2018		2	
開閉設備	更新	1	部材全体	○	1990	40	2030		50	
	分解整備	2	部分修繕等	－(対象外又は未評価)	2006	16	2022		10	
電気設備	更新	1	部材全体	○	2011	21	2032		30	
制御設備	更新	1	部材全体	○	2013	23	2036		10	
照明設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		3	
船舶用表示盤	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		4	
信号設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		2	
気象観測設備	更新	1	部材全体	－(対象外又は未評価)	2005	15	2020		2	
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－								
		－								
		－								
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
		－		－(対象外又は未評価)						
点検診断	定期点検			－(対象外又は未評価)	2016	5	2021		2	
	月次点検			－(対象外又は未評価)	2017	1	2018		1	
				－(対象外又は未評価)						
				－(対象外又は未評価)						
				－(対象外又は未評価)						

必要に応じて、次回実施年度を任意に設定。

図 3-10 次回実施年度の確認・入力

〈入力における留意点〉

- 以下の場合は、次回実施年度は計画初年度に設定される。
  - ① 「設置年または前回実施年」＋「実施周期」が計画初年度以前の場合
  - ② 健全度が「×、△1、△2」(早期の対策が必要) とされた場合
- 実施年度を修正する場合として、以下のような例がある。
  - ① 既定計画において実施時期が決定している
  - ② 修繕費用の平準化が必要である
  - ③ 健全度評価より、実施周期を超過した場合でもある程度の期間支障なく運用可能と判断した場合 など

3-3-5 修繕・点検単価の入力

修繕・点検単価を入力する。単価については、管内実績や積算等により設定する。修繕の区分が「1：部材全体の修繕」の場合、大規模な工事となるため 2 年に分けて費用を計上することが可能である（例：扉体の製作を 1 年目、据付工事を 2 年目に実施する場合など）。

部材等の名称	修繕の内容	修繕の区分 1：部材全体の修繕 2：部分的な修繕等		健全度	設置年または前回実施年	実施周期	次回実施年度		修繕/点検単価（百万円）	
							自動設定	直接入力	単年度（1年目）	2年目
扉体（上段）	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040		110	80
	塗装	2	部分修繕等	－（対象外又は未評価）	2006	16	2022		9	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－（対象外又は未評価）	2006	16	2022		3	
扉体（下段）	扉体製作・据付	1	部材全体	△3	1990	50	2040	2042	130	95
	塗装	2	部分修繕等	－（対象外又は未評価）	2004	14	2018		11	
	止水ゴム取替え	2	部分修繕等	－（対象外又は未評価）	2004	14	2018		2	
開閉設備	更新	1	部材全体	○	1990	40	2030		50	
	分解整備	2	部分修繕等	－（対象外又は未評価）	2006	16	2022		10	
電気設備	更新	1	部材全体	○	2011	21	2032		30	
制御設備	更新	1	部材全体	○	2013	23	2036		10	
照明設備	更新	1	部材全体	－（対象外又は未評価）	2005	15	2020		3	
船舶用表示盤	更新	1	部材全体	－（対象外又は未評価）	2005	15	2020		4	
信号設備	更新	1	部材全体	－（対象外又は未評価）	2005	15	2020		2	
気象観測設備	更新	1	部材全体	－（対象外又は未評価）	2005	15	2020		2	
		－		－（対象外又は						
		－		－（対象外又は						
		－		－（対象外又は						
		－		－（対象外又は						
		－		－（対象外又は						
		－		－（対象外又は						
		－		－（対象外又は未評価）						
		－		－（対象外又は未評価）						
		－		－（対象外又は未評価）						
		－		－（対象外又は未評価）						
点検診断	定期点検			－（対象外又は未評価）	2016	5	2021		2	
	月次点検			－（対象外又は未評価）	2017	1	2018		1	
				－（対象外又は未評価）						
				－（対象外又は未評価）						
				－（対象外又は未評価）						

修繕／点検の単価を入力。「1：部材全体の修繕」の場合には、必要に応じて 2 ヵ年に分けて費用を設定する。

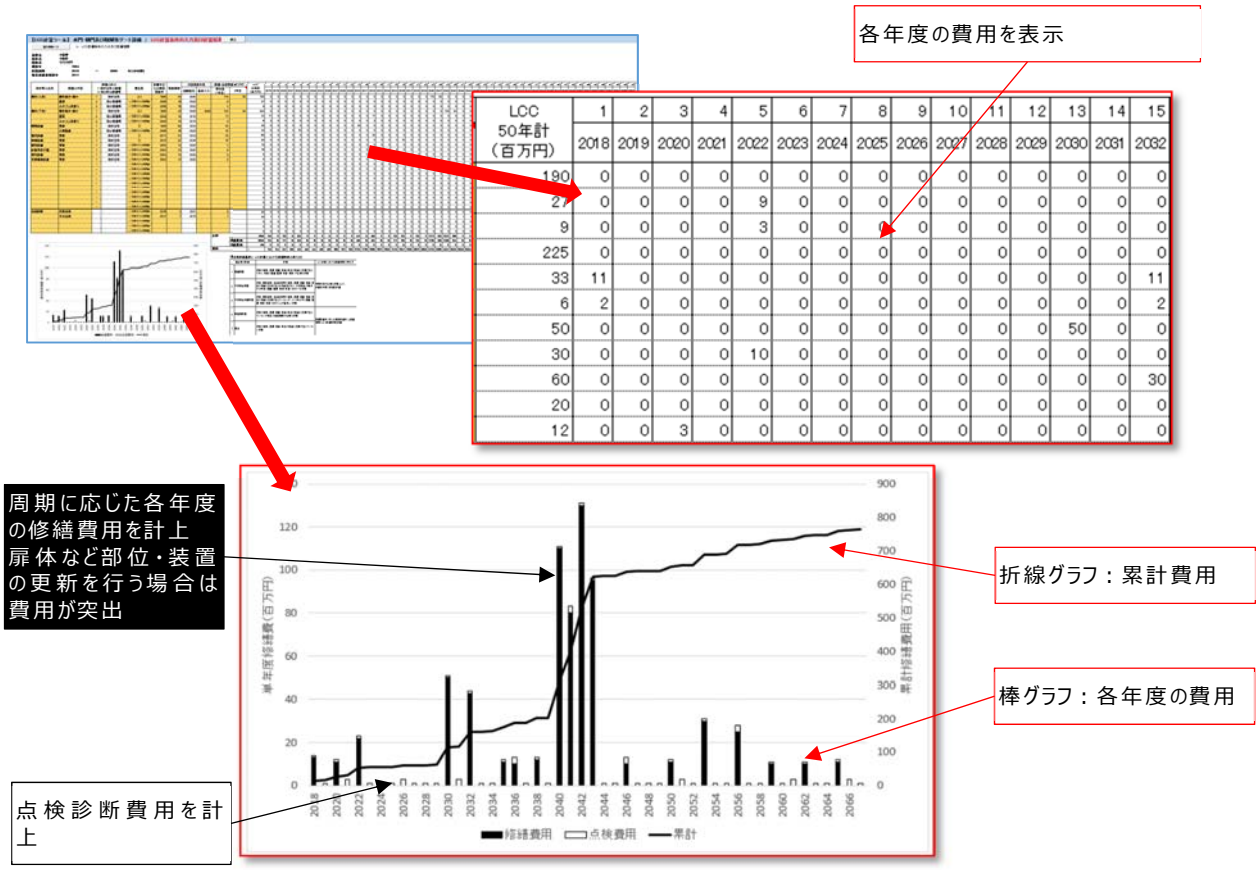
図 3-11 修繕・点検単価の入力

〈入力における留意点〉

- 「2：部分修繕等」の場合は 2 年目の欄に入力しても計算結果に反映はされない仕様となっている。

3-4 LCC 計算結果の表示

LCC 計算結果は、[LCC 計算条件及び計算結果]画面において計算条件の入力内容に基づき表示される。



LCC 50年計（百万円）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
30	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

図 3-12 LCC 計算結果の表示

4　LCC 計算をスムーズに行うための留意点

LCC 計算ツールは、極力簡潔な操作で LCC を計算することを目指して開発した。ただし、計算を行うためのデータについては、日常業務（台帳管理・点検業務など）の段階から、LCC 計算等に活用しやすい形で取りまとめておくことが必要である。以降に、LCC 計算など維持管理に係るデータ管理の留意点を示す。

① 施設台帳の管理:台帳断面は最新のものとなるよう定期的に確認･更新し、さらに設計条件や関連図書（補修設計報告書や工事完成図書等）と紐付けて管理することで、改良・修繕に関する検討を行う際の資料収集等を効率化できる。

② 修繕履歴の蓄積：修繕を実施した場合は、その内容・積算の内訳等を施設台帳等とあわせて蓄積しておくと、LCC 計算に使用する修繕単価や修繕周期の設定を行う際の基礎資料とすることができる。

③ 点検診断結果の様式の統一：点検診断の結果（劣化ランク評価結果や空洞化調査結果等）の整理様式を、LCC 計算ツールへのコピーや複数施設の比較がしやすいように管内で統一しておくと、今後の計算・分析作業の効率化を図ることができる。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1038 July 2018

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp