

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1226

October 2022

既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する  
情報提供システムの開発及び改良  
～点検診断結果から保有性能評価・劣化予測・類似施設の  
情報提供等を行う評価ツールについて～

坂田憲治・井山繁・辰巳大介

Development and Improvement of an Information Provision System That  
Contributes to the Judgment of Inspections, Repairs, and Usage Restrictions of  
Existing Port Facilities

~An evaluation tool that evaluates structural performances, predicts  
deteriorations, etc. based on inspections and diagnoses~

SAKATA Kenji, IYAMA Shigeru, TATSUMI Daisuke

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

# 既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する 情報提供システムの開発及び改良 ～点検診断結果から保有性能評価・劣化予測・類似施設の 情報提供等を行う評価ツールについて～

坂田憲治\*・井山 繁\*\*・辰巳大介\*\*\*

## 要 旨

既存港湾施設では、未だ老朽化に起因する事故・損傷が発生している。その背景として、港湾管理者は、人員等が限られ、技術的な専門知識も十分に有していないことが多いため、効果的な点検、補修及び利用制限等の実施時期及び範囲等を判断することが困難なこと等が挙げられる。一方で、既存港湾施設の保有性能を定量的に評価するためには、専門家による詳細調査を実施する必要があり、費用及び時間を要する。安全で効率的（時間・費用）な維持管理のため、簡易な目視等による点検診断結果を用いた、保有性能の評価等による点検、補修及び利用制限等の実施時期及び範囲等の判断に資するツールが必要である。

そこで、保有性能の要素技術及び既存知見を活用して、点検診断結果を入力することで港湾施設の保有性能の評価、劣化予測を行うとともに類似施設情報等を提供する「既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する情報提供システム」を開発し、2019年8月から国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾施工システム・保全研究室のホームページで公開し、運用を開始した。また、その後、港湾管理者へのヒアリング調査結果等を踏まえて、一部改良し、2021年度に改良版を公開した。

本資料は、上記情報提供システムの開発及び改良概要を、港湾管理者へのヒアリング調査と共に整理したものである。また、この情報提供システムを開発等した際、港湾施設の今後50年間で必要となるライフサイクルコストを算出し、情報提供システムにそのLCC情報を提供する、港湾構造物 LCC 計算プログラムも改良した。そこで、このLCC計算プログラムの改良概要も、プログラム利用実態調査と共に併せて整理した。

キーワード：維持管理，点検診断，利用制限，保有性能，ライフサイクルコスト

---

\*港湾研究部 主任研究官

\*\*元 港湾研究部 港湾施工システム・保全研究室長（現 国土交通省 港湾局 海岸・防災課 危機管理室長）

\*\*\*港湾研究部 港湾施工システム・保全研究室長

# Development and Improvement of an Information Provision System That Contributes to the Judgment of Inspections, Repairs, and Usage Restrictions of Existing Port Facilities

~An evaluation tool that evaluates structural performances, predicts  
deteriorations, etc. based on inspections and diagnoses~

**SAKATA Kenji\***

**IYAMA Shigeru\*\***

**TATSUMI Daisuke\*\*\***

## Synopsis

Accidents and damage have occurred due to the aging of existing port facilities. Port management bodies are understaffed and do not have sufficient technical expertise. Therefore, it is difficult to judge the effective timing and area of inspections, repairs, and usage restrictions. On the other hand, to quantitatively evaluate the structural performance of existing port facilities, detailed surveys by experts are required. It is necessary to have a tool that contributes to judgments of inspections, repairs, and usage restrictions based on the evaluations of structural performances using the results of simple visual inspections.

We developed an information provision system that contributes to those judgments and released it on our website in August 2019. Then, based on the results of interviews with port management bodies, etc., we improved it and released a new version in FY 2021.

This paper provides the outline of the development and improvement of the system along with interviews with port management bodies. When we developed the system, we also improved the life-cycle cost-estimation program for port facilities, which calculates the life-cycle costs for port facilities over the next 50 years and also links with the system. This paper provides the improvement outline of the program together with the program usage survey.

**Key Words** : maintenance and management, inspection and diagnosis, usage restrictions, structural performances, life-cycle costs

---

\*Senior Researcher, Port and Harbor Department

\*\*Former Head of Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department (current Head of Security and Emergency Management Office Coastal Administration and Disaster Management Division, Ports and Harbors Bureau, MLIT.)

\*\*\*Head of Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department

## 目 次

1. はじめに.....	1
1.1 背景と目的.....	1
1.2 既往研究.....	1
2. 既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する情報提供システムの開発及び改良... 2	2
2.1 情報提供システムの全体構成並びに開発及び改良の経緯.....	2
2.2 劣化位置情報等の提供.....	5
2.3 補修時期情報の提供.....	6
2.4 類似事例情報の提供.....	7
2.5 港湾構造物 LCC 計算プログラムによる LCC 情報の提供.....	7
2.6 情報提供システム（プロトタイプ）の機能や出力情報に関するヒアリング調査.....	8
2.7 ヒアリング調査結果等を踏まえた情報提供システムの改良.....	9
3. 港湾構造物 LCC 計算プログラムの改良.....	10
3.1 プログラムの全体構成並びに開発及び改良の経緯.....	10
3.2 プログラム内の自動計算.....	14
3.3 プログラムの利用実態調査.....	16
3.4 利用実態調査結果等を踏まえたプログラムの改良.....	17
4. おわりに.....	18
4.1 まとめ.....	18
4.2 今後の課題.....	18
謝辞.....	18
参考文献.....	18
付録 A 情報提供システムによる矢板式係船岸及び重力式係船岸のエプロン等の劣化度評価結果の可視化.....	20
付録 B 点検診断事例データベースの検索画面及び検索結果例（栈橋の場合）.....	21
付録 C 事件事例データベースの検索画面及び検索結果例.....	23



# 1. はじめに

## 1.1 背景と目的

既存港湾施設を長寿命化し、有効活用するための取り組みとして、これまでも国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）<sup>1)</sup>、<sup>2)</sup>や港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン<sup>3)</sup>等が策定され、維持管理計画に基づく点検診断及び予防保全事業が実施されているが、未だ港湾施設の老朽化に起因する事故・損傷が発生している。

その背景として、老朽化する港湾施設が増加する中（図-1.1）、港湾管理者は、人員等が限られ、技術的な専門知識も十分に有していないことが多いため、既存港湾施設の効果的な点検、補修及び利用制限等の実施時期及び範囲等を判断することが困難なことが挙げられる。一方で、既存港湾施設の保有性能を定量的に評価するためには、専門家による詳細調査を実施する必要があり、時間及び費用を要する（図-1.2）。

将来にわたって安全で強靱なインフラを維持・確保するためには、Plan（計画）、Do（実施）、Check（評価）、Act（改善）といった一連のメンテナンスサイクルを構築し、継続及び発展させていくことが極めて重要である。そのためには、簡単な目視等による点検診断(D)の結果を用いた、既存港湾施設の保有性能の評価等による点検、補修及び利用制限等の実施時期及び範囲等の判断に資するツールが必要である。

そこで、安全で効率的（時間・費用）な維持管理のため、保有性能の要素技術及び既存知見を活用して、点検

診断結果を入力することで港湾施設の保有性能の評価、劣化予測を行うとともに類似施設情報等を提供する、「既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する情報提供システム」（以下「情報提供システム」という。）を開発し、2019年8月から国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾施工システム・保全研究室（以下「保全研究室」という。）のホームページで公開し、運用を開始した。その後、複数の港湾管理者へのヒアリング調査結果等を踏まえて一部改良し、2021年8月に改良版を公開<sup>5)</sup>した。

以上を踏まえ、本資料は、情報提供システムの開発及び改良概要について、開発等を行う上で実施した港湾管理者へのヒアリング調査とともに整理したものである。

なお、情報提供システムを公開した際、利用者が容易に利用できるよう、情報提供システムの操作方法等を掲載した「既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する情報提供システム利用マニュアル」を配布（情報提供システムダウンロード時に提供）している。

また、情報提供システムを開発等した際、港湾施設の今後50年間で必要となるライフサイクルコスト（以下「LCC」という。）等を算出し、情報提供システムにそのLCC情報を提供する、港湾構造物 LCC計算プログラム（以下「LCC計算プログラム」という。）も改良した。そこで、本資料は、LCC計算プログラムの改良概要も、LCC計算プログラムの利用実態調査とともに併せて整理した。なお、LCC計算プログラムは、情報提供システムの開発よりも以前に開発したプログラムであり、2013年5月から保全研究室のHPで公開<sup>6)</sup>し、運用を開始している。また、LCC計算プログラムも公開した際、利用者が容易に利用できるよう、LCC計算プログラムの操作方法等を掲載した「港湾構造物 LCC計算プログラム利用マニュアル（以下「LCC計算プログラムの利用マニュアル」という。）を配布（LCC計算プログラムダウンロード時に提供）している。

本資料の構成は次のとおりであり、2章では、既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する情報提供システムの開発及び改良について、3章では、港湾構造物 LCC計算プログラムの改良について示し、そして、4章で結論及び今後の課題を示す。

## 1.2 既往研究

既存港湾施設の点検診断結果を用いて、その施設の保有性能を簡便に評価する既往研究等を、事故・損傷が多数生じている係留施設の部材の変状毎に調査した。

エプロン下面部の吸出し、空洞化に関しては、例えば、堂坂ら<sup>7)</sup>が、重力式係船岸の空洞の発生状況を整理分析



図-1.1 建設後50年以上経過する岸壁数の割合<sup>4)</sup>

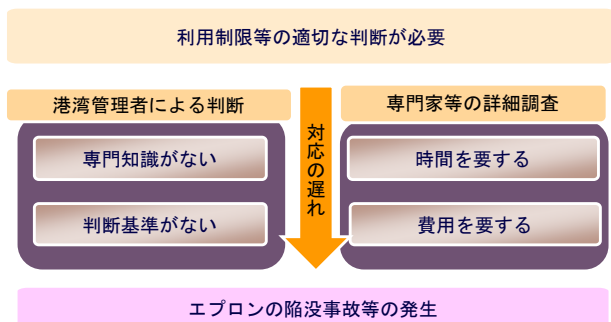


図-1.2 老朽化する港湾施設で事故等が発生する背景

し、目地部に近いほど空洞が数多く確認される傾向にあることを示している。また、中村ら<sup>8)</sup>は、矢板式係船岸の腐食孔からの裏埋土砂の吸出しが、腐食孔の内部に生じる冲向き流速が大きいほど発生しやすいことなどを水理実験等を通じて示している。さらに、矢板式係船岸の鋼管矢板の腐食・亀裂・損傷に関しては、例えば、山路ら<sup>9)</sup>が長期海洋暴露試験に基づく鋼管杭の防食工法の劣化状況を調査している。しかし、これらの研究は、点検診断結果から、その施設の保有性能を簡便に評価することを主眼にしていない。

一方で、栈橋上部工下面の劣化、損傷に関しては、例えば、加藤ら<sup>10)</sup>が、点検診断結果(劣化度)を用いて、鉄筋コンクリート部材の保有性能(耐荷力比)を推定する手法を提案している。また、兵頭ら<sup>11)</sup>は、空間統計学を活用し、栈橋上部工下面の点検診断結果(塩化物イオン濃度測定)から、栈橋上部工下面全体の塩化物イオン濃度の分布傾向を推定する手法を提案している。栈橋上部工下面の劣化、損傷に関するこれらの研究はいずれも、別途詳細調査を実施せずに、点検診断結果を用いて、その施設の保有性能を簡便に推計することを可能としている。

以上のように、既存港湾施設の点検診断結果を用いて、その施設の保有性能を簡便に評価する既往研究の有無は、部材の変状に応じて異なり、保有性能の評価手法に関する技術的知見は必ずしも一元的に整理されていない。このため、点検診断結果に基づき、耐荷力評価・補修時期などの情報を提供するツールが必要である。

また、既存港湾施設の点検・補修等の実施時期及び範囲等の判断を支援するツールとしては、例えば、保全研究室で運用しているLCC計算プログラムの他、海岸保全施設を対象とした、海岸保全施設のライフサイクルコストの計算ツール<sup>12)</sup>などがある。いずれも、点検診断結果(劣化度)から計算対象施設の今後50年間で必要となるLCC等を算出するものである。しかし、港湾管理者が、既存港湾施設の効果的な点検、補修及び利用制限等の実施時期及び範囲等を適切に判断するためには、LCCに加え、耐荷力等の保有性能も併せて簡便に評価するツールが必要である。

## 2. 既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する情報提供システムの開発及び改良

### 2.1 情報提供システムの全体構成並びに開発及び改良の経緯

#### (1) 情報提供システムの全体構成

情報提供システムは、既存港湾施設の施設基本情報(施設名称、建設年、点検診断実施年等)及び、港湾の施設の点検診断ガイドライン<sup>13)</sup>(以下「点検診断ガイドライン」という。)に基づき実施された一般定期点検診断結果等(表-2.1に示す部材の劣化度a~d等)を入力することによって、港湾施設の劣化位置情報等(劣化度評価の可視化、耐荷力評価等)、補修時期(劣化予測の実施及び結果)、類似施設情報(事故・利用制限事例等)及びLCC情報等を出力し、港湾管理者の効果的な点検診断や補修、利用制限の時期・範囲等の判断を支援するものである(図-2.1)。

情報提供システムの対象施設は、係留施設(栈橋、矢板式係船岸、重力式係船岸)、外郭施設(重力式防波堤、矢板式護岸、重力式護岸)及び臨港交通施設(臨港道路、臨港道路橋)である。

情報提供システムの出力情報(栈橋の例)を図-2.2に示す。また、対象施設毎の出力情報は、表-2.2のとおりである。出力される各情報については、2.2~2.5で述べる。

情報提供システムは、Microsoft Excel 及び Microsoft Access での使用を前提として開発した。そのため、保全研究室から情報提供システムをダウンロードした後は、利用者のPC上で、インターネットに接続せずに利用することが可能である。

#### 情報提供システムに入力する情報

- A) 施設基本情報(施設名称、建設年、点検診断実施年等)
- B) 一般定期点検診断結果等(劣化度(a~d)、測定結果(肉厚測定、陽極消耗量等))

計算

#### 情報提供システムに出力される情報

- 劣化位置情報等(劣化度評価の可視化、耐荷力評価等)
- 類似施設情報(事故・利用制限事例等)
- 補修時期情報(劣化予測の実施及び結果)
- LCC情報(LCC計算プログラムによる提供)
- 評価・留意点(維持管理上の注意事項等)

図-2.1 情報提供システムの入力情報及び出力情報

表-2.1 劣化度の判定基準<sup>13)</sup>

劣化度	部材の劣化度の判定基準
a	部材の性能が著しく低下している状態
b	部材の性能が低下している状態
c	変状はあるが、部材の性能の低下がほとんど認められない状態
d	変状が認められない状態

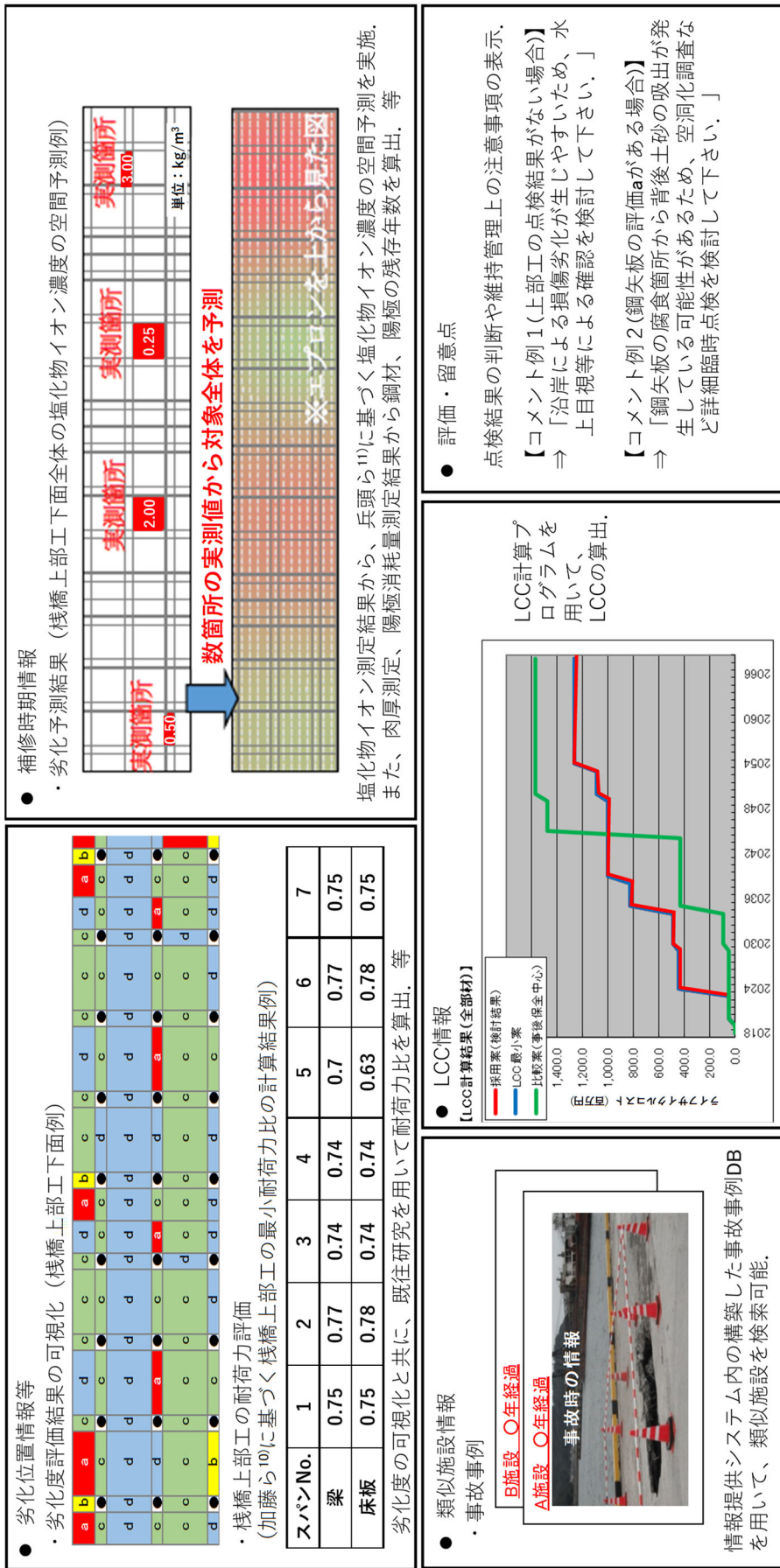


図-2.2 情報提供システムの出力情報（栈橋の例）



表-2.2 情報提供システムの対象施設毎の出力情報

出力情報	係留施設			外郭施設			臨港交通施設	
	栈橋	矢板式 係船岸	重力式 係船岸	重力式 防波堤	矢板式 護岸	重力式 護岸	臨港 道路橋	臨港 道路
劣化位置情報等の提供								
・部材毎の劣化度評価結果の可視化	○	○	○	○	○	○	○	○
・測定・分析結果の可視化	○※1	○※2	-	-	○※2	-	○※3	-
・栈橋上部工の耐荷力評価	○	-	-	-	-	-	-	-
・施設全体の耐荷力評価	○	○	○	-	○	○	-	-
補修時期情報の提供								
・劣化予測結果	○※4	○※2	-	-	○※2	-	○※3	-
・劣化予測に関連する参考情報	○	○	○	○	○	○	○	○
類似施設情報の提供								
・事故事例の各種情報	○	○	○	○	○	○	○	○
LCC計算プログラムとの連携によるLCC情報の提供								
・LCC計算プログラムによる LCCの算出	○	○	○	○	○	○	○	○

○：出力対象，-：出力対象外。

※1：上部工下面の塩化物イオン濃度測定，鋼材の肉厚測定，陽極の消耗量測定を対象とする。

※2：鋼材の肉厚測定，陽極の消耗量測定を対象とする。

※3：コンクリート部材の塩化物イオン濃度測定を対象とする。

※4：上部工下面の塩化物イオン濃度測定（空間予測図も含め），鋼材の肉厚測定，陽極の消耗量測定を対象とする。

(2) 情報提供システムの開発及び改良の経緯

情報提供システムは、まず、2016年度～2018年度の3ヶ年かけて、老朽化に起因する事故・損傷が多数生じている係留施設（栈橋，矢板式係船岸，重力式係船岸）を対象に開発した（表-2.3）。開発にあたっては、情報提供システムのプロトタイプを用いて、情報提供システムの機能や出力情報に関する有効性を評価するため、複数の港湾管理者を対象としたヒアリング調査を実施した。このヒアリング調査概要は、2.6で述べる。

2019年8月に初版を公開した後、情報提供システムの入力作業の簡素化を図るため、一般定期点検診断結果（劣化度a～d）の一括入力機能等の改良を2019年度に実施した。具体的には、部材の劣化度情報を情報提供システムに入力する際に、劣化度を判定する単位毎に入力できる機能に加えて、劣化度毎に一括で入力できる機能等を追加した。

また、2020年度に、上記ヒアリング調査での要望（情報提供システムの対象施設追加）等を踏まえて、対象施設の追加改良を実施した。具体的には、外郭施設（重力式防波堤，重力式護岸，矢板式護岸）及び臨港交通施設（臨港道路橋，臨港道路）を、情報提供システムの対象施設に追加した。この追加改良については、2.7で述べる。

表-2.3 情報提供システムの開発及び改良の経緯

年度	情報提供システムの開発及び改良概要	国総研HP公開
2016年度	システム開発 対象施設：係留施設 〔栈橋， 矢板式係船岸， 重力式係船岸〕	
2017年度		
2018年度		
2019年度	入力の簡素化に関する改良	初版公開 (8月)
2020年度	対象施設の追加改良 追加施設：外郭施設 〔重力式防波堤〕 〔重力式護岸〕 〔矢板式護岸〕 臨港交通施設 〔臨港道路橋〕 〔臨港道路〕	
2021年度		改良版公開(8月)

## 2.2 劣化位置情報等の提供

情報提供システムでは、対象施設における劣化状況を視覚的に容易に把握可能とするため、部材の劣化位置情報等（表-2.4）を提供する。

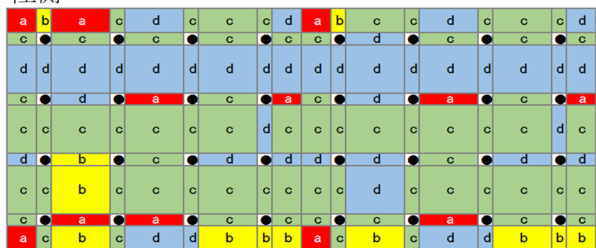
具体的には、部材毎の劣化度評価結果及び鋼材の肉厚測定等の測定・分析結果を平面図に表示し、可視化する。例えば、栈橋上部工下面の劣化度評価結果の可視化例は、図-2.3のとおりである。なお、矢板式係船岸及び重力式係船岸のエプロン等の劣化度評価結果の可視化例は、付録Aに示す。

また、対象施設の保有性能を簡便に把握可能とするため、栈橋上部工及び施設全体の耐荷力評価を情報提供する。具体的には、栈橋上部工の耐荷力評価については、栈橋上部工下面を補修する際に、スパン間における補修優先順位を判断しやすくするため、加藤ら<sup>10)</sup>に基づき、劣化度毎の最小耐荷力比（表-2.5）と各劣化度の割合から、各スパンの耐荷力比を算定し、補修等の判断材料として情報提供する。なお、耐荷力比の計算結果（表-2.6に例）は、スパン毎の保有性能の順位付けの目安として用いるものであり、耐荷力を定量的に表したものではない点に留意する必要がある。また、最小耐荷力比の値は、加藤ら<sup>10)</sup>が実施した実験（既存の港湾構造物から採取した計40体のRC部材を対象に実施した曲げ載荷試験）の最

表-2.4 情報提供システムによる劣化位置情報等の提供

提供内容	情報提供の方法
部材毎の劣化度評価結果の可視化	部材毎の評価結果を色分けして平面図上に表示
測定・分析結果の可視化	鋼材の肉厚測定等の測定・分析位置及び結果を平面図上に表示
栈橋上部工の耐荷力評価	加藤ら <sup>10)</sup> に基づく栈橋上部工の耐荷力比を計算
施設全体の耐荷力評価	部材毎にウェイトを付与した評点法で施設全体の状態を点数化

陸側



海側

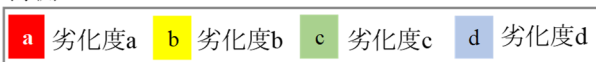


図-2.3 劣化度評価結果の可視化（栈橋上部工下面例）

小値に近似する値であり、同文献内で推奨され、値が小さい程、耐荷力が小さいことを意味する。

また、施設全体の耐荷力評価については、部材毎にウェイト（重み付け）を付与した評点法を用いて、施設全体の状態を、部材毎のウェイト（栈橋の例は表-2.7）と劣化度毎の配点（表-2.8）を乗算した値の合算値で点数化し、その評価点を情報提供する。なお、橋梁及び砂防関連施設等の他の構造物を対象とした保有性能評価でも、部材の評価項目に対してウェイトを設定した評点法が提案されている<sup>14), 15)</sup>。

ウェイトは、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所が2016年度に港湾管理者へ実施したアンケート調査結果（アンケート調査を通じて相対比較を実施し、重み付けを実施）を踏まえ、栈橋、矢板式係船岸及び重力式係船岸の構成部材を抜き出し、各構造型式の部材毎のウェイトを設定した（表-2.7）。また、劣化度毎の配点（表-2.8）は、情報提供システムで暫定的に設定した値であり、今後運用を進めていく中で検証していく必要がある。

表-2.5 栈橋上部工下面の劣化度毎の最小耐荷力比<sup>10)</sup>

劣化度	a	b	c	d
最小耐荷力比	0.35	0.65	0.72	1.00

※ 最小耐荷力比の値は小さい程、耐荷力が小さいことを意味する。

表-2.6 栈橋上部工下面の耐荷力比の計算結果例

スパンNo.		1	2	3	4	5
栈橋 上部工	梁	0.75	0.77	0.74	0.70	0.77
	床板	0.75	0.78	0.74	0.63	0.78

表-2.7 部材毎のウェイト（栈橋例）

部材名称	ウェイト
上部工（梁，床板，RC）	0.152
鋼管杭	0.186
被覆防食	0.122
電気防食	0.132
エプロン（舗装）	0.065
渡版	0.191
海底地盤	0.152
計	1.000

表-2.8 施設全体の状態を評価する際の劣化度毎の配点

劣化度	a	b	c	d
配点	0	40	70	100

※ 劣化度が空欄の場合は、施設全体を安全側に評価するため、劣化度aと同等として扱う。

なお、ここで算出した評価点は、栈橋上部工の耐荷力評価と同様に、補修の優先順位を決定する目安として用いるものであり、施設全体の耐荷力を直接表したのではないため、利用にあたっては、その点に留意する必要がある。

さらに、上記で示した栈橋上部工及び施設全体の耐荷力評価の情報提供は、一部の対象施設に限られている(表-2.2)。そのため、港湾管理者が既存港湾施設の保有性能をより効率的に評価可能となるよう、要素技術の開発状況を踏まえ、情報提供システムの更なる機能向上を検討していく必要がある。

### 2.3 補修時期情報の提供

情報提供システムでは、対象施設の今後の劣化進行状況及び補修時期を把握可能とするため、補修時期情報(劣化予測結果、劣化予測に関連する参考情報)を提供する(表-2.9)。

具体的には、まず、劣化予測結果については、栈橋を対象に、栈橋上部工下面の鉄筋位置における塩化物イオン濃度の測定結果から、兵頭ら<sup>11)</sup>に基づき、栈橋上部工下面全体の塩化物イオン濃度の空間予測を実施し、塩化物イオン濃度空間予測図を表示する(図-2.4に例)。

観測された地点における観測値及び空間的な位置情報から、観測されていない地点の値を推定する空間補間の手法として、主に逆距離加重法、スプライン関数及びクリギング等があるが(表-2.10)、情報提供システムでは、いずれの手法にも対応できるものとした。なお、スプライン関数及びクリギングによる空間補間は、複雑な統計処理を行うための解析用ソフトウェアが別途必要のため、情報提供システムでは、解析に必要な塩化物イオン濃度の相対位置座標XY及び測定値をともに記載した測定データをCSV形式で提供する機能を搭載している。逆距離加重法による空間補間は、EXCEL上で解析可能なため、情報提供システム内で処理し、解析結果を提供する。

この空間予測図を用いることで、栈橋上部工下面にひび割れが顕在化していない段階で、早期に損傷が進行しやすい範囲を推定することが可能となる。ただし、本格的な適用にあたっては、空間予測結果と実際の損傷劣化の進行状況を比較し、予測の精度向上等を別途図っていく必要があると考えており、利用にあたっては、その点に留意する必要がある。また、この空間予測図の栈橋以外の他の対象施設への拡大も、今後の課題である。

また、鋼材の肉厚測定結果及び陽極の消耗量測定結果から、それぞれの残存年数を自動計算し、劣化予測結果として表示する。

次に、劣化予測に関連する参考情報については、情報提供システム内に構築した点検診断事例データベースを用いて、構造型式及び建設年等が対象施設と類似した施設(構造型式が対象施設と同一であり、建設年が対象施設の前後5年の施設)の点検診断結果事例を検索可能としている。点検診断事例データベースは、港湾施設の維持管理情報データベースに蓄積されている維持管理計画書から施設基本情報及び初回点検診断結果を抽出し、情報提供システム内に構築したものである。現在、点検診断事例データベースに蓄積されている施設数は、約4,700施設であり、維持管理情報データベースのデータ更新に伴って定期的にデータを見直す必要がある。点検診断事例データベースの検索画面及び検索結果例(栈橋の場合)を付録Bに示す。なお、一部情報(港湾コード、都道府県、港湾名、施設名等)は、個別施設の特定につながるため、非公開としている。

表-2.9 情報提供システムによる補修時期情報の提供

提供内容	情報提供の方法
劣化予測結果	塩化物イオン濃度空間予測図、鋼材及び陽極の劣化予測結果の表示
劣化予測に関連する参考情報	全国の点検診断事例データベースから、構造型式や建設年等類似した施設の点検事例を検索し、情報提供

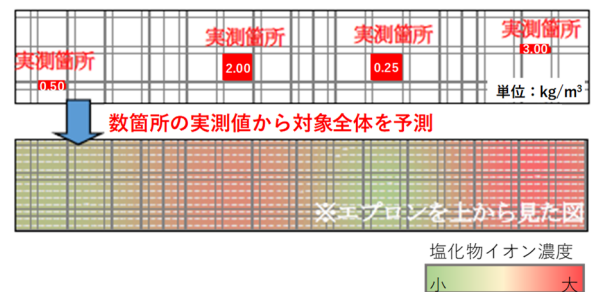


図-2.4 栈橋上部工下面全体の塩化物イオン濃度の空間予測図例(逆距離加重法)

表-2.10 主な空間補間の手法

空間補間の手法	概要
逆距離加重法	補間点から観測点までの距離に関する重みをつけて加重平均する方法。
スプライン関数	区分多項式のうち、節点で関数値と微分が連続になるように多項式を接続したスプライン関数を用いて補間する方法。
クリギング	空間的自己相関を距離の関数としてモデル化したバリオグラムモデルを利用し、空間補間をする方法。

## 2.4 類似施設情報の提供

情報提供システムでは、対象施設の今後の維持管理方針（利用制限等を含めた）を判断する上での参考情報として、類似施設情報（事故事例の各種情報）も提供する（表-2.11）。

具体的には、情報提供システム内に構築した事故事例データベースを用いて、構造型式及び建設年等が対象施設と類似した施設（構造型式が対象施設と同一であり、建設年が対象施設の前後5年の施設）の事故事例を検索可能としている。事故事例データベースは、国土交通省港湾局が2015年度に実施した利用制限調査結果等から施設基本情報及び事故発生箇所の関連情報（表-2.12）を抽出し、情報提供システム内に作成したものである。現在、事故事例データベースに蓄積されている施設数は、約300施設であり、定期的にデータを見直す必要がある。事故事例データベースの検索画面及び検索結果例は付録Cに示す。なお、点検診断事例データベースと同様に、事故事例データベースでも、一部情報（港湾名、地区名、施設名、港湾管理者名等）は、個別施設の特定につながるため、非公開としている。

表-2.11 情報提供システムによる類似施設情報の提供

提供内容	情報提供の方法
事故事例の各種情報	事故事例データベースとして、構造型式や建設年など類似した施設の事故事例を検索し、情報提供

表-2.12 事故事例データベースで取扱う情報

種類	取扱情報
施設基本情報	港湾名/地区名/施設名/施設種別/構造形式/建設年/港湾管理者/所有者/利用状況/
事故発生箇所の関連情報	事故確認時期/事故発生箇所/老朽化・事故概要/被害状況/被害部材/人的被害/写真/
	利用制限実施時期/利用制限実施内容/事故原因/今後の対応/
	維持管理状態/劣化度判定 等

## 2.5 港湾構造物 LCC計算プログラムによるLCC情報の提供

情報提供システムは、LCC計算プログラムを用いて、LCC情報も提供する（表-2.13、図-2.5）。

構造物のLCCは、構造物の計画、設計、建設、運用、維持管理、解体、撤去等のライフサイクルの各段階での費用の総額で示されるのが一般的である<sup>3)</sup>。しかし、LCC計算プログラムでは、解体、撤去の費用は含んでおらず、本資料でのLCCとは、LCC計算プログラムの計算対象費用を意味する。LCC計算プログラムについては、3.1～3.4で述べる。

表-2.13 情報提供システムとLCC計算プログラムとの連携によるLCC情報の提供

提供内容	情報提供の方法
LCC計算プログラムによるLCCの算出	LCC計算プログラムを用いて、劣化度等の情報をもとにLCCを算出

【LCC計算結果(全部材)】

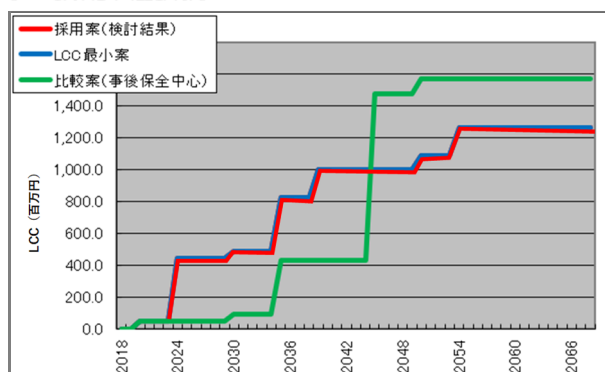


図-2.5 LCC算出例

## 2.6 情報提供システム（プロトタイプ）の機能や出力情報に関するヒアリング調査

情報提供システムのプロトタイプを用いて、情報提供システムの機能や出力情報に関する有効性を評価するため、港湾管理者を対象として、初版公開前に2回（2018年10月及び2019年2月）ヒアリング調査を実施した（表-2.14）。ヒアリング対象とした港湾管理者は3者であり、管理する港湾施設の数及び維持管理に関わる職員数が相当程度異なるように選定した。

初回のヒアリング調査時（2018年10月）には、情報提供システムのプロトタイプの概要を港湾管理者へ説明し、その概要に対する意見等を聴取した。また、2回目のヒアリング調査時（2018年10月）には、港湾管理者が管理する港湾施設の点検診断結果を実際に情報提供システムに入力し、情報提供システムから出力される情報に対する意見等を聴取した。

ヒアリング調査の結果は表-2.15のとおりである。主な意見として、「担当職員は点検に精通しているわけではないため、今後の維持管理の判断に資する対応案が表示されることはありがたい」、「施設の劣化状況を対外的に説明するためのツールとして使うことができる可能性がある」、「補修の実施効果を補修前後の劣化・損傷状況を表示することで視覚的に把握できる」等の情報提供システムの出力情報の有効性を示す意見が複数挙げられた。

一方で、「情報提供システムの対象施設を追加して欲しい（棧橋、矢板式係船岸、重力式係船岸以外も）」、「点検方法や補修方法等も情報提示してほしい」、「職員PCにインストールされているExcelバージョンは様々である（幅広い対応が必要）」等、情報提供システムの機能追加に係る要望も挙げられた。

また、情報提供システム以外の意見として、「一般定期点検診断について、定められた頻度で実施するための費用負担が厳しい」等、港湾施設を維持管理していく上で現場が抱える切実な課題が挙げられた。

そこで、これら意見を踏まえ、情報提供システムの改良を検討した。

表-2.14 情報提供システム（プロトタイプ）の機能及び出力情報に関するヒアリング調査

ヒアリング実施年月：
・ 2018年10月，2019年2月
ヒアリング対象者：
・ 港湾管理者3者
ヒアリング調査項目：
・ 情報提供システム（プロトタイプ）の概要説明に対する意見等聴取
・ 点検診断結果を実際に情報提供システムに入力することで、情報提供システムから出力される情報に対する意見等聴取
・ その他

表-2.15 情報提供システム（プロトタイプ）のヒアリング調査での主な意見及び要望

情報提供システムの概要・機能等について：
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 担当職員は点検に精通しているわけではないため、今後の維持管理の判断に資する対応案が表示されることはありがたい。</li> <li>・ 施設の劣化状況を対外的に説明するためのツールとして使うことができる可能性がある。</li> <li>・ 補修の実施効果を補修前後の劣化・損傷状況を表示することで視覚的に把握できる。</li> <li>・ 工学的判断の支援機能が中心であり、補修の優先順位は他の要素も含めて判断する必要がある。</li> <li>・ 情報提供システムの対象施設を追加して欲しい（棧橋、矢板式係船岸、重力式係船岸以外も）。</li> <li>・ 点検方法や補修方法等も情報提示してほしい。</li> <li>・ 職員PCにインストールされているExcelバージョンは様々である（幅広い対応が必要）。</li> </ul>
情報提供システム以外について：
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般定期点検診断について、定められた頻度で実施するための費用負担が厳しい。</li> <li>・ 長寿命化計画（補修スケジュール，優先順位設定）を作成したが、なかなか計画通りに進まない。</li> <li>・ 日常的点検の形骸化が懸念される。日常点検を充実させるため今後工夫する必要がある。</li> </ul>

## 2.7 ヒアリング調査結果等を踏まえた情報提供システムの改良

### (1) 対象施設の追加改良

2.6の港湾管理者へのヒアリング調査で得られた要望（情報提供システムの対象施設の追加要望）及び老朽化に起因する事故・損傷の発生状況等を踏まえ、情報提供システムの対象施設に、外郭施設（重力式防波堤、矢板式護岸、重力式護岸）及び臨港交通施設（臨港道路橋、臨港道路）を追加する改良を2020年度に実施した。

情報提供システム（改良版）で上記施設を対象に提供する情報は、基本的に初版（係留施設の場合）と同様に、港湾施設の劣化位置情報等（部材毎の劣化度評価の可視化）、補修時期（劣化予測結果、劣化予測に関連する参考情報）、類似施設情報（事故事例の各種情報）及びLCC情報（LCC計算プログラムによるLCCの算出）である（表-2.2）。

### (2) 点検及び補修方法の情報提供に関する改良

2.6の港湾管理者へのヒアリング調査での要望（点検方法や補修方法等も情報提示してほしい）を踏まえ、情報提供システムの初版開発時に、点検方法を情報提供する機能追加を実施した。

具体的には、情報提供システムに入力する一般定期点検診断結果（劣化度a, bの多寡）から、部材に特段の変状が生じていると判断された場合（性能低下度A, Bの

場合）には、潜水による外観目視及び劣化予測等に必要追加調査等の詳細臨時点検診断項目を実施することが望ましい旨を、評価・留意点（コメント）として、情報提供システムから情報提供するようにした。なお、点検診断ガイドラインにおいて、「一般定期点検診断において特段の変状が発見された場合は、必要に応じて、その原因究明や施設の性能への影響把握のために詳細臨時点検診断を行うことが望ましい」とされている。なお、性能低下度の評価方法は表-2.16の通りである。

表-2.16 性能低下度の評価方法<sup>13)</sup>を一部加筆

点検診断の項目の分類※	点検診断の項目ごとの性能低下度			
	A	B	C	D
I類	「aが1個から数個」の点検診断の項目があり、施設の性能が相当低下している状態	「aまたはbが1個から数個」の点検診断の項目があり、施設の性能が低下している状態	A,B,D 以外	すべてd
II類	「aが多数またはa+bがほとんど」の点検診断の項目があり、施設の性能が相当低下している状態	「aが数個またはa+bが多数」の点検診断の項目があり、施設の性能が低下している状態	A,B,D 以外	すべてd
III類	-	-	D 以外	すべてd

注) 「多数」とは概ね5割, 「ほとんど」とは概ね8割と考えてよい。

※ I類: 【施設の性能（特に構造上の安全性）に直接的に影響を及ぼす部材に対する点検診断の項目】 施設全体の移動や沈下, 上部工, 本体工, 基礎工あるいは消波工等の変状に対するもので, 構造上直接的に施設の性能（特に, 構造上の安全性）に影響を及ぼす部材に対する点検診断の項目。

II類: 【施設の性能に影響を及ぼす部材に対する点検診断の項目】 鋼部材の防食工等のように, その性能の低下により, 直接的に直ちに施設の性能が低下するわけではないが, 長期間その状態を放置すると施設の性能に影響を及ぼす部材に対する点検診断の項目。

III類: 【附帯設備等に対する点検診断の項目】 防舷材, 係船柱, 船舶役務用施設等のように施設の利用に影響を及ぼすおそれのあるもの, あるいは, 車止め, 安全柵, はじご等のように損傷等を放置した場合に人命に関わる重大な事故や災害につながるおそれがある部材に対する点検診断の項目。



### 3. 港湾構造物 LCC計算プログラムの改良

#### 3.1 プログラムの全体構成並びに開発及び改良の経緯

##### (1) プログラムの全体構成

LCC計算プログラムは、港湾施設の施設基本情報（施設名称、建設年、点検診断実施年等）、部材の補修対象数量（面積、基数）、及び点検診断ガイドラインに基づき実施された一般定期点検診断結果等（部材の劣化度a～d等）を入力することによって、施設毎の今後50年間で必要となるLCC及び構成部材の補修内容（補修工法、補修時期、補修費）を出力するものである（図-3.1）。

LCC計算プログラムの計算対象施設は、係留施設（栈橋、矢板式係船岸、重力式係船岸）、外郭施設（重力式防波堤、矢板式護岸、重力式護岸）、水域施設（航路・泊地）及び臨港交通施設（臨港道路橋、臨港道路）である。また、計算対象費用は、LCCのうち、運用・維持管理費用を主としており、当初建設費及び建設後からLCC計算開始年度までの補修費は任意入力することで、計算対象費

用として加算・出力することができる（表-3.1）。さらに、計算対象部材は、一般定期点検診断等で確認可能な部材としており、具体例は表-3.2のとおりである。

#### プログラムに入力する情報

- A) 施設基本情報（施設名称、建設年、点検診断実施年等）
- B) 部材の補修対象数量（面積、基数）
- C) 当初建設費・建設後補修費（任意）
- D) 一般定期点検診断結果等（劣化度または補修計画等）

#### 自動計算

#### プログラムに出力される情報（LCC計算結果）

施設毎の下記情報

- 計画期間（今後50年間）のLCC
- 構成部材の補修内容（補修工法、補修時期、補修費）

図-3.1 LCC計算プログラムの入力情報及び出力情報

表-3.1 LCC計算プログラムの計算対象費用

項目	内容	計算対象
初期費用	施設の計画・設計・建設に要する費用	△*
運用・維持管理費用 （補修費）	施設の運用及び維持管理に関する費用	○計算対象 （ただし点検費用は含まない）
解体・撤去費用	施設の解体及び撤去に要する費用	×計算対象外

※ 当初建設費及び建設後からLCC計算開始年度までの補修費は任意で入力可能。計算対象費用として加算、出力される。

表-3.2 LCC計算プログラムの計算対象部材例

計算対象部材例	栈橋	矢板式 係船岸	重力式 係船岸	重力式 防波堤	水域 施設	臨港 道路橋
上部工	梁・床板 ◎	◎	◎	-	-	
下部工	被覆防食, 電気防食, 鋼材	◎	-	-	-	
	ケーソン等	-	-	△	△	-
舗装工	エプロン, 道路	◎	◎	◎	-	◎
消波工	消波ブロック	-	-	-	◎	-
海底地盤	-	-	-	-	◎	
鋼製部材（桁, 床版）	-	-	-	-	-	◎
コンクリート部材 （桁, 床版, 下部工）	-	-	-	-	-	◎
渡版	◎	-	-	-	-	-
伸縮装置（ゴム, 鋼製）	-	-	-	-	-	◎
支承	-	-	-	-	-	△
附帯 設備	防舷材, 車止め 係船柱, はし ご, 高欄等	△	△	△	-	△

◎：一般点検診断結果等を入力し、LCC計算プログラム内で計算を行う項目。

△：任意で補修内容を入力し、施設のLCCに加算する項目

-：対象部材なし

LCC計算プログラムの具体的な出力結果例を、**図-3.2**及び**図-3.3**に示す。**図-3.2**は、2018年に点検診断を実施した栈橋について、今後50年間のLCCをグラフで表したものである。**図-3.2**中の「採用案（検討結果）」とは、LCC計算プログラムの利用者が採用する予定の計算結果であり、基本的には、「LCC最小案」と一致する。また、「LCC最小案」とは、今後50年間のLCCが最小となる計算結果であり、「比較案」とは、補修を事後保全中心で実施する場合の今後50年間のLCCの計算結果である。

**図-3.3**の出力結果例は、2018年に点検診断を実施した栈橋について、今後50年間のLCCと、構成部材の補修内容（補修工法、補修時期、補修費）を表したものであり、

**図-3.3**の具体的な記載内容は、**表-3.3**のとおりである。なお、**図-3.3**及び**表-3.2**の項目のうち、③シナリオ、④対策工・単価、⑤補修数量・補修箇所、⑥初回補修、⑦対策周期、については任意に設定変更が可能な項目である。

【LCC計算結果(全部材)】

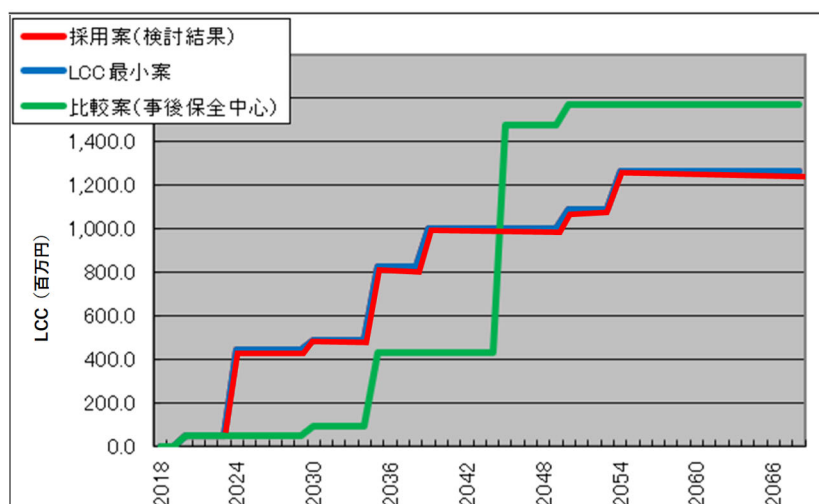


図-3.2 LCC 計算プログラムの出力結果例（今後 50 年間で必要となる LCC）

表-3.3 LCC 計算プログラムの出力結果例（構成部材の補修内容（補修工法、補修時期、補修費））の解説

項目名称	内容
① 部材	補修対象の部材の名称を表示する。
② 劣化度代表値	現在の劣化度代表値*を表示する。 *点検診断ガイドライン <sup>13)</sup> に基づく、1評価単位の部材の劣化度の代表値。
③ シナリオ	【③：初回補修時，③’：再補修時】 採用した補修シナリオ（予防保全または事後保全）を表示する。
④ 対策工・単価	【④初回補修時，④’：再補修時】 補修シナリオに対応して適用した補修工法・単価を表示する。
⑤ 補修数量・補修箇所	【⑤：初回補修時，⑤’：再補修時】入力した補修対象数量と，劣化予測結果（補修実施時点における劣化度分布）から補修数量を算出した結果を表示する。
⑥ 初回補修	劣化予測結果から設定した，補修実施時期及び工事費用（直接工事費）を表示する。
⑦ 対策周期	適用した補修工法を実施した後の，再補修を計画する周期を表示する。
⑧ 再補修	初回補修実施直後の再補修実施時期及び工事費用（直接工事費）を表示する。
⑨ 計画期間補修費計	設定した計画期間（50年）における補修費の合計を表示する。
⑩ 割合	各工種のLCCが施設全体のLCCに対して占める割合を表示する。
⑪ 採用案，LCC最小案・比較案	採用案，LCC最小案及び比較案の計算結果及び各案の比を表示する。



**LCC計算プログラム【仕様】 LCC計算結果(採用案)**

**【採用案:計画期間のLCCが最小となるシナリオを基に検討】**

LCC最小案に一致		LCC最小案を保存		維持管理計画出力	
1990	2018	2018	2018	2018	2018
社会割引率(%)	当初建設費(百万円)	建設費(百万円)	建設後補修費(百万円)	計画期間LCC(百万円)	供用期間LCC(百万円)
0.0%	0.0	0.0	0.0	1,266.1	1,266.1

部材	劣化度 代表値 現況	シナリオ		初回補修		再補修(繰り返し)		計画期間 補修費計 (百万円)	割合 (%)
		シナリオ	対策内容	実施年	工費費(百万円)	実施年	工費費(百万円)		
上部工									
梁	c	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
床版	c								
(施工済)									
下部工									
被害防食	b								
電気防食	-								
鋼管杭 (補防食期間)									
上部工計								745.6	58.9
下部工計								424.5	33.5
主要部材計								1,170.1	92.4
工									
舗装	c								
護版	d								
その他部材計									
附帯設備 ・その他補修									
その他補修・附帯設備計								96.0	7.6
採用案:計画期間のLCCが最小となるシナリオを基に検討 計								1,770.1	
LCC最小案:計画期間のLCCが最小となるシナリオ計								1,266.1	
比較案:事後保全を中心としたシナリオ計								1,472.6	
								1,568.6	
								1.00	
								0.81	

採用案/ LCC最小案  
採用案/比較案

図-3.3 LCC計算プログラムの出力結果例(構成部材の補修内容(補修工法, 補修時期, 補修費))

(2) プログラムの開発及び改良の経緯

LCC計算プログラムは、2010年度～2012年度の3ヶ年で、栈橋、矢板式係船岸、重力式係船岸、重力式防波堤、航路・泊地、臨港道路橋の6施設を対象に、独立行政法人港湾空港技術研究所と共同で開発した（開発・改良の経緯は表-3.4）。LCC計算プログラム内で用いている、点検診断結果に基づく性能評価（劣化度代表値）及び劣化予測（マルコフ連鎖モデル）は、加藤ら<sup>16)</sup>に基づき設定している。

2013年5月に初版を公開した後、計算時点と将来におけるLCCの比較検討が可能となるよう、社会的割引率に関する機能の追加改良を2015年度に実施した。社会的割引率は、将来発生する補修費等の費用を現在の価値に換算して評価する際に用いる指標である。公共事業評価における費用便益の検討を行う際に用いており、公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）<sup>17)</sup>では、社会的割引率の値は4.0%を適用することが一般的とされている。ただし、LCC計算プログラムでは、社会的割引率を任意の値に設定できるようにしている。

また、LCC計算プログラムでは、一般定期点検診断結果等を用いて劣化予測が可能で、マルコフ連鎖モデルを用いた劣化予測を開発当初から採用している。しかし、建設後数年しか経過しておらず、劣化が殆ど進行していない施設の場合（全部材の劣化度がd評価の場合等）、マルコフ連鎖モデルを用いた劣化予測では、適切な推移確率が算出できず、計算が適切に実施できない可能性がある。このため、他の方法による劣化予測も可能となるよう、劣化予測式の追加改良を2018年度に実施した。具体的には、栈橋上部工下面に関しては塩化物イオン浸透量予測による劣化予測を選択することも可能とし、また栈橋等の下部工（鋼材）に関しては、鋼材の肉厚測定結果による劣化予測を選択することを可能とするように改良した。なお、マルコフ連鎖モデルを用いた劣化予測については、3.2(1)で述べる。

さらに、LCC計算プログラムの利便性と機能向上を図ることを目的に、LCC計算プログラムの利用実態調査を2015年度に実施した。この調査結果等を踏まえ、計算処理速度の改善に関する改良を2018年度に、また、対象施設の追加改良を2020年度に実施した。この利用実態調査概要及びそれに伴う追加改良については、3.3及び3.4で述べる。

他にも、2016年度と2018年度には、補修費データの更新を実施するとともに、2018年度には、他システムと連携することで入力データの簡素化を図るため、維持管理情報データベースから出力されるCSVデータ（施設基本情報を

有する）をLCC計算プログラムに取り込める改良も行った。

2019年度には、入力箇所の強調表示などの入力の簡素化に係る改良を実施した。

2020年度には、LCC計算プログラムの利便性向上を図るため、LCC計算プログラムの操作方法の解説動画を作成した。これまでLCC計算プログラムと併せて配布していたLCC計算プログラムの利用マニュアルに加え、この解説動画を配布（LCC計算プログラムダウンロード時に提供）することで、利用者がより活用しやすい環境整備を図った。

表-3.4 LCC計算プログラムの開発及び改良の経緯

年度	LCC計算プログラムの開発及び主な改良概要	国総研HP公開
2010年度	プログラム開発 (対象施設：栈橋、矢板式係船岸、重力式係船岸、重力式防波堤、航路・泊地、臨港道路橋)	
2011年度		
2012年度		
2013年度		初版公開 (5月)
2014年度		
2015年度	社会的割引率に関する機能の追加改良	
2016年度	補修費データの更新	改良版公開 (5月)
2017年度		
2018年度	劣化予測式の追加改良 計算処理速度の改善に関する改良 維持管理情報データベースとの連携に関する改良 補修費データの再更新	
2019年度	入力の簡素化に関する改良	改良版公開 (8月)
2020年度	操作方法の解説動画の作成 対象施設の追加改良(臨港道路、矢板式護岸、重力式護岸)	
2021年度		改良版公開 (8月)

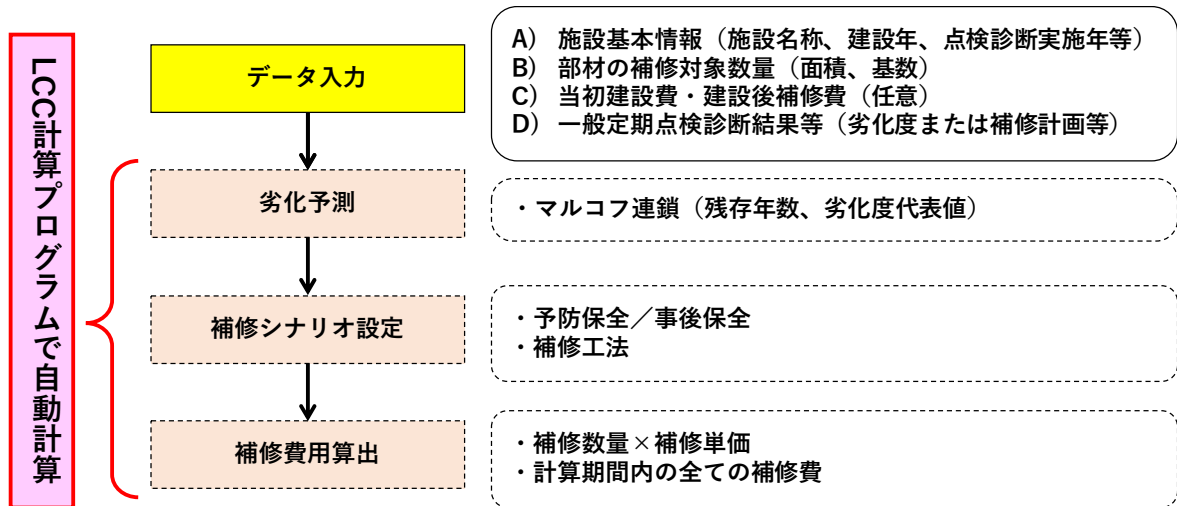


図-3.4 LCC 計算プログラムの自動計算

### 3.2 プログラム内の自動計算

#### (1) 劣化予測

LCC計算プログラムでは、施設基本情報等のデータを入力した後、まず部材の劣化予測が自動計算される（図-3.4）。劣化予測の手法は種々あるが、LCC計算プログラムでは、マルコフ連鎖モデルを用いた劣化予測を基本的に採用している。マルコフ連鎖モデルとは、港湾の施設の維持管理技術マニュアル（改訂版）<sup>18)</sup>等で解説され、一般定期点検診断結果（劣化度a～d）等を用いて劣化予測が可能な、確率論的手法である。具体的には、「状態」と「推移」という2つの概念を用いて、物事がある「状態」から、ある「推移確率」で次の状態へと移行する様子を確率論的に捉える統計的手法である（図-3.5）。

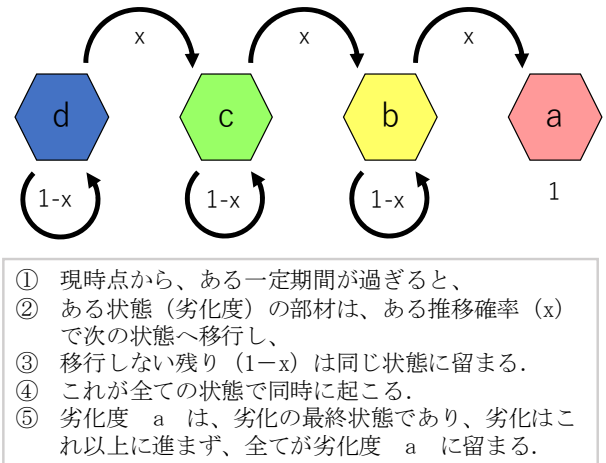
また、部材の劣化状況を把握する状況パターンとして、次の3パターンがある。

- (A) 一般定期点検診断結果がある場合（部材の劣化度情報がある）、
- (B) 一般定期点検診断結果は無いが、施設全体で大凡の状態（劣化度代表値）を把握している場合、
- (C) 一般定期点検診断結果が無く、施設の大凡の状態も不明な場合。

(A) 及び (B) の場合、部材の劣化度（あるいは劣化度代表値）と建設年の情報を用いて、その部材の推移確率を算出した上で、劣化予測を実施する。一方で (C) の場合、その部材の推移確率を算出することは困難なため、LCC計算プログラム内に設定している部材毎の標準的な推移確率を用いて劣化予測を実施する。

#### (2) 補修シナリオ設定

LCC計算プログラムでは、劣化予測結果を踏まえ、部



- ① 現時点から、ある一定期間が過ぎると、
- ② ある状態（劣化度）の部材は、ある推移確率（ $x$ ）で次の状態へ移行し、
- ③ 移行しない残り（ $1-x$ ）は同じ状態に留まる。
- ④ これが全ての状態で同時に起こる。
- ⑤ 劣化度  $a$  は、劣化の最終状態であり、劣化はこれ以上に進まず、全てが劣化度  $a$  に留まる。

図-3.5 LCC 計算プログラムのマルコフ連鎖モデル

材毎に適切な補修シナリオ及び補修工法が自動的に設定される。

補修シナリオとは、計画期間内における施設の機能保持を図るための維持管理方針であり、予防保全シナリオと事後保全シナリオの2種類がある。予防保全とは、構造物・部材に高い水準の損傷劣化対策を行うことにより供用期間中に要求性能が満たされなくなる状態に至らない範囲に劣化損傷を留めたり、損傷劣化が軽微な段階で小規模な対策を頻繁に行うことにより供用期間中に要求性能が満たされなくなる状態に至らないように性能の低下を予防することである<sup>3)</sup>。一方で、事後保全とは、構造物・部材の要求性能が満たされる範囲内で、劣化損傷に起因する性能低下をある程度許容し、供用期間中に1～2回の大規模な対策を行うことにより、損傷劣化に事後的に対処することである<sup>3)</sup>。

LCC計算プログラムにおける補修シナリオの設定フロ

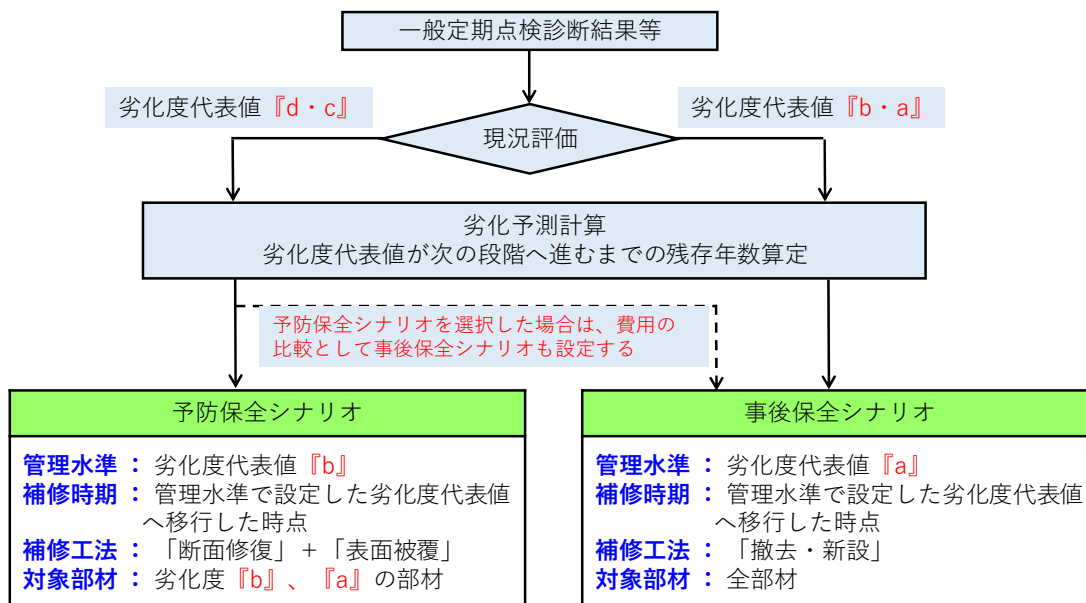


図-3.6 LCC 計算プログラムにおける補修シナリオの設定フロー（栈橋上部工の場合）

一（栈橋上部工の場合）を図-3.6に示す。例えば、劣化度代表値がbの場合、既に部材の性能が低下している状態であるため、LCC計算プログラムでは、劣化度代表値がb⇒aとなる残存年数を劣化予測計算から算定し、事後保全シナリオ及びそれに基づく補修工法が設定される。一方、劣化度代表値がdまたはcの場合、LCC計算プログラムでは、劣化度代表値がd（c）⇒bとなる残存年数を劣化予測計算から算定し、予防保全シナリオ及びそれに基づく補修工法が設定される。ただし、予防保全シナリオを設定した場合は、費用の比較として事後保全シナリオも設定される。

### (3) 補修費用算出

LCC計算プログラムでは、部材毎の補修シナリオ設定を踏まえ、補修対象部材の数量と補修単価を用いて計画期間の全部材の補修費も自動的に算出される。なお、補修単価は、港湾積算基準やメーカーヒアリングを踏まえ、LCC計算プログラムで設定しているが、3.1(1)で述べたように、任意に設定変更が可能である。計算対象とする施設の設置条件等に応じて適切に補修単価を設定する方が、より対象施設に即した計算結果となりうるため、必要に応じて設定変更等することが望ましいと思われる。

### 3.3 プログラムの利用実態調査

LCC計算プログラムの利便性と機能向上を図ることを目的に、2014年度または2015年度に利用申請のあった港湾管理者18者及び民間企業24者を対象として、2015年度にアンケートによる利用実態調査を実施した(表-3.5)。  
 なお、LCC計算プログラムの利用者は、保全研究室HP内で利用申請を行い、プログラム解凍用のパスワードを受け取った後、LCC計算プログラムを利用することが可能となる。また、LCC計算プログラムの利用申請者数は、2014年度29者、2015年度13者(アンケート調査時点)であったが、近年は増加しており、2020年度及び2021年度ともに50者程度/年度である。

利用実態調査では、LCC計算プログラムの利用目的として、現在どのような目的で利用しているのか(利用実績)、また今後どのような目的で利用したいか(今後利用予定)を調査した。その結果(図-3.7)、個別施設の次回の補修時期・補修内容の検討(図-3.7の②)が利用実績、今後利用予定ともに多かった。また、予防保全計画の検討(図-3.7の③)を利用目的とする回答が、利用実績では少ないものの今後利用予定で増加する傾向が見られた。これは、各施設の直近の補修計画への活用が求められているためと思われる。なお、利用目的の④その他としては、港湾構造物のLCC内容を把握するため(ダウンロードのみで計算では未利用)等の意見が挙げられた。

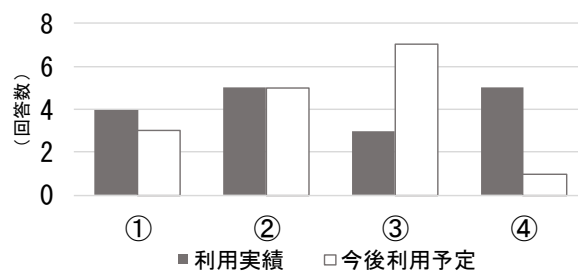
また、LCC計算プログラムの追加機能要望の有無についても調査した。LCC計算プログラムを開発した当初、表-3.4に示すとおり、栈橋、矢板式係船岸、重力式係船岸、重力式防波堤、航路・泊地及び臨港道路橋を計算対象施設としていたが、今回の利用実態調査では、追加機能要望として、臨港道路等の対象施設の拡大が挙げられた(表-3.6)。

さらに、その他意見・要望として、「LCC計算プログラムの計算結果の表示までに時間がかかり、使いづらい」旨の改善要望も挙げられた。

これら利用実態調査結果等を踏まえ、計算処理速度の改善に関する改良を2018年度に、対象施設(臨港道路、矢板式護岸、重力式護岸)の追加改良を2020年度に実施した。それらの改良については、次の3.4で述べる。

表-3.5 LCC計算プログラムに関する利用実態調査

アンケート実施年月・実施方法：
・ 配布：2015年10月、回収：2015年11月 ・ メールによる配布及び回収
アンケート対象者：
・ 2014年度または2015年度に利用申請のあった港湾管理者及び民間企業 (計42者(港湾管理者18者、民間企業24者))
アンケート調査項目(一部抜粋)：
・ LCC計算プログラムの利用目的 (現在どのような目的で利用しているか(利用実績) (今後どのような目的で利用したいか(今後利用予定))
・ 追加機能要望の有無
・ その他意見・要望



- ① 管理施設全体の長期的な維持管理費用の把握
- ② 個別施設の次回の補修時期、補修内容の検討
- ③ 予防保全計画の検討
- ④ その他

図-3.7 LCC計算プログラムの利用目的

表-3.6 LCC計算プログラムの利用実態調査での主な意見及び要望

調査項目	主な意見及び要望
追加機能要望	LCC計算プログラムの対象施設を拡大してほしい(臨港道路等)。
その他意見・要望	入力施設数が多くなると、計算結果の表示までに時間がかかり、使いづらい。
	初回補修を「事後保全」とし、再補修を「予防保全」とできないか。



### 3.4 利用実態調査等を踏まえたプログラムの改良

#### (1) 計算処理速度に関する改良

3.3の利用実態調査時点のLCC計算プログラム(計算処理速度改良前)は、複数施設のLCCの計算を想定したプログラム構成となっていた(図-3.8)。すなわち、1施設のLCCを計算する場合でも、計算時の前処理段階では、全構造形式の計算処理ファイルを一旦開閉し、データ入力の有無を確認した後、データ入力がある施設情報の計算処理を実行していた。また、Microsoft Excel ワークシート関数を用いて、計算処理を実施しており、LCC計算プログラムの開発後に実施した追加改良等によって計算処理の重複等も生じていた。そのため、LCC計算プログラム(計算処理速度改良前)の計算処理速度は、プログラム起動に約30秒、1施設を計算するのに約3分の時間を要していた(表-3.7)。

そこで、LCCの計算対象とする施設毎に個別に計算可能となるように、プログラム構成を2018年度に改良した。併せて、複数施設のLCC計算結果を集約できるような集約ツールを別途開発し、複数施設の計算結果を一覧で表示できるようにした。計算処理に活用するツールも、Microsoft Excel ワークシート関数ではなく、Microsoft Excel VBAに変更し、入出力データの格納もMicrosoft Accessで実施するように変更した(図-3.8)。

これらの改良を行った結果、LCC計算プログラム(計算処理速度改良後)の計算処理速度は、プログラム起動に約10秒、1施設を計算するのに約10秒となり、大幅に改善した(表-3.7)。

#### (2) 対象施設の追加改良

3.3の利用実態調査での要望(LCC計算プログラムの対象施設(臨港道路等)の拡大要望)等を踏まえ、LCC計算プログラムの対象施設に、臨港道路、重力式護岸、矢板式護岸を追加する改良を2020年度に実施した。

追加した施設を対象にLCC計算プログラムで入力及び出力する情報は、当初開発時(係留施設の場合)と同様である。つまり、港湾施設の基本情報(施設名称、建設年、点検診断実施年等)、部材の補修対象数量(面積、基数)及び点検診断ガイドラインに基づき実施された一般定期点検診断結果等(部材の劣化度a~d等)を入力することによって、施設毎の今後50年間で必要となるLCC及び構成部材の補修内容(補修工法、補修時期、補修費)を出力する。

表-3.7 LCC計算プログラムの計算処理速度

内容	処理速度	
	改良前	改良後
プログラム起動	約30秒	約10秒
計算処理(1施設)	約3分	約10秒
ファイルサイズ (1施設)	約30MB	約3MB

※測定環境：Win 7 Pro Std (32bit)

CPU：Intel Core i7-3770 (3.4GHz)

メモリ：4GB

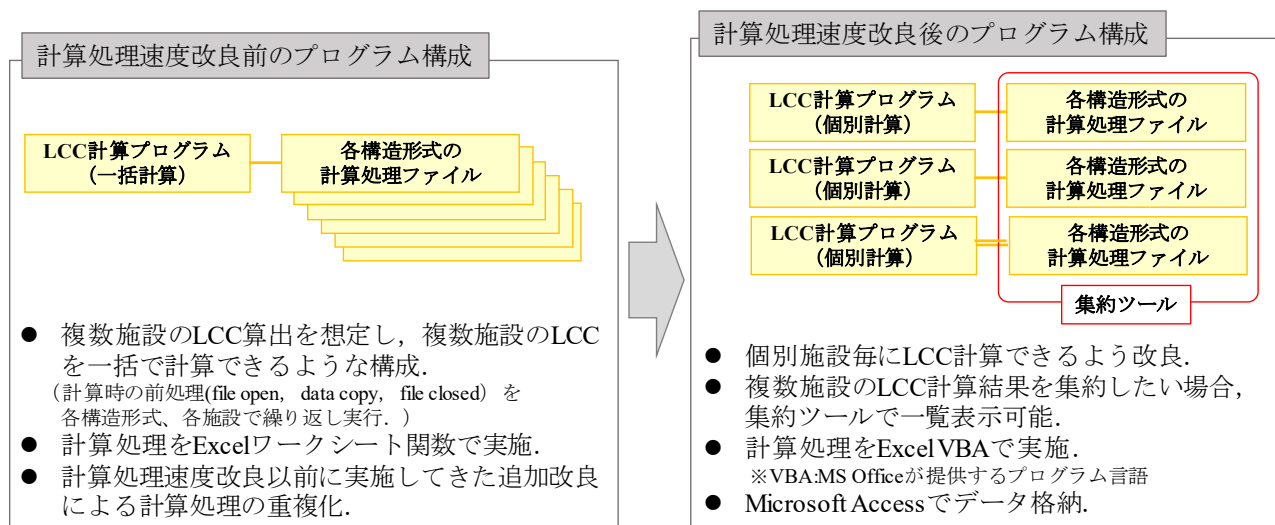


図-3.8 LCC計算プログラムの構成イメージ

## 4. おわりに

### 4.1 まとめ

本資料では、既存港湾施設の点検、補修及び利用制限等の実施時期及び範囲等の判断に資するツールとして開発した情報提供システムについて、その開発及び改良概要を整理した。

情報提供システムは、既存港湾施設の施設基本情報（施設名称、建設年、点検診断実施年等）及び一般定期点検診断結果等を入力することで、港湾施設の劣化位置情報等（劣化度評価の可視化、耐荷力評価等）、補修時期（劣化予測結果等）、類似施設情報（事事故例）及びLCC情報等を情報提供することが可能である。

また、情報提供システム（プロトタイプ）を用いて、港湾管理者へのヒアリング調査を実施し、システムの有効性を確認した。さらに、ヒアリング調査結果等を踏まえて、情報提供システムの対象施設（外郭施設及び臨港交通施設）の追加改良及び点検及び補修方法の情報提供に関する改良も実施し、システムの有効性の更なる向上に取り組んだ。

本資料では、LCC計算プログラムに関しても、開発、改良の概要を整理した。また、利用実態調査を通じて、利用目的（各施設の直近の補修計画への活用等）及び改善要望（利用処理速度の改善等）を把握した。その上で、LCC計算プログラムの計算処理速度に関する改良及び対象施設の追加改良（臨港道路、重力式護岸、矢板式護岸）を実施し、プログラムの利便性の更なる向上に取り組んだ。

### 4.2 今後の課題

既存港湾施設の保有性能の評価等による、点検、補修及び利用制限等の実施時期及び範囲等の判断に資するツールとして、情報提供システムを開発した。しかし、現在のところ、最小耐荷力比の情報を提供する部材、施設全体のウェイトによる評価及び塩化物イオン濃度に関する空間予測図等は、対象施設及び部材に限られ、また本格的な適用に向けては、予測の精度等の課題が残される。

情報提供システムを活用して、港湾管理者が既存港湾施設の保有性能をより効率的に評価可能となるよう、要素技術の開発状況を踏まえ、情報提供システムの更なる機能向上を継続的に検討していく必要がある。

一方、LCC計算プログラムについては、開発後、10年以上経過したこと等を踏まえ、LCC計算結果と実際の補修実績の比較検討を通じて、LCCの予測精度の向上等、効率的な維持管理に向けた方策をさらに検討していく必

要がある。

(2022年8月30日受付)

## 謝辞

情報提供システムの開発にあたり、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 LCM支援センターの福手勤元センター長及び加藤絵万元副センター長（現 関東地方整備局東京港湾事務所長）から多大なご助言をいただきました。また、情報提供システム（プロトタイプ）のヒアリング調査にご協力頂き、ご意見等をいただいた港湾管理者3者、及びLCC計算プログラムの利用実態調査にご協力頂き、種々ご意見をいただいた港湾管理者及び民間企業の方々に深く感謝いたします。

## 参考文献

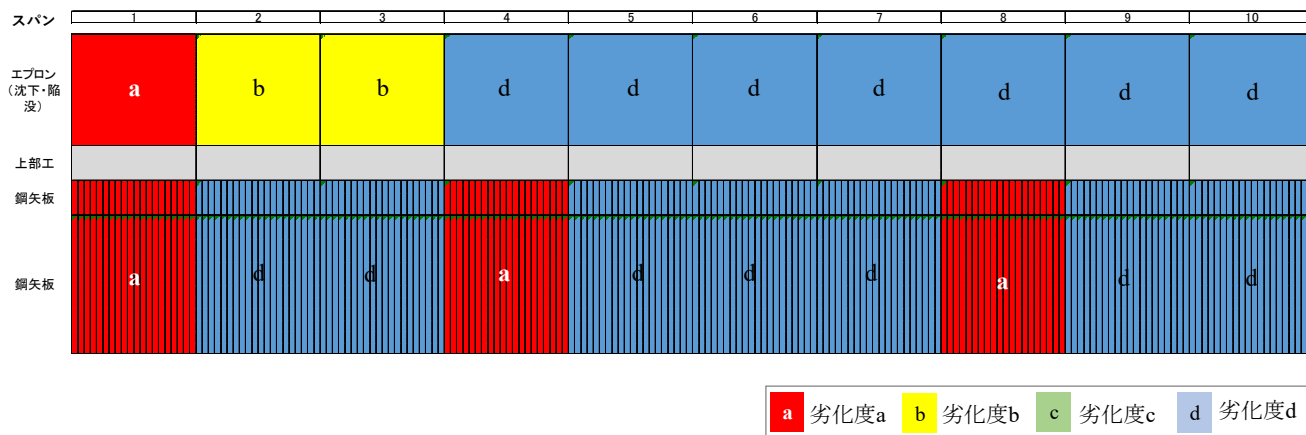
- 1) 国土交通省：国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画），2014年。  
<https://www.mlit.go.jp/common/001040664.pdf>（最終閲覧日 2022年8月30日）
- 2) 国土交通省：国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）（第二期），2021。  
[https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/\\_pdf/tyouzyumyou2honbun.pdf](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/_pdf/tyouzyumyou2honbun.pdf)（最終閲覧日 2022年8月30日）
- 3) 国土交通省港湾局：港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン（一部変更），2020年。  
<https://www.mlit.go.jp/common/001335978.pdf>（最終閲覧日 2022年8月30日）
- 4) 国土交通省港湾局：第662回建設技術講習会資料（港湾施設の維持管理に関する取り組みについて），2020年。  
<https://www.zenken.com/kensyuu/kousyuukai/H31/662/yotsuya.pdf>（最終閲覧日 2022年8月30日）
- 5) 既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する情報提供システムのダウンロードページ（国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾施工システム・保全研究室のホームページ）  
<https://www.y.sk.nilim.go.jp/kakubu/kouwan/sekou/info-serv.htm>（最終閲覧日 2022年8月30日）
- 6) 港湾構造物 LCC計算プログラムのダウンロードページ（国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾施工システム・保全研究室のホームページ）  
<https://www.y.sk.nilim.go.jp/kakubu/kouwan/sekou/lcc.htm>（最終閲覧日 2022年8月30日）

- 7) 堂坂康二, 佐藤徹, 加藤絵万, 川端雄一郎, 岡崎慎一郎: 重力式係船岸における空洞の発生状況に関する分析, 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014 年.
- 8) 中村友昭, 福田俊, 趙容桓, 水谷法美: 矢板式岸壁の腐食孔からの埋立土砂の吸出し機構に関する研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol172, No.2, 2016 年.
- 9) 山路徹, 与那嶺一秀, 審良善和, 阿部正美: 長期海洋暴露試験に基づく鋼管杭の防食工法の耐久性評価に関する研究 (30 年経過時の報告), 港湾空港技術研究所資料, No.1324, 2006 年.
- 10) 加藤絵万, 川端雄一郎, 岩波光保: 港湾 RC 構造物の確率論に基づく保有性能評価, 港湾空港技術研究所資料, 第 1225 号, 2010.
- 11) 兵頭武志, 北里新一郎, 本城勇介, 大竹雄: 空間統計学を利用した港湾コンクリート構造物の効率的な維持管理に関する研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), vol69, No.2, 2013.
- 12) 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: 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, 国土技術政策総合研究所資料, No.1038, 2018 年.  
<https://www.zenken.com/kensyuu/kousyuukai/H31/662/yotsuya.pdf> (最終閲覧日 2022 年 8 月 30 日)
- 13) 国土交通省港湾局: 港湾の施設の点検診断ガイドライン (一部変更), 2021 年.  
<https://www.mlit.go.jp/common/001395791.pdf> (最終閲覧日 2022 年 8 月 30 日)
- 14) 古市亨, 松井繁之, 井上晋, 浅井忠昭: 保有性能と損傷からみた既設橋梁の対策優先順位決定に関する一手法, 構造工学論文集, Vol.54A, pp.460-471, 2008 年.
- 15) 原田紹臣, 小杉賢一郎, 里深好文, 水山高久, 老朽化した砂防関係施設の健全度及び対策優先度に関する定量的な評価手法の提案, 河川技術論文集, 第 21 巻, pp.183-188, 2015 年.
- 16) 加藤絵万, 岩波光保, 横田弘: 栈橋のライフサイクルマネジメントシステムの構築に関する研究, 港湾空港技術研究所資料, 第 48 巻, 第 2 号, 2009 年.
- 17) 国土交通省: 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針, 2009 年.  
<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/090601/shishin/shishin090601.pdf> (最終閲覧日 2022 年 8 月 30 日)
- 18) 国土交通省港湾局監修: 港湾の施設の維持管理技術マニュアル (改訂版), 財団法人 沿岸技術研究センター, 2018 年.



付録 A 情報提供システムによる矢板式係船岸及び重力式係船岸のエプロン等の劣化度評価結果の可視化

① 矢板式係船岸のエプロン等の劣化度評価結果の可視化例

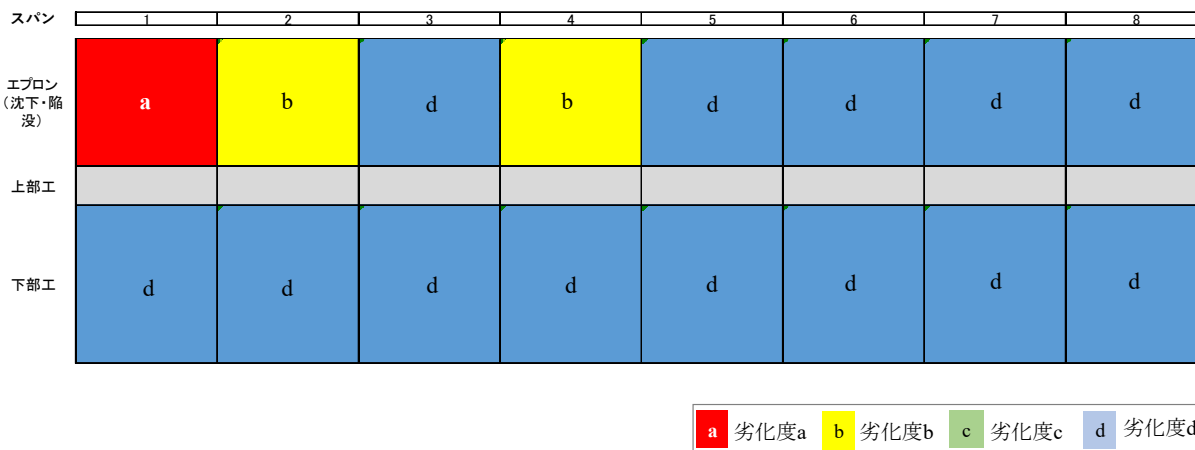


※スパン毎のエプロンの劣化度評価結果（沈下・陥没）を、鋼矢板の劣化度評価結果とともに可視化している。

両部材（エプロンと鋼矢板）の劣化度評価結果を同時に可視化することで、エプロン下の空洞化に関する変状連鎖（鋼矢板の腐食⇒鋼矢板の開孔⇒裏込土の吸出し⇒エプロン下の空洞化）による、エプロン陥没等の危険性を把握しやすくする。

上記例の場合、スパン番号4及び番号8のエプロンの劣化度評価結果はd（変状が認められない状態）であるが、鋼矢板の劣化度評価結果a（部材の性能が著しく低下している状態）を踏まえると、今後エプロンの劣化度が進行する可能性が考えられる。

② 重力式係船岸のエプロン等の劣化度評価結果の可視化例



※スパン毎のエプロンの劣化度評価結果（沈下・陥没）を、下部工の劣化度評価結果とともに可視化している。

エプロンの劣化が著しい箇所では、エプロン下に空洞化が生じている可能性が考えられる。そのため、必要に応じて、エプロン及び下部工の目地部を含めて、更に詳細に点検診断する必要がある。なお、堂坂ら<sup>7)</sup>は、エプロン下の空洞は、目地部の損傷等による裏埋材の流出等が起因となり、目地部に近いほど数多く確認される傾向であることを示している。

付録 B 点検診断事例データベースの検索画面及び検索結果例（栈橋の場合）

①点検診断事例データベースの検索画面

点検診断事例データベース - 構造形式選択 -

[戻る](#)

栈橋	矢板式係船岸／護岸	重力式係船岸／護岸
重力式防波堤	臨港交通施設	

点検診断事例データベース - 基本情報検索（栈橋） -

[クリア](#) [検索](#) [戻る](#)

都道府県名 <input type="text"/> 港湾名 <input type="text"/> 施設名 <input type="text"/> 構造形式 <input type="text"/> 計画水深 <input type="text"/> m ~ <input type="text"/> m 経過年 <input type="text"/> 年 ~ <input type="text"/> 年 被覆防食 <input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし 電気防食 <input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし 施設全体の性能低下度 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D	部材別性能低下度 栈橋法線 凹凸・出入り <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D エプロン 沈下・陥没 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D (通常の場合)コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D (コンテナターミナル等)舗装等の段差、わだち掘れ、ひび割れ <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 上部工 (下面部) コンクリートの劣化・損傷 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 上部工 (上・側面部) コンクリートの劣化・損傷 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 鋼管杭 被覆防食工 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 電気防食工 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 鋼材の腐食、亀裂、損傷 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D	渡版 本体の損傷、塗装 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 土留部 状態 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 土留工背後エプロン 吸出し・空洞化 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 海底地盤 洗掘、堆積 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 附帯設備 係船柱 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 防眩材 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D 車止め <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D はしご <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D
--	--	--

②点検診断事例データベースの検索結果例（施設基本情報）

点検診断事例データベース-基本情報検索結果（栈橋）-								
該当件数	件			戻る				
※Noをクリックすると関連する資料フォルダを表示します ※施設名をクリックすると該当の点検結果一覧を表示します								
No	港湾コード	都道府県	港湾名	施設名	構造型式	計画水深(m)	設計水深(m)	延長(m)
1	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	栈橋式	-14	-14.6	330
2	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	栈橋式	-5	-	340.26
3	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	栈橋式	-5	-	190
4	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	栈橋式	-7.5	-7.6	260
5	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	鋼管杭式(自立式)	-	-	44.7
6	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	鋼管杭式(自立式)	-	-	44.7
7	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	鋼管杭式(自立式)	-	-	37
8	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	鋼管杭式(自立式)	-	-	37
9	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋式	-13	-13.1	270
10	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋式	-14	-14.1	300
11	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋式	-	-	30
12	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋式	-12	-12.1	240
13	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋式	-10	-10	165
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋式	-7.5	-7.5	133.7
15	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋式	-7.5	-7.5	130.02
16	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋式	-13	-13	260
17	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-10	-10.1	200
18	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-10	-	200
19	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-10	-10	186
20	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-10	-10	200
21	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-10	-10	138
22	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-12	-12.6	10
23	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-7.5	-7.6	130
24	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-7.5	-7.7	130
25	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-7.5	-7.7	130
26	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-7.5	-7.7	130
27	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-7.5	-7.7	130
28	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	横栈橋	-7.5	-7.7	130

③点検診断事例データベースの検索結果例（点検診断結果）

点検診断事例データベース-点検診断データ一覧（栈橋）-											
該当件数	件			戻る							
※Noをクリックすると関連する資料フォルダを表示します											
No	港湾コード	港湾名	施設名	部材	点検項目	劣化度毎のスパン数				評価	
						a	b	c	d		
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	凹凸・出入り	0	0	0	0	14	D
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	沈下・陥没	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(通常の場合)コンクリートまたはアスファルトの劣化・損傷	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(コンテナターミナル等)舗装等の段差、わだち掘れ、ひび割れ	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	コンクリートの劣化・損傷	0	0	13	0	1	A
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	コンクリートの劣化・損傷	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	被覆防食工	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	電気防食工	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	鋼材の腐食・亀裂・損傷	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	本体の損傷・塗装	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	状態	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	吸出し・空洞化	0	0	0	0	0	-
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	洗掘・堆積	0	0	0	0	14	D
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	係船柱	0	0	0	14	0	C
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	防舷材	1	0	13	0	0	C
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	車止め	0	0	0	14	0	C
14	(非公開)	(非公開)	(非公開)	(非公開)	はしご	0	1	0	0	0	C

なお、一部情報（港湾コード、都道府県、港湾名、施設名等）は、個別施設の特定につながるため、非公開としている。

付録 C 事故事例データベースの検索画面及び検索結果例

①事故事例データベースの検索画面

**事故事例データベース - 事故事例検索 -**

クリア
検索
戻る

<p>港湾名 <input style="width: 90%;" type="text"/></p> <p>施設分類 <input style="width: 90%;" type="text"/></p> <p>施設種別 <input style="width: 90%;" type="text"/></p> <p>構造形式 <input style="width: 90%;" type="text"/></p> <p>事故発生時経過年 <input style="width: 20%;" type="text"/> 年 ~ <input style="width: 20%;" type="text"/> 年</p>	<p><b>事故発生箇所</b></p> <p>鋼矢板・鋼管杭 (腐食・損傷) <input type="checkbox"/>あり <input type="checkbox"/>なし</p> <p>係留施設等エプロン (空洞化・陥没) <input type="checkbox"/>あり <input type="checkbox"/>なし</p> <p>棧橋等上部工 (損傷等) <input type="checkbox"/>あり <input type="checkbox"/>なし</p> <p>橋梁上部工 (損傷等) <input type="checkbox"/>あり <input type="checkbox"/>なし</p> <p>橋脚 (損傷等) <input type="checkbox"/>あり <input type="checkbox"/>なし</p> <p>道路舗装 (陥没) <input type="checkbox"/>あり <input type="checkbox"/>なし</p> <p>その他 <input type="checkbox"/>あり <input type="checkbox"/>なし</p>
--	--

②事故事例データベースの検索結果例 (施設基本情報)

事故事例データベース										
事故事例検索結果										
該当件数 件										
戻る										
※施設名を"クリック"すると関連するファイルを表示します										
資料番号	整理番号	港湾名	港裕	港湾管理者	地区名	施設名	施設分類	施設種別	構造形式	建設年 (西暦)
1	1 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	岸壁	矢板式係船岸	1969
1	2 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	岸壁	矢板式係船岸	1967
1	3 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	不明	1963
1	4 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	棧橋	棧橋	1979
1	5 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	棧橋	棧橋	1966
1	6 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	棧橋	棧橋	1983
1	7 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	岸壁	重力式係船岸	2004
1	8 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	棧橋	1972
1	9 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	矢板式係船岸	1967
1	10 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	岸壁	棧橋	1970
1	11 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	矢板式係船岸	1972
1	12 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	矢板式係船岸	1977
1	13 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	不明	1991
1	14 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	棧橋	棧橋	1969
1	15 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	棧橋	棧橋	1969
1	16 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	臨港交通施設	橋梁	不明	1970
1	17 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	臨港交通施設	橋梁	不明	1969
1	18 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	岸壁	矢板式係船岸	1973
1	19 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	岸壁	矢板式係船岸	1969
1	20 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	臨港交通施設	道路	-	1972
1	21 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	臨港交通施設	道路	-	1972
1	22 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	岸壁	矢板式係船岸	1982
1	23 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	浮棧橋	浮棧橋	1987
1	24 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	棧橋	棧橋	1952
1	25 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	不明	不明
1	26 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	重力式係船岸	1977
1	27 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	矢板式係船岸	1950以前
1	28 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	矢板式係船岸	1950以前
1	29 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	重力式係船岸	1950以前
1	30 (非公開)			(非公開)	(非公開)	(非公開)	係留施設	物揚場	重力式係船岸	1950以前

③ 事故事例データベースの検索結果例（事故発生箇所に関する情報（一部抜粋））

利用制限 実施時期 または事 故確認時 期(西暦)	事故発生 時経過年	事故発生箇所							その他	老朽化・事故等の概要	利用制限等緊急の対応の内容
		鋼矢板 鋼管杭 (腐食・損 傷)	係留施設 等エプロン /水叩き (空洞化・ 陥没)	棧橋等上 部工 (損傷等)	橋梁上部 工 (損傷等)	橋脚 (損傷等)	道路舗装 (陥没)				
2015	46	○	-	-	-	-	-	-	矢板欠損	バリケードにより陥没の恐れのある箇所の利用を禁	
2013	46	○	○	-	-	-	-	-	肉厚不足、エプロン沈下	バリケードにより利用制限。	
2015	52	○	-	-	-	-	-	-	本体工：鋼矢板(水中部)に開口部を確認	バリケードにより全面使用禁止	
2006	27	○	-	-	-	-	-	-	陸側棧橋で杭の劣化・損傷によるひび割れ、沈下、崩落の危険	崩落危険箇所をバリケードで囲い、立入禁止としている	
2011	45	-	-	○	-	-	-	-	コンクリート部分のひび割れ、腐食の発生	棧橋周辺をバリケードで囲い、立入禁止としている	
2015	32	-	-	○	-	-	-	-	床版下面剥離	バリケードにより部分使用禁止	
2015	11	-	-	-	-	-	-	○	エプロン段差	バリケードにより部分使用禁止	
2014	42	○	-	-	-	-	-	-	鋼管杭の腐食	バリケードにより全面(L=60m)使用禁止	
2014	47	○	○	-	-	-	-	-	鋼矢板の腐食、エプロン陥没	バリケードにより一部(L=20m)使用禁止	
2015	45	-	-	○	-	-	-	-	エプロン及び床版の破損、鋼桁の腐食	バリケードにより一部(L=10m)使用禁止	
2015	43	-	○	-	-	-	-	-	エプロン沈下	バリケードにより一部(L=6m)使用禁止	
2013	36	-	-	-	-	-	-	○	擁壁下部の浸食による中詰材の流出	バリケードにより一部(L=10m)使用禁止	
2015	24	-	-	-	-	-	-	○	物揚場背後法面の吸出	バリケードにより全面使用禁止	
2005	36	-	-	-	-	-	-	○	全体的に劣化	施設廃止。安全対策(立入禁止等)を実施。	
2006	36	-	-	-	-	-	-	○	全体的に劣化	施設廃止。安全対策(立入禁止等)を実施。	
2013	43	-	-	-	-	-	-	○	全体腐食、劣化	車両通行止め、仮橋で対応中。	
-	-	-	-	-	-	-	-	○	落橋防止装置の腐食、橋脚劣化	橋梁点検済。車両規制検討中。	
1975	2	-	○	-	-	-	-	-	エプロン陥没	フェリー廃止以来制限を継続。バリケードにより全面	
2015	46	-	○	-	-	-	-	-	エプロン陥没	バリケードにより全面使用禁止	
2013	41	-	-	-	-	-	○	-	路面陥没	セフティーコンにて片側規制	
2014	42	-	-	-	-	-	○	-	路面陥没	セフティーコンにて片側規制	
2015	33	○	-	-	-	-	-	-	鋼管矢板の腐食(肉厚減少)	トロープにより使用禁止区域を設定(幅10m×全延長	
2014	27	-	-	-	-	-	-	○	アンカーの腐食による切断で固定不能	水面にロープで固定したため、片側利用不可	
-	-	-	-	-	-	-	-	○	橋脚が破損している	陸こうを閉鎖し、係留船舶関係者(人)のみの立入可	
-	-	-	-	-	-	-	-	○	橋脚が破損している	隣接の荷捌き地を含めバリケードにより全面使用禁	
2015	38	-	-	-	-	-	-	○	取付部上部工(下面)のかぶり剥離、クラック鋼管杭	取付部全体についてフェンスにより全面使用禁止	
2014	-	-	○	-	-	-	-	-	エプロン部舗装沈下	ロープにより全面使用禁止	
-	-	-	○	-	-	-	-	-	エプロン部空洞	フェンスにより全面使用禁止	
-	-	-	○	-	-	-	-	○	岸壁法線(隣接スパン等の凹凸)エプロン(土砂流出)	バリケードにより全面使用禁止	
1997	-	-	○	-	-	-	-	○	エプロン(土砂流出)本体工(側壁、スリット部)(穴)ロープ	により全面使用禁止	

なお、一部情報（港湾名，地区名，施設名，港湾管理者名等）は，個別施設の特定につながるため，非公開としている。

---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1226                      October 2022

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-46pr@gxb.mlit.go.jp

既存港湾施設の点検・補修・利用制限等の判断に資する情報提供システムの開発  
及び改良と点検診断結果から保有性能評価・劣化予測・類似施設の情報提供等  
を行う評価ツールについて