

# 係留施設等ガイドライン（案）

## 【実践資料編】

静岡県 土木部 港湾整備室

## はじめに

### (1)ガイドライン策定の方針

本ガイドラインは、静岡県土木部が平成 15 年度に策定した「土木施設長寿命化行動方針（案）」に準拠し、係留施設等を対象として策定したものである。

ここでは、アセットマネジメント（資産管理）の考え方を橋梁に生かすことで、限られた予算条件の下で施設の特性に合わせた最適な維持管理計画を立案し、事業実施につなげていくための具体的な評価・実施手法を取りまとめている。

なお、本ガイドラインは、静岡県の現状（問題、課題）や係留施設等の特徴を把握した上で、継続的・現実的な維持管理・運営が可能となることを目指しており、将来的には他施設のガイドラインとの連携により、土木施設全体を対象とした管理が可能となることを念頭におき策定している。

### (2)対象とする施設の種類

本ガイドラインにおける対象は、岸壁、物揚場及び付随する取付護岸とする。また、栈橋式、矢板式及びエプロンの施設を中心に作成している。

### (3)運用

本ガイドラインは「計画的な維持管理を図り、確実に機能を維持することを基本」としつつ、「維持管理の効率化を図り、最適な投資をめざす」ものであるが、そのためには施設の機能の現状把握と将来予測および機能低下への対策方法とコストを的確に設定することが必要になる。しかしながら、現有の情報・データ、技術等を用いて、現状の把握は確立できるものの、将来予測等について現段階で十分な手法を確立することは難しく、最適な投資に至るには解決すべき課題もあることが現状である。本ガイドライン運用にあたっては現時点では十分な精度が得られないものもあるが、適用できる情報・データ、技術等を用いて取り組む。今後の情報、データ、技術等の蓄積に伴い段階的な改善により、適切かつ計画的・効率的な維持管理運用をめざす。

## 用語の定義

本ガイドラインにおいて使用する主な用語の定義は次による。

施設機能・性能	： 施設の役割を機能とし、それを果たすために部材あるいは構造が発揮する能力のことを性能という。
整備優先度	： 中長期計画において施設の整備計画が同時期となった場合の整備の順番（優先性）を判断する指標
維持管理指標	： 施設の状態把握、維持管理する上での着目すべき指標
予防保全	： 施設の機能低下を極力防ぎ、劣化が顕在化する前に対策を行う維持管理により機能確保を継続させることをいう。
事後保全	： 施設の機能低下を許容できる範囲まで使用し、劣化の顕在化後に対策を行うことで機能回復させることをいう。
限界管理水準	： 施設の機能が著しく低下し、使用上において制限、早期対策等を要する水準をいう。
サービス水準	： 施設の性能を高い水準に保ち、ユーザー等の要求に見合った荷役効率や使用性を確保する水準をいう。
点検	： 目視、計器等による設備の異常・損傷の発見、機能の良否の判定、その記録作成までの一連の作業をいう。
健全度評価	： 点検調査により得られた情報、データをもとに施設の保有性能と要求性能の関係を照査・評価することをいう。健全度評価は部位・部材毎および施設全体に対して評価する。
補修・補強	： 劣化、破損した部材・部品等の機能・性能を使用上支障のない状態まで回復させることをいう。
更新	： 更新とは、経年的な劣化または損傷した施設を取替えることをいう。
耐用年数	： 施設の使用が困難となり、対象施設の全部または一部の再建設あるいは、取替えるまでに要する期間のことをいう。
補修シナリオ	： 維持管理計画を立案する上で設定する基本方針。補修を実施する限界水準であり、事後保全型や予防保全型などがある。
中長期管理計画	： 将来予測の結果を基に、中長期的な観点で維持管理に関わる投資計画を立案することをいう。

# 本 編

## 目次

<b>1. 係留施設等マネジメントの体系</b> .....	<b>1</b>
1.1 係留施設等の定義 .....	1
1.2 係留施設等マネジメントの体系 .....	1
<b>2. 係留施設等に求められる機能及び変状の特徴</b> .....	<b>3</b>
2.1 係留施設等の機能と健全度 .....	3
2.2 係留施設に求められる機能 .....	3
2.2.1 係留施設の定義と求められる機能 .....	3
2.3 係留施設の性能の観点 .....	5
2.4 係留施設等の変状の特徴 .....	5
2.4.1 変状現象の進行 .....	5
2.4.2 変状現象の連鎖 .....	6
<b>3. 整備優先度の設定</b> .....	<b>7</b>
<b>4. 維持管理目標</b> .....	<b>12</b>
4.1 維持管理指標 .....	12
4.2 維持管理水準 .....	14
<b>5. 状態の評価・把握</b> .....	<b>20</b>
5.1 調査・点検手法 .....	20
5.1.2 点検の内容 .....	22
5.1.3 調査・点検の頻度 .....	23
5.2 状態の評価手法 .....	24
5.3 将来状態の予測手法 .....	33
<b>6. 経済性評価</b> .....	<b>46</b>
6.1 耐用年数及び評価期間の設定 .....	46
6.2 対策工法の選定手法 .....	46
6.3 経済性評価手法の設定 .....	48
<b>7. 中長期管理計画の立案</b> .....	<b>65</b>
7.1 総合的な評価手法 .....	65
7.2 中長期管理計画の立案手法 .....	67
<b>8. 事業実施</b> .....	<b>80</b>
<b>9. モニタリング・事後評価</b> .....	<b>81</b>
9.1 モニタリング .....	81
9.2 事後評価 .....	81
<b>10. 今後の取組み</b> .....	<b>99</b>
10.1 定期点検の実施 .....	99
10.2 データ化の検討 .....	99
10.3 点検調査の実施計画検討 .....	99

## 1. 係留施設等マネジメントの体系

### 1.1 係留施設等の定義

本ガイドラインで対象とする係留施設等は以下の施設とする。

表 1.1 本ガイドラインにおける対象施設

工種	対象施設
係留施設等	係留施設 (岸壁、物揚場)及び付随する取付護岸

係留施設の内、付帯設備（防舷材、係船柱、車止め等）は対象外

なお、重力式構造物の場合、本土工の劣化（機能低下）は地震・沈下等を原因とするものが多く、本ガイドラインが目指すような計画的な維持管理手法の適用が難しい。点検調査については他の構造と同様に実施するが、重力式構造物のうち、本土工については、中長期管理計画のシナリオには含まないものとする。

### 1.2 係留施設等マネジメントの体系

#### (1)本ガイドラインの位置付け

本ガイドラインは、平成 15 年度に策定した土木施設長寿命化行動方針において定められた、公共土木全般を対象とした基本的な維持管理・運営に関する考え方、施設横断的な基本ルールに基づき、工種単位でのマネジメント方法を定めたものである。

今後は、本ガイドラインを受け、静岡県内の係留施設等を対象とした中長期管理計画を立案し、これに基づいた施設の戦略的な維持管理・運営を順次展開していくものである。

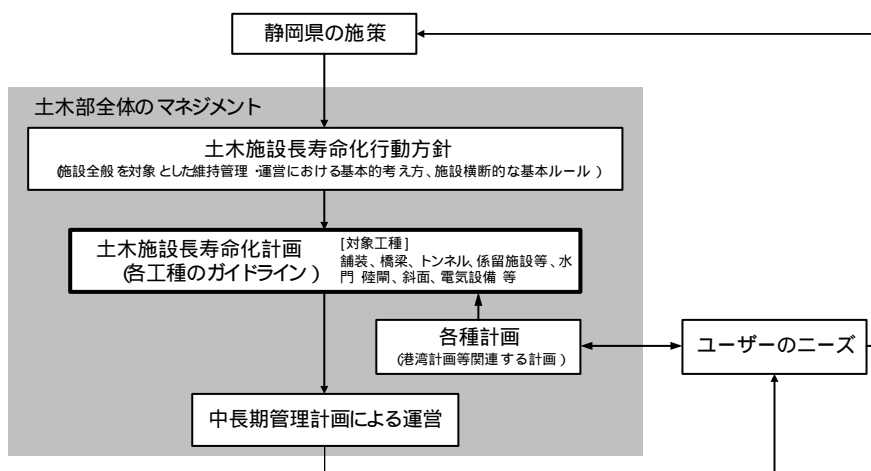


図 1-1 本ガイドラインの位置付け

## (2)係留施設等マネジメントの概要

係留施設等のマネジメントは、施設の現況（健全度）・ユーザーの要望及び将来計画（港湾計画）等の内容を踏まえ、効率的かつ効果的なサービスの提供及び施設管理を実施するものである。

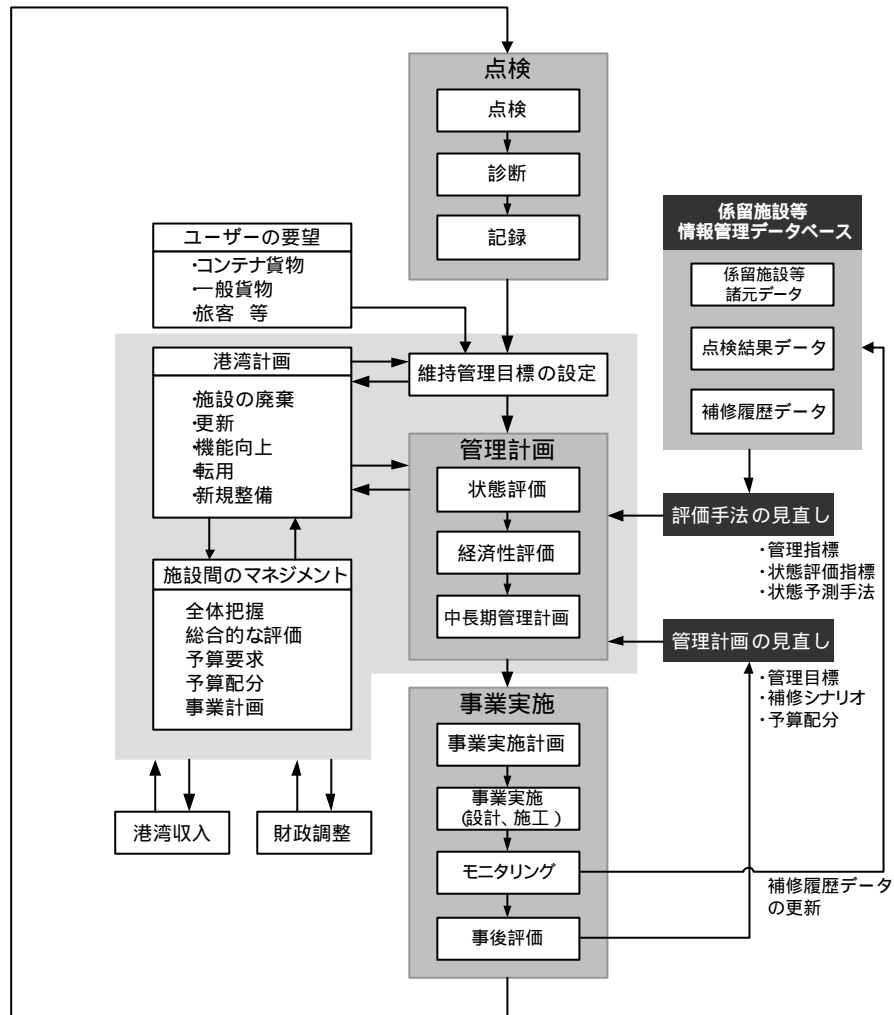


図 1-2 係留施設等マネジメントの流れ

## 2. 係留施設等に求められる機能及び変状の特徴

### 2.1 係留施設等の機能と健全度

係留施設等の維持管理にあたり管理者は、「施設に求められる機能が発揮できる状態を維持する」ことを基本に、最適の投資を行うことが求められる。

施設の機能が十分に発揮される為には、その施設が健全でなければならない。変状が発生して施設の健全度が低下すると、施設の機能に影響が出る（性能が低下する）。このことから、施設の健全度（施設健全度）を評価することで施設の性能がどの程度であるかを把握することが出来ると考えられる。

以降に、係留施設等に求められる機能及びそれを果たすために必要な性能を整理する。

### 2.2 係留施設に求められる機能

#### 2.2.1 係留施設の定義と求められる機能

本ガイドラインに定められている「係留施設」とは、「港湾法」で次のように定めている。

#### 【港湾法】

##### 第2条

5 この法律で、「港湾施設」とは、港湾区域及び臨港地区内における第一号から第十一号までに掲げる施設並びに港湾の利用又は管理に必要な第十二号から第十四号までに掲げる施設をいう。

一 水域施設 航路、泊地及び船だまり

二 外郭施設 防波堤、防砂堤、防潮堤、導流堤、水門、こう門、護岸、堤防、突堤及び胸壁

三 けい留施設 岸壁、けい船浮標、けい船くい、さん橋、浮さん橋、物揚場及び船揚場

また、係留施設に求められる機能については、「港湾の施設の技術上の規準を定める省令」で次のように定めている。

<sup>1</sup> 機能、性能・・・本ガイドラインでは施設の役割を「機能」とし、それを果たす為に部材あるいは構造が発揮する能力が「性能」と呼ぶ。



**【港湾の施設の技術上の基準を定める省令】**

第4章 係留施設

(通則)

第9条 係留施設は、船舶が安全かつ円滑に利用できるものとする。

係留施設は、自重、水圧、波力、土圧、地震力、載荷重、船舶による衝撃、船舶の牽引力等に対して安全な構造であるものとする。

(岸壁、さん橋及び物揚場)

第11条 岸壁、さん橋及び物揚場の上面には、荷役又は乗降が安全に行なえるものとする。

岸壁、さん橋及び物揚場の上面には、荷役又は乗降が安全かつ円滑に行えるものとする。

岸壁、さん橋及び物揚場の上面は、載荷中に照らし、セメント・コンクリート若しくはアスファルト・コンクリート又はこれらに類するものにより適切に舗装するものとする。

上記の内容を踏まえて、係留施設に求められる機能は以下のように整理する。

**【係留施設に求められる機能】**

- (1)係留機能 :船舶が停泊・荷役の為に接岸できる機能がある。
- (2)空間機能 :船舶・上屋からの荷役作業を行うための空間や、船舶への乗降・車両通行のための空間を確保する機能がある。



図 2-1 施設の利用状況 (左：清水港袖師 5～6 号岸壁 右：清水港興津 6～9 号岸壁)

## 2.3 係留施設の性能の観点

係留施設に求められる機能を果たすための性能（要求性能）の種類及び水準は、施設の利用形態、管理者・ユーザー等の関係者、地域性及び周辺環境により異なる。この内、施設の要求性能の種類については施設の利用形態及び関係者のニーズにより整理される。

以降に係留施設の要求性能を示す。

表 2.1 係留施設の要求性能の種類

社会資本としての基本的な要求性能	係留施設に求められる機能	項目	港湾管理者	ユーザー		
				一般貨物	コンテナ	旅客
安全性	係留機能 空間機能	土圧に対する耐荷性能・安定性能	○			
		上載荷重に対する耐荷性能・安定性能	○			
		地震力に対する耐荷性能・安定性能	○			
		牽引力・接岸力に対する耐荷性能・安定性能	○			
使用性	係留機能 空間機能	船舶接岸の安全性	○	○	○	○
		荷役作業の安全性（荷役機械の安定）	○	○	○	
		乗降・歩行の安全性	○			○
耐久性		供用期間中の機能維持	○			
経済性		維持管理コスト最小	○			

直接的なニーズ      間接的なニーズ

なお、護岸は係留施設（岸壁）の取付部としての役割を果たすものであり、係留施設の要求性能より 係留機能 を除いた性能を要求するものとする。

## 2.4 係留施設等の変状の特徴

係留施設等は、その構造が比較的複雑で構成部材が相互に関連しあっている上に、構造物に作用する外的要因が多種多様であるため、施設の変状が極めて複雑になっているのが特徴である。点検時にはそれらの変状の特徴を把握しておくことが必要である。

### 2.4.1 変状現象の進行

係留施設等に発生した変状は、時間の経過と共に規模や状況が変化する。変状現象の進行は、その性質から(1)進行型、(2)災害型、(3)中間型の3つに分類される（変状現象の進行タイプ）。

(1) 進行型：地盤の圧密沈下、構造物に使用されている材料の劣化、過大積載荷重などを原因とし、時間の経過と共に徐々に進行していく変状をいう。

(2) 災害型：地震や津波等の比較的規模の大きな外力によって、短期間に生

じる変状をいう。

- (3) 中間型：波浪等の比較的大きな繰返し外力によって、時間の経過と共に進行していく変状をいう。

### 2.4.2 変状現象の連鎖

係留施設等は、その構成部材が相互に関連しあっていて、ある部材に発生した変状が他の部材の変状も連鎖的に引き起こす場合がある。係留施設等に発生した変状を要素間の関連性という観点から整理すると、(1)独立型、(2)連鎖型の2つに分類される。

- (1) 独立型：構造物の構成要素の変状が他と独立して進行していくもので、鋼材の腐食、コンクリートのひび割れ、劣化などがある。この変状は、構造物の特性にほとんどかわりなく、構成要素そのものの特性により影響を受けるもので、その変状現象は比較的単純である。
- (2) 連鎖型：構造物の構成要素の変状が互いに関連性を持ち、一つの構成要素の変状が、次々他の要素へと波及していくものである。この場合は変状現象の進行過程は、構造物によって異なり、しかも変状の規模は大きくなる傾向をもっている。

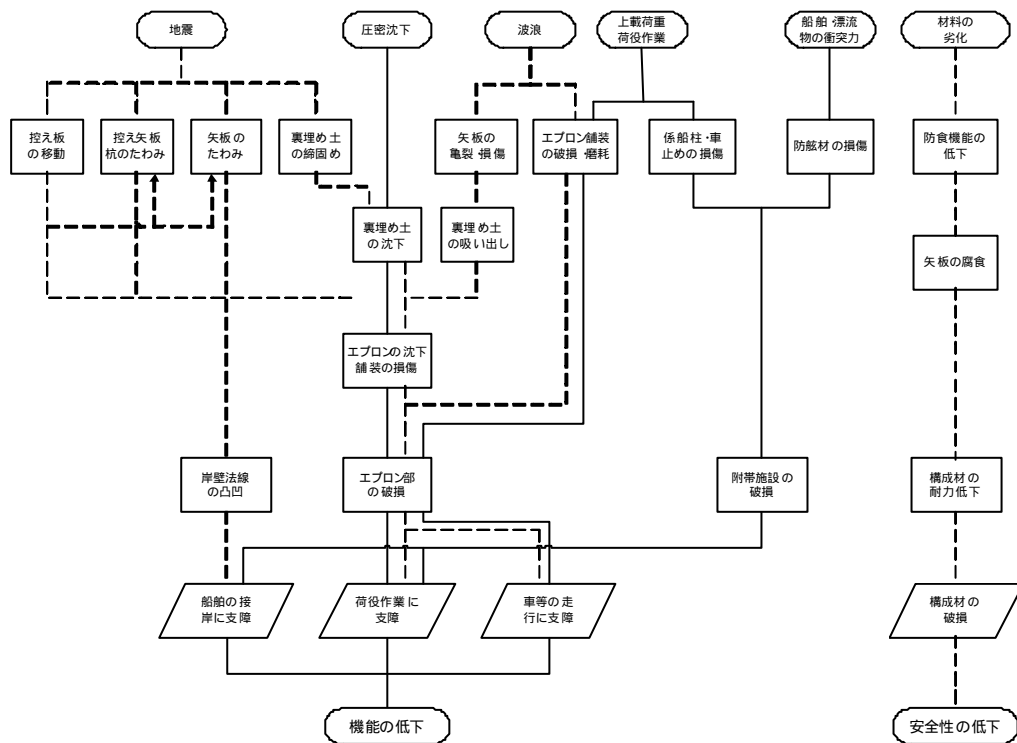


図 2-2 矢板式の変状連鎖

### 3. 整備優先度の設定

同時期に対策することと計画された施設群に対し、整備の順番(優先性)を判断する指標として「整備優先度」を設定する。整備優先度は「施設健全度」「施設重要度」及び「将来計画」等を基に設定する。

また、「施設重要度」は施設の点検頻度や維持管理水準を設定する際の判断材料にも用いる。

#### (1)整備優先度の基本的考え方

施設の整備優先度は、施設の現状や社会的影響力、将来計画等を考慮した以下の4つの視点を考慮して判定する。

1. 経済活動 :港湾の利用状況に係る項目
2. 危険防止 :施設の構造的安定性及び荷役作業時の安全性に関連する項目
3. 災害時の役割 :災害時(主に大規模地震時)の港湾機能に関連する項目
4. 将来計画 :将来における施設の利用、整備計画等に関連する項目

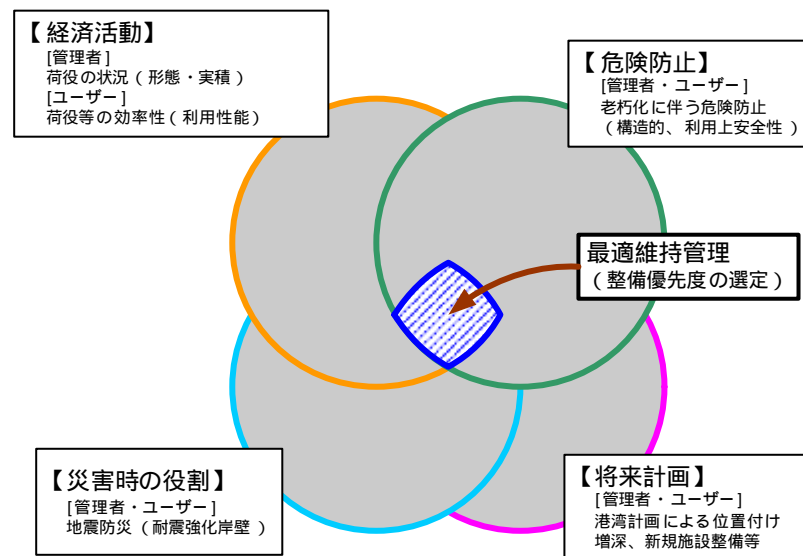


図 3-1 整備優先度のイメージ

この内、「2. 危険防止」に関する内容については、施設の老朽化による部材の変状を取りまとめた「施設健全度」(4.1 維持管理指標 参照)により評価する。また、「1. 経済活動」「3. 災害時の役割」については、施設の現時点における利用に関する項目を取りまとめた「施設重要度」により評価する。

「4. 将来計画」は主に港湾計画による位置付けによるもので、施設機能の

確保にネガティブな関連性（更新が行われる施設については機能回復を優先しないという選択肢もある）がある場合もある。

このように整備の優先性は、「施設健全度」、「施設重要度」及び「将来計画」による判断を基本とする。<sup>2</sup>

### (2)施設重要度が反映される検討項目

港湾活動において重要な役割を果たしている施設（施設重要度の高い施設）は、優先的に事業を行うことが求められるのは前述のとおりである。ここで、施設重要度の高い施設の管理に求められることとして、

- ・ 点検を重点的に行い、状況を詳細に把握する必要がある
  - ・ 利用状況によっては、高いサービス水準が求められる場合がある
- といった内容もあげられる。

このように、施設重要度は、「整備優先度」の評価要素の他に、点検頻度やサービス水準を決定する要素としても活用されるものである。

### (3)施設重要度を決定する項目（重要港湾以上）

係留施設はそれぞれ個別に荷役作業が行われていて、例えばある施設の供用が制限された場合、他の施設の供用を阻害するものではなく、他の施設に貨物を振替えることにより損害が比較的少ない中で対応することが出来る。

ただし、その施設が特有の条件を持っている場合、供用制限時の代替施設確保が困難となることが考えられる。そのとき、利用が多く行われている施設であった場合、港湾活動に与える社会的インパクトは大きくなる。

代替施設確保の難易に比較的深い関係のある要素として、施設重要度は以下の3項目により評価を行なうこととした。

1. 耐震強化岸壁 :緊急時の物資輸送拠点
2. 荷役機械の有無 :移設が困難である荷役機械を擁している
3. 取扱貨物量 :各施設で取扱っている貨物量の合計<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> ここに示した項目の他に、船社等の要望（ユーザーのニーズ）など不確定要素についても、必要に応じて整備優先度の判断材料として取り入れることも可能とする。

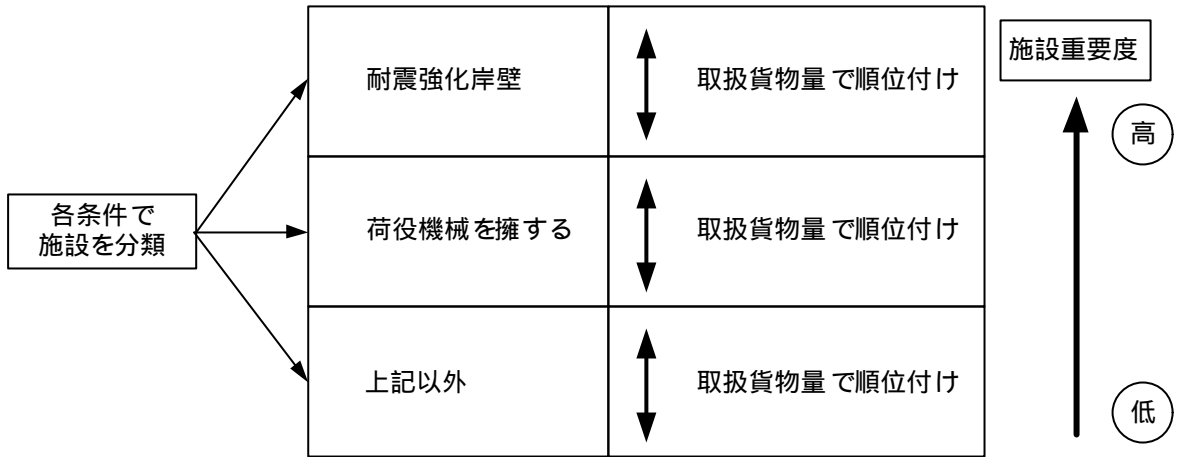
<sup>3</sup> なお、取扱貨物量に代わり、各品目の単価を乗じて算出した貨物取扱額を使用することも考えられるが、港湾計画では貨物量を基に計画を立案していることや、貨物単価を設定するにしてもその精度に問題がある（貨物毎の金額のばらつきが大きい）こと等から採用をしていない。アカウントビリティに配慮してわかりやすい評価とするためにも取扱貨物量の多い施設＝利用の多い施設として整理する方法が妥当である。

ここで、「1. 耐震強化岸壁」及び「2. 荷役機械の有無」については、施設の代替性を考える上で重要な項目であるため、条件に当てはまる施設の重要度は高く設定する。これを踏まえ、施設重要度は、図 3-2のような条件で施設を分類し、その分類の中で取扱貨物量により順位付けを行って整理することとする。

表 3.1 施設重要度を決定する項目

視点		項目	内容
災害時の役割	地震防災	耐震強化岸壁	<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模災害時の物資輸送拠点となるため、施設機能（構造安定性）を確保する必要がある。</li> </ul>
経済活動	施設の利用形態に関連する項目	荷役機械の有無	<ul style="list-style-type: none"> <li>荷役機械を利用して貨物を取扱っている場合、供用制限時に代替可能な施設を確保する事は大変困難となる。</li> </ul>
	施設の利用実績に関連する項目	取扱貨物量 (t/バース・年) <sup>4</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貨物量が多い場合、同規模の荷役が可能となる施設の確保は困難な場合がある。代替施設が確保できた場合でも、振替貨物量が多くなるとその施設への負担が大きくなる。</li> <li>取扱貨物量の多い施設は、供用制限時及び使用性能低下時の影響が大きくなる。</li> </ul>

<sup>4</sup> 取扱貨物量の単位について、t/m・年で整理した値についても参考値として整理する。



両者に当てはまる施設は最重要とした  
係留隻数や取扱品目等についても整理を行ない、整備優先度を検討する際の参考データとする

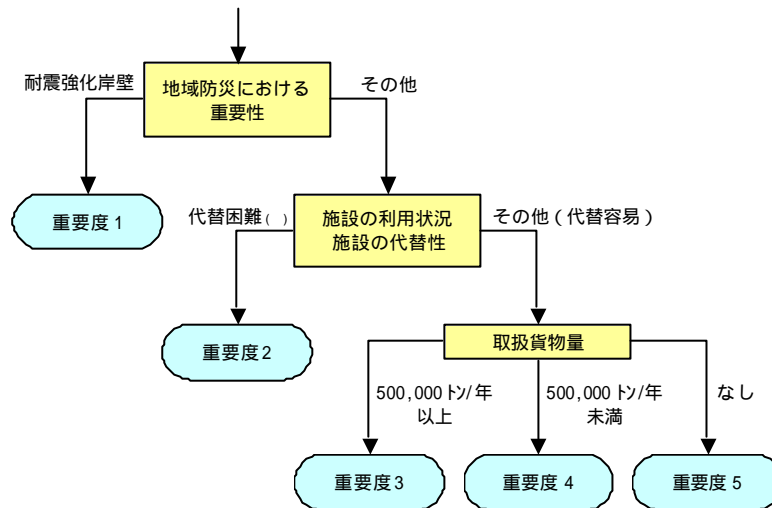


図 3-2 重要港湾以上における施設重要度の考え方

#### (4)施設重要度を決定する項目（地方港湾）

地方港湾の係留施設は、荷役だけでなく旅客船の着岸や小型船の係留等様々な利用がされており、貨物量のみで評価することは困難である。

そのため、地方港湾における施設重要度は、

1. 地域防災における重要性（耐震強化岸壁）
2. 施設の利用状況からみた代替施設確保の難易（施設の利用目的、背後施設との連携、水深、荷役の有無）

を考慮して決定する。

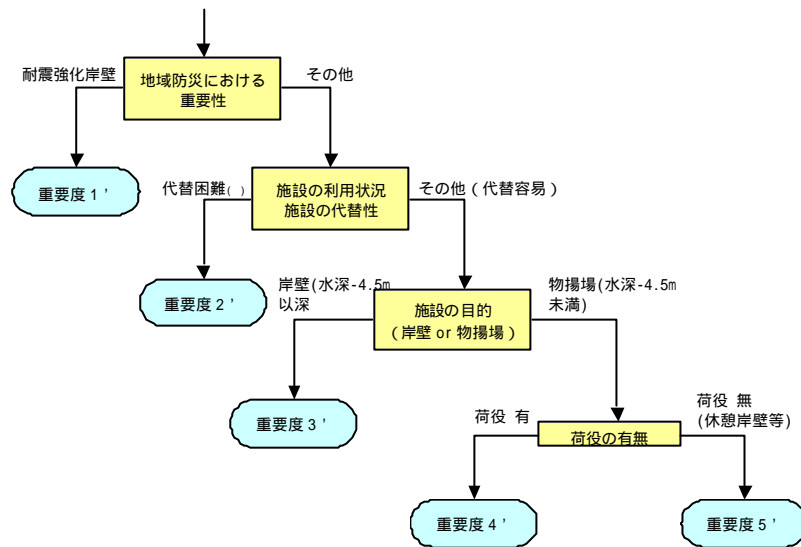


図 3-3 地方港湾における施設重要度の考え方



## 4. 維持管理目標

### 4.1 維持管理指標

施設の状態を把握する指標（維持管理指標）には、「施設健全度」を用いる。施設健全度は、調査・点検による部材の「損傷度」を部材・部位及び施設毎に整理して評価する。

#### (1) 施設健全度の基本的考え方

施設の健全度は劣化・外力等様々な要因により時間と共に低下し、施設の性能も低下する。管理者は施設の調査・点検を実施して施設の健全度を評価し、「どの性能がどの程度低下しているか」を整理することで施設の状態を把握する。（詳細は5. 状態の把握・評価 を参照）

係留施設等の調査・点検については、現在国交省等を中心に維持管理マニュアルの改訂作業が進められているところである。現時点においては、「国有港湾施設の点検診断に係る実施要領（暫定版）」（平成 16 年 12 月 国交省港湾局）が最新の成果となっている。今後、この内容が全国の港湾施設の劣化評価の基本的な考え方とされることから、静岡県としても係留施設等の調査・点検については同要領の内容を基本とし、先進的な事例や実際の運用に関する課題等を踏まえながら整理・改善を行う。

表 4.1 維持管理指標

対象施設	項目		
矢板式係船岸	エプロン(上部工は除く)	沈下・陥没	
		沈下量(段差)、傾斜量	
		コンクリート及びアスファルトの劣化、損傷	
	岸壁法線	凹凸	
		法線の移動量	
	上部工	コンクリートの劣化、損傷	
		かぶりの厚さ(必要に応じて)	
		鉄筋の腐食状況、腐食速度(必要に応じて)	
		コンクリートの分析(必要に応じて)	
	鋼矢板		鋼材の腐食、亀裂、損傷
			肉厚測定
			局部腐食
		塗覆装	塗装
			有機ライニング
			ペトロラタムライニング
			モルタルライニング
			金属ライニング
電気防食		流電陽極方式	電位
			陽極
	外部電源方式	テストピース	
		直流電源及び電気設備	
裏埋材	沈下、吸い出し		
海底地盤	洗掘、土砂の堆積		

対象施設	項目			
棧橋式係船岸	エプロン	沈下・陥没		
		沈下量(段差)、傾斜量		
		コンクリート及びアスファルトの劣化、損傷		
	岸壁法線	凹凸		
		コンクリートのひび割れ コンクリートのひび割れ深さ(必要に応じて) 鉄筋の腐食 鉄筋の腐食状況、腐食速度(必要に応じて) コンクリートの強度(必要に応じて) かぶりの厚さ(必要に応じて) コンクリートの分析(必要に応じて)		
	鋼管杭		鋼材の腐食、亀裂、損傷	
			肉厚測定	
			局部腐食	
		塗覆装	塗装	
			有機ライニング	
			ペトロラタムライニング	
			モルタルライニング	
			金属ライニング	
		電気防食	流電陽極方式	電位
				陽極
	外部電源方式		テストピース	
			直流電源及び電気設備	
土留部	沈下、吸い出し 洗掘、土砂の堆積			

対象施設	項目	
重刀式係船岸	全体	移動量、傾斜量、沈下量
	エプロン(上部工は除く)	沈下・陥没
		沈下量(段差)、傾斜量
		コンクリート及びアスファルトの劣化、損傷
	岸壁法線	凹凸
	上部工	コンクリートの劣化、損傷
	本体内(側壁、スリット部)	コンクリートの劣化、損傷
		かぶりの厚さ(必要に応じて)
		鉄筋の腐食状況、腐食速度(必要に応じて)
		コンクリートの分析(必要に応じて)
ケーゾンの空洞化(必要に応じて)		
裏埋材	沈下、吸い出し	
海底地盤	洗掘、土砂の堆積	

## 4.2 維持管理水準

維持管理水準は、対象施設のライフサイクルコストが最小となるシナリオを検討して決定することを基本とする。ただし、施設の性能を一定以上に確保しておく必要がある場合は、「サービス水準」を設定して維持管理水準とする。

### (1) 維持管理水準の基本的考え方

維持管理を「ある水準以上に施設健全度を確保すること」として捉え、その目標となる維持管理水準により補修等のタイミングを決定する目安とする。

維持管理水準は、施設の現状を踏まえて評価期間（6.1 耐用年数及び評価期間の設定 参照）内のライフサイクルコストが最小となる最適投資計画（経済的な面からみた）より導き出される。ただし、利用頻度の高い施設や代替性が困難な施設など、施設の性能（主にエプロン舗装の状態）を高い水準に保つことでユーザーの求める荷役効率や使用性を確保する場合については、「サービス水準」を設定して、変状の早期段階にて補修を繰り返すこととする<sup>5</sup>。

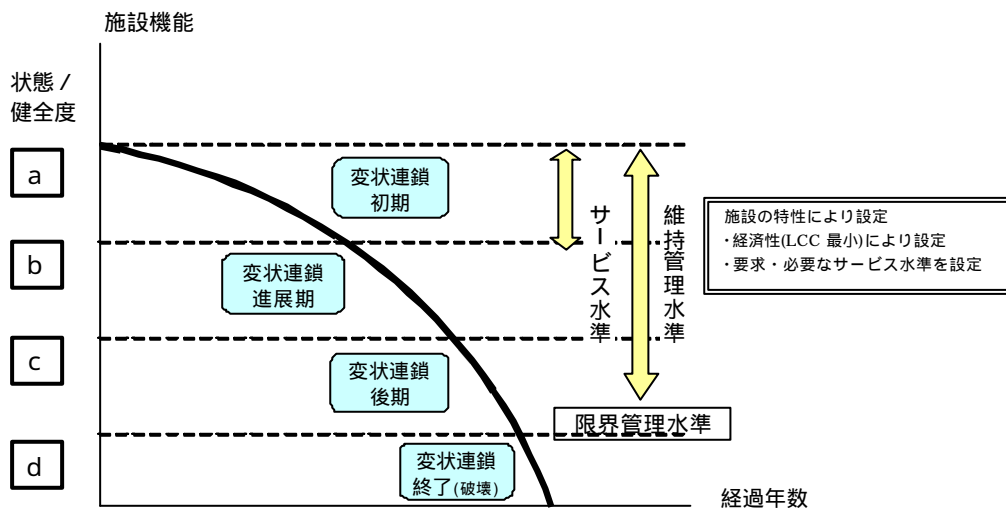


図 4-1 維持管理水準の基本

<sup>5</sup> サービス水準を目標とする維持管理水準とした場合、経済的に最適な投資計画とはならない場合がある。この場合、管理者には経済性をとるかサービス水準確保を取るかの判断を行う必要である。

(2)維持管理水準の設定

維持管理水準は、施設の形式の特性及び施設重要度を考慮し設定する。

サービス水準の設定については、エプロンを対象とする。

各形式の維持管理区分は以下を基本とする。(エプロンを除く)

表 4.2 形式別 維持管理区分

形式	健全度	維持管理区分
栈橋式 矢板式 重力式上部工	a	-
	b	予防保全
	c	事後保全
	d	限界管理水準
重力式本体工	a ~ c	-
	d	限界管理水準

目標とする維持管理水準は LCC 最小を基本に設定する

重力式本体工は、沈下や傾斜等が生じた場合に改良・更新等により対応する。

施設重要度に応じて、次に示す維持管理水準の設定を基本とする。

表 4.3 重要度別 維持管理水準の設定

重要度	維持管理水準の設定
重要度 1、2	予防保全までによる対応とし、この範囲での LCC 最小により目標とする維持管理水準を設定 健全度 b 以上での LCC 最小
重要度 3	事後保全までによる対応とし、この範囲での LCC 最小により目標とする維持管理水準を設定 健全度 c 以上での LCC 最小
重要度 4、5	LCC 最小により目標とする維持管理水準を設定 健全度 d 以上での LCC 最小

上記は重力式本体工を除く

エプロン(栈橋式、矢板式、重力式共通)は取扱貨物量によりサービス水準設定の有無を設定する。

表 4.4 サービス水準の設定

形式	取扱貨物量	維持管理区分	健全度	備考
エプロン (栈橋式・矢板式・重力式)	500,000 ト/年以上	サービス水準考慮	a	健全度 b 以上でサービス水準設定
			b	
	500,000 ト/年未満	-	c	健全度 d 以上で LCC 最小により水準設定
			d	

各形式についての構造イメージ図を示す。

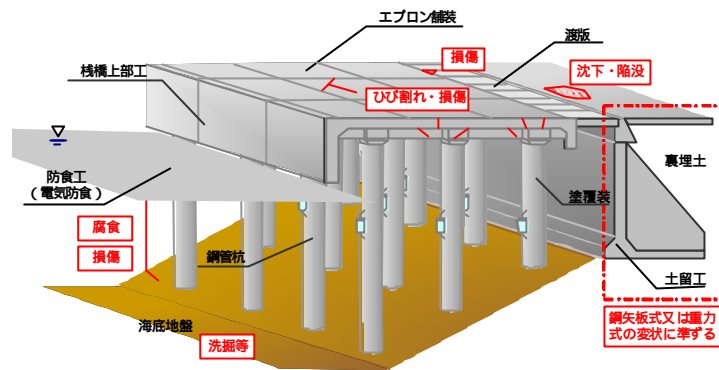


図 4-2 棧橋式

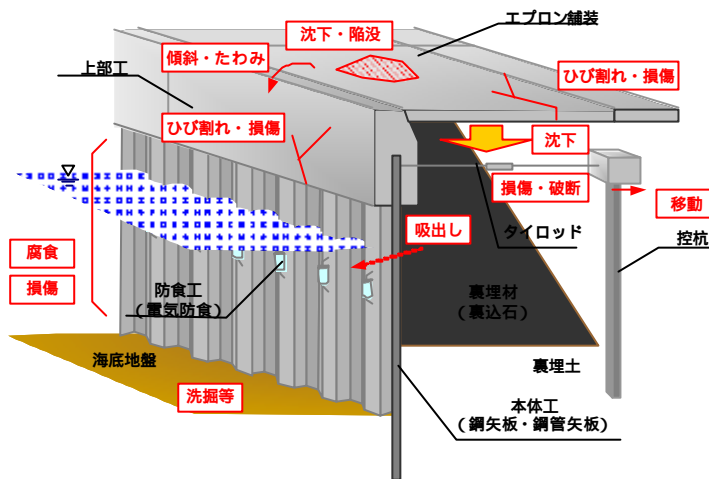


図 4-3 矢板式

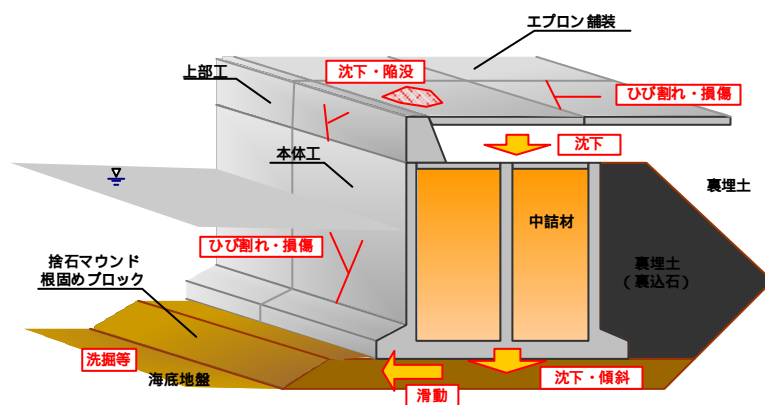


図 4-4 重力式

## 維持管理目標（ガイドライン 4）の補足説明資料

### 補足-1 維持管理指標

維持管理目標は指標と水準で整理する。

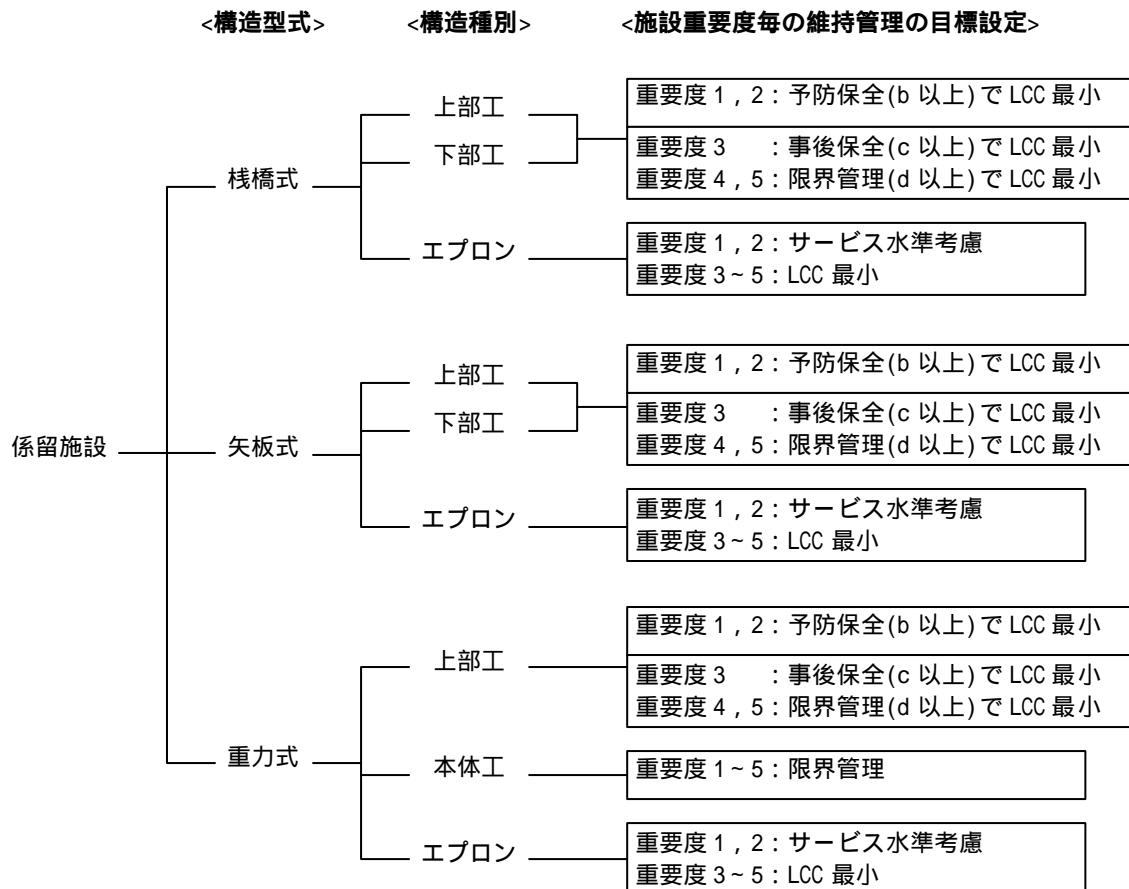
維持管理指標は施設の状態を把握し、維持管理を行なう上で着目する指標により設定する。指標は維持管理業務において比較的計測しやすい変状により設定する。これよりガイドラインに示すとおり、維持管理指標には「施設健全度」を用いるものとし、表 4.1 に示す指標とする。（別冊の点検要領における各施設の点検項目）

### 補足-2 維持管理水準の設定

係留施設の維持管理水準について、施設の形式の特性、施設重要度により目標とする維持管理水準を設定する。

サービス水準の設定について対象とする施設は、エプロンとする。

各形式における維持管理水準、サービス水準の設定についての基本方針を以下に示す。



栈橋上部工

健全度	維持管理区分	施設重要度の目標	状態の目安
a	-	-	-
b	予防保全	重要度 1, 2	スラブ：1 方向のひび割れ又はゲル吐出物がでたら対策 はり：軸と直角方向のひび割れがでたら対策 ハンチ：部分的に幅 2mm 未満のひび割れがでたら対策 自然電位測定値 -350 E < -200mV で対策検討 塩化物イオン含有量 0.6 以上 1.2kg/m <sup>3</sup> 未満で対策検討 中性化深さ 50%以上 80%未満で対策検討
c 2,3	事後保全	重要度 3, 4	スラブ：網目状のひび割れが部材表面 50%程度で対策 はり：軸方向のひび割れがでたら対策 ハンチ：全体的に幅 2mm 未満のひび割れがでたら対策 塩化物イオン含有量 1.2kg/m <sup>3</sup> 以上で対策検討 中性化深さ 80%以上で対策検討
d 2,3	限界管理水準	重要度 5	かぶり剥落、鉄筋破断が確認されたら対策 スラブ：網目状のひび割れが部材表面 50%以上で対策 はり：軸方向の幅 3mm 以上のひび割れがでたら対策 ハンチ：蜘蛛の巣状又は鉛直方向の幅 2mm 以上のひび割れがでたら対策 自然電位測定値 E < -350mV で対策

鋼材（案）（栈橋及び矢板式下部工）

健全度	維持管理区分	施設重要度の目標	状態の目安
a	-	-	-
b	予防保全	重要度 1, 2	部分的に黒又は赤褐色の発錆がでたら対策検討（開孔、損傷はない） 肉厚測定の結果、残存耐用年数 10 年以上 20 未満で対策検討
c 2,3	事後保全	重要度 3, 4	平均干潮面付近～LWL 付近、あるいは全体的に赤褐色の発錆が著しい状態で対策検討 肉厚測定の結果、残存耐用年数 5 年以上 10 未満で対策検討
d 2,3	限界管理水準	重要度 5	腐食による開孔や変形、損傷がある状態で対策検討 肉厚測定の結果、残存耐用年数 5 年未満で対策検討

矢板式・重力式 上部工

健全度	維持管理区分	施設重要度の目標	状態の目安
a	-	-	-
b	予防保全	重要度 1, 2	-
c 2,3	事後保全	重要度 3, 4	幅 1cm 未満のひび割れがでたら対策検討 部材表面に対して面積比で 10%未満の欠損がでたら対策検討
d 2,3	限界管理水準	重要度 5	幅 1cm 以上のひび割れがでたら対策検討 部材表面に対して面積比で 10%以上の欠損がでたら対策検討

重力式 本体内

健全度	維持管理区分	施設重要度の目標	状態の目安
a	-	-	-
b	予防保全	-	-
c 2,3	事後保全	-	-
d 2,3	限界管理水準	重要度 1~5	本体内の傾斜、沈下が確認されたら対策検討

重力式は機能低下の兆候である傾斜、沈下、移動等を点検による確認・観測を基本とする。

I<sup>o</sup> I<sup>o</sup>

健全度	維持管理区分	取扱貨物量	状態の目安
a	サービス水準考慮	500,000 トン/年 以上	若干のひび割れが生じたら対策 AS 舗装でひび割れ度 20 ~ 30%で対策 Co 舗装でひび割れ率 0.5 ~ 2m/m <sup>2</sup> で対策
b			
c u	サービス水準考慮 無	500,000 トン/年 未満	3cm 以上の沈下が生じたら対策 背後地と 30cm 以上の段差が生じたら対策 車両通行、歩行に支障がでたら対策 AS 舗装でひび割れ度 30%以上で対策 Co 舗装でひび割れ率 2m/m <sup>2</sup> 以上で対策
d u	限界管理水準		

エプロン舗装は取扱貨物量によりサービス水準の設定の有無を決定  
エプロンにおける施設重要度は取扱貨物量により評価



## 5. 状態の評価・把握

### 5.1 調査・点検手法

調査・点検は、その目的により次のように分類する。

- 1) 定期点検
- 2) 詳細点検
- 3) 臨時点検
- 4) 定点調査

係留施設等のアセットマネジメントは定期点検及び詳細点検によって得られた情報を用いることを基本とする。また劣化予測を目的とした定点調査を適宜実施する。

#### (1)点検の基本方針

点検調査の方法は、「国有港湾施設の点検診断に係る実施要領（暫定版）平成16年12月 港湾局」を基本に行うものとする。

#### (2)点検・調査の種類

調査・点検は、その目的により定期点検・詳細点検と臨時点検及び定期調査とに分けられる。

##### 1)定期点検

定期点検は、施設の状態を簡易的に把握するためのもので、陸上踏査及び船舶（小型船等）からの目視調査を中心とする。また、電気防食工の電位測定もこれに含む。

原則として、静岡県職員がこれに従事する。

##### 2)詳細点検

詳細点検は、変状が確認されたときに実施するもので、変状の原因の追究、対策工法の検討のための情報収集等を目的として実施する詳細調査である。計測機器や高度な技術を有する調査技術者により精度の高い調査を行うものである。

##### 3)臨時点検

地震時や台風時等、災害等が発生した際に必要に応じて実施する。定期点検レベルの内容を基本とするが、被災箇所が確認された場合は詳細点検レベルの調査実施も検討する。

#### 4) 定点調査

定点調査は、劣化予測に用いるパラメータ（劣化速度）を設定するための基礎データの収集及び劣化進行のモニタリングを行うことを目的として実施する。対象となる調査項目は、

- ・ 鋼材（鋼矢板・鋼管矢板）：肉厚調査
- ・ 電気防食：残存年数
- ・ 栈橋上部工：コンクリート劣化（目視・コンクリート試験等）

となる。

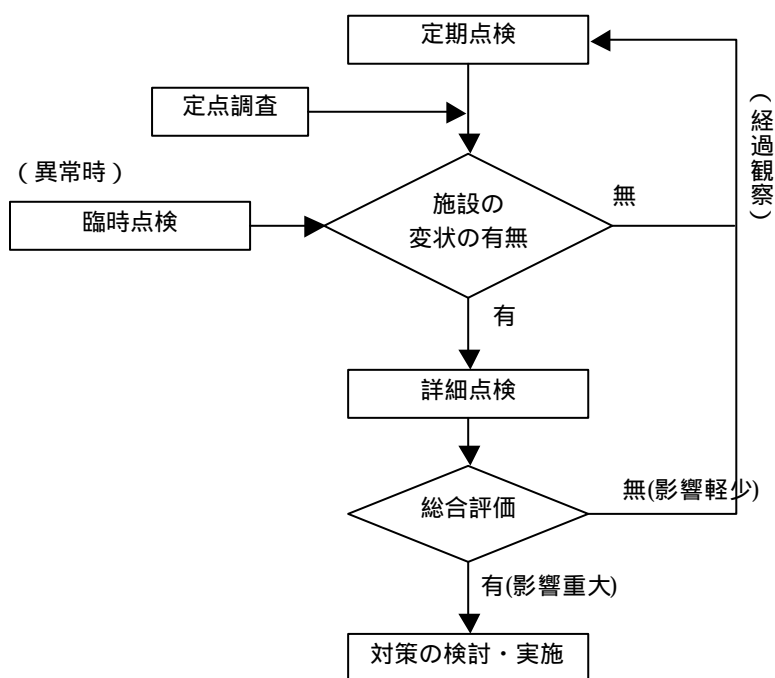


図 5-1 点検フロ -

### 5.1.2 点検の内容

点検は部材の変状の状態を確認するものであり、その項目及び評価基準は、「国有港湾施設の点検診断に係る実施要領（暫定版）」の内容を基本とする。ただし、詳細点検の項目については施設の構造や利用条件を踏まえて適切に設定する。

#### (1)調査・点検の種類

現場で実施する点検は各部材の変状に対して実施する個別評価により、「損傷度」を評価するものである。点検項目及び評価基準については別冊の「係留施設等点検実施要領（案）」に整理する。

各変状についてその位置、規模等から損傷度を a～d の 4 段階で評価する。d 評価の変状とは、その変状により部材の機能が消失している状態であり、安全率が 1 未満又は許容応力度未満となっている状況をイメージしてのものである。但し、劣化等により顕在化している変状と部材の力学的パフォーマンスとの関係性は未だ整理されていない。このため、便宜的に維持管理の観点からの許容限界として、d 評価を「重大な変状」と設定し、a 評価「変状なし」までの 4 段階で評価基準を設定した。

表 5.1 損傷度評価の基本的考え方

評価	状態のイメージ
a	特に着目すべき変状は無い。
b	変状は確認されるが部材の機能への影響は無い、又は軽微である。
c	変状により部材の機能が低下している。
d	変状により部材の機能低下が著しい。

定期調査は、前項に示した鋼材の肉厚測定、電気防食の残存年数、栈橋上部工コンクリート劣化（目視・コンクリート試験）の 3 項目とする。

なお、詳細点検については、確認された劣化の状況・規模等を踏まえて適切に設定する。

#### (2)劣化予測の適用性及び変状連鎖の考え方

係留施設等に見られる変状（変状連鎖）は多様であり、劣化予測が可能な変状ばかりでなく、裏込材の吸出し等のように劣化式が適用できないものもある。

それら劣化進行を捉えることが困難な変状については、変状連鎖の初期段階を抑え、対策を行うことを目標とする。

### 例) 裏埋土の吸出し

吸出しの前段階の変状である「目地の開き」や「矢板の損傷（開孔）」等を確認し、対策を行う。

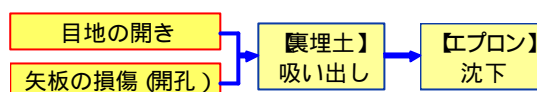


図 5-2 変状連鎖の簡略イメージ

表 5.2 劣化予測の可否の観点からみた変状の分類

劣化予測がある程度可能であり、維持管理上効果的と考えられる変状	[栈橋上部工] ひび割れ [鋼矢板・鋼管杭] 腐食
上記以外の変状 (利用状況に依存する変状、変状の進行を捉えることが困難な変状)	[裏埋土] 吸い出し、沈下 [本體工 (重力式)] 損傷、移動 等

### 5.1.3 調査・点検の頻度

定期点検の頻度は、以下の考え方を基本として設定する。

- ・ 定期点検 :原則として毎年実施
- ・ 定点調査 :点検コストを考慮の上、変状の特性や施設重要度等に応じて設定する。
- ・ 詳細点検 :変状が確認された施設に対し、実施の要否や、実施時期及び項目を随時検討する。

#### (1)維持管理水準の基本的考え方

インハウスで実施する定期点検については原則として毎年実施する。ただし、経過年数が長期となる施設、変状・劣化損傷が顕在化してきた箇所等は必要に応じて、点検頻度を見直すこととする。

定点調査については、変状の特性（現時点における状況や進行速度等）や施設重要度等に応じて、点検コストを考慮の上設定する（概ね 1 回/5～10 年を目標とするが、諸条件に応じて対応する）。詳細点検は、変状が確認された場合に変状の原因や規模を明確にすることが目的であるため、変状が確認された時点でその実施の要否や、実施時期及び項目を検討する。

## 5.2 状態の評価手法

施設健全度は、点検調査により個別(変状毎)に判定した損傷度 a~d の結果を基に、部位・部材の性能、変状特性、施設機能への影響度等を総合的に判断して評価する。

### (1)健全度評価の基本的考え方

健全度評価は、個別の損傷度 c 及び d に対して、劣化要因や性能への影響、進行速度等を考慮して各評価を

- 1) 施設の変状に直接的に影響する変状
- 2) 施設の安全性に間接的に影響(変状連鎖)する変状<sup>6</sup>
- 3) 使用性に影響する変状

の3段階に区分する<sup>7</sup>。さらに、進行速度や部材の重要度に応じて

(イ) 進行速度が比較的遅い変状

(ロ) 進行速度が比較的速い、又は構造上重要な部材における変状

の2段階で分類する。この場合、(ロ)に分類した変状を優先的に対策する必要がある。

<sup>6</sup> 例えば、裏埋土の吸出しにつながる矢板接合部の開きなど

<sup>7</sup> 複数の施設の異なる部材に同じ d 評価とされる変状があった場合でも、その変状の特性により施設間で対策の緊急性は異なる。このため、施設の健全度評価は、個別評価結果を機械的に処理するのではなく、適切な診断技術を持つ技術者により対象とする変状の特性等、様々な角度から総合的に捉え、診断を行い決定することとした。

ここで、通常、施設の個別評価を踏まえて施設の状態を把握しようとした場合、以下の内容について確認する必要がある。

- ・ 確認された変状は、変状連鎖のどの段階か(初期の変状か、最終変状か)
- ・ その変状の進行により影響を及ぼす性能の種類(安全性か、利用性か)及び構造的重要性
- ・ 変状の規模、範囲
- ・ 変状の要因
- ・ 進行タイプ(進行型、中間型、災害型)、進行速度 等

確認された変状それぞれについて、その原因や影響する機能等を見極め、c 及び d 判定について以下のよう

に細分化することとする。  
変状の分類については、まず安全性及び使用性で分類し、安全性に影響する変状(d-2、d-3)については主に部材の重要度、進行速度の観点及び変状連鎖の進行過程から分類、さらに変状連鎖の段階で分類した。使用性に影響する変状(d-1)については、主に進行速度の観点から分類した。

表 5.3 健全度評価と状態

評価		状態		
a		特に着目すべき変状は無い。		
b		変状は確認されるが部材の機能への影響は無い、又は軽微である。		
c	c-1	変状により部材の機能が低下している。	(イ)	荷役作業等の使用性に影響を及ぼす変状であり、損高速度が比較的緩やか、あるいは災害型・中間型の変状である。 代表的変状 :エロシの沈下、陥没、傾斜、圧密沈下等
			(ロ)	荷役作業等の使用性に影響を及ぼす変状であり、進行速度が速い。 代表的変状 :エロシの沈下、陥没、傾斜、吸出し等
	c-2		(イ)	c-3(イ)の変状に連鎖する初期変状 代表的変状 :該当なし
			(ロ)	c-3(ロ)の変状に連鎖する初期変状 代表的変状 :棧橋式・矢板式の防食工の性能低下 矢板の亀裂・損傷等
	c-3		(イ)	施設の安全性に直接的に影響を及ぼす変状 代表的変状 :棧橋式・矢板式の鋼材の腐食、棧橋上部工の損傷等
			(ロ)	施設の安全性に直接的に(早期に)、又は重大な影響を与える変状 代表的変状 :棧橋式・矢板式の法線凹凸、鋼材腐食、棧橋上部工のひび割れ、重力式本体損傷等
d	d-1	変状により部材の機能が著しく低下している。	(イ)	荷役作業等の使用性に影響を及ぼす変状であり、損高速度が比較的緩やか、あるいは災害型・中間型の変状である。 代表的変状 :エロシの沈下、陥没、傾斜、圧密沈下等
			(ロ)	荷役作業等の使用性に影響を及ぼす変状であり、進行速度が速い。 代表的変状 :エロシの沈下、陥没、傾斜、吸出し等
	d-2		(イ)	d-3(イ)の変状に連鎖する初期変状 代表的変状 :該当なし
			(ロ)	d-3(ロ)の変状に連鎖する初期変状 代表的変状 :棧橋式・矢板式の防食工の性能低下 矢板の亀裂・損傷等
	d-3		(イ)	施設の安全性に直接的に影響を及ぼす変状 代表的変状 :棧橋式・矢板式の鋼材の腐食、棧橋上部工の損傷等
			(ロ)	設の安全性に直接的に(早期に)、又は重大な影響を与える変状 代表的変状 :棧橋式・矢板式の法線凹凸、鋼材腐食、棧橋上部工のひび割れ、重力式本体損傷等

細分化した内容について、対策の優先性は(イ) < (ロ)となる。

## 状態の評価手法（ガイドライン 5.2）の補足説明資料

### 補足-1 健全度評価の手順

健全度評価は、専門知識を有する技術者が机上において点検結果資料（点検写真、損傷評価結果）と竣工図書、施設諸元データにより施設の健全度評価を実施する。

#### 健全度評価の実施

##### 評価資料

- ・点検結果資料：点検写真、施設毎の部位・部材毎の損傷評価結果(簡易図面等に記載)
- ・竣工図書：施設の図面、設計計算書、報告書関連、補修・補強履歴図書
- ・施設諸元：施設の諸元データ類

##### 実施作業

専門知識を有する技術者による実施する。

管理施設について、各施設の1スパン単位で部位・部材毎に健全度評価を実施

健全度評価の基準は以下のとおりである。“ガイドライン(案)参照”

表補 5-1

評価	健全度評価	内容
a	a	変状無し
b	b	軽微な変状
c	c-1	使用性の機能が低下
	c-2	施設の安全性に間接的に影響(変状連鎖)
	c-3	施設の安全性に直接的に影響
d	d-1	使用性の機能が著しく低下
	d-2	施設の安全性に間接的に影響(変状連鎖)
	d-3	施設の安全性に直接的に影響

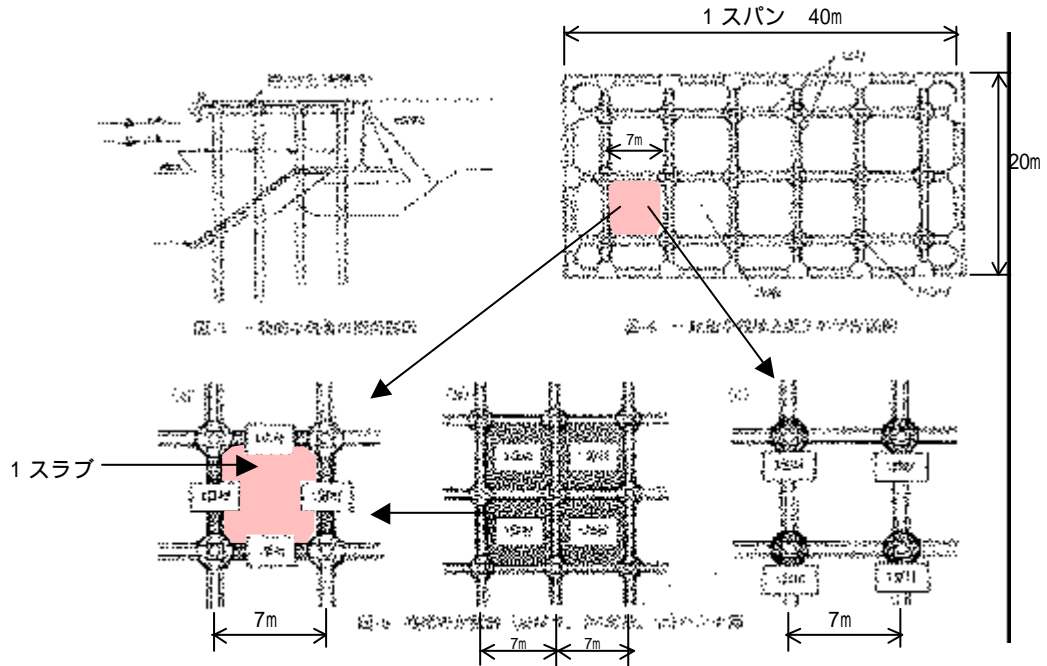
当面は a ~ d での評価を実施・運用を行い、データ蓄積、施設の分析・検討事例の蓄積に努め、細分化した評価を行う。

補足-2 健全度評価の具体例 1 ( 棧橋式 )

( 1 ) 健全度評価の方法

対象部材と点検評価単位

棧橋上部工について点検調査、状態の評価を行う部位部材を下図に示す。



図補 5-1

施設の部位・部材毎の健全度評価より施設を1バース単位での評価を行う。  
この評価は、中長期計画での県内の全施設における対策優先順位の設定、費用の平準化の評価項目として適用することを目的とする。

施設評価は以下のように考える。(ガイドライン 7 中長期管理計画の策定を参照)

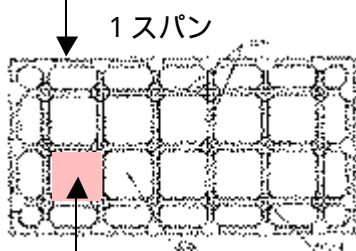
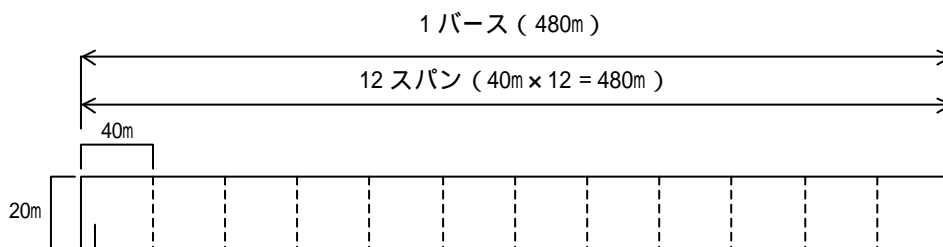
表補 5-2

施設評価	評価の内容
A	異常がみられず、十分な機能・安全性を保有する 健全度評価が全て a
B	施設の機能・安全性に係る異常は認められない 継続的な観測を必要とする(現状では対策の必要はない) 健全度評価 b を一つでも有する施設
C	放置した場合、施設の機能・安全性の損失が懸念される 計画的な対策を必要とする 健全度評価 c-1 c-2 c-3 を一つでも有する施設
D	施設の機能・安全性の低下が著しい 緊急の対策、利用制限を必要とする 健全度評価 d-1 d-2 d-3 を一つでも有する施設



健全度評価の手順は次のように行なう。

栈橋平面図



部位・部材の評価結果の整理

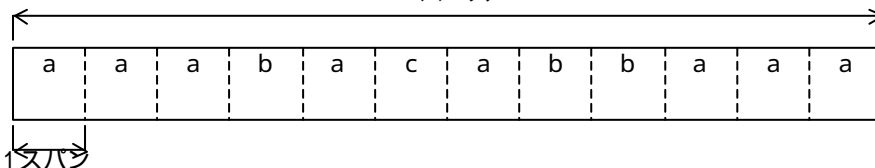
評価は、“コンクリートひびわれ深さ”、“かぶり状況”、“鉄筋の腐食状況”、“その他コンクリート分析結果”等に分類して評価

1 スパン内のはり、床版での最も損傷が進行した評価結果を抽出



各スパンの結果から、最も損傷が進行した部材の評価により、施設を評価

1 バース



a : 8 箇所

b : 3 箇所

c : 1 箇所



施設評価 = C

図補 5-2

今後実施する県内の係留施設の点検調査及び健全度評価を実施し、データ蓄積・分析し、上記の評価の精度向上へ反映する。

(2) ケーススタディ

代表施設である“清水港 日の出 4号・5号岸壁”での調査結果と損傷評価結果を示す。(過年度業務：平成 16 年度 清水港港湾施設の健全度評価調査)

ここでの点検・評価は、本がトライル(案)策定及び点検マニュアル(案)作成において知見を取り入れた、国総研での「国有港湾施設の点検診断に係る実施要領(暫定版)」に準拠した業務結果である。

栈橋の部位・部材毎の健全度は a ~ d で評価されている。

健全度評価結果は以下のとおりである。

評価は 4 号岸壁、5 号岸壁ともに 1 2 スパン毎に評価(a ~ d)されている。

表補 5-3

	部材	健全度評価(箇所)				合計
		評価 a	評価 b	評価 c	評価 d	
4 号岸壁	上部工	41	29	8	1	79
5 号岸壁	上部工	31	42	1	1	75

箇所数の算定

バース当 12 スパン

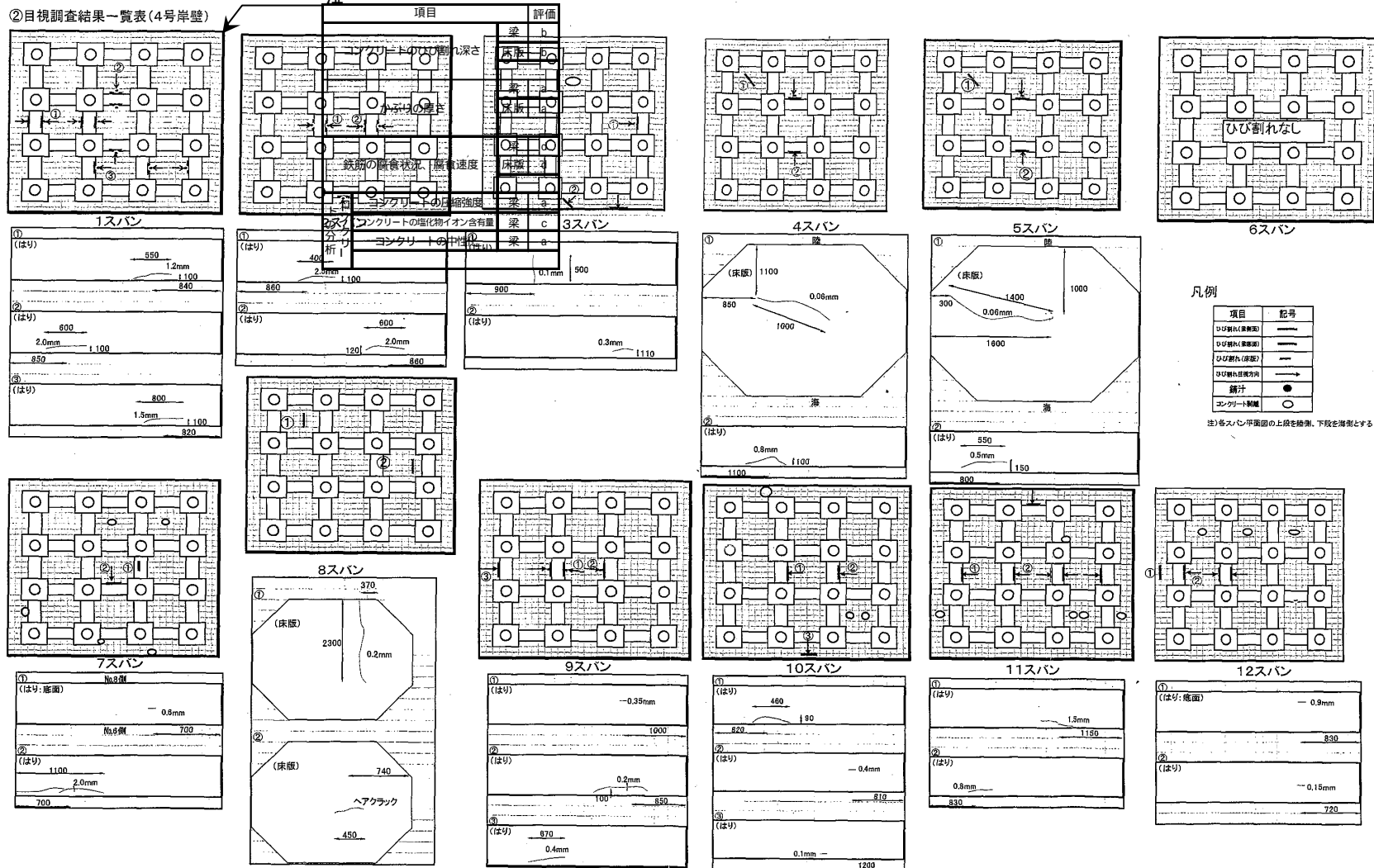
1 スパン当の評価項目 2(梁、床版)×3 項目(ひび割れ、かぶり厚、鉄筋腐食) = 6 個

1 施設当の評価数 12 スパン×6 個 = 72 箇所(+ として試験調査)

点検調査は次頁の図のように部位・部材毎の実施し、スパン毎に損傷箇所を  
図示し、評価する。

4号岸壁-1スパンの評

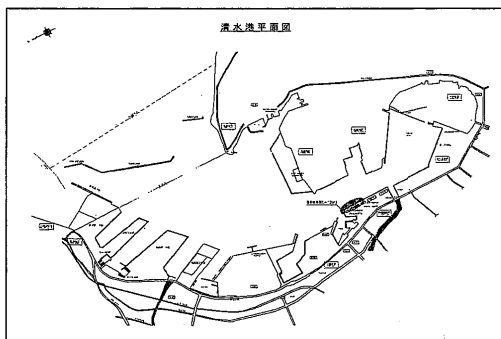
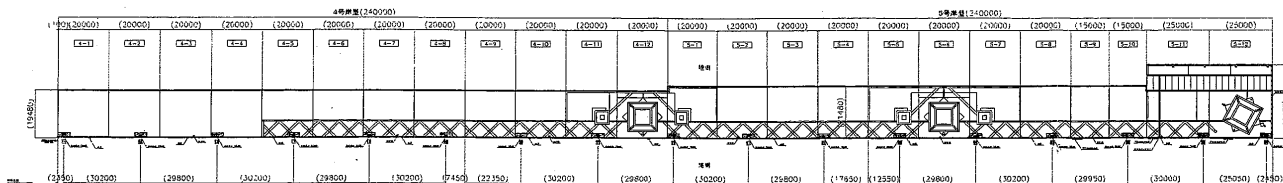
②目視調査結果一覧表(4号岸壁)



図補 5-3

図 I-2 清水港 日の出岸壁(-12m) 平面図

S=1:750



点検項目	4号岸壁												評価個数				個別評価				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	a	b	c	d					
コンクリートのひび割れ深さ	梁	b	b	b	b	b	b	a	b	b	b	b	a	3	9	0	0	b			
	床版	b	b	b	b	b	a	b	a	b	b	b	a	3	9	0	0				
計																		6	18	0	0
かぶりの厚さ	梁	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	12	0	0	0	a			
	床版	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	12	0	0	0				
計																		24	0	0	0
鉄筋の腐食状況、腐食速度	梁	c	b	b	c	c	c	c	b	c	b	b	c	0	5	7	0	d			
	床版	c	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	5	6	1		0		
計																		5	11	8	0
コンクリートの分析	コンクリートの圧縮強度	梁	a	-	-	-	-	-	a	-	-	-	-	a	3	0	0	0	a		
	コンクリートの塩化物イオン含有率	梁	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	1	0	0	1			
	コンクリートの中性化	梁	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	2	0	0	0			
計																		6	0	0	1
核構上部工 合計																		41	29	8	1

点検項目	5号岸壁												評価個数				個別評価				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	a	b	c	d					
コンクリートのひび割れ深さ	梁	b	b	b	b	b	b	b	a	b	b	b	b	1	11	0	0	b			
	床版	b	b	b	b	b	b	b	a	b	b	b	b	1	11	0	0				
計																		2	22	0	0
かぶりの厚さ	梁	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	12	0	0	0	a			
	床版	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	12	0	0	0				
計																		24	0	0	0
鉄筋の腐食状況、腐食速度	梁	b	b	b	b	d	b	-	-	b	b	b	b	0	9	0	1	d			
	床版	b	b	b	b	b	b	-	-	b	b	b	b	0	10	0	0				
計																		0	19	0	1
コンクリートの分析	コンクリートの圧縮強度	梁	a	-	-	-	-	-	a	-	-	-	-	a	3	0	0	0	a		
	コンクリートの塩化物イオン含有率	床版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	c	0	0	1	0			
	コンクリートの中性化	床版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	0			
計																		5	1	1	0
核構上部工 合計																		31	42	1	1

( ) 内は参考値

年度	平成	年度	調査箇所
工事名			
調査名称	清水港 日の出岸壁(-12m) 平面図		
設計年月日	平成	年月	日
設計者	株式会社	名称	会社
国土交通省 中部地方建設局 清水港埠工事業事務所			

図補 5-4

### 補足-3 エプロン舗装について

エプロンでは、“沈下・陥没の有無、状況”“舗装の劣化・損傷（ひび割れ、凹凸、段差）”の状態を評価する。

エプロンの状態の評価は基本的にブロック単位で行う。

棧橋式：上部工1スパン毎

矢板式：上部工1スパン毎

重力式：ケーソン一函毎

エプロン舗装の対策は、“オーバーレイ”“切削オーバーレイ”“打ち替え”となるため、ある程度の規模で対策する必要があり、バース毎での評価も行い、対策を検討に反映する。

パッチング等の処理は適宜実施

### 5.3 将来状態の予測手法

劣化予測は、鋼材の腐食及び栈橋上部工コンクリートの劣化を対象とする。

予測モデルは、部材の性能が低下(劣化)する過程を、経過年と健全度との関係であらわしたものとす。劣化モデルの設定は、所有するデータの量や変状の特性を考慮して設定する。

#### (1)劣化予測の対象

劣化予測は経年的に進行して(進行型変状)、モニタリングが可能な変状についてのみ可能である。

対象とする変状の中で、条件に当てはまるのは鋼材(鋼矢板・鋼管矢板)の腐食及び栈橋上部工コンクリートの劣化であり、これを劣化予測の対象とする。

なお、電気防食の消耗<sup>8</sup>及びエプロン舗装<sup>9</sup>についても、経年的に消耗するものとして別途維持管理シナリオの中に組み入れる。

#### (2)劣化モデルの設定方法

劣化予測は対象とする変状について経年的に蓄積されたデータを活用し、回帰分析により近似曲線を設定して、将来の性能低下を予測する方法を基本とする<sup>10</sup>。なお、係留施設等は利用状況や周辺環境により劣化速度が大きく異なるため、そのような劣化因子についても考慮する。

対象とする変状について、劣化予測手法は以下のとおりとする。

表 5.5 劣化予測手法

	鋼材	コンクリート部材
対象部材	鋼矢板 鋼管矢板	栈橋の上部工
データの状況	腐食・肉厚測定の実積有り	一部施設のみであり十分な量ではない
劣化予測手法	鋼材の腐食速度(実積)と港湾基準による設定値を考慮して、0.2mm/yと設定	経年的な点検履歴がある場合は、劣化進行の回帰分析により劣化進行を把握する。 塩分含有量等の試験データがある施設は、Fickの拡散式を併用 点検履歴・データが無い施設については、マクロ的視点での予測手法の一つとしてマルコフ連鎖(国総研資料)の適用を検討する。

<sup>8</sup> 電気防食の陽極の消耗については、清水港等において既に設置時期や交換時期等の管理は行われている。

<sup>9</sup> エプロン舗装の劣化は利用状況等により大きく進行度合いが異なるが、便宜的に耐用年数を設定して中長期管理計画の中に組み入れる。

<sup>10</sup>現状では係留施設等に対する点検調査がこれまで十分に実施されておらず、経年的データが無い施設が現実的に多い状況である。場合によっては、上記のような点検結果を統計処理する方法の他にも、過去の補修・補強履歴や既往の理論式、研究試験結果や類似の他施設の実績データを活用する方法の適用も検討する必要がある。

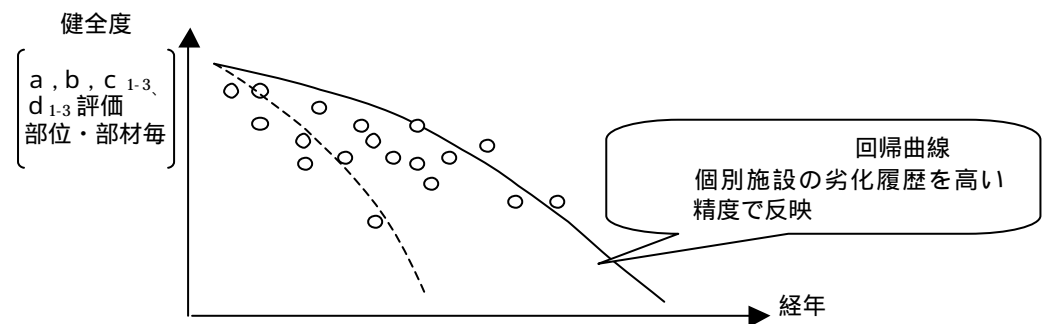
鋼材(栈橋式及び矢板式下部工)の劣化予測は腐食速度による残存耐用年数を適用する。

コンクリート部材の劣化予測は、点検履歴が 1 回程度しかない場合は、マルコフ連鎖（国総研資料）を適用し、点検履歴の蓄積に伴い回帰分析による予測を行う。また、最新の予測技術の動向を把握し適宜、取り入れていく。

## 状態の把握・評価（ガイドライン 5.3）の補足説明資料

### 補足-1 将来状態の予測手法の基本

劣化予測は対象とする施設・部材・部位を点検・調査結果等の経年的に蓄積されたデータを活用し、回帰分析等により近似曲線として設定し将来の性能低下を予測することを基本とする。係留施設は使用状況や環境により劣化速度が異なるため、施設毎の点検結果を活用することで、精度の高い劣化予測が実現できる。



図補 5-5

ただし、係留施設において、点検・調査がこれまで十分に実施されておらず、経年的データがない施設が現実的には多い状況であり、各々の状況に合わせ、可能なレベルでの劣化予測を行うことが必要である。

対象施設の劣化履歴(点検調査結果)を活用(統計処理)  
対象施設の補修・補強等の履歴より推計(対策前の状態、経過年、設計条件・基準)  
既往の理論式、研究試験結果や類似の他施設の実績データを活用

現在、点検データ・情報が少ないため、当面は活用できる劣化予測の方法により取り組むことを主体とする。



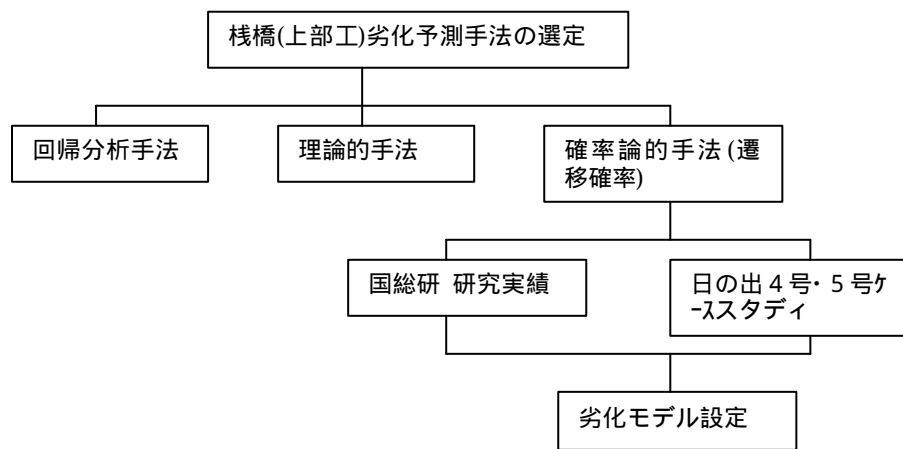
## 補足-2 棧橋上部工の劣化予測のケーススタディ

### (1)劣化予測モデルの概要

実施する概要：県内の棧橋について、点検実績を有する2つの施設をケーススタディとして、実績データを活用して設定可能な劣化予測モデルの検討を行う。検討に、あたっては、国総研で研究されている確率論的手法を用いた劣化予測の手法や研究結果を取り入れる。

検討の結果：国総研の研究において設定される劣化モデル（性能曲線）と同じ傾向にあり、この劣化モデルを適用する。

検討手順：劣化予測のケーススタディを交えて検討する手順を以下に示す。

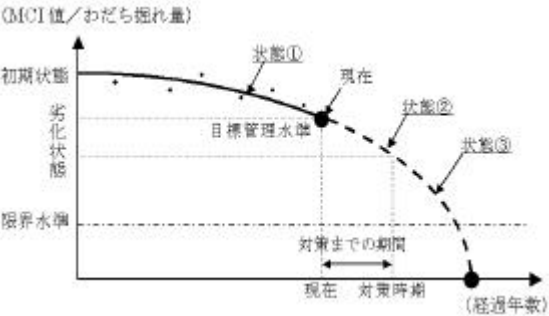
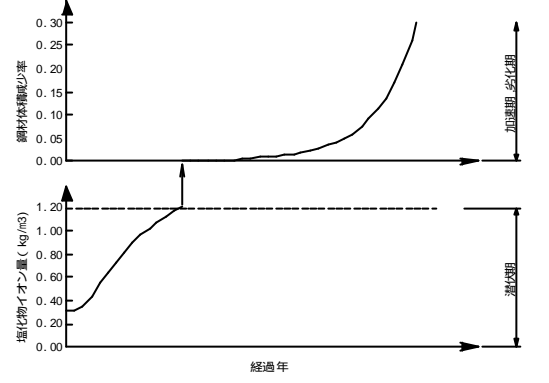
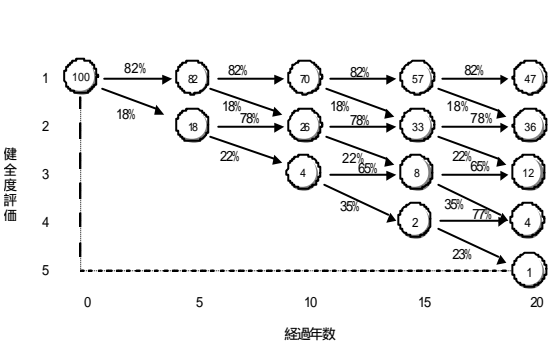


図補 5-6

県内の棧橋上部工はコンクリート部材であり、劣化予測の方法として、以下の方法がある。

次頁に上手に示す各劣化予測の手法の概要、適用に留意点、長所・短所を示す。

表補 5-4

回帰分析手法		概要	長所
		蓄積された経年的なデータを活用し、現在までの劣化状態の推移より、将来の劣化状態を予測する方法。	経年的に蓄積されたデータを活用するため、対象とする各資産の将来の状態を予測することが可能である。
		適用	短所
		経年的に劣化する材料等に適用できる。また十分な量のデータを必要とする。	データ数が少ないと予測した状態と実劣化状態のバラツキが避けられない。
理論的手法		概要	長所
		理論的に劣化要因の進行メカニズムが解明され、材料・構造・荷重・環境条件により、理論式に基づいて将来的な状態を予測する方法。	メカニズムが解明されている劣化については、経年的なデータの有無に関わらず、与条件により将来的な劣化予測が可能である。
		適用	短所
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートの中酸化</li> <li>・塩害によるひびわれ</li> <li>・鋼材腐食</li> <li>・鋼材の疲労による亀裂</li> <li>など</li> </ul>	現時点では、メカニズムが確認されていないものも多く、また劣化の要因が複合した場合の対応が困難である。
確率論的手法 (遷移確率)		概要	長所
		マルコフ過程に代表されるように、確率論的に将来の劣化状態を予測する方法。	中長期的な計画の立案など、精緻な精度を必要としない予測を行う場合には適用性が高い。
		適用	短所
		突発的な損傷や、資産群のマネジメントにおける予算確保・配分への適用などがある。	精緻な精度を求められる場合は適用が困難である。また、劣化要因を特定しないため、想定した対策法が現実と剥離する可能性がある。

## (2) 県内施設の劣化予測手法の選定

静岡県内の係留施設の点検調査において、棧橋についてはほとんど行われていないため、蓄積されたデータがない状況である。

これは静岡県のみではなく、国内の港湾施設全般も同様の状況である。

この様な状況の中、国)国土技術政策総合研究所や独)港湾空港技術研究所において、目視点検の結果から棧橋の上部工の将来予測をする手法が研究されている。これは次の考えを基本に研究がされている。

### 【研究の目的】

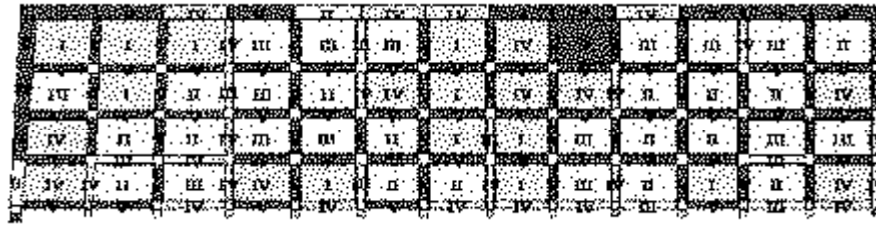
- ・目視点検のみで劣化の進行を把握し、将来的な劣化分布を予測する。
- ・過去のデータがない未調査の棧橋でも、目視による劣化評価結果から将来の劣化予測が可能な方法

この結果、遷移確率による劣化予測手法が研究され、各種論文が提示されている。

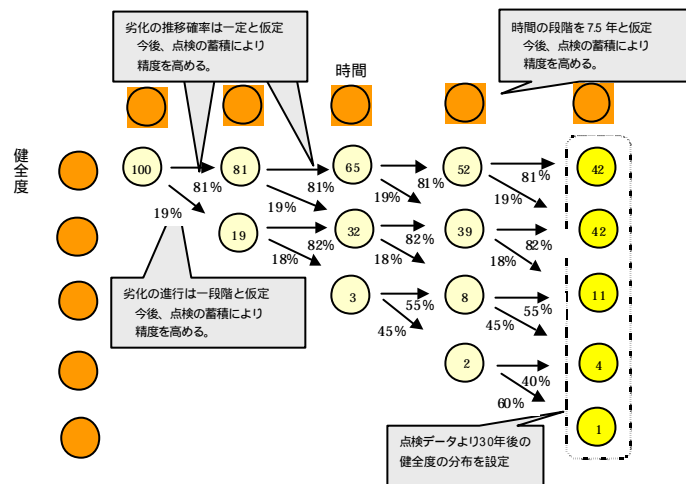
次頁に遷移確率による劣化予測手法の概要を示す。

### 遷移確率による劣化予測概要

栈橋の上部工では、同一構造物において部材毎の劣化度は大きくバラツキがある。(下図は栈橋下面の調査結果 劣化評価 ~ で表記)



このバラツキを考慮するためにマルコフ連鎖モデルを導入して考える。  
マルコフ連鎖を栈橋劣化に当てはめたマルコフ連鎖推移図は以下となる。



上記の例示は、建設後30年目に点検を実施した結果から、健全度評価の推移である遷移確率を算定したものである。

静岡県内の栈橋について、先に述べたとおり、点検調査を行なった施設がほとんどない。現段階で点検調査に関する結果がある県内施設は2つである。

施設名：清水港 日の出地区 4号及び5号岸壁
業務名：平成16年度 清水港港湾施設の健全度評価調査（H17年 3月9日） 国土交通省 中部地方整備局 清水港湾事務所

上記の施設について、4号及び5号岸壁の点検を行い、施設の劣化状況を把握・評価している。この施設は4号岸壁が建設後20年、5号岸壁が建設後18年、経過しており、建設後の1回目の点検調査が実施された。

{手法の選定}

この2つの施設をケーススタディとして、劣化予測について検討を行うこととする。

検討の方針・方法は以下のように考える。

- 点検結果は各々1回しかなく、回帰分析による予測は困難と判断
- 先に提示した遷移確率による方法を用いながら検討する
- 国総研等での栈橋の劣化予測に関する研究結果の適用も考える。
- 以上を踏まえて劣化モデルを設定する。

上記の考え方に基づき次の2つの方法で栈橋の劣化予測に関する検討を行う。

表補 5-5

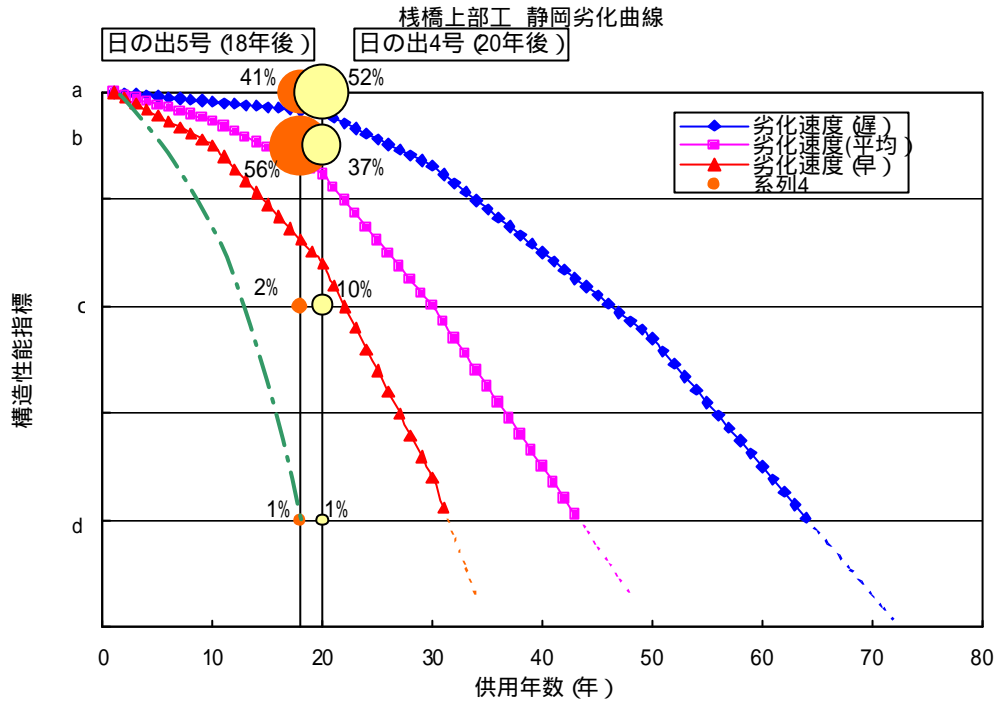
検討方法	概要
国総研等の研究成果の活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国総研等での栈橋劣化予測に関する研究成果の活用</li> <li>研究の概要</li> <li>・国内の栈橋上部工168施設の劣化実態調査結果から近似的な遷移確率を算定</li> <li>・標準偏差を基にした分布の検討により構造性能曲線を設定</li> <li>適用の概要</li> <li>・性能曲線にケーススタディ栈橋の点検結果を反映</li> <li>・ケーススタディの進行度を確認</li> <li>論文：港湾施設のLCMに関する研究</li> </ul>
ケーススタディによる遷移確率の算定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ケーススタディによる遷移確率での劣化進行を試算</li> <li>・試算結果から予測モデルを設定</li> </ul>

(3) ケーススタディによる検討

1) 国総研等の研究成果の活用

「港湾施設のライフサイクルマネジメントに関する研究」において、棧橋上部工 168 施設についての近似的な遷移確率(劣化速度)を求め、性能曲線(劣化モデル)を設定している。これは、国総研において全国の事例を基に設定した劣化モデルである。

下図に性能曲線を示す。



図補 5-7

検討内容

上図の の劣化曲線は、国総研において国内の棧橋の事例を基に検討を行った劣化曲線である。各々の曲線は劣化速度を表す。

ケーススタディとする清水港日の出4号・5号の点検・評価の結果を図に反映し、その適合性を照査する。

結果

日の出4号及び5号ともdが1箇所発生(全体の1%)しているが、大半の状態は、 の曲線に適合する。(dを反映した曲線は )

今後、他の棧橋の点検評価を蓄積し、上記に反映・分析することにより、の曲線の傾向はなくなると判断される。

上記に適合した4号・5号岸壁のデータ整理・検討を以降に示す。

過年度業務の調査結果は次のように整理されている。

4号及び5号岸壁の各バースについて、12 スパン毎に調査・評価

4号岸壁：経過年数）20年

規 模）バース延長 240m（1 スパン延長 20m × 12 スパン）

幅員 20m

5号岸壁：経過年数）18年

規 模）バース延長 240m（1 スパン延長 20m × 12 スパン）

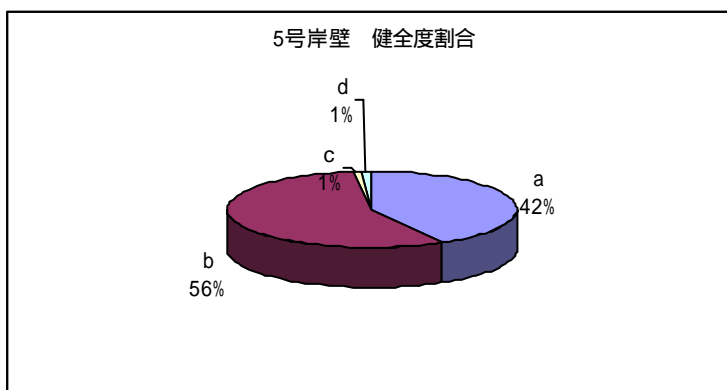
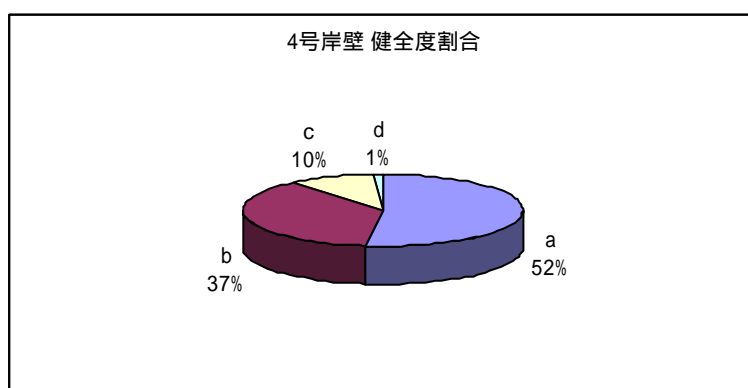
幅員 20m

評価方法

評価は箇所数で算定（個数の算定の内訳は次項を参照）

表補 5-6

	部材	健全度評価（箇所）			
		評価 a	評価 b	評価 c	評価 d
4号岸壁 (経過年数 20年)	上部工	41	29	8	1
	全体割合	52%	37%	10%	1%
5号岸壁 (経過年数 18年)	上部工	31	42	1	1
	全体割合	42%	56%	1%	1%



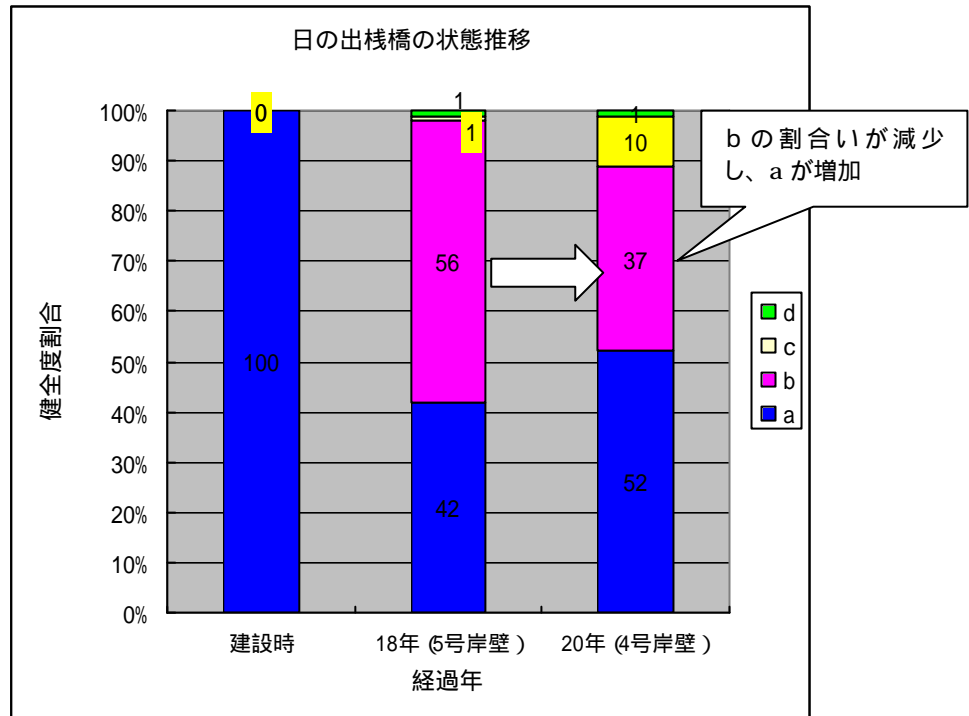
図補 5-8

4号及び5号岸壁の健全度の割合いを前頁の劣化曲線へ反映したものである。

## 2) 遷移確率による検討

ケーススタディ(清水港 日の出 4号・5号岸壁)の点検評価の結果を用いて遷移確率による健全度の推移を検討する。

前頁に示した日の出 4号・5号岸壁の健全度の割合を下図に示す。



図補 5-9

日の出 4号・5号岸壁は隣合う施設のため、2つのデータにより遷移確率による劣化推移を検討することが考えられるが、評価 a の割合が増加し、評価 b の割合が減少してしまうため、2つの施設間では相関関係をもたせることができず、遷移確率での予測ができない。

このため、ここでは2つの施設の健全度評価結果を合わせ、遷移確率により劣化の予測を行うこととする。

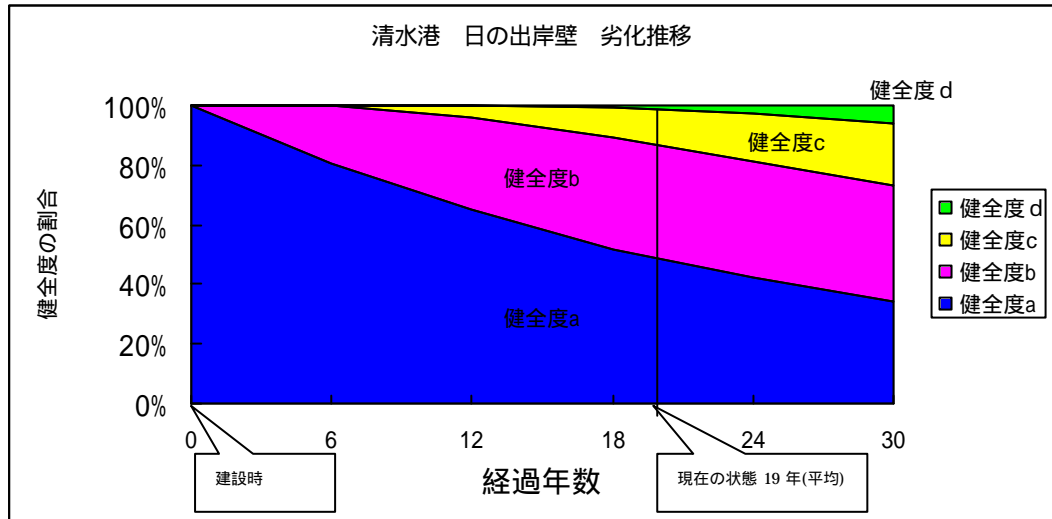


4号岸壁 5号岸壁に合算評価

表補 5-7

	評価 a	評価 b	評価 c	評価 d
個数	71	71	9	2
%	46	46	6	2

遷移確率での劣化推移の算定結果を以下のグラフに示す。



図補 5-10

結論

栈橋の部位・部材の劣化モデルは、Aで提示した予測モデルを適用する。

施設の各健全度の割合推移は、Bで提示した劣化推移を適用する。

今後、他の栈橋の点検及び評価に関するデータを蓄積し、上記モデルを精査していくとともに、施設毎での劣化モデルの設定を将来的に行なう。

補足-3 エプロン舗装の劣化予測

エプロン舗装は、劣化損傷の進行性が供用条件（荷役作業の状態、利用状況等）によって大きく影響を受け、個別施設により大きな差異がある。過去の補修実績や今後の点検によるデータ蓄積をもとに補修対策のサイクル（劣化予測）を検討・設定する。

参考までに耐用年数の考え方の例を示すが、劣化進行程度の評価と耐用年数は点検の実施により適宜、見直しを図る。

【参考：舗装の対策サイクル】

大型車両が通行するエプロン舗装の場合

表補 5-8

舗装の状態

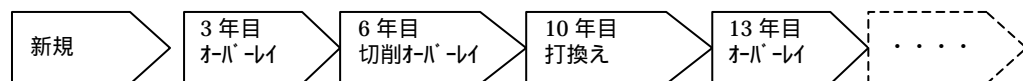
健全度	状態概要
a	劣化損傷は認められない
b	部分的な劣化がみられる
c	劣化が顕著で、作業等は維持できるが補修の検討を要する
d	作業等に支障があり早期の対策を要する

舗装の補修・対策

健全度 b 以上の状態でエプロン舗装を維持する施設の対策サイクル

表補 5-9

工 法	対策サイクル
パッチング処理	適宜
オーバーレイ	3 年
切削オーバーレイ	6 年
打ち換え	10 年



図補 5-11

舗装については、施設の利用状況、必要な管理レベルなどを考慮し、点検データを蓄積し、対策のサイクルを検討する。

## 6. 経済性評価

### 6.1 耐用年数及び評価期間の設定

施設の耐用年数については、以下に示す2通りの考え方を併用する。

1) 耐用年数 (物理的耐用年数) :50 年を基本とする

2) 供用予定年数 (機能的耐用年数)

また、経済性評価に用いる評価期間は50 年を基本とする。

耐用年数 (物理的耐用年数) は、施設設計時に定められた耐用年数のこととする。鋼矢板式及び栈橋式の場合は、設計腐食代が30 年～50 年で検討されているが、腐食代法で設計された鋼材に防食工を施したことによる延命化を考慮して一律50 年として考える。重力式についても同様の年数とする。

また、上記の耐用年数 (物理的耐用年数) に満たないまでも、港運の現状等により増深等を行う場合がある。港湾計画改定時 (10～15 年おき) に目標年次までの更新の有無を施設毎に設定することとする (概ね10m 以深の岸壁が対象となる)。更新が行なわれる施設については、目標年次 (検討時より10～15 年後) まで供用可能な維持管理を実施することとなる。

### 6.2 対策工法の選定手法

対策工法は施設の現状 (健全度) 、予測される将来の状態に応じて、適用可能な対策工法を設定する。対策工法については、標準的な工法の他に、新工法、新材料による工法と比較検討し、工法の選定を行う。

係留施設の構造形式、部位・部材ごとの劣化状況に応じて適用可能な対策工法を設定する。対策工法については、標準的な工法他に必要に応じて新工法・新材料を含めた比較検討を行い、最適な対策工法を選定する。

係留施設の対策工法は以下とする。

係留施設の対策工法は以下とする。

表 6.1 構造形式と対策工法

形式		対策工法	備考
矢板式	上部工	ひび割れ注入、断面修復	
	下部工	鉄筋コンクリート補強、ハトラムライニング、有機ライニング、電気防食	栈橋下部共通
栈橋	上部工	ひびわれ注入、表面塗装、断面修復 電気防食	
	下部工	鉄筋コンクリート補強、ハトラムライニング、有機ライニング、電気防食	矢板式下部共通
重力式		ひび割れ注入、断面修復	ガイドラインでは沈下・傾斜等の変状対策は扱わない

健全度評価と対策工法の関連を以下に示す。

表 6.2 健全度と標準的対策工法（栈橋上部工の例）

健全度評価	適用可能工法						
	補修なし	表面被覆	電気防食	断面修復	(脱塩)	打替(改修)	(補強)
a							
b				1			
c				1	1	2	
d							

：予防維持管理における対策      ：事後的な対策方法  
 1：単独の補修効果がえられないため、表面被覆と併用  
 2：部分的な改修等と併用  
 ( ) に示す脱塩工法、補強は実績少

### 6.3 経済性評価手法の設定

予算制約を考慮せず、施設の継続利用の場合の最適投資パターンは、LCC が最小となる部材・部位の補修シナリオを基に算出する。

#### (1)LCC 分析

LCC 分析は、評価期間内におけるコストを縮減（最小化）し、最適な投資パターン（補修シナリオ）を見極めるために実施する。

部材・部位に対する維持管理シナリオは以下の 3 パターンがある。

シナリオ 1（予防保全）：劣化が顕著化する前に補修・補強を実施

シナリオ 2（事後保全）：劣化・損傷の顕在後に補修・補強を実施

シナリオ 3（限界管理）：劣化・損傷の顕在後に補修・補強等は実施せず、必要時に取替え・更新を実施

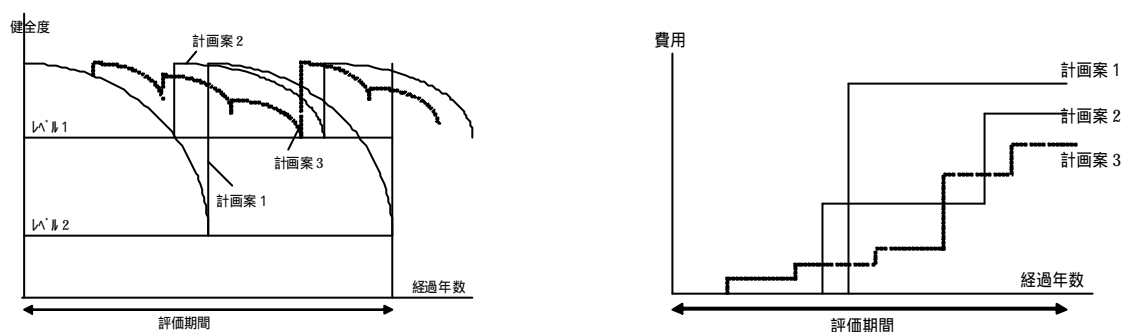


図 6-1 LCC 最小化のイメージ

#### (2)評価期間

LCC の分析は、将来の補修、更新計画の違いによる各案のコスト差を評価するため、十分に長い評価期間を設定する必要がある。これより、評価期間は、対象としている施設の耐用年数より長く、その期間に補修対策、使用条件の変更、更新、事業変更、が含まれるように設定することとする。（当面は 50 年間とする）

### (3)社会的割引率

社会的割引率は、将来発生するコストを現在価値に割り戻して評価する。

$$C = I \sum_{K=1}^n \left( \frac{K\text{年目のコスト}}{(1+I)^K} \right)$$

ここで、C：ライフサイクルコスト

n：分析期間

i：社会的割引率

係留施設等においては、施設の維持管理対策と施設の更新、取替え対策との比較検討を行うケースを有する。LCC分析の際に社会的割引率を考慮した算定も行い、対策選定の参考とする。

### (4)外部費用

係留施設のLCC算定には、補修対策以外の外部費用について対象施設の使用特性・状況、利用条件、代替性等の視点から必要に応じて適宜考慮する。

係留施設（港湾分野）では、ユーザーからの収入という利用特性を有し、対策工事期間中の収入減やユーザーへの影響、背後施設の運営等への影響を考慮する。

当面は定量的な情報（取扱貨物量等）を有する項目において外部コストの検討を行う。

外部費用を考慮するケースの例

- ・コンテナクレーン等の岸壁に固定式の大型機械が設置されたバース
- ・水深 - 7.5m以上のバース等、代替が困難なケース  
運営への影響最小の工法 工期短縮可能な工法（コスト増）
- ・岸壁背面に特殊な施設を有するバース
- ・特殊貨物を扱うバース

## 経済性評価（ガイドライン6）の補足説明資料

### 補足-1 対策工法

ガイドラインに提示する対策工法の概要について示す。

#### (1)対策工法の概要

ガイドラインにおける係留施設（栈橋、矢板式）の対策工法の概要を示す。

各施設に対する対策工法の基本を以下に示し、工法の概要を次頁以降に示す。

#### 上部工の維持補修工法

- ひび割れ注入工法
- 表面塗装工法
- 断面修復工法
- 電気防食工法
- 脱塩工法
- FEP 接着工法

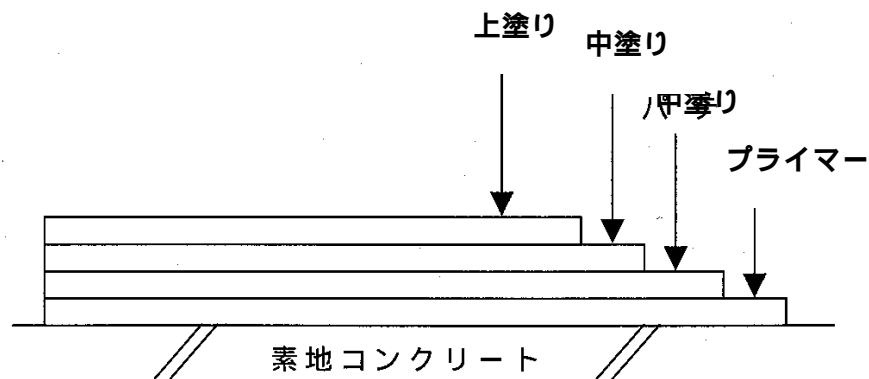
#### 下部工の維持補修工法

- 無機ライニング工法
- 有機ライニング工法
- ペトロラタムライニング工法
- 電気防食工法（流電陽極型）
- 鉄筋コンクリート補強

### 1)表面被覆工法

表面被覆工法とは、浸透性吸水防止材や厚膜塗料などを用いる塗布工法、繊維シートなどをパネル化して工期の短縮を図るパネル取付工法、高耐久性のポリマー含浸繊維補強コンクリート板などを埋殺し型枠として用いる埋設型枠工法などがある。

港湾構造物に表面被覆を施す場合には、下地コンクリートと良好な接着性を確保する必要がある。波しぶきにより濡れやすい面に施工する場合には、波しぶきを遮断して事前に十分乾燥させ、施工後も硬化するまで十分な養生を行うことが必要である。干満部などの湿潤面では、下地を十分に乾燥させたうえで被覆材を施工するだけの時間を確保することは困難であるため、この場合には水中硬化型エポキシ樹脂を用いられることが多い。下図に表面被覆工法（塗布工法）の例を示す。



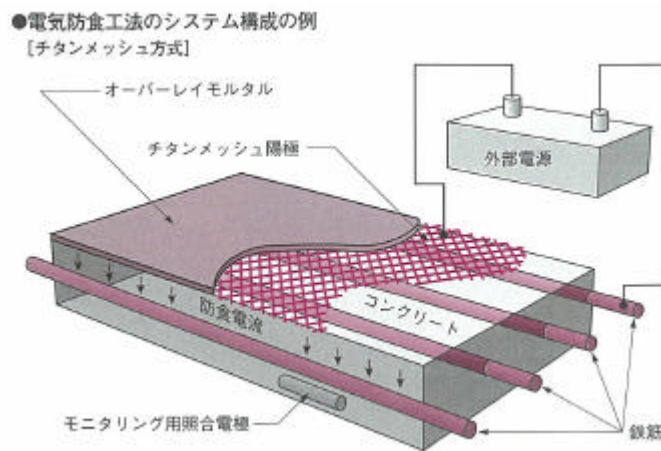
図補 6-1 表面被覆工法（塗布工法）



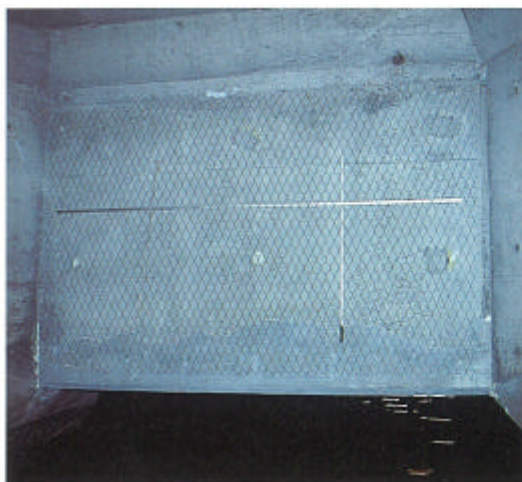
## 2) 電気防食工法

電気防食工法とは、構造物表面あるいは外部に設置した陽極材からかぶりコンクリートを介して内部の鋼材へ直流電流を流し、電気化学的反応を利用して鋼材腐食による劣化を抑制する防食工法である。防食期間中は継続的に電流を流すことになり、通常 1 ~ 30mA/m<sup>2</sup> 程度の比較的小さなものである。

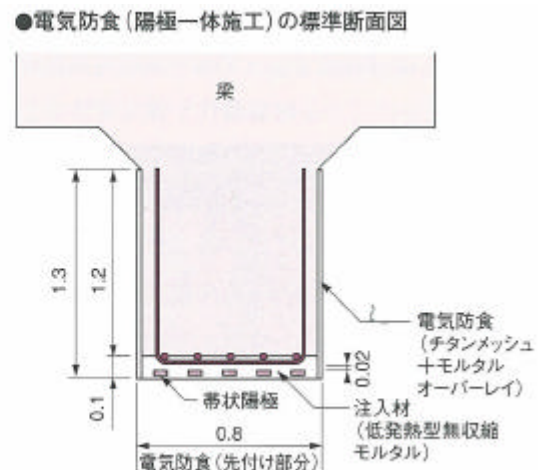
電気防食工法には、防食電流を流す方法の違いから 外部電源方式、 流電陽極方式の 2 種類がある。一般的に栈橋上部構造には外部電源方式、下部構造には流電陽極方式が採用されている。下図に外部電源方式の模式図及び設置例を示す。



図補 6-2 外部電源方式の模式図



- ・表面にチタンメッシュ
- ・チタンメッシュ上にモルタルにてオーバーレイを実施する



図補 6-3 設置例

### 3) 断面修復工法

断面修復工法とは、何らかの理由により、コンクリート構造物の断面に欠損が生じた場合に、断面修復を施した部分が構造物と一体になり、構造物に要求される性能を満足するように行う補修工法である。一般的に断面修復工法には、補修範囲の広さに応じて、コテ塗りによる方法（小断面修復）と、あらかじめ設置した型枠内に注入する方法や吹付けによる方法（大断面修復）がある。

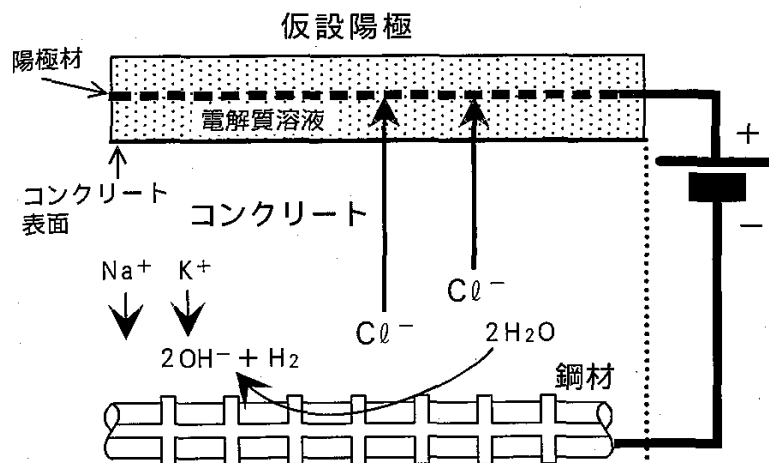
劣化部のコンクリートは、鉄筋を十分露出させ、サンドブラストなどによる錆落としが確実にできるよう、鉄筋の背面側まで取り除く必要がある。鉄筋の錆落としを行った後は、補修後の腐食抑制を目的として、戻り錆が発生しないように防錆剤の塗布を行う。腐食により鉄筋断面が著しく減少している場合には、その鉄筋を途中で切断し、新たな鉄筋と取り替えるが、新旧の鉄筋間の継ぎ手を確実にするとともに、取り替えた鉄筋にも防錆処理を行う必要がある。

### 4) 脱塩工法

脱塩工法とは、コンクリート構造物の表面に電解質溶液と陽極材からなる陽極電極を仮設し、コンクリート中の鋼材との間に一定期間のみ直流電流を流し、電気泳動の原理でコンクリート中の塩化物イオンをコンクリート外に抽出する工法である。

標準的な脱塩工法では、アルカリ性の電解質溶液を用いて、コンクリート表面積あたり約  $1 \text{ A/m}^2$  程度の電流密度の直流電流を 8 週間程度の期間通電するのが一般的である。

尚、陽極材としては、チタンやチタン合金などの材料が使用されている。下図に脱塩工法の概念図を示す。

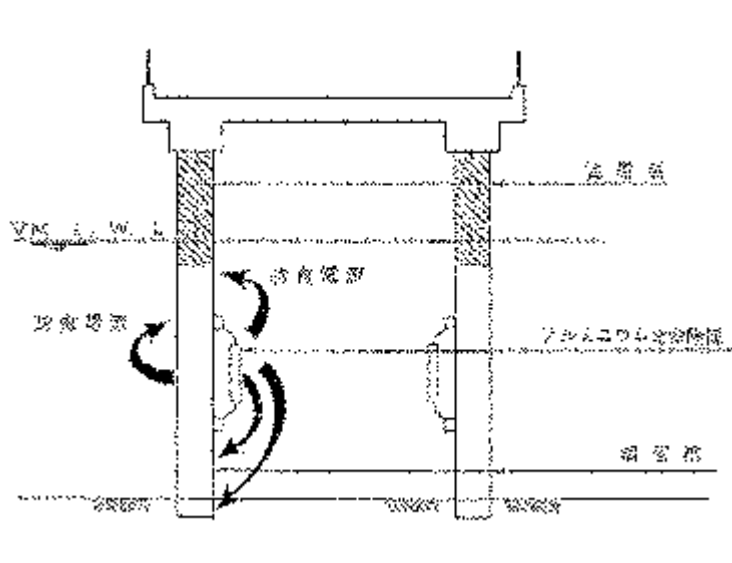


図補 6-4 脱塩工法の原理

### 5)電気防食工法（補修工法）

電気防食工法は、電気化学的に腐食を抑制する工法であり、既設の無防食鋼構造物に対しても容易に適用でき、極めて信頼性の高い防食効果が期待できる工法である。

電気防食工法には、防食電流を流す方法の違いから 外部電源方式、 流電陽極方式の2種類がある。一般的に栈橋上部構造には外部電源方式、下部構造には流電陽極方式が採用されている。下図に流電陽極方式の概念図を示す。



図補 6-5 流電陽極方式の概念図

6)塗覆装工法（補修工法）

無防食鋼構造物の補修工法としては、鋼材外面に作用する腐食誘因物質を遮断する被膜層を鋼材外面に形成する防食方法であり、大きく分けて以下の4種類に分類される。

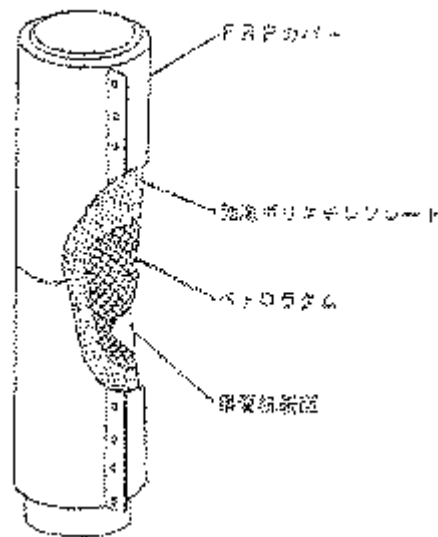
(a)塗装

(b)有機ライニング

(c)無機ライニング

(d)複合被膜（ペトロラタムライニング+FRPカバー）

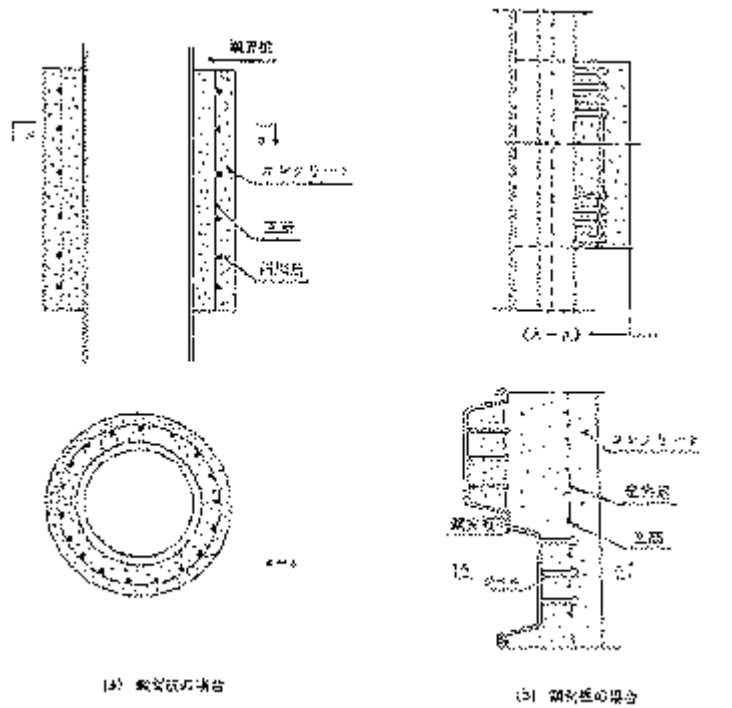
この中で比較的多く実施されるのは(d)複合被膜である。これは、鋼材表面にペトロラタム、発泡エチレンシートを貼り付け、FRPカバーを取付けることにより被覆する工法である。下図にペトロラタムライニング工法の例を示す。



図補 6-6 ペトロラタムライニング工法の例

### 7)鉄筋コンクリート被覆工法（補強工法）

無防食鋼構造物についての補強工法には、種々の工法があるが、主に実用されている工法は鉄筋コンクリート被覆工法である。この工法は、スタットジベルや鉄筋を鋼材部に溶接し、コンクリートで被覆する工法である。鋼材の素地調整は十分に行い、品質の良好なコンクリートを打設することが重要となる。下図に具体例を示す。



図補 6-7 鉄筋コンクリート被覆工法の具体例

## 補足-2 対策工法の活用

### 健全度評価に対する対策工法の内容

健全度 a ~ d の対策の基本的な内容を以下に示す。

健全度 b、c、d の部位・部材に対策を施すことで、a の状態に修復される

各対策の再対策サイクルを繰り返すことで、a の状態を保持する。

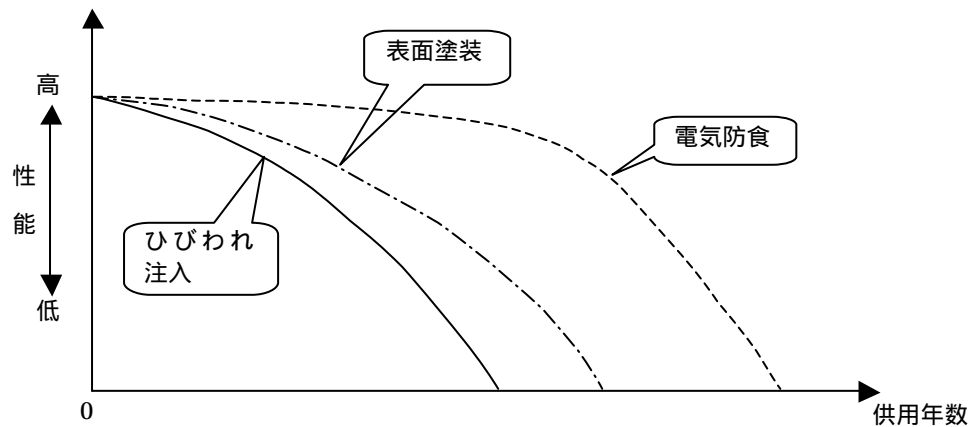
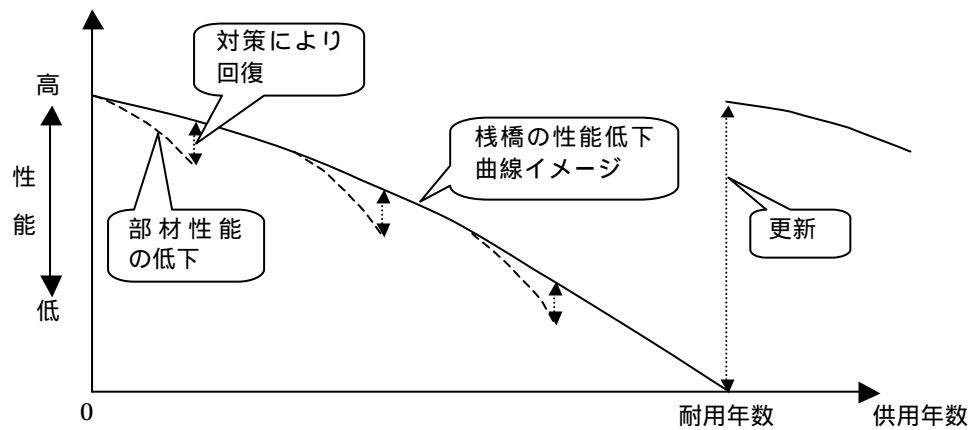
下表に各健全度評価において選定される対策工法とその内容を示す。

表補 6-1

健全度評価	対策工法	対策の内容
a	表面塗装 電気防食	a の箇所に表面塗装を施す 15 年サイクルで塗換えを行い、a の状態を保つ a の箇所に電気防食工法を施す 20 年サイクルで電線管・電源装置を取り替え、a の状態を保つ 上記工法により a の状態を保持
b	ひび割れ注入 ひび割れ注入+表面塗装 ひび割れ注入+電気防食	b の箇所にひび割れ注入を施し、a の状態に修復 b の箇所にひび割れ注入を施し、a の状態に修復後、表面塗装を実施 5 年サイクルで塗換えを行い、a の状態を保つ b の箇所にひび割れ注入を施し、a の状態に修復後、電気防食工法を実施 20 年サイクルで電線管・電源装置を取り替え、a の状態を保つ
c	ひび割れ注入+断面補修(小)+断面補修(大) ひび割れ注入+断面補修(小)+断面補修(大)+表面塗装 ひび割れ注入+断面補修(小)+断面補修(大)+電気防食	c の箇所にひび割れ注入+断面補修(小)(大)を施し、a の状態に修復 c の箇所にひび割れ注入+断面補修(小)(大)を施し、a の状態に修復後、表面塗装を実施 5 年サイクルで塗換えを行い、a の状態を保つ c の箇所にひび割れ注入+断面補修(小)(大)を施し、a の状態に修復後、電気防食工法を実施 20 年サイクルで電線管・電源装置を取り替え、a の状態を保つ
d	ひび割れ注入+断面補修(小)+断面補修(大) ひび割れ注入+断面補修(小)+断面補修(大)+表面塗装 ひび割れ注入+断面補修(小)+断面補修(大)+電気防食	d の箇所にひび割れ注入+断面補修(小)(大)を施し、a の状態に修復 d の箇所にひび割れ注入+断面補修(小)(大)を施し、a の状態に修復後、表面塗装を実施 5 年サイクルで塗換えを行い、a の状態を保つ d の箇所にひび割れ注入+断面補修(小)(大)を施し、a の状態に修復後、電気防食工法を実施 20 年サイクルで電線管・電源装置を取り替え、a の状態を保つ

上記の対策において、部材内への塩化物イオン浸透に伴う早期劣化、再劣化の影響は考慮しない。(電気防食工法を併用するものは、塩害対策上、この課題をクリアする。表面塗装は現在の知見では、再劣化の影響度合いは技術的に明確になっていない)

健全度 d の状態での補修対策では、劣化の程度や施設環境などにより再劣化に伴う再補修の必要性が考えられるが、現在、その知見は明らかでないため、ガイドライン(案)においては、上表のように扱う。



図補 6-8

栈橋自体の性能は、経過年数とともに劣化していく。部材や部位の損傷は対策を施すことにより局所的な回復は期待できるが、施設自体の性能は低下する。

このため、局所的にひび割れ対策や断面修復を行なった場合、修復した部位は局所的に回復されるが、施設全体の性能は低下する。

電気防食工法や表面塗装はその対策より、性能低下の速度を遅らせることは可能である。

対策を考える上では、施設の供用期間を考慮した上で選定する必要がある。

補足-3 ケーススタディによる L C C 算定

ケーススタディとする清水港 日の出 4 号岸壁の L C C の算定を行なう。

L C C 算定の条件を以下に示す。

L C C 算定にあたっては、上部工、下部工に分類して算定する。

施設条件

施設名	: 清水港 日の出 4 号岸壁
経過年数	: 20 年
施設規模	: 240m × 20m = 4800m <sup>2</sup>
施設状態	: 健全度 a ~ d の部材を有する ( a:52% b:37% c:10% d:1% )

対策条件

構成要素	: 上部工補修 ( 初期対策 更新対策 ) 下部工補修 ( 初期対策 更新対策 )
評価期間	: 現在より 50 年間
社会的割引率	: 0%、4%

上部工の対策方法

	CASE1	CASE2	CASE3
対策工法	電気防食+ひび割れ注入+断面修復	表面塗装+ひび割れ注入+断面修復	ひび割れ注入+断面修復
対策概要	初期：損傷劣化箇所の修復 ( ひび割れ注入、断面修復 ) 後に電気防食を実施 更新：電線管、電源装置の取替え	初期：損傷劣化箇所の修復 ( ひび割れ注入、断面修復 ) 後に表面塗装 更新：塗替え塗装	初期：損傷劣化箇所の修復 ( ひび割れ注入、断面修復 ) 更新：損傷劣化の発生毎に修復
対策サイクル	20 年	15 年	7 年 ( 劣化予測結果より )
対策コスト	初期： 電気防食 120,000 円/m <sup>2</sup> ひび割れ注入 10,000 円/m <sup>2</sup> 断面修復 97,000 円/m <sup>2</sup> 更新： 電気防食 18,000 円/m <sup>2</sup>	初期： 表面塗装 17,500 円/m <sup>2</sup> ひび割れ注入 10,000 円/m <sup>2</sup> 断面修復 97,000 円/m <sup>2</sup> 更新： 塗替え塗装 19,500 円/m <sup>2</sup>	初期： ひび割れ注入 1500 円/m <sup>2</sup> 断面修復 97,000 円/m <sup>2</sup> 更新： 上記と同様

対策内訳

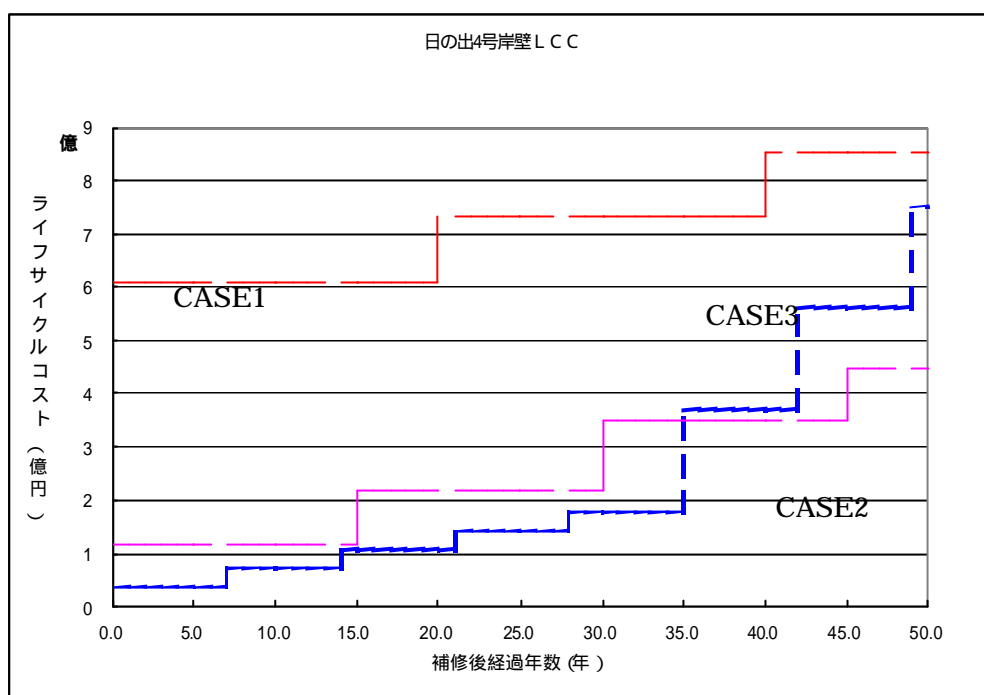
健全度	CASE1	CASE2	CASE3
a	電気防食	表面塗装	なし
b	電気防食+ひび割れ注入	表面塗装+ひび割れ注入	ひび割れ注入
c	電気防食+ひび割れ注入+断面修復	表面塗装+ひび割れ注入+断面修復	ひび割れ注入+断面修復
d	電気防食+ひび割れ注入+断面修復	表面塗装+ひび割れ注入+断面修復	ひび割れ注入+断面修復



下部工の対策方法

	CASE1	CASE2
対策工法	電気防食	塗覆装
対策概要	初期：電気防食を実施 更新：電気防食を更新	初期：ペトドラムライニングを実施 更新：再補修を実施
対策サイクル	20年	20年
対策コスト	初期： 電気防食 4,500 円/m <sup>2</sup> 更新： 電気防食 4,500 円/m <sup>2</sup>	初期： 塗覆装 65,000 円/m <sup>2</sup> 更新： 塗覆装 70,000 円/m <sup>2</sup> (前処理費 5,000 円/m <sup>2</sup> 含)

## 上部工 L C C 算定結果



### CASE1

	対策	単位	数量	単価	費用
初期コスト	ひび割れ注入	m	720	10,000	7,200,000
	断面補修	m <sup>2</sup>	288	97,000	27,936,000
	電気防食	m <sup>2</sup>	4800	120,000	576,000,000
	合計				611,136,000
1回目 2回目更新コスト	電気防食	m <sup>2</sup>	4800	18,000	86,400,000

### CASE2

	対策	単位	数量	単価	費用
初期コスト	ひび割れ注入	m	720	10,000	7,200,000
	断面補修	m <sup>2</sup>	288	97,000	27,936,000
	表面塗装	m <sup>2</sup>	4800	17,500	84,000,000
	合計				119,136,000
1～3回目更新コスト	表面塗装	m <sup>2</sup>	4800	19,500	93,600,000

### CASE3

	対策	単位	数量	単価	費用
初期コスト	ひび割れ注入	m	720	10,000	7,200,000
	断面補修	m <sup>2</sup>	288	97,000	27,936,000
	合計				35,136,000
1～4回目更新コスト	ひび割れ注入	m	720	10,000	7,200,000
	断面補修	m <sup>2</sup>	288	97,000	27,936,000
	合計 (4回分)				140,544,000
5～7回目更新コスト	ひび割れ注入	m	1200	10,000	12,000,000
	断面補修	m <sup>2</sup>	1200	150,000	180,000,000
	合計 (3回分)				576,000,000

#### 補足-4 外部コストの適用例

外部コストは、一般的なコスト（企画設計～破棄処分コスト）の他に、社会的な影響やユーザーへの影響をコストとして考慮し、LCC算定に反映するものである。

対象となる工事などにより生じる影響をコストに換算する。

港湾事業では、工事期間の事業者・ユーザーへの影響として、収入（取扱い貨物量）の減少、補償費用、代替施設などが大きいことになる。

外部コストの算出には、“港湾整備事業の費用対効果マニュアル”が参考となる。

#### 算定の例

栈橋 A の上部工の補修工事について、工事期間中の収入（取扱い貨物量）の影響をコスト換算し、対策工事の方法の選定に適用する。

施設 A の事業補償：250,000 千円/年 685 千円/日

外部コストの算定：初期工事及び更新時の工事共通

各工法の工事期間分の事業損額を外部コストとして扱う。

（事業損額 = 工事日数 × 685 千円/日）

#### 工法の条件

	基本条件		初期コスト		更新コスト	
	更新サイクル	施設規模(m <sup>2</sup> )	単価(千円/日)	コスト(千円)	単価(千円/日)	コスト(千円)
工法 CASE1	20年	3500	120	420,000	18	63,000
工法 CASE2	25年	3500	130	455,000	30	105,000
工法 CASE3	30年	3500	140	490,000	40	140,000

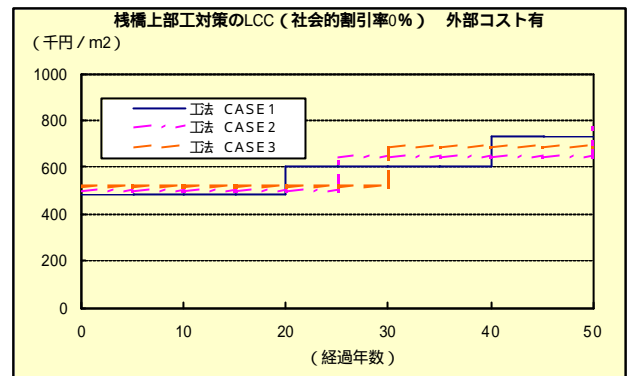
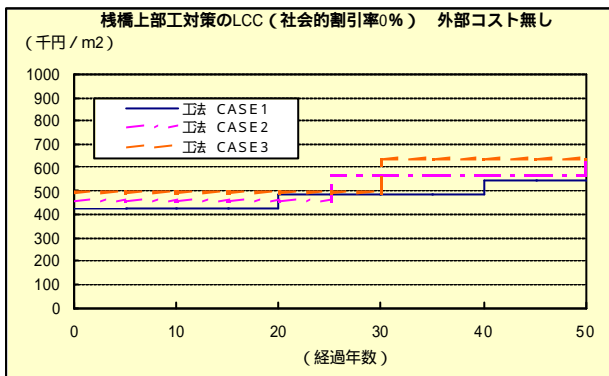
#### 外部コスト条件

	工事期間	外部コスト	
		単価(千円/日)	コスト(千円)
工法 CASE1	90	685	61,650
工法 CASE2	60	685	41,100
工法 CASE3	40	685	27,400

各工法の工事実施（初期、更新共通）期間に上記の外部コストが工事費以外に追加

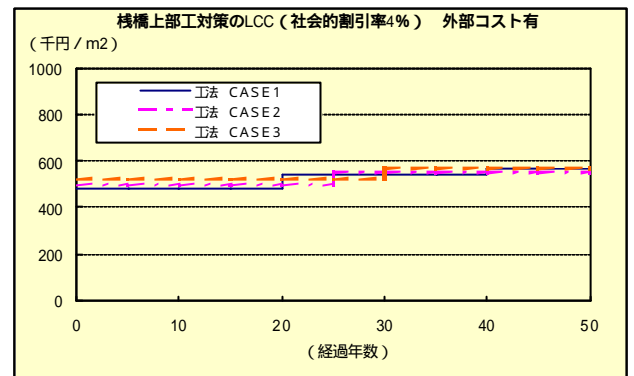
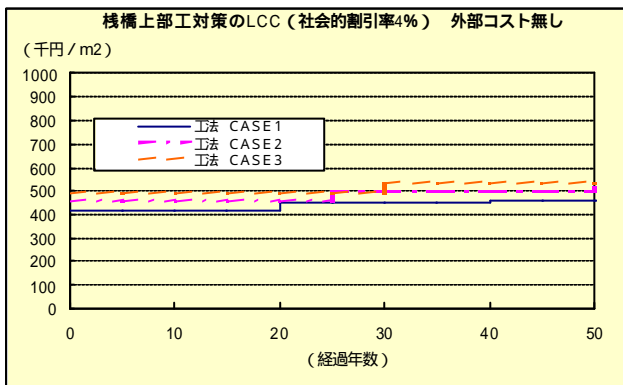
上記の条件により、外部コストを考慮しない場合と考慮する場合を検討する。

## LCCの計算結果



外部コストを考慮しない場合、CASE1が経済的に優れるが、外部コストを考慮するとCASE2の方が優れる。

また、社会的割引率を考慮したチェックを行う。



社会的割引率4%によるチェックの結果も同様の結果となり、外部コストを考慮すると、CASE2が最も経済的に優れる。

LCCによる検討では、外部コストを定量的に算定できるものを必要に応じて、工事の工法などの検討に反映する。

外部コストの算定については、概略的に考察し、その結果から必要に応じて精度を高めたりしていくなどの方法により取り入れる。

補足-5 エプロン舗装の例

エプロン舗装の LCC は、オーバーレイ、切削オーバーレイ、打ち換えを実施するサイクルにより算定する。

対象となる施設の利用特性から、対策の実績を参考に対策のサイクルを設定して、LCC の検討を行う。

ここでは、LCC の検討する際の算定例を示す。

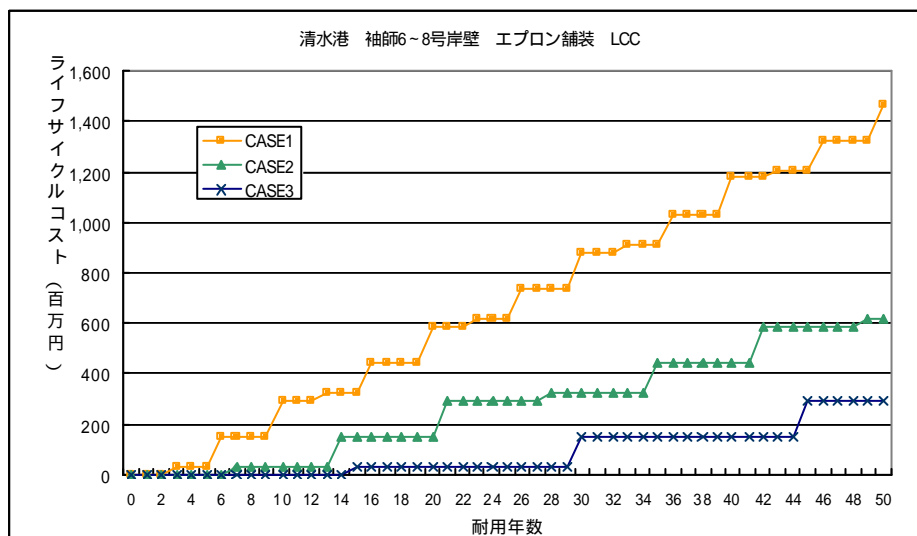
参考算定例の条件

対象施設：清水港 袖師 6～8 号岸壁エプロン
規模：14,400m <sup>2</sup> 面積
対策内容：アスファルト舗装の対策
・オーバーレイ：2,100 円/m <sup>2</sup>
・切削オーバーレイ：8400 円/m <sup>2</sup>
・打ち換え：9,900 円/m <sup>2</sup>
上記単価は他港での実績結果
対象期間：50 年間
社会的割引率：0%
外部コスト：考慮しない

検討ケース

	対策のサイクル
CASE1	3 年目にオーバーレイ 6 年目に切削オーバーレイ 10 年目に打ち換え
CASE2	7 年目にオーバーレイ 14 年目に切削オーバーレイ 21 年目に打ち換え
CASE3	15 年目にオーバーレイ 30 年目に切削オーバーレイ 45 年目に打ち換え

LCC の算定結果を示す。



対象となる岸壁の舗装に要求されるサービス水準との関連を含めて、舗装の維持管理の計画を決定する。

## 7. 中長期管理計画の立案

### 7.1 総合的な評価手法

対策の優先度評価は、施設の部位・部材毎の健全度を基本に評価する。健全度が同程度の施設群においては、施設重要度により優先度を検討する。

施設の事業の優先度評価は、健全度による評価を基本とする。健全度が同程度と評価される施設群に対して、施設の重要度により優先順位を設定する。

表 7.1 整備優先度評価

健全度評価		施設重要度	事業優先度
評価内容	バース毎施設評価		
全部材 a	A		
全部材 a及び bのみ	B		
全部材の中に c-1 ~ c-3 を有する施設	C	施設重要度 ↑ 低 (重要度 3~5) ↓ 高 (重要度 1,2)	
全部材の中に d-1 ~ d-3 を有する施設	D	施設重要度 ↑ 低 (重要度 3~5) ↓ 高 (重要度 1,2)	

健全度による  
優先度の評価

施設重要度による  
優先度評価

表 7.2 施設毎の健全度評価

施設 (バース毎) の評価	評価の基本内容
A	・個別の健全度評価が全て a 異常がみられず、十分な機能・安全性を保有する
B	・個別の健全度評価で、b を1 つ以上有する施設 施設の機能・安全性に係る異常は認められない 施設の継続的な観測、もしくは予防保全的対策を実施
C	・個別の健全度評価で、c-1、c-2、c-3 を1 つ以上有する施設 放置した場合、施設の機能・安全性の喪失が懸念される。 計画的な対策を実施
D	・個別の健全度評価で、d-1、d-2、d-3 を1 つ以上有する施設 施設の機能・安全性の低下が著しい 緊急の対策・利用制限等の実施

中長期管理計画の策定における検討 (平準化) では、施設を基本的にバース単位で扱う。このときの施設 (バース単位) の状態の評価を便宜上、“A ~ D” で表すものとする。

優先度評価は、特定重要港湾及び重要港湾グループと地方港湾グループに大別し、各々で施設の優先順位を設定する。

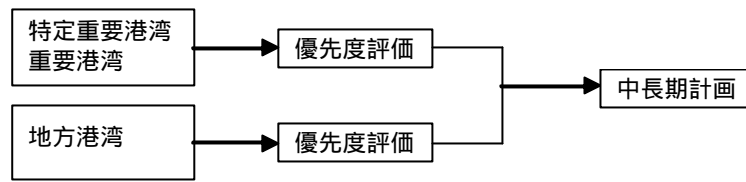


図 7-1 港湾別分類

特定重要港湾・重要港湾と地方港湾の施設規模、利用特性・役割、保有する情報等に差異が大きいため、優先度評価では分けて扱う。各々で達成目標、達成後の評価を行う。

## 7.2 中長期管理計画の立案手法

中長期の管理計画は、設定された管理目標により部位・部材ごとの最適化計画からブロック・バス・埠頭の最適化を計画し、予算のチェック(平準化)を行い、優先度評価の結果を基に調整を図る。

中長期管理計画は、個別部位・部材(評価ブロック毎)に対する最適な補修計画から施設毎(バス、埠頭)の維持管理シナリオを立案する。シナリオ検討においては、維持管理水準、劣化予測結果、経済性評価を検討し、効率的で効果的な計画を策定する。各年度の積上げに対して、事業予算の平準化をはかることに重点を置いた立案手法について検討を行う。

また、更新・取替えにより対処する施設については、施設の状態や劣化進行の速度に留意し、点検の頻度等の検討を行う。

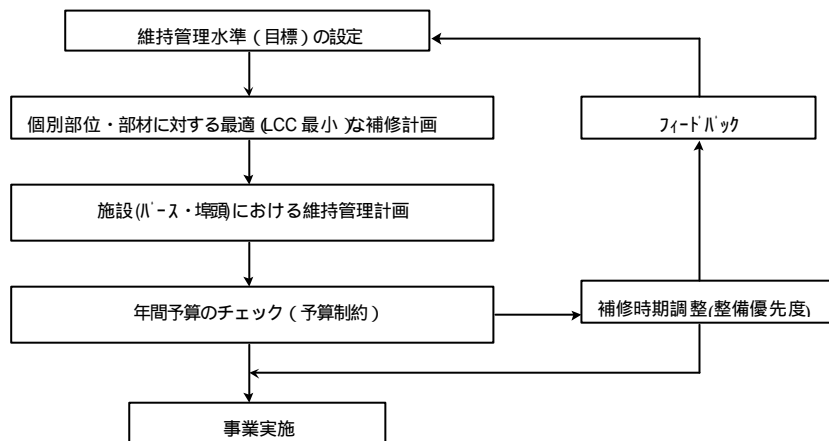


図 7-2 中長期管理計画の策定

個別施設の最適投資パターン(LCC 最小)計画に対して、予算制約等の条件から平準化し計画策定する。

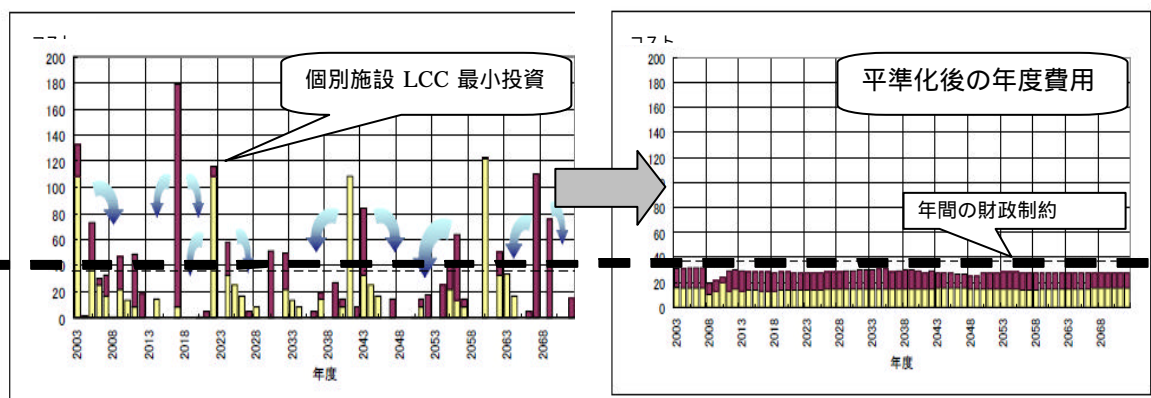


図 7-3 事業費の平準化



## 中長期管理計画の立案（ガイドライン7）の補足説明資料

### 補足-1 総合的な評価手法の説明

中長期管理計画の策定では、個別の係留施設の維持管理シナリオによる各年度の費用の積上げに対して、財源の制約内で維持管理事業を行うためには、事業予算の平準化をはかることが必要となる。

事業予算の平準化にあたって、総合的な評価により平準化を検討する。その方法として整備優先度評価（対策の優先度評価）を行う。

整備優先度は、ガイドライン（案）のように“施設の健全度”により対策を行う優先順位を決めることを基本とする。状態の悪いものから対策を行うということを基本とする方針である。

整備優先度は施設をバース単位で検討するため、施設（バース単位）の状態は“ A ~ D ”で表す。これは、ガイドライン 5.2 の部位・部材の健全度評価を“ a ~ d ”と表すものと区別するためこのようにする。

施設（バース毎）の評価	評価の基本内容
A	施設の部位部材の健全度評価が全て a
B	施設の部位部材の健全度評価で、b を1 つ以上有する施設
C	施設の部位部材の健全度評価で、c-1、c-2、c-3 を1 つ以上有する施設
D	施設の部位部材の健全度評価で、d-1、d-2、d-3 を1 つ以上有する施設

次に健全度が同程度の評価となる施設数が多く集まった場合、この“施設群”の対策実施の時期を変えることが必要となる。このとき、施設の重要度（ガイドライン3参照）により優先順位を設定し、平準化を図る。

特定重要港湾・重要港湾と地方港湾では、港湾の規模、特色や役割、背後圏の規模が大きく異なるため、同一の土俵で扱うことは困難であると判断される。また、港湾の定量的な情報やデータの有無についても異なる。

例えば、貨物量や品目あるいは投資効果で考えた場合、重要度の高い施設は重要港湾に集中してしまうことが予想され、地方港湾の整備に着手できなくなる可能性もある。

これより特定重要港湾・重要港湾と地方港湾は2つに大別し、各々で整備の優先度を検討する。

この際、各々において中長期の計画策定にむけた目標を設定し、計画策定、その後の実行結果から目標に対する達成状況を管理し、バランスを図ることを考える。

次頁に実行目標及び目標に対する達成度を管理する上でのシートの例を示す。

〔 年度 〕 実行計画

港湾事業	維持管理計画	施設担当	担当
所属長(評価者)		作成日	平成 年 月 日

1.基本方針

県	
港湾	

2.中長期計画

(1)重要港湾以上の実行計画

個別計画	【具体的目標】 達成目標率の単位 :%			
(1)データ整備	【計画に関する達成目標率、具体的内容、達成方法】			
	達成目標率	具体的内容	達成方法	
	H18年度	/100		
	H19年度	/100		
	H20年度	/100		
(2)状態把握・評価	【具体的目標】 達成目標率の単位 :%			
	【計画に関する達成目標率、具体的内容、達成方法】			
	達成目標率	具体的内容	達成方法	
	H18年度	/100		
	H19年度	/100		
	H20年度	/100		
(3)計画立案	【具体的目標】 達成目標率の単位 :%			
	【計画に関する達成目標率、具体的内容、達成方法】			
	達成目標率	具体的内容	達成方法	
	H18年度	/100		
	H19年度	/100		
	H20年度	/100		
(4)・・・	【具体的目標】 達成目標率の単位 :%			
	【計画に関する達成目標率、具体的内容、達成方法】			
	達成目標率	具体的内容	達成方法	
	H18年度	/100		
	H19年度	/100		
	H20年度	/100		

2.中長期計画

(1)地方港湾の実行計画

個別計画	【具体的目標】 達成目標率の単位 :%			
(1)データ整備	【計画に関する達成目標率、具体的内容、達成方法】			
	達成目標率	具体的内容	達成方法	
	H18年度	/100		
	H19年度	/100		
	H20年度	/100		
(2)状態把握・評価	【具体的目標】 達成目標率の単位 :%			
	【計画に関する達成目標率、具体的内容、達成方法】			
	達成目標率	具体的内容	達成方法	
	H18年度	/100		
	H19年度	/100		
	H20年度	/100		
(3)計画立案	【具体的目標】 達成目標率の単位 :%			
	【計画に関する達成目標率、具体的内容、達成方法】			
	達成目標率	具体的内容	達成方法	
	H18年度	/100		
	H19年度	/100		
	H20年度	/100		
(4)・・・	【具体的目標】 達成目標率の単位 :%			
	【計画に関する達成目標率、具体的内容、達成方法】			
	達成目標率	具体的内容	達成方法	
	H18年度	/100		
	H19年度	/100		
	H20年度	/100		

[ 年度 ] 年度終わりの実行計画の達成状況

港湾事業分野	維持管理計画	施設担当	担当
所属長(評価者)		作成日	平成 年 月 日

1. 基本方針

全庁	
事業分野	

2. 中長期計画の実行結果

(1)重要港湾以上の達成状況

個別計画	具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し				
	【具体的目標】				
(1) データ整備	達成度の単位 :%				
	【計画に関する具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し】				
	達成度	達成状況	達成及び不達成の要因	達成方法の見直し	
H18年度	/100				
H19年度	/100				
H20年度	/100				
(2) 状態把握・評価	達成度の単位 :%				
	【計画に関する具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し】				
	達成度	達成状況	達成及び不達成の要因	達成方法の見直し	
H18年度	/100				
H19年度	/100				
H20年度	/100				
(3) 計画立案	達成度の単位 :%				
	【計画に関する具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し】				
	達成度	達成状況	達成及び不達成の要因	達成方法の見直し	
H18年度	/100				
H19年度	/100				
H20年度	/100				
(4) ...	達成度の単位 :%				
	【計画に関する具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し】				
	達成度	達成状況	達成及び不達成の要因	達成方法の見直し	
H18年度	/100				
H19年度	/100				
H20年度	/100				

2. 中長期計画の実行結果

(1)地方港湾の達成状況

個別計画	具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し				
	【具体的目標】				
(1) データ整備	達成度の単位 :%				
	【計画に関する具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し】				
	達成度	達成状況	達成及び不達成の要因	達成方法の見直し	
H18年度	/100				
H19年度	/100				
H20年度	/100				
(2) 状態把握・評価	達成度の単位 :%				
	【計画に関する具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し】				
	達成度	達成状況	達成及び不達成の要因	達成方法の見直し	
H18年度	/100				
H19年度	/100				
H20年度	/100				
(3) 計画立案	達成度の単位 :%				
	【計画に関する具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し】				
	達成度	達成状況	達成及び不達成の要因	達成方法の見直し	
H18年度	/100				
H19年度	/100				
H20年度	/100				
(4) ...	達成度の単位 :%				
	【計画に関する具体的目標、達成度、達成状況、達成及び不達成の要因、達成方法の見直し】				
	達成度	達成状況	達成及び不達成の要因	達成方法の見直し	
H18年度	/100				
H19年度	/100				
H20年度	/100				

補足-2 岸壁の中長期計画の策定

県内の係留施設のうち、矢板式及び栈橋式岸壁についての中長期における維持補修費の算定シミュレーションを行なう。

現段階では点検調査結果、健全度評価が不明の施設が多いため、建設後の経過年数から施設評価を設定し、中長期計画の試算を行なう。

検討における基本条件を示す。

試算は直工ベースで算定  
 対象は栈橋形式の上部工(RC)及び下部工(鋼管杭)、矢板式の下部工  
 栈橋上部工の対策数量は経過年数に合わせた状態毎に対する割合を設定  
 栈橋下部工、矢板式の対策数量(HWL~LWL-1)を一律、水深の6割と設定  
 対策工法は別表参照

検討対象とする施設は以下とする。

港湾コード	港湾名	施設コード	施設種別	施設番号	名称	管理社名	構造型式
22001	清水	C-1	岸壁	01	興津2-3号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	06	興津13-14号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	07	袖師1-4号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)
22001	清水	C-1	岸壁	16	江尻1-3号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)
22001	清水	C-1	岸壁	17	江尻4-5号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	18	江尻6-7号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	24	日の出1号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	25	日の出2-3号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	26	日の出4号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	27	日の出5号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	28	富士見1-2号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼管矢板)
22001	清水	C-1	岸壁	29	富士見3号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼管矢板)
22001	清水	C-1	岸壁	30	富士見4-5号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	31	富士見6号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	32	富士見7号岸壁	清水港管理局	栈橋式
22001	清水	C-1	岸壁	33	塚間岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)
22001	清水	C-1	岸壁	55	興津1号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)
22001	清水	C-1	岸壁	57	巴川左岸岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	06	中央3-4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	07	中央5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	08	吉原1号岸壁	静岡県	鋼矢板セリ式
22002	田子の浦	C-1	岸壁	09	吉原2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	11	鈴川1-2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	12	鈴川3-5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	15	富士6号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	16	中央1号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	01	富士南岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	02	富士2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	03	富士4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	04	富士北岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22002	田子の浦	C-1	岸壁	05	中央2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22003	沼津	C-1	岸壁	6	外港東1号岸壁(7.5)	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22005	土肥	C-1	岸壁	01	大藪岸壁	静岡県	栈橋式
22009	下田	C-1	岸壁	01	外ヶ岡岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22016	御前崎	C-1	岸壁	06	中央埠頭3-4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22016	御前崎	C-1	岸壁	07	東埠頭2-4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22016	御前崎	C-1	岸壁	09	中央埠頭5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22016	御前崎	C-1	岸壁	10	東埠頭1号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)
22016	御前崎	C-1	岸壁	16	東埠頭5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)

## 維持管理コストの算定

中長期の維持管理計画を試算における施設の状態設定と数量・費用の算定方法を以下に示す。

施設の状態は A ~ D で評価する。

評価 A ~ D は経過年数で設定する。設定は「4.2 将来状態の予測手法」でのケーススタディにより設定

対策工法は「5.3 経済性評価手法の設定」のケーススタディにおいて LCC 最小の工法を適用

以下に算定の条件を示す。

### 栈橋上部工

経過年数	施設評価	対策工法	算定数量（全面積に対する対策比率）
0 ~ 14	A	表面塗装	表面塗装：100%
15 ~ 18	B	ひび割れ注入+表面塗装（併用）	ひび割れ注入：10% 表面塗装：100%
19 ~ 20	C	ひび割れ注入+断面補修（小）+表面塗装	ひび割れ注入：15% 断面補修（小）：6% 表面塗装：100%
21 ~ 35	D	ひび割れ注入+断面補修（小）+断面補修（大）+表面塗装	ひび割れ注入：20% 断面補修（小）：2% 断面補修（大）：5% 表面塗装：100%
36 ~ 50	D	ひび割れ注入+断面補修（小）+断面補修（大）+表面塗装	ひび割れ注入：25% 断面補修（小）：5% 断面補修（大）：20% 表面塗装：100%
D については、経過年数により修復の数量を 2 つに分類 初期の修復後は、表面塗装の塗替塗装により更新（15 年毎）			

### 栈橋下部工 矢板式

各施設の水深の 6 割の長さに対して電気防食により算定

次頁に各施設の諸条件（健全度、数量）の一覧表を示す。

静岡県内 岸壁

港湾コード	港湾名	施設コード	施設種別	施設番号	名称	管理社名	構造型式(図面で 確認後)	建設開始	建設終了	経過年数 (2006)	健全度	エプロン幅(m)	(取付部 除)	上部上面 積	水深(大)	水深(小)	
22001	清水	C-1	岸壁	01	興津2-3号岸壁	清水港管理局	栈橋式		0	1965	41	D	20	371.27	7425.4	-10	-10
22001	清水	C-1	岸壁	06	興津13-14号岸壁	清水港管理局	栈橋式		1967	1967	39	D	15	370	5550	-10	-10
22001	清水	C-1	岸壁	07	袖師1-4号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)		1970	1970	36	B	10	240	2400	-4.5	-4.5
22001	清水	C-1	岸壁	16	江尻1-3号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)		0	1991	15	A	20	287	5740	-6.5	-6.5
22001	清水	C-1	岸壁	17	江尻4-5号岸壁	清水港管理局	栈橋式		1961	1991	15	B	12	210	2520	-6.5	-6.5
22001	清水	C-1	岸壁	18	江尻6-7号岸壁	清水港管理局	栈橋式		0	1987	19	B	10	149	1490	-4.5	-4.5
22001	清水	C-1	岸壁	24	日の出1号岸壁	清水港管理局	栈橋式		1937	1989	17	B	35	80	2800	-4.5	-4.5
22001	清水	C-1	岸壁	25	日の出2-3号岸壁	清水港管理局	栈橋式		1933	1988	18	B	35	260	9100	-7.5	-7.5
22001	清水	C-1	岸壁	26	日の出4号岸壁	清水港管理局	栈橋式		1930	1986	20	B	35	240	8400	-12	-12
22001	清水	C-1	岸壁	27	日の出5号岸壁	清水港管理局	栈橋式		0	1988	18	B	35	240	8400	-12	-12
22001	清水	C-1	岸壁	28	富士見1-2号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼管矢板)		1969	1988	18	B	15	112.5	1687.5	-5.5	-5.5
22001	清水	C-1	岸壁	29	富士見3号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼管矢板)		1957	1991	15	A	27	140	3780	-7.5	-7.5
22001	清水	C-1	岸壁	30	富士見4-5号岸壁	清水港管理局	栈橋式		0	1990	16	B	25	480	12000	-12	-12
22001	清水	C-1	岸壁	31	富士見6号岸壁	清水港管理局	栈橋式		0	1960	46	D	13	173	2249	-9	-9
22001	清水	C-1	岸壁	32	富士見7号岸壁	清水港管理局	栈橋式		0	1962	44	D	15	156	2340	-9	-9
22001	清水	C-1	岸壁	33	塚間岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)		0	2005	1	A	13	71	923	-5	-5
22001	清水	C-1	岸壁	55	興津1号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)		1980	1984	22	A	20	185	3700	-10	-10
22001	清水	C-1	岸壁	57	巴川左岸岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)		1999	2001	5	A	0	100	0	-4.5	-4.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	06	中央3-4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1965	1967	39	B	20	250	5000	-7.5	-7.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	07	中央5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1967	1967	39	C	10	167	1670	-4.5	-4.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	08	吉原1号岸壁	静岡県	鋼矢板セル式		1960	1962	44	C	10	167	1670	-9	-9
22002	田子の浦	C-1	岸壁	09	吉原2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1962	1963	43	C	10	125	1250	-7.5	-7.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	11	鈴川1-2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1963	1963	43	C	8	175	1400	-5.5	-5.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	12	鈴川3-5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1962	1963	43	C	8	310	2480	-5.5	-5.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	15	富士6号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1990	1995	11	A	15	240	3600	-10	-10
22002	田子の浦	C-1	岸壁	16	中央1号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1997	2003	3	A	15	240	3600	-12	-12
22002	田子の浦	C-1	岸壁	01	富士南岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1959	1960	46	C	10	60	600	-6.5	-6.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	02	富士2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1966	1967	39	B	15	135	2025	-7.5	-7.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	03	富士4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1967	1968	38	B	15	115	1725	-6.5	-6.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	04	富士北岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1967	1968	38	B	10	80	800	-4.5	-4.5
22002	田子の浦	C-1	岸壁	05	中央2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1963	1968	38	B	15	240	3600	-12	-12
22003	沼津	C-1	岸壁	6	外港東1号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		2000	2001	5	A	17	130	2210	-7.5	-7.5
22005	土肥	C-1	岸壁	01	大藪岸壁	静岡県	栈橋式		1980	1981	25	C	13.5	60	810	-4.5	-4.5
22009	下田	C-1	岸壁	01	外ヶ岡岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		0	1974	32	B	13		0	-5	0
22016	御前崎	C-1	岸壁	06	中央埠頭3-4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1962	1962	44	C	7.2	160	1152	-5	-5
22016	御前崎	C-1	岸壁	07	東埠頭2-4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1964	1969	37	B	8	272.5	2180	-5	-5
22016	御前崎	C-1	岸壁	09	中央埠頭5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1962	1962	44	C	6	100	600	-5	-5
22016	御前崎	C-1	岸壁	10	東埠頭1号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1963	1963	43	C	7.2	101	727.2	-5	-5
22016	御前崎	C-1	岸壁	16	東埠頭5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)		1967	1969	37	B	15	80	1200	-5	-5

### 個別施設の対策費用の算定

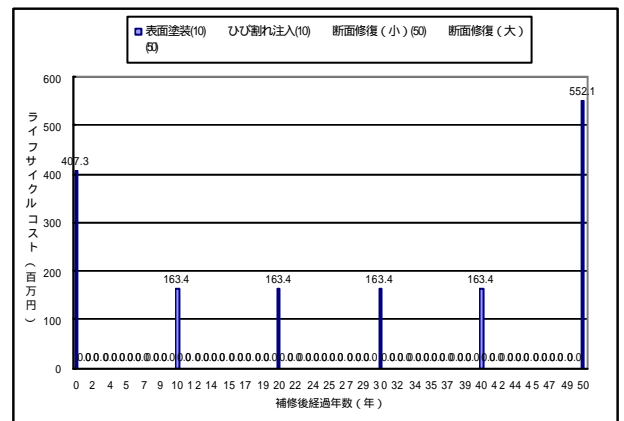
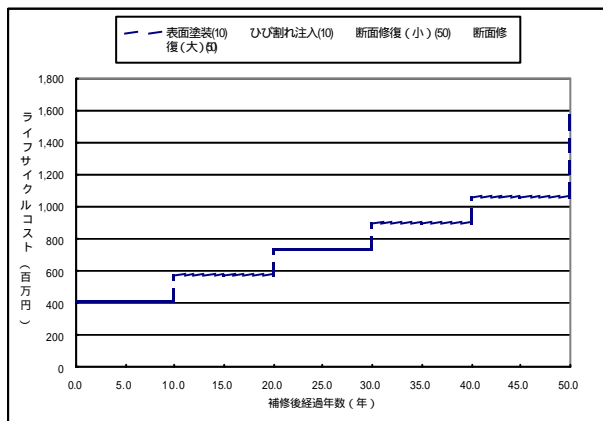
前頁に示す対象施設の対策費用の算定について、「施設番号1 清水港 興津 2-3 岸壁」を例に示す。

部位	項目	単位	数量 <sup>1</sup>	係数	数量 <sup>2</sup>
栈橋上部	延長	m	0	-	-
	奥行き	m	0	-	-
	面積 (延長×奥行き)	m <sup>2</sup>	7,425	1.00	7,425

	項目	単価 (円)	数量 (円/m <sup>2</sup> )	合計
初期コスト	表面塗装 (初期コスト)	17,500	7,425	129,937,500
	ひび割れ注入A	10,000	1,856	18,560,000
	断面修復(小) はつり深さ50mm	97,000	371	35,987,000
	断面修復(大) はつり深さ100mm	150,000	1,485	222,750,000
	合計			407,234,500
更新コスト	表面塗装 (更新コスト)	19,500	7,425	144,787,500

上表に示すように施設の対策に要する数量・費用・更新サイクルを設定し、初期コスト・更新コストを算定する。

算定結果であるLCC結果を以下に示す。

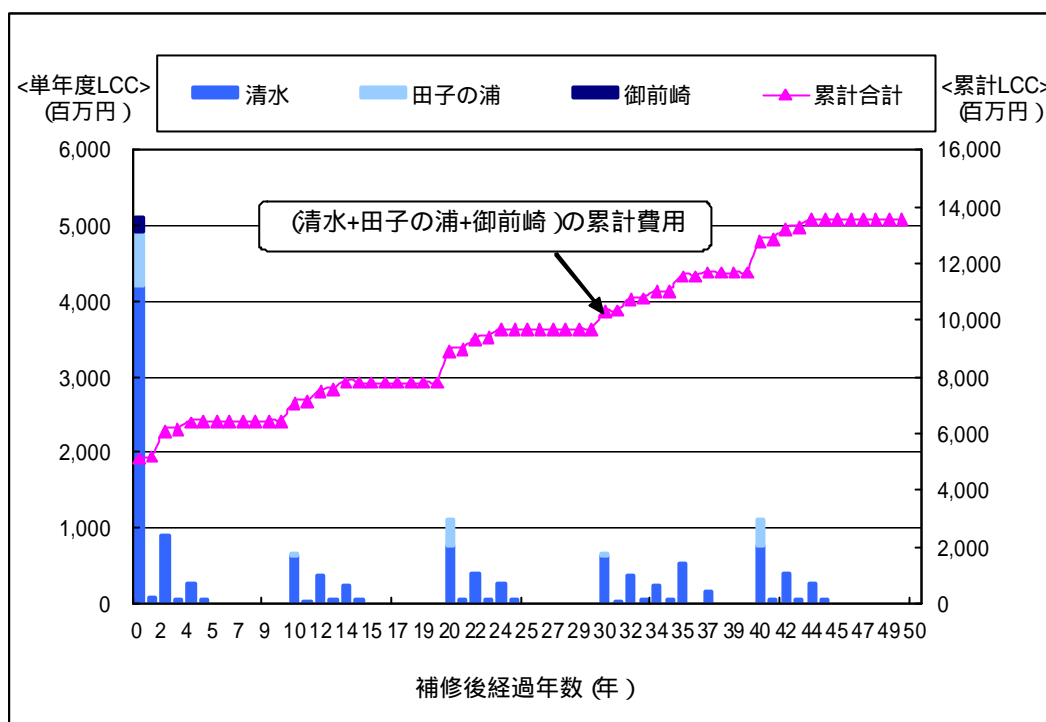


個別施設のLCC結果を集約し、中長期の維持管理費用を算定する。



静岡県内の岸壁（栈橋、矢板式）における集約結果を示す。

この集約結果は、個別施設の最適な計画を集約したものを示す。



鋼材の電気防食は直ちに実施

栈橋は、経過年数 20 年以上の施設を直ちに実施

栈橋は、経過年数 20 年未満の施設は、経過年数 20 年に達した時期に実施

静岡県 岸壁（棧橋式 矢板式）の対策対象 一覧表

港湾コード	港湾名	施設コード	施設種別	施設番号	名称	管理社名	構造型式(図面で 確認後)	建設開始	建設終了	経過年数 (2006)	健全度	重要度順位	実施のシナリオ
22001	清水	C-1	岸壁	01	興津2-3号岸壁	清水港管理局	棧橋式	0	1965	41	D	49	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	06	興津13-14号岸壁	清水港管理局	棧橋式	1967	1967	39	D	53	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	07	袖師1-4号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)	1970	1970	36	B	44	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	16	江尻1-3号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)	0	1991	15	A	52	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	17	江尻4-5号岸壁	清水港管理局	棧橋式	1961	1991	15	B	52	5年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	18	江尻6-7号岸壁	清水港管理局	棧橋式	0	1987	19	B	60	1年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	24	日の出1号岸壁	清水港管理局	棧橋式	1937	1989	17	B	50	3年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	25	日の出2-3号岸壁	清水港管理局	棧橋式	1933	1988	18	B	15	2年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	26	日の出4号岸壁	清水港管理局	棧橋式	1930	1986	20	B	2	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	27	日の出5号岸壁	清水港管理局	棧橋式	0	1988	18	B	2	2年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	28	富士見1-2号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼管矢板)	1969	1988	18	A	57	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	29	富士見3号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼管矢板)	1957	1991	15	A	12	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	30	富士見4-5号岸壁	清水港管理局	棧橋式	0	1990	16	B	9	4年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	31	富士見6号岸壁	清水港管理局	棧橋式	0	1960	46	D	30	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	32	富士見7号岸壁	清水港管理局	棧橋式	0	1962	44	D	30	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	33	塚間岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)	0	2005	1	A	29	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	55	興津1号岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)	1980	1984	22	A	49	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	57	巴川左岸岸壁	清水港管理局	矢板式(鋼矢板)	1999	2001	5	A	62	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	06	中央3-4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1965	1967	39	B	20	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	07	中央5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1967	1967	39	B	75	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	08	吉原1号岸壁	静岡県	鋼矢板セル式	1960	1962	44	C	24	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	09	吉原2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1962	1963	43	C	22	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	11	鈴川1-2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1963	1963	43	C	25	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	12	鈴川3-5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1962	1963	43	C	28	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	15	富士6号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1990	1995	11	A	75	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	16	中央1号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1997	2003	3	A	10	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	01	富士南岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1959	1960	46	D	59	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	02	富士2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1966	1967	39	B	23	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	03	富士4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1967	1968	38	B	62	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	04	富士北岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1967	1968	38	B	75	すぐ実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	05	中央2号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1963	1968	38	B	5	すぐ実施
22003	沼津	C-1	岸壁	6	外港東1号岸壁(-7.5)	静岡県	矢板式(鋼矢板)	2000	2001	5	A	-	すぐ実施
22005	土肥	C-1	岸壁	01	大藪岸壁	静岡県	棧橋式	1980	1981	25	C	-	すぐ実施
22009	下田	C-1	岸壁	01	外ヶ岡岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	0	1974	32	B	-	すぐ実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	06	中央埠頭3-4号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1962	1962	44	C	56	すぐ実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	07	東埠頭2-4岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1964	1969	37	B	62	すぐ実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	09	中央埠頭5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1962	1962	44	C	56	すぐ実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	10	東埠頭1号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1963	1963	43	C	62	すぐ実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	16	東埠頭5号岸壁	静岡県	矢板式(鋼矢板)	1967	1969	37	B	41	すぐ実施

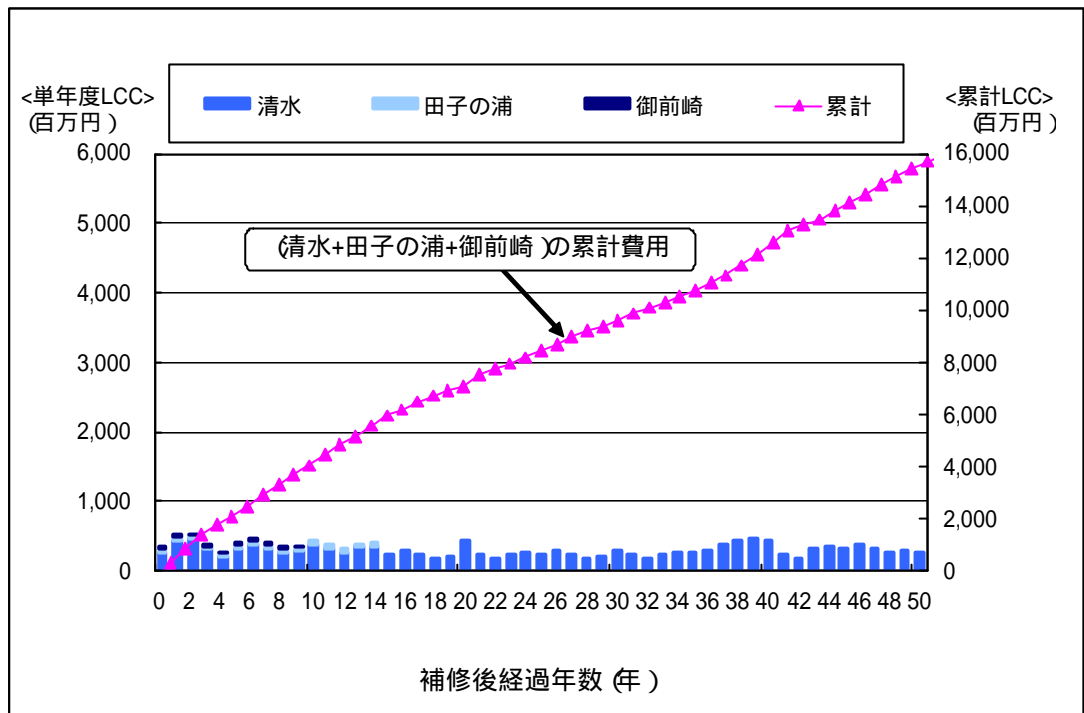
前の結果では、直ぐに対策する計画（個別施設の最適な対策方法の集約）のため、費用が集中している。

次に、1施設あたりの対策費用が大きくなる桟橋について、施設重要度を適用して、実施の時期を変えた場合を試算する。

ここでは、1年に1つの桟橋の対策を施設重要度の高いものから実施する計画とする。

港湾コード	港湾名	施設コード	施設種別	施設番号	名称	管理社名	構造型式（図面で確認後）	建設開始	建設終了	経過年数（2006）	健全度	重要度順位	実施のシナリオ
22001	清水	C-1	岸壁	01	興津2-3号岸壁	清水港管理局	桟橋式	0	1965	41	D	49	2年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	06	興津13-14号岸壁	清水港管理局	桟橋式	1967	1967	39	D	53	3年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	07	袖師1-4号岸壁	清水港管理局	矢板式（鋼矢板）	1970	1970	36	B	44	14年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	16	江尻1-3号岸壁	清水港管理局	矢板式（鋼矢板）	0	1991	15	A	52	20年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	17	江尻4-5号岸壁	清水港管理局	桟橋式	1961	1991	15	B	52	10年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	18	江尻6-7号岸壁	清水港管理局	桟橋式	0	1987	19	B	60	11年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	24	日の出1号岸壁	清水港管理局	桟橋式	1937	1989	17	B	50	9年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	25	日の出2-3号岸壁	清水港管理局	桟橋式	1933	1988	18	B	15	8年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	26	日の出4号岸壁	清水港管理局	桟橋式	1930	1986	20	B	2	5年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	27	日の出5号岸壁	清水港管理局	桟橋式	0	1988	18	B	2	6年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	28	富士見1-2号岸壁	清水港管理局	矢板式（鋼管矢板）	1969	1988	18	A	57	22年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	29	富士見3号岸壁	清水港管理局	矢板式（鋼管矢板）	1957	1991	15	A	12	20年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	30	富士見4-5号岸壁	清水港管理局	桟橋式	0	1990	16	B	9	7年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	31	富士見6号岸壁	清水港管理局	桟橋式	0	1960	46	D	30	すぐ実施
22001	清水	C-1	岸壁	32	富士見7号岸壁	清水港管理局	桟橋式	0	1962	44	D	30	1年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	33	塚間岸壁	清水港管理局	矢板式（鋼矢板）	0	2005	1	A	29	25年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	55	興津1号岸壁	清水港管理局	矢板式（鋼矢板）	1980	1984	22	A	49	18年後実施
22001	清水	C-1	岸壁	57	巴川左岸岸壁	清水港管理局	矢板式（鋼矢板）	1999	2001	5	A	62	26年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	06	中央3-4号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1965	1967	39	B	20	11年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	07	中央5号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1967	1967	39	B	75	11年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	08	吉原1号岸壁	静岡県	鋼矢板セイル式	1960	1962	44	C	24	7年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	09	吉原2号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1962	1963	43	C	22	6年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	11	鈴川1-2号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1963	1963	43	C	25	8年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	12	鈴川3-5号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1962	1963	43	C	28	9年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	15	富士6号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1990	1995	11	A	75	12年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	16	中央1号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1997	2003	3	A	10	15年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	01	富士南岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1959	1960	46	D	59	4年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	02	富士2号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1966	1967	39	B	23	7年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	03	富士4号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1967	1968	38	B	62	12年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	04	富士北岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1967	1968	38	B	75	12年後実施
22002	田子の浦	C-1	岸壁	05	中央2号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1963	1968	38	B	5	2年後実施
22003	沼津	C-1	岸壁	6	外港東1号岸壁（7.5）	静岡県	矢板式（鋼矢板）	2000	2001	5	A	16	年後
22005	土肥	C-1	岸壁	01	大藪岸壁	静岡県	桟橋式	1980	1981	25	C	14	年後実施
22009	下田	C-1	岸壁	01	外ヶ岡岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	0	1974	32	B	16	年後実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	06	中央埋頭3-4号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1962	1962	44	C	56	6年後実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	07	東埋頭2-4号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1964	1969	37	B	62	13年後実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	09	中央埋頭5号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1962	1962	44	C	56	7年後実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	10	東埋頭1号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1963	1963	43	C	62	8年後実施
22016	御前崎	C-1	岸壁	16	東埋頭5号岸壁	静岡県	矢板式（鋼矢板）	1967	1969	37	B	41	13年後実施

以下に静岡県内の岸壁（棧橋、矢板式）について、施設重要度を反映し、実施時期を変更した結果を示す。



## 8. 事業実施

施設の事業実施において、様々な単位での補修シナリオを設定し、事業の効率性、機能向上、経済効果の違い等を確認し、最適な事業実施計画を立案する。

事業実施にあたっては、港湾計画等に留意し、事業実施計画に反映する。

係留施設等の事業実施における工事手法、規制方法、工事期間中の貨物取り扱い計画、発注単位などの面で、事業実施段階でのコスト縮減、ユーザーへの負担回避・軽減を図る手法を検討する。

係留施設等の構造特性を考慮し、部位部材毎（ブロック毎）の補修対策の集約、仮設設備兼用等により事業の効率性、経済性、外部(ユーザー等)への影響最小化等を検討し、事業実施計画を策定する。

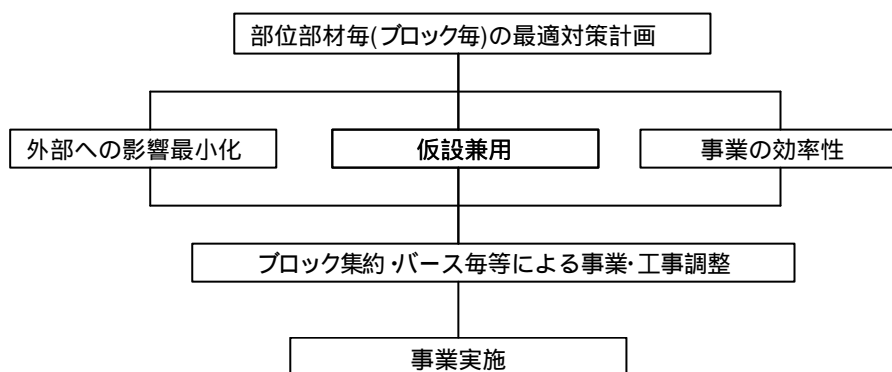


図 8-1 事業実施フロー（案）

## 9. モニタリング・事後評価

### 9.1 モニタリング

実施事業の進捗状況、計画に対する実施結果及び効果、実施事業によるユーザーに対する成果等を計測する。

#### (1)モニタリングの基本的考え方

実施事業の進捗状況、計画に対する実施の結果とその効果、各種分析・予測に対する結果、ユーザーの満足度や社会的な影響等のモニタリングを行い、モニタリングと事後評価により事業の最適化を図る。

- 1) 劣化予測に関するモニタリング
- 2) 補修・補強後の継続的なモニタリングによる機能回復効果
- 3) 安全性、サービス等に関するモニタリング
- 4) 社会的な影響に関するモニタリング
- 5) ユーザーの意見の収集、把握

### 9.2 事後評価

モニタリングによる計測結果に対して評価を行い、評価結果をもとに次回の事業計画・実施の改善策の資料として活用する。

事後評価について、モニタリングで計測された項目に対して評価を行い、その結果をもとに次回の事業計画・実施の改善の基礎資料として活用する。

事業実施後の評価にあたり、以下の観点で評価・分析を行い、事業目標・進捗・達成状況を把握する。

表 9.1 事後評価概要

項目	概要
事前設定の目標の達成状況	目標値の達成状況の確認・評価 目標未達に関する原因分析 目標達成に関連する要因分析
対策後の施設性能	対策実施後の施設の性能改善評価
施設の健全な状態の評価	対策等の目標値に対する達成度合の評価
財務への影響	コストの要因分析 施設の資産価値の回復状況の評価
社会的影響、ユーザーへの影響等の改善効果	利用者満足度の向上評価 クレーム等の発生件数の減少把握 事故等の発生率の低減効果

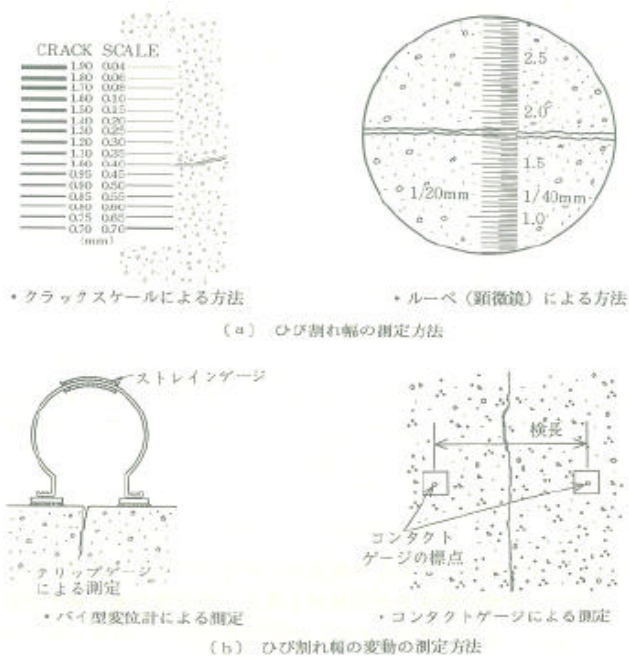
## モニタリング・事後評価（ガイドライン 9）の補足説明資料

定期点検で実施する計測法や詳細調査法などを基本として、モニタリング法について整理した。

### (1) 外観目視（定期点検で実施）

#### 1) 方法

コンクリート構造物の表面の変状を目視により観察、スケッチや写真などにより記録する。必要に応じてコンベックスやクラックスケールなどを用いて幅や広がりなどを測定する。また、構造物に測定器などを取り付けて、変状の進行（経時変化）を測定する場合もある。



図補 9-1 ひび割れ幅および変動の測定方法例

#### 2) 対象

ひびわれ、剥離、鉄筋露出、遊離石灰、さび汁などのコンクリート表面の変状全般

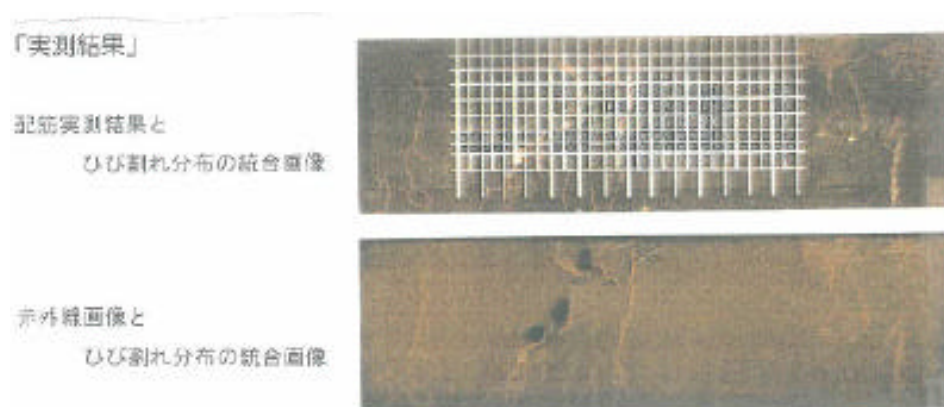
#### 3) 備考

一般に、外観目視調査では、変状のパターンや発生位置などから変状原因を予想はできても特定することは困難な場合がある。このため、補修を行なうにあたっては、損傷原因の特定のための詳細な調査を必要とする場合がある。

## (2) デジタル画像法

### 1) 方法

デジタル写真撮影（CCD カメラを含む）により、コンクリート表面のひび割れ幅や分布を計測する。この画像を解析し、ひび割れの経時進行などを把握する。また、赤外線法、自然電位法、およびレーダー法等といった各種の非破壊検査結果を可視的に統合して、複合的に診断することも可能である。



図補 9-2 デジタル画像による複合例

### 2) 対象

コンクリート表面のひび割れ、剥離、鉄筋露出など

### 3) 備考

構造物に近接せずに行なうことができる。ひび割れは、0.2mm 程度以下は、検出が困難である。デジタルデータとして記録されるため、調査後の画像処理によりひびわれパターン等の解析が容易に行なえる。

### 4) 概略単価

1 千円/m<sup>2</sup>

（デジタル写真撮影および画像解析の単価であり、複合化は含まない。1 回の調査で 600 m<sup>2</sup>程度（3 m<sup>2</sup>/ショット）を実施、ひび割れ幅 0.1mm 以上を検出する場合。）



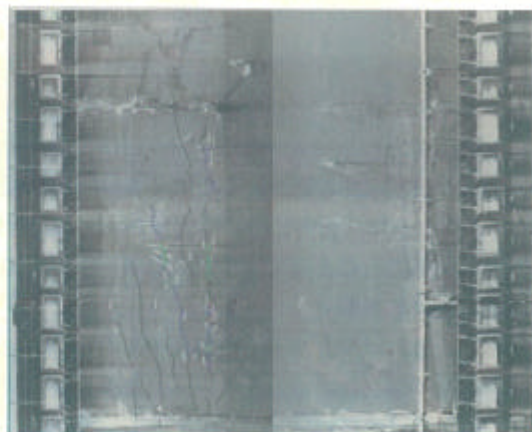
### (3)レーザー法

#### 1)方法

コンクリート表面にレーザーをあて、反射光の強弱によりひびわれ等の抽出を行なう。



レーザー計測車両によるひび割れの計測



ひび割れ計測結果の例

### 図補 9-3 レーザーによるひびわれ計測の例（トンネル）

#### 2)対象

コンクリート表面のひび割れ、剥離、鉄筋露出など

#### 3)備考

構造物に近接せずに行なうことができる。ひび割れは、0.3mm 程度以下は、検出が困難である。デジタルデータとして記録されるため、調査後の画像処理によりひびわれパターン等の解析が容易に行なえる。

ただし、現時点では、道路トンネルの点検に用いる車載タイプの他は確認できず、河川構造物への適用には技術開発が必要と考えられる。

#### 4)概略単価

2 千円/m

(道路トンネルを対象としたレーザー調査および画像解析の単価(トンネル延長あたり)。1回の調査で2km程度を実施する場合。)

#### (4)打音法

##### 1)方法

コンクリートの表面を金槌や木槌等で軽く叩いた時の音を耳で聴くことにより、浮きや剥離の範囲を把握する。マイクロフォンを用いて打撃音を受信することで、波形の特性値から浮きや剥離の有無や程度を把握する方法もあり、人間の聴覚に比べて客観的で定量的な評価を行なうことができる。



図補 9-4 打音調査（マイクロフォンを併用した場合）

##### 2)対象

コンクリートの浮き、剥離

##### 3)備考

外観目視調査と同様、変状原因を予想はできても特定することは困難な場合がある。このため、補修を行なうにあたっては、損傷原因の特定のための詳細な調査を必要とする場合がある。

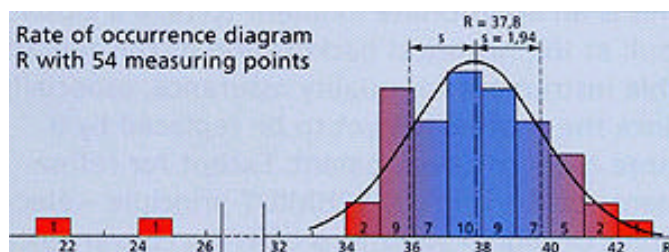
##### 4)概略単価

- ・聴覚により打音法の場合、通常の点検作業の一環として、必要に応じて実施している。
- ・マイクロフォンシステムを併用する場合は、別途 1 万円/日。  
(マイクロフォンシステムのレンタル価格。作業効率は、マイクロフォンシステムを用いない場合とほぼ同様。)

(5)反発硬度法（定期点検で実施）

1)方法

シュミットハンマーにより、コンクリート構造物の表面を打撃したときの反発硬度から、コンクリートの圧縮強度を推定する。



図補 9-5 シュミットハンマーによる反発硬度測定の場合（富士物産 HP より）

2)対象

コンクリートの圧縮強度

3)備考

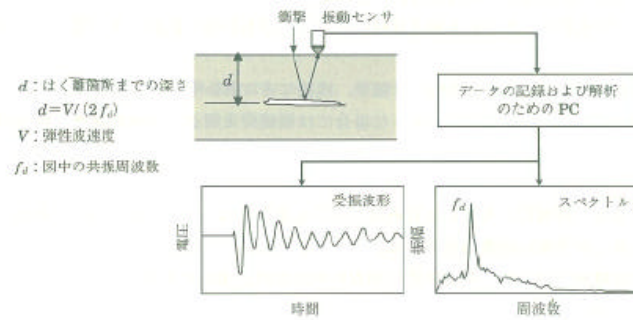
構造物を傷つけずに実施できる。表面状態や在室に左右されるため、コア採取による圧縮強度試験に比べて測定精度が劣る。

通常の点検作業の一環として、必要に応じて実施している。

## (6) 衝撃弾性波法

### 1) 方法

ハンマなどによる打撃を人為的にコンクリート表面に加えてコンクリート中に弾性波を発生させ、その弾性波を AE センサや発生音を計測、得られた波形の解析を行ってコンクリート内部の空隙などを判定する。



図補 9-6 衝撃弾性波法の概要

### 2) 対象

コンクリートの空隙、剥離

### 3) 備考

AE センサにより弾性波そのものを計測する方法は、コンクリートの比較的深い部分の探査が可能であり、打撃音の測定はコンクリート表層近傍の空隙などの探査が対象となる。

### 4) 概略単価

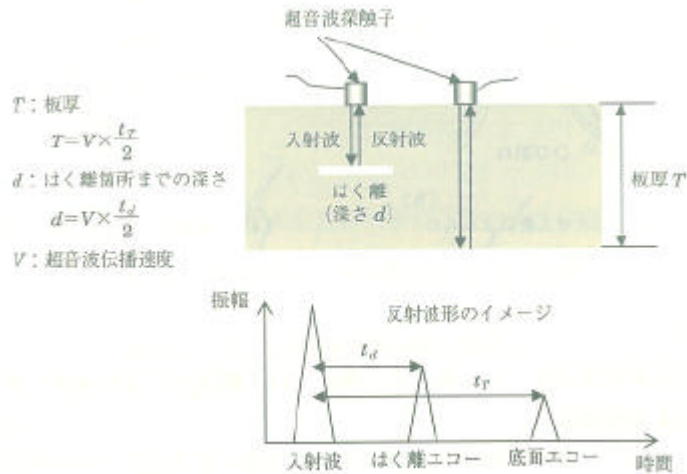
5 千円/箇所

( 1 回の調査で 60 箇所程度を実施する場合。 )

## (7)超音波法

### 1)方法

剥離箇所からの超音波の反射波の到達時間を用いて、剥離箇所までの深さを推定する。



図補 9-7 超音波法の概要

### 2)対象

コンクリートの浮き、空隙、ひび割れ、圧縮強度

### 3)備考

配合により伝播速度が異なるので、キャリブレーションが必要となる。反発硬度法と併用することにより、精度の良く圧縮強度の推定が可能となる。

### 4)概略単価

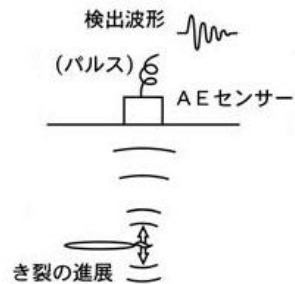
5 千円/箇所

( 1 回の調査で 60 箇所程度を実施する場合。 )

## (8)アコースティックエミッション法 (AE 法)

### 1)方法

外部から弾性波を与えるのではなく、荷重の作用などによりコンクリートに発生する弾性波を検出するものである。



図補 9-8 AE のイメージ

### 2)対象

コンクリートの進行中のひび割れ

### 3)備考

既存のひび割れなどの欠陥を検知することはできないが、進行中のひび割れをモニタリングすることができる。

### 4)概略単価

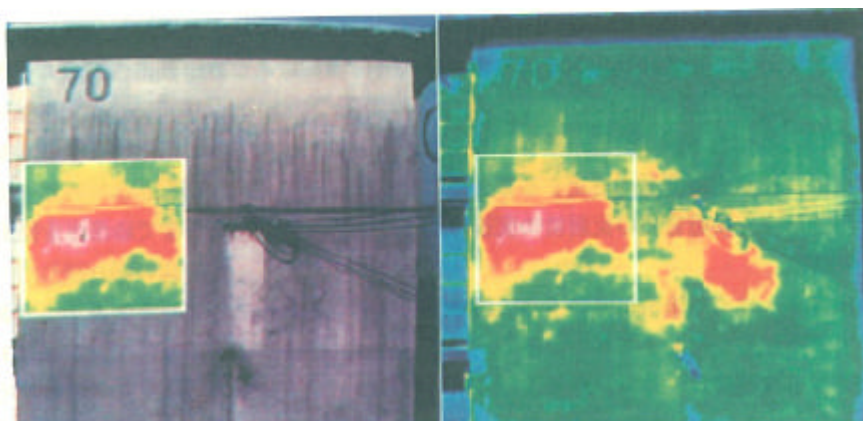
30 万円/回

( 1 回の調査で 10 チャンネル適用する場合。ただし、調査目的や調査方法により単価は変動しやすいといわれている。 )

## (9)サーモグラフィ法（赤外線法）

### 1)方法

建造物の表面から放射される赤外線を放射温度計により検知し、そのエネルギー強さの分布を映像化する方法である。コンクリート中にひび割れ、剥離、空隙などが存在すると、その部分で熱伝導率が異なることを利用して検知するものである。



図補 9-9 サーモグラフィによる浮きの調査事例

### 2)対象

コンクリートの浮き、剥離、ひび割れ、空隙

### 3)備考

建造物に対して非接触で行なうことができるため、広範囲を効率的に検査できる点で優れている。欠陥の位置や形状が温度分布画像から視覚的に同定できる。表面の汚れ、漏水、日照の程度などにより影響を受けるために測定環境を整える必要がある。

### 4)概略単価

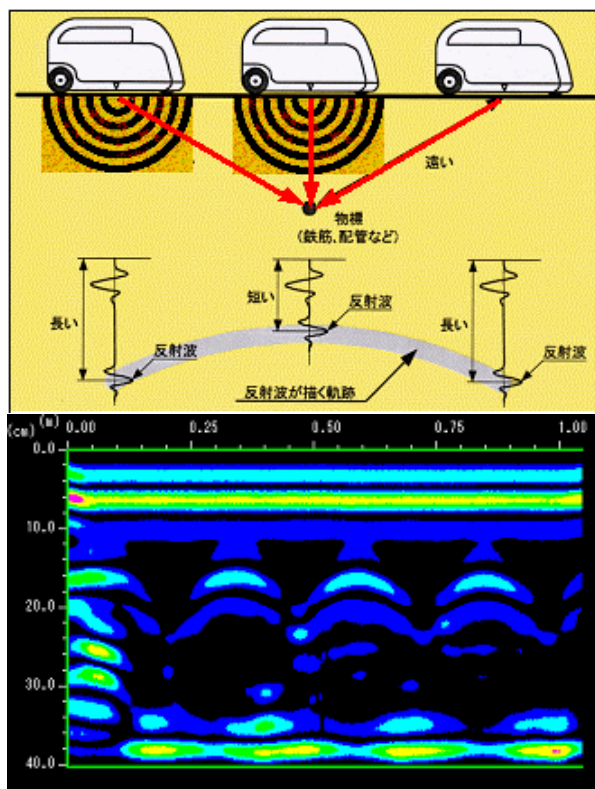
1 千円/m<sup>2</sup>

(1 回の調査で 1 千 m<sup>2</sup>程度を実施する場合。)

## (10)電磁波レーダ法

### 1)方法

コンクリート中の比誘導率の異なる物質の境界において、電磁波（マイクロ波）の反射が生じることを利用したものである。



図補 9-10 電磁波レーダによる鉄筋探査の例（住重試験検査株式会社 HP より）

### 2)対象

コンクリート内部の鉄筋の配筋、鉄筋の欠損、かぶり深さ、空隙

### 3)備考

コンクリートの表面に水分が多く存在する場合には、表面での反射が著しくなってしまう内部探査が困難となる。かぶり深さに対する適用範囲は一般に、かぶりが 200mm 以内、鉄筋径が 6mm 以上、鉄筋の中心間隔が 100mm 程度といわれている。

### 4)概略単価

1.5 千円/m

（測線延長の単価。1 回の調査で 100m 程度を実施する場合。）



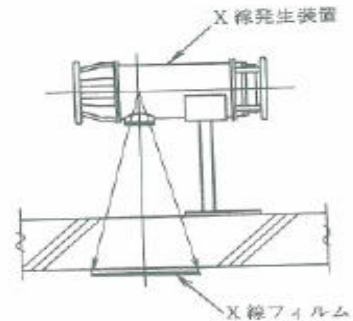
## (11) X線法

### 1) 方法

構造物に X 線を透過させて得られる X 線の強度の分布状態から、内部の状況をフィルムに写すものである。



X線発生装置



撮影状況

図補 9-11 X線法のイメージ

### 2) 対象

鉄筋の配筋・径、空隙、ひび割れ、PC グラウト部の空隙

### 3) 備考

放射線に関する有資格者が必要であり、放射線の安全対策が必要である。

### 4) 概略単価

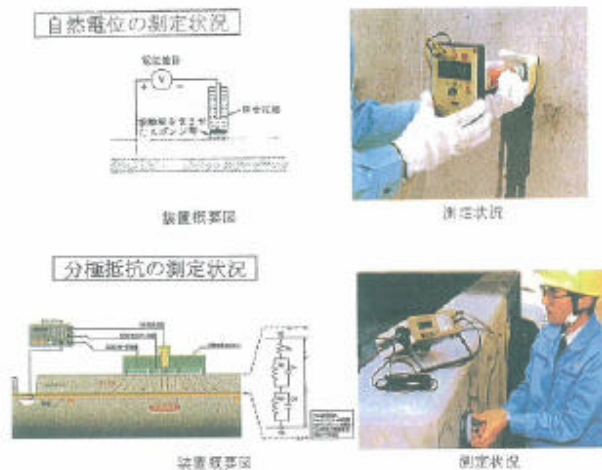
2万円/枚

(X線フィルム(250\*300)1枚あたりの単価。1回の調査で5枚を実施、版厚200mm程度の場合。)

## (12)電気化学的方法（自然電位法・分極抵抗法）

### 1)方法

自然電位法とは、鉄筋探査機により鉄筋位置を確認した後、鉄筋まで部分的にコンクリートをはつり、鉄筋にリード線を結線する。そして、照合電極とデジタルボルトメータを用いて部材の全面にわたって鉄筋の自然電位を測定し電位の分布状況を調べる。これをもとに等電位線図を作成することで、部材中のどの部分に腐食が生じている可能性が高いかを判断する方法である。また分極抵抗法とは、鋼材の電位を自然電位からわずかに分極（電位を強制変化）させた場合に発生する電流を計測するものである。なお、鉄筋の腐食状況は、基本的にはつり調査により直接確認することが主となるが、調査対象が広範囲な場合には、すべてのコンクリートをはつり、鉄筋の腐食状況を確認することは現実的ではないため、自然電位法を併用する。



図補 9-12

### 2)対象

コンクリート内部の鉄筋の腐食

### 3)備考

コンクリートの含水率の影響を受ける。

### 4)概略単価

自然電位法：350 円/点、分極抵抗法：5 千円/点

(1回の調査で、自然電位法は300点、分極抵抗法は25点を実施する場合。解析処理は両者あわせて15万円/回が別途必要。ただし、自然電位法と分極抵抗法それぞれを単独で実施する場合は、各15万円/回の解析処理費が必要。)

(13)はつり法（定期点検の中性化試験で実施。部分的なはつりのみ）

1)方法

かぶりコンクリートを部分的にはつり、鉄筋の径・種類、鉄筋の腐食状況などを目視により確認する。調査後は、無収縮モルタル等により速やかに断面を修復する必要がある。また、はつり部にフェノールフタレイン溶液を噴霧した後、変色境界までの平均深さをコンベックスなどにより測定して中性化深さを把握できる。

2)対象

鉄筋の径・種類、鉄筋の腐食状況、かぶり深さ、ひびわれ深さ、骨材の劣化状況、浸出物の有無、中性化深さ

3)備考

プレストレストコンクリートについて、かぶりコンクリートをはつり落とした場合、プレストレスが消失し部材に悪影響を及ぼす可能性がある。このため、プレストレストコンクリート部材を対象とする場合には、部材の応力状態を適切に把握した上で、はつり調査の実施の要否、箇所を判断する必要がある。

4)概略単価

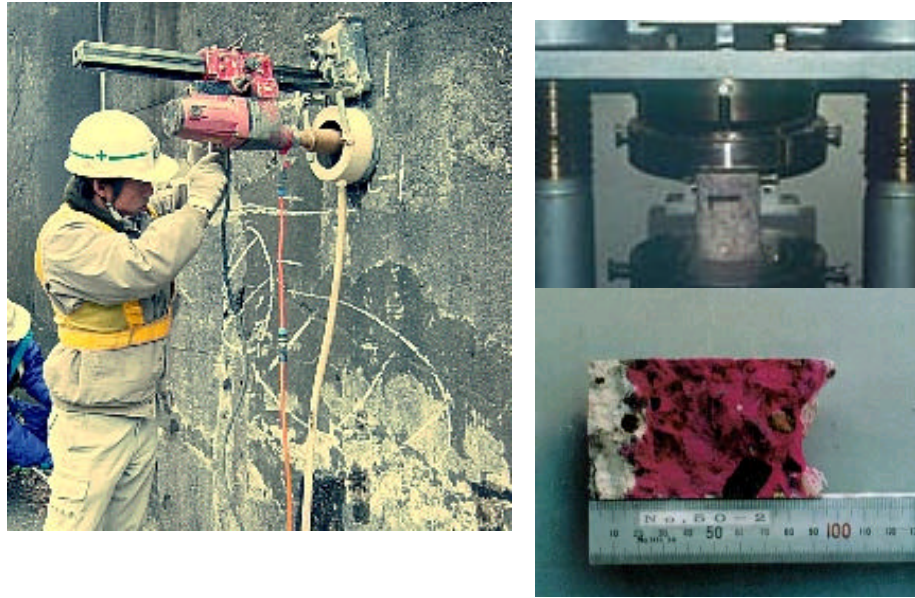
2 万円/箇所

（10cm×10cm×深さ 5cm 程度の場合。はつり、埋め戻し及び材料の費用を含む。）

## (14)コア採取法

### 1)方法

コンクリート構造物から採取したコアについて、載荷試験、中性化深さ試験、化学成分分析試験、塩化物含有量試験、配合分析試験、膨張量試験、細孔径分布試験、気泡分布試験などを行い、変状の原因を特定するための情報を得る。



図補 9-13 コア採取法の事例（載荷試験；右上、中性化深さ試験；右下）

### 2)対象

コンクリートの圧縮強度・引張強度・弾性係数（凍害、化学的侵食、アルカリ骨材反応）、中性化深さ（中性化、塩害、化学的浸食）、化学成分（中性化、化学的浸食、アルカリ骨材反応）、鉱物組成（アルカリ骨材反応）、塩化物含有量（塩害、中性化、凍害、化学的浸食、アルカリ骨材反応）、配合（凍害、化学的浸食、アルカリ骨材反応）、残存膨張量（アルカリ骨材反応）、透気性・透水性（中性化、塩害、凍害、化学的浸食）、細孔径分布（中性化、塩害、凍害、化学的浸食、アルカリ骨材反応）、気泡分布（凍害）等。

### 3)備考

ひとつのコアで複数の試験が可能な場合がある。データのばらつき程度を把握するために、複数のコアに対して試験を行なうことが望ましい。しかしながら、構造物を部分的にも破壊することとなるため、不用意に多くのコアをサンプリングすることは避けることが望ましい。

(15)概略単価

1万円/本

( 100×200 の場合。コア採取、埋め戻し及び材料の費用を含む。各種試験費は別途；下表。 )

表補 9-1 各種コア試験の参考単価

試験名称	単 価	備 考
圧縮強度	7,000 円/本	
引張強度	5,500 円/本	
弾性係数	13,000 円/本	圧縮強度試験を含む
中性化深さ	4,000 円/本	
鉱物組成	130,000 円/本	偏光顕微鏡観察
塩化物含有量	19,000 円/試料	
配合分析	93,500 円/本	
残存膨張量	52,000 円/本	対アルカリ骨材反応
透気性・透水性	99,000 円/本	インプット法
細孔径分布	130,000 円/本	
気泡分布	94,000 円/本	

(16)概略単価の総括

前項までに示した各種調査の概略単価を以下に総括する。

表補 9-2

調査	概略単価	備考（概略単価の条件など）
デジタル画像法	1千円/m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup> 程度、3 m <sup>2</sup> /ショット、 ひびわれ幅0.1mm以上対象。
レーザー法	2千円/m	対トシ延長の単価、最低2km/回。
打音法(マイクロフォン)	1万円/日 (1ヶ所の価格)	作業効率は、通常のたたきとほぼ同様。
反発硬度法(シュミット)	-	通常の点検作業の一環として、必要に応じて実施。
衝撃弾性波法	5千円/箇所	60箇所/日。
超音波法	〃	〃
AE法	30万円/回	10チャンネル。(目的・方法により単価変動あり)
サーモグラフィ法	1千円/m <sup>2</sup>	1千m <sup>2</sup> /回。
電磁波レーダ法	1.5千円/m	対測線延長の単価。100m/回。
X線法	10万円/日	版厚200mm、フィルム(250*300)を5枚。
電気化学的方法 ・ 自然電位法 ・ 分極抵抗法	350円/点 5千円/点	300点/回。 25点/回。 解析処理に両者あわせて15万円/回が別途必要。 (自然電位と分極抵抗それぞれ単独実施の場合は、各15万円/回の解析処理費が必要。)
はつり調査	2万円/箇所	10cm*10cm*5cm程度。 はつり、埋め戻し、材料の費用含む。
コア採取法	10千円/本	100*200。 採取、埋め戻し、材料の費用含む。 各種試験費は別途(下段参照)。
・ 圧縮強度 ・ 引張強度 ・ 弾性係数 ・ 中性化深さ ・ 鉱物組成 ・ 塩化物含有量 ・ 配合分析 ・ 残存膨張量 ・ 透気性、透水性 ・ 細孔径分布 ・ 気泡分布	7,000円/本 5,500円/本 13,000円/本 4,000円/本 130,000円/本 19,000円/試料 93,500円/本 52,000円/本 99,000円/本 130,000円/本 94,000円/本	圧縮強度試験を含む 偏光顕微鏡観察 対アルカリ骨材反応 インプット法

## 参考文献

- 1) 2001年制定】コンクリート標準示方書〔維持管理編〕、土木学会
- 2) コンクリート構造物の健全度診断技術の開発に関する共同研究報告書  
コンクリート構造物の健全度診断マニュアル(案)、平成10年3月、建設省土木研究所材料施工部コンクリート研究室・日本構造物診断技術協会
- 3) コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針 2003、社団法人日本コンクリート工学協会
- 4) 講習会「コンクリート構造物の診断技術」テキスト、平成13年10月、社団法人日本材料学会
- 5) 最新のコンクリート防食と補修技術、片脇清士、山海堂
- 6) 橋梁詳細調査要領(案)、平成元年3月、東京都建設局
- 7) 橋梁点検・補修の手引き【近畿地方整備局版】、平成13年7月、財団法人道路保全技術センター
- 8) コンクリート構造物の耐久性シリーズ 塩害( )、岸谷孝一・西澤紀昭他編、技報堂出版

## 10. 今後の取組み

### 10.1 定期点検の実施

各事務所において、目視点検を主体とする定期点検を実施する。

各事務所において「国有港湾施設の点検診断に係る実施要領(暫定版)」を基にインハウスで可能と示される目視点検を主体とする定期点検を実施する。

管理する施設の状態を把握するとともに、定期点検における実施上の課題や結果の問題点等の洗い出しを行う。また、外部委託の必要な項目や概算費用を把握する。この段階での記録は点検シートを基にしたペーパーへの記載を想定する。(データベース等は別途に併行検討)

### 10.2 データ化の検討

点検結果のデータベース化、活用方針等の検討を実施する。

点検結果のデータベース化、活用方針や方法についての検討を行う。各事務所で実施する定期点検結果を基に検討・試行し、データベースの基本構成や入力項目、活用等の検討をはじめめる。

係留施設については、既存のデータベースがないため、将来のシステム化としての活用を考慮した段階的な取組みを行う。

### 10.3 点検調査の実施計画検討

係留施設の点検調査を実施するにあたり、概算費用の把握、点検実施の順位及び点検レベルの検討を行う。

係留施設の点検調査は、簡易の目視点検で状態を把握できるものもあるが、水中部等について潜水士が必要となるものもある。

また、定期調査に必要なものやその実施項目・レベルにより費用も異なる。

今後、係留施設の点検調査を計画的、効果的に低コストでの実現に向け、段階的に検討・実施を行う。