

# 港湾施設の維持管理計画の基本と 点検診断のポイント

独立行政法人 港湾空港技術研究所

加藤 絵万

katoh-e@pari.go.jp

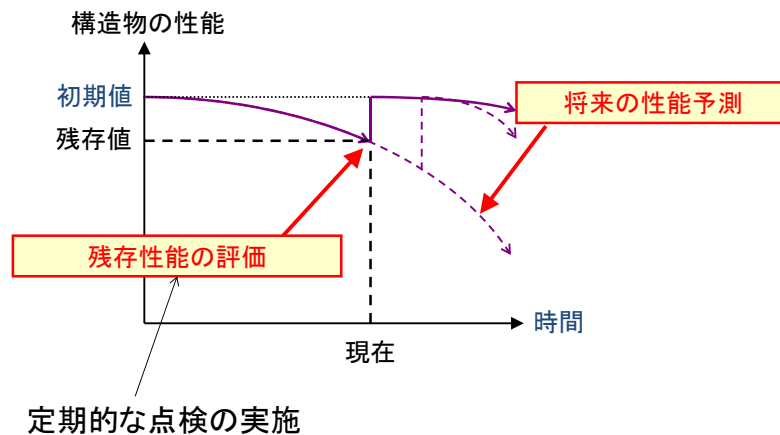
<http://www.pari.go.jp/unit/lcm/>



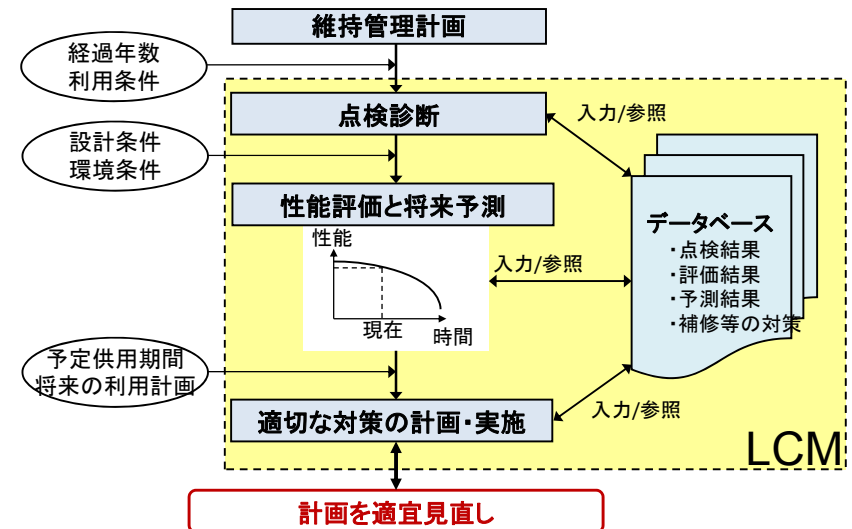
## 本日の内容

- はじめに
- 維持管理計画の基本
  - 維持管理計画の構成
  - 維持管理計画策定の基本的な考え方
- 点検診断のポイント
  - 港湾施設の点検診断ガイドラインより
  - 係留施設の点検診断
- おわりに

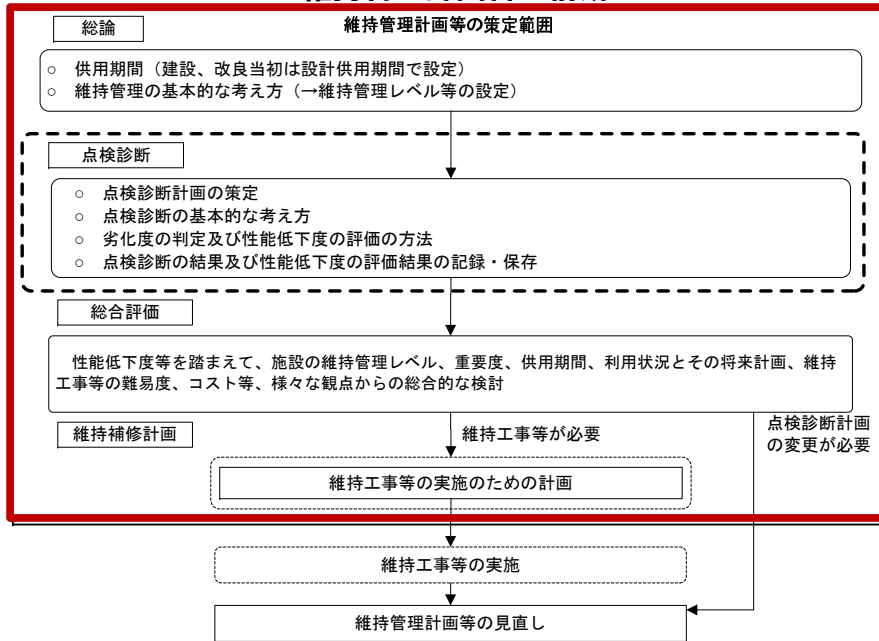
## ライフサイクルマネジメント(LCM)



## ライフサイクルマネジメント(LCM)



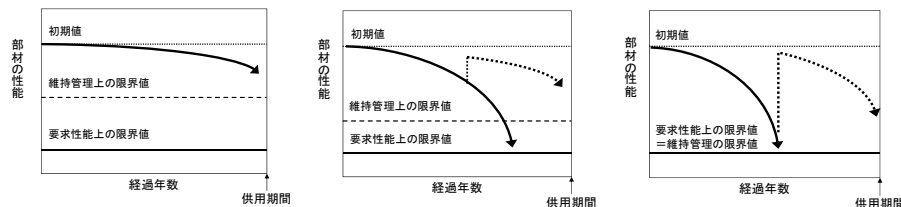
## 維持管理計画書の構成



## 維持管理計画の策定 基本的な考え方

1. 変状および劣化の発生を前提
2. 事後保全から予防保全への転換
3. 維持管理レベルの設定
4. 劣化の予測と実態の乖離を前提
5. 総合評価の実施

## 維持管理計画 維持管理レベルの設定



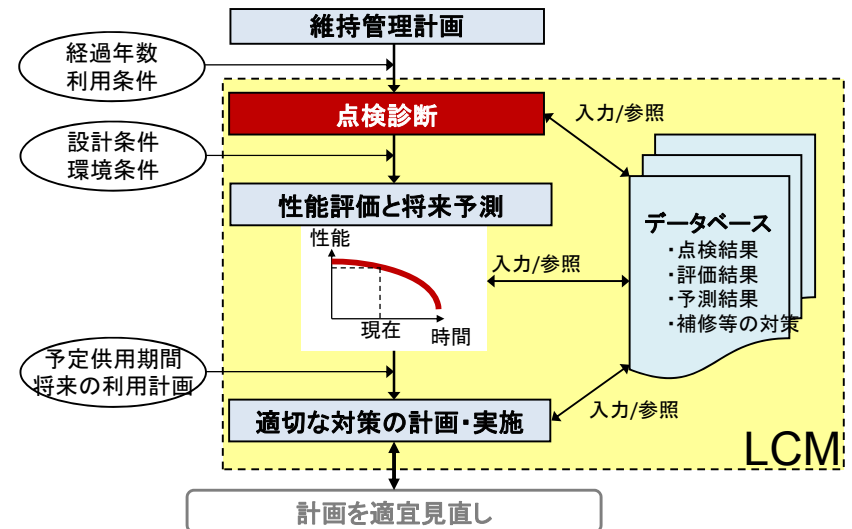
維持管理レベルⅠ

維持管理レベルⅡ

維持管理レベルⅢ

分類	損傷劣化に対する考え方
維持管理レベルⅠ (事前対策型)	高い水準の損傷劣化対策をあらかじめ行うことにより、設計供用期間に要求性能が満たされなくなる状態に至らない範囲に損傷劣化を留める。
維持管理レベルⅡ (予防保全型)	損傷劣化が軽微な段階で、比較的小規模な対策を繰り返し行うことにより、設計供用期間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。
維持管理レベルⅢ (事後保全型)	要求性能が満たされる範囲内である程度の損傷劣化を許容し、設計供用期間に1~2回程度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。

## ライフサイクルマネジメント(LCM)



# 港湾の施設の点検診断ガイドライン

策定者	国土交通省港湾局	
施設の重要度	通常点検診断施設と重点点検診断施設(人命、財産又は社会経済活動に重大な影響を及ぼすおそれがある施設)の考え方を記載(重点点検施設の例: 経済活動に重大な影響を及ぼす施設(幹線貨物輸送施設等)、防災上重要な施設(耐震強化岸壁等)等)	
日常点検	港湾管理者が適切な周期を設定	
一般定期点検診断	通常点検診断施設 5年以内に1回以上	重点点検診断施設 3年以内に1回以上
詳細定期点検点検	通常点検診断施設 設計供用期間中に1回以上 設計供用期間延長時に実施	重点点検診断施設 10~15年以内に1回以上

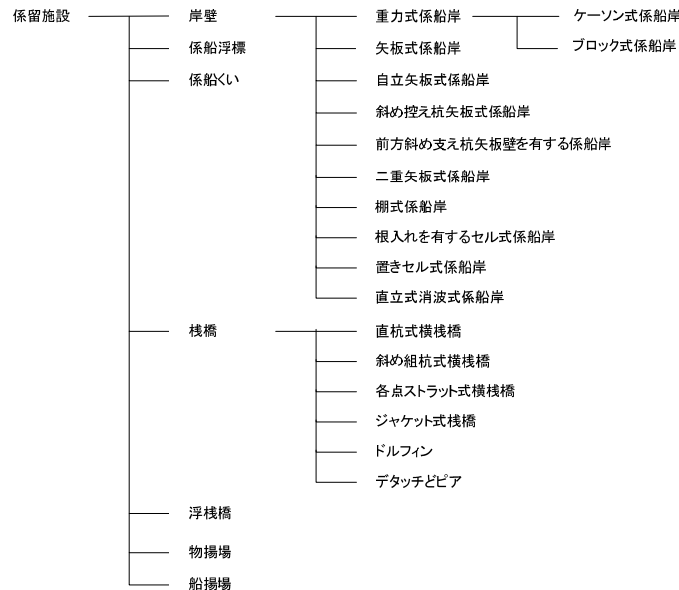
- ・直営での点検診断の実施も想定
- ・専門の技術力を保有していなくてもある程度使用できるように、解説図や写真等を用い、わかりやすい記述 **\*ただし、困ったときは専門家に相談**
- ・点検診断の効率性に配慮 **\*無駄な点検を無くす**

## 点検診断ガイドラインの構成

第1部 点検診断ガイドライン	第2部 実施要領
1. 総則 1.1 適用範囲 1.2 用語の定義 2. 点検診断計画の策定 3. 点検診断の基本的考え方 3.1 点検診断の種類及び方法 3.2 点検診断の頻度 3.3 点検診断の項目 4. 劣化度の判定及び性能低下度の評価の方法 5. 点検診断の結果及び性能低下度の評価結果の記録・保存 6. 専門技術者の活用 7. 教育・研修 8. 点検診断に関する新技術の活用	第1編 水域施設 第1章 総則 第2章 水域施設の点検診断 第2編 外郭施設 第1章 総則 第2章 ケーソン式防波堤の点検診断 第3章 その他の防波堤等の点検診断 <b>第3編 係留施設</b> <b>第1章 総則</b> <b>第2章 ケーソン式係留施設の点検診断</b> <b>第3章 矢板式係留施設の点検診断</b> <b>第4章 直杭式横棧橋の点検診断</b> 第5章 浮棧橋の点検診断 第6章 その他の係留施設の点検診断 第7章 付帯設備等の点検診断 第4編 臨港交通施設 第1章 総則 第2章 道路の点検診断 第3章 駐車場の点検診断 第4章 鉄道及び軌道の点検診断 第6章 運河の点検診断 第7章 ヘリポートの点検診断 第5編 その他施設 第1章 総則 第2章 荷さばき施設の点検診断 第3章 保管施設の点検診断 第4章 船舶役用施設の点検診断 第5章 旅客乗降用固定施設及び移動意識旅客乗降用施設の点検診断 第6章 廃棄物埋立護岸の点検診断 第7章 海浜の点検診断 第8章 緑地及び広場の点検診断

## 第3編 係留施設 第1章 総則

### 1.1 総則



## 1.2 点検診断の目的

係留施設の点検診断は、供用期間にわたって要求性能を満足するよう、適切に行うものとする。

### 港湾の施設の技術上の基準を定める省令

(岸壁の要求性能) ※棧橋、浮棧橋も同様  
船舶の安全かつ円滑な係留、人の乗降及び貨物の安全かつ円滑な荷役が行えるよう、国土交通大臣が定める要件を満たしていること。



## 1.3 日常点検

係留施設の日常点検は、施設全体の変状を把握するため、実施可能な方法により行うことを標準とする。

### 着目すべき点(例)

- ✓ 当初想定した利用状態(貨物の利用形態、車両の利用等)に大きな変化はないか
- ✓ 船舶等の衝撃を受けた形跡あるいは報告はないか
- ✓ 法線の大きなずれや目地の大きな段差はないか
- ✓ エプロン舗装に沈下、陥没の予兆はないか
- ✓ 異常な音や振動等はないか
- ✓ 附帯設備等に異常はないか
- ✓ 利用上の支障について報告はないか

### 方法

- ✓ 施設の管理者が実施する巡回(パトロール)等にあわせる
- ✓ 施設の利用者等からの情報等を活用する

## 1.4 一般定期点検診断

### 方法

- ✓ 陸上および海上からの目視を標準とする
- ✓ 簡易な計測器具の利用

## 1.5 詳細定期点検診断

### 方法

- ✓ 水中部の外観の目視を標準とする
- ✓ 変状の要因分析・劣化進行予測等に必要データの収集を行う場合は、目的に応じた点検・調査(目視や機器等による)を行う

## 1.6 点検診断の項目とその分類

**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

**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

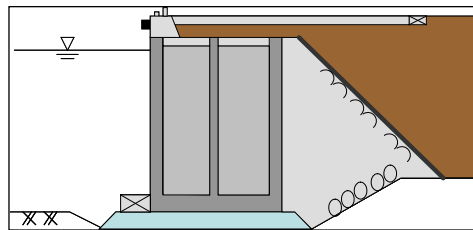
鋼部材の防食工等のように、その性能が低下により、直接的に直ちに施設の性能が低下するわけではないが、長期間その状態を放置すると施設の性能に影響を及ぼすものに対する点検診断の項目

**III類**:附帯設備等に対する点検診断の項目

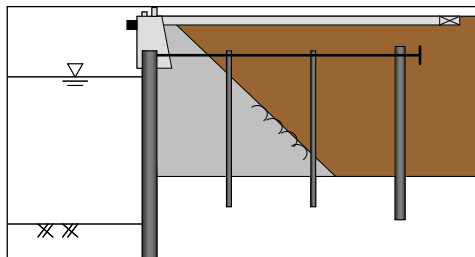
損傷等を放置した場合に人命に関わる重大な事故や災害につながるおそれがあるものに対する点検診断の項目

以降、係留施設の代表的な構造形式について点検診断のポイントを説明→

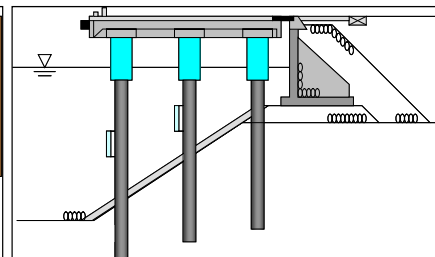
## 係留施設の代表的な構造形式



ケーソン式係船岸(第2章)



矢板式係船岸(第3章)



直杭式横棧橋(第4章)

## 第2章 ケーソン式係船岸の点検診断

### □ 劣化度の判定の単位

ケーソン1箇ごと

### □ 一般定期点検診断

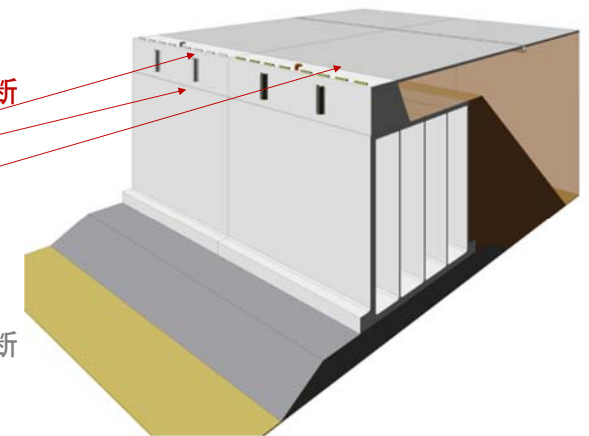
- I類 ・岸壁法線
- ・ケーソン
- ・エプロン

- II類 ・エプロン
- ・上部工

- III類 ・附帯設備等

### □ 詳細定期点検診断

- ・エプロン
- ・ケーソン
- ・海底地盤
- ・施設全体の移動量、沈下量および傾斜量
- ・上部工



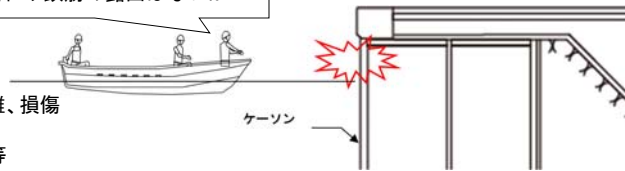


## ケーソン(側壁の劣化、損傷)

主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥収縮によるひび割れ</li> <li>波浪の作用</li> <li>船舶の接岸時のスラスタによる摩擦</li> <li>船舶や漂流物の衝突</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶の離着岸への影響</li> <li>施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)</li> </ul>



本体工にひび割れや鉄筋の露出はないか？

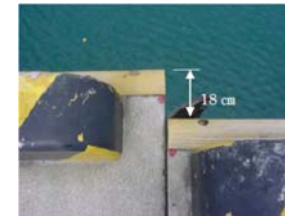


- ひび割れ、剥離、損傷
- 鉄筋露出
- 劣化の兆候 等

※極力潮位が低く、波高の小さい時を選ぶことが望ましい。

## 岸壁法線(凹凸、出入り)

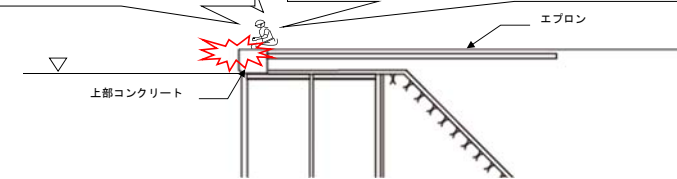
主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>地震による上部工・本体の移動</li> <li>地盤の圧密沈下による本体工・基礎材・裏込材の傾斜</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶の離着岸への影響</li> <li>施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)</li> </ul>



船舶の着岸への影響はないか？

岸壁法線の凹凸はないか？

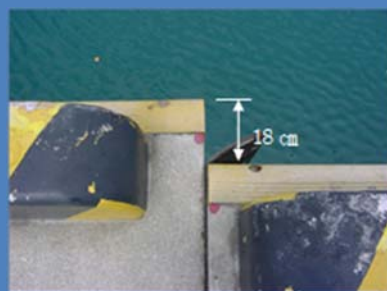
岸壁法線の凹凸と同時に、上部工とエプロンの段差等の変状が確認された場合は、ケーソンの目地から背後の土砂が流出している可能性がある



## 岸壁法線の劣化度判定事例

対象施設	点検項目の分	点検項目	点検方法	判定基準案
重力式係船岸	I類	岸壁法線	目視・移動量	a □隣接スパンとの間に20cm以上の凹凸がある。 b □隣接スパンとの間に10～20cm程度の凹凸がある。 c □上記以外の場合で、隣接スパンとの間に10cm未満の凹凸がある。 d □変状なし。

劣化度判定【b】



隣接スパンとの間に10～20cm程度(18cm)の凹凸がある。

劣化度判定【b】



隣接スパンとの間に10～20cm程度の凹凸がある。

## エプロン(沈下、陥没(吸い出し、空洞化))

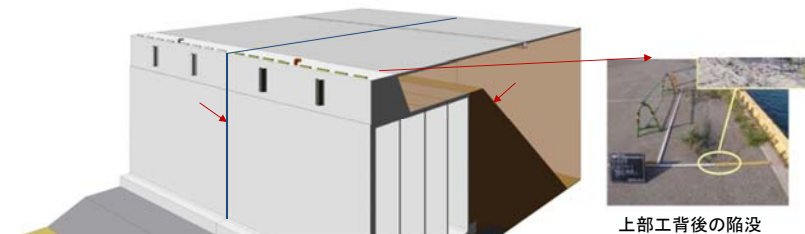
主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>地震による裏込材の締め固めや地盤の圧密沈下による裏込材の沈下</li> <li>防砂板(シート)の破損による裏込材の流出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>荷役作業への影響</li> <li>車両の通行への影響</li> </ul>



As舗装



Co舗装



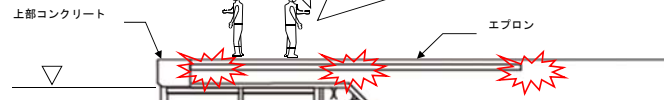
上部工背後の陥没

## 目視点検での着目点～エプロン(沈下、陥没)

ケーソン背後に段差はないか？

上部工端部との間に開きはないか？

舗装端部の小口留め付近に段差はないか？



- 凹凸・段差の程度
- 目地部の損傷
- ハンマの打撃音
- ひび割れの程度



※コンクリート舗装の場合、アスファルト舗装よりも、外観に変化が表れにくい。ハンマで検出可能かどうかは版厚-空洞の大きさ次第。

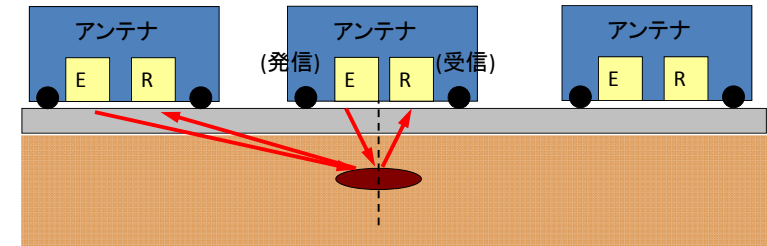
- 電磁波レーダ等による空洞探査
- 舗装の削孔や切削による目視/内視鏡調査

空洞の有無や程度、位置を推測する

## 空洞探査

**電磁波レーダ**：発信した電磁波が、電気的特性の異なる物質の境界面で反射される性質を利用した非破壊試験方法

アンテナ(発信・受信装置)を移動させる。



- アンテナ中の発信器から放出された電磁波が空洞や鉄筋で反射する。
- 反射波をアンテナ中の受信器が感知する。
- 空洞の位置、空洞深さが推定できる。

## 第2章 ケーソン式係船岸の点検診断

### 劣化度の判定の単位

ケーソン1函ごと

### 一般定期点検診断

I類 岸壁法線

- ケーソン
- エプロン

II類 エプロン

- 上部工

III類 附帯設備等

### 詳細定期点検診断

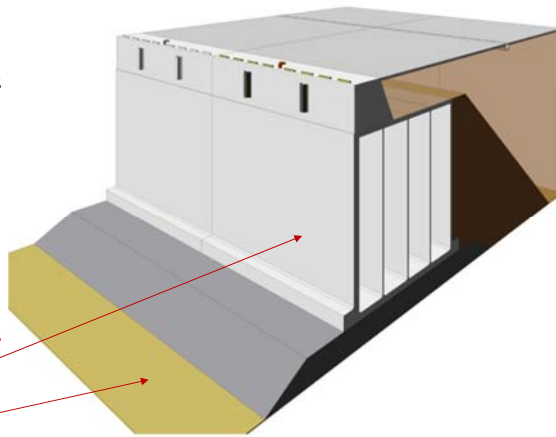
エプロン

ケーソン

海底地盤

施設全体の移動量、沈下量および傾斜量

上部工



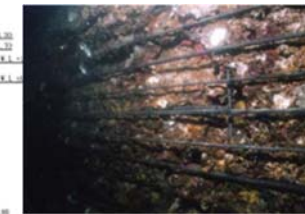
## ケーソン(側壁の劣化、損傷、(空洞化))

### 主な変状の要因

- 乾燥収縮によるひび割れ
- 波浪の作用
- 船舶の接岸時のスラスターによる摩耗
- 船舶や漂流物の衝突

### 変状による影響

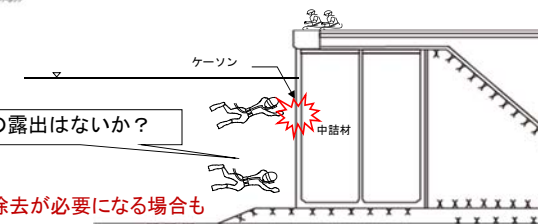
- 船舶の離着岸への影響
- 施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)



複数のひび割れや鉄筋の露出  
→穴あきは、中詰め材の流出に繋がるので注意

鉄筋の露出はないか？

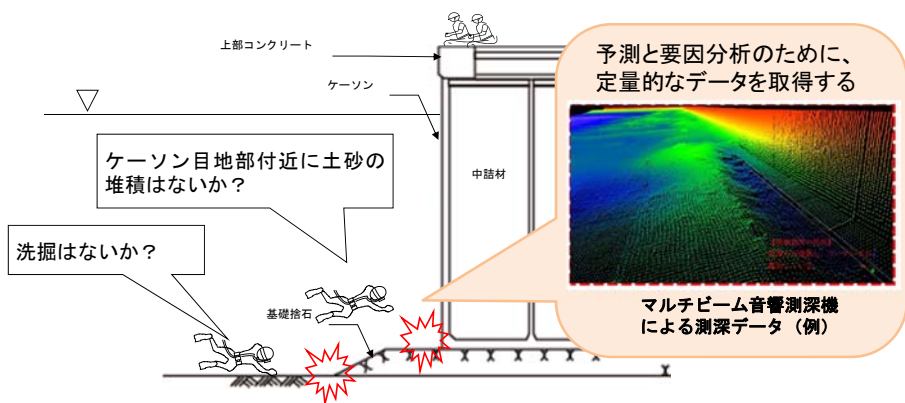
※海生物等の除去が必要になる場合も



## 海底地盤(洗掘、堆積)

主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶の離着岸時のスクリューによる巻き上げ(とくに洗掘)</li> <li>波浪の作用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎工の崩壊</li> <li>ケーソンの滑動、転倒</li> </ul> →施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)

✓ 本体外目地部に土砂が堆積している場合は裏込材の流出が懸念される



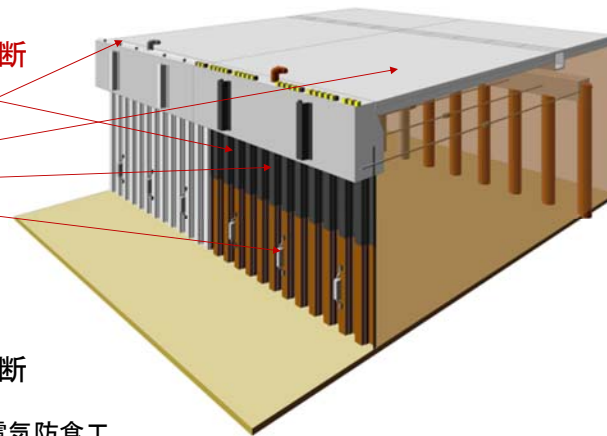
## 第3章 矢板式係船岸の点検診断

### □ 劣化度の判定の単位

上部工1スパンごと

### □ 一般定期点検診断

- I類
  - 鋼矢板
  - 岸壁法線
  - エプロン
- II類
  - 被覆防食工
  - 電気防食工
  - エプロン
  - 上部工
- III類
  - 附帯設備等

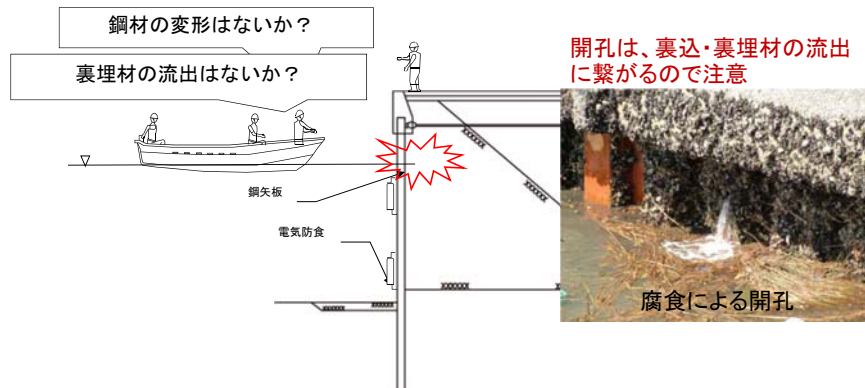


### □ 詳細定期点検診断

- 鋼矢板
  - 被覆防食工
  - 海底地盤
  - 上部工
  - 電気防食工
  - エプロン
- 施設全体の移動量、沈下量および傾斜量

## 鋼矢板(腐食、亀裂、損傷)

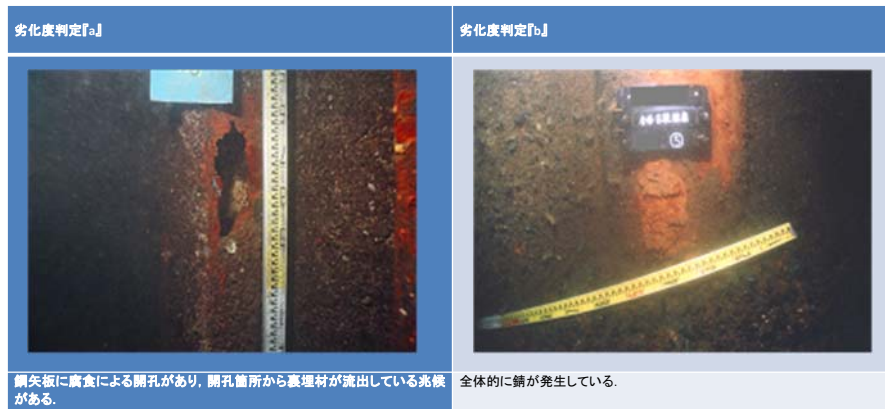
主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>腐食</li> <li>被覆防食工の劣化、損傷</li> <li>電気防食工の劣化、損傷、摩耗</li> <li>船舶の接岸時のスラスタによる摩耗</li> <li>船舶や漂流物の衝突</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>荷役作業への影響 ← 空洞化</li> <li>施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)</li> </ul>



※鋼矢板の腐食は、L.W.L.からM.L.W.L.の間で起こりやすいため、可能な限り干潮時で、波浪の穏やかなときに点検診断を行う。

## 鋼矢板の劣化度判定事例

対象施設	点検項目	点検項目	点検方法	判定基準案
矢板式係船岸	I類	鋼矢板等	目視 穴あきの有無 水面上の鋼材の腐食 表面の傷の状況	a □腐食による開孔や変形、その他著しい損傷がある。 □開孔箇所から裏埋材が流出している兆候がある。 b □L.W.L.付近に孔食がある。 □全体的に発錆がある。 c □部分的に発錆がある。 d □付着物が見られるが、発錆、開孔、損傷は見られない。



鋼矢板に腐食による開孔があり、開孔箇所から裏埋材が流出している兆候がある。

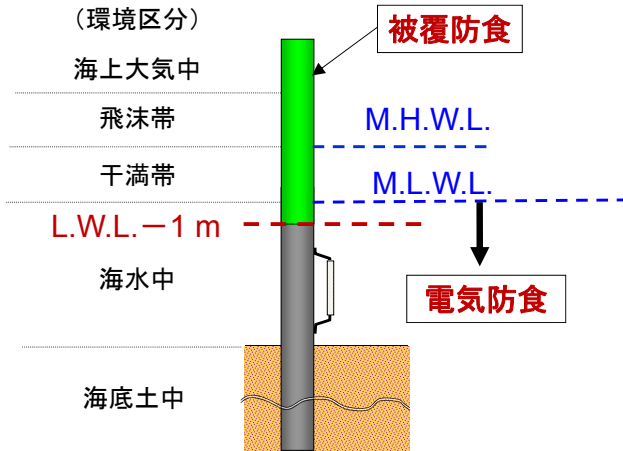
全体的に錆が発生している。



## <参考> 港湾鋼構造物の防食について

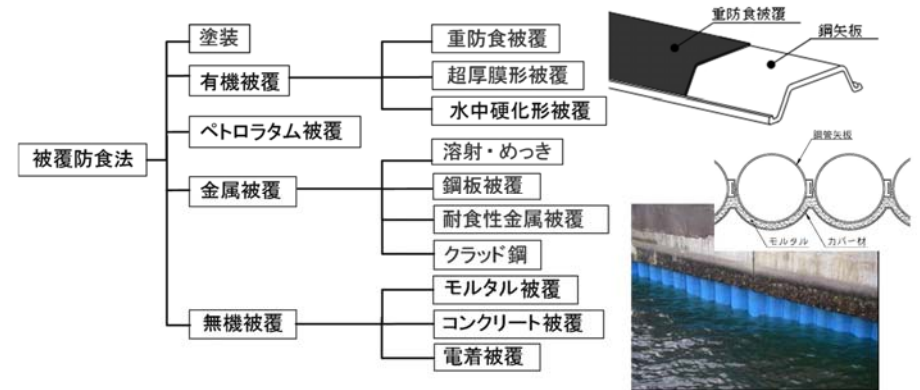
- 鋼材表面に電子を供給し、腐食反応を抑制(電気防食)
- 鋼材表面を各種材料で覆い、腐食環境から遮断(被覆防食)

**防食工法の適用範囲**  
一般的な場合



## 被覆防食工(Ⅱ類)

主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 波浪の作用</li> <li>• 船舶の接岸時のスラスターによる摩耗</li> <li>• 船舶や漂流物の衝突</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 鋼矢板の腐食 →施設の性能の低下(特に、構造上の安全性) →荷役作業への影響(空洞化)</li> </ul>



※工法により点検項目が異なる(ふくれ、はがれ、カバー材の不具合など) ⇒  
※L.W.L.より1m低い位置まで施されることが一般的であるため、可能な限り干潮時で、波浪の穏やかなときに点検診断を行う

## 被覆防食工の劣化度判定事例

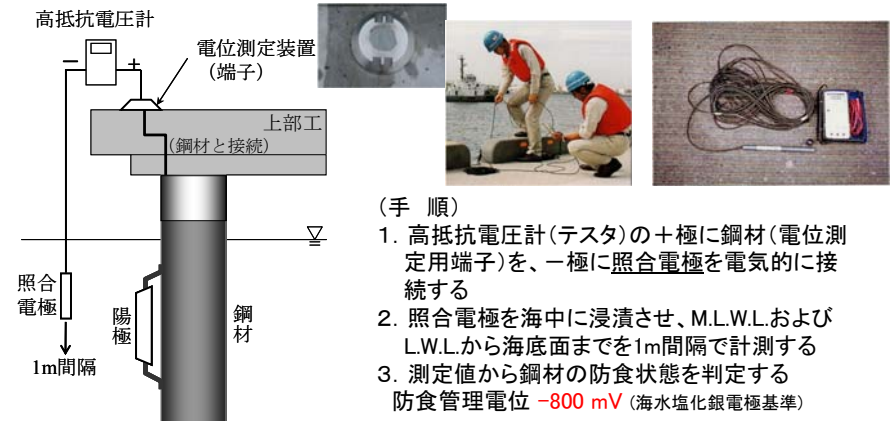
対象施設	点検項目の分類	点検項目	点検方法	判定基準案
棧橋	Ⅱ類	鋼管杭等 被覆防食工	有機被覆、ペトロラタム被覆、モルタル被覆、金属被覆の場合 目視 ・鋼材の腐食、露出 ・被覆材の損傷 ・保護カバー等の状態	a □鋼材が露出し、錆が発生している。
				b □被覆材に鋼材まで達するすり傷、あて傷、はがれ等の損傷が生じている。
				c □保護カバー等に欠損がある。
				d □被覆材に鋼材まで達していないすり傷、あて傷、はがれ等の損傷がある。
				e □保護カバー等に損傷がある。
				f □変状なし。



## 電気防食工(Ⅱ類)

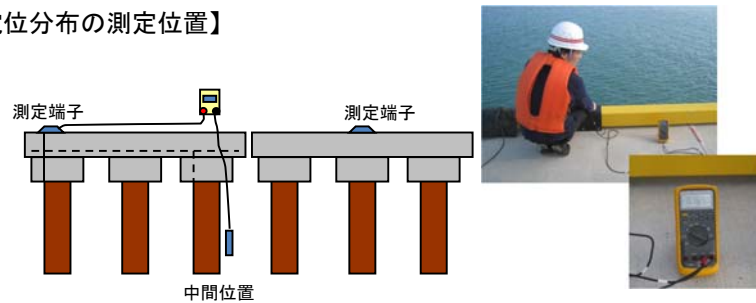
主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 消耗、脱落</li> <li>• 波浪の作用</li> <li>• 船舶の接岸時のスラスター</li> <li>• 船舶や漂流物の衝突</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 鋼矢板の腐食 →施設の性能の低下(特に、構造上の安全性) →荷役作業への影響(空洞化)</li> </ul>

✓ 防食管理電位が維持されているか把握するために、一般定期点検診断で必ず電位を測定する



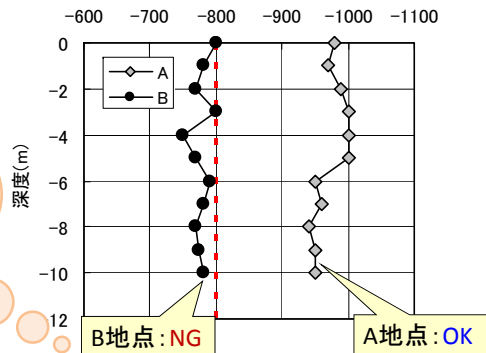


### 【鋼材電位分布の測定位置】



### 【鋼材電位分布測定結果の例】

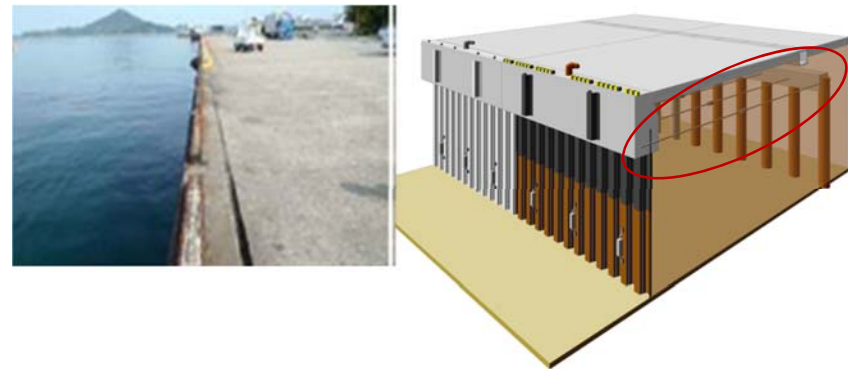
防食管理電位 (-800 mV) が維持されていない場合、陽極の脱落、全消耗が考えられる。  
→詳細臨時点検診断



### 岸壁法線(凹凸、出入り、はらみ出し)

※変状による影響や点検診断の方法は、ケーソン式係船岸の場合と同じ。

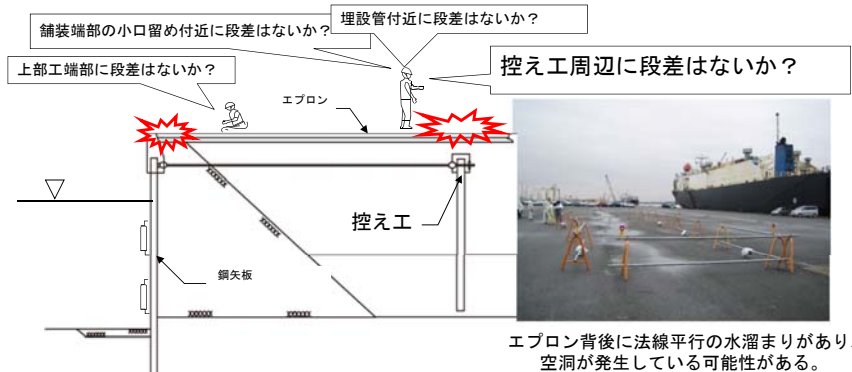
主な変状の要因	変状による影響
地震や裏込材の流出や沈下に起因する鋼矢板の傾斜やたわみ、タイ材の破断が主な要因となり、部分的に凹凸が生じることがある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶の離着岸への影響</li> <li>施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)</li> </ul>



### エプロン(沈下、陥没(吸い出し、空洞化))

※変状による影響や点検診断の方法は、ケーソン式係船岸の場合と同じ。

主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>地震による裏込材の締固めや地盤の圧密沈下による裏込材の沈下</li> <li>鋼矢板の腐食による開孔</li> <li>鋼矢板継手の開きによる裏込材の流出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>荷役作業への影響</li> <li>車両の通行への影響</li> </ul>



エプロン背後に法線平行の水溜まりがあり、空洞が発生している可能性がある。

※控え工がエプロンの背後や上屋に位置している場合も

### 第3章 矢板式係船岸の点検診断

#### □ 劣化度の判定の単位

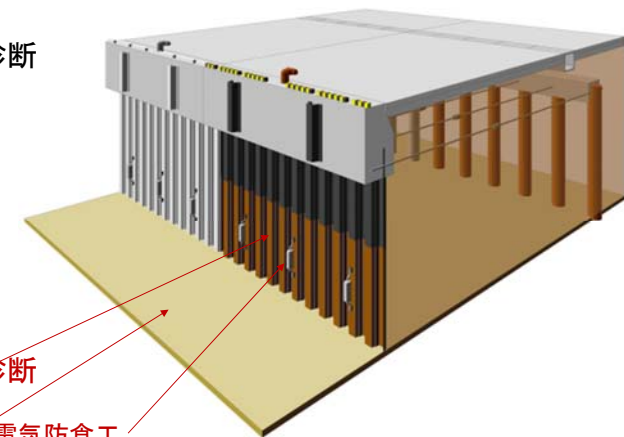
上部工1スパンごと

#### □ 一般定期点検診断

- I類
  - ・鋼矢板
  - ・岸壁法線
  - ・エプロン
- II類
  - ・被覆防食工
  - ・電気防食工
  - ・エプロン
  - ・上部工
- III類
  - ・附帯設備等

#### □ 詳細定期点検診断

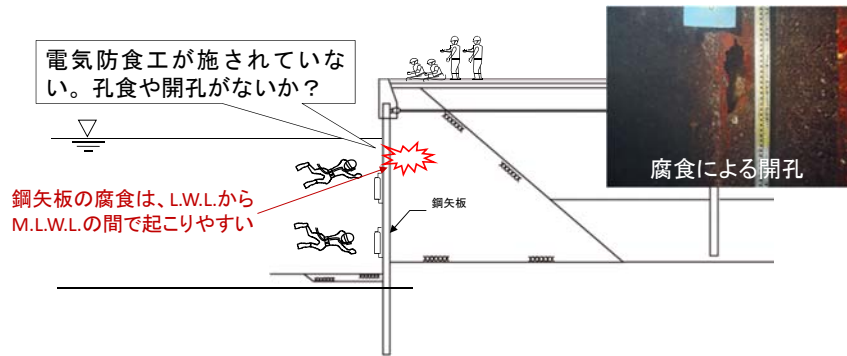
- ・鋼矢板
- ・被覆防食工
- ・海底地盤
- ・施設全体の移動量、沈下量および傾斜量
- ・上部工
- ・電気防食工
- ・エプロン



## 鋼矢板(腐食、亀裂、損傷)

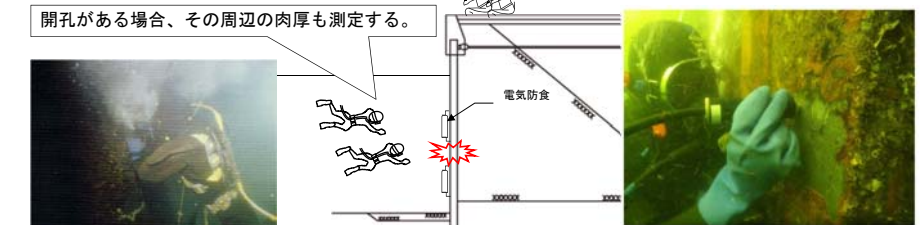
主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>腐食</li> <li>被覆防食工の劣化、損傷</li> <li>電気防食工の劣化、損傷、摩耗</li> <li>船舶の接岸時のスラスターによる摩耗</li> <li>船舶や漂流物の衝突</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>荷役作業への影響 ← 空洞化</li> <li>施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)</li> </ul>

- ✓ 水中部の目視は、防食対策(電気防食や被覆防食)の管理が確実になされていれば、省略してもよい
- ✓ 防食対策が施されていない場合は、必ず実施する

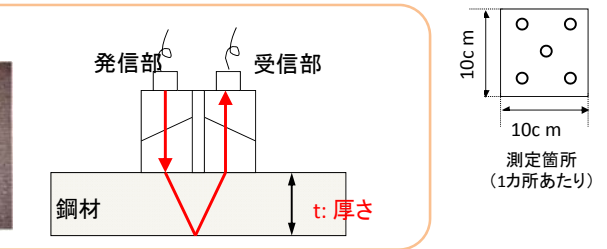


## 腐食速度の把握や予測のために、鋼材の肉厚測定

- ✓ 計測箇所は、集中腐食が生じやすいL.W.L.以上で2カ所+設計上の最大曲げモーメント発生点付近で2カ所



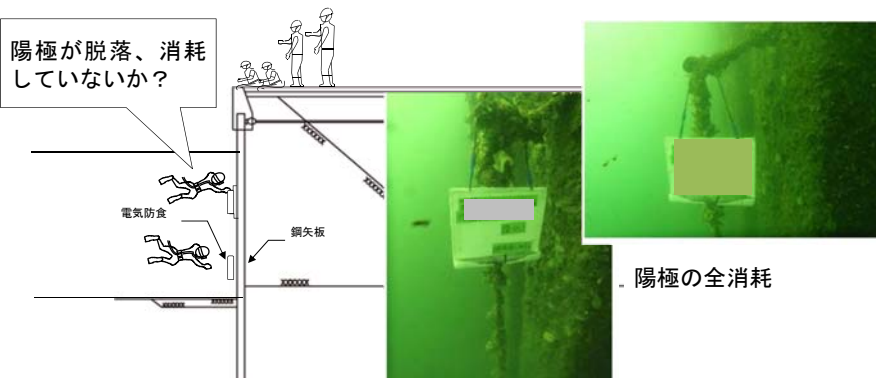
### 【測定機器と原理】



## 電気防食工

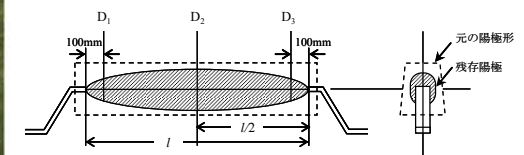
主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>消耗、脱落</li> <li>波浪の作用</li> <li>船舶の接岸時のスラスター</li> <li>船舶や漂流物の衝突</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼矢板の腐食 → 施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)</li> <li>→ 荷役作業への影響(空洞化)</li> </ul>

- ✓ 防食管理電位が維持されていれば、陽極はある(消耗されていない)
- ✓ 陽極の消耗の程度や脱落、取付金具の損傷を確認



## 消耗速度の把握や取替時期予測のために、陽極の消耗量測定

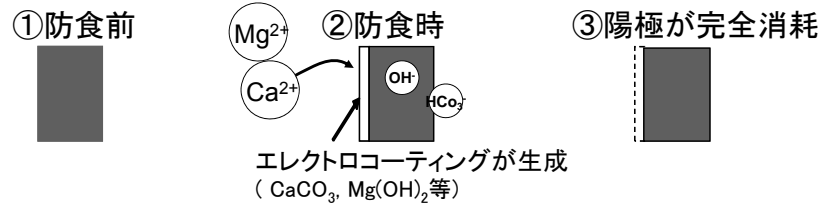
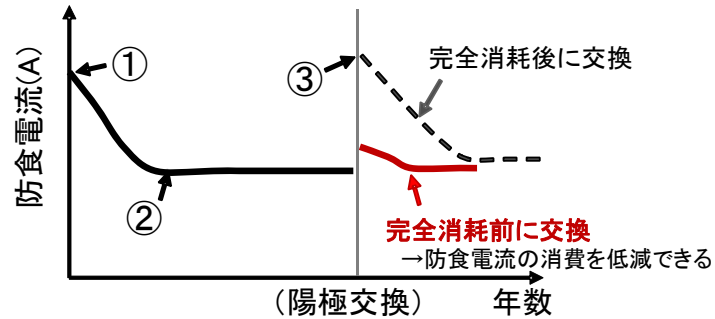
- ✓ 水中で陽極の形状寸法を計測するか、陽極を陸上に引き揚げて秤量する。



$$\text{陽極の年間平均消耗量} = (\text{陽極初期質量} - \text{陽極残存質量}) / \text{経過年数}$$

$$\text{残存寿命} = \text{陽極残存質量} / \text{陽極の年間平均消耗量}$$

## <参考> 防食電流に及ぼす陽極交換時期の影響 (イメージ)

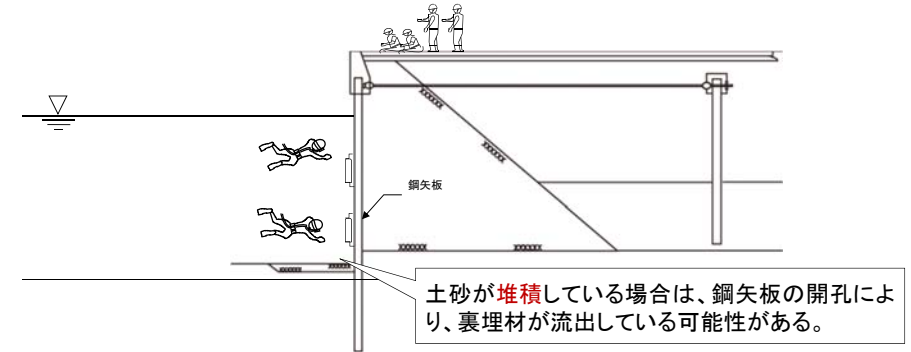


## 海底地盤(洗掘、堆積)

※点検診断の方法は、ケーソン式係船岸の場合と同じ。

主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶の離着岸時のスクリューによる巻き上げ</li> <li>波浪の作用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼矢板の根入れ長の不足 →施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)</li> </ul>

- ✓ 洗掘される箇所と堆積する箇所は分かれる
- ✓ 鋼矢板前面に土砂が堆積している場合は、鋼矢板の開孔があり、裏埋材が流出している可能性がある



## 第4章 直杭式横棧橋の点検診断

□ 劣化度の判定の単位  
上部工1ブロックごと

□ 一般定期点検診断

I 類

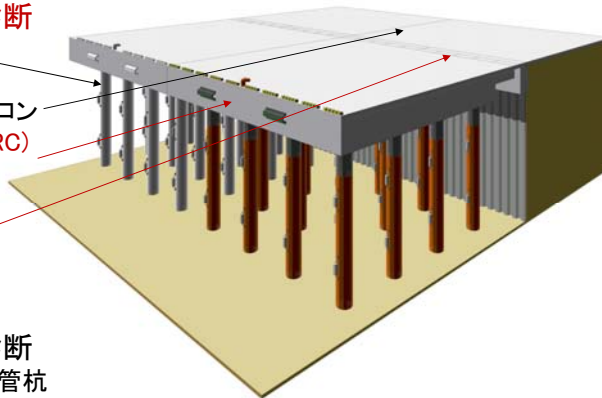
- ・鋼管杭
- ・岸壁法線
- ・土留め部エプロン

II 類

- ・棧橋上部工(RC)
- ・被覆防食工
- ・電気防食工
- ・渡版
- ・エプロン

III 類

- ・附帯設備等



□ 詳細定期点検診断

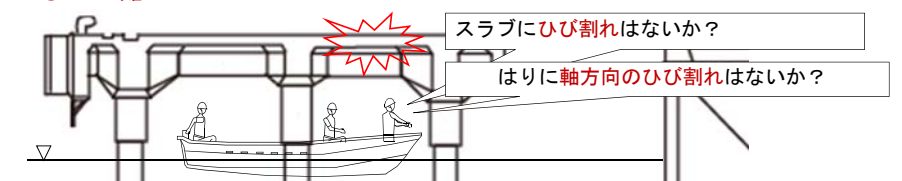
- ・棧橋上部工
- ・鋼管杭
- ・被覆防食工
- ・電気防食工
- ・海底地盤
- ・土留め部エプロン
- ・施設全体の移動量、沈下量および傾斜量

## 棧橋上部工(下面部、上・側面部の劣化、損傷)

主な変状の要因	変状による影響
<ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥収縮によるひび割れ</li> <li>船舶や漂流物の衝突</li> <li>塩害による鉄筋の腐食</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の性能の低下(特に、構造上の安全性)</li> <li>荷役作業への影響</li> <li>車両の通行への影響</li> <li>船舶の離着岸への影響</li> </ul>

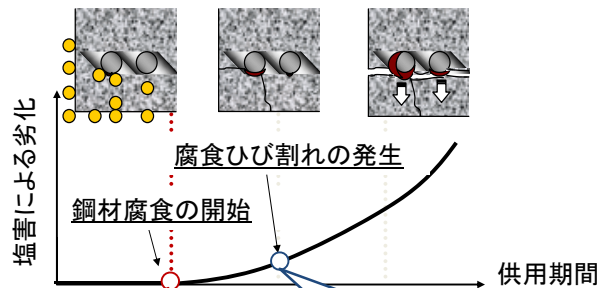


- ✓ 小型ボート等で棧橋の下に入り込めない場合には、潜水士等により目視を行う。
- ✓ 特に潮汐や航跡波等の影響を受けるため、十分な作業時間や良好な作業環境を確保することが難しい



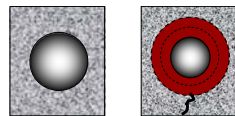


## <参考> 塩害によるコンクリート中の鉄筋の腐食



コンクリート中の鉄筋位置に塩化物イオンがある量以上存在すると、鉄筋周囲の不動態皮膜が破壊され、腐食が開始する

「腐食発生限界塩化物イオン濃度」  
コンクリート中に1.2~2.4 kg/m<sup>3</sup>  
※ただし、設計値



腐食生成物(錆)の体積は鉄の2~4倍であるため、コンクリートに引張応力が作用し、ひび割れが発生

## 栈橋上部工の劣化度判定事例

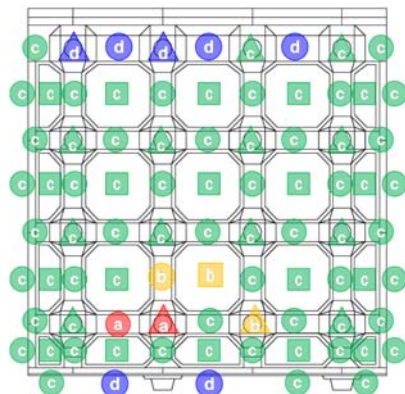
点検項目	点検方法	判定基準		
上部工(下面部)	コンクリートのひび割れ	目視 ・ひび割れの発生方向 ・ひび割れの本数、長さ、幅	a	<input type="checkbox"/> 軸方向の幅3mm以上のひび割れが見られる。 <input type="checkbox"/> かぶりの剥落がある。
			b	<input type="checkbox"/> 軸方向の幅3mm未満のひび割れがある。
			c	<input type="checkbox"/> 軸と直角な方向のひび割れのみが見られる。
			d	<input type="checkbox"/> 変状なし。



## 栈橋上部工(下面部、上・側面部の劣化、損傷)

✓ 栈橋上部工では部材の種類や位置によって、変状の進行速度は異なることから、すべての部材(スラブ、はり、ハンチ)に対して点検を行う

✓ 栈橋上部工の下面部に表面被覆工が施されている場合、塗装の割れ、はがれ等の変状を把握する。変状が発見された場合は、コンクリートにひび割れ等の変状が発生している可能性が高いことに留意する



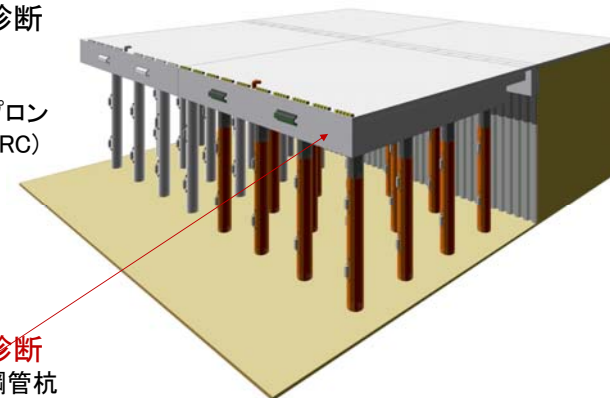
上部工がプレストレストコンクリート製の場合、ひび割れの発生やPC鋼材・鉄筋の腐食が直ちに部材の安全性に影響を及ぼす。変状が発見された場合は、速やかに原因の究明と対策の実施を検討しなければならない。

## 第4章 直杭式横栈橋の点検診断

□ 劣化度の判定の単位  
上部工1ブロックごと

□ 一般定期点検診断

- I類 ・鋼管杭
- ・岸壁法線
- ・土留め部エプロン
- II類 ・栈橋上部工(RC)
- ・被覆防食工
- ・電気防食工
- ・渡版
- ・エプロン
- III類 ・附帯設備等



□ 詳細定期点検診断

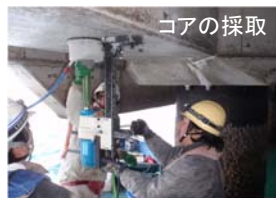
- ・栈橋上部工
- ・鋼管杭
- ・被覆防食工
- ・電気防食工
- ・海底地盤
- ・土留め部エプロン
- ・施設全体の移動量、沈下量および傾斜量



変状の要因分析や変状予測のために、  
定量的なデータを取得する

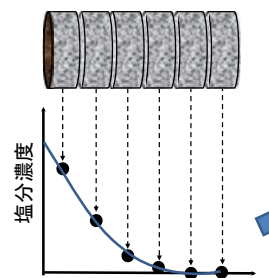
## コンクリート中の塩化物イオン濃度の測定

✓ 鉄筋腐食が開始したか否か、いつ開始するかを推定するための方法

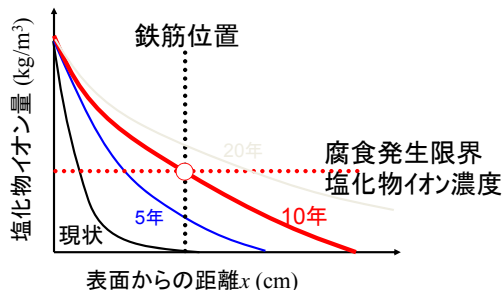


コアの採取

$$C(x,t) = C_o \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left( \frac{0.1x}{2\sqrt{D_{ap}t}} \right) \right\}$$



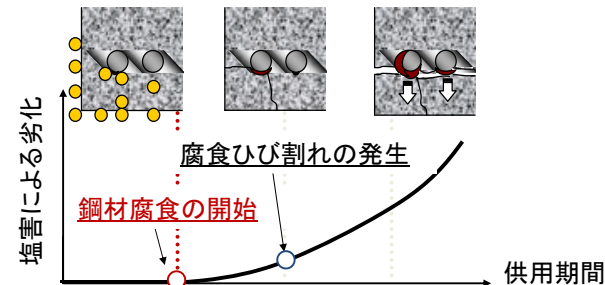
コンクリート表面からの深さ



鉄筋位置

腐食発生限界  
塩化物イオン濃度

表面からの距離x (cm)



✓ コンクリート中の塩化物イオン濃度測定は、目視によるひび割れ等の変状が見られない場合に測定を行う。

錆汁の滲出や鉄筋軸方向ひび割れ等の変状が既に発生している状態では、鉄筋の腐食が進行していると考えられるため、塩化物イオン濃度測定を行っても有用な情報とはならない。



## ガイドライン 本編

### 6. 専門技術者の活用

- (1) 点検診断計画の策定にあたっては、維持管理に関する専門的知識及び技術又は技能を有する者の意見を聴くことを標準とする。
- (2) 点検診断を行うにあたっては、**維持管理に関する専門的知識及び技術又は技能を有する者**の下で行うことを標準とする。

空洞の有無や程度、位置  
を推測する

### 空洞探査

腐食速度の把握や予測のために、  
定量的なデータを取得する

### 鋼材の肉厚測定

消耗速度の把握や取替時期予測のために、  
定量的なデータを取得する

### 陽極の消耗量測定

変状の要因分析や変状予測のために、  
定量的なデータを取得する

### コンクリート中の塩化物イオン濃度の測定

## おわりに

港湾空港技術研究所

ライフサイクルマネジメント支援センター

<http://www.pari.go.jp/unit/lcm/>

- 維持管理の参考となる資料一覧
- 維持への配慮に関する事例

### ● 相談窓口

地方整備局、港湾管理者等からの港湾・空港・海岸施設の維持管理に関する技術的なご相談を受け付けております。

<相談例> 維持管理を考慮した設計、点検診断方法、評価方法、  
補修・補強工法の選定 など

その他、維持管理に関する技術についてお困りの事がありましたらご相談ください。

電話 046-844-5106 (直通)

メール [lcm@ipc.pari.go.jp](mailto:lcm@ipc.pari.go.jp)