

# 港湾構造物の点検診断と最近の取組み

- ✓ 『港湾の施設の点検診断ガイドライン』の概要
- ✓ 点検技術の研究開発

海上・港湾・航空技術研究所  
港湾空港技術研究所

加藤 絵万  
katoh-e@pari.go.jp

## 港湾施設のストック



| 時 期                                      | 港湾施設の維持管理に関連する話題                                                                                                           |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 平成19年3月                                  | 港湾の施設の技術上の基準を定める省令(改正)<br>技術基準対象施設の維持に関し必要な事項を定める告示<br>「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の改訂                                               |
| 平成19年10月                                 | 『港湾の施設の維持管理技術マニュアル』<br>『港湾の施設の維持管理計画書作成の手引き』                                                                               |
| (平成23年3月)                                | (東日本大震災)                                                                                                                   |
| 平成24年2月                                  | 社会資本の維持管理及び更新に関する行政評価・監視【結果に基づく勧告】                                                                                         |
| 平成24年10月                                 | 国有港湾施設の適切な維持管理に向けた是正改善処置の要請(会計検査院)                                                                                         |
| (平成24年12月)                               | (笹子トンネル天井板崩落事故)                                                                                                            |
| 平成25年1月、3月<br>平成25年10月、11月<br>平成26年6月・・・ | 社会資本の老朽化対策会議の設置、「社会資本の維持管理・更新について当面講ずべき措置」、<br>インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議の設置、「インフラ長寿命化基本計画」、<br>「国土交通省インフラ長寿命化基本計画(行動計画)」・・・ |
| 平成25年3月～7月                               | 港湾施設の集中点検                                                                                                                  |
| 平成25年6月                                  | 港湾法 改正                                                                                                                     |
| 平成25年11月                                 | 港湾の施設の技術上の基準を定める省令(改正)                                                                                                     |
| 平成26年3月                                  | 技術基準対象施設の維持に関し必要な事項を定める告示(改正)<br>『港湾の施設の点検診断ガイドライン【第1部 総論】』                                                                |
| 平成26年6月                                  | 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」維持管理関連事項の部分改訂                                                                                            |
| 平成26年7月                                  | 『港湾の施設の点検診断ガイドライン【第2部 実施要領】』<br>『特定技術基準対象施設に関する報告の徴収及び立入検査等のガイドライン』<br>『港湾荷役機械の点検診断ガイドライン』                                 |
| 平成27年4月                                  | 『港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン』                                                                                                     |
| 平成28年3月                                  | 『港湾荷役機械の維持管理計画策定ガイドライン』                                                                                                    |

維持管理計画の策定・実行  
維持管理の専門家の関与

点検の義務化

## 「港湾の施設の点検診断ガイドライン」

[http://www.mlit.go.jp/report/press/port05\\_hh\\_000075.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/port05_hh_000075.html)

### 「港湾の施設の点検診断ガイドライン」の策定について

平成26年7月7日

高度経済成長期などに集中的に整備された各種港湾施設の老朽化が進行しており、真に必要な社会資本とのバランスを取りながら、戦略的に維持管理・更新を行い、安全・安心の確保や施設の機能維持に向けた取り組みの推進が急務となっています。

このような中、国土交通省港湾局では平成24年10月より、「港湾施設の維持管理等に関する検討会(座長:黒田勝彦神戸大学名誉教授)」において、維持管理・更新改良のあり方などについて検討を重ねてきました。

検討会での議論を踏まえ、平成25年度には港湾法の改正を行い、定期的な点検を行うことを明確化するとともに、「港湾の施設の技術上の基準を定める省令」の改正(平成25年11月29日公布、同年12月1日施行)を行いました。また、「技術基準対象施設の維持に関し必要な事項を定める告示」の改正(平成26年3月28日公布施行)を行ったところです。

また、「港湾施設の点検診断及び補修等対策技術に関する総合検討会(委員長:横田弘北海道大学大学院工学研究院教授)」において、港湾施設の点検診断の具体的な方法等について検討を行い、平成26年3月に「港湾の施設の点検診断ガイドライン(案)」を公表したところです。

今般、技術基準対象施設ごとの点検診断の方法についてとりまとめたことから、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」を公表することとしました。本ガイドラインは、2部構成となっており、第1部は共通的な事項を定めた「総論」、第2部は個別の技術基準対象施設の点検診断の具体的な実施方法等を定めた「実施要領」となっています

技術基準対象施設の管理者等において、本ガイドラインを活用いただくことにより、技術基準対象施設が適切に維持されることが期待されます。

こちらからダウンロードできます→ [http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan\\_fr5\\_000051.html](http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000051.html)

## ガイドラインの概要(1)

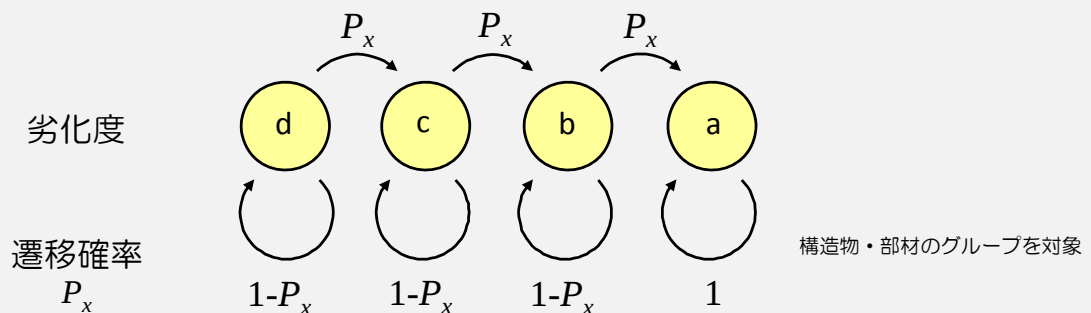
|          |                                                                                                                    |                            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 策定者      | 国土交通省港湾局                                                                                                           |                            |
| 施設の重要度   | 通常点検施設と重点点検施設(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<br>(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 | 通常点検施設<br><b>5年以内に1回以上</b>                                                                                         | 重点点検施設<br><b>3年以内に1回以上</b> |
| 詳細定期点検診断 | 通常点検施設<br>設計供用期間中に1回以上<br>設計供用期間延長時に実施                                                                             | 重点点検施設<br>10～15年以内に1回以上    |

- ・点検診断の効率性に配慮(無駄な点検を排除)
- ・一般定期点検診断については直営での点検診断の実施も想定  
(解説図や写真等を用い、わかりやすい記述)
- ・目視による劣化度判定の目安(**4段階の劣化度a,b,c,d**)の提案

## <参考> 点検診断の頻度の根拠(1)

### マルコフ連鎖モデルによる劣化予測

- ・「状態」「推移」の2つの概念を用いて、物事がある「状態」から、ある「推移確率」で次の「状態」へと移行する様子を確率論的に捉える統計手法
  - ・劣化・変状は、 $D(d) \rightarrow C(c) \rightarrow B(b) \rightarrow A(a)$ と徐々に(災害時には急に)進行
  - ・進行に伴う確率は、項目ごとに異なるが、全て等しいとしてみる



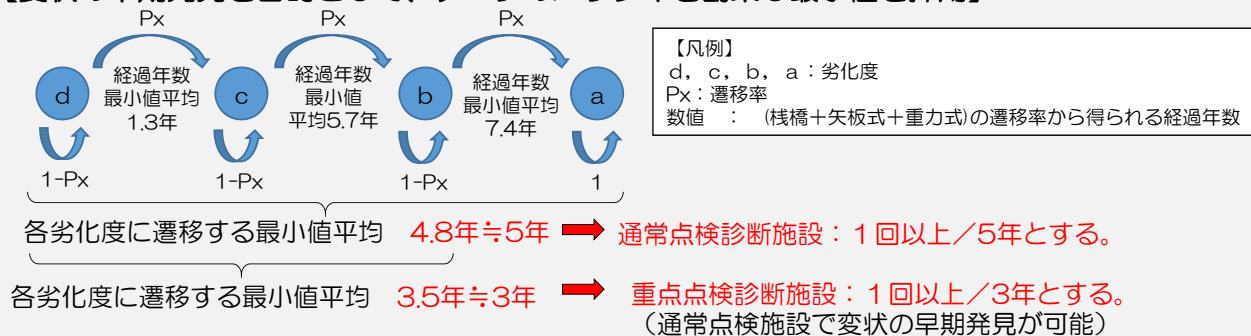
初期状態では全て「d」とした場合、

$$\begin{pmatrix} d \\ c \\ b \\ a \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1-p_x & 0 & 0 & 0 \\ p_x & 1-p_x & 0 & 0 \\ 0 & p_x & 1-p_x & 0 \\ 0 & 0 & p_x & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

## <参考> 点検診断の頻度の根拠（2）

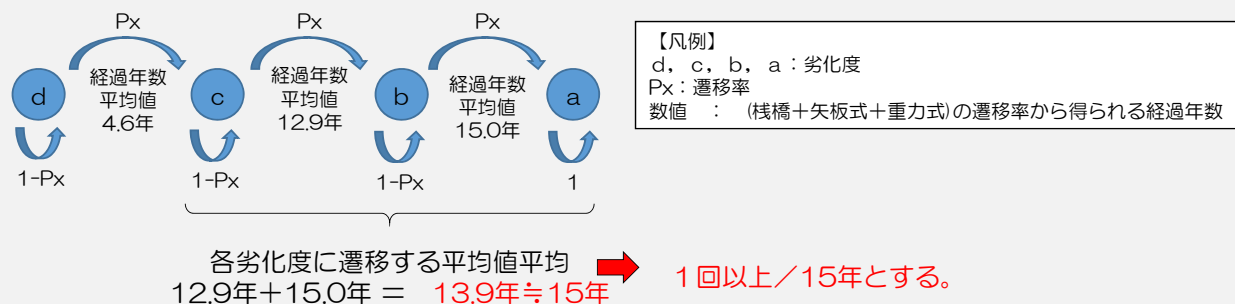
### (1) 一般定期点検診断の頻度

【変状の早期発見を目的として、データのバラツキを勘案し最小値を採用】



### (2) 詳細定期点検診断の頻度

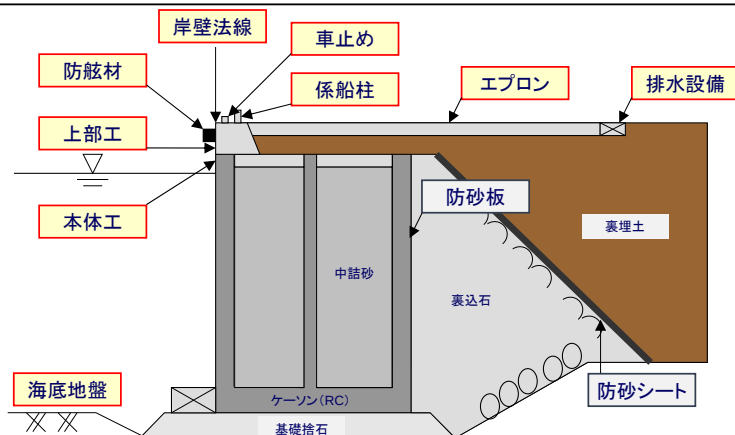
【劣化予測、残存耐力等を把握することを目的として、平均値を採用】



【参考】マルコ連鎖モデルを用いた劣化予測のExcelシート → [http://www.pari.go.jp/unit/kozo/theme/new\\_research\\_theme/](http://www.pari.go.jp/unit/kozo/theme/new_research_theme/)

## ガイドラインの概要（2） 劣化度の判定→施設の性能低下度の評価

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



| 性能低下度 | 性能低下度の評価基準                    |
|-------|-------------------------------|
| A     | 施設の性能が相当低下している状態              |
| B     | 施設の性能が低下している状態                |
| C     | 変状は認められるが、施設の性能がほとんど低下していない状態 |
| D     | 変状は認められず、施設の性能が十分に保持されている状態   |

## ガイドラインの概要(3) 点検診断項目の分類 (Ⅰ類、Ⅱ類、Ⅲ類)

### Ⅰ類【施設の性能(特に安全性)に直接的に影響を及ぼす部材に対する点検診断項目】

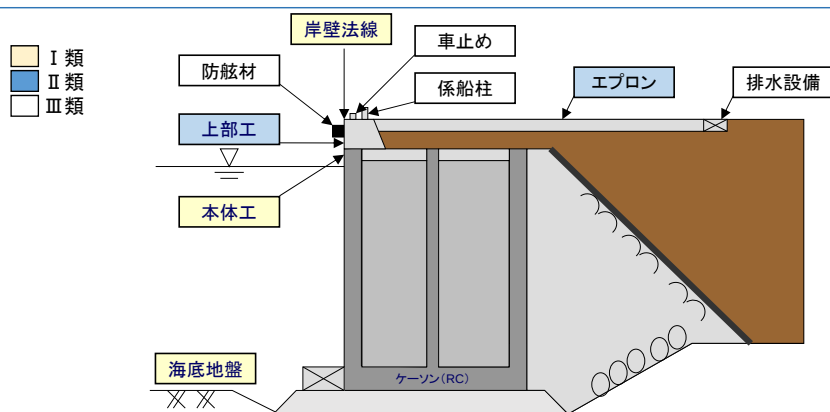
施設全体の移動や沈下、上部工、本体工、基礎工あるいは消波工などの変状に対するもので、構造上直接的に施設の性能に影響を及ぼす点検項目である。

### Ⅱ類【施設の性能に影響を及ぼす部材に対する点検診断項目】

防食工がこれに該当する代表的な点検項目である。電気防食工や被覆防食工は施設の構造部材ではなく、その性能が低下しても、すぐ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致命的な損傷に至ることから、これに対する適切な点検診断が必要である。

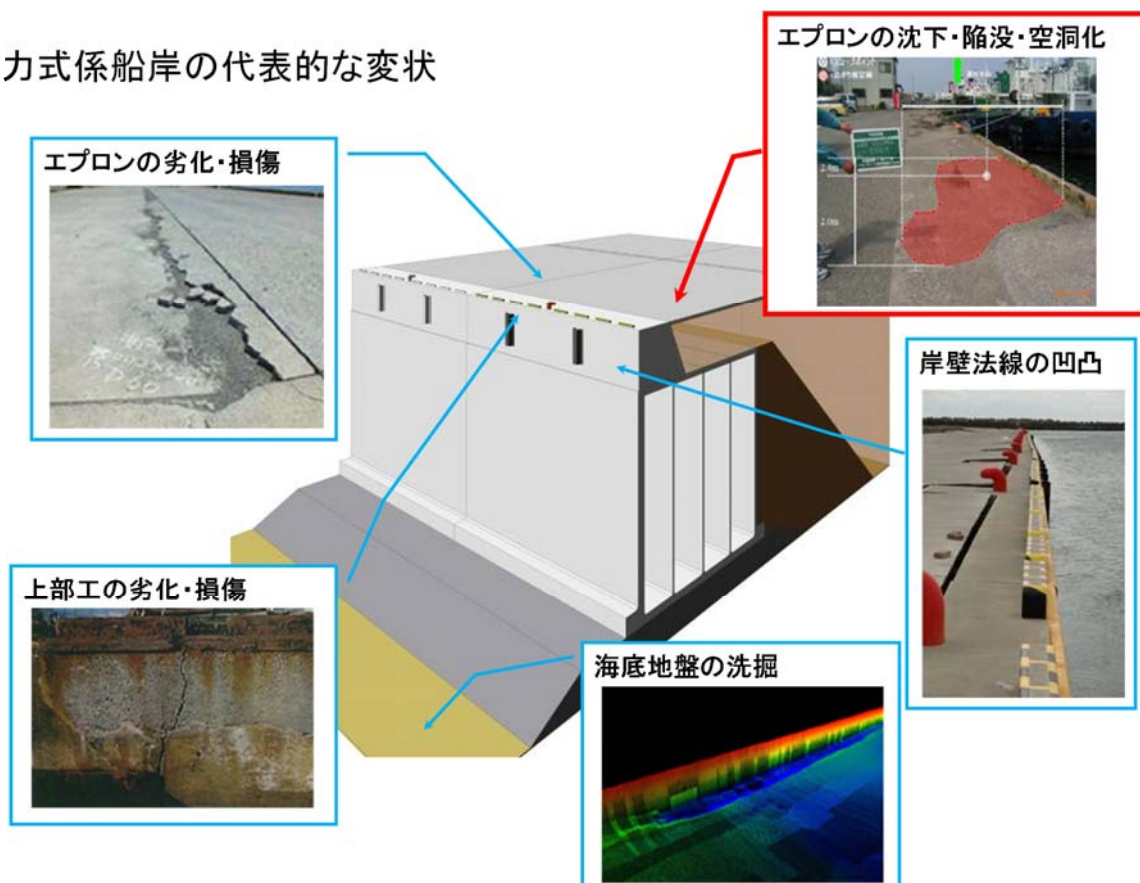
### Ⅲ類【附帯設備等に対する点検診断項目】

防舷材や係船柱などの船舶の安全な接岸および荷役に必要な附帯設備については、施設の利用上の観点から、日常点検においても変状を把握することが望ましい。また、車止め・安全柵やはしごなどの附帯設備については、損傷等を放置した場合、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ため、日常点検においても変状を把握することが望ましい。



## ガイドラインの概要(4) ケーソン式係船岸の点検診断

重力式係船岸の代表的な変状



## 港湾施設の集中点検～舗装下空洞の点検の結果



### 港湾施設の集中点検(H25, 国有港湾施設)

- 国有港湾施設のうち、老朽化の進行等により安全性を確認する必要があると判断された810施設(外郭施設、係留施設、臨港交通施設)を対象に、集中点検(H25年度)。 [http://www.mlit.go.jp/report/press/port05\\_hh\\_000061.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/port05_hh_000061.html)

#### 地中レーダによる空洞探査

- 重力式係船岸・矢板式係船岸あわせて381施設
- うち、74施設で削孔調査により計170箇所空洞を確認

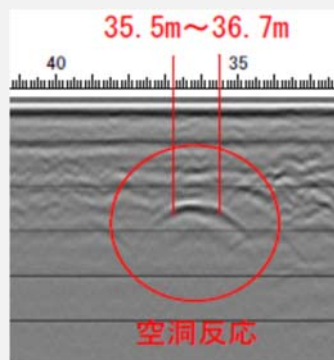
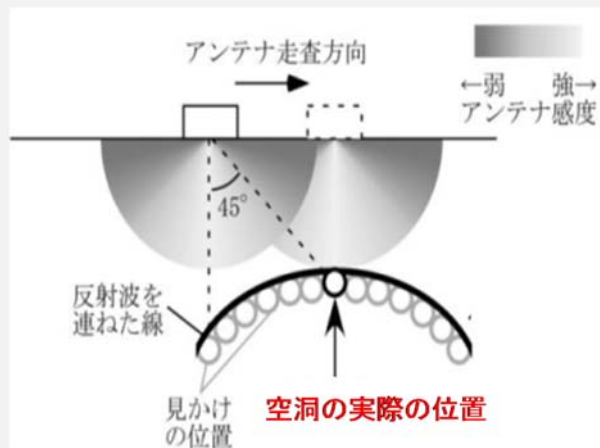
## 港湾施設の集中点検～舗装下空洞の点検の結果

### ・地中レーダを用いた空洞探査



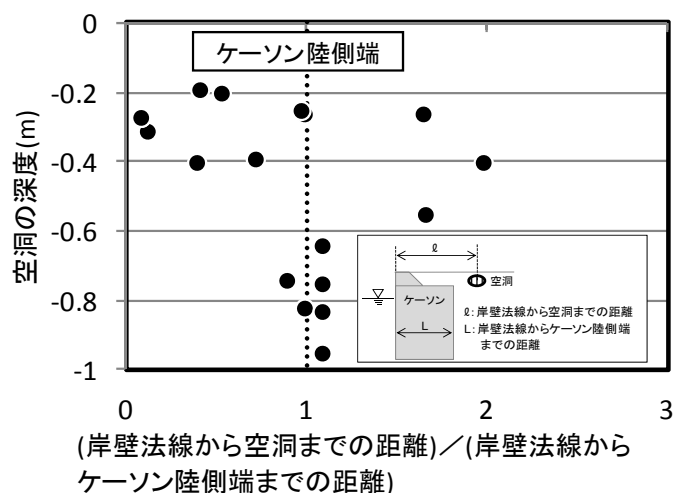
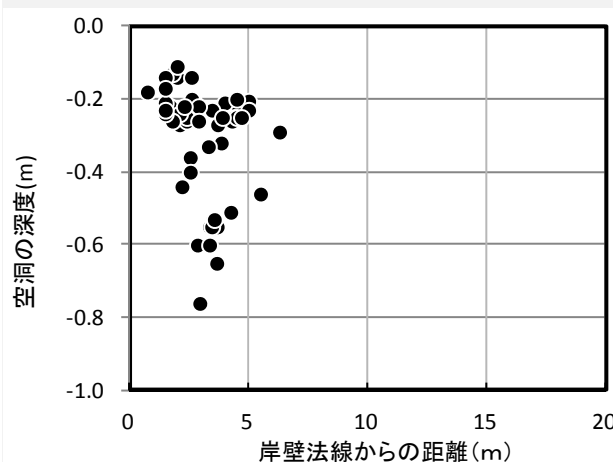
地中レーダを用いた空洞探査とは、地中に送信された電磁波が電気的特性の異なる物質(空洞など)の境界で生じる反射波の映像を受信解析することにより、空洞の発生深さや規模を推定する非破壊検査技術である。

- 地中に向かって放射した電磁波は、球面状に広がりながら地中を伝搬する。そのため、直下の反射波だけでなく周りの反射体からの反射波も検出する。
- 従って、局所的な異常(埋設管や空洞等の反射体)による反射波は、直上を探査する前に検出される。



## 港湾施設の集中点検～舗装下空洞の点検の結果

### 空洞の発生位置＜重力式＞



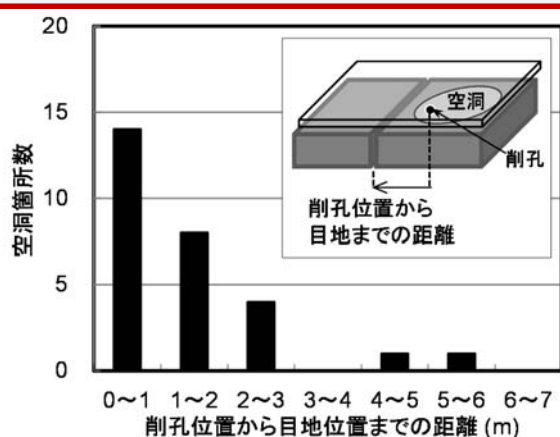
#### ＜本体構造がケーソン以外＞

#### ＜本体構造がケーソン＞

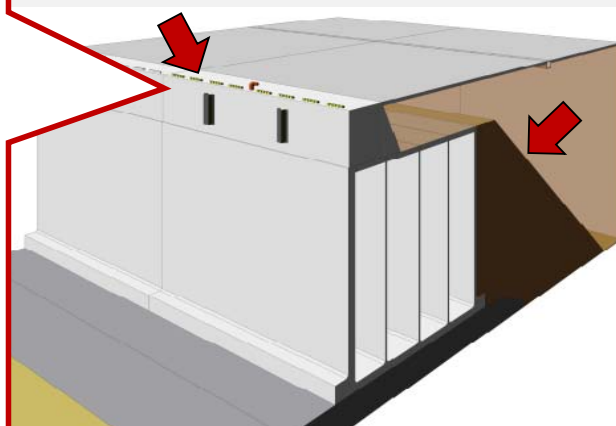
- ＜ケーソン以外の場合＞空洞の多くは岸壁法線近傍で確認
- ＜ケーソンの場合＞空洞箇所が多くが岸壁法線からケーソン端部陸側の間で確認。一方、ケーソン背後にも空洞を確認

## 港湾施設の集中点検～舗装下空洞の点検の結果

### 空洞の発生要因＜重力式＞



目地部に近い位置ほど空洞が多い



岸壁法線近傍

・目地部の損傷等

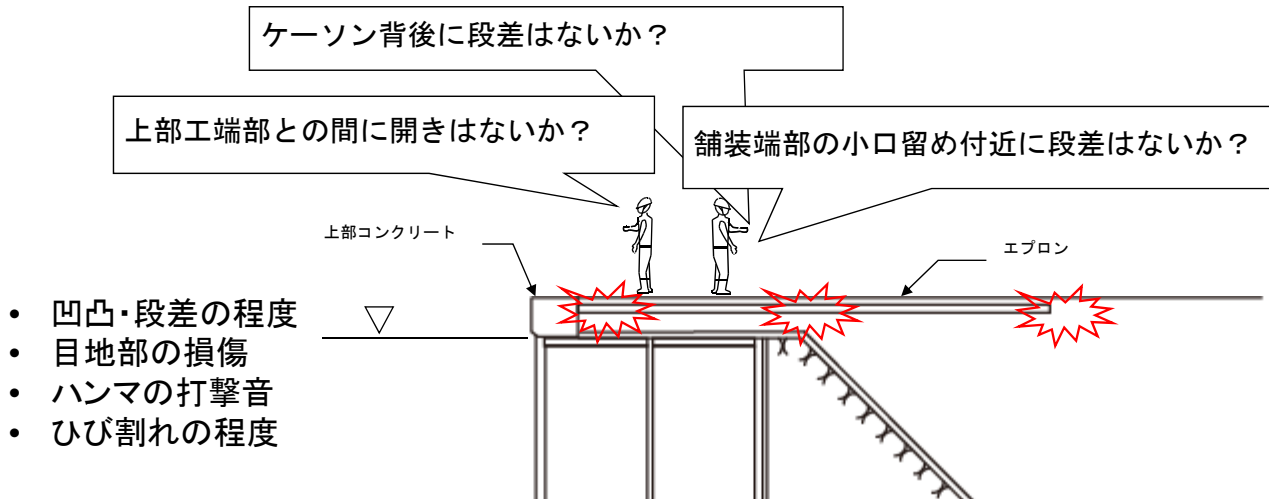
ケーソン背後

・防砂シートの損傷

・裏埋材の締固めや地盤の圧密沈下による裏込材の沈下等

# ガイドラインの概要(5) ケーソン式係船岸の点検診断

## エプロン(沈下、陥没 (吸い出し、空洞化))の点検診断の方法



※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。ハンマも無理。

### 詳細点検診断の実施

- 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



## 港湾構造物の点検診断の問題点(私見)

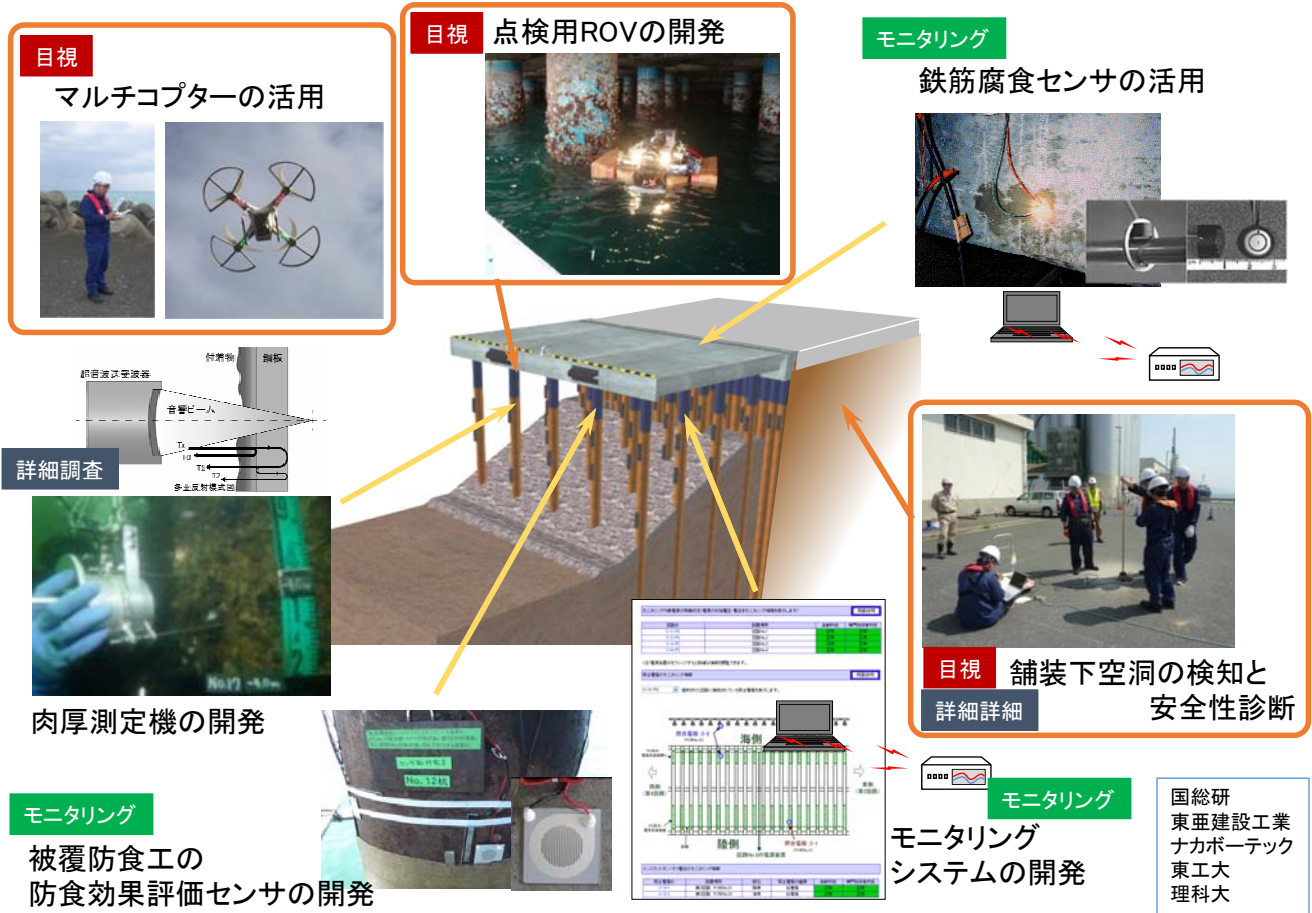
- ✓ 陸上では見えない部分が多い
- ✓ 点検の実施が気象・海象, 利用状況に左右される
- ✓ 潜水土に頼る場合が多い
- ✓ 点検者が容易にアクセスできない部分が多い



- ✓ 専門技術者の数が少ない

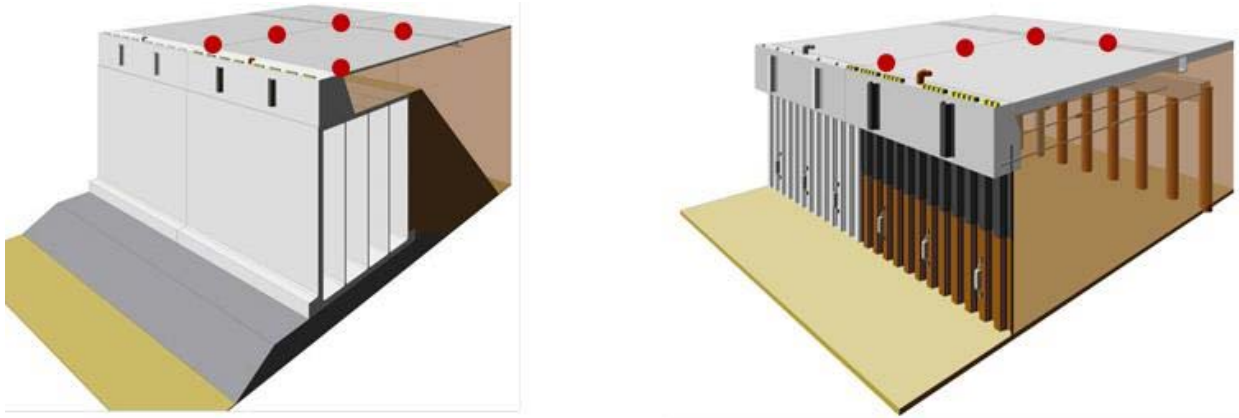
解決できれば、「効率化」が達成される？

# 点検診断の効率化に向けた取組み

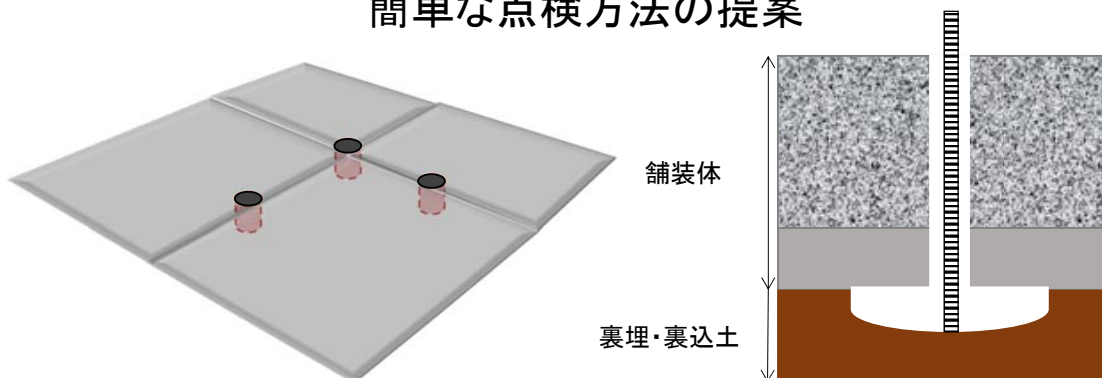


## 1. 舗装下空洞の点検の工夫について

空洞があると危険と思われるところ

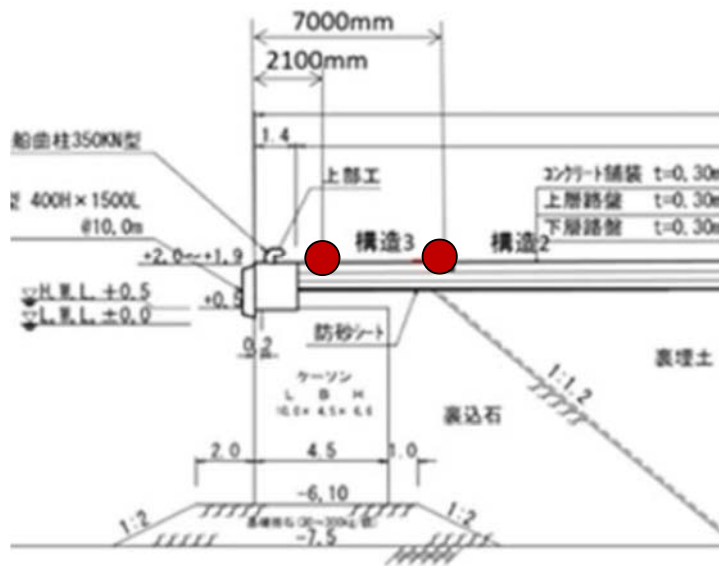


簡単な点検方法の提案



## 点検孔の設置

沓形港岸壁(-6.0m)(北海道利尻島)



- ・既設エプロンに点検孔を設置(H27.10)
- ・舗装打ち換え時に、点検孔を設置(H27.1)

藤井ほか: 港湾の施設の点検診断および補修技術等に関する技術資料, 国土技術政策総合研究所資料 No. 933, 2016

## 2. マルチコプターの活用に関する検討

- 近年、安価で高性能なマルチコプターが多く開発され、多方面に普及している
- マルチコプターを用いて、**災害調査**やインフラ(河川管理・橋梁点検等)の**維持管理**の実証試験が実施されるなど、現場に活用する動きが活発化
- 港湾・海岸分野での活用は**まだ少ない**状況
- マルチコプターを活用することで、**少ない人員**で、**安全かつ迅速**に、そして**安価**な点検実施が可能?



港空研の使用機器

- ・ 機体: Phantom3 Pro.(DJI、175,000円(送信機込))



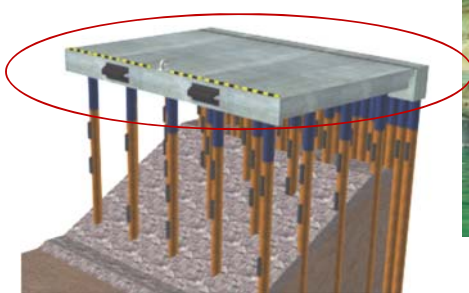
野上ほか: マルチコプターを利用した港湾施設・海岸保全施設の点検に関する検討, 空港技術研究所資料No.1325, 2016

# 防波堤での撮影（例）



動画公開中 <http://www.pari.go.jp/unit/lcm/tenken/multicopter.html>

## 点検用ROVの開発

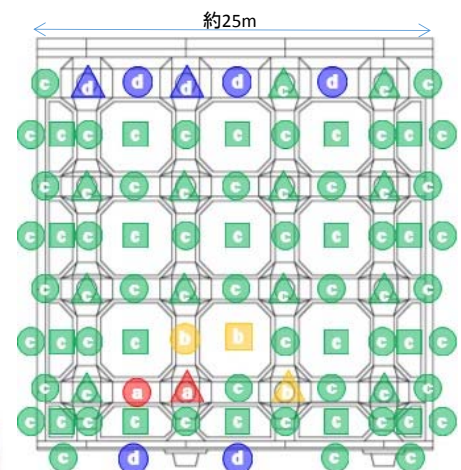


一般定期点検診断では、  
塩害による鉄筋腐食の発  
生状況を目視調査  
→劣化度を判定



### 従来の目視調査の問題点

- × 潮汐等による点検時間の制約
- × 暗い
- × ボートでアクセスできない場合は、潜水土に依頼  
→→→ 費用UP



栈橋 1BLの点検結果の例



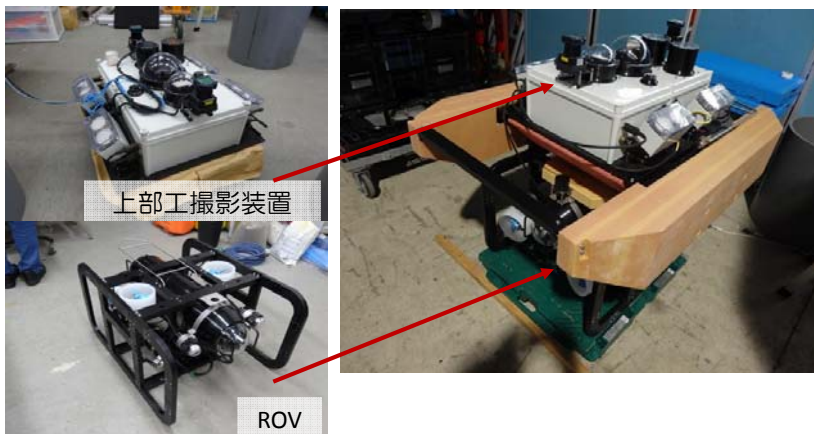
ボートでアクセスできない場合

陸上からの遠隔操作により栈橋上部工下面の状況を撮影し、劣化度判定に資する画像データを収集する機器を開発

H28.1.30~2.9現場試験@名古屋



## 栈橋上部工点検用ROV(新型機)



|          |                                                                 |
|----------|-----------------------------------------------------------------|
| カメラ      | 操縦用×1(GigEカメラ)<br>調査用×2(デジタル一眼レフ,<br>GigEカメラ(Gigabit Ethernet)) |
| 最大<br>速力 | 1.5kt程度<br>(ひし形配置スラスタ×4)                                        |
| 寸法<br>質量 | L1200xW900xH971<br>80kg+バラスト                                    |



### ①自機位置検出

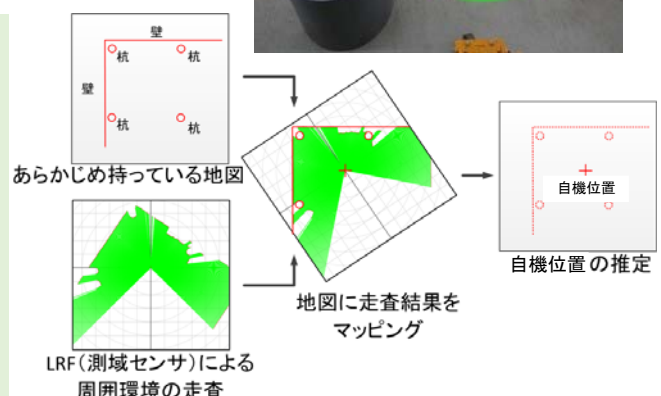
鋼管杭配置情報と、走査型レーザー距離計(LRF)から得られる鋼管杭との相対位置情報を逐次照合することによって、自機位置を検出

### ②衝突回避指示

上記で検出した自機位置に基づいて、オペレータに障害物(鋼管杭や浮遊物等)の衝突回避を指示

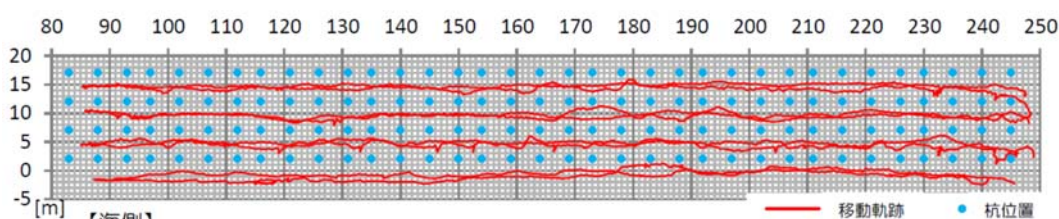
### ③画像データ取得

位置情報、撮影方向データが付加された画像を取得。5m四方を撮影する場合の抽出可能なひび割れ幅は、計算上0.62mm





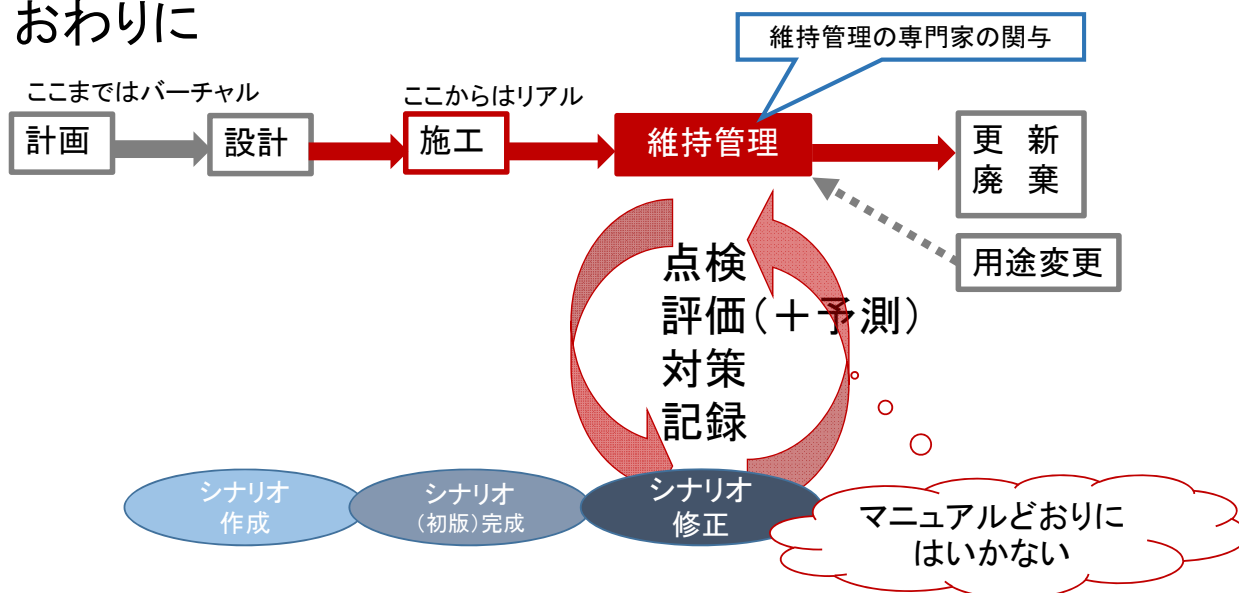
写真から作成した上部工下面の展開図



ROVの移動軌跡

橋梁上部工の点検にも応用できるのでは？

## おわりに



施設の計画・施工・管理を実施する地方整備局、地方自治体、民間事業者からの  
問い合わせに迅速に対応

**「久里浜LCM支援総合窓口《ワンストップ相談窓口》」**

国土交通省 国土技術政策総合研究所

E-mail: [ysk.nil-lcm-center@ml.mlit.go.jp](mailto:ysk.nil-lcm-center@ml.mlit.go.jp)

Tel: 046-844-5030