

係留施設の効率的な維持管理のための 点検診断システムの開発

(一財) 港湾空港総合技術センター (SCOPE)

○兵頭武志、西原孝仁、末村経
林田秀樹、合田聖一

東京工業大学

岩波光保

横浜市 (元SCOPE)

北里新一郎

2014/12/15

背景と目的

【背景】

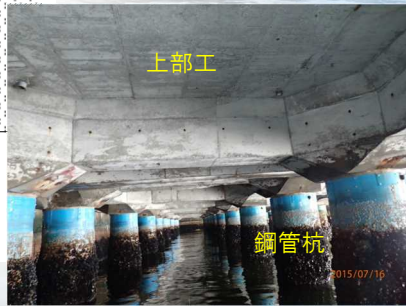
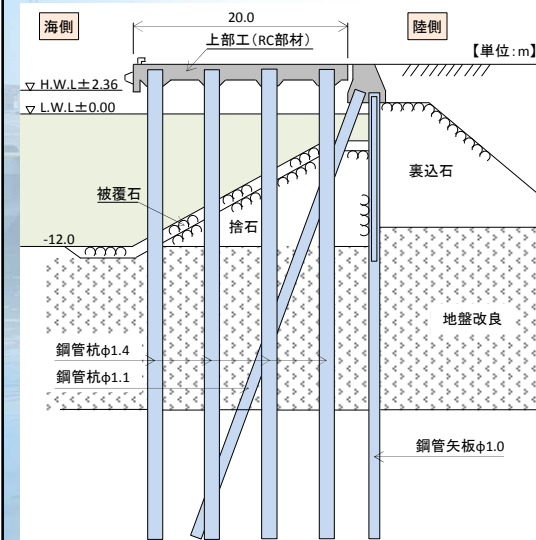
港湾施設は厳しい海洋環境に曝されており、現場へのアクセスが容易でないことから、維持管理を適切に行うことが困難な場合が多い。物流の根幹をなす港湾施設の老朽化が深刻となる中で、予防保全を前提とした維持管理の実施には、施設の劣化状況を的確に把握することが前提であるという理解は得られているが、点検診断にかかる作業や分析・評価のより一層の効率化を図らなければ十分に対応できないという実態がある。



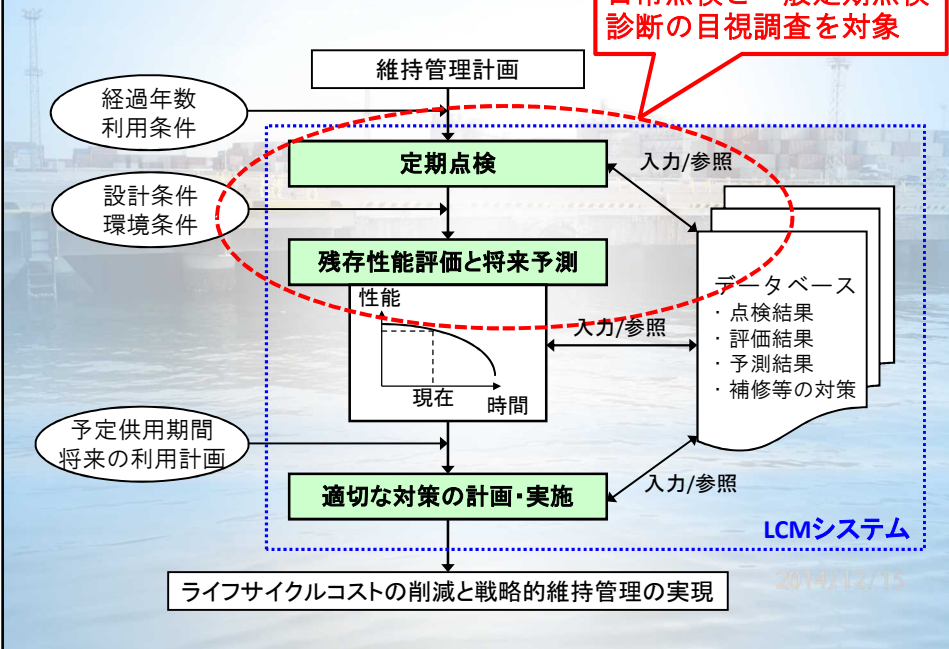
【目的】

現状で実施可能な目視調査から補修の要否や緊急性の評価、ライフサイクルコストの概算値を示すことで、維持管理に対する認識を向上させることを目的とした点検診断システムを開発した。
(係留施設である栈橋を対象)

栈橋の構造例



システム化の範囲



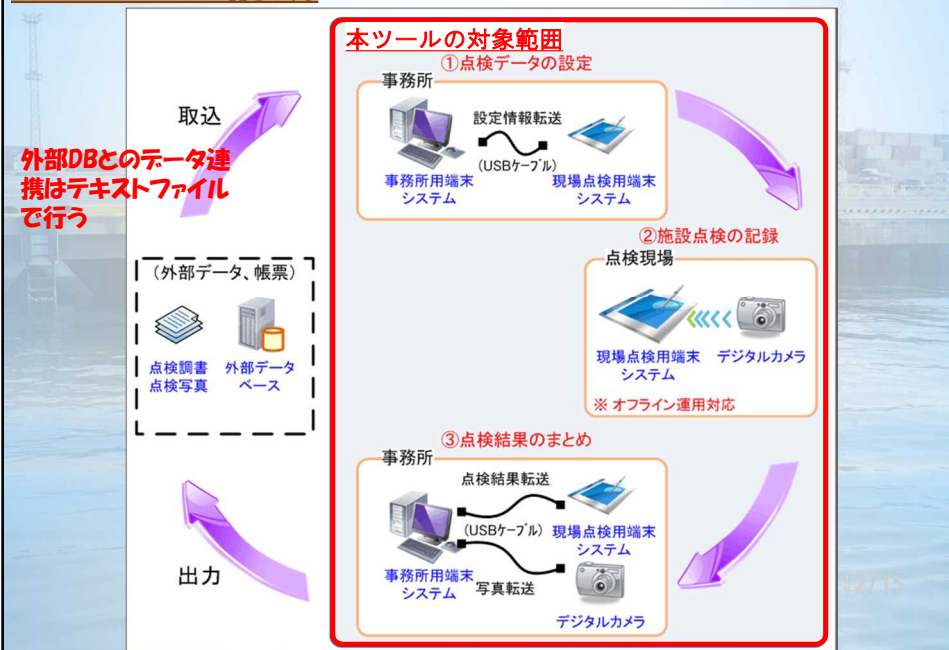
システムに求められる要件

点検実務における課題に対する解決策をシステム要件とした。

- (1) 点検作業中に作業位置が把握できる。
- (2) 過去の点検結果を参照できる。
- (3) 船上で安全に使うことができる。
- (4) 少人数、低予算で、手軽に利用できる。
- (5) 点検位置と撮影写真の紐付けを、容易に正確に行える。
- (6) 写真を漏れなく撮影できる。
- (7) 点検内容を簡単に記録できる。
- (8) 点検員の熟練度によらず、精度の高い劣化判定を行うことができる。

2014/12/15

システムの構成



12/15

システムの機能

事務所用端末システム



■主な機能

- ・施設情報の設定、点検位置図の作図
- ・点検項目の設定
- ・点検結果の閲覧、編集
- ・点検結果と写真の紐付け
- ・施設の評価結果の確認
- ・補修の概略コストの確認
※上部工（下面側）が対象
- ・帳票出力

現場点検用端末システム



■主な機能

- ・点検箇所の確認
- ・点検結果の記録
- ・写真の記録
- ・過去の点検結果の確認
- ・施設の評価結果の確認
※上部工（下面側）が対象

2014/12/15

事務所用端末システムの概要

①点検データの設定（基本諸元）

港湾施設の効率的な点検診断ツール

ファイル(F) 設定(N) ヘルプ(H)

施設情報設定

港～港[000] > A地区 > A橋脚[A-1]

基本諸元 | ブロック分割 | 点検位置図 | 部材設定 | 座標番号 | データ更新

■施設情報

港湾名	港～港
地区名 *	A地区
施設番号 *	A-1
施設名 *	A橋脚
施設名よみ仮名	
施設種類	橋脚施設-橋脚
構造形式	
施設延長(m) *	100
計画水深(m) *	15
設計水深(m) *	18
所在地	
利用状況等のメモ	

(*)は必須入力です

■施設の平面に関する情報

施設区分 *	通常点検診断施設
施設年 *	1970
設計使用期間(年) *	45
施設の総合評価	
施設の総合評価の設定日	

(*)は必須入力です

■施設の代表地点の位置、写真

◇代表地点の位置情報

北緯(度) (入力例: 35.672456)

東経(度) (入力例: 139.747853)

◇代表地点の写真

写真ファイル P7160003.JPG [写真指定] [写真削除]

写真の説明

■機能選択

港～港、施設の選択画面

1. 施設情報の設定

2. 点検情報の設定

3. 日常点検

4. 一統定期点検診断

5. 施設の評価

6. 補修、対策の履歴

事務所用端末システムの概要

①点検データの設定（ブロック分割）

港海施設の効率的な点検診断ツール

ファイル(F) 設定(N) ヘルプ(H)

施設情報設定
横浜港[A0001] > 本牧地区 > D-1棟[001]

基本設定 | **ブロック分割** | 点検位置図 | 部材設定 | 座標番号 | データ更新

■ブロック分割

追加 挿入 削除

選択			
ブロック番号 *	1	2	3
ブロック長(m) *	29	29	29
ブロック奥行き(m)	16	16	16
上部工面積の直接入力			
上部工面積(m ²)	368	368	368

(*)は必須入力です

■機能選択

港海・施設の
選択画面

**1. 施設情報の
設定**

2. 点検情報の
設定

3. 日常点検

4. 一時的定期
点検診断

5. 施設の評価値

6. 補修・対策の
履歴

点検履歴と点検データ

事務所用端末システムの概要

①点検データの設定（座標番号）

港海施設の効率的な点検診断ツール

ファイル(F) 設定(N) ヘルプ(H)

施設情報設定
ダムー港[0000] > A地区 > A棟[0-1]

基本設定 | ブロック分割 | 点検位置図 | **部材設定** | 座標番号 | データ更新

■座標設定する部材

鋼管杭[P]

■部材座標
設定ブロック ブロック1

追加 削除

No	座標	図上の位置	X	Y
1	1P11	175	112	
2	1P12	175	297	
3	1P13	175	362	
4	1P14	175	487	
5	1P21	325	112	
6	1P22	325	297	
7	1P23	325	362	
8	1P24	325	487	
9	1P31	475	112	
10	1P32	475	297	
11	1P33	475	362	
12	1P34	475	487	
13	1P41	625	112	
14	1P42	625	297	
15	1P43	625	362	

■点検位置図

座標位置図

杭間下面図(平面図)

■配置位置のマウス指定
位置指定中止

陸側

海側

部材表示設定

☒ 床板

☒ 梁・ハルチ

補助表示設定

☐ 格子間隔

50 px

■機能選択

港海・施設の
選択画面

**1. 施設情報の
設定**

2. 点検情報の
設定

3. 日常点検

4. 一時的定期
点検診断

5. 施設の評価値

6. 補修・対策の
履歴

点検履歴と点検データ

現場点検用端末システムの概要

②施設点検の記録

事務所端末から転送されたデータ

点検対象の施設を選択します

☐ 棧橋
 港 湾 ☐ △△港 ☐ □□地区
 所在地: ---
 備考: ---
 点検日: 2015/07/17 (更新: 07/17 14:13)
 写真設定: 【有】 地図設定: 【有】

場所を確認する
写真 地図

☐ 棧橋
 港 湾 ☐ △△港 ☐ □□地区
 所在地: ---
 備考: ---
 点検日: 2015/07/16 (更新: 08/12 15:03)
 写真設定: 【有】 地図設定: 【有】

場所を確認する
写真 地図

■現場点検用端末の機能

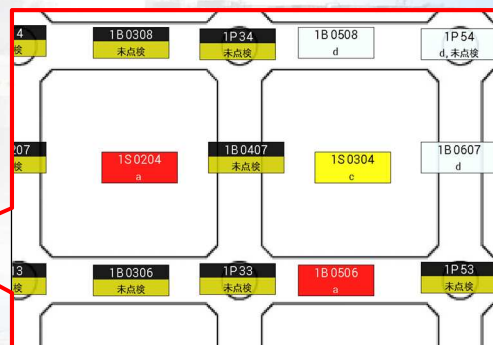
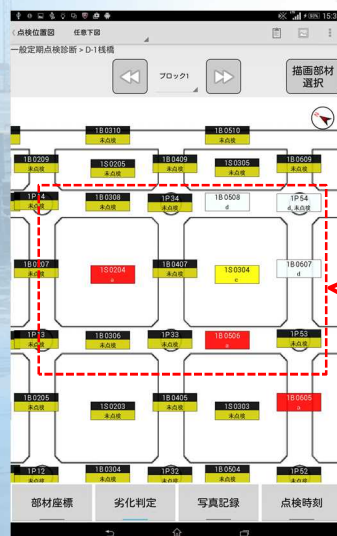
- ・点検箇所の確認
- ・点検結果の記録
- ・写真の記録
- ・過去の点検結果の確認
- ・施設の評価結果の確認



現場点検用端末システムの概要

②施設点検の記録

未点検箇所を確認できることで作業位置が把握できる



2014/12/15

現場点検用端末システムの概要

②施設点検の記録

過去の点検結果を参照できる

前回点検結果
劣化判定 判定基準

a ☐ 腐食による開孔や変形、その他著しい損傷がある。

点検結果を詳細に記録する

2014/12/15

現場点検用端末システムの概要

②施設点検の記録

点検位置と撮影写真の紐付けを容易かつ正確に行え、もれなく撮影できる。

点検位置 (選択)

点検項目 コンクリートの劣化、損傷

今回点検結果
劣化判定 (選択) 判定基準

a ☐ ひび割れがある。
☐ 剥離がある。

変状の種類 (テキストの入力)

スラブにひび割れ、遊離石反がある。

異常状態 (テキストの入力)

写真メモ (テキスト入力)

コンクリート方向

撮影写真

写真設定
2015/07/17 13:30:47

船上で安全に、手軽に使える。

2014/12/15

現場点検用端末システムの概要

②施設点検の記録

定型文入力支援により点検内容を簡単に記録できる

材料	劣化箇所	劣化状況	劣化原因	劣化程度
スラブ	表面	コンクリート	一方方向	局所的
はり	側面	鉄筋	複数方向	部分的
ハンチ	底面	鋼材	軸方向	広範囲
側壁	かぶり	中詰め砂	直角方向	全域
スクリュー	側面	鉄筋1	側面2	側面3
幅	点状	ひび割れ	湧汁	欠落・欠損
長さ	線状	浮き	腐食	流出
奥行き	帯状	剥離・剥落	浮き錆	ゲル吐出析出
深さ	網目状	遊離石灰	露出	穴開き

現場点検用端末システムの概要

②施設点検の記録

劣化度判定事例を参照して精度の高い判定ができる(熟練度によらない)

材料	劣化箇所	劣化状況	劣化原因	劣化程度
(RCスラブ)	かぶりの剥離がある	(RCスラブ)	かぶりの剥離がある	(RCスラブ)
(RCはり、ハンチ)	かぶりの剥離がある	(RCはり、ハンチ)	かぶりの剥離がある	(RCはり、ハンチ)
(RCはり、ハンチ)	かぶりの剥離がある	(RCはり、ハンチ)	かぶりの剥離がある	(RCはり、ハンチ)
(RCはり、ハンチ)	かぶりの剥離がある	(RCはり、ハンチ)	かぶりの剥離がある	(RCはり、ハンチ)
(RCスラブ)	鉄筋が部分的に露出している	(RCスラブ)	鉄筋が部分的に露出している	(RCスラブ)
(RCはり、ハンチ)	鉄筋が部分的に露出している	(RCはり、ハンチ)	鉄筋が部分的に露出している	(RCはり、ハンチ)
(RCはり、ハンチ)	鉄筋が部分的に露出している	(RCはり、ハンチ)	鉄筋が部分的に露出している	(RCはり、ハンチ)
(RCはり、ハンチ)	鉄筋が部分的に露出している	(RCはり、ハンチ)	鉄筋が部分的に露出している	(RCはり、ハンチ)



事務所用端末へのデータ転送

③点検結果のまとめ

点検履歴と点検データ

横浜港[A0001] > 本牧地区 > D-11棟[001] > 一般定期点検診断

点検履歴 点検結果 写真記録一覧(点検項目別) 全写真写真 現状写真等

■点検履歴選択
一般定期点検診断(2015/07/17) 点検状態:未完了

■点検項目の各部材座標における点検結果
点検項目 上部工(下部部)コンクリートの劣化、損傷

ブロック ブロック1

点検履歴と点検データ

点検結果の一覧(各部材の劣化度、写真など)

No	座標	図上の位置	X	Y	劣化判定	写真記録数
1	IS0101	50	80	d	0	
2	IS0102	50	141	d	0	
3	IS0103	50	241	a	2	
4	IS0104	50	387	d	0	
5	IS0105	50	497	d	0	
6	IS0201	180	77	d	0	
7	IS0202	180	144	a	1	
8	IS0203	180	241	a	1	
9	IS0204	180	384	d	1	
10	IS0205	180	495	d	0	
11	IS0301	310	77	c	1	
12	IS0302	310	145	c	1	
13	IS0303	310	241	a	1	
14	IS0304	310	384	a	1	
15	IS0305	310	495	a	1	

点検履歴と点検データ

1. 施設情報の設定 2. 点検情報の設定 3. 日常点検 4. 一般定期点検診断 5. 施設の評価 6. 補修、対策の履歴

事務所用端末へのデータ転送

③点検結果のまとめ(写真一覧)

点検履歴と点検データ

横浜港[A0001] > 本牧地区 > D-11棟[001] > 一般定期点検診断

点検履歴 点検結果 写真記録一覧(点検項目別) 全写真写真 現状写真等

■点検履歴選択
一般定期点検診断(2015/07/17) 点検状態:未完了

■点検項目の各部材座標における写真記録
点検項目 上部工(下部部)コンクリートの劣化、損傷

ブロック ブロック1

写真記録の一覧(点検項目ごと)

No	写真番号	写真	写真ファイル名	撮影日時	撮影方向(°)	写真メモ	部材座標	判定記録日時	劣化判定
0	0000		IMG_20150716_095500.jpg	2015/07/16 9:55:00			IS0201	2015/07/16 12:32:40	a
4	0041		IMG_20150716_095539.jpg	2015/07/16 9:55:39			IB0304	2015/07/16 12:34:26	a
5	0042		IMG_20150716_095554.jpg	2015/07/16 9:55:54			IB0304	2015/07/16 12:34:26	a
6	0043		IMG_20150716_095627.jpg	2015/07/16 9:56:27			IS0203	2015/07/16 9:56:45	a
7	0044		IMG_20150716_095741.jpg	2015/07/16 9:57:41			IB0405	2015/07/16 12:35:50	a

点検履歴と点検データ

1. 施設情報の設定 2. 点検情報の設定 3. 日常点検 4. 一般定期点検診断 5. 施設の評価 6. 補修、対策の履歴

事務所用端末へのデータ転送

③点検結果のまとめ（概略コスト）

港湾施設の効率的な点検診断ツール

ファイル(F) 設定(N) ヘルプ(H)

点検履歴と点検データ

△△地区 □□岸壁 > 施設の評価

施設の評価履歴 施設の性能 概略コスト

評価対象の点検履歴 一般定期点検診断(2015/07/17) 評価状態: 未完了

■構造物上部工(下面部)の補修の概略コストの推移

補修の概略コストは、構造物上部工の下面部(床版、梁、ハッチ)の点検結果から算出した、劣化度の代表値を用いて算出しています。(※ 手動設定した劣化度の代表値は使用しません。)

ブロック	16L	26L	36L
面積 (㎡)	368.0	368.0	368.0
現在の各ブロックの劣化度の代表値	a	b	a
現時点で補修した場合	59.2百万円	50.0百万円	59.2百万円
劣化した後に補修した場合	---年後 ---円	---年後 ---円	---年後 ---円
劣化した後に補修した場合	---年後 ---円	---年後 ---円	---年後 ---円
劣化した後に補修した場合	---年後 ---円	28年後 59.2百万円	---年後 ---円

ブロック2 の補修の概略コストの説明

この構造物のブロック2の現在の劣化度の代表値は「b」で、補修の概略コストは、今、補修するなら 50.0百万円 ですが、劣化度の代表値が「a」になる 28年後 以降は 59.2百万円 です。

○補修の概略コストの計算式

	補修単価(円/㎡)	劣化度の代表値に応じた補修対象面積(%)			
		劣化度の代表値 d	劣化度の代表値 c	劣化度の代表値 b	劣化度の代表値 a
表面補修工法	28500	70	100	100	0
断面補修工法(小)	77600	30	50	30	0
断面補修工法(大)	120000	0	50	70	0
打替え工法	161000	0	0	0	100

■機能選択

1. 施設情報の設定 2. 点検情報の設定 3. 日常点検 4. 一般定期点検診断 5. 施設の評価 6. 補修・対策の履歴

事務所用端末からのデータの出力

④出力結果（点検記録表）

点検診断記録表

港湾名 ○○港

地区・施設名 △△地区 □□岸壁

点検者

点検日時 2015年07月17日(金)

天候 気温

SCOP

構造形式

部材区分 主要部材

ブロック番号

ブロック

点検箇所・判定基準

点検結果集

点検項目

点検方法

判定基準

劣化度の判定基準

劣化度分布

所見(メモ)

点検箇所	点検結果	所見	点検箇所	点検結果	所見
1B0106	b	ハンチに剥離・剥落がある。	1B0405	a	はりにコンクリートの剥離・剥落・欠損がある。
1B0203	a	ハンチにコンクリートの剥離・剥落がある。	1B0407	a	はりにコンクリートの剥離・剥落がある。
1B0205	a	はりに20cm以上のコンクリートの浮きがある。	1B0409	a	はりに剥離・剥落がある。
1B0207	a	はりにコンクリートの剥離・剥落・欠損・欠損がある。	1B0504	a	はりにコンクリートの欠損・欠損がある。
1B0209	a	はりにコンクリートの剥離・剥落がある。	1B0506	a	はりに30cm以上のひび割れがある。
1B0304	a	はり全体にコンクリートの欠損・欠損がある。	1B0508	a	はりのコンクリートに剥離・剥落がある。
1B0306	a	はりに20cm以上の欠損・欠損がある。	1B0601	a	はりにコンクリートの剥離・剥落・剥離がある。
1B0309	a	はりにコンクリートの剥離・剥落・欠損・欠損がある。	1B0603	a	ハンチにコンクリートの剥離・剥落がある。

事務所用端末からのデータの出力

④出力結果（写真帳）

点検記録(写真)		点検日	点検者		SCOPE	
港湾	〇〇港	2015年07月17日(金)	地区	△△地区		
施設	□□岸壁		施設種類	橋樑	構造形式	橋桁橋
部材	上部工(下面部)	点検項目	コンクリートの劣化、損傷			
ブロック	3	部材座標	3B0304	診断結果	a	0006
		写真番号 (写真メモ) 梁全体の欠損				
部材	上部工(下面部)	点検項目	コンクリートの劣化、損傷			
ブロック	3	部材座標	3B0306	診断結果	a	0003
		写真番号 (写真メモ)				
部材	上部工(下面部)	点検項目	コンクリートの劣化、損傷			
ブロック	3	部材座標	3B0308	診断結果	a	0001
		写真番号 (写真メモ)				

点検記録(写真)		点検日	点検者		SCOPE	
港湾	〇〇港	2015年07月17日(金)	地区	△△地区		
施設	□□岸壁		施設種類	橋樑	構造形式	橋桁橋
部材	上部工(下面部)	点検項目	コンクリートの劣化、損傷			
ブロック	3	部材座標	3B0706	診断結果	a	0006
		写真番号 (写真メモ)				
部材	上部工(下面部)	点検項目	コンクリートの劣化、損傷			
ブロック	3	部材座標	3B0805	診断結果	a	0016
		写真番号 (写真メモ) ベンチに剥離と鉄筋の露出				
部材	上部工(下面部)	点検項目	コンクリートの劣化、損傷			
ブロック	3	部材座標	3B0807	診断結果	a	0009
		写真番号 (写真メモ)				

まとめ

- 栈橋を対象として、現状で実施可能な目視調査から、補修の要否や緊急性の評価、ならびにライフサイクルコストの概略算定が可能なシステムを開発した。
- 本システムの使用方法は、日常点検や定期点検に携行し、目視調査結果を入力することを想定している。
- 本システムにより、維持管理技術の底上げが図られ、維持管理の確実な実施による港湾施設の安全性の向上が期待できる。

2014/12/15

