

【参考2】

点検診断の効率化に向けた工夫事例集（案）

令和5年3月現在

国土交通省

港湾局

## 目 次

第1章 点検診断の効率化に向けた工夫事例集の概要	1
第2章 点検診断の効率化に向けた工夫事例	2
(1) 業務艇による泊地の点検診断	3
(2) 防波堤の一般臨時点検診断結果の活用	5
(3) 岸壁の日常点検情報の共有と一般点検診断への活用	8
(4) 荷さばき地の変状とその対応に関する情報の共有	12
(5) 複数施設での電位測定の実施	14
(6) 港湾管理者による鋼矢板岸壁の一般定期点検診断	15
第3章 点検診断における新技術の活用事例	17
(1) ドローンによる護岸の台風被害調査	18
(2) ドローンによる高波浪来襲前後の防波堤の状況確認	24
(3) ドローンとマルチビームによる防波堤の被災調査	28
(4) ドローンとマルチビームによる消波工の現況調査	37
(5) マルチビーム測深機により海底探査	41
(6) マルチビーム測深機により深浅測量	43
(7) GPS情報付き写真の記録・保存の一例	45
(8) ロボットの活用その1 栈橋上部工点検用ROV	47
(9) ロボットの活用その2 栈橋上部工点検用無線式LANボート	50
(10) RTK-GNSSによる地震発生前後の岸壁の状況確認	52
<b>【付録】 点検診断の効率化に向けた港湾管理者の取組み事例</b>	
(1) 苫小牧港港湾施設点検診断要領（案）	
(2) GPS情報を利用した画像データ活用事例（苫小牧港管理組合）	

## 第1章 点検診断の効率化に向けた工夫事例集の概要

本事例集は、技術基準対象施設の点検診断の効率化に向けた工夫を紹介することを目的としたもので、「第2章 点検診断の効率化に向けた工夫事例」、「第3章 点検診断における新技術の活用事例」からなる。また、付録として、点検診断の効率化に向けた港湾管理者の取組み事例を紹介する。

「第2章 点検診断の効率化に向けた工夫事例」では、定期の点検診断における労力の軽減を目的とした日常点検記録の活用や、独自の点検診断簿の作成例等について紹介する。あわせて、定期の点検診断における点検費用の削減に向けた工夫事例を紹介する。

「港湾の施設の点検診断ガイドライン」において、「点検診断においては、効率性、客観性を重視し、新技術の活用を積極的に検討することが望ましい」旨が記載されて以降、様々な新技術の活用が進められてきた。「第3章 点検診断における新技術の活用事例」では、ドローンによる護岸の被災調査ほか、ドローンやナローマルチビームを活用した3次元測量や、WebGISを活用した点検診断結果の記録・保存の例のほか、点検診断の安全性向上を目指して開発されたロボット等について紹介する。

「点検診断項目は、必ずしもすべてを網羅する必要は無く、また必要に応じて新たな項目を追加する等して、施設の設置者が適切に必要な点検診断の項目を定める。」と「港湾の施設の点検診断ガイドライン」にあり、港湾管理者は、設置者が定めた点検診断項目の中から、現場条件や利用特性等を踏まえ、適切に取捨選択することが重要である。

本事例集は、技術基準対象施設の点検診断の項目、方法、頻度等の設定の参考となるものであるが、その適用に当たっては、上記を十分に理解しておく必要がある。

## 第2章 点検診断の効率化に向けた工夫事例

定期の点検診断における労力の軽減を目的とした日常点検記録の活用や、独自の点検診断簿の作成例等について紹介する。

あわせて、定期の点検診断における点検費用の削減に向けた工夫事例を紹介する。

- 事例（1）業務艇による泊地の点検診断
- 事例（2）防波堤の一般臨時点検診断結果の活用
- 事例（3）岸壁の日常点検情報の共有と一般点検診断への活用
- 事例（4）荷さばき地の変状とその対応に関する情報の共有
- 事例（5）複数施設での電位測定の実施
- 事例（6）港湾管理者による鋼矢板岸壁の一般定期点検診断

## （１）業務艇による泊地の点検診断

巡回点検に加え、台風通過後等、港湾振興会、港湾BCP連絡協会及び利用者等（以下「利用者」という。）から異常の通報をもって日常点検とし、蓄積された日常点検の情報を確認するとともに、直轄所有の港湾業務艇に簡易測深を要請して、一般定期点検診断を行った例を示す。

### 【日常点検】

- ・巡回点検及び利用者からの通報により浮遊物の撤去等に対応し、巡回記録簿に状況を記録した。

### 【一般定期点検診断】

- ・一般定期点検診断は、目視又は簡易測深により5年に1回行うこととしていた。ただし、5年間の巡回記録簿から、船舶の安全かつ円滑な航行と停泊に支障がないことが確認される場合は、その確認をもって一般定期点検診断に代えることとした。
- ・利用者へのヒアリングの結果、一部水深を確認した方がよい水域があったため、直轄事務所へ港湾業務艇での簡易測深の協力要請を行った。港湾業務艇のナローマルチビームによる簡易測深を行った結果、水深が確保されていることが確認された。
- ・巡回記録簿の確認及び簡易測深の結果から、「一般定期点検診断簿（泊地）」にしたがって変状の有無を判定し、施設の性能低下度を評価した。

### 【点検診断結果の記録・保存】

- ・パソコン内にデータ保管場所を設定し、簡易測深結果と「一般定期点検診断簿（泊地）」を保存するとともに、点検診断結果を維持管理情報データベースに登録した。

一般定期点検診断簿（泊地）

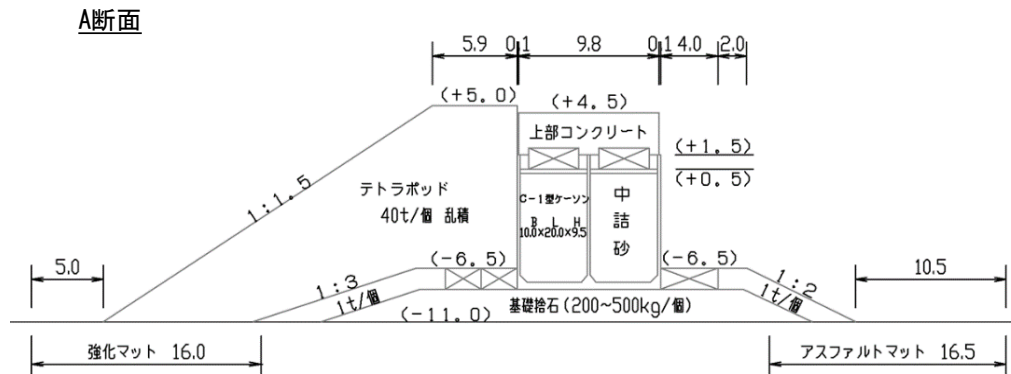
港湾名	AAA港		点検者	管理 太郎		備考	
地区 施設番号	△△地区 A-9-XX		点検日時	2019年 ○月 ○日			
施設名	EE1泊地		実施単位	1施設			
点検診断項目の分類	点検診断項目	点検方法	判定の着目点	「港湾の施設の点検診断ガイドライン」に示される劣化度の判定基準のうち、「a」に着目		変状の有無	判定後の対応
				判定基準			
I類	水深	・簡易測深装置による測深或いは、関係者からのヒアリング ※ヒアリング先：AAA港港湾振興協、港湾BCP連絡会議、施設利用者	・泊地や船だまりで規定の水深を満足していないところがあるか。			レ	—
	泊地・船だまりの状態	・目視や関係者からのヒアリング ※ヒアリング先：AAA港港湾振興協、港湾BCP連絡会議、施設利用者	・泊地や船だまりに浮遊障害物があるか。			レ	—
特記事項 ・変状の状態 ・変状「有」の場合の対応 等		<ul style="list-style-type: none"> <li>・前回の点検診断時の性能低下度は「D」</li> <li>・2014年□月□日～2019年□月□日までの5年間の巡回記録簿から、泊地・船だまりにおける浮遊物の撤去等への対応を確認した。</li> <li>・水深は、2019年□月□日に実施した港湾業務艇のナローマルチビームによる簡易測深から判定した。</li> </ul>				性能低下度の評価	
						D	
点検データ保管場所	共有パソコン/維持管理/AAA港/△△地区/A-9-XX EE1泊地						
写真や撮影位置の添付、留意事項や今後の対応等を記載する欄							

## （２）防波堤の一般臨時点検診断結果の活用

大型台風通過後に防波堤の一般臨時点検診断を行い、この結果を一般定期点検診断の結果に代えた例を示す。

### 【施設概要】

消波ブロック被覆堤（延長〇〇m）



### 【事前準備】

- ・ドローンの飛行範囲の確認、作業許可申請等の手続きを行った。
- ・「港湾の施設の点検診断ガイドライン」を参考に、「点検診断簿（防波堤）」を準備した。

### 【点検診断】

- ・ドローンによって、港内側から堤体の移動、上部工の損傷、ケーソンの損傷を、港外側から消波ブロックの移動や沈下の状況を撮影した。
- ・撮影した画像をパソコン画面で確認しながら、「点検診断簿（防波堤）」にしたがって各点検診断項目について変状の有無を判定し、施設の性能低下度を評価した。
- ・ドローンで撮影した画像の代表的な個所を、「点検診断簿（防波堤）」に添付した。
- ・主要な点検診断項目を網羅した一般臨時点検診断を実施したことから、この点検診断結果を一般定期点検診断の結果に代えることとした。

### 【点検診断結果の記録・保存】

- ・パソコン内にデータ保管場所を設定し、ドローンで撮影した画像と「点検診断簿」をデジタル情報として保存するとともに、点検診断結果を維持管理情報データベースに登録した。

初回・定期・~~臨時~~点検診断簿(防波堤) (1/2)  
 (\*上記の該当するものにつけて使用)

港湾名	AAA港		点検者	管理 太郎		備考	
地区 施設番号	△△地区 B-1-XX		点検日時	2019年 ○月 ○日			
施設名	EE1防波堤		実施単位	1施設			
点検診断項目の分類	点検診断の項目	点検方法	判定の着目点	「港湾の施設の点検診断ガイドライン」に示される劣化度の判定基準のうち、「a」に着目		変状の有無	判定後の対応
			判定基準		有		
Ⅰ類	ケーソンの移動	ドローン	・マウンドから外れているケーソンがあるか。		レ	—	
	ケーソン(コンクリートの劣化、損傷)	ドローン	・中詰材が流出するような穴・ひび割れ・欠損や、広範囲に亘り鉄筋が露出している箇所があるか。		レ	—	
Ⅱ類	ケーソンの沈下	ドローン	・ケーソンの著しい沈下(1m程度)があるか。		レ	—	
	上部工(コンクリートの劣化、損傷)	ドローン	・防波堤の性能に影響を及ぼす程度の欠損があるか。(上部工の欠損により天端高が確保されていない等)		レ	—	
	消波工(移動、散乱、沈下)	ドローン	・ケーソン1函分以上に亘って、消波工断面がブロック1層分以上減少している箇所があるか。		レ	—	
	消波工(損傷、欠損)	ドローン	・消波工が欠損している箇所の合計長さが1施設の約1/4以上あるか。		レ	—	
特記事項 ・変状の状態 ・変状「有」の場合の対応 等	・前回の点検診断時の性能低下度は「C」 ・点検診断項目Ⅰ類・Ⅱ類ともに、劣化度a相当の変状はない。					性能低下度の評価  C	
点検データ保管場所	共有パソコン/維持管理/AAA港/△△地区/B-1-XX EE1防波堤						
写真や撮影位置の添付、留意事項や今後の対応等を記載する欄							



初回・定期・**臨時**点検診断簿(防波堤) (2/2)  
 (\*上記の該当するものに○をつけて使用)

港湾名	AAA港	点検者	管理 太郎	備考
地区 施設番号	△△地区 B-1-XX	点検日時	2019年 ○月 ○日	
施設名	EE1防波堤	実施単位	1施設	

写真や撮影位置の添付、留意事項や今後の対応等を記載する欄



①消波工沈下（変状なし）動画ファイル1：5分10秒頃



②本体工のずれ（変状なし）動画ファイル2：3分21秒頃



③本体工のずれ（変状なし）動画ファイル2：5分03秒頃

### （３）岸壁の日常点検情報の共有と一般点検診断への活用

日常点検においてGPS機能付カメラを用いて施設の状態を撮影し、地図ソフトを用いて変状の情報を関係者で共有化した例を示す。また、この施設では、蓄積された日常点検データに基づいて、施設の性能低下度を評価している。

#### 【施設概要】

近接のA、B岸壁と比較して小規模な重力式岸壁であり、利用頻度が低いことから、施設の維持管理・更新に関する優先度は低い。ただし、A、B岸壁の利用制限時には代替施設としての役割を有している。このような利用特性を踏まえて、日常点検の方法、及び日常点検データを活用した一般定期点検診断の方法を設定した。

#### 【日常点検】

- ・施設の利用がない時に、法線の凹凸、出入りを確認し、附帯設備、上部工、本体工、エプロンの状態をGPS機能付カメラで撮影した。
- ・撮影した写真を、地図ソフトを用いて地図に貼り付け、共有サーバーに保存することにより、関係者と施設の変状の情報を共有した（図－１、図－２参照）。



図－１ 写真データ共有の流れ

※１：クラウドストレージ…サービス事業者が貸し出す、インターネット上（クラウド）にあるストレージ（記憶装置）

※２：WebGIS…地理情報システムをインターネットを使って操作できるようにしたシステム（注意）サービスを利用する際は、取り扱う情報量、情報セキュリティーなどを踏まえて、利用に際してのリスクを検討する必要がある。

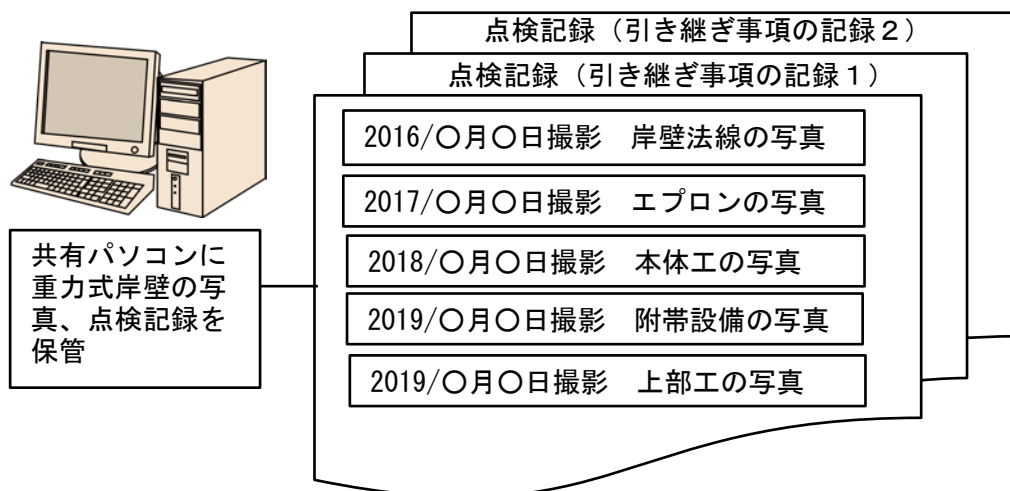

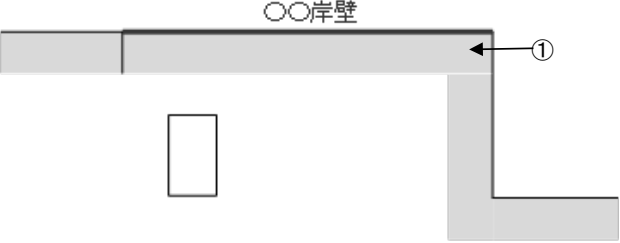


図-2 点検データの保管

**【日常点検結果の活用】**

- ・ 2014年〇月〇日～2019年〇月〇日までの5年間、蓄積された写真から変状の経時変化を確認し、次ページに示す「一般定期点検診断簿」に基づいて変状の有無を判定して、施設の性能低下度を評価した。

一般定期点検診断簿（重力式岸壁） (1/2)

港湾名	AAA港		点検者	管理 太郎		備考	
地区 施設番号	△△地区 C-1-XX		点検日時	2019年 ○月 ○日			
施設名	FF1岸壁		実施単位	1施設			
点検診断項目の分類	点検診断の項目	点検方法	判定の着目点	「港湾の施設の点検診断ガイドライン」に示される劣化度の判定基準のうち、「a」に着目		変状の有無	
			判定基準		有	無	判定後の対応
I類	岸壁法線（凹凸、出入り）	目視	・隣接する方塊ブロックとの間に20cm以上の凹凸がある箇所があるか。			レ	
	エプロン（沈下、陥没）	目視	・方塊ブロック背後の土砂が流出している箇所があるか。 ・方塊ブロック背後のエプロンに陥没があるか。 ・車両の通行や歩行に重大な支障があるか。			レ	—
	方塊ブロック（重量の減少を伴うブロックの劣化、損傷）	目視	・方塊ブロックに、重量の減少を伴う欠損やひび割れがあるか。			レ	—
II類	エプロン（舗装の劣化、損傷）	目視	・車両の通行や歩行に支障がある段差、ひび割れ等があるか。			レ	—
	上部工（コンクリートの劣化、損傷）	目視	・係船岸の性能を損なうような変状があるか。			レ	—
III類	附帯設備	目視	次 頁			レ	—
特記事項		<ul style="list-style-type: none"> <li>・変状の状態</li> <li>・変状「有」の場合の対応 等</li> </ul>				性能低下度の評価	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・前回の点検診断時の性能低下度は「C」</li> <li>・2014年□月□日～2019年□月□日までの5年間に蓄積された写真から、上記の点検診断項目について変状の有無を確認した。</li> <li>・点検診断項目I類、II類ともに、劣化度a相当はない。</li> </ul>				C	
点検データ保管場所		共有パソコン/維持管理/AAA港/△△地区/C-1-XX FF1岸壁					
写真や撮影位置の添付、留意事項や今後の対応等を記載する欄							
							

一般定期点検診断簿（重力式岸壁） (2/2)

港湾名	AAA港		点検者	管理 太郎		備考	
地区 施設番号	△△地区 C-1-XX		点検日時	2019年 ○月 ○日			
施設名	FF1岸壁		点検実施単位	1施設			
点検診断項目の分類	点検診断の項目	点検方法	判定の着目点	「港湾の施設の点検診断ガイドライン」に示される劣化度の判定基準のうち、「a」に着目		変状の有無	
			判定基準		有	無	判定後の対応
Ⅲ類	係船柱及び係船環 本体の劣化、損傷、塗装のはがれ等の状態	目視	・破損、損傷等により使用できない状態となっているか。			レ	
	防衝設備 本体の損傷、破損、取付金具の腐食等の状態	目視	・本体(ゴム)：脱落、永久変形があるか。 ・取付金具：ゆるみ、抜け、曲がり、切断があるか。			レ	—
	照明設備	目視	・点灯しない灯具があるか。 ・支柱が変形しているか。			レ	—
	車止め	目視	・欠損はあるか。 ・性能上支障となる損傷、変形があるか。			レ	—
	排水設備破損、グレーチングの変形、腐食	目視	・排水溝、排水ますに破損箇所があるか。 ・グレーチングが紛失している、または、変形・腐食が著しく、使用に耐えない箇所があるか。			レ	—
	柵、扉、ロープ	目視	・性能上支障となる損傷、変形があるか。			レ	—
	標識等	目視	・標識板の視認性が著しく悪く、機能上支障となる損傷、変形があるか。			レ	—
	はしご	目視	・欠落はあるか。 ・損傷、腐食が著しく、使用上危険な状態となっているか。			レ	—
点検データ保管場所		共有パソコン/維持管理/AAA港/△△地区/C-1-XX FF1岸壁					
写真や撮影位置の添付、留意事項や今後の対応等を記載する欄							

#### （４）荷さばき地の変状とその対応に関する情報の共有

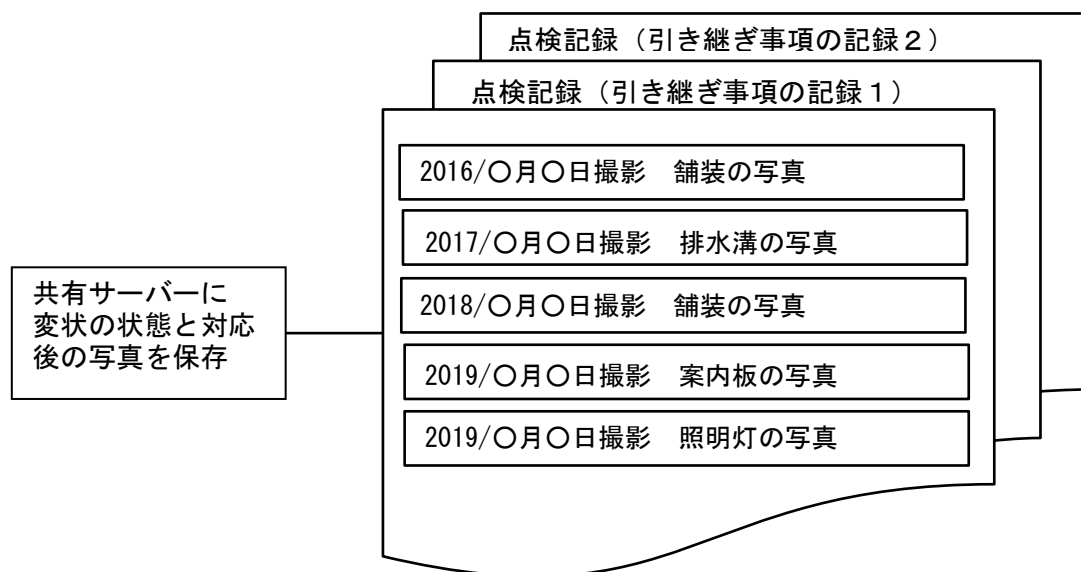
日常点検の記録と変状に対する補修等の対応について、関係者で共有化した例を示す。また、この施設では、蓄積された日常点検データに基づいて、施設の性能低下度を評価している。

##### 【施設概要】

車両の往来が少ない小規模な施設であり、施設の維持管理・更新に関する優先度は低い。しかし、施設の安全かつ円滑な利用を確保するため、日常点検において作業に支障を来す変状が確認された場合には、速やかに補修等の対応を講じることとしている。また、日常点検のデータや補修等の対応については、都度、共有サーバーに保存し、関係者と情報の共有を図っている。

##### 【日常点検】



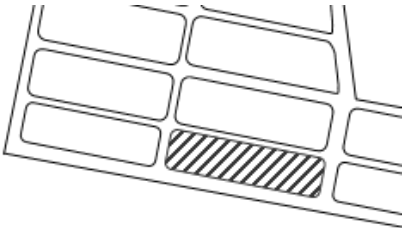
- ・ 舗装の状況、照明や案内板の劣化、損傷の有無を確認している。変状が確認された場合は、速やかに補修等の対応を講じるとともに、変状の状態と対応後の状況を撮影し、共有サーバーに保存している。



##### 【日常点検結果の活用】

- ・ 2016年〇月〇日～2019年〇月〇日までに蓄積された写真から、舗装と付帯設備について、変状が起きた場合に適切に補修等の措置が講じられていることを確認するとともに、日常点検担当者や関係者からのヒアリングにより、変状の発生と対応の記録漏れがないことを確認した。このことから、次ページに示す「一般定期点検診断簿（荷さばき地）」に基づいて変状の有無を判定して、一般定期点検診断の結果に代えることとした。

一般定期点検診断簿（荷さばき地）

港湾名	AAA港		点検者	管理 太郎		備考	
地区 施設番号	△△地区 F-4-XX		点検日時	2019年 ○月 ○日			
施設名	KK1荷さばき地		実施単位	1施設			
点検診断項目の分類	点検診断の項目	点検方法	判定の着目点	「港湾の施設の点検診断ガイドライン」に示される劣化度の判定基準のうち、「a」に着目		変状の有無	
			判定基準			有	無
I類	舗装（沈下、陥没）	目視	・舗装の沈下、陥没があるか。			レ	—
II類	舗装（劣化、損傷）	目視	・舗装の劣化、損傷があるか。			レ	—
III類	附帯設備	目視	・附帯設備に使用できないような損壊、損傷があるか。			レ	—
特記事項 ・変状の状態 ・変状「有」の場合の対応 等		<ul style="list-style-type: none"> <li>・前回の点検診断時の性能低下度は「C」</li> <li>・2017年○月○日～2019年○月○日までに蓄積された写真および関係者へのヒアリングにより、上記の点検診断項目については変状は見られないことを確認した。</li> <li>・点検診断項目I類、II類ともに、劣化度a相当はない。</li> </ul>				性能低下度の評価	
点検データ保管場所		共有パソコン/維持管理/AAA港/△△地区/F-4-XX_KK1荷さばき地					
写真や撮影位置の添付、留意事項や今後の対応等を記載する欄							
2018年○月○日に発見された舗装の変状		2018年○月○日に発見された舗装の変状					
							
2018年○月○日補修完了		2018年○月○日補修完了					
							

### （５）複数施設での電位測定の実施

港内の複数の鋼構造物について、電位測定を同時期にまとめることにより、点検費用の縮減を図った例を示す。

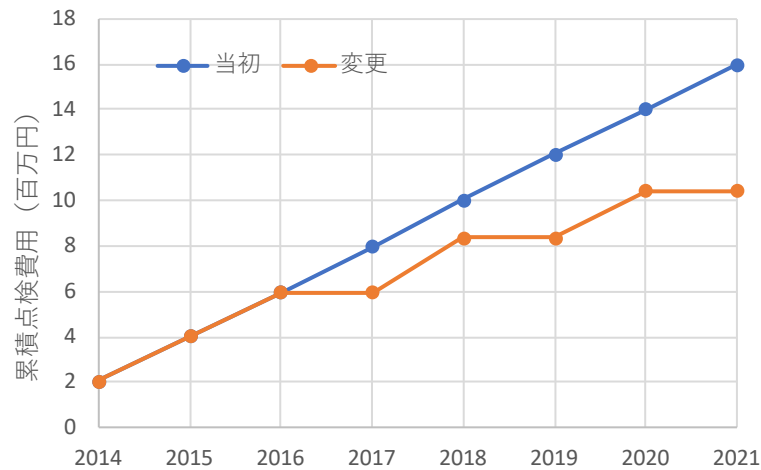
施設名	BL	電位測定箇所数
直杭式横棧橋 A	10スパン	40箇所
直杭式横棧橋 B	5スパン	15箇所
鋼矢板式岸壁 C	5スパン	15箇所
鋼矢板式岸壁 D	8スパン	24箇所
鋼矢板式護岸 E	10スパン	25箇所

各施設の電位測定スケジュール（当初）

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
直杭式横棧橋 A	■					■		
直杭式横棧橋 B		■					■	
鋼矢板式岸壁 C			■					■
鋼矢板式岸壁 D				■				
鋼矢板式護岸 E					■			

各施設の電位測定スケジュール（変更）

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
直杭式横棧橋 A	■				■ ← □	□		
直杭式横棧橋 B		■					■	
鋼矢板式岸壁 C			■				■ ← □	
鋼矢板式岸壁 D				□ →	■			
鋼矢板式護岸 E					■			





## （６）港湾管理者による鋼矢板岸壁の一般定期点検診断

鋼矢板岸壁の一般定期点検診断を、港湾管理者自ら実施した例である。施設の構造形式と利用形態を踏まえて、日常点検で対応する点検項目と、一般定期点検診断での点検診断項目および方法を設定した。また、これまで外部委託により行っていた電気防食の電位測定について、照合電極及び高抵抗電圧計を準備して直営で実施した。

### 【点検診断】

- ・「港湾の施設の点検診断ガイドライン」を参考に「点検診断簿（鋼矢板式岸壁）」を準備した。
- ・舗装の劣化・損傷と附帯設備については、日常点検において作業に支障を来す変状が確認された場合に、速やかに補修等の対応を講じることとした。
- ・陸上からの目視により、岸壁法線、エプロンの沈下・陥没について、変状の有無を確認した。
- ・船上からの目視により、鋼矢板の腐食・亀裂、上部工、被覆防食工（重防食被覆）について、変状の有無を確認した。調査は、干潮かつ船舶の接岸がないときに行った。
- ・電位測定は、電位測定端子の設置地点とその中間地点で行うこととし、深度方向の測定は計 6 点（M. L. W. L.、L. W. L.、L. W. L. -1m、L. W. L. -2m、L. W. L. -3m、L. W. L. -4m）とした。測定中は、測定点ごとに防食管理電位（海水塩化銀電極の場合、-800mV）の維持の有無を判定した。



高抵抗電圧計      海水塩化銀電極

注意：照合電極は、電位測定の前に、必ず防食専門業者に校正を依頼する必要がある。照合電極内の液体が減少したり結晶化したりすると、電位を正しく測定できない。

- ・施設の性能低下度は、点検診断項目Ⅰ類において変状「有」がある場合は「A」、点検診断項目Ⅱ類において変状「有」がある場合は前回点検診断時から 1 ランク下げて評価し、すべて変状「無」の場合は前回点検診断時から変化しないものとした。

### 【点検診断結果の記録・保存】

- ・パソコン内にデータ保管場所を設定し、点検診断簿を保存するとともに、点検診断結果を維持管理情報データベースに登録した。

点検診断簿（鋼矢板式岸壁）

港名	〇〇港		点検者	■ ■ ■ ■		点検の種類	
地区	△△地区		点検日	2019年 ○月 ○日		初回	
施設番号	C-5-XX		天気	晴れ 気温20℃		一般定期	
施設名	GGG岸壁		評価単位	1施設		一般臨時	
点検診断項目の分類	点検診断の項目	点検方法	変状の有無の判定基準			変状の有無	
						有	無
I 類	岸壁法線の凹凸	陸上からの目視	隣接する上部工との間に20cm以上の凹凸があるか。				レ
	エプロンの沈下・陥没	陸上からの目視	矢板式背後のエプロンに陥没があるか。				レ
	鋼矢板	船上からの目視	腐食による開孔や変形、その他著しい損傷があるか。				レ
II 類	上部工	船上からの目視	係船岸の性能を損なうような変状があるか。				レ
	被覆防食工（重防食被覆）	船上からの目視	著しい劣化や損傷があり、鋼材の腐食が確認されるか。				レ
	電気防食工	電位測定	防食管理電位(-800mV)が維持されていない箇所があるか。				レ
そのほか	舗装の劣化・損傷、附帯設備 作業に支障を来す変状は速やかに補修等の対応を講じているが、留意事項があれば右欄に記載		—				レ
特記事項 ・変状の状態 ・変状「有」の場合の対応 等		<ul style="list-style-type: none"> <li>・前回の点検診断時の性能低下度は「C」</li> <li>・点検診断項目 I 類・II 類ともに、劣化度a相当はない</li> </ul>				性能低下度 <b>C</b>	
点検診断データ保管場所		共有パソコン/維持管理/〇〇港/△△地区/C-5-XX					
(写真や撮影位置を添付)							

### 第3章 点検診断における新技術の活用事例

ドローンによる防波堤の被災調査ほか、ドローンやナローマルチビームを活用した3次元測量や、WebGISを活用した点検診断結果の記録・保存の例のほか、点検診断の安全性向上を目指して開発されたロボット等について紹介する。

- ・事例（1）ドローンによる護岸の台風被害調査
- ・事例（2）ドローンによる高波浪来襲前後の防波堤の状況確認
- ・事例（3）ドローンとマルチビームによる防波堤の被災調査
- ・事例（4）ドローンとマルチビームによる消波工の現況調査
- ・事例（5）マルチビーム測深機により海底探査
- ・事例（6）マルチビーム測深機により深浅測量
- ・事例（7）GPS情報付き写真の記録・保存の一例
- ・事例（8）ロボットの活用その1 栈橋上部工点検用ROV
- ・事例（9）ロボットの活用その2 栈橋上部工点検用無線式LANポート
- ・事例（10）RTK-GNSSによる地震発生前後の岸壁の状況確認

新技術の活用事例は、今後、必要に応じて更新する。

## (1) ドローンによる護岸の台風被害調査

令和元年台風 19 号横浜被害調査速報

◎日時：令和元年 10 月 13 日

◎調査機関：(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所

◎調査地点：金沢区福浦地区

◎ドローンの飛行時間と回数

- ・ 1 回の飛行時間は 20 分。
- ・ 福浦地区の被災確認には計 3 回飛行。

◎使用したドローンと基地局 (Phantom 4 -RTK)



ドローン (Phantom 4)



RTK (固定) 基地局



1cm+1ppm  
RTK 水平方向の測位精度



1.5cm+1ppm  
RTK 垂直方向の測位精度



5cm\*  
(\*晴天時の条件で、高度36m、  
地上画素寸法(GSD)1cmで飛行している場合。)  
写真測量モデルの水平方向での絶対精度

### ◎誤差

測位衛星からの電波を受信機によって受信するだけでなく、地上に設置しているRTK (固定) 基地局からの電波を同時に交信することで、測位の精度を高めた。

誤差は1.5cm程度であった。

## 1) 金沢区福浦地区

図1～図7は金沢区福浦地区の状況である。本護岸では、台風15号によるパラペットの倒壊箇所の背後と、緑地を挟んだ道路のガードレールの前面に土嚢（以下、”背後土嚢”とよぶ）が設置されていた。パラペット背後の土嚢は、図-1、2、5、6のような散乱が見られた。一方で、”背後土嚢”の散乱は図5に見られる程度であった。図5の箇所はガードレールが無い部分であり、越波によって背後の土嚢が散乱していた。

また、パラペット倒壊箇所でも図-7のように土嚢があまり散乱しない箇所も見られた。

台風19号に対しては全般に、パラペット直背後の土嚢と、ガードレールに設置された”背後土嚢”が越波に対して機能していたものと考えられる。

なお、図3の護岸が崩壊した消波工端部では波当たりが激しく、土嚢の散乱が激しかった。

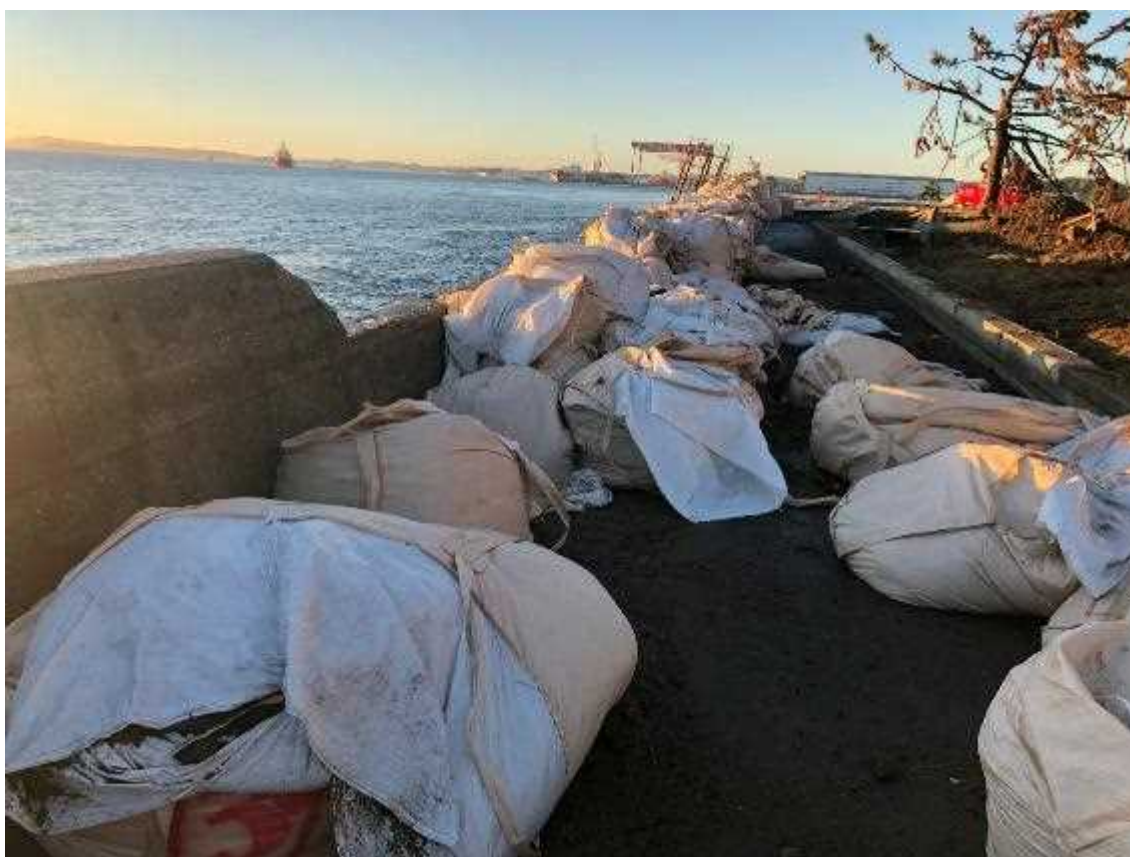


図-1 金沢区福浦地区 土嚢の飛散状況



図－2 金沢区福浦地区土嚢の飛散状況



図－3 金沢区福浦地区 消波工端部での土嚢の飛散状況

引用資料：令和元年台風19号横浜被害調査速報、（国研）海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所、令和元年10月



図-4 金沢区福浦地区 築山付近



図-5 金沢区福浦地区

パラペットの土嚢は飛散し、ガードレールの無い箇所の背後土嚢が一部飛散

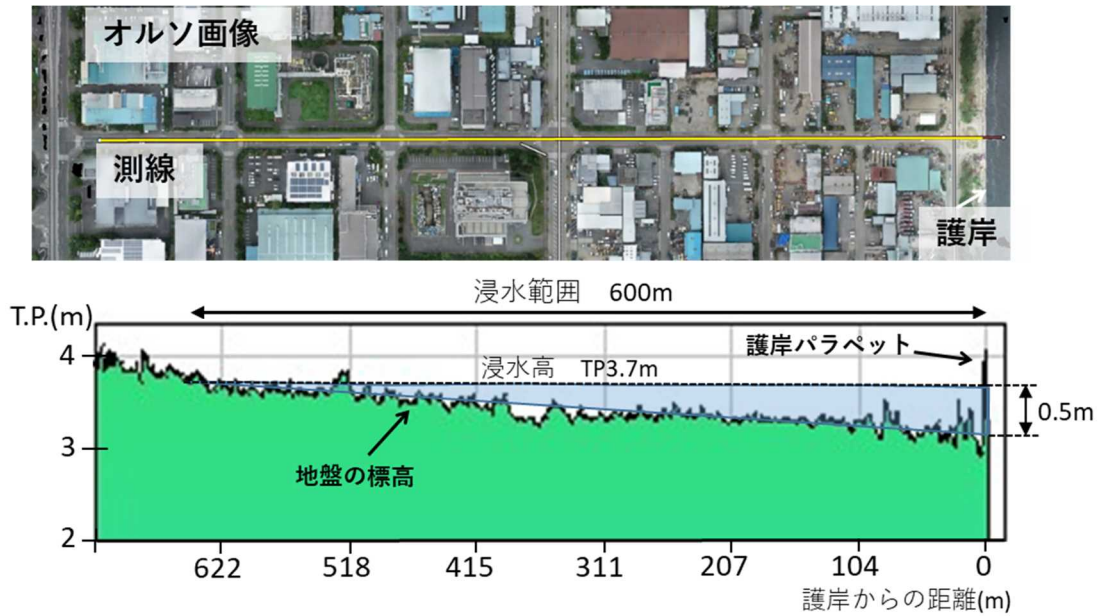


図－6 金沢区福浦地区  
パラペットの土嚢は飛散したもの、背後の土嚢は飛散していない



図－7 金沢区福浦地区  
パラペットの土嚢の飛散が少なく、背後の土嚢は飛散していない箇所





図－8 金沢区福浦地区の地盤の標高と浸水高

図－8は金沢福浦地区の地盤の標高と浸水高を示している。地盤の標高はRTK搭載型ドローンによって計測されたものであり、浸水高は別途計測された浸水痕跡の高さである。いずれも災害直後に計測されたものである。この図から浸水範囲は護岸法線から600mの範囲にあり、浸水体積は図中のハッチングされた面積から、1m幅あたり、 $(600 \times 0.5) / 2 = 150 [m^3/m]$ であったことがわかる。

越波によって海水が流入していた時間は約1時間と想定されていることから、1秒間1m幅あたりの越波量は、 $150 / 3600 = 0.04 [m^3/m/s]$ と推測された。

## (2) ドローンによる高波浪来襲前後の防波堤の状況確認

防波堤の高波浪来襲前後の状況をドローンで撮影した画像で比較した事例である。

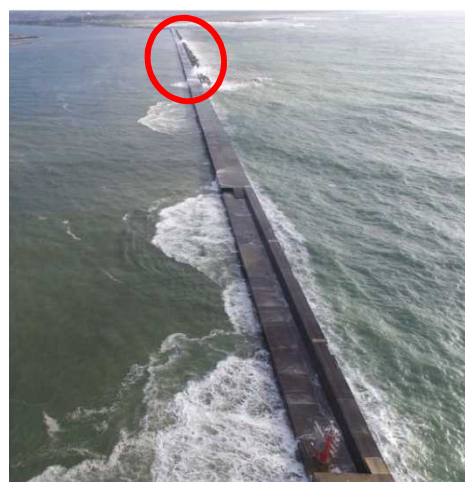
### 平成27年度調査（金沢港西防波堤）



金沢港西防波堤 位置図



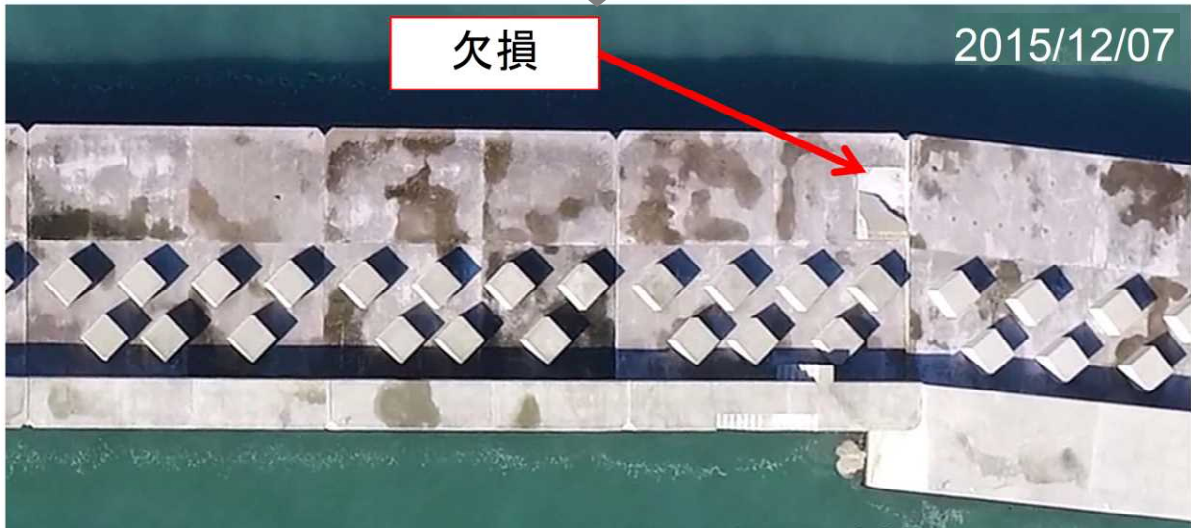
高波浪の来襲  
平成27年10月2日



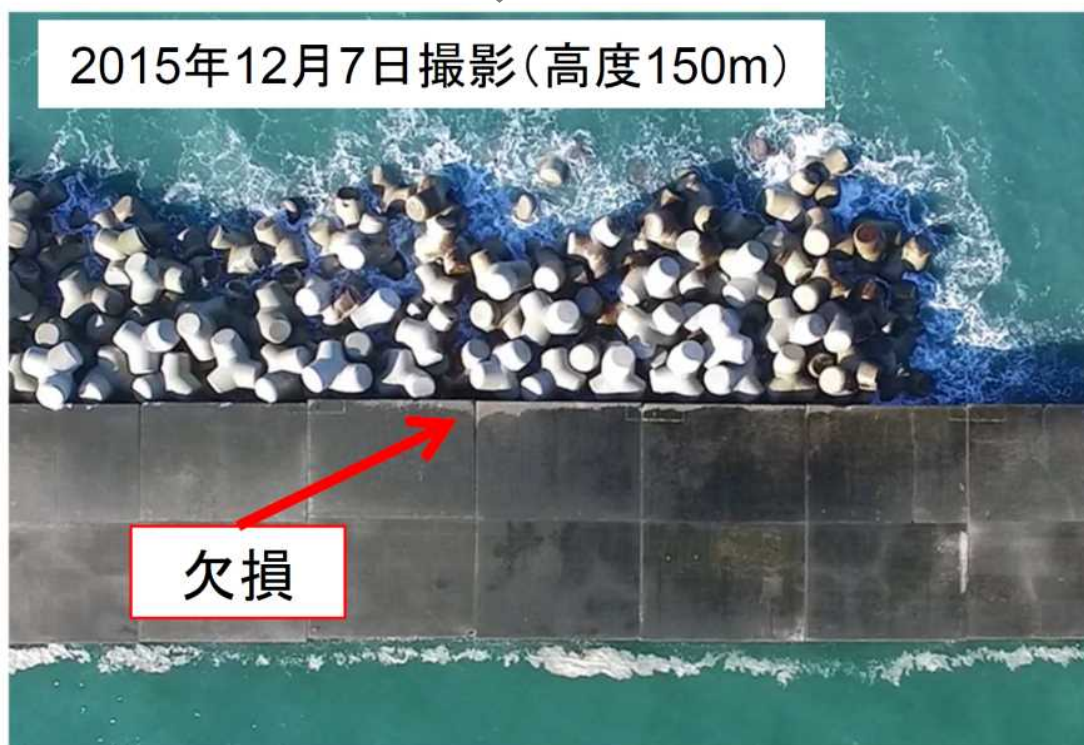
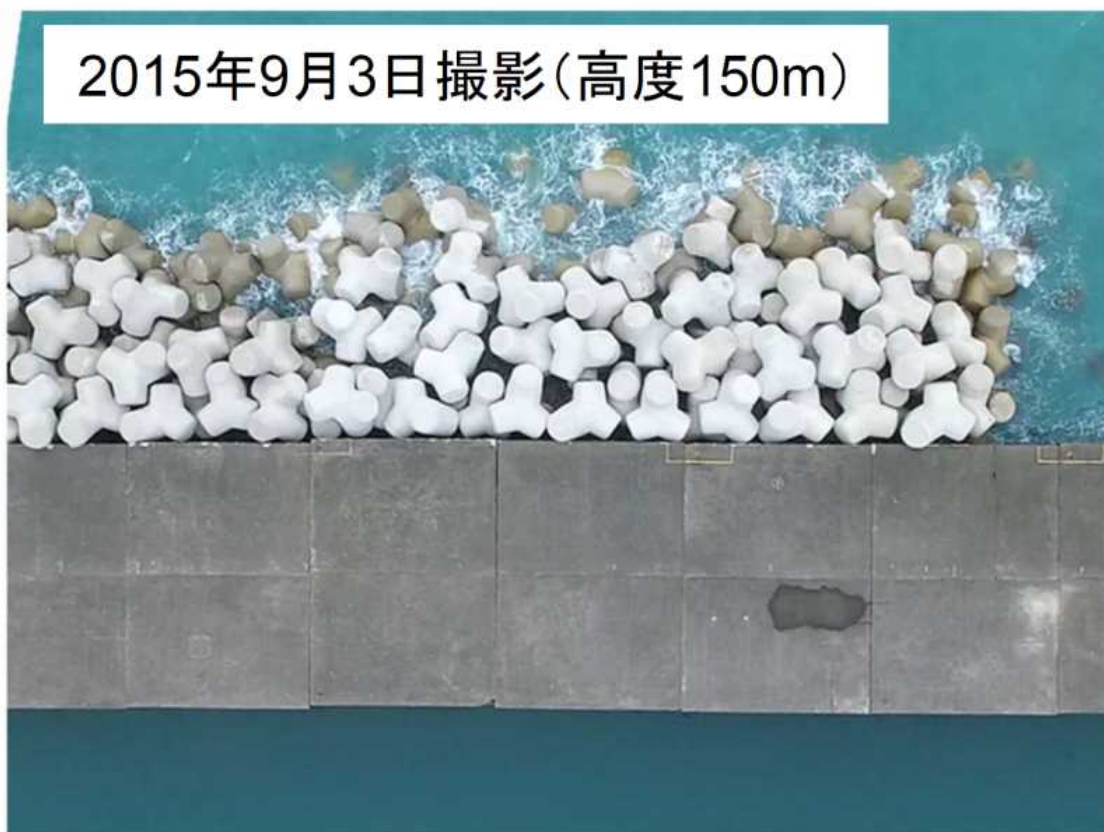
撮影：H27.10.2（高度98m）

有義波高 4.12m 周期 11.5s 波向 NNW 風速 5.3m/s

引用資料：国土交通省 北陸地方整備局

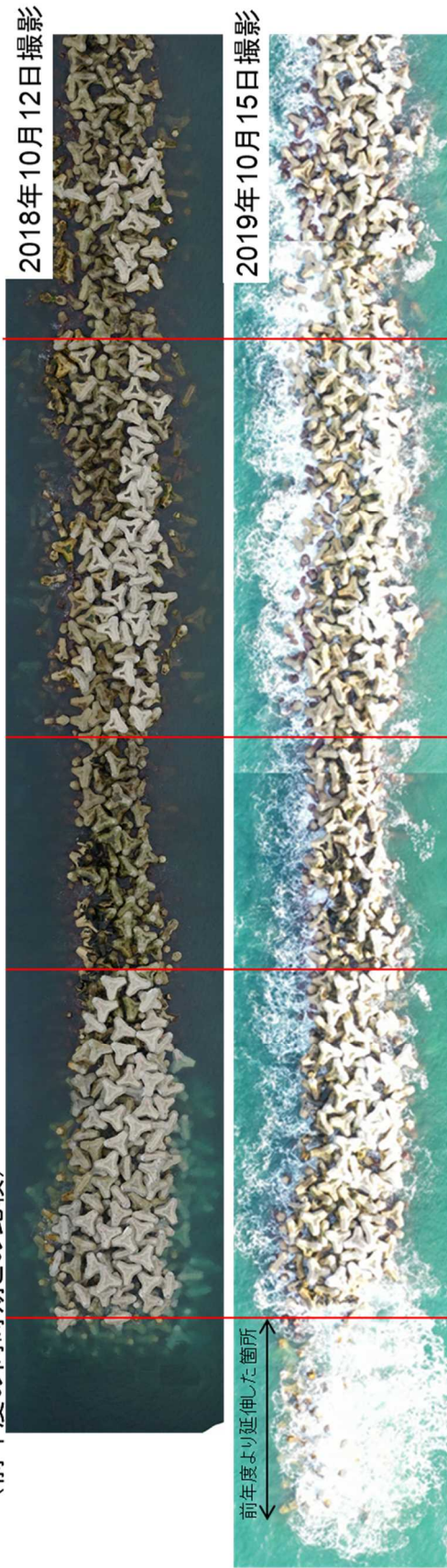


金沢港西防波堤 高波浪来襲前後の上部工比較



金沢港西防波堤 高波浪来襲前後の上部工、消波ブロックの比較

# 高波浪来襲前後の施設状況確認：令和元年度調査（輪島港第六防波堤） （前年度の同時期との比較）



### (3) ドローンとマルチビームによる防波堤の被災調査

#### むつ小川原港被災状況調査

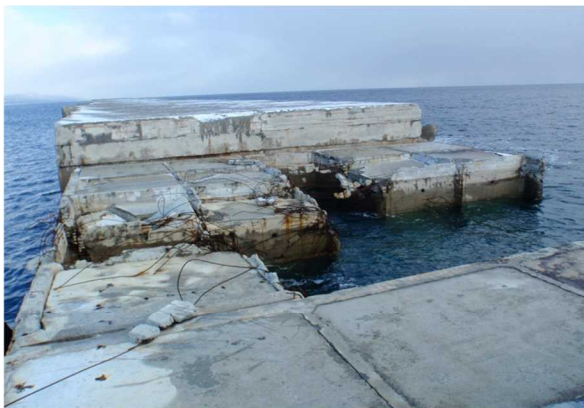
##### 1. 背景

平成 28 年 1 月下旬、低気圧の通過に伴いむつ小川原港外港地区防波堤（東）の本体工が損壊する等の被災が確認されたことを受け、施設復旧に向けて、早急の現況把握、被災原因の究明及び復旧設計が求められた。



引用資料：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査 報告書」(平成 28 年 3 月)  
発注者/国土交通省 八戸港湾・空港整備事務所 受託者/株式会社パスコ

## 2. 被災状況（海上、防波堤上からの視認状況）



ケーソン・上部工の損壊



ケーソン・上部工の損壊



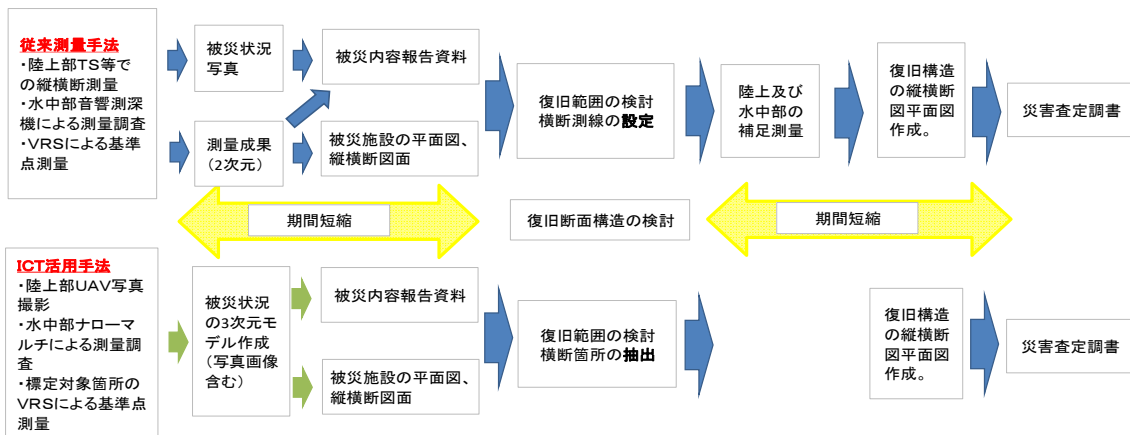
上部工の欠損



ケーソンの港内側への滑動

## 3. 被災状況調査の実施

### ◆ 迅速な復旧に向けてのICT活用による工期短縮



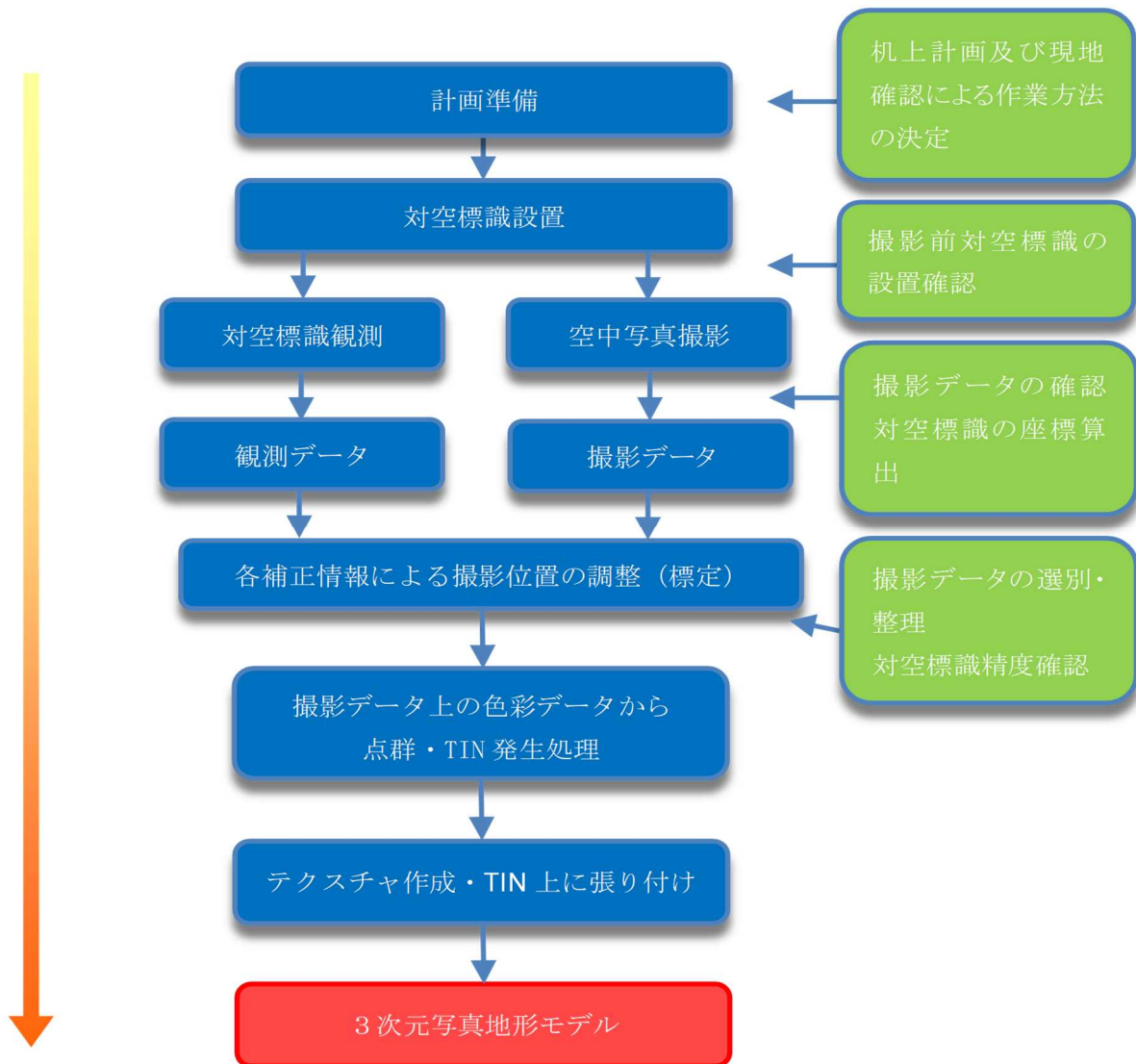
### ◆ 現地作業条件が悪く、作業の効率化が重要

- ・強風(冬季の北西寄りの季節風)
- ・高波浪(港内…季節風、港外…低気圧通過)
- ・低温
- ・降雪、積雪

引用資料：「平成27年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査 報告書」(平成28年3月)  
 発注者/国土交通省 八戸港湾・空港整備事務所 受託者/株式会社パスコ

### 3. 1 被災状況調査の実施

#### 1) 実施フロー



引用資料：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査 報告書」(平成 28 年 3 月)  
発注者/国土交通省 八戸港湾・空港整備事務所 受託者/株式会社パスコ



## 2) 陸上部

### UAVによる3次元データ取得



インパクション E12-787



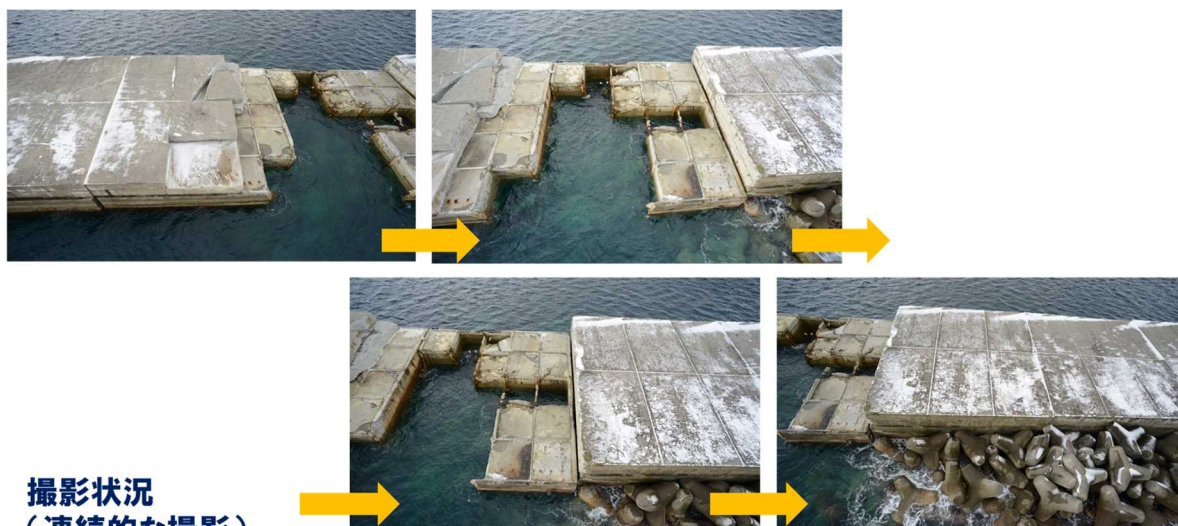
デジタルカメラ機装



飛行・撮影状況



誘導指示・撮影状況

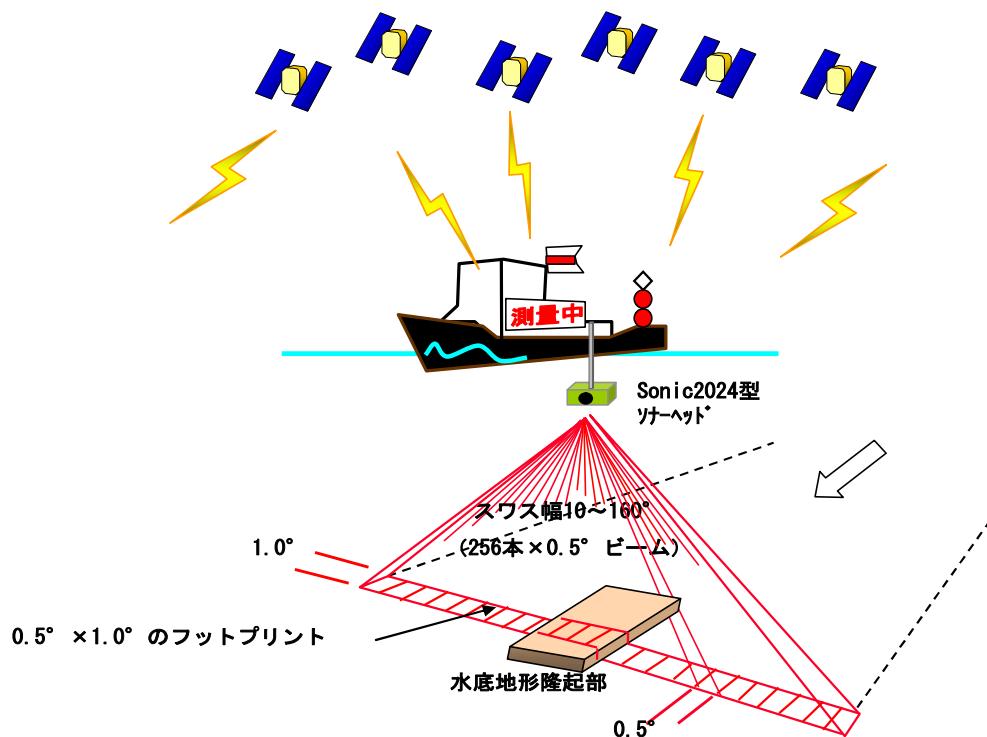
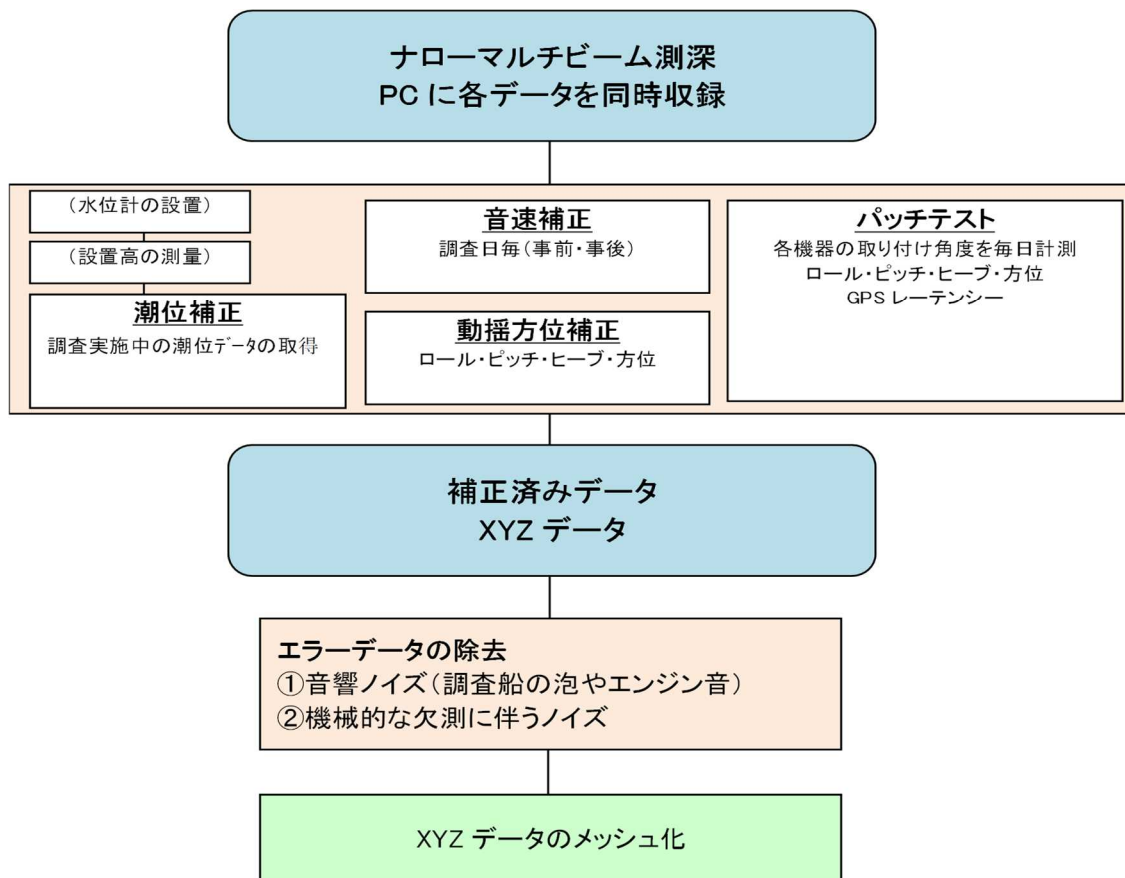


撮影状況  
(連続的な撮影)

引用資料：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査 報告書」(平成 28 年 3 月)  
発注者/国土交通省 八戸港湾・空港整備事務所 受託者/株式会社パスコ

### 3) 水中部

#### マルチビームによる3次元データ取得①



引用資料：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査 報告書」(平成 28 年 3 月)  
 発注者/国土交通省 八戸港湾・空港整備事務所 受託者/株式会社パスコ

## マルチビームによる3次元データ取得②



マルチビームソナーSonic2024



GNSS



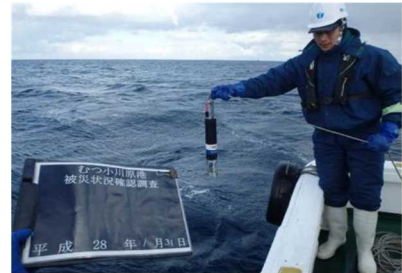
測量船への測量機器機装



測量(データ測得)状況



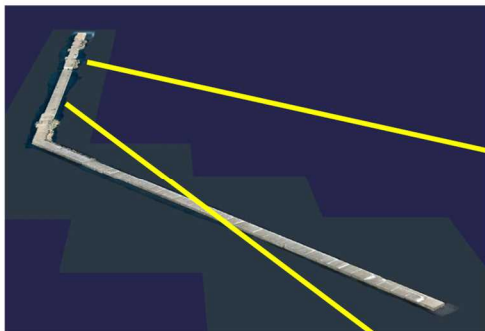
測量(データ測得)・測量船誘導状況



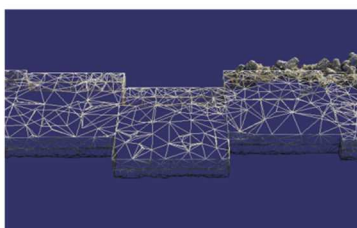
水中音速度測定(補正用データ取得)

## 3. 被災状況調査の実施 (3次元データ・各種図面作成)

### 水上部の3次元データの表示例



3次元図(写真)

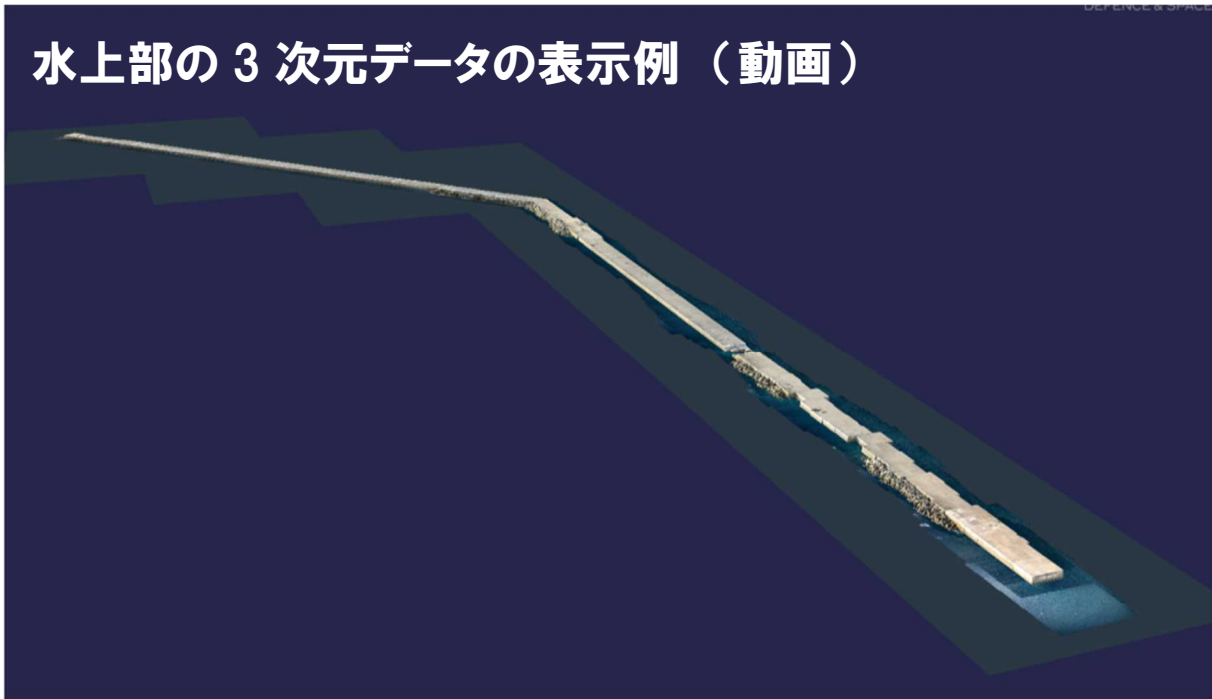


TIN表示

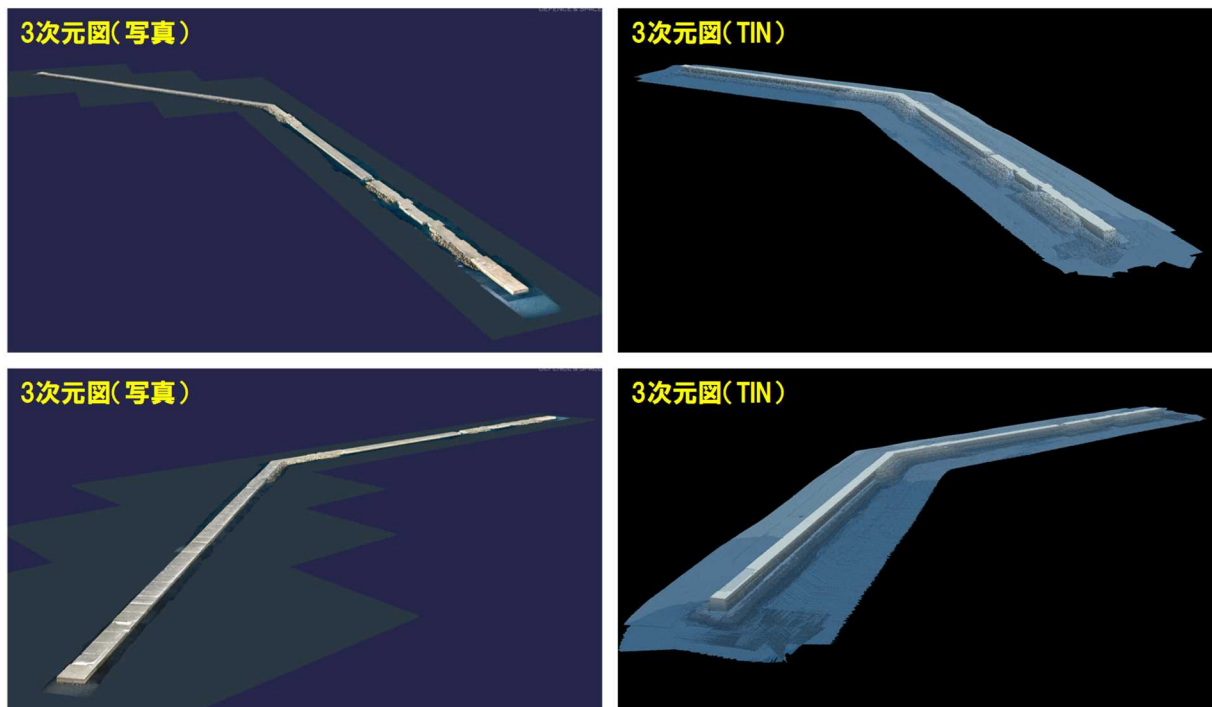


引用資料：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査 報告書」(平成 28 年 3 月)、発注者/国土交通省 八戸港湾・空港整備事務所 受託者/株式会社パスコ

4) 3次元データ・各種図面作成  
動画の活用

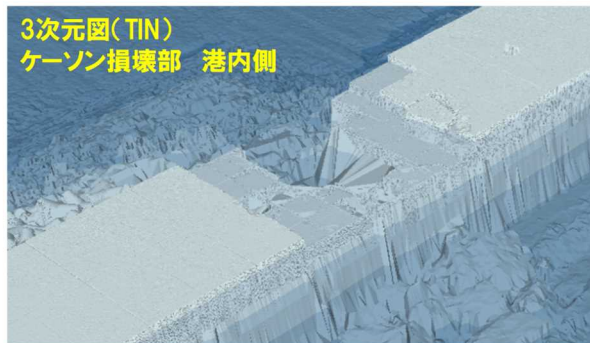


GISの活用



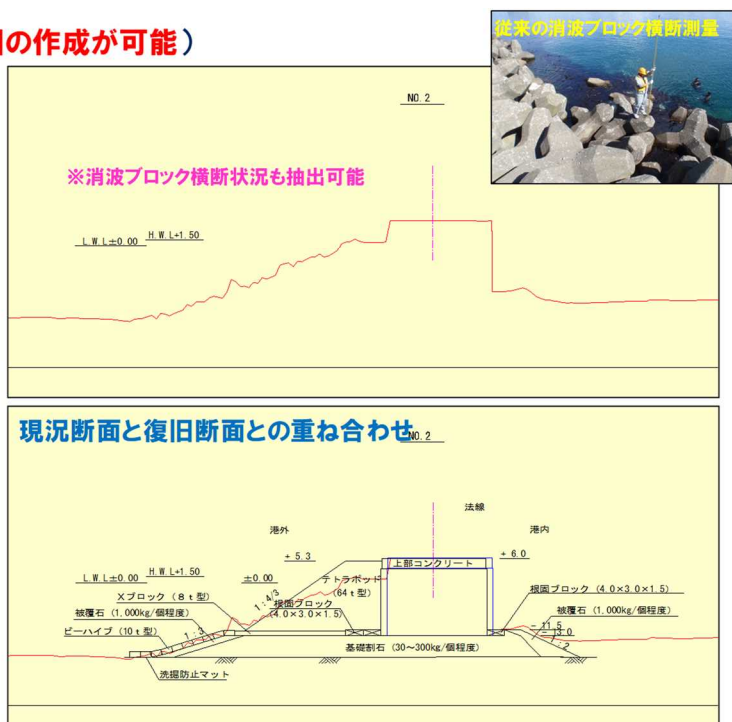
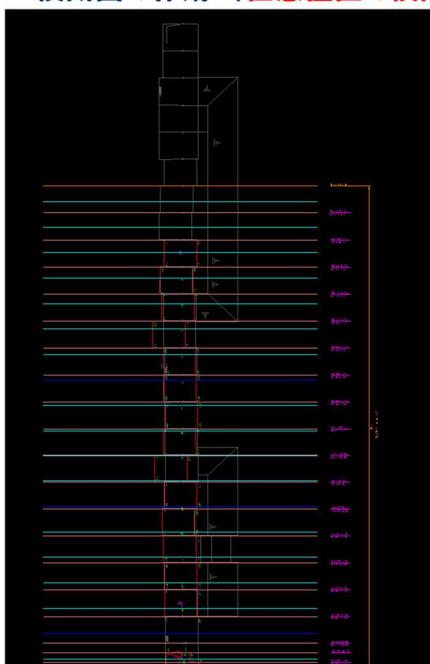
引用資料：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査 報告書」(平成 28 年 3 月)、発注者/国土交通省 八戸港湾・空港整備事務所 受託者/株式会社パスコ

## GISの活用



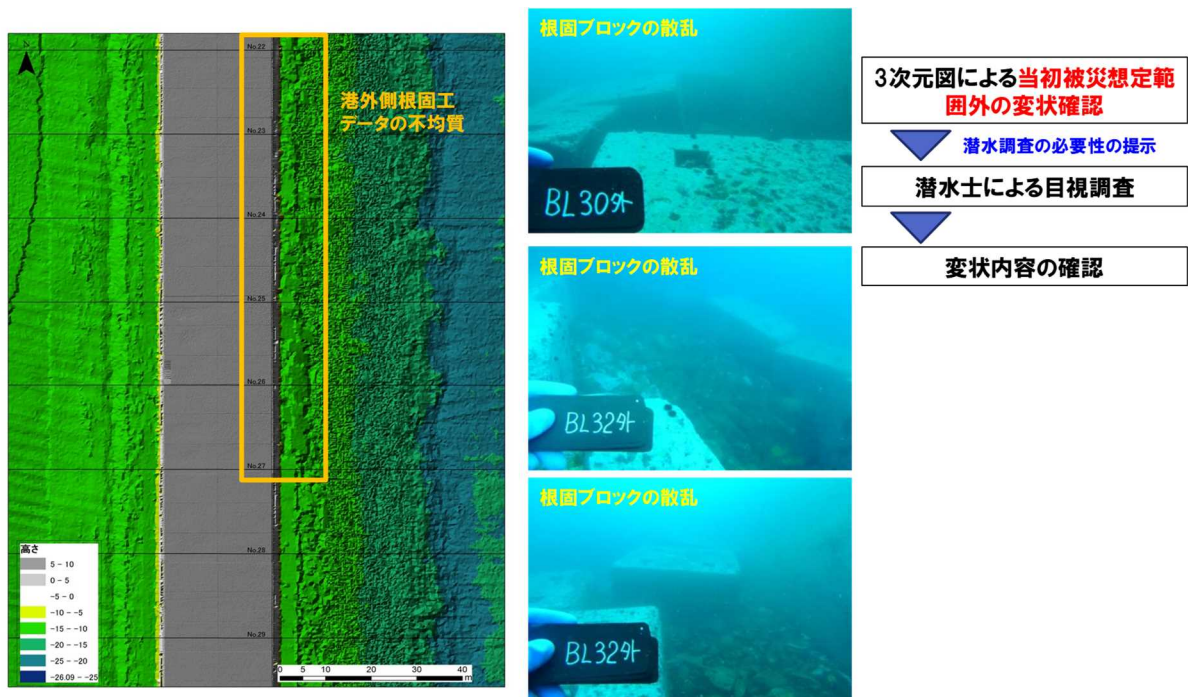
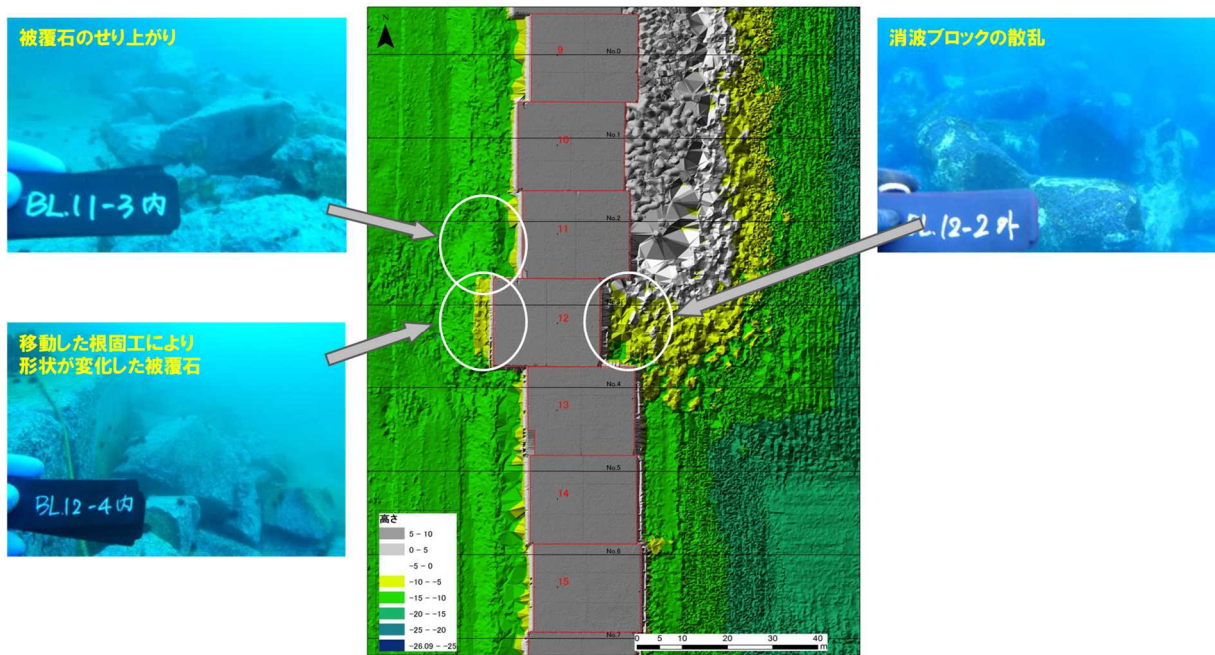
## GIS・CADの活用

### 横断面の作成 (任意位置の横断面の作成が可能)



引用資料：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査 報告書」(平成 28 年 3 月)、発注者/国土交通省 八戸港湾・空港整備事務所 受託者/株式会社パスコ

## 5) マルチビーム測深データによる水中部の広範囲の変状確認

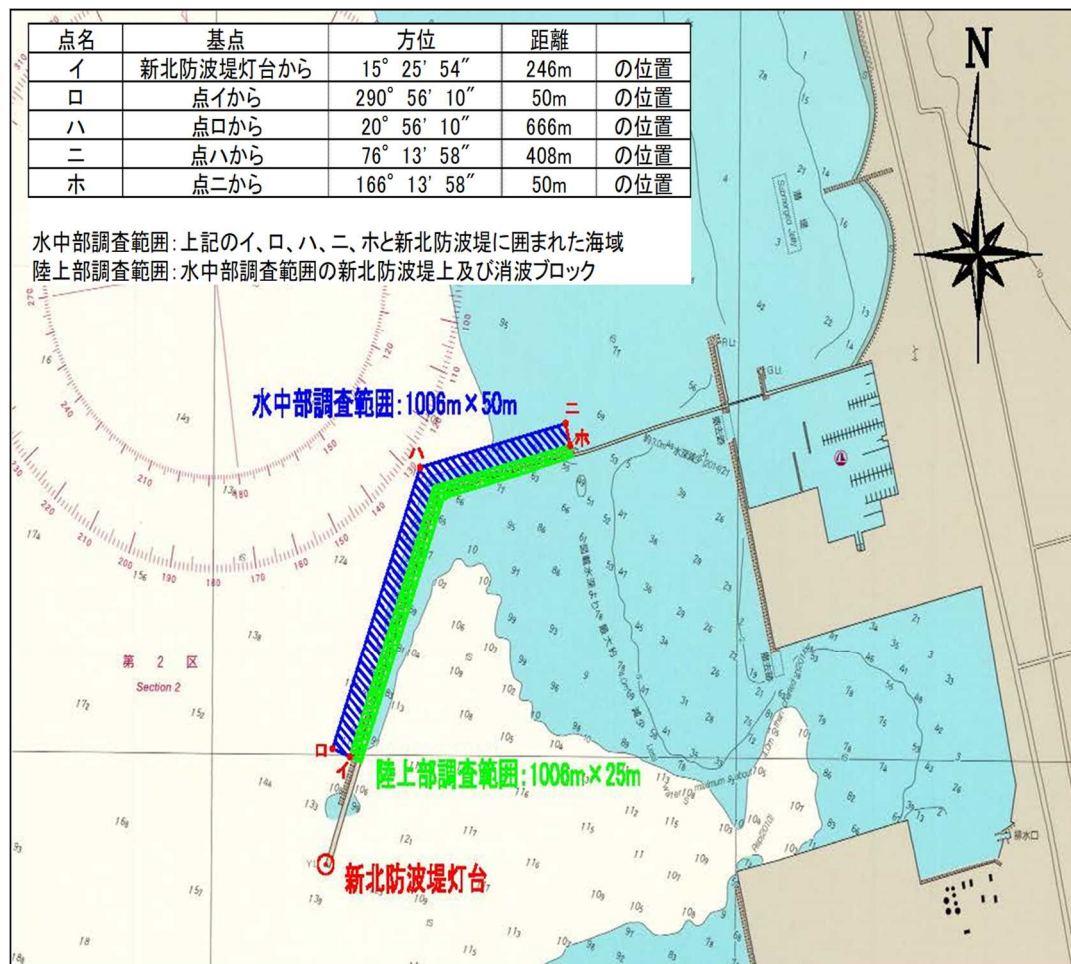


引用資料：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査 報告書」(平成 28 年 3 月)、発注者/国土交通省 八戸港湾・空港整備事務所 受託者/株式会社パスコ

#### (4) ドローンとマルチビームによる消波工の現況調査

##### 1. 業務目的


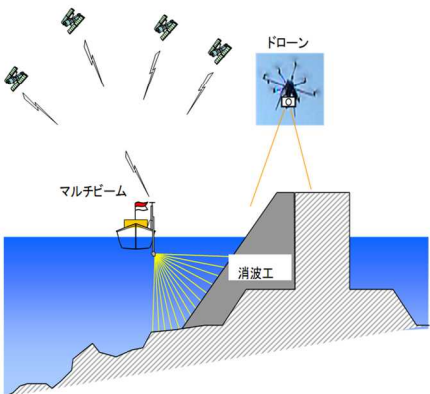

秋田港飯島地区（新北）の消波ブロックの散乱・沈下状況等を把握することを目的として現況調査を実施した。




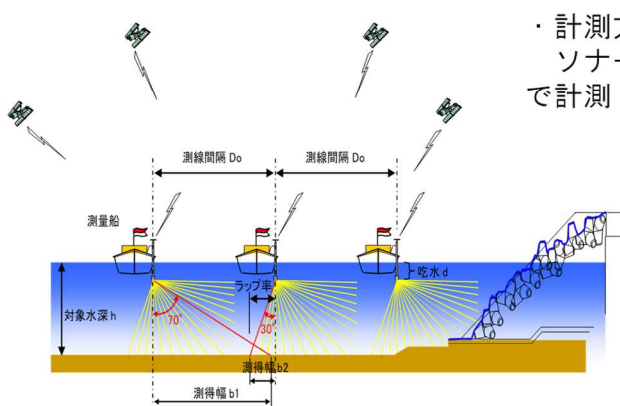

引用資料：「平成 27 年度 秋田港飯島地区防波堤(新北)現況調査 報告書」(平成 27 年 12 月)、発注者/国土交通省 秋田港湾事務所 受注者/国際航業株式会社

## 2. 調査方法

### 1) 陸上部

水上部調査（ドローンによる水上部三次元データ取得）	
使用機器	<p>小型無人航空機（ドローン） phantom3】            飛行時間：約20分            飛行最大速度：16m/s、最大飛行距離：2500m            カメラ焦点距離：20mm、カメラ有効画素数：12.4M</p> 
作業状況概念図	 <ul style="list-style-type: none"> <li>計測方法              飛行高度は15～40m、              80%ラップで飛行速度は              1.6m/s (5.8km/h) ～              4.0m/s (14.4km/h) で空              中写真撮影</li> <li>標定              3Dレーザーによる天端              面点群データを取得し、こ              のデータを標定に使用</li> </ul> 

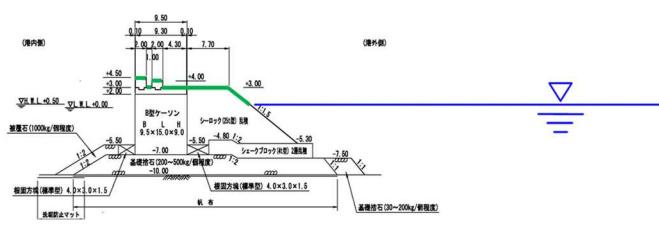
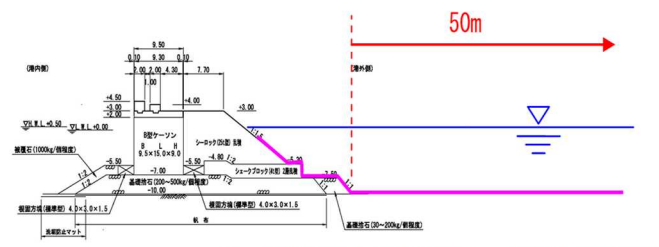
### 2) 水中部

水中部調査（ナローマルチビーム測深による水中部三次元データ取得）	
使用機器	<p>ナローマルチビーム（NMB）測深機 seabat8125】            測位方式：RTK-GNSS 周波数：455KHz            指向角：0.5度×1.0度 音響ビーム数：240点/1ping            スワ幅：120度</p> 
作業状況概念図	 <ul style="list-style-type: none"> <li>計測方法              ソナーを傾けて艀装し、測線間隔8m              で計測</li> </ul> 

引用資料：「平成 27 年度 秋田港飯島地区防波堤(新北)現況調査 報告書」(平成 27 年 12 月)、発注者/国土交通省  
 秋田港湾事務所 受注者/国際航業株式会社

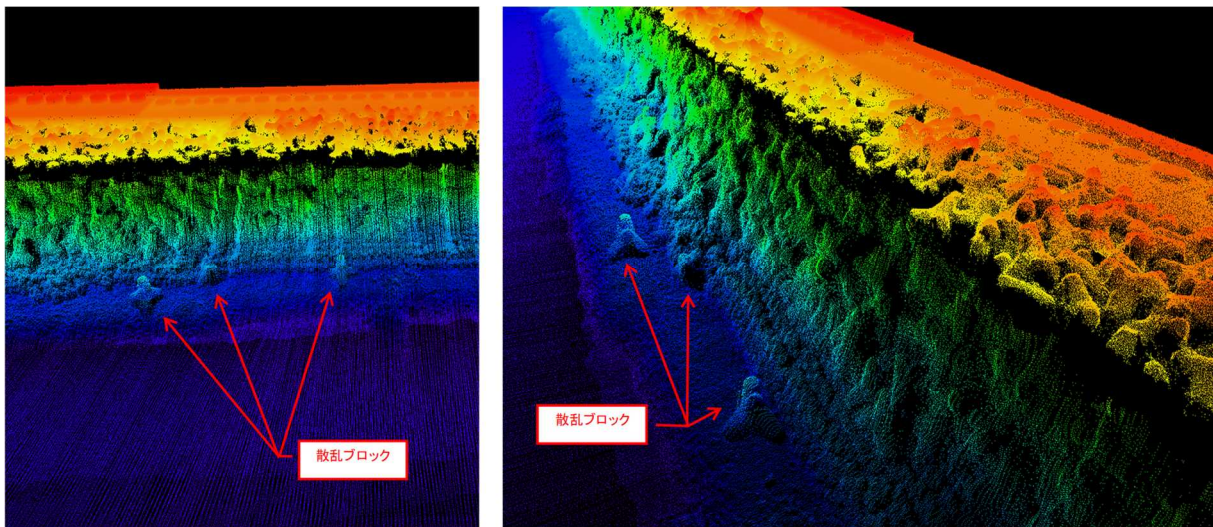


### 3. 計測範囲

<p>水上部調査（ドローンによる水上部三次元データ取得）</p>	 <p>データ取得範囲: 防波堤天端～消波ブロック陸上部</p>
<p>水中部調査（ナローマルチビーム測深による水中部三次元データ取得）</p>	 <p>データ取得範囲: 水面下約 1m～基礎捨石法尻から 50m</p>

### 4. 調査結果

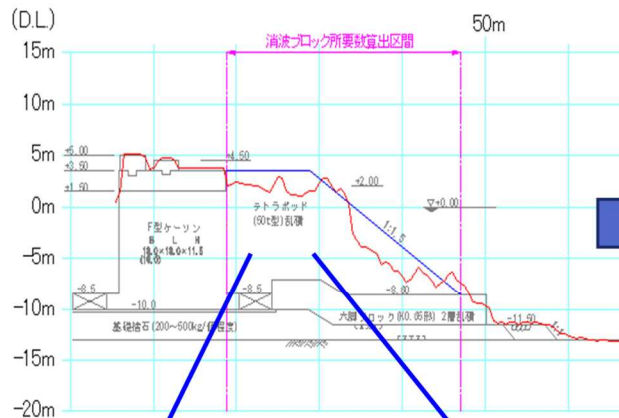
#### 消波工の散乱を確認



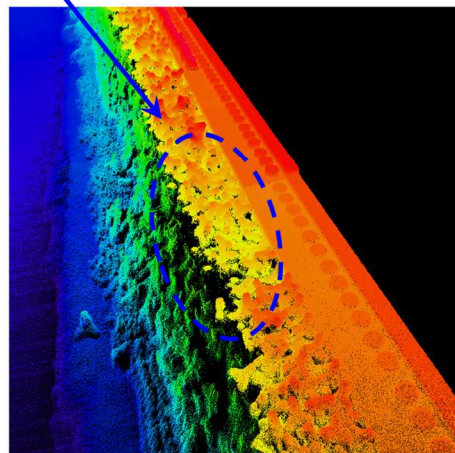
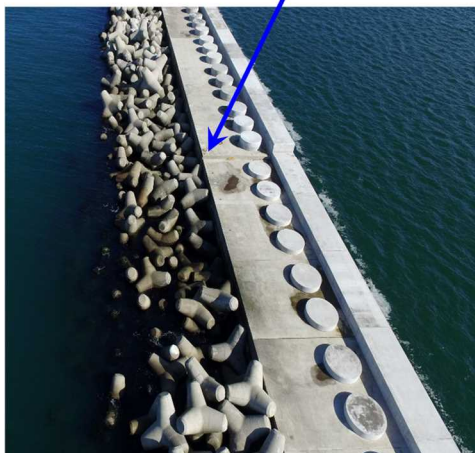
引用資料：「平成 27 年度 秋田港飯島地区防波堤(新北)現況調査 報告書」(平成 27 年 12 月)、発注者/国土交通省 秋田港湾事務所 受注者/国際航業株式会社

#### 4. 調査結果

##### 天端高足を確認



「消波ブロック1個あたりの大きさを考慮した5m間隔の平均断面による不足ブロック量の計算」  
を実施し、定量的で正確な不足数量を算出



引用資料：「平成 27 年度 秋田港飯島地区防波堤(新北)現況調査 報告書」(平成 27 年 12 月)、発注者/国土交通省  
秋田港湾事務所 受注者/国際航業株式会社

## (5) マルチビーム測深機による海底探査

### 1. 概要

台風15号の影響により、南本牧埠頭・本牧埠頭の岸壁付近にコンテナ等が沈んでいないことを確認するため、「うらなみ」のマルチビーム測深機により海底探査を実施した。

### 2. 探査結果

南本牧埠頭・本牧埠頭共に、海底面に異常物は認められなかった。

### 3. 探査日時

令和元年9月9日(月) 14:55～15:36

### 4. 探査経路

GPSプロッタの航跡図に示すように、南本牧埠頭、本牧埠頭の順に探査を実施した。

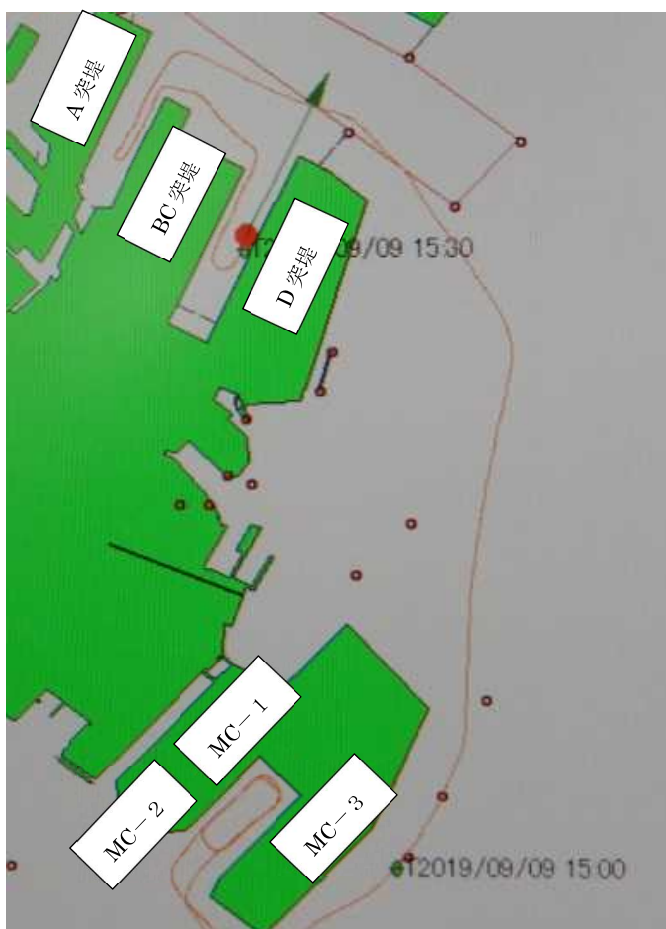
#### ・南本牧埠頭

MC-2岸壁側から進入しMC-1、MC-3の岸壁前を通過し探査を行った。

#### ・本牧埠頭

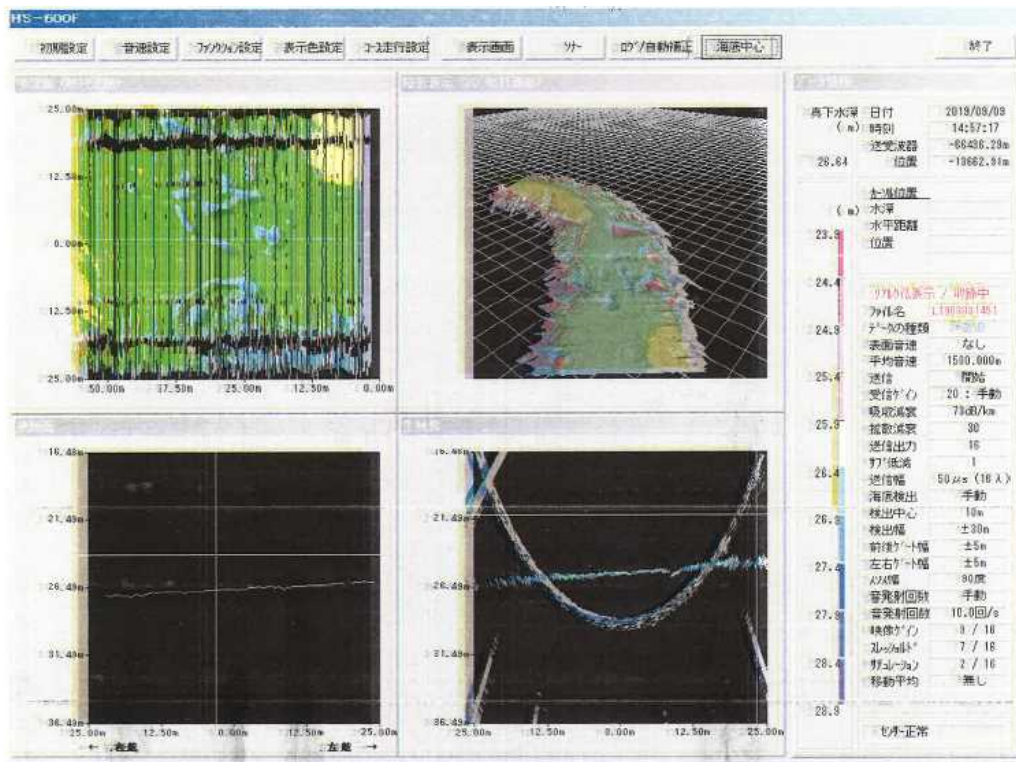
A突堤側から進入し、BC突堤の前面を通過しBC突堤の航路側、BC突堤の前面、D突堤の前面を通過し探査を行った。

A突堤の前はタグボートが、アンカーを張って停泊していたため、A突堤から離れた位置を航行探査した。

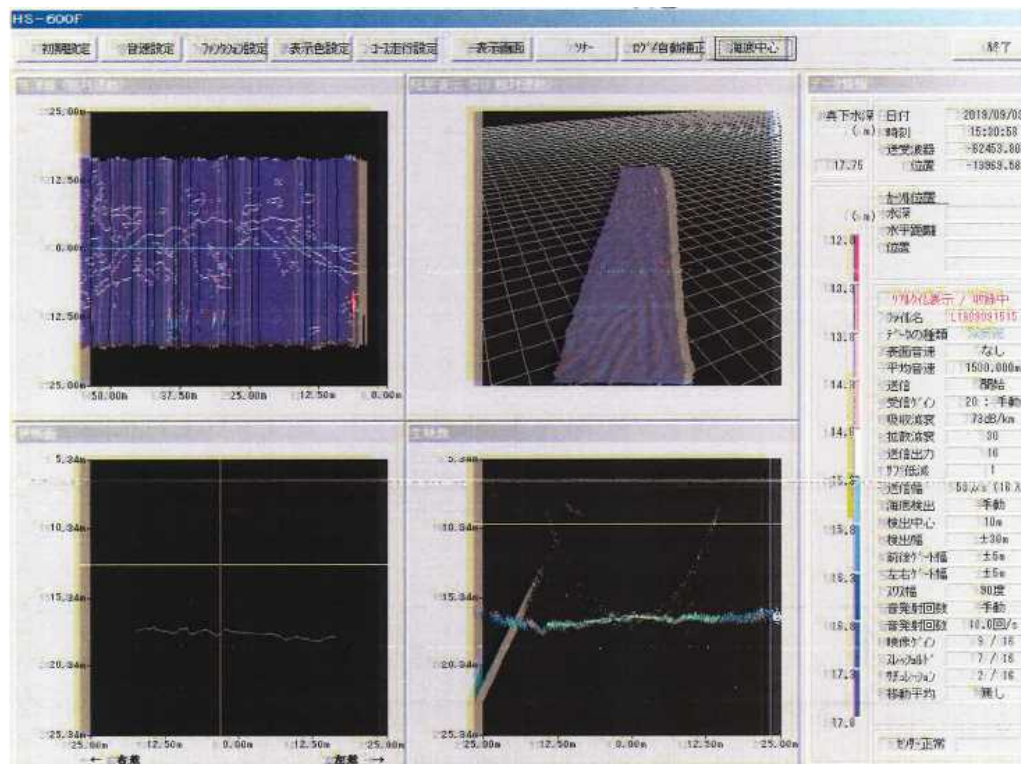


## 5. 探査結果データ (抜粋)

南本牧 MC-3 前面



本牧埠頭 BC突堤の前面



引用資料：「横浜港南本牧埠頭・本牧埠頭岸壁付近海底調査」令和元年9月9日、東京湾口航路事務所 航路管理課

## (6) マルチビーム測深機による深浅測量

### 1. 概要

台風15号の影響により、甚大な被害を受けた金沢区福浦護岸前面海域について、航路調査船「べいさーち」のマルチビーム測深機により深浅測量（水深データの収集・解析）を実施した。

### 2. 測量日時

令和元年9月27日(金) 9:30~16:00

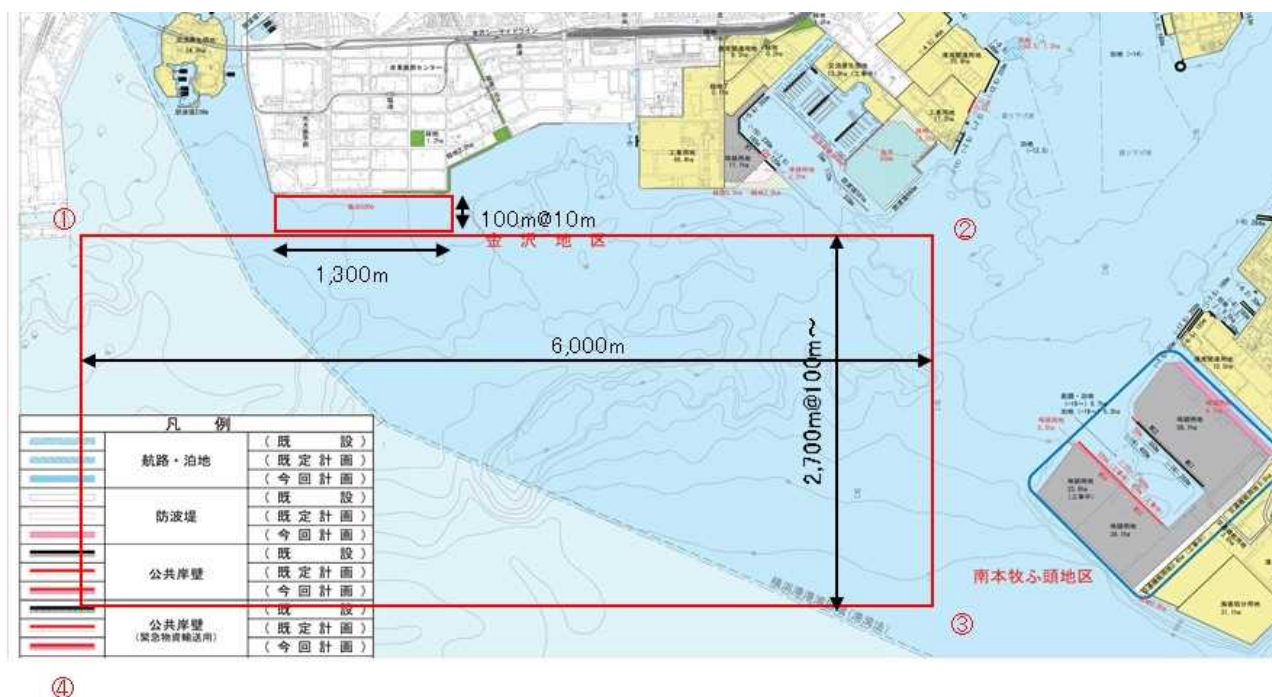
### 3. 測量場所

福浦護岸前面海域-1

測量範囲：0.13km<sup>2</sup> [延長 1.3km×幅 0.1km]

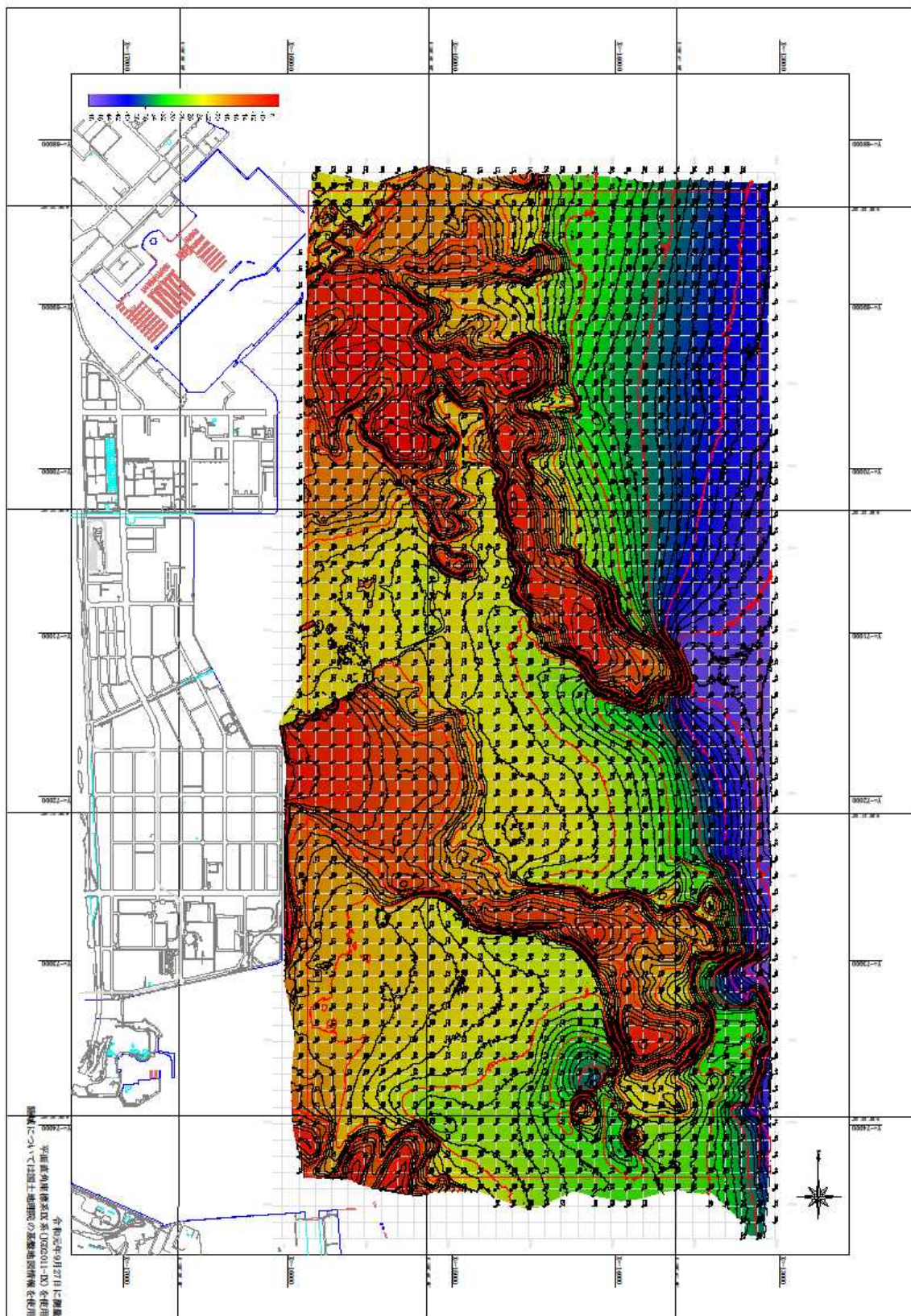
福浦護岸前面海域-2

測量範囲：16.20km<sup>2</sup> [延長 6.0km×幅 2.7km]



引用資料：「第1章横浜港金沢区福浦護岸前面海域深浅測量」令和元年9月27日、東京湾口航路事務所 航路管理課

#### 4. 測量結果



引用資料：「第1章横浜港金沢区福浦護岸前面海域深浅測量」令和元年9月27日、東京湾口航路事務所 航路管理課

## (7) GPS情報付き写真の記録・保存の一例

位置情報付写真点検フローを支援する機材とソフト

◎使用機材

GPS機能搭載デジタルカメラ

スマートフォン

タブレットPC

◎地図情報（ネット環境）

①地図情報サービス

国土地理院 地図閲覧ソフト等

②位置取得ソフト

撮影した写真の位置情報をネット上の地図に表示するソフト

位置情報付写真点検フロー

①点検対象の点検項目の確認

定期的に撮影する箇所、撮影項目を確認しておく。



②写真を保存するPCに点検結果を保存するフォルダーを準備しておく。

※フォルダーの名前は施設名称が良い。



現場

③目視点検、位置情報付写真撮影

目視点検しながらGPS機能搭載カメラで位置情報付写真を撮影する。



④位置情報付写真の確認

位置取得ソフトを使用して撮影した写真の位置が正しいか確認し、ソフトで修正する。また、写真に点検項目、劣化度の名前をつける。



⑤位置情報付写真点検結果の整理（記録・保存）

整理した写真をサーバー等に格納し、内容を再度確認する。

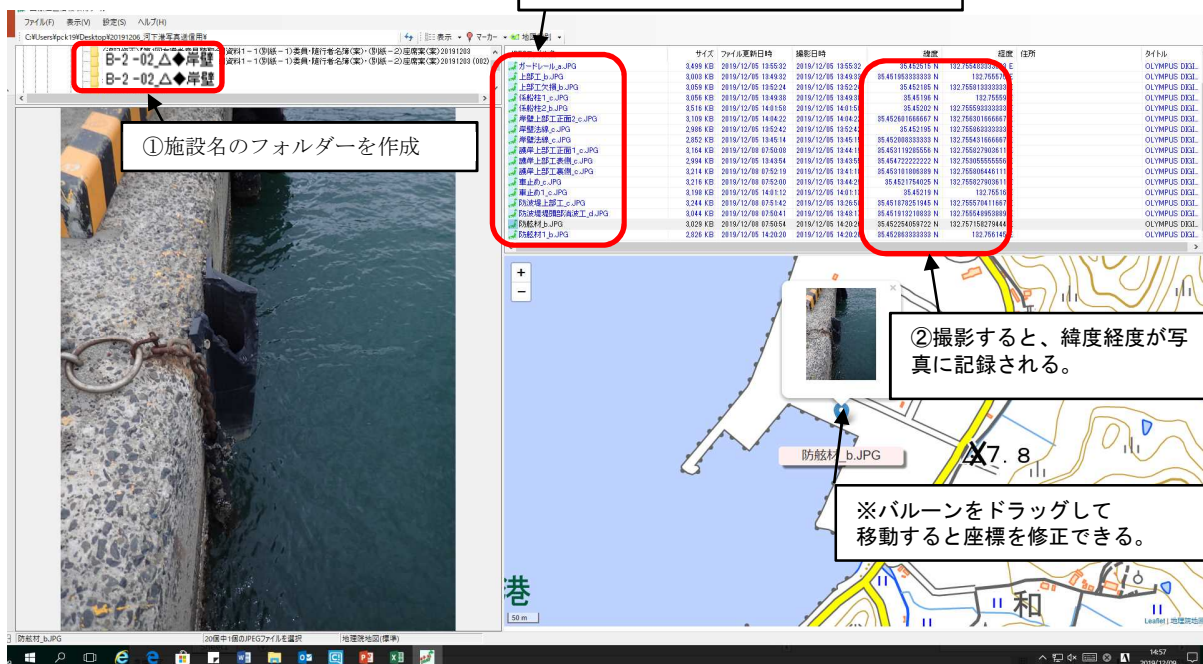


⑥次回点検に整理した位置情報付写真を携帯し、それらの写真と照合しながら点検を実施する。

## 位置情報付写真点検の例（イ）

- ①施設名のフォルダーを作成
- ②撮影すると、緯度経度が写真に記録される。
- ③防舷材\_b のようにファイル名を「点検項目」、「劣化度」に書き換える。
- ④写真を選択すると地図上に撮影位置とファイル名が表示される。

③エプロン\_c のようにファイル名に「点検項目」、「劣化度」に書き換える。



## 位置情報付写真点検の例（ロ）





## (8) ロボットの活用その1 栈橋上部工点検用ROV

港湾空港技術研究所では、陸上のオペレータの遠隔操作によって栈橋上部工下面の状況を撮影するROV (Remotely Operated Vehicle) 型の点検装置を開発している<sup>1)</sup>。あわせて、撮影画像から生成した3Dデータから、変状の抽出～劣化度判定～点検帳票の作成を効率的に行うための点検診断支援ソフトを開発している<sup>2)</sup>。

点検用ROVの外観を写真-1に、主な仕様を表-1に示す。点検用ROVでは、ROVプラットフォーム部の上面に上部工撮影装置を搭載し、側面に追加浮体を装備して半没水型とすることで、波浪等に起因する動揺等の外乱に対する安定性を確保している。

上部工撮影装置部は、撮影装置と関連するセンサ類や制御装置が組み込まれた防水仕様のカメラシステムである。上部工撮影用としてデジタル一眼レフカメラ1台を、操作補助用としてGigEカメラ1台を上向き設置で搭載している。また、撮影用のLED照明や、撮影対象との離隔を把握するためのレーザ距離計なども搭載しており、すべての装置類は、陸上の操作用PCからLANを介して制御用PCにリモート接続して操作する。

点検用ROVの最大の特徴は、GPS等の衛星測位技術が利用できない栈橋下面において、予め与えた鋼管杭の配置情報と、上部工撮影装置に搭載したLRF (Laser Rangefinder、測域センサ) から得られる鋼管杭と点検用ROVとの相対位置を逐次比較することによって、自機の位置を推定できることである。これによって、位置情報が付加された撮影画像の取得と、未撮影防止機能 (フットプリント表示)、鋼管杭や浮遊物等への衝突を回避する機能の付加が可能となった (図-1)。



写真-1 栈橋上部工点検用ROV

表-1 栈橋上部工点検用ROVの主な仕様

項目	仕様
カメラ	<u>点検用</u> デジタル一眼レフカメラ (f=14mm) ×1 GigEカメラ* (f=3.5mm) ×1 <u>操作用</u> GigEカメラ*×3 (気中-前後、水中-前)
推進器	水平スラスタ×4 (菱型配置)、垂直×2
性能	最大前進速度 約 1.5kts
センサ	レーザ距離計×1、レーザマーカ×1、LRF×2、方位ジャイロ×1、GPS方位計×1
その他の機能	方位保持、深度保持、自動衝突回避
寸法・質量	L1200×W800×H925 (低床時 825)、約 100 kg

\*映像出力・カメラ制御に Gigabit Ethernet インターフェースを採用したカメラ



図-1 点検用 ROV 操作ソフト画面例

点検用 ROV による撮影から点検診断支援ソフトによる帳票作成までの流れを図-2 に示す。

点検診断支援ソフトでは、点検用 ROV やビデオカメラ等による撮影画像から SfM ソフトウェアにより生成したテクスチャ画像、3次元の点群データ、および3次元メッシュのほか、施設情報（ブロック数、各部材の寸法形状、鋼管杭位置など）を入力情報として用いる。プログラム起動後、これらが自動で読み込まれ、SfM によるデータと各部材の位置・形状（ブロック単位）をソフト利用者が手動で重ね合わせる（図-2 ①）。その後、上部工の各部材の展開図が自動で生成される（図-2 ②）。

本ソフトは、上部工に生じる変状として鉄筋露出、ひび割れ、剥離、遊離石灰を想定して、各部材展開図のテクスチャ画像の色相の変化から、それら変状の発生が懸念される箇所を自動で抽出する機能を有している。

変状の自動抽出にあたっては、検出パラメータを4パターン設定することができ、それぞれの検出結果を一覧比較して、変状抽出に最適な検出パラメータを選択する（図-2 ③）。変状の位置および種類の決定はソフト利用者が行い、変状の決定にあわせて劣化度 a~d を入力する（図-2 ④）。決定された変状情報と劣化度は展開図に表され、部材毎の劣化度や劣化度集や劣化度集計表とともに帳票として出力される（図-2 ⑤）。

点検診断支援ソフトによる変状展開図の作成～劣化度判定～帳票作成は、従来、点検者が手作業で行っていた作業を容易にただけでなく、劣化度判定とその記録に係る労力を縮減できることが確認されている<sup>3)</sup>。

- 1) 田中敏成・加藤絵万・野上周嗣：遠隔操作支援機能を実装した栈橋上部工点検用 ROV の現場実証実験，第 19 回建設ロボットシンポジウム，02-5，2019.10
- 2) <https://www.pari.go.jp/unit/lcm/sip/lcm-soft.html>（2019年9月26日確認）
- 3) 野上周嗣，加藤絵万，田中敏成：栈橋上部工点検用 ROV および点検診断支援ソフトによる点検作業の効率化，土木学会第 74 回年次学術講演会講演概要集，VI-770，2019



## (10) RTK-GNSSによる地震発生前後の岸壁の状況確認

### ◎係留施設の地震時変形量調査・安定性評価支援システムを開発

～RTK-GNSSにより、供用再開の可否判断を支援～

#### 1. 背景

地震等による災害時において、係留施設は船舶による緊急物資等の輸送などに使用されるため、係留施設の使用可否判断は災害後に迅速かつ効率的に行う必要がある。

係留施設の損傷程度を正確に把握するには、地震中の加速度や変位、ひずみ等を高精度かつ多数で計測することが望ましいが、それには多額の費用がかかるため、地震後の変位を把握することが多い。しかし、地表部ではあまり変位が見られない場合でも地中部で損傷が発生している場合もあるため、係留施設の変位から各部材の耐力を簡易的に判断する手法として、係留施設地震時変形量調査・安定性評価支援システム「Berth Surveyor」の開発を行った。

#### 2. 概要

大地震時には地殻変動による地域全体の移動も生じる可能性があるが、施設の安定性評価においては施設の変形による変位量の評価が重要となるため、変位量測定において地殻変動による変位が含まれないようにする必要がある。本システムにおいては、測定点と地殻変動量が同じとみなせる範囲内に基準点を置くことで、地震前後の計測点座標の差分から施設変形による変位量だけを測定可能である。また、RTK-GNSS方式により誤差1～2cm（平面座標）の高精度な計測が可能である。

施設の安定性の評価においては、地震応答解析により個別施設毎に変位量と各構造部材損傷の関係性を求めて用いることとしており、構造部材毎に損傷の有無を評価できるようにしている。

本システムの特徴は、以下のとおりである。

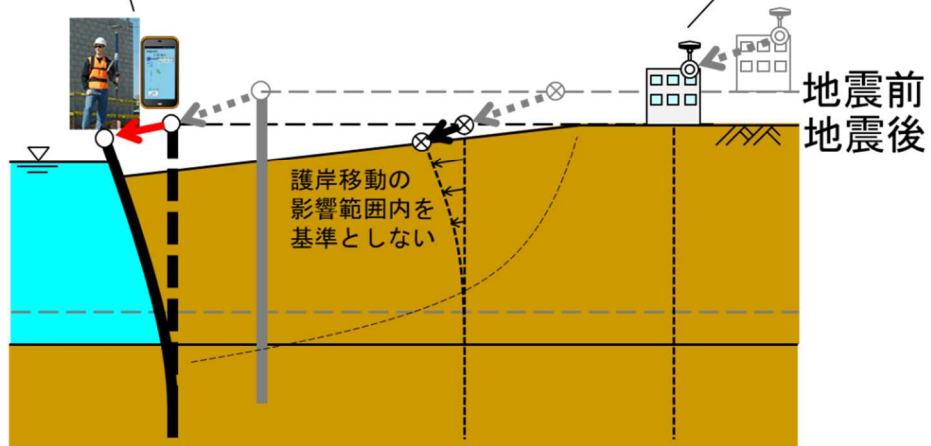
1. 地殻変動により変化する基準点座標を地震前から更新しないことにより、施設の変形による変位量だけを測定可能
2. 直接目視が容易ではない箇所の構造部材の損傷の有無を想定して、施設供用再開可否の判断に必要な施設全体の安定性を評価可能
3. RTK-GNSS機器を操作できるスマートフォンアプリの開発により、一人でも簡便に高精度な施設変位量の測定・安定性の評価が可能

今後は、本システムの積極的な展開を図るとともに、測定・安定性評価結果の即時共有のためのネットワーク情報機能の追加、係留施設以外の構造物への適用などの検討を行う。



計測点

基準点



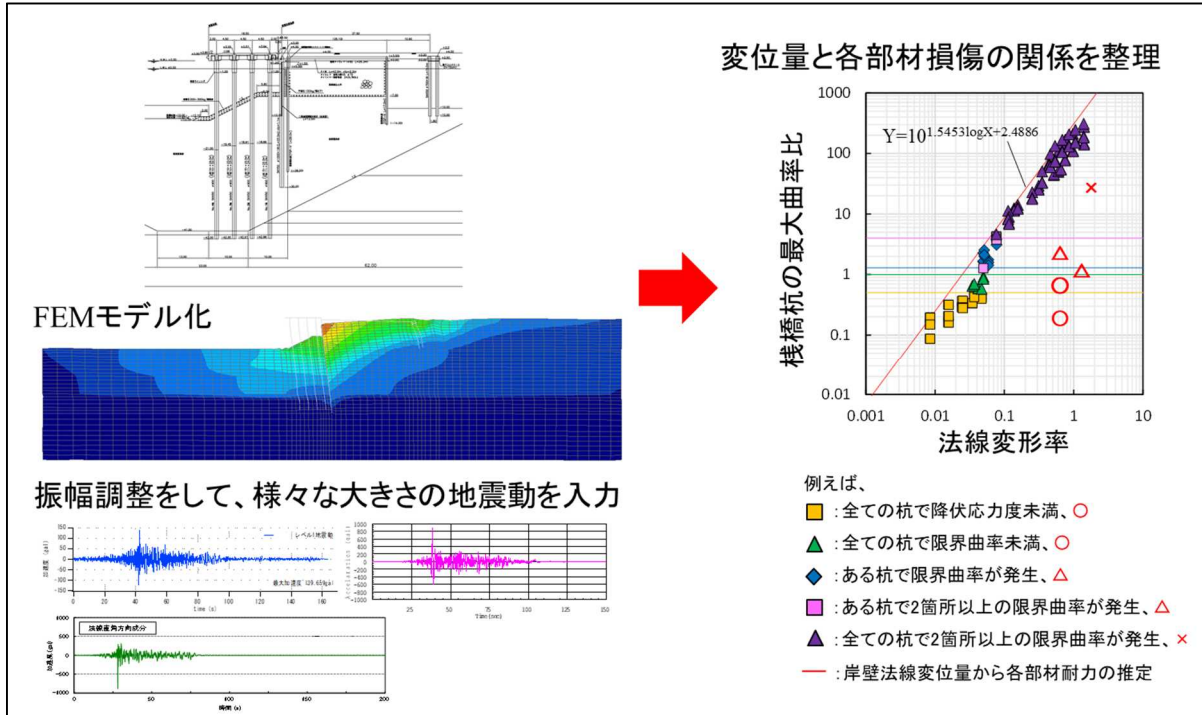
RTK-GNSS による係留施設地震時変形量調査・安定性評価支援システム

「Berth Surveyor」(概要図)

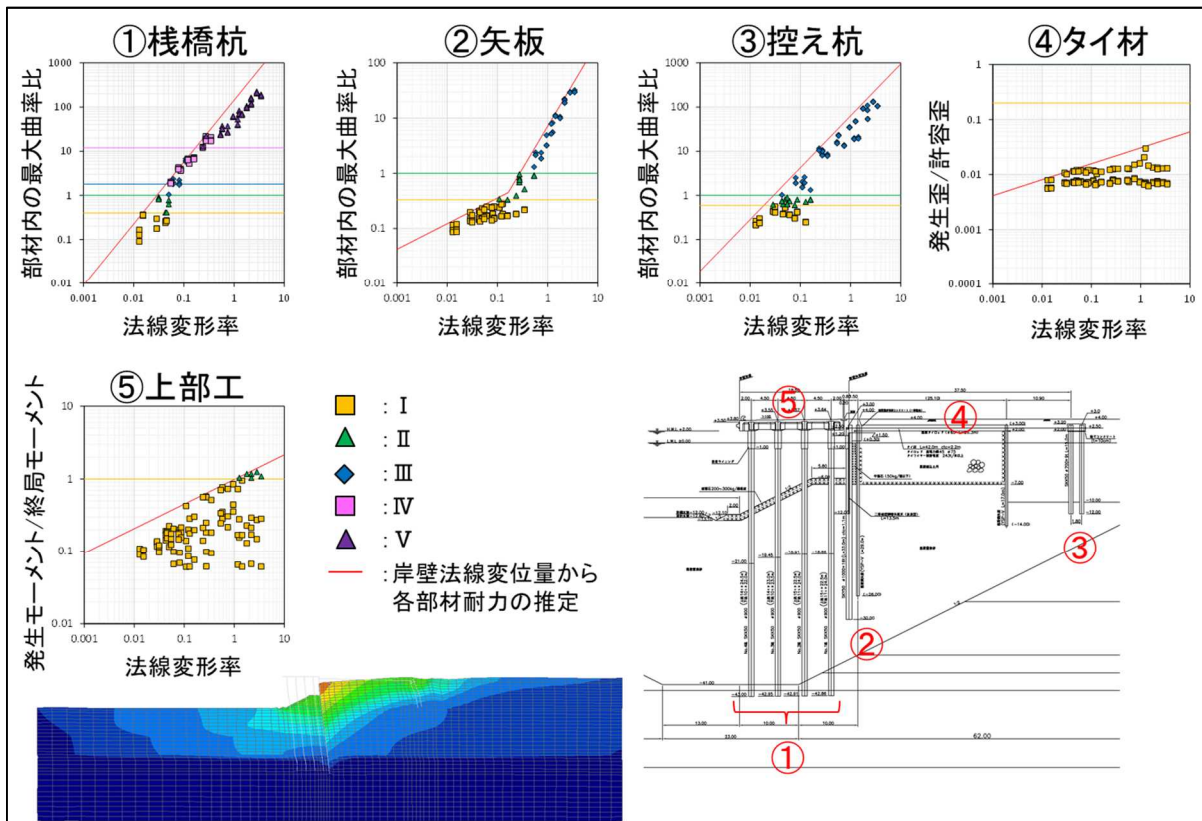
### 3. 使用方法

#### 1) 地震応答解析による個別施設ごとの変位一部材損傷関係の算定（データ作成）

個別の施設ごとに地震動の振幅を変えた複数の地震応答解析を実施し、変形率（法線変位量/水深）と損傷状態を杭や矢板など部材ごとに整理する。



法線変位量と部材損傷状態の関係の整理①



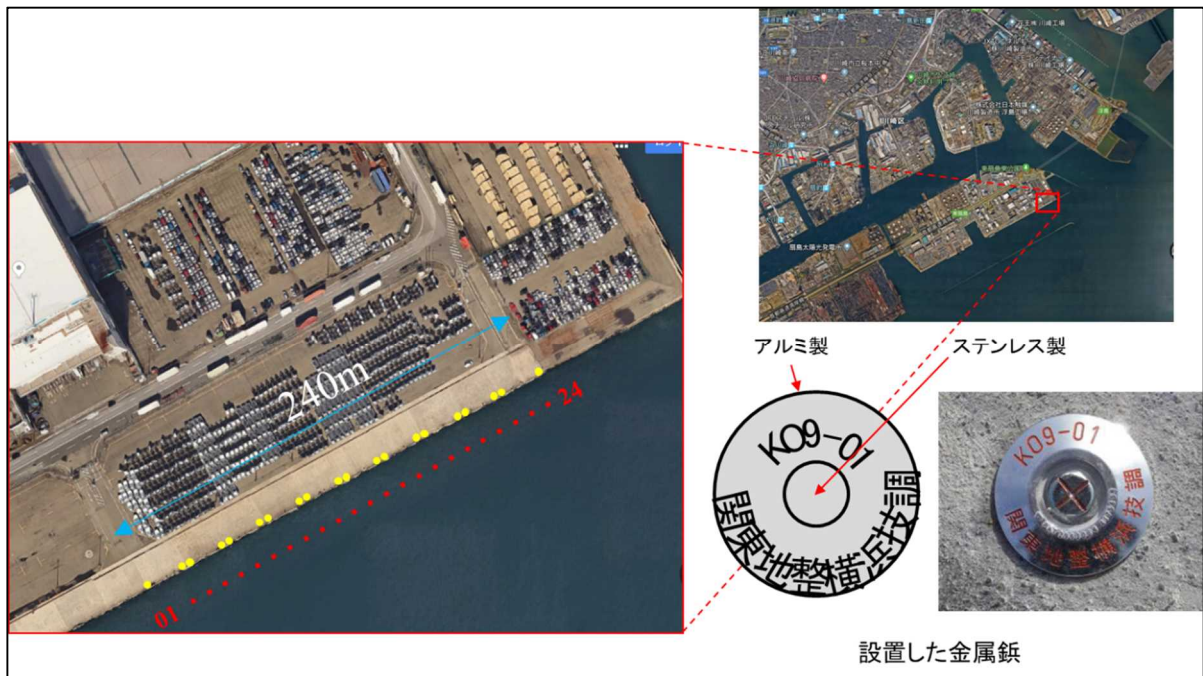
法線変位量と部材損傷状態の関係の整理②

## 2) RTK-GNSS 基準点設置



(事例) 関東地方整備局首都圏臨海防災センター屋上に基準点設置

## 3) 計測点の鋳設置



(事例) 川崎港東扇島地区 (-12m) 9号岸壁に鋳設置

4) 1) ~3) の情報（地震応答解析結果、基準点座標、計測鉤の初期値）のスマートフォンアプリへの導入

5) 地震発生後にスマートフォンアプリで RTK-GNSS 機器を操作して計測鉤の変位を測定、安定性を評価

係留施設地震時変形量調査・安定性評価支援システム「Berth Surveyor」スマートフォンアプリ

- GNSS機器を簡単操作
- 過去の測定座標を保持し、地震後の測定座標との差分により、その場で地震時変位量を確認可能
- CAD平面図上に測定結果を表示



計測する  
変位を見る  
MAP  
設定する  
終了する

計測点の名称  
計測点No.0  
右方向に約 280m  
前方向に約 382m

測定点「SP00」に発生した変位量は以下の通りです。  
開始点: 2015/03/10 13:29:47  
終了点: 2016/07/13 14:15:44  
200.1cm変位発生!  
200.1cm変位発生!  
詳細  
変位

続けて、他の計測点に発生した変位量を確認する場合は「変位を見る」を押して下さい。

CAD図  
変位を見る  
メイン画面へ

2015/03/10 - 12:04:02  
2016/07/13 - 14:15:44

概略図  
変位を見る  
メイン画面へ




Recorded by mobizen

スマートフォンアプリの概要



## 【付録】点検診断の効率化に向けた港湾管理者の取組み事例

ここでは、点検診断の効率化に向けた港湾管理者の独自の取組みを紹介する。

- ・事例（１）苫小牧港港湾施設点検診断要領（案）
- ・事例（２）GPS情報を利用した画像データ活用事例（苫小牧港管理組合）

管理者独自の取組み事例は、今後、必要に応じて更新する。

# 苫小牧港港湾施設点検診断要領（案）

令和2年1月

苫小牧港管理組合

## 目 次

1. 背景	1
2. 総則	1
2. 1 適用範囲	1
3. 目的	1
4. 施設別点検診断	
4. 1 水域施設	1
4. 2 外郭施設	2
4. 3 係留施設	3
4. 4 臨港交通施設	4
4. 5 荷さばき施設	5
4. 6 その他施設	5
参考	6
補足	6
更新・改定履歴	6

## 1. 背景

港湾法施行令第19条に規定する技術基準対象施設は、一般的に厳しい自然状況の下に置かれることから、材料の劣化、部材の損傷、基礎等の洗掘、沈下、埋没等により、供用期間中に性能の低下が生じることが懸念される。

このため、平成25年6月に公布された改正港湾法において、技術基準対象施設の維持は、定期的に点検を行うことその他の国土交通大臣が定める方法により行うことと規定された。

これを受け、「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）及び「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）を行い、点検診断に関する事項を定めた。

また、平成26年7月には技術基準対象施設に必要な性能を適切に維持することを目的に「港湾の施設の点検診断ガイドライン」（以下、「ガイドライン」という。）が国土交通省港湾局において策定され、この中で点検診断の基本的な考え方や施設の種類、構造形式ごとに点検診断の項目、頻度等の考え方が定められた。

苫小牧港管理組合では、このガイドラインに基づき、維持管理計画において施設ごとに点検時期を設定しているが、過去10年の維持補修工事費の実績や今後10年間でかかる調査点検費を試算したところ、多額の調査点検費が維持管理費を圧迫する状況が懸念されている。

このことから、点検時に現在の施設の残存性能を把握し、これをもとに将来の性能予測を立てるライフサイクルマネジメント（LCM）に重点を置き、苫小牧港独自の点検診断要領を策定することにより、点検費用の削減を図るとともに、今後も適切な港湾施設の維持管理を行っていくものである。

## 2. 総則

### 2.1 適用範囲

本要領は、苫小牧港における港湾施設のうち、苫小牧港管理組合が維持管理を行っている技術基準対象施設（管理委託施設を含む）を適切に維持管理するために必要な点検診断に適用する。

また、ガイドラインの改定や施設の維持管理に関する指針、実際の点検診断業務等から本要領の内容に変更が必要な場合は、直ちに修正し業務に反映させていく。

## 3. 目的

対象施設の維持管理は、供用期間にわたって要求性能を満足するように行わなければならないが、特に以下の点に留意して行うものとする。

- ①施設のライフサイクルコスト（LCC）の低減につながるか。
- ②当該施設の損壊により、人命、財産又は社会経済活動に重大な影響を及ぼすことが無いか。

また、点検結果を基に、いつどのような補修を行うべきか（行わなくともよい）かを判断することが目的であることから、過去の点検結果との変化に注目した検討が重要である。そのため、港湾施設の適切な維持管理に向けて効果的な点検診断を実施し、適切な時期に適切に補修することで施設本来の性能を維持していくものである。

## 4. 施設別点検診断

### 4. 1 水域施設

苫小牧港において過去の状況から判断して、留意しなければならない水域施設は「西港港口の航路における漂砂現象」及び「船舶、特に定期船のサイドスラスターによる洗堀、埋没」であると考えられることから、これらを考慮した点検診断方法を以下に示す。

#### ① 日常点検

浮遊物調査や利用者からの報告等をもって日常点検とする。

#### ② 一般定期点検診断

5年以内ごとに少なくとも1回、上記点検箇所を中心に直轄業務艇により簡易音響測深調査を実施し、その結果を基に必要に応じて詳細な音響測深調査を行う。

また、工事等で得られる測深調査結果、利用者からのヒアリング情報等も参考とする。

#### ③ 詳細定期点検診断

一般定期点検診断の調査結果をもとに詳細定期点検診断を実施すべき箇所、時期を検討するとともに、必要に応じてサイドスキャンソナーの活用を検討するものとする。

漂砂による埋没影響を検討するには、1回の詳細定期点検のみでは傾向の分析が困難であることから、必要に応じて別途調査、解析を行うものとする。

### 4. 2 外郭施設

苫小牧港の外郭施設、特に第1線防波堤はその殆どがケーソン形式であり、これまで高波浪による損傷以外に大きな損傷を受けた事例がほとんどないことから外郭施設の点検調査については臨時点検診断を中心に行うものとする。

#### ① 日常点検

直轄業務艇からの目視により、大きな損傷、変化が生じていないか調査を行うものとする。点検頻度は毎月1回程度実施するものとし、調査は直轄業務艇への管理組合職員の同乗若しくは苫小牧港湾事務所からの情報提供による。なお、内容については維持管理計画書に記載するとともに、撮影した写真は「Google フォト」で整理することにより、管理組合内部など他部署との情報共有を図る。

#### ② 一般定期点検診断

重点点検診断施設については3年以内に、通常点検診断施設については5年以内ごとに少なくとも1回ドローンなどによる撮影を行い、前回調査結果との比較により、移動、沈下、コンクリートの損傷、劣化具合の変化を大局的に把握し、必要に応じて現地実地観測、現地測量などの詳細調査を実施する。

- ・局所的に鉄筋が露出している場合、その広がり、箇所数増加などの傾向を日常点検などで追跡把握し、必要に応じて補修を検討する。
- ・前面に消波ブロックが設置されている箇所では特に高波浪後の調査を綿密に行う。（水中ビデオカメラによる点検は、範囲が限定されること、透明度が低い海域であることを勘案し採用しないが、パラペットが設置されていない箇所については、点検孔設置の検討を行う。）
- ・上部工の厚さが2 mを超えるケースもあることから、他港の事例等も含

め点検孔によるチェックの有効性を確認し、必要に応じて対策を講じる。

- ・上部工及び消波工については海上からの日常点検、5年以内ごとのドローンによる一般定期点検診断を行うが、事前の補修によりLCCの縮減が期待できないことから、部材の劣化、損傷等による補修は必要最小限に止め、施設の性能確保を勘案し、診断するものとする。
- ・上記のことから、施設の補修については波浪等により損傷を受けたあとの事後保全対応を基本とする。

なお、護岸水叩き部など沈下・陥没が懸念される箇所については、一般定期点検診断として5年に1回電磁波レーダーによる空洞化調査を実施する。

この際、過去の陥没発生箇所を重点的に調査し、経年変化や空洞の可能性について確認すること。

### ③詳細定期点検診断

消波工、被覆工及び根固工については、水中部の目視により、移動、散乱、沈下等の変状の把握を標準とするが、変状の要因分析、劣化進行予測等には詳細なデータ収集が必要となることから、水中部形状調査（マルチビーム音響測深機等による調査）の活用により定量的なデータ取得を行うものとする。

点検頻度は重点点検診断施設については10～15年以内に、通常点検診断施設については供用期間中の適切な時期（20～25年）に少なくとも1回実施する。

## 4. 3 係留施設

苫小牧港の係留施設は、そのほとんどが鋼矢板又は鋼管矢板構造であり、他に一部、鋼管栈橋構造の岸壁がある。

係留施設では、過去に複数箇所で陥没が発生しており、その原因は以下のとおりとなっていることから、類似した現象の発生について十分留意する必要がある。

- ・鋼矢板の継ぎ手から土砂が流出
- ・定期船のサイドスラスタにより洗堀を受け土砂が流出
- ・係留施設の構造的な問題ではないが、波浪による岸壁直背後の土砂流出や給水管からの漏水によって空洞が発生した事例もある。

### ①日常点検

ガイドライン「第3編 係留施設 1. 3 日常点検」に沿って実施することを基本とする。点検頻度は1年間で全ての係留施設の点検を行うものとし、必要に応じて調査内容を維持管理計画書に記載するとともに、撮影した写真は「Google フォト」で整理することにより、管理組合内部など他部署との情報共有を図る。

特に、降雨後の状況確認は、エプロンの沈下、陥没箇所の特定に有効であることから、積極的に実施するとともに、エプロンの点検時に防舷材の脱落、損傷についても陸上からの目視により点検を行うものとする。

（防舷材のボルト締め確認については委託業務により実施する）

また、1年に1回程度、直轄業務艇に管理組合職員も同乗し、海上からの目視による点検作業を行う。

なお、エプロン舗装の劣化、損傷等については、日常点検及び利用者からの情報等も参考に随時、適正に補修を行うこととする。

### ②一般定期点検診断

電気防食が設置されている重点点検診断施設については3年以内に、通常

点検診断施設については、5年以内に1回程度委託業務により電位測定を行うものとする。

また、栈橋構造施設については、上部工（下面）のコンクリート状態を5年に1回程度チェックする。この際、船舶型ドローンなどの活用を積極的に検討するとともに、被覆防食工<sup>※1</sup>についても同時に点検を行うものとする。

※1 被覆防食工のチェック方法のリサーチが必要

係留施設の一般定期点検においては、ドライブレコーダーやGoPro等の活用について可能性を検証していくとともに、継続的なデータ収集による施設の経年変化についても検証を行っていく。

なお、エプロンについては、一般定期点検診断として5年に1回電磁波レーダーによる空洞化調査を実施する。この際、過去の陥没発生箇所を重点的に調査し、経年変化や空洞の可能性について確認すること。

### ③ 詳細定期点検診断

基本的にはガイドラインを参照して、必要箇所の潜水調査（被覆防食工の確認を含む）を実施する。

施設全体の移動量、上部工の舗装状況調査などは、日常点検、一般定期点検診断の結果で省略することができるものとする。

点検頻度は重点点検診断施設については10～15年以内に、通常点検診断施設については供用期間中の適切な時期（20～25年）に少なくとも1回実施する。

## 4.4 臨港交通施設

苫小牧港管理組合が管理する臨港交通施設は小規模な橋梁2箇所のほかは全て道路である。

これまで臨港交通施設では大規模な陥没等は発生していないが、建設から50年以上経過している路線もあることから、主に日常点検により変状の把握に努めるものとする。

### ① 日常点検

上記のことから、日常のパトロールや利用者からの通報、情報提供、要望等により、ひび割れ、わだち掘れ等の変状を把握する。

また、利用者や道路パトロール委託業者からの通報、報告等により緊急的な補修が必要な箇所については、利用者の安全を第一と考え早急に対処する。

日常点検により確認された変状は、利用状況や規模、劣化状況等を勘案し必要に応じて路線全体の改良やオーバーレイを計画的に実施していく。

### ② 一般定期点検診断

ドライブレコーダーを使用し舗装状況に関するデータ収集を5年に1回程度行うほか、電柱や道路標識等付帯施設の腐食についてもチェックを行うなど、港湾内及び港湾とその背後との間における車両等の安全かつ円滑な交通の確保に努める。ドライブレコーダーの使用が困難な場合やその効果が得られないと判断される場合は、同レベルのデータ収集に努める。

また、2箇所の橋梁についてもガイドラインに基づき、構造に合わせた点検調査を実施し、結果を維持管理計画書に記載するものとする。

### ③ 詳細定期点検診断

供用期間中の適切な時期（20～25年）に少なくとも1回、路面性状調査を実施する。

#### 4. 5 荷さばき施設

荷さばき地の点検診断については、港湾荷役業者の安定した荷役作業の実現のため、荷役作業に支障となるような変状や劣化状況等を的確に把握するための日常点検が重要となる。

##### ① 日常点検

荷さばき地の点検診断については、ガイドライン「第3編 係留施設 第2章2. 1. 2 エプロン」「第3編 係留施設 第7章 附帯設備等」に沿って実施することを基本とする。点検頻度は1年間で全ての荷さばき地の点検を行うものとし、必要に応じて調査内容を維持管理計画書に記載するとともに、撮影した写真は「Google フォト」で整理することにより、管理組合内部など他部署との情報共有を図る。

特に、降雨後の状況確認は、沈下、陥没箇所の特定に有効であることから積極的に実施する。

また、4. 4 臨港交通施設① 日常点検と同様、利用者からの通報、情報提供、要望等により変状を把握し、緊急的な補修が必要な箇所については、荷さばき地の利用状況等の調整のもと補修を行い、利用形態の変更や劣化規模等を勘案し、必要に応じて荷さばき地全体の改良を計画的に実施していく。

##### ② 一般定期点検診断

荷さばき地の変状及び劣化状況の把握については、前述のとおり日常点検が重要となることから、日常点検の結果に基づき一般定期点検診断を行うものとする。

##### ③ 詳細定期点検診断

ドライブレコーダーを使用し舗装状況に関するデータ収集を行う。ドライブレコーダーの使用が困難な箇所については、利用者との調整を図り可能な範囲でデータ収集に努める。

#### 4. 6 その他施設

荷役機械、上屋、緑地等その他の港湾施設の点検診断については、ガイドラインのほか関係法令によるものとする。ただし、船舶役務用施設（船舶給水施設）の点検診断については、船舶への安全かつ円滑な役務の提供が図られるよう、下記により行う。

##### ① 日常点検

船舶給水施設の日常点検は、水道法等の関係法令によるものとするが、施設利用者や委託業者からの報告等により状況を把握し、緊急的な補修が必要な箇所については、早急に対処する。

##### ② 一般定期点検診断

日常点検の結果をもって一般定期点検診断に代えるものとする。

##### ③ 詳細定期点検診断

不可視部分の点検として、供用期間中に一度漏水調査を行う。調査により漏水が確認された場合は、周囲への陥没等の影響範囲についても調査し、早急に対応を図るものとする。



## 参考

本要領における点検診断の頻度をまとめると以下のとおりとなる。

	日常点検	一般定期点検診断	詳細定期点検診断
水域施設	通常時のパトロール	5年に1回	一般定期点検診断の結果により適宜実施
外郭施設	毎月1回程度	通常点検診断施設	
		5年以内ごとに1回	供用期間中の適切な時期（20～25年）に1回
		重要点検診断施設	
		3年以内ごとに1回	10～15年以内ごとに1回
係留施設	1年間で全ての係留施設の点検を実施	通常点検診断施設	
		5年以内ごとに1回	供用期間中の適切な時期（20～25年）に1回
		重要点検診断施設	
		3年以内ごとに1回	10～15年以内ごとに1回
臨港交通施設	通常時のパトロール	5年に1回	一般定期点検診断の結果により適宜実施
荷さばき施設	1年間で全ての荷さばき地の点検を実施	5年に1回	一般定期点検診断の結果により適宜実施
その他施設	「港湾の施設の点検診断ガイドライン」による		
その他施設 (船舶給水施設)	施設利用者や委託業者からの報告等による	5年に1回	供用期間中の適切な時期（20～25年）に1回

## 補足

- ・本要領に記載のない項目については、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」によるものとする。
- ・国土交通省が運用している「維持管理データベースシステム」についても効果的な活用方法について検討していく。
- ・本要領については、更新年次を定めることなく、必要に応じて内容を更新、改定するものとする。
- ・これまで委託業務の成果品としてファイリングしていた維持管理計画書や定期点検診断結果については、施設別での再編さんを行ったことから、今後実施される施設の維持補修について、可能な限り補修履歴を追記していく。  
(例：部分的な舗装補修、雨水桝、照明灯、防舷材、車止めの補修 等)

## 更新・改定履歴

- ・令和2年4月1日 適用

# GPS情報を利用した 画像データ活用事例

苫小牧港管理組合

1

## 導入の経緯

H30.9 胆振東部地震



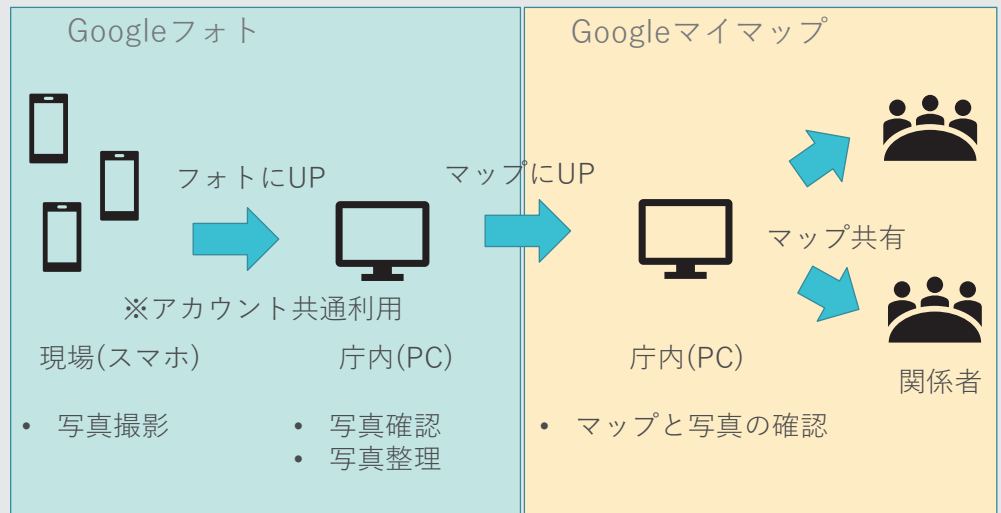
東港区(厚真町)最大震度7  
ブラックアウト

情報伝達・共有など初動対応に課題

- ・情報の迅速性
- ・情報の正確性
- ・リダンダンシーの確保
- ・情報伝達の省力化

2

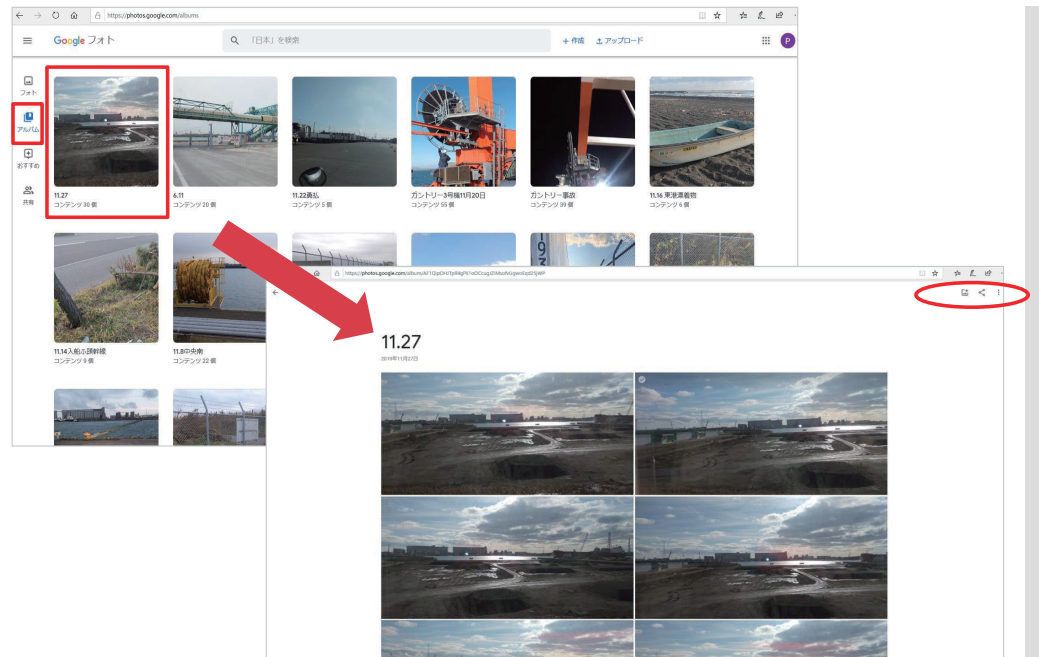
# 利用方法



災害時緊急点検・港湾施設点検等に活用

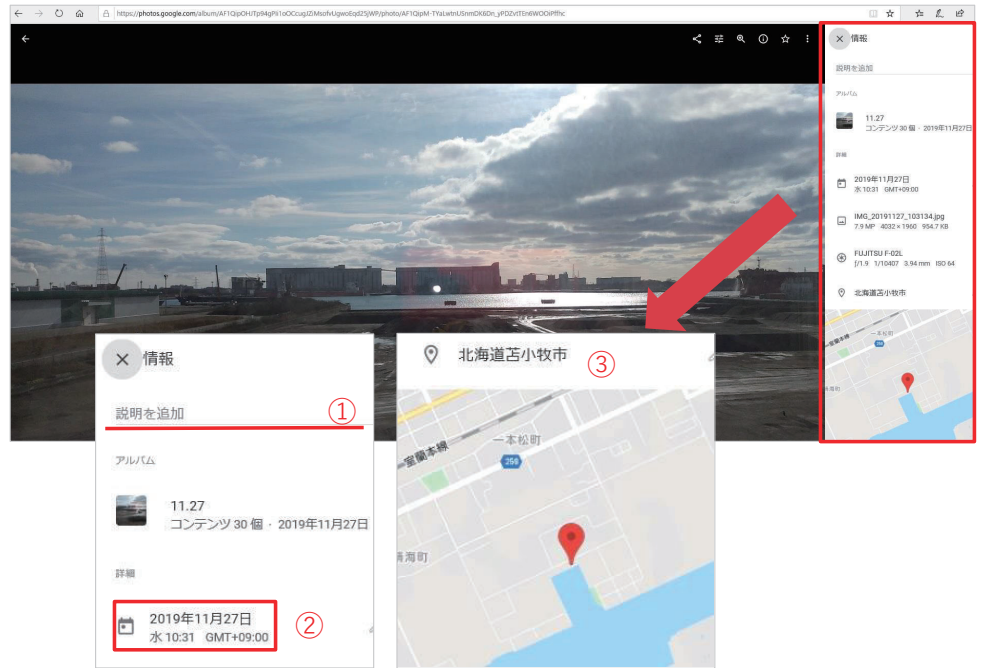
# Googleフォト画面①

- アルバムごとに管理
- アルバム選択→写真確認
- 一括ダウンロード可能
- アルバム単位で共有可能
- 動画アップロード可

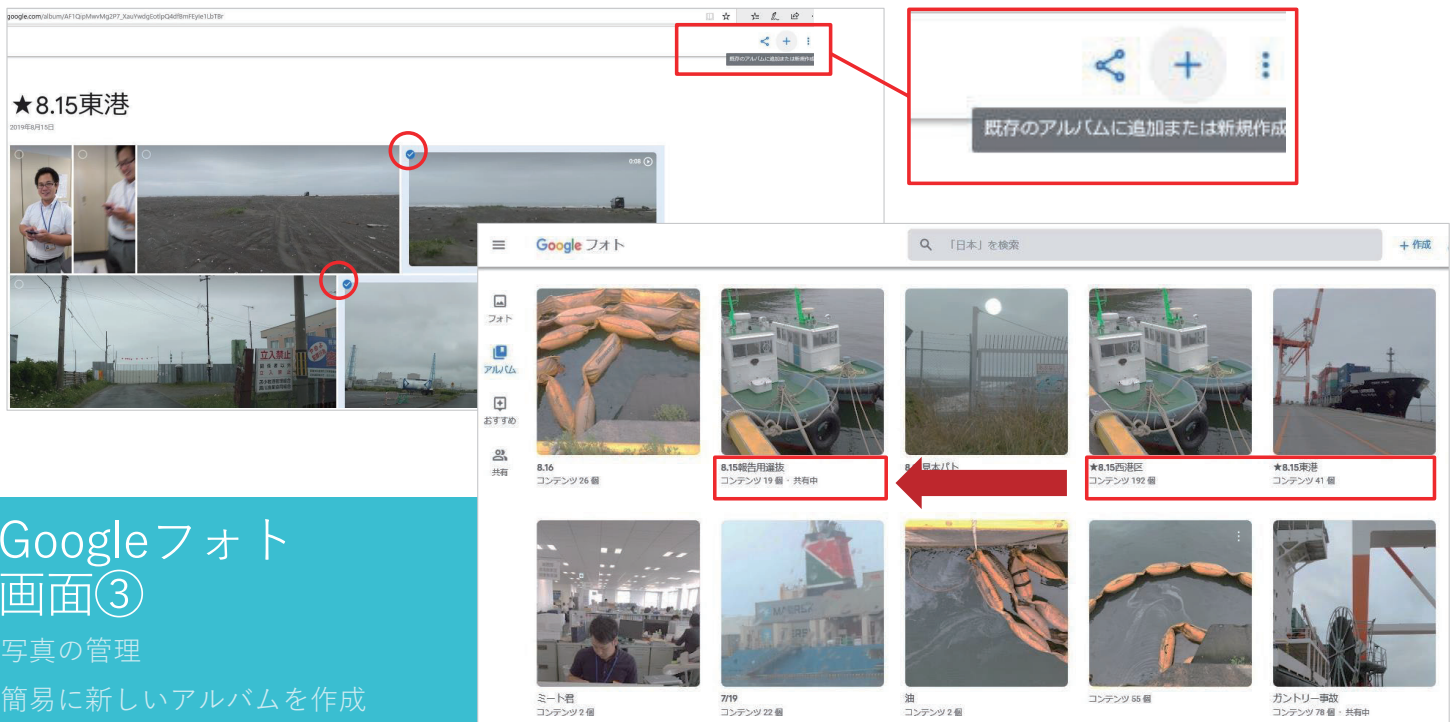


## Google フォト 画面②

- 説明メモを追加①
- 撮影日時②
- GPS情報③



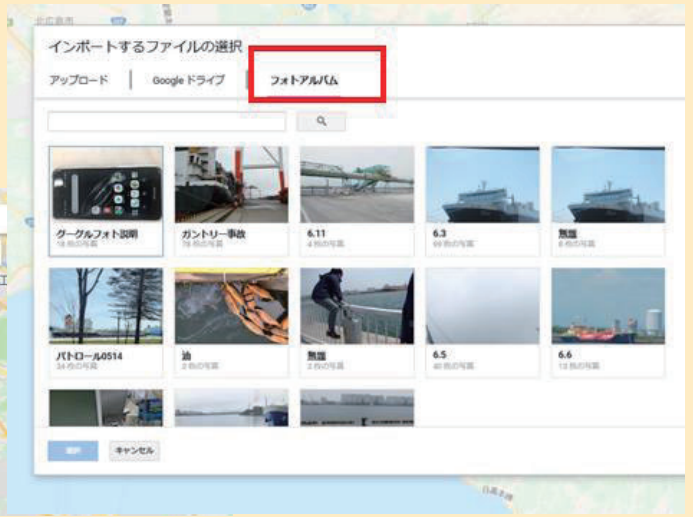
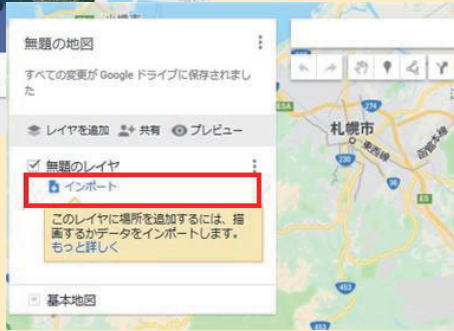
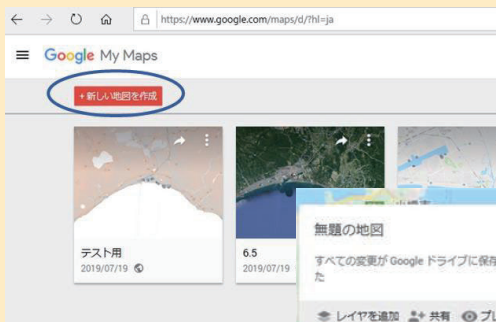
5



## Google フォト 画面③

写真の管理  
簡易に新しいアルバムを作成

6

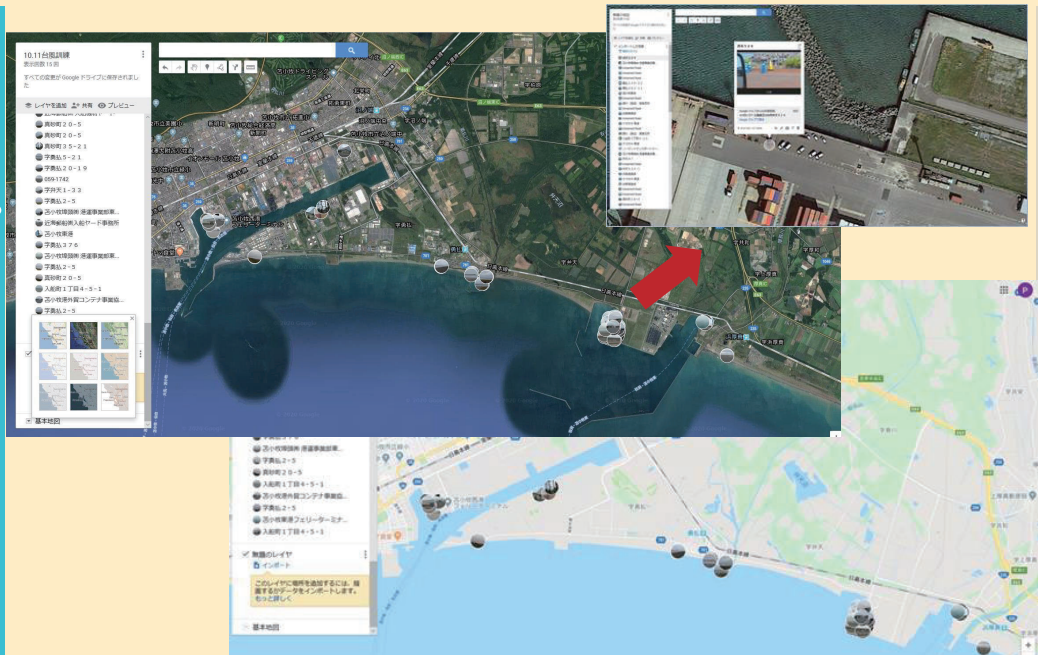


## Googleマイマップ画面①

- 地図上に写真を表示
- Googleフォトを呼び出してアップロード

## Googleマイマップ画面②

- 背景の表示変更可
- 拡大・縮小等の操作可
- 共有設定でリンクを配布  
⇒情報共有先でも操作可



## Googleマイマップ 画面③

レイヤを追加して地図上に写真データを追加  
チェック☑でレイヤごとに地図上に表示可能



- ★1月と7月の画像データをフォトからマップに表示し  
施設状況の変化を確認
  - ※GPS情報が同じ(近い)ため地図上に並べて表示可
- ★年間の点検報告写真を随時マップに表示、点検頻度を  
把握(未点検施設の解消)



9

## メリット

導入障壁が低い

- ・フォト・マップともに無料
- ・フォトは使用データ量無制限
- ・Googleアカウントの取得のみでサービス利用可能

サーバが強い

- ・画像・動画データともに数秒でアップ可能
- ・100枚の画像をマップにアップする時間は10秒程度
  - ※通常画像を使用するシステムは動作が重い

地図更新の継続性・迅速さ

- ・Googleマップが更新されるタイミングで更新
  - ※あるはずの建物がないこと(その逆も)がない
  - ※地図を使用するシステムは更新の遅れにより風化していく

UIが優れている

- ・スマホアプリ・PCサイトともに直感的に操作できるUI
  - ※自作するとスマホアプリ版は特に使いにくくなる

10

## 特徴・課題

### 紙からWeb上へ

- ・ GoogleはGoogleマップ・マイマップの紙への印刷・配布を制限
- ・ 共有設定やリンクの配布を広く認め、Web上での利用を想定



組織内での情報共有のペーパーレス化  
情報共有先のセキュリティ設定により利用不可のケースあり

### 無料サービスゆえの特徴

- ・ 仕様変更やポリシー変更などを想定
- ・ 公式な使用マニュアルが無い



組織内でのテスト・試行が必要

## 導入 スケジュール

H31(2019年)

- 4月 テスト
- 6月 主管課訓練  
マニュアル作成
- 7月 職員説明会  
点検用スマホ購入
- 8月 緊急点検班3課合同訓練  
関係課アカウント配布



お問い合わせ

苫小牧港管理組合総務部港湾政策室

0144(34)5901