

港湾工事等におけるICTを活用した調査事例

株式会社パスコ
環境文化コンサルタント事業部
小関 真征

■ 紹介内容

1. ICT活用事例の紹介

- ① 港湾施設の被災状況調査(2011d、2015d、2016d、2018d)
- ② ICT活用工事における出来形評価(2018d)

2. 紹介事例にみるICT活用における有効性と課題(まとめ)

3. 新技術の活用の取り組み(施設の維持管理を見据えて)

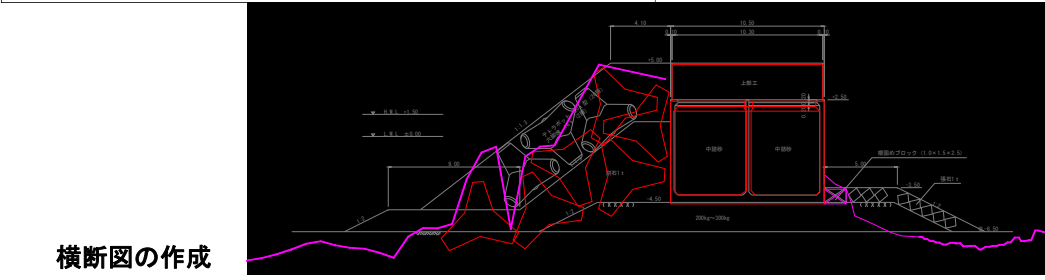
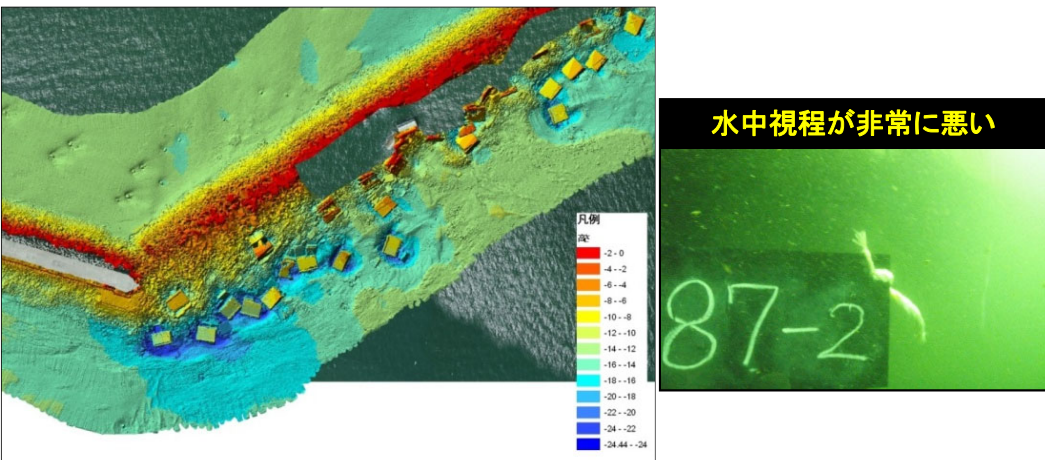
- ① UAV搭載グリーンレーザによる離岸堤調査)
- ② UAVオルソ画像解析による劣化箇所自動抽出)

1. ICT活用事例の紹介 ①港湾施設の被災状況調査(2011d)

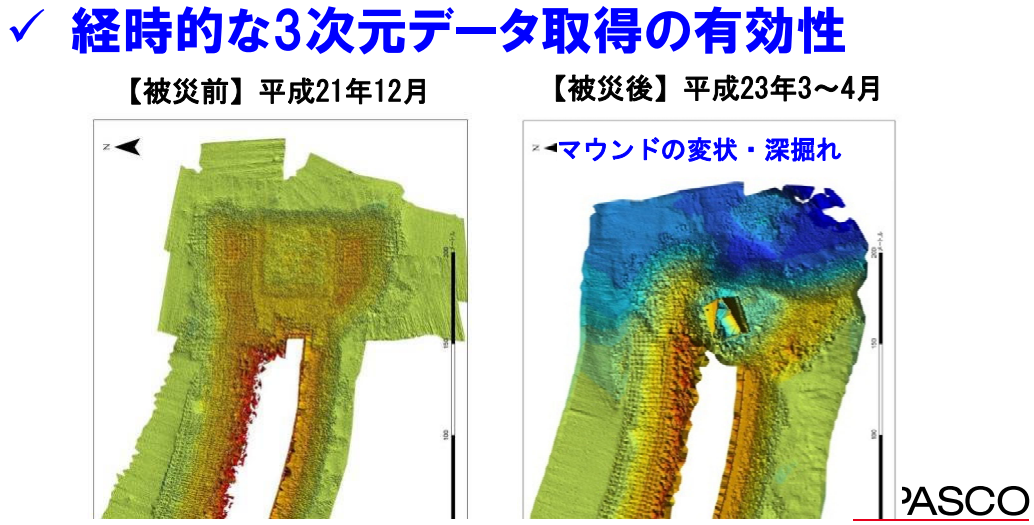
【ICTの活用とその有効性】

- 2011d(東日本大震災) A港 防波堤
- ✓ 調査にあたっての課題
 - 「安全」かつ「正確」な被災状況を把握する。
- ✓ マルチビームの活用

マルチビーム測深機が一般化され始めてから10年程度が経過した時期。



- ✓ **マルチビーム測深の有効性**
 - 安全性
 - 幅の広い測深により、**危険箇所の情報を遠くから把握**できた。
 - 潜水作業では、水中視程が悪く、安全面に問題あったが、**事前に水中の状況や危険箇所の把握**ができた。
 - 効率性
 - 一度に広域の情報取得が可能である。**(面的情報の取得)**
 - 潜水作業の効率化に寄与(事前に水中の状況のイメージ)
 - 利便性
 - 図化により被災状況の外観把握に適していた。**(見える化)**
 - 3D化により、机上で**任意の横断抽出**が容易にできた。



1. ICT活用事例の紹介 ①港湾施設の被災状況調査(2015d, 2016d)

【ICTの活用とその有効性】

➤ 2015d, 2016d B港 防波堤

✓ 調査にあたっての課題

- 災害復旧のため、**“短期間”**での成果提示が必要。
- 防波堤上に基準点を設ける必要があった。しかし、陸上の既設基準点は遠方に存在した(1500m程度の距離)。
- **厳しい気象条件下(日々強い季節風と降雪)**となるため、**“速やかに”**かつ**“短時間で”**現地調査を実施する必要があった。

- ✓ なお、防波堤上では、日中は常に10m/sec程度の風が吹いていた。



ケーソンの破壊



根固ブロックの散乱

BL 30-2 外

✓ RTK-GNSS(VRS)の活用の有効性



陸地の基準点よりTS観測



現地でのVRS単点観測

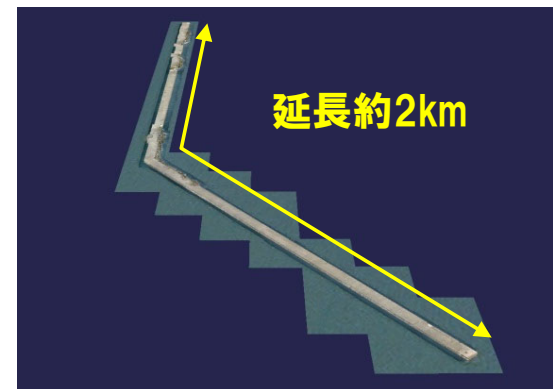
近傍基準点でのチェックでは、XYZともに**1~2cmの較差**であった。

※「港湾の施設の技術上の基準・同解説書」では、水平精度±3-5cm、高さ精度±5-10cm

- ⇒ **『短時間』かつ『安全』に主要基準点を設置でき、速やかに横断測量に着手できた。**

✓ UAVの活用の有効性

- 延長約2kmの防波堤の撮影を**短時間(3時間弱)で完了**できた。
- 一方、**データ処理には相応の時間を要した。**



飛行時間: 2時間40分

データ処理: 4~5日

- ノイズ処理等
- 3次元点群データ作成
- 各種データ作成: 2~3日
- デジタルオルソ作成
- 動画作成

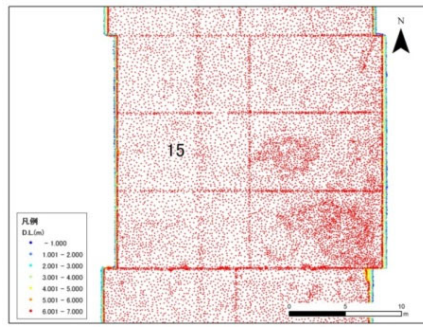
1. ICT活用事例の紹介 ①港湾施設の被災状況調査(2015d, 2016d)

【ICTの活用とその有効性】

- 3D化により上部工の平面図を作成できた。
⇒ ケーソンの移動量も把握できた。

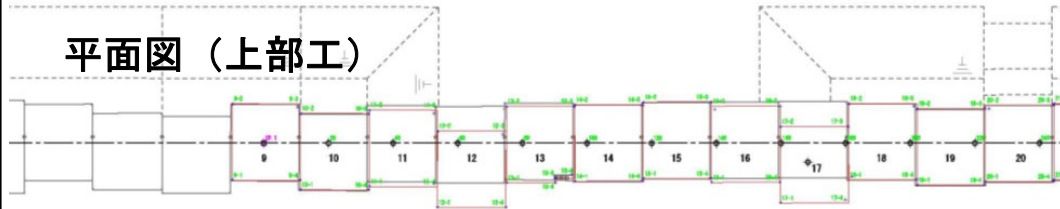


3次元写真



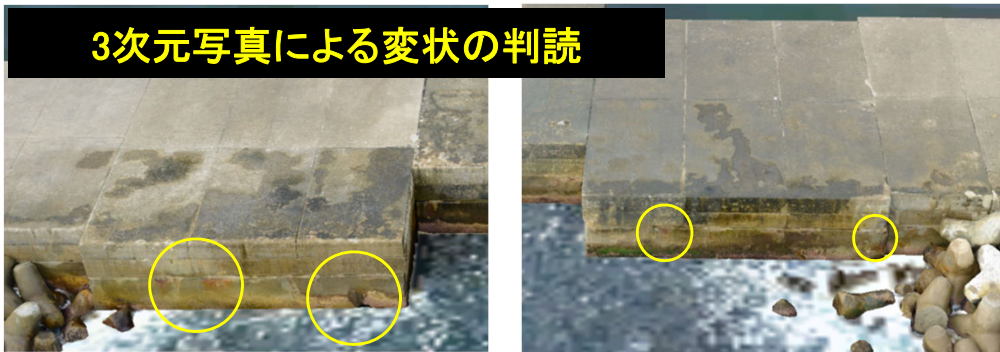
3次元点群データ

平面図 (上部工)



- UAVの3次元写真により、後で机上で変状箇所を確認できた。

3次元写真による変状の判読



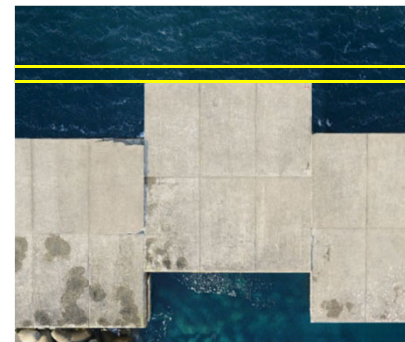
- 従来手法のような危険箇所への立入りを回避できた。
(作業員の安全確保に寄与)



従来の方法

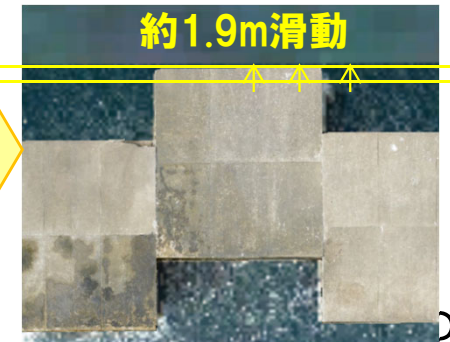
- ✓ 経時的な3次元データ取得の有効性
- 経時データがあれば、変状の変化や進行度を把握できる。

2016年1月撮影



2016年9月撮影

約1.9m滑動



進行

1. ICT活用事例の紹介 ①港湾施設の被災状況調査(2018d)

【ICTの活用とその有効性】 ➤ C港 護岸

✓ 活用したICTと対応方針

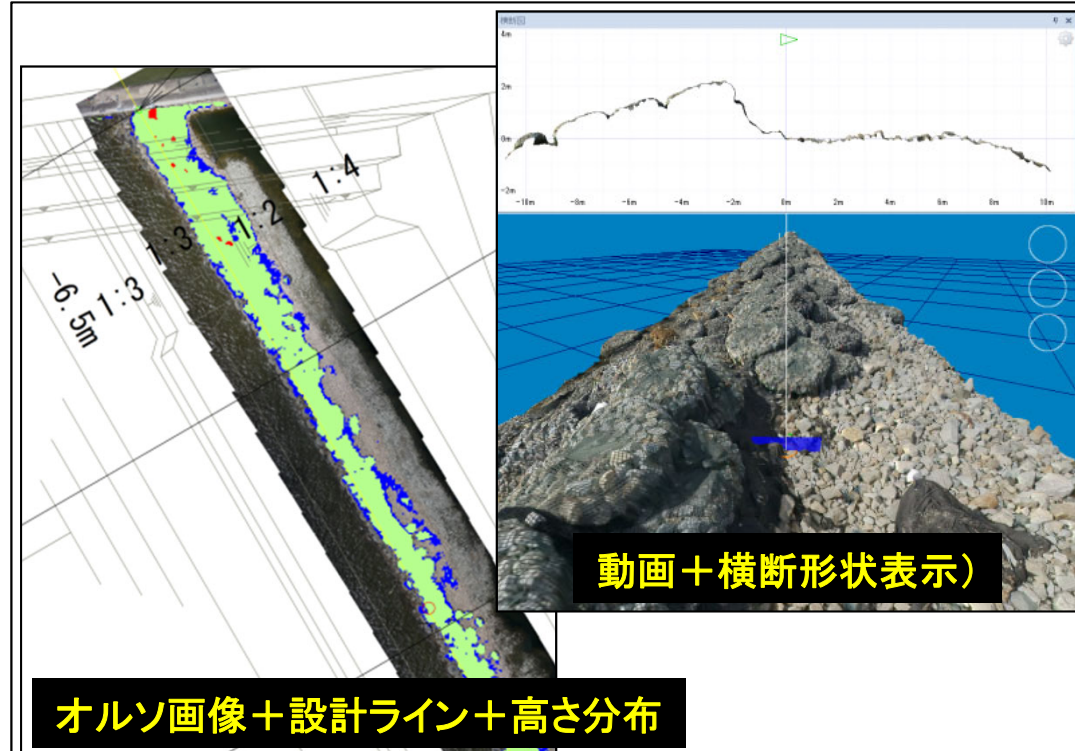
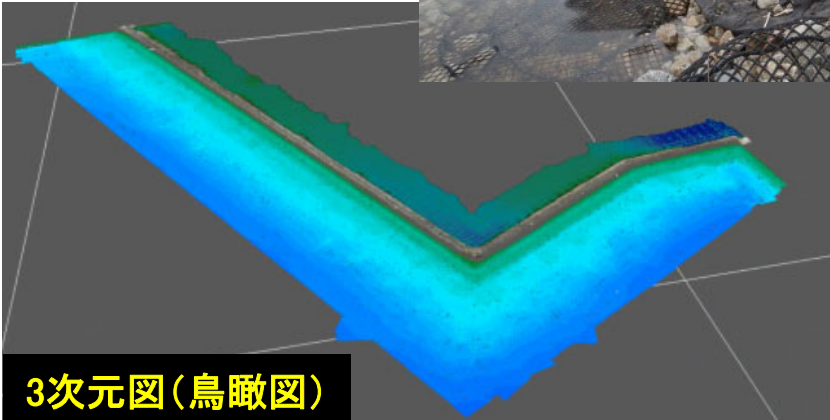
- ◆マルチビーム（堤内の浅い箇所はシングルビーム）
- ◆UAV（写真測量）

- 水陸合体の3次元データより、被災平面図や必要な位置での横断図を作成。
- 動画やオルソを作成するなど、**見える化**に留意した。
- **3次元数量計算**・・・時間を要するため実施せず。

被災状況



3次元図(鳥瞰図)



✓ UAV活用にあたって考慮すべき事項

- UAVについては、撮影2日目は風速8m/secと強く、飛行限界に近い状況であった。降雨もあった。気象状況を見て、飛行させ撮影することはできた。
- **気象海象の厳しい地域で、特に急を要する場合には、UAV計測は適さないことも考えられる。**

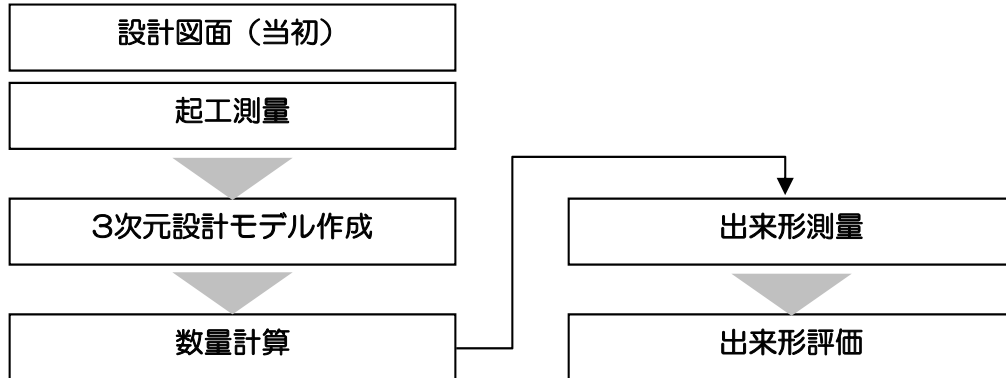
1. ICT活用事例の紹介

②ICT活用工事における出来形評価(2018d)

【ICT活用モデル工事】

➤ D港・E港 防波堤築造工事

➤ ICTを活用した出来形評価の検討

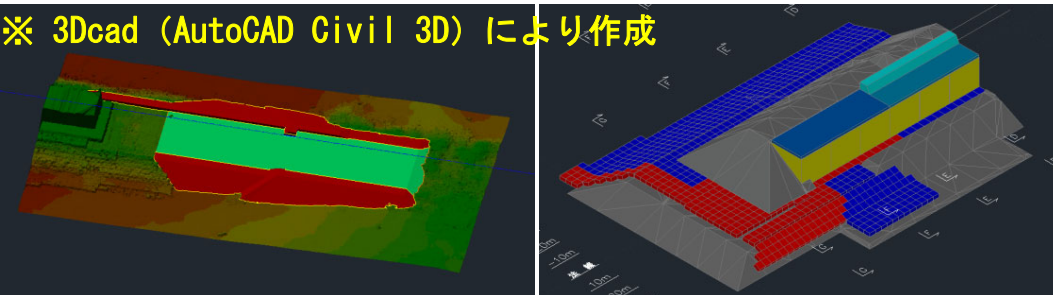


✓ 起工測量・出来形測量

区分	機器	対象
起工測量	マルチビーム	基礎工、被覆・根固工、消波工
	UAV(写真測量)	消波工
出来形測量	マルチビーム	基礎工、被覆・根固工、消波工
	UAV(写真測量)	消波工

✓ 3次元設計モデル

※ 3Dcad (AutoCAD Civil 3D) により作成



基礎捨石・被覆石モデル

基礎捨石・被覆石・被覆BL・根固BL
・消波BL・本体工・上部工モデル

✓ 数量計算

※ 3Dcad (AutoCAD Civil 3D) により算出

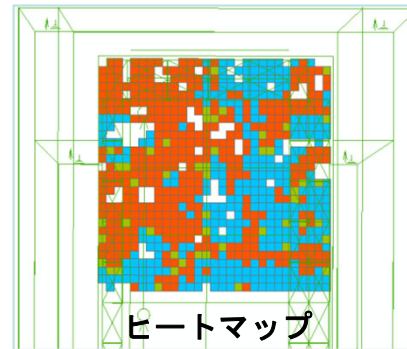
(別事例)

名前	切土(調整済)(m3)	盛土(調整済)(m3)	ネット(調整済)(m3)
土量サーフェス基礎捨石 (1)	0.00	6697.93	6697.93<盛土>
土量サーフェス基礎捨石 (1) -15.0m~-20.0m	0.00	5322.36	5322.36<盛土>
土量サーフェス基礎捨石 (1) -20.0m~-25.0m	0.20	1375.77	
土量サーフェス基礎捨石 (2)	0.00	444.31	
土量サーフェス基礎捨石 (2) -15.0m~-20.0m	0.00	200.89	

統計情報	値
一般	
拡張	
2D サーフェス領域	16.74m2
3D サーフェス領域	18.71m2

✓ 出来形評価

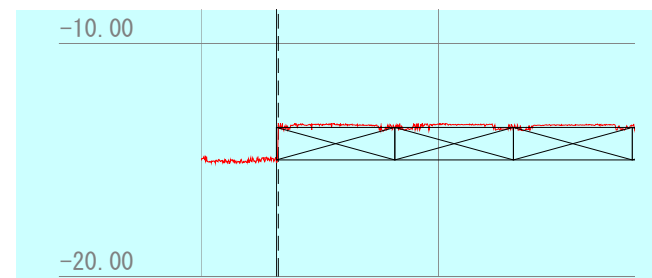
- 出来形評価方法がないため、評価方法はICT浚渫工や「関東地方整備局における検討結果」を参考に設定した。



捨石均しの
出来形評価のイメージ

- 許容範囲±0.00cm以内
- 許容範囲±0.00cmの範囲外

↓
達成率で評価



ブロック据付の出来形確認

1. ICT活用事例の紹介

②ICT活用工事における出来形評価(2018d)

【ICT活用モデル工事】 ➤ D港・E港 防波堤築造工事

✓ 各作業段階での主な問題点

作業段階	主な問題点
測量(起工・出来形)	<ul style="list-style-type: none"> ・工事進捗に合わせた使用機器及びオペレータ(外注)の確保が難しい。 ・取得データの処理に時間を要する。(1週間程度) ・測量機器の自然条件に対する弱点がある。 マルチビーム:波浪、 UAV:強風、降雨、塩分を含んだ風
3次元設計モデル作成 数量計算	<ul style="list-style-type: none"> ・3Dソフト(特に3Dcad)を扱える技術者が少ない。(まだ2Dが基本) ・3Dモデル作成～数量計算には、相応の時間を要する。(1週間～1ヶ月) ・発注者及び施工業者(現場)では、3Dソフト(3Dcad)が導入されていない。 ・発注図面が正確でない場合があった。
出来形評価	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元データを用いた場合の出来形評価方法が整備されていない。 ・出来形評価は、3次元データの整理後、2～3日を要する。
全般	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元データの解析等には、3dCADやGISを活用しているが、発注者や施工業者ではほぼ導入されていない。

2. 紹介事例にみるICT活用における有効性と課題(まとめ)

【ICTの活用による3次元データの有効性】

- 見える化（図化や動画化することにより解り易い資料）
- 現地作業の安全面に寄与（現地は短時間、危険箇所立入なし、後で机上で作業）
- 施設の維持管理への利活用（更に経時データあれば ⇒ 変状の進行の把握が可）

【ICT活用における課題】

- データ処理に時間を要する。 ⇒ データ処理の自動化技術の開発。
- 導入するICTが現場に適さない場合がある。 ⇒ 現場に適する適切なICTの導入。
- 人材やソフト、機器の不足
 - ⇒ 官民の更なる技術向上の取組みや環境整備(人材、PC、ソフト、機材)が急務。
- 3次元データによる工事の出来形評価方法の確立が必要。(一部整備済み)
 - ⇒ 一定の品質確保。 災害復旧調査への活用。

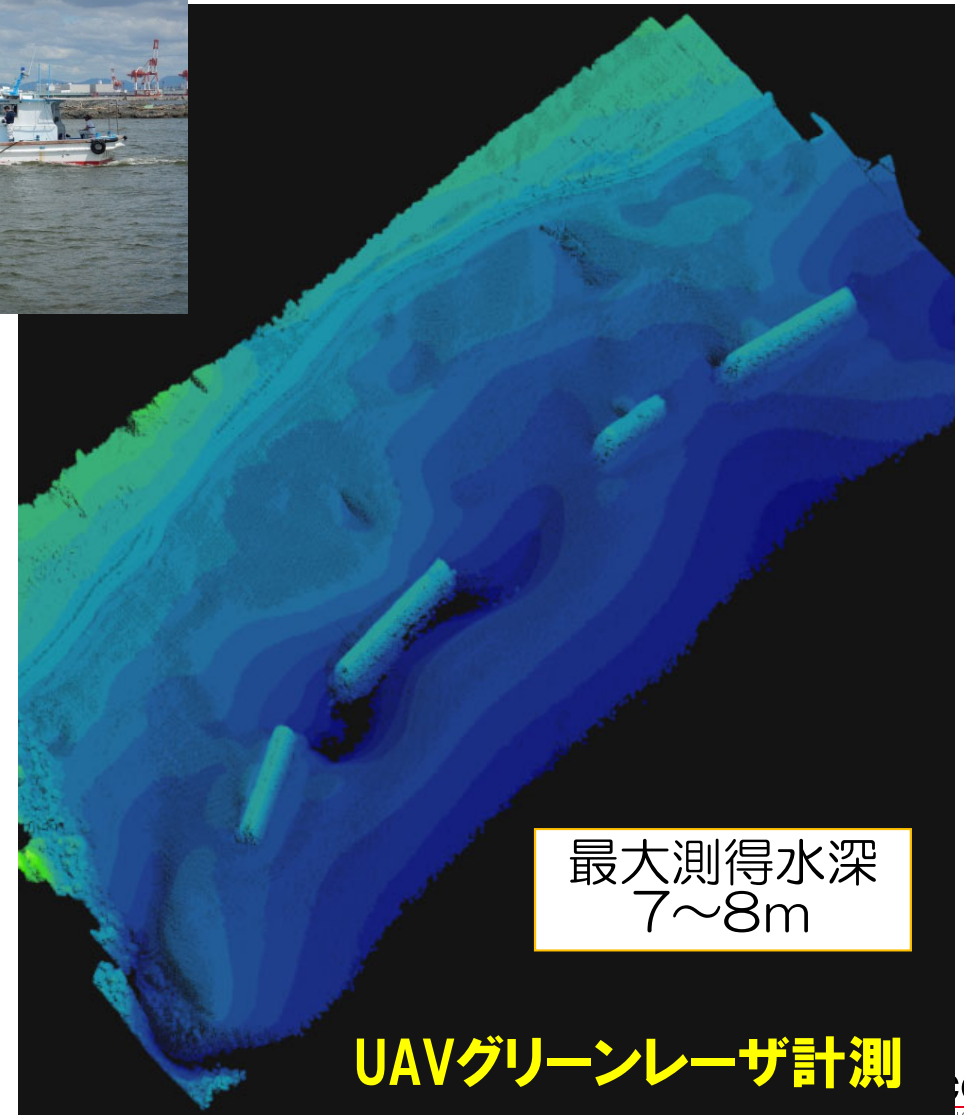
3. 新技術の活用の取り組み(施設の維持管理を見据えて)

【① UAV搭載グリーンレーザによる離岸堤調査】

施設の維持管理に係る点検調査 ⇒ 目視調査、縦横断測量、深淺測量が基本



- 水陸部の3次元モデルの構築
- 天端高、法尻付近の状況把握
- 従来方法に対し安全面の向上
- 点群密度1点/5cm = 100個以上/1m



3. 新技術の活用の取り組み(施設の維持管理を見据えて)

【② UAVオルソ画像解析による劣化箇所自動抽出の試み】

施設の維持管理に係る点検調査 ⇒ 目視調査が基本

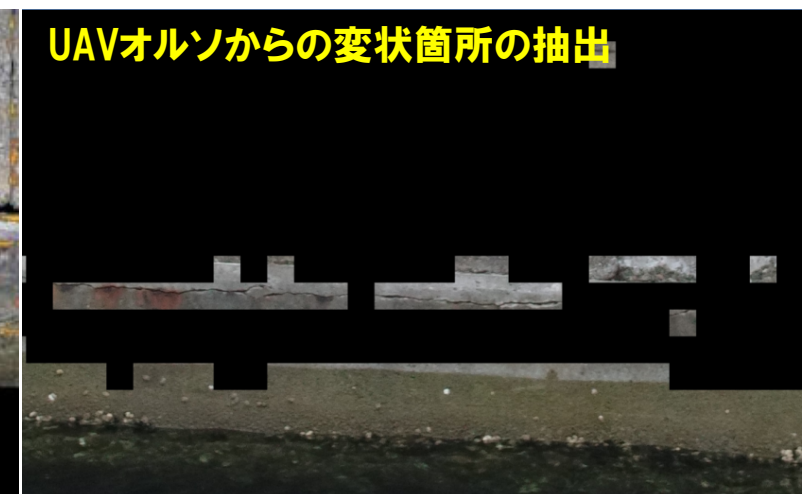


変状図は、目視レベルのため、次回点検時に前回の変状を容易に確認できない(位置が分からない)場合がある。

- 変状情報を3次元化すると、、、
- ・ 将来においても位置や規模が特定できる。
- ・ 変状の進行が定量的に把握できる。



- 変状の自動抽出の取り組み



ご清聴ありがとうございました。

World's Leading Geospatial Group

