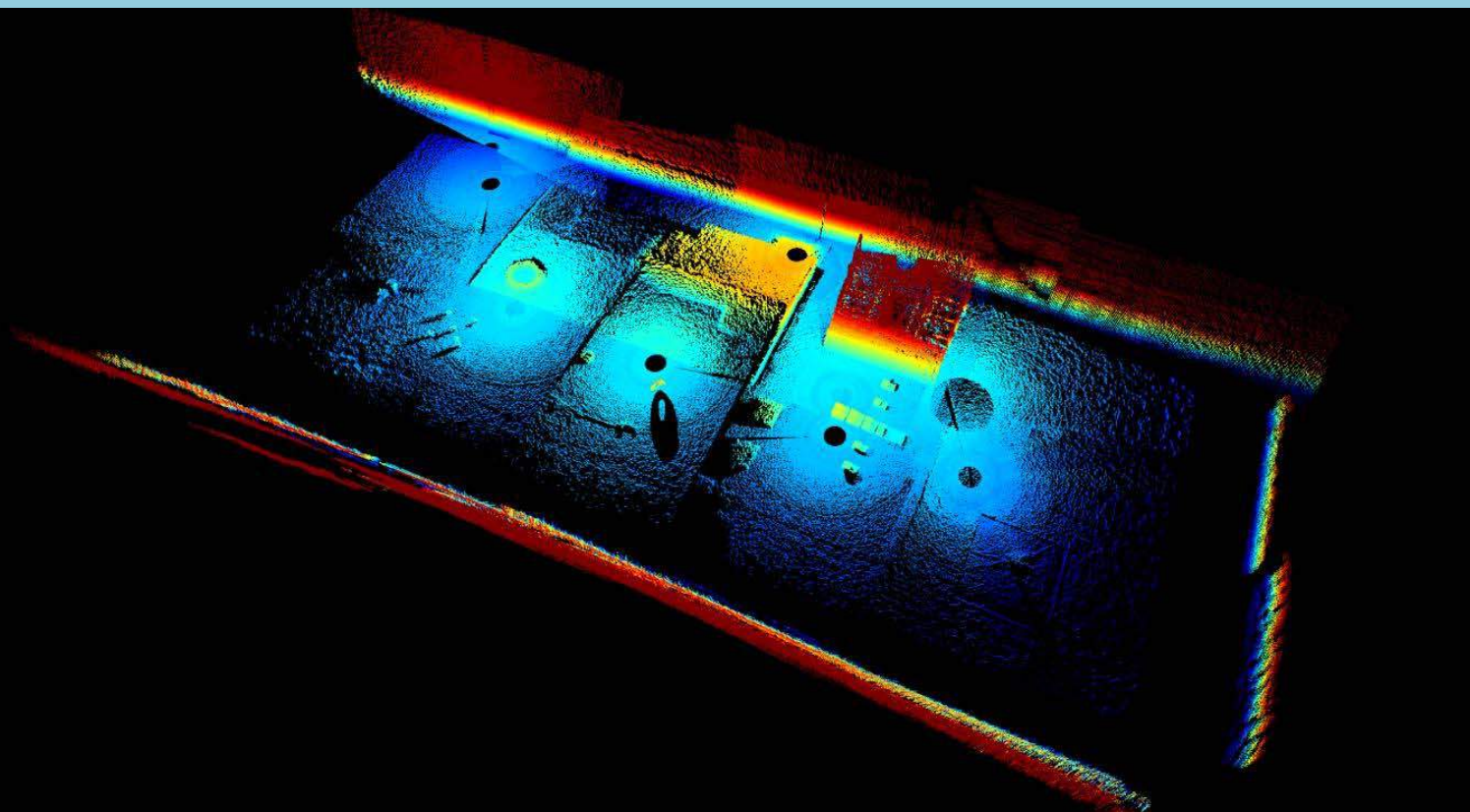


水中3Dスキャナーを用いた 水中可視化技術の実証試験

横浜港湾空港技術調査事務所
第6回 技術交流会

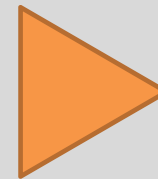
平成29年12月7日
いであ株式会社
大野 敦生



■ 本資料は関東地方整備局が推進するi-Constructionに寄与する案件として、海洋調査協会と関東地方整備局間で、平成28年度共同研究協定を締結の上、実施した実証試験成果を中心にとりまとめたものである。

- ✓ はじめに
- ✓ 水中3Dスキャナーの御紹介
- ✓ 実証試験における計測結果
- ✓ 水中可視化技術の精度検証
- ✓ 港湾ICT技術に向けた有効性の検討
- ✓ 摘要事例

- ◆ 労働力不足(少子高齢化・人口減少)
- ◆ 社会インフラの老朽化
- ◆ 異常気象・大規模災害への迅速な対応

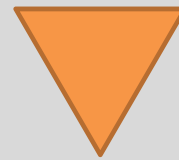


ICT技術を活用した
効率的、汎用性の高い
技術が求められている

水中部

目視では確認できない
気象・海象条件によって作業時間が限られる

非効率的



水中部を効率的に把握できる技術が必要

水中3Dスキャナーのご紹介



| センサー部 | |
|-------------|----------------|
| 周波数 | 1.35MHz |
| ビーム幅 | 1° × 1° |
| ビーム数 | 256 |
| 測定範囲 | 1-20m |
| 分解能 | 1.5cm |
| 耐圧 | 1000m |
| パン・チルト機能 | |
| 水平方向(パン機能) | 360° |
| 垂直方向(チルト機能) | 45° (15° × 3回) |

- ◆ 取得データは、任意XYZ座標で管理
- ◆ 音響機器のため、濁りの中でも測定可能
- ◆ 小型で汎用性が高いため、
いろいろなプラットフォームに搭載できる。

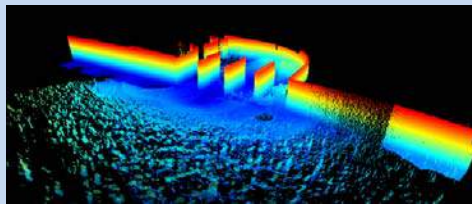
水中3Dスキャナーを用いた水中可視化技術の計測事例

水中3Dスキャナー単独測定



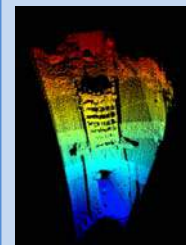
- 作業船の航行が困難な場所
- シンプルな構成で取り扱いが容易
- 業務実績多数

水中3Dスキャナー + 自走式運搬機



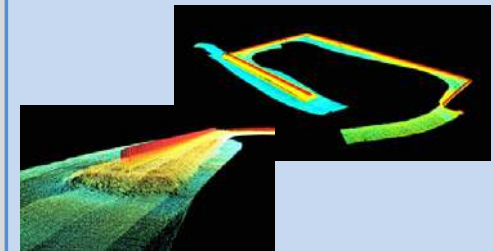
- 作業船の航行が困難な場所
- 次世代ロボ導入委員会水中維持管理部会より最高評価
- H28に水中ロボ試行的導入

水中3Dスキャナー + ROV



- 潜水作業が困難な水深 (~300m)
- HVカメラによる画像撮影

水中3Dスキャナー + 船舶



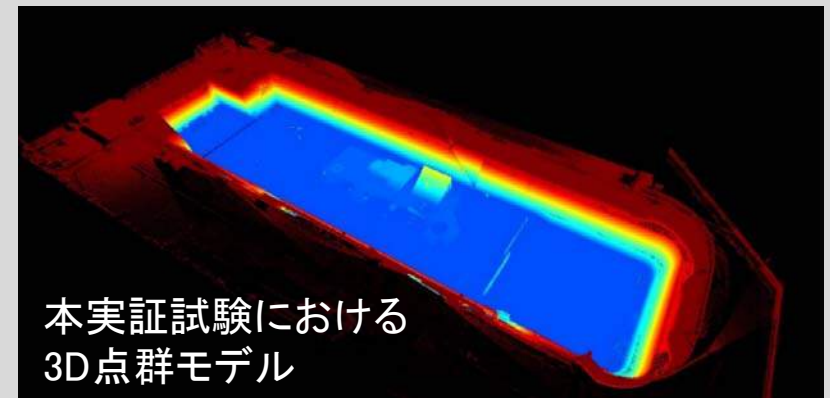
- 移動しながら3D計測
- 業務実績多数
- H28試行的導入に採用

港湾におけるICT技術として 水中3Dスキャナーを用いた水中可視化技術の有効性確認

| 課題 | 整理 |
|-------------------|---------------------------|
| 水中可視化技術の精度検証 | 標定物計測結果の比較 |
| 港湾ICT技術に向けた有効性の検討 | 汎用性、拡張性、費用耐効果等の評価から有効性の検討 |



陸上部と水中部の
3次元計測データを合成した
シームレスな3D点群モデルの作成



本実証試験における
3D点群モデル

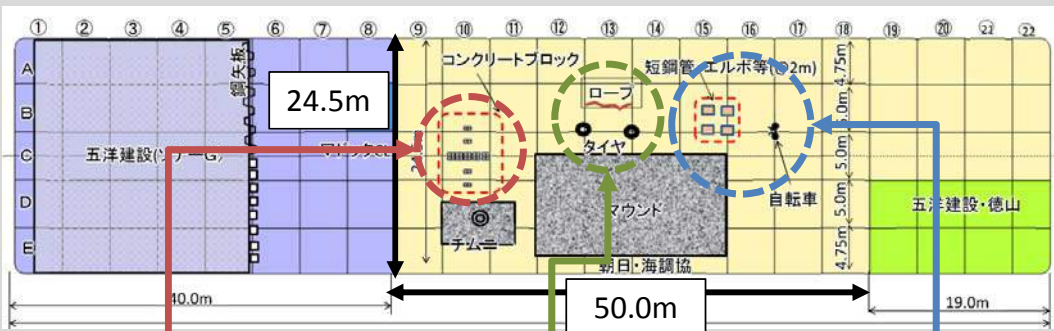
京浜港ドックにおける実証試験

実証試験フィールド概要

京浜港ドック施設諸元

| 長さ(m) | 幅(m) | 深さ(m) |
|-------|------|-------|
| 109.0 | 24.5 | 8.5 |

試験時の水位は6.2m



コンクリートブロック



タイヤ、ロープ



単管・エルボ、自転車

標定物配置図



標定物配置状況図

京浜港ドックにおける実証試験

実証試験内容

RTK-GPSを用いて
標定物まで作業船を誘導

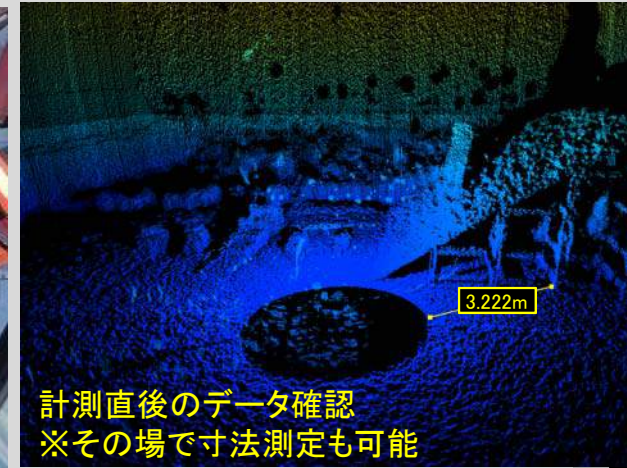
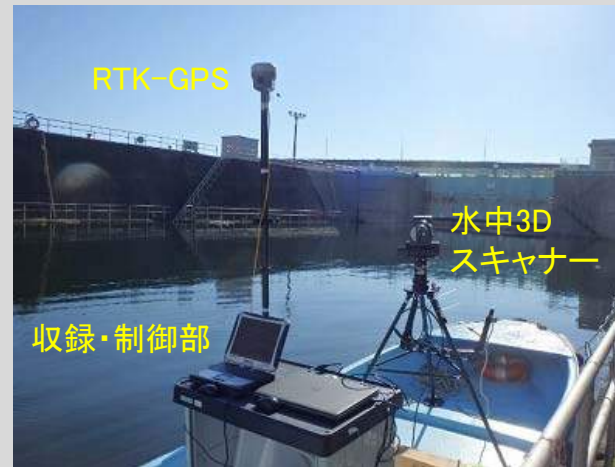
固縛ロープを用いて
作業船の固定

水中3Dスキャナーによる
水中3次元計測

RTK-GPSによる
測位

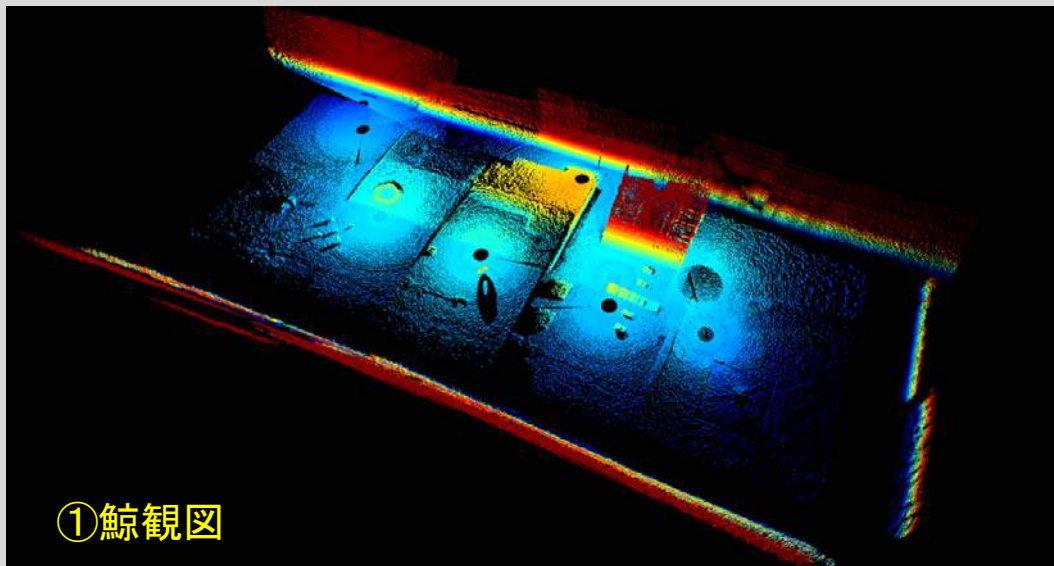
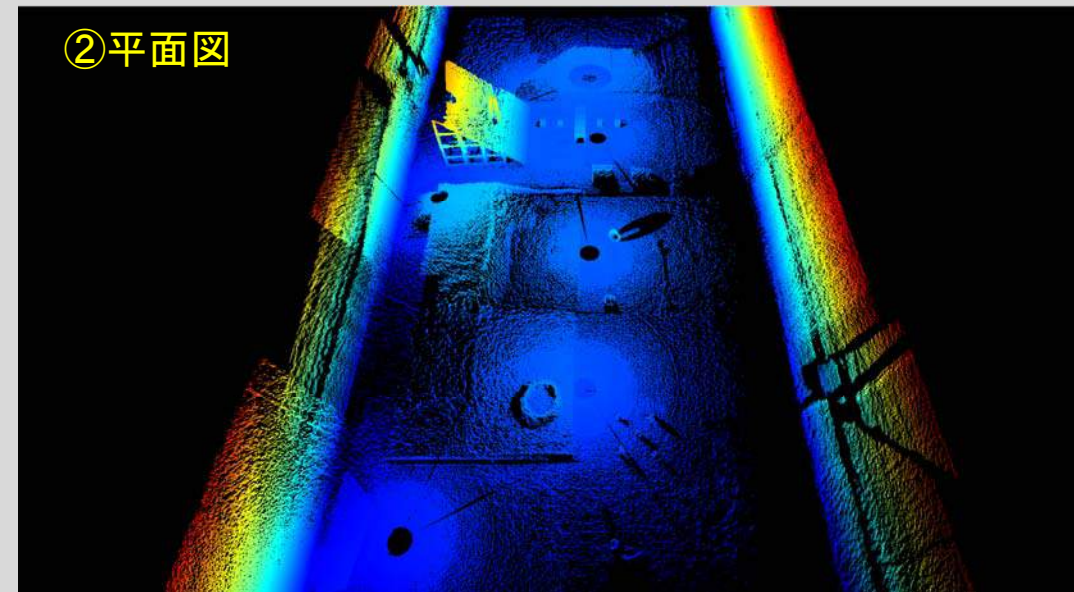
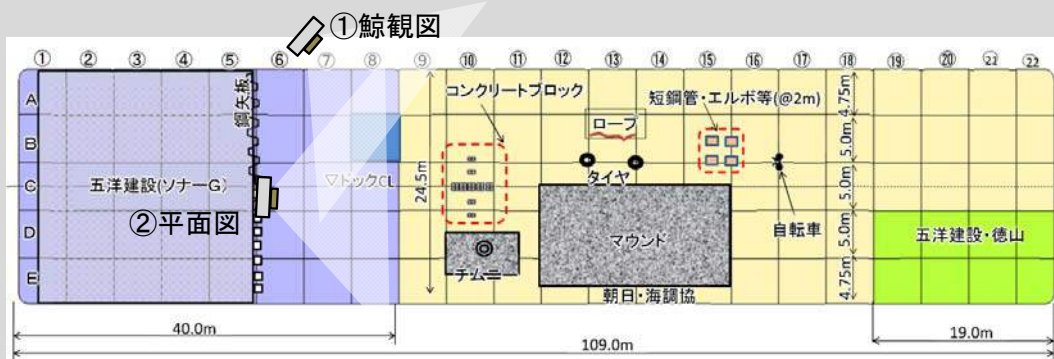
点群データの取得状況確認

回収・移動



京浜港ドックにおける実証試験

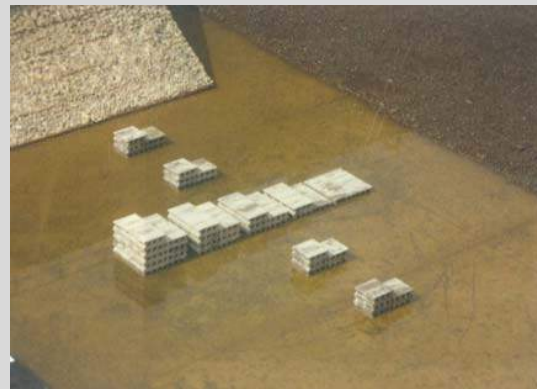
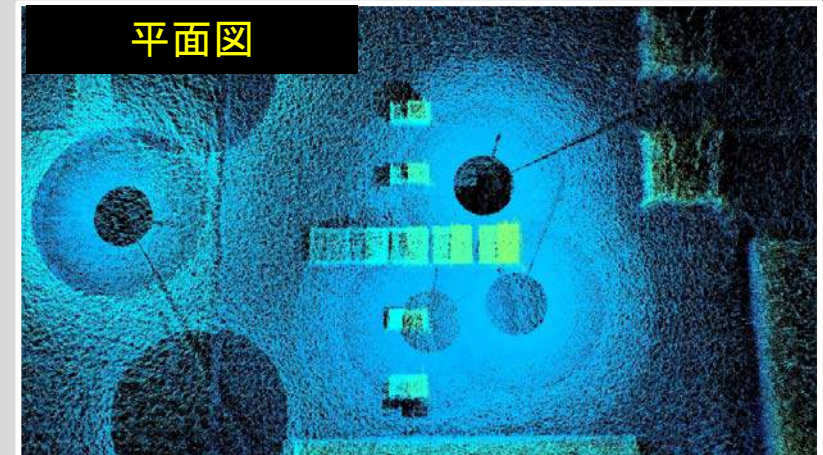
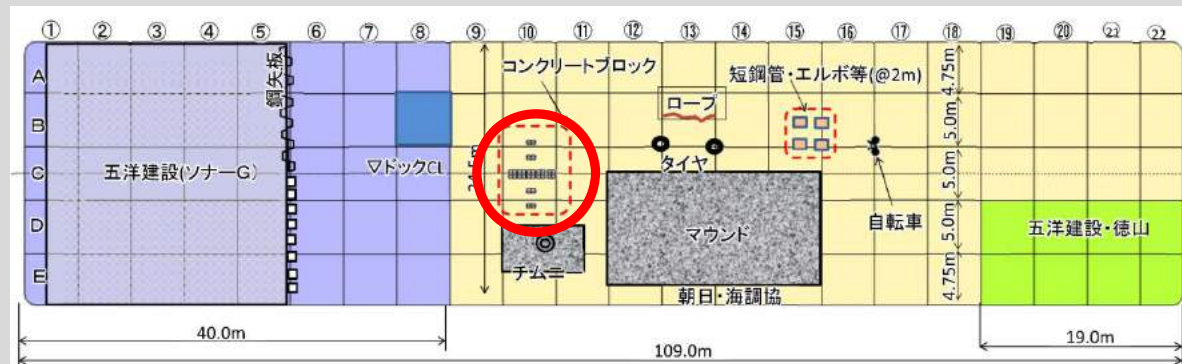
実証試験における計測結果（全体）



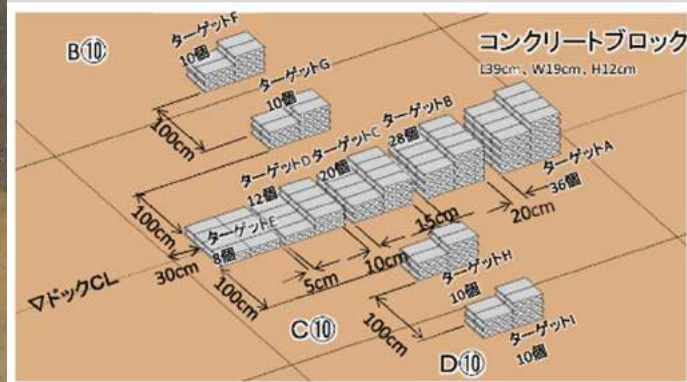
| | |
|------|---------------|
| 計測回数 | 15回 |
| 所要時間 | 6.5時間(20分/地点) |
| 作業人員 | 3名 |

京浜港ドックにおける実証試験

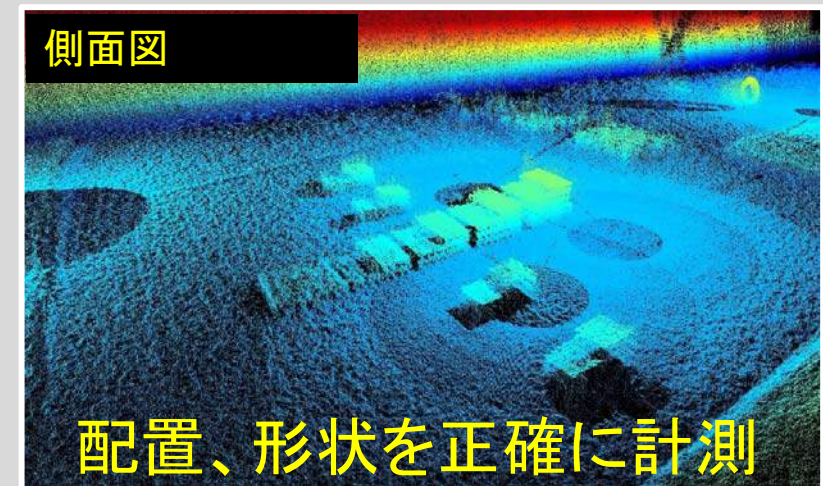
実証試験における計測結果（標定物：コンクリートブロック）



コンクリートブロック配置状況



コンクリートブロック配置図

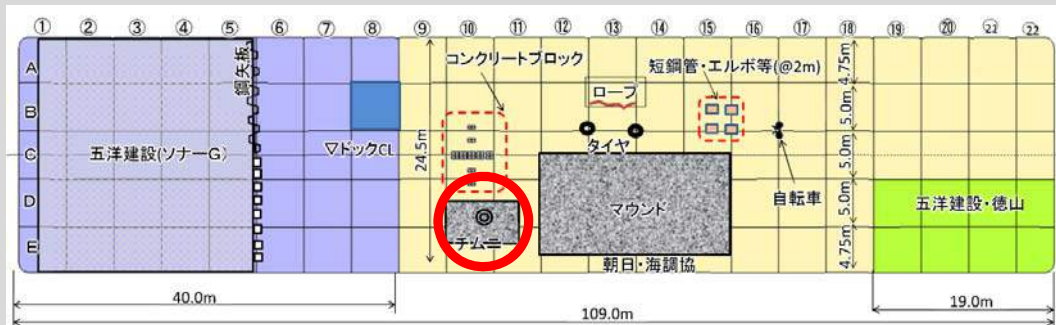


配置、形状を正確に計測

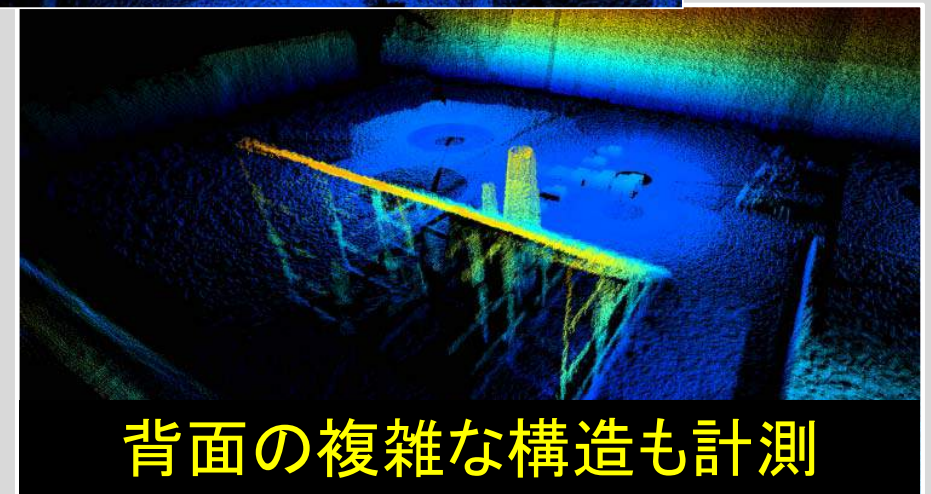
京浜港ドックにおける実証試験

実証試験における計測結果（標定物：チムニー）

第6回 技術交流会

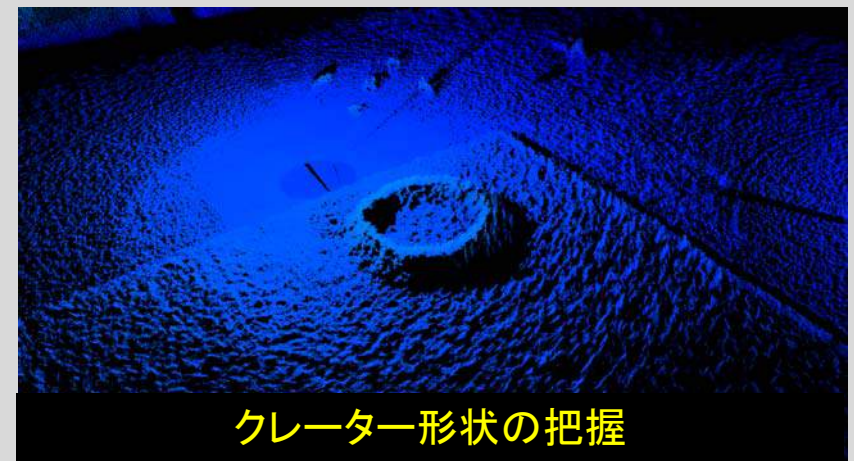
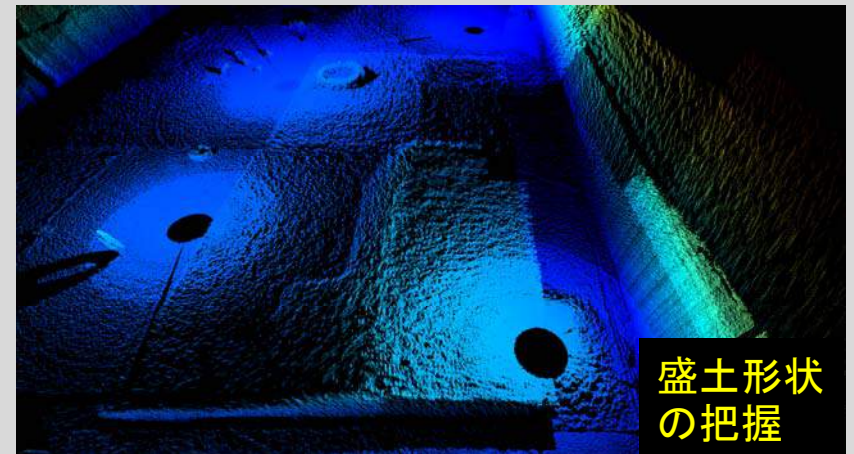
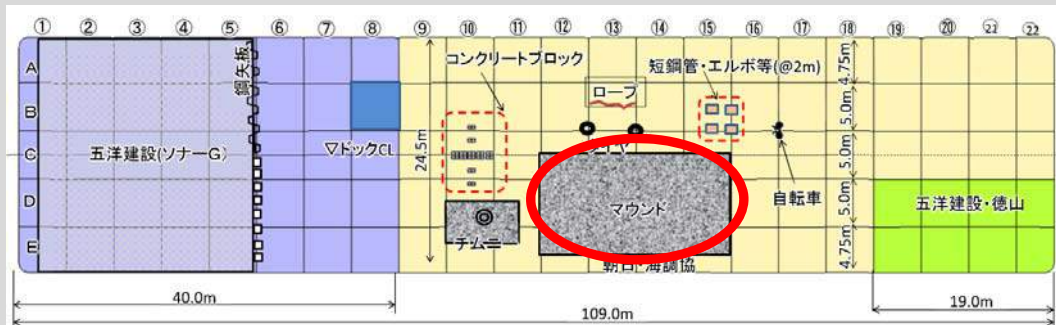


斜面に2つの円塔が立っている



京浜港ドックにおける実証試験

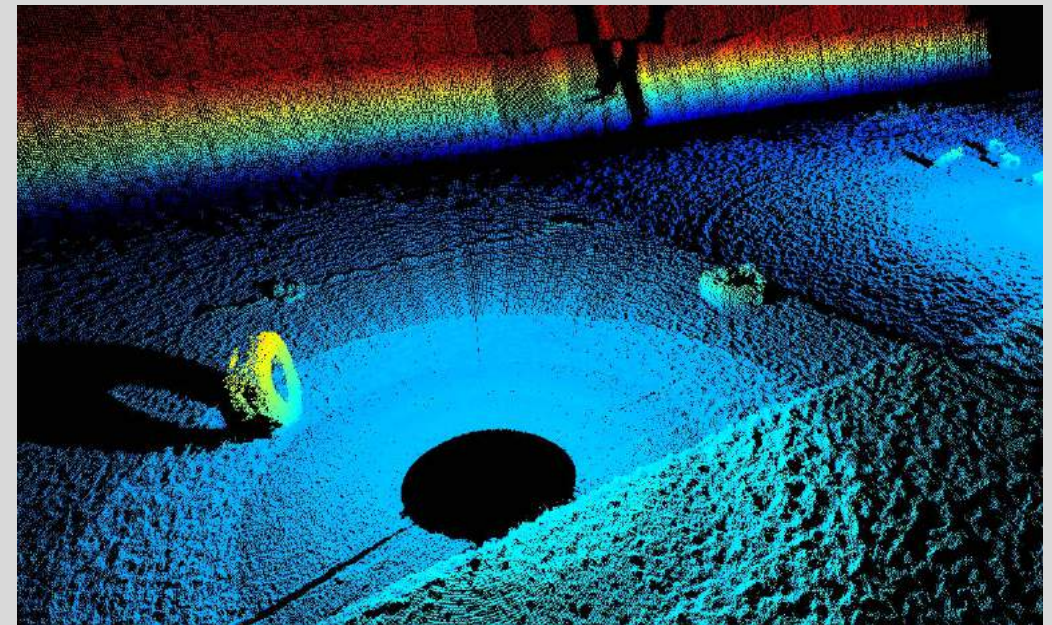
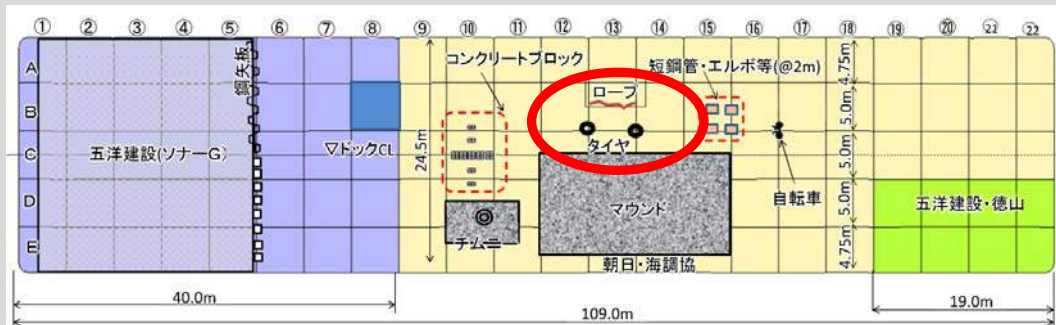
実証試験における計測結果（標定物：マウンド）



京浜港ドックにおける実証試験

実証試験における計測結果（標定物：タイヤ・ロープ）

第6回 技術交流会



タイヤ

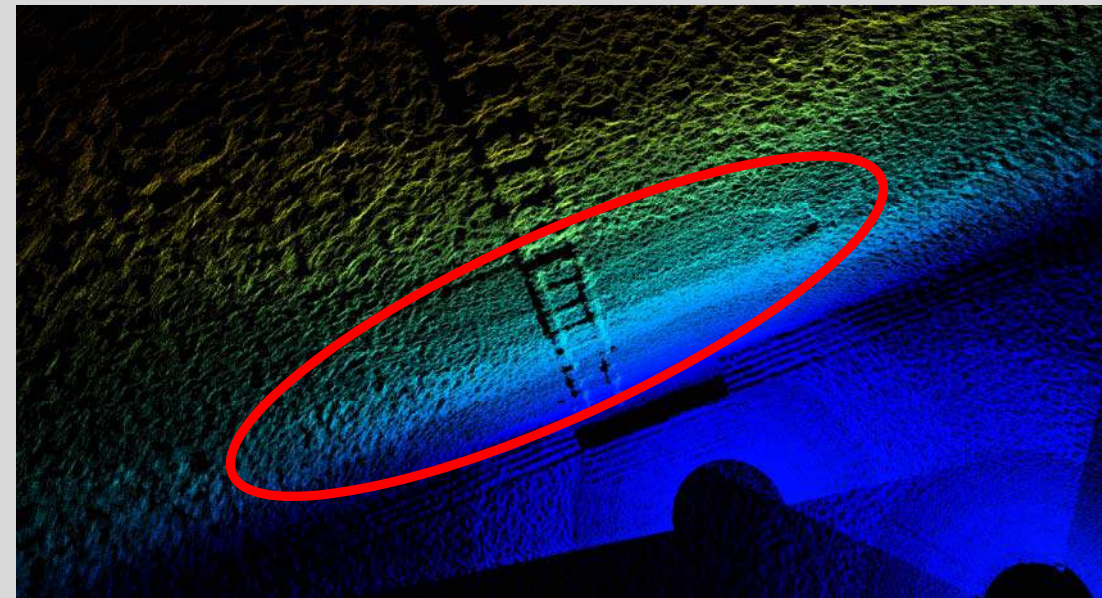
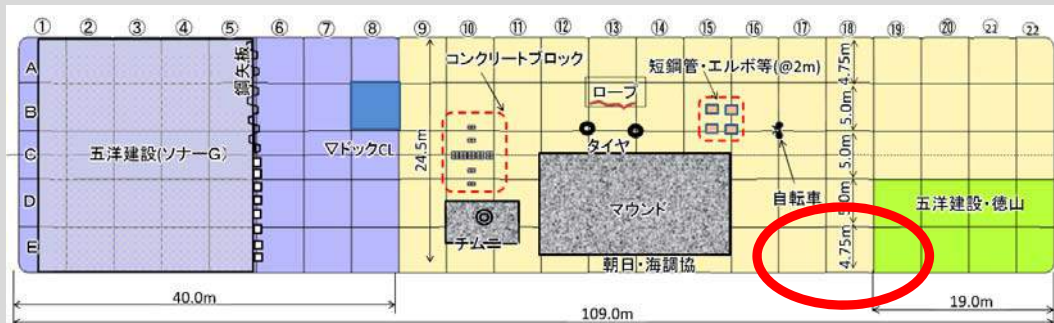
2つの内1つが立ち上がっていた

ロープ

形状や長さも確認できた

京浜港ドックにおける実証試験

実証試験における計測結果（壁面）



コンクリートの剥離

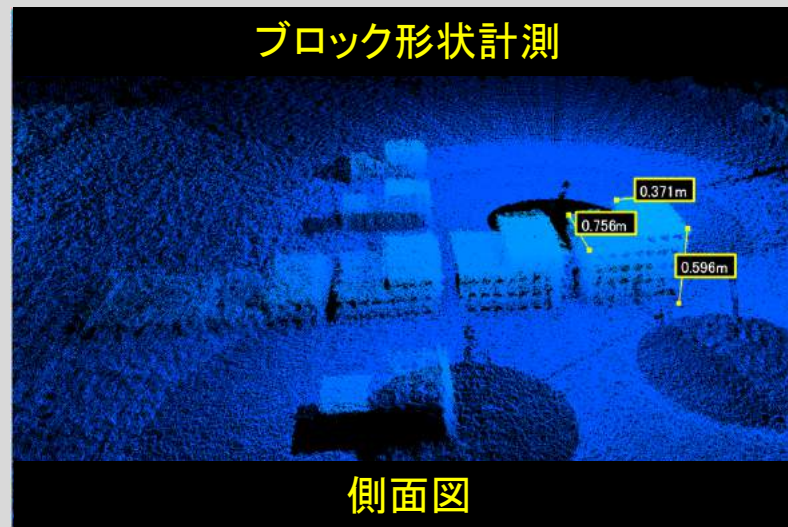
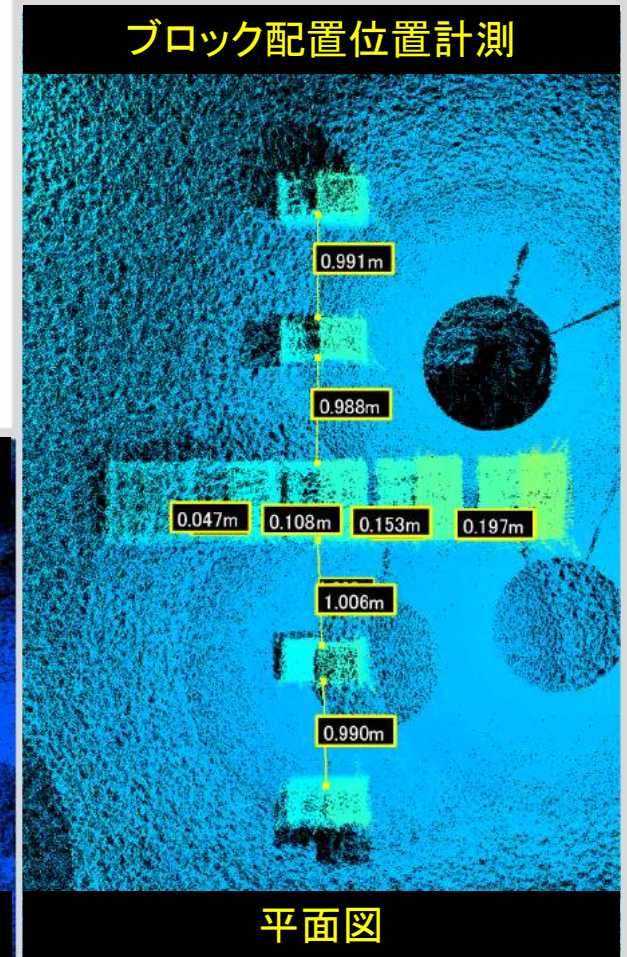
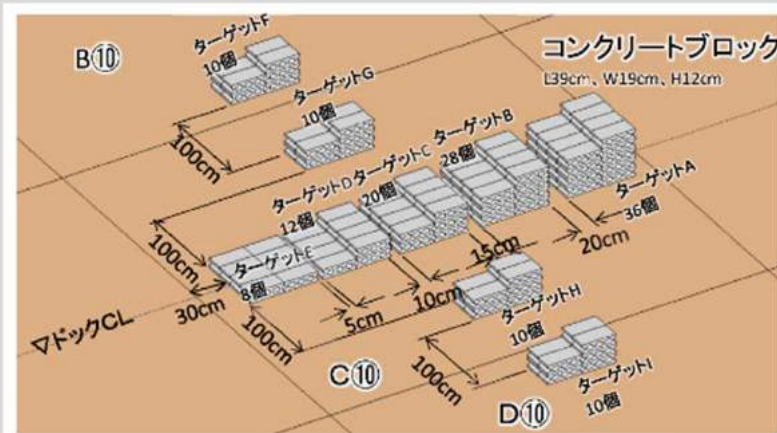
剥離の規模や厚み等の状況も計測できた

京浜港ドックにおける実証試験

精度検証（コンクリートブロック）

コンクリートブロックの測定精度
検証方法：設計図面との比較

| | |
|----------|-------|
| ブロック形状 | 2cm以下 |
| ブロック配置位置 | 2cm以下 |



ブロック形状計測

側面図

平面図

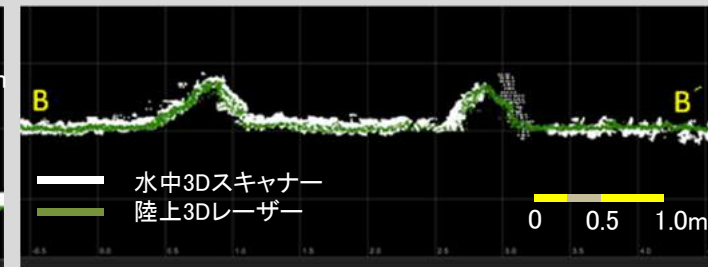
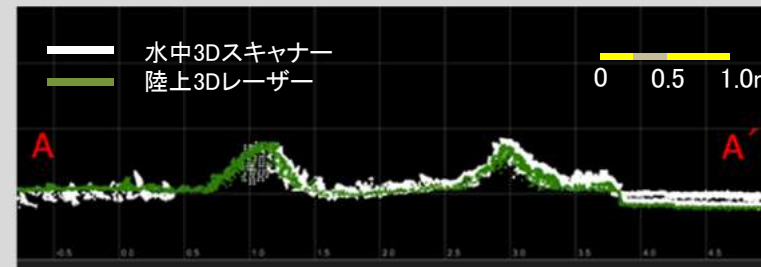
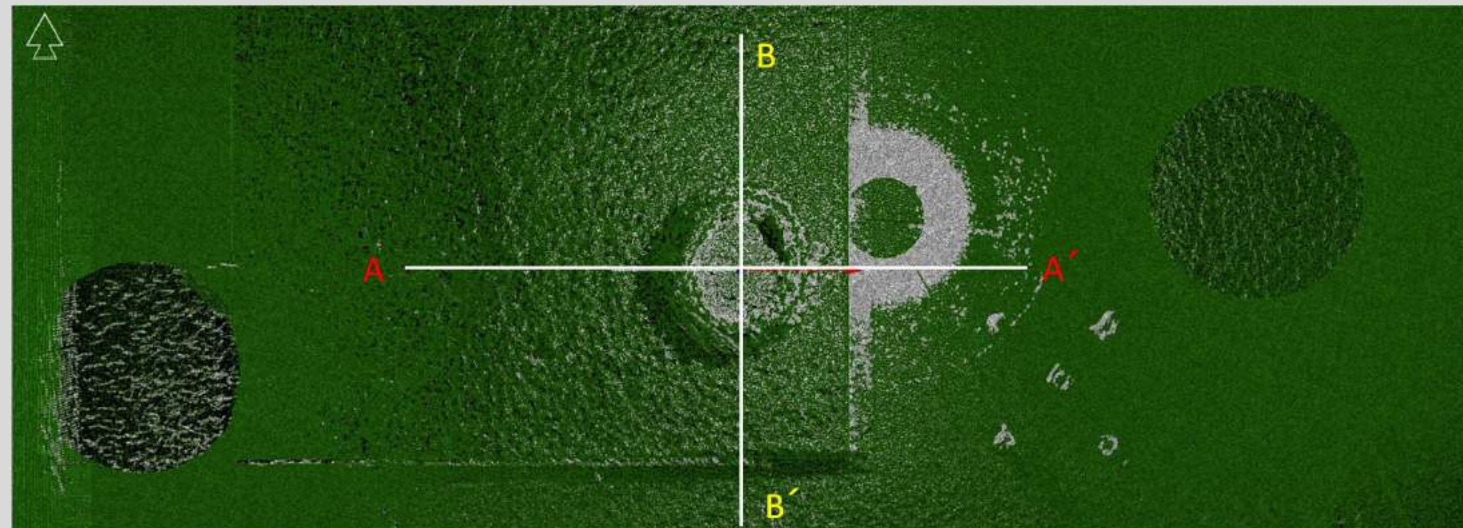
京浜港ドックにおける実証試験

精度検証 (マウンド)

マウンドの測定精度
 検証方法：
 陸上3Dレーザーの事前測量結果
 との比較

マウンドの諸元

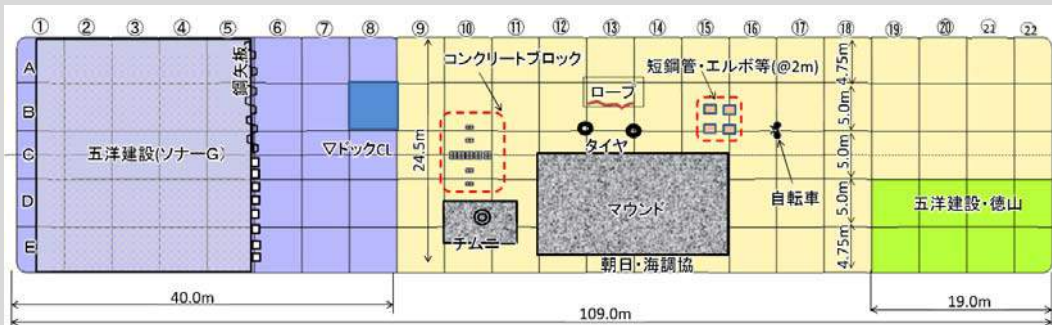
| 外径 | 内径 | 高さ |
|------|------|-------|
| 2.0m | 1.5m | 0.35m |



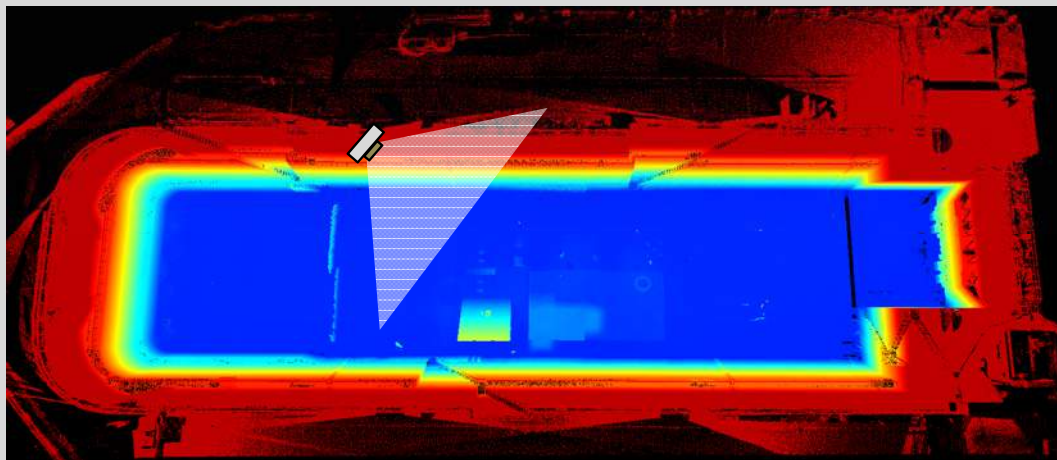
事前測量結果と一致

京浜港ドックにおける実証試験

陸上部と水中部の3次元データを合成した3次元点群モデル

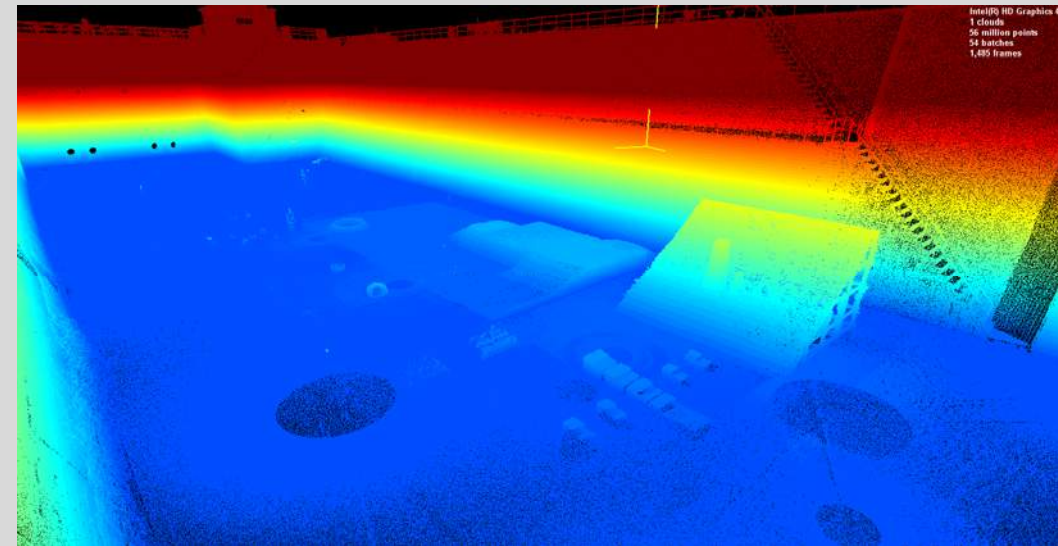


標定物配置図



3D点群モデル平面図

(陸上部の3次元データは、3Dレーザーによる事前測量結果を使用した)



3D点群モデル鯨観図

(事前測量時には標定物は設置されていない)

水中3Dスキャナーによる水中可視化技術は水中部の状況を陸上の3Dレーザーと同等の点密度で計測をすることができる

京浜港ドックにおける実証試験

港湾ICT技術に向けた有効性の検討（費用対効果）

第6回 技術交流会

| 項目 | 所要時間 | 人数 | 作業内容 |
|-------|--------|----|----------------------------|
| 現地計測 | 1時間 | 3名 | 艀装 |
| | 6時間30分 | 3名 | 現地計測(15地点) 1か所あたり20分 |
| | 45分 | 3名 | 艀装解除 |
| データ解析 | 2日 | 2名 | 1次解析 (音速補正、潮位補正、ノイズ処理等) |
| | 4日 | 2名 | 2次解析 (XYZ点群データの合成) |

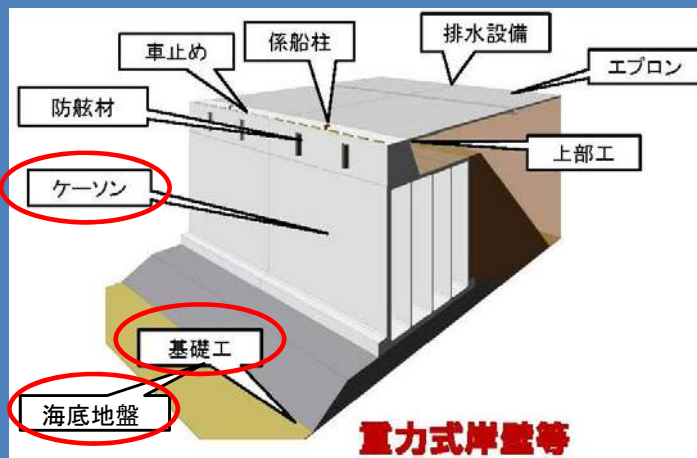
少人数、短期間で現地計測及びデータ解析を行い、3D点群モデルを作成することができる

京浜港ドックにおける実証試験

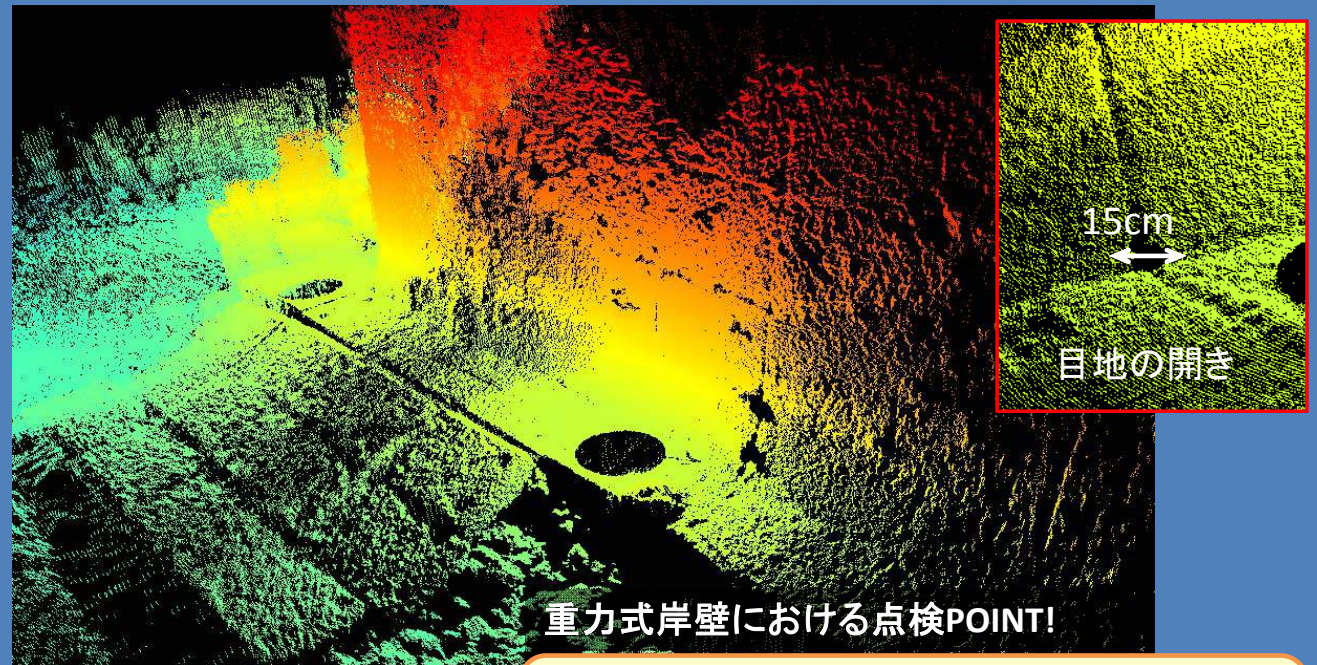
| 性能 | 特長 | まとめ |
|-----|--|--------------------------------------|
| 汎用性 | 音響機器のため、濁水中でも計測できる | 水中の可視化技術には、音響機器が有効 |
| 拡張性 | 小型で様々なプラットフォームに搭載できる。 | 移動できるプラットフォームであれば、より効率的な計測が可能 |
| 機動性 | シンプルな構成(水中3Dスキャナー、発電機、PC、RTK-GPS)であり、小型船舶で計測できる。 | 小型で移動できるプラットフォームに搭載すると効果倍増 |
| 再現性 | 取得データが任意のXYZ座標で出力できるため、様々な3次元データと合成できる。 | XYZデータのため、過去との比較や継続モニタリングデータとして活用できる |
| 安全性 | 船上や陸上から計測できる。 | 従来の潜水士による点検方法よりも安全である。 |
| 経済性 | 測定時間が短く(20分/地点)、調査員3名で測定できる。 | 従来の潜水士による点検方法よりも安価である。 |

**水中3Dスキャナーは、港湾構造物を
広域かつ短期間で詳細に把握することができる**

港湾構造物の維持管理点検技術



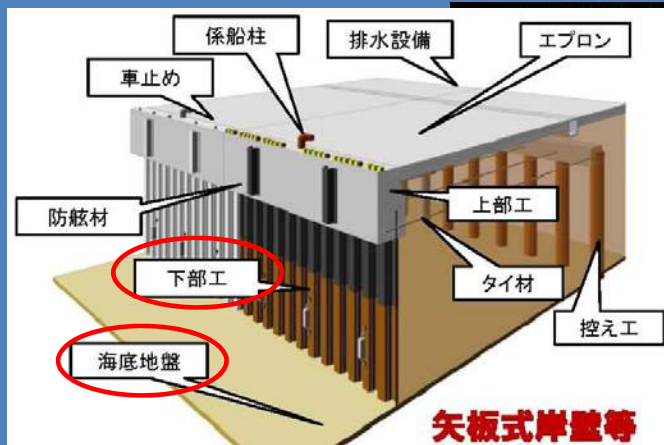
| | |
|------|------------|
| ケーソン | 目地部からの吸出し |
| 基礎工 | ブロックのずれ、損傷 |
| 海底地盤 | 洗掘、埋没状況 |



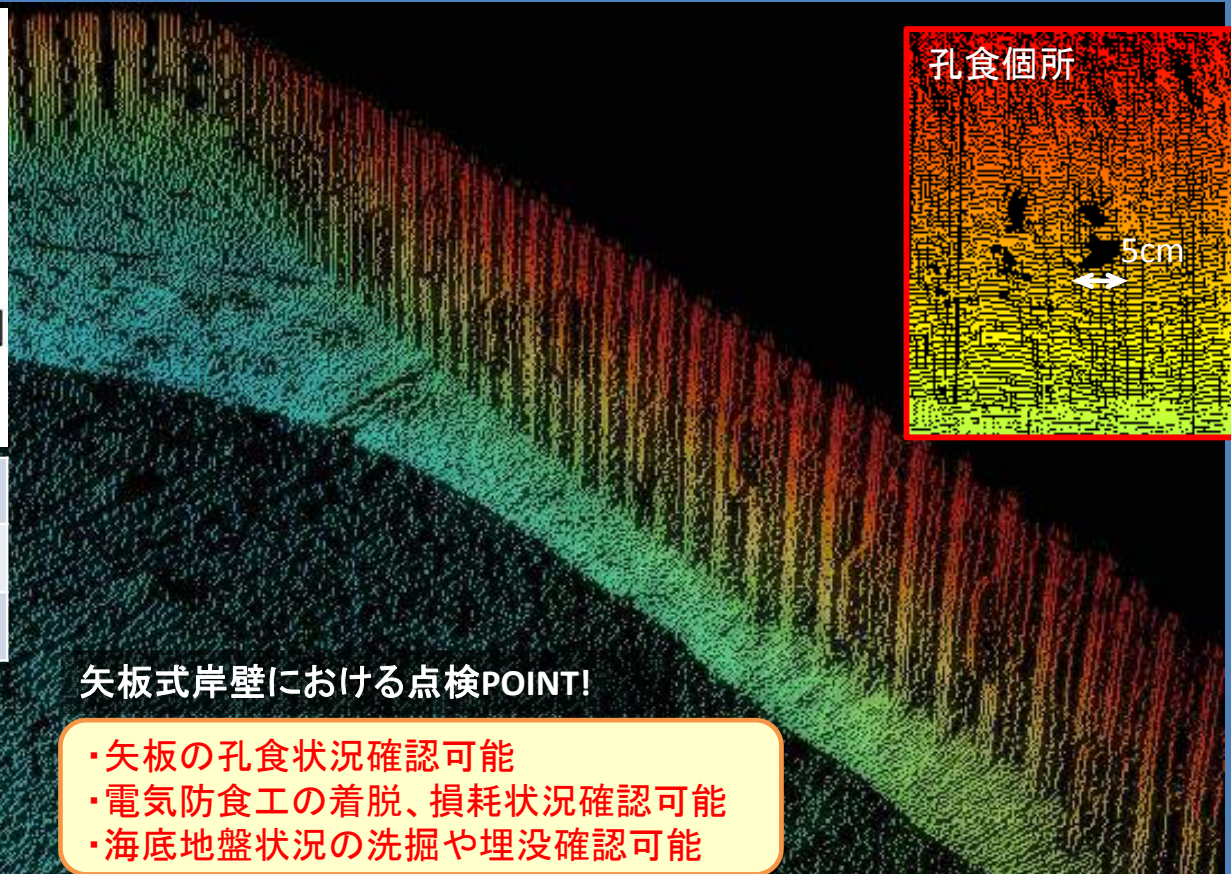
- ・目地開き、吸出し確認可能
- ・ブロックや根固工のずれ、損傷状況確認可能
- ・海底地盤や捨石の洗掘や埋没確認可能

構造物維持管理へのICT技術の適用

港湾構造物点検における適用事例2

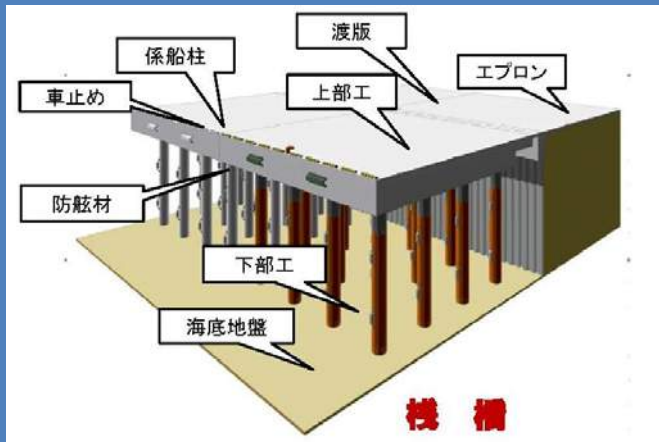


| | |
|------|-------------------------|
| 下部工 | 矢板の劣化損傷状況 電気防食工の配置状況 |
| 海底地盤 | 洗掘、埋没状況 |



構造物維持管理へのICT技術の適用

港湾構造物点検における適用事例3



| | |
|------|--------------------------|
| 下部工 | 鋼管杭の劣化損傷状況 電気防食工の配置状況 |
| 海底地盤 | 洗掘、埋没状況 |

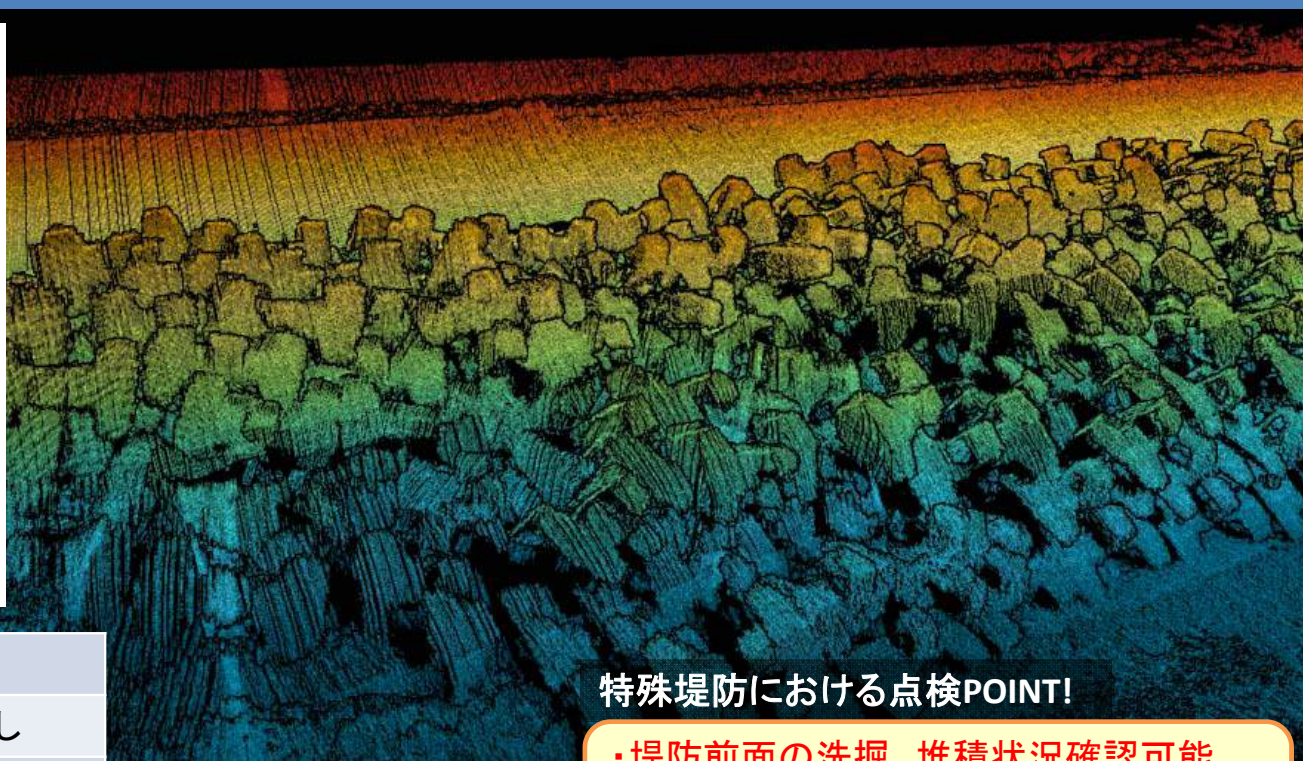
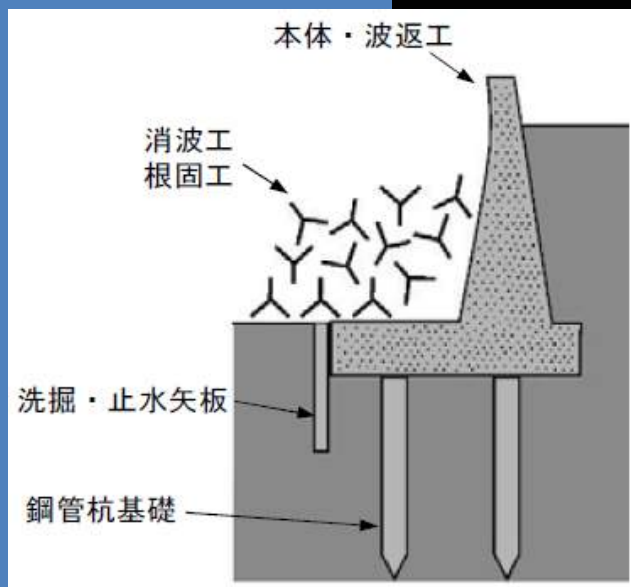
杭式橋における点検POINT!

- ・鋼管杭の孔食状況確認可能
- ・電気防食工の着脱、損耗状況確認可能
- ・鋼管杭直下の海底地盤状況の確認可能

構造物維持管理へのICT技術の適用

河川・海岸構造物点検における適用事例

第6回 技術交流会



特殊堤防における点検POINT!

- ・堤防前面の洗掘、堆積状況確認可能
- ・堤体構造(水中部)の損傷状況確認可能
- ・消波工、根固工の状況確認可能

| | |
|--------|---------------------------|
| 護岸・被覆工 | 損傷、ずれ、目開き等 水中部傾斜・はらみ出し |
| 消波・根固工 | ブロックのずれ、損傷 |
| 河床 | 洗掘、吸出し土砂の堆積 |

ご清聴ありがとうございました。