

令和5年度 海の次世代モビリティの利活用に関する実証事業
「ROV を用いた矢板の高圧洗浄・肉厚測定に関する検証」 報告



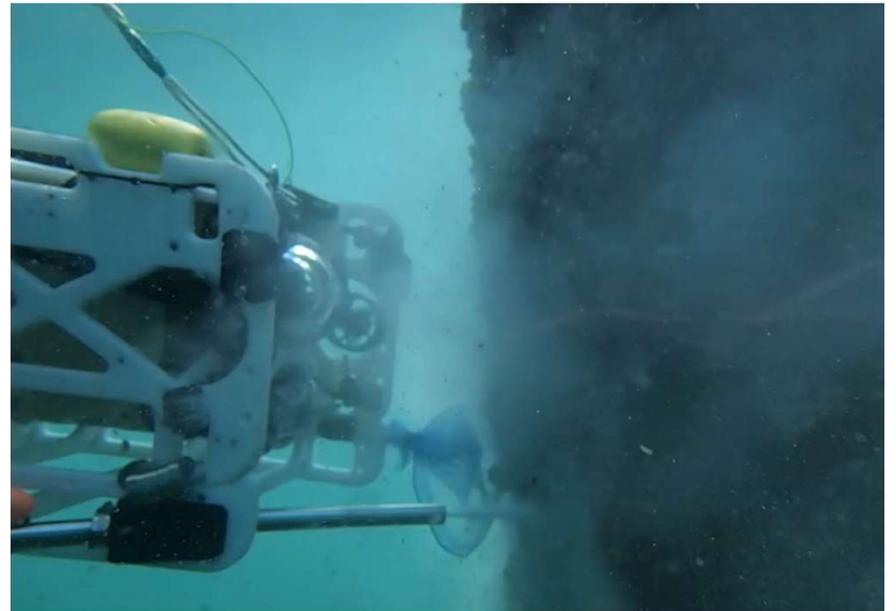
full depth

2024年3月05日

株式会社FullDepth 吉賀 智司

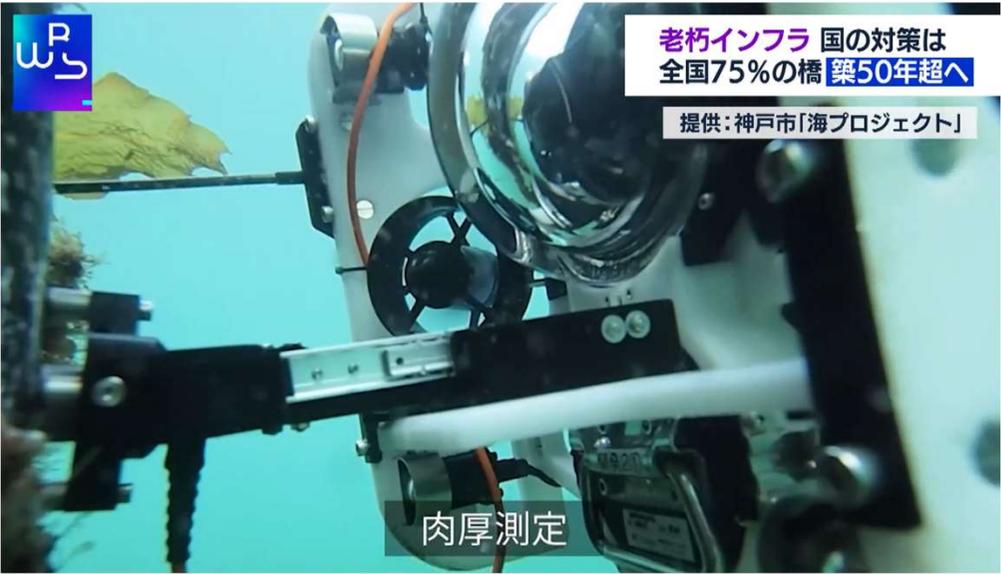
実証実験の背景

- 2022年2月、神戸市海プロジェクトにて、潜水士と同等程度の精度でROVによる鋼管杭の肉厚測定が可能であることを示した



今回実施内容

- 高圧洗浄・肉厚測定の業務において、ROVはどの程度有用だろうか？
→ 作業効率、測定精度、経済性の面で検証する



体制

【提案者】

<全体とりまとめ>



<ユーザー評価>



【協力者】

<実証実験評価>



<高圧洗浄機オペレーション>



<潜水作業>



1. 概要

目的 老朽化が進行する港湾インフラについて、ROV（Remotely Operated Vehicle）を用いた高圧洗浄および肉厚測定による鋼構造物基礎の健全性確認手法を確立することで、潜水士の減少・人手不足の状況にあっても効率的な維持管理のための調査が可能であることを示すことを目的として実施した。

実施者 株式会社FullDepth
 神戸市
 国際航業株式会社
 スーパー工業株式会社
 中部潜水サービス株式会社

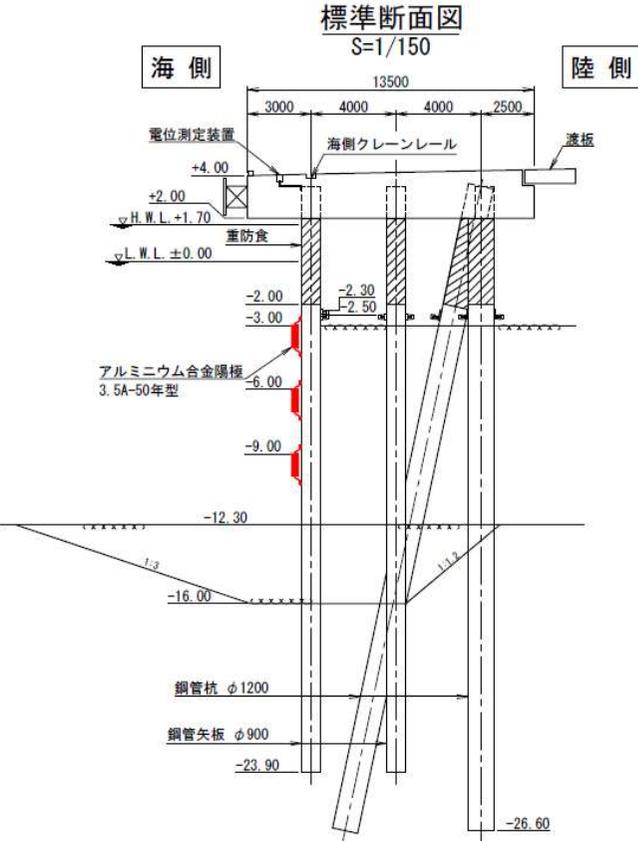
実施場所 神戸市灘区摩耶埠頭

**実施項目
 および実施日**

実施項目	9月	10月	11月	12月	1月	2月
計画・準備	■					
地元周知・調整 作業許可申請			■			
海域実証日(12/23)				●		
作業結果の整理				■		
海域実証日(1/20)					●	
作業結果の整理					■	
成果のとりまとめ					■	
課題の整理					■	
最終報告						●

1. 概要

対象施設の状況／鋼管矢板岸壁での実施



2. 実証実験の内容

1. ROVの改良・調整

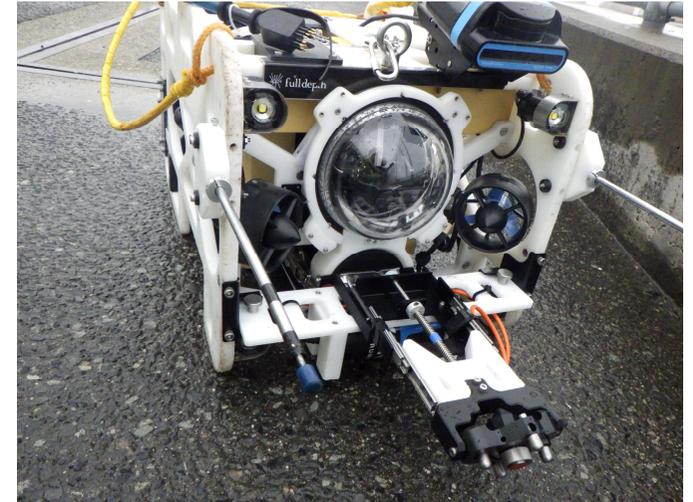
- ROVへの肉厚測定器の取付調整
- 岸壁での使用資機材移動運搬用改良
- 運搬可能なケーブルユニット、PCユニット

2. 海域実証

- ROVに搭載した高圧洗浄機による付着物の剥離除去
- ROVによる鋼管矢板式岸壁の肉厚測定

3. とりまとめ

- 測定結果の妥当性の評価
- 作業効率の評価
- 経済性の評価



3. 主な使用資機材 | ROV



ROV (DiveUnit300)仕様・性能表

機器名	型式	主な性能	数量	用途
ROV	FullDepth社製 DiveUnit300	最大潜航可能深度：300m 本体サイズ： 幅 410mm x 奥行 639mm x 高さ 375mm 重量：約 28kg カメラ画質：Full HD (30fps) 照明：LED4基 (6000ルーメン) 推進機：7基 駆動時間：最大 4時間 ケーブル：直径 3.7mm 光ファイバーケーブル	2式	異物探索 動画撮影

イメージングソナー性能表

機器名	型式	主な性能	数量	用途
イメージングソナー	Blueprint Subsea社製 Oculus m750d	周波数：750KHz/1.2MHz 最大レンジ：120m/40m 最小レンジ：0.1m レンジ分解能：4mm/2.5mm ビーム数：512本 最大深度：500m 大きさ：125mm (L) x 122mm (W) x 62mm (H) 重量：0.98kg (空中) 0.36kg (水中)	2式	異物形状把握



高圧洗浄機 (SER-3020)仕様・性能表

機器名	型式	主な性能	数量
高圧洗浄機	スーパー工業社製 SER-3020	搭載エンジン：ホンダ GX690 水量：30L/min 圧力：20MPa (204kgf/c㎡) 寸法：L840 x W780 x H925 (mm) 重量：141kg 燃料タンク容量：12.8L	1式



肉厚測定器仕様性能表

機器名	型式	主な性能	数量
肉厚測定器	Cygnus社製 Cygnus Mini ROV Mountable	サイズ：160 x 62mm 重量：550g 測定厚み：1-250mm 精度：±0.1mm 分解能：0.05mm	1式



機器名	型式	主な性能	数量
肉厚測定器	Cygnus社製 Cygnus DIVE	サイズ：105 x 110mm 重量：905g 測定厚み：1-250mm 精度：±0.1mm 分解能：0.05mm	1式



3. 主な使用資機材 | 船舶

潜水士作業船及び警戒船の2隻を使用



4. 実証実験 | 事前検証 (12月23日)

■ 以下について確認を実施

- 水中部鋼管矢板の状況、犠牲電極の位置
- 高圧洗浄機による付着物の除去
- 付着物除去箇所での肉厚測定

■ 事前検証で生じた課題

- 天端上に敷設されているクレーンレール等による作業性の低下
- 上部工の張り出しによるROV投・揚収の作業性の悪さ
- 深度による付着物の違いによる所要時間の変化

■ 解決策

- 使用資機材移動運搬の工夫
- 治具の製作
- 高圧除去時間の設定



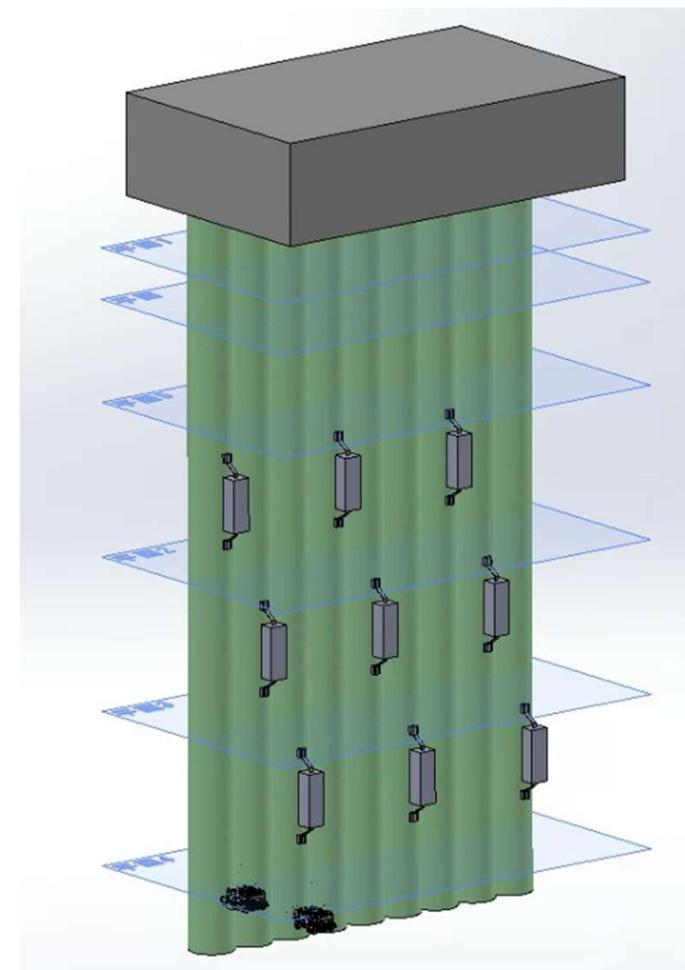
4. 実証実験

【実証実験(1月20日)】

調査点の設定

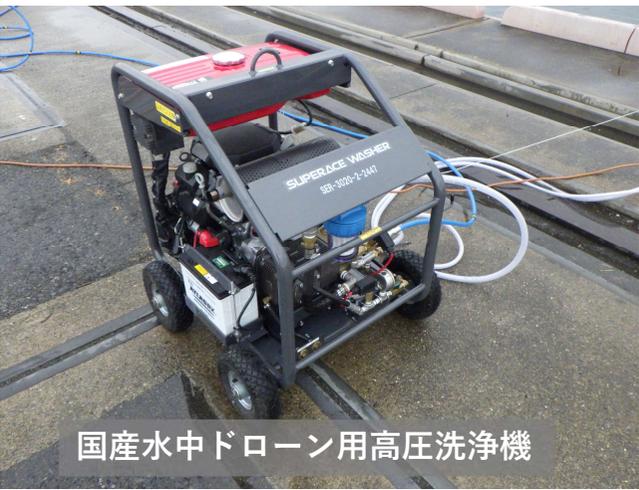
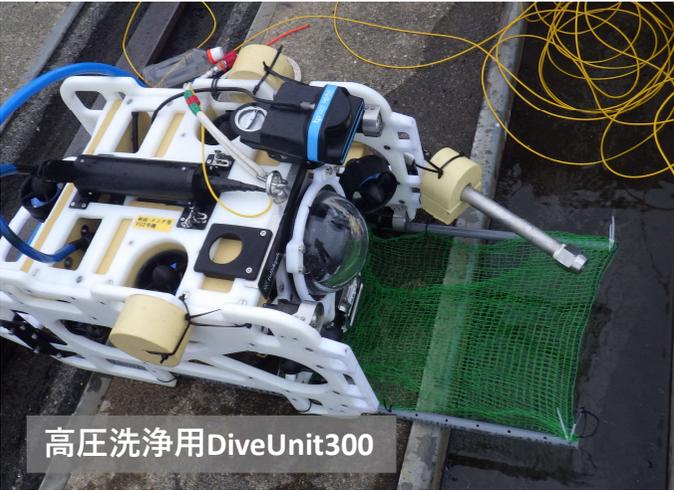
平面	• • • • ~ • • •	D C B A	調査地点
正面	• • • • ~ • • •	• 4m	測定箇所
	• • • • ~ • • •	• 7m	
	• • • • ~ • • •	• 10m	点名：調査地点ー測定箇所

点名規則の模式図

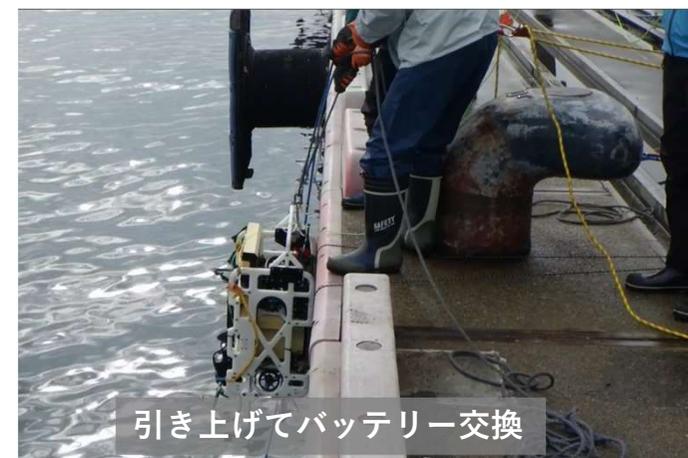
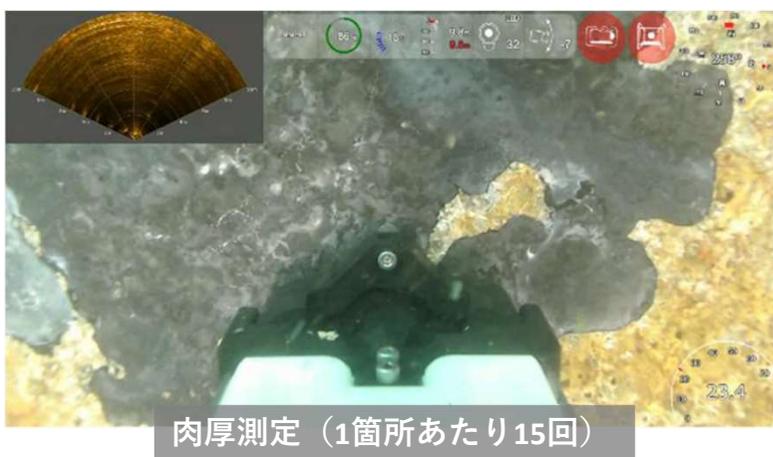
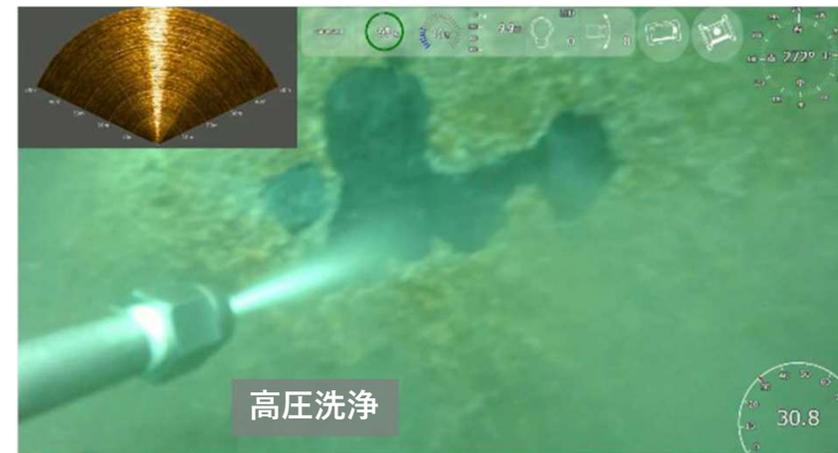


※マニュアルによると、集中腐食が発生しやすいと考えられる干潮帯（L.W.L付近）を中心に4箇所ほど設定することとなっているが、H.W.Lは気中であるためROVでは測定が行えないことや、現場や施設構造により様々な水深条件があることを考慮して腐食傾向に縛られず、今回は3水深・箇所を基本として実施した。

4. 実証実験 実際の実施手順



4. 実証実験 実際の実施手順



高压洗浄(動画)

2024/01/20(Sat) 14:08:26

connected 67% 17°C 3.5m 3.5m LED 50 13

REC

280°

28.1

高压洗浄(動画)

2024/01/20(Sat) 13:58:46

[REC] [Home] [Settings] [Power]

connected 81% 14°C 0-300 9.9m 9.9m LED 49 11

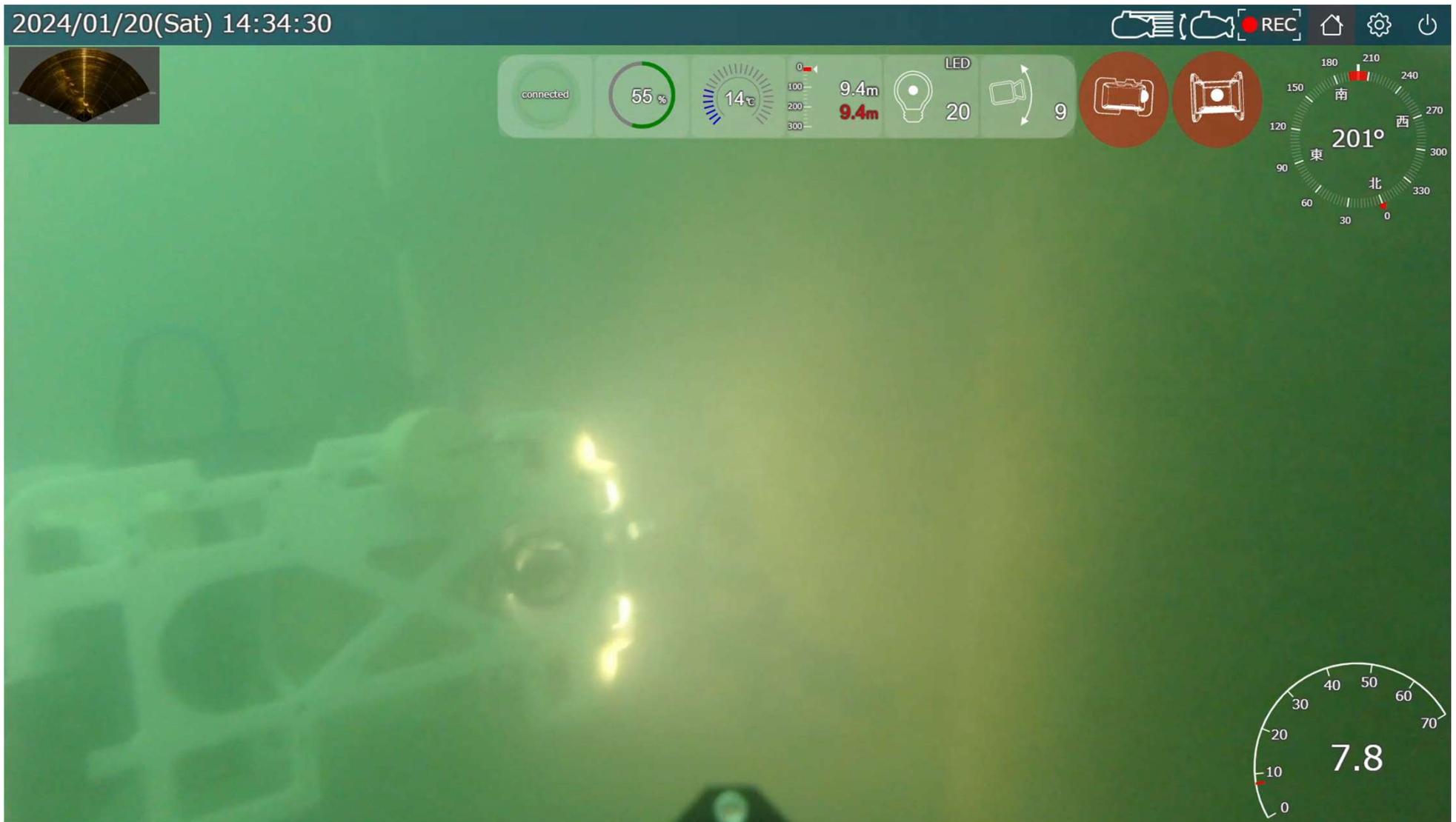
210 240 270 300 330 360
南 260° 北
東 西

5m 4m 3m 2m 1m

30 40 50 60 70
19.8

高压洗净(动画)

2024/01/20(Sat) 14:34:30



The interface displays a live video feed of an underwater high-pressure cleaning operation. The scene is dimly lit with a greenish tint, showing a large, complex metal structure being cleaned. A bright light source, likely the high-pressure jet, is visible in the center of the frame, creating a strong glare. The interface includes several data panels: a top status bar with a 'REC' indicator, a top-left inset showing a wider view of the structure, a top-center panel with 'connected', '55%' battery, '14°C' temperature, '9.4m' depth, 'LED 20', and '9' camera status, a top-right compass showing '201°' heading, and a bottom-right speedometer showing '7.8'.

connected 55% 14°C 9.4m 9.4m LED 20 9

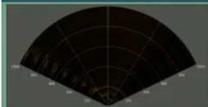
REC

201°

7.8

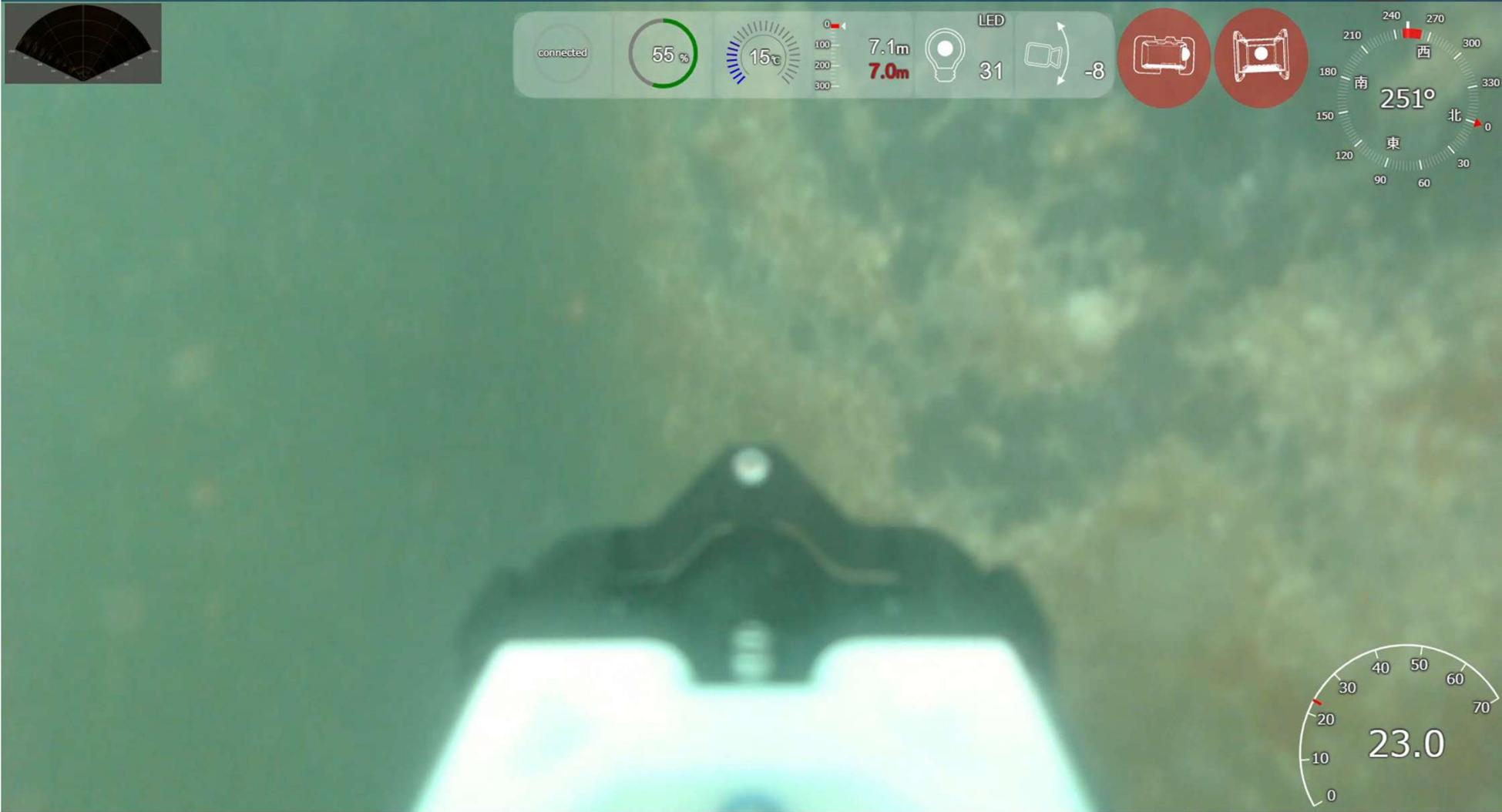
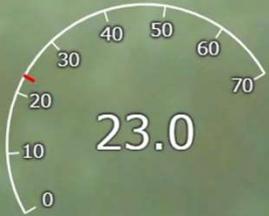
肉厚測定(動画)

2024/01/20(Sat) 14:42:14



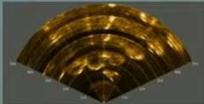
connected 55% 15℃ 7.1m 7.0m LED 31 -8

REC [Home] [Settings] [Power] [Camera] [Fish] [REC] [Camera] [Fish]

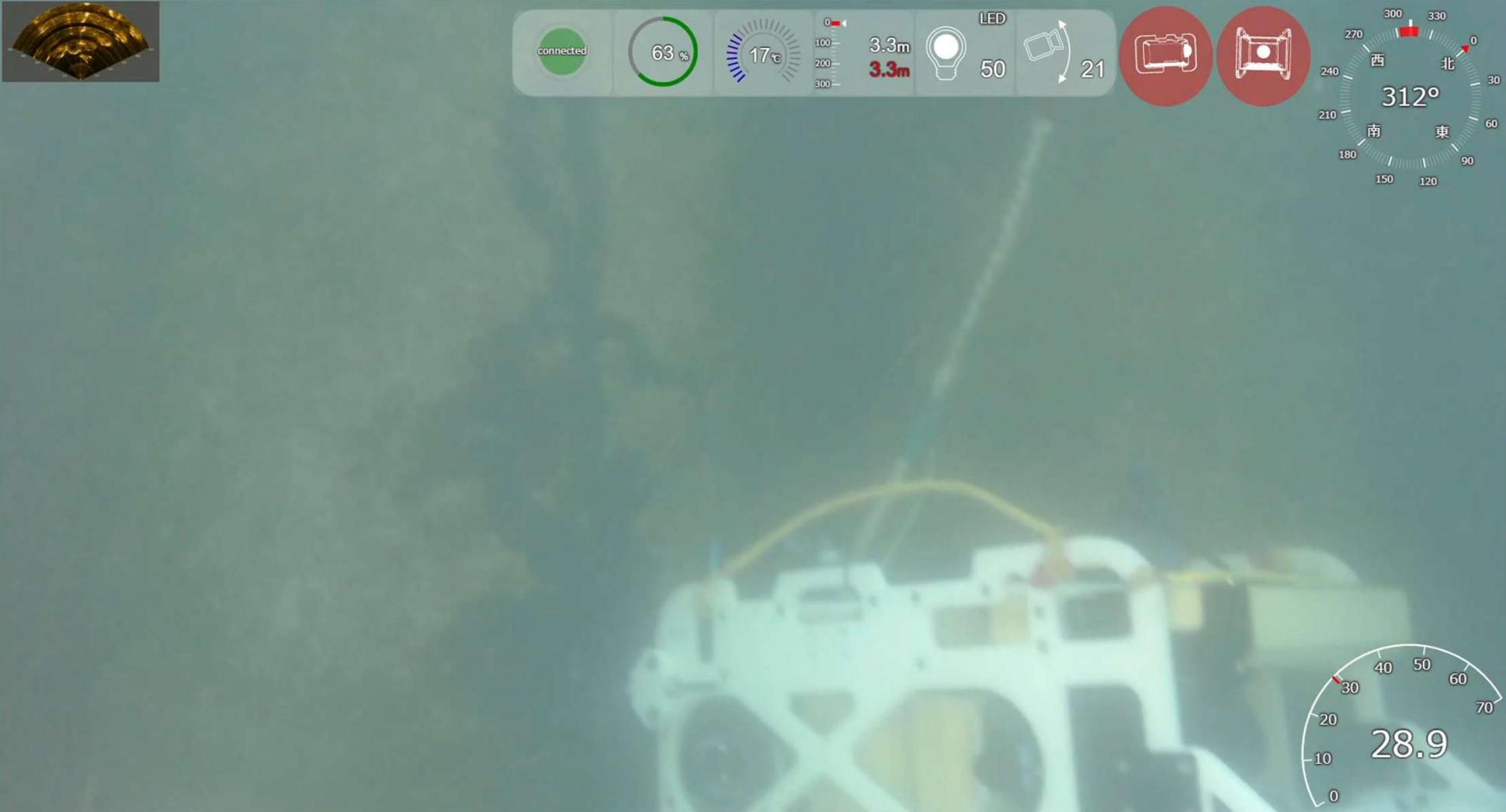


肉厚測定(動画)

2024/01/20(Sat) 16:21:39



connected 63% 17℃ 3.3m 3.3m LED 50 21



4. 実証実験 潜水士



5. 実証実験結果

■ 作業効率

ROV 1日の想定作業量 17 調査地点、51 測定箇所
≡ 潜水士が標準的に実施する50 測定箇所／日

1 調査地点毎の所要時間を以下に整理した。

調査地点	付着物除去作業	肉厚測定作業	付着物除去作業 (箇所あたり)	肉厚測定作業 (箇所あたり)	備考
A	545 秒	555 秒	273 秒/箇所	278 秒/箇所	2 測定箇所/地点
B	520 秒	432 秒	260 秒/箇所	216 秒/箇所	2 測定箇所/地点
C	505 秒	485 秒	253 秒/箇所	243 秒/箇所	2 測定箇所/地点
D	1010 秒	860 秒	337 秒/箇所	287 秒/箇所	3 測定箇所/地点
E	885 秒	1075 秒	295 秒/箇所	358 秒/箇所	3 測定箇所/地点
F	790 秒	1050 秒	263 秒/箇所	350 秒/箇所	3 測定箇所/地点
G	784 秒	810 秒	261 秒/箇所	270 秒/箇所	3 測定箇所/地点
平均			277 秒/箇所 4 分 37 秒/箇所	286 秒/箇所 4 分 46 秒/箇所	

※上記時間は、すべて ROV (DU300) の移動時間も含む。

【付着物除去作業、肉厚測定】

- 1) 1 測定箇所で6 分 (DU300 の2 台同時運用)
- 2) 1 調査地点 (3 測定箇所) で18 分
- 3) 最大5 調査地点 (15 測定箇所) 毎にバッテリー交換、作業員休憩で30 分
- 4) 日作業時間 8:00～16:30 (昼休憩1 時間) として7.5 時間／日
- 5) 作業開始時及び終了時の準備・片付け時間として1 時間

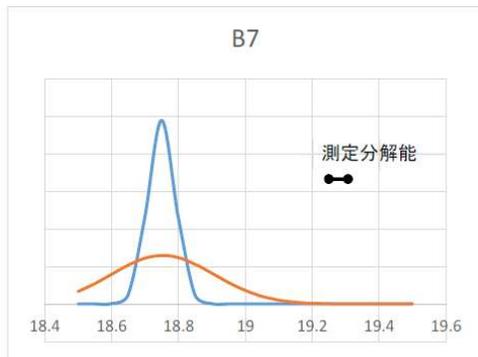
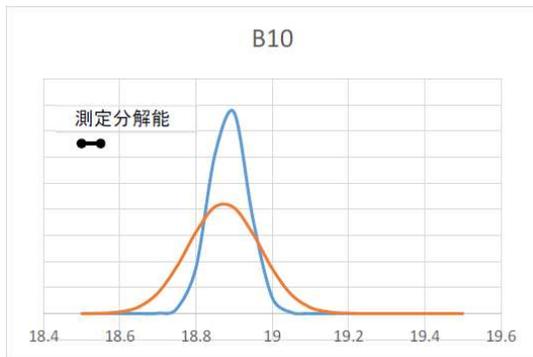
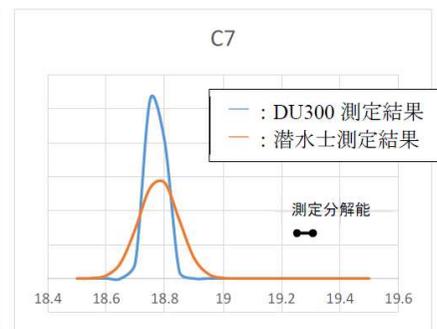
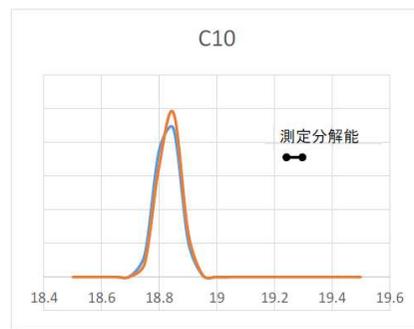
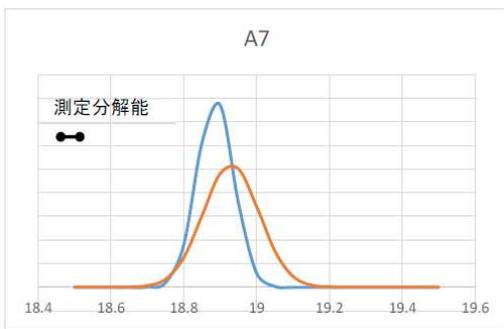
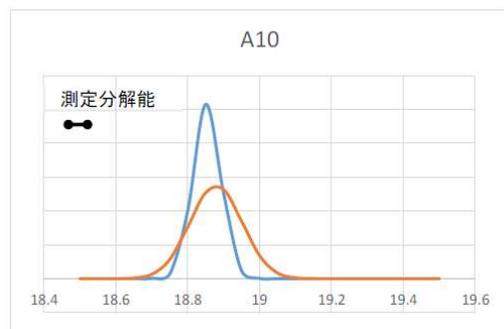
【想定する1日の作業時間配分】

- 08:00～08:30 作業開始時ミーティング、作業準備
 - 08:30～10:00 5 調査地点 (15 測定箇所) 実施
 - 10:00～10:30 バッテリー交換、作業員休憩
 - 10:30～12:00 5 調査地点 (15 測定箇所) 実施
 - 12:00～13:15 昼休憩、バッテリー交換
 - 13:15～14:45 5 調査地点 (15 測定箇所) 実施
 - 14:45～15:15 バッテリー交換、作業員休憩
 - 15:15～16:00 2 調査地点 (6 測定箇所) 実施
 - 16:00～16:30 片付け、作業終了時ミーティング
- 合計 17 調査地点 51 測定箇所

5. 実証実験結果

■測定結果の検証

ROVによる肉厚測定結果 ≒ 潜水士による肉厚測定結果



ROV(DU300)及び潜水士による肉厚測定結果は、グラフの頂点（測定値）が概ね一致しており、測定結果も同等の結果。

5. 実証実験結果

■ 経済性

ROV : 501,576 円/日 (9,835 円/箇所) < 潜水士 : 503,491 円/日 (10,070 円/箇所)

同等程度の経済性で実現可能

※ROVは現場人員、資機材構成及び機器損料を設定

※潜水士による作業は維持管理計画書策定のための現地調査積算基準（国土交通省）により算出

※潜水士の後継者不足・担い手不足が加速し、潜水士の確保が困難となれば、潜水士の労務単価は上昇することを想定。ROVの機器損料を年間運転日数を20日で設定したが、今後、ROVの社会実装が進むことによる稼働日数の向上や製品価格の低下より日当りコストも低下も考えられる。

6. まとめ

作業効率・計測結果は潜水士による手法と比較して同等程度

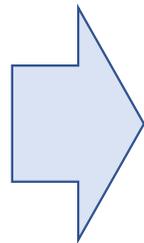


次世代モビリティとしてのROVはインフラ維持管理の担い手不足解消に貢献できる

(企画段階での想定TRL:6に対し、実証実験を踏まえたTRL:8)

【課題】

- ① 付着物除去と肉厚測定で機体を2機運用
- ② 施設天端からの機体の投入・揚収の作業性、安全性が悪い
- ③ 今回は阪神港神戸区の冬季であり、透明度や潮流等、現場条件は良かった



【解決策】

- ① 1機体での実施によるオペレーション効率向上
- ② 作業性、安全性の向上
- ③ 多様な環境（潮位、流況、付着生物種や量、施設構造など）での検証の積み重ね

結論

肉厚測定作業において、ROVは有用と判明



社会実装の加速 = どんどん活用しましょう！



full depth

ご清聴ありがとうございました