

漁港施設点検の高度化に向けた水中音響機器の適用条件と センシング技術の有効性に関する検討

令和3年6月30日

(国研)水産研究・教育機構水産技術研究所	大井邦昭、三上信雄
(一社)水産土木建設技術センター	岩本典丈、完山暢
いであ(株)	古殿太郎、坂本葉月
水産庁 漁港漁場整備部	山崎将志、中瀬聡

1. はじめに

【研究の背景】

- 漁港施設は、「水産物の安定供給基盤」と「水産業の活動拠点」として重要な社会的ストック
- 全国約2,800漁港の主要施設(防波堤、岸壁)の延長は約5,000kmにも及び、急速に老朽化が進行
- 漁港施設の大部分は水中に位置しているため、潜水士による目視観察調査が主体
- 診断結果に客観性が欠けること、調査に多大な労力を要すること、さらに潜水士不足や高齢化が進行していることなど、対応が求められる



- 水産庁は、令和2年度水産基盤整備調査委託事業において「漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」を実施
- 潜水士による作業時間や労力の軽減策として、音響計測機器を用いた水中点検手法について検討した結果の一部を発表

1. はじめに

【研究の目的】

- ・著者らは、これまでナローマルチビーム（以下、NMB）および水中3Dスキャナー（以下、3DS）を活用した水中部の点検手法を検討し、その有効性を提示
- ・両技術の仕様上、水深0～2mは3DS、水深15m以上はNMBを選択



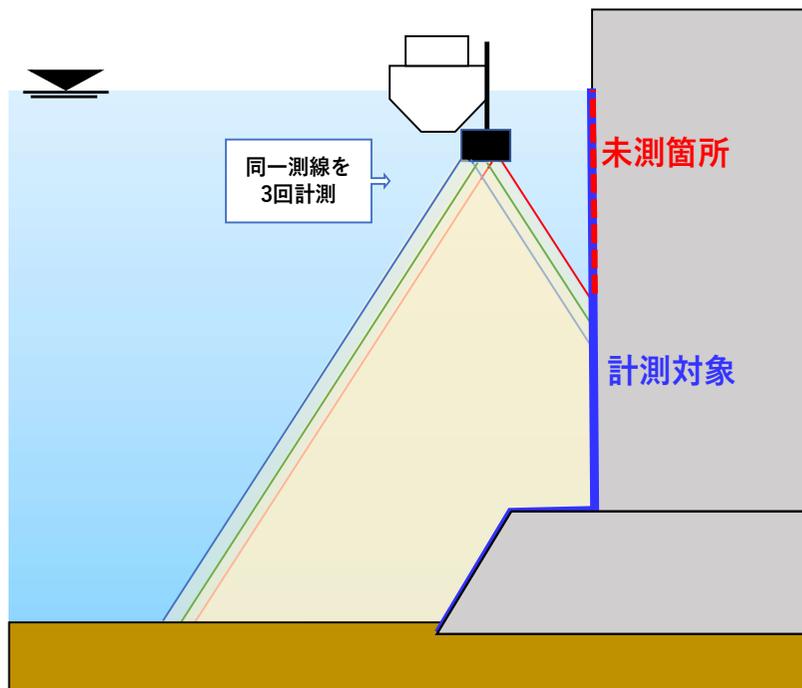
- ①現場条件に応じた選択が必要な水深2～15mにおける両技術の適用条件を明らかにする
- ②また、陸上と水中の点群データを統合し、災害時の臨時点検への有効性を明らかにする

計測条件	広域・面的調査・モニタリング調査			局所的 詳細調査	作業環境	
	水深0m ～2m	水深2m ～15m	水深15m 以深		濁水	流速 1m/sec
水中3D スキャナー	○	○	×	×	○	○
ナローマルチ ビームソナー	×	○	○	×	○	○
潜水調査	×	×	×	○ (20mまで)	×	×

2. 水中音響機器の概要

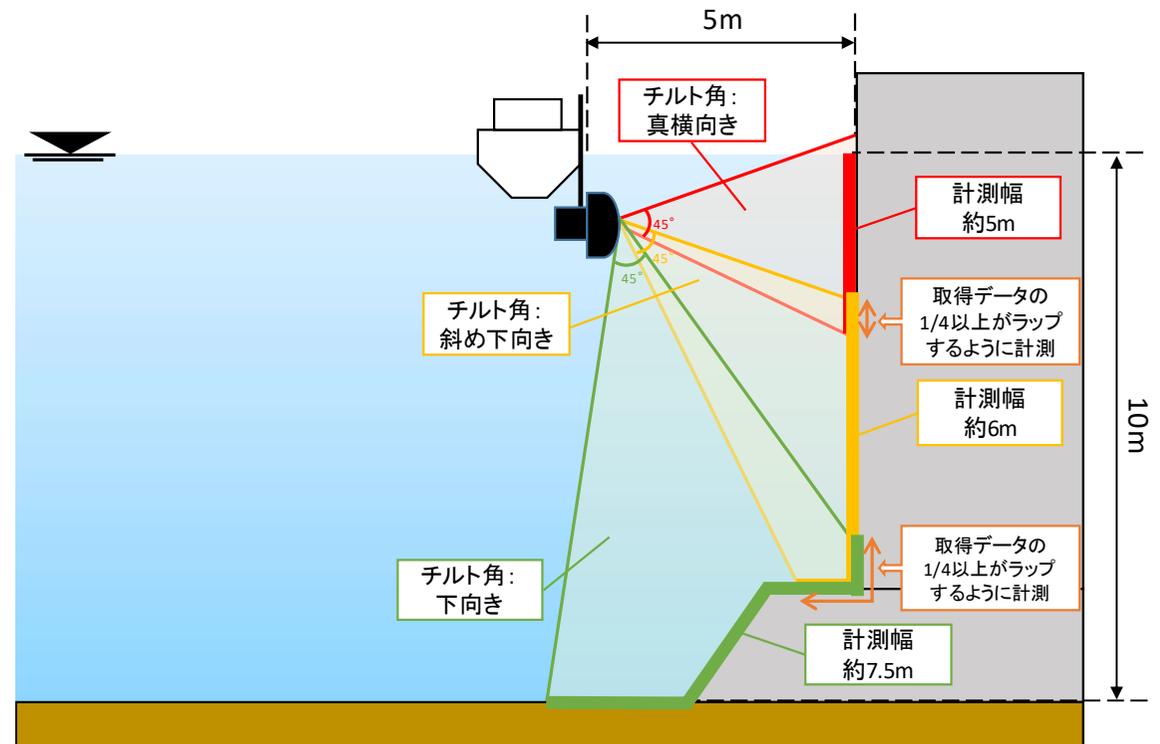
【NMBの計測方法】

- ・点群密度を3DS(1350kHz)と同程度とするため、同じ箇所を3回計測(400kHz×3)し、取得したデータを重ね合わせ



【3DSの計測方法】

- ・NMBと比べて点群密度は高いが、視野角(スワス角)が狭いため、センサーの上下の向きを対象構造物の水深等に応じて調整し、複数回データを計測

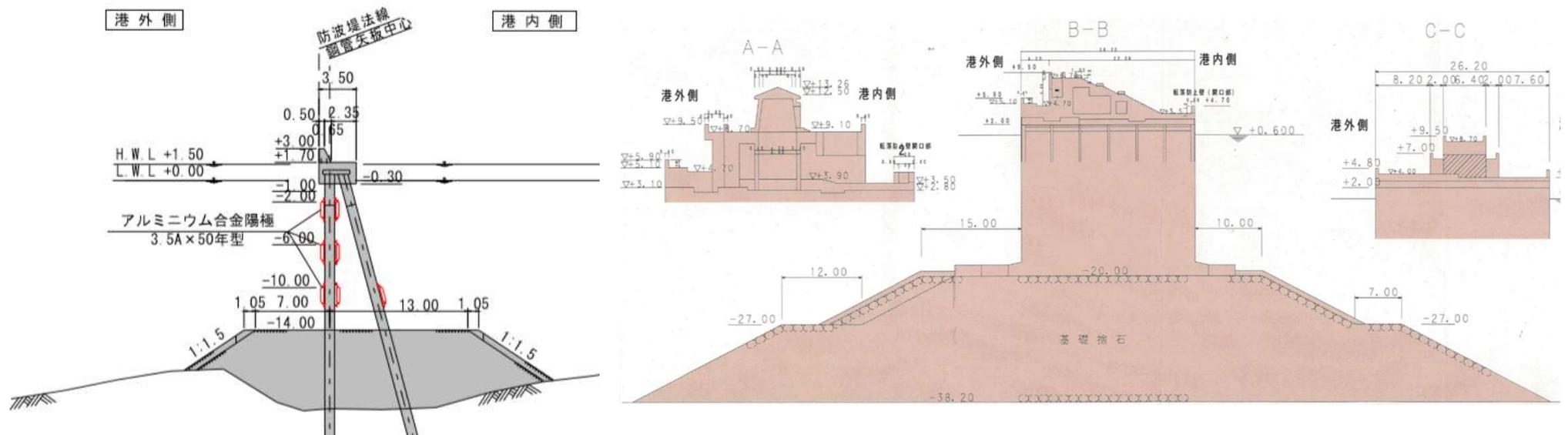


3. 現地試験の概要

①構造形式と水深に応じた使い分け

【対象施設】

- 立体的な鋼構造の鋼管矢板式防波堤(水深14m)
- 平面的なコンクリート構造の重力式防波堤(水深18.5m)



【現地試験の内容】

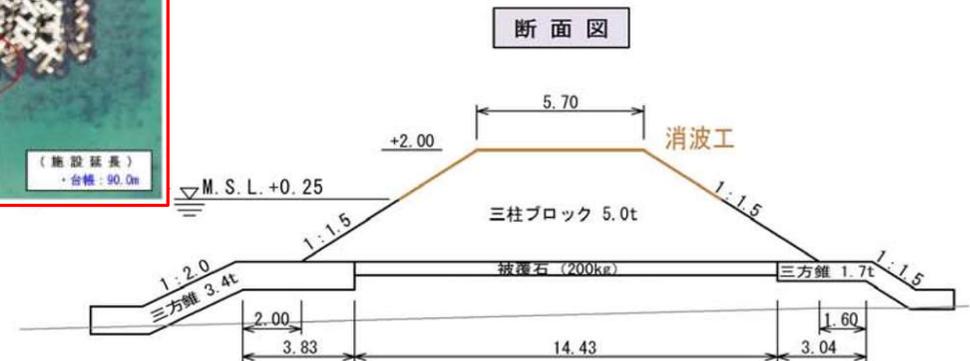
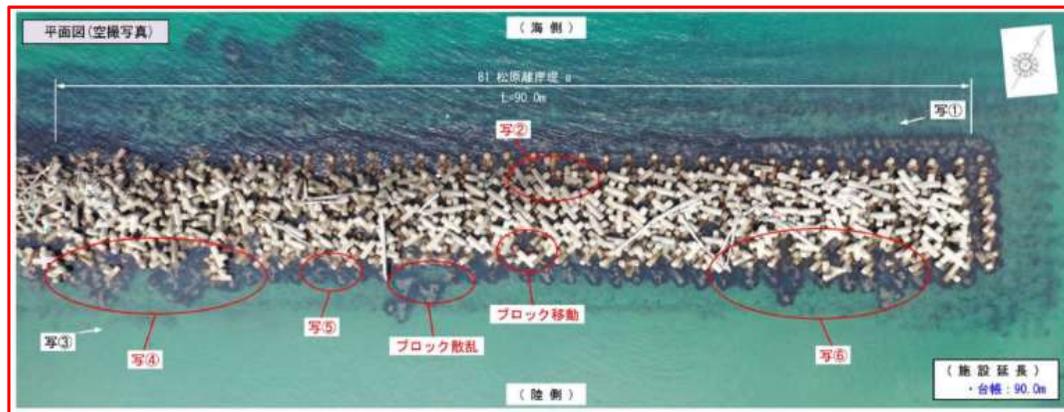
- 3DSおよびNMBを用いて、鋼構造の防波堤本體工(凹凸面)およびコンクリート構造の防波堤本體工(平面)の点群データを取得
- 水深に応じた点群データの分散範囲の変化を確認

3. 現地試験の概要

②災害時の臨時点検への活用

【対象施設】

- 上陸が困難な透過ブロック式離岸堤(水深2m)



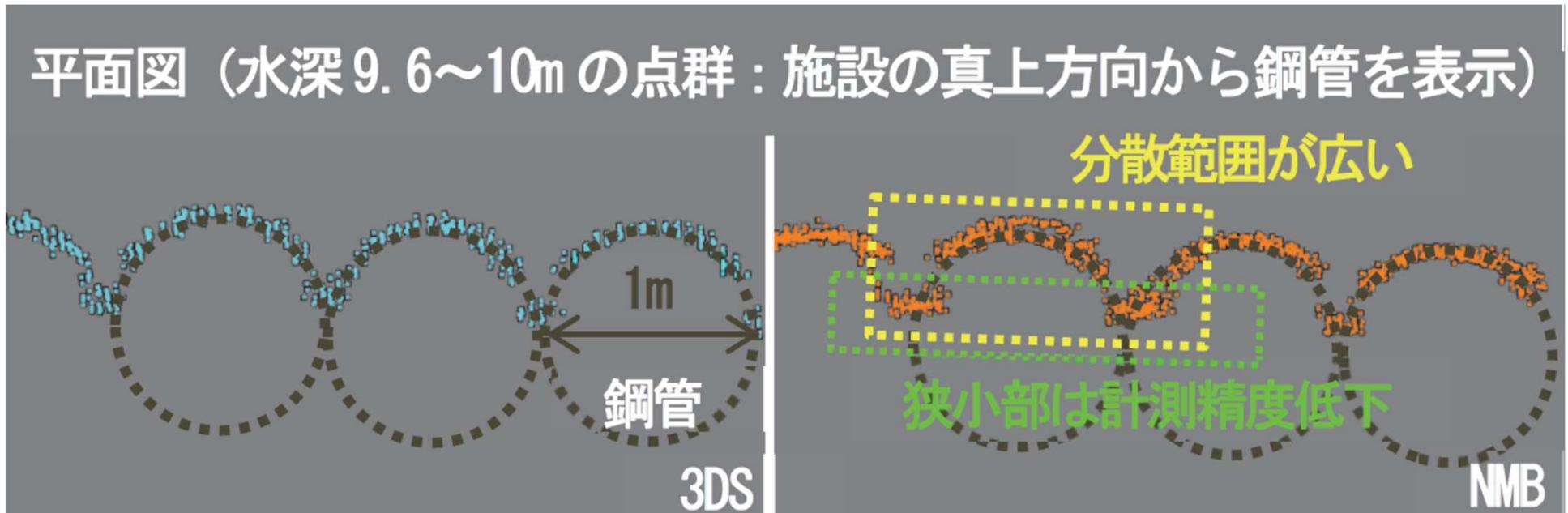
【現地試験の内容】

- UAV撮影画像から作成した陸上点群データと3DSで取得した水中点群データを統合
- 統合した点群データと施設の設計図面を照合し、変状量を把握

4. 水中音響機器の適用条件の検証

①構造形式と水深に応じた使い分け【鋼管矢板式防波堤(鋼構造)】

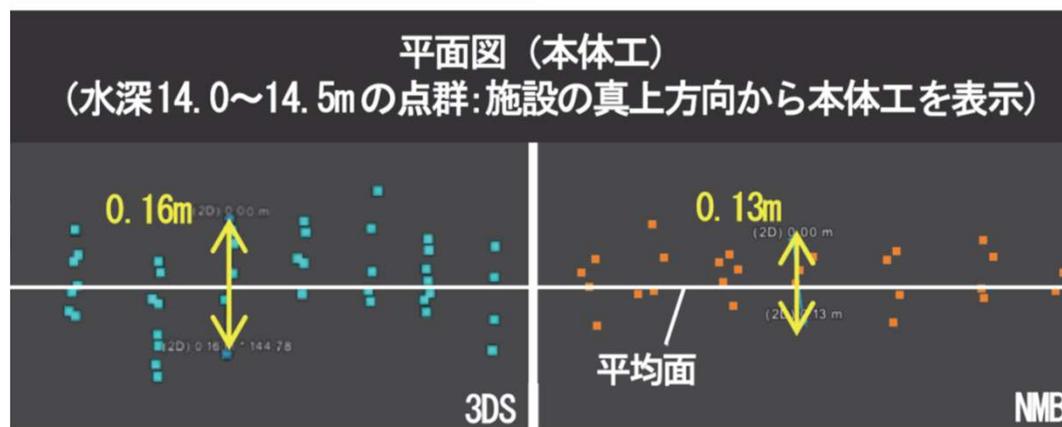
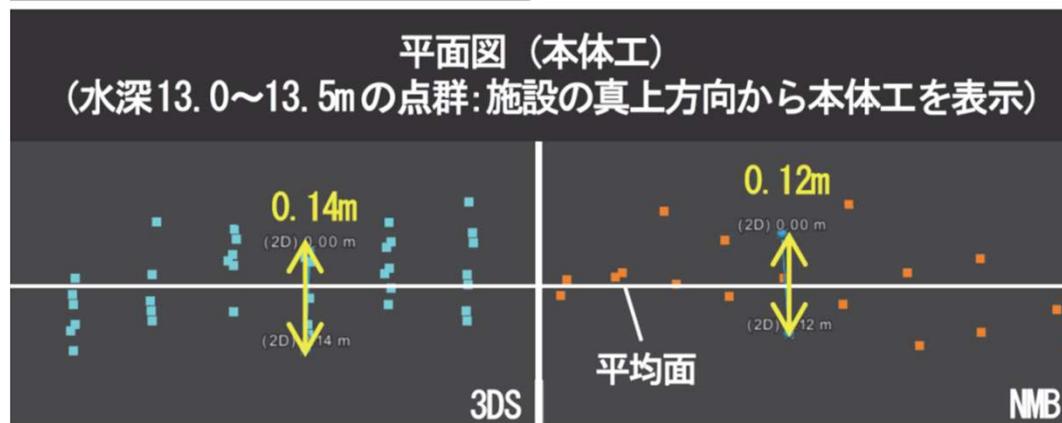
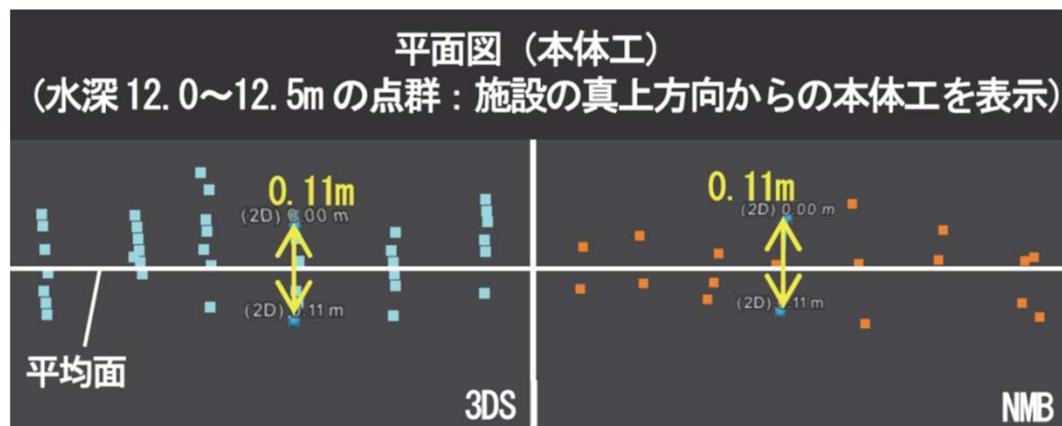
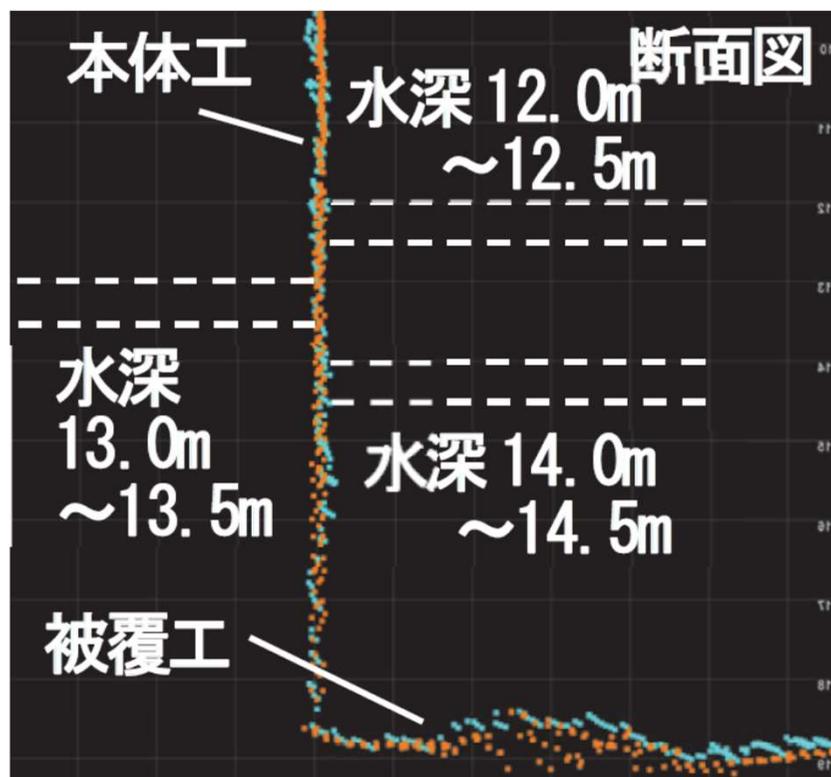
- NMBの計測データは、水深10m付近で凹凸面の分散範囲が広くなる傾向
- 鋼管間狭小部では計測精度が低下し、特に凹部等奥行方向の形状が不明瞭



4. 水中音響機器の適用条件の検証

① 構造形式と水深に応じた使い分け【重力式防波堤(コンクリート構造)】

- 水深12.5mまでは3DSとNMBは同程度の分散範囲
- 水深12.5m以深は、3DSの点群データの分散範囲が広がる傾向



4. 水中音響機器の適用条件の検証

①構造形式と水深に応じた使い分け【検証結果】

・現地試験の結果から、

水深0～12mは「3DS」

水深12～15mは、鋼管狭小部のある鋼構造は「3DS」、

平面的構造であるコンクリート構造は「NMB」

水深15m以深は「NMB」

を用いた計測の適用性が高い。

計測条件 作業環境	点検対象における水深別の適用性の分類						構造物 水平面 (被覆工)	クラック 変色 発錆等 の微細な 変状
	水深0m ～2m	水深2m ～12m	水深12m～15m		水深15m以深			
			平面的 構造	鋼管 狭小部	平面的 構造	鋼管 狭小部		
水中3D スキャナー	◎	◎	△	○	×	×	○*	×
ナロー マルチビーム	×	○	○	△	○	△	◎	×
潜水目視観察 (水深20mまで)	○	○	○	○	○	○	○	○

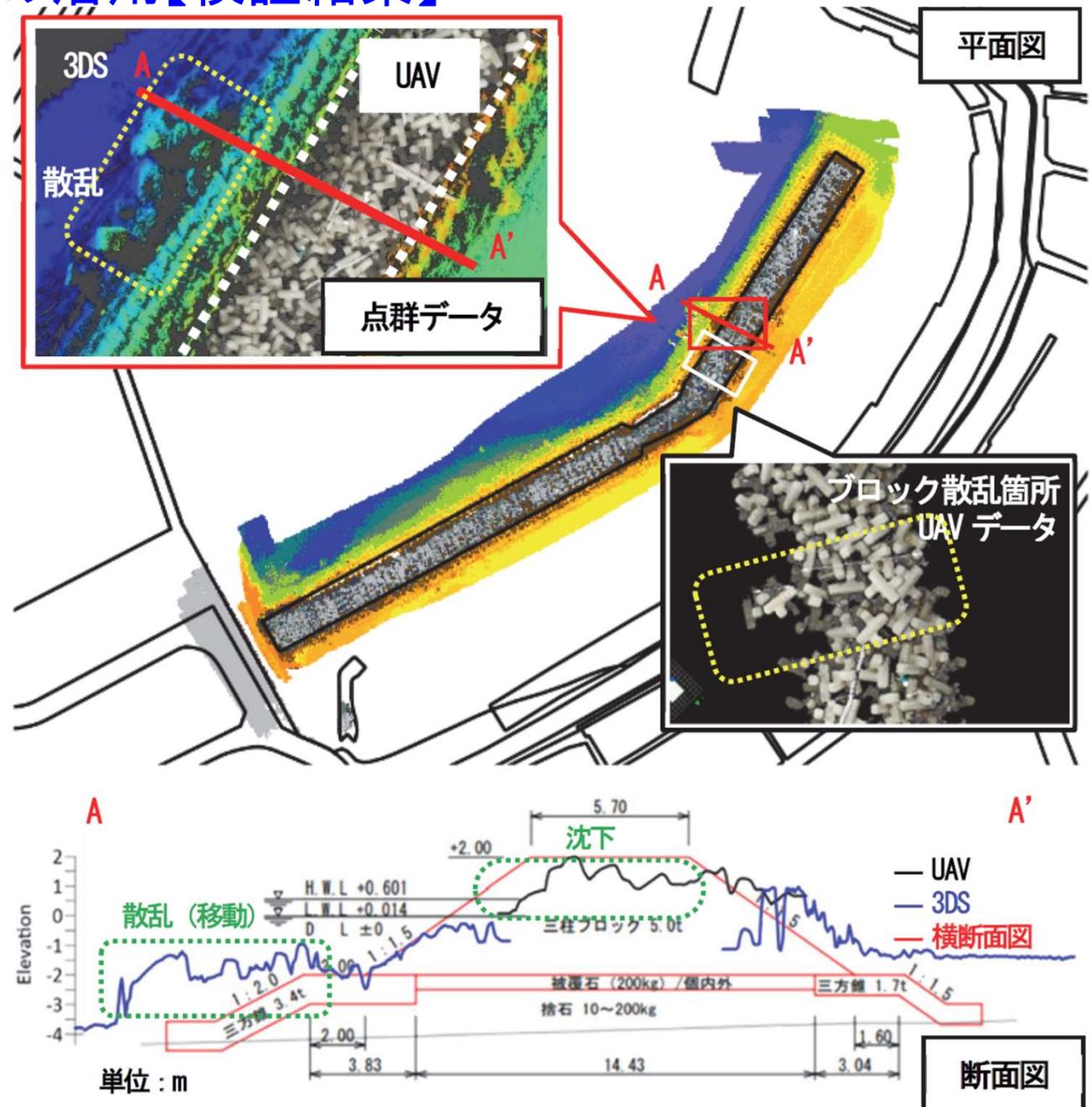
◎：計測可能（精度高）、○：計測可能（精度中）、△：計測可能であるが点群がばらつく（粗い）、×：計測困難

※3DSは機器の性能（仕様）から水深15mが計測限界

5. 沖合構造物の臨時点検へのセンシング技術の有効性検証

②災害時の臨時点検への活用【検証結果】

- 施設整備時に比べ、離岸堤は天端部が沈下、全体的に沖側へ散乱(移動)しており、その変状規模を可視化・定量化できる
- また、任意の断面を取り出し、設計図面と比較することで被災状況を短時間で把握できる



6. 各種点検へのセンシング技術活用方法の提案

【老朽化点検】

- ・ 構造物の状況を概略的に把握する簡易潜水目視調査の代替手段として活用
- ・ 潜水士の作業時間の短縮(点検位置の特定や点検項目の削除)に有効

調査項目		簡易潜水目視調査(定期点検)におけるNMBと3DSの適用性
本體工	コンクリートの劣化、損傷	○
	鋼材の亀裂、損傷 ※腐食は点検不可	○
	被覆防食工	×
	電気防食工	◎
被覆工	移動、散乱	◎
消波工	移動、散乱、沈下	○
	損傷、亀裂	○

◎：センシング技術で点検可能、○：センシング技術で概ね点検可能、
×：センシング技術では点検不可、／：対象外

【災害時の臨時点検】

- ・ 目視よりも広範囲を効率的かつ客観的に状況把握できるため、被災後の変状確認を目的とした臨時点検に有効
- ・ 被災から災害査定申請までの期間を短縮や、現場での潜水士の作業量の軽減につながり、労働環境が改善に有効

7. まとめ

【総括】

- 漁港施設の老朽化点検および災害時の臨時点検において、水中音響機器やUAV等の活用により効率的かつ客観的に点検が可能
- また、潜水士による水中作業や離岸堤等の消波ブロック上での目視観察作業が軽減され、作業現場での就労環境の改善にも効果



- 潜水士不足や高齢化が進行する中、センシング技術を積極的に活用し、漁港施設の機能を効率的に維持
- 本研究の成果は、「水産基盤施設の点検における新技術活用指針（令和3年3月）」としてとりまとめ、水産庁ホームページに掲載

https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_gideline/index.html

6. 各種点検へのセンシング技術活用方法の提案

