

センシング技術を活用した漁港施設の点検

～ナローマルチビーム及び水中3Dスキャナーの活用～

なか せ さとし
中 瀬 聡*

漁港は全国に約2,800存在し、その約7割を市町村が漁港管理者として管理しているが、技術者、予算に加え新技術に関するノウハウが不足している。そこで水産庁では施設点検の効率化のためにセンシング技術を用いた点検について検討を進めており、本稿ではその内容について紹介する。

1. はじめに

高度経済成長期前後に整備されたインフラは現在老朽化が進行し、機能低下が懸念されている。特に全国に約2,800存在する漁港では、その約7割を市町村が漁港管理者として管理しており、市町村は都道府県と比べ厳しい財政状況から漁港管理に関わる職員、特に技術系職員の人員が不足している。また、漁港施設は海上や水中部等の直接目視や立ち入りが困難な箇所が数多存在しており、施設点検には多大な労力が必要である。例えば防波堤のような外郭施設は、点検のためにそもそも施設まで近づくことが困難な場合があり、点検行為も転倒や落水等の危険を伴う。さらに基礎部は水中であることから潜水士が必要であり、点検時にも波浪の影響を直接受けるという点がある。一方、岸壁のような係留施設においても施設を共用しつつの点検となり点検可能時間に制約を受けることが多い。

このような状況を踏まえ、水産庁では平成20年度に水産物供給基盤機能保全事業を創設し、漁港管理者が行う施設の点検・機能診断・機能保全計画書作成及び保全工事を支援しているところである。現在は事業創設より10年以上が経過し、当初策定した機能保全計画の見直しが行われつつある。この見直しの過程において、現場での点検や保全管理にかかる課題等が浮き彫りとなってきている状況である。そこで水産庁では漁港施設の長寿命化対策として

平成29年度より点検・診断技術の高度化の検討を進めており、本稿はその中のセンシング技術を活用した漁港施設の点検について紹介する。

2. センシング技術を活用した点検手法の検討

水産庁が平成29年度より進めている点検・診断技術の高度化について、年度毎の内容の概要を次に示す（図-1）。

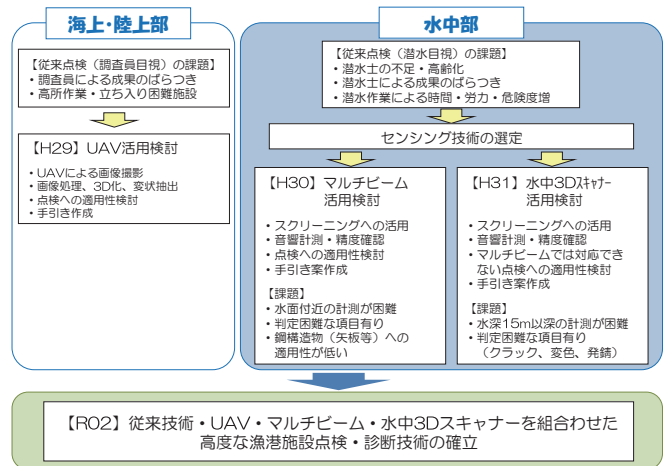


図-1 点検・診断技術の高度化の検討

1) 平成29年度

漁港施設点検のうち海上・陸上部を対象としてデジタルカメラを搭載したUAV (Unmanned Aerial Vehicle) の活用普及を目指し、モデル漁港における検証を通じて漁港施設点検で求められる精度の検証や調査時に注意すべき関連法令の整理を行った。

成果として「無人航空機（UAV）を活用した水産基盤施設の点検の手引き」を作成し、公表した。

2) 平成30年度

漁港施設の特徴の1つである水中部を対象としてこれまで主として潜水士の目視で行ってきた水中点検について、一般的に普及し海底地形測量に活用されているナローマルチビームソナー（以下、マルチビーム）の活用検討を行った。具体的には凹凸部を有する供試体を作成しての精度検証やモデル漁港における実際の漁港施設を対象とした点検可能範囲の検証を実施し適用性や経済性について検証した。

3) 令和元年度（平成31年度）

平成30年度に引き続き水中部の点検手法を検討した。具体的には主として水中構造物の可視化に使用されている水中3Dスキャナーについて、凹凸部を有する供試体を作成しての精度検証やモデル漁港における実際の漁港施設を対象とした点検可能範囲についてマルチビームとの比較検証を実施した。

4) 令和2年度（予定）

潜水士による水中点検等といった従来の点検技術に加え、平成29年度より活用を検討したUAV、マルチビーム、水中3Dスキャナーを組み合わせ、施設の日常点検、定期点検、災害時点検等の目的に応じた活用の方法をとりまとめた「新技術を活用した水産基盤施設の点検マニュアル（仮）」を作成・公表予定としている。

3. マルチビームを活用した点検

マルチビームによる計測は計測機器を船舶に艀装し、船舶を2～3ノットで航行しながら音波を対象物に照射し反射波の反射時間を計測することで対象物を測定するセンシング技術である（図-2）。従来の潜水士による点検と比較し、対象施設全体を均一な精度で効率的に計測でき、音波を利用していることから水中の濁りに影響されず計測が可能である。また、計測結果は3次元のデータの集合体である点群データとして得ることができるため、データを設計や施工に活用可能であり、管理面としてもモニタリング等の時系列的な変化を定量的に計測することが可能である（写真-1）。

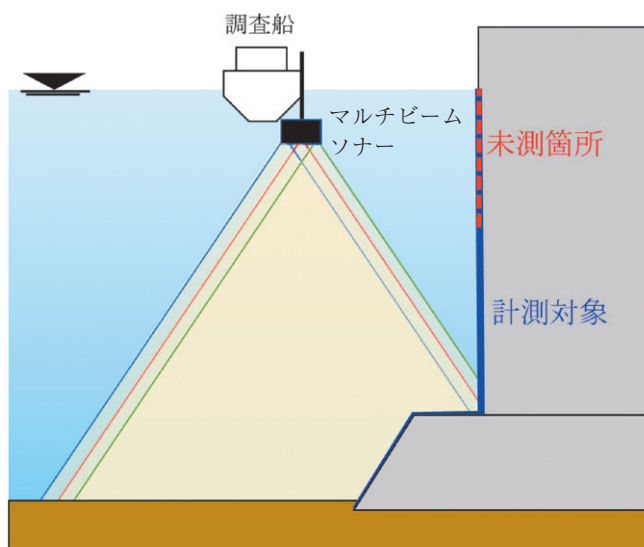


図-2 マルチビームの計測範囲（イメージ図）

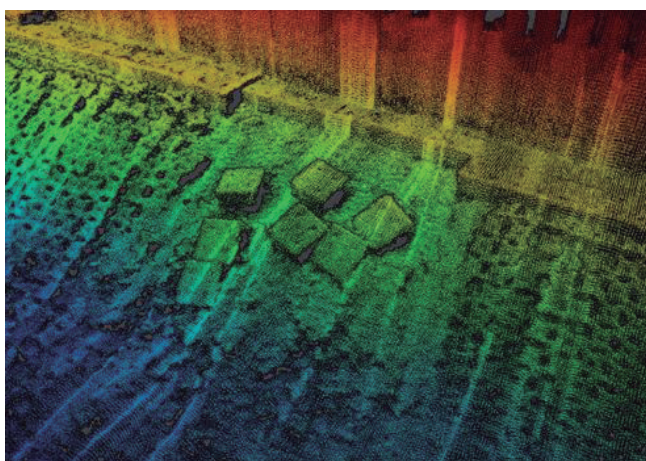


写真-1 基礎部の点群データ（マルチビーム）

課題としては音波を利用することから色の識別ができず、発錆等の有無は計測できない。また、基本的に音波の照射方向が下方であり多少角度をつけることができるものの、船舶の真横となる水面付近や船舶が航行できない浅い箇所における計測は不可能である。

精度面では20cm未満の変状が計測できないこと、また、コスト面では艀装費用やキャリブレーション（調整）等の初期費用に数十万円要することから、計測対象面積が小さい局所的な水中調査の場合は従来の潜水士による調査がコスト的に有利となってしまう。

4. 水中3Dスキャナーを活用した点検

水中3Dスキャナーによる計測もマルチビームと

同様に計測機器を船舶に艀装して計測を行う。水中3Dスキャナーはマルチビームと比較し使用する音波の周波数が高いことから、マルチビームよりも形状を正確に測定が可能となり、点群密度が高い3Dデータを得ることが可能となる。具体的に凸部については10cm×10cmまで形状の計測が可能であり、凹部については5cm×5cmまでの形状の計測が可能である。なお、マルチビームでは凸凹部ともに20cm×20cmまでしか計測できなかった。

しかし使用する周波数がマルチビームよりも高いことから計測レンジが短く、水深約15m以深については不明瞭なデータとなってしまう、適用できないことが判明した。

また、マルチビームでは漁港施設の水面付近の計測はできないが、水中3Dスキャナーでは水面付近も計測可能である（図-3）。つまり一般的に鋼構造物の腐食が激しいとされる飛沫帯と平均干潮面付

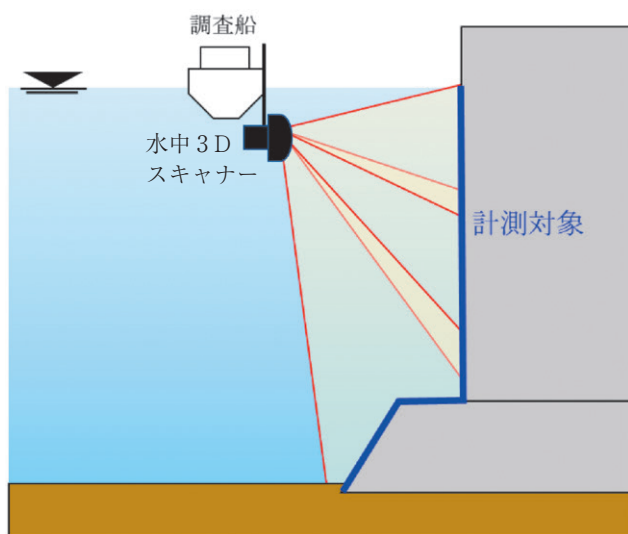


図-3 水中3Dスキャナーの計測範囲（イメージ図）

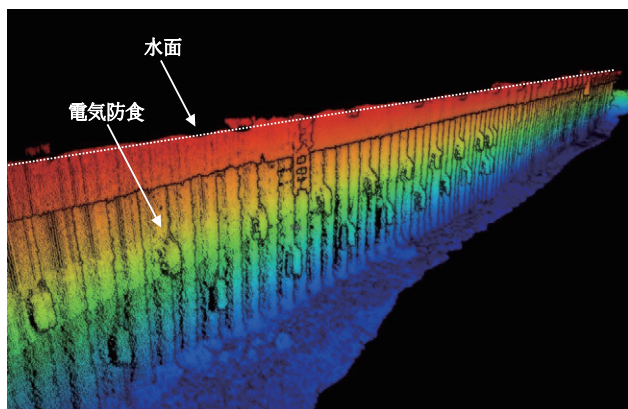


写真-2 点群データ（水中3Dスキャナー）

近のうち、陸上からの目視が困難な平均干潮面付近についても10cm以上の変状（孔食等）であれば計測可能である。さらに10cm程度の変状を計測可能であることから、電気防食の陽極部の消耗状況についても計測可能である（写真-2）。

ただし、マルチビームと同様にヒビ割れ、変色、発錆といった変状の計測や船舶が航行できない浅い箇所における計測は不可能である。コスト面においてもマルチビームと同様に局所的な水中調査の場合には従来の潜水士による調査が安価となる。

5. 水中部の点検手法のまとめ

漁港施設の水中部点検のセンシング技術であるマルチビームと水中3Dスキャナーはそれぞれに特徴があり、どちらかが一方的に優れているものではない。そこで従来の潜水調査も含め、計測条件や点検目的に応じてそれぞれの特徴を活かした使い分けが必要となる（表-1）。

なお、今年度は水中部のみならず陸上部・海上部の点検手法（UAV等）も含めた「新技術を活用した水産基盤施設の点検マニュアル（仮）」をとりまとめる予定としている。

表-1 水中点検手法のまとめ

計測条件 作業環境	湧水	水面付近	水深15m 以深	流速 1m/sec	網羅的 広域調査	被災状況 調査	局所的詳 細調査
潜水調査	×	○	△ (20mまで)	×	×	×	○
マルチ ビーム	○	×	○	○	○	○	×
水中3D スキャナー	○	○	×	○	○	○	×

6. おわりに

漁港施設の管理者である漁港管理者は市町村が圧倒的に多く、技術者や予算だけでなく新技術に関するノウハウが不足している。水産庁では今後も施設管理の実務に役立つ技術開発を進めるとともにマニュアル等の整備により技術の普及を図っていく。

また、水産庁では今回紹介した点検の検討と並行して点検後の診断技術としてAIを活用したひび割れ判読システムの開発を進めており、今年度中の技術開発を目指しているところである。