

災害発生時における漁港施設の迅速かつ 効率的な復旧に向けたICT活用の有効性 ～能登半島地震における対応事例～

一般社団法人水産土木建設技術センター

松 本 力
武 田 典
藤 田 真
望 戸 孝
裕 司

目 次

1. はじめに	1	4. 取得データと活用事例	3
2. 漁港施設の被災状況	1	5. まとめ	4
3. 被災状況調査	2	6. 課題と対応（展望）	4
3-1 内浦地域の被災へのICT活用	2	7. おわりに	5
3-2 外浦地域の被災へのICT活用	3		

1. はじめに

令和6年元日に発生した能登半島地震において、大規模な地殻変動が見られるなど、漁港施設に甚大な被害を広範囲に及ぼした。水産関係公共土木施設等災害復旧マニュアルでは、査定設計書に係る被災状況の調査にあたり、「新技術活用」や「三次元データによる記録」が明記され、迅速かつ効率的な対応が求められている¹⁾。

本稿では、水産庁による被害実態の緊急調査において、漁港施設の被災状況を迅速かつ効率的に把握・記録するため、地盤の隆起や沈下など漁港の被災状況に応じ、最適なICT（新技術）を組み合わせることで、災害査定に必要な提供データの有効性を確認したので、今後の課題を含めてここに報告する。

2. 漁港施設の被災状況

被災状況は主に2つの特徴から成る。一つ目は富山湾に面した内浦地域での地震の揺れや津波、地盤沈下等による被害（図-1）、二

つ目は日本海に面した外浦地域における地盤隆起による水深不足での機能不全等の被害である²⁾（図-2）。



図-1 地震の揺れや沈下等による被災(野崎漁港)

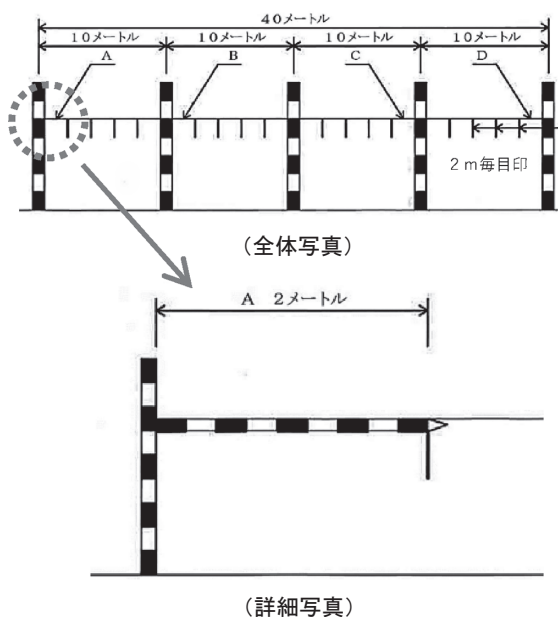


図-2 地盤の隆起による泊地の海底露出(深見漁港)

3. 被災状況調査

被災状況の調査は、災害査定の要件を満たすデータを必要とするため、従来では延長写真の撮影方法として被災部分の起点と終点との間に10m毎にポールを立て、ポール間に2m毎の目印（大き目の赤布等、10×50cm程度）を吊るし全体写真を撮影する（図－3：全体写真）。さらに、図中のA～D箇所等の適宜の位置にポール、テープ等の長さが読めるスケールをあて目印間の距離を表す部分写真の撮影を必要とする（図－3：詳細写真）³⁾。

このような労力を軽減し迅速かつ効率的な被災状況の把握・記録のため、現地状況に応じたICTを活用し被災状況調査を実施した。ただし、主な被災状況については、ポールやテープ等を添えて写真撮影し一覧として整理している。



図－3 従来の被災状況の記録(例)

3-1 内浦地域の被災へのICT活用

内浦地域の被災調査では、陸上部の施設上面をRTK搭載のUAV（図－4）、海上部の施設側面をLiDAR、および水中部をナローマルチビーム（以下「NMB」という。）をゴムボートに搭載（図－5）することで3次元データ取得を行った。

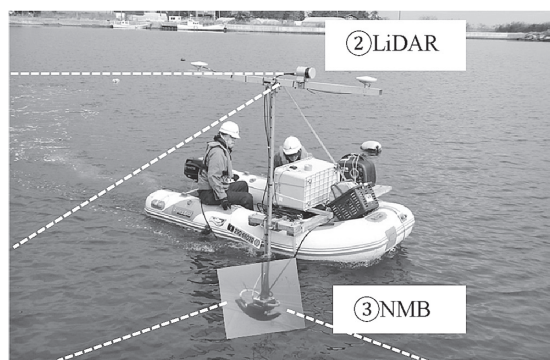


【スペック】

- ・機体重量：1391g
- ・対角サイズ：350mm
- ・最大速度：58km/h
- ・最大飛行時間：約30分
- ・測位精度：
 - （水平）1cm+1ppm(RMS)
 - （垂直）1.5cm+1ppm(RMS)



図－4 UAV の活用



【スペック】

- ・スキャン距離：100m
- ・取得点数：300,000点/秒
- ・測定精度：±3cm
- ・角度分解能：
 - （垂直）2°
 - （水平角/方向角）0.1～0.4°



【スペック】

- ・周波数：200～700kHz
- ・ビーム数：1024本
- ・ビーム幅：0.3°×0.6°
（400kHz）
- ・スワス角：5～210°
- ・分解能：<10mm



図－5 LiDARおよびNMB の活用

3-2 外浦地域の被災へのICT活用

外浦地域での被災調査は、地盤隆起による海底面の露出や水深不足等による船舶使用が困難な状況のため水中を透過し、海底面で反射するグリーンレーザを搭載したUAVを活用することで3次元データ取得を行った(図-6)。



図-6 グリーンレーザの活用

4. 取得データと活用事例

各種ICTにて取得したデータは、およそ5cmピッチの点群で、各点X、Y、Zの3次元座標を取得した。取得データ画像を図-7に示す(グリーンレーザも同様)。

取得データは、拡大・回転させることで任意の方向から可視化することができ(図-8)、被災の有無や被災状況(位置や規模等)の計測が可能である。

ICTにて取得したデータの活用事例として、施設の起点から終点までの計画天端高さとの照合により変化量を示す縦断面図(図-9)、標準断面図との照合により施設の移動量を示す横断面図(図-10)、およびオルソ画像と平面図を結合し被災延長や被災状況を記録した被災平面図(図-11)を作成し、査定設計書に示した。

また、航路・泊地の水域施設はコンタ図を作成し(図-12)、計画水深との照合により専用ソフトを用いて浚渫土量を算出した。

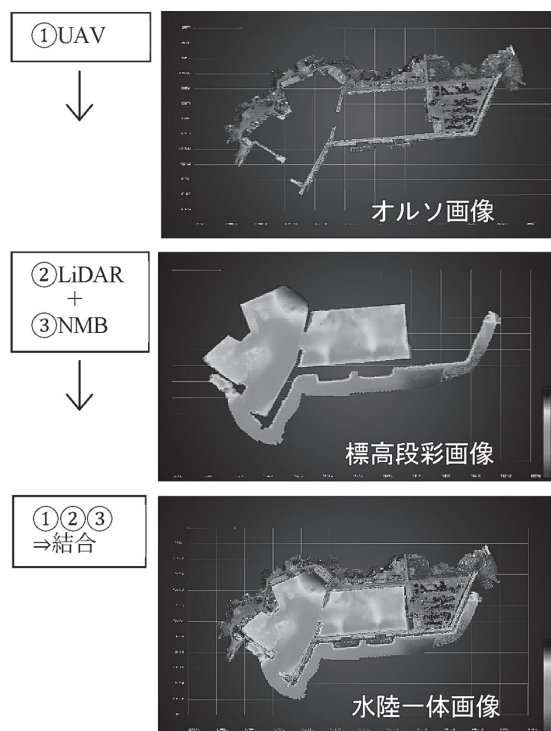


図-7 各種ICTによる取得データ画像



図-8 拡大・回転させた任意方向からの画像

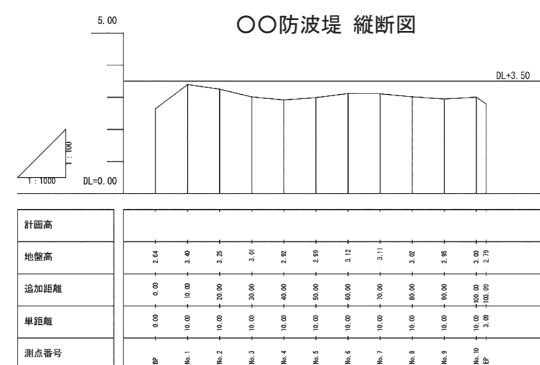
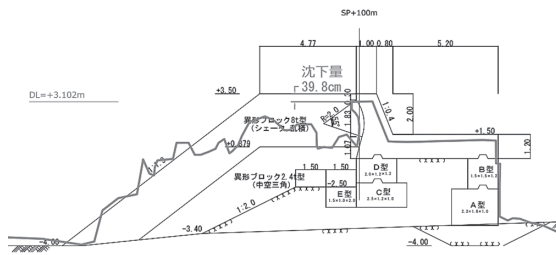


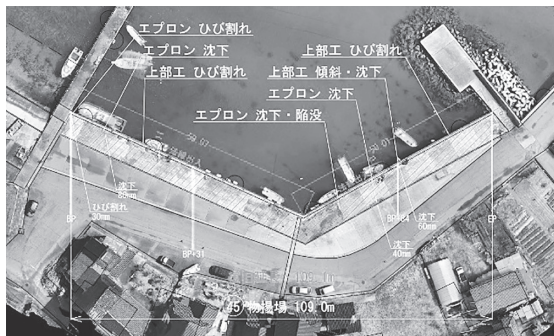
図-9 計画天端高さと照合した縦断面図

〇〇防波堤 横断面図



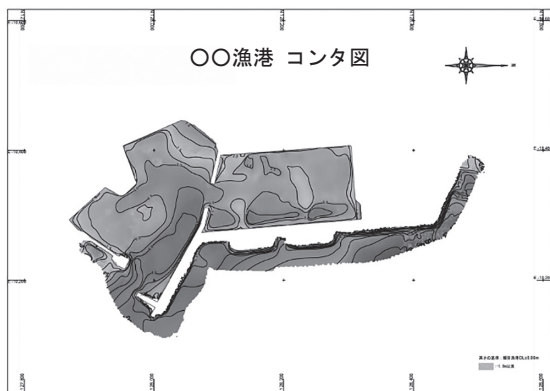
図一 10 標準断面図と照合した横断面図

〇〇物揚場 被災平面図



図一 11 被災状況を記録した被災平面図

〇〇漁港 コンタ図



図一 12 水域施設のコンタ図

(2) 横断面図

法線に直交する方向に3次元点群データから横断面図を作成した。横断面図は、オルソ画像と照合しながら変化点を抽出し、縦断面図同様、任意の断面を適宜切り出し可能なため、標準断面図と照合することで、沈下や隆起、傾斜等の移動量を手戻りなく把握することができた。

(3) 被災平面図

オルソ画像を拡大することで、およその被災状況を把握できることと、別途直接目視による被災記録と照合することで、被災の種類、規模、位置等をより正確に把握でき、打合せ協議では、オルソ画像や点群ビューアを共有しながら進めることができ、画像上から被災延長（復旧延長）を決定することができた。

(4) コンタ図

専用ソフトウェアを用いて、点群データからTINモデルによるコンタ図を作成し、コンタ図から泊地や航路の計画水深と照合し、施設の復旧計画や浚渫土量の算出を迅速かつ効率的に行うことができた。

以上より、災害発生時における漁港施設の被災調査へのICT活用はおおむね有効である。特に施設（漁港）全域を点群データによる3次元座標で記録しているため、現地調査後においても再調査することなく、任意箇所において作図等、必要資料の作成が可能であることは有効性が高い。

5. まとめ

(1) 縦断面図

従来の手法では、現地に測量鉈を設置して水準測量を実施するが、ICTを活用することでオルソ画像や3次元点群データから現地の施設法線を事後協議にて決定し縦断面図を作成できた。縦断面図は、通常査定で必要とする20mピッチに加え、任意の点を適宜抽出し計画天端高さと照合することで、手戻りなく天端高さの変化量を把握することができた。

6. 課題と対応（展望）

(1) 膨大なデータ容量

【課題】

膨大なデータ容量や異なる複数のICTを組み合わせデータ取得しているため、各々に解析時間を要し、成果を作成する事前処理段階で時間等の労力を費やした。また、データの受け渡しや閲覧には、高スペックなPCやサーバ、専用のソフトウェアによる動作環境が必要となり、納品後に確認ができない課題も発

生した。今回は提供したビューアデータでも閲覧不可であった。

【対応】

web会議による画面共有や拡大・回転させて切り出した画像を提供した。今後、3次元データ活用業務の充実・拡大やBIM/CIMとの連携強化も見据え、受発注者が同程度の動作環境を整備していくことが望まれる。

（２）施設の元座標データが不明

【課題】

施設の被災前の状態や法線の位置を把握できる資料がないことが多く、現況の3次元座標からでは被災前からの移動量を正確に把握することが出来なかった。

【対応】

起点と終点を結んだ直線を計画法線として移動量を算出した。今後、3次元データをより有効活用するには各施設に座標データを整備しておくことが望まれる。

（３）漁船や漁具等の障害物

【課題】

漁港施設内には、漁船や漁具等が置かれているため、上空や海域からの計測でそれらが障害物となった。そのため断面作成の際に、等間隔での自動抽出では障害物上の高さを抽出してしまうため、オルソ画像から判断して抽出箇所を変更する手間が発生した。また、障害物による死角でひび割れ等の被災状況が把握できないことも発生した。

【対応】

上述のとおり断面作成では障害物等を画像判断で対応した。被災状況は前述の5.（3）のとおり別途直接目視による被災記録との照合により対応した。漁船については、事前に漁業組合と連絡を取り可能な限り対応していただいた。また、移動不可の漁船付近の施設については3次元データの取得ができないため、垂下式カメラによる撮影で被災状況を確認した。

（４）雨、風、濁り等の現地条件

【課題】

LiDARでは、雨により対象物で反射しなく

なり点群データを取得出来なくなる場合が生じた。UAVでは、雨により水溜まりがある場合や機体の安全性能を超えた風では計測が困難となった。また、グリーンレーザは、水中部で濁りがあるとレーザが海底まで到達できない場合があり、深い箇所では未測箇所が発生した。

【対応】

現地待機や日程変更等により調整した。

（５）ICT（新技術）による成果

【課題】

ICTを用いた点検は、通常の見視点検と必ずしも同等の精度や結果が得られるわけではない。現行マニュアル¹⁾では、「新技術活用等により」「3次元データ等に記録する」という一文のみで具体的な記載はない。求める精度や記録（成果）について受発注者での打合せ・協議に時間を費やした。

【対応】

上述のとおりweb等により十分な打合せ・協議を重ねたことや別途直接目視による被災記録との照合により対応した。今後、ICT施工のようにマニュアルを充実させ、測定精度や成果物の統一を図ることが望まれる。

7. おわりに

近年、地震や豪雨、台風など記録的な災害が多発しており、漁港施設への影響もより一層懸念されるところである。加えて、厳しい財政状況や技術者不足の現状において、災害対応ははじめ施設の維持管理を継続していくためには、ICT活用による効率化・高度化を図っていくことが重要である。

本稿では、漁港施設における災害対応へのICT活用の有効性を確認した一方で、課題・問題点も多く確認された。今回の結果を踏まえ、今後もICTの活用・普及へ向けた調査・研究を継続していく予定である。

また、当センターでは災害により漁港施設等が被災した場合、災害復旧事業を速やかに実施できるように、希望する市町村と「災害復旧支援協定」を締結し、以下の業務支援を行っているので併せて参照されたい⁴⁾。

【支援内容】

- ①災害の状況を確認するために行う現地調査業務
- ②災害報告に必要な資料の作成業務
- ③災害査定に必要な設計図書その他の関係資料の作成及び災害査定への対応業務
- ④上記に掲げる災害復旧に付帯する業務
- ⑤その他市町村が要請する災害復旧支援業務

謝辞

本稿は、令和5年度水産基盤整備調査委託事業「漁港地域復旧・復興対策緊急調査」で実施した一部の調査内容についてICT活用の有効性の観点でとりまとめたものである。現地調査にあたっては、被災直後の復旧・復興の途上にもかかわらず七尾市ならびに輪島市の

住民、漁業協同組合の皆様には多大なご協力をいただいた。また、ICT計測や解析等に当たっては、日本ミクニヤ株式会社、株式会社快適空間FCには多大なご協力をいただいた。すべての関係各位には、ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 水産庁防災漁村課水産施設災害対策室：水産関係公共土木施設等災害復旧マニュアル(災害発生時から査定まで)。令和5年3月，2023.
- 2) 水産庁：令和6年度能登半島地震漁業地域復旧・復興技術検討資料。令和6年7月，2024.
- 3) 一般社団法人水産土木建設技術センター：能登半島地震の水産関係公共土木施設等災害復旧に向けた調査の手引き(案)。令和6年2月，2024.
- 4) 一般社団法人水産土木建設技術センター：漁港等の施設の災害復旧支援に関する協定。
<https://www.fidec.or.jp/soupport2>