

落石漁港におけるICT技術を活用した施工の取り組み —ICT技術導入効果—

釧路開発建設部 根室港湾事務所 第2工務課 ○中野 喜秀
佐々木 智之
渡辺建設工業株式会社 山白 道敏

落石漁港の急傾斜地における道路改良及び土砂崩落防止対策にあたって、UAVを活用した3次元測量、3次元点群データをもとにしたCIMモデルの作成、マシンガイダンスを併用した無人バックホウによる掘削等、ICT技術を活用した施工を行った。

本報告ではこれらICT技術を導入した背景、各種ICT施工の紹介に加えて、ICT技術導入による施工の効率化、省力化、安全性の向上等の効果について報告を行うものである。

キーワード：ICT、マシンガイダンス、生産性向上、i-Construction

1. はじめに

第3種落石漁港（落石地区・浜松地区・昆布盛地区）は根室半島南側に位置し（写真-1）、北方四島水域を含む太平洋北西部漁場におけるサケ定置網、採藻、タコかご等の沿岸漁業の流通拠点、かつ道内外のイカ釣り漁船の陸揚げ拠点である。根室市の基幹産業は漁業で、落石漁港は根室市全体の陸揚量の約2割近くを占める重要な役割を担っているが、落石漁港（落石地区）は急傾斜地や崖に面しており、令和2年3月にこの崖が一部崩壊し土堤ポケット内に土砂が堆積し土堤機能が損なわれた危険な状態であり、漁業活動に大きな支障を生じている。（写真-2）

本箇所の土砂撤去については令和4年度から工事実施を行っており、遠隔操作による無人バックホウやドローンを使用した3次元測量・CIMモデルを作成し、施工の効率化や安全性向上に取り組んできたが、令和5年度工事では更なる取組を行ったことから、それらについて報告するものである。



写真-2 土堤ポケット内の様子（着手前）

2. 工事実施における課題

本工事は前述の通り、令和4年度からの継続工事である。初年度は堆積土砂の表層部の除去であったのに対し、令和5年度工事は図-1～2に示す範囲の土堤ポケット内を図-3の断面のように、崖崩れ前の状態まで土砂を除去するもので、特に崖側斜面に堆積した土砂については、過掘りすることが更なる崖崩れを誘発させる要因となるため注意が必要であった。

施工にあたっては、遠隔操作による無人バックホウによるものであるため、遠隔操作位置からでは地山と堆積土砂の境の確認が困難であること、人の立ち入りもできないことから施工精度の確保が課題であった。



写真-1 落石漁港位置

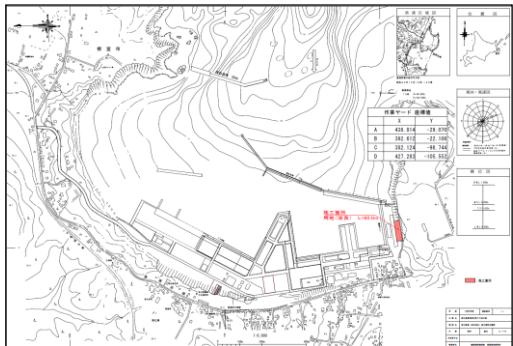


図-1 施工位置図

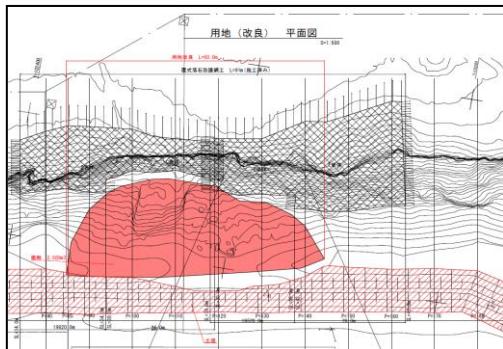


図-2 平面図

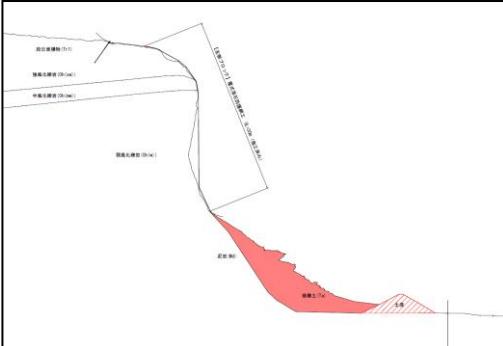


図-3 掘削断面図

3. 課題に対する対応

前提条件として、崖崩れ前の3次元測量のデータが存在していたことから、地山と崩落により堆積した土砂との境界の把握が可能であった。

対応方法として以下の3つの方法について検討した。

① ノンプリズム方式の測量器による出来形測定を行ながらの施工

内容	ノンプリズム方式とは反射プリズムを設置しなくとも、目標物に直接レーザー光を照射しその反射により目標物までの距離を測定する方式
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> 一般的に用いられている測量器であり入手は容易である。 測定を行ながらの掘削となるため、掘削に時間を要する。

② マシンガイダンスを搭載したバックホウの使用

内容	マシンガイダンスとは建設機械の動作と連動したモニター画面で仕上がり面を確認しながら作業を行える機能（詳細は次章参照）
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> 既存のバックホウに後付が可能 モニターによりリアルタイムで掘削状態を確認出来る

③ マシンコントロールを搭載したバックホウの使用

内容	マシンコントロールとはマシンガイダンス（次章参照）に油圧制御を加えたシステム。計画面より深く掘り進めようすると自動で制御がかかり掘り過ぎを防止するシステム
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> モニターによりリアルタイムで掘削状態を確認出来る 過掘防止のための制御機能があるため確実な施工が可能 無人バックホウに対応した機械が無い 新たに搭載すると多額の費用がかかる。

これらの3つの方法について検討した結果、ノンプリズム測量方式で確認しながらの施工は作業効率が悪く時間を要しすぎる。マシンコントロールを搭載したバックホウは無人バックホウに対応した機械の流通が確認できなかったこと、また新たに搭載する場合は多額の費用と時間がかかる。

これらのことから、無人バックホウにも後付ができるマシンガイダンスのみを採用した。

4. マシンガイダンスについて

マシンガイダンスとは、施工する部分の完成形と刃先位置がモニター画面に表示され、オペレーターは画面ガイドを確認しながら建設機械を操作するもので、画面上の刃先と実際の刃先位置は全球測位衛星システム（GNSS）でリンクしていることから建設機械の動きはモニターに反映されるものである。



写真-3 GNSSアンテナ



写真-4 モニター画面（平面）



写真-5 モニター画面（断面）



写真-6 作業の様子

現地作業を行うに当たって、ローカライゼーション作業により建設機械と現地座標の整合性を図るために行われる。通常、施工箇所を360度方向から囲うように座標点を設け、建設機械に現地座標を反映させるが、施工箇所は崖に位置しているため180度方向からしか座標点を設けることができなかつたため、事前に施工精度を確認した。

結果、バラツキはあったものの掘削工の基準高の規格値に対し平均±2cmの精度であったため問題なく使用できた。

5. 遠隔操作の無人バックホウとの併用による効果

1) 作業性

マシンガイダンスを使用することで、手元で計画掘削ラインを確認しながらリモート操作が出来るため、監視台からの目視による操作と同等以上の操作性があった。

掘削時間は、全体掘削数量に対し40時間が縮減でき、

出来形測量にかかる時間も144時間の短縮となり効率的であった。

表-1 作業時間の比較

	起工測量	ICT建機施工	出来形測量	電子納品	合計
無人バックホウのみ	80	360	224	56	720
マシンガイダンス併用	80	320	80	56	536
縮減率	—	11%	64%	—	26%

※単位（時間）

2) 安全性

監視台からの操作であることは変わらないため、併用による作業員の安全性は同等であった。手元の画面で現地の作業状態が確認出来るため、危険箇所から離れた場所で操作することで安全性は向上すると考える。

また、過掘りによる崩落の危険を回避できたことで作業箇所の安全も確保された。

3) 経済性

マシンガイダンス機器の使用にかかる費用の増加はあるが、作業効率が向上したことにより、掘削費用が安価となり無人バックホウのみの使用に対し、掘削金額全体において約2%ほどの縮減となった。

4) その他

重機の作業時間が縮減されることで二酸化炭素の排出量が減り環境負荷が低減される。人員を少なくできるので人手不足を補えるものであった。

また、画期的な技術としてインターンシップなどの広報資料で紹介することで担い手の確保に繋がることも期待できる。

6.まとめ

本工事では、崖崩れの再発等の恐れがある危険箇所での施工であったことから遠隔操作の無人バックホウを過年度工事と同様に使用した。

今回の作業では土堤ポケット内の堆積土砂を完全に撤去し、土堤機能の回復を行う中で、過掘りによる過剰な土砂撤去で崖崩れを誘発させる危険性があった。

このことから、安全且つ正確に崖崩れ前の土堤内の形状に戻すための工法として、遠隔操作の無人バックホウとマシンガイダンスの併用を検討した。採用に当たり、これらの技術は各々での採用事例はあるが、併用事例が少なく、道内での実績は確認されていないものであり、対象現場での適用の可否の判断が難しいところだったが、事前に施工精度の確認等を行い適用の可否を判断した上で施工を行った。

施工の結果については、安全性・出来形の確保はもちろんのこと、作業効率が良くなり生産性が向上したほか、計測に係る人員の削減や時間の削減によるコスト縮減に寄与するものであった。さらには、建設機械の稼働時間が減ったことでCO₂削減等の環境負荷低減も図られる等

の効果が得られたと考える。

また、これらの取組のほかにも、立ち入りが困難な箇所での複雑な地形に対して、ドローンによる3次元測量を実施することで安全性と作業性を確保した。現場作業員との打合せにおいては、作成したCIMモデルを活用することで施工イメージが共有し易くなり、手戻りや施工ミス等の防止に繋がり、工事も円滑に事故無く完成することができた。



写真-7 土砂除去後の状況（完成）

7. おわりに

本報告では昨年度に引き続き、根室港湾事務所の担当地区である落石漁港で行われたICT技術を活用した工事を例に、i-Constructionが及ぼす効果を紹介した。ICT技術は日々進化しており、従来技術に対し生産性・安全性に優れるものもある。また、今回活用した遠隔操作による無人バックホウとマシンガイダンスの併用のように、ICT技術の組み合わせにより、相乗効果をもたらすものもあることから、今後は更に発注者・受注者ともにICT技術を積極的に活用していくことで、知識・経験が蓄積され、より効果的な活用方法が確立していくものと考える。