

落石漁港における ICT 技術を活用した施工 の取り組みについて —工事現場における ICT 技術の活用推進—

北海道開発局 釧路開発建設部 根室港湾事務所 第2工務課 中野 喜秀

目 次

1. はじめに	16	4. 無人バックホウとマシンガイダンスの 併用による効果について	18
2. 工事実施における課題	16	5. まとめ	19
3. ICT 技術を活用した課題に対する対応	17	6. おわりに	19

1. はじめに

落石漁港は、おちいし落石地区、浜松地区、昆布盛地区の3地区からなる北海道根室半島基部に位置する第3種漁港である(写真-1)。本漁港は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のほか、周辺海域を操業する外来漁船の陸揚拠点として重要な役割を担っている。

落石漁港落石地区では、写真-2に示すように-3.0m岸壁の背後が急傾斜地となっており、落石等による漁業活動への支障が生じていたため、対策として背後に土堤ポケットを整備している。令和2年3月に急傾斜地の一部で崩落が発生したことで、土堤ポケット内に土砂が堆積し、土堤としての機能が失われるような状態となったため、崩落等の危険性のある土堤内での土砂撤去作業が必要となった。

本報告では、危険を伴う土堤ポケット内の土砂の撤去作業における、ICT技術を活用した遠隔操作の無人バックホウ等による施工の安全性向上や効率化の取り組みについて報告するものである。

2. 工事実施における課題

土砂撤去は、土堤ポケット内を崩落前の状態まで土砂を除去するものであるが、原地盤高より過掘りしてしまうと、更なる崩落を誘発させる要因となるため掘削時の精度管理が重要となる工事であった。

また、崩落の危険があるため、作業員の立ち入りが出来ない現場条件において、安全を確保する観点から、無人バックホウによる施工となるが、地山と堆積土砂の境界を把握しながら施工を行うことが課題であった。



写真-1 落石漁港位置図

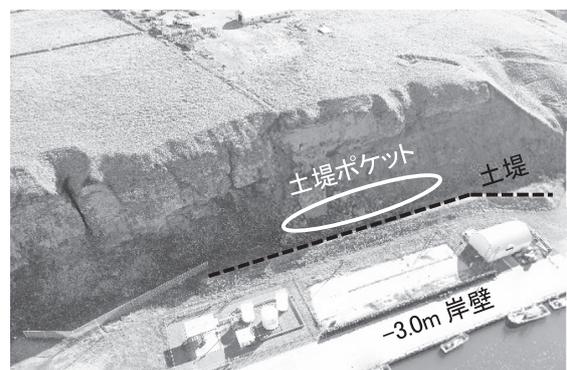


写真-2 土堤ポケットの状況

3. ICT技術を活用した課題に対する対応

土堤ポケット内の土砂撤去を実施するにあたり、前述の課題である施工精度および安全管理に対応した施工方法について検討を行った。

前提条件として、崩落前の3次元測量結果を保存していたため、**図-1**および**図-2**に示すように崩落により堆積した土砂と原地盤の境界位置の把握は可能であった。このため、掘削深度を精度良く測定しながら施工する方法として以下の3つの方式について検討した。

①ノンプリズム方式の測量器の活用

ノンプリズム方式とは反射プリズムを設置せずに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であり、掘削の出来形測定を行いながら施工する方法である。

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が、掘削と測定を繰り返しながらの施工となるため、掘削作業に時間を要するという課題がある。

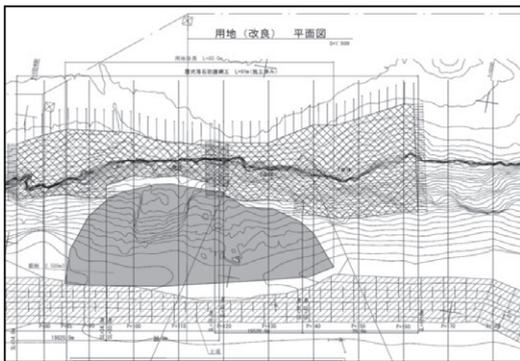


図-1 土砂掘削平面図

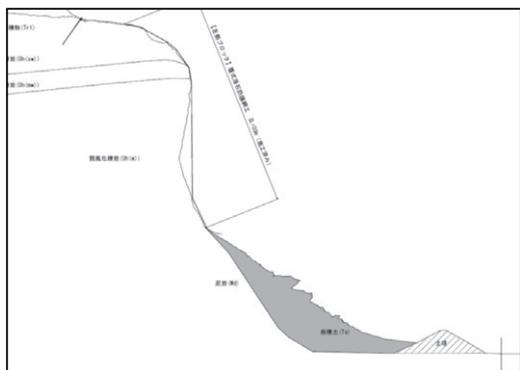


図-2 土砂掘削断面図

②マシンコントロールの活用

マシンコントロールとは、計画掘削面より深く掘り進めようとする自動で機械制御が掛かり、過掘りを防止することができるシステムをバックホウに搭載する方法である。過掘防止に大きな効果が期待できる一方で、導入事例も少なく、搭載するための初期費用が大きいという課題がある。

③マシンガイダンスの活用

マシンガイダンスとは、掘削する箇所の完成状況とバックホウの刃先位置がモニター画面に表示され、オペレーターはモニター上のガイド表示を確認しながらバックホウを操作することが可能なシステムである。画面上のバックホウ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**写真-3**及び**写真-4**に示すようにリアルタイムでモニターに反映される。マシンガイダンスを搭載したバックホウの動作と連動したモニター画面上で掘削の仕上がり面を確認しながら作業を行うことが出来る。既存のバックホウに後付で搭載が可能であり、モニターによりリアルタイムで掘削状況を把握することが出来るた



写真-3 マシンガイダンスのモニター画面①(断面)

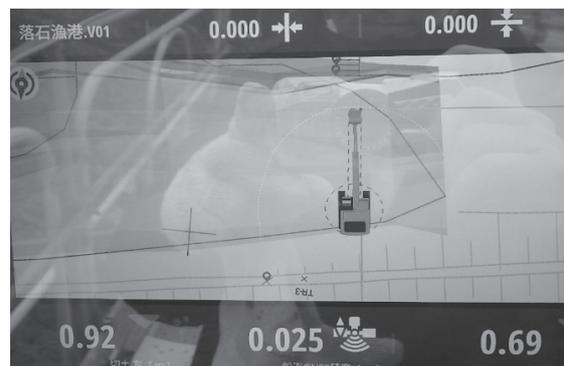


写真-4 マシンガイダンスのモニター画面②(平面)

め、過掘りを防ぐことが出来る。

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施工する方法は、掘削と測定を繰り返す必要があるため作業効率が悪く、施工に多くの時間を要し、また、マシンコントロールは無人バックホウに対応した機械の流通が無いことや導入に多額の費用と時間を要することから両案の採用は見送った。これらのことから、無人バックホウにも容易に後付可能である、マシンガイダンスを搭載したバックホウによる施工方法を採用した。

4. 無人バックホウとマシンガイダンスの併用による効果について

マシンガイダンスを活用する際は、現地作業を行う前に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必要がある。通常であれば、施工箇所を360度囲うように座標点を設けて、建設機械に現地座標を反映させる処理を行うが、本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った。このことから、事前に施工精度の確認試験を実施し、掘削の基準高の規格値に対し平均±2cmの精度を確保可能であることを確認してから施工に着手した。

無人バックホウとマシンガイダンスを併用した施工によって得られた作業性、安全性、経済性等の効果について以下に示す。



写真一五 施工状況写真①

①作業性

マシンガイダンスを使用することにより、無人バックホウのオペレーターは手元のモニター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が可能であり、作業性が向上した。表一1にマシンガイダンスの有無による作業時間の比較表を示す。掘削に要する時間については、全体掘削数量に対し11%が縮減でき、出来形測量に必要な時間についても掘削と測量を繰り返す必要がないため、64%の縮減が可能となった。

表一1 作業時間の比較表

	超工測量	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%

実日数による比較

※単位(時間)

②安全性

バックホウのオペレーターは手元のモニター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の向上が図られた(写真一5及び写真一6)。また、マシンガイダンスの活用により過掘りによる土砂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リース代が高価なこともあり費用の増加はあるが、掘削の作業能力が向上したことにより、施工期間の短縮が図られたことで掘削費用が低減し、無人バックホウのみの使用に対し、



写真一六 施工状況写真②

掘削費用において約2%の縮減となった。

④その他

バックホウ等の建設機械の稼働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の低減も期待できる。また、出来形測量等に係る人員を少なくできることから人手不足を補えるものであった。さらに、ICTを活用した工事現場として広報資料で紹介することで建設業の担い手確保にも繋がることから期待される。

5. まとめ

本工事では、崩落のおそれがある危険な箇所での施工にあたり、遠隔操作の無人バックホウ等のICT技術を活用した施工について検討した。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、過掘りにより崩落を誘発させる危険性があった。このことから、作業の安全性を確保しながら、正確に土堤内の土砂を撤去するための工法として、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採用した。

採用にあたり、これらの技術は各々での採用事例はあるが、併用して適用した事例が少

なく、道内での実績は確認されていないものであり、対象現場での適用可否の判断が難しいところであったが、事前に施工精度を確認することで採用に至った。

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、作業効率も良く生産性が向上したほか、出来形測量に係る人員や時間を削減でき、コスト縮減に寄与するものであった。さらに建設機械の稼働時間の減少による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。

6. おわりに

本報告では、落石漁港で実施したICT技術を活用した施工の安全性向上や効率化の取り組みについて報告した。ICT技術は日々進化しており、従来技術に対して生産性・安全性に優れていることを確認することができた。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っても相乗効果をもたらすこともあることから、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ている。