

落石漁港におけるICT技術を活用した施工効率化への取り組み

—CIMがもたらす効果について—

釧路開発建設部 根室港湾事務所 第2工務課 ○宮崎 泰地
佐々木 智之
白崎・機械開発北旺・北興経常建設共同企業体 三浦 義史

根室市に位置する落石漁港において発生した崖崩れにより土堤内に土砂が堆積した。本工事では崖崩れが再び発生する恐れのある危険箇所での作業となるため無人のバックホウを遠隔操作することで施工の安全性を確保した。また、測量作業にも安全に配慮したドローン等の使用、それらを用いたCIMモデルの作成を行い施工検討への活用も行っている。本報告ではICTやBIM/CIMがもたらす効果について報告するものである。

キーワード：ICT、BIM/CIM、生産性向上、3次元モデル 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）は根室半島の付け根南側に位置し、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基地である。根室市の基幹産業は漁業であり、全体の約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、崖崩れの恐れがあった。（写真-1）

しかし、令和2年3月にこの崖が一部崩壊したことにより、崩落した土砂が土堤ポケットに堆積し、土堤機能が損失し危険な状態に晒された。これにより、漁業活動に支障が生じる可能性が挙げられることから、土堤機能回復を目的に、土堤ポケット内に堆積した土砂の除去や崩壊する恐れのある箇所の処理など安全に漁業を行ってもらうための施工検討を行った。



写真-1 落石漁港の様子

事前測量や施工に関して、人が近接して作業することは極めて危険であることから以降では、その具体的手法やICTやBIM/CIMモデルを使用した事による効果について報告する。

2. 崩壊土砂の処理と崩壊への対応策について

令和2年度に発生した崖崩れは今後も起きるリスクが非常に高く、不安定岩体が多く崖に付与されている。そのため、静的破砕剤を使用することで不安定岩体を土堤ポケット内に堆積させ、土堤ポケットの機能回復のため堆積物を掘削、除去する必要がある。しかし、写真-1をみてわかるように急な崖下での作業は極めて危険であることから、遠くの間所から操作端末を使用して施工する無人バックホウを採用した。（写真-2）



写真-2 無人機械を操縦する様子

次に崩壊への対応策として覆式RCネット工法を採用した。長さ52m、幅91mを施工範囲として覆式落石防護網(RCネット)を崖に沿って打ち付けるものである。この覆式落石防護網は、崖から剥離した岩体が落下した時に落石エネルギーを吸収し、ネットと崖に挟まれながら下端部まで誘導する。(図-1)

本報告にて取り上げた落石漁港は崖の高さが十分にある上、土堤ポケットから岩体が飛び出す危険性もあるため、RCネット工法は有効だと考えられた。(写真-3)

地元の声として、土堤内の土砂除去だけでなく覆式落石防護網を設置したことにより安心して前面の岸壁を使用することが出来るなどの声もあり、落石漁港における漁業活動を支える効果があったと考えられる。

港湾部門において、このような崖工事の事例は大変少なく図面の読解や施工方法の検討も難航していた。しかし、この難点を解決するためにも本報告のテーマでもあるCIMと呼ばれる技術を活用したことで結果として円滑に工事が進んだ。次章ではそのCIMについて述べていく。

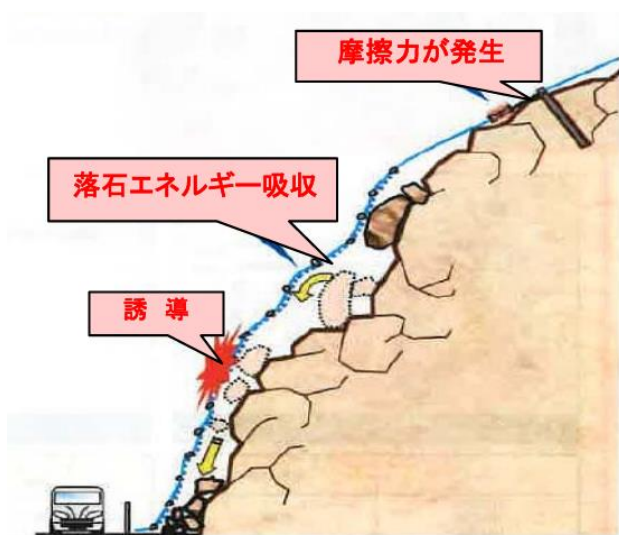


図-1 覆式落石防護網イメージ図

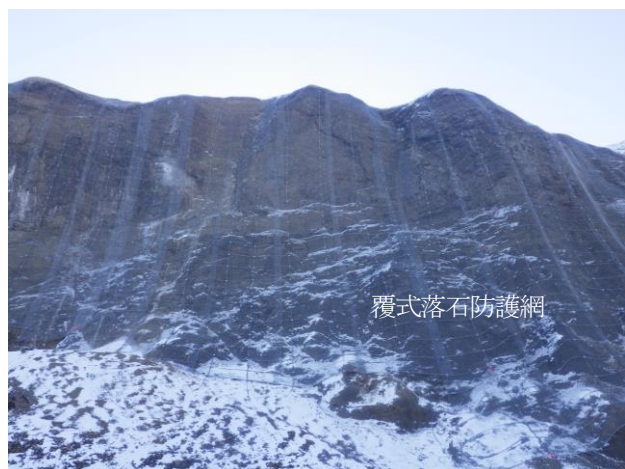


写真-3 覆式落石防護網敷設完了後

3. CIMの活用することの優位性

CIM(Construction Information Modeling, Management)とは、コンピューターによって製作した3次元モデルに属性情報(形状、寸法、数量、土質など)が加えられたものである。3次元モデルの各作成段階においてUAVやTLSを用い、別業務や事前調査による成果品(土質情報等)を組み合わせることでCIMモデルを作成することが可能である。(写真-4)

CIMのメリットとして以下の4点挙げられる。

- ① 3次元化による認識相違の低減
- ② 正確な数量、工期、工事費の算定
- ③ 手戻り、ミスの低減
- ④ 次工事における事前測量のコスト削減

特に大きな点としてあげられるのが①である。第3章のような前例や事例の少ない工事において、2次元的な情報だけでなく3次元化と属性情報の付与により崖の土質情報や、不安定岩体の亀裂の様子など可視化を図ることが可能である。その上、覆式落石防護網のような維持管理の必要なものについて手法の伝達に時間と手間を要することが考えられるが、CIMモデルを活用することでイメージが容易になる。施工を行う受注者と今後の工事を行う受注者が同じとは限らないため、発注-受注者間での打ち合わせや施工検討に要する時間を大幅に削減する効果が期待できる。

ミスや手戻りが低減されるという点においては施工を効率よく進めることが可能であると同時に、手戻りやミスにおけるコスト増加のリスクも同様に低まっている。

現地施工が行われる前には、マルチビーム等を使用した事前測量を行うがCIMモデルが存在することでその都度、高度な測量を行う必要が生じない。CIMモデルを作成するにあたっての初期費用は通常の事前測量に比べて高価ではあるが、1工事だけでなく今後も使用できるという長期的な視点から見ると費用対効果は高いと言える。



写真-4 UAV(ドローン)の写真

4. 落石漁港工事にて活用したCIMについて

この章では、実際に落石漁港の工事にて使用されたCIMの例を示す。(図-2)(図-3)(図-4)

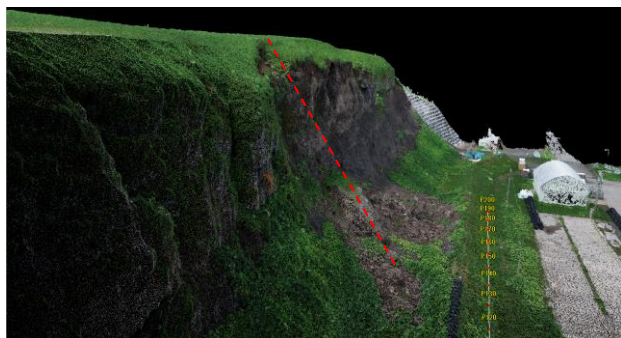


図-2 CIMによる崖の3次元モデル図

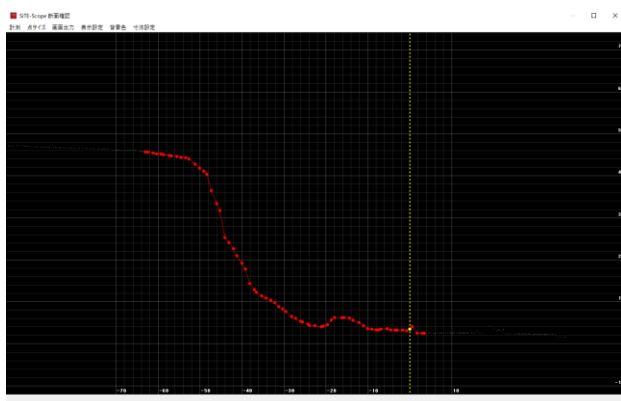


図-3 図-2の赤点線による断面図

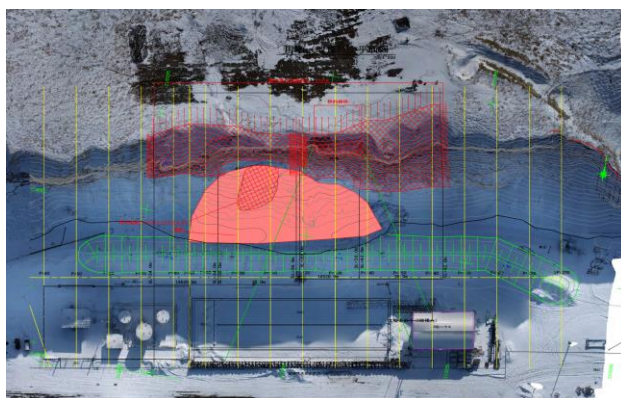


図-4 オルソ画像付平面図

図-2ではUAVやTLSを用いて現地を測量し、作成された落石漁港の崖の3次元モデルである。このCIMデータを見るためのソフトでは、様々な角度から不安定岩体の厚さや大きさが確認することができる上、情報の共有が容易であることからとても役立つものであった。

CIMデータは3次元上の物体を無数の点(点群データ)で表されている。図-2の赤点線のように任意のラインで、断面図を確認することができるため、落石した土砂や崖の状況を解析に役立っている。(図-3)

図-4はUAVにて撮影を行った崖の写真に、公示用図面

を反映させたものである。この作業を行う場合、縮尺や座標という点から通常のドローンにて撮った写真を用いて単に重ねるだけでは作成が不可能である。

しかし、航空写真を補正したことで出力されるオルソ画像と呼ばれるものは、写された物の大きさと位置情報が正しいため、図-4のようにズレの生じない投影が可能となっている。

落石漁港工事において不安定岩体の選定については工事基準書等に記載が無いため、このような3次元モデル図を使用することで適切な施工範囲や静的破砕の判断材料にはとても大きく貢献していた。発注-受注者間だけでなく、受注者と下請け企業との打ち合わせにてこのCIMデータを用いることで工事の目的や完成系の認識一致に繋がっていた。この工事の詳細設計なども行ったコンサルとの打ち合わせをしていた際にCIMデータを使用した、認識の相違からなる議論は発生せず本題に沿った打ち合わせが可能であった。

5. ICTやCIMの問題点

ここまでCIMなどのメリットや貢献してきた事例を述べてきたが、これらの技術について優位な点に限らず問題点も挙げられる。

- ① ICTやCIMを扱える会社、人員の不足
- ② 現地着手の遅延リスク
- ③ コストの非定常化

UAVやTLSといった機器やICT施工を行うのに必要な機材を持つ業者は大変少なく、技術によっては1社しか扱えないものも存在する。そのような技術を使用する場合、各現場での作業が終わるのを待つ必要がある。これにより、当初予定していたスケジュールから遅れが生じる可能性も高い。

また、このような技術を扱える職員も不足していることについて土木業界においてどの業者も問題として抱えていることが聞き取りによりわかっている。現場の声として、CIMデータやICT技術の扱いには現場経験の豊富な職員より若い職員の方が慣れるのが早いといった声があり、人手不足を解消するため研修や伝承に力をいれている業者もあるとのことだ。

コストの非定常化とは、同じICT施工、測量技術でも業者によってかかる費用が定まっていないことである。国土交通省からICT施工などにかかる費用の計上について積算基準が公開されているが、発注-受注者間においても認識に相違が出るケースが多い。ICTやBIM/CIMといったi-Constructionは試行段階であることから、正確な基準が定まっていない。ICT施工における費用に関して、基本的に積算代価が定められているが、定められていない技術は見積対応となっており、同じ技術でも業者によって価格が2倍以上乖離しているケースもある。

6. CIMやICTのまとめ

昨今の建設業の1番の課題として、建設技能者の高齢化が進む一方で若手の建設技能者が少ないことが挙げられる。(図-5)

グラフからこの様子が読み取れるが、人数として60歳以上の技能者は79.5万人いることにに対して20代の若手技能者は半分にも満たない37.2万人となっている。

若手技能者をもっと集めるためにも、労働環境の改善が図られているものの今後数年でこの60代以上の技能者に追いつくことは非現実的である。少ない技能者で効率良く品質の良いものを作るためにもCIMやICTの活用は必須であると言える。

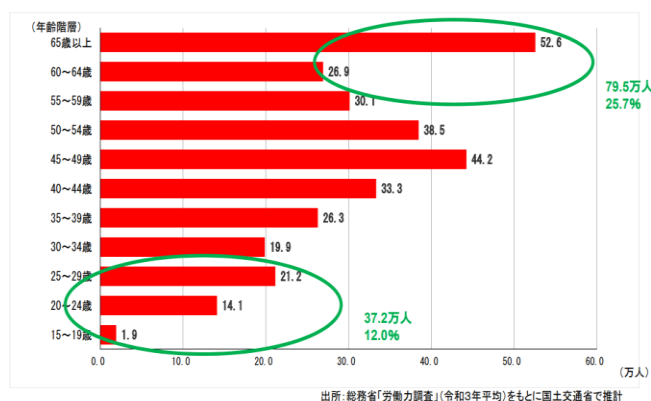


図-5 年齢階層別の建設技能者数¹⁾

i-Constructionは現在試行段階であるため、問題点も存在するが今後の建設業において重要なものになることは国土交通省の取り組みや本研究で述べた優位性からもわかることである。現場の声として、若手職員へのi-Constructionの定着に力を入れていることから技術を扱うことのできる職員の増加が見込める。特に、CIMモデルを用いた施工検討や発注-受注者間のトラブルを避ける効果があることから、現場環境や業務におけるストレスも緩和され建設業において大きな期待ができる。

しかし、現段階では国土交通省の定めている積算基準と乖離のある技術もあるため建設業者に不利益を生じないよう発注者側の基準書に対する深い理解が求められると考える。また、経済面での理解だけでなくCIMデータやICT施工に関する知識の定着も今後しっかりと行っていくことが業界全体として必要である。

7. おわりに

本報では、根室港湾事務所の担当地区である落石漁港で行われたCIMや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。一方で現段階で持つ課題点に挙げた通り、工事の効率化や業界全体として活性化を図るためにも発注-受注者の両方においてi-Constructionの関心と知識を定着する必要がある。その上で、CIMモデルやICT施工といった生産性の高い技術を積極的に活用していくことが重要である。

落石漁港の崖工事は、港湾部門においてもあまり例のない工事であり発注以前から検討が難航していた。しかし、CIMやICT技術を活用したことで円滑に施工が進み、無事故で工期内に工事が完了した。

本報をもってCIMやICT施工といったデジタル技術の関心や今後の発注工事に積極的に活用する要因になれば幸いである。

参考文献

- 1) 国土交通省：最近の建設行を巡る状況について。