

黒部川(急流河川)における生産性を向上させる施工管理について

～ICT(情報通信技術)の応用～

工事名：令和2年度下立縦工その2工事

受注者：共和土木株式会社

○ 現場代理人：湯上谷 尚

監理技術者：岸岡 正樹

現場技術員：中川 栄子

1. はじめに

本工事は急流河川である黒部川左岸(10.2km 地点)堤防護岸の洗掘防止を目的とした「縦工」を施工する工事である。

出水期間中(6月1日～9月30日)に河川内での作業が行えないことや降雪が予想される冬季期間を含む工程となり、厳しい環境・条件下での施工になることが当初計画より予想された。

本文は「一品受注生産」となる建設工事において「ICT(情報通信技術)」を応用した、各作業の生産性向上を図る施工方法について報告するものである。



写真1 黒部河川内での急流河川対策工事(施工中)

2. 工事概要

- (1) 工事名：令和2年度下立縦工その2工事
- (2) 施工箇所：富山県 黒部市 浦山 地先
- (3) 工期：令和3年8月19日～令和4年3月15日
- (4) 工事内容(当初)

[河川土工]

掘削：19,400m³

埋戻し：10,800m³

法面整形：1,320m²

残土処理：4,100m³

[法覆護岸工]

縦工：374個(異形ブロック)

根固工：64個(十字ブロック)

羽口工：1,071m²(かごマット)

天端保護：204m²(かごマット)

[付帯施設工]

付替水路：1式

[仮設工]

仮設工：1式

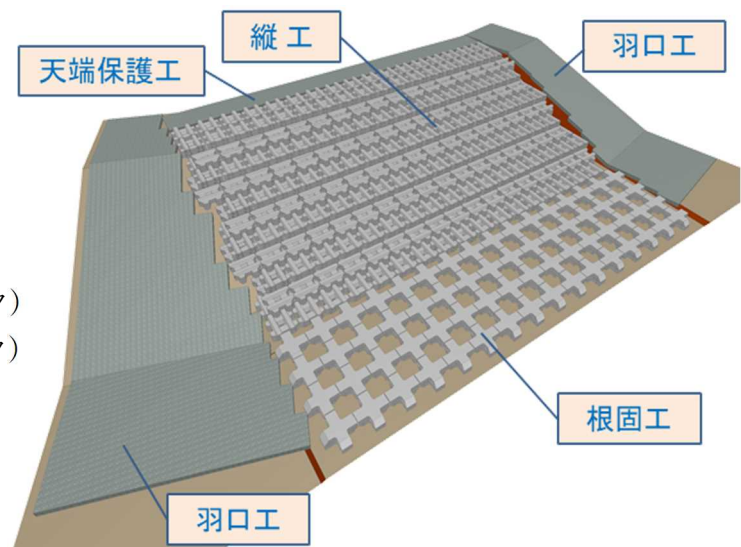


図1 CIMによる構造物の3D完成イメージ

※CIM：Construction Information Modeling / Management

3. 現場条件について

本工事は、設置する構造物が同一箇所に密集するため、その位置関係から同時進行が可能な作業が少なく、完成に至るまでの工程(クリティカルパス)が1本化となり各作業を順番に施工する内容となる。

また、施工時期に冬季期間が含まれることから、降雪等の悪天候による作業の遅延が懸念されるなど、各作業工程の短縮とそれに伴う安全性の確保が強く求められる工事であった。

そこで、各施工段階において「ICT(情報通信技術)」を活用することで、全体工程の短縮と施工管理における生産性および安全性の向上を図る取組みを実践して施工を行った。

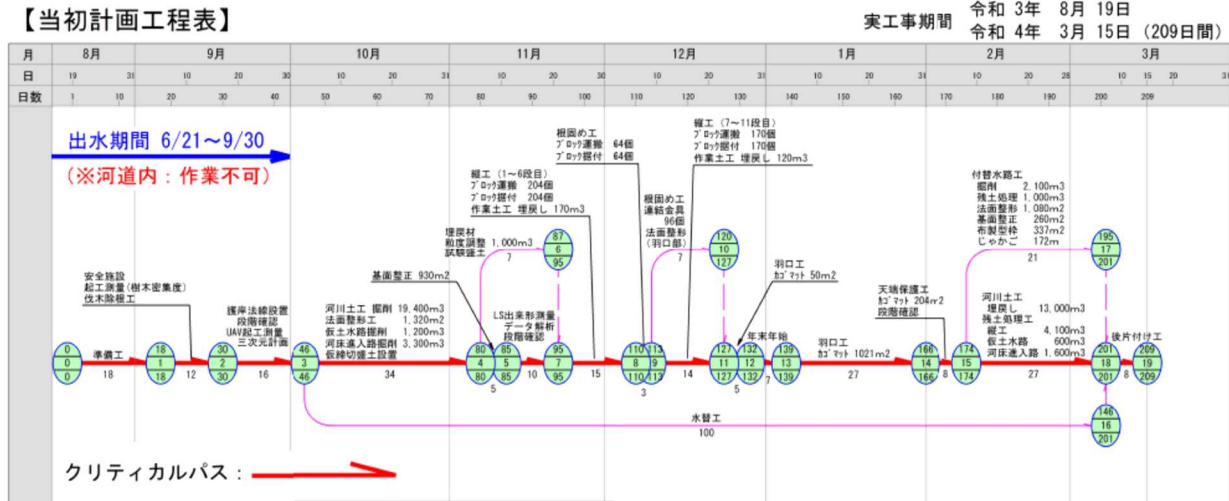


図2 計画工程表 (可能な同時作業が少ないため完成までの工程が単調な1本化になる)

4. ICT(情報通信技術)の応用

①：ネットワーク型RTKを活用したUAV測量 (RTK：リアルタイム・キネマティック)

通常の UAV 測量の場合、GNSS(衛星による測位システム)により位置情報を取得するため、位置座標の誤差が数メートル発生する。そのため、今までは測定精度の確保のために撮影写真に「標定点・検証点」を写るよう設置する必要があり、この準備作業に多くの時間を要していた。

そこで、本工事では「ネットワーク型RTK」による測位が可能でドローンを活用して UAV 測量を実施している。これにより、飛行中のドローンにGNSSとネットワーク上の電子基準点からの情報を送信し、これらの情報を活用することで正確な位置(誤差：数センチメートル)を把握して飛行することが可能となる。また、通常の UAV 測量に比べ「標定点」の設置が必要ないため、準備作業の時間を大幅に削減することが可能となっている。

これにより、短時間に広範囲の現況地形情報を高精度で取得可能となり、施工中における現地状況の早期把握と、その後の施工方法検討に活かすことが可能となる。

表1 UAV測量に要する現地での作業時間

		通常の UAV測量の場合	ネットワーク型RTKを 搭載した UAV測量の場合
準備作業	標定点・検証点の 設置	150分	-
	検証点の設置 (2点程度)	-	30分
測量真	ドローン飛行	10分	10分
1回あたりの 合計時間		160分	40分

(今回の工事の場合)



図3 ネットワーク型RTK-GPS 測位について

【出典：国土交通省 国土地理院HP】

【伐採・除根 面積の算出】

本工事では、起工測量に先立ち現地に自生している樹木の伐採・除根作業が必要となり、その準備作業として伐採範囲(面積)の算出が必要であった。従来であれば、現地に赴き、樹木箇所の外周変化点を計測して面積を算出していた。そのため、現地での計測作業に多くの時間を費やしていた。そこで、今回はUAV測量を活用して伐採箇所を含む広範囲を点群化(3次元化)することで、ソフトウェア上で面積計算が可能になり、概算処分量の算出を容易にした。これにより、準備作業にかかる時間を大幅に削減し生産性の向上を実現することが出来ている。

表2 伐採面積算出に要する現場作業時間

		通常の方法で算出した場合	UAV測量のデータから算出した場合
現場作業	外周変化点の計測(14測点)	240分	-
	ドローン飛行(設定時間含む)	-	15分
合計時間		240分	15分

(今回の工事の場合)



図4 点群データから面積を算出

写真2 伐採状況

【掘削土量の日常管理】

短時間で現場状況を把握できるということは、日常の施工管理においても非常に有益なことである。本工事の場合、全体工程(209日間)のうち河川土工の占める割合が29%(掘削:34日、埋戻し:27日)と高い割合であった。そのため、当該作業の進捗が工事全体に大きく影響することから、日々の出来高数量の把握が最重要となった。そこで、UAV測量を活用し定期的に現況地形を計測することで正確な進捗率を把握することが工程短縮に有効であった。また、従事者への現況の理解向上にも役立った。

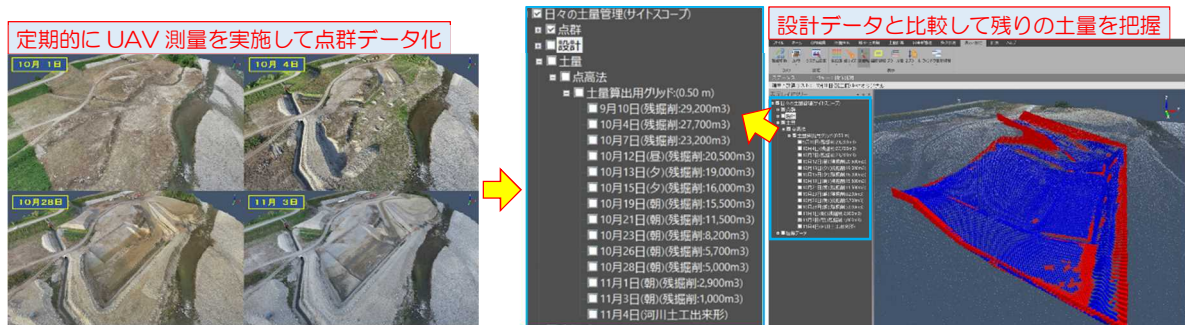


図5 定期的なUAV測量による日々の出来高数量の把握

【飛行に関する安全性の向上と飛行位置(座標点)からの定点撮影】

通常のドローンでは位置情報に数メートルの誤差が発生することから、飛行中のドローンの位置座標(x,y,z)にはバラツキが発生していた。ネットワーク型RTKによる測位が可能なドローンを活用することで、撮影位置や飛行経路が正確になり安全性を大幅に向上することが出来ている。また、正確な位置情報を取得できることで、定期的な現場状況の撮影時には、常に同じ位置・高度・カメラアングルでの撮影が可能となり、説明性や理解度の向上に役立ることが可能であった。



写真3 各施工段階での状況写真(ドローンによる定点撮影 <同じ位置・高度・カメラアングル>)

②：CIM・UAV測量による3Dモデルを活用した「現場の見える化」

本工事で施工する構造物は、同一箇所に密集することから構造物全体の位置関係や高低差等をもとに各構造物の施工順序や施工方法について周知・検討することが、工程短縮(生産性向上)への「カギ」になると考えられた。そこで、従事者の理解度・安全性UPを図る取組みとして、CIM (Construction Information Modeling/Management) ソフトウェアを活用することで、現場を3Dモデル化(可視化)して施工性および説明性の向上を図った。

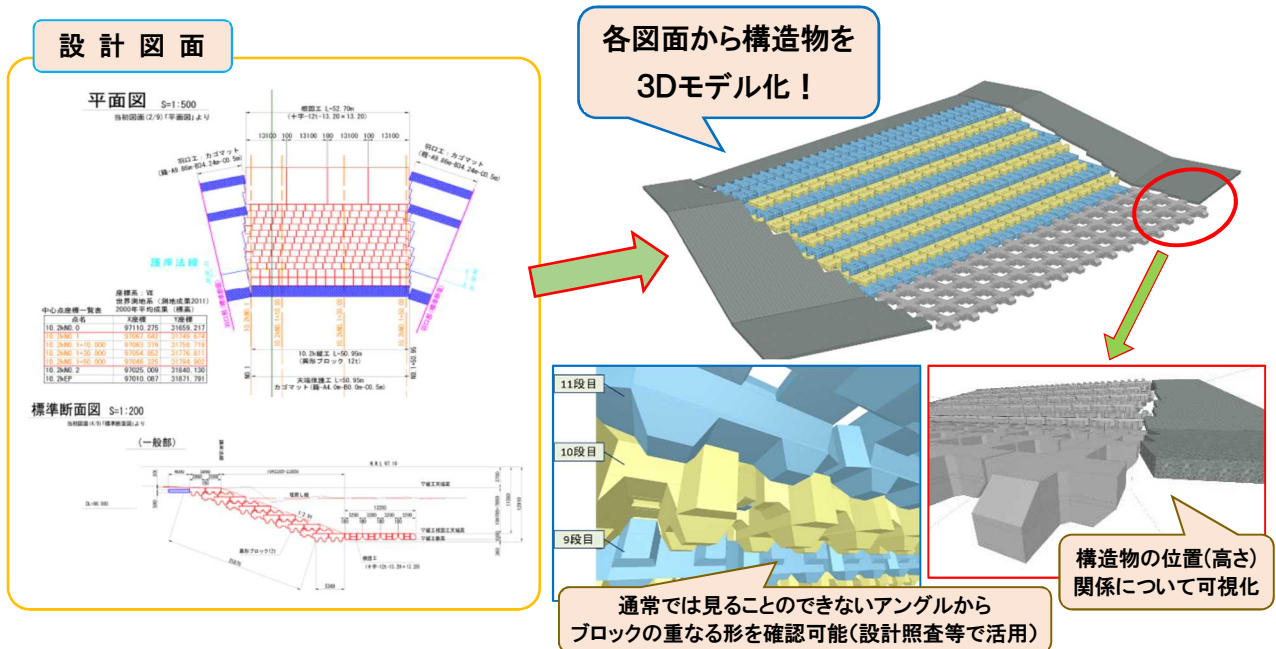


図6 CIMによる3Dモデル化

【 施工現場の「見える化」 】

「縦工」および「根固工」においては、別工事にて製作されたコンクリートブロック(12t)を運搬し、現地にて据付ける作業となる。大型の重量物を緻密に積み上げていくことから、各作業間での連携が非常に重要となる。現場を3Dモデル化することで、各作業者それぞれの視点(クレーン運転手、現場合図者、荷卸し合図者など)でVR体験することが可能になり、相手の立ち位置での見え方を体験できることから、朝礼時や作業方法の説明時に活用することで合図位置や死角の確認が可能になるなど、施工性や安全性の向上に大いに役立てることができた。



図7 CIMモデルによる施工方法・危険箇所等の可視化

【掘削時の地下水位高さもICT建機で「見える化」】

本工事では、「ICT活用工事」としてICT建機を使用した掘削作業を行っている。仕上り面を3次元化してモニターに表示することで、オペレーターが現況位置を把握でき施工性が大幅に向上している。

今回の掘削は、河川内を深く掘る(H=9.2m)必要があり、床位置が河川流の高さより低くなるため、湧水の発生が予想された。そのため、掘削作業時における濁水の発生を如何に抑えるかが課題となった。

そこで、ICT建機を活用して掘削作業時における濁水発生を抑える取組みを行った。まず、掘削に先立ち「試掘」を行い地下水位の高さを調査し、その結果を基に3次元モデル(3次元設計データ)を作成した。このデータをICT建機に入力しモニター表示することで、掘削時に掘り下げ過ぎて「水中掘削」とならないよう工夫した。これにより本来では「不可視」となる水位を「見える化」し機械オペレーターの施工性向上と掘削作業中における濁水の発生を少なくして施工することが可能であった。



図8 掘削時における3次元データとICT建機を活用した水位高さの「見える化」

【現場内の除雪にもICT建機を活用】

現場内の除雪作業においても、ICT建機を活用している。降雪時には積雪により現場の地形形状が埋もれて分からなくなってしまう。そこで、前項のUAV測量を活用することで広範囲の現況を短時間で計測して把握が可能となることから、降雪前の現況地形データを3次元化してICT建機のモニターに表示することで、除雪時には見えない現況地形を確認しながらの作業が可能となる。

これにより、除雪時の安全性・施工性を大幅に向上することができている。

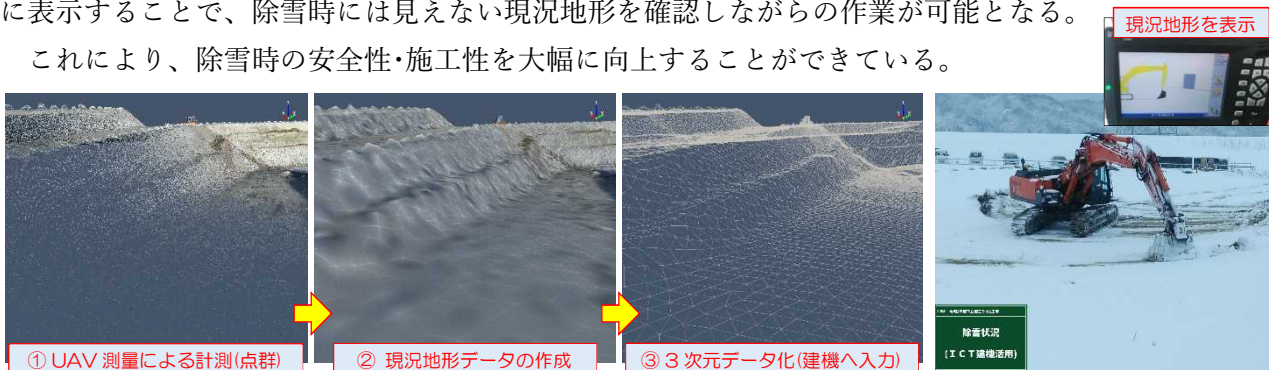


図9 現況地形データを活用したICT建機による除雪

写真4 除雪状況(ICT建機活用)

5. ICT(情報通信技術)による生産性の向上

前記のとおり、本工事では「ICT活用工事」の範囲外においても、様々な場面でICT(情報通信技術)を応用して施工している。これにより、各作業において工程を短縮させ、全体工程の進捗率が向上している。結果、日常的にICTを有効活用したことで、工事全体の生産性向上を図ることが出来ている。現在では降雪による工程への影響はあるが、工事全体においては非常に順調に施工中である。

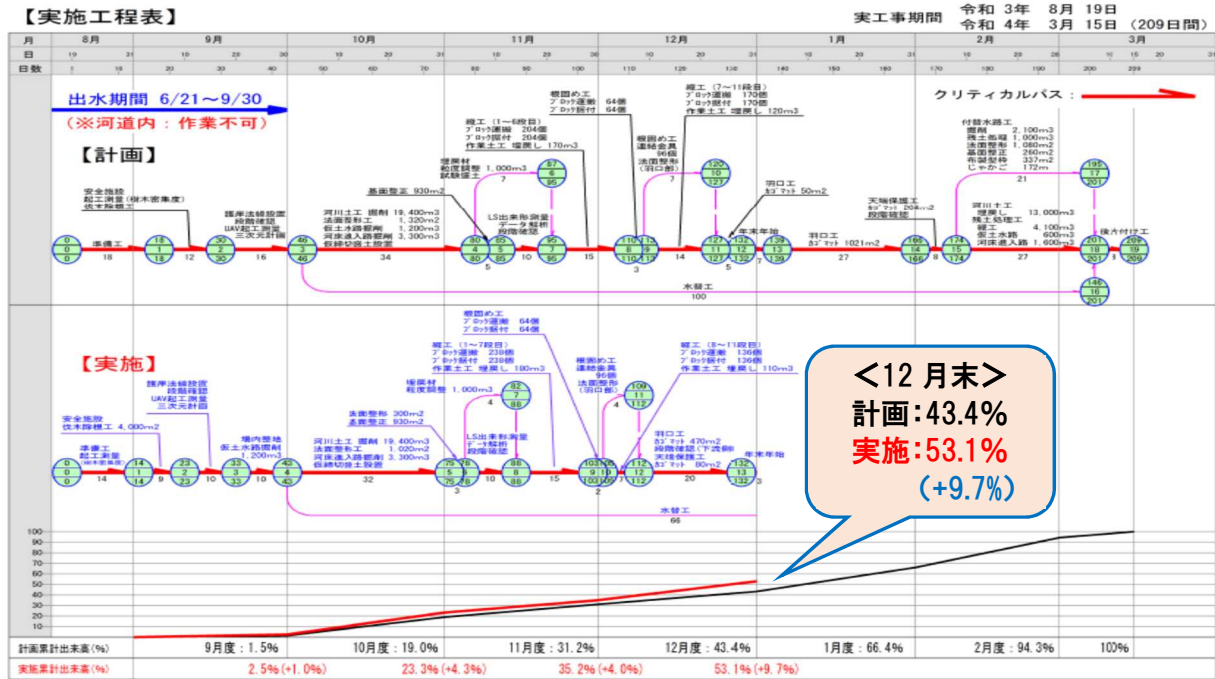


図10 ICTの応用により順調に進んだ実施工程表

6. おわりに

最近では、さまざまな技術が発展し、建設業においても「ちょっと昔」には想像できなかったような方法での施工や管理が可能になっている。「一品受注生産」となる建設業では、完成に至るまでの道筋は無限にあり、その中で取捨選択し完成を目指すことは現場の管理者にとって、大変なことではあるが、やりがいでもあり醍醐味でもある。そのため、すべての現場にゴールまでのドラマがある！

今回、取り組んだ各施工での「ICT(情報通信技術)の応用」は全て自社で取得・作成し全面的に活用したものになる。正直なところ、さまざまな技術を取得することは大変であった。非常に大変であった。しかし、とても楽しかった。面白いから、頑張り、取得できたのである。

「働き方」の変化から、いろいろな考え方や仕事の仕方、求められるスキルが変わってきている。

担い手不足である建設業においても、まずは先達である我々が仕事を「楽しみ」、その「楽しむ姿」を後進に伝えていくことが建設業の発展とインフラ分野におけるDX(デジタル・トランスフォーメーション)において、何よりも重要なことだと考えられる。今後も様々な工夫を実践し挑戦していくが、まずは仕事を「楽しめる環境づくり」に努める所存である。



写真5 高校生の現場見学会