

近文頭首工改修工事における ICT・DX技術の活用事例

旭川開発建設部 旭川農業事務所 ○館村 立
長谷川 和彦
和佐田 隆太

国営かんがい排水事業「共栄近文二期地区」では、近文頭首工の改修及び耐震化対策を行う。当該工事は石狩川本流の河道内での施工となるため、施工期間は非出水期である10月から年度末の3月末までに制約されている。一方、昨今の気候変動（温暖化）により、降雨や融雪による河川増水に対する安全対策が求められる。

本論文では、上記の施工環境に対応した、ICT建機による施工やDX技術を活用した安全管理の事例について紹介する。

キーワード：頭首工、ICT、安全管理

1. はじめに

(1) 地区概要

共栄近文二期地区は北海道旭川市及び上川郡鷹栖町に位置する5,582haの道内有数の水田地帯であり、水稻を中心に水田の畑利用による小麦、そば、トマト、きゅうり等を組み合わせた農業経営を展開している（図-1）。

本地区の基幹的な農業水利施設は、国営共栄近文土地改良事業（昭和49年度～平成10年度）等により整備されたが、事業完了以降、営農状況の変化に伴い水需要が変化しているとともに、複数の取水施設を利用した水利用形態のため用水管理に苦慮している。また、用水施設は経年劣化等により維持管理に多大な費用と労力を要している。さらに、近文頭首工は必要な耐震性を有していないことから、大規模地震により損壊した場合、地域に甚大な被害を及ぼすおそれがある。

本事業では地域で作付されている作物に適したかんがい期間への変更や用水管理の合理化に対応した用水再編を行うとともに、頭首工の耐震化対策や用水路の更新等を一体的に行うことで、農業用水の安定供給と維持管理の軽減並びに大規模地震に伴う被害の防止及び軽減を図ることを目的としている。



図-1 共栄近文二期地区位置図

(2) 近文頭首工の概要

近文頭首工（写真-1）は堰長129.5m、土砂吐ゲート（幅20.0m×高さ2.40m）1門、洪水吐ゲート（幅33.5m×高さ2.00m）3門、取水ゲート（幅5.60m×高さ1.70m）4門を擁するフローティングタイプ全可動堰で、基礎構造はウェル基礎の頭首工である。一級河川石狩川の上流部に位置し、昭和54年度に竣工、供用開始された。令和7年度時点で供用開始から46年が経過しており、機能診断調査を行った結果、各施設で経年劣化による摩耗や欠損、発錆、凍害等を起因とする機能低下が確認された他、多くの設備で耐用年数の超過及び機器の代替品の入手が困難な状況が確認されており、早急に更新整備を行う必要がある。

本報では、当該頭首工の改修工事におけるICT・DX技術の活用事例について紹介する。

2. 令和6年度近文頭首工改修工事の概要

近文頭首工の改修工事は令和5年度から令和11年度までの計画で石狩川を半川締切して施工する。

堰柱の耐震補強工事も含め、各種護岸工・護床工の補修や、各種ゲートの改修を行う。



写真-1 近文頭首工全景

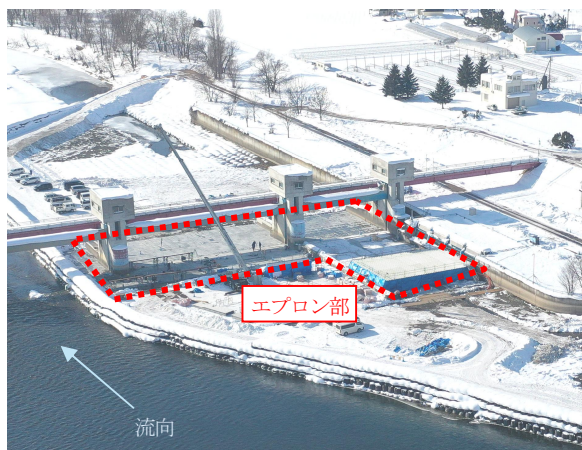


写真-2 エプロン補修工の施工状況

令和6年度では右岸側の半川締切を行い、河道内部に侵入するための仮設道路を施工後、エプロン部2,200㎡にコンクリートパネルを設置する工事を実施した（写真-2）。

3. ICT・DX技術の概要

近文頭首工の工事は石狩川本流の河道内の施工となるため、河川出水期間（5月1日～9月30日）とかんがい期間（4月26日～8月31日）の施工は不可能である。そのため、非出水期である10月から3月末までの冬期間を含む、短期間の工事となることから、効率的な施工が求められる。また、予期せぬ降雨や融雪による河川の増水や、吹雪の発生に対する安全対策も求められる。

近文頭首工の工事ではこれらの課題に対応するために、以下に示すICT・DX技術を導入している。

- (1) レーザースキャナー及びハンディスキャナーを用いた3次元測量
- (2) ICT建機による施工
- (3) DX技術を活用した工事現場の安全管理



写真3 地上型レーザースキャナー

(1) レーザースキャナー及ハンディスキャナーを用いた3次元測量

令和6年度の工事では、起工測量及び出来形測量として地上型レーザースキャナー（写真3）とハンディスキャナー（写真4）を導入した3次元測量を実施した。

地上型レーザースキャナーは機器を回転させながらレーザーを照射し、対象物から反射されたレーザーを補足することで対象物までの距離・方向から点群データを取得する3次元測量機である。従来では写真データやトータルステーションによる測量点のデータから点群化の作業を行う必要があったが、短時間で点群データを入手することが可能であり、測量作業の時間を短縮することが期待される。また、点群データとなることにより、測量成果が視覚的に把握しやすいものとなる。

ハンディスキャナーは、SLAM技術（移動中の物が自信の位置の推定「自己位置推定」と周囲の状況把握「環境地図作成」を同時に行う技術）を活用し、上記の地上型レーザースキャナーをモバイル型にした装置であり、地上型レーザースキャナーと比べると、設置に係る時間や人件費の削減が見込まれる。

(2) ICT建機による施工

仮設道路施工にあたり、ICT建機として、3Dマシンガイダンスを搭載したバックホウを導入した（写真-5）。

3Dマシンガイダンスとは、バックホウのアームやバケット等にセンサを装着することで、設計データを基にした3次元データによる自動制御・誘導を行う機械制御及び誘導システムである。



写真4 ハンディスキャナー



写真5 3Dマシンガイダンスを搭載したバックホウ



写真-6 車両内のモニター

この技術によって、3次元データを車両内でリアルタイムで確認することが可能となるほか、縦横断勾配などの複雑な施工に対しても設計データを都度確認することが可能となる。従来であれば、法面掘削の各段階において都度丁張りを設置して作業していたところ、車両内のモニター（写真-6）にて平面図と縦横断図を確認しながら作業することが可能となることで、丁張作業を行う必要がなくなり、それにかかる人員を削減することが可能となる。

(3)DX技術を活用した工事現場の安全管理

DX（デジタルトランスフォーメーション）技術とは、インターネット等を中心としたデジタル技術を活用することで、企業における業務プロセスを効率化させる等の成長を図る技術全般を指すものである。

冬期での工事に対応できるよう安全管理の効率化及び安全性向上のために、近文頭首工の工事において活用された技術について紹介する。

a) CLOUD LOGGER

「CLOUD LOGGER」とは、クラウドサーバーを経由することなく、その場で雨量等の計測データをリアルタイムで収集、解析、演算処理を行い、警報装置との接続が可能な高機能データロガー（温度や雨量などのデータを自動で測定、記録する装置）である（写真-7）。



写真-7 CLOUD LOGGER

従来のデータロガーは計測データの受信、出力のみ可能であったが、この技術では受信した計測データをローガー内でリアルタイムで解析し、警戒値超過判定の演算処理と端末間での通信処理が可能となっている。これにより、データロガー内の計測データを人力で収集し、解析、判断、通報を行っていたところ、カメラや警報装置と接続することで一括して自動で行うことができるため、作業の効率化と安全の向上を図ることが可能となる。

b) 本社一現場間を映像でつなぐことによる安全管理

従来は安全管理の担当者が定期的に現場を巡回し、パトロールを実施し、その都度現場に指導していた。そこで安全性の向上を図るため、当該工事では作業中の様子を現場事務所及び本社で確認できるよう、クラウド対応のカメラを現場に設置した。これにより、現場に設置したカメラの映像が事務所及び本社に送られることで、常時安全体制や作業状況を確認することが可能となる（写真-8）。

c) みまわり伝書鳩

「みまわり伝書鳩」とは、工事現場における温度、湿度、風速等をセンサーによって測定、クラウドサーバーに保存し遠隔からPCのモニターにてデータを監視できるシステムである（写真-9）。異常値が発生した場合は、自動的に回転灯などによる警告やメールによって関係者に連絡することも可能となる。

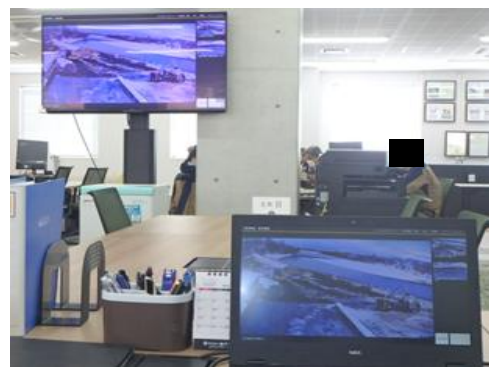


写真-8 モニターによる遠隔監視（本社）



写真-9 モニターに表示された各計測値

従来であれば人力で各種計測器が設置している場所に赴き、データを確認、異常値か否かを判断し、作業員に連絡し、計測値の掲示はデータを基に掲示板に書き込む必要がある。そのため、現地で確認するまで異常値が発生することがわからず、関係者の周知までに時間を要していた。この技術を活用することで、現地へ行かずに遠隔で各種計測値の最新データを確認することができ、異常値が検出されると自動的に関係者に連絡されるため、安全管理の効率化及び安全性の向上を図ることが可能となる。

d) AI見通し検知くん

「AI見通し検知くん」とは、カメラからの各距離に指標を設置し、ネットワークカメラの映像から画像解析AI（図-3）によって視程を解析、視界状況を数値化することで、視界不良時の作業中止判断に関する情報をメール通知等で提供する（図-4）計測システムである。

従来は視程について現場従事者の目視によって行われ、作業中止の判断を行っていたが、この技術によって悪天候時でも安全に現場環境を確認することが可能となる。



図-3 AI解析動画



図-4 メールによる通知（右）

4. ICT・DX技術の効果

ICT及びDX技術を導入した受注者より、実際に工期短縮や安全性の向上に資したか、聞き取りを行った。

(1)レーザースキャナー及びハンディスキャナーを用いた3次元測量

地上型レーザースキャナー及びハンディスキャナーを用いた起工・出来形測量（写真-10）を行ったことにより、これまで必要とされていた測量助手等の人員が不要となったこと及び、現況横断測量や丁張設置、出来形測定が短縮されたことで、従来は全体で2日以上要する作業が当日中に完了する事が可能となった。

当該技術によって得られた3次元データ（図-5）を基に出来形管理することで、従来までの平面図での管理と比較すると、測点毎の幅・高さ等の情報を整理して計算して土量や面積を管理していたところ、視覚的に設計と出来形の差違がわかる他、点群データの解析により土量や延長、法面積などがわかるため、各計算が大幅に簡略化されたことで作業時間が従来よりおよそ5割減となった。



写真-10 ハンディスキャナーによる測量

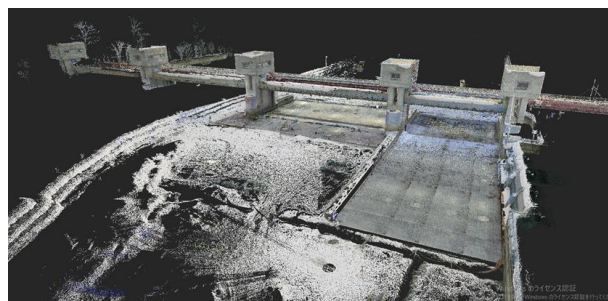


図-5 出来形点群データ図

(2) ICT建機による施工

マシンガイダンス搭載バックホウによる施工により、丁張設置の作業員や誘導員が不要となったことで、建設機械周辺で作業する機械手元作業員の人員を削減することが可能となった。これにより、作業員と施工機械との接触等の事故発生が防止され、安全性が向上された。

(3) DX技術を活用した工事現場の安全管理

a) CLOUD LOGGER

施工現場の最上流に設置した水位計により河川水位を自動計測するとともに、警報装置と連動させて、監視作業の簡素化と安全性の向上を図った。

従来まで水位は水位標を設置して巡回観測していたところ、当該技術によって現場事務所内で確認することが可能となったため、大雨時に危険を伴って水位観測に赴く必要がなくなり、作業の効率化と安全性が向上された。

b) 本社一現場間を映像でつなぐことによる安全管理

クラウド対応のカメラを現場に設置することで、事務所や本社等でもパソコンやモニターで現場内を24時間監視することが可能となった。

従来まで現場に従事する職員に対しては、現場点検時に危険作業について指摘していたところを、事務所や本社等で常時監視することで、危険作業時は現場従事者に対して電話連絡等による速やかな指導が可能となり、より安全にかつ効率的な作業監視体制が図られた。

c) みまわり伝書鳩

施工現場に設置した雨量計等で雨量等を自動計測するとともに、現場事務所のPCと連動させて安全管理の簡素化と安全性の向上を図った。

従来まで現場内の風速・風向・湿度・雨量・騒音・振動については現地にて計測しないと各データを得られなかったが、当該技術により、現地に行かずに事務所内のモニターでリアルタイムで確認することが可能となったことに加え、異常値が観測されたときはメールで通知されることから（令和6年度は異常値を15回確認）、速やかに現場従事者に連絡することが可能となったため、作業の効率化と安全性が向上された。

d) AI見通し検知くん

冬期吹雪時の視程不良によるクレーン作業等の中止判断に使い、監視作業の簡素化と安全性の向上を図った。

従来まで冬期吹雪時の視程不良によるクレーン作業等の中止判断は、現場作業員の感覚で視界が悪いと判断した場合に行っていたが、当該技術を導入することによって、現場作業員による監視の必要性が省略された他、視程が数値化されて通知されることにより（令和6年度は視界不良を15回確認）、個人の感覚によらない作業中止判断が可能となったことから、作業の効率化と安全性が向上された。

5. おわりに

本報では、共栄近文二期地区にて実施している近文頭首工改修工事におけるICT・DX技術の活用事例について紹介した。各技術を導入したことにより、作業時間の短縮と必要な作業員の削減により、施工機械との接触等の事故発生防止や、起工測量・出来形測量で2日程度作業時間が短縮されるなど、作業効率及び安全性の向上や労働作業の負担軽減が図られた。

また、水位や雨量、視程などの各情報をデジタル化し、計測値のモニター表示や異常値が発生した場合にはメール通知するようにしたことで、現場での気候の監視作業や現地に設置した各計測器を直接観測することが不要となった。これにより、悪天候時に現場に出る必要がなくなったこと等で、安全性が向上されたことが確認された。しかし、削減された作業員の人数や、水位・雨量等の確認にかかる時間、異常値発生の周知にかかる時間など、ICT・DX技術の導入による効果についてはまだ定量化できていない。今後はこれらの技術を継続して活用し、作業時間を計測して、従来の作業と比較して縮減率を算定するなど、効果を定量的に示せるようにすることが課題である。

冬期間の施工を伴う他の工事においても、本論文を参考にしてICT・DX技術を導入し、より効率的かつ安全な施工を実現していただければ幸いである。

謝辞：本論文の作成にあたり、各技術の情報や効果についての取材に対し、多大なご協力をいただきました新谷建設（株）の皆様に、ここに感謝の意を表します。