

農業土木業者が取組む DX 活用術

相互開発株式会社 工事部 梅澤 宣共

1. はじめに

近年、我々の建設業界を取り巻く環境は、人手不足・高齢化・長時間労働・生産性の低下・労働環境等の多くの問題を抱えており、特に2024年4月からは働き方改革の施行により人手不足問題がさらに深刻化し、労働力不足による工期の延滞やコスト増加などの問題が発生している。

建設業の問題を解決するには、従業員にとって働きやすい環境整備や業務効率化に向けた取組を進める事が大切である。

さらに北海道は国内最大の食料供給地域として重要な役割を果たしていることから、農業の基盤を支える農業土木工事においても、建設業問題で農業土木を衰退させることは絶対にあってはならないことと思い、農業土木を主軸とした暗渠排水専門業者が出来ることは何かを検討し、自分達に合った DX 活用による生産性向上の取組みで問題を解決した内容を紹介するものである。

2. 業務見直しと新しい発想

そもそも建設 DX とは、デジタル技術を用いて、建設業界の業務プロセスや組織を変革すること。

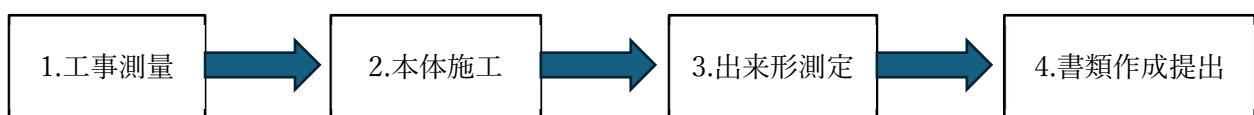
- ・「デジタル技術」とは、IoT・ビッグデータ・人工知能・情報通信・自動化等の最新技術
- ・「業務プロセス」とは、物事を進める手順。
- ・「変革」とは、物事や事象を根底から変えて新しくすること。

相互開発(株)は上記内容の建設 DX を踏まえ、暗渠排水の業務に当てはめ検討する事とした。

北海道空知地方の従来暗渠排水の施工方法は【図 1】に示す通りであり、DX 活用に伴う施工体制の確立を行うため、各作業手順の見直しを行う。

暗渠排水作業フロー

【図 1】



※本体施工においてはトレンチャー掘削を基本とする。

1) 工事測量の見直し

従来の暗渠排水測量は、現場担当技術者1名と作業員1名で巻尺を用いて区画の水張り位置を基に測量杭を見通しながら掘削渠線の位置を測設し、すべてを人力作業で行っていたので、現場担当者に掛かる拘束時間と労力負担が多く、早急な改善が求められていた。



(従来測量)

改善後は測量専門技術員1名を配置しGNSS測定器を用いて、事前に入力した座標を測量器のガイダンス機能によって、掘削箇所のピンポイント測量を行うGNSS測量に変更した。

また、測量専門技術員は測量業務に特化することで現場作業と分業化し、設計図書の座標確認・測量器へのデータインプット・測量作業の現場段取り等を行い、現場担当者や作業員に掛かる負担が軽減されたのと同時に、多様な人材の確保に繋がり、現場業務の円滑化と作業環境の向上が促進され、新たな労働力が強化された。



(GNSS測量)

このような工事測量の見直しの結果、作業人員1名が減少し、日当たりの測量面積の進捗が6.4倍となり、生産性が向上するとともに、現場担当者の働き方環境が大きく改善された。

工事測量の見直し効果を示した対比表を【表1】とする。(1日当たりの作業量)

【表1】

測量方法	人員	測量実施面積	1人当たり面積	備考
従来人力測量	2人	5.0 ha	2.5 ha	
GNSS測量	1人	16.0 ha	16.0 ha	座標入力作業含む

2) 本体施工の見直し

2-1) トレンチャー改良と作業環境の改善

現行のトレンチャー本体掘削における管理方法は運転手が標高管理を行い、下流渠底の設計高さに掘削バケットを配置し高さをレベリングにて確認後、2軸レーザーレベルのマシンコントロールシステムを使って設計勾配で掘削し管理を行う。

また現場担当者・運転手は、規格値に応じた高さ管理において、設計標高を確認するために掘削中のトレンチャーを一旦停止させ下流・中流・上流の標高をレベリングで計測する。

そのため現行の管理方法では、掘削時の作業中断と計測箇所以外の高さ確認が難しく、運転手の経験と技量に掛かる負担が多く、掘削作業の改善が必要とされた。

相互開発^株では、作業環境の改善と運転手・現場担当者の負担軽減を目的に改善内容を以下のように定め、新たに GPSTR（トレンチャー掘削機）を開発した。

- ① 【掘削渠底の出来形を運転手が作業しながら何処でも確認ができるトレンチャー】
- ② 【掘削した出来形を履歴データとして保存できるトレンチャー】

(GPSTR)



GPSTR の掘削方法は、2軸レーザーレベルのマシンコントロールによってトレンチャーを制御し掘削を行うが、新たに GNSS 測定器を搭載したことで、容易に出来形確認と履歴データの保存が可能になり、今後の施工管理改善を図ることができた。

次に GPSTR のシステムについて説明を行う。

① 【掘削渠底の出来形を運転手が作業しながら何処でも確認ができるトレンチャー】

暗渠排水の設計 3 次元データと GNSS 測定器の取得データを組み合わせることで、運転手にモニターを通じリアルタイムで出来形を示すことができる。

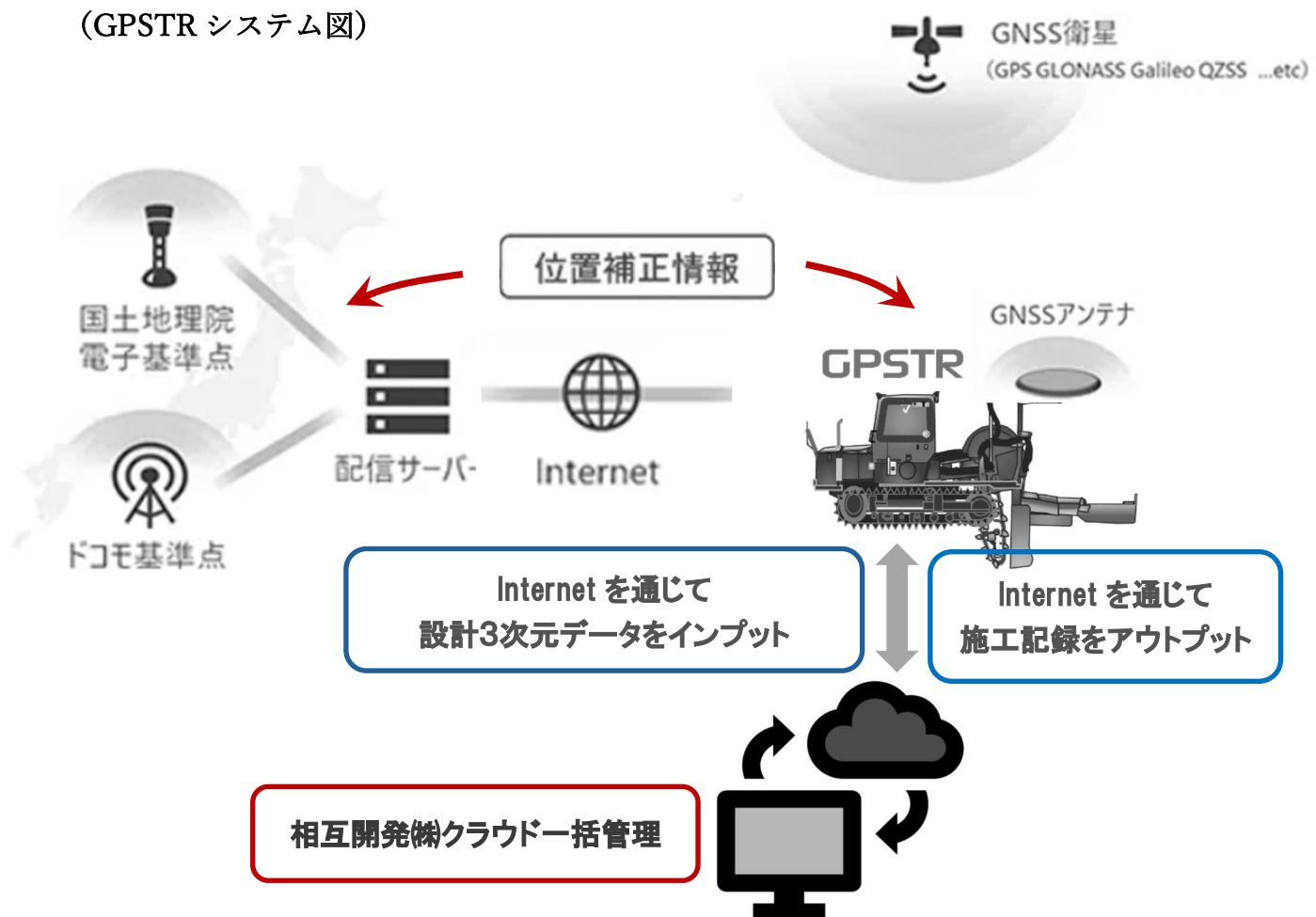
このシステムは、相互開発㈱所属の現場補助員（建設ディレクター）が設計 3 次元データを作成し、専用クラウドへデータ移行を行い、トレンチャー運転手は専用タブレットに設計 3 次元データを専用クラウドからインプットし GNSS 測定器を掘削と同時に作動させることで、運転手のモニターに設計と実測の差分を表示させリアルタイムで出来形を確認する事ができる。

② 【掘削した出来形を履歴データとして保存できるトレンチャー】

GNSS 測定器を用いてトレンチャーの位置情報を計測し、施工と同時に掘削渠底の座標情報を 1 秒毎に記録する。

運転手は掘削で取得した施工記録を施工履歴データとし、掘削完了時に電子媒体で専用クラウドへアウトプットし保管する。

（GPSTR システム図）



相互開発(株)の現場補助員は建設ディレクターの資格を取得し3名体制で現場に常駐している。

設計3次元データ作成からクラウドへのデータ移行・取得データの処理・現場事務作業のサポート業務を行い、新しい仲間として労働力強化に繋がっている。



(下: GPSTR 操縦席 右上: 建設ディレクター作業)

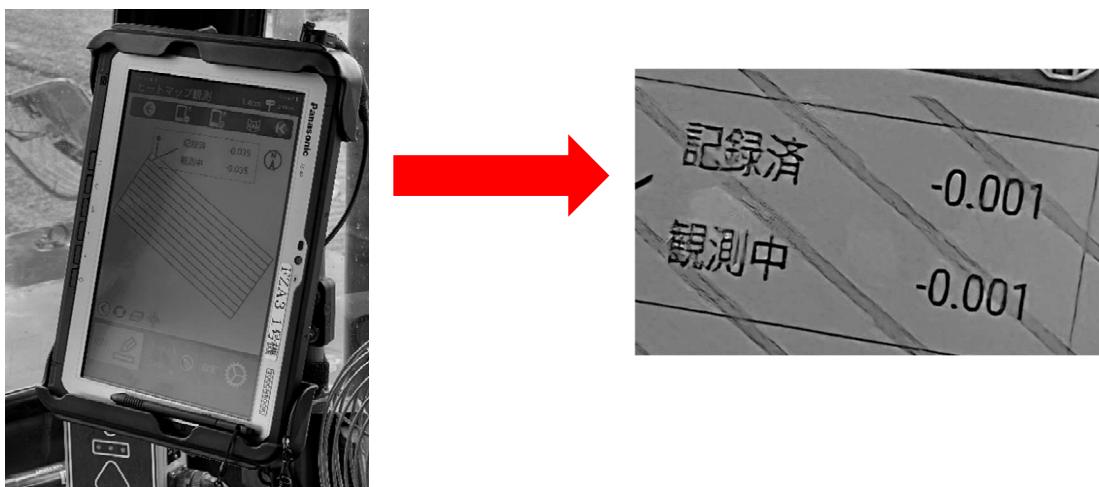


GPSTR を3台保有し運転手専用タブレットを装着する。

運転手の視界内で設計3次元データと設計値と実測値の差分をリアルタイムで表示することにより、運転手の作業中の労力が軽減されるのと同時にどこでも出来形確認を容易にできるので作業改善に繋がった。

また現場条件にてトレッシャーが掘削しきれない端部や埋木箇所等は、GPS付スタッフにて渠底データの取得を行う。

PCタブレットに3Dデータと設計・実測値の差分表示。



相互開発(株)オリジナルの GPS 付スタッフにて、渠底の出来形取得を行い、専用クラウドへアップロードする。

この作業によりトレンチャー単独でのデータ取得が難しい場所でも掘削の記録データを容易に保存できるので、履歴データとしての取り忘れも無く、作業効率の向上に繋がる。



(左端：GPS 付スタッフ)
(左中：操作モニター)

以上のように GPSTR にて本体施工の改善ができたことにより、作業改善・建設ディレクターの労力強化が図れ、従来の暗渠施工に変わる、新しい体制を整えることができた。

2 – 2) GPSTR の精度確認

GPSTR に搭載した GNSS 測定器の精度について検証実験を行い、その結果を下記に示すものとする。試験データは令和 5 年 2 月から令和 6 年 4 月までの期間に北海道と茨城県で約 150 ha 以上の暗渠排水の履歴データを取得し、渠底の高さ精度の正確性を確認するため、GNSS 測定器とレベリング測定の対比検証を行ってきた。

検証実験は、トレンチャー掘削時に GNSS 測定器で渠底の高さを 5 m 毎に記録し、同じ場所をレベリング測定で高さを測定する方法で行われ、GNSS 測定器とレベリング測定に差異が生じているのか・トレンチャーに GNSS 測定器は適合できるかを検証したものである。



(農研機構との検証実験)

この検証実験については、茨城県つくば市に研究所を構える国立研究開発法人農研機構の上級研究員若杉博士チームと相互開発(株)の共同検証を令和 5 年・令和 6 年と 2 回行い、検証結果は、トレンチャー掘削に GNSS 測定器を用いての施工履歴取得データに問題は無いと立証されている。

今回の検証資料は、令和6年8月に北海道空知管内基盤整備工事の経営体砂浜東地区41工区で行った暗渠排水工ICT施工試行現場のデータを添付する。

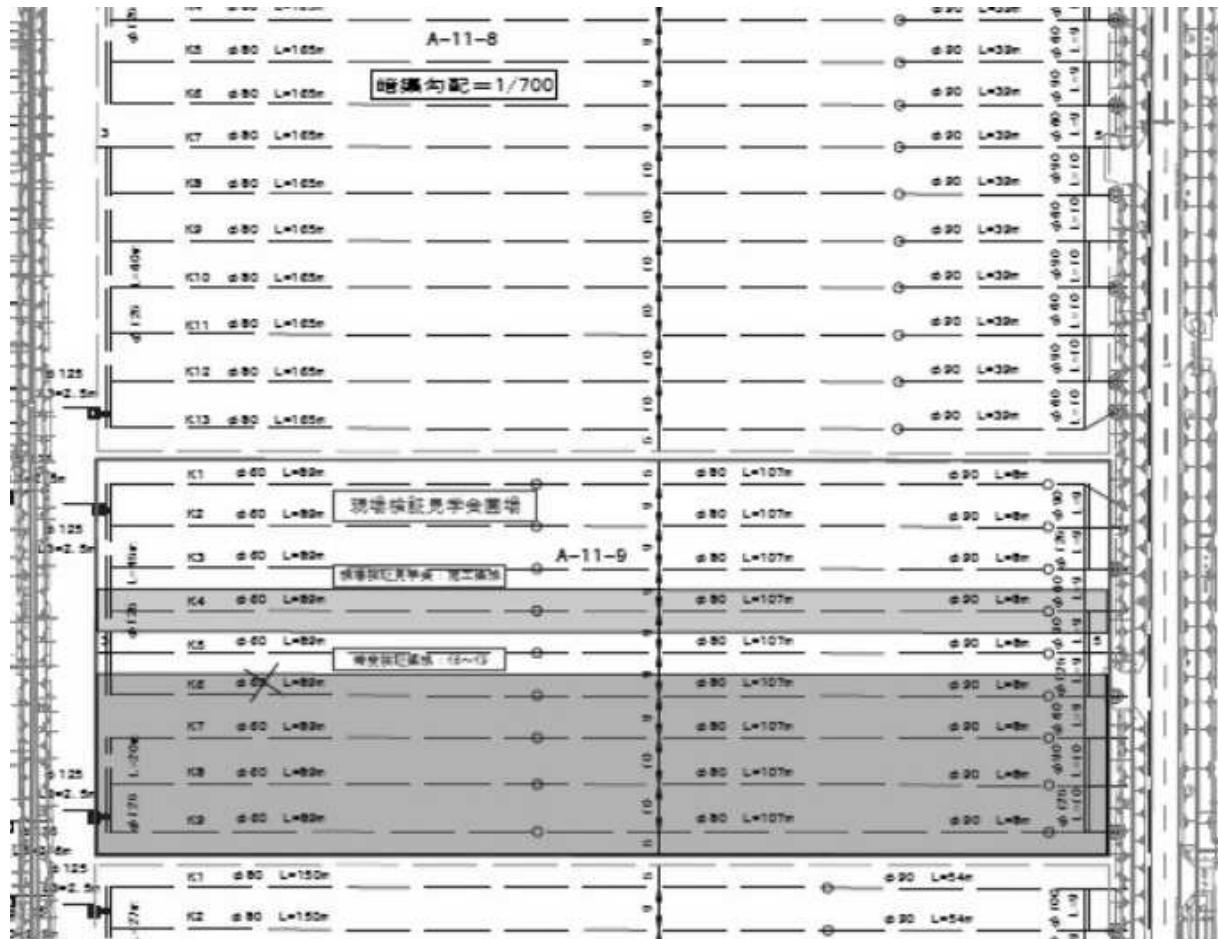
(経営体砂浜東地区41工区 試行現場)



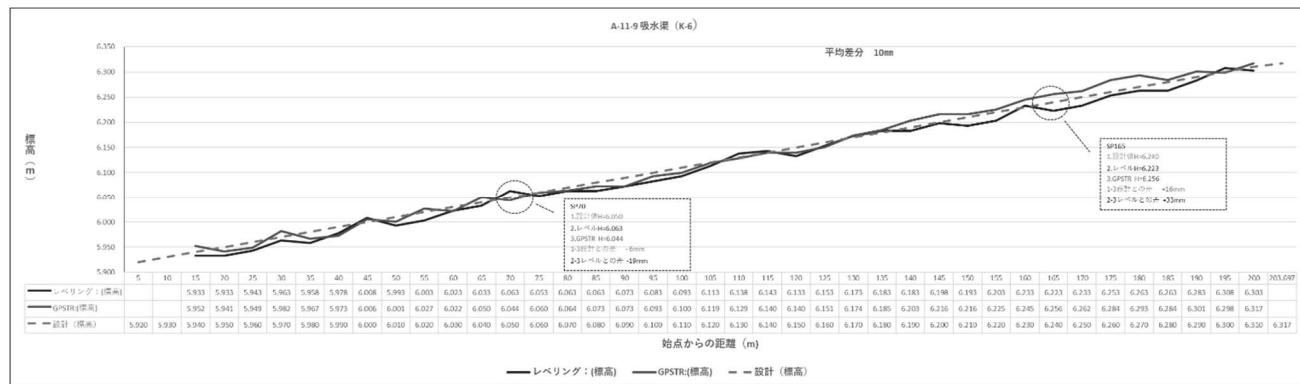
試行現場では発注者によるGPSTRの正確性とICT建機としての活用を確認するため、前回の農研機構の共同検証と同じ方法で行った。

検証はA-11-9圃場【図2】の吸水渠K6～K9で実施し、GNSS測定器とレベリング測定の高さの差異を確認し結果は以下のグラフのとおりである。

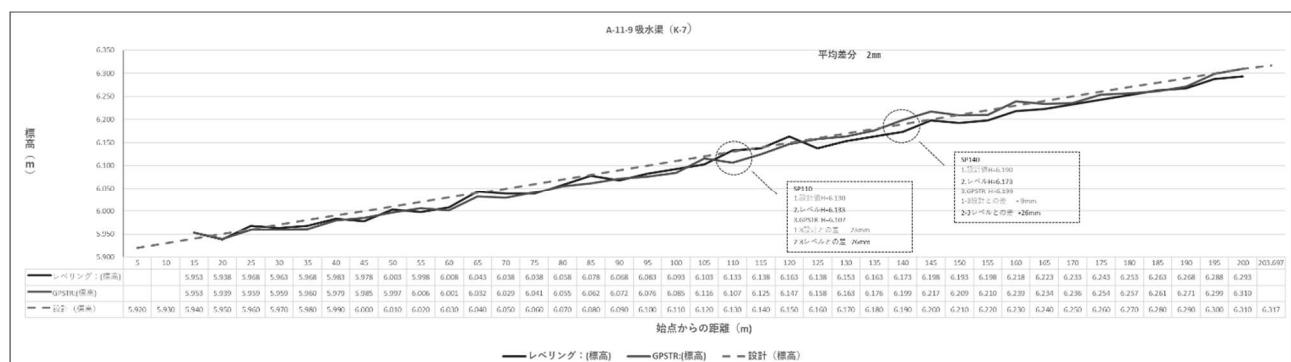
【図2】



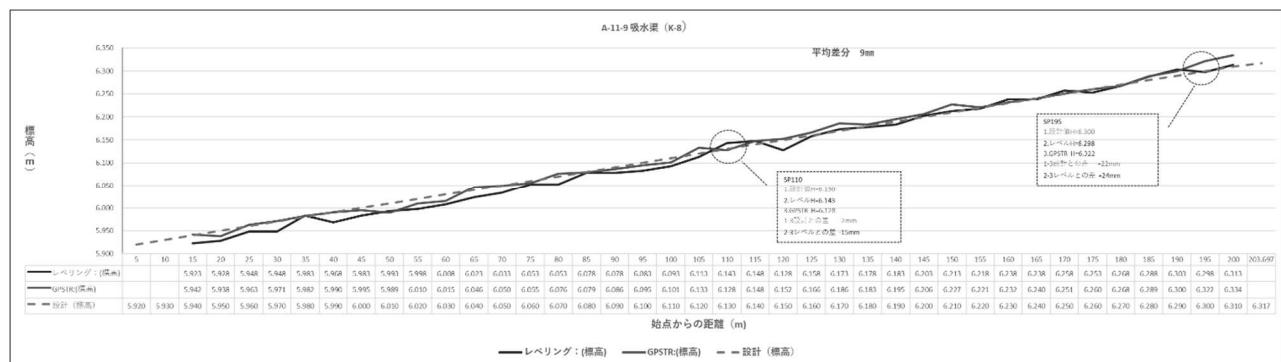
K 6 渠線：平均差分 0.010m 最大値 0.033m 最小値-0.019 標準偏差 0.012



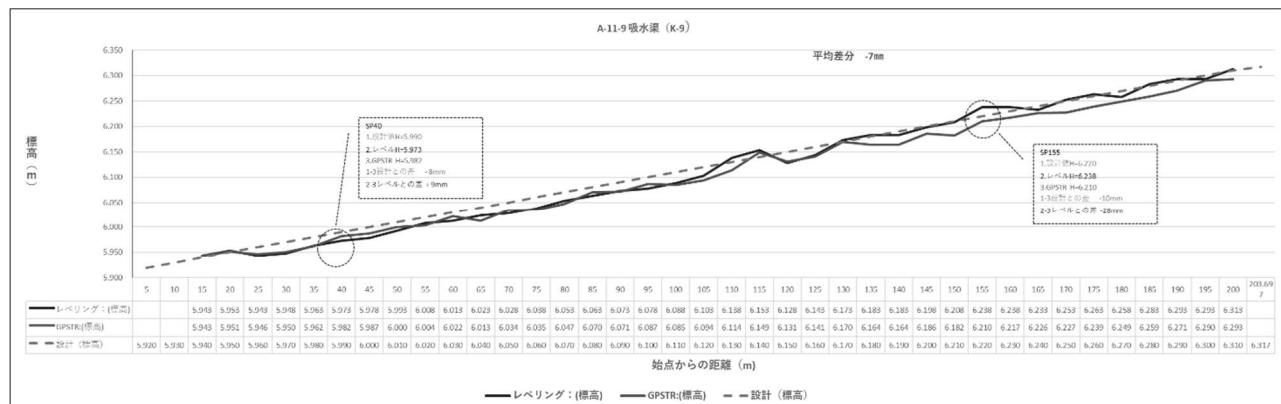
K 7 渠線：平均差分 0.002m 最大値 0.026m 最小値-0.026 標準偏差 0.012



K 8 渠線：平均差分 0.009m 最大値 0.024m 最小値-0.015 標準偏差 0.010



K 9 渠線：平均差分-0.007m 最大値 0.009m 最小値-0.028 標準偏差 0.012



上記のように測定結果の差異が GNSS 測定誤算の範囲内と考えられるので、前回の検証実験同様に砂浜東地区の履歴データも正確性が適正であると判断される。

この結果を踏まえ、今後 GPSTRにおいては ICT 建機の位置づけとし、北海道農政部の指針による情報化施工技術の活用（モデル工事）実施方針（令和5年11月改定）より、1-3：ICT 施工技術の具体的な内容の内、③：ICT 建設機械による施工の内、4）施工管理システムを搭載した建設機械に該当すると判断している。

3) 出来形測定の見直し

従来施工の場合は、掘削中や掘削後に現場担当者と作業員がレベリング測定や巻尺を利用し、掘削高・間隔・延長の出来形測定を行い規格値内の合否判定を確認する管理方法あった。

近年は大区画の圃場が増えてくる傾向があり、このような人力主導の方法では現場担当者や作業員の拘束時間や労力負担が多くなることから、GPSTR で取得したデータを活用する出来形管理方法の改善が図れる。

（従来渠線延長測定）



（従来渠線間隔測定）



（従来渠底高さ測定）



GPSTR の履歴データは 1 秒間隔で渠底の位置情報（X 値・Y 値・Z 値）を取得していることから、履歴データを設計 3 次元データにインプットすれば、3 次元ビューワファイルを作成することができ、PC 内の操作で自由自在に渠線の延長・間隔・高さを計測する事ができる。

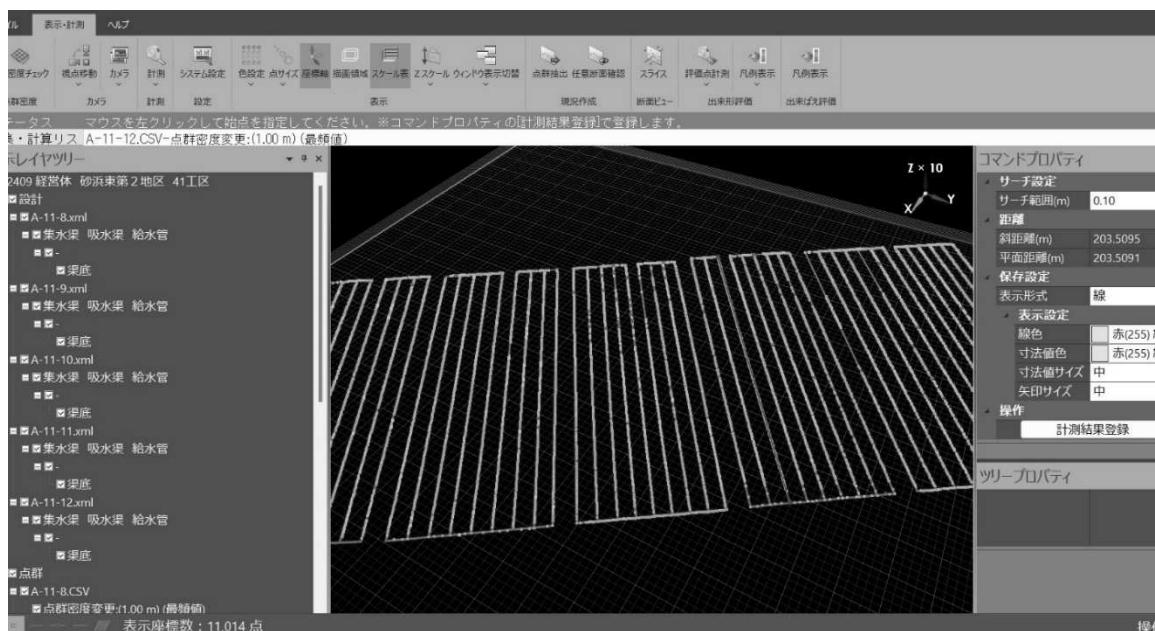
また、高さについては運転手が GPSTR の操縦席でリアルタイム確認を行っているので、二重の確認を行うことができる。

履歴データの処理と整理・3次元ビューワファイルの作成は、相互開発(株)の建設ディレクターが一貫して作業を行うので、現場担当者等への負担が軽減される。

作成した3次元ビューワファイルや整理した履歴データは、共に成果品として発注者に提出する物である。

(右:建設ディレクター出来形整理)

(下:3次元ビューワファイル)



下記の【表2】は出来形管理方法を従来の人力作業から GPSTR へ作業改善したことによる出来形測定作業時間を対比検証したものである。

【表2】

10ha 当たり	設計データ 作成時間	出来形・履歴 取得時間	データ整理 取りまとめ時間	合計時間
従来施工	0人×0時間 = 0時間	2人×6.5時間 = 13時間	1人×7.5時間 = 7.5時間	20.5時間
GPSTR 施工	1人×7時間 = 7時間	0人×0時間 = 0時間	1人×5.5時間 = 6.5時間	12.5時間

履歴データを出来形管理として整理することで作業時間が 8.0 時間短縮され、作業環境が大きく変化し、生産性向上が見込まれ実際の現場担当者の負担が減り GPSTR の稼働効果が確認できた。

4) 書類作成提出

相互開発(株)では履歴データを活用し、農林水産省の情報化施工技術ガイドライン出来形管理編令和6年4月改定版のとおり、出来形管理資料の作成を進め3次元設計データと出来形評価用データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより出来形管理資料で出来形の良否を判定する出来形管理図表【図3】の作成を目指している。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を判定する情報は【表3】である。

【図3】

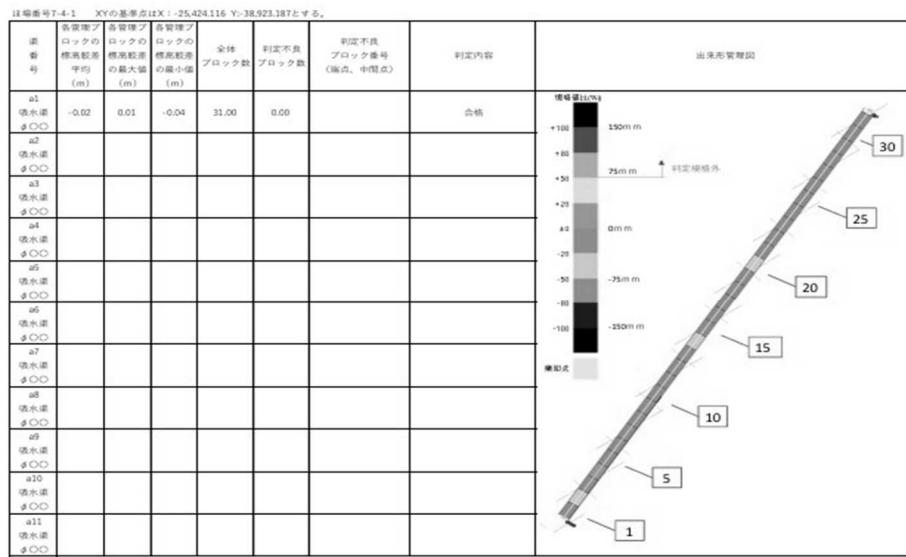


図5-17 出来形管理図作成例

【表3】

出来形の良否を評価する情報	
ほ場番号	
管径	
路線番号	
計測点番号	
「各管理ブロックの標高較差」の平均 (算出結果、規格値(当該部位における平均値規格値)及び良否評価結果)	
「各管理ブロックの標高較差」の最大値 (算出結果、規格値(当該部位における任意箇所規格値)及び良否評価結果)	
「各管理ブロックの標高較差」の最小値 (算出結果、規格値(当該部位における任意箇所規格値)及び良否評価結果)	
全体管理ブロック数	
判定不良ブロック数	
判定不良ブロック番号	

上記【図3】右【表3】を満たした出来形管理図表は、ソフトウェア会社で開発途中であり、近日中の発表が想定されるが、それまでは農林水産省情報化施工の出来形管理図表(土工)用を活用し、標高較差の良否判定を行う。

よって成果品の納品は、出来形管理図表・3次元ビューワファイル・出来形CSVファイルを提出し、情報化施工技術の活用ガイドラインに伴う暗渠排水工における出来形管理技術の適用範囲に準ずるものとする。

また暗渠排水工の出来形管理図表が完全版となれば、農業土木における暗渠排水工の情報化施工技術が確立され、ICT施工の普及が見込まれる。

上記のとおり、業務内容見直しと新しい発想で目に見える暗渠排水の生産性向上に繋がった。

3. 営農管理の利便性向上へ

近年はスマート農業の普及が盛んに行われ、トラクターや田植え機等に GNSS 測定器を取付け営農ガイダンスやコントロールさらには無人 AI 機能を搭載した農業機械が多く見受けられる。

我々農業土木技術者は情報化施工技術や建設 DX で得た情報を営農者に提供し、活用することで営農効率が向上すると考えられ、建設業だけでなく農業問題でも人手不足が危惧されていることから、双方の取組と連携が最も重要視されている。

工事情報で得た圃場データを農業者が活用すれば、農地や作物に応じて効率の良い営農体制が整えられるとともに、さらなる農地改良に向けた有利な情報の収集が可能となるが、現状では、農業機械に農業土木工事データを組み合わせることが難しく、活用されていないことが多いことから、早急な環境整備が必要と思われる。

しかし農研機構では、農業施設保全や情報共有を目的に工事データを集め、プラットホームを作る計画が現在も進行しているので、私たちが収集した工事データをこのような機関に提供することも営農管理の利便性向上に向けた最も重要な取組の一環と考える。

相互開発(株)は行政・農業者・施工業者の三位一体の情報共有が一刻も早く実現する事を望む。

4. おわりに

DX の目的には「変化」を考え、業種・企業によってと取組の方法が違うなか、変化させたい一番の内容は何かを決めることが重要と思い、DX の肩書だけを行う事が目的では無く、その先にある変化させたいものにたどり着くための手段が DX である。

地方の建設業者は、自分達に合った建設 DX で「現場であったら良いな」の発想を大切に、2024 年建設業問題に本気で取り組まなければならなく、相互開発(株)では農業土木に特化したデジタル技術で多くのチャレンジを行っている最中である。

今後も農業土木技術を中心にデジタル技術とアナログ技術を融合させ、建設 DX を必要と考える人たちと相互関係を保ちながら、ICT 施工と情報化施工技術の発展を目指すところである。

協力

「国立研究開発法人 農研機構 上級研究員 若杉晃介 農学博士」

参考資料

「農林水産省 情報化施工技術の活用ガイドライン 令和 6 年 4 月」

「北海道農政部 情報化施工技術の活用（モデル工事）実施方針 令和 5 年 1 月改定版」