

治山事業におけるICT技術の活用について ～ICT技術の活用で広がる世界～

南信森林管理署 主任治山技術官 ○奥原 英^{おくはら すぐる}
藤森土木建設株式会社 取締役土木部長 ○高山 徳也^{たかやま とくや}

要旨

ICTを活用する工事における取扱いについては、林野庁より「森林整備保全事業ICT活用工事試行実施要領等について」(令和4年3月8日付け3林整計第754号林野庁森林整備部計画課長通知)が発出され、積極的にICTの活用工事に取り組むとされたところです。

令和6年度、南信森林管理署では、茅野市の金沢山(半僧沢)で谷止工の補修(異形ブロック196個設置)、諏訪郡下諏訪町の東俣川(鼓舞沢)でコンクリート谷止工1基(延長38m、高さ6.0m)を施工し、2箇所の治山工事現場においてICT活用工事を実施しました。(図-1)

ICT活用工事は基本の5段階の工程(①3次元起工測量、②3次元設計データ作成、③ICT建設機械による施工、④3次元出来形管理等の施工管理、⑤3次元データの納品)があり、今回すべてを実施する通常型での施工を行いました。(表-1)

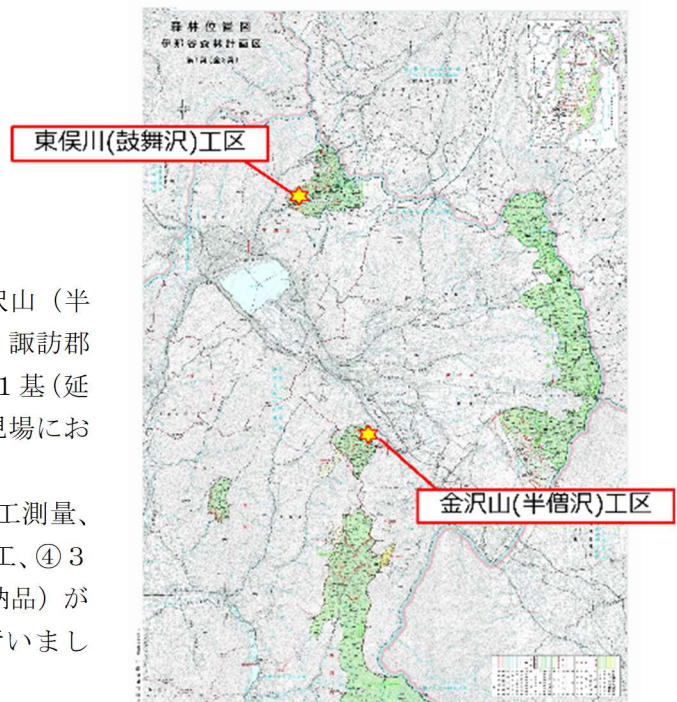


図-1 位置図

表-1 ICT活用工事5段階の工程

工 程	I 3次元起工測量	II 3次元設計データ	III ICT建機による施工	IV 3次元出来形管理	V 3次元データの納品
一般的な取組	地上型レーザー スキャナー	掘削、構造物 モデルの作成	トータルステーション 測位のマシンガイダンス	多点計測による 出来形管理	完成点群の納品
活用の幅 を広げた 取組	世界測地系の採用 点群での支障木調査 3次元データで施工検討	3Dモデルの作成 ARの活用	杭ナビシヨベル アースワーク	モバイルスキャナー 点群での出来映評価	完成点群の台帳化 完成動画の納品

はじめに

2件の工事受注者である藤森土木建設株式会社では近年ICT施工に力を入れてきました。しかし、治山事業のような山間へき地の小規模土工では、ICT施工のメリットが活かしきれないという実態にジレンマを抱えていました。そこで今回ICT施工を行うにあたり、テーマを「ICT活用で楽をしながら活用の幅を広げよう」とし、施工のみならず工事・業務全体の効率化・省力化及び幅広い活用を図るべく、ICT施工で得られるメリットを最大化することに着眼点を置いて取り組みました。その内容について5段階の工程ごとに紹介します。

1 取組内容

(1)「①3次元起工測量」について

まず最初に、地上型レーザースキャナーによる3次元起工測量を世界測地系で行いました。これにより位置情報を持った空間データを総合的に整理・加工し視覚的に表示することで、高度な分析や迅速な判断が行えるようになります。

現場基準点の座標取得にはスマートフォンとGNSSアンテナを使用するモバイル型RTK-GNSS測定機（OPTIMジオスキャン）を使用しました。この観測精度は、平面誤差2cm以内と精度が高く、平面座標の取得では非常に利便性が高くなりました。（写真－1）



写真－1 3次元起工測量

世界測地系にすることで、工事現場をGoogle Earth上に展開することができます。また、完成形を3Dモデル化して表示することができました。

このように世界測地系に変換し位置情報を可視化したことにより、多角的な視点で計画構造物の確認が可能となりました。（写真－2）

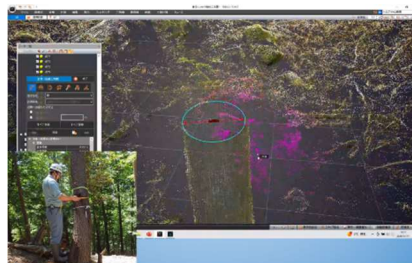


写真－2 Google Earth上で可視化

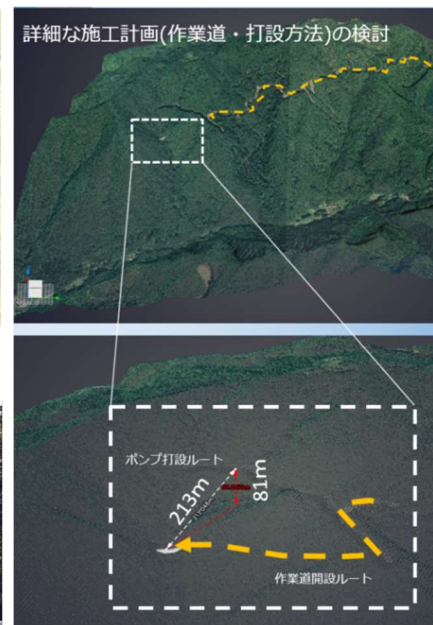
さらに、今回の起工測量のデータを国土地理院の地図に展開すると（写真－3）、点群内で標高精度の高い位置情報計測ができるようになります。従来現地で測量していた位置情報が机上で計測できるようになり施工計画の検討、作業道のルートやコンクリート打設方法など詳細な仮設工の立案に大変役立ちました。（写真－4）



写真－3 国土地理院地図への展開



写真－5 起工測量データによる胸高直径測定



写真－4 詳細な施工計画検討

また、起工測量のデータを活用した工事支障木の胸高直径の測定を試行しました。工事支障木は、本来、胸高直径を現場にて1本1本輪尺で測定し、多大な労力を要しますが、今回はパソコン上

で胸高位置の1.2mで分離し、切断面の幹径をトレースし直径を測定しました。地上型レーザースキャナーが幹の全周を測定していなくても切断面の3点から円周を推定できるので1方向からのスキャンでも十分な情報を得ることができました。（写真－5）

この測定結果を南信森林管理署で実施した毎木調査と比較したところ、カラマツを含む針葉樹は誤差が少なく広葉樹では誤差が大きいです。これは広葉樹の幹が変形した円形のためと思われます。測定誤差は平均1.5cmで、今後十分活用可能な技術であると考えます。(表－2)

表－2 胸高直径比較

胸高直径比較										
67本の測定平均誤差 1.5cm										
番号	樹木番号	生被	能経	樹種	品質	直径	点群測定直径	差	樹高	単材積
針葉樹										
1	61	生立木	生立木	カラマツ	正常	30	33	3	19	0.65
2	62	生立木	生立木	カラマツ	正常	34	34.1	0.1	19	0.81
3	66	生立木	生立木	カラマツ	正常	24	25.6	1.6	18	0.41
4	67	生立木	生立木	カラマツ	正常	24	24.1	0.1	17	0.38
5	72	生立木	生立木	カラマツ	正常	28	27.8	0.2	15	0.44
60	763	生立木	生立木	カラマツ	正常	34	34.7	0.7	21	0.90
61	767	生立木	生立木	他シサツ類	正常	46	50.5	4.5	17	1.11
62	768	生立木	生立木	カラマツ	正常	36	36.5	0.5	20	0.94
63	769	生立木	生立木	カラマツ	正常	22	22.6	0.6	17	0.32
広葉樹										
64	770	生立木	生立木	カラマツ	正常	28	27	1	18	0.54
65	776	生立木	生立木	他シサツ類	正常	30	24.3	5.7	14	0.41
66	777	生立木	生立木	他シサツ類	正常	30	25.5	4.5	16	0.48
67	778	生立木	生立木	他シサツ類	低質材	28	28.4	0.4	13	0.33
										30.18
						平均誤差		1.5 cm		

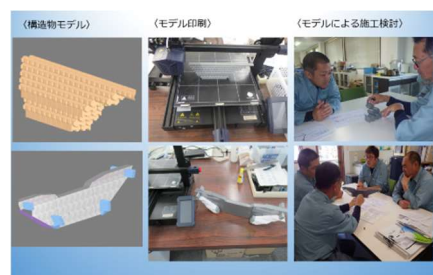
(2)「②3次元設計データ」について

この工程では、完成モデルを3Dプリンターで印刷し模型を作成しました。

金沢山（半僧沢）工区では模型を使って複雑な形状のブロックの組み立て手順を確認し、東俣川（鼓舞沢）工区では間詰工の形状をあらかじめ確認するのに役立ち、有効性を発揮しました。(写真－6)

また、地元中学校の職業体験会において、3Dモデルを活用し実物大の谷止工をAR（拡張現実）で体育館内や校庭にて展開し、普段目にするのこない構造物の規模感を体感してもらいました。

さらに、AR映像を完成予想図として印刷し、工事掲示物や地元住民への説明、作業員間の意思疎通などの合意形成に役立てることができました。(写真－7)



写真－6：3Dモデルの作成



写真－7 3DモデルのAR活用例

(3)「③ICT建設機械による施工」について

今回の施工では、小規模な事と山間へき地により衛星の受信状況が安定しないことを考慮して、ICT建設機械は衛星測位を必要としないトータルステーション測位のマシンガイダンスタイプを選択しました。

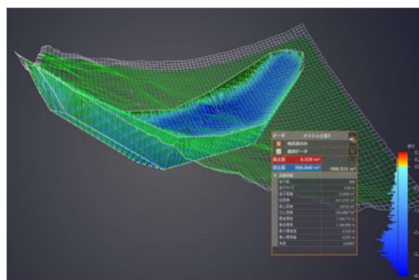
マシンガイダンスタイプとは各部にセンサーを取り付けたバックホウをトータルステーションが自動追尾し、オペレーターの操作をガイドするシステムのことです。(写真－8)

この測位方法は、位置情報が比較的正確なことから、計測補助員を省略でき、また、自社所有の計測器を使用できたため、すべて社外器を使用した場合に比べ導入経費を4割ほど削減できました。

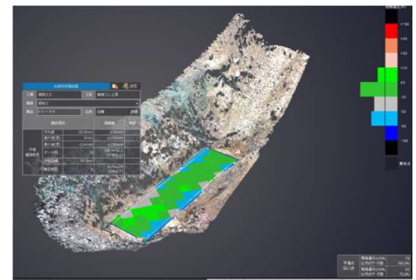
土工完了時には、再度地上型レーザースキャナーにより掘削データを作成し、現況点群との差分によって掘削土量の計算(写真－9)、測定誤差を色分け表示したヒートマップにより、床付け面の出来形管理を行いました。(写真－10)



写真－8 ICT建設機械による掘削



写真－9 掘削土量の計算



写真－10 ヒートマップによる出来形管理

(4)「④3次元出来形管理」について

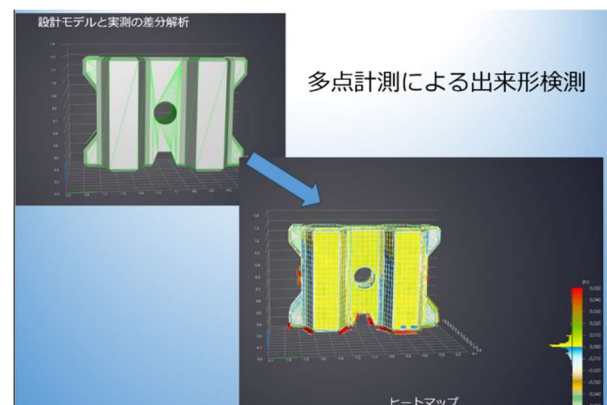
この工程では、ブロックの出来形測定を地上型レーザースキャナーとモバイルスキャナーにて行い実用性を比較検証しました。

地上型レーザースキャナーは、高い精度で測定が行えましたが、重量が重く設置や移動が大変です。一方、モバイルスキャナーは、点群に厚みが出てしまい地上型レーザースキャナーに比べ精度面では劣りました。しかし、軽量で携帯性に優れるため災害時の迅速な現況把握や土工事において有利です。このように、測定精度や現場状況に応じた使い分けが必要であることが確認できました。(写真－11)

また、3次元出来形測定モデルと当初設計モデルを重ね差分をヒートマップで表現し出来映えの評価を行いました。(写真－12)



写真－11 スキャナーによる出来形測定



写真－12 ヒートマップによる出来映評価

施工管理においては、監督員による遠隔臨場を試みました。従来、遠隔臨場には、ウェアラブルカメラ等の専用機材やシステム契約等が必要とされてきましたが、受発注者間の連携次第で、手持ちのスマートフォンのビデオ通話等で現場確認を簡易に行うことができ、併せて3次元出来形測定結果をビューア形式で送信することにより現場の出来形データを机上で確認することもでき、今後の省力化に期待が持てました。
(写真-13)



写真-13 スマートフォンによる遠隔臨場等

(5)「⑤3次元データの納品」について

最後に、電子納品データに完成点群を添付し納品してもらいました。これには3次元モデルも挿入しているため、地下などの不可視部の形状確認にも役立ち、位置情報を保持しているため完成後の施設の維持管理にも非常に役立つと考えられます。納品時データに格納されているビューアには測定機能もあり、後日、現場再確認や台帳管理などで有効活用が期待できます。(写真-14)

また、しゅん工写真としてドローン撮影動画も納品してもらいました。従来は一方向から撮影していることから見えない部分が生じますが、先の点群データとの連携により全周方向からの確認が行えるため、机上でのしゅん工検査の可能性も示唆しました。

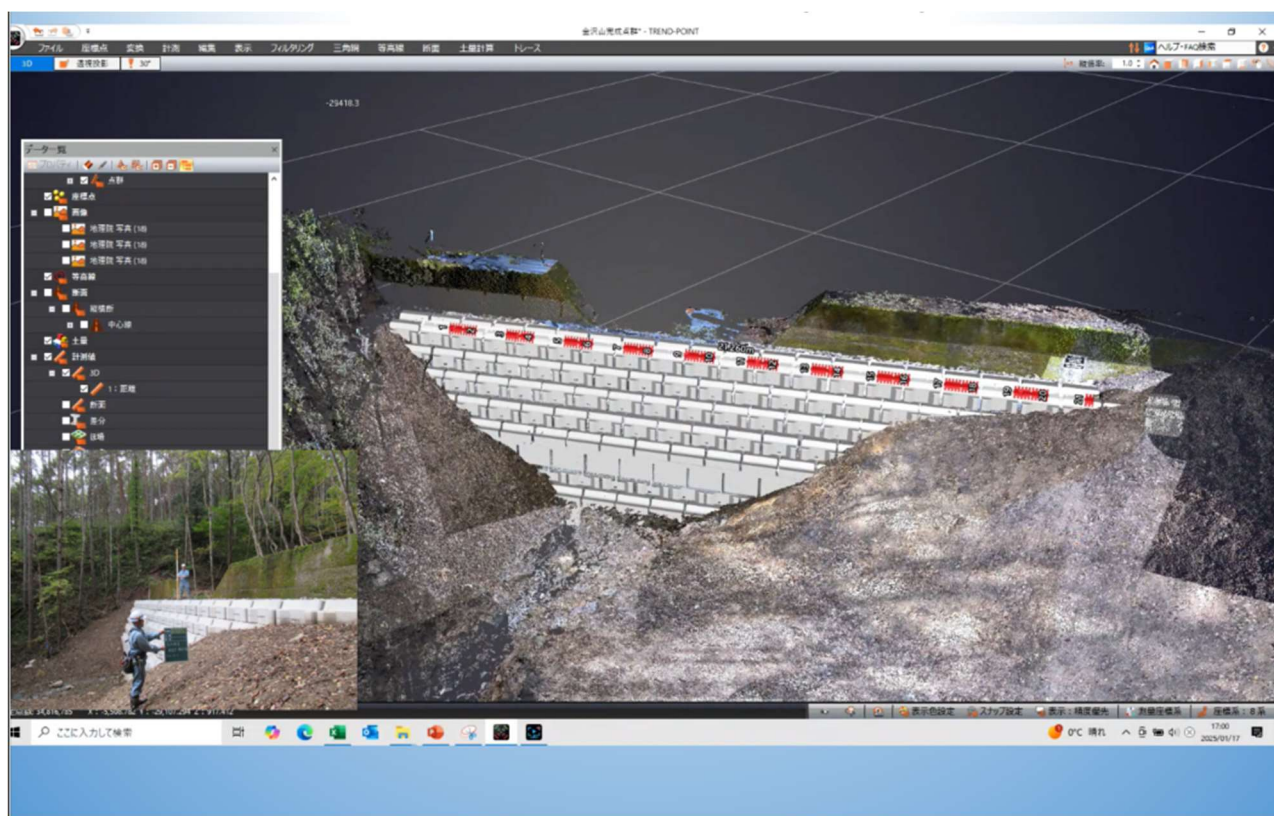


写真-14 3次元データの納品 金沢山(半僧沢)

2 実行結果

今回の取組について、従来施工と作業量の比較を行いました。結果、特に「支障木調査」や「地元説明等の合意形成」また「掘削作業における丁張作業や計測補助員の削減」など、人員や時間削減等の省力化や受発注者双方の業務・事務改善につながる有効性を確認することができました。（表－3）

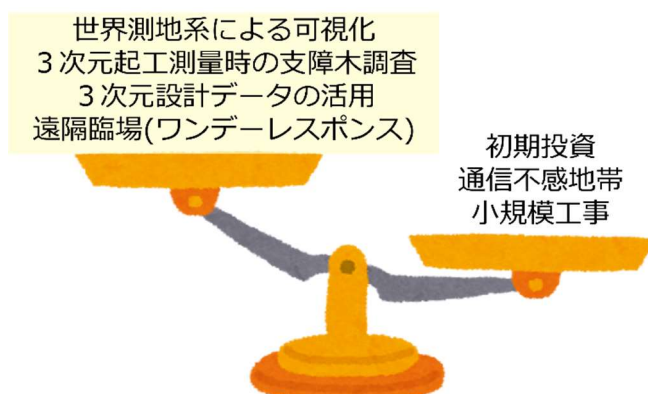
表－3 取組結果のまとめ（従来施工との比較）

効果検証項目	従来手法との作業量 比較		導入の効果	
	0	5	10	
世界測地系の基準点 測量	従来 ICT		2人増	基準点の測位観測増加するが以後の活用性大で有る
施工検討・仮設計画	従来 ICT		2人減	現地踏査作業の削減 詳細な仮設計画
起工測量 縦横断面図	従来 ICT		2人減	任意点での 縦横断面図作成可能
現地支障木調査	従来 ICT		6人減	人員削減及び胸高直径の 机上測定可能
3次元モデルの作成	従来 ICT		4人減	合意形成が短時間で可能 説明時間の削減
遠隔臨場	従来 ICT		1人減	迅速な現場対応 (ワンデーレスポンス)
ICT土工事 MG	従来 ICT		5人減	丁張作業と計測補助員の削減
TSL出来形の測定	従来 ICT		2人減	撮影時の検尺等の設置 不要 一人測定が可能

おわりに

ICT活用工事の実施には建設機械やソフトウェア等の導入に対して大きな初期投資が必要となるだけでなく、山間部で通信不感地帯が多い治山事業地特有の問題があり、受注者としては実施のハードルが高いとして敬遠されがちです。しかし今回の取組で、施工のみでなく作成したデータを幅広く活用することでICT施工のメリットを最大化することができると確認できました。

今後、当局所有のLPデータの活用、収穫調査規程との整合性、納品された3Dモデルによる台帳管理、ICT施工実施に関する工事成績評定項目の追加等が進められれば、そのメリットをさらに活かすことができ、業界全体のICT施工がさらに活性化すると考えられます。（図－2）



図－2 ICT 施工のメリットの最大化