

森林土木工事におけるICT施工の取組について

四国森林管理局 安芸森林管理署 川口 慎弥
山口 健太郎

1. 課題を取り上げた背景

近年、建設業界では業者及び就業者が減少しており、森林土木工事の現場においても、山間奥地であるなど施工条件が厳しいことに加え、就労者の高齢化と若者離れによる担い手不足など、様々な課題への対応が必要となっています(図1)。

これら課題への対策の1つとして、生産性や効率性の向上等が期待されるICT(情報通信技術)を活用した施工を進めるため、林野庁より令和4年3月8日付け「森林整備保全事業ICT活用工事試行実施要領等について」が通知され、これに基づき令和4年度より、森林土木工事において「施工者希望型」としてICT活用工事を発注することとしました。

このような中、監督する工事の受注者がICTの活用を希望したことから、今後の活用推進に資するべく、データ収集による「従来施工」と「ICT施工」の比較調査を実施しましたので、その取組について報告します。

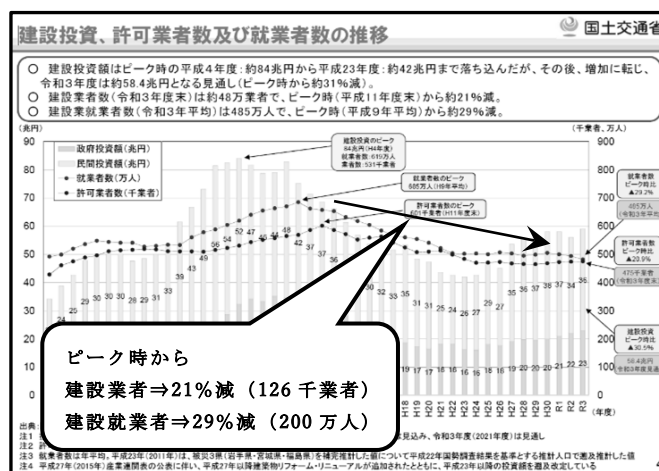


図1 建設業者等の推移

2. 取組の経過

治山工事において想定される活用メリットや必要となる技術や知識、機器等について受注者と確認しながら、比較検証を実施する項目を区分のうえ取組を進めました。

(1) 対象工事

安芸森林管理署管内の治山工事の受注者に、「ICT(土工)活用」について説明を行い、理解を得られた工事を対象として、「従来施工」と「ICT施工」の比較検証可能なデータ収集調査を2工種に区分して実施しました。

①溪間工：谷止工掘削工(礫質土、岩塊・玉石)【2件】

②山腹工：法切工(礫質土)【2件】

(2) 比較検証項目

ICT活用工事試行実施要領のICT施工技術「①～⑤」を比較検証項目として(表1)、「従来施工」と「ICT施工」の作業日数及び人員、作業量を調査するとともに、ICT機器等の使用感等についても聞き取りを行いました。

表1 検証項目




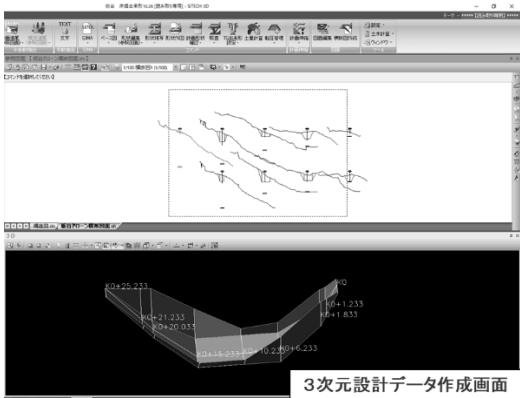


区分	従来施工
①	2次元起工測量 (TS等)
②	丁張設置
③	通常建設機械施工
④	2次元出来形管理等施工管理
⑤	2次元データの納品



ICT施工
3次元起工測量 (UAV等)
3次元設計データ作成
ICT建設機械施工
3次元出来形管理等施工管理
3次元データの納品

(3) 施工技術の比較

「従来施工」と「ICT施工」の施工技術の違いは、(写真1)、(表2)のとおりです。

区分	従来施工	ICT施工
①	 <p>トータルステーションによる起工測量</p>	 <p>UAV(空中写真)による起工測量の様子</p>
②	 <p>丁張設置</p>	 <p>3次元設計データ作成画面</p>
③	 <p>通常のバックホウ</p>	 <p>センサー 自動追尾型TS プリズム マシンガイダンスバックホウ</p> <p>※MG_BH: マシンガイダンスバックホウ ※TS=トータルステーション</p>



区分	従来施工	I C T 施工
④	 <p>レベルによる計測</p>	 <p>UAVによる出来形計測</p>

写真1 施工技術①～④の代表的な写真

表2 施工技術の比較

区分	従来施工	I C T 施工
①	T S 等を用いた測量。	I C T 計測技術による測量。 今回、空中写真(U A V)測量を実施。
②	丁張設置	図面の2次元データを基に、3次元出来形管理に必要な立体データ作成。 また、I C T 建設機械を用いた施工にも使用可能。
③	通常建設機械施工での施工。	I C T 建設機械での施工。
④	レベルや巻尺などによる高さや寸法を計測で、線と点により評価する。	I C T 計測技術による計測で、面的に評価する。 今回、空中写真(U A V)測量を実施。
⑤	管理図表を工事書類として工事書類として電子納品する。	「I C T 施工技術」に使用したデータを工事書類として電子納品する。

3. 調査結果

(1) 3次元起工測量実施の作業特性

従来計測「T S (トータルステーション)」及びI C T 計測「空中写真(U A V) 測量」を実施した結果、地形の変化は両測量成果ともにおおむね一致する結果になりました(図2)。

また、①溪間工では、作業日数はほぼ同じでしたが、作業人数にあっては従来平均6人に対して、I C T 平均3.7人と約4割減となりました。②山腹工では、作業日数は従来平均に比べ約5割減り、作業人数は従来平均に比べ約3割減の結果になったほか、受注者から「危険な場所での計測作業がなくなることで、安全面への貢献が大きい」との意見が出されました(表3)。

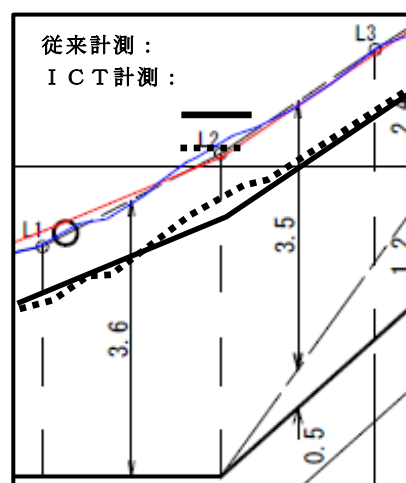


図2 起工測量結果

表 3 3次元起工測量の検証項目

NO	対象 工程	工程 細分	従来(延べ)		ICT(延べ)		感想	備考
			日数	人数	日数	人数		
過去1	山地 治山	溪間工 掘削工	3	5			急峻な場所もあり、作業に苦勞した。	
過去2			3	5			"	
過去3			3	5	3	4	従来計測比べて、人数削減ができる。	
検証1			5	9	3	4	"	
検証2			3	6	3	3	"	
平均			3.4	6	3	3.7	従来に比べ、人数を削減できる。	
検証3	山地 治山	山腹工 法切工	6	7	3	4	従来計測に比べ安全も確保でき、日数と人数削減ができる。	
検証4			9	5	3	4	"	
平均			7.5	6	3	4	従来に比べ安全も確保でき、日数と人数削減ができる。	
総平均			4.6	6	3	3.8		

注1：「検証1～4」は今回(令和4年度)ICT施工を実施した工事。

注2：「過去1～3」は比較検証するため、令和4年度以前に従来施工による工事。

(2) 3次元設計データ作成に向けての作業特性

①溪間工では、従来施工として丁張の資材運搬・設置作業を必要としていましたが、ICT施工では必要としないことから、「身体的軽減ができた」との意見が出されました(表4)。

②山腹工では、急勾配な斜面での法切工に使用する高所斜面掘削機がICTに対応していないため、丁張設置が必要となりました。

表 4 3次元設計データ作成の検証項目

NO	対象 工程	工程 細分	従来(延べ) 【丁張設置】		ICT(延べ)		感想	備考		
			日数	人数	日数	人数				
過去1	山地 治山	溪間工 掘削工	2	4			丁張資材の運搬・設置、移動に苦勞した。			
過去2			2	4			"			
過去3							1	1	丁張設置作業が省略できた。	
検証1							1	1	"	
検証2							1	1	"	
平均			2	4	1	1	丁張設置作業が省略できた。			
検証3	山地 治山	山腹工 法切工	2	4	1	1	丁張資材の運搬・設置、移動に苦勞した。			
検証4			2	4	1	1	"			
平均			2	4	1	1	"			
総平均			2	4	1	1				

注1：「検証1～4」は今回(令和4年度)ICT施工を実施した工事。

注2：「過去1～3」は比較検証するため、令和4年度以前に従来施工による工事。

(3) ICT建設機械による施工による生産性の検証

①溪間工では、1日当たり従来平均作業量 22.3 m³に対して、ICT平均作業量 43.7 m³となり、生産性が約2倍に向上する結果となりました。また、従来施工でも同様ですが、全作業量の大きい工事ほど、1日当たりの作業量は増加するため、活用するメリットがより大きくなると考えられます(表5)。

②山腹工では、急勾配な斜面での法切工に使用する高所斜面掘削機がICTに対応していない

表5 ICT建設機械による施工の検証項目

NO	対象 工種	工種 細分	従来(礫質土、岩塊・玉石)			ICT(礫質土、岩塊・玉石)			感想	備考
			全作 業量	日数 (延べ)	一日当り 作業量	全作業量	日数 (延べ)	一日当り 作業量		
過去1	山地 治山	溪間工 掘削工	257.6	9	28.6				ある程度掘削した際、施工管理が必要。	
過去2			32.0	4	8.0				"	
過去3			生産性が低い原因 掘削数量が全体的に少なく、掘削 開始箇所が上部であり、建設機械 の作業空間を確保しながらの施工 となっていることが原因と推察。	485.3	12	40.4			掘削作業にかかる人員の削減ができた。	
検証1				1132.9	19	59.6			"	
検証2				86.2	8	10.8			運転手が掘削のイメージができ、施工が容易に行えた。	
平均			144.8	6.5	22.3	568.1	13	43.7	従来と比べ、生産性が向上している。	
検証3	山地 治山	山腹工 法切工	【高所斜面掘削機がICT建設機械として対応していないため、調査対象外】							
検証4										
平均										
総平均			144.8	6.5	22.3	568.1	13	43.7		

注1:「検証1~4」は今回(令和4年度)ICT施工を実施した工事。

注2:「過去1~3」は比較検証するため、令和4年度以前に従来施工による工事。

ため、調査対象外としました。

(4) 3次元出来形管理等の施工管理の作業性等

従来平均に比べ、溪間工は作業日数及び作業人数は約5割減り、山腹工は、作業日数は約3割、

表6 3次元出来形管理等の施工管理の検証

NO	対象 工種	工種 細分	従来(延べ)		ICT従来(延べ)		感想	備考
			日数	人数	日数	人数		
過去1	山地 治山	溪間工 掘削工	4	10				
過去2			4	10				
過去3			4	10				
検証1			4	10	2	3	従来は計測に時間を要するが、ICTは面で管理するため、従来に比べて容易。	
検証2			3	6	2	2	"	
平均			3.8	9.2	2	2.5	従来と比べ、生産性が向上している。	
検証3	山地 治山	山腹工 法切工	3	3	2	2	従来は安全に留意して測定箇所に行く必要があるが、ICTでは危険な箇所に行くことなく現地状況を把握可能。	
検証4			3	4	2	2	"	
平均			3	3.5	2	2	従来と比べ、安全性と生産性が向上している。	
総平均			3.6	7.6	2	2.3		

注1:「検証1~4」は今回(令和4年度)ICT施工を実施した工事。

注2:「過去1~3」は比較検証するため、令和4年度以前に従来施工による工事。

作業人数は約4割減る結果になりました。また、受注者から「危険な場所での計測作業がなくなることで、安全面への貢献が大きい」との意見が出されました（表6）。

（5）出来形管理データ納品

溪間工及び山腹工ともに、従来とICTで概ね変わらない結果になりました。受注者から「ICTデータ納品の作業に慣れておらず、時間を要した」との意見が出されました（表7）。

また、電子納品することにより、紙での提出が不要になり、カーボンニュートラルなどにつながるものと考えられます。

表7 出来形管理データ納品の検証項目

NO	対象 工種	工種 細分	従来(延べ)		ICT(延べ)		感想	備考
			日数	人数	日数	人数		
過去1	山地 治山	溪間工 掘削工	5	5				
過去2			5	5				
過去3			4	6				
検証1			5	5	5	5	委託業者指導のもと自社で実施し時間を要した。今後は、慣れれば時間を短縮できると感じた。	
検証2			5	5	5	5	〃	
平均			4.8	5.2	5	5	従来とICTは変わらない。ICTの習熟が必要。	
検証3			山地 治山	山腹工 法切工	5	5	5	5
検証4	2	4			4	4	委託業者指導のもと自社で実施し時間を要した。	
平均	3.5	4.5			4.5	4.5	従来とICTは変わらない。ICTの習熟が必要。	
総平均	4.4	5			4.8	4.8		

注1：「検証1～4」は今回(令和4年度)ICT施工を実施した工事。

注2：「過去1～3」は比較検証するため、令和4年度以前に従来施工による工事。

（6）受注者・発注者からの意見

四国森林管理局治山課及び森林整備課で実施した「発注者と受注者向けのICT活用調査」で出された意見と今回、活用しながら受注者に聞き取った意見を（表8）にまとめました。

表8 受注者・発注者からの意見

【受注者】現場技術者等	【発注者】監督職員等
<ul style="list-style-type: none"> ・少ない人員でも施工や管理が可能となった。 ・危険な場所へ行く必要がなくなる。 ・高額な導入費用がかかる。 ・ICT施工技術の理解と習熟に時間を要する。 ・工事規模や通信環境に左右されることから、現場毎に適したICTを選ぶことが重要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・起工測量など3D成果で確認でき、任意の地形線が取得可能。 ・3次元出来形管理図やICT端末により出来形が確認でき、作業が容易となった。 ・ICT施工技術の理解に時間が必要と感じた。 ・森林土木事業の事業環境に適した実施要領等の整備が必要と感じた。

4. 考察

取組の結果より、ICT施工のメリット・デメリットが判明しました。

【数値に表れるメリット】

- ・起工測量・出来形計測の地形計測における労力削減効果が大きい。
- ・ICT建設機械による施工における生産性の向上が大きい。

【数値に表れないメリット】

- ・熟練した重機オペレーターを必要としない。
- ・危険な箇所での作業がなくなり安全性が向上する。

【デメリット】

- ・ICT導入時に高額な費用が発生するため、受注者が活用をためらう。
- ・ICT施工技術の理解と習熟に時間を必要とする。

今後、活用が進めば、おのずと技術者等のICT施工技術の理解と習熟が向上し、ICT機器も普及することから、費用対効果も改善していくと考えられます。

ICT活用は始まったばかりですが、今後も試行的な活用を通してデータの収集などを進めながら、活用によるメリット、デメリットや費用対効果を見える化し、受注者・発注者で共有することが、ICT施工の推進につながると考えます。

結びに、ICTは事業の担い手不足等を解消するツールの1つであることから、単にICTの活用率をあげるのではなく、活用することで事業の生産性等を向上させることを目指した、森林土木工事での取組を進めてまいります。

5 引用・参考文献

- (1) 持続可能な建設業に向けた環境整備検討会“第1回検討会（令和4年8月3日）配布資料”
国土交通省

最近の建設業を巡る状況について

https://www.mlit.go.jp/tochi_fudousan_kensetsugyo/const/content/001493958.pdf

- (2) 中央建設業審議会、第25回基本問題小委員会（令和5年5月22日）配付資料、国土交通省
建設業を巡る現状と課題

<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001610913.pdf>