

行政情報

国土技術政策総合研究所における ICT 活用工事実現に向けた近年の取り組み

小塚 清

国土交通省においては、平成 27 年度より、i-Construction の一環として、土工を皮切りに、工事の出来形管理・監督検査へ ICT を活用する取組みを進めている。以来、ICT 活用工事の工種拡大を行うとともに、実際の適用工事の事例に基づく基準類の改善を進めているところである。

同時に、ICT 活用工事の普及進展と相まって、民間レベルを中心に、ICT を活用した計測技術の開発や施工ノウハウの蓄積が急速に進められている。これらの最新の計測技術や施工ノウハウなどを公共工事の基準類へ適時適切に反映できるよう、令和元年度より、新たに ICT の活用に関する「民間等の要望を踏まえた基準の策定・改定」を進めているところである。国土技術政策総合研究所では、上記の提案に基づき、実現場での適用性検証を実施し、その結果に基づき、汎用性も考慮しつつ、出来形管理等の基準類の案を作成している。

本稿においては、その一部である「ICT を活用した生産性の向上」やその深化に向けた当研究所の取組み状況等を中心に紹介する。

キーワード：i-Construction, 3次元設計データ, 点群データ, 出来形管理

1. はじめに

我が国において生産年齢人口が減少することが予想されている状況下において、経済成長を続けるためには、生産性向上は避けられない課題である。国土交通省においては、建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取組みである i-Construction を進めることとされた。調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて抜本的に生産性を向上させることにより、建設現場における一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善し建設現場に携わる人の賃金の水準の向上や安全性の確保を図ることが狙いである。本稿では、i-Construction のトップランナー施策とされる「ICT 活用工事」、「コンクリート工の規格の標準化」、「施工時期の標準化」のうち、「ICT 活用工事」に関し、国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という）として進めてきた近年の研究成果の概要及び今後の取り組みを紹介する。

2. i-Construction に関するこれまでの研究成果

(1) ICT 活用工事の工種拡大へ対応した出来形管理要領等の技術基準案の作成

既に相当程度 ICT 活用工事が普及してきた UAV

土工のほか、レーザースキャナ等により取得する点群データや、ICT 建設機械の施工履歴（刃先位置）等、面的に取得したデータを出来形管理に活用出来るよう、ICT 活用工事の「3次元起工測量、3次元設計データ、情報化施工、3次元出来形測量、出来形管理・検査」それぞれのプロセスにおいて、具体的な方法を要領として新たに整理する取り組みを実施している。その中で、従来の管理断面による基準値と同等の工事成果が得られるよう、面管理に必要な出来形管理規格値の案を新たに設定した。

令和元年度までに、実際の工事現場において、先進的に情報化施工が取り組まれている舗装工事、河川浚渫工事、地盤改良工（浅層、中層混合処理）、法面工（吹付工）を対象に追加した。令和 2 年度には、新たに地盤改良工（深層）、法面工（吹付法砕工）、舗装修繕工へ対象を拡大した。

(2) 民間レベルにおける新たな開発技術が実際の工事現場へ実用化可能となるような出来形管理要領等の技術基準案の作成

ICT 活用工事の普及に伴い、民間レベルにおいて、自己位置特定可能な UAV、移動体搭載型レーザースキャナ、レーザースキャナ搭載型の UAV、望遠鏡が搭載されていないトータルステーションなどが、新たに商

平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度 (予定)
ICT土工					
	ICT舗装工 (平成29年度:アスファルト舗装、平成30年度コンクリート舗装)				
	ICT浚渫工 (港湾)				
		ICT浚渫工 (河川)			
			ICT地盤改良工 (浅層・中層混合処理)		
			ICT法面工 (吹付工)		
			ICT付帯構造物設置工		
				ICT地盤改良工 (深層)	
				ICT法面工 (吹付法砕工)	
				ICT舗装工 (修繕工)	
				ICT基礎工・ブロック据付工 (港湾)	
				ICT構造物工	
				ICT路盤工	
				ICT海上地盤改良工 (床掘工・置換工)	
				民間等の要望も踏まえ 更なる工種拡大	

図一 ICT 活用工事の適用工種の推移

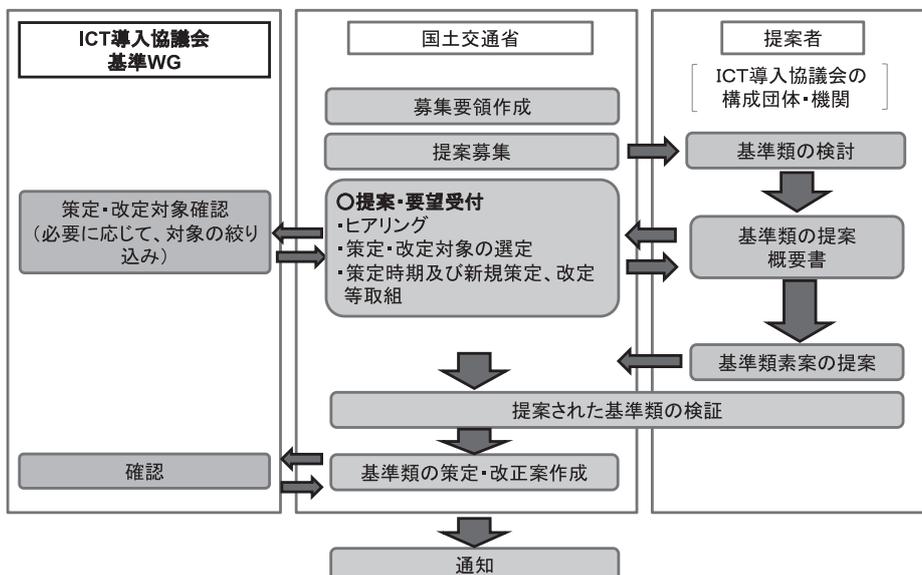
品化されるとともに、計測精度の向上、計測時間の短縮などの技術開発が進められているところである。これらの技術のうち、出来形管理において要求される精度へ対応可能なものについて、計測機器メーカー等から情報収集の上、実際の工事現場で円滑に出来形管理が実施できるよう、出来形管理要領の案を作成している。

(3) 民間等の提案に基づく出来形等に関する基準類案の作成

ICTの活用については、公共工事に用いられる工種が多種にわたること、また、近年民間レベルでのICTの進展が非常に早いことを踏まえ、国土交通省

において、(2)の取り組みと連動しつつ、令和元年度より、「民間等の要望を踏まえた基準の策定・改定」の取り組みを開始した。この取り組みを活用した提案から基準類策定に至るまでの流れを図一2に示す。

この取り組みの中で、国土交通省から、ICTを活用する立場にある関係団体に対し、基準類に関する提案を募集し、募集に応じ提出された提案に対し、提案者からのヒアリングを行い、提案の意図、根拠となるデータの有無及び効果について確認を行う。この結果を踏まえ、ICT導入協議会において、提出された提案に対し、基準類の策定・改定の対象とする提案の選定、提案を踏まえた基準類の策定期等を決定の上、



図一2 「民間等の要望を踏まえた基準の策定・改定」の流れ

基準類策定のために必要な現場検証等を経て、新規策定、改定等に至るという仕組みとなっている。

国土技術政策総合研究所においては、提案者からのヒアリングを通し、提案技術の有効性、提案者のニーズ、提案による生産性向上効果等を把握した上で、基準化に向けた優先順位の提案を行うとともに、基準化

に必要な提案内容・提供データの裏付けに必要な情報の収集を行っている。また、新たな面管理等規格値の設定が必要な場合等には、実際の工事現場等においてデータ収集を行った上で、基準案へ反映しているところである。現段階における提案（R1・R2年度提案）の概要及び、基準化に向けた対応方針・結果を表―1に示す。

表―1 民間提案（R1・R2年度）を踏まえた基準化の方針・結果（出来形・出来高に関するもの）

○令和元年度に基準類への反映が実現したもの

適用 ICT	適用工種等	提案区分	提案団体	提案の概要	対応
無人航空機を活用した空中写真測量	土工	カイゼン	JCMA	●標定点の設置を緩和する提案 ① RTK 搭載型 UAV による削減提案 ② UAV 写真計測時、GNSS 搭載型標定点の活用による削減提案	●要領（案）の追記
			日建連		
地上移動体搭載型レーザースキャナー	土工	カイゼン	日建連	●重機搭載レーザー計測システムの適用を可能とする土工の出来形管理要領の提案	●要領（案）への追記
	舗装工（修繕工）	適用拡大	道建協	●舗装工（修繕工）において、TLS や TS（ノンプリ）の他、MMS の利用可能性も考慮する要望	●策定する要領により対応
地上移動体搭載ステレオ写真測量	土工	カイゼン	JCMA	●スマートフォンによる動画データ等から点群を生成し、土工の出来高管理を行う技術への対応提案	●要領（案）への追記
TS（ノンプリ）測量	構造物（トンネル）	適用拡大	日建連	●TS（ノンプリ）を用いて計測した三次元座標を、構造物の計測に適用を拡大する提案	●出来形計測要領測定対象の拡大

○令和2年度以降に基準類への反映を予定しているもの

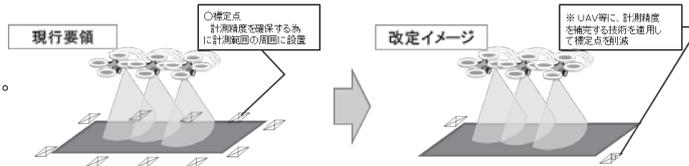
適用 ICT	適用工種等	提案区分	提案年度	提案団体	提案の概要	対応方針
建設機械の施工装置位置履歴（ブル・バックホウ）	土工（切土）	カイゼン	R1	日建連	ICT 建設機械の作業装置（刃先）の「施工履歴データ」を、出来形管理データとして活用する提案	A
			R1	全建協		
			R1	JCMA		
	土工（盛土）	R2	日建連			
建設機械の施工装置位置履歴（バックホウ）	土工	適用拡大	R1	JCMA	任意の点を作業装置（刃先）の三次元座標を用いて計測、出来形管理等への適用拡大を提案	
建設機械の施工装置位置履歴（ローラ）	土工	適用拡大	R1	日建連	路体あるいは路床において、振動ローラの稼働軌跡データを、当該路体・路床の出来形データとする提案	C
空中写真測量（無人航空機）	法枠工	カイゼン	R2	JCMA	斜面（法面等）に対して UAV 搭載カメラを正対させて撮影する手法を認める	A
	土工	カイゼン	R2	日建連	平面に対して UAV 搭載カメラを斜めに設置する撮影手法を認める	B
空中写真測量（無人航空機）	護岸工・構造物工	適用拡大	R2	日建連	構造物の出来形（寸法）管理に UAV 写真の適用を認める	A
			R2	全建協		
地上設置型レーザースキャナー	構造物（橋梁下部工等）	適用拡大	R2	JCMA	将来的な要望として、構造物の面管理基準を新設し、UAV 写真等の適用を認める寸法管理が行われている、各種現場打構造物を、TLS で計測した点群データで出来形管理。点群データ納品により写真管理省略。	A
空中写真測量（無人航空機）	土工	カイゼン	R1	JCMA	UAV 写真計測時、使用するカメラのレンズにより、UAV 写真撮影時の縦断・横断ラップ率を緩和する	B
空中写真測量（無人航空機）	舗装工	適用拡大	R1	日建連	舗装の出来形（面管理）に UAV 写真の適用を認める	B
			R2	道建協		
無人航空機搭載型レーザースキャナー	土工	カイゼン	R2	日建連	UAV レーザーには 2 周波 GNSS を搭載することが基準で定められているが、GNSS を搭載していない機体であっても、SLAM 機能を持つ UAV を許容する	B
地上設置型レーザースキャナー	トンネル	適用拡大	R2	日建連	地上設置型レーザースキャナーの、トンネル覆工の出来形（幅・基準高）の断面管理への適用を認める	B
地上移動体搭載型レーザースキャナー	トンネル	適用拡大	R1 R2	日建連	地上移動体搭載型レーザースキャナーで、トンネル覆工の厚さを面的に管理する	C
空中写真測量（無人航空機）	コンクリートダム	適用拡大	R2	日建連	コンクリートダムで打設するコンクリート数量の算出に用いる、岩着部分の形状を空中写真測量（無人航空機）で実施することを認める	対応済

注）対応方針

- A：R2 年度対応（提案技術に実用性が認められると同時に、要領化に必要なバックデータの蓄積が満たされている。あるいは業界ニーズが高いため R2 年度から検討に着手するもの）
- B：R3 年度以降対応（提案技術に実用性が認められるものの、今後要領化に必要なバックデータや現場実績の蓄積が必要）
- C：R3 年度以降対応（技術が開発段階あるいは検証途上であり、今後実用性等の確認が必要）

■改定の概要（空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案））

UAVの自己位置を高精度に把握する技術を導入した場合、地上標定点の設置を任意とし、検証点における精度確認のみとする。



■改定の効果

- 空中写真測量実施時における省力化
- ・100m以内の間隔で配置している標定点の縮減または省略
- ・標定点の3次元座標計測作業の削減

■技術概要

自己位置を高精度に計測できるUAVを利用する事によって、写真測量SfM解析に用いる撮影位置を高精度に確定し、解析精度の向上を実現する技術

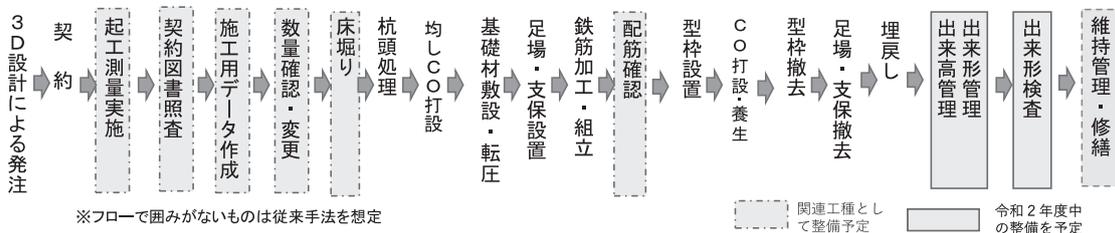
■構成機器(例)

- ・無人航空機
- ・自己位置測定装置(RTK、VRS、PPK、プリズム)

○自己位置の計測可能なUAV (例)



図-3 「民間等の要望を踏まえた基準の策定・改定」の代表例（UAVの自己位置を高精度に把握する技術を用いた要領の改定）



<p>○3D測量データと3D設計データによる施工計画</p> <p>3D測量による現況データ BIM/CIMによる3D構造物設計</p> <p>効率化及び緻密化</p>	<p>○ICT建設機械による3Dデータを用いた構造物の施工管理</p> <p>ドローン、TLS、TS等のICTをもちいて形状取得が可能</p> <p>施工段階毎の記録実施 ヒートマップで施工の進捗も表示可能</p> <p>出来形計測の効率化を検討</p>	<p>○検査の省力化</p> <p>3次元測量を活用し出来形検査の効率化を実現。</p> <p>ステレオカメラによる遠隔からの配筋検査</p> <p>システムによる撮影で鉄筋間隔、鉄筋径の確認が可能 クラウドを活用することで検査結果を遠隔からリアルタイムに確認</p> <p>PC上で寸法計測</p>	<p>○メンテナンスへの3Dデータ活用</p> <p>維持管理に必要なデータをICT技術を活用し取得 図面や初期形状との曲面の合致度やそこからのゆがみ量、軸線の合致度、下部構造の安定性を評価（沈下、傾斜、側方移動など）</p> <p>周辺地形の変化 法面の崩落等 3Dモデルとの面方向の差をヒートマップ化 局所的な地盤沈下</p> <p>橋脚周辺部を含めた点群データの取得</p>
---	--	---	---

図-4 ICT 構造物工の概要

また、民間提案に基づく基準類改定の代表例として、UAVの自己位置を高精度に把握する技術を用いた出来形管理要領（土工編）の改定の概要を、図-3に示す。

3. ICT 活用工事に関する今後の取り組み

令和2年8月に開催されたICT導入協議会において、国土交通省として、「ICTの全面的な活用を推進する取組み」として今後以下を推進することとされた。

- ICT施工のさらなる工種拡大（ICT 構造物工、ICT 路盤工、ICT 海上地盤改良工）
- （図-4に、ICT 構造物工の例を示す）

- 民間等の要望を踏まえた基準の策定・改定（第2章に記述）

これらの取り組みを実現するため、試行現場における計測データの収集分析、関係者へのヒアリング等を引き続き進めていく予定である。

同時に、現行要領の課題や新たな技術についての情報収集を引き続き進め、要領案の作成、改善を図るとともに、生産性向上に資するノウハウの蓄積を進める予定である。

J[CMA]

[筆者紹介]
小塚 清 (こづか きよし)
国土交通省 国土技術政策総合研究所
社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室
主任研究官