

小型ICT建設機械の刃先位置計測機能を用いた 効率的な出来形管理手法の構築について

尾楠 雅樹¹・船曳 誠二²

¹近畿地方整備局 和歌山河川国道事務所（〒640-8227和歌山県和歌山市西汀丁16）

²近畿地方整備局 近畿技術事務所 技術活用・人材育成課（〒573-0166大阪府枚方市山田池北町11-1）

小規模土工において小型ICT建設機械の活用により丁張レス施工が可能となるほか、施工中の確認作業等が減少し、現場の施工効率を上げることが可能となり、小型ICT建機の刃先に位置計測機能を持たせることで、別途計測機器を用いることなく出来形管理が実施できることにより、施工効率を上げることが可能となり、安全な施工にもつながる。

今回、刃先に位置計測機能を持たせた建設機械による現場試行調査を行い現場適用性について確認を行い、全国運用に向けた出来形管理試行要領（案）を作成した。

キーワード 生産性向上、ICT施工、小規模土工、ICT建機、ICT出来形管理、刃先位置計測

1. はじめに

(1) ICT施工を取り巻く現状（小規模工事への拡大）

国土交通省では、生産性向上に向けたプロジェクトの一つとして、「ICT技術の全面的な活用」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す「i-Construction(アイ・コンストラクション)」を平成28年度から推進している。ICT施工については、直轄工事で対象になり得る工事のうち約8割で実施され、その効果については、延べ作業時間が約3割縮減するなどの効果が現れている。しかし、地方自治体におけるICT施工の実施率は約3割弱にとどまっている。

一方、全体の対象工事件数では、直轄工事が2割で、地方自治体が8割を占めており、中小企業へのICT施工の普及拡大が建設業における生産性向上の課題となっている。中小の建設業者が施工する現場は比較的小規模な現場が多いため、小規模な現場に対応したICT施工の導入が求められている。

(2) 小規模工事へのICT施工への拡大

国土交通省では小規模工事へのICT施工の拡大に向け、令和4年3月に「ICT土工（小規模施工1,000m³未満）・床掘工・小規模土工・法面整形工」¹⁾において、都市部や市街地などの狭小現場でも小型のマシンガイダンス（MG）技術搭載バックホウを使うことでICT施工が可能とするICT実施要領等を策定している。図-1にイメージ

を示す。ICT小規模工事においては小型ICT建機を活用しICT施工することにより、丁張作業を行うことなく作業が行えるため土工作业全体の迅速化、現場の補助員削減による安全性の向上等が期待できる。

現在の実施要領等の出来形管理では、衛星測位（RTK-GNSS）やトータルステーション（TS）等を活用した断面管理を標準とし、施工履歴データを用いた点群計測や市販のモバイル端末を活用した面管理も活用可能である。



図-1 ICT 土工（小規模施工）（イメージ）¹⁾

小型ICT建設機械の刃先位置計測機能を用いた出来形計測が実施可能となれば、出来形計測用機器を別途用意することが不要となる他、MG を用いた施工と同時に出来形計測を終了させることができるようになるため、より効率を上げる事が期待できる。

近畿技術事務所では、地方自治体の工事を含めた小規模工事へICT施工を導入・活用しやすくし、更なる施工効率の向上と普及を目指すことを目的として、小型建設機械への後付ICT機器における刃先位置計測機能（施工履歴データ）を活用した出来形管理手法の確立にむけて2022(令和4)年度から取り組んでおり、その取組について報告する。図-2にイメージを示す。

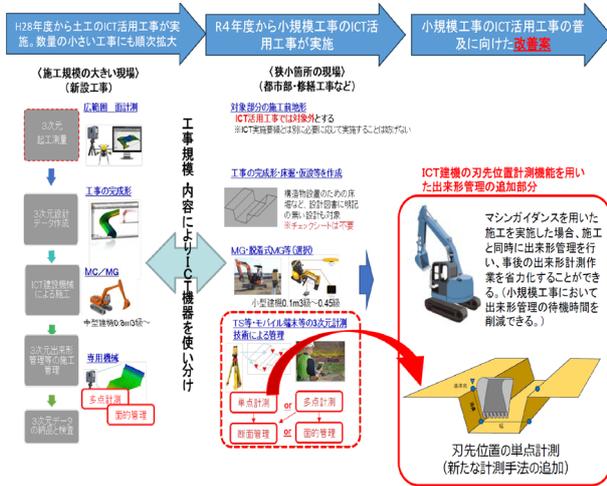


図-2 ICT 建機の刃先位置計測機能を用いた出来形管理手法 (イメージ)

2. ICT建機の刃先位置計測機能を用いた出来形管理手法の検討

(1) 小型ICT建機への後付マシンガイダンスの実態調査

小規模工事で利用される建設機械の多くは狭隘な現場で利用されることが多いことや、側溝設置の床掘りなどの細かな作業に利用されることが多いことから、山積み0.25m3以下の小型建機（BH）が利用されることが多いが、ICTを標準装備として販売されることがほとんどないのが実態である。一方、ICT活用工事の普及と小規模工事への適用拡大の動きに合わせて、近年、後付けタイプのマシンガイダンス（MG）が発売、レンタルできる環境が整備されつつある。

2022年（2022年）10月時点、主なシステムは図-3の3種類で、刃先の計測機能を調査した。結果は表1に示す。



左から MG_A(自動追尾式TS)、MG_B (RTK-GNSS(基準局あり))、MG_C (RTK-GNSS (VRS方式))

図-3 後付けマシンガイダンスの種類(システムイメージ)

表 1 後付けMGにおける刃先計測機能

システム	変化点計測	連続計測
(1) MG A (自動追尾式TS)	○	×
(2) MG B (RTK-GNSS(基準局あり))	○	○
(3) MG C (RTK-GNSS(VRS方式)、ネットワーク通信をベースにしたシステム)	○	○

変化点計測：操作を止めた状態で刃先の位置を計測・記録する機能

連続計測：操作中の刃先位置を一定（時間・距離）間隔で連続的に計測する機能

(2) 小型ICT建機の後付マシンガイダンスによる施工履歴データを用いた出来形管理手法の適用性の検討

ICT 活用工事の出来形管理手法は「3 次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（以下、既要領(案)）」に規定されており、土工および河川浚渫工事で、ICT 建設機械（掘削はバックホウ、盛土はブルドーザおよびローラ）を用いた施工履歴データによる出来形計測による面的管理が認められている。施工履歴データを用いた出来形管理手法（面管理）では、通常の MG や MC の機能に加えて、ICT 建設機械の稼働中の刃先データを連続的に計測し取得するシステムと計測後の点群処理用の専用アプリケーションを用い出来形点群データを抽出する面管理と、TS 等光波方式を用いた 1 日の施工範囲に対して 3 箇所の出形計測との両方を実施することになっており、施工規模が大きく多くの労力と経費を要する大規模な土工工事で適用されている。

既要領（案）における施工履歴を用いた出来形管理の対象工種は、土工（掘削、法面整形、盛土）であることから、「小規模工事への適用も可能」である。

なお、小規模工事へ適用する上での課題・留意点は、以下の事項である。

a) 小規模工事の対象範囲の検討

小規模施工においては、側溝工や構造物の床掘りや埋戻し作業が頻繁に行われることから、今回の小規模工事の対象範囲（対象工種）は、「ICT 活用工事における小規模施工（土工 1,000m3 未満）における土工、床掘工、小規模土工（埋戻し工等）・法面整形」とする。

小規模工事の対象範囲は、図-1 のとおりである。

b) 小型施工の施工実態に沿った出来形計測方法の検討

小規模工事では床掘りなどの構造物の設置に伴う土工が多いことから日当たりの施工量も少なく、掘削作業では検測を繰り返しているため、検測と実際の出来形管理（従来の断面管理では、数か所程度）が同程度の作業となることから、現在の手法（連続的な計測）ではほとんどメリットがない。

小規模施工では、「掘削後に刃先を土工面において静止した状態で計測（単点計測）」することで、計測位置と計測精度の安定と向上を図る方法とする。

c) 小型ICT建機（小型バックホウ）における施工履歴の取得精度に関する検討

既要領は 0.8m3 級や 0.45 級のバックホウを用いたシ

システムにおける施工履歴の取得精度を検証して策定されており、機械の揺れや刃先の動きが激しい小型建設機械の施工履歴精度について検証がなされていない。

小規模工事の出来形管理に利用できる取得精度が可能かできるのか検証しておく必要があり、刃先を静止させた状態での出来形計測精度について確認する。

(3) 小型ICT建機の施工履歴データを用いた出来形管理手法のコンセプト

上記の検討結果から、小規模工事に対応した施工履歴を用いた出来形管理手法のコンセプトを以下のとおり設定した。

- 基本的には、刃先を静止させた状態で出来形計測（単点計測）を行う。
 - 刃先は、従来の断面管理における計測と同様に、幅、長さ、高さの計測箇所とし、長さや幅は2点座標間距離から計測後に計算で求める。
 - 出来形計測の頻度は、刃先の計測精度が TS 等と同等である場合は、従来の断面管理の計測頻度とする。TS 等に比べて劣る（面的管理に利用する場合と同等以上であることが条件）場合は、計測断面数を作業を阻害しない範囲で増やす。
- 又、本コンセプトのメリットは、以下のとおりである。
- 施工履歴とは別に TS 等により 3 箇所以上（1 日の施工範囲当たり）の計測が不要。（TS 機器が不要。）
 - 刃先を連続的に取得するシステムの別途手配が不要。
 - 点群処理に専用のアプリケーションが不要。

本コンセプトの実現に向けて検証が必要な事項は以下のとおりである。

- 静止状態による刃先計測（単点計測）が小規模工事の作業を阻害していないかどうかの検証
 - 静止状態による計測精度の検証
- 本コンセプトについて、図-4 に示す。

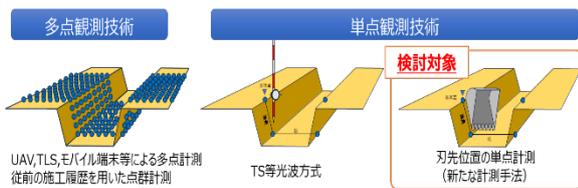


図4 小型 ICT 建機の刃先位置の施工履歴データを用いた出来形管理手法のコンセプト

3. 小規模施工を想定した小型ICT建機による出来形管理手法の適用性の検証

(1) 近畿技術事務所での検証状況

本手法の実現性に向け、近畿インフラDX推進センター（近畿技術事務所）構内の小規模工事のU型側溝の敷設に伴う掘削工事を想定した検証フィールドで検証を実施

した。検証フィールド概要を図5に示す。

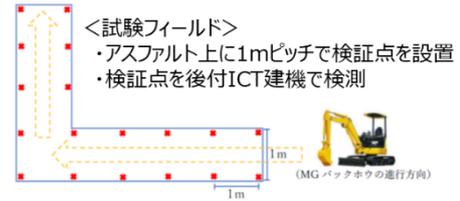


図-5 検証フィールド概要（近畿技術事務所構内）

本検証では、表-1 の3機種（山積 0.25m3以下）MG バックホウ（TS 方式、RTK-GNSS（基準局あり）、RTK-GNSS（VRS 方式））を検証対象とし、従来施工（丁張りの準備、丁張り設置時間、施工、出来形計測）と MG バックホウを用いた施工（3D データ作成、施工、刃先を利用した出来形計測）との比較を行った。
(2) 刃先位置計測機能を用いた出来形管理手法検証結果

a) 計測精度の検証結果

MG3機種について、1機種につき18箇所の検証点の差分を、TSによる真値とMGの刃先データで取得した座標値を比較した。3機種の計測精度の検証結果を表2に示す。精度検証の結果、どの機種も適正なキャリブレーションを実施することで、計測差は±50mm(±0.05m)以内を満足できる。

表 2 3 機種の計測精度の検証結果

	MG_A			MG_B			MG_C		
	差分 (刃先-TS)			差分 (刃先-TS)			差分 (刃先-TS)		
	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ
①平均値	0.019	0.012	-0.017	0.003	0.006	0.005	0.025	0.008	-0.009
②標準偏差の2倍	0.021	0.020	0.007	0.017	0.015	0.016	0.019	0.024	0.011
①+②	0.040	0.032	0.024	0.020	0.020	0.021	0.044	0.033	0.020

b) 作業性の検証結果

作業性について、従来施工と刃先位置計測機能を用いた出来形管理手法（3機種MG）を実施し、施工管理に要する人工数・作業時間について比較した。従来施工と3機種の施工の作業性比較グラフを図6に示す。

比較した結果、いずれも、計測作業について、従来施工の出来形計測に対し、MGの刃先データを用いた出来形計測の方が2割程度の計測時間の削減が期待できる。準備作業についても、MGの準備時間が従来の丁張り時間に対しておよそ半分程度になっている。

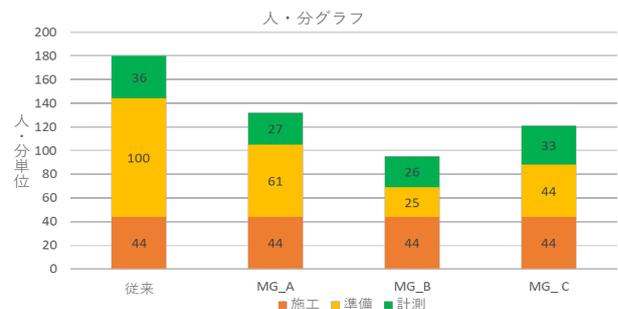


図6 作業性比較グラフ

4. ICT建機の刃先データを用いた出来形管理要領（試行案）の作成

(1) 刃先データを用いた出来形管理要領への反映事項

検証結果を踏まえ、小規模施工における刃先データを用いた出来形管理要領（試行案）への反映事項を以下にまとめた。

a) 刃先の計測精度への要求事項

既存のICT活用工事における小規模施工においては、断面管理が基本事項となっており、断面管理で求められる幅や長さ、高さの3次元座標データとしては±50mm以内（検証点において）が原則となっている。本検証においても、刃先の精度検証結果から、TS等を基準としてばらつき（平均値に標準偏差の2倍）を含めても、±50mm以内を満足していることから断面管理への適用が可能であると考えられるため、従来の規格値を採用した。

その要求精度の確認方法として、MGバックホウを用いた刃先データの精度確認実施手順(案)を作成した。

b) 出来形管理方法

小規模施工においては、後付けのMGの利用が多い、狭隘な場所での施工も多いと考えられる。また、小規模施工での普及に向けて導入費用を軽減するため、作業中の刃先の連続データの取得機能および点群処理ソフトウェアは必須とせず、全てのMGで機能として装備している静止段階における刃先データの記録機能を利用する。このため、面的な管理ではなく、断面管理（座標から幅や長さ、高さを求める）手法を標準とする。

c) 出来形計測基準（頻度）

既存のICT活用工事における小規模施工においては、断面管理が基本事項となっており、出来形管理基準は従来手法と同様である。

一方、床掘などの現場では、出来形管理基準に定められた頻度以上に仕上がりを確認（検測）しながら施工を行っている実態である。さらに、3章(3)(b)作業性の検証結果で、作業時間の削減効果も期待できることから、従来の検測作業と同程度であれば施工性を阻害しないと考えられる。

(2) 刃先データを用いた出来形管理要領（試行案）の作成

刃先データを用いた出来形管理要領（試行案）を整理、作成した図7に示す。

土工(1,000³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工・ICT建機の刃先データを用いた出来形管理要領(試行案)目次

第1編 土工(1,000 ³ 未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工・ICT建機の刃先データを用いた出来形管理要領(試行案)	1-1
第1章 本要領(案)の目的と適用範囲	1-1-1
第2章 適用の範囲	1-1-2
第3章 3次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実務事項	1-1-3
第3-1節 施工計測費	1-1-3-1
第3-2節 作業時間の削減	1-1-3-2
第3-3節 工事制約(取付測点) (断面管理の場合)	1-1-3-3
第4章 3次元設計データ (断面管理の場合)	1-1-4
4-1-1 3次元設計データ作成システム	1-1-4-1
4-1-2 3次元設計データの作成	1-1-4-2
4-1-3 3次元設計データの確認	1-1-4-3
4-1-4 3次元設計データの更新	1-1-4-4
第5章 出来形管理 (断面管理の場合)	1-1-5
5-1-1 出来形管理確認ソフトウェア	1-1-5-1
5-1-2 出来形管理	1-1-5-2
5-1-3 出来形管理手順	1-1-5-3
5-1-4 出来形管理データの作成	1-1-5-4

図7 出来形管理要領（試行案）（一部抜粋）

5. ICT建機の刃先データを用いた出来形管理要領（試行案）を用いたフォローアップ調査

2022年（令和4年）度作成した「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」における小型ICT建設機械（バックホウ）の刃先位置計測機能を用いた出来形管理手法（2022年度作成出来形管理要領（試行案））の現地適用性を確認するため、2023年（令和5年）度に試行案を適用した施工現場（5件）を対象にフォローアップ調査を実施し要領等の適用性と効果を検証した。

検証内容は、計測精度と作業性とし、図8にイメージを示す。また、施工現場の検証状況を図9に示す。

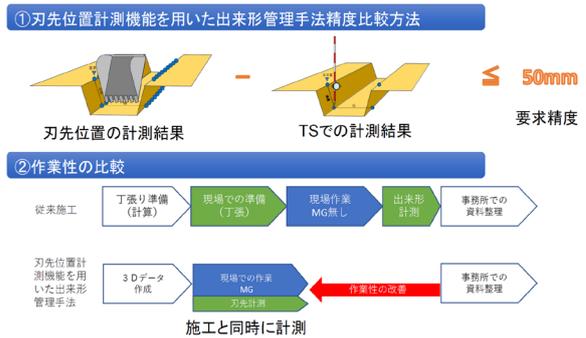


図8 試行案の検証内容（イメージ）



図9 施工現場の検証状況（試行案）

(1) 計測精度の検証結果

刃先計測箇所をTSで計測し、TSでの計測結果を真値として平面（X、Y）鉛直（Z）それぞれ比較した結果、真値との差が計測要求精度の±50mmを超える箇所が散見された。

計測精度の検証結果一覧を表3に示す。

表3 計測精度の検証結果一覧

記号	現場の作業種別	計測タイプ	データ数	X		Y		Z	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
A	歩道部路床・U字溝床掘	自動追尾TS	N=56	44mm	36mm	76mm	51mm	12mm	9mm
B	道路改良（路床置換え）	GNSS	N=24	21mm	16mm	27mm	24mm	48mm	32mm
C	宅地基礎掘削工	自動追尾TS	N=160	15mm	15mm	24mm	18mm	14mm	10mm
D	側溝工床掘	GNSS	N=144	94mm	24mm	83mm	21mm	11mm	23mm
E	擁壁工床掘り	自動追尾TS	N=33	126mm	68mm	56mm	59mm	8mm	5mm

(2) 計測精度検証の結果を受けた課題と対応

(1)の検証結果から、結果から、計測精度に関する課題・原因を整理し、改善案を検討した。作業現場での計測精度が低下する原因は次の状況が影響していることが判明した。

- i) ICT建設機械の姿勢やアームやブームの位置
- ii) 作業エリアのGNSSの受信状況
- iii) 施工中のブームのスイング軸等のずれ

2022年（令和4年）度作成した要領（試行案）の精度確認試験実施手順書では、の精度確認試験実施手順書では、i)～iii) についての留意点等の記載がなく、作業時の精度を担保する条件が不足していたと考えられる。刃先計測精度の低下原因が精度確認試験手順で改善される可能性が高いため、計測精度確認試験実施手順の改定を行った。これらの改定内容は次のとおりである。

- i) 事前精度確認時に、ブーム・アーム・バケットの最大伸長・中間・最大縮小時で±50mm以内を確認する項目を追加
- ii) GNSSを利用する場合は、事前精度確認に加えて、作業範囲内で安定したGNSSの受信が可能であることを確認する留意点を追加
- iii) スイング等機構を有するバックホウでは、作業中に軸が動かないように留意することを追加

(3) 計測精度確認試験実施手順の改定

上記(2)の課題に対応するため、刃先計測精度の低下原因が精度確認試験手順で改善される可能性が高いため、計測精度確認試験実施手順の改定を行った。

特にシステムのキャリブレーションが最も重要であり、事前精度確認の実施手順（改定）について説明する。図10に解説図、図11に3姿勢の状態を示す。

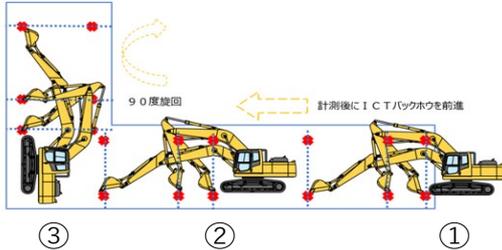


図10 事前精度確認の実施手法（改定） 解説図

- ①1 断面（2点以上）を3 姿勢で3 断面を計測する。
- ②計測後、ICT バックホウを前進させ、本体位置を変えた上で、同様に3 断面を計測する。
- ③次に、再び ICT バックホウを前進させたあと、90 度回転して同様に3 断面を計測する。

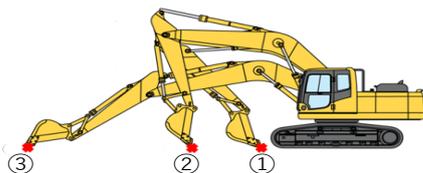


図11 事前精度確認の実施手法(改定) 3 姿勢の状態図

- ①ブーム、アームを最も縮めた状態。
- ②可動範囲の中間まで伸ばした状態。
- ③最も伸ばした状態。

(4) 改訂後の計測精度確認試験実施手順を用いたフォローアップ調査

改定後の精度確認試験実施手順を適用した施工現場（3件）を対象に追加フォローアップ調査を行った。施工場所を図12に、追加施工の追加計測精度の検証結果一覧を表4に示す。

結果として、すべての現場で要求精度を満たしたため、精度確認試験実施手順（改定案）の妥当性が確認された。従って、従来同様の出来形管理基準及び規格値を採用する。



図12 追加施工現場の検証状況（試行案）

表4 追加計測精度の検証結果一覧

記号	現場の作業種別	計測タイプ	データ数	X		Y		Z	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
F	掘削工	自動追尾TS	N=20	15mm	11mm	19mm	12mm	5mm	3mm
		GNSS	N=16	12mm	9mm	18mm	13mm	10mm	8mm
G	上水道の配水管埋設工事	自動追尾TS	N=48	20mm	13mm	11mm	8mm	9mm	7mm
H	コンクリートブロック積の床留工（土工）および仮設仮設	自動追尾TS	N=42	12mm	9mm	0mm	28mm	3mm	10mm

(5) 作業性の検証

ICT機器を用いた出来形管理手法を適用しフォローアップ調査を実施、作業性の比較を行った。作業性の検証結果一覧を表5に示す。

検証の結果、全ての現場で従来施工に比べ1～5割の人工（人・分）の省力化が実現されている。刃先計測は、常に1人工で作業が行え従来施工と比較して、作業人工を削減できたため人工時間の削減に繋がった。また、MGの導入による丁張り削減効果の影響が大きく、出来形計測員の確保、計測機材の確保が不要であることも確認できた。

今回の検証では、精度検証を兼ねているため実際の計測頻度より多くの断面を計測している。従来手法と同等の計測頻度とすることで更なる作業性向上が期待できる。

表5 作業性の検証結果一覧

記号※1	種別	種別	丁張り	施工	出来形計測	施工と刃先位置の計測	合計	削減率	備考※2
									(人・分)
A	L=65	従来	1:51	3:18	0:30		5:39		3断面
	自動追尾TS	刃先		2:12		0:48	3:00	47%	2断面
B	L=80	従来	0:46	7:08	0:24		8:18		3断面
	GNSS	刃先		6:32		0:22	6:54	17%	8断面
C	L=40	従来	1:48	1:09	0:10		3:07		3断面
	自動追尾TS	刃先		0:53		0:55	1:48	42%	2断面
D	L=40	従来	0:35	0:49	0:08		1:32		3断面
	GNSS	刃先		1:01		0:20	1:21	12%	1断面
E	L=10	従来	0:30	1:00	0:10		1:40		3断面
	自動追尾TS	刃先		0:35		0:10	0:45	55%	11断面
F	L=6	従来	2:02	2:02	0:36		4:38		6断面
	自動追尾TS	刃先		1:23		0:42	2:05	20%	6断面

※1：8現場のうち、従業員2名の比較は6現場で実施。
 ※2：通行には影響を軽減するためより多くの断面を計測したため。
 ※3：Fの現場は配水管埋設工のため丁張りはなし。

5. 全国運用に向け、刃先位置計測機能を用いた出来形管理試行要領（改訂版案）の策定

6. 刃先位置計測機能を用いた出来形管理試行要領（改訂版案）の普及に向けた今後の取組

(1) 刃先位置計測機能を用いた出来形管理要領試行（改訂案）への反映事項

検証結果を踏まえ、小規模施工における刃先データを用いた出来形管理要領（試行案）への反映事項を以下にまとめた。

a) 小規模の断面計測のツールとしてMGの刃先位置計測機能の活用手法

小規模の断面計測のツールとしてMGの刃先位置計測機能を活用する手法として下記の3項目を追加した。

- 刃先の事前精度確認実施手法（改定）を追加
出来形管理基準・頻度は従来から変更はなし
- 刃先精度の日々確認を追加
- 刃先精度を担保するための留意事項を追加
(作業範囲のGNSSの受信環境の確認)
(スイングアーム等の軸ずれの確認)

b) 計測精度

計測精度については、小規模土工の出来形管理（断面管理）の要求値となる±50mm以下を満足できたことから、従来同様の出来形管理基準及び規格値を採用する。

(2) 刃先位置計測機能を用いた出来形管理要領試行（改訂案）の策定

上記結果から、改定後の精度確認試験実施手順の妥当性が検証できたため、全国運用に向け下記の要領（案）を策定した。改定要領（案）等は図-14のとおりである。

- 「土工（1,000m3未満）・床掘工・小規模土工・法面整形工・ICT建機の刃先データを使った出来形管理（試行要領改訂版案）」の作成
- 「3次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工（1,000m3未満）・床掘工・小規模土工・法面整形工編）ICT建機の刃先計測機能対応版（試行要領改訂版案）」の作成

小規模工事へICT施工を導入・活用しやすくし、更なる施工効率の向上と普及を目指すことを目的に、刃先位置計測機能を用いた出来形管理試行要領（改訂版案）及び監督・検査要領（試行案）を策定した。併せて、本要領の解説動画、現場検証を元に事例集を作成した。

2024年（令和6年）度は全国運用に向け、本要領（改訂版案）を適用した現場実証を更に行い、本要領案を確立する。また、地方自治体や中小企業に対し、近畿地方整備局インフラDX推進センターで実施しているICT活用研修、自治体への説明等で事例集や解説動画を活用し、ICT普及促進に向け、要領案を広く展開していく。

7. まとめ

小型ICT建設機械の刃先位置計測機能を用いた効率的な出来形管理手法が構築できたことは、ICT活用が進んでいない地方自治体における中小規模工事での生産性向上に向け、省力化が大きく期待でき、中小規模工事へのICT施工を導入・活用への更なる期待もできる。

更に、近畿技術事務所では近畿地方整備局インフラDX推進センターでのインフラDX研修（ICT活用研修、BIM/CIM施工研修等）や講習会を通じて、地方自治体、中小企業を含め小型ICT建設機械による刃先計測技術の普及推進を進め、ICT活用を広く普及していくとともに、地域の建設業に向けてICT施工に炊けた人材育成にも力を注いでいく。

謝辞：本編を執筆するにあたり、現地適応性検証の現場を提供して頂いた国、府県、自治体の皆様にご心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1)国土交通省 HP

異動に伴う対応

本論文は、(前)近畿技術事務所 技術活用・人材育成課長 (2022.4-2024.3 在籍)に実施したものである。

<p>第1編 土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工・ICT建機の刃先データを使った出来形管理(試行要領改訂版案)</p> <p>第1章 本管理要領(案)に記載のない事項</p> <p>本管理要領(案)に記載されていない事項については、以下事項に定めるものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 2) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 3) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 4) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 5) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 6) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 7) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 8) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 9) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 10) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 11) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 12) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 13) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 14) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 15) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 16) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 17) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 18) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 19) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 20) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 21) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 22) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 23) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 24) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 25) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 26) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 27) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 28) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 29) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 30) 「土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工」の「出来形管理」(案) (国土交通省 建設技術部) 	<p>3次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工編) ICT建機の刃先計測機能を用いた出来形管理対応版(試行要領改訂版案)</p> <p>令和6年3月</p> <p>国土交通省</p>
---	--

図 14 出来形管理試行要領（改訂案）、監督・検査要領（案）