ICT 土工モデル工事の実施事例と その効果および課題

しんいち 愛媛県 南予地方局 大洲土木事務所 河川港湾課 主任 酒井 なが み かずき 愛媛県 土木部 土木管理局 土木管理課 技術企画室 永見 ·起 技師

1. はじめに

今後予想されている建設業の労働力不足に対応 し、建設現場における一人当たりの生産性を向上 させるため、国土交通省は平成28年度、 i-Construction の一環として、土工における ICT 技術の全面的な活用(ICT 土工)を図ることを 発表した。これは、他工種と比べて依然として生 産性の低い土工について、調査、設計から施工、 検査に至るまで一貫して ICT 技術を活用するも ので、将来的には維持、管理にもこれらの技術の 活用を見据えたものである。

愛媛県においても、生産年齢人口の減少や建設 業従事者の高齢化が進行し、担い手不足が顕在化 しており、土工をはじめとして建設現場の生産性 の向上は喫緊の課題である。そこで、愛媛県とし ても ICT 土工に取り組むこととし、平成 29年3 月からモデル工事2件を実施した。

本稿では、このモデル工事の事例を紹介すると ともに、モデル工事を通して見えてきた効果およ び課題や今後の方向性を、発注者や施工業者の担 当者の立場から紹介する。

愛媛県内における建設業従事者等 の現状

(1) 生産年齢人口の減少

社会保障・人口問題研究所の将来人口推計によ ると、愛媛県内における総人口は、2045年に 101.3万人(2015年比27%減),特に労働力の中 心となる生産年齢人口は2045年に49.2万人 (2015年比38%減)と、大きく減少すると予想 されている (図-1)。



(国立社会保障·人口問題研究所) 図-1 愛媛県における将来人口推計

(2) 建設業従事者の減少と高齢化

国勢調査によると、愛媛県内における建設業従 事者は、平成12年の78,263人をピークに減少 し、平成27年にはピーク時の35%減の50,600人となっている。平成12年以降減少傾向が続いており、生産年齢人口は今後も減少していくことが予想されていることから、建設業従事者数は今後も減少していくことが予想される。

また、建設業従事者の平均年齢は平成27年時点で48.0歳であり、15年間で2.7歳上昇するなど、建設業界の高齢化が進行している。生産年齢人口が減少することを考えると、このままでは若い世代の新規入職者が増えず、さらに建設業界の高齢化が進行することが予想される(図-2)。

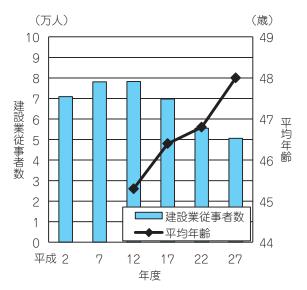


図-2 愛媛県における建設業従事者数と その平均年齢

3. 愛媛県における ICT 土工モデル 工事の実施

2. で挙げた現状を踏まえると、建設現場の生産性を向上させることは、愛媛県においても喫緊の課題であり、その対策としてICT技術を活用することは不可避である。しかし、愛媛県をはじめとする地方自治体では、発注する工事は国土交通省直轄工事に比べると施工規模が小さく、また、工事を施工するのは地元建設会社が中心である。そのため、ICT土工を愛媛県内に普及拡大させていく前に、県が発注する規模の工事であってもICT土工の効果がどの程度得られるのかを見極める必要があった。

そこで、地方自治体においても現在の関係基準 書類に基づいてICT土工が実施可能か、また、 愛媛県が発注する規模の工事や地元建設会社が実 施する工事で、ICT土工の恩恵をどの程度享受 できるのかを把握するため、本県の発注する以下 の工事において、ICT土工モデル工事を実施す ることとした。

4. モデル工事の概要

本県では同時期に大洲市(図-3)における以下の二つの現場でICT土工を試行した。

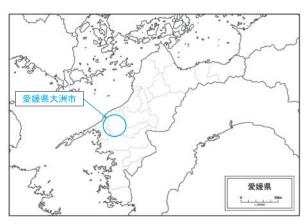


図-3 愛媛県大洲市位置図

(1) 一級河川肱川水系肱川(広域河川改修工事)

箇所名:愛媛県大洲市菅田町菅田

工事概要:施工延長 L = 105 m

築堤盛土 $V = 2,948 \text{ m}^3$

道路盛土 $V = 5,659 \text{ m}^3$

法面整形 (ICT) A = 1,380 m²

工 期: H29.4.28 ~ H30.2.28

ICT 土工施工範囲: 図-4,5

(2) 一級河川肱川水系久米川(広域河川改修工事)

箇所名:愛媛県大洲市阿蔵

工事概要:施工延長 L = 952 m

築堤盛土 $V = 10,120 \text{ m}^3$

法面整形 (ICT) A = 6,900 m²

工 期: H29.4.24~ H30.3.23

ICT 土工施工範囲: 図-6, 7

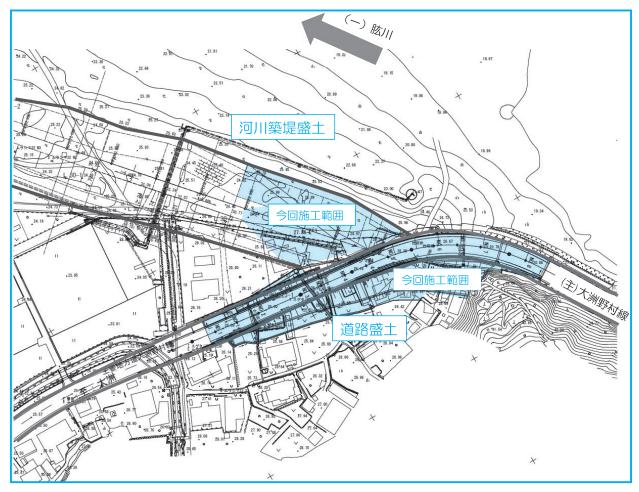


図-4 肱川 平面図

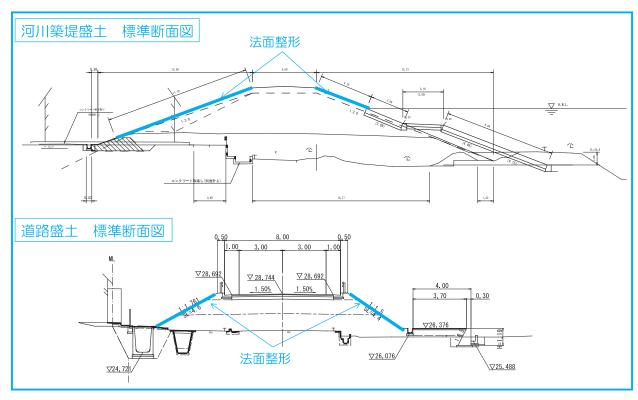


図-5 肱川 標準断面図

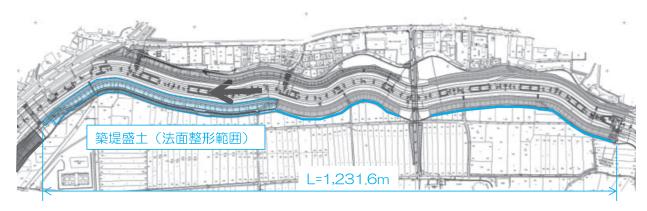


図-6 久米川 平面図

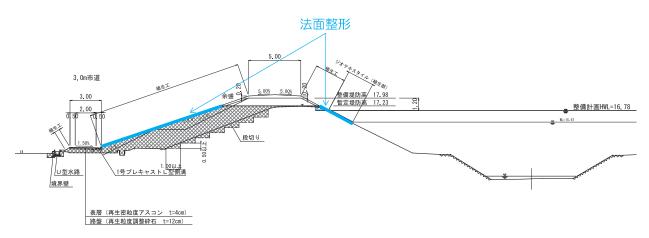


図-7 久米川 標準断面図

5. モデル工事の流れ

今回の施工は、以下の流れで実施した(図-8)。



図-8 ICT 土工モデル工事の流れ

(1) 起工測量: UAV (ドローン)

UAVの空撮準備として、TSによる測量を行い、標定点の設置位置を確認する。飛行高度・速度・時間を設定して、UAVによる空撮を実施する。空撮で得られた静止画像から、画像解析ソフトを用いて点群データを作成し、点群処理ソフトを用いて、点群データから不要点を削除、TINデータで表現される計測データを作成した。なお、起工測量主体や使用したソフト等は表ー1のとおりである。

表一1 起工測量				
	肱川	久米川		
測量主体	外注	外注		
測量方法	UAV (enRoute 製 ZionQC730)	UAV (enRoute 製 ZionQC730)		
データ 処理主体	外注	外注		
画像解析 ソフト	Agisoft 製 PhotoScan	Agisoft 製 PhotoScan		
点群処理 ソフト	ISP製 LandForms	ISP製 LandForms		

(2) 3次元設計データ作成

平面図・縦断図・横断図等から盛土の肩や裾等 の座標・高さを算出して、3次元設計データを作 成する(図-9)。

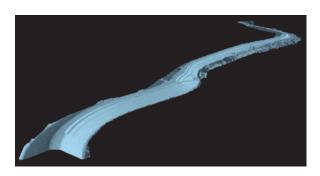


図-9 久米川 3次元設計データ

(3) ICT 建設機械による法面整形

肱川・久米川とも、マシンガイダンス(MG) バックホウにより施工した。肱川については、施工業者所有の建設機械に ICT 機器を後付した(写真-1)。施工状況および操作室のモニターは写真-2、3 のとおりである。なお、この機器はレンタルである。

久米川については、建設機械ごとレンタルした。機械の詳細は表-2のとおりである。今回の工事でMGを用いた工種は、盛土部の削取り整形である。通常であれば、オペレーターは丁張とバケットの距離を確認するとともに、必要に応じて重機を降りて近接目視しながら操作するところ、ICT 土工では主にモニターを見ながらの操作であり、重機を降りる必要はないが、慣れるまでは若干時間がかかった。

(4) 3次元出来形管理等の施工管理: UAV (ドローン)

UAVによる測量を行い、設計と実測の差をヒートマップで表示する(図ー10)。なお、出来形管理は「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)」(国土交通省)に基づき実施した。

ZX200-5bマシンガイダンス機材取り付け位置概算図

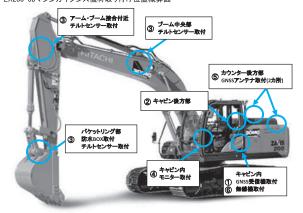


写真-1 マシンガイダンス機器取付



写真-2 久米川 施工状況



写真一3 モニター状況

表-2 機械の詳細				
	肱川	久米川		
操作方法	マシンガイダンス	マシンガイダンス		
ICT 建機	自社保有機械に ICT 機能を後付	建設機械をリース		
MG 機器	トプコン社製 X53 i	トプコン社製 3DX i		

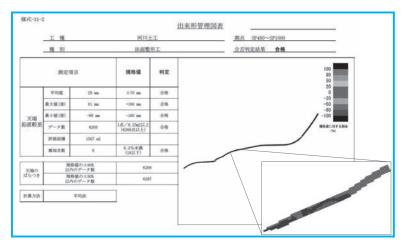


図-10 久米川 出来形管理図表

6. ICT 土工の長所および短所

今回の施工を踏まえて,発注者・施工業者の立 場で特筆すべき長所・短所を以下に述べる。

(1) 発注者

① 長 所

- ・出来形が測点以外でもよく分かる。
- ・出来形がヒートマップで表現されるため直感的 に分かる。
- ・出来形管理書類の確認時間が短縮できる。

② 短 所

・監督員がICT 施工に関する機器・ドローン・ 画像解析等についての知識がなく、その習得に 時間がかかる。

(2) 施工業者

① 長 所

- ・仕上がり形状が複雑な曲面であっても、MG バックホウによる施工では任意の点で設計値を確認することができるため、測点間における施工精度が向上した。
- ・測量・施工・出来形計測の作業時間が短縮した。
- ・丁張板の設置、掛け替え、日々の維持管理が不 要である。
- ・丁張以外の範囲でも整形面が分かり施工しやすい。

- ・出来形管理等の内業時間が削減 できた。また、その精度が上が った。
- ・測量の外業が減るため、現場作業における安全度が向上した。
- ・法面の出来栄えが良い。

② 短 所

- ・法面整形以外の起工測量や3次 元設計データの作成等の作業 は,施工業者にノウハウや専用 ソフトがないため外注せざるを 得ず,利益が少ない。
- ・積雪があると、測量時に撤去が必要。
- ・起工測量時に除草が必要であるため、除草完了 まで測量ができない。
- ・施工延長が長い場合,区間を分割して出来形計 測を実施しても、積算上は分割による費用増加 分は計上されない。
- ・設計図の変更がある場合、3次元設計図の作成に時間を要する。
- ・折れ点や変化点の施工が困難である。
- ・衛星との通信状態により機械が使用不可能となる時間帯があった。
- ・作業期間が長いとリース料金が割高となる。 なお、今回の ICT 土工に必要な費用 (表-3) や日数および人工 (表-4) は以下のとおりであった。

表一3 費用				
	肱川	久米川		
起工測量	60 万円	90 万円		
3D 設計データ作成	45 万円	55 万円		
ICT 建機リース	60 万円	78 万円		
初期導入費	15 万円	13 万円		
出来形計測	60 万円	165 万円		

表一4 日数および人工				
	肱川	久米川		
起工測量	4日(6日) 6人(8人)	4.5 日 (5 日) 5.5 人 (14 人)		
法面整形	9 ⊟ (15 ⊟)	38 ⊟ (114 ⊟)		
出来形計測	3日 (5日) 5人 (9人)	10日(15日) 16.5人(17人)		

日数は外業・内業を含める。なお,())内は従来施工した場合の想定日数である。

7. 課題と対応策

(1) ICT 技術の活用が効果的な現場条件の差

2件のモデル工事の実施状況を見ると、現場条件によって実感できた効果の程度に差があることが分かる。久米川における工事は施工延長が長く曲線が主体の線形であるため、丁張による従来の方法と比較して3次元データを活用することによる効果を実感できた。一方で肱川の工事では、施工延長が短く見通しがきくため、従来の方法と比較した場合の効果としては、丁張の設置や維持が不要になったことの他は、それほど大きくなかったようであった。

目的物の形状や現場条件により効果に差があることについては、工事発注を受注者希望型とすることで、受注者が条件の良い工事を選んで実施することができるようになる。そのため、ICT技術の活用により特に大きな効果が得られる可能性が高い工事を発注者指定型とし、その他の工事を受注者希望型とするなど、発注方式を工夫することで対応が可能になると考えられる。

(2) 見積により計上する費用の精査

積算基準によると、起工測量および設計データ 作成にかかる費用は受注者からの見積により設計 計上できることになっている。しかし、かかる費 用は現場条件や工事目的物の形状によって異な り、発注者が見積内容を精査する際の妥当性の判 断が難しい。

適正な金額による設計変更を行うためには、測量面積や地形形状、構造物の規模や形状に応じた 統一歩掛を設定することが望ましい。

(3) 出来形計測の外注

今回工事を施工した2社をはじめ、愛媛県内の 多くの建設会社では、今回の3次元データの作成 や編集を行うことができるような技術者が社内に いないため、当面は専門業者に外注することが多いと予想される。起工測量および設計データ作成は外注費用を設計計上できるが、出来形計測に要する費用は別に計上しないため、受注者の負担が少なくない。また、施工の進捗と並行して出来形計測を数回に分けて行おうとするとさらに費用がかさむため、施工範囲の広い工事であっても全ての施工が完了してからの計測となる。

出来形計測でも3次元起工測量とほぼ同等の経費がかかっているため、これについても実態に応じて設計計上できるよう、積算基準の見直しを含めて検討する必要があると思われる。

(4) ICT 土工の理解の深化

今回のモデル工事2件の施工業者のほか、直轄 工事でのICT 土工の施工実績がある建設業者数 は県内でもまだ両手で数えられるほどである。 ICT 施工に関心を持つ建設業者が増えていると 感じる一方で、主にコスト増や専門技術者不在等 のために実施に抵抗感を持つ業者も存在する。 "食わず嫌い"とならないため、本モデル工事の 実績や他事例等の情報発信や講習会などを通じ て、メリット・デメリットを含めICT施工に関 する理解を深める取り組みが必要である。

8. おわりに

愛媛県内に限らず、建設業界を取り巻く環境は 依然として厳しく、若年入職者の確保・育成によ り労働力不足に対応するとともに、工事現場にお ける生産性向上に取り組むことは喫緊の課題であ る。ICT 土工は、こうした課題に対する有効な 対策となる可能性があることを確認できた。

ただし、まだ愛媛県における実績はわずか2件と少なく、実施地域や工種が限られていることから、今後は県内の他地域や道路土工など他工種でもモデル工事を実施し、さらに検証を進めていきたいと考えている。