

ICT施工の効果検証と採算性に関する考察

徳島河川国道事務所 工務第一課

板倉 舞

徳島河川国道事務所 工務第一課 河川工務係長

塩野 治彦

徳島河川国道事務所 工務第一課長

北川 誠純

建設業界では、労働力不足が深刻な問題となっている。そのような状況下で、必要な品質を確保しつつ、一定の工事量を消化するためには、建設生産システムの省力化・効率化・高度化を通じた生産性の向上が必要となる。国交省では、一人一人の生産性を向上させ、魅力のある建設現場を目指していく取り組みとして、i-Constructionの推進を図っているところである。徳島河川国道事務所においても、これまでに河川工事にて4件のICT施工がなされている。今回、H28年度に実施したICT活用工事業者を対象にヒアリングを実施し、ICT施工について効果及び課題を整理し、事業採算性に関して考察した。

キーワード i-Construction, 3次元データ, ICT土工, 生産性向上

1. はじめに

現在、建設現場で働いている技術就労者の3分の1にあたる約110万人が、高齢化によって今後10年で離職されると言われている。建設現場はベテラン技術者の経験と知識、また熟練技術で支えられており、この急激な減少は深刻な問題である。このような厳しい環境の中において、社会資本の整備・管理体制を持続的に確保していくためには、建設産業全体の労働生産性を高め、より多くの付加価値を生み出すことが重要である。

国土交通省においては、平成28年度より建設産業の生産性を向上させ魅力ある建設現場を目指す“i-Construction”への取り組みを進めている。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。

当事務所の河川工事においても、受注者の希望を踏まえ4件のICT施工を実施してきている(図-1)。

これまでに、国交省ではICT施工と従来施工との比較検証を含む基礎的な施工実験や導入効果などの検討を行い、ICT施工による作業能力や出来形品質の向上効果などを分析・評価しているが、実際の施工現場における作業能力や事業採算性に関する検討は限られている。

そこで、本稿では、平成28年度および平成29年度にICT活用工事を実施している施工業者、測量業者、機器メーカーにヒアリングを実施し、ICT施工における効果および課題を整理した。また、施工現場において抱える

課題と解決に向けた方策、また事業採算性について考察した。

なお、ICT施工における生産性や事業採算性は、一条条件下のもとで試算したものであり、日当たり作業量は現地状況や施工時期により変わる旨、留意が必要となる。

2. 調査の概要方法

(1) 調査の目的

前述の背景のもとで、i-Constructionの推進を図るに当たっては、受発注者が共通の認識を持って進めて行く必要がある。特に、受注者の状況を踏まえた対応が必要である。そこで、ICT施工を実施した業者を対象に、ヒアリングを実施し、ICT施工の利点、課題等について調査を行った。

(2) 調査の方法と対象

本調査は、メールによるアンケート調査と、電話でのヒアリング調査を実施した。まず始めに、当方が用意し



図-1 徳島河川国道事務所でのICT施工実施箇所

工事名	川島漏水対策工事	脇町第一堤防工事
工種・作業	築堤	築堤
区間長	334m	151m
断面		
地質	レキ質土	レキ質土
施工量	築堤	19,100m ³
	掘削	-
	法面整形	2,300m ²
工事名	伊沢市樋門外工事	加茂第二堤防護岸工事
工種・作業	築堤・敷均し作業	築堤・敷均し作業
区間長	115m	80m
断面		
地質	レキ質土	レキ質土
施工量	築堤	13,900m ³
	掘削	-
	法面整形	-
		切土部 870m ³ 、盛土部 1,730m ²

図-2 ICT技術の全面的活用（土工）

た質問をメールで送付し、ヒアリング対象者に回答してもらった。不足するデータについては、追加で電話ヒアリングを実施した。ヒアリング対象者は、平成28年度および29年度にICT施工を実施した4工事（平成27-28年度川島漏水対策工事、脇町第一堤防工事、平成28年度伊沢市樋門外工事、平成28-29年度加茂第二堤防護岸工事）の施工業者4者、測量業者1者、コンサル業者1者、レンタル機械業者1者である。図-2に各工事における築堤、掘削、法面整形条件を示す。

（3）調査の内容および回答

調査内容は、工事概要（施工内容、施工計画、施工実績、使用機械等）、費用（ICT建設機械経費、外注費（起工測量）、歩掛り等）について、記載を求めた。また、ICT活用工事を実施した理由、感想（効果・課題）、国交省の政策として改善して欲しい点について自由回答を求めた。

以下に、設問と回答の一部を記す。

【受注者への質問①】

・ICT活用工事を受注した理由は？

【質問①に対する受注者からの回答】

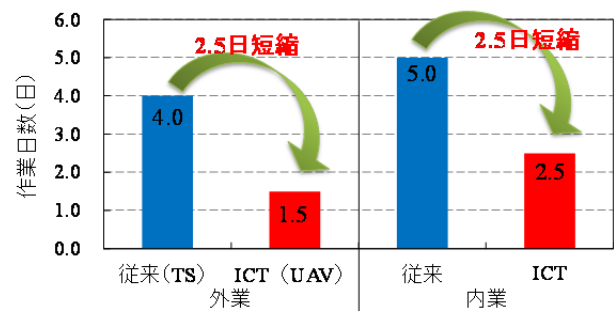
- ・工期の短縮や、熟練技術者不足に備えるため。
- ・国交省がICTの活用を進めている中、今やらなければ他の企業に遅れるとの危機感からICT活用工事にチャレンジした。

【受注者への質問②】

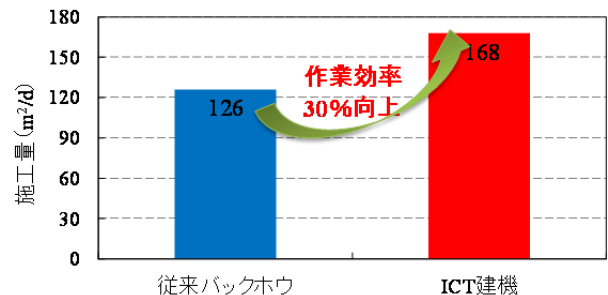
・ICT活用工事に実際に取り組んだ感想は？

【質問②に対する受注者からの回答（良い）】

- ・熟練者でなくても作業ができ、作業の効率化が図れた。（図-3参照）
- ・作業の速度が非常に速かった。
- ・3D起工測量で取得し作成した3D地形データと3D設計データを比較することで切り土量・盛り土量と箇所までも正確に把握することが出来るため施工計画の立案が容易である（図-4）。



(a) 起工測量作業日数の比較



(b) 法面作業数量（1日当たり）の比較

図-3 ICT施工と従来施工との比較（川島漏水対策工事）

- ・丁張や合図する作業員は不要となり、より安全に工事を進められる（図-5）。

【質問②に対する受注者からの回答（課題）】

- ・作業日数を減らす目的でもあるICT施工のはずが、運搬するダンプトラックがの数が不足し、ICT施工での歩掛よりもはるかに劣った。
- ・専用重機、対応測量機器、ソフトウェア等の新たな投資が大きい。また、ICT建機のレンタル料金が高いため、施工規模により導入する現場に限られる。
- ・3次元出来形管理費用については、レーザースキャナーを用いた出来形計測にかかわらず現在の官積では費用が見込まれておらず、従来の経費に入っている。

【受注者への質問③】

- ・制度についてどのように考えるか？

【受注者への質問③】

- ・歩掛を見直して欲しい（15,000m³程度の小規模の場合）
- ・ICT施工は出来上がりの自動化なので安全面の自動化もされれば、さらに熟練度がなくても作業可能となってくると思う
- ・設計の段階で3次元でやってもらえれば、3次元設計データの作成の手間が省くことが出来る。

ICT施工は、「誰でも簡単に操作でき、高精度の施工ができる」ため受注者に評価されている。また、上記工事現場においてICT活用工事の現場説明会を実施した際には、地域住民や土木企業等総勢100名あまりの参加者があった。このことから、ICT施工に関心を持つ受注者が多いことがわかる。一方で、実際にICT施工をしてみると、想定していた程日当たり施工量が伸びないことや、経費が高いこと、積算基準がICTに対応していない箇所等が現場からの課題として上がった。

3. 調査結果と分析

ヒアリングによりICT土工で確認された課題の一つである、「日当たり施工量が伸びないこと」、「建設ライフサイクルにおける3次元情報化」について追加で電話ヒアリングを実施し、要因について調査・分析した。

(1) 日当たり施工量

路体（築堤）盛土の作業日当り標準作業量（作業形態：敷均し+締固め、施工数量：10,000m³以上、障害無し）は、通常施工の場合は940m³、ICT施工の場合は約1.3倍の1,176m³とされる。一方で、伊沢市樋門外工事の場合は、ICT施工の日当たり施工量は約400 m³であった。従来のブルドーザー使用においても約400 m³であり、従来方法においても官積日当たり作業量940m³の半分にも満たない施工能力であった（図-4）。伊沢市樋門外工事

以外にも、吉野川上流の施工現場においては、築堤盛土の日当たり施工量は約400m³程度であった。日当たりのダンプトラック台数は、100台（5tトラック）である。

ICT施工の目的の一つは、作業日数を減らすことであるが、生産性を向上に結び付かなかった要因を次に考察する。

材料の供給条件、工事用道路の条件や材料供給会社のダンプ台数の問題、特に秋から年度末にかけての繁忙期になると、運搬するダンプトラックがいなくなり、官積の施工量に満たない結果となったと考えられる。また、吉野川上流においては重機が通る道路幅も狭く、民家が隣接しているため、近隣環境のことも考えると日当たり100台以上通るのは困難とのことである。なお、伊沢市樋門外工事の場合は盛土の材料に「購入土」を用いてい

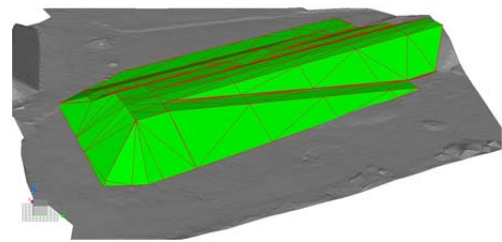


図-4 3次元設計データ

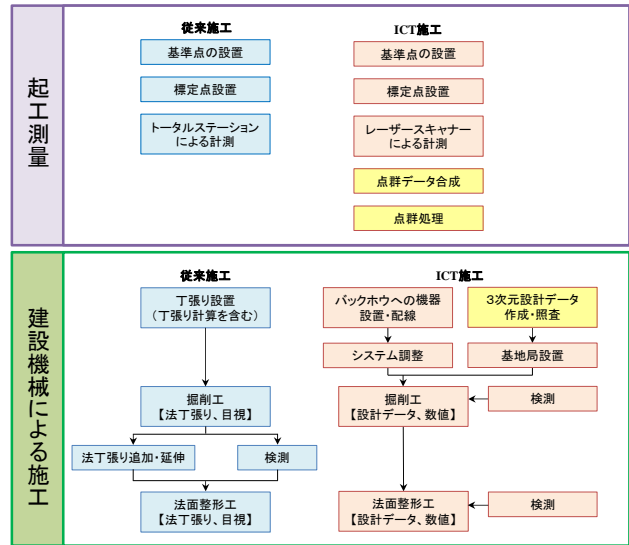


図-5 従来施工と ICT 施工の違い

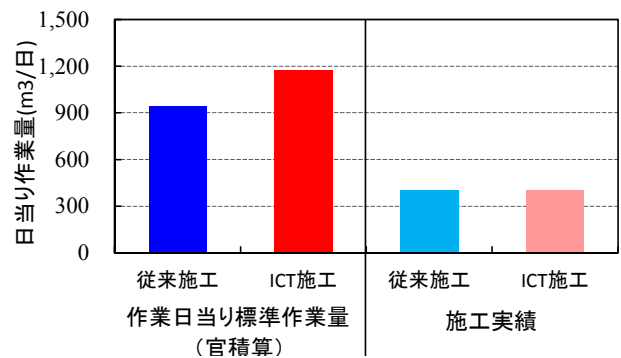


図-6 日当たり施工量の比較

るため、土砂搬入用のダンプの調達が盛土の日当たり施工量に大きく影響を及ぼした。購入土ではなく、100万 m^3 程度あるような「切土」した土を盛土に使うような場合は日当たり施工量が変わると考えられる。

国交省より報告されている実証実験結果を見ると、ICT重機の能力としては、日当たり作業量1,176 m^3 をこなすことは可能と考えられる。しかしながら、上記で述べた通り、土砂搬入用のダンプ調達が生産性向上（日当たり施工量）に大きく影響を及ぼすため、ICT施工による効果を最大限に発揮するには、現場条件に応じた施工能力を見極め、適切な運搬機械の規格及び台数の確保が必要になる。また、国交省の官積においても、ICT施工の場合、一律に日当たり作業量を設定するのではなく、現場環境（適切なダンプの数を確保することが可能な地域なのか、時期なのか等）を考慮することも必要ではないかと考える。

（2）3次元情報化

i-Constructionは、建設生産システムの調査から施工、維持管理までのシステム全体において3次元データを用いた生産性向上を図るものである。

通常施工の場合、構造物の計上は2次元データで作成、運用してきたが、ICT施工は3次元設計データが必要となる。近年は、測量機器やCADソフトの発達により、設計データについても3次元データで運用することが可能である。しかしながら、施工の基盤となる設計段階において、3次元設計データの作成が受注者に負担となっている。

起工測量から施工段階に至るまでの3次元設計データの作成は、多くの工事において、外注で行われているが、3次元設計データの作成の際に築堤下部に樋門がある場合など構造物との取り合いが発生する場合は、手間がかかるという問題がある。

設計の段階から3D-CAD等の3次元データを用いて設計することにより、設計フェーズでの質の向上にもつながると考えられる。また、設計の段階から3次元でモデルを用いることで、様々な視点から対象構造を捉えることが出来るため、完成する構造物のイメージをがつきやすく、映像を用いた説明をすることで合意形成の迅速化に資することが可能と考える。

今後の展開として、従来の3次元管理を次元にするだけでなく、時間や工程要素を入れた4次元、さらにコストなどを含む5次元の運用もいずれ考えていければ、より生産性の高い建設技術になるかもしれない。

6. 事業採算性

ICT施工における「起工測量・出来形計測」、「3次元設計データ作成」について、測量メーカーからのヒアリングを基に事業採算性を試算した。

【試算条件】

測線長150m、横断幅50m

○レーザースキャナーの機械償却費

LS起工測量の機械償却費は=約188,000円

ICT対象工事では出来形計測も行うため、機械経費は工測量と同額とすると、ICT対象工事現場(延長100m×幅50m)のLS測量の機械経費は376,000円となる。

LS機械+点群合成ソフト+点群処理ソフトの初期導入費=約15,000,000円

15,000,000÷376,000=約40現場

40現場をこなす間にメンテナンスやソフト更新費がかかるため、これらを加味すると

ICT対象工事現場(延長100m×幅50m)を約50現場以上を受注する必要がある。

○3次元設計データ作成

3次元設計データ作成ソフトの初期導入費=約2,000,000円
2,000,000÷111,000=約18現場

18現場をこなす間にメンテナンスやソフト更新費がかかるため、これらを加味するとICT対象工事現場(延長100m×幅50m)を約25現場以上を受注する必要がある。

6. おわりに

建設産業は、地域のインフラの整備やメンテナンス等の担い手であると同時に、地域経済・雇用を支え、災害時は最前線で地域社会の安全・安心の確保を担う地域の守り手として、国民生活や社会経済を支える大きな役割を担っている。これから生産年齢人口が減少することが予想されいる中で、現在及び将来にわたり公共工事の品質確保とその担い手の中長期的な育成及び確保を図ることは、建設産業の喫緊の課題である。

ICTを活用して、3次元起工測量、3次元設計データ作成、ICT施工、3次元出来形管理及び3次元データでの納品を行うことにより、各段階での効率化だけでなく、成果物や情報の受け渡しの効率化が図られ、維持管理の高度化や、迅速な災害対応にも役立つと考えられる。また、経済成長の実現や国土強靱化に向けたより効率的なインフラ整備、老朽化への適切な対応が求められる建設業界を支援する強力なツールとなるでであるとえられる。

一方で、ICT土工により建設生産システムの生産性向上の実現には未だ多くの課題が残されている。この解決には建設生産システムに携わる企業、団体や各学会との連携を図っていく必要がある。