

# ICTを活用した工事の課題について

地村 直隆<sup>1</sup>

<sup>1</sup>近畿地方整備局 福井河川国道事務所 工務第一課 (〒918-8015 福井県福井市花堂南 2-14-7)

国土交通省では、「ICT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、もって魅力ある建設現場を目指す取組であるi-Construction（アイ・コンストラクション）を進めている。

福井河川国道事務所では近畿管内で初のICT活用工事を含む4件を実施したなかで、九頭竜川で行われた河道掘削工事3件を例に、ICTを活用した河道掘削工事での効果や課題を検討し、それに対する解決案やICT活用工事に適している工事条件等を考察した。その結果、ICT活用工事により平均20日の作業日数が削減された。

キーワード： i-Construction, 施工能力, 河道掘削

## 1. はじめに

日本において、2010年をピークに人口減少がはじまり、極めて速いスピードで高齢化も進みつつある。今後、労働力である生産年齢人口は毎年減少していく。だが、これまで経済を支えてきた労働力は減少し続けても、生産性を向上させていけば、経済成長を続けていくことは十分可能である。そのため、生産性向上こそがこれからの成長の鍵である。

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であるi-Construction（以下、i-Conと称す）を進めている。ICT（Information and Communication Technology）によって、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を図るとともに安全性の確保を推進していく<sup>1)</sup>。

本論文では、九頭竜川で行われた河道掘削工事を例に、ICT活用工事の効果や課題、改善案を説明する。

## 2. ICT活用工事の概要

### (1) ICT活用工事とは

これまでの情報化施工は<sup>2)</sup>、図-1に示すICT活用工事のフローのように、施工段階のみにICTを導入していた。しかし、ICT活用工事は土工における調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる段階において3次元データを使用している。

ICT活用工事においては、以下のa)からe)までの一連の

施工を行う。

- a) ドローン等による3次元起工測量の実施  
ドローン等による写真測量やレーザースキャナにより、短時間で面的な3次元測量を実施する。
- b) 3次元設計データの作成  
3次元測量データと設計図面との差分から、施工量（切土、盛土）を自動算出する。
- c) ICT建設機械による施工  
3次元設計データを用いて、ICT建設機械（3Dマシンコントロール又は3Dマシンガイダンス）を自動制御して施工する。
- d) 3次元出来形管理等の管理施工  
ドローン等による出来形管理技術を使用する。
- e) 3次元データの納品  
3次元の設計成果や現況図を納品する。



図-1 ICT活用工事のフロー

### (2) i-Conの目指すべきもの

i-Conの目標は、生産性を向上させることで、企業の経営環境を改善し、建設現場で働く方々の賃金水準の向上を図るとともに、安定した休暇の取得や安全な建設現場の実現を目指すものであり、具体には以下のa)からi)となる<sup>3)</sup>。

a) 生産性の向上

ICTの全面的な活用により、仕事の仕方が大きく変わるため、監督や検査においても施工管理や検査の労力を大幅に減らすことができ、受注者の負担が大きい工事完成時の書類も削減が進む。

将来的には生産性は約2倍、施工時期の平準化による効果とあわせ、1人当たりの生産性が約5割向上することを目指す。

**b) より創造的な業務への転換**

ICTの活用による効率化等により、技能労働者等は創造的な業務や多様なニーズに対応できるなど、一層の生産性向上を図ることが可能となる。また、人でなければできない仕事を行うというやりがいのある建設現場へ変えていくことが期待される。

**c) 賃金水準の向上**

生産性向上や年間を通じて仕事量が安定することにより、企業の経営環境が改善し、建設現場で働く方々の賃金水準の向上と安定的な仕事量の確保が実現される。

**d) 十分な休暇の取得**

建設工事の効率化、施工時期の平準化等により、安定した休暇取得が可能になる。

**e) 安全性の向上**

重機事故で最も多いのはバックホウと作業員の接触であり、全体の半数を占めているがICTの活用により重機周りの作業が減少することにより、安全性向上が実現する。

**f) 多様な人材の活用**

危険の伴う作業や厳しい環境で行う作業が減少することから、建設現場において、若者、女性や高齢者等の多様な人材が活躍できる社会が実現する。

**g) 地方創生への貢献**

建設産業は地域インフラを支える重要な役割を担うとともに、地域経済を支える産業のひとつである。地域の建設産業の生産性向上により多くの魅力ある建設現場を実現し、地域の活力を取り戻す。

**h) 希望が持てる新たな建設現場の実現**

「給与、休暇、希望」を実現する新たな建設現場を作り出すことが重要である。

**i) 広報戦略**

より早く、より効率的にインフラが整備・維持管理される事や、地方創生につながる事等、その効果を公表し情報共有していく取組が必要となる。また建設現場や建設現場の仕事が魅力的になること、i-Conの導入効果についての周知が必要となる。

**(3) i-Conを推進するために<sup>3)</sup>**

**a) i-Conの推進体制**

直轄事業への本格的な導入により、発注や検査業務など仕事の仕方も大きく変更される。また地方公共団体等他の発注者へのi-Con普及を支援するための体制の整備が必要となる。

**b) i-Conを推進するためのコンソーシアム**

建設現場の生産性向上について各建設生産プロセスの関係者間において、常に情報交換し議論できる場が必要である。また、急速に発展するIoT (Internet of Things) など最新技術の動向等を踏まえるため、産学官との連携が必要である。

**c) i-Conに伴うビックデータの活用**

各建設生産プロセスにおいて作成される3次元データ等をビックデータとして活用し、更なる生産性向上の実現や維持管理・更新等に活用する。

**d) 他の屋外生産分野との連携強化**

他の屋外生産分野である、鉱業、農業、林業等に横転回するため、i-Conのノウハウを情報発信が必要となる。

**e) 海外展開**

日本の建設生産システムが世界トップランナーになることを期待し、各種基準類の国際標準化、i-Conの発注方式、検査基準等をパッケージ化し海外に展開する。

**3. 福井河川国道事務所管内の事例**

2. で説明したとおり、i-Conにはたくさんの期待が寄せられている中、昨年度から福井河川国道事務所では3件のICT活用の河道掘削工事が実施された。その効果や課題を述べる前に、各工事の条件や概要を説明する。

**(1) 小尉地区水際再生工事**

**a) 工事の目的**

陸域から水域にかけて緩勾配河岸と浅場の設置により流速や水深の小さい水域を設け、抽水植物の生育環境を保全・再生すること。

**b) 工期**

2016年8月3日から2016年11月30日

**c) 発注形態**

図-2より、全体工事費が3億円未満で土工量が20,000m<sup>3</sup>未満の工事のため、施工者希望型II型を適用。

**d) 使用した建設機械**

マシンガイダンスバックホウを使用

**e) 測量方法**

工事基準点や評定点を設置して、ドローンによる写真測量。ただし、水中部はTSによる。

**f) 掘削土量**

陸上部：9,930m<sup>3</sup> 水中部：680m<sup>3</sup>

**g) 測量面積**

約2,000m<sup>2</sup>

**(2) 日野川竹生地区河道掘削工事**

**a) 工事の目的**

流下能力不足を解消するため実施する河道掘削にあわせて、多様な生物の生息・生育の場としても寄与する湿

地環境の創出する。

b) 工期

2016年9月8日から2017年3月10日

c) 発注形態

図-2より、全体工事費が3億円未満で土工量が20,000m<sup>3</sup>以上の工事のため、施工者希望型 I 型を適用。

d) 使用した建設機械

マシンコントロールバックホウ及びマシンガイダンスバックホウを併用して使用

e) 測量方法

工事基準点や評定点を設置して、ドローンによる写真測量。ただし、水中部はTSによる。

f) 掘削土量

陸上部：35,800m<sup>3</sup> 水中部：2,400m<sup>3</sup>

g) 測量面積

約13,000m<sup>2</sup>

(3) 森田地区砂礫河原再生工事

a) 工事の目的

九頭竜川における生物の生息・育成空間としての特徴的な河川環境である砂礫河原を再生する。

b) 工期

2016年10月20日から2017年2月28日

c) 発注形態

図-2より、全体工事費が3億円未満で土工量が20,000m<sup>3</sup>以上の工事のため、施工者希望型 I 型を適用。

d) 使用した建設機械

マシンガイダンスバックホウを使用

e) 測量方法

工事基準点や評定点を設置して、ドローンによる写真測量。

f) 掘削土量

陸上部：24,500m<sup>3</sup>

g) 測量面積

約39,000m<sup>2</sup>

4. 従来工事との比較や効果

従来の手法（当該工事と同等の数量・条件を想定した場合）とICTを活用した手法で行った場合の一連の土工における差異の概要を工事ごとに以下に記載する、

(1) 小尉地区水際再生工事

a) 起工測量

測量時間が約18時間短縮されたことにより、作業時間が1/7になった。

b) 建設機械による施工

丁張り設置に必要な日数（2日間）を省略できた。

c) 建設機械の稼働日数や施工量

従来と同じ。

d) 3次元データの納品

出来形管理図の減少、成果品作成人数を削減できた。

(2) 日野川竹生地区河道掘削工事

a) 起工測量

測量時間が約5日間短縮されたことにより、作業日数が1/6になった。

b) 建設機械による施工

丁張り設置に必要な日数（10日間）を省略できた。

c) 建設機械の稼働日数や施工量

従来と同じ。

d) 出来型管理等の施工管理

作業日数（10日間）を短縮できた。

e) 3次元データの納品

出来形管理図の減少、成果品作成人数を削減できた。

(3) 森田地区砂礫河原再生工事

a) 起工測量

測量時間が約9日間短縮されたことにより、作業日数が1/10になった。

b) 建設機械による施工

丁張り設置に必要な日数（10日間）を省略できた。

c) 建設機械の稼働日数や施工量

従来と同じ。

d) 出来型管理等の施工管理

作業日数（10日間）を短縮できた。

e) 3次元データの納品

出来形管理図の減少、成果品作成人数を削減できた。

(4) 効果

上記の3件の工事の平均作業時間の比較を図-3に示す。ICT活用工事による平均削減日数は20日であった（従来工法85日→ICT活用工事65日）。各段階についてみると、起工測量については6日から1日に、出来形計測については5日から1日に、完成検査については3日から1日に短縮

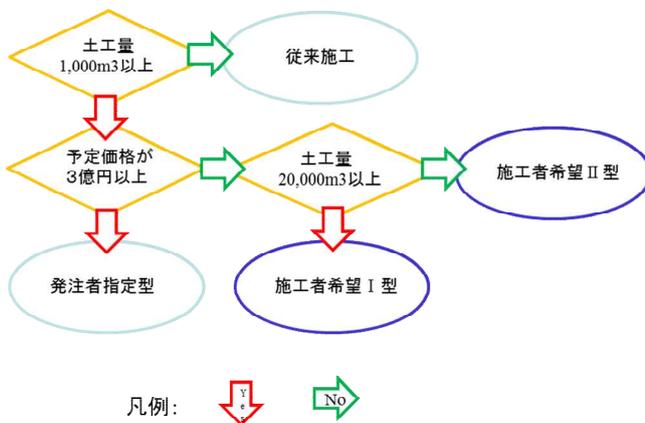


図-2 発注形態のフロー図

され、ドローンを使用して行ったものは明らかな作業時間の短縮効果がみられた。施工については64日から56日に短縮され効果がみられた。これは丁張り設置に必要な日数を省略できたことによる。しかし、測量計算については1日しか短縮できなかった。これは、データ量が多くなったことやICT活用工事が初めての実施であったため、時間がかかったと考えられる。

従来工事とICT活用工事の効果の比較を表-1に示す。また、受注者及び発注者にICTを活用した工事の効果をアンケート調査し、その結果を以下に示す。

a) 受注者目線の効果

受注者の目線からの効果としては、ドローンによる測量の省力化、立体可視化による説明等の高度化が図られた。加えて、3次元設計データにより、土量算出の精度が向上した。また、丁張り設置作業の削減により施工の効率化や作業人員の削減、出来形計測の効率化や検査書類等の削減が効果としてあげられる。

b) 発注者目線の効果

発注者目線からの意見としては、立会に係る時間の削減や効率化、平面ではわかりにくいものが3次元データにすることでわかりやすくなった、各断面を確認していた完成検査が面的な確認になり簡素化された、などの意見が出された。

また、図-4に示すとおり施工範囲が広いとよりICT活用工事の効果が見られたことから、掘削土量よりも、施工範囲（測量面積）による工程の削減効果が認められた。3件の工事結果であるので、この解釈には注意が必要であるが、理由としてはドローンによる作業はすべて1日あれば完了できる。しかし、従来のTSによる作業は施工範囲が広がると測点も作業時間も比例して増えることから、掘削土量は工程の削減効果に関連していないと考えられる。

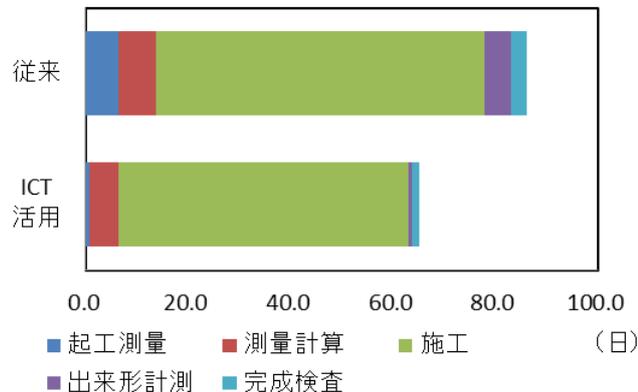


図-3 土工における作業時間の比較

表-1 従来工事とICT活用工事の効果の比較

	従来工事	ICT活用工事
起工測量	TSなどで実施 中心線測量、横断測量	UAVで実施 対空標識設置、UAV3次元起工測量
現場施工	丁張りなどを設置 数日間	3次元データを活用し、MGMC機械で施工 丁張り人員、資材不要。経験が不要
設計数量	平均断面法	3次元データをメッシュ法
検査書類の作成	出来形測量を行い、20m毎に出来形図、成果表、管理図表を作成	3次元データから出来形管理図表などを面的に1枚作成
書類及び実地検査	代表管理断面でTSや巻尺で測定	検査職員が指定する任意の箇所ですべて計測
	各断面の数値確認が必要	面的な確認により検査が簡単になり効率性が向上
完全管理	建設機械の周辺に作業員が立ち指示や合図 常時作業員を配置するため事故の危険性がある	モニターで高さや勾配を確認 作業員の配置がないため省力化と事故リスクが減少

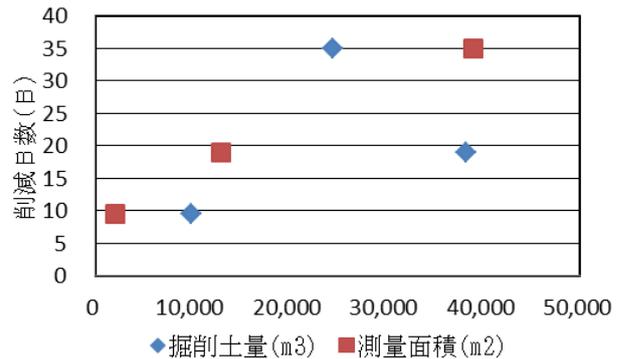


図-4 比例図

5. ICT活用工事の課題

福井河川国道事務所管内でICT活用工事を実施したなかで、効果については4. で論じたが、一方で課題も見えてきた。現場において困難なことや、改善して欲しいことなど、ICT活用工事の課題を以下に示す。

(1) 起工測量関係

空中写真測量を行っているが、施工範囲内の水中掘削部には活用できなかったため、従来の方法であるTSで測量をしている。水中部に活用できないため、TSを併用していることが労力の減少にはなっていない。

また、ドローンは気象条件に左右される。冬期の福井県では降雪・降雨が多いため、悪天候のためにドローンが活用できないことによる測量待ちで現場のロスが生じる。

(2) 施工関係

事務所の事例では、ICT活用工事の日当たり施工量は従来工事と比べても変わりなかった。ICT活用工事で丁張り人員や資材が不要になったが、土砂運搬等の制限があるため、日当たり施工能力は変わっていない結果となった。しかしながら、官積算では、日当たり施工量に×1.1を行い、工期を算定しているため、実態よりも過大に積算している傾向があった。

### (3) 検査関係

従来は工事前に着工前測量を行っていたが、ICT活用工事ではドローンによる起工測量しか行わないため、誤差等の確認が不可能になる。また、数量の算出に用いた3次元データの根拠資料が発注者では確認できない。

加えて、降雪地帯での問題として、降雪があると正確な値が確認できないことがあげられる。従来であれば測定箇所のみを除雪すれば可能であったが、ICT活用工事では施工範囲すべてを除雪しなければならない。

### (4) その他

土量の確認方法は従来では、平均断面法で行われていたが、今回はメッシュ (0.04m<sup>2</sup>) 毎に算出しているため、データが多い。また3次元データを工事完了後に納品されているが、現在の発注者のパソコンでは対応できない。加えて、その3次元データを維持管理にどのように活用していくかが課題である。

丁張りが必要なくなり、掘削高をバックホウに搭載されているモニターで確認するため、重機周りに人は居なくなったが、モニターに集中しすぎて周りの確認を怠ることにつながるため注意が必要である。

## 6. 改善案

### (1) 起工測量関係

ドローンでは水中部の測量が出来ないため、水中部をC3D等の水中部を3次元データとして測量できる機器との併用が考えられる。河道掘削工事は出水期でも施工可能だが、起工測量の時期が、台風の時期や天候がよくない時期にかぶるような発注をするべきではない。気象条件を考慮した発注が求められる。

### (2) 施工関係

施工能力を上げるためにはマシンコントロールの導入が考えられる。マシンコントロールを使用すれば掘削高で自動停止するため、確認が不要になることから施工能力は向上する。土砂運搬の能力も考慮する必要がある。

### (3) 検査関係

発注者で数量の算出に用いた3次元データを確認する方法の確立が必要となる。

降雪時には従来のTSを用いて測量することで、測定箇所のみを除雪になるため、施工管理が効率的になる。

### (4) その他

3次元データは容量が大きいので、DVDに保存できない。そのためブルーレイディスクを使用しているが、現状必ずしも発注者が対応できていない。したがって、発注者が対応できるコンピュータ環境の整備が必要である。

マシンコントロールを使用することで掘削高がモニターで確認しなくても自動で止まるため、モニターに集中しすぎなくなり、安全が確保される。マシンコントロールの普及が求められる。

## 7. おわりに

本論文では、福井河川国道事務所管内で発注したICT活用工事を紹介し、その効果に加え、課題や改善案を述べた。

河川内は出水ごとに地形が変わってしまうため、段階的に確認の必要があるが、ICTを活用することで確認時間の削減や効率化につながる。また、施工範囲が広いほどICT活用工事の効果が見られたが、今回の少ない件数では結論付けることはできない。一方、福井県のように降雪・降雨が多い地域では、悪天候時にはICTを活用できないことが課題である。

謝辞：本論文を作成するにあたり、多大なるご協力をいただきました関係者の方々に深くお礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) ICTの全面的な活用：[http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sos\\_ei\\_constplan\\_tk\\_000031.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sos_ei_constplan_tk_000031.html)
- 2) 情報化施工：[http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei\\_constplan\\_tk\\_000017.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000017.html)
- 3) i-Construction 委員会報告書：<http://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>