

# 全国に先駆けて着手した「ICT河道しゅんせつ」による生産性向上の取り組み

野田 綾

庄内川河川事務所 工務課 (〒462-0052 名古屋市北区福徳町5-52)

近年、建設現場の労働者の減少に伴い、生産性の向上が求められている。生産性向上として、ICTの全面的な活用として起工測量から設計、施工、検査、維持管理までを情報化、3次元データを活用する「i-Construction」が推進されている。本論文は、庄内川河川事務所ですべての工程で、全国に先駆け取り組んだ、ICT浚渫工（河川）での従来施工との施工方法や作業時間の比較と、ICT活用の効果や課題について報告するものである。

キーワード： i-Construction ， ICT浚渫工（河川） ， 生産性の向上

## 1. はじめに

近年、建設現場の労働者の減少に伴い、生産性の向上が求められている。バブル崩壊後の建設投資の減少により、労働力過剰となり、省力化につながる生産性の向上が見送られてきた。建設業就業者の高齢化に伴う離職や若年者の入職の減少により、今後もさらに労働者の減少が予想され、国交省は企業の経営環境、労働者の労働環境や安全、賃金水準の改善を推進し、建設業の労働環境の向上に取り組んでいるところである。（図-1、図-2）

生産性向上として、ICT技術の全面的な活用として起工測量から設計、施工、検査、維持管理までを情報化、3次元データを活用する「i-Construction」が推進されている。ICT施工により生産性が向上されることで、現場の省人化や休日の確保にもつながる。

i-Constructionを積極的に取り組んでいる庄内川でICT浚渫工（河川）を試行することになり、平成29年度に全国に先駆けて実施した。

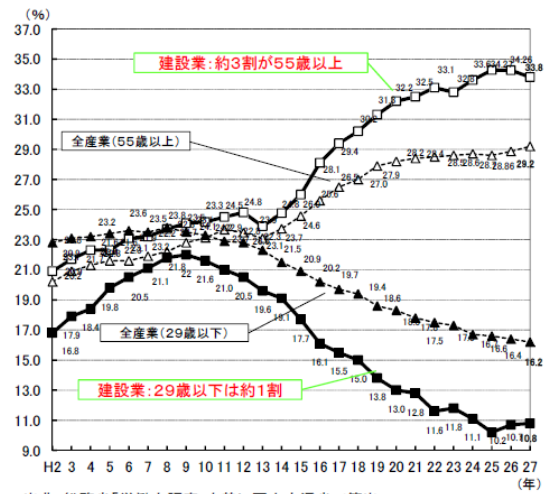
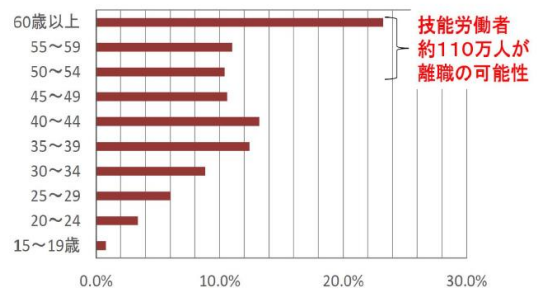


図-1 建設業就業者の高齢化の進行



資料：(一社)日本建設業連合会「再生と進化に向けて」より作成

図-2 2014年度就労者年齢構成

## 2. 工事概要

庄内川では、平成12年9月の東海豪雨を受け、激甚災害対策特別緊急事業で流下能力確保のため、緊急的に下流部の河道浚渫等の河川改修を実施した。現在も庄内川水系河川整備計画に基づき、河道浚渫工事を実施している。平成29年度に発注した、平成29年度庄内川前田しゅんせつ工事、平成29年度庄内川大蟻螂しゅんせつ工事、平成29年度庄内川下之一色しゅんせつ工事の3つの工事で実施した。

この3つの工事は、ICT浚渫工（河川）の要領が策定される前に試行しており、本工事での課題等をもとに平成30年度より出来形管理要領（案）、監督・検査要領（案）が策定された。



図-3 工事位置図

## 3. ICT浚渫工（河川）の流れ

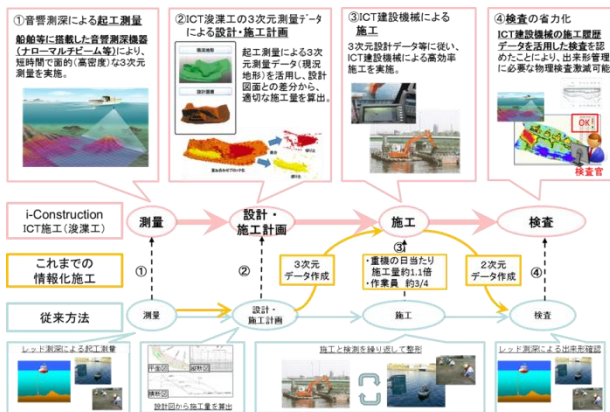


図-4 ICT浚渫工（河川）のフロー図

### (1) 3次元設計データの作成

土工を情報化施工で行うための必要となる3次元設計データを作成。

### (2) 起工測量の3次元化

ナローマルチビーム等を用いた、短時間で面的（高密度）な3次元測量を実施。（図-5）

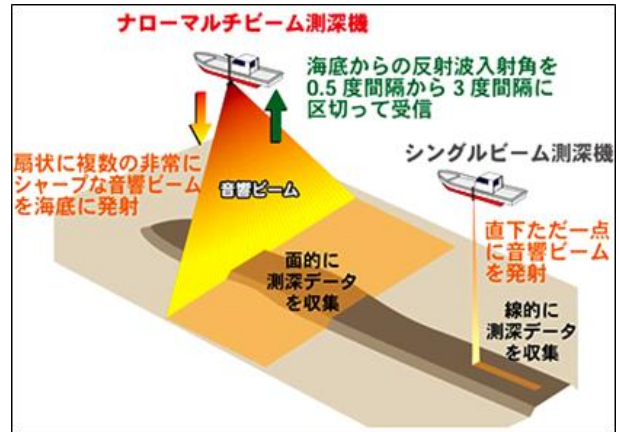


図-5 ナローマルチビーム測量のイメージ図

### (3) 3次元測量データによる設計照査・施工計画

3次元測量データ（現況地形）と3次元設計データとの差分から、施工量（浚渫土量）を自動算出。

### (4) 3次元設計データによる施工・施工管理

3次元設計データにより、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT（Intement of Things：様々なものにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと）、MG（マシンガイダンス）によるバックホウ施工を実施。（図-6）



図-6 施工状況

### (5) 3次元出来形管理

ナローマルチビームにて出来形測量を実施、TINモデルの構築により地形を表すことが出来る。（図-7）また、

出来形基準値との差分がヒートマップにより見える化する。(図-8)

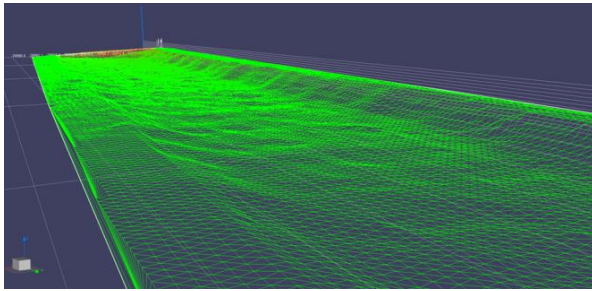


図-7 3次元地形データ (TINモデル)

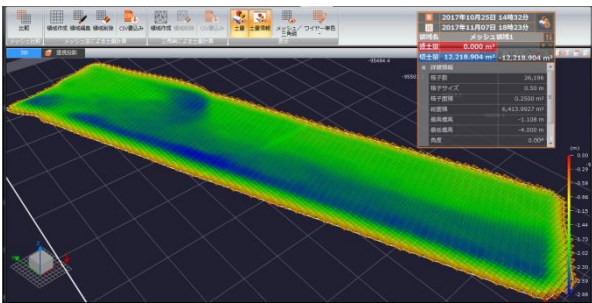


図-8 ヒートマップ

#### 4. 浚渫工の従来施工との比較

##### (1) 管理数の比較

調査範囲A=700m(縦断方向)×80m(横断方向)=56,000m<sup>2</sup>

従来施工：縦断方向50mピッチで15測点×横断方向5mピッチで17測点=255の測量データ数

ICT浚渫工(河川)：マルチビーム測量50cm格子のため56,000/0.5/0.5=224,000の測量データ数

ICT施工では、測量の際には更にたくさんの点群が得られるが、マルチビームでは0.5m平面格子中に3点あれば精度に問題ない。(平成30年3月より、起工測量1m<sup>2</sup>に3点、出来形測量1m<sup>2</sup>に1点)ノイズと判断されるデータは削除する。また、データ数が多すぎても計算に時間がかかったり、動作が遅くなってしまうため、各格子の平均値などをシステムで採用していく。

##### (2) 作業手順ごとの比較

###### a) 3次元設計データの作成

従来施工：3次元の設計データの作成は必要なし。設計照査は行う。

ICT浚渫工(河川)：専用システムへ平面(2次元)の発注図を読み込んで行くことで3次元の図面へと変換することができる。

ICT施工では、発注図を3次元化する手間が発生するが、システムで自動に作成できる場合もある。

###### b) 起工測量

従来施工：光波測距儀や水準測量、巻尺等による測量  
ICT浚渫工(河川)：マルチビームを用いた深淺測量。

ICT施工では、従来施工と比べて測量機械に費用を要する。ノイズ(水中浮遊物や魚群等)については、明らかに他の点群と違った位置にあるものはソフトにて除去することが出来る。測量の作業効率とても良く、工期短縮や省人化へつながる。面積が広ければ広いほど有効である。また、水上での作業時間が従来よりも短く出来るため、安全となる。

###### c) 数量計算書の作成

従来施工：設計照査による確認と修正

ICT浚渫工(河川)：専用システムによる土量計算、図面作成。

ICT施工では、測量したデータから、システムにより自動で算出が可能となる。データ数が多いため処理には時間がかかるが、省人化につながる。

###### d) 浚渫施工

従来施工：通常のバックホウ施工

ICT浚渫工(河川)：MG(マシンガイダンス)によるバックホウ施工。

ICT施工では、1次掘削時には粗掘のためそれほどの効果はないが、仕上げ掘削時には、バックホウのつめ先で高さが分かるため、水中でも精度の高い施工が出来る。そのため、余堀について通常50cm程度を目安とするが、今回工事では25cm設定での施工を行った現場もある。精度が良くなり、施工がしやすくなることや余堀を押さえることができることで、作業日数の短縮、省人化につながる。

###### e) 出来形測量

従来施工：光波測距儀や水準測量、巻尺等による測量

ICT浚渫工(河川)：ナローマルチビームを用いた深淺測量

ICT施工では、起工測量と同様に、従来施工と比べて測量機械に費用を要する。ノイズの排除はシステムにより自動で行われる。測量の作業効率がとても良く、工期短縮や省人化へつながる。

従来施工での出来形測量の場合、流水によって施工後の基面が変化してしまうことが問題点としてあげられる。流水による河道の変化は通常の浚渫工事も同様だが、ICT施工の場合、面管理であり、各平面格子の全ての点(面)で規格値内に収まる必要がある。そのため、河道が変化してしまうことを考慮した出来形管理とする必要がある。余堀があるため多少の流水があっても問題ないのではと考えられるが、MG(マシンガイダンス)により高精度な施工が可能になるため、余堀は最小限にした方が施工時間や施工費の縮減にもつながってくる。今回、余堀を25cmと設定し施工した現場では、出来形基準を超えた箇所があり、再掘・再測を行った。

従来管理によるICT浚渫工(河川)のメリットデメ

リットから、平成30年3月より音響測深機器を用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）、施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）が策定された。

音響測深機器を用いた出来形管理では、起工測量であれば計測密度が0.5m平面格子あたり1点以上、出来形測量であれば1m2平面格子あたり1点以上の精度とされた。また、出来形の良否については、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積、棄却点数について表形式で整理し評価することとなった。特に、規格値を外れている棄却点はデータ数の0.3%以内とされた。

施工履歴データによる出来形管理については、施工中の建設機械の作業装置位置の3次元座標を取得することが出来る、ICTバックホウ（3DMC、3DMGを搭載したバックホウ）での施工の場合に適用できる。施工中に得られた施工履歴データと点群処理ソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握したり出来形数量等を容易に算出することが可能となる。音響測深機器と同様に1m平面格子に1点以上、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積、棄却点数について表形式で整理し評価する。

#### f) 完成データの納品

従来施工：電子成果品としての各整理

ICT浚渫工（河川）：i-conフォルダーへのデータ納入

従来の納品データであれば、CAD図面の場合、線種や太さ、色等についてCAD製図基準に則ったデータの作成、修正といった手間が必要となる。ICT施工の場合システムデータをそのまま保存すれば良いため、データの不備がなくなる。

### (3) 作業時間の比較

従来施工とICT浚渫工（河川）での各作業時間を比較してみると、起工測量については、30（人・日）から9（人・日）へ約70%削減、設計データの作成については、8（人・日）から7（人・日）へ約12%削減、施工については、60（人・日）から53（人・日）へ約11%削減、出来形管理については、約44%削減、出来形検査については50（人・日）から28（人・日）へ約44%削減、データ納品については、2（人・日）から1（人・日）へ約50%削減された。

工事全体の延べ作業時間（人・日）で見ると、200（人・日）から126（人・日）へ約37%削減することが出来た。（図-9）

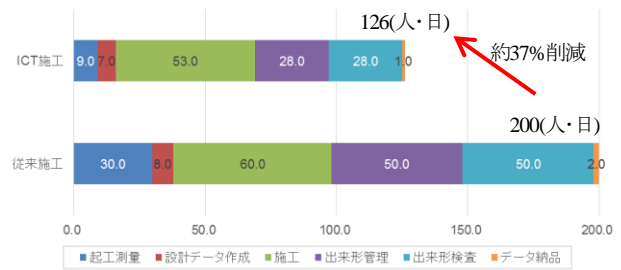


図-9 ICT浚渫工（河川）に関わる延べ作業時間（人・日）

※従来施工は、同じ工事内容を実施した場合の各社の想定時間（人・日）

※起工測量：ICT施工、従来施工とも基準点測量は除く。

※設計データ作成

ICT施工は、3次元設計データの作成、起工測量との重ね合わせ作業を対象（追加・修正含む）

従来施工は、起工測量結果の設計横断面上への図化及び丁張り設置のための準備計算作業を対象。

※施工：ICT施工には、キャリブレーション及びローカライゼーション等を含む。従来施工には、丁張り設置を含む。

※出来形管理：出来形計測及び出来形管理資料作成にかかる作業を対象。

※出来形検査：実地検査にかかる作業を対象。

※データ納品：成果品作成及び整理を含む作業を対象。

## 5. ICT浚渫工（河川）に係る費用の計上について

従来施工からICT浚渫工（河川）にすることで必要となってくる費用は下記となる。

(1) MG（マシンガイドランス）によるICT建設機械経費加算（バックホウ）費用については基準がある。

(2) 保守管理費（ICT）

浚渫船運転に使用したICT建設機械経費として計上。費用については基準で計算式が有り、施工量等当てはめ計算を実施。

(3) システム初期費（ICT）

浚渫船運転に使用したICT建設機械経費として計上。費用については基準がある。

(4) 3次元起工測量・3元設計データ作成（ICT）

浚渫船運転に使用したICT建設機械経費として計上。費用については、施工業者の見積にて計上。

## 6. まとめ

浚渫工事において、ICT施工を試行した結果、延べ作業時間（人・日）が約37%削減されるなど、i-Constructionで目指している、省人化や工期の短縮について効果が得られた。施工業者からも、ICT活用について「著しい効果が得られた」、「河床面の計上について、詳細なデータを取得することができ、見える化が進んだことで高品質な施工が可能となった」という声が上がった。また、起工測量、出来形測量時には、水上での作業時間が短くて済むため安全性が大幅に向上する。しかし、出来形管理において、水中である浚渫工事と面管理であるICT施工ならではの問題が出てきた。MG（マシンガイダンス）により高精度な施工が可能となり、余堀の抑制につなが

るが、流水による施工基面の変化があるため、余堀の抑制をしながらの面管理は難しいといった課題が分かった。そしてICT浚渫工（河川）の先駆けとなった本工事が、出来形管理等についてICT浚渫工（河川）に適した基準の参考となった。

また、今後、ICTの活用工事が増えていくと予想され、必要な機材やシステムの充実、発注者側の設備の充実や発注データの3次元化等が不可欠である。

**謝辞：**本論文を作成するにあたり、みらい建設工業(株)、海部建設(株)、中日建設(株)には丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。協力していただいた皆様へ心から感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。