

行政情報

港湾工事における ICT の活用

大 場 昌 幸

国土交通省では、建設現場の生産性向上に向けた取り組みとして、「i-Construction」を進めている。本稿では、港湾分野で「i-Construction」を推進する取り組みとして、最優先課題に設定した、浚渫工を対象に整備した ICT 浚渫工の基準概要や、試行工事の結果、今後の ICT 活用事業として想定している工種、及び港湾構造物への CIM 活用、工事現場の生産性向上に資するタブレットの活用といった、港湾工事における ICT 活用に関する取組について紹介する。

キーワード：i-Construction, 生産性向上, ICT 施工, CIM

1. はじめに

国土交通省では、建設生産プロセスの生産性向上を目指して、i-Construction を推進している。

港湾局においても、i-Construction の一貫として港湾における ICT の活用を進めており平成 28 年度は浚渫工を対象に ICT 活用に必要な基準類の整備を行い、平成 29 年度から直轄工事を対象に ICT 浚渫工を実施している。

本稿では、ICT 浚渫工の結果と今後の ICT 活用事業の拡大について紹介する。

2. ICT 活用調査工事

(1) ICT 活用調査工事の実施

港湾分野において、ICT の導入について検討するには、実際の建設現場の調査、設計、施工・管理の各段階においてこういった ICT ツールを導入するべきか検討をする必要がある。そのため、比較的多くの作業船や測量機器へ ICT が導入されている浚渫工を対象に、ICT 活用調査工事及び活用方策の検討を実施した(図-1)。

活用調査工事は、ポンプ浚渫船で航路・泊地の浚渫を行い、浚渫土量とほぼ同じ容積の埋立地に土捨てを実施した工事であり、浚渫箇所はマルチビーム、埋立地は UMV (ラジコンボード)、UAV (ドローン) を活用した。

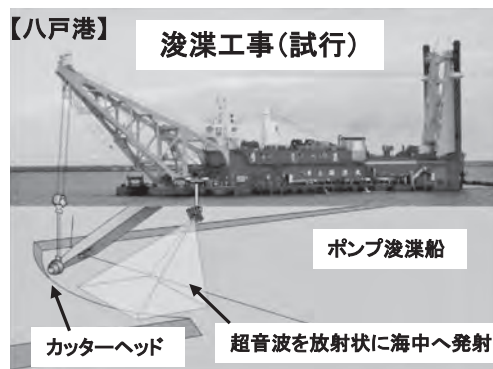


図-1 ポンプ浚渫船による施工状況

(2) 生産性向上の評価

生産性向上の評価項目として、測量から土量計算に要した人数で評価を行った。

浚渫部のマルチビームの生産性は、従来のシングルビームと比較して約 3%。埋立部の UMV, UAV の生産性は、レッド測深に比較して約 110%向上し、浚渫部と埋立部のトータルでは、約 73%向上した(図-2)。

3D 設計図を作成することにより土量計算が自動化されるため、測量から土量計算まで一連処理では人工

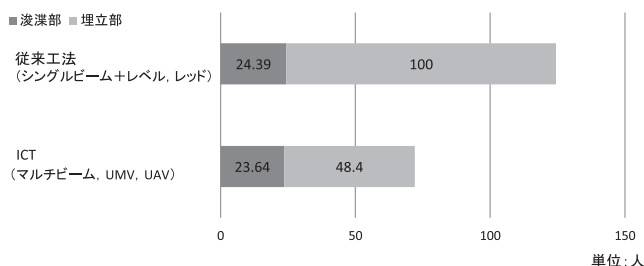


図-2 生産性の比較

や時間の削減といった導入するメリットはあるが、マルチビームによる取得データの処理だけを見ると、データ量が膨大になるためデータ処理に時間を要する、というデメリットもある。しかし、マルチビーム等で得られた3次元データは将来的な維持管理への活用も想定しているため、今後は3次元データの処理や管理・運用等の取り扱い方法の検討を進めたいと考えている。

3. ICT 浚渫工（新基準）の概要

前述の ICT 活用調査工事の結果、浚渫工において、マルチビーム等を活用できることが確認できたため平成 28 年度は、マルチビーム等で取得した3次元データを活用する仕組み作りとして、発注や検査に係る基準や要領の新設を行い、平成 29 年度は、改訂を行った（図—3）。

整備した基準の概要を以下に示す。

（1）調査・測量

「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル（浚渫工編）」

浚渫工におけるマルチビーム等を用いた深淺測量を実施する際の標準的な「作業手順」,「3次元設計データの作成手法」,「計測・精度管理」を規定するとともに、測量技術としてのマルチビームを用いた深淺測量に対する理解を深め、その利用の普及・促進を図るための解説を記載。

（2）設計・施工計画・積算

「3次元データを用いた港湾工事数量算出要領（浚渫工編）」

マルチビーム測量により取得された3次元データを用いた浚渫土量の算出方法として、「TIN 分割等を用いて求積する方法」,「プリズモイダル法」の二つの手法や数量算出に用いた3次元データの電子成果品の作成規定を記載。

「港湾請負工事積算基準」

マルチビーム測量の歩掛かりを新たに制定。

（3）施工・施工管理

「3次元データを用いた出来形管理要領（浚渫工編）」
マルチビームによる出来形測量および出来形管理が、効率的かつ正確に実施されるため、以下の事項を明確化。

①マルチビームを用いた出来形測量の基本的な取り

扱い方法や計測方法

②取得データの処理方法

③各工種における出来形管理の方法と具体的手順、
出来形管理基準及び規格値

（4）検査

「3次元データを用いた出来形管理の監督・検査要領（浚渫工編）（案）」

マルチビームを用いた出来形管理に係わる監督・検査業務に必要な事項を定めるとともに、受注者に対しても、施工管理の各段階で、より作業の確実性や自動化・省力化が図られるよう留意点等を記載（図—3）。

区分		名 称
全 体		ICTの全面的な活用(ICT浚渫工)の推進に関する実施方針
調査 設計 測量	1	地方整備局(港湾空港関係)の事業における電子納品等運用ガイドライン
	2	マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(浚渫工編)
施 工	3	3次元データを用いた港湾工事数量算出要領(浚渫工編)
	4	3次元データを用いた出来形管理要領(浚渫工編)
査 検	5	3次元データを用いた出来形管理の監督・検査要領(浚渫工編)
積算基準		ICT活用工事積算要領(浚渫工編)

図—3 新たに導入する基準

なお、浚渫工の出来形測量をマルチビームで実施することにより水路測量を満足する測量データが取得できるため、水路測量も兼ねることになり、検査の効率化にも繋がると考えている。

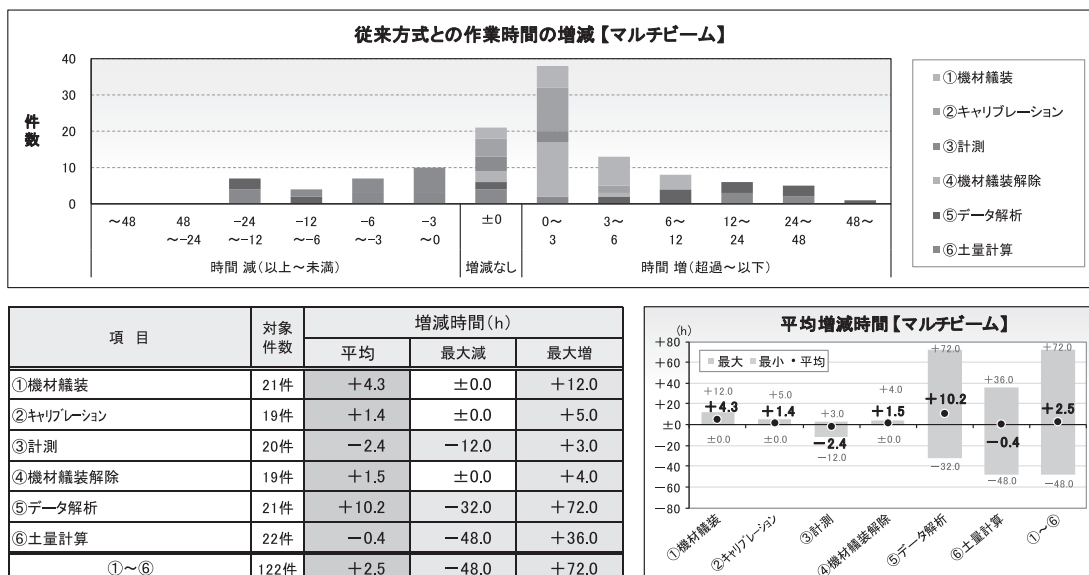
4. ICT 浚渫工の実施

平成 29 年度は、港湾工事に ICT を導入する第 1 歩として、直轄工事の浚渫工事を対象にマルチビーム測深を導入した。

試行工事を行った工事を対象に作業効率についてアンケートを行った結果は以下のとおり（図—4）。

「従来方式（シングルビーム測深機）」と「マルチビーム測深機」を比較した作業時間の増減は、「①機材艀装～⑥土量計算の作業全体」では、「0～3 時間増」が最も多く、「平均 2.5 時間増」。

平均作業時間が増えたのは、「①機材艀装」,「②施工規模（測深面積）」,「④機材艀装解除」,「⑤データ解析」であり、「⑤データ解析」は平均では 10.2 時間と最も増加しているが、最大で 32 時間減の工事もあることから、解析・土量計算ソフトウェアの充実や、ソフトウェア操作等の習熟によりこの時間は減っていくと考えられる。



図ー4 従来方式と作業時間の比較

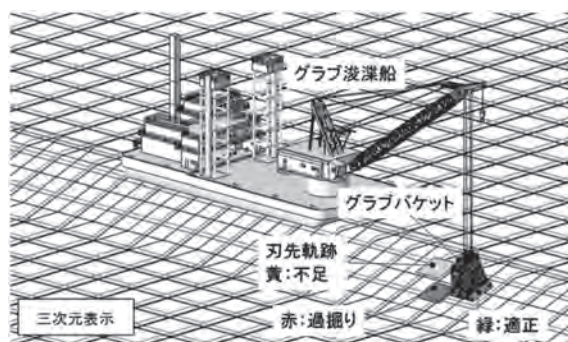
また、平均作業時間の減は、「②計測」、「⑥土量計算」となっており、マルチビームを活用し、3次元データを使用する効果は出ているとも考えられる。

5. ICT 活用事業の拡大

(1) ICT 浚渫工の推進

平成29年度に導入したICT浚渫工は、「①3次元起工測量」、「②3次元数量計算」、「③3次元出来形測量」、「④3次元データの納品」について行うものとしており、ICTを活用した施工については、義務づけていない。

一方で、建設会社が保有する浚渫船には、浚渫作業中に、3次元データ（現況・計画地盤）やソナー等を併用して、リアルタイムに目標浚渫深度や施工深度（掘り跡）をPC等画面上に表示（可視化）し、画面表示に従って施工することで過不足無く効率的に掘削することができるシステムを搭載しているため、平成30年度は、これらのシステムを活用する試行工事を実施している（図ー5）。

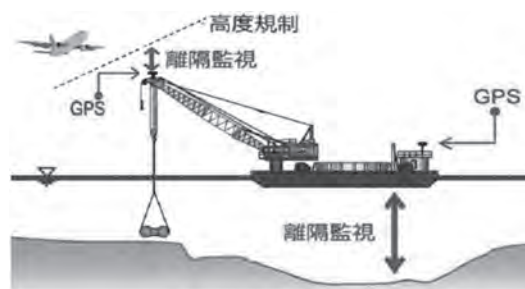


図ー5 浚渫施工管理システム

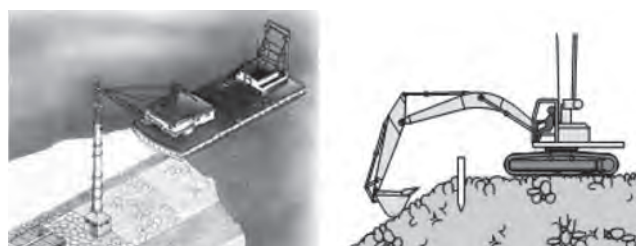
(2) 港湾構造物へのICTの導入

ICT浚渫工からの拡大として、港湾構造物工事への導入を考えており、現状の工事現場を見てみると、捨石の投入やブロックの据付位置の目標設置や指示等の削減・軽減し、施工の効率化を図るシステムとして、捨石投入船や起重機船のブーム先端にGPSを搭載し、目標位置をリアルタイムでPC等画面上に表示しオペレータに提供する作業船位置誘導管理システム（図ー6）や、建設機械を用いて、基礎捨石面の均しを行う捨石の機械均し機が活用されている（図ー7）。

機械均し方式は、自動追尾式TSとGPSを活用して位置管理を行うことで、大水深において高精度での大量急速施工が可能になる。



図ー6 作業船位置誘導管理システム



図ー7 捨石機械均し機

平成 30 年度は ICT 浚渫工以外の工種として、既に技術としては確立しているが、標準化されていない捨石投入やブロック据付、捨石機械均しについてもモデル工事を行い、平成 31 年度からの本格導入に向けた基準類を整備する予定である。

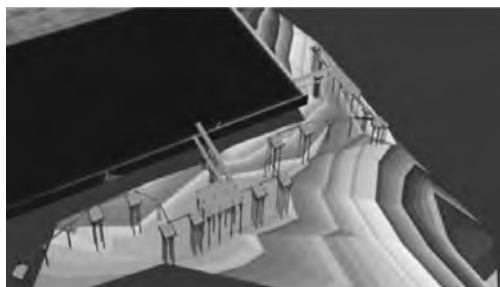
(3) CIM の活用

陸上工事においてすでに導入されている 3 次元データを活用した CIM モデル（構造物等の形状を 3 次元で立体的に表現した情報に 3 次元モデルに部材（部品）等の情報を付与したもの）事業によると合意形成の迅速化や施工計画・施工条件の確認等に効果があることが実証されているため、建設現場の生産性向上に有益なツールであることが明らかになっている。

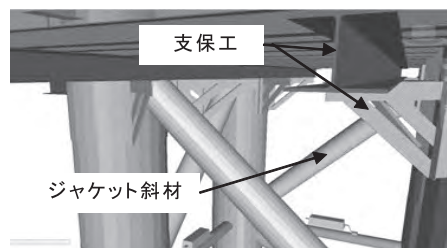
そのため港湾工事においても、測量・調査設計段階から 3 次元データ化を図り、測量・調査設計、施工、維持管理に至る一連の建設プロセスで一貫して 3 次元データの利活用を促進する。効果としては、設計段階においては、図面の不整合の解消や鉄筋同士の干渉部分のチェック、3 次元データからの数量の自動算出による効率化を図り、施工段階では、施工計画を可視化することで最適となる人材や資材確保への活用を図る。さらに、維持管理段階においては、3 次元化された施工段階の出来形計測データを活用することにより、構造物の変位把握の効率化を図る。特に災害時に発生した地形等を経年的に計測することにより、変位把握の効率化が期待させると考えている。

以下に、栈橋構造において CIM を活用した事例を示す。今工事においては、鋼管杭の支持層を 3 次元可視化することにより、関係者間での情報共有が容易になったことや、鋼管杭打設時に推定される支持層の高さと、施工出来形を随時 3 次元モデルに反映させることで、全ての鋼管杭が支持層への根入れは、問題がないことを共有できた（図—8、9）。

また、3 次元化することで支保工とジャケット斜材の干渉の有無が視覚的に可能となり、施工に影響を与える干渉がないことが確認できたため、平成 30 年度



図—8 支持層の 3 次元化



図—9 3 次元化モデルを用いた干渉チェック

は栈橋構造を対象に CIM 導入ガイドラインの作成を行う予定である。

6. タブレットの活用

監督職員は、工事や監督作業等を進めて行く上で必要な書類作成及びそのチェックに多くの時間が費やされており、発注者・受注者双方にとって大きな負担となっている。現場技術者の不足が懸念される中で、現場業務の効率化・生産性向上を図るための対応についても喫緊の課題となっている。

このような状況に対応するため、最新の ICT を活用して書類作成等の現場業務を軽減できる方策として、タブレットを活用したシステムの検討に取り組む必要がある。

具体的には港湾工事等では現在、受・発注者間で利用されている工事帳票管理システムの効率化である。

現状は、出来形測定結果等の測定データは、野帳等に控え、事務所に帰ってから出来形管理図表を作成しシステムに起票しているが、現場監督にタブレットを導入することにより、タブレットに保存した出来形管理図表に直接測定データを記入することが可能になり、現場から直接、または事務所に戻る前の空いた時間にシステムに起票するものである。これによりタイムリーな報告が可能となり、また現場で業務が完結するので事務所に帰ってからの作業の軽減が期待されると考えている（図—10）。

また、受注者側も書類作成等の現場業務が軽減でき、さらに、CIM と連携されることにより、出来形管理等の自動化が可能になる。

7. 人材育成

ICT 活用を推進するには、ICT 活用に対応した技術者が必要になるため ICT 浚渫工の受注者を対象に技術者の状況についてアンケートを行った（図—11、12）。

ICT 活用工事に対応可能な人材の現状については、全て「②不足している」または「③ほとんどいない」

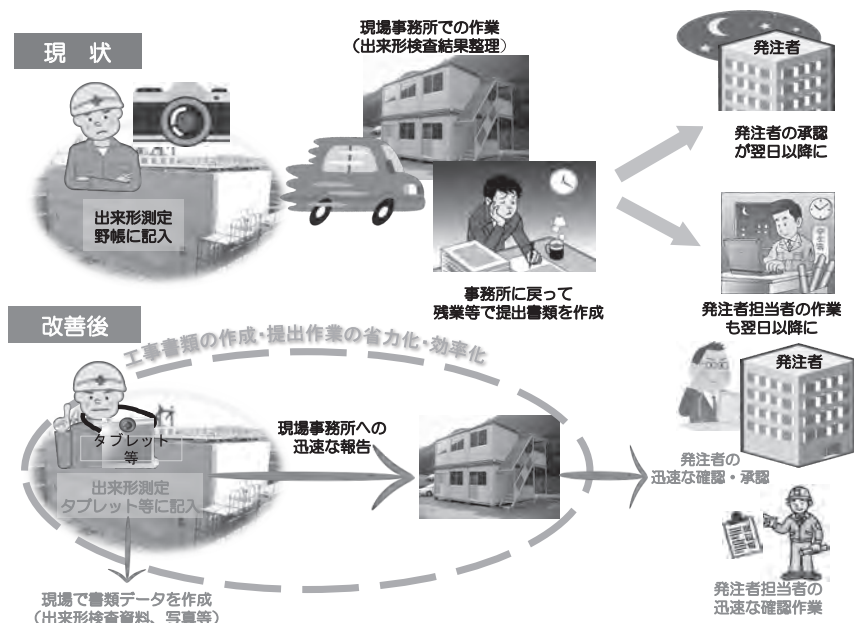


図-10 現場監督業務におけるタブレットの活用

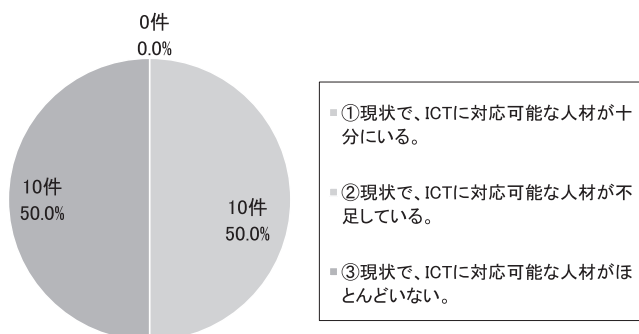


図-11 現状における ICT 活用工事に対応可能な人材の状況

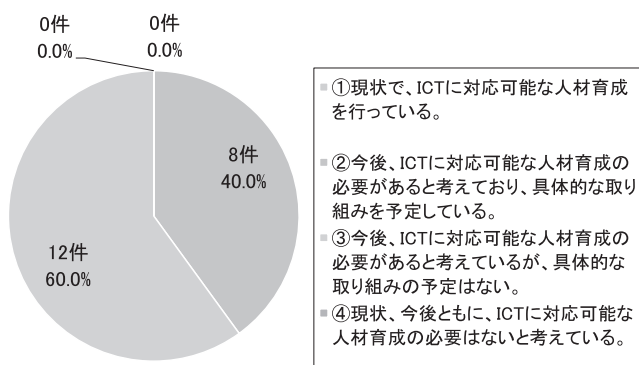


図-12 現状および今後における人材育成の状況

であり、「①十分にいる」という回答はなかった。

また、人材育成の状況についても、全て「②③今後、人材育成の必要性を感じている」であり、「①現状で人材育成を行っている」および「④人材育成の必要ない」は、なかった。

本結果のとおり、現状では、ICT 対応工事に対応した技術者は不足しているが、人材育成の必要性は建

設業界にもあるため、今後は、官民が一体となった人材育成について取り組む必要がある。

8. おわりに

我が国の港湾開発は、戦後の経済復興とともに飛躍的に進み、その中で積み重ねてきた港湾整備の技術や経験を活かし、現在の建設生産プロセスが確立されて

いる。
現在取り組んでいる i-Construction の推進による生産性革命は、将来予想される労働者・技術者の不足の状況の中でもよい品質のものを作れる体制を整備することであり、業務の効率化を通じて労働生産性を上げる取り組みであるため、まずは、浚渫工を対象に ICT を導入したが、外郭施設や係留施設等においても ICT を活用する仕組みを作り、さらに CIM などを活用した現場作業の軽減についても取り組む必要がある。

さらに、国土交通省として、平成 30 年を生産性革命「深化の年」として、i-Construction 施策などの取組をさらに強化することとしているため、港湾分野においても ICT の活用を加速させる必要もある。

そのためには、従来の技術の優れた部分の継承と新しい技術との融合が必要であり、産学官の連携も重要であるため関係者皆様の協力を引き続きお願いしたい。

J C M A

【筆者紹介】
大場 昌幸 (おおば まさゆき)
国土交通省
港湾局 技術企画課