

河川浚渫現場におけるMG (マシンガイダンス) で効力・省力化を目指す

梶本 秀樹¹

¹近畿地方整備局 河川部 河川管理課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

本報告は、河川浚渫工事への「ICTの全面的な活用」の導入に向けた検討結果である。猪名川が流れる兵庫県尼崎市戸ノ内地区において、3次元データを活用するバックホウ浚渫3Dガイダンスシステム（以下、「3Dガイダンス」という）を用いた河川浚渫工事を実施し、生産性の向上に関する効果の把握を目的に、施工状況の現地調査及び受注者へのヒアリング調査を行った。その結果、河川浚渫現場への3Dガイダンスの適用によって、生産性、安全性、施工性などの面で非常に有効であることが確認できた。

キーワード i-Construction, ICTの全面的な活用, 河川浚渫工事

1. 背景

国土交通省は、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水準の向上を図るとともに安全性の確保を推進するとして、「i-Construction」を取り組んでいる。そのトップランナー施策に「ICTの全面的な活用」「全体最適の導入」「施工時期の標準化」を3本柱として、さらに近畿地方整備局では、Plus 1として「受発注者間のコミュニケーションによる施工の円滑化」を位置づけ、プロセス全体の最適化を目指して展開しているところである。

「ICTの全面的な活用」については、建設生産プロセスの調査・測量、設計、施工、検査の全ての段階においてICT技術を活用することにより生産性及び安全性の向上を目指したICT土工の推進が、2016年度から図られた。また、それに合わせて紙図面を前提とした基準類を変更し、3次元データに対応した新基準類が整備された。さらに、2017年度からは、舗装工、港湾工事における浚渫工においても、ICT技術活用のための基準類が整備され、工種が拡大された。このように「ICTの全面的な活用」の対象工種の拡大が進められている中、河川浚渫工の3次元データによる基準類については現在、未整備となっている。河川土工マニュアルによると、河川浚渫工は、グラブ浚渫船、ポンプ船、バックホウ浚渫船の3つに分けられており、その中でも、バックホウ浚渫船は、近年、河川における浚渫での施工事例が多くなってきている。

従来のバックホウ浚渫船による河川浚渫工事は、河床の現況を把握するために事前に深淺測量を行い、測量結果を基に施工計画を作成する。その後、浚渫船運転工、土運船運搬、揚土工を繰り返し、その後、出来形測量と

して再度、深淺測量を行う。しかし、掘削面が水面下にあるため、完成度がオペレータの熟練度に影響されること、浚渫船の移動毎に掘り残し確認を目的としたスタッフ等を用いた簡易な測量を行う必要があることなどの様々な課題がある。そのため、課題の解決策として河川浚渫工事へ「ICTの全面的な活用」の導入が考えられる。河川浚渫工事において「ICTの全面的な活用」を導入した場合、三次元測量による水中施工箇所可視化によって、施工の効率化、施工数量を自動算出など、生産性の向上が期待される。そのため、河川浚渫工事の「ICTの全面的な活用」に向け、実際の浚渫工事現場において、3Dガイダンスを用いて工事を実施し、生産性の向上に関する効果の検証を行った。



図-1 浚渫工事の様子

2. 工事概要

(1) 工事の概要と目的

工事概要を表-1に示す。本工事は、淀川水系河川整備計画に基づき、戦後最大洪水（昭和35年台風）を安全に流すことを目的に、兵庫県尼崎市戸ノ内地区において浚渫工事を行った。

工法としては、バックホウ浚渫＋土運船運搬による工法を採用し、3Dガイダンスを用いて施工を行った。

表-1 工事概要

工事名	戸ノ内地区掘削工事
工事場所	兵庫県尼崎市戸ノ内地区 (猪名川0.6k～1.0k)
工期	2016年8月1日～2017年3月20日
受注者	香山組(株)
工事数量	掘削土砂量9900m ³



図-2 施工箇所

(2) 3Dガイダンスの概要

本工事には、GCS900 バックホウ浚渫3Dガイダンスシステム（NETIS登録No.QSK-090005-V）を用いた。3Dガイダンスとは、バックホウ浚渫船において、図-3のように、バックホウにチルトセンサー、ピッチセンサー、GNSS受信機等を取り付けることによって、バックホウの位置と向き、バケットの姿勢と爪先の位置及び高さの3次元情報が車載PCのログファイルに記録される。さらに河床掘削の図面データを入力する事により、バックホウのキャビン内に設置したモニターにバックホウのリアルタイムの3次元情報が表示（図-4,5）され、オペレーターは、この3次元情報を基に操作を行う事で、熟練度に関係なく、設計値と誤差の少ない施工が期待される技術である。

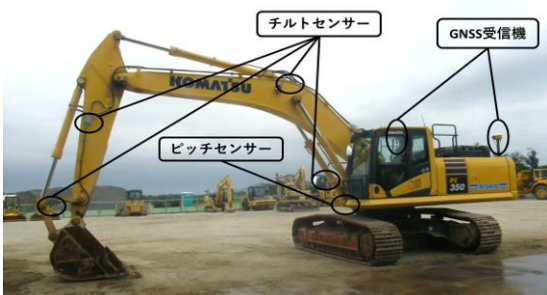


図-3 3Dガイダンスシステム構成図



図-4 バックホウの位置を示したモニター

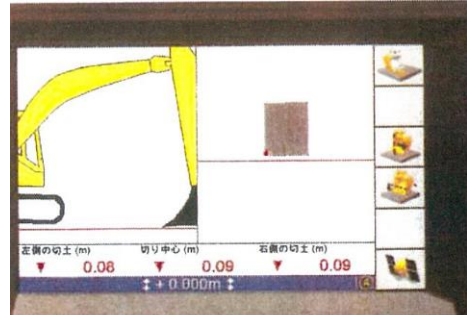


図-5 バケットの位置を示したモニター

3. 検証方法および検証結果

(1) 検証方法

3Dガイダンスの効果を把握することを目的として、以下の調査を実施した。

- ① 施工状況の現地調査
 - ② 受注者（香山組株式会社）へのヒアリング調査
- ヒアリングは、工事完了後に実施した。

検証方法については、従来の施工方法に対して、生産性、安全性、施工性などの観点で整理を行った。

(2) 検証結果

a) 施工状況の現地調査

従来施工では、水中のバケットの位置をアームなどの沈みおよび傾きやマーキング（図-6）などによって推測していたため、オペレータの熟練度に左右されていた。今回、3Dガイダンスにより、バケットの位置がモニターに表示されるため、オペレータはモニターを見ながら、操作を行うことができ、熟練度に関係なく、施工が容易となっていることから、施工性の向上が確認できた。

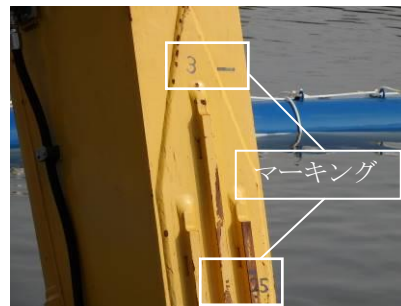


図-6 バックホウのアームに示されたマーキング

b)ヒアリング調査結果

・生産性向上

従来施工では、掘り残し及び推測による掘削になるため、設計河床高-30cmから-50cmとしていたのに対して、今回の施工では、モニターを通じてバケットの刃先で掘り残し確認が行えるため、計画河床高-20cmとすることが出来た。これにより、余分に掘削する土砂量が減少し、土運船が陸揚げ場と掘削場所との往復回数が減った。その結果、生産性の向上したと考えられ、日あたり施工量がおおむね2%～15%ほど向上した。

・施工性向上、安全性向上

モニターに正確な位置が表示されたバケットを河床に着けることによる掘り残し確認を行うことで、図-7のように重機周辺でのスタッフ等を用いた簡易な測量による浚渫船周辺の掘り残し確認が不要になり、省力化が見られた。加えて、人がいなくなるため、重機等との接触を未然に防ぐことが出来るため、安全性も向上した。

モニターには、バックホウの位置以外にも、掘削範囲の掘削状況が表示されるため、浚渫船の移動を行う際には、モニターに表示された位置情報を参考にすることで、船の位置決めが容易になり、施工性の向上が見られた。加えて、従来では、船の置き直しが頻発していたが、今回の施工では、起こらなかったことから、浚渫船の燃料費を削減できたため、環境性、経済性も向上した。



図-7 重機周辺での掘り残し確認

・施工管理の合理化

GPS機能及び3Dガイダンスの施工履歴データについては、クラウドサービスの活用により、施工管理者は、工事の進捗状況をPC等により随時、正確に確認できた(図-8)。さらに、進捗状況に関する資料作成に際しても、従来では、図面に掘削済み箇所を着色した資料の作成を行っていたが、施工履歴データの提示のみとなることで、作成の手間がなくなり、生産性の向上が見られた。



図-8 クラウドサービスに表示された進捗状況

(3)検証結果のまとめ

河川浚渫現場への3Dガイダンスの適用については、生産性、安全性、施工性などの面で非常に有効であることが確認できた。特に、水中部である不可視部分を3Dガイダンスのモニターを通じて、水中部を「見える化」することで、余掘り量の低減、掘り残しの防止、計測作業員と機械作業との接触事故の防止などが確認でき、河川浚渫現場の生産性等が向上していることが確認できた。

4. 今後の課題と効果

(1)課題

今回の検討結果から抽出された課題について整理する。

a)基準類の整備

今回の検討では、出来形管理基準などの基準類が未整備なため、従来の深浅測量による出来形管理も併せて行った。そのため、「ICTの全面的な活用」にまでは至っておらず、生産性等の向上の余地は残されていることが課題である。

b)キャリブレーションのルール整備

施工中に取得する3次元の位置情報のキャリブレーションは、毎日、始業時に行うのが理想的である。しかし、今回の施工現場は汽水域であり、川の水深も浅いため、GNSS基準点を設置した高水敷きには、満潮時以外では近づくことが出来なかった。そのため、キャリブレーションは施工期間中に2回しか行うことが出来なかった。今回の施工では、位置情報に狂いが生じた等の報告はなかったが、今後、キャリブレーションを毎日行わなかったことによって、施工中の位置情報に狂いが起きることも考えられる。そのため、「ICTの全面的な活用」を導入する場合には、施工中に取得する位置情報やキャリブレーションの基となるGPS基準局の設置箇所や設置数といった基準やキャリブレーションを行うためのルール整備が必要と思われる。

c) 位置情報が活用できない場合の対応策

桁下掘削箇所では、構造物の陰となり、バックホウおよびバケットの3次元の現在位置が確認できなかった。そのため、3Dガイダンスの特性を活かせず、従来施工の工法を採用することとなった。河川浚渫工事の現場で

は、掘削箇所と桁下箇所が含まれるケースがあり、今後の基準整備に際しては、ICTと従来施工が混在した現場の取扱についても整理されることが望まれる。

②ICTの全面的な活用による期待される効果

ICTの全面的な活用により期待される効果を、「従来工法の課題」と「ICTの全面的な活用による改善点」に分けて考察した。

○従来工法の課題

- ・紐を付けたロープを降ろし、1箇所ずつ水深を計測するため、多大な作業時間や労力が必要。
- ・検測と仕上げ作業の繰り返しが必要となり、手間がかかる。
- ・水流により、下ろしたロープが流れ、水深の計測結果に影響が出る可能性がある。
- ・計測毎に断面からの距離を測り、計測箇所の位置を出すため、多大な作業時間や労力が必要。



図-9 従来計測の様子

○ICTの全面的な活用による改善点

- ・3Dガイダンスにより、施工しながら施工箇所の座標を取得するため、施工後の計測作業が不要になる。
- ・計測作業不要
- ・仕上がりを実タイムに確認できるため、施工の手戻りが発生しない。

従来手法とICTを活用した手法の違い

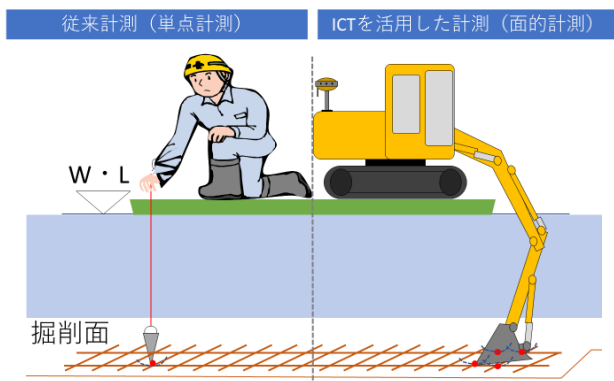


図-10 従来計測とICTを活用した計測の比較

5. 今後の展望

今後、河川浚渫工事への「ICTの全面的な活用」の導入に向け、出来形管理などの基準類についても検討する必要がある。

ICT建設機械には、施工履歴データが保存されていることから、施工履歴データを活用した出来形管理が期待できる。施工履歴データを活用した場合、出来形部分に対応した点群データを抽出して面データ化し、起工面と比較を行えば、現地を計測することなく容易に出来高数量を求めることができる。加えて、従来の浚渫工事の出来形管理に必要な計測作業が不要となり、計測人員の削減、作業時間の短縮が期待される。しかし、現在の施工履歴データは、3次元の位置情報を常時記録しているため、任意の位置情報を抽出する際には、フィルタリング作業に多大な労力が費やされる。そのため、今後施工履歴データは、適宜、位置情報の記録を行えるようにする必要がありと考えられる。

3Dガイダンスは、河川浚渫において、生産性、安全性、施工性などの面で非常に有効であることが確認できた。また、受注者は掘削がしやすく今後も是非活用したいと受注者からの感想があった。このことから、現在、河川浚渫工事へのICTの全面的な活用の導入は、課題があるものの、有意である。これからも、ICTの全面的な推進により、建設産業の生産性を高め、従来のイメージ「きつい、きたない、危険」の3Kから、「給与、休暇、希望」の新3Kの実現に向け、一人の技術者として今後も貢献して参りたい。

謝辞：本稿作成にあたっては、現地調査及びヒアリング調査を行わせていただいた香山組(株)、猪名川河川事務所及び近畿地方整備局の皆様より様々な助言等を頂きました。関係各位に深く感謝申し上げます。