

操作支援システムによる掘削状況確認の精度向上に関する一考察

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 ○杉谷 康弘
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 若林 康郎
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 岡島 朝治

1. はじめに

3次元マシンコントロール(MC)や3次元マシンガイダンス(MG)機能を有するバックホウ(以下「ICTバックホウ」という.)は、GNSSによる測位や傾斜センサー等のデータから、バケット先端の3次元座標をリアルタイムに計算し、施工履歴データとして記録するとともに、どの場所にどのくらいの掘残しが残っているかや、バケットの位置・傾き等を運転室のモニターに表示する機能(以下「操作支援システム」という.)を有している。操作支援システムが有れば、河川浚渫のように掘削場所が水中のため、目視で状況を確認することが困難な状況でも掘削状況を把握することができる。ただし、操作支援システムのモニター表示は、あくまでバケットの位置情報から計算した結果であり、実際の掘削状況を示したものではない。そのため、厳密には両者は一致しない。本稿では、モニター表示と実際の掘削状況を比較した簡単な実験から、施工の確実性が期待出来る操作支援システムの機能について考察する。

2. 実験方法

モニター表示と実際の掘削状況を比較するため、下記の試験A~Cの3パターンで実験を行った。ICTバックホウは、3次元マシンコントロール機能のある、コマツPC200i-10を使用した。完成掘削形状は、現況地盤面から1m下を平らにする単純なものである。バックホウ浚渫船による河川浚渫を意識して、粗掘りとして現況地盤から深さ0.8m分は予め掘削しておき、仕上げ掘削としての深さ0.2m分に対して試験を行った。また、バックホウ台船の停止中はバックホウが前進後進や左右への移動ができず、旋回しか行えないことから、旋回軸を中心とした扇形に掘削することにした。掘削は、バケットの先が最も遠くまでいくようにした後、バケットを完成面の標高まで下し、バケットを手前に真っすぐ引いてくることとし、1回の掘削後、毎回少しずつ旋回することで掘削場所をずらすようにした。各試験では、掘削場所のずらせ方が異なっている。

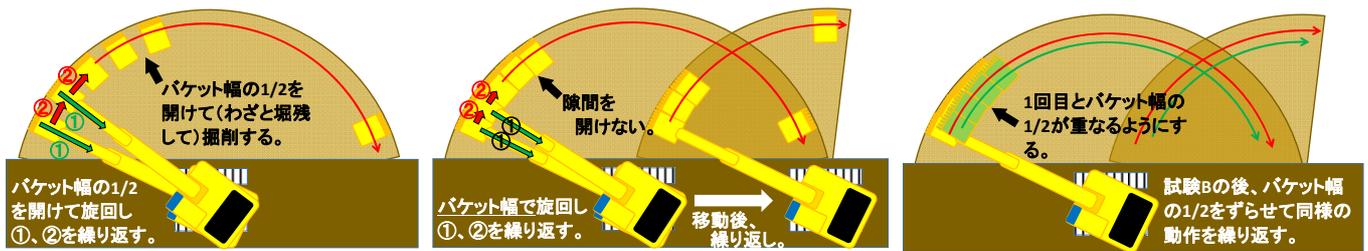


図-1 試験Aのイメージ

図-2 試験Bのイメージ

図-3 試験Cのイメージ

- 試験A: 掘残しがあった場合を再現するため、最初の掘削に対して、バケット幅(約1.2m)の1/2を敢えて残して、次の掘削を開始する。順次、左側から右方向に旋回し、右端まで到達した段階で終了する。(図-1)
- 試験B: 最初の掘削に対して、重複や掘残しが無いように、ちょうどバケット幅分を旋回し、次の掘削を開始する。順次、左側から右方向に旋回し、右端まで到達した段階で一端終了する。その後、右側にバックホウを作業半径分移動し、作業半径が重なる部分を同様に掘削する。これは、バックホウ浚渫船が浚渫場所を右側へ移動する状況を再現したものである。(図-2)
- 試験C: 入念に仕上げる状況を再現するため、試験Bと同様の内容の掘削を行った後、試験Bで掘削した場所に対してバケット幅の1/2をずらせて、もう1度全体を掘削する。(図-3)

キーワード ICT 建設機械, 操作支援システム, 施工履歴データ, 河川浚渫

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1 国土技術政策総合研究所 社会資本施工高度化研究室 TEL029-864-7490

3. 試験結果

■試験 A：モニター表示を写真-1 に、実際の掘削状況を写真-2 に示す。写真-1 のモニター表示で扇形の外側から内側へ筋状に見える赤色の部分が掘削されていない箇所を示しており、バケット幅の 1/2 程度の掘残しがある場合には、モニター表示から、掘残しがあることを確認出来た。

■試験 B：モニター表示を写真-3 に、実際の掘削状況を写真-4 に示す。写真-3 のモニター表示では赤色の筋状の部分が無いため、モニター表示からは掘残しがないように見えるが、写真-4 に示すように、実際にはバケットからのこぼれがあるため、残土が発生している。

■試験 C：モニター表示を写真-5 に、実際の掘削状況を写真-6 に示す。写真-5 のモニター表示は、試験 B の場合と同様であるが、実際の掘残しは、1 回目の掘削でこぼれたところを 2 回目の掘削で再度掘削していることから、写真-6 のように、残土はかなり減っている。

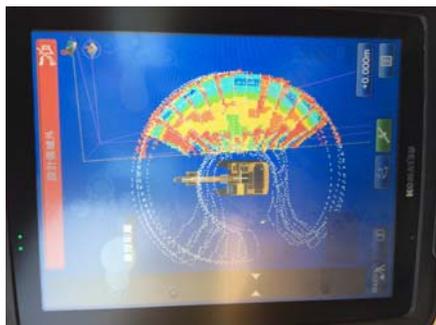


写真-1 試験 A の掘削表示

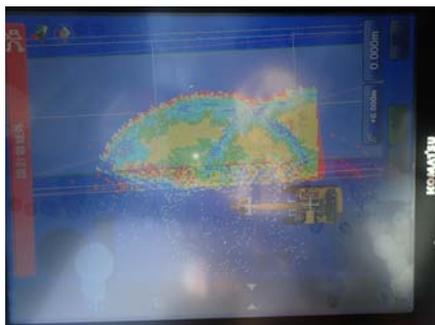


写真-3 試験 B の掘削表示



写真-5 試験 C の掘削表示



写真-2 試験 A の掘削状況



写真-4 試験 B の掘削状況



写真-6 試験 C の掘削状況

3. 操作支援システムに関する考察

実験を行った ICT バックホウでは、掘削していない場所については、モニター表示により掘残しの確認ができる一方で、掘削中にこぼれた残土については、把握できないことが確認出来た。また、試験 C のように 2 回掘削した場合には、残土を減らすことができるが、モニター表示では、1 回しか掘削していない試験 B との違いが明確ではなかった。これらのことから、完成掘削深さで掘削した回数をモニター表示することで、オペレータが同一場所の掘削回数を確認できるようにするとともに、「掘削回数」を記録として残しておくことで、残土の少ない施工を担保することが考えられる。これは、ICT 締固め機械における締固め回数を表示する機能に類似した手法である。また、残土を減らすような施工を考えた場合、「仕上げ掘削を行う直前の土砂の深さ」を浅くすることや、「仕上げ掘削の際のバケットの角度」を水平にすることが、バケットからの土砂のこぼれを少なくすることに有効であることから、これらの記録を残しておくことも残土の少ない施工を担保することに繋がると考えられる。こうした表示機能や記録機能の存在については、試験前には把握することができなかったが、存在が確認できれば、操作支援システムによる出来形を担保する有効性について確認する予定である。

3. おわりに

ICT 建設機械を使えば初心者であっても設計図通りに精度よく仕上げることができるが、実際の施工では効率的に仕上げることも求められる。今回は、操作支援システムにおける掘削状況の精度向上に関して考察したが、効率性の観点での検討も今後行いたいと考えている。