

# 令和元年度 深谷砂防堰堤外工事 無人化 ICT 技術における安全性・生産性向上について

蒲田建設(株) 令和元年度深谷砂防堰堤外工事  
(全体工期：令和2年3月19日～令和3年1月20日)  
(実工期：令和2年4月1日～令和3年1月20日)

現場代理人 ○田丸 潤一 (たまる じゅんいち)

監理技術者 野澤 和博 (のざわ かずひろ)



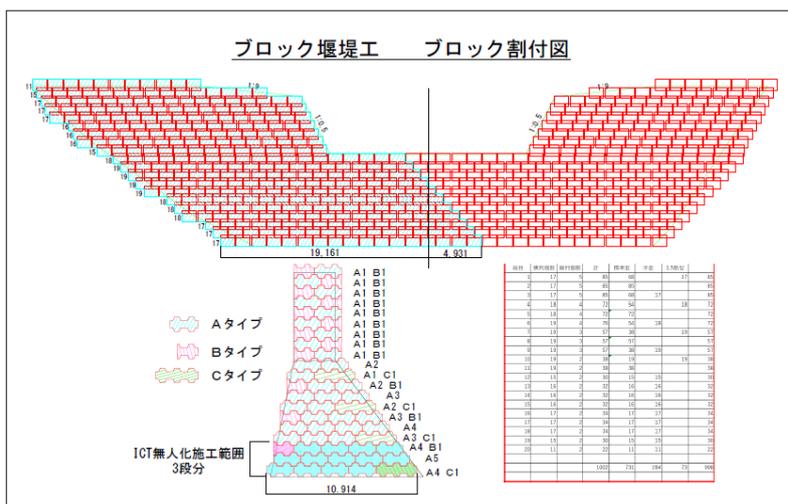
【キーワード】 無人化 ICT 施工

## 1. はじめに

本工事は、異形ブロック(ビーハイブ)を1413個使用し、6t、4t、3tのブロックを組み合わせ、砂防堰堤を構築する工事であった。

ブロック堰堤工は重量物の吊作業が多く、吊荷の落下・吊荷に挟まれる等の危険が想定されるため、吊荷作業時の安全対策が重要になる。本稿ではこの工事において実施した、安全性・生産性向上について報告する。

## 2. 工事概要



### 3. 本工事における最重要課題

本工事のブロック堰堤工は重量物の吊作業が多く、吊荷の落下、作業員が吊荷に挟まれる危険性がかなり高い。また、工事の進捗に伴い作業箇所が高所となり足場が狭くなることから転落の危険度が増してくる。さらに、河川内作業の為、土石流から作業員の人命を守る必要があった。

### 4. ブロック据付作業に対する安全対策の実施

人が入場するのに危険な建設現場において、災害を未然に防ぐためにラジコン装置等搭載した建設機械群をオペレーターが安全な遠隔地から操作ができる『無人化施工技術と ICT 技術を組み合わせたのブロック据付作業』を試行した。

#### ◆使用機材

ベースマシン:CAT336 	MC システム 	基地局:自動追尾トータルステーション SPS730 
把持装置:ヨシカワ製ビーハイブ専用 MAX4t 	カメラ映像装置:無人化施工 ICT 伝送装置  	

#### ◆施工概要

##### トータルステーションをセット

1.4 m<sup>3</sup>バックホウに測量用プリズムを設置して、トータルステーションを自動追尾させる。トータルステーションは観測データをリアルタイムに送り続け、建機はそのデータをもとに、今自分が設計上どこにいるかを把握する

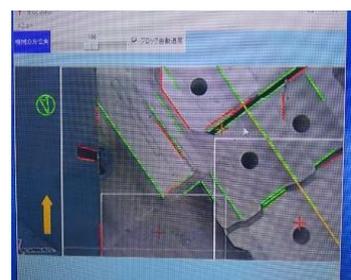
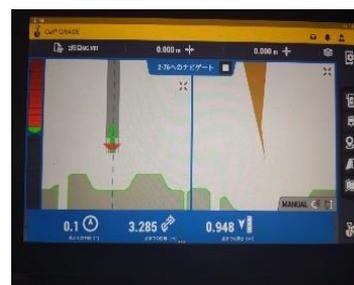


## マシンガイダンスの使用

施工管理の座標（ブロックの中心）を設計座標へ誘導する。

### ビーハイブの方向

画像解析によるブロックの通りを合わせるソフトを使用。入力カメラ映像からは直線部分を検知して写し出されたものが提供される。ブロックの置く方向はブロックの輪郭に対して垂直若しくは並行であれば良いので入力情報と直線検出情報を計算し、画面上に色覚情報としてガイダンスする。



## 5. 無人化 ICT 施工の課題

無人化 ICT 施工の作業効率は、通常オペレーターが運転席に座って行う搭乗施工と比較して非常に低い。そこで現状を把握する事を目的に、サイクルタイムの計測を行った。

## 6. 無人化 ICT 施工のサイクルタイム

無人化 ICT 施工の経験がないオペレーター2名により、遠隔操作式の油圧ショベル(CAT336)を用いて、『ブロックを把持→ブロックの据付位置までの誘導→設計値への据付』の作業形態の動作を時間計測した。

(施工にかかった日数)

クレーンによる据付            760 個    =    20 日間    ⇒    1 日平均    38 個

無人化 ICT 施工による据付    238 個    =    13 日間    ⇒    1 日平均    18 個

有人施工と無人施工の対比をしてみると、計算上、比率は0.47という数字になりクレーン作業に比べ無人化 ICT 施工は1日平均で半分以下の施工しかできないことがわかる。無人化 ICT 施工の作業毎に見ると、操作が比較的簡単なブロック把持作業より、操作が複雑な「据付作業」の方が単位作業時間の増加度合いが大きい。災害現場等での施工を考えると「作業」の繰り返しが多くなるため、全体の効率はさらに悪くなると考えられる。

## 7. 操作環境(視野と操作レバー)の影響

無人化 ICT 施工の操作環境は、人間の視野より非常に狭い画角のモニターをみながらジョイスティック型操作レバーで操作を行う。オペレーターが慣れている搭乗式のバックホウと環境が異なることから、操作性の低下を招く要因となった。搭乗操作に比べ、遠隔操作の環境におけるサイクルタイムは2倍以上の為、より一層の改善が必要となる。



## 8. 無人化施工の生産性向上にむけて

無人化 ICT 施工は、コストは二の次の災害時の利用が想定されているものの、特殊な機材と特殊技能を持つオペレーターを災害発生後に至急手配して被災地で運用するよりも、より施工能力が高く操作が容易なことで少ない台数と特殊技能を要しないオペレーターで施工が可能なが望まれる。

## 9. 操作環境

通常操作の運転環境に近い視覚情報を与えることで、サイクルタイムが向上するのではないかと、実際に施工をしたオペレーターから意見があった。音や振動などの情報を与えたり、その与え方でより向上すると思われる。

逆に、非熟練オペレーターという視点で見ると、過度な情報を与えると理解・判断に時間を要する可能性があることから、オペレーターの熟練度に応じて与える情報を選定することが考えられる。

## 10. まとめ

今回、無人化 ICT 施工を行った事により、作業ヤードに作業員が立ち入ることなく施工することができ安全対策という観点からは素晴らしい結果になった。しかし、作業効率化という観点でみると、改善できる点は多々あることが分かった。熟練オペレーター不足を踏まえ、非熟練オペレーターを対象として効率化を図ることにより無人化 ICT 施工の実現場での運用が可能になると思う。