

## 把持装置を利用した大型ブロックの据付施工性

国土交通省 九州地方整備局 長崎河川国道事務所 久保 世紀<sup>※1)</sup> 吉田 信也  
 国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 矢野 敦久  
 国土交通省 九州地方整備局 大隅河川国道事務所 時任 勝宏<sup>※2)</sup>  
 大分大学 減災・復興デザイン教育研究センター 鶴成 悦久 ○中濃 耕司

### 1. はじめに

令和6年4月に公表された「i-Construction2.0～建設現場のオートメーション化～」<sup>1)</sup> (以下、「i-Con2.0」と称す)では、生産年齢人口の減少や高齢化等の社会的課題が進行を踏まえ建設現場のオートメーション化に取り組むことが示されるとともに、今後5年程度で砂防現場における遠隔操作(≒無人化施工)の活用拡大がロードマップに示されている。このような背景もあり、令和7年3月に国土交通省砂防部による「砂防関係工事における遠隔施工要領(案)」<sup>2)</sup>が公表された。ここで、無人化施工は安全性の確保や従事者の負担軽減には寄与できるが、その施工効率は有人施工に対して0.6程度が標準と考えられ<sup>3)</sup>、生産性の向上や省人化等の効果は大手施工機関が実施した成瀬ダムの自動化施工等の事例はあるものの、地元施工機関が従事する砂防工事では認められないことが実状と考えられている。

無人化施工のうち、火山噴火緊急減災対策等における大型ブロックの据付作業は、無人化施工を実施するために専用の把持装置が開発され、玉掛作業が不要となることもあり省人化が図られる。また、据付機械がラフタークレーンから小回りの利くバックホウに変更されることもあり施工性が向上することも期待される。このような状況を踏まえ、本報では、把持装置を使用した大型ブロックの据付施工性について整理した結果を報告する。

### 2. 対象工法の概要

写真1に対象工法である把持装置を使用した無人化ブロックの据付状況を示す。写真1は立入禁止区域における導流工を、写真2に示すセンターホールを有する大型ブロックを用いて無人化施工により構築する事例である。大型ブロックの把持はセンターホール内に把持部を挿入し、油圧により把持部を開閉しセンターホールの内壁に把持部を密着させて行う(図-1参照)。

表1に示すように、無人化施工による大型ブロック構造物の構築では、10～11t級クローラダンプで運搬し、1.4m<sup>3</sup>級バックホウで横取・据付を実施することを標準とする場合がほとんどである。また、当然のことながら玉掛作業は発生しない。

雲仙普賢岳の噴火災害で荒廃化した長崎河川国道事務所管内の水無川では、令和4年度に試験施工を行い、令和6年度より、2tブロックを使用した護岸工・導流工工事が開始されている。なお、九州技術事務所が所有する水平移動式把持装置<sup>4)</sup>が実工事に採用された初めての事例となる(図-1、表-1参照)。

### 3. 把持装置を使用した

#### 無人化施工による大型ブロック据付時の施工性

令和4年度に実施した把持装置を使用したブロック据付の試験施工における作業日当たりの作業量を表2に示す。なお、表2には、比較対象となる国土交通省土木工事標準積算基準書<sup>4)</sup>に示された標準作業量も合わせて示す。

令和4年度の試験施工では、すべての作業内容で有人施工



写真1 把持装置を使用した  
無人化ブロック据付状況

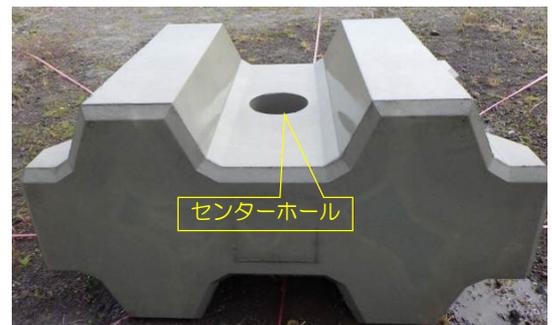


写真2 把持対象ブロック

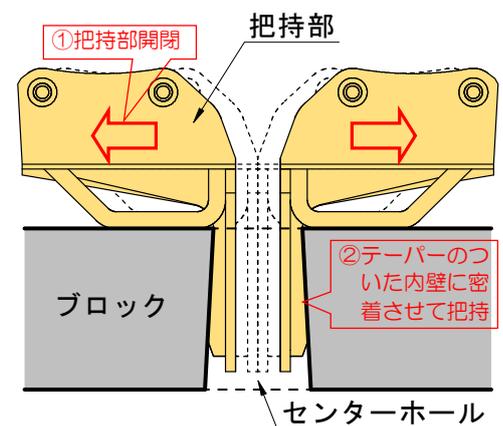


図1 ブロック把持概念図

表1 雲仙普賢岳の水無川における  
無人化ブロック積みを使用した機械等

| 作業内容等    | 使用機械                       |
|----------|----------------------------|
| 把持対象ブロック | ビーハイブ(2t)                  |
| 施工方式     | 無人化施工(モニター方式)              |
| 運搬       | 10～11t級クローラダンプ 2台          |
| 横取/据付    | 14m <sup>3</sup> 級バックホウ 1台 |

※1)現在、国土交通省九州地方整備局河川工事課、※2)現在、国土交通省九州地方整備局宮崎河川国道事務所

(標準作業量)よりも無人化施工の方が施工性に優れることが確認された。中でも積込・荷卸・据付作業は無人化施工作業量/標準作業量(有人施工) = 1.8~2.6 と高い施工効率を示した。把持装置を使用した無人化施工による施工性が有人施工と比較して高い理由としては、時間を要する玉掛作業等が省略できることやセンターホールに把持部を挿入後開閉するだけの把持作業がシンプルであることの効果と推測される。また、無人化施工における大型ブロックの据付の施工性は運搬により支配されることも確認できた。なお、1回あたりの2tブロックの運搬個数は4個とした。

表3には令和6年度に実施した護岸工・導流工工事における作業日当たりの作業量を示す。当該工事では、玉掛作業員の確保期間に制約が生じたため、まず、有人施工区域で積込後、施工箇所近傍に仮置きした。その後、現場内運搬(平均運搬距離100m程度)して本施工を実施した。ここで、現場内運搬における1回あたりのブロック運搬数は、クローラダンプ搭載2個+バックホウ把持1個の計3個であった。これは、施工者が種々の方法で試した後、最も効率的と判断した運搬方法である。積算上の1日当たりの作業量は積込・運搬に支配され64個/日であったが、実施工では35個/日、55個/日であった。前述したように本施工の施工手順は積算時と大きく異なることから、仮置き時の方が積算時に近いと判断される。ここで、積算時の作業時間を実施工時5.5時間とすれば、64(個/日)/6.3(h)×5.5(h) = 55.9個/日となり、概ね同じ施工効率を維持できた。いずれにせよ、表2に示した有人施工時の据付の標準作業量よりも高い施工性であった。

表4には、平成25年度に桜島において実施された把持装置を使用した大型ブロックの横取・据付の試験施工結果をまとめる。当該試験施工は3tブロック30個5段積みをも有人施工及び無人化施工で実施したもので、使用把持装置やブロック重量等の条件は前述した長崎河川国道事務所管内における試験施工及び実施工と異なることに留意が必要である。ここで、桜島における把持装置を使用した無人化施工による据付作業量は、表2に示した標準作業量50個/日より多く長崎河川国道事務所の試験施工実績90個/日と概ね同じ値であった。また、把持装置を使用した有人施工による横取・据付は無人化施工時の約2.0~2.8倍と高いものであった。

ここで、把持装置を使用したブロック据付作業時には、ブロックが破損する可能性があることや据付精度はラフタークレーン+玉掛作業による従来工法よりも劣ることが推測されることに留意が必要である。また、九州管内の現場では把持装置を使用することで施工性は従来工法よりも優れる結果が得られたが、従来工法の方が施工に優れるという既往報告<sup>6)</sup>もある。この理由としては現場条件やオペレータの習熟度の影響等が推察される。

#### 4. まとめ

本稿では、火山緊急減災対策での活用が想定される把持装置を使用した大型ブロックの据付作業の施工性について整理した。その結果、一般的に施工性が低下するといわれる無人化施工であっても、把持装置を使用することで玉掛け作業を伴う従来工法よりも、省人化だけでなく施工性が向上することが期待できることを確認した。さらに、把持装置を有人施工に適用できれば、大型ブロックの据付施工性の飛躍的向上が期待できるも確認できた。これらの結果より、把持装置の使用はi-Con2.0の実現にも有効な手段となる可能性があると考えられる。

##### 【参考文献】

- 1) 国土交通省：i-Construction2.0～建設現場のオートメーション化～，令和6年4月
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課：砂防関係工事における遠隔施工要領(案)，令和7年3月
- 3) (財)先端建設技術センター：緊急時の無人化施工ガイドブック，平成13年7月，p23
- 4) 中濃耕司・吉田貴・堤宏徳：無人化施工で使用する新型把持装置の特徴，砂防学会誌，Vol.72, No.3, p.27-30, 2019
- 5) (一財)建設物価調査会：令和6年度版国土交通省土木工事標準積算基準書(共通編)，p. I-14-①-64~65，令和6年6月
- 6) 漢野正典・南憲長・清水俊美・中田圭一：ICT 無人バックホウによる大型ブロック積み砂防堰堤の施工に関する実証実験について，<https://www.hrr.mlit.go.jp/library/happyoukai/R3/e/e-04.pdf>，参照2025-3-26

表2 試験施工時の作業毎の施工性

| 作業区分      | 標準作業量 <sup>5)</sup> | 無人化施工試験施工 |
|-----------|---------------------|-----------|
|           | 2.5t以下              | 2t        |
| 作業時間      | —                   | 6.3 h/日   |
| 運搬(2.0km) | 23 個/日              | 26 個/日    |
| 横取        | 78 個/日              | —         |
| 積込        | 69 個/日              | 180 個/日   |
| 荷卸        | 72 個/日              | 133 個/日   |
| 据付(層積)    | 50 個/日              | 90 個/日    |

表3 実施工時の作業毎の施工性

| 作業区分   | 積算時     | 実施工時    |         |
|--------|---------|---------|---------|
|        |         | 仮置き     | 本施工     |
| ブロック重量 | 2 t     | 2 t     | 2 t     |
| 作業時間   | 6.3 h/日 | 5.5 h/日 | 5.5 h/日 |
| 積込・運搬  | 64 個/日  | 55 個/日  | 35 個/日  |
| 横取・据付  | 90 個/日  |         |         |

・積算時の積込は有人作業。運搬距離は片道1.08km(有人区間330m,無人化施工区間750m)。1回あたりの運搬ブロック数4個。  
 ・実施工時(仮置き)の積込・運搬は積算時と同じ。  
 ・実施工時(仮置き)の積込・運搬はすべて無人化施工。運搬距離は100m程度。1回あたりの運搬ブロック数3個(うち1個は把持したままバックホウで運搬)

表4 桜島における試験施工結果

| 作業区分    | 日当たりの作業量(横取・据付) |         |         |
|---------|-----------------|---------|---------|
|         | ヒールハイブ          | リフロック   | 和-スケー   |
| ブロック重量  | 3 t             |         |         |
| 作業時間    | 5.5 h/日         |         |         |
| ①有人施工   | 284 個/日         | 181 個/日 | 248 個/日 |
| ②無人化施工  | 100 個/日         | 91 個/日  | 98 個/日  |
| 施工効率①/② | 2.84            | 1.99    | 2.53    |

・作業時間は実作業時間ではなく、日当たりの作業量算定のための設定時間(実作業時間は5.6~8.4h/日,休憩時間含む)  
 ・オペレータの無人化施工従事年数：22年  
 ・施工方式：超遠隔操作(L=約15km, 光ファイバー使用, モニター方式)  
 ・横取・据付機械：把持装置付き1.4m<sup>3</sup>級バックホウ(把持装置は民間所有機(九州技術事務所所有機と異なる))