

無人化施工に使用する把持装置の開発

国土交通省 九州技術事務所 堤 宏徳, 岡崎 敏
(一財)先端建設技術センター 吉田 貴
東亜コンサルタント(株) ○中濃耕司

1. はじめに

火山噴火緊急減災対策の緊急ハード対策として、コンクリートブロックを用いた横工や導流堤が計画されることが多い。火山噴火時には、噴石や火砕流、火山ガス等により危険度が上昇したエリアでも減災対策工事を実施せざるを得ない場合が生じ、このような場合には作業員の安全確保の観点から無人化施工が適用される。ここで、無人化施工によるコンクリートブロックの横取・据付に使用してきた把持装置は、台数が少ないうえ、使用用途が限定され¹⁾、既存の把持装置が確保・使用できず、対策工を構築できないことが懸念される。

このような実状を踏まえ、著者らは、試験施工を行いコンクリートブロックの横取・据付が容易な新型把持装置の仕様の検討²⁾を行うとともに、その留意点の把握²⁾、詳細設計の実施³⁾を行った。その後、平成 28 年度に製作を行い、平成 29 年度には複数のオペレータによる作動確認を行った。本報では、この新型把持装置の特徴について紹介する。

2. 把持装置の開発時の目標と仕様

新型把持装置は、①複数の種類・形状の資材を横取・据付できるものとする（把持対象の多様化）、②装着できるバックホウを多くする（把持装置の装着容易性）、③把持対象資材の横取・据付が容易な形状・構造とする（据付容易性）、④落下等による作業ロスの軽減・防止するために噛合せ／密着度を向上させる（把持確実性）、⑤把持部の取替え時間を短くできる構造とする（把持部の取替え容易性）等の点において、既往把持装置と同等以上の性能となるように計画した。

表 1 に新型把持装置の基本仕様を示す。新型把持装置では、把持対象の多様化の観点から、現在まで無人化施工に活用されてきた複数の 2～3t の根固めブロックや大型土のう袋を横取・据付できる仕様とした。ここで、単一の構造で平型及び異形の根固ブロックを把持できる装置の開発は、技術的に困難であることから、平型ブロックの把持を対象とした“センターホール挿入型”、異形ブロック及び大型土のう袋の把持を対象とした“グラップル型”といった 2 種類の把持部を製作し、これらを取替え、複数の資材の把持を可能とした。把持部の取替え容易性のため、把持装置本体への把持部の装着は 2 本の鋼製ピンで固定構造とした。新型把持装置の装着容易性のため、カラー・アダプター等の装着治具を作製し、九州技術事務所が所有する分解組立型バックホウ（20t クラス）だけでなく、複数のメーカーの同等機種及び 30t クラスのバックホウに装着できるものとした。また、据付容易性のため、既往の把持装置と同等の作業が可能となるように全長（2.2m 以下）及び重量（1.5t 以下）を制限するとともに、360° 旋回が可能な油圧配管（5 本）とした。把持確実性のため、把持部は水平移動式構造とし、センターホール型、グラップル型ともに把持部・把持面が把持対象部材・部位に対して平行に接触させ、確実な噛合せ・密着を可能とした。

3. 新型把持装置の主な特徴及び作動確認試験結果

3.1 水平移動式構造の採用

新規把持装置の最大の特徴は、把持部を水平移動式構造を採用したことである（図 1 参照）。新型把持装置の本体の中央から左右に 2 本の油圧シリンダーを水平かつ対象に配置し、油圧シリンダーの先端部に伸縮部を固定する。この伸縮部に把持部を装着し、油圧シリンダーの開閉により把持部の先端で資材の把持を行うものとし、最大 1m 程度の幅の資材を把持できるよ

表 1 新型把持装置の基本仕様

項 目	基本仕様
対象物	センターホール挿入型 円錐型、テーパ型センターホールを有する平型コンクリートブロック(2～3t)
	グラップル型 異型コンクリートブロック(無人化施工実績あり:2～3t)及び大型土のう袋等
共通仕様	装着機種 20tクラス及び30tクラスのバックホウ(国内3メーカー機種対応)
	把持方法 センターホール挿入型/グラップル型
	把持部作動形式 油圧式
	把持方式 水平移動式
	旋回角度 360°(全旋回式)
	最大使用圧力(把持部開閉用) 24.5MPa以上
	配管数 5本配管
ホーゼル型仕様	把持部 取替え式
	対象センターホール形状 円錐型又はテーパ型
	把持部径 20cm程度以下
	把持部長 50cm程度
	把持部刃先 水平移動式、センターホール内壁への接触可能なもの。
グラップル仕様	挿入ストッパー センターホールに容易に入らないもの
	グラップル開口幅 100cm程度
	ブロック把持面 平行に開口(平行式)
	標準把持部形状 長さ50cm×幅45cm程度
その他	吊フック 大型土のう袋、袋詰め根固工を把持できる専用吊フック
	把持装置重量 1,500kg程度以下
	把持装置全高 2.2m以下
	取替え容易性 把持部の装着は鋼製ピンによる

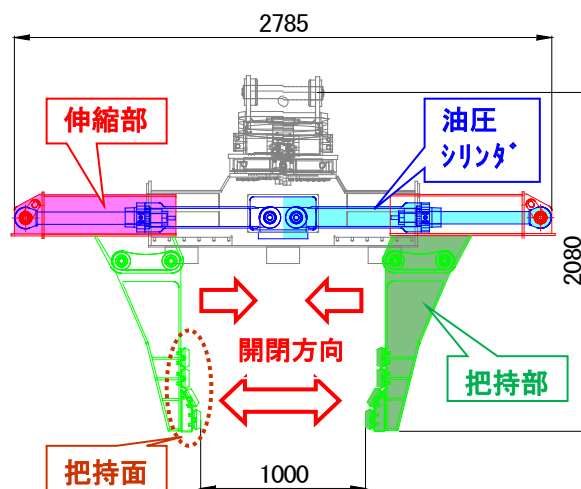


図 1 水平移動式模式図

うに片側 50cm 開閉する構造とした。

把持部を水平移動式とし、対象資材の把持部位・面と並行に接触させることで、把持の確実度が向上する。また、開く方向と閉じる方向で把持が可能のため、把持部把持部野を取り替えることで多種の資材の把持が可能となる。なお、“センターホール挿入型”は開く方向での把持，“グラップル型”は閉じる方向での把持である。

3.2 把持部の取替え容易性

図 2 に把持部における伸縮部との接続部の模式図を示す。把持装置の台数が少ない現状においては、把持部を取替えることでひとつの装置で複数の資材を把持できることは有効であり、取替え容易性は重要な性能の一つである。把持部は片側 2 本の鋼製ピンによって伸縮部に固定する構造とする。この構造のため、ハンマーの打撃等で容易に抜去・挿入ができ、特別な機械が不要でかつ短時間で把持部の取替えが可能となる。

3.3 作動確認試験結果

作動確認試験として、センターホール挿入型把持部による 3t 平型ブロックの横取・据付、グラップル型把持部による大型土のう袋の横取・据付を行った。その状況を写真 1～2 に示す。いずれの試験も、横取（把持）⇒180° 旋回⇒据付（ただし、平型ブロックの設置には小距離の移動有り）という工程で実施した。なお、今回の作動確認試験は、維持・災害協定業者のオペレータにより実施した。使用予定の遠隔操縦可能な分解組立型バックホウが災害対応で出動した影響で、代替の機械を用いて有人作業で行った。

センターホール挿入型の試験では、把持した平型ブロックの落下・ズレは確認されず、良好な作業が実施できることが検証できた。一方、グラップル型の試験では、吊上げ材の抜け落ちによる破損が発生し、吊治具の改良が必要であることが確認できた。横取から据付までの 1 サイクルの作業時間は、平型ブロックで約 52 秒、大型土のう袋で約 43 秒（いずれも 2 人のオペレータの平均値）で、オペレータからは「作業性が良い」との感想を頂いた。また、センターホール挿入型とグラップル型の把持部の交換は、2.9t 吊り移動式クレーン 1 台、作業員 2 名により、約 10 分間で実施でき、取替えが容易であることも検証できた。

4. まとめ及び今後の課題

今回開発した把持装置は、多少の改良点は有するものの、所期の目標は達成できたと評価できる。また、本把持装置により、無人化施工における大型ブロック等を用いた緊急ハード対策の構築が容易になることが期待できる。

さらに、本把持装置を使用した大型ブロックの横取・据付は、玉掛け作業が不要となり、作業の安全性向上と省人化が期待できる。図 3 に示すように条件によっては、大型ブロックの張り・積み作業が可能となる可能性があることから、今後は、有人作業への適応性についても検証していきたい。

本報の作成に際して、キャタピラー九州株式会社の協力をいただいた、末筆ながら感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) 坂井佑介, 大木鉄夫, 吉田貴, 中濃耕司; 「無人化施工におけるコンクリートブロック把持装置に関する検討事例」(平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集, ppB52-53)
- 2) 堤宏徳, 光益慎也, 吉田貴, 中濃耕司, 森茂紀; 「無人化施工に使用するコンクリートブロックの把持試験と留意点」(平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集, ppB242-243)
- 3) 堤宏徳, 光益慎也; 「コンクリートブロックを用いた無人化施工におけるブロック把持装置の開発について」(http://www.qsr.mlit.go.jp/n-shiryo/kenkyu/program/04/4_12.pdf, 参照 2018-04-04)

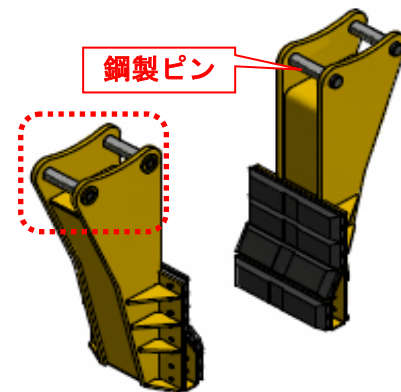


図 2 接続部の模式図



写真 1 センターホール挿入型把持部による試験状況



写真 2 グラップル型把持部による試験状況

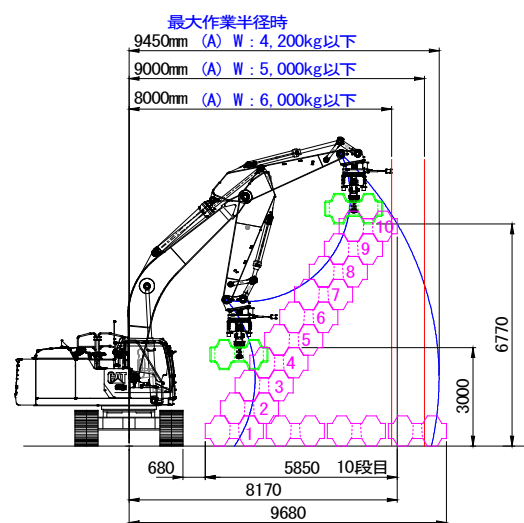


図 3 ブロック横取・据付イメージ (30t クラス)