

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

九州技術事務所 火山防災減災課 ◎堤 宏徳

○光益 慎也

1. はじめに

火山噴火時に緊急対策を迅速かつ効果的に実施し、被害をできる限り軽減することを目的に、全国49火山において「火山噴火緊急減災対策砂防計画」の策定が進められている。

「火山噴火緊急減災対策砂防計画」では、緊急ハード対策のうち、立入禁止区域などの危険度の高い区域で実施する場合、無人化施工が導入され、コンクリートブロックを用いた遊砂地や導流堤が施工される場合がある。コンクリートブロックを設置するためには把持装置を使用するが、把持装置の数が少ないことや、コンクリートブロックの規格が異なると把持装置が使用できないという理由から、速やかに確保できない恐れがある。

このような状況の中、効率的に施工するために、既往の把持装置の有効性の確認や、新たに配備する把持装置の仕様設定のための検証試験を行い、汎用性の高い把持装置の開発について検討を行った。

2. 既存把持装置の状況

施工会社、リース会社やメーカーを対象に、既存把持装置の台数、分類、適用ブロックについてヒアリング調査を行い、表-1に整理し

表-1 アンケート・ヒアリング結果に基づく既往把持装置集計表

分類	区分	A社	B社	C社	D社	E社	F社	計		
平型ブロック	挿入部	ブロック固定型	-	-	-	-	1台	-	1台	4台
		複数ブロック対応型	1台	1台	1台	-	-	-	3台	
	グラップル型	小重量対応 (挿入型への改良可能)	-	-	-	1台	-	-	1台	1台
異型ブロック	グラップル型	3連ブロック	-	-	-	-	1台	-	1台	2台
		コーケンブロック	-	-	-	-	1台	-	1台	
型枠ブロック	グラップル型	鍍ブロック	-	-	1台	-	1台	2台	4台	4台

た。調査した結果、把持装置の台数は、全国で11台しか存在しないことが判明した。さらに、大阪より以西には存在しないことも判明した。

このように既存把持装置の台数が少ないことから、緊急時に調達できない可能性があり、九州技術事務所において製作・配備することが有効と判断した。また、効率的・効果的に活用することが可能となるように、①九州技術事務所が所有する分解組立型バックホウ以外の施工機械への装着を可能とすること、②平型ブロックと異型ブロックの両方の把持機能を具備させること、③把持装置先端の把持部を取替式とし、取替に掛かる時間を短縮することとした。

3. 既存把持装置を使用した検証試験

新規製作・配備する把持装置の要求性能及び仕様を作成するために、既存の把持装置を使用して検証試験を実施した。検証試験は、九州技術事務所が所有する分解組立型バックホウと同機種バックホウ(20tクラス)をベースマシンとし、アームの先端にセンターホール挿入型、平行式グラップル型の2種類の把持装置を装着し、表-2に示す資材を対象に実施した。把持対象資材は、コンクリートブロックについては、現在、九州内の備蓄

や施工実績を考慮して選定した。大型土のう袋及び袋詰め根固工については、無人化施工において使用される可能性が高いため、把持対象資材とした。検証試験は、無人化施工時のブロック把持時のクリアランスの確認、把持状況、把持時の180°アームの旋回、横取時や上下方向の加振時によるズレや変位の発生状況について確認を行った。

表-2 検証試験における把持対象資材

区分	重量(t)	長さ(cm)		センターホール形状等			試験把持装置	
		長軸方向	短軸方向	形状	最大径(cm)	最小径(cm)	センターホール挿入型	平行式グラブ型
ホロースケアー	1.0	114.0	114.0	四角柱型	27.4	27.4	○	○
コンバリアS	3.0	163.0	163.0	円錐型	φ30.5	φ26.5	○	-
ビーハイブ	2.0	154.7	105.0	円錐型	φ26.3	φ22.1	○	○
リーフロック	2.0	145.0	145.0	テーパー型	φ34.8	φ21.8	○	-
コーケンブロック	2.0	226.0	62.0	-	-	-	-	○
コーケンブロック	3.0	215.0	79.3	-	-	-	-	○
3連ブロック	2.0	150.0	62.5	-	-	-	-	○
大型土のう袋	1.0	-	-	-	-	-	-	○
袋詰め根固工	1.0	-	-	-	-	-	-	○



(センターホール挿入型) (平行式グラブ型)
写真-1 検証試験に使用した把持装置



写真-2 検証試験に使用した把持対象資材

4. 検証結果

4.1 センターホール挿入型

センターホール挿入型把持装置による検証試験結果を表-3に示す。試験は遠隔操縦(直接目視方式)で実施した。把持

表-3 センターホール挿入型把持装置による試験結果

種類	重量(t)	センターホール形状等			把持時状況		既存把持装置による把持可能性	備考	
		平面形状	挿入部(cm) (天端径)	最小径(cm) / 最大径(cm)	挿入部クリアランス(cm)	接触ジャッキ刃数			ズレ・変位
ホロースケアー	1.0	四角柱型	27.4×27.4	27.4	6.4	4枚/6枚	落下	◎	ジャッキ刃先の不均等な開き有り
コンバリアS	3.0	円錐型	φ26.5	φ26.5 / φ30.5	5.5	6枚/6枚	少し有り	◎	ジャッキ刃先の不均等な開き有り
ビーハイブ	2.0	円錐型	φ22.1	φ22.1 / φ26.3	1.1	6枚/6枚	少し有り	◎	把持確実度が高い
リーフロック	2.0	テーパー型	φ34.8	φ21.8 / φ34.8	13.8	6枚/6枚	なし	◎	把持確実度が高い

※把持可能性の評価:「◎」把持できる可能性高い、「○」把持できる可能性有り、「×」把持できる可能性低い
※ホロースケアーは挿入部の改善もしくは、テーパー型センターホールのものであれば把持できる可能性が高い

装置閉時の最大径 21.0cm のセンターホール挿入部(以下、「挿入部」という)は、センターホール天端面(挿入面)で軽微な破損が生じるものの、ブロック天端面で直径 22.1cm のセンターホールへの挿入が可能であることを確認した。挿入部の刃先とセンターホール内壁との接触状態は、刃先全体というよりも点で接触している状態であったが、センターホール形状が四角柱型のホロースケアーを除き落下することはなかった。

これらの結果より、把持装置の挿入部とセンターホール径とのクリアランスは 1.1cm 程

度あれば挿入が可能と判断できる。センターホール形状が、円錐型、テーパ型ブロックが落下しなかったことから、ブロックの鉛直下方へのズレ防止（噛み合わせ）が重要であると判断できる。



写真-3 センターホール型把持装置の検証試験状況 (コンバリアS)

4. 2 平行式グラップル型

平行式グラップル型把持装置による検証試験結果を表-4に示す。本試験も遠隔操縦（直接目視方式）で実施した。本試験における把持対象ブロックの幅とグラップル部の開口幅の差（クリアランス）の最小は20cm程度であった。

表-4 平行式グラップル型把持装置による試験結果

種類	重量(t)	把持部の形状等 (実測値)(cm)	把持部クリアランス (実測値)(cm)	ズレ・変位	既存把持装置による把持可能性	備考
ホロースケアー	1.0	t 114.0×B 114.0	20.0	少し有り	○	平型ブロックを把持する場合には、開口幅が広くなり、その分把持部のアーム長が伸びることによって部材重量が増加し、作業性を損なう恐れがある
ビーハイブ	2.0	t 105.0×B 154.7	30.0	なし	○	
コーケンブロック	2.0	軸部把持 t 62.0×B 68.1	79.0	なし	○	
コーケンブロック	3.0	軸部把持 t 79.3×B 87.1	65.0	少し有り	○	
3連ブロック	2.0	軸部把持 t 62.5×B 50.0	58.0	顕著	○	
大型土のう袋	1.0	—	—	—	◎	軽量のため、作業性は高い
袋詰め根固工	1.0	—	—	—	◎	軽量であるが袋が振れ作業性が低下する場合がある

※把持部の形状等における記号:「t」把持対象部材の厚さ、「B」把持対象箇所への把持可能面の幅

※把持可能性の評価:「◎」把持できる可能性高い、「○」把持できる可能性有り、「×」把持できる可能性低い

平行面を有する小規格（1~2t、ブロック幅105~114cm）のホロースケアー及びコンバリアSの把持は、上下方向への加振時において、多少ズレが生じる場合があるものの、横取は可能であることが確認できた。また、異型ブロックの場合、把持部とブロックの噛み合わせがなく、把持が点で接触している状態でも、複数点で接触していれば、横取が可能であることが確認できた。また、大型土のう袋、袋詰め根固工は、吊部を番線等で加工・固定し、簡易なフックを装着することで比較的容易に把持できることを確認できた。

これらの結果より、少なくとも20cm程度のクリアランスがあれば、遠隔操縦（直接目視方式）による把持の可能と判断できる。また、十分に把持されていなくとも、小規格の平型ブロックや異型ブロックの横取は可能である。大型土のうや袋詰め根固工については、簡易な治具の装着により把持可能と判断できる。

本試験において、十分な把持ができない異型ブロックでも横取ができる可能性があることは確認できたが、層積みのような精度を必要とする据付は安定した把持ではないことから困難と判断される。



写真-4 平行式グラップル型把持装置の検証試験状況 (3連ブロック)

5. 新規把持装置仕様案

表-5に検証試験に基づき設定した新規作成把持装置の設計対応状況、図-1, 2, 3に新規作成把持装置の特徴を示す。新規作成把持装置は、水平移動式を採用したこと、把持部の取替や治具の装着などにより多種の資材の把持を可能と

したことが特徴である。また、把持部の先端の取替もしくは装着を容易にすることで、1台の把持装置で多くの資材を把持出来ること、1工事で複数の資材を使用することが可能となることが期待できる。

今年度、表-5及び図-1, 2, 3を基に把持装置を製作する予定である。

表-5 要求性能毎の設計対応状況

	要求性能	設計時の対応状況
0.8m3級バックホウでの作業(適応)性条件	把持装置の軽量化	・既往把持装置重量(1.5t程度)以下を目標とする。
センターホール挿入型に準ずる機能	センターホール挿入時におけるクリアランス1.1cm程度以上	・センターホール挿入部の最大径20cm程度以下とする。
	良好な噛み合わせが確保できる挿入部の形状	・下部が広がった形状を採用する。 ・水平移動式グラブブル方式を採用する。
平行式グラブブル型に準ずる機能	把持箇所におけるクリアランス20cm程度以上	・グラブブル部の開閉量100cm程度とする。
	平行な把持面の確保	・水平移動式グラブブル方式を採用する。
把持容易性	360° 旋回型	・上部フレームと下部フレームの間に旋回装置を設ける。
ベースマシンへの装着容易性	アダプター、カラーによる結合	・1.4m3級用装着部も製作する。
把持部取替容易性	取替が容易な構造	・ピンタイプでの装着とする。
据付容易性	把持装置全高の低減化	・既往把持装置全高(2.2~2.4m)以下を目標とする。 ・シリンダーの水平配置(下部フレーム高の低減)を採用する。

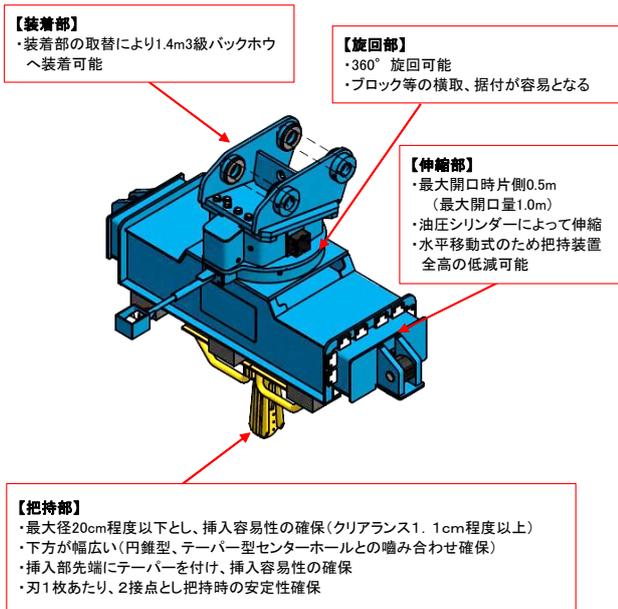


図-1 新規作成把持装置の特徴(センターホール挿入型)

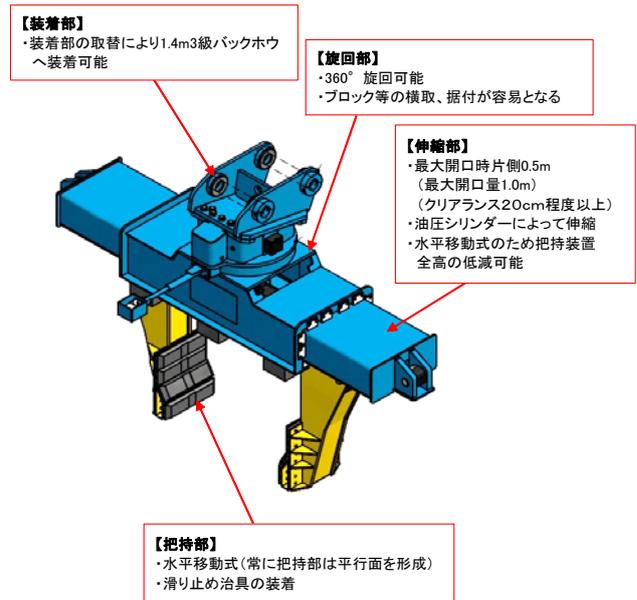


図-2 新規作成把持装置の特徴(水平移動式グラブブル型)

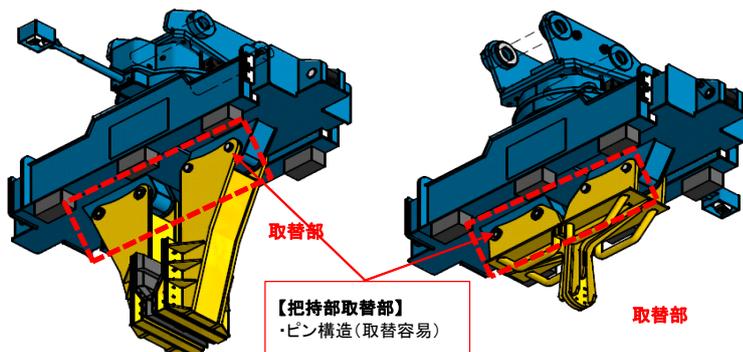


図-3 新規作成把持装置の特徴(把持部取替構造)