

災害現場における 既存バックホウの遠隔操縦化について —簡易遠隔操縦装置の運用について—

札幌開発建設部 防災課 ○今滝 茂樹
五十嵐 匡
三浦 豪

二次災害の危険性がある災害現場等において、既存バックホウを改造せずに、安全で迅速な初動対応及び応急復旧作業を可能とする、可搬性・汎用性に優れた簡易遠隔操縦装置を札幌開発建設部防災課に導入した。

本稿では、簡易遠隔操縦装置の装置概要及び運用状況について報告する。

キーワード：防災、災害復旧、遠隔操縦

1. はじめに

近年、全国各地で自然災害が頻発しており、北海道では平成28年8月北海道豪雨、平成30年北海道胆振東部地震が発生し、甚大な被害をもたらした。

自然災害発生時に、被害の最小化を図るため、いち早く現場に向かい、現地状況調査、応急復旧作業を行わなければならない。さらに、土砂災害等で二次災害の危険性がある災害現場では、無人化施工が求められている。

札幌開発建設部においては、平成25年度に無人化施工が可能な分解組立型バックホウが導入され、土砂災害現場等で活躍している。

令和2年度には、簡易遠隔操縦装置「ロボQS」が道内に初導入された。本稿は、簡易遠隔操縦装置「ロボQS」の概要及び運用状況について報告するものである。

2. 簡易遠隔操縦装置「ロボQS」

簡易遠隔操縦装置「ロボQS」は、雲仙普賢岳の噴火による火砕流・土石流災害対応に無人化施工を可能とするため開発された「ロボQ」の後継機であり、国土交通省九州地方整備局、株式会社フジタ、株式会社IHI検査計測の3社で共同開発した装置である。この簡易遠隔操縦装置「ロボQS」を、標準バックホウに設置することで、遠隔操縦による応急復旧作業が可能となる。

運搬については、総重量112kgで分解すると専用箱6箱に収納でき、ワンボックスタイプの車両1台に積載可能であるため可搬性に優れている。また、収納時の専用箱1箱当りの重量は、約20kg以下かつ、箱寸法3辺の合計が

160cm以内であるため、宅配便による空輸も可能な仕様となっている。組み立て設置については特殊工具が不要で、取付作業標準時間は作業員2～3名で30分～1時間であり、使用できるバックホウは0.28m³級～0.8m³級までとなっている。

遠隔操縦装置付バックホウは、市場に少なく手配が困難な場合がある。また、分解組立型バックホウにおいては、特殊車両のため現地搬入ルートを選定等が必要となる。簡易遠隔操縦装置「ロボQS」は、これらの問題点が解消できる装置である。

3. 出動の流れ

簡易遠隔操縦装置「ロボQS」及び分解組立型バックホウの出動条件について図-1に示す。

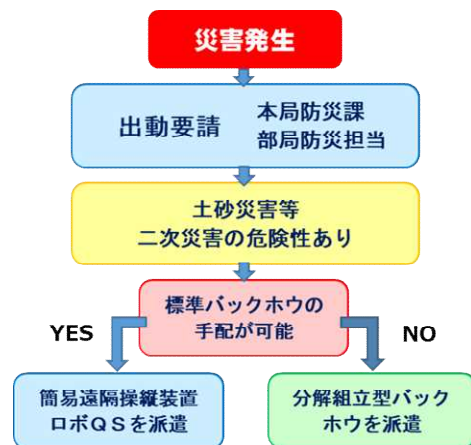


図-1 災害出動フロー

4. 分解組立型バックホウとの比較

札幌開発建設部防災課で所有する、分解組立型バックホウ及び簡易遠隔操縦装置「ロボQS」について、災害対応における目的、遠隔操縦における条件、災害現場までの輸送条件、車両規格について、比較表に取りまとめた結果を表-1に示す。

表-1 比較表

項目	分解組立型バックホウ	簡易遠隔操縦装置「ロボQS」
目的	土砂災害等で発生した自然ダムを解消するため 車両本体を13分割し（1パーツ3t未満）、ヘリコプターの空輸により、孤立した災害現場へ派遣可能	土砂災害等により二次災害の危険性のある災害現場で、標準バックホウの遠隔操縦を可能とする装置
遠隔操縦	バックホウ本体メーカー遠隔操縦装置付 取付作業なし	標準バックホウへ装置の取付作業が必要 所要時間は、作業員2～3名で30分～1時間
陸送	特殊車両のため、低床トレーラの手配が必要 特殊車両のため、災害現場までの輸送ルートの設定が必要	ワンボックスタイプの車両1台で輸送可能 総重量112kg
空輸	積載重量3tクラスのヘリコプターの手配が必要 車両本体の分解・組立作業にミニクローラークレーンが必要	専用箱6箱に収納し、宅配便による空輸可能
規格等	バケット 1.0m ³ 級 ブレーカ・グラブリアタッチメント付	標準バックホウ0.28m ³ 級～0.8m ³ 級まで設置可能

5. 操作訓練

操作訓練は、『北海道開発局札幌開発建設部災害対策用機械等の出動等に関する協定』における協定会社の協力のもと、簡易遠隔操縦装置「ロボQS」の取付手順・操作方法についての操作訓練を、年間2回実施している。



写真-1 操作訓練状況

令和3年度は、真駒内、月寒庁舎の2箇所で操作訓練を実施し、協定会社9社、延べ人数約50名が参加しており、真駒内の訓練では、報道機関4社から取材を受けテレビ報道及び新聞掲載されている。



写真-2 操作訓練状況

6. バックホウへの取付方法

災害現場では、初動対応の迅速性が求められるため、取付は簡易に行えるよう、バックホウの改造等は行わず取付可能な設計となっている。

また、災害現場によっては遠隔操縦が求められる危険作業だけではなく、オペレータの搭乗操作による通常作業を行う可能性もあることから、簡易遠隔操縦装置「ロボQS」を取り付けたまま、オペレータが搭乗操作できる構造となっている。



写真-3 簡易遠隔操縦装置「ロボQS」取付状況

(1) パイプフレームユニット取付

パイプフレームユニットは、作業レバー用アクチュエーションユニットと、コントロールユニットを運転シートに固定するユニットであり、各メーカー各機種のバックホウに対応するため、パイプの連結位置が調整可能となるよう取付穴が備わっている。

パイプフレームユニットの連結・分解は、取付穴に専用ロックピンを挿入することで、簡易に行える構造となっている。

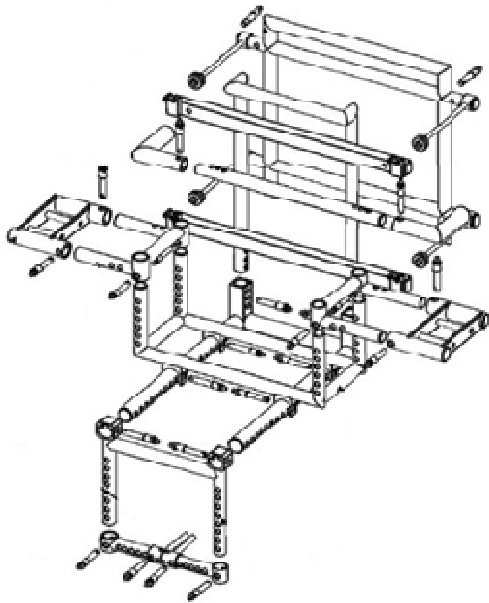


図2 パイプフレームユニット

(2) 作業レバー用アクチュエーションユニット取付

作業レバー用アクチュエーションユニットは、バックホウの作業レバーを前後左右に操作するものであり、パイプフレームユニットにロックピン2本で固定し、バックホウの作業レバーに把持させる。電動モータでシリンダを駆動させることで、バックホウのバケット、アーム、ブームの操作、車体の旋回を遠隔操縦するものである。

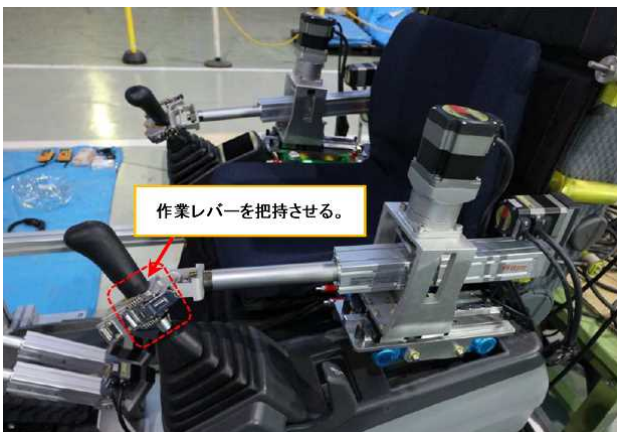


写真4 作業レバー用アクチュエーションユニット

(3) 走行レバー用アクチュエーションユニット取付

走行レバー用アクチュエーションユニットは、バックホウの走行レバーを前後に操作するものであり、バックホウの走行用レバーに把持させ、電動モータでシリンダを前後に伸縮させることで、バックホウの走行を遠隔操縦するものである。

運転シートの鉄製台座に、固定用磁石で設置する。



写真5 走行レバー用アクチュエーションユニット

(4) コントロールユニット取付

コントロールユニットは、作業レバー用アクチュエーションユニット及び走行レバー用アクチュエーションユニットの遠隔操縦を制御するものである。

取付は運転シート後部の隙間を活用し、パイプフレームユニットに設置する。



写真6 コントロールユニット

(5) 遠隔操作無線装置取付

遠隔操作無線装置及び受信アンテナは、バックホウ運転室の屋根上部に取り付ける。取付は簡易に行えるよう台座の部分は磁石になっている。

無線の周波数は、429MHz帯で40chの中から自動で空きチャンネルを設定し通信する設計になっている。

通信距離は、見通しの良い場所であれば、150mまで通信可能である。特定小電力無線であるため、資格等の所持は不要である。

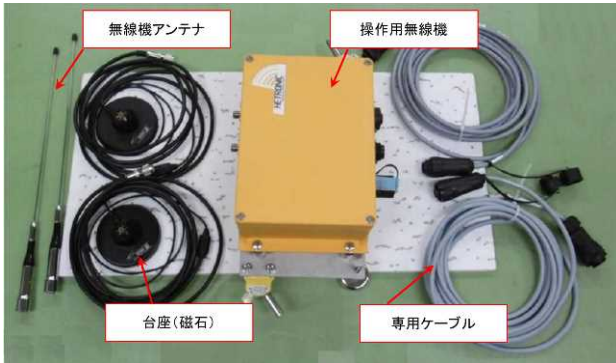


写真7 遠隔操作無線装置

(6) 操作無線機 (コントローラ)

操作無線機 (コントローラ) をオペレータが、左右操作レバー、左右走行レバーを操作することで、バックホウ本体に取り付けた各アクチュエーションユニットが動作し、バックホウを遠隔操縦するものである。

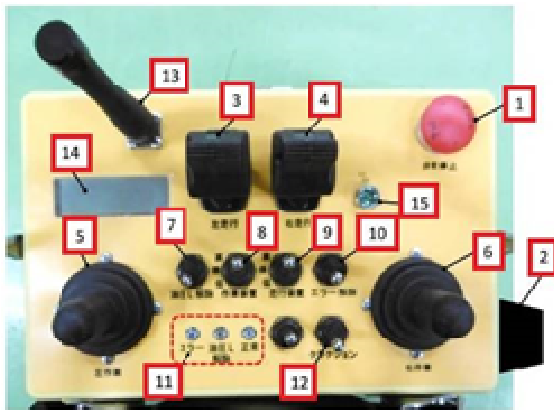


写真8 操作無線機 (コントローラ)



写真9 遠隔操作状況

表-2 操作無線機操作一覧表

NO	名称	内容
1	緊急停止ボタン	押す：緊急停止、引く：緊急停止解除
2	電源スイッチ	電源：ON・OFF・リセット
3	走行操作レバー (左)	バックホウ走行レバー (左) を遠隔操作
4	走行操作レバー (右)	バックホウ走行レバー (右) を遠隔操作
5	作業操作レバー (左)	バックホウ作業レバー (左) を遠隔操作
6	作業操作レバー (右)	バックホウ作業レバー (右) を遠隔操作
7	油圧ロック解除スイッチ	油圧ロック状態を解除
8	作業速度切替スイッチ	作業速度切替：高速・ニュートラル・低速
9	走行速度切替スイッチ	走行速度切替：高速・ニュートラル・低速
10	エラー解除スイッチ	エラー状態を解除
11	状態表示ランプ	赤：エラー、黄：油圧ロック、青：正常
12	クラクションスイッチ	クラクションを鳴らす
13	無線アンテナ	操作信号の送受信
14	液晶モニタ	各状態の表示
15	無線機状態表示ランプ	点滅：無線機電源ON、点灯：通信確立

(7) 表示灯 (赤・橙) クラクション取付

表示灯 (赤・橙) は、簡易遠隔操縦装置「ロボQS」の状態を遠方から視認する装置であり、バックホウ運転室の屋根上部に取り付ける。取付は簡易に行えるよう台座の部分は磁石になっている。

表示灯は、赤点滅が緊急停止状態、橙点滅が遠隔操縦可能状態を示す。



写真10 表示灯 (赤・橙) クラクション

また、安全装置としてクラクション及び緊急停止ボタンが備わっており、緊急停止ボタン (写真-8内、No.1) を押すと、バックホウ本体の油圧ロックが作動し緊急停止状態になり、走行・作業レバーを操作してもバックホウ本体は動かない設計となっている。さらに、操縦者が転倒した場合は、コントローラの傾きを検知し緊急停止する仕様となっている。

油圧ロック状態の解除は、緊急停止ボタンを上げると解除される。

(8) 油圧ロックハーネス取付

油圧ロックハーネスは、バックホウ本体の油圧ロックを作動させるため、油圧ロック回路のコネクタに接続するものである。

この油圧ロック回路のコネクタは、各バックホウメーカーで配線構造が異なっており、主に左作業レバーのコンソール内にあるため、写真-11のようにコンソールの分解等が必要となる。

災害対応時において、苦慮する取付作業と判断するが、各メーカー毎の構造はバックホウの機種が変わっても統一されているため、取扱説明書の熟読、操作訓練を積み重ねることで対応可能である。

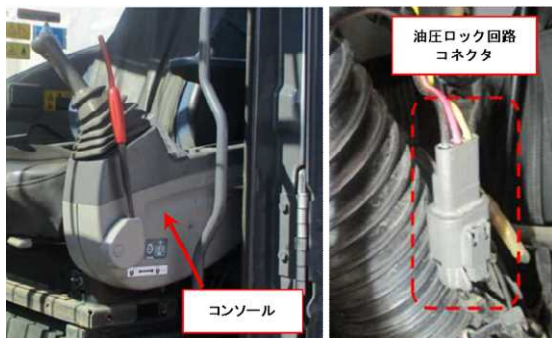


写真-11 コンソール・油圧ロック回路コネクタ

(9) 動力源接続（バッテリー接続）

動力源となるのは、バックホウ本体のバッテリーからの電力であり、専用電源ケーブルをバッテリー端子に接続し、運転室内のコントロールユニットへ接続することで、各装置への動力源が簡易に得られる。

ただし、バッテリーの接続作業は、低圧電気取扱従事者の資格所有が望ましいことから、災害現場への作業員派遣に際しては人選が必要である。

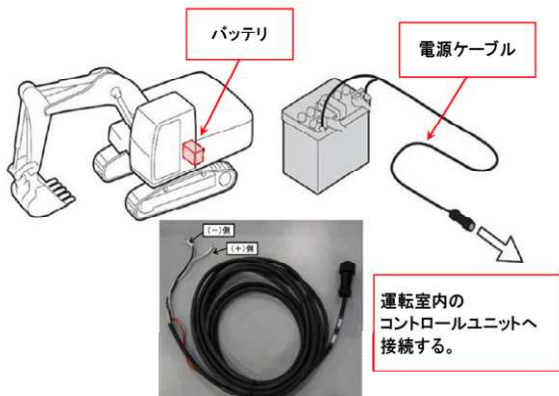


図-3 動力源接続

(10) 初期設定

簡易遠隔操縦装置「ロボQS」は、初期設定機能が標準装備されており、各装置の取付完了後にコンディションモニタから「初期設定を行う」を選択すると、各装置

の取付状況を自動で確認することができる。以上が取付作業であり、バックホウ本体のエンジンを始動すると遠隔操縦が可能となる。



写真-12 コンディションモニタ



写真-13 遠隔操縦状況

7. まとめ

今年度実施した操作訓練では、作業員3~4名により約30分で設置が可能であった。また、土木系協会会社のみでは苦慮する取付作業においても、機械系協会会社と連携した操作訓練とすることでスムーズな取付が可能となり、災害派遣時の合同派遣など、人選確保の選択肢が広がったと判断する。

簡易遠隔操縦装置「ロボQS」は、土砂災害等で二次災害が予想される災害現場へ派遣することで、オペレータの危険を十分回避できる実用的な装置と評価できる。

しかし、本装置の遠隔作業距離は、無線通信距離による150mまで作業可能だが、目視での遠隔操縦ではオペレータの能力に依存するため、カメラシステム等の検討が必要と考える。

今後は、取付手順、操作方法の訓練をより多くの協会会社と実施し、災害発生時に迅速な対応が万全となるよう取り組んでいく。

最後に、本操作訓練の実施にあたりご協力頂いた災害対策用機械等の出動等に関する協会会社の皆様をはじめ、関係各位に深く感謝致します。