

### 3. 災害復旧等の危険エリアにおける建機の遠隔操縦ロボット

ー ゴム人工筋肉を利用した、小型・軽量で汎用性のある建機用無線操縦ロボット ー

株式会社アクティオ 稲葉誠一  
株式会社アクティオ ○今関政美

はじめに

2016年4月14日21時26分にM6.5、4月16日1時25分にはM7.3の地震が熊本県において発生した。

東日本大震災から5年しか経過しておらず、今もなお震災復興工事、福島第一原子力発電所内では、放射能との戦いが続いている。

また2015年9月の豪雨により茨城県常総市において鬼怒川の堤防が決壊したニュースは記憶に新しく、近年の日本は地震や豪雨による土砂災害のリスクが非常に高まっていると感じざるを得ない。

弊社は建設機械の総合レンタル業として、通常の建設現場のみならず、様々な災害現場に仮設トイレや発電機、重機などをレンタルで提供してきた。災害復旧現場での重機作業は運転手に危険が伴うことから、遠隔より操縦可能なラジコン対応型バックホウを、建機メーカーと共同開発の末、2012年10月に導入した。

ラジコン対応型バックホウの特長と課題

ラジコン対応型バックホウは0.45m<sup>3</sup> (13tクラス)と0.7m<sup>3</sup> (20tクラス)の2機種で、共にクレーン仕様及びアタッチメントが装着可能な配管仕様、情報化施工のマシンガイダンスシステムが短時間で装着出来るよう各種センサの取付ベース材を標準装備とした。

また0.45m<sup>3</sup>については、アスファルト舗装上やコンクリート上も走行出来るようゴムPAD仕様とし、0.7m<sup>3</sup>については軟弱地盤も走行可能な鉄シューとした。商品の構成を次に掲載する。

バックホウ本体に、直接操作と無線操作の切替スイッチ、アンテナ及び受信器・制御装置が組み込まれた専用機で、約100m程度離れた場所からラジコン操作が可能となり、数々の危険施工現場で活用いただいた。



受信器・制御装置



切替スイッチ



コントローラ

しかし、ラジコン対応型専用機となり、大型であることから、運搬などに時間と手間を要し、また運搬コストも重荷になることから改善が必要と考えた。

災害は、いつ、どこで発生するか予知出来ない。災害発生地域にある重機に簡単に搭載出来れば、迅速に復旧工事に着手することが可能となる。

そこで既存の重機をロボットに操縦させるという発想から、コーワテック株式会社が開発したアクティブ・ロボSAM（サム）を紹介する。

既存の建機がそのまま使える

## アクティブロボ SAM

### 本製品の概要

バックホウの操縦では、4方向レバー（前後左右）2本とペダルに直結した2方向レバー（前後）2本が使われ、4方向レバーと2方向レバーを持ち替えながら手で動かしたり、4方向レバーを手で、2方向レバーを足で踏んで動かしたりする。SAMでは全てのレバーに空気圧で駆動するアームを取付け、2方向レバーを動かすアームには2本の人工筋肉、4方向レバーを動かすアームには4本の人工筋肉を使用。モーターではなく、人工筋肉を採用したのは、『振動、水、土砂に強く、壊れにくく、ヒトと同じような柔軟な動きをするからである。空気圧駆動の場合、圧縮空気を作るエアコンプレッサー（空気圧縮機）と、それを貯めるエアタンク（10L）が必要だが、両方とも運転席に設置出来るようになっている。

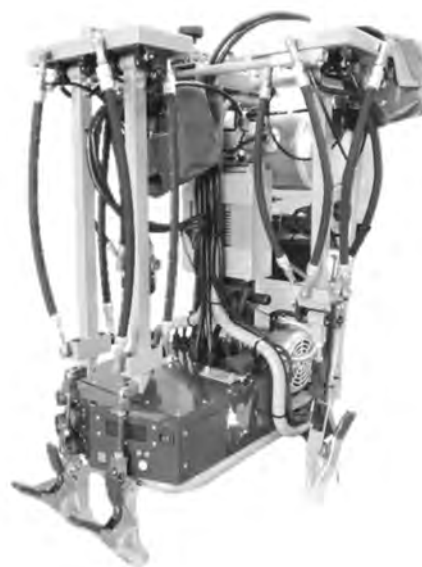
ロボットを動かす時に問題となるのがバッテリーであるが、SAMは建機のバッテリーを利用するため、建機が燃料切れになるまで動かせる。（コントローラは約10時間）。また建機の始動、停止（イグニッションの操作）もSAMのコントローラから可能である。

SAMの本体を運転席の上に直接置き、ベルトと上部の固定装置で簡単に固定出来る。また、大人の男性が座ることが前提の運転席は、どの建機でも似たようなサイズであり、操作の割り当ては違っても、4方向レバー2本と2方向レバー2本で動く建機が多い。そのため、この操作方式の建機なら、メーカーや機種・大きさを問わず、既存の建機に搭載し遠隔操縦が可能となる。

SAM本体は総重量52kg、尚且つ3分割出来るため、宅配便、航空便での運搬も可能であるし、ミニバンサイズの車両で全ユニットを運搬、あるいは人力で担いで山道運ぶことも可能である。各パーツの重量は、マウントフレーム25kg、作業レバー用アーム18kg、走行レバー用アーム9kgである。



アクティブロボSAM搭載状況



アクティブロボSAM本体



遠隔操縦用送信機



建機側受信器

### 遠隔無線システム

オペレータは遠隔操縦用送信機を持ち、走行および作業レバーに各々対応させたジョイスティックの傾き角を指令値として、その他データを加えてロボット側の無線モジュールにリアルタイムで通信する。ロボット側では指令値に従い、空気圧をON-OFFソレノイドバルブを経由して人工筋肉に供給する。そしてロボットは送信機側のジョイスティックの倒し角まで建機の操縦レバーを傾ける。また、その他の通信データとしては、バックホウのエンジン始動・停止、エンジンアクセル調整機能、オペレータの安全を確保するために必要な非常停止信号などを送受信している。例えば、無線が途切れた時やオペレータが転倒した場合、バックホウのエンジンを停止する機能を備えている。

### 想定する活用場面

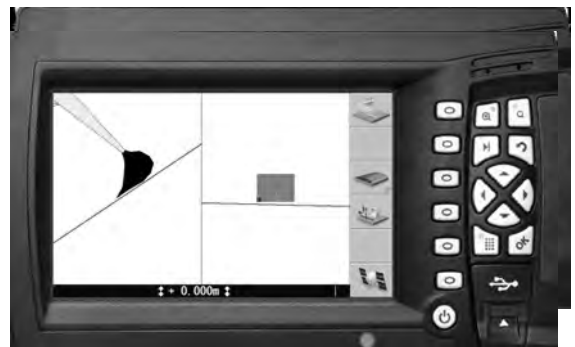
豪雨による河川の決壊、地震や火山の噴火による土石流や津波などによる災害が発生した現場で、2次災害を防ぐために治山・治水・砂防・地すべり防止策を図り、周辺住民の安全の確保、道路・鉄道の寸断防止など、被害軽減化を対象とした重機による緊急の復旧作業を想定。特に、初動時の作業においては常に危険が伴うため、重機オペレータの安全や周辺環境の変化などに対する注意を図るとともに、適切な作業進捗を担保するために活用する。災害現場では大型重機を投入出来ない狭隘な場所もあり、小型重機にも搭載可能なことから、倒壊した家屋からの救出作業にも活用出来るものと考えられ、活用場面に広がりが見込める。

### 今後の展開

オプションでカメラ動画画像伝送装置を搭載することで、遠隔操作室からより安全に重機を操縦することが可能となる。更に、衛星測位技術（GNSS）を利用したバックホウマシンガイダンスシステムを活用すれば、3次元設計データとバケットの爪先との差分をガイダンスしてくれ、災害現場の復興工事において、より精度の高い施工が実現可能となる。

### マシンガイダンスシステムのモニタ

バックホウの位置が確認出来る



設計とバケットの爪先との差分を表示

### おわりに

今回はバックホウへの搭載を紹介したが、バックホウは掘削作業のみならず、油圧ブレーカでの破碎作業も遠隔操縦出来るように改良、またブルドーザやローラ・ホイールローダへの搭載も検討課題である。

建設業のみならず、危険作業や人材不足に悩む林業や農業、鉱業などにも展開出来ればと考えている。

今後も最新のICT技術、ロボット技術を取り入れ、現場が安全に、効率良く、精度良く、施工出来るよう、レンタルという形で貢献したいと思う。