

油圧ショベルの汎用無線遠隔操縦 ロボットの商品化

コーワテック株式会社

代表取締役 小栗 裕治

| | | |
|-----------|---------|-------|
| コーワテック(株) | 取締役設計部長 | 松田 勝也 |
| コーワテック(株) | 設計部課長 | 綿 貫 肇 |
| コーワテック(株) | 設計部主任 | 小松 智広 |
| コーワテック(株) | SAM開発顧問 | 大橋 啓史 |

はじめに

台風、地震、火山噴火などの自然災害や火災や土砂崩れの事故発生時、重機による救助作業が二次災害のリスクから対応できない場合がある。また福島原発の廃炉関連事業での重機作業で、放射線量の規制のため無人化操縦が必要になる場合がある。本商品は既存の油圧ショベルに現場で簡単に取付けでき、必要な応急復旧作業が迅速に、かつ安全に進められる目的で商品化開発をしたものである。

開発のねらい

商品化開発の狙いは、市場にある既存の油圧ショベルを使用し、必要な現場で、時間を要す改造が不要で後付け（Retrofit）ができ、資格なしに無線遠隔操縦ができるロボットを商品開発するとした。

開発コンセプトは、

- ①製造メーカーや大きさ年式に拘わらず現場で、短時間に、脱着ができる。
- ②駆動には衝撃性に優れる空気圧によるゴム人工筋肉を使用する。
- ③緊急時、全国24時間以内に輸送可能。
- ④操縦に無線の免許・資格は不要である。

また、重視する性能要件は、熟練オペレータが納得する無線操縦の操作性で、具体的には、

- ①送信機操作の使い易さ
- ②違和感のないレスポンス性能
- ③オペレータの操縦感覚の反映
- ④万一の場合の安全機能の充実
- ⑤豊富なアタッチメントに適用

なお、平成27年の営業開始時はミニショベル（12V電源）を除外したが、現在は条件付きで対応可である。

装置の概要

重機全体の国内保有台数は約60万台あり、その内油圧ショベルが60%以上と圧倒的に多く、油圧ショベルを優先とした。平成25年以降本格



図1 アクティブロボSAM 本体部

的開発を進め、平成 27 年(2015)5 月に営業活動を開始した(図 1)。

装置の主な構成は、

- ① コンプレッサと制御 BOX などの本体部
- ② 送信機と表示灯(図 2 左)
- ③ 付属の固定装置、収納ケース

全体重量は約 50kg、寸法は高さ 800mm×幅 780mm×奥行 700mm。電源は 24V で重機から確保、駆動機構は約 0.8Mpa の空気圧による 6 軸ゴム人工筋肉と駆動レバーで構成。無線仕様は周波数 920Mhz、特定小電力で資格不要。通信距離は約 200m で LAN 通信も可能。専用コントローラ(図 2 右)は重量約 5kg、寸法は縦 270mm 幅 320mm 高 150mm、アタッチメント操作には専用スティックを使用する。



図2 表示灯と専用コントローラ

モニター画像による操縦(図 3)では、一般的には重機に設置する作業アーム用カメラと重機周囲の確認カメラ、必要に応じて作業現場全体の俯瞰カメラを設置する。画像の無線周波数は 2.4GHz である。



図3 モニター画像による無線操縦事例

本商品の収納や迅速な輸送対応のため、宅配便が可能な専用収納ケースを設定した(図 4)。

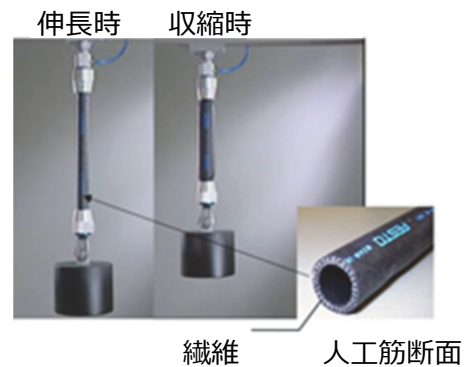


図4 3箱の収納ケース(アルミ製)

技術上の特徴

主な特徴として下記の 3 点がある。

- ① ゴム人工筋肉の採用
 - ② 重機への設置方法
 - ③ 無線遠隔操縦への安全性
- ① 一般的な油圧式や電動式では、操作反力による衝撃で耐久性に問題が生じたため、圧縮空気によるゴム人工筋肉を採用した(図 5)。この駆動原理は、圧縮空気を充填すると筋肉長さが収縮する力を利用するもので、高パワーウエイトレシオの他、重機特有の耐久性や耐衝撃性に優れている。一方、ストローク精度やレスポンス性に課題があったが、技術対策と実証試験を重ね解決した。



圧縮空気の収縮ストローク力を利用し、走行と作業レバーで6軸12本からなる

図5 ゴム人工筋肉の動作原理

- ② 作業現場でのロボットの設置作業性を容易化する事は、重要な性能要件として取組んだ。その要件は、
 - ◇ 重機は製造メーカー・型式・年式に関係なく可能
 - ◇ 着脱作業が簡単で、重機側の改造が不要
 - ◇ 重機作業に耐える確実な固定

固定方法はシートクッション上に本体を直接置き、シートバックへのベルト固定と、上部の固定金具と専用ボルトによる固定とした。また重機の操縦レバーグリップ部への連結方法や、ロボットアームの起動時の位置調整方法などを簡単化した。

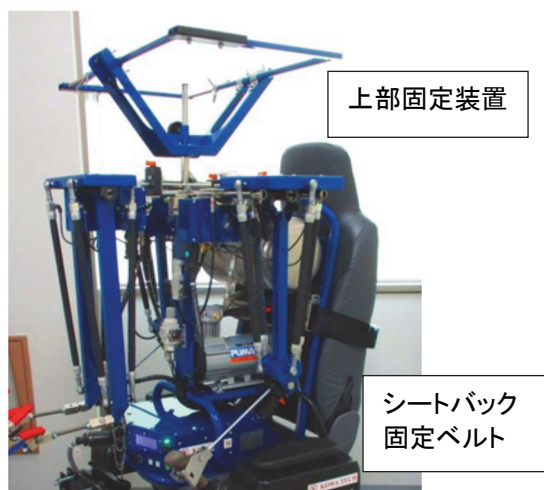


図6 ロボットの固定方法

- ③ 無線遠隔操縦時の安全装置の基本は、コントローラの非常停止ボタンを押せば、瞬時に重機のエンジンを停止させ、同時に、ロボットの作動を停止させるものである。さらに、以下の異常検知の場合は、非常停止装置を作動させる。

- ◇ オペレータの転倒や送信機の落下
- ◇ 送受信の無線通信状態の異常
- ◇ ロボットの駆動機構の断線検知

また、オプションとして、オペレータ以外の人にも緊急停止可能な外部非常停止装置を設定した。なお、非常停止すると人工筋肉の空気圧が開放され、重機の操縦レバー位置がニュートラルに戻り、その前提で再起動操作ができる。

実用上の効果

- ① 緊急性への対応

油圧ショベルは大型機種からミニ機種まで産業全体で使用され、その実用性は社会に普及している。反面、台風や地震、噴火な

どの自然災害や火災や爆発事故などの発生時に、緊急を要する重機による救助活動や応急復旧作業では、オペレータへの二次災害のリスクから重機作業が滞る場合もある。

この際、無線遠隔操縦の重機が有効であるが、市場の保有台数が少なく一般的には、調達にかなりの日数を要する。

本製品は全国24h以内に輸送可能で、現場近場の重機を利用できるので、作業の迅速化が図れる。



図7 機動隊の風水害訓練

- ② 後継者の確保と作業負担の低減

熟練オペレータの多くが退職時期を迎え、後継者の確保と3K作業の低減や安全性などが課題である。崩落や落石の危ぶまれる作業現場でのリスク回避や、林業伐採現場では重機への乗降頻度を少なくできる効果がある。

- ③ 現場作業の効率化

複数の油圧ショベルで作業をする現場で



図8 林業作業は重機への乗降回数が多く年配者には肉体的負担が大

は、無線遠隔操縦により、オペレータが一人で複数の重機を運用することも可能である（図9）。



図9 現場作業の効率化

④ 活用事例の広がり

営業開始以降、地震や豪雨災害現場への投入依頼や、防災訓練、企業からのデモ活動など、多くを実施し採用事例も増加傾向にあります（図10）。



合同防災訓練



製鉄会社の構内作業



廃炉関連事業操作室

図10 活用事例の広がり

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許第 6180292 号

名称：遠隔操作システム

概要：空気圧による人工筋肉の動作は非線形の特性であるが、独自の遠隔操作システムで、作動特性の安定を可能にした

② 日本国特許第 6548563 号

名称：遠隔操作ロボット

概要：製造会社や型式に関わらず既存重機へのロボットの固定装置に関する内容

この他、特許出願中は下記の通りである。

① 特願 2015-076919

名称：遠隔操作ロボット

概要：重機の状態情報から危険性を判断する制御

② 特願 2017-055590

名称：停止装置

概要：重機や通信状態での緊急停止システム

むすび

市販の油圧ショベルに使用する無線遠隔操縦ロボットの開発過程では、多くの挫折や困難もあったが、神奈川県さがみロボット産業特区を始め多くの協力会社からの支援と協力で、2015年5月に営業活動を開始しました。その後福島原発の廃炉関連事業や土砂災害の復旧現場、警察や自衛隊の訓練などに使用される一方、使われる現場の環境や重機の素性、使い方などが千差万別で、この経験を重ね「後付け（Retrofit）無線遠隔操縦ロボット」としての商品を確立したい。

今後は一層の商品力強化と共に、販路の拡大に努力していきたい。これまでご支援を頂いた機械振興協会事務局の皆様には深く感謝の意を表します。