

汎用遠隔操縦装置「サロゲート」

(株)大林組, 大裕(株)

業務内容

無人化施工機械(写真-1)は、2014年国土交通省により「次世代社会インフラ用ロボット技術現場実証」の応急復旧部門においてi-Constructionのニーズが示されたことを受け、災害現場での導入が推進されている。しかし一方で、コストの増加や調達の高難しさなどの課題が導入の妨げになっている。

コストの増加に至る主要因としては、油圧系統に別途ソレノイドバルブ等を設けるなど、油圧ユニットに大がかりな改造を要することが挙げられる。このことから、安価で装着が容易な装置があれば導入が推進されると考え、汎用遠隔操縦装置『サロゲート』を開発した。

1. 機器の構成

本装置は、操作レバー用アクチュエータ、フットペダル用アクチュエータ、操縦リモコン、無線受信機兼制御盤で構成されており、二つのアクチュエータを一般的なバックホ



無人施工機械



遠隔操縦席

写真-1 雲仙普賢岳の災害復旧で活躍する無人化施工機械(玉石重機(株)提供)

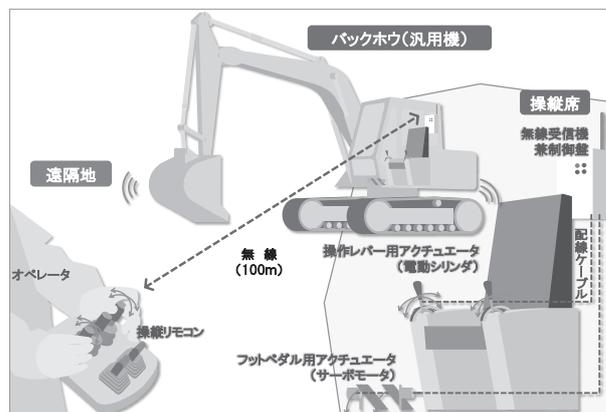


図-1 『サロゲート』概要図

表-1 使用機器の諸元

項目	仕様
操作レバー用アクチュエータ	電動シリンダ方式 重量 13 kg × 2 式
フットペダル用アクチュエータ	サーボモータ方式 重量 : 8 kg × 2 式
無線方式	特定小電力無線 (429 MHz)
遠隔操縦距離	100 m (無線の使用環境による)

ウの操縦席に取付けることによって、安全な場所から遠隔操縦を行うことが可能である。概要図を図-1に、諸元を表-1に示す。

2. 機器の取付けと運搬

装置サイズを簡単に持ち運べるユニット(写真-2)に分割することで、運搬と組み立てを容易にしている。また、建設機械操縦席への装着には、ボルト締めおよび配線ケーブルの接続のみであり、特殊な工具や技能は不要である。

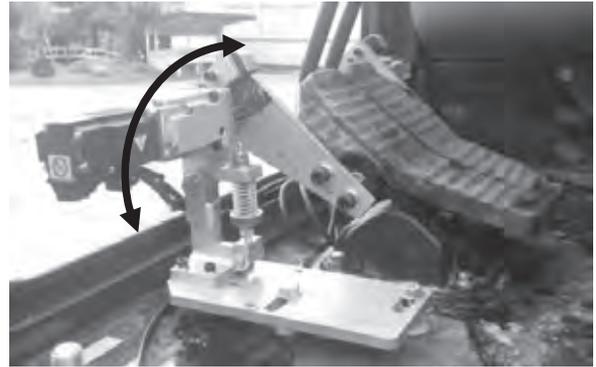
さらには、取り付け金具(写真-3)を変更することで、様々なメーカーや機種への装着が可能である。

3. 各アクチュエータの解説

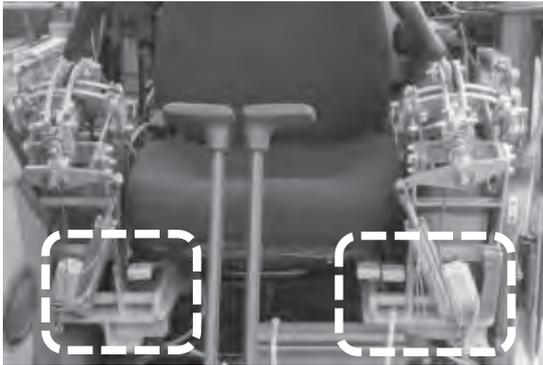
操作レバー用アクチュエータ(写真-4)は、操作レバーと直交する2本のガイドレール(写真-4にて、赤矢印と青矢印で示す)により挟むようにして装着する。操作レバー縦方向の操作をシリンダ(青枠)が、横方向の操作を



写真一2 輸送時の状態



写真一5 フットペダル側アクチュエータ



写真一3 取り付け金具 (赤枠内 黄色部分)



写真一4 操作レバー側アクチュエータ

シリンダ (赤枠) が担う。

オペレータが遠隔操縦用リモコンで入力した操作は、シリンダから操作レバーを介して建設機械に伝達される。

2本のガイドレールは円弧状となっており、オペレータの手の動きと同様に三次元的な動きを再現することで、操作性を向上させている。そうすることで、操作レバーに入力情報を伝達する電動シリンダは、遠隔操縦するオペレータのリモコン入力に対して俊敏に反応する。さらにはリモコン入力に対する電動シリンダの操作量は、任意に動作特性を変更でき、オペレータ個々の好みに調整することも可

能である。

クローラ走行操作に用いるフットペダル用アクチュエータ (写真一5) は、フットペダルに装着したステア先端の内歯車を、操縦席フロアに設置したサーボモータにより駆動させる。

オペレータが操作用リモコンで入力した操作量は、フットペダルを介して建設機械に伝達される。

なお、フットペダル用アクチュエータは、泥等で汚れる恐れがあるため、高い防水性と防塵性を両立させた。

4. 操縦方式の切り替え

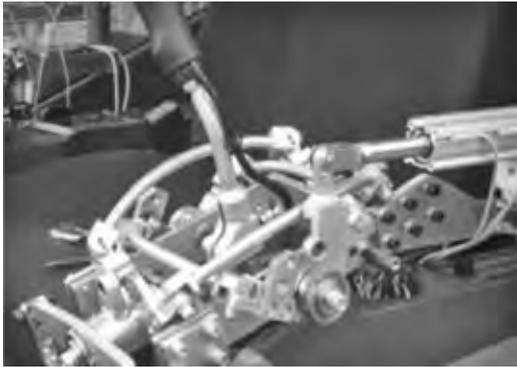
従来の着脱可能な遠隔操縦装置では、遠隔操縦用ロボットがオペレータの運転席を占有するため、即座に搭乗操縦に切替えることが難しいシステム構成になっていた。本装置では、搭乗操縦と遠隔操縦の切り替えを、操作レバーガイドのピン (写真一6, 7) を着脱することで行えるため、搭乗操縦への変更が容易である。約3分で切り替えが可能であり、切り替えによる作業時間の遅延を解消できる。

5. フェールセーフ機能

従来の無人化施工機は災害地等の特殊環境での使用に特化していたのに対し、本装置は一般工事などより多くの現場への適応を想定している。そのため、遠隔操縦中の暴走防止等のフェールセーフ機能については、従来機以上に安



写真一6 操作方法切り替え状況



写真一七 搭乗操作状態 (動力伝達解放)

表一 二 『サロゲート』に設置したフェールセーフ機能

項目	内容	措置
非常停止ボタン	オペによる強制停止入力	エンジン 停止
無線・送信機	無線通信断	
	リモコンの異常傾斜	
	異常な操作信号入力	
アクチュエータ	ニュートラル位置不検出	
	動作リミット検出	
	モータ・電動シリンダ故障検出	
制御盤	PLC スキャンタイムアップ	

全性を意識した設計とした (表一 二)。

遠隔操縦での強制停止やエンジン再始動を実現するため、建設機械本体のエンジンスイッチおよび安全ロックレバーは電装系システムに直接介入して制御信号を入力する。これにより操縦中の無線通信の断絶や機器故障による暴走を未然に防止する。

技術的効果

1. 一般的な建設機械本体を改造することなく容易に無人化施工を可能とする。台数に限りのある従来型遠隔操縦専用の建設機械が不要で、調達が容易となる。汎用性も高く、様々なメーカー・機種への対応が可能である。
2. 装着したままで容易に搭乗操作への切り替えが可能であるため、危険な場所では遠隔操縦を選択し、比較的安全な場所では施工効率の高い搭乗操縦を行うなど、作業環境に応じて柔軟に対応することができる (図一 二)。
3. 持ち運びや組立が容易で、災害現場等において現地ですぐに作業を開始することが可能である。

施工実績

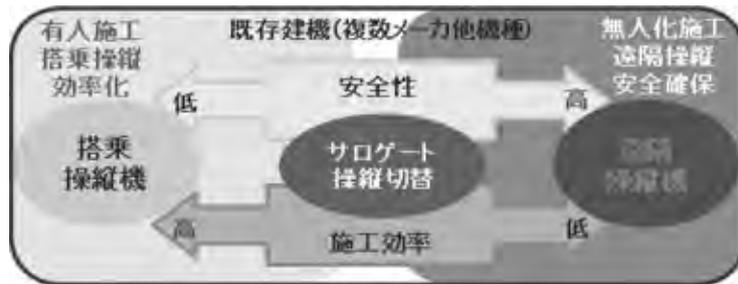
■実証試験…1 件

・大林組大阪機械工場

実施時期：平成 28 年 2 月



写真一八 大林組大阪機械工場での試験状況



図一 二 『サロゲート』の操縦方式切り替えイメージ

現場制約により、掘削ズリをトンネル坑口付近から下部の仮置き場へダンプアップして放出するため、放出時間帯は上下作業を懸念して遠隔操縦で、それ以外の時間帯は作業効率を優先して搭乗操縦で作業を実施した。



写真一 九 久斗トンネル工事における現場適用状況

検証項目：取付時間，安全性・作業持続性の確認，搭乗操作への切替，掘削・積込作業

検証結果：従来型遠隔操縦専用建設機械と同等程度の作業効率を有することを確認済

■現場適用…1件

・国土交通省発注 八鹿日高道路久斗トンネル工事

適用期間：平成 28 年 7 月（約一月間）

適用作業：トンネル坑外 掘削ズリ仮置き場におけるズリ掻き作業

お断り

この JCMA 報告は，受賞した原文とは一部異なる表現をしています。

