

油圧ショベルに取付可能な簡易遠隔操縦装置の開発

井手隆幸・平川良一

1. はじめに

近年、日本における自然災害は地震、津波、洪水等、甚大な被害をもたらしている。災害が発生した場合、いかに早く対処するかがその後の被害の拡大防止や早期復旧の鍵となる。しかしながら被災現場は、人が立ち入れない、二次災害の恐れがあるなど危険な現場も多く、そのような場所においては作業員の安全を確保出来る遠隔操縦機械が必要とされる（写真-1）。

今回、国土交通省九州地方整備局九州技術事務所において油圧ショベルに簡単に設置し遠隔操縦用機械として使用出来る簡易遠隔操縦装置を開発したので報告する。



写真-1 土砂災害による河道閉塞現場における緊急作業（H28.7 鹿児島 垂水地区）

プレッサーを油圧ショベル本体に設置する必要がある。また、近年の建設機械においてはシステムの高度化とセキュリティ強化により電氣的な接続が困難となりロボQの搭載可能車種の減少が課題となっていた。そのため、ロボQの問題点を解決した新たな簡易遠隔操縦装置の開発が求められており、平成26年度より開発を始めたものである。



写真-2 ロボQ（H11年～現在）

表-1 過去の出勤実績

年度	出勤先	災害名等	出勤機械
H12	大分県	大分県朝見川緊急災害復旧	ロボQ
H16	新潟県	新潟中越地震	ロボQ
H18	沖縄県	中城村法面崩壊	ロボQ
H19	鹿児島県	有村川河道閉塞除石作業	ロボQ、クロQ
H22	鹿児島県	南大隅町土石流	ロボQ、クロQ
H24	鹿児島県	国道220号土砂流出災害	ロボQ
H28	熊本県	熊本地震	ロボQ

※クロQはクローラードンプ用の簡易遠隔操縦装置

2. 簡易遠隔操縦装置の開発

2.1 開発経緯

九州技術事務所では、平成11年度に油圧ショベルを遠隔操縦できる装置（通称ロボQ）（写真-2）を開発しており、災害現場での緊急復旧等に貢献している（表-1）。このロボQは空気圧によりレバーを駆動するため別途、エンジン付きコン

2.2 開発コンセプト

1. 遠隔操縦操作と搭乗操作

災害現場において、全ての作業において遠隔操縦が必要な現場は少ない。車両の移動や積載車への積み込み、積み卸しなど、搭乗操作で行う方が効率的である。しかしながら、今までの後付けによる遠隔操縦装置は座席に搭載されており、人が行える場所であっても遠隔操縦による作業で行わなければならない。そのため遠隔操縦操作と搭乗操作のどちらも可能な装置とした。

2. 機器構成

開発機械は、特注品が多く機器全体の価格が高価となる傾向がある。また、故障や修理が必要な場合に特注品では注文に時間を要するため、一般に手に入りやすい部品で構成し、早急な対応を可能とした。

3. 建設機械への取付け方法

装置の取付けは、機械本体への加工や専用部品の取付けなど必要とせず短時間の取付け及び機種やメーカーを問わず設置可能な構造とした。

2.3 装置の製作

(1) 駆動部

駆動部については、数種類の組合せを検討し、応力や稼働範囲、正確性など総合的な検討の結果、ボールネジ+電動モーター（写真-3）による組合せを今回採用した。



写真-3 ボールネジ+電動モーター

(2) フレーム構造

本体の操作レバーを操縦装置のアームによって動かすため作動中に装置の位置がずれると正確な操作が行えなくなる。ベースとなるフレームは位置がずれないように座席を挟みこむ構造とした（写真-4）。フレームは、軽量化と剛性の必要性からアルミフレームとし、組立は、フレーム同士をはめ込みワンタッチ式のピンによる接合とした。また、微調整が必要な箇所はスライダ+ストップピンにより、工具無しに調整できる構造とした。（図-1）。

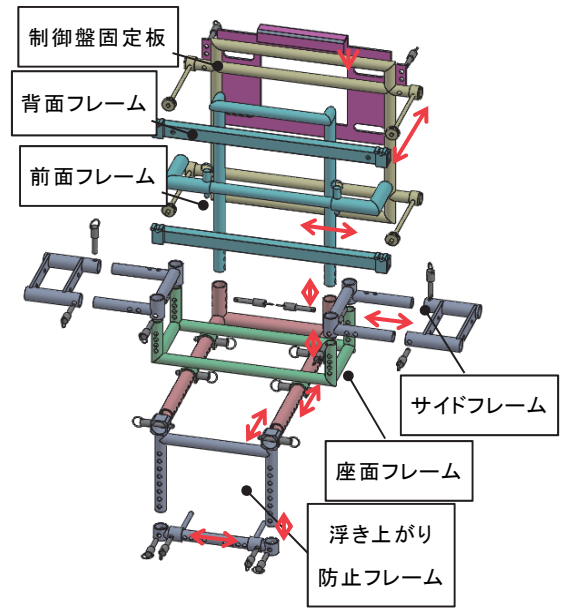


図-1 フレーム概略図



写真-4 装置取付状況

3. 要素実験及び検証

災害現場は、建設機械にとって過酷な作業条件が多い。そのため、要素実験についても災害現場を想定した試験を設定した。

3.1 試験内容

(1) IP65 (※)：制御盤内の粉塵、水の浸入試験

※：IP65 日本工業規格

防塵6級：粉塵が中に入らない（耐塵形）
 防水5級：あらゆる方向からの噴流水による有害な影響がない（防噴流形）

- (2) 温度試験：外気温度50度動作確認及び緊急停止
- (3) 耐久性試験：連続稼働8時間×5日
- (4) 衝撃試験：14G
- (5) アンケート調査

3.2 環境試験・耐久試験

環境試験は、IP65による試験を行った。水密ゴムの取付部や取手部の隙間より盤内に粉塵（写真-5）及び水滴が確認された。そのため水密ゴムの取替を行った。耐久試験は、日本キャタピラー秩父ビジターセンターにて8時間×5日間連続稼働試験を行った。また、熟練オペレーター、若手オペレーター等による使い勝手や標準装備による遠隔操縦機械との違いについても検証した。

盤内部負圧により粉塵テスト 全方向に直接噴流



写真-5

写真-6

3.3 衝撃試験

遠隔操縦において装置の外れや損傷は作業において致命的である。そのため、災害現場を想定した、衝撃試験も行った（図-2）（写真-7）。

試験は、盛土を走行させ約1mの高さから落下時の衝撃による装置の取付状況等を検証した。試験中に装置の外れや調整を行う事無く、長時間作業においても十分に耐えうる事が証明された。

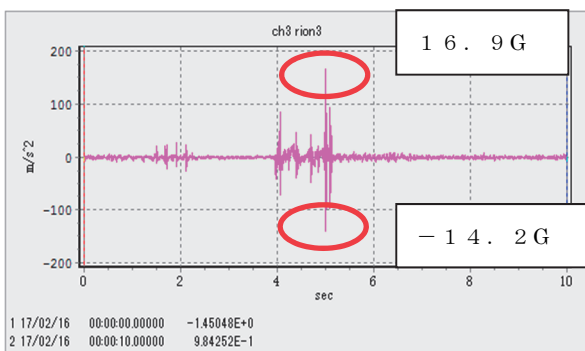


図-2 衝撃試験（上下）



写真-7 衝撃試験

3.4 アンケート調査

各方面から多くの方に実機の見学会や実操作を行い高い評価を得た。

熟練オペレーター、若手オペレーターによる標準装備の遠隔操縦装置との違いについて実機による操作を行った結果、遠隔操縦装置は動作が滑らかであり搭乗操作に近いとの評価であった。作業効率は、どちらも操作に慣れてくれば変わらないとの回答であった。

4. その他

4.1 運搬

緊急作業に必要な装置であることより早急に現場に運搬する必要がある。そのため、梱包を軽量かつコンパクトな宅急便サイズとした（写真-8）（写真-9）、陸送はもとより空輸についても東京ー九州間にて確認済みである。



写真-8 分解状況



写真-9 梱包

4.2 映像装置

遠隔操縦は、直接目視による操作とカメラによるモニター画面を見ながらの操作がある。近年、カメラは、著しい発展によりハイビジョンも遅延の少ない画像送信が可能となってきている。また、3DやVRなど様々な取組がされており、より現実

に近い見え方になると考えられる。カメラは、作業従事者の好みもあるため機種を選定はここでは控えるが、遠隔操縦とカメラ映像は切り離せない関係であることから、鮮明な画像、衝撃に強い、混信等のない機種を選ぶ必要がある。

5. まとめ

今回開発した簡易遠隔操縦装置（写真-10）は、緊急かつ危険な現場において油圧ショベルが調達可能であれば、すぐに遠隔操縦による作業に取りかけられる。また、災害のみならず、急傾斜地における法面工事、河川における浚渫など一般工事においても危険な作業は多い。そのような箇所においても簡単に取付可能なこの装置を使う事により、安全な作業に従事出来ると考える。

今後は、災害地のほか山林や道路啓開等で必要とされている破碎機やフォーク等の本体アタッチメントにも対応出来るよう、改良を重ねていく予定である。

遠隔操縦は、機械の普及だけでなくオペレーターの育成も課題であり、現在、各地において遠隔操縦訓練を開催している。

建設産業については、従事者の減少、高齢化、熟練オペレーターの不足など将来に不安要素が多い中、遠隔操縦による作業軽減、効率化、熟練オペレーターのアシストなど多くの可能性が考えられる。現在進められているi-Conや情報化施工によるマシンコントロール（MC）、マシンガイダンス（MG）との組合せなども期待するものである。

災害現場で稼働した実績を持つロボQの後継機として、簡易遠隔操縦装置の更なる発展と普及を目指していきたい。



写真-10 簡易遠隔操縦装置搭載状況

謝 辞

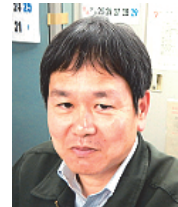
簡易遠隔操縦装置は、3年にわたる開発、検証、また、多くの方々のアドバイスを受ける事により今回完成した。ここに、この装置に時間を割いて頂き、ご助言を頂いた方々に厚く御礼を申し上げます。

井手隆幸



国土交通省九州地方整備局九州技術事務所施工調査・技術活用課長
Takayuki IDE

平川良一



国土交通省九州地方整備局九州技術事務所施工調査・技術活用課 施工調査係長
Ryouti HIRAKAWA