解 説

遠隔操縦ロボット (ロボQ II)

Teleoperated Robot (RoboQ II)

三 村 洋 一* *株式会社フジタ

Yoichi Mimura* *Fujita Corporation

1. 遠隔操縦ロボット

土砂崩壊災害等の緊急災害復旧は、二次災害の発生する恐れがあるため、安全作業の確保・迅速な対応といった観点から建設機械を遠隔操縦する技術が必要となる。遠隔操縦可能な無人専用機は、災害現場で調達が困難な場合があり、この場合に対応できるようにと開発したのが簡易遠隔操縦装置「ロボQ」である[1]。これは、市販の建設機械である油圧ショベルの運転席に遠隔操縦可能なロボットを取り付けて、油圧ショベルを改造することなく遠隔操縦可能なようにしたもので、国土交通省九州技術事務所と株式会社フジタで1999年に共同開発した。現在までに災害現場や災害想定訓練等で数多くの稼動実績がある。

2. 新型遠隔操縦ロボット「ロボQ II」

ロボQは、開発から15年以上経過し、調達できない部品があり、また、経年劣化による制御機器の不具合が増えている。そこで、長年のロボQ運用より得た知見を基に新たな遠隔操縦ロボット(ロボQ II)を設計製作した。ロボQ IIの運転席取付状況を図1に示す。

2.1 装置構成

油圧ショベルの操作レバーは、前後1方向×2本(走行レバー用)、前後左右2方向×2本(操作レバー用)の4本のレバーがある。このレバーを機械的に動かすために、走行レバー用は直動アクチュエータ、操作レバー用は直動型アクチュエータ2個とリンクを組み合わせたものを用いている。また、このアクチュエータは、重量、耐環境性を考慮して空圧とした。運転席に搭載する八つのユニットは、可搬性に優れるように最大重量30[kg]で、運転席シートを取り外した後、順次組み立てる。空圧の動力源として、油圧ショベルのボンネット部等に発電機と電動コンプレッサを搭載している。組立性向上およびトラブル要因をなくすため、ネジ締めを少なくし、①位置調整が組立後できる、

図1 遠隔操縦ロボット(ロボQ II)

図2 システム構成図

②配線接続が容易であるなどを目標に設計した。ネジ部は、重機に取り付けるフレームユニット以外はロックピンで固定するようにし、レバー把持部は、従来のネジ締めからワンタッチレバーで把持できる構造とした。また、空圧機器、制御機器は組み立てたままで点検できる構造とした。

2.2 制御システム構成

制御システムは、アクチュエータ、センサ、遠隔操縦ユニット(送信機・受信機)、PLC、サーボコントローラ、サーボ弁等で構成した。制御システム構成を図2に示す。また、制御機器の入っているユニットは、耐振性を持たせるため

原稿受付 2016年6月27日

キーワード: Tele-operation, Unmanned Construction, Disaster Recovery, Air Servo

*〒357-0036 飯能市南町 11-30

*Hanno-shi, Saitama

に防振構造にした。制御機器として、ロボQではメインのコントロールをマイコンとボード型PLCの2台で行っていたが、ロボQⅡでは汎用のPLC1台に集約した。ロボQⅡでは、新たなサーボコントローラを用い、応答性を向上させるとともにエア消費量を減らした。ロボQのマイコンでは位置センサ情報を常時モニタリングすると処理速度に影響を与えてしまうためセンサを常時監視することを行っていなかったが、ロボQⅡでは位置センサ情報を常時モニタリングし、断線、短絡、不動にて非常停止する機能を追加した。また、スイッチの断線、短絡、PLC本体の不具合でも非常停止するなどのフェールセーフ機能を有している。災害現場で使用するためには、メンテナンスの容易さも重要である。メンテナンス性向上のために、ロボQⅡはモニタリング機能を充実させた。レバー位置、原点設定位置、リモコン指示値、電源電圧、供給空圧が常時モニタ表示できるようにした。

3. 事 前 確 認

製作したロボQⅡの信頼性を確認するために事前にEMC（電磁環境両立）試験、搭載確認試験、振動・衝撃試験を実施した。EMC（電磁環境両立）試験では、ロボQⅡは外来ノイズなどにより制御系・無線系に問題が発生しないことを確認した。その後、ロボQⅡは、複数のメーカーの油圧ショベルに搭載可能で汎用性があることを確認できた。また、実機搭載試験時に実用的な振動・衝撃実験として段差乗り越え走行を行った。加振状況は、重機に取り付けた加速度計で計測し、10[G]程度の加速度となるように調整した。3回の10[G]程度の加速度でも不具合を生じることはなかった。

4. 次世代社会インフラ用ロボット現場検証

ロボQⅡの効果を検証するために、昨年度に引き続き実施された次世代社会インフラ用ロボット現場検証の応急復旧部門に参加した。災害の初動対応ができる技術として、運搬性、迅速性、現場適用性、施工性、信頼性を確認するために組立検証、走行検証、掘削、積込検証を行い、無人

図3 掘削、積込検証状況

専用機と作業性を比較した。

組立検証では、油圧ショベル2機種に取付確認を行った。取付は約2時間で、人力による運搬、取付可能なことを確認できた。走行検証では、走行ヤード内で設定されたルートを走行した。専用機と比較して91～106%ではほぼ同じ走行スピードであった。掘削・積込検証では、専用機と比較して80%の掘削、積込量であった（図3参照）。これは、ロボQⅡの操作機は操作者が普段操作している操作機と形状が違っていたためその慣れによる影響と思われる。これ以外に、画像伝送システムが搭載されていないことが課題とされた。この課題を解決するとともに、ロボットの情報を送信リモコンに送るなどの改造を進めながらより良いロボットとして、災害などの場面でさらに有効なシステムとして発展させたい。

参 考 文 献

- [1] 佐藤修司, 吉永勝彦: “遠隔操縦ロボットの開発”, 建設の機械化, vol.46, pp.17-23, 2000.

三村洋一 (Yoichi Mimura)

1987年慶應義塾大学大学院機械工学専攻修了, 同年(株)フジタ入社, 現在に至る。主として, 建設現場における機械技術の適用・普及, 遠隔操縦ロボットの技術開発に従事。