

建機追従型有線給電マルチコプターの開発

株式会社フジタ 正会員 ○千葉 拓史
株式会社フジタ 非会員 山本 新吾
株式会社フジタ 正会員 坂井 郁也

1. 目的

土砂崩落等の災害復旧は、遠隔操縦方式の建設機械や遠隔操縦ロボットを搭載した建設機械で行っている¹⁾。遠隔操縦の建設機械を用いて災害復旧を行う際、あらかじめ現場周囲を撮影可能なカメラ台車を現場に配置し、そのカメラ台車からの映像や、建機コックピットへ搭載したカメラからの映像をもとに建機オペレータが作業を行っている。

しかし災害現場では二次災害が発生する可能性があり、カメラ台車の配置には場所的な制限が発生する為、遠隔操縦の経験が少ない建機オペレータでは作業効率が著しく低下し、復旧作業に時間を要する。また、搭載カメラからの映像は単一視点からの映像で上下左右の角度操作やズーム等は可能であるが、提示視野は限定的で建機周囲の状況を俯瞰的に見ることができないなどの課題も挙げられる。そのため先行研究として俯瞰映像の提示等の研究開発が行われている²⁾。

本研究では、上記の問題を解決する為に近年急速に普及しているマルチコプターを活用し、マルチコプターに搭載したカメラからの映像を建機オペレータへ提示する事で、カメラ台車を必要としない映像提示システムを開発しており、フィールド試験において有効性を確認した為、報告する。

2. マルチコプター開発仕様の検討

一般的なマルチコプターはバッテリーを搭載し、動力源にする方式が一般的である。バッテリーを動力源にした場合、飛行時間が数十分程度と短いため、長時間作業には向いていない。また、マルチコプターの機体制御技術は急速に発達しているが、離着陸時に風等の影響で機体姿勢が不安定になり、手動による操縦では墜落等の事故が起こるという事例も多い。

これらの課題を解決する為に飛行時間に対してはケーブルによる有線給電によって長時間飛行を可能とし、離着陸時の手動操縦に対しては自動着陸が可能なシステム開発を行った。さらに自動追従機能を付加し、マルチコプターの操縦者を不要とする事で省力化を図った。

3. システム構成

今回開発したシステムの諸元を表1に示す。建機側はマルチコプターへ電源供給を行う有線給電装置と建機の位置座標と高度をマルチコプターへ送信する地上局及び有線給電装置と地上局へ電源を供給する発電機から構成されている。建機オペレータ側はマルチコプターからの映像を受信する映像受信装置と映像表示モニタ及びマルチコプターの操作用タブレット端末で構成されている。

マルチコプターはタブレット端末からの離陸指令信号を受け建機上のヘリパッドから自動離陸後、設定された建機との相対位置高度でホバリング飛行動作を行う。ホバリング中は建機に設置している地上局から送信される地上局のGPS位置情報と電子高度計の高度情報を受信し、機体自身の位置制御を行う。建機が走行する場合、マルチコプターは建機との相対位置を保つよう位置制御を行う事とした。

表 1 機体諸元

項目	内容
モーター軸間距離	1145mm
プロペラ	17inch
機体重量	6.8kg
給電ケーブル長	20m
予備バッテリー	有

キーワード 遠隔操縦, 災害復旧, マルチコプター, UAV

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ 技術センター TEL 046-250-7095

図 1 に実際のシステム構成を示す。対象建機をバックホウとしキャビン上に離着陸用ヘリパッドを設置した。有線給電装置と地上局はヘリパッド下部へ設置した。図 2 にマルチコプターの操作に用いるタブレット端末のユーザーインターフェースを示す。建機とマルチコプターの相対位置は、直感的に指定できるような画面設計を行った。

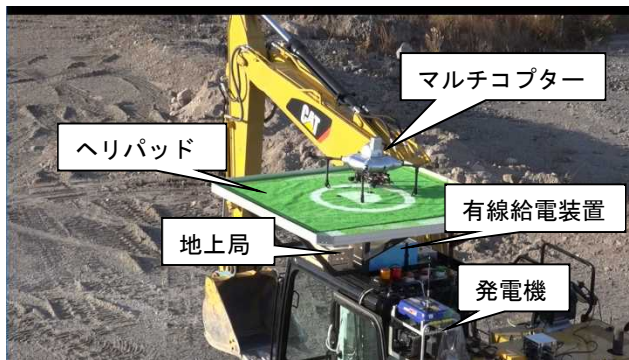


図 1 システム構成



図 2 タブレットインターフェース

4. フィールド試験

2017 年 12 月に実施したフィールド試験において、建機上空をマルチコプターが追従飛行している様子を図 3 に示す。また、マルチコプター搭載カメラから伝送された映像を図 4 に示す。フィールド試験によって、タブレット端末からの自動離着陸、指定された建機との相対位置を保った追従飛行が可能な事を確認した。また、マルチコプターからの提示映像によって建機の走行操作が行える事も確認した。



図 3 追従飛行風景



図 4 マルチコプターからの提示映像

5. まとめと課題

今回、有線給電による長時間飛行と、建機を自動追従飛行しヘリパッドへの自動離着陸が可能なマルチコプター及びシステムを開発し、フィールド試験において建機オペレータへのヒアリング等を通じて建機の移動については有効である事を確認できた。

今後の課題として、自動離着陸精度を向上する事でヘリパッドのサイズを縮小化し(今回は $2\text{m} \times 2\text{m}$)、建機の履帯幅を視認できるように改良する事や、建機移動時の建機とマルチコプターの相対位置精度向上などが挙げられる。

参考文献

- 1) 茶山和博, 藤岡晃, 他: “遠隔操縦ロボット(ロボQ)の開発”, 土木学会第 58 回年次学術講演会
- 2) 佐藤貴亮, 藤井浩光, 他: “無人化施工用俯瞰映像提示システムの開発”, 日本機械学会論文集 81 (823), 14-00031-14-00031