

大規模災害に迅速に対応可能な 無人化施工技術の推進

菊田 一行

雲仙普賢岳の災害復旧工事からこれまで様々な無人化施工の技術開発が進められてきてはいるが、依然として使用する無線が混信してしまうといった課題が存在していることから、課題解決にむけた接続仕様の標準化の検討を実施する予定であるため、具体的な検討方針について、紹介する。

キーワード：災害復旧，無人化施工システム，無線通信，標準化

1. はじめに

我が国は、度重なる台風の襲来、火山や地震の頻発など厳しい自然条件に加え、急峻な地形や脆弱な地質から、河川の氾濫、道路の陥没、山腹の崩落など大規模な災害が多発し、これまでに甚大な被害をもたらしてきた。災害現場における復旧活動において安全を確保するための有効な手段の一つとして、無人化施工の技術開発が進められてきた。

無人化施工技術とは、ラジコン装置等を取り付けた建設機械を遠隔地から操作することで、危険区域に人が立ち入らずに施工することができる技術であり、主に二次災害の危険性が高い災害現場での復旧工事において活用される技術である。1990年に噴火した雲仙普賢岳の災害復旧工事において、初めて無人化施工による試験フィールド事業が実施され、以後有珠山噴火、三宅島噴火、新潟県中越地震、南大隅町深層崩壊などにおいても無人化施工により災害復旧工事が実施された。最近では2011年の台風12号による奈良、和歌山県での深層崩壊の災害復旧工事においても一部で無人

化施工技術が活用されている。

2. 現状の無人化施工

無人化施工機械は主として特殊な環境下の災害復旧で用いられる技術であるため市場が著しく小さく、最も普及している油圧ショベルにおいても、全国で百数十台という状況であり、そもそも機械の調達に時間を要する。また、無人化施工機械は、無人化施工での使用のみでは減価償却ができないので、民間で保有する無人化施工機械は一般工事でも使用することが一般的であり、災害が起きたときに他の工事で使用している機械は災害現場に配備できないことがあるなど、さらに調達に時間を要することとなっている。そこで、災害時の初動体制としては、まずは官保有の機械を使用し、民間の機械の調達が可能となった段階で民間保有の機械を活用するという形が望ましいと考える。

ここで、無人化施工で使用されている現行の無人化施工システム（無線を用いて建設機械を遠隔操作するときに必要な通信や画像伝送等を含めた一連のシステム）について、簡単に紹介する。機械の操作と画像伝送の通信方法により、大きく3つに分類できることから、本稿ではSTAGE I, II, IIIと表記する。

- ① STAGE I では、オペレータがリモコンを使用し、目視で機械の操作を行う。操作通信は、特定小電力無線（免許が不要で、指向性がないことから移動体の通信に適するが、ノイズの影響や混信しやすい）を使用する。
- ② STAGE II では、オペレータは操作室からモニターを確認しながら機械の操作を行う。操作通信は特定小電力無線を使用し、画像伝送は簡易無線（画像が



図1 無人化施工によりブロック積みを実施した事例

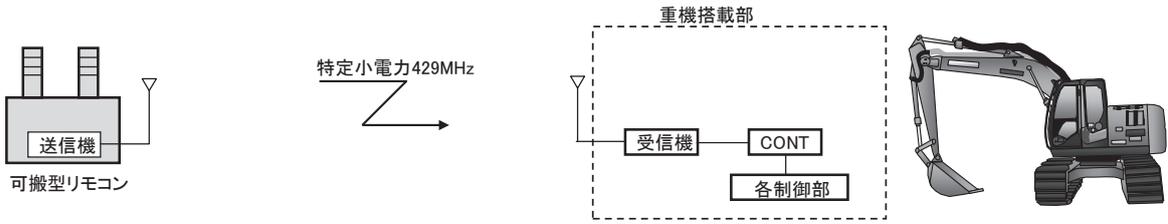


図2 STAGE I のシステム図 (概ね 50 m 程度まで)

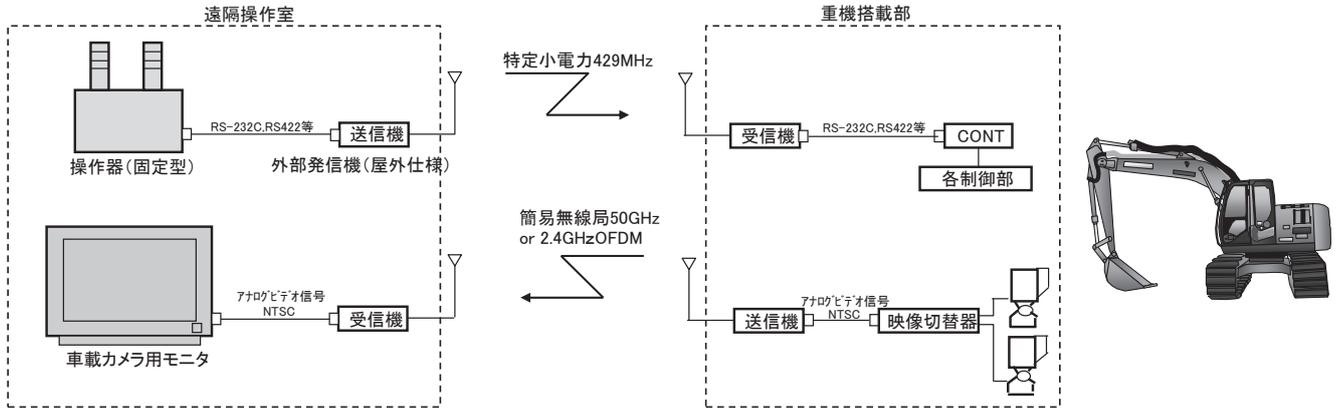


図3 STAGE II のシステム図 (概ね 300 m 程度まで)

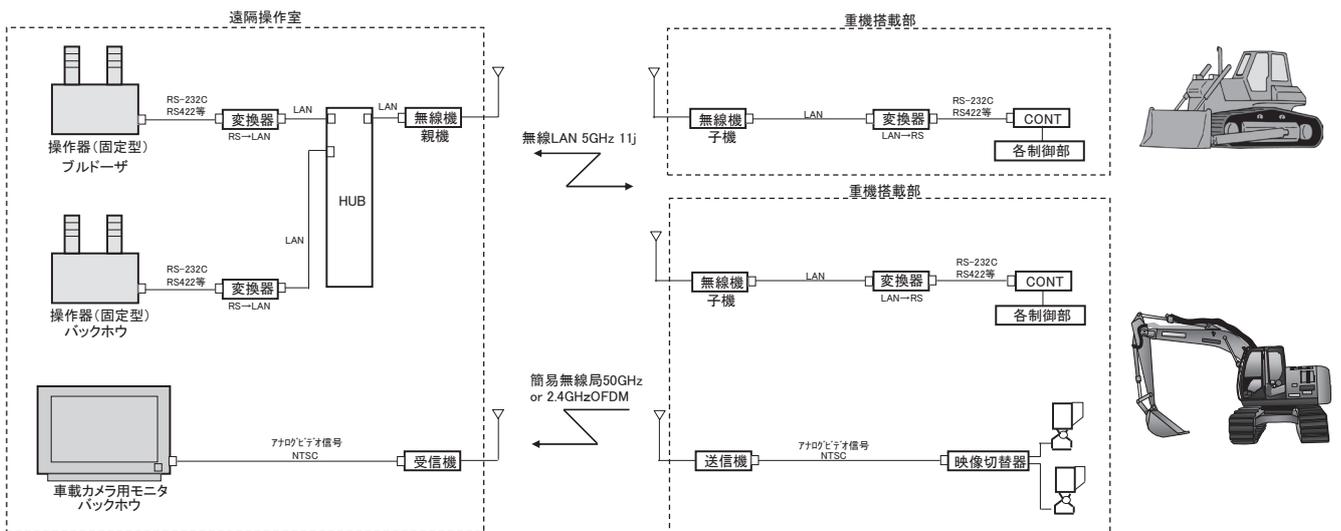


図4 STAGE III のシステム図 (概ね数 km 程度まで)

鮮明であり、多く使用されているが、指向性が強い)を使用する。

- ③ STAGE IIIでは、オペレータは操作室からモニターを確認しながら機械の操作を行うことはSTAGE IIと同じであるが、操作通信に無線LAN(操作信号と画像信号を同一の無線波で送ることも可能(STAGE IIIでは操作通信のみで使用)であり、複数台の機械の送受信ができるが、指向性が強く見通しのよいところでの使用が前提)を使用する。画像伝送は簡易無線を使用する。

上記STAGE I～IIIまでの無人化施工システムは、

施工業者ごとにシステムを構築しているため、複数の施工業者が同一の現場で無人化施工機械を稼働させる場合には、混信防止のために無線LANにおいてはIPアドレスの割り当て調整を、特定小電力無線ではチャンネルの調整を行う必要がある(特に、特定小電力無線で混信しないようにするには台数が制限されてしまい、最大10台程度までしか使用できないといわれている)。よって、上述のとおり段階を追って民間保有の機械を追加していくと、混信を起こさないために機械を追加投入するたびに調整を行う必要がでてくることとなり、大規模災害発生時など、無人化施工機械を

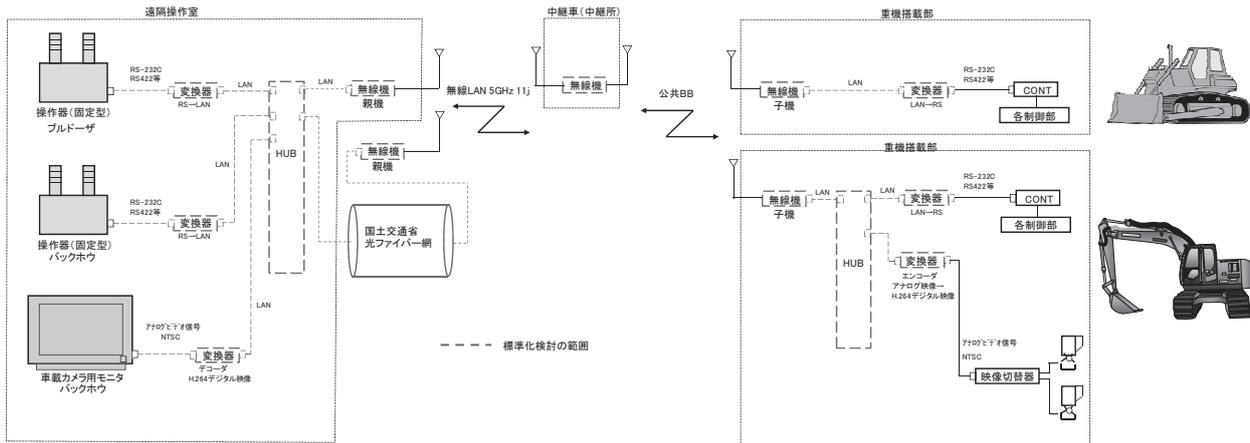


図5 STAGE IVのシステム図（光ファイバー網を活用すると数十kmの通信も可能）

複数台数使用することが考えられる現場では、無人化施工機械の迅速な稼働において課題がある。

3. 接続仕様の標準化

国土交通省では、これらの課題を解決し、無人化施工機械を迅速に災害現場に集めて稼働させるため、平成24年度において、無人化施工システムの接続仕様の標準化の検討を行うとともに、同時に複数の無人化施工機械を使用することを念頭に、現場で何台程度の機械を使用できるかを把握するために画像機器等の性能検討を行うことを予定している。

接続仕様の標準化を行い、同時に複数の無人化施工機械を使用する次の通信方式を活用する。現在、最先端の無人化施工現場で導入されているところであるが、操作通信と画像伝送を一つの信号として無線LANで通信を行う方式がある（以降、STAGE IVと表記する。）。すべての通信をインターネットプロトコル（TCP/IP）で行うことを前提とすれば、有線通信部分に国土交通省が保有する光ファイバー網等を活用することで、さらに遠隔地までの操作が可能となる。さらに中継車を介し、複数の無人化施工機械への通信を行うことも可能となる。

接続仕様の標準化の目指すところは、大規模災害発生時において、通信システムを官側が調達し、官保有の遠隔操作機械を接続して無人化施工を実施している現場に、民保有の遠隔操作機械を追加投入して官調達の通信システムに接続し、統合的な通信環境下で大規模な無人化施工現場を迅速に実現可能にすることである。

具体的には下記のとおり検討を実施する予定である。

①無人化施工システムへの接続仕様の標準化検討

STAGE IVでの活用を検討する前段階として、現在までに無人化施工の施工実績があるSTAGE IIIにおける接続仕様の標準化検討を実施するため、無線機と操作器との接続部に使用される規格や信号変換、通信システムの構成についての現状動向を調査し、操作器と無人化施工機械を交換しても同じシステムで稼働できるように接続仕様の標準化案を検討する。その標準化した接続仕様をSTAGE IVに応用していくことを検討する予定である。

②画像機器の性能検討

現在までの無人化施工実績として、STAGE IIIにおける施工事例を収集し、典型的な施工モデルの設定を行う。その中で、無線LAN等の無線設備の伝送容量に限界があることを考慮し、容量の大部分を占めることになる画像機器について最低限必要な解像度などの性能を整理し、要件を設定することで、同時に何台程度の機械を稼働することが可能であるのかを把握しようと考えている。

4. 災害時における無人化施工機械の迅速な稼働の実現

STAGE IVにおける接続仕様の標準化により、現在は、複数の企業がそれぞれ構築するシステムを同じ現場で使用するためには、混信防止の調整に1週間程度を要してしまうところを、稼働試験に必要な1日程度まで短縮できると考えており、初動体制として迅速な稼働が可能となる。また、災害現場で何台程度を同時に使用できるかを把握することにより、その後の災害復旧の施工方法や計画を検討する際に役立つことから、検討の幅が広がると同時に準備期間の短縮が可能

となる。加えて、光ファイバー網を活用することで、数十 km 程度以上離れている複数の無人化施工の施工現場があったとしても操作室を一つにして無人化施工を実施することが可能になると考えられることから、操作室を立ち上げる時間も短縮することが期待される。

5. おわりに

接続仕様を標準化することで、災害復旧活動として迅速な対応が可能になるが、その他の重要な課題として、近年少数化してきている高度な無人化施工技能者の育成がある。技能者の育成については、ここでは詳しくは述べないが、技能者の熟練度合の評価項目や評価項目についてどの程度の技能を有してれば習熟していると判断できるかについての検討を実施している。無人化施工の操作方法を学んだだけでは技能の習得が難しいことから、今後、実際に無人化施工を行う現場やそれを再現したフィールドで育成を行うことも検討を行っていく予定である。

また、現在の無人化施工システムは活用の場面が限られていることから適用場面の拡大や情報化施工を活用した操作性を向上することで、より広範囲での安全な、また迅速な復旧活動を可能とすることができるため、それらの開発や試験施工を行っていくことも今後進めていくべき課題である。

さらに、大規模災害の現場に無人化施工機械を導入するにあたり、現地状況の把握や危険箇所における人命捜索などの技術も必要となってくることから、こういった無人化技術についても検討が必要である。

これらの課題解決に向け、ゼネコンや建設機械メーカー、専門工事業者等関係者との連携のもと、さらに無人化施工技術を進展させ、災害時の対応に貢献したいと考えている。

JCMMA

【筆者紹介】

菊田 一行 (きくた かずゆき)

(前) 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 計画係長

(現) 国土交通省 四国地方整備局 那賀川河川事務所 開発工務課長



平成 23 年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

- ・ 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・ 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・ 損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・ 各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- ・ 主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・ 主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

■ B5判 約 710 ページ

■ 一般価格
7,700 円（本体 7,334 円）

■ 会員価格（官公庁・学校関係含）
6,600 円（本体 6,286 円）

■ 送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）
注 1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。
注 2) 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会
（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>