

無人建設機械が実現する より安全で確実な災害復旧工事

CAN 制御車両により建設機械の ロボット化を促進

台風や地震、噴火などの自然災害に見舞われることが少なくない日本。被災地では迅速かつ安全な復旧作業が求められる。そのような復旧現場での活躍が期待されているのが、遠隔操作が可能な無人建設機械である。IHI 建機株式会社では、新しい方式の無人建設機械を開発し、現場作業での実証試験を行って実用化に成功した。



CAN 制御車両 CL45 (トラックローダー)



無人化施工操作室

現在も続く雲仙普賢岳の防災工事

1990年に噴火した雲仙普賢岳（長崎県）では、活発な噴火活動は治まったものの、現在でも続く火山活動の元で、火砕流や土石流による被害抑制を目的とした砂防堰堤えんていの建設工事が続けられている。

砂防堰堤の建設は火砕流が発生する恐れのある「立入禁止区域」で行われているため、遠隔操作が可能な無人建設機械（以下、無人建機）が用いられている。したがって、通常の砂防堰堤の建設で行われる型枠や鉄筋の設置など、専門の作業員が担当する作業を行うことができない。そこで採用されたのが RCC (Roller Compacted Concrete) 工法である。

工事は以下の手順で行う。① 砂防堰堤の外周に沿って土盛りをする ② 一定の高さの土盛りが完了す

ると、土盛りで囲まれた空間に固練りコンクリートを打設する ③ コンクリートが固まった後、再び土盛りを行い、コンクリート表面の土砂などを取り除き、再度コンクリートを打設する ④ この作業を繰り返すことで、必要な砂防堰堤の高さを実現する ⑤ 所定の高さに達したら、周囲の土盛りを取り除き、砂防堰堤が完成する。土盛り、コンクリート打設、清掃などの各工程、各作業でそれぞれ用途に応じた無人建機が用いられ、工事が進められている。

無人建機からのフィードバックが重要

1994年から行われている無人化施工では、市販されている建機を遠隔操作が可能になるよう改造を施した無人建機を用いるのが一般的である。建機の多くは

油圧を利用して操作する仕組みを採用している。これを無人化するためには、通信系に加え、油圧を制御するための電磁弁などを新たに設置する必要があり、改造には多くの時間とコストが必要だった。また信号が一方通行のため、オペレーターが操作レバーなどに感触として伝わる「手応え」が感じられない点も、無人建機による効率的な施工を難しくしている一因であった。

国土交通省は、2014年度に「次世代社会インフラ用ロボット（災害応急復旧技術）」プロジェクトの一環として、現場検証・評価が可能なロボット技術・ロボットシステムを公募した。そこで株式会社熊谷組、株式会社 IHI、IHI 建機株式会社（IK）では、これまでの無人建機の課題を解決できる新しい無人建機システムの開発に取り組んだのである。

オペレーションの要となる「味付け」

開発に当たって IK が対象として採用を決めたのが、CAN（Controller Area Network）と呼ばれる制御システムをもつ車両である。CAN はすでに自動車で広く採用実績があり、電子制御が導入されつつある建機でも一部導入が始まっている制御規格である。CAN 制御車両では、ハンドル、アクセルなどの各種操作がいったん電気信号に変換され、車上のネットワークに流される。これが同じネットワークに接続されたモーターや電磁弁などを制御し、オペレーターが望んだ動作を実現する。

無人化するためにネットワーク上の信号を無線でオペレーターのところまで飛ばすということは、おなじみの Wi-Fi（無線 LAN）と同様の仕組みとなる。実際、現場では市販の Wi-Fi 装置を用いたため、システムの堅牢性、短い信号遅延時間、免許不要で遠距離通信可能といった多くのメリットがあった。なかでも有効だったのがオペレーター、建機の両方から情報を送れる双方向性という特長である。

建機には自動車と異なるニーズがあり、それが「味付け」と呼ばれる操作感の微調整である。建機のアームなどの操作レバーへの追従性は、オペレーターによって好みが異なり、油圧系を微調整することによって応えていた。従来機ではこの調整作業を建機本体に対して行う必要がある。しかし CAN 制御車両で

は、建機の手応えをパラメーター変更で、遠隔の微調整が可能になった。

また、オペレーターは自分自身が搭乗して操作しているように見える画面よりも、客観的に建機を見ながら操作する方が、より確実に操作できることが分かったことも、今回の開発で得られた知見の一つである。車両の傾きなどを感じられない無人機では、バーチャルリアリティよりも客観的な視点の方が好まれた。これは現場のオペレーターと幾度となく実証試験を重ねた成果といえるだろう。

実証試験で新しい無人機の有効性を確認

開発された 2 機の無人建機は、2012 年度から行われている「赤松谷川 11 号床固工工事」の砂防堰堤の建設で使用された。1 台は複数のカメラを搭載した「移動カメラ車」で、もう 1 台は打設したコンクリートの表面を清掃する「清掃車」である。移動カメラ車はほかの無人建機に先駆けて現場に入り、現場の状況の把握と、作業状況の確認に大きく貢献した。また、清掃車も迅速かつ確実な作業を実現でき、高い評価を得た。

実用化に成功した CAN 制御車両を利用した無人建機は、低コストで無人化が可能なことに加え、通常は一般の建機として利用し、災害発生時は無人建機として使用するという活用方法も可能である。災害復旧専用機を導入するには導入コストが障害になるが、一般建機としても使用できるのであれば、導入の障壁は大きく下がることになる。

今回開発した建機はトラックローダーと呼ばれる多目的作業車両で、アタッチメントを取り替えることでさまざまな工事に対応することが可能だ。IK ではさらにこの技術の運搬用建機への展開を図る予定である。無人建機の普及拡大を通じて、IK は迅速な災害復旧に貢献していく。

問い合わせ先

IHI 建機株式会社

営業統括部 営業戦略部

電話（045）276-2463

URL：www.ihikenki.co.jp/