

災害現場で活躍する「次世代無人化施工システム」

鹿島建設株式会社 / 株式会社熊谷組

災害現場で活躍する「次世代無人化施工システム」



事例①：福島原子力発電所
原子炉建屋上部
瓦礫撤去工事

出展：東京電力



事例②：野迫川村北股地区の
斜面崩壊災害復旧工事

受賞担当者のコメント

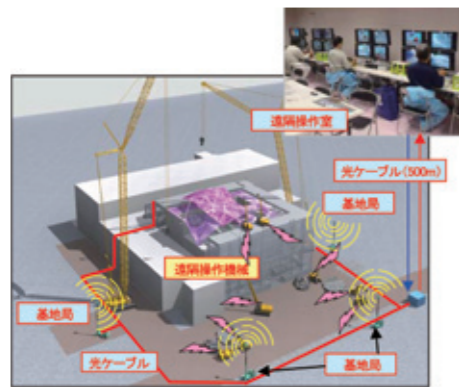
人間が立ち入ることのできない危険な作業現場において、遠隔操作が可能な建設機械で作業を行う「無人化施工技術」は、約20年前の雲仙普賢岳災害復旧を契機に開発、実用化されました。この度、ICT(情報通信技術)を活用し飛躍的な進化を果たした「無人化施工システム」を、放射線下での災害復旧工事及び大規模斜面崩壊災害復旧工事に適用し、目標とする成果を得ることができました。これらの施工実績により、多様な形態の大規模災害復旧工事において、遠隔操作技術が果たすべき大きな役割を示すことができました。今回の栄誉ある賞を力にし、今後も災害復旧対応を通じて広く社会に貢献できる技術開発に取り組んでまいります。

鹿島建設株式会社 東京建築支店 機材部 次長 領木 紀夫氏
株式会社熊谷組 土木事業本部 機材部 副部長 坂西 孝仁氏

【福島原子力災害復旧システム-多数台同時操作】

通信システム

福島第一原子力発電所の3号機原子炉建屋上部瓦礫撤去工事では、合計10台の建設機械を同時に遠隔操作することで、危険な区域に立ち入ることなく瓦礫の撤去を進めています。



3号機原子炉建屋周辺のネットワークシステム

この工事では、多数の建設機械に設置された合計52台のカメラ映像信号を、遠隔操作室に時間遅延なく確実に無線伝送する必要があることから、高出力かつ伝送容量に優れた5GHz帯無線伝送システムを採用しました。しかし、5GHz帯の電波は指向性が強いので、建設機械のような移動体に適用すると、障害物による伝送障害が発生しやすいという弱点があります。そこで、無線ネットワークをメッシュ状に構成し、

障害が発生した移動無線局は、接続可能な基地局の中から最適な基地局を自動検出し、自律的に接続を再構築する方式を採用しました。

本システムでは、個別の無線方式となる5GHz帯のカメラ映像信号と429MHz帯の建設機械操作用信号をTCP/IP変換し、ひとつのネットワーク上で運営しています。建設機械、遠隔操作用カメラ、遠隔操作機器など合計200台の機器から構成されたシステムにより、約500m離れた遠隔操作室に全ての情報を一元集約させ、安全で確実な遠隔操作を実現しています。

システム監視プログラム

放射線下での無人化施工では、通信システムに障害が発生した場合、施工箇所での調査は被曝リスクが高いものとなってしまいます。そこで、遠隔操作室内での確かな原因究明ができるよう、IPアドレスを割り当てた全ての機器にIPパケット送受信を自動実行する「ネットワーク疎通確認プログラム」と無線端末の監視、制御を一元管理し、無線電波の電界強度や伝送速度などの確認ができる「メッシュ型無線LAN監視プログラム」を採用しました。

遠隔燃料給油装置

建屋の瓦礫解体撤去作業では、容易に建設機械が退避できないエリアでの作業を効率的に進めるため、「遠隔燃料給油装置」を開発しました。(特許出願済)遠隔操作されるクローラークレーンにて燃料給油タンクを

揚重し、解体用機械に設けたガイドに差し込むと、解体用機械側の燃料給油口が自動的に開き給油が開始される構造で、給油状態監視と燃料供給口の開閉機構は工夫を凝らしたものとなっています。



燃料供給装置モニター画面

開発後記

3号機原子炉建屋周囲は放射線量が高く、有人による建設機械操作では数倍の工期と莫大な被曝量が発生したであろうことに鑑みると、無人化施工システムは非常に有効な手段であったと考えます。

3月11日の震災後、開発期間4ヶ月という短期間で全てのシステム構築、実証実験、現場設置工事までを成し遂げることができたのは、建設機械メーカーやネットワークシステムメーカーの全面的な協力があったからこそと感謝しています。

今後も、施工機械の自動化、無人化と有人による機械管理システムをバランスよく向上させていくことで、施工管理の安全性・合理化をより高めた、多様な無人化工法の展開を図ってまいります。

【第4世代の無人化施工:光ファイバー統合ネットワーク無人化施工システム】

概要

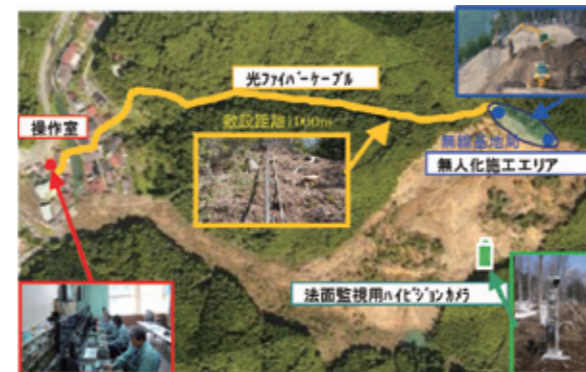


尾根部状況

本件は去年の台風12号で被災した奈良県野迫川村北股地区の斜面崩壊災害復旧工事の無人化施工事例です。当工事では頭部の尾根部分は脆弱な土砂質地盤が分布して土砂崩壊等の発生を抑えるため尾根頂部を掘削により山全体を安定させる必要性がありました。そして不安定な地質により建設機械作業による2次災害の危険性もあることから無人化施工が採用されました。

無人化設備の概要

操作室は二次災害の危険性と砂防堰堤工事の障害の理由から安全な旧北股小学校に設置しました。ここから無線基地局までは約1km



無人化設備概要

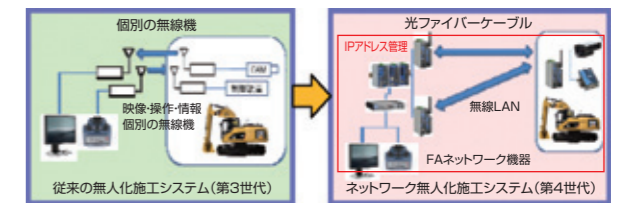
あり、無線で直接伝送するには困難であることから、この間を光ファイバーケーブルを敷設、使用した統合ネットワーク無人化施工システムを導入しました。

除根、掘削作業5000m³を油圧ショベル0.45m³、0.8m³、ブルドーザ16t、キャリアダンプ10tの4台を使用して施工しました。

光ファイバーケーブルを使用した統合ネットワーク無人化施工システム(第4世代)

ファイバーケーブル使用は各機器がIPアドレスで管理され、建設機械操作情報、現場カメラの映像情報、ガイダンスシステム情報を全てLAN化して伝送する第4世代のネットワーク無人化施工システムを日本で初めて導入したことにより可能となりました。また無線基地局から建設機械間は5GHz帯無線メッシュLANを使用しました。

当社の超長距離隔操作実証実験のノウハウを活かし、光ファイバーの敷設されている場所であれば、映像遅延も従来とは変わらず、距離に関係なく安定して遠隔操作ができることが実証されました。



第3世代から第4世代へ

情報化施工システムの導入



上段：油圧ショベル
ガイダンスシステム
下段：ブルドーザ排土板
自動制御システム

建設機械施工中は人が測量等で作業エリアに立入ることは危険であります。そこで測量レスで掘削・敷均施工できる衛星測位システムGNSSを活用した油圧ショベルガイダンスシステムや設計断面に対して自動的に排土板が動き敷き均しが可能になるブルドーザ排土板自動制御システムを導入しました。予め航空測量等で得た地形情報に設計情報を合わせた施工データを作ることにより、安全にかつ精度よく施工が可能になりました。

開発後記

全ての機器をIP化して1本の光ファイバーケーブルでシステム全体のデータを伝送して安全に対応できることを実施工で実証できました。操作室と建設機械間距離の制約も無くなり火山等の大規模災害への対応など無人化施工導入の選択肢が大きく広がりました。

今後は災害対応を通じて広く社会に貢献できる技術として育成していきたいと思ひます。