

既存の有人型建機に後付け ～簡易着脱式遠隔操縦装置 XAURS-EQ（サウルス-EQ）

大裕株式会社 今井 一孝

1. はじめに

昨今、建設業界での遠隔操縦や自動・自律運転による施工技術のニーズが高まってきている。一方で、市場で実際に使用されている建機はそれに対応していない有人型が殆どであり、このギャップを即時に埋める方策が必要と考えられる。本稿では、既存の有人型建機に後付けする形で遠隔操縦を簡便に実現するツールとして当社が提供している XAURS-EQ（サウルス-EQ）について紹介する。

2. 背景

我が国の総人口の減少、とりわけ建設業への就業者数の減少と高齢化の傾向は著しく、技術者不足、若年層離れ、そしてそれに伴う次世代への技術承継が大きな課題となっている。他方、ICT 技術の進展をベースに、建設業界においても建設生産プロセスにおいて ICT 等を活用する「i-Construction」を進めており、2025 年度までに建設現場の生産性を 2 割向上させることを目指している（注1）。また、建設現場での遠隔操縦や自律運転による施工などの技術革新の実現のベースとして、5G やプライベート LTE といった通信インフラの普及も追い風となってこれを後押ししている。

このように、働き手の減少を上回る省人化、効率化を実現するための様々な取り組みが実現されつつある。すなわち建設業の分野でも、今はまさにイノベーションが起きつつある状況と言える。

そして、このような「人手不足対策」や「生産性向上」といった目的と同時に、そもそもの建設工事の前提として、「安全性の確保」は常に課題となっている。特に、わが国では大規模自然災害の発生は不可避であり、その復旧工事ではこれまで非常に危険な状況の中で作業が要求されてきていた。

これらの状況を踏まえ、ICT 技術を活用して、安全の確保、非熟練労働者の戦力化、施工実施者の裾野の拡大、労働環境の改善、作業の効率化に取り組むという方向にある。建機の遠隔操作、自動・自律運転による施工はまさにそのトレンドにある。

建機メーカー各社は、これに対応して遠隔操縦可能な機種の開発・上市を進めている。他方、市場に存在する大多数の建機は従来型の有人専用の建機であり、遠隔操縦対応建機は市場全体の 3% 程度にとどまり、将来的に遠隔操縦対応建機に置き換わっていくにはまだ相当の時間を要すると考えられ、且つ必ずしも全機種が遠隔操縦対応になるとは限らない状

況にある。また、現在の建機のオーナーとしては、可能であれば、新型建機への設備投資を控えて既存の建機を活用したいというニーズも存在すると考えられる。従って当面は、既存の有人型建機を活用しながら上記の「安全性」「効率性」「省人化」といった市場の要請に応じていく必要があると考えられる。

そこで、後付け・簡易着脱式で、各種建機に対応するというコンセプトに基づき設計製造されているのがXAURS-EQ（サウルス-EQ）シリーズである。

3. XAURS-EQ の構成

XAURS-EQ は、操作レバーおよびフットペダルにコンパクトな駆動装置（アクチュエーター）を装着し、離れた場所からジョイスティックコントローラーで建機を操縦するという機構である。通信ユニットなどを含めたセッティングに要する時間は2～3時間程度。専用の工具や特別な議場を必要としない簡単な作業である。建機のメーカーや機種を限定せず、改造も不要とすることによって、汎用性及び利便性の高い無人化施工の実現を目指している。同時に、コスト面でも遠隔操縦専用の建機よりも少ない費用で遠隔操縦の実現を可能にしている。

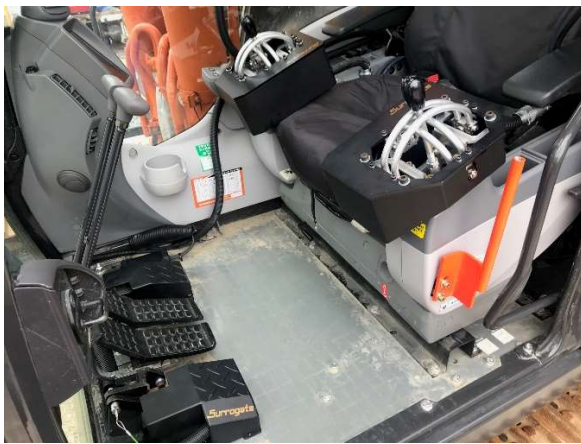


XAURS-EQ レバーアクチュエーター



XAURS-EQ フットアクチュエーター

装置内のピンを着脱するだけで、装置を装着した状態のまま遠隔操縦もオペレーターが建機のキャビンに乗り込んでの有人操縦も可能である。ピン着脱の時間は3分程度で、遠隔操縦モードと搭乗モードを切り替えられる。なお、このアクチュエーターの機構に関しては、大林組様との共同特許（注2）を取得し、また汎用遠隔操縦装置「サロゲート®（注3）」の技術名称で新技術情報提供システム（NETIS）に登録されている（注4）。



油圧ショベルに後付け装着された遠隔操縦装置

また、建機に前方監視カメラや機体俯瞰カメラなどを取り付け、その映像を備え付けたモニターを通じて確認しながら遠隔地から操縦する「マルチコックピット®（注5）」も提供している。

このマルチコックピット®は、一人のオペレーターが複数の建機（油圧ショベル、ブルドーザー、転圧ローラー等）を切り替えて操縦することが可能で、「省人化」「生産性向上」「技能者不足解消」といった効果が期待できる。



マルチコックピット®

4. 活用事例・ケース

4-1 熊本城石垣撤去工事（2016年）

熊本地震で崩落した熊本城の石垣の崩落石回収作業に際して、当社と大林組様が共同開発した遠隔操縦装置を活用して無線操縦の油圧ショベルが活躍した。石垣が崩れていたため現場への立ち入りは危険であったことから遠隔操縦での作業が行われたものである。本事案に関しては、一般財団法人エンジニアリング協会より2000年度のエンジニアリング功労者賞を授与されている（注6）。



熊本城石垣撤去工事の現場



遠隔操縦中の様子

4-2 5Gを活用して3種類の建設機械を遠隔操縦する実証実験に参画（2021年）

国土交通省による「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」の一環として、株式会社加藤組様を中心としたコンソーシアムで実施した、マルチコックピット®システムによる複数建設機械の遠隔操縦に際して当社技術が採用された。ここでは、1台のマルチコックピット®を用いて、5キロメートル離れた場所から5G回線を利用して、油圧ショベル（日立建機製）、ブルドーザー（コマツ製）、振動ローラー（酒井重工業製）の3台を操縦している。これにより、新技術を活用した省人化作業の可能性が実証された（注7）。

4-3 その他の事例

近年では、河川氾濫の復旧工事に際して、安全な場所から油圧ショベルとクローラキャリ

アを操縦するために、マルチコックピット®と遠隔操縦装置をセットで納入した実績があり、また、市街地での工事のために、小型油圧ショベルに遠隔操縦装置を装着して、特定小電力無線を使用し、ジョイスティックコントローラーで操縦する、といった実施工での活用も増えてきている。これまでのところ、上記以外にもクローラークレーン、フォークリフト、電動カート、シールド掘削機等の遠隔操縦も手掛けている。

5. 今後

当社はもともと自社で各種産業機械を設計・製造するエンジニアリング会社であり、ロボット工学、自動制御技術、センシング技術、通信・ソフトウェア開発に加え、実際の設計から機械製作に至るまでのモノづくりのすべての段階をワンストップで完結する形で各種機械の開発を進めてきた。今般、社内に新事業部として専門部署「XAURS（サウルス）ディビジョン」を発足させ、IoT や AI といった高度先進情報技術を活用した建設ロボティクス事業を本格的に加速させてきている。XAURS ディビジョンでは、これまで推進してきたサロゲート®などの重機械の遠隔操縦事業を一段と発展させるとともに、トンネル内工事の ICT 化や建設工事用仮設材整備事業の AI 化・ロボティクス化を支援している。さらに現在は、機械学習技術を元に建機の自律運転に向けて研究を進めている。XAURS-EQ はこの成果として開発された一連の汎用遠隔操縦システムである。

当社は機械のメカニズムを取り扱う豊富な経験をベースに ICT・ソフトウェア制御の技術を加えて新製品を開発してきている。この XAURS-EQ もまた、これまでの各種重機との親和性を考慮した製品開発をワンストップで行ってきた経験から開発されたものである。現在は、上記実績以外にもメーカー各社の様々な機械への対応を進めており、今後ますます各種重機にも装着可能な製品を拡充していく予定である。

現在、土木研究所が中心となって、重機の制御回路に入力する信号ルールの共通化に向けた会議体を立ち上げ、共通信号、ミドルウェア、シミュレーターを組み合わせた OPERA というプラットフォームを公開してメーカーや研究機関の研究開発を後押しすることになっている（注8）。前述のとおり、当社はこれまで様々なメーカーの重機の遠隔操縦化に携わってきており、ここで培ってきた汎用化技術を活用し、いわば統合遠隔操縦技術のハブとなって、建設業界の無人化施工化の「触媒」として活動していく所存である。

6. おわりに

建設業界が抱える種々の課題、とりわけ生産性の向上と安心・安全への配慮は業界全体で真摯に取り組むべき対象である。当社の XAURS-EQ がこのような課題解決の一助になっていただければ望外の幸せである。

なお、このような新しい技術・製品の開発とともに、人材教育、法的基盤の整備、普及を支援する制度等の必要性も指摘しておきたい。

- (注1) 一般社団法人日本ロボット工業会「ロボット」258号
- (注2) 発明の名称：重機の遠隔操作装置、公開番号：特開2017-172174(P2017-172174A)、公開日：平成29年9月28日
- (注3) 「サロゲート®」は大林組様の登録商標で、当社は油圧ショベルでの使用が認められている。
- (注4) NETIS登録番号：KT-200123-A
- (注5) 「マルチコックピット®」は当社の登録商標
- (注6) <https://www.ena.or.jp/?fname=2020-jusho-pamphlet.pdf> 3頁
- (注7) <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001356734.pdf>
- (注8) 日経コンストラクション2022年1月10日号 46頁

以上