

チルトローテータを搭載した油圧ショベルによる 自動掘削システムの開発 —自律施工技術基盤 OPERA を利用したシステム概要および実証実験—

Development of Automated Excavation System Based on Tiltrotator-Equipped Hydraulic Excavator
- System Overview and Verification -

藤沼花奈* 三澤孝史** 川澄悠馬*** 松田顕伍****
Kana Fujinuma, Takashi Misawa, Yuma Kawasumi, Kengo Matsuda

研究の目的

近年、建設業において、生産性向上のために建設機械の自動化技術の開発、実用化が意欲的に進められている。そこで、機械土工における生産性向上を目的に、効率的な施工が可能なチルトローテータを搭載した油圧ショベルを用いた自動掘削システムの開発を目指して、自律施工技術基盤 OPERA を利用したシステムを構築し、本システムの性能を確認するため、実証実験を実施した。

研究の概要

1. 自動掘削システムの概要

自動掘削システムは、日本キャタピラー（株）製の電気油圧式制御による油圧ショベル（0.45m³ 級、型式：CAT315）をベースマシンとして構築した（図－1）。本マシンはバケットの姿勢を変えられるチルトローテータを搭載しており、機体の旋回や移動が難しい狭隘な箇所等においても効率的に施工できる。本システムのソフトウェアは、（国研）土木研究所が整備している共通制御信号をコアとしたオープンなプラットフォームである自律施工技術基盤 OPERA を利用している。本システムは、計画掘削形状より掘削計画を作成し、それに従って遠隔で自動掘削する。キャビン上の 3D-LiDAR により、計画掘削深さよりも浅い箇所を自動判別して再掘削し、設定値以下になると自動掘削を終了する。

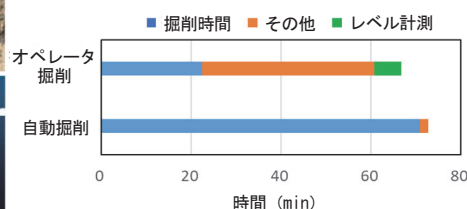
2. 実証実験

本システムの性能確認のために、斜面を側面あるいは正面に配置した場合および左右に配置した場合の計 3 ケースの計画掘削形状について、出来形の掘削精度および掘削時間を確認した。写真－1 に油圧ショベルから見て右側に斜面があるケース 1 の出来形を、3D スキャナ計測による点群データを示す。計画掘削形状に対する出来形の差の平均は±50mm 以内と、概ね計画形状通りに自動掘削できている。

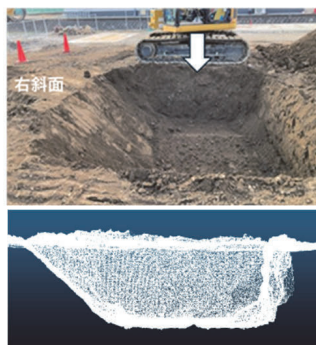
ケース 1 について、自動掘削とオペレータによる掘削の掘削時間を比較した（図－2）。掘削時間は、オペレータ掘削では土砂をかき集めてバケットにできるだけ多くの土砂をすくった状態で旋回、排土動作をしているのに対し、自動掘削ではバケット内に十分な土砂がない状態でも設定した掘削計画に従い旋回・排土動作をしている場合があるため回数が増え、時間を要している。しかし、オペレータ掘削では地均しや土砂をすくう前に土砂をかき集める動作時間と、オペレータへ残りの掘削量や掘削位置を指示するために途中で行うレベル計測に時間を要し、全体としては自動掘削が 73 分間に対し、オペレータ掘削が 67 分間と大きな差はなかった。



図－1 自動化した油圧ショベル



図－2 掘削時間の比較（ケース 1）



写真－1 出来形（ケース 1）

研究の成果

自動掘削システムの実証実験より、得られた知見を以下に示す。

- 出来形の異なる 3 ケースの計画掘削について、概ね計画掘削形状通りに掘削できた
- オペレータによる掘削と同等の時間で自動掘削が可能であり、丁張の作業、レベル計測が不要のため省力化が可能である

今後は、自動掘削システムのさらなる施工精度向上や施工時間短縮等のブラッシュアップを図るとともに、油圧ショベル本体の自走についても機能拡張したいと考えており、本システムを現場適用できるように取り組んでいく予定である。

※本開発は、（国研）土木研究所との共同研究である。