

自動運転ショベルの複数台同時稼働・管理による省人化

安藤ハザマ 正会員 ○武石 学, 伊藤 圭佑
コベルコ建機㈱ 非会員 土井 隆行, 野田 大輔

1. はじめに

建設業では 2024 年の働き方改革関連法の適用に備え、省人化と生産性向上の実現が喫緊の課題となっている。作業の自動化、ロボット化がひとつの解決策として考えられているが、その中でも現場での施工に欠かさない建設機械の自動運転技術は、省人化と生産性向上に繋がることから早期の実用化が望まれている。

筆者らは、これまでにティーチングプレイバック方式での油圧ショベルの自動運転システムの技術開発に取り組み、実証実験で現場への適用性を検証してきた¹⁾²⁾。今回筆者らは、運転者 1 人で複数の自動運転ショベルを同時稼働・管理するマルチオペレーションシステム(以下, MOS)を開発して省人化を実現した。本稿では、その MOS の実証実験結果について報告する。

2. システム概要

今回開発した油圧ショベルの MOS の概要を以下に示す。

- (1) 対象とした油圧ショベルはコベルコ建機製の SK135SR-5 である(写真-1)。
- (2) 油圧ショベルには位置・姿勢情報を取得する角度センサなど各種センサを搭載しており、センサ情報からバケット、アーム、ブーム、旋回状態などを把握し、それぞれの部位を制御することで自動運転を行っている。
- (3) LiDAR を搭載し、AI にて掘削対象物と排土対象物であるダンプトラックの荷台位置と形状を認識、判断する外部認識機能を備えている。
- (4) 自動運転させたい動作内容を運転者が行い、それを記録(ティーチング)し、操作タブレットから再現指示することで繰り返しの自動運転が可能となる。
- (5) 操作タブレットは複数台の油圧ショベルと接続し、作業指示を行うことができる(写真-2)。



写真-1 使用した油圧ショベル

3. 実験方法

開発した MOS で 2 台の自動運転ショベルへ作業指示・監視することで掘削土砂をダンプトラックに積込むことができるか実証実験を行った(写真-3)。その際、自動運転ショベルでの作業時間を計測し、有人運転と比較した。自動運転への動作指示は次の通りである。

- (1) 運転者がショベル A を操作し、土砂掘削からダンプトラックへ積込むまでのショベル動作軌跡を記録する。
- (2) 運転者はショベル A から下り、操作タブレットで記録した動作の再現をショベル A に指示する。
- (3) ショベル A は外部認識機能で掘削対象のピット内の掘削土砂形状とダンプトラック荷台位置を特定する。



写真-2 操作タブレットの画面



写真-3 自動運転ショベル 2 台への動作指示

キーワード 油圧ショベル, 自動運転, ティーチング, 複数台管理

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 Tel. 029-858-8815 E-mail: takeishi.manabu@ad-hzm.co.jp

- (4)掘削土砂形状とダンプトラック位置から、MOS が動作経路の生成と掘削動作を実行する。
- (5)運転者はショベル A に自動運転の開始を指示する。
- (6)運転者はショベル B についても同様に(1)から(5)を行う。
- (7)ショベル A, B は自動運転を開始し、バケットにすくい取った土砂質量を都度計測して、ダンプトラックへの土砂積込み総質量が設定値を超えると動作を自動的に終了する。

4. 実験結果

(1)MOS による自動ショベルへの動作指示

MOS で 1 人の運転者がタブレットから 2 台の自動ショベルへ作業指示を行い、想定通りに掘削土砂のダンプトラックへの積込みができることを確認した(写真-4)。タブレットの誤操作、ショベルの稼働状態を誤認識することなく 2 台同時に操作することができた。また、自動運転ショベルの稼働中に非常停止スイッチが干渉なく正常動作することで、安全面でも問題がないことを確認した。



写真-4 自動運転ショベル 2 台の同時稼働状況

(2)有人運転手との作業時間の比較

有人運転と MOS によるダンプトラックへの土砂積込み作業に要する時間を計測した(表-1)。有人運転での所要時間 233 秒に対して、自動運転ではティーチング時間ほかを含めると 604 秒と大幅に時間を要した。オペレータ 1 名による 1 日あたりの作業量を比較すると、有人運転では人日あたりの積込み台数が 100 台であるのに対して、MOS により 1 人の運転者が 2 台の自動運転ショベルの同時稼働を行ったとすれば 126 台となり、3 割増加すると考えられる(図-1)。MOS による 2 台の自動運転ショベルへの作業管理には、個々にティーチングや準備作業に時間を要するものの、ティーチングなどの準備作業は何度も行う必要がないため、サイクルタイムへの大きな影響は与えないと考えている。また、今回は 2 台のショベルの同時稼働だったが、台数を増やすことでさらなる生産性の向上も期待できる。

表-1 積込み作業の時間

➤有人運転の積込み時間

作業内容	所要時間(秒)
ダンプ位置確認	10
積込み	201
均し	22
計	233

➤自動運転の積込み時間

作業内容	所要時間(秒)
ティーチング	93
エンジン始動	29
機械の切り替え	5
ダンプ検知	50
積込み	395
均し	32
計	604

5. まとめ

MOS は通信、自動運転制御ともに想定通りに動作したことから、1 人の運転者が 2 台の自動運転ショベルに作業指示することで省人化を実現した。また、有人運転との作業時間の比較を行い、2 台の自動運転ショベルの同時稼働により人日あたりの積込み台数が有人運転を上回り、生産性が向上することを確認した。今後は、長期稼働試験で安定性を確認すると同時に、現場職員とサービスマンでの運用・サポート体制の構築に取り組み、早期の実用化を目指す。

参考文献

1) 武石学ほか：自動運転油圧ショベルの現場適用性向上に向けた実証実験報告，土木学会第 76 回年次学術講演集，VI-208，2021

2) 武石学ほか：実作業環境における油圧ショベルの自動運転に関する実証実験，土木学会第 77 回年次学術講演集，VI-54，2022

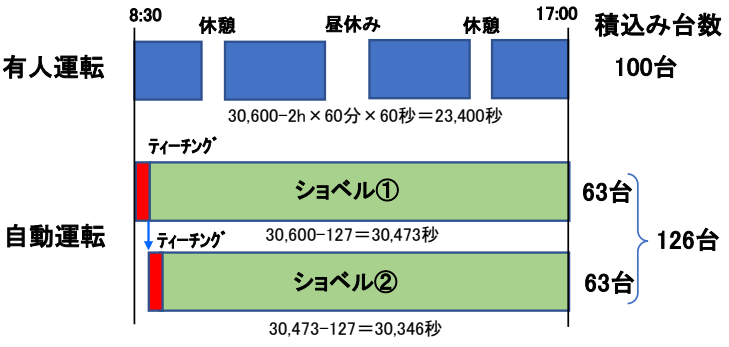


図-1 有人運転と自動運転の積込み台数比較(試算)