

自動化ダンプトラックの現場実証（その1）

骨材の運搬と搬入の自動化

大成建設(株) 東北支店 成瀬ダム原石山採取工事作業所

正会員 平出 敬信

大成建設(株) 技術センター

○正会員 遠藤 亮雄, 正会員 青木 浩章

1. はじめに

建設業界においては高齢化や人口減少に伴い労働力不足が深刻な問題となっている。そのため、作業員一人当たりの生産性向上が求められており、建設現場をスマート化するための技術開発が活発に行われている。その開発技術の中でも建設機械の自動化は、省人化による生産性の向上だけではなく、無人化による安全性の向上にも期待できる。そこで、筆者らは1つの建設現場で多くの台数が稼働するダンプトラックに着目して自動化開発を行い、実験場において、ダンプトラック単体での自動運転システムのフィールド実験を行い、様々な有効性について確認した¹⁾²⁾。しかし、一方で、実現場での運用を考えた時に、実験場とは異なる現場環境でのシステム安定性や他重機が稼働している中での安全性を確認する必要がある。そこで、開発した自動化ダンプトラックを実現場で試験的に稼働させ、システムの安定性や安全性の確認を行った。本稿ではこれらの試験結果について報告する。

2. 自動化システムの適用範囲

今回は成瀬ダム原石山採取工事において、ダンプトラックの自動運転システムの試験運用を行った。成瀬ダム原石山採取工事は、堤体材料となるCSG材及びコンクリート骨材の採取・製造・貯蔵及びそれに伴う廃棄岩処理等を行う工事であり、この中で原石山から採取してストックヤードに仮置きした骨材をプラントへ運搬する作業に自動化ダンプトラックを適用した。図-1に自動運転の適用範囲を示す。運搬距離は片道で約400mであり、途中で他の有人ダンプトラック走路との交差部がある。骨材の排土場所はプラントにあるNo.1~5の投入ホッパーである。骨材の投入が可能なホッパーは、各々に設置されたパトライトが点灯する仕組みとなっている。

3. 使用機械及び機器構成

自動化ダンプトラックは小松製作所社製のHD465をベースマシンとして、制御PCからの信号で諸動作が可能となるように電制化改造を施した機体である。図-2に自動化ダンプトラックの外観及び機器構成を示す。本機体には自己位置を認識するためのGNSS方位計、障害物を検知するLiDARセンサ、外部との通信や非常停止を行うための無線機、及び車載カメラのフライングビューを設置している。このフライングビューは前後左右に取付けた4つのカメラ映像を合成することで自由に仮想視点から俯瞰した映像を見ることができ、機体周囲の監視に優れたカメラシステムとなっている。

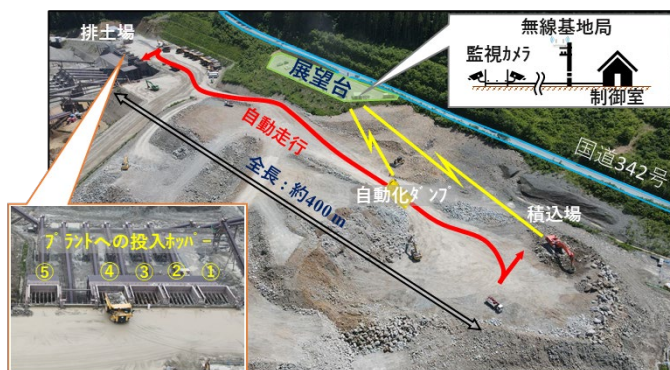


図-1 自動運転システムの適用範囲



図-2 55t 級自動化ダンプトラック

キーワード ダンプトラック, 自動運転, 現場適用, 安全システム, 高速走行

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター生産技術開発部 TEL045-814-7229

〒019-0803 秋田県雄勝郡東成瀬村椿川字立石 72 成瀬ダム原石山採取工事作業所 TEL 0182-23-9031

骨材の積込みは現場で使用していたバックホウ(日立製作所製 ZX870)を用いて有人操作にて行った。また、作業の進捗に従って積込み位置は変化するため、バックホウの位置座標を自動化ダンプトラックへ送信する積込みシステムをバックホウ側に搭載した。図-3に積込みシステムの概要を示す。これは積込みのための切替し地点に自動化ダンプトラックが停止した後に、キャビン内に設置された操作画面のボタンを押すことで自動化ダンプトラックを積込み位置まで後退させ、積込み完了ボタンを押すことで自動走行を開始させることが可能なシステムとなっている。

自動化ダンプトラックのオペレーションを行う制御室は展望台に設置した。図-4に制御室の外観及び機器構成を示す。制御室前の電柱に制御信号や非常停止のための無線基地局及び4台の監視カメラを設置した。そして制御室内に設置したモニターに監視カメラやフライングビューの映像を映し出し、自動運転が正常に稼働しているかについての確認を行った。また、非常停止ボタンの設置及び自動運転システムの操作画面を表示することで、制御室でのオペレーション環境を構築した。

4. 試験運用

試験運用は3日間実施した。安全を考慮して自動化ダンプトラックにはオペレータを搭乗した状態で走行を行い、ダンプトラックとバックホウのオペレータ、及び制御室の監視者の3名で運用を行った。各々の役割は、ダンプトラックのオペレータは非常事態の対応、バックホウのオペレータは自動化ダンプトラックへの骨材の積込みに加えて、積込みシステムの操作、監視者は異常の有無の確認と自動運転の操作である。今回の運用では他の有人ダンプトラックとの混在作業であったため、交差部や離合部においては走行可能か否かの判断が重要であった。そこで、他ダンプトラックと干渉する場所では一時停止を行い、走行再開の操作は監視者が行った。また、骨材の投入可能なホッパーを判別しながらの走行経路の選択に関しても制御室から操作を行った。このような体制下で運用試験を行った結果、他ダンプトラックとの接触も皆無で、合計47回の自動化ダンプトラックによる骨材の運搬作業(総走行距離: 37.65 km)を誤動作することなく、円滑に実施することができた。

5. まとめ

成瀬ダム原石山採取工事において、骨材のストックヤードからプラントまでの運搬に自動化ダンプトラックを適用するための作業環境や通信設備等を構築して自動化システムの動作確認を行った後に、実際に骨材の運搬作業を自動で行い、他ダンプトラックとの兼合いや複数台稼働時の運用方法について確認した。その結果、他ダンプトラックと接触することなく自動運転を行うことができた。しかしながら、自動化ダンプトラック1台のみの運用では省人化はできておらず、作業効率も低下しているというのが課題として挙げられる。今後は1人の監視者で複数台を受け持つシステムを構築することで生産性向上につなげていきたい。



図-3 積込みシステム



図-4 制御室の外観及び機器構成

参考文献

- 1) 片山三郎, 青木浩章, 若山真則: 10t級クローラダンプを用いた自動走行システムの開発, 土木学会第74回年次学術講演会, VI-354, 2019
- 2) 遠藤亮雄, 青木浩章: 55t級ダンプトラック HD465を用いた自動化リジッドダンプの開発, 土木学会第77回年次学術講演会, VI-51, 2022