

ダム工事におけるダンプトラックによる土砂運搬・荷卸し作業の自動化

鹿島建設(株) 正会員 ○田島大輔 浜本研一 宮内良和 奈須野恭伸
国土交通省 九州地方整備局 櫻井祥貴

1. はじめに

建設業では、高齢化による熟練作業員の減少、他業種に比べ低い生産性、高い労働災害発生率が課題としてある。近年、それらの解決策として、ICTを活用した検討が進められているが、衛星測位技術などを活用した情報化施工や、リモコン等による無人化施工では、生産性・安全性向上の二つの課題の抜本的解決には至っていない。そこで、筆者らは省人化、生産性、安全性のすべての課題にこたえる次世代の自動化施工システム「A⁴CSEL[®] (クワッドアクセル)」を開発している。これまでに、A⁴CSEL[®]により、振動ローラやブルドーザの自動化開発を行い、それぞれ自動転圧システムや自動撒出しシステムを実現してきた。さらに土砂を運搬・排出するためダンプトラックを自動化することで「土砂をダンピングし、撒き出して転圧する」という土工事の施工における一連の作業を自動化することができる。

そこで本報告では、フィルダムでのコア材運搬を行うダンプトラックの自動化システムを開発した結果を述べる。まず自動化を実現する装置やアルゴリズムについて概要を述べ、次に大分川ダム建設工事の堤体コア部材盛立て部工事で行った実験に関し、一定の条件下では提案システムにより土砂運搬・荷卸し作業が実現できたことを示す。

2. ダンプ自動化装置

本節では、始めに対象となるダンプトラックの諸元を示し、ダンプトラックの基本機能である「走行」、「停止」、「操舵」、「作業」を自動化するために後付けした計測制御装置について概説する。

2.1 対象とするダンプトラック諸元

本報告の検討および実験対象として、小松製作所製ダンプトラック HD465 (図-1) を用いた。また本ダンプトラックの諸元は表-1 のとおりである。



図-1 55t ダンプトラック (小松製作所 HD465)

2.2 計測・制御装置

2.2.1 計測センサについて

車体位置、車体方位角および姿勢角については、これまでに開発した振動ローラやブルドーザと同じく、それぞれ GPS、GPS 方位計およびジャイロセンサを用いて計測している (詳細は文献 1 を参照)。ダンプトラックの車体情報 (車速や操舵角等) は、車体に設置されているセンサを用いて計測している。

2.2.2 制御装置

ダンプトラックへの制御指令値は、スロットル量、リターダ (ブレーキ) 量、ステアリング速度やベッセル昇降速度であり、これらは制御コンピュータ上で計算され、PLC を通じて各装置に送られる。

表-1 HD465 諸元

項目	単位	
積載質量 (最大)	t	55.0
空車質量	t	44.6
最大走行速度	km/h	70
最小回転半径	m	8.5
サイズ (全長×全幅×全高)	m	9.4×4.6×4.4

キーワード 自動走行, ダンピング作業, ダンプトラック, 土工事, 効率化

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6256

3. 自動経路生成と制御手法

図-2 にダム工事におけるダンプトラックの作業を示す。図に示すように、ダンプトラックは①材料ヤードで材料を積み込み、②ダム堤体まで運搬を行い、③堤体上の撒出し領域で荷卸しする。これらの作業手順を自動化するために必要となる共通の機能は、次の2つである。

(ア) 走行可能領域、指定された場所

図-2 ダンプトラック作業（材料運搬の場合）

での積み込み・荷卸しや、他の建設機械との衝突回避など、与えられた制約を満たす走行経路の自動生成

(イ) 自動生成された走行経路に対して、走行路の勾配や不陸があっても精度よく追従できる走行制御

まずダンプトラックの「走行」、「停止」、「操舵」、「作業」の自動化を実現したうえで、堤体でのコア材荷卸し作業をターゲットに上記2つの機能を実現した。(ア)に対しては文献2の経路生成手法を実際の運用広さに対応できるよう改良して、自動荷卸し走行経路を作成した(図-3の破線)。(イ)については文献3で報告している振動ローラの経路追従法をダンプトラックにも適用できるように修正し、走行制御プログラムに実装した。本走行制御では、ダンプトラックの後輪車軸中央が、与えられた目標経路に追従するよう走行している。

4. ダム現場での実験検証

ダム堤体のコア材撒出し作業において、予め指定した荷卸し場所にコア材をダンピングするよう自動走行した場合の走行精度を検証した。走行経路は図-3の破線のように走行経路を事前に求めておき、走路上には他の建設機械や障害物がない状態で自動走行を行った。このときの走行軌跡は同図中の実線となった。この経路による荷卸しポイントでの誤差は50cmとなった。また今回の荷卸し精度でも自動化ブルドーザと連携した施工が可能であることも確認した(図-4)。

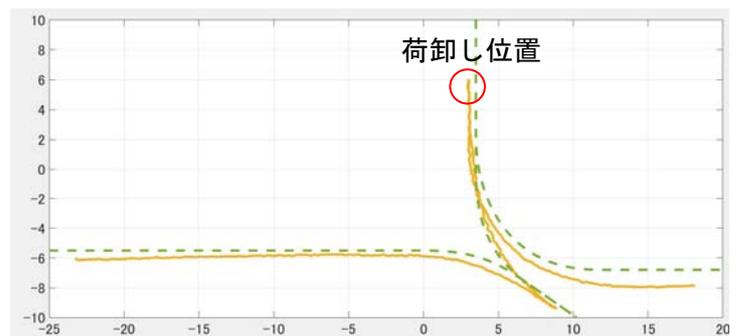


図-3 荷卸し自動走行経路と走行結果

5. おわりに

フィルダムでのコア材運搬を行うダンプトラックの自動化システムを開発した。本自動化システムは、ダム堤体上でのコア材荷卸し作業に必要な制御性能を有していることを示した。

謝辞: 本実証実験では九州地方整備局大分川ダム工事事務所より多大なご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 三浦, 黒沼, 浜本:「建設機械の自動化を核とした次世代施工システム」, 建設機械施工, Vol. 67, No. 12, pp. 21-25, 2015.
- 2) B. Nagy and A. Kelly: “Trajectory Generation for Car-like Robot Using Cubic Curvature Polynomials”, Field and Service Robot, 2001.
- 3) 浜本, 黒沼, 大塩, 小熊, 三浦:「建設機械の走行制御と目標経路生成について」, 第16回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2G2-2, 2015.



図-4 荷卸し作業と自動ブルドーザ連携