ブルドーザの自動運転システムに関する撒き出し実験報告

安藤ハザマ　正会員○千野　雅紀　　正会員　武石　学

1．はじめに

建設業界では，就労者数の減少や就労者の高齢化への対策として，省人化・生産性向上のための技術開発が盛んに行われており，当社でもその取り組みの一つとして建設機械の自動運転技術の開発を行ってきた[1)]．

筆者らは，昨年開発した振動ローラに続き，ダム堤体や造成工事で使用するブルドーザの自動運転技術の開発に取り組んできた．本稿では，開発した自動運転システムについて実証実験を行ったので報告する．

2．システム概要

今回開発したブルドーザの自動運転システムの概要を以下に示す．

(1)開発対象としたブルドーザは CAT 製の D6T である．撒き出し動作を行うため，ブレード高さを設計面に合わせるブレード操作はブルドーザ本体の MC 機能を利用した．

(2)ブルドーザには自動運転のために位置・姿勢情報を取得するための GNSS など各種センサを搭載しており（**写真-1**），これらのセンサ情報は制御用 PC に送信される．この情報から車体の位置や方向，ブレード高さの状態を把握し，車体およびブレードを制御することで自動運転を行っている．

(3)施工範囲や撒き出し対象土砂の位置，押し方を制御用 PC で設定すると，走行経路を自動的に算出するとともに，この経路上を走行するように車体を制御して自動運転を行う．施工範囲の設定は，始点と終点の 3 次元座標，施工幅を入力することで行う．土砂を降ろす位置は 1 つ目の土砂位置と土砂の間隔を入力することで格子状に配列し，任意の土砂番号を指定することで撒き出し作業の自動運転を開始する（**図-1**）．

写真-1　自動化ブルドーザ

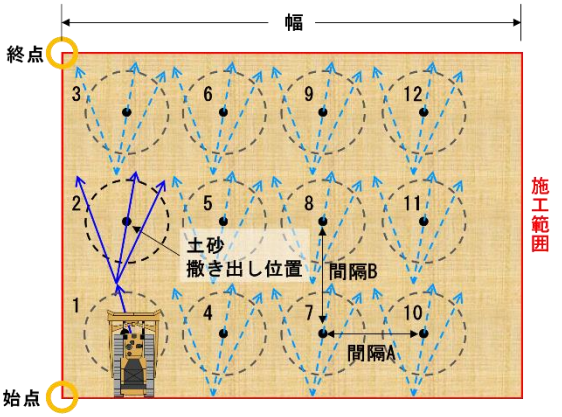

図-1　施工イメージ

3．実験方法および結果

開発したブルドーザが指示した動作を想定通りに行うことを確認できたので，自動運転のさらなる動作検証として以下の実験を行った．

(1)走行実験方法

自動運転システムの走行精度を確認するために実験を行った．実験はブルドーザ転圧および撒き出し作業を想定し，15 m 程度の走行に対して，土砂を押さず無負荷で走行する状態と，土砂を押してブレードに負荷がかかっており撒き出した土砂を乗り越えて走行する状態とで行った．GNSS で取得した走行中の座標より，走行経路からのブルドーザのずれをそれぞれ算出した．精度計算では左右の区別はつけずにずれ量の絶対値を求め，平均誤差，標準偏差，最大誤差を評価指標とした．

写真-2　自動運転実験状況

キーワード　ブルドーザ，遠隔操縦，自動運転
連絡先　〒107-8658　東京都港区赤坂 6-1-20　Tel.03-6234-3786　E-mail: chino.masaki@ad-hzm.co.jp

© Japan Society of Civil Engineers

(2) 走行実験結果

精度確認の実験結果を**表-1** に示す．ブルドーザ転圧の平均誤差は 88 mm，最大誤差は 373 mm であった．撒き出し作業では平均誤差は 119 mm，最大誤差は 530 mm であった．走行軌跡の一例を**図-2** に，その内の一方向を走行した際の蛇行量を**図-3** に示す．

ブルドーザ転圧を行う場合，履帯間の接地しない領域を考慮すると，走行精度は 125 mm に収まっている必要がある [2]．自動運転でブルドーザ転圧を行った際の走行精度は 88 mm，撒き出し作業でも 119 mm と，いずれも 125 mm より小さく，実際の施工で利用可能な精度を有しているといえる．

(3) 撒き出し実験方法

自動運転で撒き出した土砂の，押し方の違いによる土砂の広がり形状を確認するために実験を行った．実験は 5 m^3 および 12 m^3 の土砂山を同じ場所に設置して撒き出し作業を行い，撒き出された土砂の形状を GNSS を用いて計測した．評価指標として，撒き出された土砂の面積と土砂量別に全てに共通する部分の面積との比率である重なり率を用いた．

(4) 撒き出し実験結果

12 m^3 の土砂を撒き出した際の，押し方のパターンと撒き出された土砂形状の例を**図-4** に示す．5 m^3 での重なり率は 75.1%，12 m^3 では 82.0%であった．

様々な押し方をしたものの，撒き出された土砂の形状は 75%以上で一致しており，押し方による影響は小さいものと考えられる．ただし，今回は関東ロームの土質でのみ実験を行ったため，土質の違いによる影響を別途確認する必要があると考える．

4．まとめ

開発したシステムでブルドーザを自動運転した際の，走行精度および撒き出し土砂形状に関する実証実験を行い，実際の施工で利用可能な走行精度を有していることを確認した．今後も建機の自動運転に関する開発を行い，昨年開発した振動ローラをはじめとして複数種類の自動化建機を連携することで現場の生産性向上を目指す．

表-1　走行精度確認結果

	平均値 [mm]	標準偏差 [mm]	最大誤差 [mm]
ブルドーザ転圧	88	62	373
撒き出し作業	119	65	530

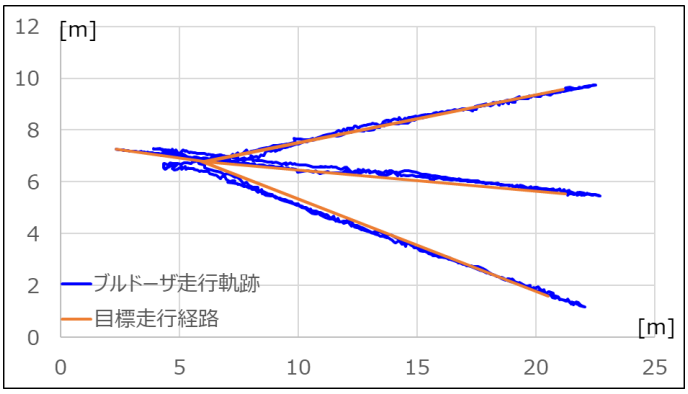

図-2　自動運転走行軌跡

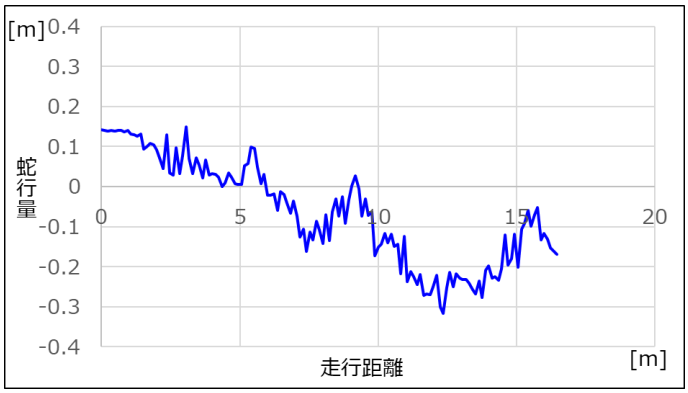

図-3　自動運転の蛇行量

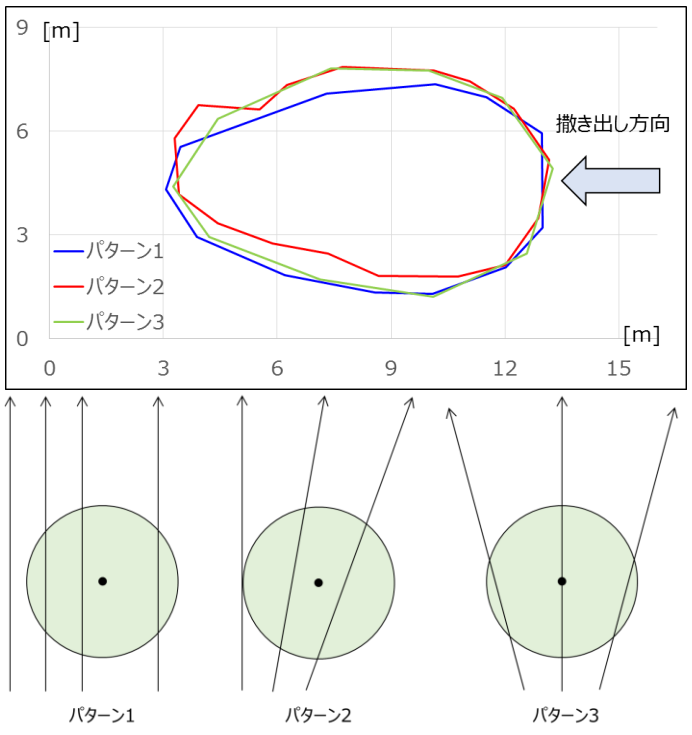

図-4　撒き出し土砂形状

参考文献

1) 千野雅紀，武石学：振動ローラの自動運転システムに関する実験報告，土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集，VI-701，2018.
2) 国土交通省：TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理要領，pp.21-22，2019.

© Japan Society of Civil Engineers