

VI-157

無人土工ロボットブルドーザの走行制御

(株)フジタ 技術研究所 正会員○笹島真一 正会員 岡野幹雄
正会員 和久昭正

1. はじめに

筆者らは、建設作業現場における施工の自動化・ロボット化のニーズが高まるなか、施工の無人化の第一ステップとして平地における整地作業を目標として、無人土工ロボットブルドーザの開発を行ってきた。

本報告は、その走行制御に関するシステム概要及び走行精度について報告するものである。

2. 走行制御システム

土工ロボットのシステム構成は、土工ロボット制御部と地上制御部とに分類される。(図-1)

2. 1 土工ロボット制御部

1) メインコントロールシステム

このシステムは、地上制御部との交信および地上制御部から送られてくる作業範囲・走行パターンなどから移動先の座標を算出し、従属するコントロール用コンピュータへ指令を発するシステム全体のスーパーバイザ的な役割を果たすものである。

2) 運転制御システム

運転制御システムは、コントロールコンピュータのもとに作動するシステムで、メインコントロールシステムから移動先の座標、移動開始指令が送られると、自己位置認識システムからの情報をもとに、目標点に向かって移動を開始し、目標座標に到達すると自動的に停止を行うシステムである。

3) 自己位置認識システム

自己位置認識システムは、3軸方向に取り付けた光ファイバージャイロと、移動距離検出のパルス信号により、土工ロボットの位置(X、Y、Z座標値)と姿勢角をリアルタイムに計測するシステムである。距離検出は、光センサを下向きに設置し、測定位置を通過する履帯三角シューの歯数をカウントし、それにシュー長を乗じ、左右平均することにより走行距離を算出している。なお、土工ロボットの初期方位角は車軸方向に取り付けた磁気方位センサにより計測している。

2. 2 地上制御部

1) 三次元測量システム

三次元測量システムは、土工ロボットに取り付けたプリズムを自動追尾し、その三次元座標値を計測するシステムである。このシステムは、土工ロボットの初期位置座標を計測し、自己位置認識システムへの初期情報とするとともに、自己位置認識システムの誤差修正を行うものである。

3. 走行精度

土工ロボットの走行精度を検証するために、平坦な試験ヤードにて走行試験を行った。検証したのは①直進走行の精度、②自律走行のみの精度、③自律走行+三次元測量システムによる走行精度である。

3. 1 直進走行の精度

この試験は走行前の土工ロボットの位置座標と、L(m)直進走行す

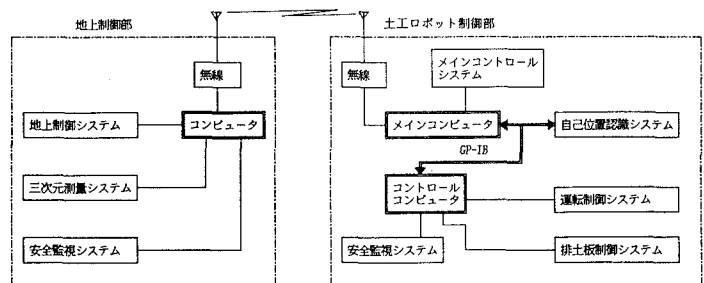


図-1 システム構成図

るための目標座標とを与えて自律走行させ、走行前と終了時の位置座標を三次元測量システムで計測し走行方向及び横方向のずれを算出した。走行距離は30m、50mとし、おのの20回の測定を行った。試験方法を図-2に、また、それぞれの試験結果を表-1、表-2に示す。

この試験結果から、30m、50m いずれの場合においても、距離検出の精度は同程度である。また、横方向の誤差は、土工ロボットの走行足場などに起因していると思われる。

3. 2 自律走行精度

この試験は自己位置認識システムによる自律走行精度を検証するものである。図-3は30m×20mの作業範囲を設定し、N字型に1mずつ横移動させた時の土工ロボットの位置座標を三次元測量システムにて計測しプロットしたものである。この結果によると、レーン移動を繰り返すごとに目標座標との差が大きくなる傾向がある。これは土工ロボット旋回時における距離検出誤差の影響と思われる。

3. 3 自律走行+三次元測量システム

この試験は、自律走行と同じ走行条件を与え、かつ1レーンごとに三次元測量システムの計測値を土工ロボットに送信し、自己位置認識システムの座標値を更新するものである。この試験結果を図-4に示す。この方法により、誤差の累積は解消され、走行精度上非常に有効であることが判明した。

4. おわりに

自己位置認識システムによる自律走行と、三次元測量システムを併用することにより、土木工事現場における建設機械の無人走行に関して、十分な精度を得ることができた。しかし、三次元測量システムでは土工ロボットまでの視通を必要とすること、現在の距離検出の方法では、走行足場の状況によっては信頼性に欠ける場合があるなど解決すべき点が多い。

今後はこれらの問題点を考慮し、より汎用性のある走行アルゴリズムを構築していく予定である。

参考文献：香束光秀、岡野幹雄「無人土工ロボットブルドーザの研究開発」、第45回年次学術講演会、1990.10

岡野幹雄、香束光秀他、「無人土工ロボットブルドーザの排土板制御システム」、第46回年次学術講演会、1991.9

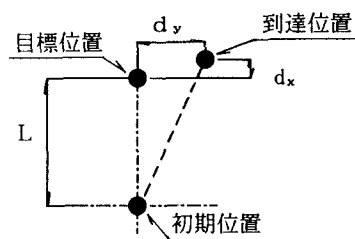


図-2 試験方法

表-1 走行試験結果(L=30(m))

	走行方向ずれ d_x (m)	横方向ずれ d_y (m)
最大	0.59	1.18
最小	0.02	0.02
平均	0.29	0.40

表-2 走行試験結果(L=50(m))

	走行方向ずれ d_x (m)	横方向ずれ d_y (m)
最大	0.71	1.58
最小	0.05	0.12
平均	0.36	0.82

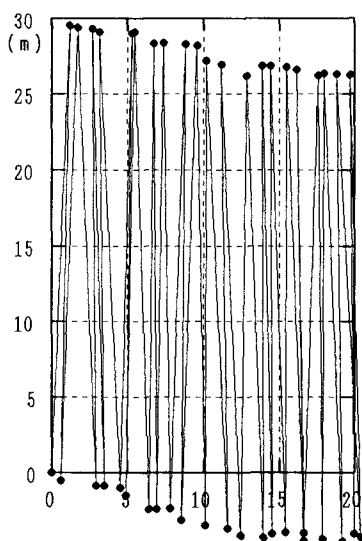


図-3 走行軌跡(1)

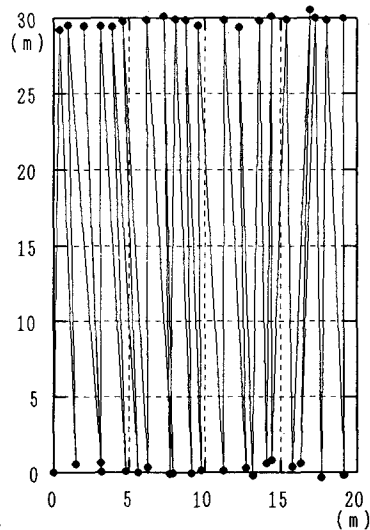


図-4 走行軌跡(2)