

不整地運搬車（クローラキャリア）の自動走行技術の開発

株式会社熊谷組 正会員 ○坂西 孝仁

1. はじめに

一般的な土木工事において発生する土砂の運搬は、土砂の積込箇所から土砂搬出場所までの間をほとんど同じ経路で往復し、移動、積込、移動、搬出といった単調な作業の繰返しでありながら運搬経路からの逸脱や車両の離合場所での接触等の危険がある。また、昨今の建設分野での人材不足や国土交通省の i-Construction の推進に対応するために 1 人当りの生産性を向上する必要性が高まっている。

そこで、災害復旧工事で活用してきたネットワーク対応型無人化施工技術の中で操作室から建設機械を遠隔で操作し施工を行う技術に応用し、不整地運搬車（クローラキャリア）の自動走行技術を開発した。

2. 技術の特徴

不整地運搬車の自動走行技術においては、不整地運搬車のオペレータが操作室より走行状況を現場に設置したカメラの映像を見ながら不整地運搬車を目的地まで遠隔で運転する。その時の目的地までの経路とオペレータによる速度の調整をコンピュータに記憶させる。この工程を教示運転という。教示運転で記憶された速度と経路情報を使用して、コンピュータが不整地運搬車を運転する。これが、自動走行となる。

この技術は、災害現場において二次災害の恐れがあり入場規制された現場で復旧工事を施工するために開発され、発展してきた「ネットワーク対応型無人化施工技術」の中の施工場所と操作室を光ファイバーケーブルや無線 LAN によって接続し、情報を伝達する技術と人工衛星を利用し測位するシステム（GNSS）により、建設機械の位置を把握する技術を活用している。

これらの技術に加え GNSS を補佐し、より高精度に連続で位置を測定するための IMU（慣性計測装置）を新たに加え、遠隔操作時は、操作室からの操作信号を不整地運搬車に伝達して運転し、自動走行では、不整地運搬車の経路情報の作成と記憶、及び記憶した経路情報により、制御をするために操作室と車体のそれぞれの場所に設置したコンピュータでシステムを構築している（図-1）

この自動走行技術の開発に使用した不整地運搬車は、株式会社 KATO HICOM 製の 11 t クローラキャリア IC120-2 とした。この車体に車載コンピュータや位置の測定を行うための GNSS と IMU を組合わせた GNSS/IMU（複合慣性計測装置）、無線 LAN ユニット、状態視認識別安全機器等を装備し、自動走行対応不整地運搬車とした。

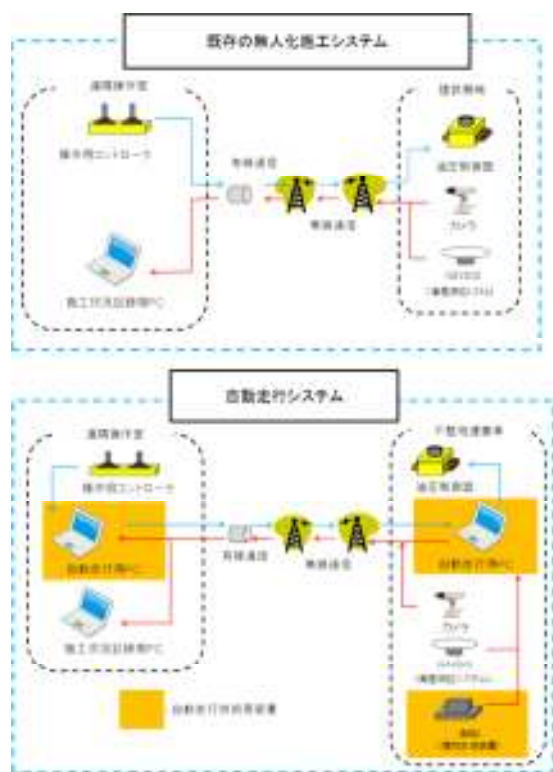


図-1 無人化施工技術と自動走行技術のシステム構成図



写真-1 自動走行対応不整地運搬車

キーワード i-Construction、遠隔操作、自動走行、不整地運搬車、土運搬

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 株式会社熊谷組 土木事業本部 機材部 TEL03-3235-8627

3. 実証実験

本技術の実運用に向けて、自動走行の精度と運用方法の確認を行うため、阿蘇大橋地区斜面防災工事の現場を使用して2回の実証実験を行った。

(1) 第1回目の実証実験

第1回目の実証実験では、教示経路に対する自動走行経路の精度に関する実験を行った。実験内容は、同じ教示経路で発進位置を横に逸脱させ7回（7回目は横に1m逸脱）自動走行を行い、各回の教示経路に対する蛇行量を測定した。（図-2）その結果、各回の蛇行量の最大値の平均は、706mm、蛇行量の平均値の平均は、327mm という結果を得た。これは、実験経路の状況（不陸、勾配、曲線等）や車両の特性等の外的要因の影響があると想定し、1回目の自動走行経路を基準として再度蛇行量を算出した。

（図-3）その結果、出発点の影響がある前半で最大値平均：257mm、平均値平均：71mm、出発点の影響が小さくなった後半で最大値平均：94mm、平均値平均：35mm となった。以上の結果より、蛇行は、ほとんど同じ傾向で発生し、出発点の逸脱の影響も経路を進行するに従い収束していることが分かった。

(2) 第2回目の実証実験

第2回目の実証実験では、運用方法に関する実験を行った。実験方法は、自動走行式の不整地運搬車2台と遠隔操作式バックホウ1台をオペレータ1名で操作し、土砂積込から土砂搬出の一連の作業を行い検証した。（図-4、写真-2、3）検証の結果、自動走行での移動中の時間を土砂積込や搬出の遠隔操作等に利用することで複数台の建設機械をオペレータ1名で操作し、作業する出来ることが確認出来た。

4. まとめ

今回の不整地運搬車の自動運転技術は、土運搬作業の効率化を図り生産性向上への可能性を高められることが分かった。今後は本格的な実運用に向けて当社筑波研究所内に新設した実験フィールドにおいて更なる制御の向上と安全性の確立に努めて行く所存である。



写真-2 運用方法の実験(現場)

写真-3 運用方法の実験(操作室)

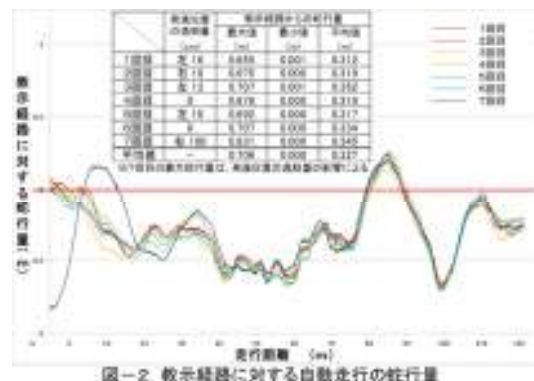


図-2 教示経路に対する自動走行の蛇行量

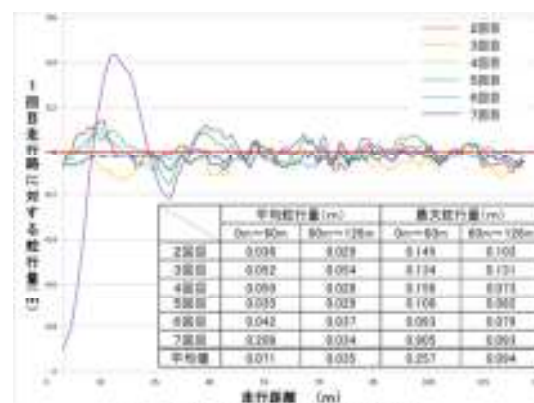


図-3 1回目の走行経路に対する蛇行量

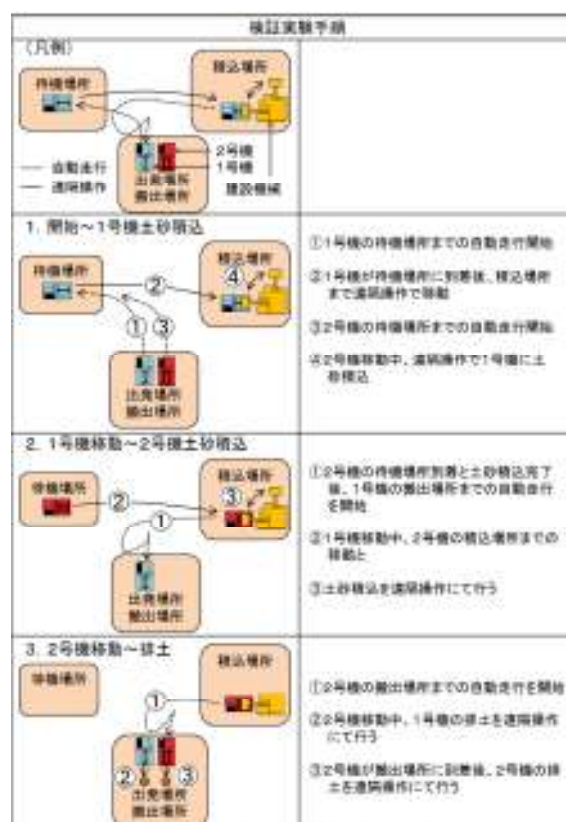


図-4 運用方法実験手順