

自動建機群の協調制御システム「T-iCraft®」の実証

大成建設(株)土木本部機械部	正会員	○中居	拓哉
	正会員	若山	真則
	正会員	小森	聡
	正会員	田中	真由子

1. はじめに

建設機械の自動化は、今後予想される人手不足への対応や安全性・生産性向上の観点から、建設現場で早期に望まれる技術の一つである。国土交通省では、2020 年 12 月に「国土強靱化に関する施策のデジタル化」の中で、2025 年度までに建設機械の自律制御・走行技術の確立を掲げている。

当社においても、これまで建設機械単独の自動化を推進し一定の成果を上げてきたが、更なる自動化技術の向上を目指し、自動化建設機械同士の協調運転を実証した。

本書では、実際の造成現場において自動化建機を協調制御し、「掘削・積込」「運搬・排土」「敷均し」「転圧」の一連の作業を実証した結果について述べる。

2. 協調制御システムについて

当社では、先述のような課題に対して盛立作業の生産性向上、省人化を目指し、自動化建機の協調制御システム「T-iCraft®」を開発した。T-iCraft は、

- ①適応可能な自動化建機の自由度が高い（自社開発機、メーカー開発機、ロボット式）
- ②有人機との協働も可能
- ③デジタルツイン技術のシステムと連携可能

といった特徴を持ち、より現場での実用に適したシステムとして開発した。

2.1 T-iCraft のシステム構成

T-iCraft は、大きく分けるとホスト（司令部）、エッジ（自動建機群）で構成される。エッジ側からホストへは、位置情報と作業の進捗情報、車両情報などが送信される。ホストは受信した情報から、全体の稼働状況を把握し、エッジ側建機群の自動運転の再生、一時停止や緊急停止などの司令を行う。

T-iCraft は、これら自動化建機の協調制御を行うためにタスクプランニング技術を活用した。この技術は物流システムやライン工場で実績のあるシステムであり、建設機械用にカスタマイズした。

また、デジタルツイン技術を用いるソフトウェアに対して各情報を入出力し、稼働状況の VR 化や T-iCraft 管理外の情報を基にした緊急停止を行うことも可能である。

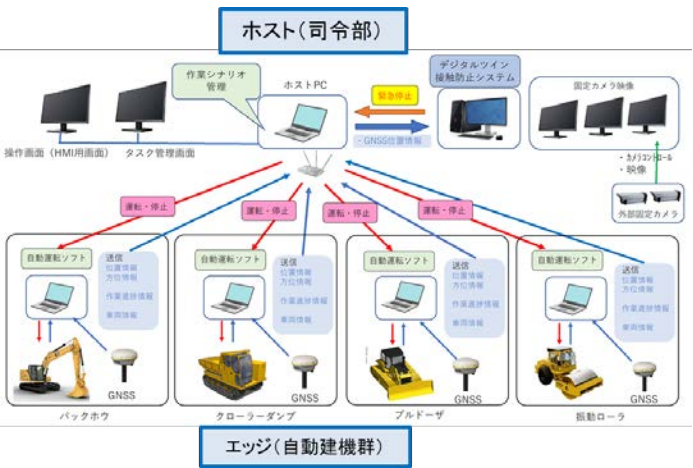


図 1 T-iCraft システム構成図

3. 実証試験について

実証試験は造成現場において、自動化建機同士を連携させ盛立作業が可能か実験を行った。

3.1 使用した建設機械について

実証試験では自動化建機として以下の機種を採用した。

①バックホウ（CAT320）

ダンプトラックへの土砂積込み作業を自動で行う。

②クローラダンプ（MST2200VDR）

走行経路・積込み場・排土場を指定することで、自動で土砂の運搬作業を行う。

③ブルドーザ（D31PX）

ティーチングした操作を繰り返し、自動で敷均し作業を行う。

④振動ローラ（酒井重工業製 SV514）

締固め範囲と転圧回数、速度、振幅、オーバーラップ量を設定し自動走行を行う。

①②は当社独自に開発した「T-iROBO®」シリーズの建機であるが、③はロボット操作仕様機、④はメーカー製自律制御建機である。ホスト側PCとエッジ側建機の通信メッセージをシンプルに画一的なものとすることで、他社開発の建機やロボット式にも対応した。

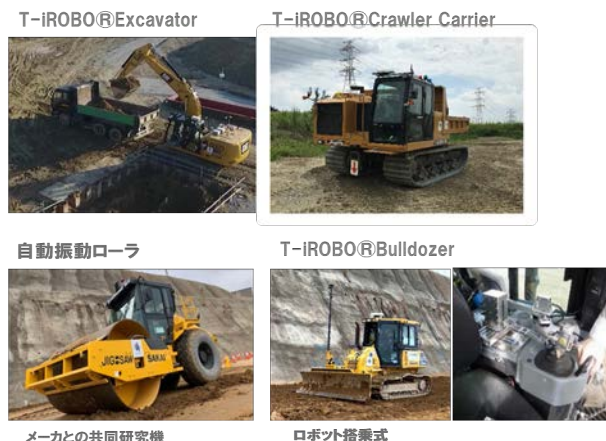


図2 T-iCraft 実証試験採用機種

3.2 タスクプランニングの実証試験

実証試験は造成現場において、自動化建機のタスクプランニングにより連携させることで一連の盛り立て作業が可能か実験を行った。T-iCraftは設定されたタスクシナリオに従い、受け取ったエッジ側建機の情報に元へ他の建機に対して指令を行う（図3）。これにより、それぞれのタスクシナリオが自動で実行・開始されるため、作業員は監視室から最初の実行ボタンを押すのみで、盛土作業が可能であることが確認できた。

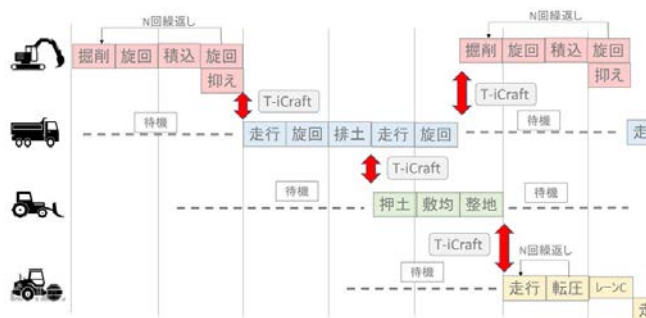


図3 タスクプランニングのイメージ

4. 協調制御する上での課題

実験では各種トラブルも発生した。中でも特に影響が大きかったのは通信関連の不具合であった。

単体の自動化建機に比べ、協調制御においては各建機の情報にいかに関与するかが要点となる。1機のみでも通信が途切れると連携が上手く取れず、また、安全上の観点からも全機械が停止する設計となっている。単体自動化建機に比べ復旧に時間がかかるため、結果として施工効率が落ちる一因になった。



図4 実証実験状況

5. 終わりに

実験結果から、施工効率については課題が残ることとなったが、協調制御による盛り立て作業の自動化を実証することができた。有人施工に比べ省人化・長時間稼働が可能であり、今後予想される人手不足への対応や生産性向上に繋がるものとするため、開発を進めていく。