

デジタルツインによる接触防止システムの開発

大成建設株式会社 正会員 ○中居 拓哉
 正会員 若山 真則
 正会員 小森 聡

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。しかしながらその過渡期においては、複数台の自動化建機が独立して動作する、自動化建機と有人作業の混在が発生するなど、連携が取れていないことによる接触事故の危険性がある。

当社は、CPS (Cyber physical Systems) の概念に基づき、施工中の現場から得られたデジタルデータなどの情報を仮想空間上で解析、分析し、その結果を高付加価値な情報として工事関係者間にフィードバックさせ、生産性の向上を最終目的として技術開発を進めている。この度、当社はデジタルツイン技術を活用し、建設機械や現場作業員の位置を把握することで現実空間での接触事故を防止するシステムを開発した。

本稿では、本システムの特徴と、従来システムとの比較、及び実証試験に関して報告する。

2. システム構成

2.1 デジタルツインの活用

現場のリアルタイム映像や各種センサ等の取得データを可視化し、工事関係者が施工状況を共有することで、遠隔から迅速かつ的確な現場管理を可能なシステムが開発されている。今回の接触防止システムでは、デジタルツイン技術を用いて実際の現場状況を仮想空間上に再現し、自動化建機や人の動きをリアルタイムに3Dモニタリングした(図1)。3次元点群データを用いて施工現場の描画を行い、そこに自動化建機や作業員に装着された



図1 3Dモニタリング状況

GNSS 端末からの位置情報を用いて、3Dモデルやアイコンの動きを連動させることで、仮想空間上に現在の現場状況をリアルタイムに再現する。カメラからの動画に比べ、通信容量が少ない、視野角が限定されず様々な角度からモニタリングが可能であるといったメリットがある。

2.2 接触防止システムについて

本システムでは、自動化建機や作業員に対して警報範囲と非常停止範囲を指定する。3Dモデルを用いることで実際の機械の大きさに合わせて範囲設定が可能となっている。そして、このモデルが位置情報に連動して動くことで、自動化建機同士や自動化建機と人の近接を検知する。警報範囲が重なったら管理者や作業員にブザーによる警報通知を、非常停止範囲が重なったら自動化建機に非常停止制御を指令する。位置情報により近接を把握するシステムのため、建機同士の連動の有無に関係なく動作し、非常停止により安全を確保する。

キーワード 建設機械, 自動運転, 安全, 接触防止, デジタルツイン, CPS (Cyber Physical Systems)

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 (新宿センタービル内)

大成建設(株)土木本部機械部 メカ・ロボティクス推進室 [TEL:03-5381-5309](tel:03-5381-5309)

3. 従来システムとの比較

従来、建設機械の接触防止にはレーザーセンサやRFIDを用いたビーコンによる検知システムが採用されていた。これらの方法と比較した場合に、自動化建機における位置情報を用いた接触防止には以下のようなメリット・デメリットがある。

表1 接触防止における従来システムとの比較

	GNSS (今回)	レーザーセンサ	ビーコン
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ランニングコストが安い 設置が用意 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ全ての近接物に反応する 	<ul style="list-style-type: none"> 反応範囲が広い
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 屋内では使えない 対物センサとして使えない 	<ul style="list-style-type: none"> エリア設定や設置等, 導入の手間がかかる 	<ul style="list-style-type: none"> 毎回の充電など維持に手間がかかる 対物センサとして使えない

このような事情から、位置情報を用いた接触防止は狭い範囲や複雑なエリアでの使用には対物接触を防止する方法が別途必要であるが、開けた場所で多数の建機が稼働するような施工場所においては有効であり、従来のシステムに比べ自動化建機側の追加費用が不要な分、コスト削減が可能となった。

4. 実証試験について

実証試験は造成現場において、個別に動作している自動化建機同士、および自動化建機と作業員の組合せで実施した。また、3Dモデルを作成し試験を行った自動化建機は下記の通りである。

- ① バックホウ (CAT320)
- ② クローラダンプ (MST2200VDR)
- ③ ブルドーザ (D31PX)
- ④ 振動ローラ (SV514)



図2 接触防止システム 概要図

これらの機種は自動化

制御のため、それぞれ GNSS 方位計による位置
いる。今回の実証ではその GNSS 情報を併用した。

方位情報を取得して

4.1 試験結果

自動化建機同士の組合せ、自動化建機と作業員の組合せの場合も非常停止まで正常に動作することが確認できた。従来の接触防止システムと遜色ない性能が確認できたが、GNSS や停止制御を通信するネットワークの遅延が実機の停止に大きな影響を及ぼすため、通信インフラの重要性を再確認した。



図3-1 3D モニタリング及び停止状況管理画面

5. まとめ

現場状況がデジタルツイン技術でモニタリング可能となることで、自動化建機と人との接触防止に活用することが出来た。

今後、建設機械の自律制御技術が発展していく中で、従来と異なる現場環境における安全確保はどうするのかといった問題の解決に、この接触防止技術は大きく寄与するものと考えられる。



図3-2 実際の状況