

## CMI 報告

# 建設ロボット計測支援システムの 実装・実験 (第2報)

上石 修二

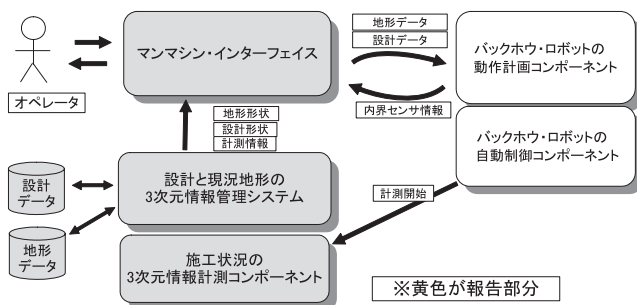
## 1. はじめに

従来、災害現場等における復旧工事において重機の遠隔操作を行う際には、オペレータにビデオカメラ映像を提供することで実施していた。これに対して、オペレータの必要情報を提供するための計測システムとインターフェイスを開発した（バックホウをベースマシン）ので以下に概要を報告する。

なお、本報告は、国土交通省の総合技術開発プロジェクト「ロボット等によるIT施工システムの開発」の一環として（独）土木研究所が行っている計測支援システム開発に関して、平成19年度にシステムの改良と実証実験を行ったものである<sup>1), 2)</sup>。

## 2. 全体システム構成

この建設機械ロボットの全体システムは、現在の機械位置、掘削目標および地形形状を認識して、自動制御によって掘削・積込みを行うものであり、計測コンポーネント、3次元情報管理コンポーネント、インター



図一1 バックホウ・ロボットのシステムの構成

フェイス、動作計画コンポーネントおよび自動制御コンポーネントにより構成される（図一1）。

計測コンポーネントは、自動制御コンポーネントの計測要求（トリガー発生）を受けて、機械位置・方位、地形データ、画像データなどを計測、次に3次元情報管理コンポーネントは地形情報および設計情報を管理してインターフェイスにデータを送り、さらに動作計画コンポーネントに送られる。自動制御コンポーネントは動作計画コンポーネントの作業指示に従い掘削と積込みを自律的に行う。仕上げ掘削後は、遠隔操作により次の作業場所へ移動し、繰り返し上記の動作を行うものである。

実証実験で扱う設計形状は平面カーブを有するトレレンチ形状とした。

## 3. システム改良について

本テーマの第1報（2007, 12月号）<sup>3)</sup>で報告した計測システムについて、主として積込み作業の自動化を行うための機能の追加および機能の向上として、計測コンポーネントの機能追加、3次元情報管理コンポーネントの作成、および自動化によらないフルマニュアル操作インターフェイスの作成および実証実験を行った。

### (1) 計測コンポーネント

この計測コンポーネントでは、三次元情報計測器で地形を計測する装置（ステレオビジョン、レーザスキャナ）の測定結果を機械位置を計測する計測装置により現場座標系のデータに変換して現場の地形形状を取得している。

ステレオビジョンとは二台のデジタルカメラ映像を用いて三角測量の原理で距離情報を求め、撮影範囲を三次元化することができる計測技術である（写真一



写真一1 ステレオビジョン・システム

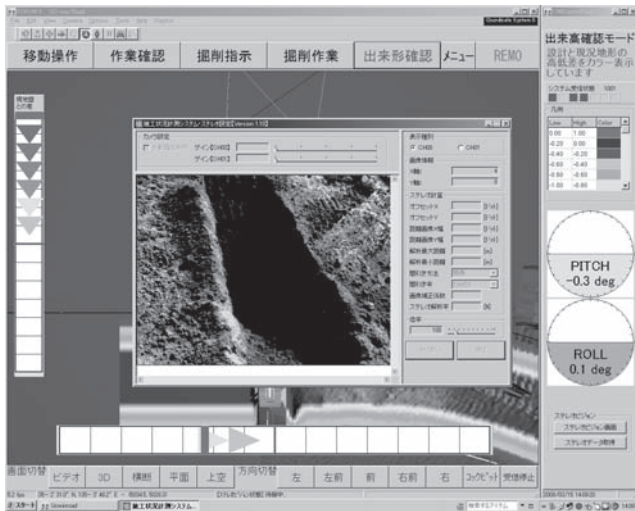


図-2 ステレオビジョンによる計測結果

1)。インターフェイス画面には計測結果を表示するが、オペレータが必要とするときに、デジタル画面を表示する機能を追加した（図-2）。

レーザスキャナ（2D）は、パルス状の測距用レーザ光をライン状に発射し、バックホウの旋回動作により扇状の計測範囲を三次元化できる計測技術である（写真-2）。これらの計測は、ともに掘削後からダンプへの放土後のもどりの旋回動作中に行うものである。



写真-2 レーザスキャナ・システム

今回の改良では、レーザ装置をマシンの左右の2箇所に取り付け（1箇所の追加設置）、右旋回・左旋回時の掘削形状計測を可能とした。これによりダンプ位置が左右どちらでも自動による放土作業ができるようになった。

## (2) 3次元情報管理コンポーネントの作成

3次元情報管理コンポーネントは、設計情報と逐次

更新される現況地形のデータを保存するとともに、機械位置における設計の断面形状情報を出力するもので、これを新たに追加設置した。

設計情報は、国総研で開発された3次元空間データ交換仕様及び一般的なCADデータ交換形式であるDXFに対応するものである。

3次元情報管理コンポーネントで扱うデータは、取扱の容易さ通信負荷を考慮して、メッシュデータとして提供することとしている。メッシュの大きさ、設定範囲は任意であるが、掘削や積込み対象を10cmメッシュで表している。今後、施工の要求による見直しの可能性もある。

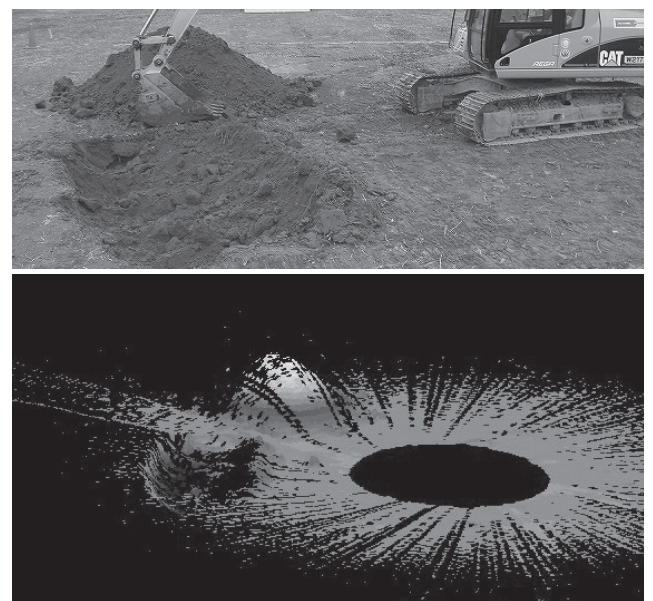


図-3 レーザスキャナによる測定結果

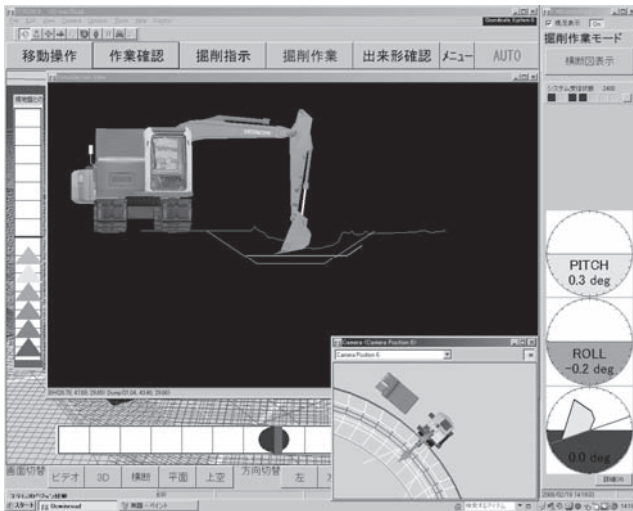
## (3) フルマニュアル操作インターフェイスの作成

当システムの自動掘削・積込みの一部を自動化した作業ではなく、これまでのオペレーターによるリモート・コントロール（遠隔操作）でこのマシンを使うことを想定したインターフェイス（フルマニュアル操作インターフェイス）を作成した（図-4）。このインターフェイスはCCD映像、バケット歯先情報、および設計情報の提供を行う点では、バックホウのガイダンスシステムと同じであるが、現況地形を同時に提供する点が相違する。作成に当たっては、

- ・タッチパネルによる画面切り替え機能
- ・ブーム方位方向の断面表示機能

を搭載して、利便性の確保に考慮したものである。

建設機械ロボットの計測コンポーネントの機能追加、3次元情報管理コンポーネントの作成を行い、自動掘削・積込みの基礎実験を行った。また、自動化に



図一4 操作インターフェイスの画面(例)



写真一3 自動掘削・積込みの基礎実験状況

よらないフルマニュアル操作インターフェイスの作成および実証実験を行った(写真一3)。プロジェクトの

最終年度(H19)を修了し、開発成果については、実験結果の分析とその報告については今後、関係機関から行われるものと考えられる。

#### 4. まとめ

このIT施工システムの実証実験は構内実験の範囲であり、今後、実工事における検証実験を経て、さらにシステムの高度化とインターフェイスの使い易さの向上が期待される。

施工技術総合研究所は、様々な場面、様々なニーズに応え、これからも、RTとITの高度利用のコンセプトのもと、関係各機関と連携しながら建設ロボットおよび要素技術の検討/開発を進めていく所存である。

JCMA

#### 《参考文献》

- 1) 山元・石松・上石・池田他: Example of Experimental Use of 3D Measurement System for Construction Robot Based on Component Design Concept, 国際建設ロボットシンポジウム 2006
- 2) 山元・柳沢・邵輝・境田・野末・山口: 油圧ショベルの自律化に向けた基盤技術について—ロボット等によるIT施工システムの開発—, 第11回建設ロボットシンポジウム(2008.9)
- 3) 上石: 建設ロボット計測支援システムの実装・実験, 建設の施工企画(2007.12)

#### 【筆者紹介】

上石 修二(あげいし しゅうじ)  
 (株)日本建設機械化協会  
 施工技術総合研究所  
 研究第3部  
 次長

