

CMI 報告

# 建設ロボット計測支援システムの 実装・実験

上石 修二

## 1. はじめに

建設ロボットに用いる計測システムは、めざましい技術開発が進んでいる情報利用技術（IT）によって、設計情報の利用、およびロボット周辺の状況把握技術（外界センサ）の利用が進み、支援機能が高度化するものと考えられる。従来、ビデオカメラ映像を提供することで操作者が行っていた、自己位置・姿勢の把握、機械周辺および作業箇所の形状についての把握に関して、バックホウをベースマシンとした建設ロボットにおいて、計測支援システムを開発し実装・実験を試みたので以下に概要を報告する。

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 18 年度にシステムの実装と実証実験を行ったものである<sup>1)</sup>。

## 2. 計測支援システム

バックホウ・ロボットの計測システムの機能は、全体システムなどの計測要求に対して、機械位置・方位、地形データ（点群座標データ）、画像データなどを、各測定データの時刻同期をとり、各データを測定器の座標系から現場座標系に変換して出力するものである。この計測システムの構成を図-1に示した。

現場座標系における地形形状の三次元座標は以下の手順で求める。①建設機械上に設けた座標系（以下機体座標系）の計測基準点上に設置した三次元情報計測器で地形を計測する。②現場座標系における計測中の

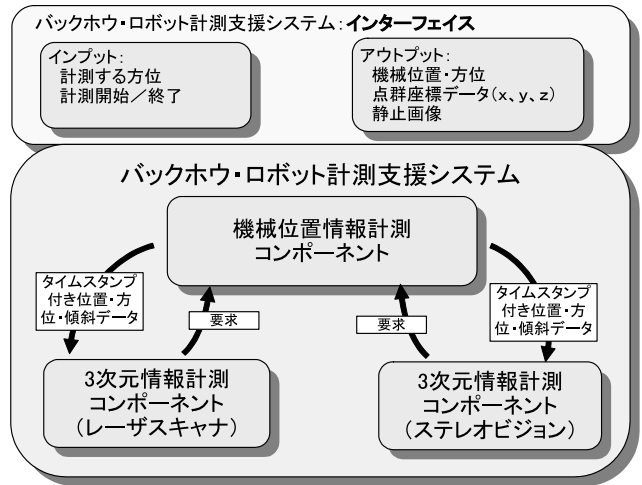


図-1 バックホウ・ロボットの計測支援システムの構成

計測基準点の位置情報および機体座標系の座標軸の回転角情報を計測する。③三次元情報計測器による機械座標系の計測結果を、現場座標系における基準点座標の位置情報と機体座標系の回転角情報を用いて座標変換し、現場座標系の地形形状として求める。ここで①と②で計測する情報は独立した情報として扱えるため、計測のための機器類をコンポーネント化することができる。①を三次元情報計測コンポーネント、②を機械位置情報計測コンポーネントとし、さらに①には原理の異なる2つの計測技術（ステレオビジョン、レーザスキャナ）をそれぞれコンポーネント化して試作・実装することとした。

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-1)。レーザスキャナ(2D)は、パルス上の測距用レーザ光をライン状に発射し、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)。ともに掘削後から排土のための旋回動作中に計測する。



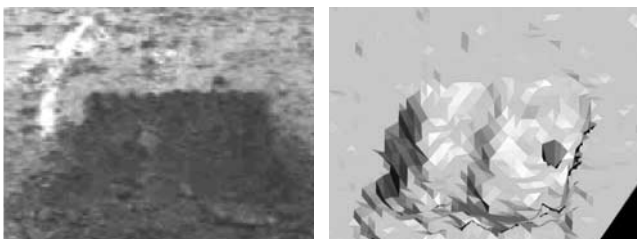
写真-1 ステレオビジョン・システム



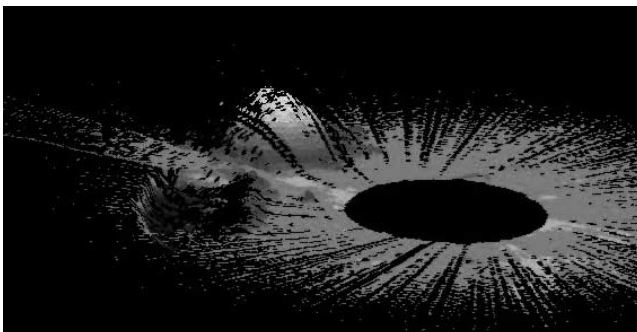
写真—2 レーザスキャナ・システム

### 3. 計測支援システム実装機による実験

機械位置情報計測コンポーネント，ステレオビジョン計測コンポーネント，およびレーザスキャナ計測コンポーネントを実装した掘削機を用いて，計測および掘削実験を行った。掘削機はバケット容量 0.5 m<sup>3</sup> の油圧パワーショベル，計測対象は 2.7 m × 2.7 m の板を 45 度傾斜させ仮設した計測用盾，掘削地山（粘土層）である。



図—2 ステレオビジョンによる計測結果



図—3 レーザスキャナによる測定結果

表—1 要求仕様確認結果

	要求仕様	ステレオビジョン方式	レーザスキャナ方式
精度	± 50 mm	○	○
リアルタイム性	10 秒未満	△	◎
計測密度	10 cm ピッチ	◎	△
計測範囲	10 m 四方	△	◎

◎：クリア ○：条件付クリア △：要対策

実験結果（紙面の都合により詳細は省略）から言えることは，ステレオビジョン方式は限られた範囲の地形形状を詳細に把握する場合に適し（図—2），レーザスキャナ方式は広範囲の地形形状を早く把握する場合に適すると言える（図—3）。要求仕様に対する各計測方式の評価について比較整理したものを表—1 に示す。表から判るように二つの方式は，要求仕様に対し互いに補完し合うような長を有していることが判る。これから計測対象によってコンポーネントを使い分ける，あるいは両コンポーネントによる同時計測等により互いの情報を補完し合うような利用法が考えられる。

### 4. まとめ

建設機械上からの三次元地形計測を目的とした計測技術を，コンポーネント設計の概念を導入して設計し，試作・実装（特徴の異なる計測器を主体とした二つの独立した計測コンポーネント）し，計測実験を行った。その結果，計測器の特徴から目的により使い分ける可能性を示した。

平成 19 年度は，プロジェクトの最終年度であり，各コンポーネントの高度化と自動制御を含む全体システムの構築を行う予定となっている。

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。

J C M A

#### 《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)

#### 〔筆者紹介〕

上石 修二（あげいし しゅうじ）  
 社団法人日本建設機械化協会  
 研究第 3 部  
 次長