

## 地上写真測量（動画撮影型）を用いた土工の出来高算出に向けた基礎的研究

日本建設機械施工協会 正会員 ○伊藤 文夫  
 岩渕 裕  
 佐藤 文志  
 日立建機株式会社 田中 一博

### 1. はじめに

国土交通省では、i-Construction の取り組みとして、H28年3月より新たな技術基準類を発出しており、さまざまな3次元座標計測技術の現場導入が進められている。R2年3月に新規で策定された「地上写真測量（動画撮影型）を用いた土工の出来高算出要領（案）」では、出来高算出にスマートフォンやカメラを使った地上からの写真測量による計測手法が加わっており、計測の手軽さやデータ処理の短時間化、数量算出の為の排出土等の整形が不要になるなどの効果が期待されている。筆者らは、スマートフォンを用いた写真測量出来高計測の実験結果に基づき、計測精度、作業時間の変化について報告する。

### 2. 目的

動画撮影による地上写真測量は、スマートフォンやデジタルカメラにより動画を撮影し、撮影した動画より切り出した写真から、3次元点群データを生成する技術である。撮影機本体は、スマートフォンもしくはタブレットと、アプリケーションなどで構成される。動画撮影後、写真測量に適切な間隔で静止画を切り出し、撮影時の位置情報などをそれぞれメタデータとして付加する。生成した写真群は、写真測量の原理で3次元モデル化を行う。検証では、出来高部分払いを対象とし、実験ヤードなどにおいて計測精度や作業時間を検証した。またレーザースキャナー（TLS）や平均断面法などによる正解データの計測を行って精度比較を行った。

### 3. 動画撮影による写真測量に関する効果検証

スマートフォンを用いた写真測量出来高計測には、日立建機株式会社のスマートフォンによる土量計測アプリケーション「Solution Linkage Survey」を利用した。同アプリの概要は図-1に示す。アプリは、補正情報を利用したGNSSで撮影時のカメラ位置を精度

高く記録しながら動画撮影し、ラップ率を計算して静止画を切り出す。1枚ごとの静止画には撮影時の位置情報をメタデータとして記録し、クラウド上の写真測量処理サーバーで3次元点群データを生成、スマートフォンにLASデータとして返す。事前にトータルステーション（TS）などで座標を計測した標定点をアプリ上で設定し、現場座標に合わせた点群データ生成することも可能としている。本検証では、①巻き尺及びTSによる従来計測との作業時間比較と、LSとの土量比較を行ったほか、②標定点と検証点を利用した検証点精度について検証した。

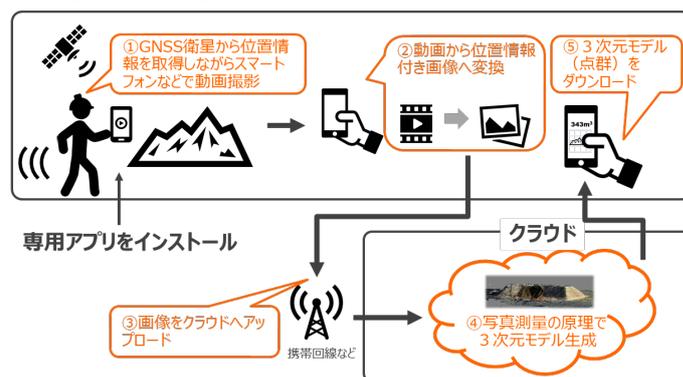


図1 「Solution Linkage Survey」の概要

### 4. 作業時間と土量計測の検証結果

検証場所は、兵庫県にある河川工事のストックヤードの約6000m<sup>3</sup>の盛土を利用して実施した。巻き尺及びTSによる従来計測との作業時間比較では、巻き尺及びTSによる従来計測では、現場作業が2人工30分と図面作成が1人工30分の合計90分であったのに対し、「Solution Linkage Survey」ではすべて1人工で現場作業9分、画像切り出しから土量算出まで26分の合計35分となった。作業時間では約3分の1程度で完了する結果となった。

TLS等との体積比較では、上面と下面の平均面積と2断面の平均高さから体積を算出する従来手法で5778.1m<sup>3</sup>、TLSで撮影し50cmメッシュで点高法により算出した出来形管理要領記載の数量算出方法で

キーワード i-Construction, 出来高管理, 地上写真測量（動画撮影型）, レーザースキャナー, TS, GNSS

連絡先 〒417-0801（一社）日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL0545-35-0212

5790.1m<sup>3</sup>, 「Solution Linkage Survey」では6000m<sup>3</sup>となった. 従来手法を1とすると差は, LSが0.2%, 「Solution Linkage Survey」では3.8%の差となった.

① 巻き尺及びトータルステーションによる従来計測

	作業時間	作業人数	作業時間・人
計測	0:30:00	2	1:00:00
図面作成	0:30:00	1	0:30:00

現場作業 60分  
計90分

② GNSS (solution linkage survey)

	作業時間	作業人数	作業時間・人
セットアップ	0:06:00	1	0:06:00
動画撮影	0:03:00	1	0:03:00
画像切出	0:08:00	1	0:08:00
アップロード	0:03:00	1	0:03:00
三次元化	0:15:00	1	0:15:00

現場作業 9分  
計35分

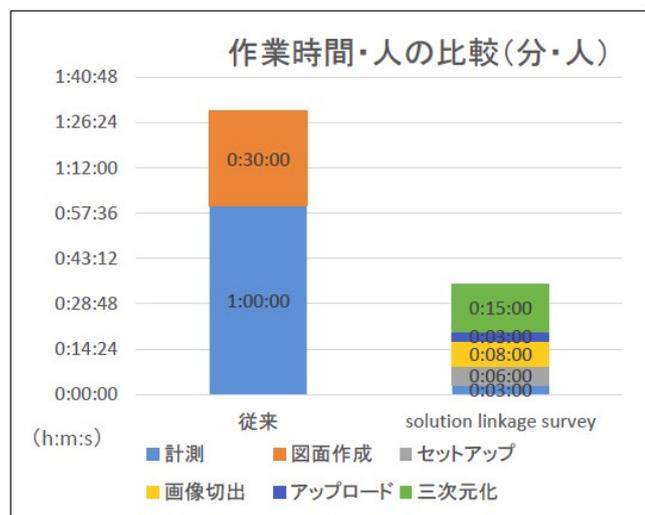


図2 各計測による作業時間の比較

### 5. 標定点と検証点を利用した検証点精度の検証結果

検証場所は, 茨城県にある日立建機株式会社のデモサイトのヤードを利用した. 地上写真測量(動画撮影型)を用いた土工の出来高算出要領(案)に則り, 撮影対象外縁に25m, 50mごとの標定点と, 100mごとの検証点を設置して, 「Solution Linkage Survey」で生成した点群の検証点座標と, TSで計測した座標とを比較した. 25m間隔で3点の検証点についてXYZの各較差を比較したところ1cm以下から最大8.8cmに収まる結果となった. 50m間隔では, 6cmから11cmの較差となり, いずれも要領案に記載のある「水平・標高較差±200mm以内」に収まる結果となった.

【25m間隔パターン】				
誤差値				
検証点	h2			
	X(m)	Y(m)	Z(m)	全体(m)
1回目	0.03727	0.02538	-0.0185	0.04875
2回目	-0.0022	-0.0154	0.00192	0.01563
3回目	-0.0387	-0.0216	-0.0044	0.04455
検証点	h4			
	X(m)	Y(m)	Z(m)	全体(m)
1回目	0.0858	0.00841	0.01533	0.08756
2回目	-0.0281	0.01244	-0.0009	0.03074
3回目	-0.0388	0.04129	0.00122	0.05793
検証点	h6			
	X(m)	Y(m)	Z(m)	全体(m)
1回目	-0.034	-0.025	0.2518	0.00423
2回目	0.02862	-0.0159	0.00432	0.03303
3回目	-0.0086	0.0058	0.00395	0.01113
【50m間隔パターン】				
誤差値				
検証点	h3			
	X(m)	Y(m)	Z(m)	全体(m)
1回目	-0.0221	-0.0476	-0.0314	0.06114
検証点	h8			
	X(m)	Y(m)	Z(m)	全体(m)
1回目	-0.0199	0.01515	0.11154	0.11431
検証点	k5			
	X(m)	Y(m)	Z(m)	全体(m)
1回目	-0.0569	-0.0302	0.05787	0.08661

図3 検証点との水平・標高較差

### 6. おわりに

本報告では, i-Constructionの取り組みの中で進められているICT土工やICT舗装工に適用する3次元計測技術として, 動画撮影による地上写真測量の出来高管理の適用可能性について検証を実施した. 検証の結果, 計測精度については, 要領の要求精度を満たすとともに, 作業性についても, 従来手法に比べて作業時間が短縮する結果となり, さらに数量算出の為の排出土等の整形が不要になることなどで作業効率が向上することを確認できた. 今後の展開としては, 現場条件や現場規模に応じた適切なICTが導入できるような環境整備が継続的になされることを期待する.

〈参考文献〉国土交通省 HP : i-Constructionの推進に向けた基準類の策定

[http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08\\_hh\\_000405.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000405.html)