

# 画像処理技術を駆使した機構業務改善の可能性 ～据え置き型写真測量による土量計測事例～

(独) 水資源機構 筑後川局 福岡導水管理室室長代理  
福岡導水管理室

◎坂井 勲  
●橋本 要  
○松橋 輝明

## 1. はじめに

近年の「i-Construction」での事例を鑑みても、土木分野においても種々の画像処理技術が効率化やコスト縮減に寄与している。水資源機構においては第3期中期計画に掲げている「計画的で的確な施設の整備」において、コスト縮減・事業費の削減のための、新技術の活用と計画・設計・施工の最適化は取り組むべき課題としており、普及・汎用化している技術のなかで既存の作業をより少ない人員や少ない手間で実現できる代替手法として適用できるものはないかと考えた。そこで、工事設計・積算業務での仮置き土の土量をおおまかに把握するという目的に、画像処理の一分野である写真測量(特に、写真からの三次元形状復元技術)を適用し、作業の効率化が可能ではないかと考えた。本報では民生の汎用品デジタルカメラや無償のソフトウェア等での解析処理により、安価かつ簡易な測量を実施し、従前の測量手法とコスト・精度について比較検討・考察した事例等を報告する。

## 2. 計測対象

計測対象は、水資源機構筑後川局・福岡導水管理室の揚水機場内の仮置き土である。今回、維持・管理業務の一環として、この建設発生土の処分の発注作業にともなう、積算のための測量を直営作業として行った。この通常の測量作業以降、「従前測量」とする。仮置き土はおおむね台形だが、細かくみれば不定形の形状をなしていた(図2-1参照)ため、多角測量においてはこれを、標高が同一の平場と法面で構成されていると見なして変化点の平面位置を決定し図化した。

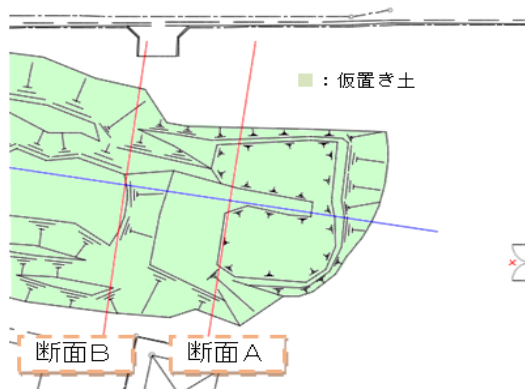


図 2-1 計測した仮置き土の平面図



図 3-1 仮置き土撮影に供した計測システム

### 3. 方法

#### 3. 1 計測・解析システムの構成

基板と板材を用いて同一カメラを2個並列に固定し、画像記録用のPCを接続して計測システムとした。野外計測の利便のため、撮影部を手押しの運搬車に固定して作業を行った（図 3-1）。カメラおよび使用したソフト等の詳細な規格などは表 3-1 に示す。

表 3-1 使用したカメラ、ソフト等の詳細

| 項目     | 規格                                                         | 備考                  |
|--------|------------------------------------------------------------|---------------------|
| カメラ    | 小型 RGB カメラ(画素数:縦 640pixel ×横 480pixel、ダイナミックレンジ:8bit)      | カメラは2個の合計で¥4,000 程度 |
| 解析ソフト等 | OpenCV(ver. 2.4.11)、Python(ver. 2.7.6)、MeshLab(ver. 1.3.3) | 無償で使用可能             |

#### 3. 2 計測方法と業務改善の評価手法

3. 1 に示したシステムにより仮置き土を撮影し、据え置き型の写真測量を行った。具体的には「ステレオマッチング」と呼ばれる画像解析技術を用いて計測を行った。ステレオマッチングは2個のカメラの画像から、同じ対象が撮影された画素（以下、対応点という）を抽出し、2画像間の視差を利用してカメラ位置からの奥行き距離等を計算する技術である。対応点の抽出は通常、プログラムによる自動処理にて行われる。

従前測量での水準測量の中で2断面を選び、これを撮影・解析し、形状と標高を図化した。この作業を「簡易測量」とする。

業務改善の程度の評価として、簡易測量のこれらの作業に要した人員と日数を記録し、これにかかる労力の実績と考え、従前測量と比較する。

### 4. 結果と考察

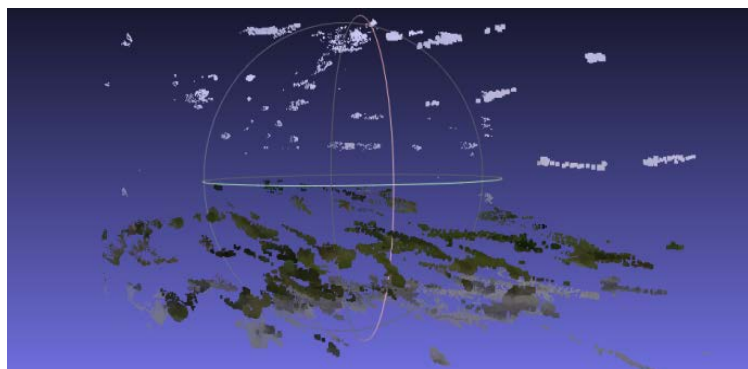


図 4-1 画像から得た対応点の3D表示(仮置き土撮影)

原因としては、以下が考えられる。

通常、対応点の探索はプログラムによる自動処理にて行われる。しかしながら、自動処理の結果、誤った対応点が大量に検出されてしまい、仮置き土を示す点の発見が困難であった（図 4-1 参照）ことから、マウス操作とクリックにより人の目で対応点を探索する半自動処理として画像解析を行った結果、断面形状の計測は可能であった。

- ① テクスチャ(物体表面)にプログラムが認識しやすいパターンや特徴がなく曖昧である。
- ② 仮置き土に発生している草本類により地形の輪郭がはっきりと認識できない。
- ③ 計測システム設計上の問題として、今回の撮影距離に適応するに当たり、カメラ画素数又は2カメラ間距離が足りない(これらが大きければマッチングの精度、計測値の精度は向上すると推測される)。

簡易測量と従前測量と計測値の比較結果を図4-2に示す。写真測量による計測は、写真・撮影状態に依存してしまうため、再現性という意味で精度は劣る。今回の事例のように工事積算のための概算など、おおまかな数量を把握する用途であれば、十分適用できる精度であると判断する。

※図中の簡易測量における点線は、断面の端点を人為的にGL(高さゼロ)まで設定したことを示す。

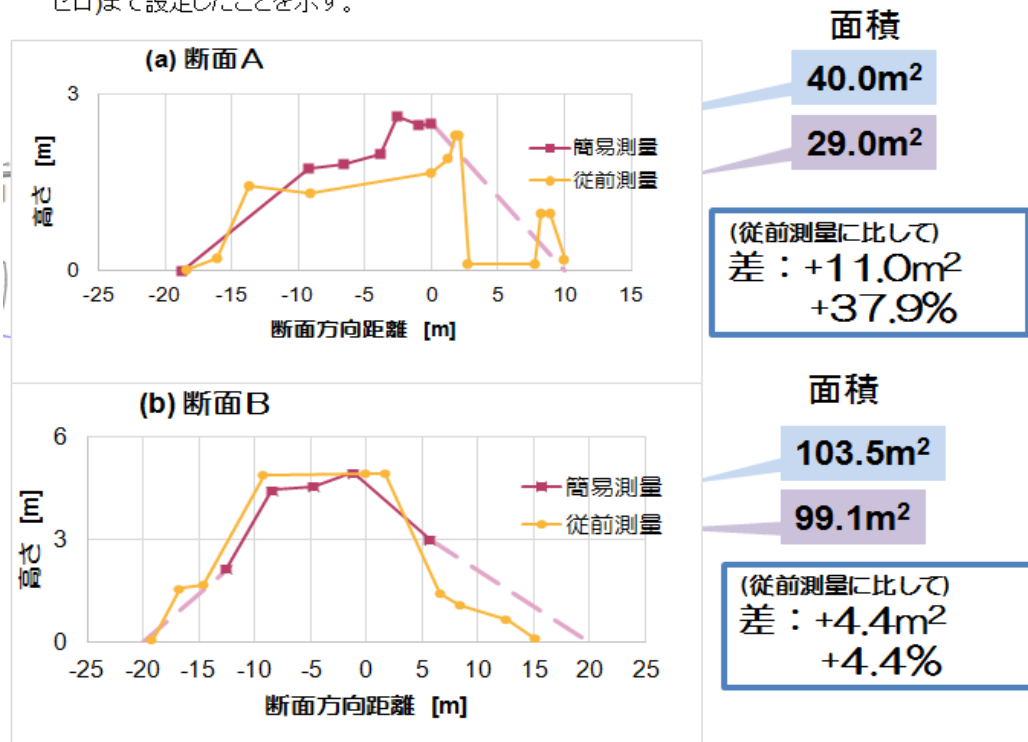


図4-2 簡易測量と従前測量で算出した2断面の形状と面積

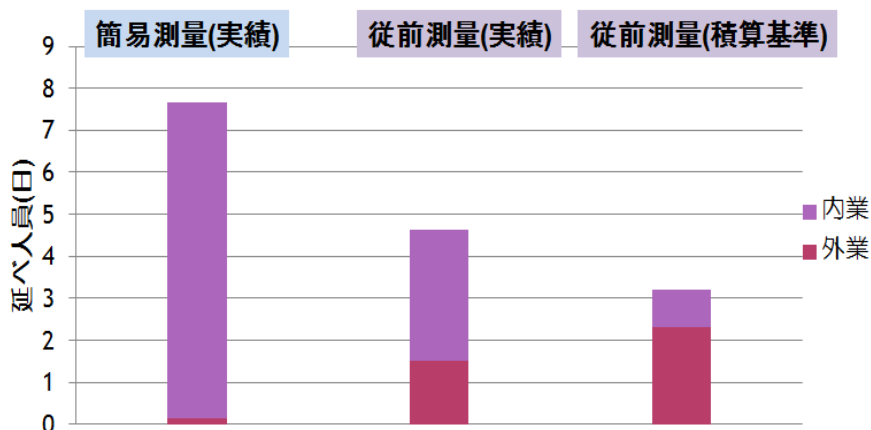


図4-3 簡易測量と従前測量での外業・内業の延べ人員

簡易測量に要した延べ人員の実績と、従前測量に要した延べ人員の実績及び水資源機構の積算基準を用いた延べ人員との比較を図4-3に示す。実績については、筆者自身がうち一人として外業と内業を行っ

ており、いずれの手法においても未経験の作業であるため、作業時間の縮減の余地がある。

1 断面当たりの延べ人員の実績は、簡易測量が 7.7 人、従前測量が 4.6 人であり、特に内業に関してかえって作業の手間は増える傾向にあった。しかしながら、外業に関しては、三次元座標を求めるため、従前の測量での多角測量と水準測量が同時に行える、測点を任意に増やすことができるなど、原理上効率的であり、実績もそのような結果となった。また、内業においても、解析プログラムは 1 度作成してしまえば手戻りはなく、習熟した作業者の場合の時間短縮の余地は従前測量に比べて大きいと考える。また、原因の特定と対策の実行により、プログラムによる対応点の自動探索が適用できた場合には作業時間の大幅な縮減が見込まれる。

## 6. 結語

今回、画像処理技術を使用した簡易測量を不定形な仮置き土の土量を把握する目的に適用し、従前の測量手法と比較検討を行った。結果として、精度は劣るがおおまかな数量把握の用途には適用可能である。また、導入コストも安価といえ、マニュアル化等の対策を行えば直営でも作業可能である。

用いている写真測量および写真からの三次元形状復元技術については平成 28 年 3 月に国土地理院より「UAV を用いた公共測量マニュアル（案）」が公開されており、写真測量の最新の技術動向やそれらを用いた測量の精度管理や成果の点検方法等について整理されている。目下、今回の手法についても、それに準じて精度の向上や更なる効率化のための試行・検討を行っているところであり、今後の技術・ツール等の発展や、このような取組みを継続し撮影時のノウハウ等も含めてマニュアル化していくことにより、現時点よりも手軽でかつパワフルな手法になっていくことが予想される。

地上据え置き型の写真測量では遠隔地からの作業が可能である点、外業においては効率的である点などの利点があり、UAV を用いた写真測量と同様、災害復旧時の道路や法面が崩壊した場所を調査する場合、急峻な地形の形状を調査・測量する場合などに適用が可能である。また、土量計測に限らずコンクリート構造物や建築物などについても適用可能であるため、CIM 活用のための三次元データの効率的な取得や、施設変状の把握、営繕や軽微な修繕工事の効率化などへの応用も考えられる。