

デジタルカメラを利用した3次元計測システムの適用例

(株)熊谷組	正会員 宇野定雄
(株)熊谷組	石口真実
(株)熊谷組	蓮池康志
アジア航測(株)	内田 修
アジア航測(株)	馬淵 要

1. はじめに

近年、建設業界のあらゆる分野において技術革新の波が押し寄せているが、写真測量においても、アナログ化からデジタル化への流れが急速に進行している。つまり、これまでの写真フィルムと同レベルの解像度を有するデジタルカメラの出現やパーソナルコンピュータの高性能化により、デジタル処理による3次元計測への動きは急激に加速されているといえよう。

しかしながら、これまではデジタルデータの利点を生かした情報管理手法の利用や、造成工事での出来形計測など土木現場の施工管理分野での実施例はほとんどなされてこなかった。

本報告は、株式会社熊谷組とアジア航測株式会社とが土工事現場で利用することを念頭に共同で開発したデジタルカメラ3次元計測システムについて、1) システム概要、2) 施工現場における導入事例等を中心に報告する。

2. システム概要

システムの基本的な開発コンセプトは、1) 専門知識を必要としない、2) 現場のパソコンで処理する、3) 土工量管理に適した地形データの測定ができる、の3点である。つまり、写真を用いた従来の計測システムでは、写真測量・画像処理の専門知識を有する熟練者でしか操作できなかったが、解析の自動化や操作性を向上させ、現場の土木技術者が利用できるシステムとした。また、特別な設備投資の必要がなく現場事務所で解析作業が行えるよう汎用パソコンを用いることとした。更に、地形モデルの精度を高めるためには、多くの地形の変化点情報が必要になるが、特に正確性が要求されるのり尻・のり肩などのブレークライン情報の取得には必要最少限の手動操作で、それ以外の面的に多量なデータの解析は自動計算で行うなど合理的なシステムとした。

図1は、システムのハードウェア構成であるが、原則的にはデジタルカメラ、パーソナルコンピュータ及び補助記憶装置の3点から構成され、必要に応じて、3次元立体視装置、スキャナー、プリンター等を追加利用する。使用するデジタルカメラは、計測目的に合わせて選択することができ、高解像度から中程度解像度まで多種多様なデジタルカメラに対応できる。

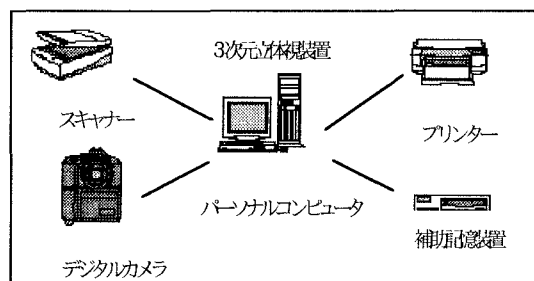


図1 ハードウェア構成図

本システムは主に次の3つのモジュールから構成されている。

1) 撮影計画支援アプリケーション、2) 標定解析アプリケーション、3) 3次元計測アプリケーション、

1) の撮影計画支援アプリケーションは、施工現場では、地上から手持ちによる写真撮影が中心となることから、できる限り効率的な写真撮影が行えるよう事前に撮影イメージをシミュレーションし、実際の現場での撮影を手戻りなく最小枚数で撮影できる事を支援するものである。

キーワード：計測システム、工程管理

連絡先：※住所〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 tel03-3235-8647 fax03-3266-8525

2) の標定解析では、通常の相互・対地標定、カメラキャリブレーション付きバンドル調整をサポートし、標定における近似値に対して制限値を設定することにより、標定解析を誤りなく効率的に行えるシステムとした。

3) 3次元計測アプリケーションでは、出来形を正確に把握するためには3次元データを細かく収集するよりは、地形の変化点を把握しその箇所の3次元データを収集する事の方がより重要であることから、「画像スケッチ入力によるストリング計測法」をメインとし、「画像上に格子を自動発生させ計測する方法」と組み合わせて利用できるようにした。

3. 施工現場における導入事例

今回システムを適用した造成工事現場にて、デジタルカメラによる出来高土量を計算し、従来のトータルステーション測量による方法と比較した。現場での撮影画像を図2に示すが、撮影は対象とした掘削範囲に対して現況撮影時は3方向、最終出来形撮影時は1方向から行った。これらの撮影画像データを標定解析することにより、出来高土量算出に必要な計測点の3次元座標値（国家座標）を求めた。この座標値を当社の「土工量管理システム」に取り込み、点高法にて出来高土量を算出した。また、同じ検討範囲にて従来のトータルステーション測量の計測結果による土量も算出し、表1にこれらと比較した結果を示す。トータルステーション測量との差は僅か1.3%でありデジタルカメラを用いた計測は十分実用的であると判断できる。

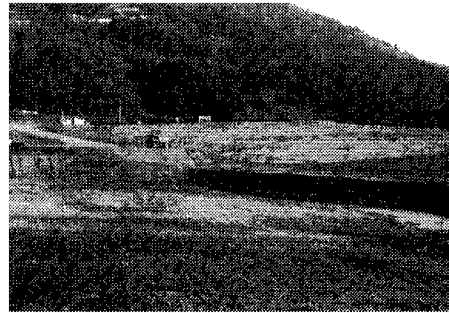


図2 撮影画像（最終出来形撮影時）

表1 出来高土量の比較結果

	デジタルカメラ	トータルステーション測量	比率(デジタル/トータルステーション)
出来高土量 (m ³)	76,495	77,524	0.987

4. まとめ

上記に示すように、デジタルカメラと従来のトータルステーション測量の計測結果を用いた出来高土量を比較することより、本システムが施工現場での出来形計測に充分利用できることが確認できた。しかし、システムの操作性及び必要な機能に関しては、まだ改善すべき点が多いといえる。今後は、施工規模や地形状況が異なる数多くの現場で、実作業担当者が実際にシステムを利用し、その経験の中からシステムの改良を行うことが必要である。

また、今後データが供給される予定の高精細衛星画像がいろいろな分野で利用されることにより、デジタル計測の必要性がより注目されと考えられ、本システムが出来形計測以外の分野でも利用できるよう一般的なシステムとして普及展開を進めていく予定です。

最後に、実現場での精度検証の場を提供して下さり多大なご協力を頂いた「水無川1号砂防ダム上流除石（その1）工事」関係者の皆様に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) デジタルスチルカメラを使った出来形測量システム、NIKKEI CONSTRUCTION, 6, 1993, pp. 26-28
- 2) 内田修、嶋本孝平：精密自動3次元計測システム(AUTO-3D)、土木学会第45回年次学術講演会、9, 1990
- 3) 宇野定雄、内田修：デジタルカメラを利用した計情報管理システムの利用例、土木学会第52回年次学術講演会、9, 1997