

VI-50

## 造成工事におけるデジタルスチルカメラを用いた出来形測量

三井建設鋳技術研究所 掛橋孝夫  
三井建設鋳技術研究所 桜井 浩  
東京理科大学土木工学科 大林成行  
三井建設鋳東京土木支店 角谷信雄

### 1. はじめに

当社ではすでに昨年度の学術講演会にて報告したとおり、対象物に対してデジタルスチルカメラを用いてステレオ写真を撮影することによって、容易かつすみやかにその3次元情報を算出できるシステムを構築している。現在、造成工事におけるさまざまな出来形測量作業に試験的に導入し評価・検証を行っており、これら一連の適用検討作業を通じて、作業をほぼルーチンワーク化できたとともに、利用にあたってのさまざまなノウハウも整理できてきたのでここに報告する次第である。

### 2. デジタルカメラを用いた出来形測量のながれ

現在までの多くの現場適用を通じて、デジタルスチルカメラを用いた出来形測量作業について、測量担当の職員が実際に行う作業ステップはおおむね次のようにルーチンワーク化できた。

ステップ1) 現地において撮影エリア内に基準マークを少なくとも3点以上設置し、座標値を測量する。

ステップ2) カメラにて左右2ヶ所から撮影を行う。このとき、撮影対象に対して画像上で陰となる部分がないよう撮影位置を心がける必要があり、後述するように対象物の内容に応じて適切な撮影プラットフォームを用意する。

ステップ3) ステレオ画像が記録されたICメモ리카ードを現場より持ち帰り、解析写真測量システムが用意されたEWSに挿入する。

ステップ4) 解析処理システムの指示にしたがって左右の画像について基準点（左右で同一点と見なすことができ、しかも座標値が既知である点）とパスポイント（同一点と見なすことができる点）を選定する。

ステップ5) 3次元座標値を計算させたい範囲を画面上でマウスを用いて、さらに計算させたいメッシュの大きさを数値入力する。以上により解析写真測量システムは指示された範囲内について座標計算を行い、結果を3次元座標ファイルとして出力し処理を終了する。

ステップ6) このデータファイルを別途、パーソナルコンピュータ等に用意されている土量計算システムに入力し、通常の測量作業と同様に必要な土量計算を行う。

### 3. 出来形測量作業上の工夫点

#### (1) 基準点の設置方法

解析にあたっては、あらかじめ左右の画像内に少なくとも3点以上の座標がわかっている同一点、すなわち基準点が必要である。通常はステップ1の作業にて対応するが、例えば長大法面や崩落崖等で基準マークの設置に危険が伴うような場合には難しい。そこで、このような場合には次のような方法を用いている。

①基準マークを設置せずに対象面について写真撮影を行う。

②その場で撮影された画像を携帯モニターにて再生する（デジタルカメラではこのようなことがきわめて簡単にできる）

③画像内であきらかに視認できる目標物を3点以上選定する。

④この目標物に対して、プリズムが不要な測距測角測量機にて座標測量を行う。

なお、測量機自身の位置座標についてはあらかじめ測量点に据えるか、あるいは近くに適当な測量網がない場合にはGPSによって計測するといった方法をとっている。

#### (2) 撮影プラットフォームの検討

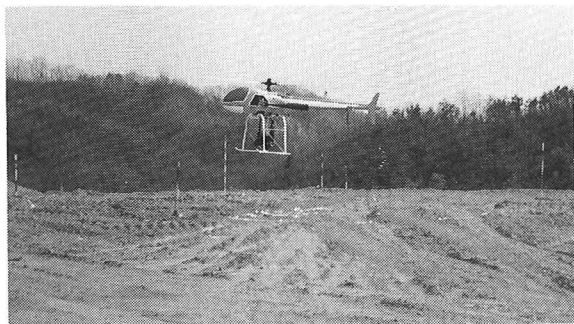


写真-1 ラジコンヘリによる空撮状況



写真-2 空撮によるデジタル画像



写真-3 法面測量への適用状況

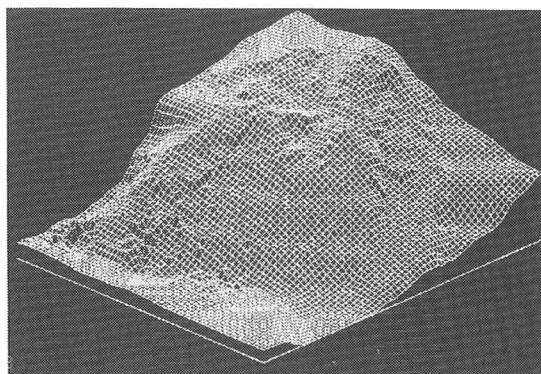


図-1 法面測量への適用結果出力

対象物に対しての最適な撮影方向は対象地形に対して直角（法線）方向となる。したがって宅地造成やゴルフ場造成のように平面的に大きく広がりをもつ場合には鉛直写真が適当であり、職員が地上からカメラを持って撮影を行っても誤差が大きくなり易い。そこでこのような場合にはカメラをラジオコントロールされたヘリコプターに搭載して上空から撮影するといった方法を採用している（写真-1、2）。ラジコンヘリコプターを利用することで安価に、しかも複雑な手続き等もなく容易に対象地形の鉛直写真が入手できる。

一方、法面などの斜面についても対象地形に対して斜め上方から撮影できることが望ましく、この場合には高所作業車等を利用して撮影を行うこともできる。

### （3）高範囲な撮影対象への対処方法

求められ精度を確保する上でどうしても1枚の画像におさまらない場合には、対象地形をいくつかの部分に分割しそれぞれをステレオ写真で撮影する。3次元情報が算出できた時点で一つに重ね合わせてデジタル地形マップとする。ただし、この場合にはそれぞれに基準マークを設置し、かつこれらの位置座標を同一の座標系で測定しておく必要がある。このような場合にも作業を効率化するためにGPSを利用している。

### 4. 適用事例

写真-3は崩壊法面に対する施工計画の検討にあたって、現地地形をデジタルスチルカメラを用いて測量した適用例である。法面が複雑に変形しているため、精度向上を目指して法面を3分割しそれぞれについて高所作業車で斜め上方より撮影し、得られた3次元情報（図-1）をもとに土量計算を行った。

### 5. おわりに

デジタルスチルカメラを用いた出来形測量はようやく作業としてその流れをルーチンワーク化できたところであり、これからは、最も精度が良くなる撮影位置や条件、あるいは必要精度に応じた処理内容（メッシュの大きさ等）など、利用上のインフォメーションをさらに多くの実験を通じて整理、提供する必要がある。