

土工管理のシステム化における 航空写真測量の応用について

(株)奥村組 正会員 ○長谷川 浩, 北角 哲
関西航測(株) 小坂 敏雄, 船野 三男

1. まえがき

造成工事において土工事出来高測量の業務は施工管理上もっとも重要な業務であるが、この業務には多大の時間と労力が必要である。また、工事の大規模化、施工機械の大型化により一日の施工量が増大しており造成面積の増加が、測量時間を増大させ土量把握を遅らせている。したがって、この業務の省力化とスピードアップは非常に重要なテーマである。一方、精度面では土量変化率の不正確さと上記一日あたりの施工高の増大から、測量により得られた出来高土量と実際の土量との間で大きな誤差を生じ、土工計画の再検討をあいまいなものとする危険が指摘されている。

これらの諸問題を解決するために、一般に航空写真測量が用いられているが、処理スピード、精度ともに問題がある。最近、従来のアナログ図化機にかわりコンピュータ・システムを取り入れた解析図化機が開発され、航空測量会社を中心に導入が進められているので、この図化機と現場に設置したパソコンを用いた土工事管理システム確立の研究を行なった。本稿ではそのケース・スタディについて紹介する。

2. 土地造成システムにおける航空測量の位置づけ

(1) 土地造成システムと地形情報

システムの概念およびその中における地形情報の役割は図-1に示す通り整理される。

造成工事の計画段階ではコンター情報によって計画が立案され、施工段階では伐採後に再測量を行なってからメッシュ・データを用いて施工土量が決定され施工管理に供されることになる。

本システムでは解析図化機を用いればコンター、メッシュともデジタル・データとして簡単に素早く精度よく得られる点に着目し、これにコンピュータ・システムを合理的に結合させたものである。

従来はコンター情報は
施工中に用いられることが

システム名	情 報		情報化の手段
土地造成計画 援助システム	企 画 ↓ 設 計 ↓	地形データ (概略地形図) 地形データ (コンター図)	ディジタイザー (既存 の地形図) 図面自動 読取りシステム 航空写真測量
土工事 管理システム	施 工 ↓	設計 再測量データ 出来高データ	航空写真測量 地上測量
建築企画設計 援助システム	供 用	確定測量データ	地上測量

図-1 土地造成システムと地形情報

なかったが、解析図化機を利用しメッシュ・データあるいはランダム・データから容易に得られること、またパソコンによる透視図の作成が比較的容易なことなどから、施工情報の把握に効率的であると考ええる。またこの情報は施工後の住宅建設におけるパース作成にも用いることができる。

(2) 土工事管理システムと航空測量

土工事管理システムの概念は図-2に示す通りである。

このシステムは大規模造成を想定したものであるが小規模造成では地上測量と現場サブシステムだけの使用も可能である。また大規模造成においても施工途中で施工面積の大小に応じて適宜、航空測量データを地上測量によって修正してゆく方法も可能である。

現場での施工への迅速な対応にはパソコンを用いた

現場サブシステムが、一方、運土計画の計算や種々のプロット図の作成のためには汎用コンピュータによる造成計画サブシステムが必要となる。したがって、図-2に示すようなサブシステムの構成とした。

土工事管理を航空測量とともにシステム化することにより次の点において改善を図ることが可能になる。

- ・航空測量によって測量時間の短縮と測量精度の向上を図る。
 - ・航空測量データをコンピューター処理することによって処理時間の短縮と計算結果の信頼性を向上させる。
 - ・データをその他の処理プログラムで使用することで土工事管理以外の処理にも利用できる（例えば施工途中で運土計画を再計画する）。
 - ・従来のメッシュ・データ以外にコンター・データを容易に作成することができる。これは施工管理の有効な判断資料となる。
 - ・航空写真を画像データとして処理することで地質や環境情報を得ることができる。
- なお、解析図化機からのデータを構造物の出来高把握に利用することも研究中である。

3. 土工事管理における写真測量の利用

(1) 解析図化機について

解析図化機および今回のケース・スタディーに用いたシステムの概要を表-1に示す。

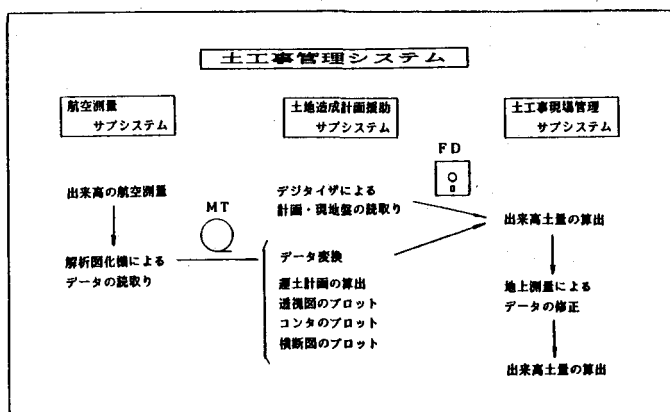


図-2 土工事管理システム

この図化機は任意の傾きの写真からでもデータを読むことが可能であるので航空測量だけでなく地上からの写真により施工管理用のデータを作成することも考えている。

表-1 システムの概要

使用システム	種 類	名 称	仕 様
航空測量	解析図化機	ウィルド社製 アビオリットBC-2	測定精度 $\pm 2\mu$ 描画機300mm/sec DG/30コンピュータ メモリ512KB ソフトウェア (空中三角測量, コンタ補間ほか)
造成計画援助	汎用コンピュータ	IBM4341	メモリ12MB ソフトウェア (GAS)
	グラフィックCRT	テクトロニクス618	ストレージ型19インチ分解能4096×3072
	ペンプロッタ	第二精工舎 XP-3100	作図領域1200mm×900mm
	座標読取装置	スマグラフ社製 デジタイザ	最小読取単位0.1mm 入力領域 1200mm×950mm
現場土工事管理	パソコン	IBM5550	メモリ512KB ハードディスク10MB

(2) 適用例

① メッシュ法による管理

約40haの現場で航空測量を実施した。20mメッシュで1800点(900m×800mの矩型エリア)のデータを得るため、写真撮影に1日、解析図化機でデータを読み取るのに2日を要した。これに比較して地上測量では6日要している。この内訳は外業に2日、内業に4日である。また外業の際には施工の中断が必要になっている。したがって、航空測量では約半分の日数で測定が可能であり、かつ施工を中断する必要がない利点がある。解析図化機を用いた場合は高さの測定は人手によるものの、ポイントの移動は自動的におこなわれ、読み取ったデータは自動的にMTに記録される。したがって、地上測量の場合では起こりうる転記ミスが発生しない。仮に高さの測定でエラーが発生した場合でも座標精度が正確で同じ写真を二度読みすることが簡単にできるため、この操作によってこのエラーを排除することが可能になる点で優れていることがわかった。

② 横断法による管理

約20haの現場で航空測量を実施し現在、解析中である。解析図化機ではその利点の一つでもあるが、まえもってX、Yの増分を設定しておくことで標点を観測中に自動的に移動させることにしている。一方、地表測量の横断法では勾配の変化点を測定するのが一般的である。したがって解析図化機により地表測量と同様の測定すなわち、変化点をおさえる方法として、20mメッシュで測定し山谷の情報をブレーキラインとしてランダム点で補間しコンタより変化点を求めた。したがって地上測量と比較すれば誤差が大きくなる傾向にあった。

(3) 誤差の検討

メッシュ法のデータについて、航空測量データを二度読みすることで、誤差の検討を行った。測量対象1800ポイント中、960ポイントの造成にかかるデータについての比較では撮影高度820mで撮影縮尺1/5350(焦点15.3cm)の場合は図-3に示すように平均-6.38cm, 最大40cm, 最小-25cmであった。誤差 ± 20 cmに約97.6%のデータが入っており、実用上十分な精度と考えられる。

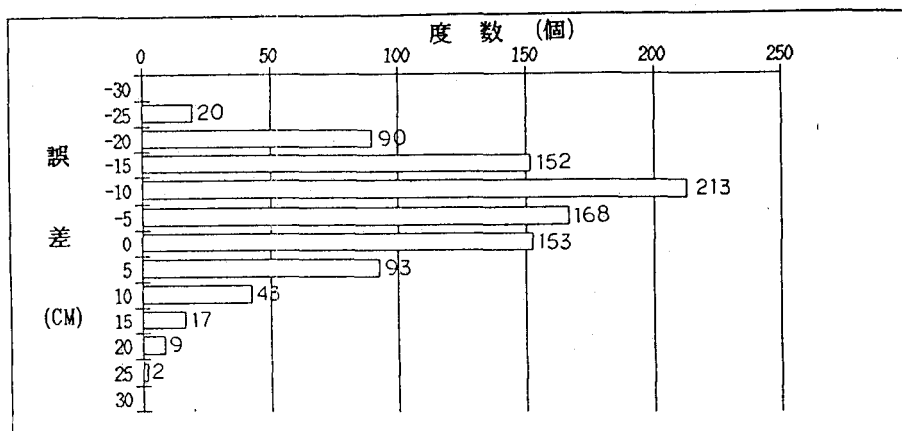


図-3 航空測量データの読取り誤差

同じデータを用いた地上測量との施工残数量の比較は

(航空測量による土量/地上測量による土量)

・切土量の場合 $416.500 \text{ m}^3 / 409.200 \text{ m}^3 = 101.78\%$

・盛土量の場合 $1.122.137 \text{ m}^3 / 1.119.928 \text{ m}^3 = 100.20\%$

したがって、実測との比較においても実用上十分な精度であると考えられる。

(4) 管理手法について

土工事管理にはメッシュ法、横断法の二つが用いられている。造成のシステム化においてはメッシュ法のデータ構造がよりコンピュータ処理に向いている。

また、横断法で管理している現場からは横断法がより精度が上がるのではとの指摘があった。しかし、横断方向だけ精度を上げてその横断の間隔が横断方向のデータの間隔よりひろければ、その間の土量の変化を捕捉できない。したがって、必要かつ十分な精度で土量を計算するにはX、Y方向に等間隔なメッシュ法の方が良いと思われる。

4. あとがき

解析図化機の有効性については十分確認することができた。また、従来は地上測量による管理を行っていたため、精度、期間、費用などの点から20mメッシュでしか管理されていないが、航空測量を用いれば10m、5mで管理することにより土量を捕捉する精度を上げることが可能である。

また今後の課題としては次の3点が考えられる。

- 1) 造成面積を考慮した地上測量と航空測量との費用比較
- 2) 大規模メッシュデータの処理に関する工夫や余掘、余盛等を考慮した管理ソフトウェアの拡充
- 3) 構造物の出来高処理への航空写真の利用と現場で簡単に操作できる画像データ処理プログラムの開発