

大型造成工事における測量業務のシステム化

フジタ工業株式会社 関東支店土木工事部

原 英行

山田敬三（正員）

内藤治樹

小池行夫

○ 木田平八

1. はじめに

造成工事における測量業務は、施工精度や出来形管理上もっとも重要な基本的業務であり、工事期間を通じて多くの時間と労力を要している実情である。

近年、建設工事の合理化を目指して電算機を利用した工事管理業務の省力化が種々の形で進められ、成果を得ていることは周知のとおりであるが、本稿では、大規模宅地造成工事における測量管理業務のシステム化のうち、パーソナルコンピュータと測量機器の組み合わせによる土工事出来高管理システムについて紹介する。

2. 測量システムの概要

工事施工管理システムとしての測量システムの構成は図-1の通りである。

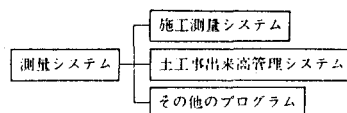


図-1 測量システムの構成

(1) 施工測量システム

施工測量の作業において、エレクトロ・タキオメータを使用するとともに測量のためのデータの登録、整理をパーソナルコンピュータによって処理するものである。

(2) 土工事出来高管理システム

出来高測量を、エレクトロ・タキオメータを使ったランダム測量により行ない、地形データから断面図作成、出来高土量の算出をパーソナルコンピュータで一貫処理するものである。

(3) その他のプログラム

測量業務に伴う座標変換、各種測量計算、距離・面積計算などをパーソナルコンピュータおよび座標読取装置を使って処理するプログラム・ライブラリーである。

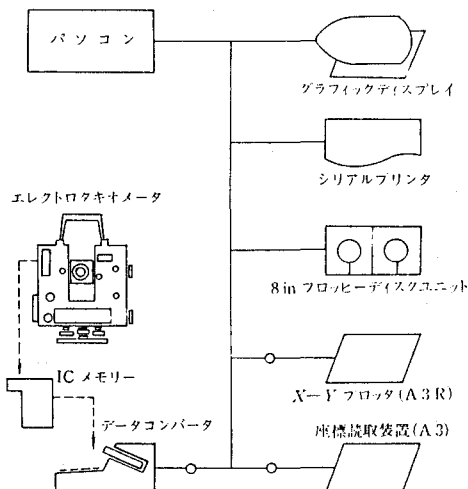


図-2 機器構成

3. 導入機器の構成・仕様

導入したタキオメータ、パーソナルコンピュータおよび周辺機器の構成を図-2に、それぞれの仕様を表-1、表-2に示す。

表-1 導入機器の仕様

機 器	品 名	備 考
パーソナルコンピュータ	NEC PC 9801	128 KB, 漢字 ROM 付
グラフィックディスプレイ	NEC PC 8853	14 in 高解像度 ディスプレイ
シリアルプリンタ	NEC MN 9200	15 in 日本語 シリアルプリンタ
フロッピーディスク	NEC PC 9881	8 in フロッピーディスク, 2ドライブ, 2 MB
X-Y プ ロ ッ タ	岩通 DPL 2321	1,000 mm×270 mm ロール式 (A3判) 水性ボールペン×3本
座 標 読 取 装 置	武蔵 Bit PAD-ONE	有効範囲 11"×11", 分解能 0.1 mm

表-2 エレクトロ・タキオメータ Elta 2 の仕様
(カールツァイス製 光波式測距測角機)

測 距 機 能	1 素子反射プリズムで 2,000 m (±5 mm+2 ppm) 9 素子 " 4,000 m (±5 mm+2 ppm)
測 角 機 能	電子式マイクロメータにより水平角、天頂角とも精度 ±0.6"
測量プログラム	水平・垂直距離への換算、座標計算・各種補正、トラッキング機能あり
メモリー機能	測定データおよびコンピュータからのデータをメモリーカセットに記憶可能
仕 様	望遠鏡：測角、測距同軸、倍率 30 倍、正像、最短合焦距離 2.5 m 測距部：表示 9 桁、測定時間 5 秒 電 源：バッテリー内蔵 (約 500 点測定可)、NiCd 単 2×6 本、充電時間 12 時間 重 量：13.5 kg

4. 土工事出来高管理システム

造成工事にともなう大規模土工においては、土が持つ不確定性により当初の土量計画の変更を余儀なくされることが多く、そのため出来高土量と土量変化率をタイムリーに把握し、残工事土量を確認しながら効果的に計画を修正することが施工管理上重要と考えられる。

従来、造成工事のように平面的な広がりをもったケースの大土工の出来高測定は、トランシット等による断面測量あるいは航空測量等の実測による方法、及び施工機械の施工能力と稼働時間からの推定による方法で行なわれている。前者の2方法は測量と計算作業の時間及び費用がかかりすぎ、後者は精度の上で問題があった。

今回このような難点を解消し、短期間でしかもコストの低減が図れ、的確な土工量を把握できるシステムを開発しその有用性を確認する事ができた。

このシステムは、図-3 に示すものである。

図中において、②が現地測量業務、①及び③-⑤は事務所における計算、集計、図面作成であり、測量データは機械的に転送されている。これらの作業を従来方法と対比すると表-3 となる。以下、システムフロー(図-3)に従って各ステップの説明をする。

(1) 基準点のタキオメータへの登録

測量作業の準備として「基準点管理プログラム」によりパーソナルコンピュータに登録されている基準点座標(X,Y,Z)をデータ・コンバータを使ってタキオメータのICメモリーに記憶させ、測量時に利用する。

(2) 出来高測量の方法

出来高測量の方法は、ある範囲の地形をデジタルな地形データとして収集し、土量を算定することであるが、次の点を考慮することが必要である。

イ) 地形データを短期間に能率的に収集できること。

ロ) できるかぎり少ない測点により所要の精度を保って地形が近似できること。

ハ) 求める点の内挿計算時間が短いこと。

以上の点を考慮して今回の測量はエレクトロ・タキオメータを使ったランダム測量の方法(図-4参照)を採用した。

(3) 測量データの取込み

測量されたデータは、約 200点の記憶能力を持つ

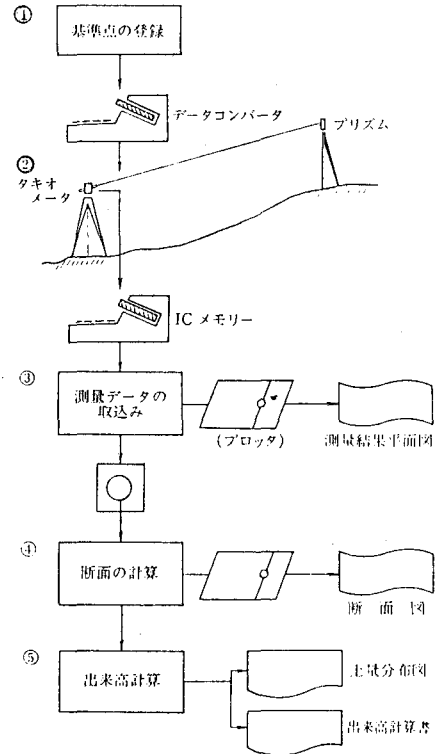
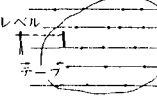
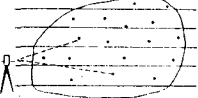


図-3 出来高測量システムのフロー

表-3 出来高測量業務の従来法との比較

	従来方法	タキオメータおよびマイコンによる方法
測量業務	 トランシットで視準し、レベルにて標尺を読むとともにテープで距離を測る。	 タキオメータを使ってランダム測量を行い、データを (x,y,z) 形式でICメモリーに記録する。
データ整理	- 野帳に記入 - データを断面図作成のため整理	- ICメモリーに自動記憶 - ICメモリーからマイコンに自動登録
断面図	当初または前回断面図に今回の断面をプロット	断面を最小自乗法により計算し、プロットにより自動製図
断面計算	- プランメータにより各断面ごとに切上/盛土別に面積を集計 - 今月出来高、残土量、土質別を分類して拾う場合は上記作業を繰返す。	マイコンによる自動計算
土量管理表	手計算で土量計算書を作成	土量計算書として下記のものを自動作成する。 ①今月の出来高(土質別)、②残工事数量、③仕上り出来高、④土量出来高推移表、⑤土量分布図

ICメモリーに記憶されパソコンへ自動登録される。

半日で約400点のデータを収集でき、その都度データを取込むとともに測量結果を平面図として図化(図-8参照)し、測量範囲、密度のチェックをした。

(4) 断面の計算

出来高測量の目的は施工土量の把握にある。この目的からすると土量はきめ細かな測量データの単純な平均からも算出可能であるが、現場の施工管理上では計算される数量とともに施工状況をチェックできる図表が必要である。このためには従来の方法との関連から断面図の利用が適当と思われた。

ランダムな測量データから断面を算出するには

イ) 三角形群(三角網)方式

ロ) 多項式による内挿方式

等があるが、今回は2次多項式による内挿方式を採用した。この解法問題は、メッシュ点を中心に半径Rの円内にある測量データからメッシュ点の標高を最小二乗法によって算定する問題に置き換えられる(図-5参照)。

この内挿処理を測量範囲に含まれる全てのメッシュ点に対して行なうとともに、求める断面上の近傍点も断面構成点として採用することにより該当範囲内の断面が得られ、更にこの断面と前回断面とを合成することにより目的の出来形断面が完成する(図-6)。このようにして得られた断面を当初、前回、計画断面と重ね合わせてプロッターで図化したものが図-7である

(5) 土量の計算

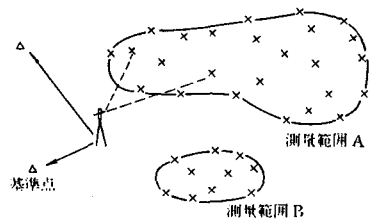
土量計算は、断面データをメッシュ・データに変換しメッシュ法を用いて計算を実行するとともに土量分布図(図-9、10参照)を作成した。

5. システムの運用

このシステムを用いて、小川町太陽台造成工事において土工事出来高管理を行なった。その概要について以下に述べる。

本工事は埼玉県小川町の北面に位置する丘陵地帯の一角に、開発総面積65万m²に及ぶ岩掘削を含む切盛土工を主体とする大規模宅地造成工事である。

土工事出来高測量は1ヶ月毎に実施し、約20万-50万m³/月の切盛土工量の管理をおこなった。測量は測量士1名、手元(ミラーマン)3名のチームで1回の範囲約50万m²を5-7日で3,000-4,500点を観測した。従来の方法と比較すると測量作業が大幅に単純化・スピードアップされ、さらに事務所での図面化、面積拾い、集計作業等が一貫処理されるため、転記、計算ミスがなくなったことが効果として上げられ、総合して大きな省力化となった。このように、工事の進捗に伴う出来高土量と土量変化率等の把握によりきめ細かい土工事の管理が可能となると同時に協力業者の支払い等のデータとして原価管理上も有効であった。



(測量の順序)

- ① タキオメータを測量範囲を見わたせる位置にセットする。
 - ② 既知の2点(基準点)を後視して機械点を定める。
 - ③ 今回測量する範囲の必要点にプリズムをセットし、視準する。
——ランダム測量
 - ④ 測定結果を座標形式(x, y, z)でICメモリーに記憶させる。
- (注) 測量の密度はメッシュ(20m×20m)に2点以上測量点を確保する。

図-4 ランダム測量の方法

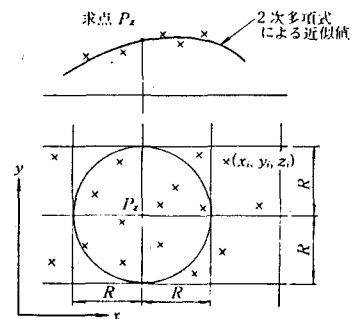


図-5 メッシュ点Pの高さ(標高)の計算

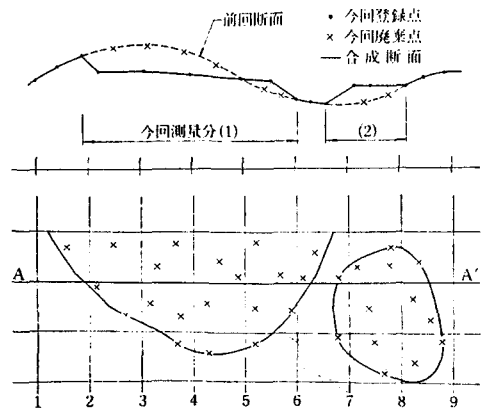


図-6 断面の合成

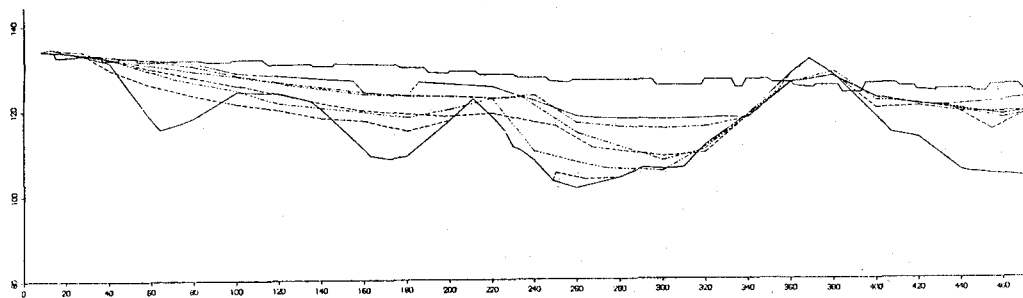


图-7 出来高断面图

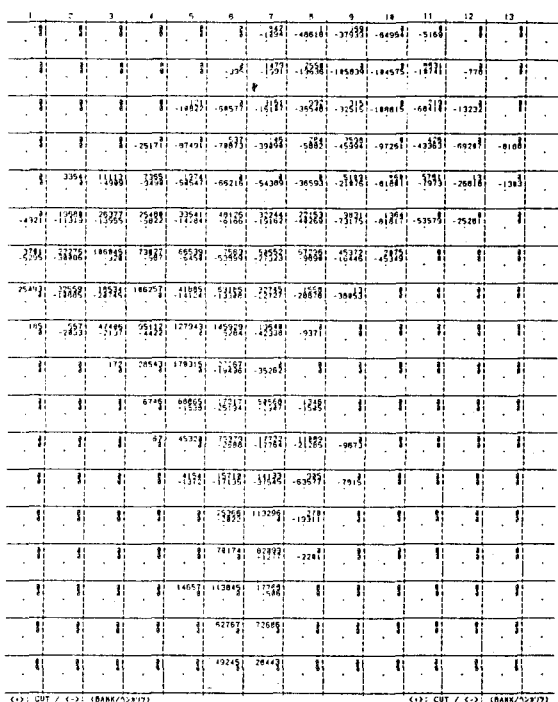


图-9 土量分布图

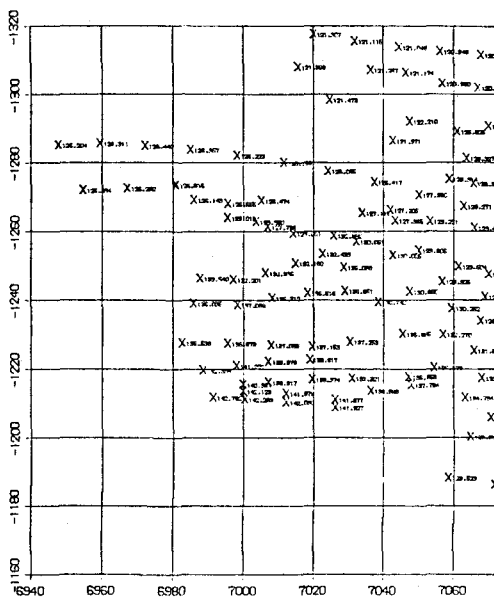


圖-8 測量結果平面圖

```

1. FILEメイ      : A= 2:M-INITa --->
2. マッシュ      : L= 20 (m) --X= 51.0  Y= 72.0
3. プラット      : L= 80 (m) --Xm= 13.0  Ym= 18.0
4. トリガツ アンカワ : c=1.00
                   : BANK vol / 1.000

```

圖-10 土量計算書

6. おわりに

最近、建設現場へ施工管理の目的をもって電子計算機およびマイコンを搭載した機器が導入され活用されているが、機器の能力・導入費用・ソフトの整備・導入効果の面で問題があるのが実情だと思われる。

本稿における場合も、処理速度の点でパーソナルコンピュータより上位機種が望まれたが、現場のコンピュータの活用目的（その他の日常業務の処理、ワープロ、教育等）と手軽さの上でパーソナルコンピュータを選定した。またエレクトロ・タキオメータは費用の点で高価であるが、一般の測量業務での単体としての利用でそれ以上の効果を發揮している。

今後、プログラムの使い易さを含めて機能の拡張・精度の向上を図りながら適用現場を増やしていきたいと考えている。