

道路土工事の土量管理における 測量自動化システムの適用例

Application of Computerized Survey System
on Soil Quantity Control for Earthwork
of Road Construction Project

東急建設株式会社 山口勝政 時光信孝
服部栄一 ○今井規普
日下仁己 鈴木 茂

By Katsumasa YAMAGUCHI, Nobutaka TOKIMITSU, Eiiti HATTORI,
Norihiro IMAI, Hitomi KUSAKA, and Sigeru SUZUKI

近年の土木工事現場におけるパソコンの利用は急速に広まっており、造成工事や道路土工事の土量管理業務についても、各社ともシステム化を図り大きな効果を上げている。当社においても5年前に「測量自動化システム」を開発し、大型宅地造成工事を中心に数多く利用されてきた。そしてこのたび従来のシステムをもとに、道路土工事の土量管理およびそれに付随する測量業務に対応するシステムを開発し、より実務的なシステムとして現場で活用している。

本論文では、今回開発したシステムの現場での適用事例を中心に、当社の測量自動化システムの概要も併せて紹介するものである。

【キーワード】測量、土量管理、横断測量、光波測量機、遠方測量

1. はじめに

当社では現場のO A化を推進すべく、小型コンピュータの標準機を設定し、業務ソフトと共に全支社店の現場に展開を図っている。今回紹介する測量自動化システムは、昭和59年に現場の創意工夫により開発され、全社に水平展開するシステムとして改良を重ねながら数多くの現場で利用されてきた。

このような状況の中で、道路公団発注の工事を施工している現場より、土量管理およびそれに伴う測量業務をコンピュータを利用して省力化を図りたいという要望があった。しかしながら当システムの適用分野は宅地造成現場のような平面管理（メッシュ法）のものであり、道路土工現場のような横断管理（断面法）には適用できなかった。

そこで今回現場からの依頼を機会に、横断用のシステムを作成すると共に、近年のハード面の進歩に

合わせた形でシステムの再構築を行い、それを現場の土量管理業務に適用し、運用を行ってきた。

今回はこの道路現場での土量管理業務への適用事例を中心に報告を行う。

2. 測量自動化システムの概要

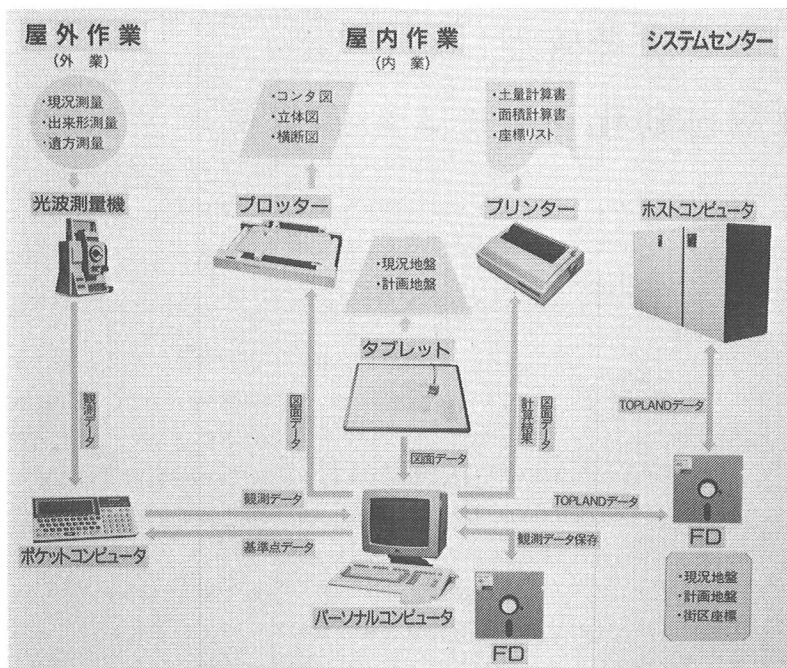
（1）システムの概要

測量自動化システムは、土工事の出来形管理とトンボ出し等の遠方測量業務の高精度化・高能率化のために、光波測量機・ポケコン・パソコンを組み合わせることによって、測量から計算・作図まで、一連の作業を一貫して処理するシステムである。

システム化の目的として下記項目が上げられる。

①測量・計算の各業務で処理自体の迅速化および精度の向上が期待できる。

②測量・計算の業務間で発生するデータの受け渡



図－１ システム構成図

しが、転送機能を用いることで高速化できる。

- ③各業務の作業方法を見直し、作業の流れを情報処理化することでその作業方法を改善し、業務の合理化、簡素化が実現できる。

また、システムは平面管理用（メッシュ法による管理）と横断管理用（断面法による管理）で構成されており、管理方法の違いによって使い分けて使用する。

（２）システムの構成

システムの構成は、図－１に示すハード構成と、図－２に示すソフト構成から成る。

a) ハード構成

・外業

光波測量機（SET4S）一式

ポケットコンピュータ（PC-1600K）

・内業

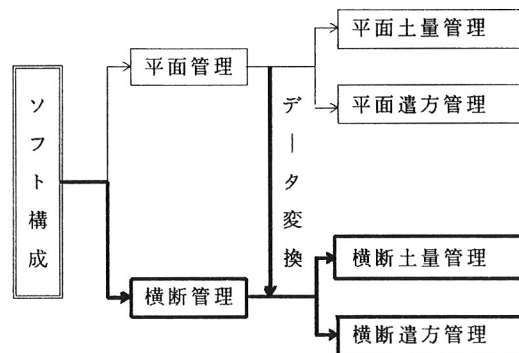
パーソナルコンピュータ（F9450mkII）

タブレット（HD-8103）

b) ソフト構成

ソフトの構成は、先に述べたように平面管理と横断管理に分けられる。

平面管理は、ランダムに測量したデータをメッ



図－２ ソフトの構成

（３）測量自動化システムの機能および特徴

a) 土量管理

工事の現場において光波測量機とポケコンを接続し、ランダムに地盤高を測定し、その結果をポケコンに記憶させる。測量完了後、事務所内に設置した小型コンピュータに観測データを転送し、編集作業を行った後、あらかじめ登録してある現況地盤、計画地盤との間でメッシュ法や断面法により土量計算を行い、その結果を計算書および図面で出力する。

（機能・特徴）

- ①土量計算の観測データと比較対称となる現況・計画地盤は基本的にはタブレットで入力する。

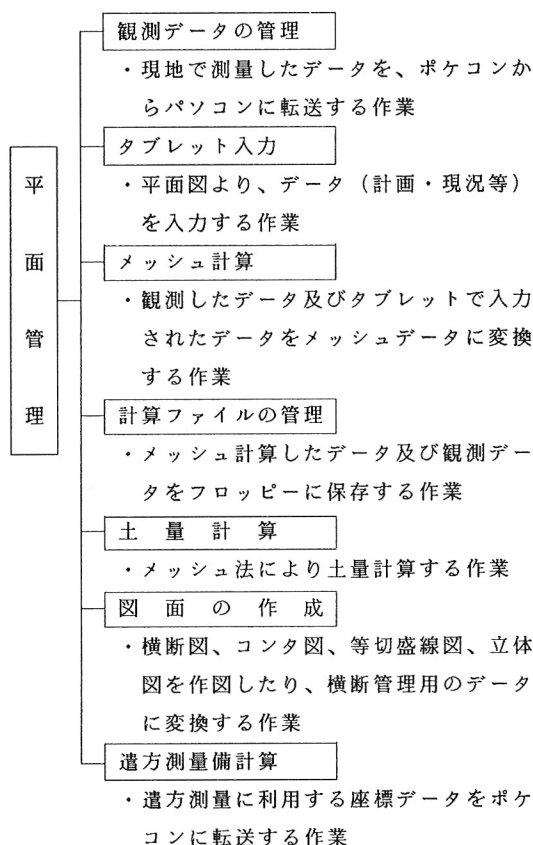


図-3 平面管理の処理体系

また、ホストコンピュータで処理された東急土地造成設計システム（TOPLAND）の現況や計画の地盤データも利用することができる。

- ②機械の設置点は、基準点上に設置しても良いが基準点が2点（測距・測角）または3点（測角のみ）が視準可能であれば任意に設置し測量が可能である。
- ③測量ポイントはランダムでも変化点ごとでも測量が可能である。
- ④10ヘクタール程度の土量算出業務は測量から土量計算まで1～2日程度で可能である。（一日で500ポイント程度可能）

b) 遣方測量

測量に必要なデータは、計画図面上からの位置座標はタブレットで、座標値はキーボードより入力し、その日に必要な点をポケコンに転送する。

外業の遣方測量は、光波測量機と座標デー

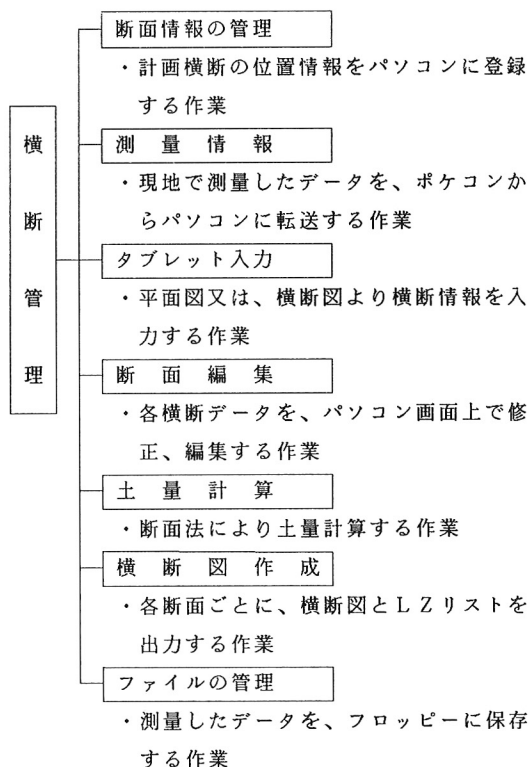


図-4 横断面管理の処理体系

タが格納されているポケコンよりの指示で、測量点をリアルタイムに処理する。

（機能・特徴）

- ①遣方測量データは、数値入力、図形からのタブレット入力のどちらでも可能である。
- ②遣方測量点を画面上で作成・編集する機能があ

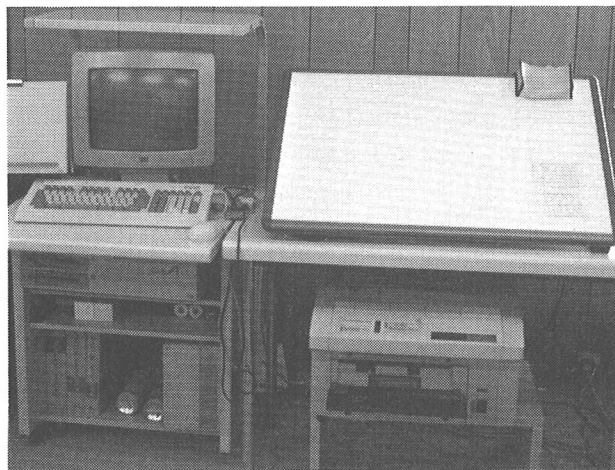


写真-1 パソコン全景

り、簡単に座標値化できる。

- ③位置決め座標計算を自動化し、丁張りやトンボ出し作業が短時間でできる。（一日で200点程度可能）

（４）期待される導入効果

a) 外業

- ・機械点移動の減少

測距可能範囲が広い為、機械点を固定して広範囲の測量ができ、作業時間の大幅な短縮が図れる。

- ・テープ作業の解消

光波測量機の利用によりテープ作業が解消され、測量精度の向上が図れる。

- ・レベルによる作業の解消

測距と同時に高さの測量（レベル作業）もでき、高低差の大きい測量ができる為、作業の省力化が図れる。

- ・測量値の読み取り、記入作業の解消

自動測定、自動データ転送により、読み間違いや記入ミスなどの人為的なミスを防止できる。

- ・遣方測量の省力化

あらかじめ求点座標を登録しておく事により機械点との逆打ち計算をポケコンがしてくれるので、計算時間の短縮が図れる。

- ・測量順序の改善

どこからでも作業ができるので、測量時間の短縮が図れる。

b) 内業

- ・計算作業の自動化

測量点の計算から土量計算までを一貫した自動化処理を行うことにより、作業の短縮、省力化が図れる。

- ・計算書の出力

計算結果は、計算書として出力され、作業の短縮、計算書の見易さなどの省力化が図れる。

- ・図面作成作業の省力化

出来形横断面図は図面およびリ

ストに出力され、提出図面作成作業の短縮、省力化が図れる。

- ・遣方測量の省力化

遣方測量に必要な座標データを、座標値直接入力、図面からタブレットによる入力、キーボードおよびマウスを利用した画面編集による入力ができ、作業の簡易化、作業時間の短縮が図れる。

3. システムの適用事例

（１）工事概要

当工事は、日本道路公団・東京第一建設局発注による横浜横須賀道路（金沢支線）釜利谷工事であり東京湾岸道路の一環として計画され、金沢沖埋め立て地と横浜横須賀道路を結ぶ約4.5kmの内約1.3km区間のジャンクション新設工事である。

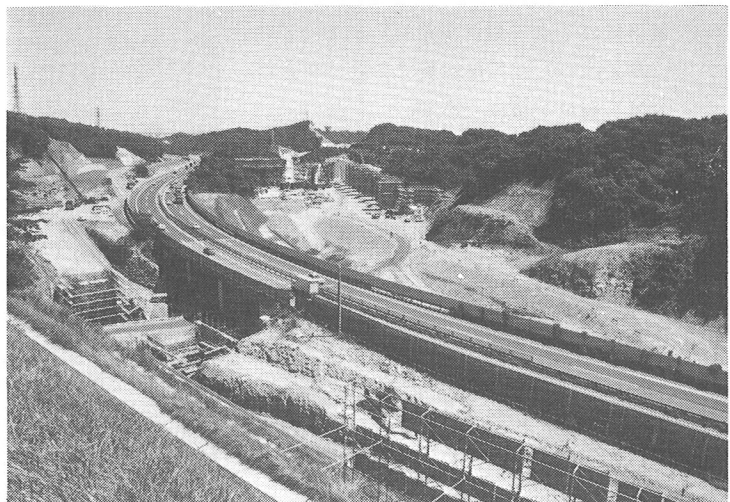
本道路は、臨海部に発生する膨大な交通需要に対し、東京湾岸道路の一部を形成し、又国道16号線の混雑緩和を図り地域の発展に寄与しようとするものである。

将来は、首都圏中央連絡道路と連結し、臨海部と内陸部との流通の円滑化を図り、高速自動車国道網を補充する幹線道路網の一部を構成するものである。

- ・工事件名 横浜横須賀道路釜利谷工事

- ・路線名 一般国道16号

- ・工事場所 横浜市金沢区釜利谷町



写真－2 全景

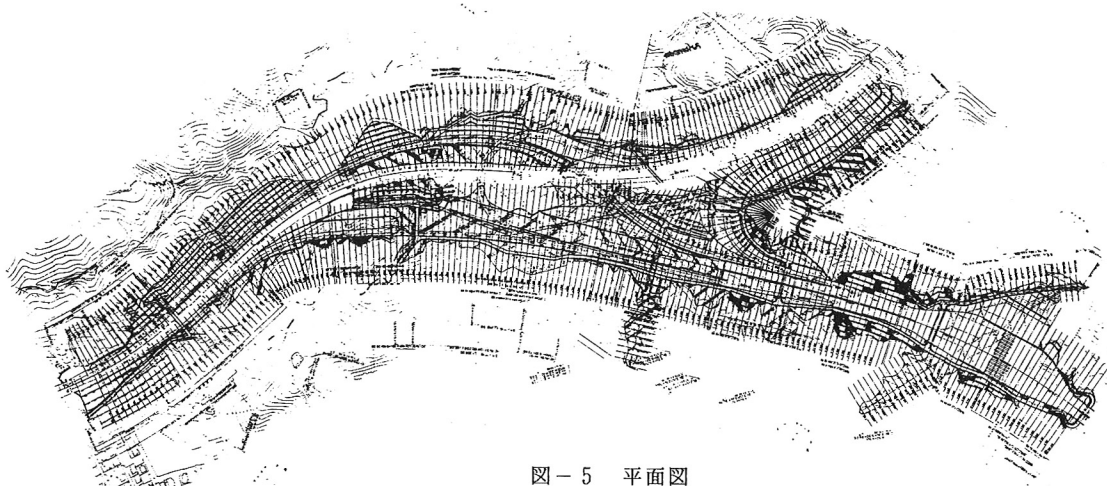


図-5 平面図

・工事延長	総延長	1 2 2 5 m
・工事期間	(自) 昭和 6 2 年 3 月 2 4 日	
	(至) 平成 2 年 1 月 6 日	
・工事数量	道路掘削	949, 000 m ³
	盛土工	144, 000 m ³
	構造物掘削	59, 000 m ³
	法面工	149, 000 m ³
	ボックスカルバート	9 箇所
	長大橋	300 m

(2) 現場における土量管理

a) 土量管理の実状

当現場における土量管理は、主に次の4つに分類される。

- ①発注図面のチェック (現況ライン)
- ②既済部分出来形数量管理
(対公団、3ヶ月毎)
- ③土砂軟岩線検測 (現地実測) による、
土砂、軟岩の変更数量管理 (随時)
- ④業者出来形数量管理 (対業者、毎月)

①の作業においては、照査した結果大きな誤差がない限り採用されるのが通常であり、現地伐採終了後発生する作業である。また、頻度としては、最初の1回で済む作業であり大きな誤差がない限り、チェック業務しか発生しない。

②の作業においては、3ヶ月に1度発生し当現場はジャンクション工事のため、図-5

に示すように、断面が10m間隔に1断面存在し、また本線およびランプが4つの5路線存在するので約400断面の横断土量管理が必要となる。

③の作業においては、土砂軟岩線の検測が、各断面ごとの現地実測確認であり、確認するごとに設計数量の変更があり、常時数量の管理が必要となる。

④の作業においては、②の業務とほぼ同じ作業を、毎月行なう必要があり、膨大な労力を要する。

以上、当現場の土量管理の業務として4つに大別されたが、中でも②と④の土量出来形数量管理は、最も労力を要する作業であり、この作業をいかに効率よく行なうかが当現場のポイントであった。

以降に、土量出来形数量管理について述べる。



写真-3 測量風景 (1)

b) 従来の土量管理の方法

従来の土量管理（出来形数量）の方法をフローで示すと図-6のようになる。

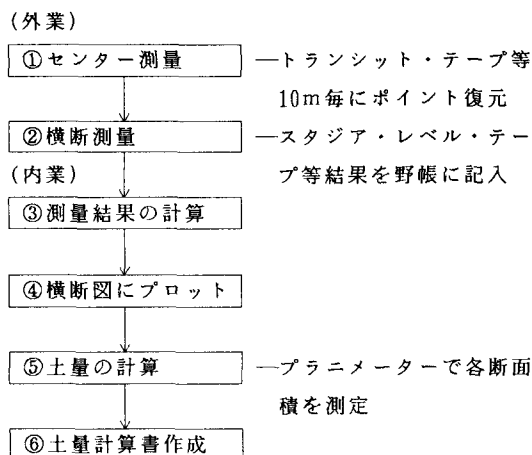


図-6 従来の土量管理フロー

①のセンター測量において、重機土工を施工中の場合には、センター測量でポイントを復元している余裕はなく、重機土工を中断して測量する必要がある。

②の横断測量においても、横断点ごとの機械の設置移動等時間がかかり、①②の作業中は、重機土工を中断せざるを得ないのが大きな弊害である。

また、③～⑥の内業においても、断面数が多いため、労力は言うまでもなく、計算ミス、記入ミス等の発生する率が高くなる。

以上の①～⑥の流れを見ると、従来の方法では、測量業務と計算業務の大きく二つの部分から成り立っていることがわかる。ここで当現場では、この両者の業務を少しでも効率よく行なうべく検討を重ねた。

c) システム利用による土量管理

前述をふまえて、当現場では土量管理（出来形数量）に当システムの利用をはかった。

利用にあたって、日本道路公団では、断面法による横断土量管理なので、当初の測量システムを横断土量管理が可能なシステムに改良を加えた。

システム利用による土量管理（出来形数量）の方法をフローで示すと図-7のようになる。

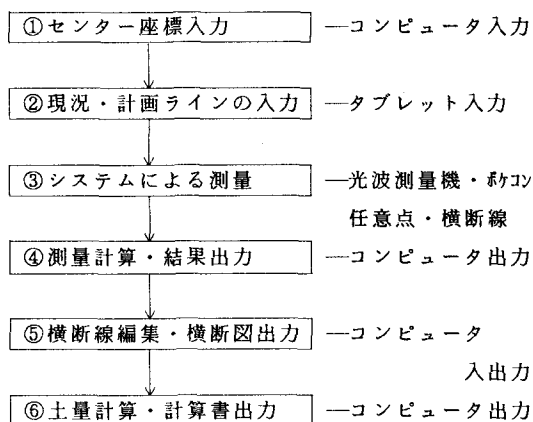


図-7 システム利用による土量管理フロー

システムを利用した場合には、b)における①～③の作業（外業内業）が大巾に短縮され、また、重機土工施工中においても、機械の設置等任意点からの測量が可能であり、センター測量等の必要もない。

また、ポケコンを使用しているため、野帳に読み値を書き込むわずらわしさもない。①のセンター座標の入力、②の現況・計画ラインの入力作業は、事前にコンピュータに入力しておく作業なので、③～⑥までの処理スピードは、b)の場合と比べものにならないほどの違いがある。③のシステムによる測量を行なった結果は、その日のうちに、数量計算や作図まで完了させることができる。

つぎに、当システムの処理手順を示す。

1) 基礎データ入力

道路名（ランプ名）

追加距離

CL座標

幅杭座標（ l を入力する事により自動計算）

断面測定範囲（土量計算巾）

入力時間：1断面1分×400断面≒約1日

断面線の登録

現況線

計画線

軟岩線

タブレット入力

入力時間：1断面5分×400断面≒約5日

2) 出来形測量

平面測量

横断測量

状況にあわせて使い分ける

3) データ編集

データの転送・データのチェック

データ編集

平面測量 (図-8)

横断変換処理 (図-9)

横断測量 (図-10)

横断LZリスト出力

断面編集・作図

測量線編集 (現況・計画線との合成)

横断図出力 (図-11)

土量計算

土量計算

土量計算書出力 (地層別)

処理時間: 2) 及び 3) で 1日 ≒ 50 断面

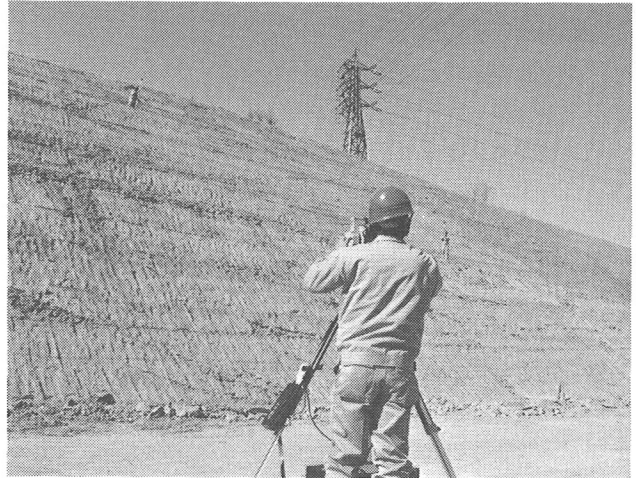


写真-4 測量風景 (2)

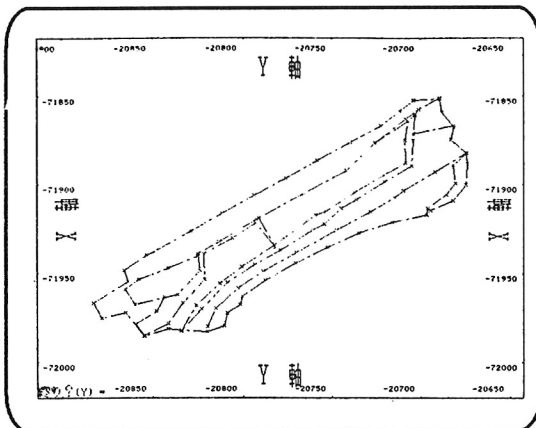


図-8 平面測量成果画面

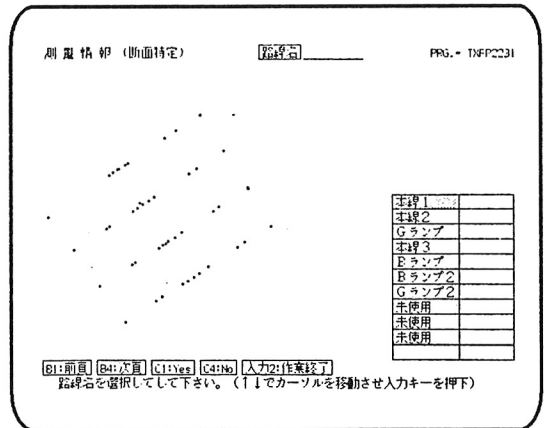


図-10 横断測量成果画面

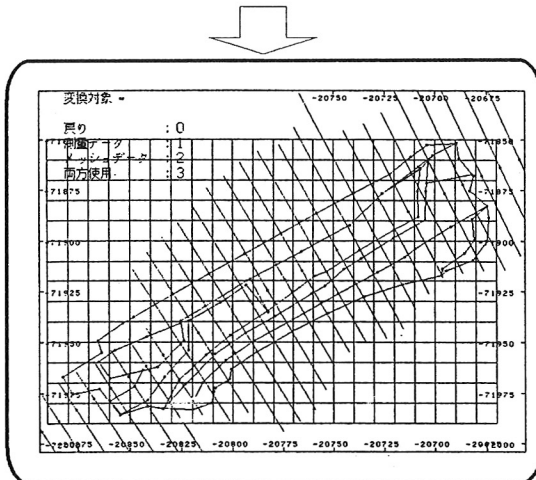


図-9 横断変換処理画面

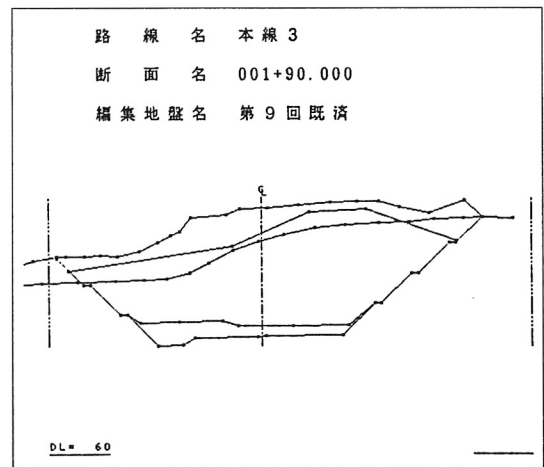


図-11 横断図出力例

(3) システム利用による効果

a) 外業

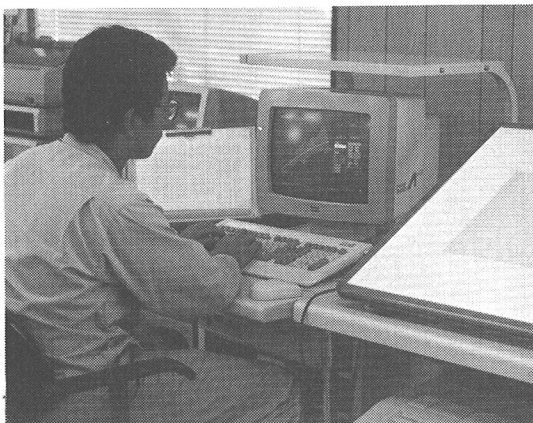
- ・任意点からの測量が可能である。
- ・測量機械等の盛替が極端に少ない。
- ・測量時・重機土工をストップせずすむ。
- ・野帳の記入がないため、読み取りミス記入ミス、計算ミスが発生しない。
- ・出来形測量の際、切りすぎ・盛りすぎ等、施工ラインのチェックがいち早くできる。

b) 内業

- ・計算結果は、計算書としてリスト出力されるため計算業務の省力化が図れる。
- ・計算業務、作図業務のわずらわしさが無い。
- ・出来形横断面図は、図面及びリストに出力され、作図業務の省力化が図れる。
- ・測量後の処理が早い。

(4) システム適用上の問題点および課題

- ・設計図をタブレット入力するため、入力時に誤差が出る。
- ・設計図(B1)が大きいので、現在の入力装置(タブレット A2版)では、1/500程度の縮小版でしか対応できない。
- ・設計図(B1)に対応するには、入力装置(タブレット A0版)の費用が高く、現場費用負担が大きくなる。
- ・現在公団提出用図面が指定されているので、現実には、作図業務には使用できない。(業者出来形には使用可)
- ・測量時、コンピューター処理時の機械的エラーに現場だけでは対応できない。



写真－5 パソコン操作風景

4. 今後の課題

当システムを開発し適用してきた結果、次のような事がシステムの今後の問題としてあげられる。

①運用に当たっては前処理として、大量の断面情報(センター・巾杭座標、現況・計画データ等)を必要とし、その資源環境を作成するのに多大の労力と時間を費やし、システム導入の障害になる恐れがある。

この問題を根本的に解決する案として、設計断面情報を設計段階でデータベース化し、フロッピー等でデータ提供を受けることである。しかし、これは当社だけの問題ではなく、業界全体の問題として考えていかなければならない。

②システムで出力された土量管理用図面が、提出用図面として認められるように働きかけるとともに、手書き図面に近い出力ができるよう、システムの能アップを図っていく必要がある。

③社内での普及を図るためには、PR・教育等を行っていくことは勿論であるが、利用現場側も現場管理者(所長)が積極的にチャレンジするつもりで使用すると同時に、所員の方がコンピュータを利用し易い環境を作ってやる必要がある。

④コンピュータシステムは運用時にトラブルが付きものなので、全国各地に普及した時のメンテナンス体制を整えないと、現場業務に支障をきたす恐れがある。

5. おわりに

今回紹介したシステムは、現場が始まってからの企画であり、現場業務が進行する中での開発・業務適用で、システム的にはまだ改良の余地があるが、それなりに業務の省力化に効果をあげた。

今後は、課題に上げた問題を検討し実施を試みて行かなくてはならないと考えている次第である。

最後に、当システムの開発・改善および運用に多くの方々の協力をえられましたことを深く感謝いたします。