

平板測量図面の計算機図化について

中 辻 隆*・柳 谷 豊**

An Easy Drawing System of Plane Table Surveying Outputs Using Electronic Computers

Takashi NAKATUZI* and Yutaka YANAGIYA**

要 旨

いくつかの区域に分割されて行なわれた平板測量結果を計算機処理により一枚の図面に仕上げるシステムを確立した。このシステムは、測量図面の数字化手法と作図プログラムから成っている。

このシステムの完成により、各図面の結合は計算内で処理されるので、従来のように人間が張り合わせて一枚の図に仕上げる必要がなくなった。

また、この作図プログラムを利用すると、通常の地形図あるいは設計図の拡大、縮小も容易に行なうことが出来る。

Synopsis

We developed an easy drawing system of plane table surveying outputs. This system is characterized as follows

- (1) Digitization of the surveyed outputs.
- (2) Data processing by electronic computers.
- (3) An easy drafting program

This system makes it possible to complete a whole drawing without overlapping the sectionally surveyed outputs by hands.

Furthermore, we can obtain a topographic map in a smaller or larger scale using this drawing system.

1. ま え が き

我々は土木測量結果の図化にあたって以下の問題に直面していた。

- (1) 土木科の測量実習の1つとして、本校の敷地をいくつかの区域に分割して平板測量を行ない、後にそれらを合わせて全体の平面図を作成している。この時、お互いオーバーラップしている部分を慎重に重ね合わせているが、この張り合わせの作業は、平板測量それ自体高い精度を要求しているものではないとはいえ、完成された全体の平面図の精度に大きな問題を残して

いる。

- (2) 従来、地形図などを拡大縮小する時にはパンタグラフを用いて行ない1枚の図面を仕上げるにも多大の労力が必要とされた。また、同じ図面をさらに異なる縮尺にするには再び同量の仕事が要求された。
- (3) 計算機の図化出力装置としてはx-yプロッター、グラフィックディスプレイなど各種装置があるが、普段から図形処理に慣れていない利用者にとってこれらの装置の作図ルーティンをマスターする事はかなりやっかいな事である。

上に述べた問題に対処するため、図面上の図形要素をディジタイザー（座標読取装置）によりデジタル化し計算機処理を行なう処理手法の確立に努めてきた。作成するにあたり、以下の点に留意した。

*助教授 土木工学科

**技 官 同 上

- (1) 図形だけでなく、文字、数字あるいは測図記号などもデジタル化して処理する。
- (2) 分割された図面のつき合わせは計算機内部で行なう。即ち、分割された各図面は全く任意にデジタル化される。
- (3) 各種作図機能をコード化する事により、わずらわしい計算機作図ルーチンの呪縛から解放する。

処理プログラムは大きく2つの部分に分かれる。デジタル化の方法と作図手法とである。以下、平板測量の平面図作成を例題として本処理システムを説明して行きたい。

2. デジタル化手法

図-1は、今回開発されたシステムの基本的処理過程の説明図である。

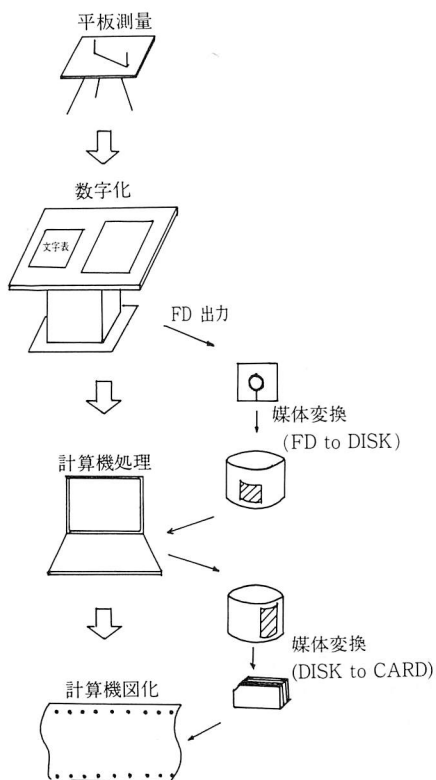


図-1 処理過程

2.1 平板測量

平板測量は、高い精度を期待する事は出来ないが、現地の地物を迅速に測量しその場で直接図面化するものである。

平板の大きさは数十cm四方であり、無論縮尺に

もよるが、一枚の平板に展開出来る広さは限られている。広範囲にわたって測量するにはいくつかの区域に分割して行なう必要がある。

本校の測量実習においても、本校の敷地がお互いオーバーラップしながら四つの部分に分割され、各区域ではそれぞれに設定されたトラバース線に沿って周辺の地物が図面上にプロットされ各区域毎の平板測量図が作成されていく。図-2は平板測量の実施風景である。

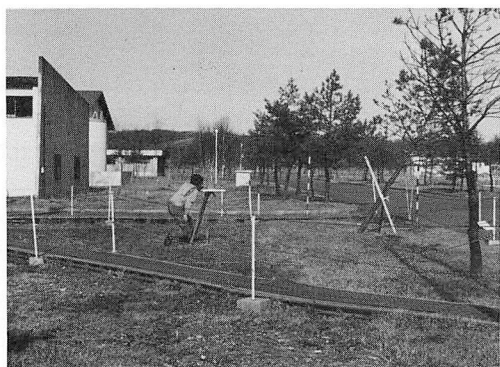


図-2 平板測量(写真)

2.2 図形のデジタル化

現地で測量された図面上の図形要素（計算機により図化される時に各作図ルーチンの処理単位である一続きの連続曲線、一連の文字、数字列、あるいは一群の測図記号等をさすものとする）はディジタイザ装置（日立精工製、COMSCAN HDG 1209）によりデジタル化される。図-3はディジタイザ装置のシステム構成であり、また表-1はその性能仕様である。仕様に見る通り架台の広さはほぼ1 m²あり通常の平板測量図面に対処する事が出来る。

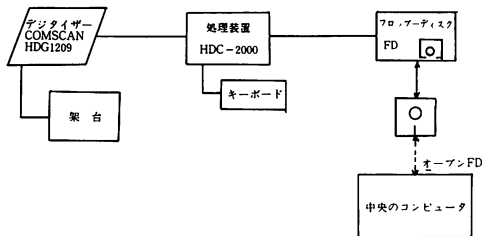
測量された図面は、後に説明するカナ文字表等とともにディジタイザ上にセットされた後、デジタル化したい位置にピックアップのカーソルを合わせてスイッチを押すとその位置の(X,Y)座標値がフロッピーディスク（以下ではFDと略）に出力される。図-4はFDに出力される記録形式であるが、各データの先頭にある制御キャラクタは、本システムにおいては各図形要素の分割あるいは各作用機能の識別のために利用されている。当該ディジタイザにおいては英字A~Lの制御キャラクターが準備されている。表-2に制御文字と各作図機能との対応を示した。以下、各図形要素

表－１ デジタイザーの性能仕様

分解能	0.1mm
精度	±0.25mm
ピックアップ	フリーカーソル(12キー付)
外形寸法	1460×1270mm
有効読取範囲	1220×915mm
動作モード	Point,Run,Remote

表－２ 作図機能のコード化

作 図 機 能	制御文字	作図コード
実 線	A	1
破 線	B	2
一 点 鎖 線	C	3
文 字	D	4
数 字	E	5
測 図 記 号	F	6
製 図 記 号	G	7
座標系の変更	K	
継 続	L	



図－３ デジタイザーのシステム構成

のデジタル化の手法について説明したい。

(1) 連続曲線

例えば建物の外形線の場合には、まず始点にピックアップのカーソルを合わせAスイッチを押し、以下順次建物の各隅角部にカーソルを合わせて、継続のためのLスイッチを終点まで押して行く。破線や一点鎖線の場合には始点においてそれぞれB、Cのスイッチを押す。

(2) 文字、数字、各種記号

図面には、地名や建物名を表わす文字列あるいは水準点の標高を表わす数値、さらには各種の測図記号などが記入されている。これらも、最終的には再現されて図面の所定の位置に所定の大きさで描き表わされなければならない。

これらの文字、数字、記号もデジタイザー装置によってデジタル化される。これを行なうために表－３に示す、カナ文字、英字、数字そして各種記号を記入した表が準備され、架台上の所定の位

表－３ 文字、数値、記号の数値化

(文字 数字)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y	Z		・	－	＋
ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ
サ	シ	ス	セ	ソ	タ	チ	ツ	テ	ト
ナ	ニ	ヌ	ネ	ノ	ハ	ヒ	フ	ヘ	ホ
マ	ミ	ム	メ	モ	ラ	リ	ル	レ	ロ
ヤ	ユ	ヨ	ワ	ヲ	ン	()	*	/	
(文字の大きさ)									
1	2	3	5	7	10	15	20	30	50
(文字の向き)									
-180 -150 -120 -90 -60 -30 0 30 60 90 120 150 180									
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----									
(測図記号)									
△	○	⊙	⊕	⊖	⊗	⊘	⊙	⊕	⊖
(製図記号)									
↔	←	○							

置にセットされる。また、同時に、文字の大きさ及びその文字を描く方向の情報もデジタル化される。

例えば、図面上にかかれた“KŌUSEN”の6文字をデジタル化する時には、描かれている（正確にはKの左下部）位置にカーソルを合わせてDスイッチを押す。次に、文字の大きさ、その向きを指定するために、表中の所定欄（5mmなら表中の5とかかれている欄）のほぼ中央にカーソルを合わせてLスイッチを押す。さらに続けて、英字欄の“K”、“O”、“U”、“S”、“E”、“N”に順次カーソルを合わせてLスイッチを押して行く。数値あるいは各種の測図記号も同様の操作を行ないデジタル化する。

デジタイザー装置の分解能が0.1mm、精度が±0.25mmあることから、表中の各欄の大きさを十分大きくとり、スイッチを押す時に各欄の中央を押すようにすれば、後に述べる計算機による処理において、座標値から各文字等へ逆変換する際の誤りをなくする事が出来る。ここでは、たてと横が25×25mmの欄に各文字記号等を記入している。

図－５はデジタイザー装置とその作業風景である。

2.3 計算機処理

FDに出力された数値データは図-4に示す形式で間断なく並んでいる。これを、後に述べる作図プログラムの入力とするためには、いくつかの計算機処理がなされなければならない。

(1) 作図、機能のコード化

作図プログラムにおいては、一続きの連続曲線を引いたり、あるいは一連の文字を描くといった作図機能が読み込まれたカード上に指定されたコードによってなされている。例えば読み込まれた値が1である場合には、以下に続く座標値を実線で結んでいく事を意味している。

表-2には、作図機能とコードとの対応が示されている。このコードと先に述べた制御キャラクターとはほぼ1対1に対応している。

(2) データ並びの分割再構成

作図プログラムにおいては、図形要素毎にその作図処理がなされる。そのためには、間断なくつながっているデータを各図形要素毎のデータに分割する必要がある。これは、制御キャラクターが“L”以外のものを感知した時になされる。また同時に、連続曲線のポイント数、文字数、記号などもカウントされ、作図情報として付加される。

(3) 文字、数値等への逆変換

文字、数値なども数字化されてFDに出力された。これらを元に戻す必要がある。

架台上にセットされた文字表の始点の座標と各文字が記入されている欄の大きさが予め定まっているので、FDに出力された座標値から元の文字を再現する事は容易である。

文字の大きさ、向き、傾きなどもその座標値から対応する数値が決められ、作図情報として与えられるようになる。

なお、測図記号は、計算機文字に対応するものがないのでコード化の処理がなされる。

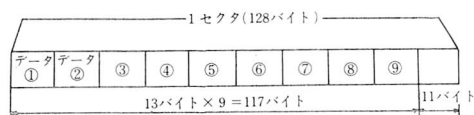
(4) 絶対座標系への変換

本校の平板測量の実習で得られた4枚の図面はお互い別々に数字化されている。これらを正しくつなぎ合わせて1つの絶対座標系の座標に変換する必要がある。各図面上で任意の二点の絶対座標系での座標値が指定されると、幾何学的関係を用いて他のすべての点も、絶対座標系へと変換しうる。

絶対座標への変換は計算機が行なうので、ディジタイザの架台に図面をセットする時にはその位置、向きに何ら配慮を払う必要がない。ただ、図面が変更される時に、Kスイッチを押し、更に

(a) 使用コード……………EBCDIKコード

(b) データフォーマット



(c) データ(13バイト)……………X, Y各5桁の座標値

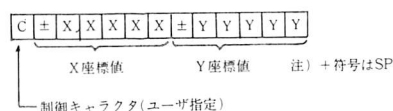


図-4 出力形式

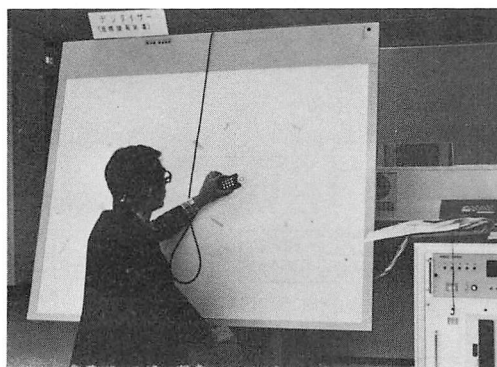


図-5 数化作業(写真)

続けて図面上のある二点のディジタイザ上の座標値と絶対座標系での座標値とを指定するだけで良い。

本処理プログラムでは、FD(正確には図3に示すように、中央処理装置による処理を可能にするためFDからディスク上のデータセットにコピーされている。)から読み込まれた制御キャラクターに“K”を感知すると、座標変換のための変換行列の内容を更新している。

作図プログラムにおいては、カードイメージによる入力を基本としているので、上に述べた処理がなされたデータは、1レコード80バイトの様式レコードとしてディスクに出力され、作図プログラムの入力データセットとなる。また、必要に応じて、カードパンチされる。

3 作図プログラム

このプログラムは、測量図あるいは設計図などの土木製図図面を簡便容易に計算機作図するため

に開発された。現在、計算機による図化装置としてはXYプロッターの他にドラフター、グラフィックディスプレイ、COM(IBM,マイクロフィルム出力)など多種にわたって利用されているが、それらの作図ルーチンはそれぞれ別個であり、同じ図面を異なる図化装置を用いて作図する場合には、使用する図化装置毎に作図ルーチンを学習してマスターしなければならない。これは、一般ユーザーにとってわずらわしいことである。また一種の図科装置としてしか使わない場合でも、各種の図面を描くたびに図化のためのプログラムを作成する事は大変な労力を要する。

今回開発された作図システムでは、土木製図における各種の作図機能がコード化されている(表-2)。作図プログラムでは、カードにパンチされたコードに従って各種の作図処理が進められていく。

土木製図のための作図機能としては大きく分け

て、(1)連続曲線、(2)文字、(3)各種記号に分類される。図-6にそれぞれの処理に必要なデータのセットを示した。以下図-6をもとにプログラムの概要を説明して行きたい。

(1) 連続曲線

READ(5,10)(K(I),I=1,4)

READ(5,15)(X(I),Y(I),I=1,N) (但し $N=K(2)$)

K(1)には作図コード1~3が指定され、それぞれ実線、破線、一点さ線を用いて続いて入力される座標値を連続的に結ぶ。K(3) ≥ 2 である場合にはその数字置き(例えば2なら2つ置き)に結ぶ。K(4)は線分の太さを表現するために同じ線分を繰り返して描く回数を示す。

(2) 文字、数字

READ(5,10)(K(I),I=1,5)

READ(5,15) XX,YY

READ(5,20)(A(I),I=1,N) (但し $N=K(2)$)

K(1)の値が4の場合には、X-YプロッターにおけるSYMBOLルーチンに対応している。文字の大きさをK(3)で(mm単位)、文字列の方向をK(4)で(度単位)指定する。K(1)が5である場合にはNUMBERルーチンに対応しているが、ほぼ同様であるがただ、K(5)で小数点以下のケタ数を指定する。文字を描く位置(XX,YY)は最初の文字の左下偶点の座標である。

(3) 各種記号

READ(5,10)(K(I),I=1,4)

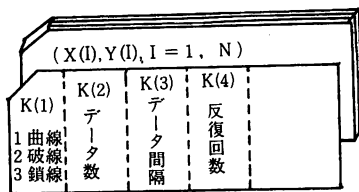
READ(5,15)(X(I),Y(I),I=1,N)

(但し $N=K(2)$)

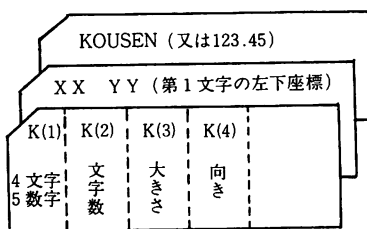
K(1)の値が6である時には、地形測量のための各種測図記号を作図する。これらの記号は計算機には準備されていないので、各測図記号作図ルーチンをサブルーチン化して用意した。K(3)は記号の大きさをそしてK(4)は記号の大きさを表わす。

その他の記号としては製図記号がある。ここでは、寸法線のための矢印と円記号とが準備されている。この時にはK(1)に7を指定する。

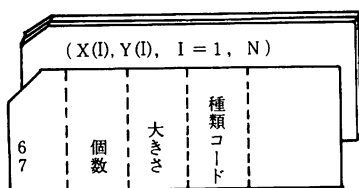
図-7は2.1で述べた平板測量で得られた4枚の図面を計算機内でつなぎ合わせ一枚の平面図としたものである。



(1) 連続曲線

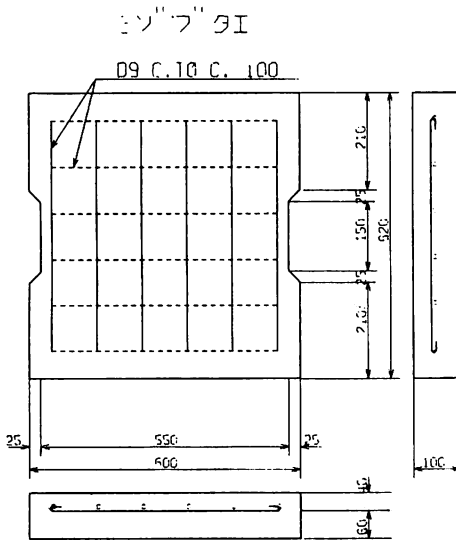


(2) 文字、数字



(3) 記号

図-6 作図プログラムのデータセット



図一 8 溝ブタ配筋図

4. あ と が き

今回作成された処理システムにより、測量図面の計算機図化が非常に簡便なものとなった。本システムは、測量図面だけでなく、一般の製図にも利用する事が出来る。図一 8 は溝ブタエの配筋図を作図プログラムを用いてかいたものである。

今後の方向としては、構造物の自動設計に本システム（作図プログラム）の利用を図って行きたい。

なお、本システムは北海道大学大型計算機センターと苫高専計算機室にある機器を利用する事を前提にして作成されたものである。

最後に、本研究の実施にあたって有益な助言をして下さった土木科広川教官に感謝致します。

参 考 文 献

- (1) 奥山他：簡易図化プログラミングシステムの開発，運輸省港研技術資料，No259，Mar.1977
- (2) 奥山他：海上航行船舶挙動に関する研究，運輸省港研報告 15 卷 1 号，Mar.1976
- (3) 北海道大学大型計算機センターニュース，Supplement No.18

(昭和 55 年 11 月 28 日受理)

