

## 論文

パーソナルコンピュータを用いた  
地盤情報データベースの作成

内 村 好 美\*  
 今 泉 繁 良\*\*  
 北 園 芳 人\*\*\*  
 中 山 洋\*\*\*\*  
 荒 牧 昭 二 郎\*\*\*\*

Proposal of Data Base System for Geotechnical  
Information by Personal Computer

Yoshimi UCHIMURA\*  
 Shigeyoshi IMAIZUMI\*\*  
 Yoshito KITAZONO\*\*\*  
 Hiroshi NAKAYAMA\*\*\*\*  
 Shojiro ARAMAKI\*\*\*\*

## 1. はじめに

筆者らは、構造物建設における立地条件の検討や環境影響評価作業、斜面災害解析作業においては、地形・地質・植生・地下水位等に関する広範囲な情報が必要であるという認識のもとに、パソコンを用いた地盤環境情報ファイルの作成<sup>1)</sup>を進めている。多くの地盤環境情報のうち、ボーリング調査工事や井戸掘削に伴う調査資料は、地盤内部の地層状況や土質特性を調べたものであり、地盤沈下問題<sup>2)</sup>や地下水汚染問題<sup>3)</sup>を解析したり、斜面災害での要因解析をさらに前進させる<sup>4)</sup>ために必要な情報である。

従来、多量のボーリング調査資料を集積・保管する方法としては、「熊本地盤図」<sup>5)</sup>にみられるような出版

物としての方法が大都市部を中心に採用されてきたが、ここ数年は、コンピュータを利用した地盤情報のデータベース化が、名古屋・大阪・豊田・豊橋・佐賀等の都市で進められつつある<sup>6),7),8),9),10),11),12)</sup>。また、全国的立場からは、建設省が昭和63年度稼働を目途として「地質情報システム」を準備中<sup>13)</sup>であり、地盤情報のデータベース化される地域は今後さらに拡大していくものと思われる。

こうした状況の中にあつて、使用されているコンピュータは、大型計算機とパーソナルコンピュータに大別される。豊田・豊橋・佐賀等の地域規模でのデータベース化には後者が用いられているが、最大容量の制限から種々の工夫や配慮がなされ、独自のコード化とシステム化が行われている。一方、国内における統一化の提案<sup>14)</sup>も行われつつある。

本研究は、パーソナルコンピュータに基づく熊本地域における地盤情報のデータベースシステムの確立を目指すもので、この報文においては、システムの内容と、熊本市江津湖周辺域の地盤断面図を作成した結果について報告する。

昭和61年11月30日受付

\* 技 官、土木工学教室

\*\* 助教授、工博、土木工学教室

\*\*\* 助 手、工修、土木工学教室

\*\*\*\* 助教授、九州東海大学土木工学科

## 2. システムの概要

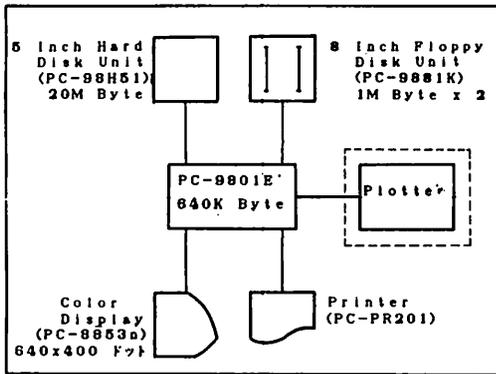


図-1 システム機器の概略

図-1はシステムのハードウェアを示している。基本となるコンピュータは16ビットパーソナルコンピュータ(PC9801E)で、メモリー容量は640Kバイトである。現在、出力装置は14インチカラーCRTと15インチ日本語シリアルプリンターだけであるが、近くプロッターも装備する予定である。

図-2は入出力ソフトの構成を示している。地盤情報は入力プログラム“BORING 1”を用いることによって調査地点毎の地盤情報をランダム形式で記録した“柱状図データファイル”と、そのファイル名をシーケンシャル形式で記録した“調査位置ファイル”という形で8インチフロッピーディスク(または5インチ固定ディスク)に記録される。“BORING 2”、“BORING 3”を用いれば、入力されている情報の内容がCRTまたはプリンターに出力され、“BORING 4”で修正することができる。

記録された地盤情報の検索・出力には、プログラム“BORING 5”、“SEARCH”、“DANMEN”を用いるが、その形式は、

### 検索I(BORING5):

柱状図データファイル名が既知の時その情報を柱状図として図形出力する。

### 検索II(SEARCH):

任意の地点に対して最も近い地点の地盤情報を柱状図として図形出力する。

### 検索III(DANMEN):

任意の2地点を結ぶゾーン内に存在する柱状図データファイル名の出力とそれら2地点を結ぶ線上に

投影した時の地層分布・N値分布を図形出力する。

の3形式である。なお、現在のプログラム言語はBASICに基づいているが、OSとしてMS-DOSを採用することにより、データファイルの管理をしやすくするとともに将来他の言語に移行することを可能にしている。

## 3. 柱状図データファイルの構成と情報のコード化

ボーリング調査報告書等に記述されている情報は、大別すると(1)調査他の位置・施工年月日等に関するラベルデータ、(2)原位置試験データ、(3)N値データ、(4)地下水位データ、(5)地層データ、(6)土質試験データに分けられる。本システムでは、これらの情報を図-3に示すようなランダム形式の「柱状図データファイル」として収納しており、その詳細を以下に記述する。

### (1) データファイル名

データファイルは調査地の位置を表すようにファイル名を付けている。すなわち、筆者らが作成している標高データや地質データのファイル<sup>1)</sup>と整合性を保つために、調査地点を1/5,000国土基本図に記した時の50mメッシュの行～列番号でファイル名を表すことにした。例えば、熊本大学工学部1号館の東側玄関は図葉「KD-73」の第1行第56列目のメッシュ内に位置するので、ここでの柱状図データファイル名は「KD730156」となる。なお、同一メッシュ内に複数の調査資料が存在する場合は、拡張子に入力順の番号を付した。

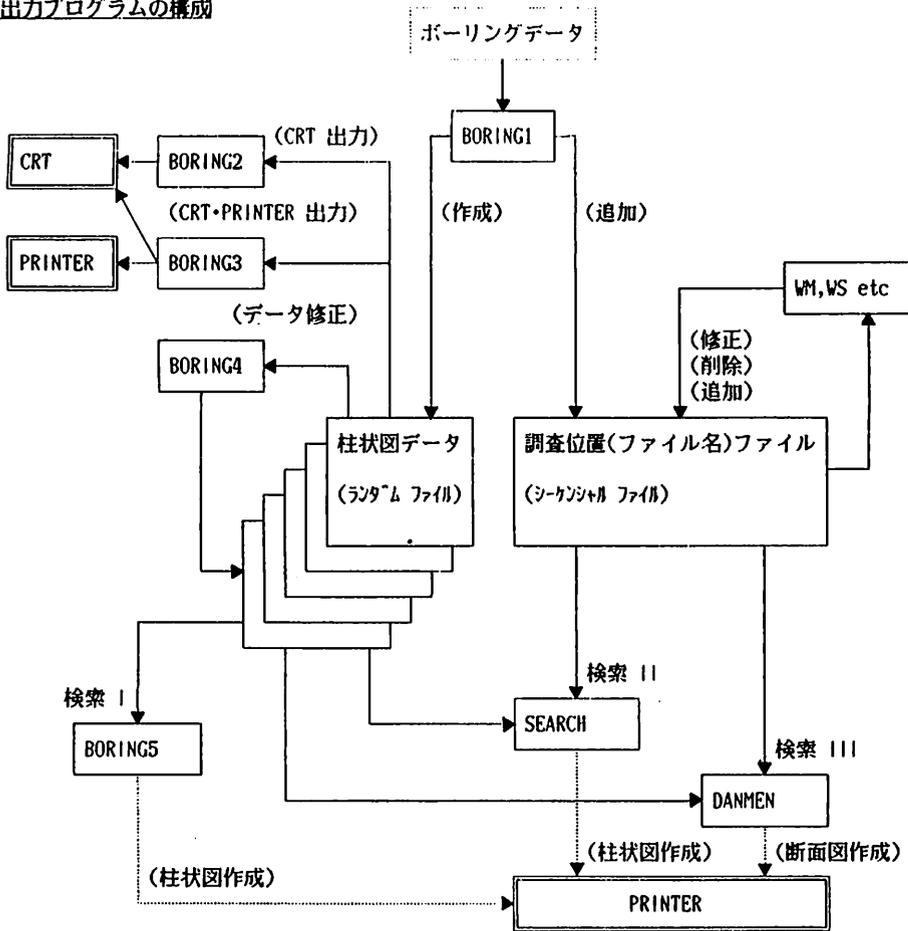
### (2) ラベルデータ

ラベルデータとして入力している項目は、(イ)調査地名、調査地を1/5000国土基本図上に印したときの(ロ)図葉番号と(ハ)メッシュ位置、(ニ)地表面標高、(ホ)調査年月日、(ヘ)発注者、(ト)調査会社名、(チ)N値の個数、(リ)地層の数、(ヌ)土質試験の行われた土質の数である。このうち、(イ)(ト)の項目は漢字で入力することも可能である。これらの情報は、データファイルの第1レコード(256バイト)に収納されている。

### (3) 原位置試験データ

原位置試験として、(イ)標準貫入試験、(ロ)中型貫入試験、(ハ)大型貫入試験、(ニ)スウェーデン式貫入試験、(ホ)透水試験、(ヘ)電気探査、(ト)速度検層、(チ)P S検層、(リ)電気検層、(ヌ)放射能検層、(ル)孔内載荷試験を取り上げ、それらの実施の有無を第1レコードに収納している。

入出力プログラムの構成



入出力プログラムの説明

プログラム名	実行内容
BORING1	地盤情報の入力。(地点情報・N値・水位・柱状図・土質試験など)
BORING2	地盤情報の出力。(ディスプレイ出力)
BORING3	地盤情報の出力。(ディスプレイ・プリンター出力)
BORING4	地盤情報の修正。
BORING5	柱状図の作成。(プリンター出力)
SEARCH	任意の地点に近い 10 ポイントを検索し、選択して柱状図を作成。
DANMEN	任意の 2地点とゾーン幅を指定すると、データファイルの中から条件に該当するデータの断面図を作成。(標高の高低差も考慮してある。)

図-2 システムのソフト構成

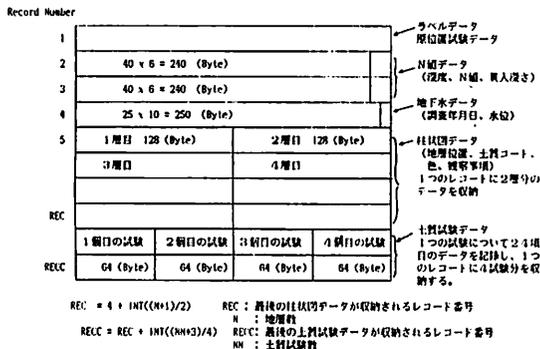


図-3 柱状図データファイルの構成 (ランダム形式)

(4) N値データ

N値のデータは、打撃開始深度 (m)・打撃回数・貫入量 (cm) を1組として、各2バイトの整数値でこの順序で入力し、第2、第3レコードに各40組の試験データを収納している。

(5) 地下水位データ

地下水位データは、調査年月日とその時の水位 (地表面を基準とする) を1組として、第4レコードに収納している。調査年月日を8桁の英数字で、水位を整数値として入力するので、1組の記録は10バイトを使用する。従って、25回分の経年変化を保管しうる。

(6) 地層データ

地層データとして入力する情報は、(イ)地層の番号、(ロ)上面の深度、(ハ)下面の深度、(ニ)土質名称、(ホ)色調、(ヘ)特徴である。ここで、(イ)(ロ)(ハ)に関する情報は2バイトずつの整数値として入力するが、(ニ)(ホ)は入力及び検索がしやすいようにコード化した英数字を用いている。

図-4は、本システムで使用する土質名称とそのコード及びプリンター出力時の記号を示したものである。土質名称は出来る限り日本統一土質分類<sup>15)</sup>に従うことが望ましいが、現場での表現の中には「玉石まじり砂」とか「砂まじり粘土」のような統一土質分類法に示されていない表現も使われている。図-4はこの点を考慮して定めたものである。

土質名称は修飾語と主体語に対応するコードの組み合わせで表現する。すなわち、土質名称は3桁の数字で表すものとし、第1及び第2桁目の数値で修飾語を表し、第3桁目の数値で主体語を表す。他の研究<sup>8),10),11),12)</sup>では、主体語を第1桁目、修飾語を第2桁目、補助語を第3桁目としているが、コードを入力する場合、日本語並びの順に入力の方がしやすいとの

修飾語			主体語		
名称	コード	出力記号	名称	コード	出力記号
玉石まじり	100	○○○○	盛土・表土	1	XXXX
軽石まじり	110	●●●●	岩	2	IIII
レキまじり	120	△△△△	レキ	3	△△△△
砂まじり	130	□□□□	砂レキ	4	□□□□
砂質	140	□□□□	砂	5	□□□□
シルトまじり	150	□□□□	シルト	6	□□□□
シルト質	160	□□□□	粘土	7	□□□□
粘土まじり	170	□□□□	火山灰	8	□□□□
粘土質	180	□□□□	有機質土	9	□□□□
火山灰質	190	□□□□	廃棄物	0	□□□□
有機質	200	□□□□			
貝殻まじり	210	□□□□			
有機質まじり	220	□□□□			
火山灰まじり	230	□□□□			

例、砂レキ ..... 4      粘土まじり砂レキ .... 174

図-4 使用する土質名称のコード及び出力記号

判断から上述のような組み合わせとすることにした。このような約束に従えば、主体語だけでなる土質名称は1桁の数字 (例えば「砂礫」は「4」となり、修飾語と主体語から成る土質名称の場合には、例えば、「粘土混り砂礫」では、「174」となる。なお、現場での表現には「礫混り粘土質砂」のような修飾語が連なる場合も時として見られるが、このような場合、「○○混り」に関する事項は後述する「特徴」に関するデータ内に含めることにし、土質名称としては「粘土質砂」に対応する「185」のコードを入力することにした。

表-1 色調コード

色の種類	記号	色の種類	記号	色の種類	記号
明るい	A	赤	F	紫	K
暗い	B	緑	G	乳白	L
淡い	C	黄	H	茶	M
黒	D	灰	I		
青	E	褐	J		

例 明るい赤褐色... A F J

表-1は色調に関するコード表である。色調は、一般に、「明るい赤褐色」のように表されるので、表に示

すコードを組み合わせ「AFJ」のようにする。

最後に、(ハ)地層の特徴に関する情報は、ボーリング試料の観察記録や地層の硬軟の度合を日本語入力する。容量として108バイト確保しているため、最大54文字入力することができる。

以上の地層データに対して、1つの地層につき128バイトを割り当てており、第5レコードから第 $\{4 + INT((N + 1) / 2)\}$ レコードまで、最大24層まで収納しようになっている (Nは地層の数)。

(7) 土質試験データ

現在入力する項目は、礫分 (%), 砂分 (%), シルト分 (%), 粘土分 (%), 最大粒径 (mm), 有効径 ( $\mu m$ ), 均等係数, 曲率係数, 液性限界 (%), 塑性限界 (%), 塑性指数, 土粒子の比重, 自然含水比 (%), 湿潤単位体積重量 ( $t/m^3$ ), 自然間隙比, 統一土質分類名, 一軸圧縮強さ ( $kg/cm^2$ ), 割線変形係数 ( $kg/cm^2$ ), 鋭敏比, 圧縮指数, 圧密降伏応力 ( $kg/cm^2$ ), 透水係数

( $cm/s$ ), 圧密係数 ( $cm^2/s$ ), 体積圧縮係数 ( $cm^3/kg$ ) の24項目である。そして、統一土質分類名を表-2のようにコード化することにより、全ての情報を2バイトの整数値として収納している。

土質試験データは、サンプル採取深度を示す数値(2バイト)を含め、1組当たり最大64バイトまで収納しようにしてあるので、現在14バイトがダミーとなっている。

なお、ボーリング調査工事ではこのような詳細な土質試験を実施しない場合も多いので、土質試験データが存在する場合にのみ、地層データが収納されたレコードに続くレコード位置に収納するようにしている。

以上の情報を全て入力すると、1つの柱状図データファイル4352バイト程度となり、1枚の8インチフロッピーディスクには約235地点のデータファイルを納めることができる。

表-2 日本統一土質分類名のコード

土 質 名	コード	土 質 名	コード	土 質 名	コード			
粒度の良いレキ	GW	1	粒度の良い砂	SW	12	シルト(低液性限界)	ML	23
均等粒度のレキ	Gpu	2	均等粒度の砂	SPu	13	シルト(高液性限界)	MH	24
階段粒度のレキ	GPs	3	階段粒度の砂	SPs	14	粘質土	CL	25
シルト混じりレキ	G-M	4	シルト混じり砂	S-M	15	粘 土	CH	26
粘土混じりレキ	G-C	5	粘土混じり砂	S-C	16	有機質粘質土	OL	27
有機質土混じりレキ	G-O	6	有機質土混じり砂	S-O	17	有機質粘土	OH	28
火山灰混じりレキ	G-V	7	火山灰混じり砂	S-V	18	有機質火山灰土	OV	29
シルト質レキ	GM	8	シルト質砂	SM	19	火山灰質粘性土(I)	VH1	30
粘土質レキ	GC	9	粘土質砂	SC	20	火山灰質粘性土(II)	VH2	31
有機質レキ	GO	10	有機質砂	SO	21	ピート	Pt	32
火山灰質レキ	GV	11	火山灰質砂	SV	22	黒 泥	Mk	33

4. 情報の検索・出力方法

2.で述べたように、本システムでは現在3通りの検索が可能である。検索における地点の指定は、1/5000国土基本図の図葉番号と50mメッシュの行~列位置を用いて行うが、検索II及び検索IIIのプログラムの中では、①図葉番号とメッシュ位置を新平面直角座標系第II系における(X, Y)座標値に変換する。②シーケンシャル形式の「調査位置ファイル」からディスクに収められている柱状図データファイル名を読み取り、各調査地点の(X, Y)座標値を計算する。③これ

らの(X, Y)の値によって2地点間の距離や直線と地点との距離を評価し、目的とする柱状図データファイル名を検索する。という方法を用いている。

図-5は検索IIによる検索・出力例である。この検索法では、位置の指定を行うとCRT上に図-5上部に示すような指定位置に近い10個のデータファイル名が出力される。そこで、希望するデータファイル名上にカーソルを動かし、出力ファイル名を指定すると、ランダム形式の柱状図データファイルが呼び出され、図-5の中央に示す柱状図がプリンターに描かれる。なお、この柱状図は、一般に使用されている手書きの地質柱状図の様式にできる限り添うようにしているが、



表-3 検索IIIによって出力した該当ファイル名

地点 番号 緯度 経度 方位 距離

始点の調査番号 : KD84      メッシュ番号 : 30-05  
 終点の調査番号 : KD84      メッシュ番号 : 25-10  
 ゾーン幅 : 500

該当するデータは 7 個です!

ファイル名	(始点からの距離)	(直線までの距離)
B:KD842908.-1	70.711	0.000
B:KD842707.-1	176.777	35.355
B:KD842710.-1	282.843	70.711
B:KD842308.-1	353.553	141.421

出力するデータは 4 個です!

(No. 1)	ファイル名	(始点からの距離)	(直線までの距離)
	B:KD842908.-1	70.711	247.487
(No. 3)	B:KD842507.-1	247.487	106.086

ファイル名	(始点からの距離)	(直線までの距離)
B:KD843111.-1	176.777	247.487
B:KD842507.-1	247.487	106.086
B:KD842812.-1	318.198	176.777

(No. 2)	ファイル名	(始点からの距離)	(直線までの距離)
	B:KD842707.-1	176.777	35.355
(No. 4)	B:KD842812.-1	318.198	176.777

始点の調査番号 : KD84  
 メッシュ番号(L-C) : 25-10

【始点】      ■ (スケール)

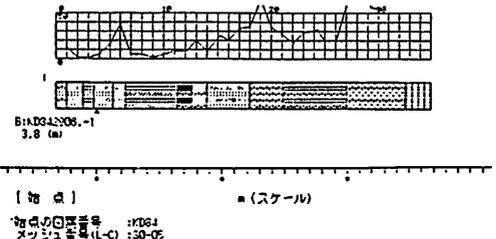
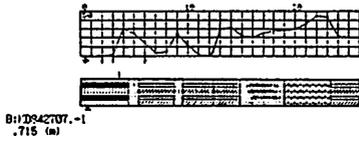
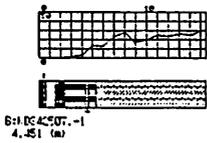
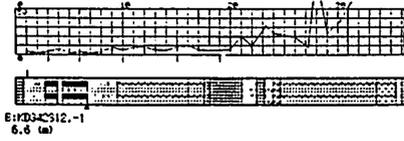


図-6 検索IIIによる出力例

土質記号と観察事項の記述の点で若干異なっている。即ち、土質記号に関しては、本来、日本統一土質分類法<sup>15)</sup>に規定する記号または現場で親しまれている記号<sup>16)</sup>に従うべきであろうと考えるが図-4に示す12種類の記号で示した。また、地層の観察記録は柱状図の下に記述している。これらは、現在のシステムが出力装置としてプリンターを用いているため、文字・図形の大きさが制限されることに起因しており、将来プロッターが設置されれば解消する。

表-3、図-6は検索IIIによる出力結果である。まず、始点と終点を結び指定されたゾーン幅内に存在する柱状図データファイル名が出力される(表-3)。次に、これらの調査地点を始点と終点を結ぶ直線上に投影し、その地層構成図とN値深度図をプリンターに出力する。この時、調査地点を直線上に投影した時の間隔が50m以上になるような柱状図データファイルの抽出とその並び順が計算され、標高の違いも考慮されて出力される(図-6)。出力された各柱状図の傍には、データファイル名と地表面標高も示される。なお、このように自動的に決定されてプリンター出力されたデータファイル名を、他のデータファイル名と交換して出力させることも可能である。

### 5. 地盤断面図の作成例

本システムを用いて、熊本市江津湖付近の(図-7参照)の南北方向の地質断面図の作成を試みた。この断面を選んだ理由は、第1にこの付近の詳しい断面図が無く、基礎地盤としての特徴が明らかにされていないこと、第2に江津湖南部にはほぼ東西に走る活断層の存在<sup>17)</sup>が予想されるので、その確認を行ってみたいことの2点である。

まず、始点を熊本市神水町肥後銀行神水支店(KD840509)にとり、終点をそこからほぼ南に2.5km離れた



図-7 地盤断面図作成対象地位置図

熊本市秋津町秋津下水処理場 (KD845324) とし、ゾーン幅を1200mとして検索IIIを行った。その結果、該当するボーリング調査資料は30点あり、そのうちプリンター出力の可能なものは12点であった。検索IIIによってプリンター出力された図面に、検索Iで出力した地層の観察記録を基に、地層の連続性の判断をして加筆作成した地盤断面図が図-8である。なお、断面図作

成にあたっては、齊藤<sup>19)</sup>によって示されている熊本地盤における層序の特徴(表-4)を参考にした。

図-8によれば、最下部に砥川溶岩があり、その上に阿蘇III期火砕流堆積物、阿蘇IV期火砕流堆積物、さらにその上に洪積世ウルム期の託麻礫層が存在している。沖積層は、これらの洪積層堆積物と不整合に堆積している。

砥川溶岩は健軍から江津湖公園までの約1.4kmの間でほぼ水平であるのに対し、江津湖公園から秋津下水処理場までの1.1kmの間で約20mの落差を示している。このことは、この付近で南側に落ちる正断層の存在(たぶん、木山断層の延長と考えるが)が有力視されるが、今回は断層を確認するに十分な証拠を持っていないので、連続したものとして表現してある。この点に関しては今後、さらに多くのボーリング資料を収集することで検証してゆきたいと考えている。

託麻礫層は図の始点から終点方向に傾斜しており、これは一般に言われている北東から南西へゆるやかに傾斜する<sup>19)</sup>ということと一致している。ただ、図-8では、江津湖北部のデータファイル名「KD842906」で託麻礫層を確認することができない。これは、託麻礫層の堆積後、河川による激しい浸食が江津湖付近で起ったためと考える。

次に、対象地域の地盤の支持層としての特徴をみる(図-9)。最下層にある砥川溶岩は上部及び下部を除き固結度が高くN値も50以上である。阿蘇III期火砕流のN値は20-50以上、託麻礫層のN値は20-30と

表-4 熊本地盤層序の特徴<sup>19)</sup>

時 代		層 名		層厚(m)	
沖 積 世		河 成 堆 積 物			
洪 積 世	上 部	ウ ル ム 期	保 田 窪 礫 層	1~5	
			託 麻 礫 層	20~80	
			阿 蘇 IV 期 火 砕 流 堆 積 物	20~30	
			木 柑 子 層	1~5	
			阿 蘇 III 期 火 砕 流 堆 積 物	20~45	
	中 部	間 リ ス 水 ヴ ゴ ル ム 期	花 上 部	砂 礫 層	6~7
			房 中 部	砥 川 溶 岩	40~50
			層 下 部	砂 礫 層	5~20
	世 部	リ ス 期	阿 蘇 II 期 火 砕 流 堆 積 物		15~25
			合 志 層		60~110
凝 灰 角 礫 岩 (含 複 輝 石 安 山 岩 ・ 礫)					
		基 盤 岩 類 (白 亜 紀 層 ・ 片 岩 ・ 角 閃 石 安 山 岩)			

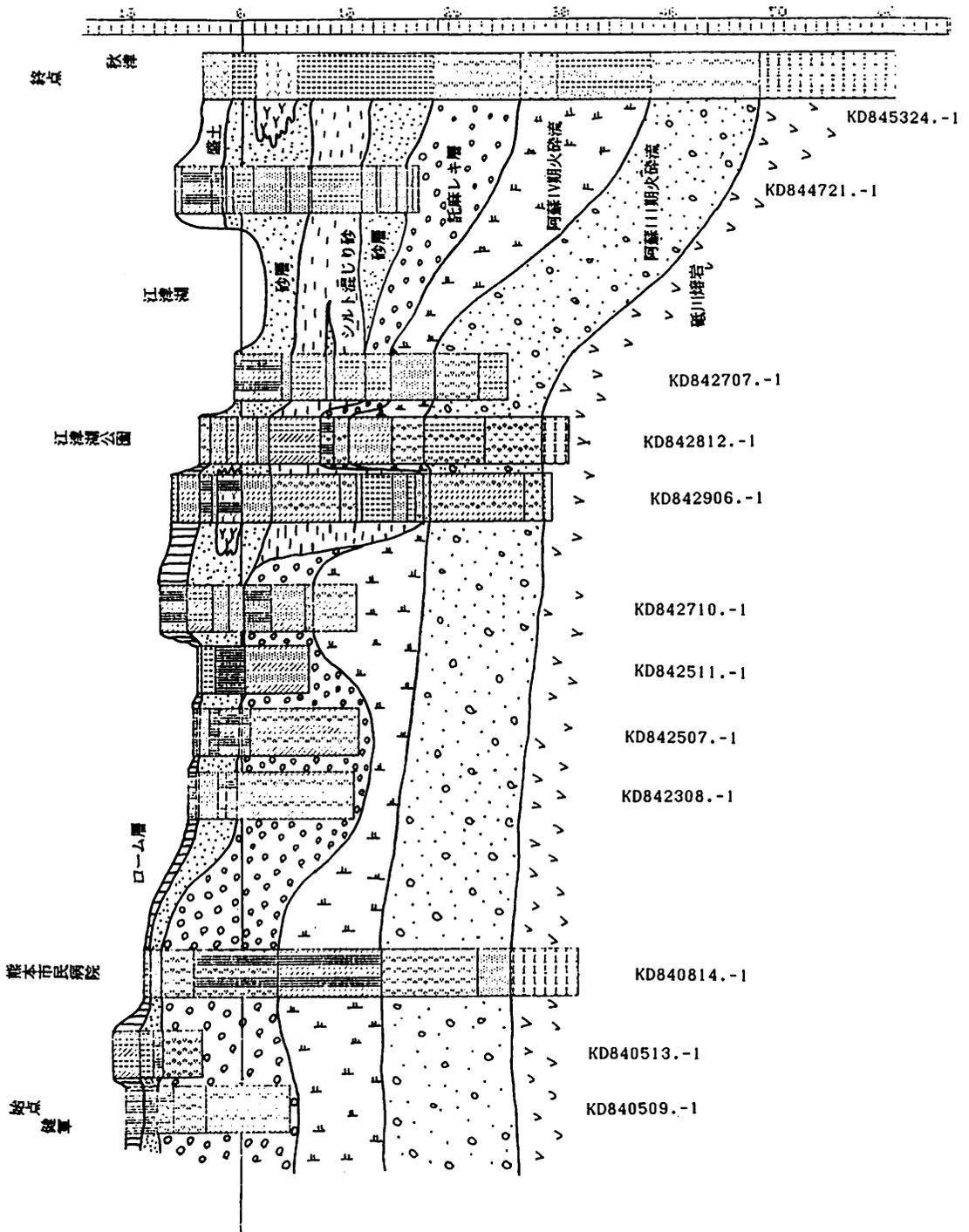


図-8 地盤断面図

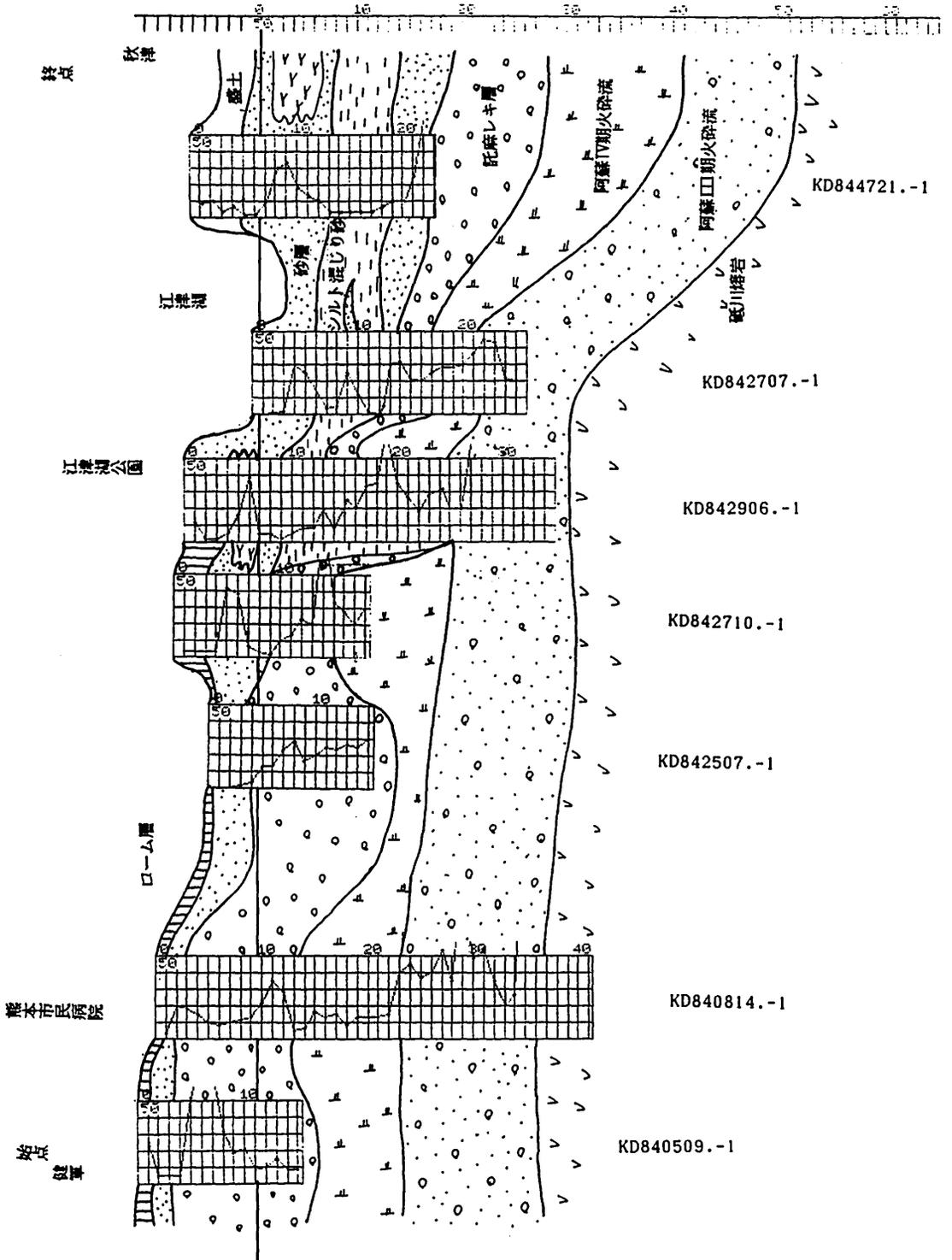


図-9 図-8のN値分布図

いずれも高いが、その中間に存在する阿蘇IV期火砕流は軽石層を含むためにN値は10~20程度である。阿蘇IV期火砕流を除けば良質の支持層とみなしうる。なお、これらの地層は、いずれも熊本市の重要な地下水帯水層であることを認識しておくことは必要である。

沖積層は砂質ないしシルト質砂から成る5~20m厚さの層である。N値はほとんどが10以下であり支持層としては適さないように思われる。なお、砂層でN値が10~30を示すものも見られるが、層厚が薄く、連続性も乏しい。なお、秋津付近では地表面下5mに厚いピート層が存在することも注意すべき事柄である。

## 6. ま と め

地盤・環境に関する情報のデータベース化の一環として、今回、ボーリング調査資料等の柱状図情報を対象とした入力・検索システムを作成した。柱状図情報をデータベース化する作業は、建設省・名古屋・大阪・佐賀等で研究が進められ、これらと並行して各種の基準の統一化も考慮され始めている。このような状況にあつて、本研究も利用しやすいデータベースシステムの確立を目指したもので、入・出力の形式はできる限り現在現場で用いられている形に添うように配慮している。

本研究によって作成されたデータベースシステムは、5章で示したように、地盤断面図を作成するために有力なものであり、これによって地下構造に関する新たな知見をも引き出しうる可能性を秘めている。この報告では、ボーリング資料の入・出力を江津湖周辺に限定していたが、今後、対象範囲を広げ、熊本平野全域を対象とした地盤断面図を作成し、斜面災害、地盤沈下、地下水枯渇等の環境問題に利用しうるものにしていきたいと考えている。

終わりにあたり、貴重なボーリング調査資料を提供して下さった熊本県熊本土木事務所、八洲開発㈱に心より感謝いたします。また、本研究には、昭和61年度文部省科学研究費自然災害特別研究(1)(代表：京大石原安雄教授)の一部を使用しました。

## <参考文献>

1. 中山 洋・荒牧昭二郎・北園芳人・内村好美・今泉繁良：パソコンを用いた標高・地質データファイルの作成と斜面災害解析への利用，土と基礎，Vol. 34, No 7, pp.55~60, 1986
2. 東海三県地盤沈下調査会：濃尾平野の地盤沈下と地下水，名古屋大学出版会，1985
3. 鈴木基之：水循環系におけるハロカーボンの挙動，第1回環境工学連合講演会講演論文集，pp. 65~68, 1986
4. 小橋澄治：斜面崩壊危険度分類の問題点，地すべり，Vol.10, No 3, pp. 8~14, 1974
5. 日本建築学会九州支部熊本支所：増補改訂熊本地盤図，1971
6. 富樫 豊：地盤資料のデータベース化とその利用システムの開発，名古屋地盤図の現状に関する講習会テキスト，pp.129~158, 1984
7. 加藤鈴男・梅村憲夫・小松幹雄・森島和之・赤木知之：豊田市における地盤情報のデータベース化の試み，第21回土質工学研究発表会，pp. 5~6, 1986
8. 栗林栄一・河邑 真・由井洋三・高田 敦：地盤資料データによる地盤特性検索法，第20回土質工学研究発表会，pp. 5~6, 1985
9. 岩崎好規・諏訪靖二・安永文夫・山本浩司・福田光治：リレーショナル・データベースとしての地質情報とその応用，第19回土質工学研究発表会，pp. 7~8, 1984
10. 岩尾雄四郎・堀田昭則・住田光生：パソコンによる地盤資料の情報処理システムと運用—佐賀平野の例，土と基礎，Vol.34, No 4, pp.29~33, 1986
11. 瀬古隆二・掘井克己・藤野陽一：パソコンによる地質柱状図作成システムについて，第20回土質工学研究発表会，pp.135~138, 1985
12. 森島和之・三木幸蔵・古谷正和：地盤調査資料の電算化と管理・運用について，第18回土質工学研究発表会，pp.21~22, 1983
13. 岩田邦夫・谷口 昭：地質調査データの活用に向けて，JACIC 情報，Vol. 1, No 2, pp.51~55, 1986
14. 岩尾雄四郎：地盤情報に統一基準，熊日新聞，1986.9.10
15. 土質工学会：日本統一土質分類法（JSF規格M 1-73）土質試験法，pp.189~210, 1979
16. 土質工学会：土質調査結果の表示法，土質調査法，pp.16~19, 1964
17. 活断層研究会：日本の活断層，東京大学出版会，1980
18. 斉藤林次：熊本市およびその周辺の地下地質，熊本大学教養部紀要，第13号，pp.39~43, 1978
19. 宮本 昇・柴崎達雄・高橋 一・畠山 昭・山本 荘毅：阿蘇火山西麓台地の水理地質，地質雑誌，No68, pp.282~292, 1962