

# 地質の分野における 電子計算機の2, 3の利用法①

高橋 博・幾志新吉\*

## まえがき

今日 電子式の計算機は 超大型の電子計算機から小型の電卓に至るまで あらゆるレベルの能力・機能をもったものがあふれ 自らもたない場合は 電々社のサービスを受けられる所まで身近なものとなった。

地質の調査・研究にも電算機の種々の利用法がある。物理探査関係ではデータの書き込み・読みとりから計算・解析に至る広い範囲で 早くから電子計算機が用いられて来たのはいうまでもない。ここでは筆者が関係し主として防災センターで研究・開発した 地質の分野にふさわしい方法を2, 3紹介し 数学には「生理的反発」を感じる人々にも役立つ電子計算機の利用法を述べてみる。というのは そもそも電子計算機は EDPS (Electronic Data Processing System) と呼ばれ いわゆる計算を含めデータ(情報)を論理的に処理する機械体系として作られた。それゆえ 言語構造の解析であるとか 情報検索のようなことまで「計算機」で できる様になったのである。このように機械そのものが非「計算」的の分野の仕事を行なう素質も持っているのである。

## 1 都市地盤資料(ボーリング資料)の機械検索

### 1.0 まえがき

経緯：地震の際 地盤によって被害やその形態に著しい相異のあることはすでに広く知られている。そこで都市の地盤状態を明らかにする必要から昭和32年10月22日 資源調査会では「都市域地盤測定計画推進に関する勧告」(勧告第2号)を行なった。この勧告に応じて建設省や通産省で 現在までに全国主要都市域の10数%について調査を終え その結果を都市地盤調査報告書(建設省)等として公にした。その効果や必要性は新潟地震や1968年十勝沖地震で実証されたとおりである。そしてこのように印刷し公刊していることは 調査結果が広く活用されたために極めて有益なことである。しかし 印刷により利用をはかる方法では 毎年全国で生産されている約1万本のボーリング資料を追加して 一層精度を増してゆくことができず 目的に応じた自在な検索なども行なえない。そこで「都市域地盤測定に関する第2次勧告」(昭和43年7月30日)においては 近

代的情報管理システムを導入した地盤資料のリファレンス・センターを設ける必要が打出された。防災センターでは ボーリング資料を電子計算機を用いて 収納・整理・検索する方法を直ちに開発し 引きつづきいろいろな解析やシミュレーションの方法の研究を進めている。

筆者は地質調査所にいた時から ボーリング資料やこれに関係深い地質資料を電子計算機を用いて整理・検索・解析することを具体化したいと考えていたが はからずも上述したような背景のもとでこれが実用化された。

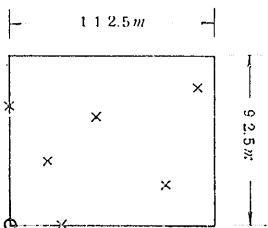
概要：昭和46年から川崎市および東京都のボーリング・データ5,000本の土質柱状図・標準貫入試験(N値)・土質試験結果を電算機向きにコード化し 磁気テープに書き込んだ。土質名・色調・観察記事・施行者名などの非数値データは英文字でコーディングした。ボーリング位置は一辺約100mのメッシュにより定め メッシュの位置を南西隅格子点の経度・緯度で代表させた。また位置による検索に便利なファイルも作った。

検索や解析例としては 要望箇所の柱状図のプリント・地図上の任意線上の土質断面図・等N値深度分布図・流動化砂層の分布図・地盤の最大加速度のシミュレーションなどがある。これらの結果の表示・図示は 英字ラインプリンタや電算機に接続されたプロッタやファクシミリ受像機およびCRT(ブラウン管)を用いて見やすい形で取り出せる。地盤資料を利用解析するために人間と電算機との相互の情報交換を速やかに行なうCRTとライトペンによるマン・マシン・コミュニケーション・システムの開発が望まれている。

### 1.1 検索資料の作成

#### 1.1.1 原資料の整理

ナンバリング：原資料に整理番号(ボーリング番号)を付ける。地盤資料は行政区画 道路・鉄道 埋立地域など施行区分によってまとまっている場合が多い。これらのひとまとまりごとに大番号を付け その中で整理順に通し番号を付ける。原資料の分類・整理はさ程上手にすることはなく 必要なときに番号で引き出せるようにさえしておけばよい。電算機では問題向きのファイルに再編成することが容易だからである。



第1図  
ボーリングとメッシュ  
×…ボーリング地点  
○…メッシュ代表位置

位置：ボーリングの位置は1：25,000地形図をたて・よこともに100等分したメッシュによった。その大きさは経度4.5" 緯度3.0"であり 北緯35°付近では東西112.5m 南北92.5mである。なおこのメッシュは地理院の1/100分割メッシュに相当し 人口統計などに利用されている。実際に位置の決定は1：25,000地形図により行ないメッシュの位置はその南西隅の格子点の緯度・経度で表わした。メッシュ法によった理由は 原資料の記載が不十分で地点の座標の絶対的精度を上げることがきわめてむずかしく 一方市街地の形態変化がはげしく 数年前のボーリング地点を道路・町名番地などを手がかりに決定することさえも困難な実情だからである。また大量のデータを処理する場合に 適当な区分ごとに集計するのは普通の方法である。そこで 位置の識別が可能で地盤解析に支障がないと思われる大きさのメッシュを用いたが 場所によってはひとつのメッシュの中に多数のサンプルが入り その中に大きな変動が含まれることもある。このことはメッシュが粗ら過ぎるか 地質が複雑過ぎることを意味し 土質・地質の専門家にとってはこのようなメッシュは情報量に富んでいるといえる。しかし電算機には代表的または平均的なデータを与えておく必要がある。

それは広い範囲の地盤特性の 大局的傾向を把握するためにである。

標高はメッシュの平均標高を用い 原資料に記載のある場合はその値を用いた。

第3図は各メッシュ内のボーリングの本数で ラインプリンタでプロットした。この方式によると 尺度がほぼ1：25,000地形図と同じになり プリント用紙1ページでその1/4を表わすことができる。第3図は1：25,000川崎の右下1/4部分で 南西から北東にデータが集中して並んでいるところが京浜産業道路である。図の右上に1：25,000地形図名とそのどの部分であるかが示してある。

### 1.1.2 コーディング

コーディングはデータを電算機に入れるためのカードパンチの前の作業で 定められた様式にしたがって原資

調査名	(依頼) 正川協設計委託		試験孔 №1	
調査地名	川崎山下小田中子付口地内			
調査年月日	昭和41年8月9日～8月11日		孔内水位	観測日時
孔口標高	7.0m	調査深度	2.13.0m	9日13時
試験方法	ローリー式	試験孔径	8.5cm	2.3.0m 10日9時
試料採取方法	標準貫入試験 シンナーサンブツ		1.9.0m	11日9時

層位 深度 (m)	地盤 記号	土質 記号	色調	状態 記号	標準貫入試験	
					試験 深度 (cm)	N 値 (回/30cm)
075	075	灰土	暗茶	表面硬あり		
					115	
					145	
					175	3/30
					215	4/30
					245	5/30
					315	9/30
					345	10/30
					415	13/30
					445	14/30
					595	3/30
					625	4/30
					700	3/34
					734	4/32
					815	3/32
					847	4/33
					915	3/33
					948	4/33
					1095	3/31
					1126	4/30
					1200	14/30
					1230	15/30
					1300	19/30
					1330	20/30
					1415	8/30
					1445	9/30
					1515	12/30
					1545	13/30
					1615	14/30
					1645	15/30
					1715	15/30
					1745	16/30
					1815	17/30
					1845	18/30
					1915	17/30
					1945	18/30
					2015	22/30
					2045	23/30
					2100	23/30
					2130	24/30

第2図 土質柱状図(入力)

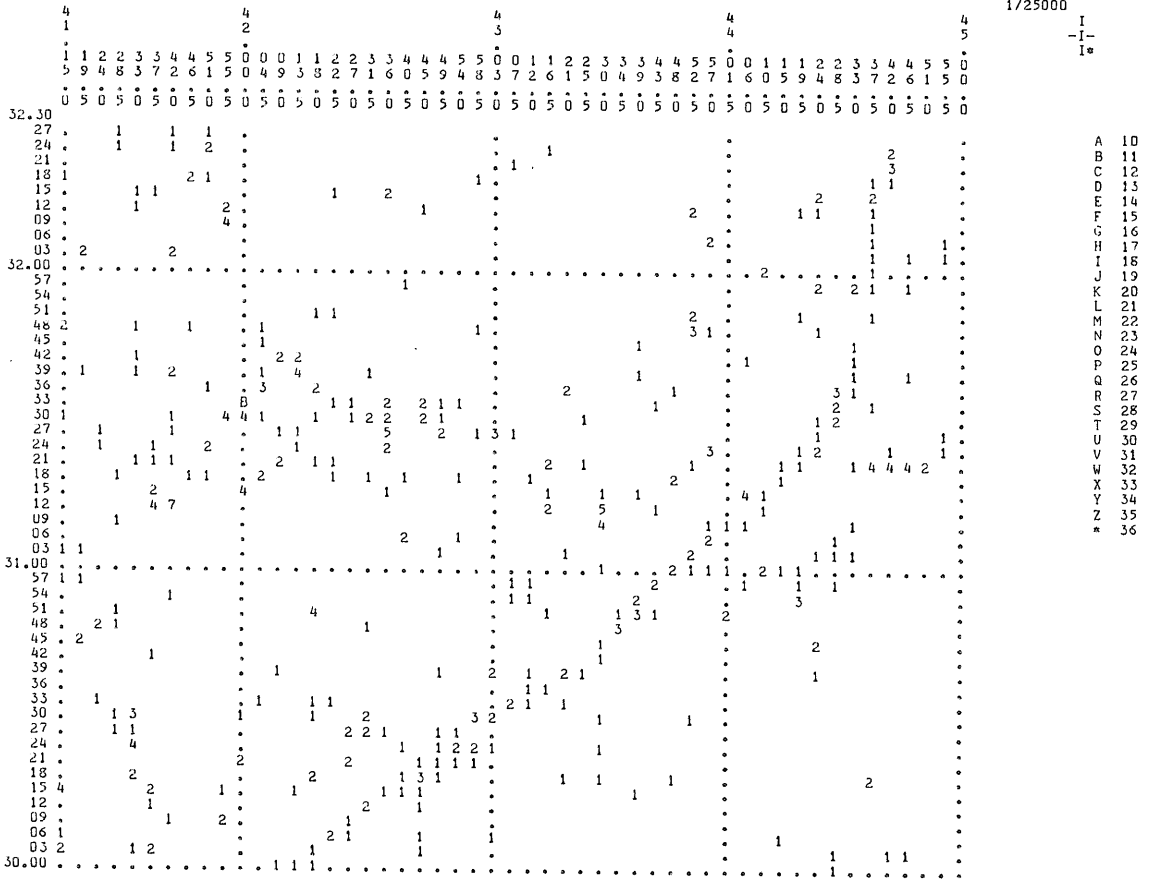
料をコーディング・シートにコピーする作業である。

コードを定めるに当っては作業者が連想しやすいように様式を定めるに当ってはカードの有効桁数をフルに使うこと データの桁数をそろえ また英字と数字を混合しないでコーディングとパンチを容易にすることなどに注意した(表1・2)。

標題：標題として不可欠の要素である整理番号・位置・施行年月などのほか 施行者名や孔内水位・孔の深さなどを記入した。このほか町名・発注者・工事名・地形区分なども考えたが今回は省略した。経度・緯度は前の2桁で分 次の3桁で秒を1/10秒まで表わした。標高・孔深・水位はcm単位で5桁とした。孔深・水位は孔口からの深度に統一した。施行年月は施行の終了時で 西暦の1,000の位を省いた3桁と月2桁とした。施行者名はローマ字で書くと長くなり過ぎるのでコード

THE MAP OF BORING POSITION 72.5

KAWASAKI  
1/25000



第3図 ボーリング位置と本数

化し英12文字で表わした。

施行者名はたいてい 株式会社・ボーリング・開発などという幾つかの共通語と個有の名称から構成されており 4種類の語を並べれば十分表わすことができる。コーディングの容易さを考えると これらのコードには英3文字が必要である(表3)。資源総合開発研究所を例にとると SIGSOGKAIKEK となる。

地層データ:各地層ごとに深度・土質名・色調・記事を記入する(表2)。地層の下限の深さ(孔口からの)を深度として cm 単位5桁 土質名・色調を英3文字以内で表わす。色調は種類が少なくよく現われる基本的な色調をコード化し(表4) 混合色の場合はそれらを列記する(例:緑青灰色は MAH)。暗緑青灰色のように4文字を要する場合は 判断して3文字にした(この例なら暗緑青 DMA)。

記事欄には地層の構成・産状・混合量などを普通3記事記入する。地層に混っている貝がら・腐植物・軽石

などは 原資料には土質名の欄に記載されていた場合でもコーディングでは記事欄へ記入した。また土質名が多すぎて3字の枠からはみ出すときは 混合割合の少ないものを記事欄へまわした。レキ径はmm単位で下限と上限をしるした。

土質名は基本となるものが40~50種類で それらが混っているときは 基本となる土質名を列記した。その際2つまたは3つ混る場合のあるものは英1文字または2文字で表わし 混ることがないと思われるものは3文字で表わした。ただし 列記したものと2~3字コードのものとの区別がつかなくなることがないように しかも連想しやすい記号を作るため英3文字が必要であった。たとえば 砂混り粘土は DC 玉石混り砂質シルトは BDT 砂レキ混りシルトは DGT であるが これらは砂岩 DN シルト岩 TN など 2字コードをもつものや 泥土 DUM 凝灰岩 TUF など3字コードの土質と重複することはない。

表1 標題のコーディング・シート

東	経	3	8	0	6	0	
北	緯	3	4	1	5	0	
標	高	0	0	7	0	0	
孔	深	0	2	1	3	0	
水	位	0	0	2	1	0	
年	月	9	6	6	0	8	
施 行 者		S	I	G	S	O	
		G	K	A	I	K	
		E	K				
カ ー ド 番 号		3	0	5	4	0	1

表2 地層データのコーディング・シート

層 深 度	0	1	1	2	9	
土 質 名			C			
色 調			D	H		
混 入 物			Y			
土 質 名			F			
状 態			R			
土 質 名						
状 態						
土 質 名						
状 態						
レ キ 径						
記 事 続						
層 深 度	0	1	4	1	0	
土 質 名			T	F		
色 調			D	H		
混 入 物						
土 質 名			G			
状 態			C			
土 質 名						
状 態						
土 質 名						
状 態						
レ キ 径			0	2		
			0	5		
記 事 続						
カ ー ド 番 号	3	0	5	4	0	4

標準貫入試験・土質試験：標準貫入試験は深度（開始深度 cm 単位5桁）と打撃回数と進度を記入した。これを進度30cmあたりの打撃数に統一しようとすると 桁数は減るが情報も減り手計算で換算する手間

表3 施行者名構成単語のコード表の一部

単 語	コーディングコード	マシンコード	ライプリンターコード
ボーリング	BO	0	BORING
調査所	CHJ	1	CHOSAJO
調査	CHO	2	CHOSA
地質	CIS	3	CHISHITSU
コンサルタント	CO	4	CONSULTANT
土質	DOS	5	DOSHITSU
地盤	JIB	6	JIBAN
開発	KAI	7	KAIHATSU
研究所	KEK	8	KENKYUJO
建築	KEC	9	KENCHIKU
基礎	KIS	10	KISO
株式会社	KK	11	K.K.
鉱業	KOG	12	KOGYO
興業	KOG	12	KOGYO
協和	KYO	13	KYOWA
日本	NIP	14	NIPPON
日東	NIT	15	NITTO
設計	SEK	16	SEKKEI
資源	SIG	17	SHIGEN
総合	SOG	18	SOGO
東京	TOK	19	TOKYO

表4 色調のコード表

色 調	コーディングコード	マシンコード	ライプリンターコード
黒	K	0	BLA
青	A	1	BLU
茶 褐	C	2	BRO
緑	M	3	GRE
灰	H	4	GRY
赤 紅	R	5	RED
紫	V	6	VIO
白 乳	W	7	MIL
黄	Y	8	YEL
暗	D	9	D-
淡	L	10	L-

表5 記事欄の状態のコード表

状 態	コーディングコード	マシンコード	ライプリンターコード
薄 層 状	T	0	THIN
レンズ状	L	1	LENS
ブロック状	B	2	BLOCK
互層	A	3	ALTER
上部に	J	4	UPPER
中部に	C	5	MIDDLE
下部に	K	6	LOWER
多い	F	7	FREQ
中くらい	M	8	MEDIUM
少ない	R	9	RARE

もかかるのでこのようにした。回数のみ記載されている場合は進度を 30cm とみなし 貫入不能は進度 0 とした。

土質試験については 柱状図に試料採取位置を印刷するために深度（5 桁）と試料の厚さ（3 桁）を 貫入試験に準じた様式でコーディングした。土質試験結果は別個にコーディングし磁気テープに収録し 要求があれば印刷する。現在のところ 土質試験結果については内容をそのまま印刷するだけで 解析するまでには至っていない。

標準化：昨今 情報処理の分野ではデータの標準化 (Standardization) という言葉がよく使われる。これは原資料が生産される時点で 後に電算機にかけやすいように 普遍性・統一性をもった形式に合わせるということである。土質データは本来数値的でなく 統一性がとりにくく 規格化しにくいものであるが 柱状図を作成する段階で極力この標準化を徹底することが望まれる。今回はコーディングを土質の知識のない者にでもできるようにするため たとえば土質コードは 専門の見地からよりもむしろ論理的構成の見地から しかも英名から連想しやすい記号であるように作られた。今後大量の資料をコーディングすることになれば 土質の専

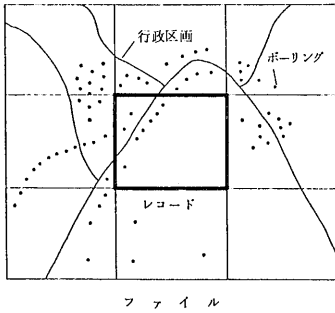
門家だけでこの仕事をするわけにもいかない。またボーリング資料は現場の観察者の主観が多分に含まれ 土質名の表現もまちまちで この資料を普遍的見地から一定の形式に統一することは専門知識を持った者でないとできない。たとえば ロームと関東ロームの区別 固結粘土や硬質シルトを土丹とするか否かの判断などがあげられる。現在は原資料を土質の立場から統一することよりも 原データをそのまま電算機に持ち込むことを主眼にしている。それは後の出力段階で統一することがある程度可能だからである。

データチェック・プログラム：カードにパンチされた電算機入力の形に直されたデータには 作業の各段階で発生したすべての誤りを含んでいる。このデータをそのままラインプリンタに印刷し 原資料と照合して誤りの検出と訂正を行なう。そのとき 土質の判断の誤りは別として 形式的・数値的な誤りは できるだけ電算機に検出させ 印刷させるプログラムを開発した。

まず第一に カード番号のチェックによって カードの逆転 不要カードの混入 必要カードの脱落などを調べる。これはおもにパンチングのとき生じた誤りである。つぎに 標題カードの孔深と最下層の深度の一致を調べる。それは地層とそれに続いて収録されている

SOIL NAME	CODING CODE	MACHINE CODE	PRINTER CODE	SOIL NAME	CODING CODE	MACHINE CODE	PRINTER CODE	SOIL NAME	CODING CODE	MACHINE CODE	PRINTER CODE
SURFACE	SUR	0		MEDIUM SAND	M	9	:::::	SCORIA	SCO	18	AAAA AAAA AAAA AAAA
HUMUS	Y	1	Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	SILT	T	10	----- ----- -----	SHIRAS	SHI	19	X.X.X.Y. .X.X.X.Y X.X.Y.Y. .X.X.X.X
SHELL	Q	2	@ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @	CLAY	C	11	===== ===== ===== =====	MASA	MAS	20	+ . + . + . + . + . + . + . + . + . + . + . + .
LUMICI	P	3	P P P P P P P P P P P P P P P P	MUD	MUD	12	' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' '	CONGLOMERATE	COG	21	+ . + . + . 10101010 01010101 10101010 01010101 10101010
BOULDER	B	4	F F F F G G G G C C G G G G G G C C G G	SANDSTONE	DN	13	1.1.1.1. .1.1.1.1 1.1.1.1. .1.1.1.1 1.1.1.1	TUFF	TUF	22	111111 111111 111111 111111 111111
GRAVEL	G	5	O O O O O O O O O O O O O O O O	SILTSTONE	TN	14	1.1.1.1. 1-1-1-1- -1-1-1-1- 1-1-1-1- -1-1-1-1-	GRICCIA	BPE	23	1A1A1A1A 1A1A1A1A 1A1A1A1A 1A1A1A1A
SAND GRAVEL	DG	6	0.0.0.0. .0.0.0.0 0.0.0.0. .0.0.0.0 0.0.0.0.	MUDSTONE	MN	15	1-1-1-1- -1-1-1-1- 1-1-1-1- -1-1-1-1- 1-1-1-1-	TUFFBRECCIA	TUB	24	1A1A1A1A 1A1V1A1V 1A1V1A1V 1A1V1A1V
SAND	D	7	. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	VOLCANIC ASH	VA	16	V V V V V V V V V V V V V V V V	GRANITE	GR	25	+ + + + + + + + + + + + + + + +
FINE SAND	F	8	. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	KANTO LOAM	LOA	17	V V V V / / / / / / / / / / / /	VOLCANI. POCK	VR	26	X X X X X X Y Y X X X X X X X X

第4図 おもな土質と混入物のコード表



第5図  
座標順ファイル

N値のフォーマットとの違いを利用して不一致の有無を検出する。経度・緯度のチェックはそれらが基準点からの刻みの整数倍になっているか否かによる。標題データのその他の数値データは実際にありうる範囲を設ければ異常なデータは検出できる。地層やN値の深度については順序でチェックができる。また土質名などの文字データについてはコード表にないもの同一欄での重複や途中にブランクが入っているものは誤りとみなす。記入欄がズレていたときなどもこのチェックにひっかかる。以上のような形式上のチェックによってほとんどの誤りが検出され訂正を容易ならしめた。

## 1.2 資料のファイリング

### 1.2.1 磁気テープ書き込み

カードリーダーから読み込まれたデータは電算機内部でもう一度コード化されて磁気テープに書き込まれる。前述のコーディングは人間による作業であるが今度は電算機内での処理に適したコード化である。

### 1.2.2 ファイリング

磁気テープファイルのデータはボーリング番号順に並んでいる(シリアル・ファイル)。これに対しわれわれの検索の大部分が座標により行なわれるので座標順に配列しなおしたファイル(インバーテッド・ファイル)が必要である。防災センターではこれをディスク上で行なっている。

川崎を中心とするボーリング3,000本を収録した磁気テープはごくわずかであり逐次検索法すなわち全データの読み出しに要する時間は約1分である。今後範囲が拡大された場合1:25,000地形図内のデータをまとめたレコードとしそれを座標順に並べてファイルとする。ファイルには番号を付け格納されている地形図番号と含まれる行政区画などの表を入れておく。さらにファイルが多くなる場合は各ファイルが受け持つ地形図上の範囲(地形図番号または座標)を表にして索引用ファイルとし別途記憶させておく。こうしてお

けばいくつかの区画にわたる断面図を作製する場合などにも検索が容易である。またデータが追加された場合にも該当ファイルの所定位置をさがしディスク上で再編成することが容易である。これらは全国的規模のデータバンクを考えた場合避けられない問題である。

## 1.3 検索と例

電算機からの出力は理解や判断に適する形になっていることが望ましい。印刷機から出てきた数値をグラフに描いてみてはじめて大要がわかるというのではせっかくの電算機が早く結果を出した効果が減少する。特に地盤資料の場合図の形で利用することが多い。そこで地盤の情報検索・情報解析の結果はできるだけ図に表わすことに努めた。

### 1.3.1 土質柱状図

まずラインプリンタの活字を用いて表わした柱状図を示す(第6図)。これは原図(第2図)をほぼ再現していると思われるがプリンタ用紙および活字の種類と大きさの制限があるため土質記号(パターン)と土質名および記事の表現に工夫を要した。

土質記号はプリンタの活字の中から基本となる土質の普通用いられている土質記号によく似たものを選びつぎに述べる規則にしたがってプリンタに打ち出させる。すなわち土質記号は原則として1字おきに空白も含めて12桁印刷する。2・3文字の組み合わせで表わす土質記号(コーディングの時英3文字を用いた土質)はそれらを交互に印刷する。2つの土質が混合しているときはその多少にしたがって副となる土質を主となる土質記号の中の定まった位置に配置する。同一地層が続いて土質記号が数行にわたって印刷されるときには見やすくするため活字を横に1つずらせる。貝がらや腐植物の記号は混ぜたが土質記号を3つ混ぜると非常に見にくく識別しにくくなるので土質記号としては2つまでを表わし3つめは記事欄へまわした。

土質名は英名またはその略語を12字以内で表わす。混合しているときは長さも考え土質記号に対応して2つまで印刷しそれぞれ6字以内で表わしハイフンでつなぐ。3つめは記事欄へまわしセミコロンで区切った。なお“砂まじり”とか“砂質”とかいうように混合している場合はじめの土質名の語尾を形容詞化すればびったりするのだが今回は名詞形のまま列記した。

記事は文章で表わすと多くの字数を要するので単語を並べるだけにとどめた。すなわち土質名を主語としその位置・状態・量を述語とした構成で1記事の終わ

AREA		KAWASAKI		LONGITUDE		139.38.06.0		LATITUDE		35.34.15.0		
YEAR-MONTH		1966. 8		HEIGHT		7.00		WATER LEVEL		2.10		
HORIG NO.		3034										
DEPTH	THICKNESS	SOIL SYMBOL	COLOR	SOIL NAME	COMMENT	SAMPLING POSITION						
						N-VALUE	0	10	20	30	40	50
0	0.70		D- BRO.	SURFACE	*GRAVEL	UPPER						
	0.75	0.75	D- GRY.	CLAY	*HUMUS							
							1.15	N= 7	*			
							2.15	N= 6	*			
	3.0	2.95	D- GRY.	CLAY -F.SAND	*HUMUS, F.SAND	RARE	3.15	N= 6	*			
	3.70	3.50	D- GRY.	CLAY			4.15	N= 3	*			
5							5.95	N= 3	*			
							7.00	N= 3	*			
							8.15	N= 3	*			
10							9.15	N= 3	*			
	11.49	7.59	D- GRY.	SILT -F.SAND *GRAVEL	MIDDLE, D=02-05		10.95	N= 3	*			
							12.00	N= 14	*			
							13.00	N= 19	*			
15	14.10	2.81	D- GRY.	CLAY	*HUMUS		14.15	N= 8	*			
	14.90	0.80	D- GRY.	CLAY -F.SAND *CLAY	THIN		15.15	N= 12	*			
							16.15	N= 14	*			
							17.15	N= 15	*			
	18.45	6.55	D- BLU.GRY.	MEDIUM SAND	*F.SAND		18.15	N= 17	*			
	18.70	0.45	D- BLU.GRY.	GRAVE-M.SAND	*D=10-20		19.15	N= 37	*			
20							20.15	N= 32	*			
	21.30	2.60					21.00	N= 29	*			

第6図 土質柱状図 (出力)

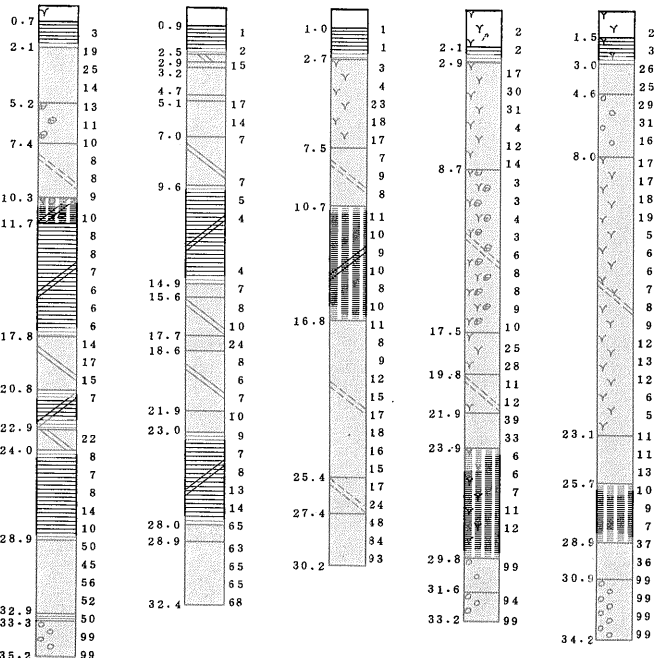
りにコンマをつけた。

検索法としては メッシュを指定して  
その中のボーリングすべてについてでも  
指定したものを印刷してもよい。

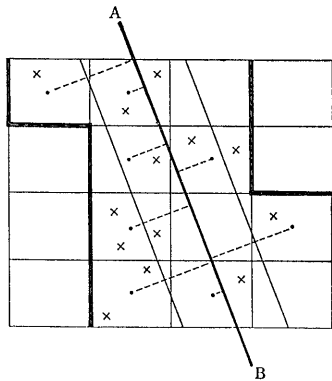
	139.40.48.0	139.40.52.5	139.40.48.0	139.40.48.0	139.40.48.0
E	35.32.48.0	35.32.51.0	35.32.51.0	35.32.51.0	35.32.51.0
N	5.40	4.80	4.70	4.80	4.80
H	1.55	1.10	2.10	3.40	3.28
W	1970.07	1967.05	1969.05	1969.05	1969.05
Y	1389	2364	2463	2464	2465
NO					

### 1.3.2 土質断面図

川崎駅から登戸付近までの南武線沿いの地質断面図の一部を第7図に示す。  
この図はファクシミリ受像器 (FAX) で描いた。断面線上に資料のあることはまれなので 南武線を中心に200mの幅をとり その中の資料を抽出した。第8図に直線の場合のモデルを示すが 曲線の場合には折線で近似する。検索の結果 該当するボーリングは約200本 印面紙40枚あった。図には水平距離はとっておらず またメッシュ内のボーリングは全部とり出した。実用上の断面図は不適当な資料を除き 柱状図をタンザク状に切り 距離目盛をとった紙に貼り 地層のつながりなどの地盤上の判断を経て作製される。柱状図の上部に標



第7図 FAX による土質断面図



第8図  
断面図の検索  
・メッシュ中心点  
×ボーリング地点

て方は プリントが活字単位であるのに対し ファクシミリは 1を黒点 0を白点とするビット単位のパターンを作るので この図のような任意の絵が描ける。 全く同様の図形を CRT (ブラウン管) とプロッタでも作れる。 CRT は速いが記録が簡単に 安価に残せないこと プロッタは遅いが細かく精度のよい図が得られる特徴をもっている。

さらに CRT と入力タブレットまたはライトペンを組み合わせたシステムをとれば 人と電算機との速やかな情報交換が行なえる。 断面図を例にとれば CRT に表示された地図上で人が点または線を指定し 対応する断面図を電算機が検索して CRT に描き 人がそれを見て判断し有用な資料だけ印刷させたり 必要ならば位置や幅を変えて さらに検索 (調査) をすすめるといったことができる。

ところで 柱状図を印刷するだけならば 原資料をマイクロフィルムやアパチャーカードの形で保存し 位置座標によって整理しておき 人手で検索または抽出することも可能であり 電算機を使うことがそれほど有利とはいえない。 これから述べる方法は 電算機がデータを自由に処理でき かつ高速であるが故に可能なもので

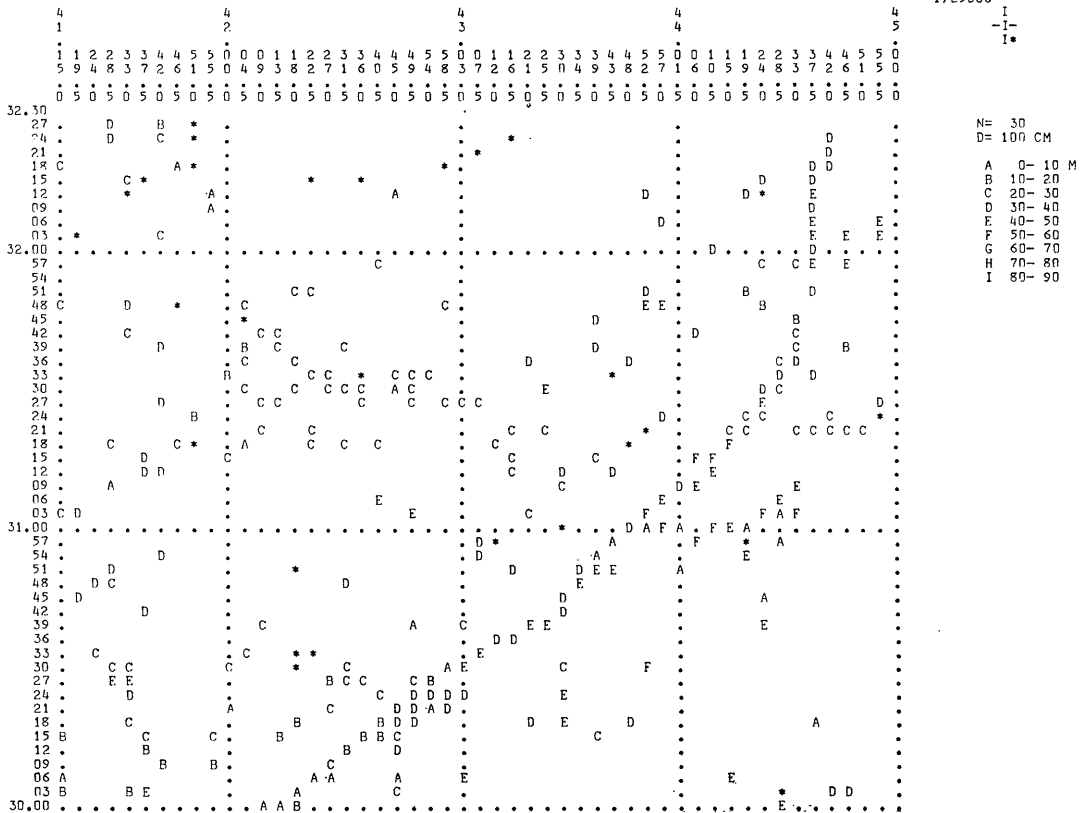
題 左の数字が深度 右がN値を表わす。 以上は 予備調査として既存のデータを利用した例である。

なお プリントによる断面図として 模様ではなく土質コードに準じて1土質に1字を定めて打ち出し 色を塗って地層を表わすこともできる。 プリント用紙の横方向を深さに たて方向を断面の距離にとれば 着色するだけで実用的な断面図が作られる。

さて われわれのファクシミリ受像器は電算機とオンラインで結ばれている。 プログラム上柱状図の組み立

THE DEPTH MAP OF N-VALUE (KAWASAKI)

KAWASAKI  
1/25000



第9図 等 値 深 度 分 布 図 (その1) KAWASAKI



ある。たとえば ある定まった方向についての土質断面図は 時間さえかければ人手でできる。しかし任意の方向について並べることは たとえ柱状図が座標順に整理されていたとしても短時間にはできない。電算機によれば 人が自由に指定した方向に対して数分間で断面図を印刷できる。その大部分は入出力にかかる時間である。そしてさらに次に述べるような解析も行なうことができる。

### 1.4 地盤解析の例

#### 1.4.1 等 N 値深度分布図

地域防災計画・鉄道建設などの予備調査として まず軟弱層の厚さのおおよその分布状態を知る必要がある。その方法として N 値が一定値  $N_0$  (例えば  $N=30$ ) を初めて超える深度を メッシュごとに計算した地図をライプリンタに打ち出すことができる。当初 N 値に関する等深線をプロッタに描かせることを考えたが ボーリングのあるメッシュの数が少なく 補間によっても滑らかな曲線にならないであろうと考え まずメッシュごとの値を印刷してみた。その際深度は幾つかの階級に分けた。

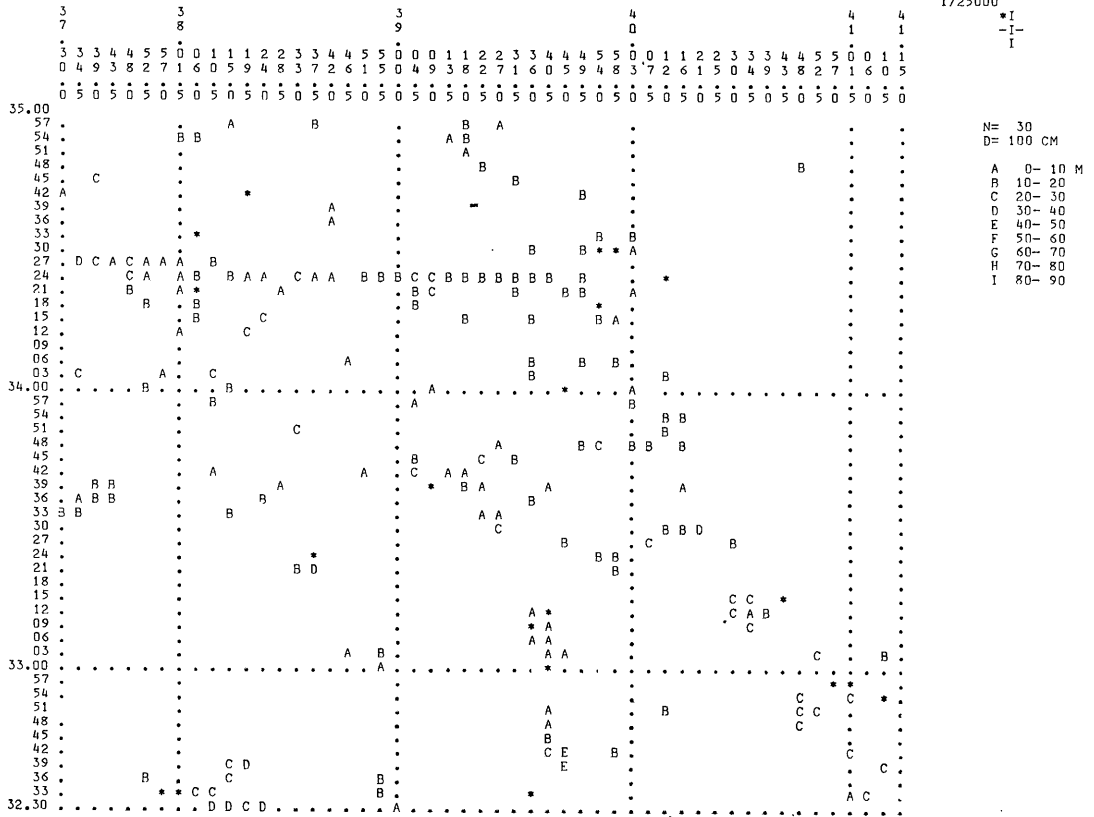
メッシュ内にボーリングが1つしかない場合 N 値が最初に  $N_0$  を超えた時 その上の値とで補間し ちょうど  $N_0$  となる深さを計算した。メッシュ内にボーリングが何本もある場合は 平均値について上記のことを行なう。すなわち 孔口から一定の深さごとに各々のボーリングについて N 値を補間し それを平均する。平均化によって誤差は減るが メッシュによってボーリングの本数が異なり 平均値の信頼度合はまちまちである。このほかメッシュの代表ボーリングとして たとえば最深のものを選んで行なってもよい (第9・10図)。

プログラムは“N 値が地表から初めて  $N_0$  以上になる”という条件だけではなく それが “与えられた厚さ以上続く” という条件も加味して作った。電算機によると  $N_0$  厚さ 階級の分け方などパラメータを任意に変えられる利点がある。

第9・10図は厚さ 1m 以上にわたって N 値が初めて 30 以上になる深度を文字で表わしたものである。図に見るように 深度分布は低地 (第9図) では深く 山手 (第10図) では浅い。

メッシュの大きさは分析の目的によって変わるべきもので 大局的傾向を知りたい場合は粗らく 詳細な結果

THE DEPTH MAP OF N-VALUE (KAWASAKI)



第10図 等 N 値 深 度 分 布 図 (その2) KAWASAKI

を求めるならばメッシュはこまかくなければならない。地盤解析に1/100分割メッシュが適当か否かは今後の問題である。

1.4.2 流動化砂層分布図

この検索方法は川崎市における土の流動化の予測調査に用いられている。川崎市の地盤が流動化する可能性があるかないかについて未だ詳細には研究されていない。流動化は構造物や埋設管などの耐震性を考える上に最も重要な要素である。これまでの研究結果をもとに定量的流動化限界条件を次のようにきめた。

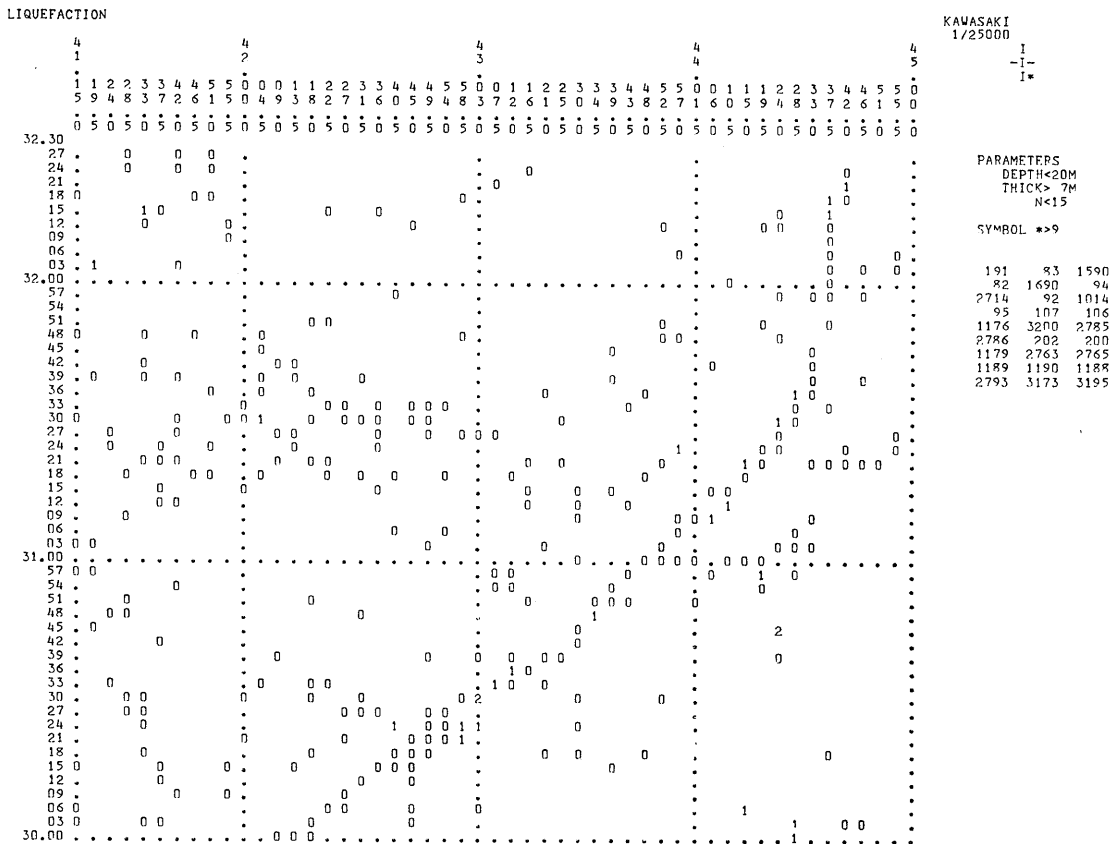
- i) 砂が飽和砂であること（地下水位以下の意味）
- ii) N値の限界は12~15
- iii) 深さの限界は12~15m
- iv) 流動化を生じる砂層厚（最小限）は国鉄の示方書の値を借用して7mとする
- v) 粒径分布は0.1~1.0mm

第11図は地下水位以深15m以浅の区間において7m以上の砂層が存在しその砂層内のN値の平均が15以下という条件を満足するボーリングを検索したもので

ある。地図上の数字はその本数である。0はボーリング資料はあるが当てはまるものがないことを示す。

図は1:25,000地形図川崎の右下4分の1の区画であるが川崎市全域において上記の流動化の条件を満たすボーリングが111本あった。実際は柱状図・土質試験などの吟味をさらに行なって流動化危険地域をきめる。

N値の最大値を15以下とすると該当するものが余りに少ないので平均値を用いた。情報処理上はN値曲線の“大よその形状”が15以下という条件が最も実用的判断に近いように考えられる。単に最大値や平均値をとると1つだけ特異な値があった場合前者では全体的判断をあやまり後者では余りにも平滑化するおそれがある。概形で判断する場合移動平均をとるのも1つの方法である。またN曲線の突起状部分を見つけた場合は分散を用いるとよい。同じようなことが砂層の厚さや砂の質についてもいえる。川崎の場合は中砂・細砂または単に砂という土質名を全部砂層とみなしたが他の土質が少量混入していたり薄く狭んでいたとしても構わないという条件にすれば該当するものはずっと多くなる。



第11図 流動化砂層分布図

### 1.4.3 最大加速度分布図

これは大地震の時の地盤の振動状態を推察するために  
行なうもので、さらには構造物被害や2次災害のシミュ  
レーションを行なう時のもととなるものである。まず  
基盤に推定地震動を与え、それが数個の地層を多重反  
射を行ないながら、通過して地表に至る模様を波動方  
程式でシミュレートし、最大加速度の分布を求めるもの  
である。これは水平な成層地盤に基盤より地震波が入射  
した場合に、地盤応答がすべてS波の重複反射で説明で  
きるという仮定に基づいている。この計算も各メッシュ  
によって行なうのであるが、予めそのメッシュにおけ  
る地層の弾性的構造をきめておかなければならない。  
それはN値からVsを計算する実験式によって設定する。

### 1.5 あとがき

今日、地方自治体には電子計算機がゆきわたっており  
もたないところでも電々公社からサービスをうけられる  
時代となった。そこで防災センターでは資源調査所の  
協力を得て本文に見たように、ボーリング調査試料を電  
子計算機により整理し、都市計画や防災対策・土木工事  
などに必要な調査を地方自治体職員が、学識経験者の手  
をわずらわさなくてできる方法の開発に努めてきた。

さらに地盤のデータから地震時における地表の振動を推  
定する方法、地震による構造物や地盤被害のシミュレ  
ーションや、さらには2次被害の推定方法などを実用化で  
きれば、防災都市計画や対策を、地方自治体自身の手で  
行なえるようになるであろう。はじめに述べた都市地  
盤資料のリファレンス・センターは、不幸にも未だ設立  
されていない。しかし、それを待たなくともここに述  
べたように、地方自治体や国鉄など大量のボーリング資  
料を日々入手できる所があるのであるから、そしてみず  
からのためにも必要なことなのであるから、上述の手法  
を活用してそれぞれで進めてもらいたい。ただ、デー  
タの交換を行なうためには、できるだけ様式を定めてお  
く必要がある。

つぎに、地質柱状図やN値のほか、電気検層・微化石  
分析・X線分析・間隙水圧・揚水試験・載荷試験、等々  
のデータを付加したり、あるいは原資料（報告書・文献  
など）の所在を、関連して検索できるようにすることは  
可能である。それはそれぞれの所で必要なシステムを  
作ればよい。筆者としては、積極的に作ってもらえば  
利用法の発展に大いに役立つので、是非お願いしたい方  
である。

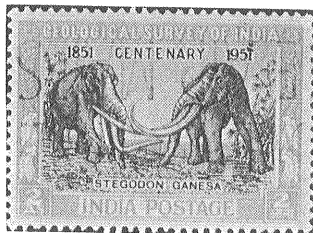
いうまでもなく、地盤だけでなく、鉱物関係でたくさ  
んのボーリング資料を有している所でもこの方法は役に  
立つ。特に昨今のように、伝統ある鉱山や鉱山会社そ  
のものまで閉じるような時代であるので、鉱山資料を逸  
散させずコンパクトに整理・収納する必要がある。貴  
重な探鉱資料である。またそれが思わぬ時、思わぬ所  
で役に立つことが必ずあるので（例えば新幹線の前身  
弾丸列車の調査路線をきめる時、関東大震災のあと復興  
計画を立てる目的で行なったボーリング資料が大変役に  
立った）、是非電子計算機を用いてコンパクトに少なくとも  
最小限のデータを残すようにして欲しい。もし会社そ  
のものがなくなる場合、地質調査所のような公共機関で  
是非そのような資料を預かって欲しいと思う。

（筆者らは元所員 現国立防災科学技術センター・  
\*国立防災科学技術センター）

### 参 考 文 献

幾志新吉・菅原正巳・清水良作（1971）：「電子計算機による  
都市地盤土質柱状図資料の一検索法」土質工学会誌 vol.  
19—no.4 pp.23—30（第一報）；no.5 pp.9—14（第  
二報）。  
幾志新吉（1973）：「電子計算機による都市地盤資料の検索法」  
防災科学技術総合研究報告 第31号 pp.57—75。  
幾志新吉（1972）：「地盤資料の電算化と検索法」情報処理学  
会第13回大会講演予稿集 pp.215—216。  
幾志新吉（1973）：講座「情報の集め方と利用の方法」地盤資  
料（土質柱状図）の電算化と検索法」土質工学会誌 vol.  
21—no.3 pp.89—94。

### 地 学 と 切 手



インド地質調査所  
100年記念切手

P. Q.

インド地質調査所は、1851年創立された世界で3番目  
に古い地質調査所である。インドは国土の広大さのわ  
りに資源がさほど豊富というわけではない。その故か  
地質調査所や地質学の役割は重視され、1969年にはア  
ジアで最初のIGCが開かれた。基礎的な研究が重視さ  
れており、図案も化石象（Stegodon ganesa）の復原図  
である。