

## 新潟平野における“沖積層”の土質工学的性質について

仲川 隆夫\*

### Soil engineering properties of so-called Alluvial deposits in Niigata Plain

by

Takao NAKAGAWA

(Abstract)

In Niigata Plain, so-called Alluvial deposits are well developed and they are subdivided into two formations, namely the Shirone Formation (Late Pleistocene) and the Holocene Higashi-Niigata Formation (Kurotori Formation) in ascending order. Soil engineering properties of these formations are investigated, with special referenced to the relationships between geological age and engineering properties.

As a result, some correlations of engineering properties show significant difference (Figs. 13 to 19).

Among them, the correlation between liquid limit ( $w_L$ ) and void ratio ( $e$ ) have well tendency, and following discriminant is obtained.

$$Z = 1.846e - 4.048 \log w_L + 4.599$$

Comparison of the results of subdivision of so-called Alluvial deposits by this discriminant with the results by stratigraphical method shows more than 80% of them corresponded well together.

And the application of this discriminant to database system of ground geology is discussed.

### I は じ め に

約1.8~2.0万年前のいわゆる最終氷期最盛期以降の海水準の上昇に伴って形成された地層を“沖積層”と呼ぶことが多い(たとえば 井関, 1983)。わが国の海岸平野に分布する“沖積層”の研究は, 1960年代以降盛んにおこなわれ, 各地で層序, 海水準の変動, 堆積環境や古地理の変遷等が検討され, “沖積層”は約1万年前に形成された-40m付近の不整合面を境に細分できることが明らかにされた(有明海研究グループ, 1965; 青木・柴崎, 1965, KUWANO *et al*, 1971; 古川, 1972など)。

一方, 大都市が立地する海岸平野では構造物建設のために地盤調査が頻繁におこなわれ“沖積層”に関する土質工学的資料の蓄積はおびただしい数に昇っている。これまでにおこなわれた“沖積層”の土質工学的性質についての報告は各係数間の相関関係(たとえば 松本・小川, 1969; 小川・松本, 1978)など土質工学的見地からのものがほとんどで, “沖積層”の細分や堆積年代と諸係数との関係を検討したものは桑原(1966), 桑原・堀内(1966), 清水(1972), 陶野(1980)などにすぎない。ここでは, 土質工学的性質による“沖積層”の細分を中心に, 新潟平野の“沖積層”の粘性土の土質工学的性質について報告する。

\* 新潟大学積雪地域災害研究センター

## II 新潟平野の“沖積層”

新潟平野の“沖積層”の概略は報告した(青木・仲川, 1980)。その後, 新たな資料も得られたが, ここでは以下の考察に必要な部分の記述にとどめ, 詳細は別稿にゆずりたい。ボーリング資料(建設省計画局・新潟県, 1967; 建設省北陸建設局北陸技術事務所, 1981および新潟大学積雪地域災害研究センター所蔵のもの)から, 層序や層相を立体的に把握するために地質断面図を東西・南北両方向にメッシュ状に作成し, 層序の検討をおこなった。地質断面間の間隔は地形図上で位置の確認をしやすいように緯度・経度1'ごととした(図-1)。その結果, 埋没段丘礫層群や東新潟層基底の埋没谷地形の分布状況, 白根層上部の砂相と泥相との関係などを明らかにすることができた。新潟平野の「G<sub>1</sub>層」以浅の層序は下位から, 西蒲原層, 白根層, 東新潟層に区分できる(図-2)。なお, 新潟平野では白根層と東新潟層が“沖積層”に相当する。

### 1. 埋没段丘礫層群・西蒲原層

埋没段丘礫層群: かつて「G<sub>1</sub>層」として一括されていた連続のよい砂礫層は4層に区分される埋没段丘礫層群である(図-2・3)。

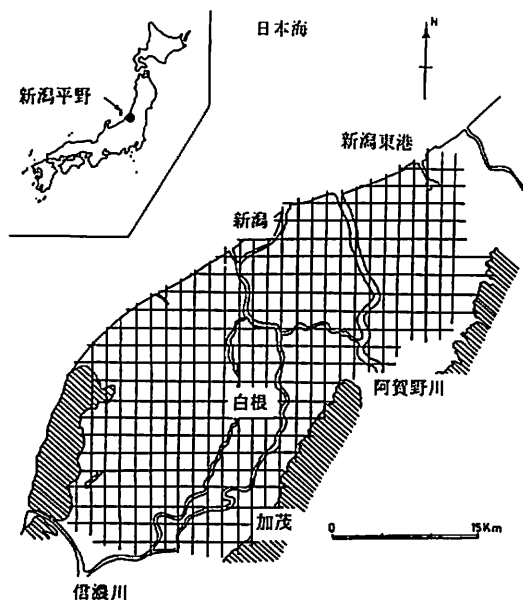


図-1 位置図

メッシュは研究に使用した地質断面図の位置を示す

Fig.1 Index map and location of geologic profiles

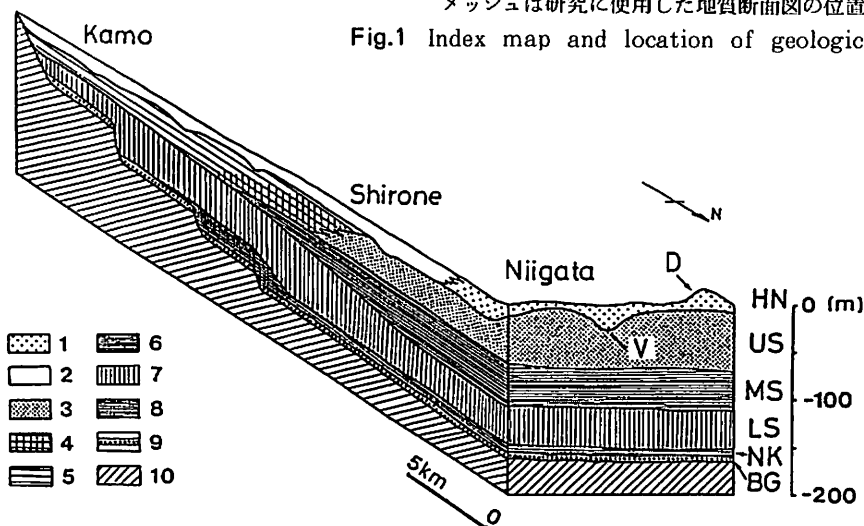


図-2 新潟平野の“沖積層”の模式断面図

Fig.2 Schematic block diagram of so-called Alluvial deposits in Niigata Plain

BG: 埋没段丘礫層群 NK: 西蒲原層 LS: 白根層下部 MS: 白根層中部 US: 白根層上部 HN: 東新潟層 1.3: 砂 2.5.7.8: 砂泥互層 4.6: シルト・粘土 9: 礫 10: 基盤 D: 砂丘 V: 埋没谷

西蒲原層：MINATO *et al* (1967) の命名による。泥炭を挟む薄い砂泥互層を主体とし，<sup>14</sup>C年代は約25,000～26,000y.B.P.を示す (MINATO *et al*, 1967)。層厚は10～20 m程度である。下位の埋没段丘礫層群との関係は不整合と考えられる。

## 2. 白根層

白根層はMINATO *et al* (1967) のShirone Groupを再定義したもので，Shirone Groupを本層と後述の東新潟層に区分した。本層の基底は-140 m付近にあり，基底付近の<sup>14</sup>C年代は約20,000y.B.P.を示す。下位の西蒲原層との関係は不整合である (MINATO *et al*, 1967)。層相から，上部・中部・下部に三分できる。

下部は下位の西蒲原層に類似した層相をしめす。主に砂泥互層からなり，泥炭をしばしば介在する。*N*値は西蒲原層ものより低い。中部はシルト・粘土層を主体とし，海棲の貝・有孔虫・珪藻化石を含有する。白根市以北に分布する (図-3)。

上部は層相から，砂相・泥相・砂泥互層相に三分できる。砂相は海岸沿いの地域を中心に分布しており (図-4)，*N*値が高く (30以上)，淘汰の良い細粒砂を主体とする。泥相は，砂相の内陸側の白根市付近を中心に分布し，*Corbicula* 等の貝化石を含有するシルト・粘土層からなる。この泥層も平野周辺の丘陵沿いの地域では砂泥互層相に漸移する。この砂相と泥相は同時異相で，砂相は砂州～砂丘の堆積物，泥相は砂相の内陸側の汽水～淡水域の堆積物と考えられる。

## 3. 東新潟層 (黒鳥層)

新潟平野の「沖積面」を形成する地層で下位の白根層を不整合におおう，阿賀野川以西の地域の層序を報告した時には黒鳥層と呼んだ (青木・仲川，1980)。その後，新潟東港地域の検討によって，西田 (1969, 1973) の東新潟層との関係が判明し，その上部層とほぼ一致することが明らかになったので，

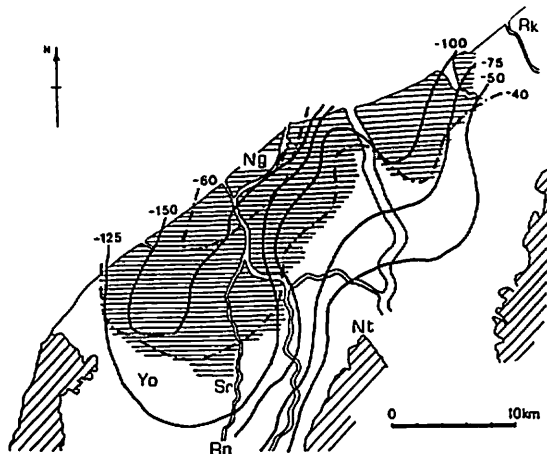


図-3 埋没段丘礫層群上限の等高線図 (実線) 及び白根層中部の分布 (横線域) とその上限の等高線図 (一点鎖線) (単位は m)

Fig.3 Contour map of surface of the Buried terrace gravels and distribution of the middle member of the Shirone Formation with contour map of its top

Ng: 新潟 Nt: 新津 Rk: 加治川  
Rn: 中ノ口川 Sr: 白根 Yo: 鋸瀧

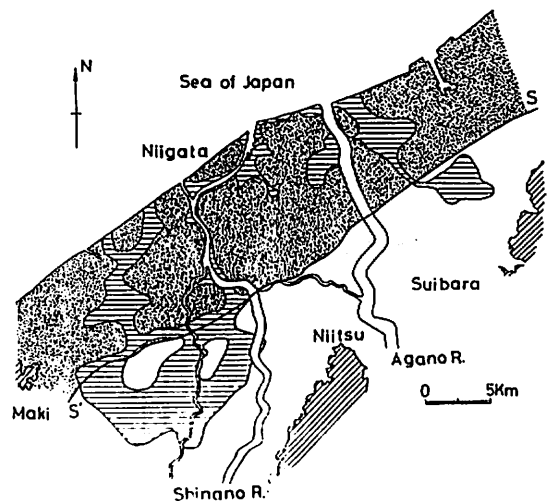


図-4 白根層上部の砂相の分布

点域は白根層上部の砂相の分布域，横線域は東新潟層基底の埋没谷が-20mを超える地域，S-S'線は砂相の分布限界をそれぞれ示す

Fig.4 Distribution of sand facies of the upper member of the Shirone Formation

平野全域を述べる時には東新潟層（再定義）を用いる（仲川，1984）\*。

海岸沿いに発達し，所によっては標高40mをこえる砂丘も本層に含める。層相は海岸沿いの地域では中粒砂を主体とする砂層，内陸部では泥炭を交えるシルト。粘土層が一般的である。また本層の基底には埋没谷地形が発達しており（図-4），深い所では-40mを超える。東新潟層基底の<sup>14</sup>C年代資料はないが，下位の白根層の年代・層序関係及び埋没谷に着目し，最終氷期最盛期以降の海水準変化が太平洋側と日本海側で同一の経緯をたどって変化したと仮定すれば，太平洋側各地の“沖積層”（KUWANO *et al.* 1971；古川，1972など）との比較から，東新潟層は完新統に対比できる。白根層・東新潟層の特徴を表-1に示す。

表-1 白根層と東新潟層の特徴  
Table.1 Lithological characters of the Shirone Formation and Higashi-Niigata Formation

地 層 名	層 相	代表的N値	特 徴	分布（標高m）
東 新 潟 層	砂層（砂丘以外）	10 ± ~ 25	中粒砂主体	-45 ~ + 5
	砂層（砂 丘）	30 ~ 50	中粒砂主体	-15 ~ +45
	シルト・粘土層	0 ~ 3 ±	淡水域	-40 ~ + 5
白 根 層 上 部	砂層（砂 相）	30 ~ 50	細粒砂主体	-60 ~ -10
	シルト・粘土層	5 ± ~ 8 ±	潟 湖	-40 ~ -10
中 部 下 部	シルト・粘土層	8 ± ~ 15	海水域	-95 ~ -40
	砂層	20 ~	汽水~海水域	-150 ~ -25
	シルト・粘土層	20 ~	汽水~海水域	-150 ~ -25

### III 新潟平野の“沖積層”の土質工学的性質

#### 1. 資料と方法

(1) 資 料 本稿の目的のためには清水（1972）が指摘しているように，試験値のバラツキを考えると，同一の試験者・同一の機関でおこなわれた試験値を対象にすることが望ましいが，今回は建設省北陸建設局北陸技術事務所（1981）および新潟大学積雪地域災害研究センター所蔵のボーリング報告書に掲載されたものを対象とした。比較的最近おこなわれた土質試験値について，ボーリング柱状図と前述のメッシュ状に作成した地質断面図から，白根層・東新潟層いずれかに属するかを決定した。層準が不明確なものは除外した。なお，対象とした地域は新潟市を中心に白根層中部の分布域（図-3）に限った。

土中の有機物はコンシステンシーや圧縮などの力学的性質に好ましくない影響を及ぼすが，有機物含有量と土質工学的諸性質との関係は明確にされていない（土質工学会，1979）ので，有機物含有量試験のおこなわれていないものは，ボーリング柱状図の記載・含水比・湿潤単位体重量から判断し，有機物含有量の高いと考えられるものは除いた。新潟平野では有機物の混入した粘性土が広く分布していること，対象した試験がおこなわれていない場合，層準が明確に決定できない場合等があり，必要とする試験の種類の揃ったものは，白根層・東新潟層それぞれ40例であった。なお，白根層については例数を増したものがあ

\* 建設省北陸建設局北陸技術事務所（1981）がおこなった層序区分について「黒鳥層相当層」・「白根層上部相当層」・「白根層中部相当層」等の対比がおこなわれているが，これらと筆者の層序区分とは一致しない場合が多い。例えば，「白根層中部相当層」は白根層中部と下部に区分すべきものであり，海岸沿い断面図では黒鳥層の砂層が「白根層上部相当層」に，白根層上部の砂層が「白根層中部相当層」にされている。

(2) 方法 多種類の規格化された土質試験(土質工学会, 1979)の結果を直接地質学的解釈に結びつけることは困難な面が多いと考えられる。しかし、これらの試験結果を堆積物の組成、あるいは堆積時及び堆積後の環境が反映されたものと考えれば、土質試験結果から地質学的情報を得る事が可能であろう。

土質工学的性質に、白根層と東新潟層の差異が出現するか否かという点と諸性質間の相関に着目し、散布図を作成し、検討を進めた。散布図から有意な相関が認められるものについては、さらに統計処理をおこなった。資料の数、散布図の種類、統計処理を考え、パーソナルコンピュータ・システムを使用し、解析をおこなった。

ここで検討の対象としたのは、深度・湿潤単位体積重量・粘土含有量・間隙比・含水比・液性限界・塑性限界・一軸圧縮強さ及びそれらから派生する諸指数である。使用したパーソナルコンピュータ・システムは、パーソナルコンピュータ Apple II J-plus (CPU 6502, RAM 48KB) DISK II 付, X-Yプロッタ (MP-1000, グラフテック) およびCRTディスプレイ, ターミナルプリンタである。言語はBASICを使用し、頻繁に使用されるデータは上述の土質試験値をもとにフロッピーディスクに作成したミニ・データベースから供給した。この目的のために作成したプログラムの一部は仲川(1984)に示した。

## 2. 土質工学的性質

(1) 塑性図による検討 図-5に塑性図を示す。白根層・東新潟層いずれもがA線に沿って分布する。白根層のものは、B線の右側でかつA線の上方に位置するもの、即ち日本統一土質分類のCHに分類されるものが多いと言える。白根層と東新潟層40例ずつの計80例について塑性指数  $I_p$  と液性限界  $w_L$  の関係式を求めると次のようになり、いずれも高い相関 ( $F$ -検定すると危険率1%以下で有意)を示す。(  $r$  : 相関係数 以下同じ)

東新潟層	$I_p = 0.697 (w_L - 17.409)$	$r = 0.933$
白根層	$I_p = 0.906 (w_L - 24.300)$	$r = 0.989$
全体	$I_p = 0.819 (w_L - 21.576)$	$r = 0.949$

(2) 深度分布との関係 図-6に湿潤単位体積重量 ( $r_t$ ), 図-7に間隙比 ( $e$ ), 図-8に含水比 ( $w$ ), 図-9に液性指数 ( $I_L$ ), 図-10に一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) の深度分布にそれぞれを示す。バラツキがあるが、深度増加にたいして湿潤単位体積重量と一軸圧縮強さは増加、間隙比・含水比・液性指数は減少の傾向がそれぞれ図から認められる。これらのバラツキの原因としては、①粘土含有量が湿潤単位体積重量・間隙比等に影響を及ぼすことが知られており、今回の資料についても粘土含有量にかなりバラツキが見られること(図-11)。②試験値選択の段階で有機物含有量が高いと判断されるものは一応除外したが、対象した試験値の多くが有機物の混入した粘性土のものであること。③サンプリングの良否、試験者の個人差による試験値の精度、試験方法の選択(例えば密度試験のように試験方法が何種類かあるもの)等土質試験そのものに由来するものがあること、が考えられる。

液性指数  $I_L$  は、含水比 ( $w$ ) ・液性限界 ( $w_L$ ) ・塑性限界 ( $w_p$ ) によって、 $I_L = (w - w_p) / (w_L - w_p)$  と表される指数で、 $I_L > 1$  では  $w > w_L$  で非常に不安定な状態にあり、 $I_L$  が0に近づく程安定な状態になることを示している。白根層の値は0.7以下で、深度増加に対応して0に近づく傾向がある(図-9)。

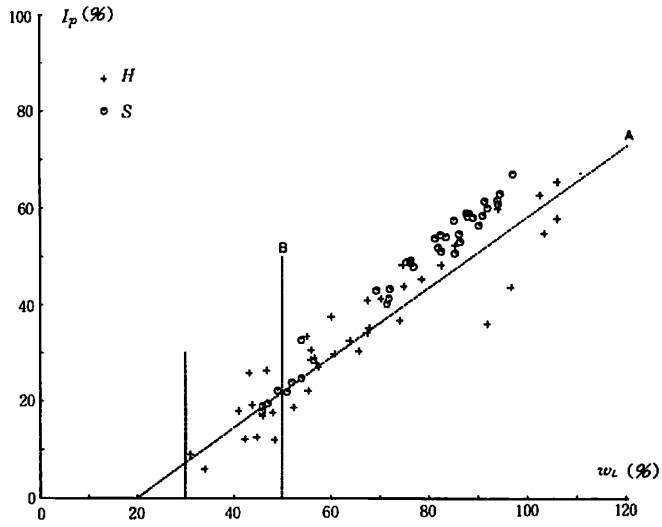


図-5 塑性図

S : 白根層, H : 東新潟層 (凡例は以下共通)

Fig.5 Plasticity chart of so-called Alluvial deposits in Niigata Plain

S : Shirone Formation H : Higashi-Niigata Formation

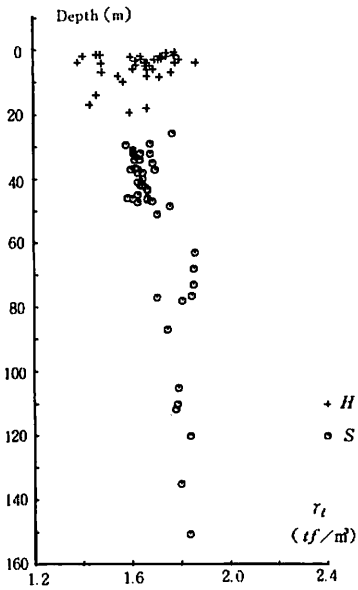


図-6 湿潤単位体積重量 ( $r_t$ ) の深度分布  
Fig.6 Vertical distribution of wet unit weight

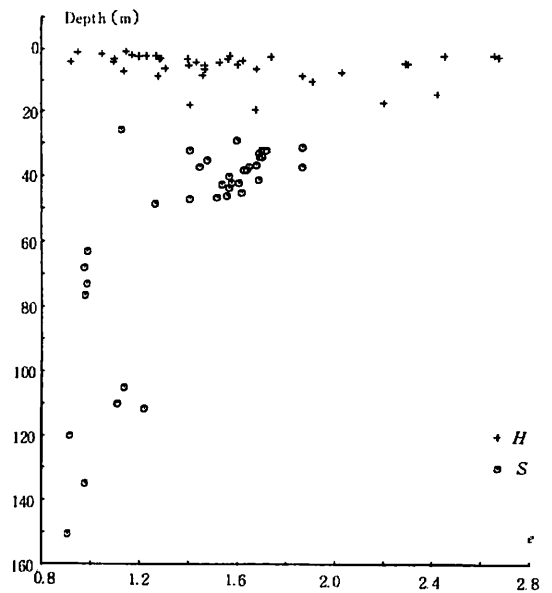


図-7 間隙比 ( $e$ ) の深度分布  
Fig.7 Vertical distribution of void ratio

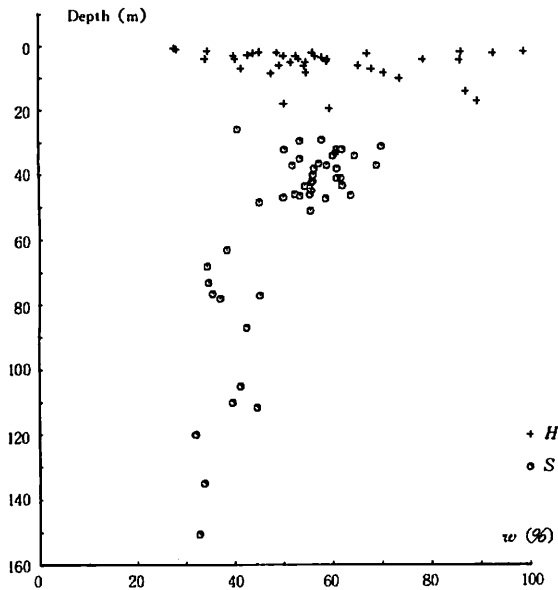


図-8 含水比 ( $w$ ) の深度分布  
Fig.8 Vertical distribution of moisture content

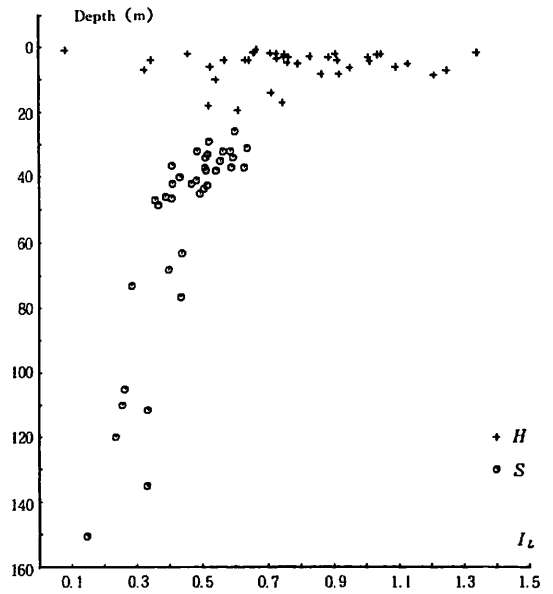


図-9 液性指数 ( $I_L$ ) の深度分布  
Fig.9 Vertical distribution of liquidity index

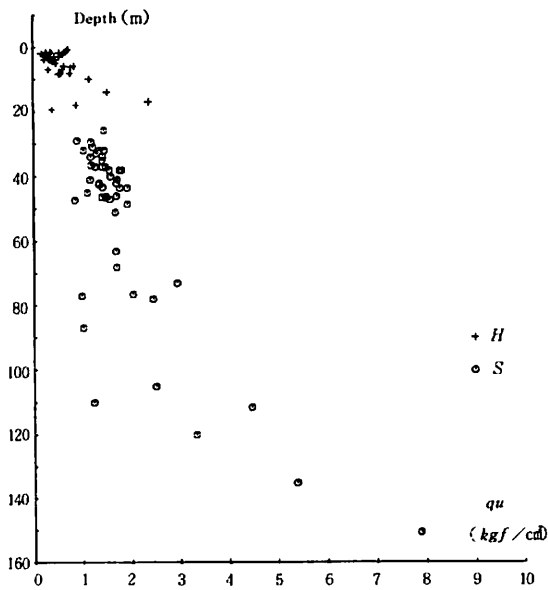


図-10 一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) の深度分布  
Fig.10 Vertical distribution of unconfined compressive strength

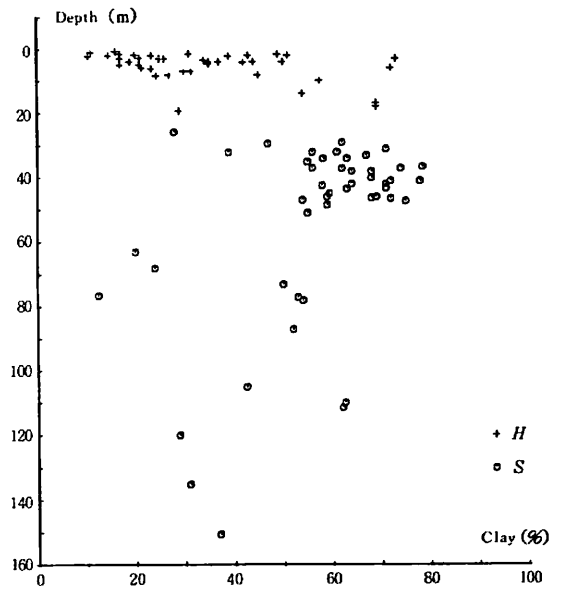


図-11 粘土含有量 (Clay) の深度分布  
Fig.11 Vertical distribution of clay content

一軸圧縮強さは深度増加に対応して増加の傾向が認められる。白根層50例，東新潟層40例の計90例について深度（ $d$ ）と一軸圧縮強さ（ $qu$ ）との関係を求めると以下ようになる（ $F$ -検定するといずれも危険率1%以下で有意）。

$$\begin{aligned} \text{東新潟層} : qu &= 0.052d + 0.295 & r &= 0.611 \\ \text{白根層} : qu &= 0.031d + 0.103 & r &= 0.784 \\ \text{全体} : qu &= 0.028d + 0.341 & r &= 0.843 \end{aligned}$$

東新潟層の一軸圧縮強さのバラツキの要因としては，上に掲げたもの以外に，東新潟層の堆積後の経過時間が少なく，圧密の進行度に差があることが考えられる。さらに，東新潟層の一次回帰式の傾きの方が，白根層のものより大きなことについても，同様に東新潟層のなかで，深い部分の圧密の進行度が浅層部に比べて遅れていることを示すものと推定できる。以上の深度と諸係数との関係は埋没による荷重の増加に伴う圧密の進行を示しており，堆積年代の新旧を反映したものと考えられる。

(3) 諸係数間の関係 物理的性質について諸係数間の関係を調べた。

A) 全国の港湾との比較 松本・小川（1969），小川・松本（1978）は全国の港湾地域の「沖積層」の土質工学的性質の関係をまとめた。地質学的検討がおこなわれていないので，すべてが“沖積層”に属するか否かは問題であるが，同一の機関によっておこなわれた多数の試験例をもとにしたものであるので，新潟平野の試験値と比較した。新潟平野の値は白根層（40例），東新潟層（40例）の合わせて80例を使用した。

- ① 液性限界（ $w_L$ ）-含水比（ $w$ ）
 

新潟平野： $w_L = 0.849w + 21.269$	$r = 0.717$
全国港湾： $w_L = 1.1w$	松本・小川（1969）
- ② 塑性限界（ $w_p$ ）-含水比（ $w$ ）
 

新潟平野： $w_p = 0.273w + 14.847$	$r = 0.620$
全国港湾： $w_p = 0.27w + 15$	松本・小川（1969）
- ③ 塑性指数（ $I_p$ ）-含水比（ $w$ ）
 

新潟平野： $I_p = 0.576w + 6.421$	$r = 0.573$
全国港湾： $I_p = 0.83w - 15$	松本・小川（1969）
- ④ 液性限界（ $w_L$ ）-間隙比（ $e$ ）
 

新潟平野： $w_L = 32.766e + 18.032$	$r = 0.734$
全国港湾： $w_L = 39e + 4$	松本・小川（1969）
- ⑤ 塑性限界（ $w_p$ ）-間隙比（ $e$ ）
 

新潟平野： $w_p = 10.374e + 14.076$	$r = 0.624$
全国港湾： $w_p = 10e + 16$	松本・小川（1969）
全国港湾： $w_p = 11e + 12$	小川・松本（1978）
- ⑥ 塑性指数（ $I_p$ ）-間隙比（ $e$ ）
 

新潟平野： $I_p = 22.392e + 3.956$	$r = 0.593$
全国港湾： $I_p = 29e - 12$	松本・小川（1969）
- ⑦ 湿潤単位体積重量（ $\gamma_t$ ）-含水比（ $w$ ）
 

新潟平野： $\gamma_t = 3.156 - 0.861 \log(w)$	$r = -0.896$
全国港湾： $\gamma_t = 3.24 - 0.907 \log(w)$	小川・松本（1978）



⑧ 湿潤単位体積重量 ( $\gamma_t$ ) - 液性限界 ( $w_L$ )

新潟平野:  $\gamma_t = 2.816 - 0.629 \log(w_L)$   $r = -0.669$

全国港湾:  $\gamma_t = 3.38 - 0.963 \log(w_L)$  小川・松本(1978)

⑨ 湿潤単位体積重量 ( $\gamma_t$ ) - 塑性限界 ( $w_p$ )

新潟平野:  $\gamma_t = 2.659 - 0.672 \log(w_p)$   $r = -0.534$

全国港湾:  $\gamma_t = 3.91 - 1.53 \log(w_p)$  小川・松本(1978)

⑩ 湿潤単位体積重量 ( $\gamma_t$ ) - 塑性指数 ( $I_p$ )

新潟平野:  $\gamma_t = 2.129 - 0.296 \log(I_p)$   $r = -0.550$

全国港湾:  $\gamma_t = 2.82 - 0.764 \log(I_p)$  小川・松本(1978)

なお、新潟平野の相関係数については、 $F$ -検定の結果、いずれも危険率1%以下で有意となる。新潟平野の例数が少ないことおよび全国港湾の関係式が最小2乗法によるものではなく、「虚心担懐に引いた直線」から求められたものであること(松本・小川, 1969)から直接の比較は困難であるが、塑性限界と含水比、湿潤単位体積重量と含水比、塑性限界と間隙比の関係式のようにかなり良く一致するものがある。

B) その他の関係について 新潟平野の値について上にあげたもの以外に含水比と間隙比、湿潤単位体積重量と間隙比との関係に高い相関( $F$ -検定すると危険率1%以下で有意)が見られた。図-12に含水比と間隙比の関係を示す。

① 含水比 ( $w$ ) - 間隙比 ( $e$ )

東新潟層:  $w = 36.666 e - 0.873$

$r = 0.961$

白根層:  $w = 35.836 e + 0.090$

$r = 0.990$

全体:  $w = 36.553 e - 0.792$

$r = 0.971$

② 湿潤単位体積重量 ( $\gamma_t$ ) - 間隙比 ( $e$ )

東新潟層:  $\gamma_t = 2.039 - 0.247 e$

$r = -0.925$

白根層:  $\gamma_t = 2.108 - 0.285 e$

$r = -0.977$

全体:  $\gamma_t = 2.071 - 0.263 e$

$r = -0.945$

ここであつかった例数は白根層・東新潟層各々40例ずつの計80例である。含水比と間隙比の高い相関は、八郎瀧のヘドロで既に認められている(竹中・江崎, 1973)。また、これらの関係は沖積粘土について指摘されている(土質工学会, 1979)ように、新潟平野の“沖積層”の粘性土についても、土中の間隙のほとんどが水で飽和されていると考えられる。

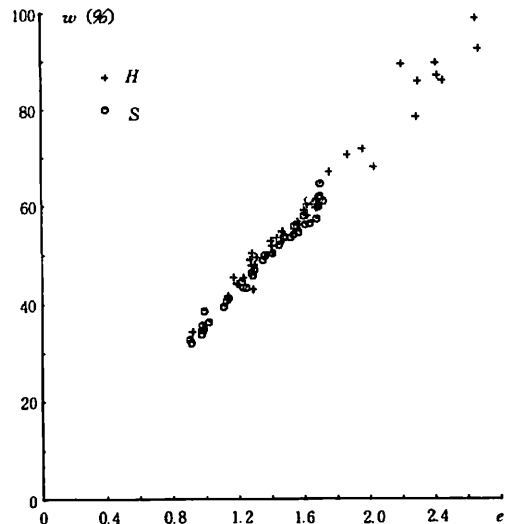


図-12 含水比 ( $w$ ) と間隙比 ( $e$ ) の関係  
Fig.12 Relation between moisture content and void ratio

#### IV 土質工学的性質による“沖積層”の細分

##### 1. 地層区分と土質工学的性質

各係数間で散布図を作成して、土質工学的性質に白根層と東新潟層の差異が出現するか否かという点を中心に検討した。その結果、粘土含有率—含水比（図—13）、液性限界—粘土含有率（図—14）、粘土含有率—間隙比（図—15）、液性限界—含水比（図—16）、液性限界—湿潤単位体積重量（図—17）、粘土含有率—湿潤単位体積重量（図—18）、液性限界—間隙比（図—19）などの関係に白根層と東新潟層の差異が現れることが明らかになった。

すでに、桑原（1966）は粘土含有量と間隙比の関係に堆積年代の差が現れることを指摘し、年代が古いもの程粘土含有量の増加に対して間隙比の増加率が小さくなることを示した。新潟平野の“沖積層”の資料についても同様な傾向が認められる（図—15）。また、清水（1972）は東京低地の“沖積層”である七号地層（後期更新世）と有楽町層（完新世）について、粘土含有率と液性限界、粘土含有率と間隙比、粘土含有率と湿潤単位体積重量、間隙比と液性限界などの関係に七号地層と有楽町層の差が現れることを示しており、同じ関係が新潟平野の資料についても認められたので、これらの諸係数の関係には堆積年代の差がかなり良く反映されるものと考えられる。

以上の関係の多くは、間隙比と湿潤単位体積重量、含水比との間に高い相関があったことから、桑原（1966）の指摘した粘土含有量と間隙比の関係に帰することができる。また、液性限界と他の係数との関係は、液性限界が圧縮指数と密接な関わりを持つ事から、白根層と東新潟層の圧密の進行度の差の反映と考えられる。

次に、上に掲げた関係のなかで、最もよい傾向を示した間隙比と液性限界の関係（図—19）が“沖積層”の細分に利用できるかを検討した。

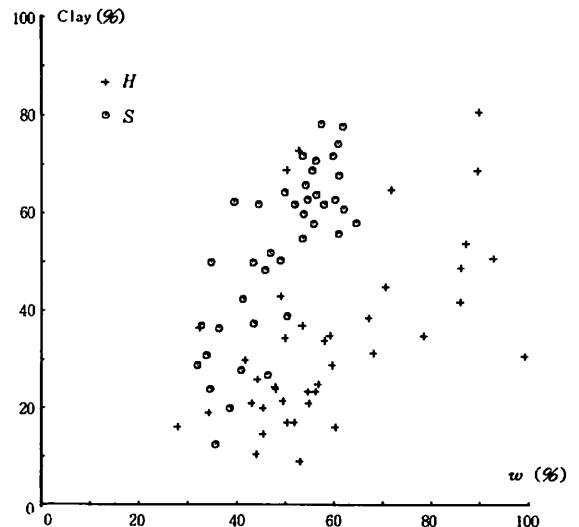
##### 2. 判別関数による“沖積層”の細分

A) 判別分析 新潟市とその周辺地域で、ボーリング柱状図から層序を明確に決定できる間隙比と液性限界の試験値を新潟大学積雪地域災害研究センター所蔵のボーリング報告書から、白根層と東新潟層それぞれ10例選定し、判別分析をおこなった。その結果、次の判別関数Zが得られた（仲川，1984）。

$$Z = 1.846e - 4.048 \log(w_L) + 4.599$$

e：間隙比， $w_L$ ：液性限界。なお、液性限界については正規型に近づけるために対数をとった。判別関数自体について検定すると危険率1%以下で有意となった。判別関数Zが負ならば白根層に、正ならば東新潟層に属すると判別する（図—19）。

B) 判別関数による“沖積層”の細分 この判別関数によって“沖積層”の細分がどの程度可能かを検討した。新潟市とその周辺地域のボーリング柱状図と粘性土の間隙比と液性限界の値



図—13 粘土含有率（Clay）と含水比（ $w$ ）の関係

Fig.13 Relation between clay content and moisture content

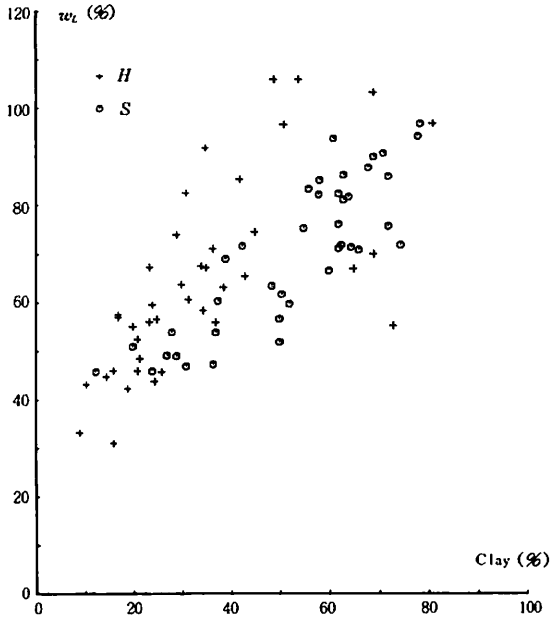


図-14 液性限界 ( $w_L$ ) と粘土含有率 (Clay) の関係

Fig.14 Relation between liquid limit and clay content

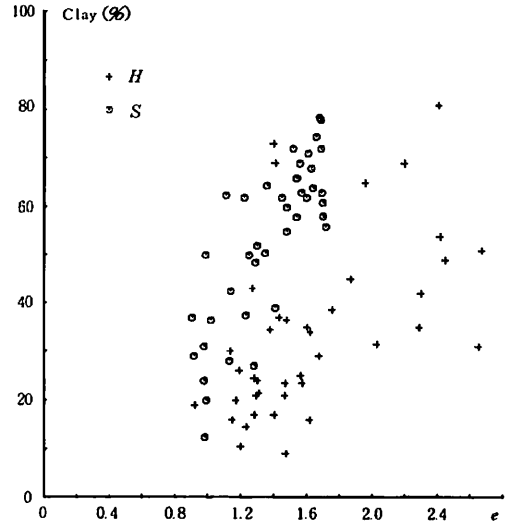


図-15 粘土含有率 (Clay) と間隙比 ( $e$ ) の関係

Fig.15 Relation between clay content and void ratio

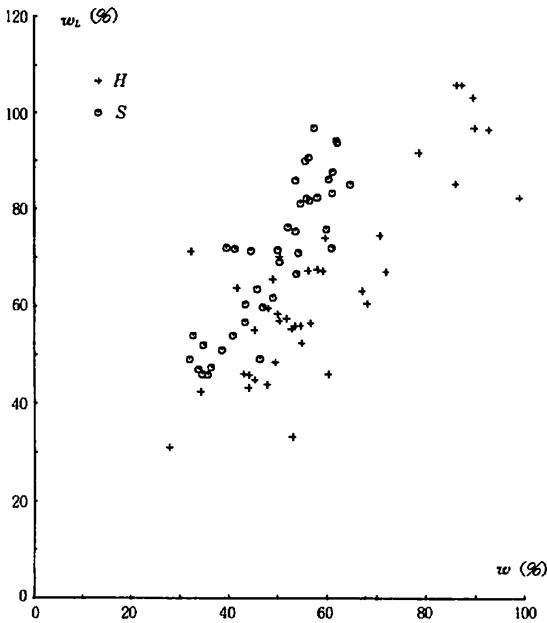


図-16 液性限界 ( $w_L$ ) と含水比 ( $w$ ) の関係

Fig.16 Relation between liquid limit and moisture content

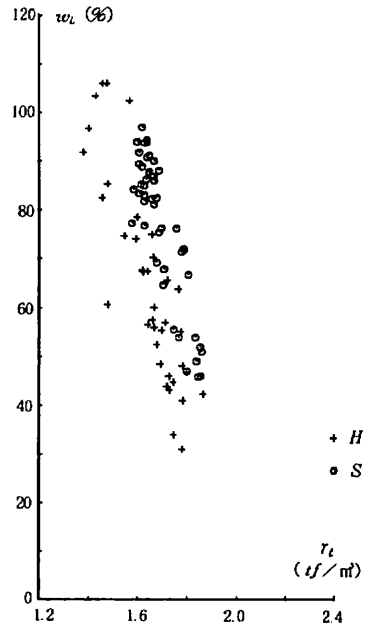


図-17 液性限界 ( $w_L$ ) と湿潤単位体積重量 ( $\gamma_t$ ) の関係

Fig.17 Relation between liquid limit and wet unit weight

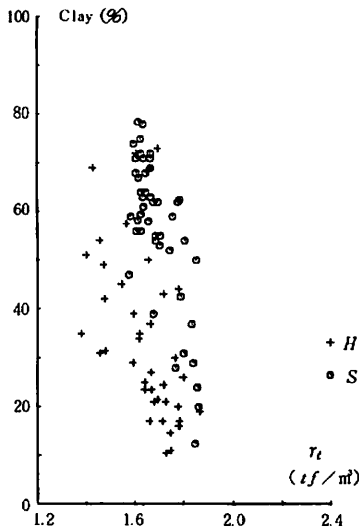


図-18 粘土含有率 (Clay) と湿潤単位体積重量 ( $\gamma_t$ ) の関係

Fig.18 Relation between clay content and wet unit weight

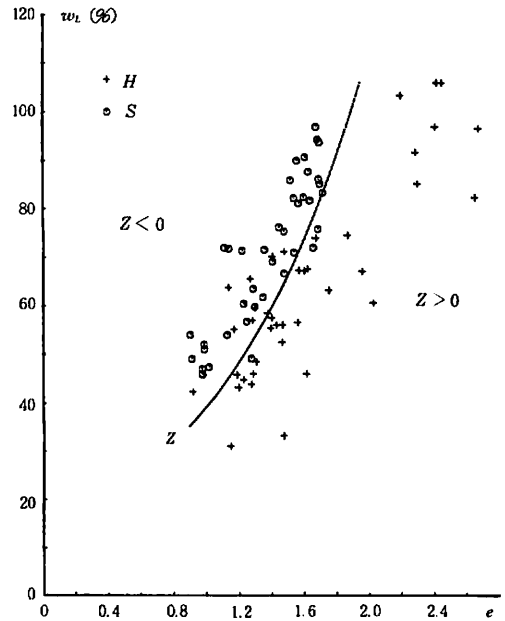


図-19 液性限界 ( $w_L$ ) と間隙比 ( $e$ ) の関係  
 $Z$  は判別関数を示す

Fig.19 Relation between liquid limit and void ratio  $Z$  : Discriminant

(建設省北陸地方建設局北陸技術事務所, 1981; 建設省計画局・新潟県, 1967)を対象に, ボーリング柱状図から層準が正確に決定できたものについて, 判別関数による判別結果との対応関係を調べた。

その結果, 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所(1981)では, 白根層76例・東新潟層181例の計257例中209例(81.32%)について両者が一致し, 48例(白根層15例, 東新潟層33例)が一致しなかった。また, 建設省計画局・新潟県(1967)では, 両層合わせて102例中88例(86.27%)の結果が一致した。以上のことから, この判別関数は新潟平野“沖積層”の細分には有効である(仲川, 1984)。

### 3. 地盤情報解析システムの地層対比機能への応用

多量に蓄積されたボーリング柱状図や土質試験結果等の地盤情報の保存・管理・検索には, 改めて述べるまでもなく, 電算機によるデータベース・システムが有効である。これらを対象としたデータベース・システムもすでに多数報告され(たとえば 幾志ほか, 1971a,bなど), さらにはデータベース・システムに作図・解析等の機能を加えた地盤情報の管理・解析システムも試みられている(山本, 1981)。

これらに地層対比の機能を組み込む事によって地盤図の自動作成等をおこなうことのできる解析システムの開発は可能と考えられ, そのための機能として上の判別関数が利用できることはすでに報告した(仲川, 1984)。

新潟平野の“沖積層”を例に解析システムのための地層対比の流れ図をしめす(図-20)。堆積物の粒度・ $N$ 値・分布深度等の特徴(表-1)をもとに, 粘性土の場合は $N$ 値・判別関数・分布深度, 砂質土の場合は $N$ 値・粒度・分布深度によってそれぞれ対比をおこなう。

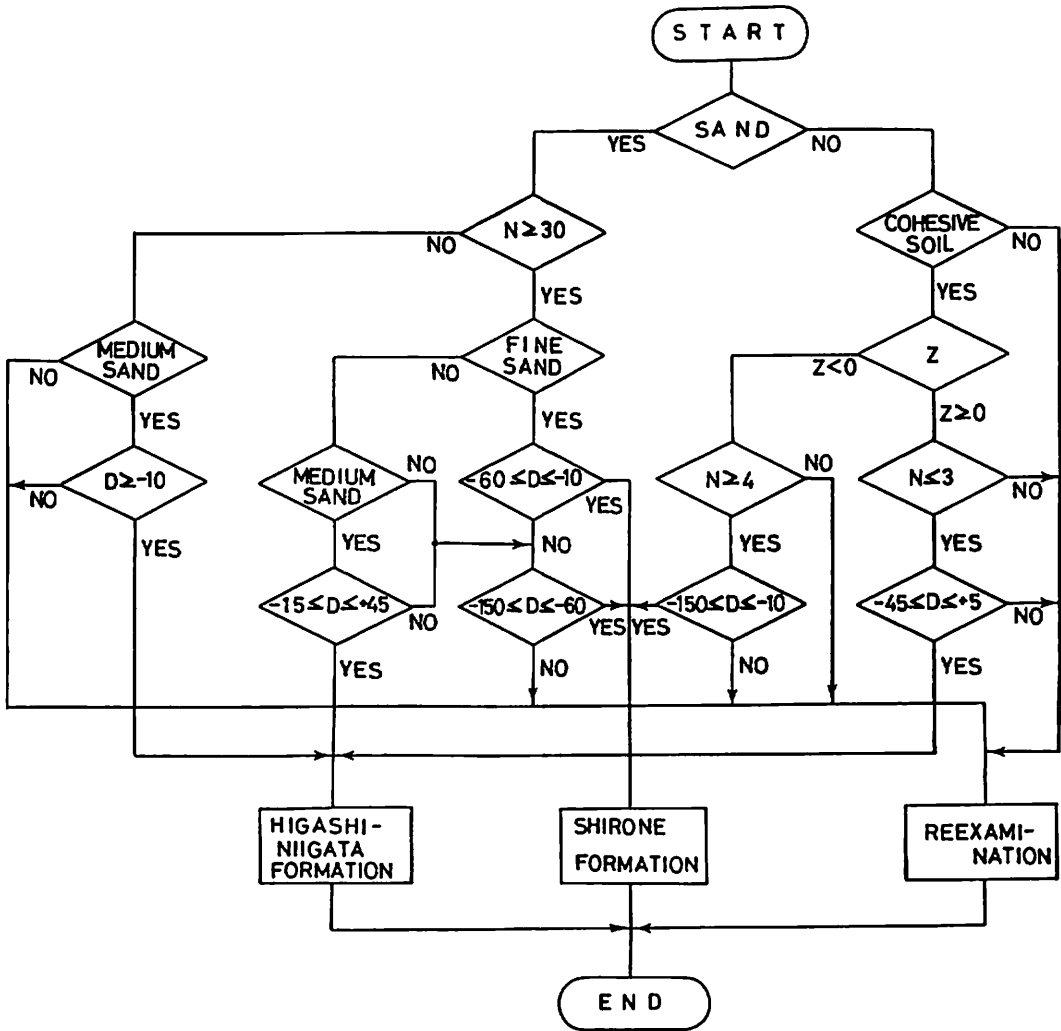


図-20 新潟平野の“沖積層”の対比を示す流れ図  
 N : N値 Z : 判別関数 D : 分布深度 (単位 m, T.P.)  
 Fig.20 Flow chart of correlation of so-called Alluvial  
 deposits in Niigata Plain for computer programing  
 N : N-value Z : Discriminant D : depth (m)

### V お わ り に

ここでは、新潟平野の“沖積層”（白根層・東新潟層）の土質工学的性質のうち粘性土の物理的性質を中心に、地層の違いが土質工学的性質に出現するか否かと言う点の検討をおこなった。その結果、間隙比と液性限界との関係などに地層の差異が出現することが判明した。次に、この間隙比と液性限界との関係に着目し、判別関数を求め、この判別関数が“沖積層”の細分に有効なことを示し、地盤情報解析システムの地層対比機能への応用ができることを述べた。本稿をまとめるにあたり、御指導頂いている青木 滋教授にお礼申し上げる。

文 献

- 青木 滋・柴崎達雄(1966):海成“沖積層”の層相と細分問題について.第四紀研究, 5, 113-120.
- 青木 滋・仲川隆夫(1980):新潟平野の地盤地質について.新潟大.災害研.年報, 2, 25-40.
- 有明海研究グループ(1965):有明・不知火海域の第四系.地団研専報, 11, 1-86.
- 土質工学会(1979):土質試験法(第2回改定版).1-757.土質工学会.
- 古川博恭(1972):濃尾平野の沖積層—濃尾平野の研究, その1—.地質学論集, 7, 39-59.
- 井関弘太郎(1983):沖積平野.東京大学出版会, 1-145.
- 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所(1981):新潟県平野部の地盤図集(新潟平野編).北陸建設弘済会.
- 建設省計画局・新潟県(1967):新潟地区の地盤.都市地盤調査報告書, 16, 1-150.
- 幾志新吉・菅原正己・清水良作(1971a,b):電算機による都市地盤土質柱状図資料の一検索法(第一報),(第二報).土と基礎, 19-4, 23-30; 19-5, 9-14.
- 桑原 徹(1966):沖積層の土質工学的性質とその意義.第四紀研究, 5, 121-138.
- 桑原 徹・堀内孝英(1966):名古屋市南部の軟弱粘土性の性質について.名城大.理工.研究報告, 7, 34-59.
- KUWANO, Y., T. SHIBASAKI and S. AOKI (1971): Significance of buried valleys and other topographies in elucidating the Late Quaternary geohistory of Japanese coastal palains. *Quaternaria*, 14, 217-236.
- 松本一明・小川富美子(1969):港湾地域における土の工学的諸係数の相関性について(第1報).港湾技研資料, 71, 1-40.
- MINATO, M. et al (1967): Absolute age of subsurface Late Quaternary deposits in the Niigata Lowland. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. IV*, 13, 401-406.
- 仲川隆夫(1984):地盤情報解析システムのための地層対比の一例—土質工学的性質による新潟平野の“沖積層”の細分から—.情報地質, 9, 49-60.
- 西田彰一(1969):新潟平野の形成過程とその問題点.日本地質学会第76年学術大会シンポジウム「海岸平野」, 53-58.
- 西田彰一(1973):新潟の地盤沈下.土と基礎, 21-10, 65-70.
- 小川富美子・松本一明(1978):港湾地域における土の工学的諸係数の相関性.港湾技研報告, 17, 3, 3-89.
- 清水恵助(1972):“沖積層”の土質工学的性質—とくに東京港地区を例として—.地質学論集, 7, 251-266.
- 竹中 肇・江崎 要(1973):ヘドロの土壌工学的特性とその改良—主として八郎潟のヘドロについて—.土と基礎, 21-6, 67-74.
- 陶野郁雄(1980):堆積物の年代と土質力学的性質.土と基礎, 28-7, 21-28.
- 山本嘉一郎(1981):電算機による地盤情報管理・解析システム.情報地質, 6, 1-12.