

鳥取地盤図の検証

Verification of Tottori Geotechnical Engineering Map

福田正昭* (Masaaki Fukuta)
 藤村 尚** (Hisashi Fujimura)
 伊藤 徹*** (Tetsu Ito)
 岩本志信**** (Shinobu Iwamoto)

「鳥取地盤図」作成グループは、1980年以降のボーリング調査資料を収録し、1979年までのデータに基づき作成された「鳥取県地盤図」と併せて新しい地盤図(地盤断面図)の作成に取り組んでおり、東部・中部が完成している。現在、この地盤図をどのように応用していくかを検討しており、本報告では地盤図作成以後のボーリング資料を用いて、すでに作成された地盤図を検証しながら、低平地における地形の特徴と地盤構成や分布深度等について考察した。その結果、対象地点の地盤の構成および分布深度は近接する断面のうち東西方向の地盤断面図を用いて概ね±2mの誤差の範囲で推定できる。また、平野部では地盤の構成および分布深度は良く一致しているが、堆積環境に影響を与える地形部に近接する位置では、複雑な地層構成となることがわかった。今後の作業として、データ空白部や地形変換点付近では新しいデータの収集によって、地盤図の検証、修正を継続していく必要がある。

キーワード：地盤図、ボーリング柱状図、N値、地層 (1G:C/B-1/B-9/B-11)

1. はじめに

鳥取県下の沖積平野の地盤図としては、1979年までのボーリング調査資料にもとづき作成された「鳥取県地盤図」¹⁾が1981年に刊行されているが、作成後10年が経過していること、その後新しいボーリング資料が蓄積されていることから、新たな地盤図の作成が必要となった。そこで土質工学会中国支部では鳥取地盤データベース作成に関する研究委員会を設けて、1980年以降のデータを収録し、上述のデータと併せて新しい地盤図(「鳥取地盤図」)の作成に取り組んでいる。鳥取地盤図作成グループは、鳥取県を東・中・西部の3ブロックに分けて作業を行っており、そのうち東部・中部が完成している。

現在、この地盤図をどのように応用していくかを検討しており、本報告では地盤図作成以後のボーリング資料を用いて、地盤図を検証しながら、低平地における地形の特徴と地盤構成や深度分布等について考察した。

2. 鳥取地盤図の概要²⁾

地盤図は、図-1のように、1/2万5千の地形図の東西、南北を各々10分割し(3次メッシュ)、この区画線上の地盤断面図を作成しまとめたものである。1分割の大きさは約4.5cm(実距離:1.13km)×約3.7cm(実距離:0.92km)であり、区画線の名称(図-2)は「鳥取北部」の右下を原点とし(A、a)、南北方向に大文字のアルファベット、東西方向に小文字のアルファベットを配し、各々北及び東方向へと昇順で表している。地盤断面図の縮尺は、縦1/1,000(1mが1mm)、横1/20,000(200mが1cm)である。

また、地盤断面図に示す地質区分は表-1に示すように、鳥取県地盤図をもとに加筆作成したものである。さらに、作成に当たっては1980年以降のデータを収録し、区画線に近接する約100m以内のボーリング柱状図(4次メッシュ内のデータ)を選定している。

*アサヒコンサルタント(株) 技術部次長兼地質調査課長
 ***(株)ウエスコ 地質調査部部长

**鳥取大学工学部土木工学科 助教授
 ****西谷技術コンサルタント(株) 地質部部长

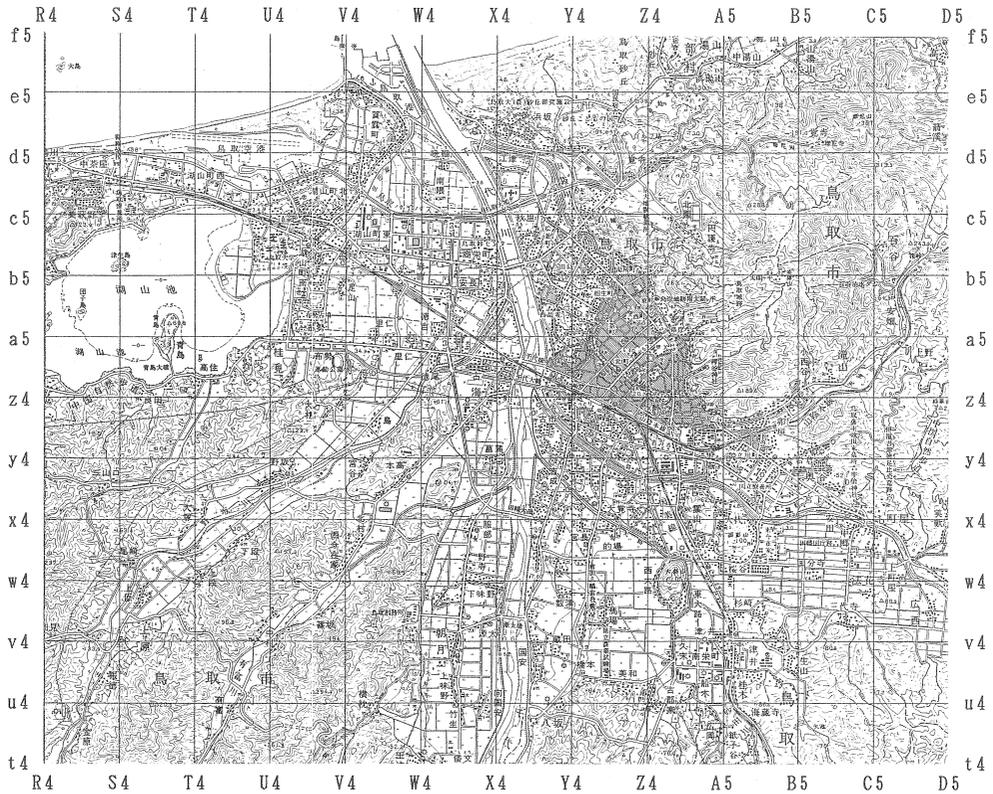


図-1 3次メッシュ基本図

鳥取北部の右下
(北緯 35°30'、東経 134°15')

表-1 地質区分の概要

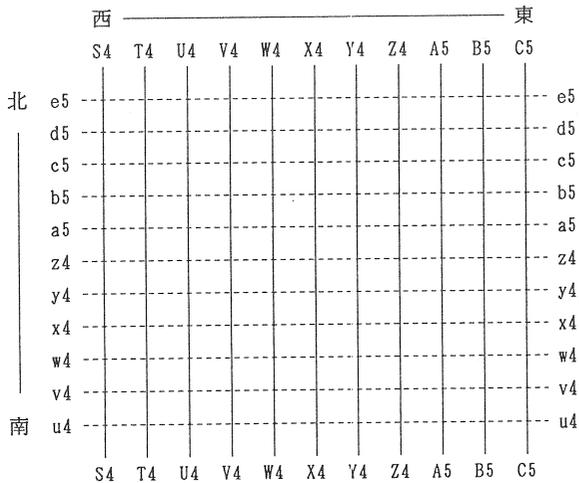


図-2 区画線の名称

地質時代	地質区分	地質名	地質の特徴
第 新 世	沖積層	Ums	最上部砂質土層 表層(埋立土を含む)。潟湖末期堆積層。
		Umc	最上部粘土層 有機質を混える。
		Umg	最上部礫質土層 河川氾濫原堆積層。UmsにN=0~3。
		Us	上部砂質土層 河成堆積層(N<10)。新砂丘(N>10)。
		Uc	上部粘土層 海進時代堆積層(主として海成堆積層)。有機質を混える。N=0~4
四 更 新 世	洪積層	Lc	下部粘土層 海成堆積層。火山灰、軽石混えることもある N=5~15
		Ls	下部砂質土層
		Lg	下部礫質土層 河成堆積物(N>15)、古砂丘(N>20)
		L	ローム層 火山灰、火山砂等の火山堆積物
		Lmc	最下部粘土層 LmcはN>10で過圧密
		Lms	最下部砂質土層 扇状地性基底堆積層、段丘礫層、火山砕屑流
		Lwg	最下部礫質土層 Lms、LwgはN>50
第 三 紀前	B	基盤岩類 (火成岩) 花崗岩、流紋岩、安山岩、玄武岩 (堆積岩) 礫岩、砂岩、シルト岩、泥岩 凝灰岩、凝灰角礫岩	

注) 1. 鳥取地盤図より
2. 沖積層と洪積層との区分は約1万年前(槻文海進)とした。
3. ローム層は約2万年前であり、Lc、Ls、Lg層とLm層とは有楽町海港を境とする。

3. 鳥取平野の特徴

今回用いたボーリング資料は鳥取県東部の鳥取平野内に位置するデータである。そこで、鳥取平野の地質断面について、地盤断面図からその特徴を簡単にまとめると、次のようである。

鳥取平野は主として、北流する千代川の土砂運搬により埋め立てられて形成されている。また、千代川西側の有福川、野坂川および東側の旧袋川などの支流河川が、千代川による堆積状況に変化を与えている。

千代川による堆積状況が把握できる代表的な地盤断面は図-1に示す南北方向のX4、Y4断面(図-3)であり、この断面から各層の分布状況、N値は次のようにまとめられる。

(1) 各層の分布状況

各層の層序は地盤上位から、粘性土層(Umc)、砂質土層(Us)、粘性土層(Uc)、砂質土・粘性土の互層(Ls、Lc)、砂礫層(Lmg)が主体である。

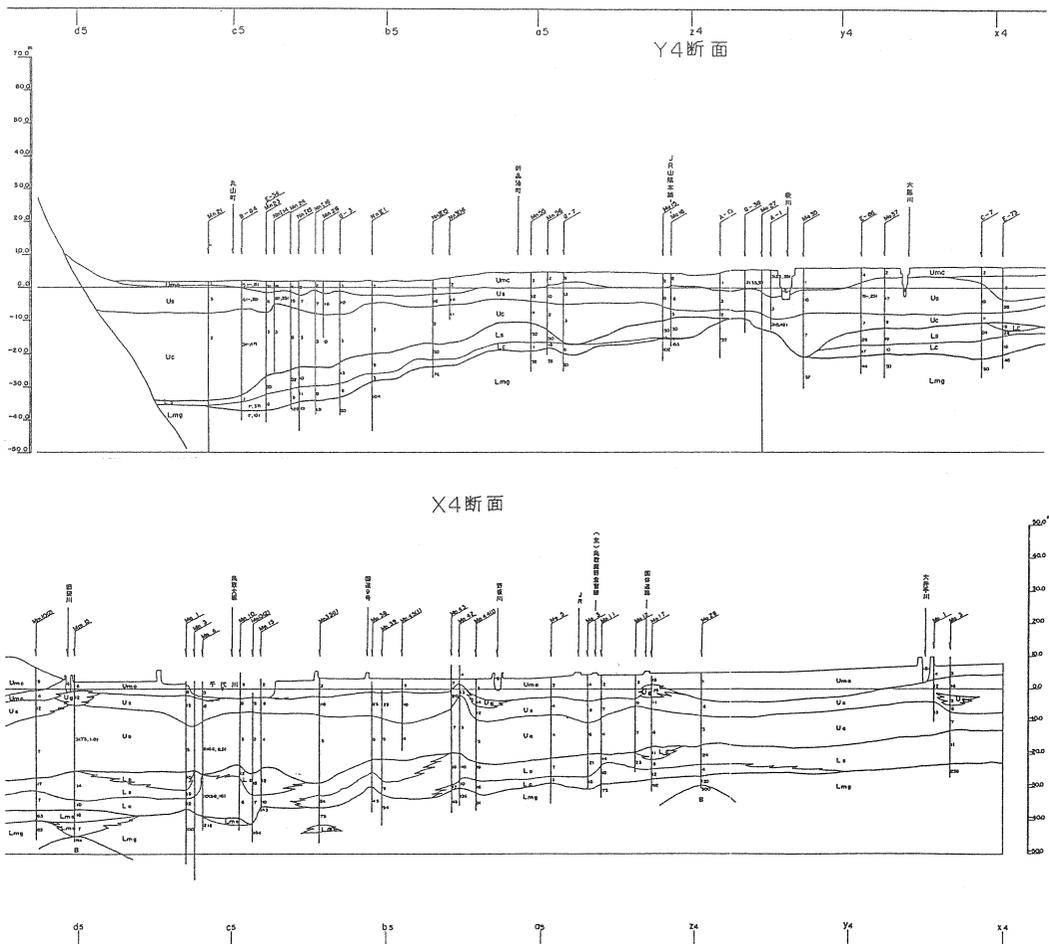


図-3 地盤断面図(X4、Y4断面)

沖積層は柔らかい粘性土 (Umc、Uc) と緩い砂質土 (Us) からなり、分布厚は最大30m位であり、各層とも横方向の連続性は良好である。Us層は標高-10m以浅に分布し、Uc層は千代川下流川 (北方向) へと層厚が漸増している。またUc層は、X 4 断面では層厚が10mから20mに漸増しているが、Y 4 断面では袋川との合流点付近まで層厚が5m位で分布し、この地点から下流では5mから25m (丸山町付近) となっている。このUc層と最上位のUmc層は沈下の原因となっている。なお、微地形は大略的には地盤図上に反映されているとみなしてよいが、通常の土木構造物の基礎地盤として、微地形がそう問題となることは少ない。

洪積層の下部層であるLs層、Lc層は Lmg層の上位に分布し、全体的には Lmg層と同じ位の勾配で北方向へ傾斜している。X 4 断面の y 4 付近まではLs層のみが分布するが、以北ではLs層とLc層が互層となっている。この付近からは有福川が千代川と合流し、さらに野坂川、旧袋川が続いて合流している。これらの支流河川が堆積状況を変化させているものと考えられる。

洪積層の最下部礫質土層 (Lmg) は 鳥取平野の基底を成す礫層である。X 4 断面は著しい起伏の変化は少なく (b 5 付近から若干の起伏がある)、北方向へ 0.26%位の緩傾斜をなし、連続している。一方、Y 4 断面では、X 4 断面と比べると、起伏があり、z 4 ~ y 4 付近 (地表面では旧袋川が位置する) では 10m 位の高地が見られる。また、傾斜は y 4 付近までは 0.26%位であるが、z 4 付近からは急となり、0.81%位の勾配である。

(2) 各層のN値

各層のN値は、Y 4 断面から読みとり、表-2、図-4のようにまとめられる。各層のN値に見られる特徴を土質について以下に列記する。

①Umc層はN=1~6で、平均値は2.4 (2~4が67.9%) であり、軟らかい粘性土である。

②Us層はN=3~30で、平均値で12.1 (10~30が53.1%) である。概ね袋川 (z 4 と y 4 の間) を境とし、下流で 3~10が (緩い砂質土)、上流で10~30である (中位の砂質土)。

③Uc層はN=1~9で、平均値は 3.2 (2~4が66.7%) であり、軟らかい粘性土である。Us層上位のUc層は大路川から南に分布し、N=1~2である。一方、Us層下位のUc層は、大路川付近ではUs層の層厚が10m位あり、Uc層はN=7~11を示し、その以北ではN=2~4、以南ではN=2~11と変化がある。

④Ls層はN=4~50で、平均値が 26.0 (10~

表-2 Y 4 断面における各層のN値

地層区分		Umc	Us	Uc	Ls	Lc	Lmg
標本数		28	32	45	27	21	28
最小値		1	3	1	4	4	44
最大値		6	30	9	50	18	50<
平均値		2.4	12.1	3.2	26.0	9.6	49.5
N値の相対度数	粘性土	0~2 2~4 4~8 8~15 15~30	17.8 67.9 14.3	8.9 66.7 22.2 2.2		33.3 47.6 19.1	
	砂質土	0~4 4~10 10~30 30~50 50~		6.3 34.4 53.1 6.2			10.7 89.3
	礫質土				11.1 55.6 14.8 18.5		

注) 相対度数は全度数に対する各階級の度数の割合。

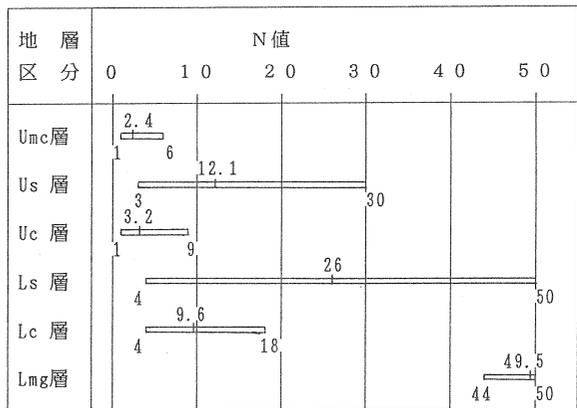


図-4 Y 4 断面における各層のN値

30が55.6%)であり、非常に大きく変化している。b5～z5に分布するLs層が50を示し、これを除くと、N値は4～35で、平均値で20.6となる。

⑤Lc層はN=4～18で、平均値 9.1 (8～15が47.6%) である。またUc層と同様に、大路川付近ではN=10～17を示している。

⑥Lmg層はN=44～50以上で、平均値 49.5 (50以上が 89.3%) であり、強度的にバラツキの少ない安定した地層である。

4. 地盤図の利用方法

(1) 鳥取地盤図から読み取れる情報

- ① 地盤を構成する地層の層序と分布状態
- ② 地盤を構成する地層のN値、 q_u 、 w_u の利用
- ③ 対象地域の三次元的地質構成の理解(地質構成の立体的なイメージ)
- ④ 地下水情報には乏しく、利用には不便となっている。

(2) 利用目的

- ① 土木・建築構造物の建設
- ② 公園・宅地造成
- ③ 地盤沈下の発生懸念範囲
- ④ 地震時における液状化発生危険範囲(但し、砂質土の粒度特性はデータ不足)
- ⑤ 地下水開発(但し、透水係数、水質等はデータ不足)

などが考えられる。

(3) 実務的な利用方法

いずれの利用目的においても地盤の地質・土質構成、その分布状態・土質特性などを把握しておく必要がある。

その目的を遂行するため、その流れは、企画・計画、概略設計、詳細設計、施工計画、施工、完成である。企画・計画段階では、資料収集が主体であり、地盤図は多めに利用できる。概略設計は方針決定(例えば構造物では形式の決定)のために行うもので地盤図の精度に応じて利用できる。詳細設計は詳細な設計、積算、施工計画を行うもので、地盤図の精度に限界がある。しかし、問題点の抽出、土質調査の提案等には利用できる。したがって、実務的な利用方法をまとめると、

- ① 計画・企画段階における予備調査
- ② 概略設計段階における概略調査(但し、地盤図の精度による)
- ③ 詳細設計のための地盤調査内容の提案・計画

などが考えられよう。

5. 地盤断面図とボーリング柱状図

今回収集した1988年以降の最新のボーリング資料(24本)を地形的条件によって分類して、地盤断面図を検証しながら、地盤構成や地層の分布深度について考察する。

(1) 地盤断面図とボーリング柱状図の比較

今回のボーリング資料(以下、最新資料と表記する)の内訳は、鳥取平野の西側に位置する湖山地に近接する資料が5本、千代川の支流河川である野坂川流域の資料が3本、千代川流域の資料が9本、袋川流域の資料が7本である。また、各ボーリング柱状図の位置と地形的条件から、以下のように8グループに区分をした。

- ①湖山池北岸で、背後に砂丘・・・・・・・・・・ 2本
- ②湖山池南東岸で、背後に小山、及び島状の山地に近接・・・ 3本
- ③野坂川の谷出口付近・・・・・・・・・・・・ 3本
- ④千代川に近接・・・・・・・・・・・・・・ 3本
- ⑤千代川からやや遠く、山地に近接・・・・・・ 3
- ⑥千代川に近接し、山地に近接・・・・・・・・ 3本
- ⑦袋川流域の国分寺扇状地末端部付近・・・ 5本
- ⑧袋川流域で、山地に近接・・・・・・・・・・ 2本

なお、図-6～図-18中には、最新資料が近接する地盤断面図にボーリング柱状図を記入し、新たな資料を加えた地盤推定線を追加・修正する場合には図-5に示すように、太線で表わし、また推定線を削除する場合には推定線に(×)印を記入した。

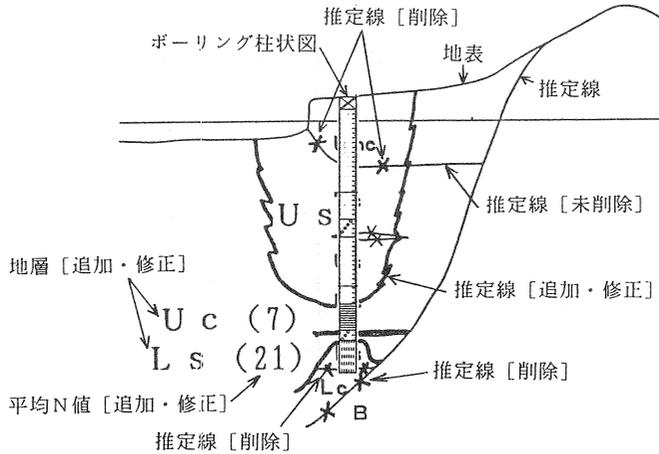


図-5 推定線の追加・修正、削除の記載例

① 湖山池北岸で、背後に砂丘

T 4、c 5 断面における最新のボーリング資料の位置は、断面の空白部であり、Us層、Ls層が厚く、Uc層は薄い分布が想定された。最新資料を追加すると、図-6 では、Us層の下にUc層が厚く分布し、Ls層は国道9号付近から急激に深くなり、湖山池北岸の閉塞地形がLs層によるものと想定される。また、図-7 では、Us層が凹状に厚く分布し、且つ凹部にUc層が厚く分布し、このUc層の堆積環境が新たな疑問として残るが、旧湖山川の流路跡とも考えられる。

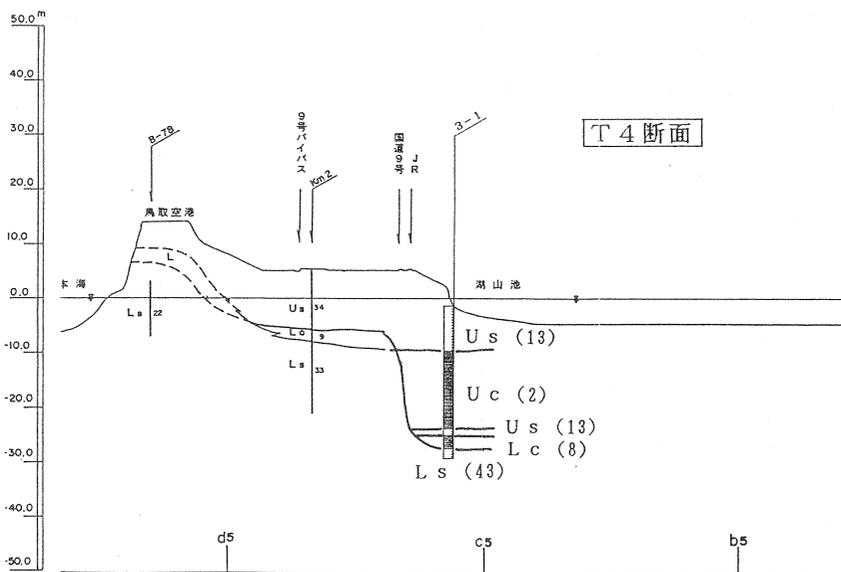


図-6 T 4 断面 (湖山池北岸)

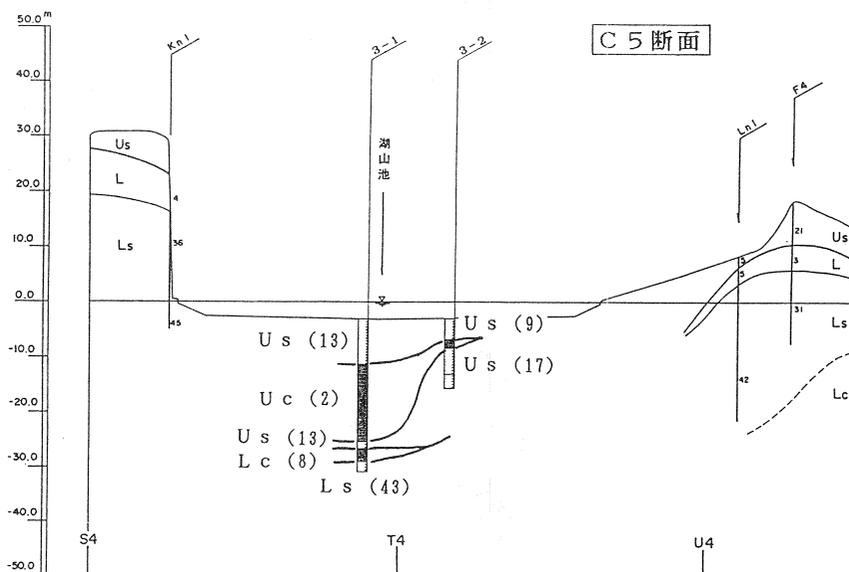


図-7 c 5 断面 (湖山池北岸)

② 湖山池南西岸で、背後に小山、及び島状の山地に近接

最新ボーリング資料の3-3はU4断面、a5断面線上のデータであり、また小山が北東へ突き出した地点のデータである。この付近のU4断面、a5断面は埋積谷におけるボーリング資料1本(B-61:U4断面線の東400m)のみにより断面を作成しており、粘性土層(Umc層、Uc層)が主体である。

最新資料を追加した断面(図-8、図-9)では、対象地に見られる小山の突出部には砂層が厚く分布しているが、この砂層は小山の北東に位置する島状の山体へと分布しているものと予想される。そのため、南方の埋積谷は、この砂層により谷出口を閉塞され、軟弱層を形成しているものと想定される。

このように小さな埋積谷とその周辺山体とが組合わさった地形部においては、地盤断面図は複雑な構成となることが明かとなり、地盤断面図作成においてはどのボーリング資料を採用するかを、周辺地形からの堆積環境を想定し、選定することが大切であることを示唆している。

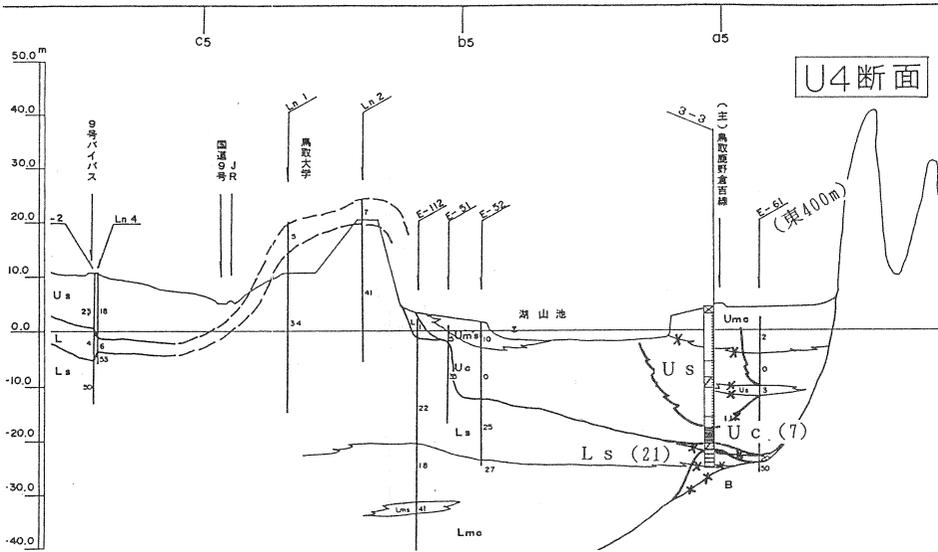


図-8 U4断面(湖山池南西岸)

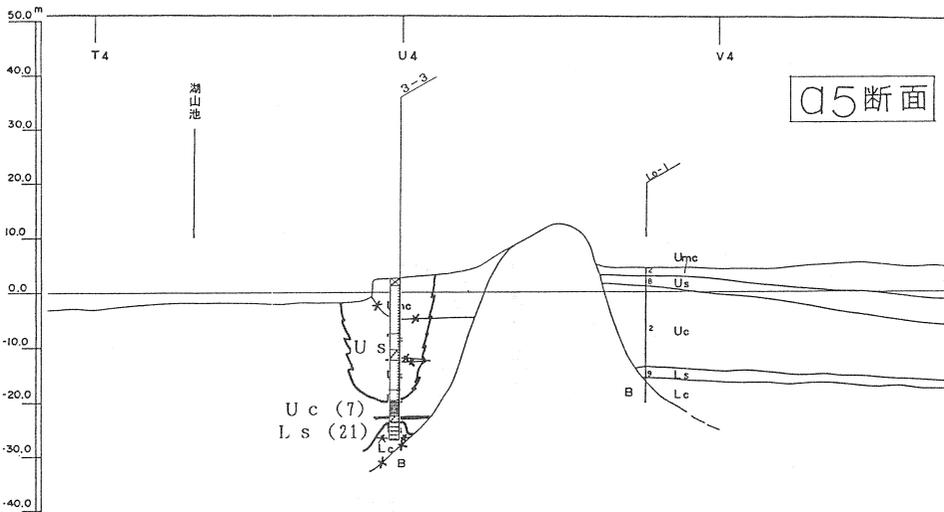


図-9 a5断面(湖山池南西岸)

③ 野坂川の谷出口付近

最新資料は、W4断面線から約380m東側のデータであり、図-10に示すように、Lg層が分布し、Lmg層は断面図よりも浅い深度で分布し、そのかわりにLc層が欠如している。また、ボーリング資料2-4では砂層が主体である。しかし、この2-4はa5断面線上のデータであり、図-11に示すように、各層とも非常に良く一致している。

最新資料は野坂川の谷出口付近であり、かつ小山体の突出部に近接しているため、Lmg層が厚く、またLs層も厚く分布している。これは地盤断面図を利用する上での注意点となる。一方、このような地形的条件下でも断面線上は非常に良く一致している。

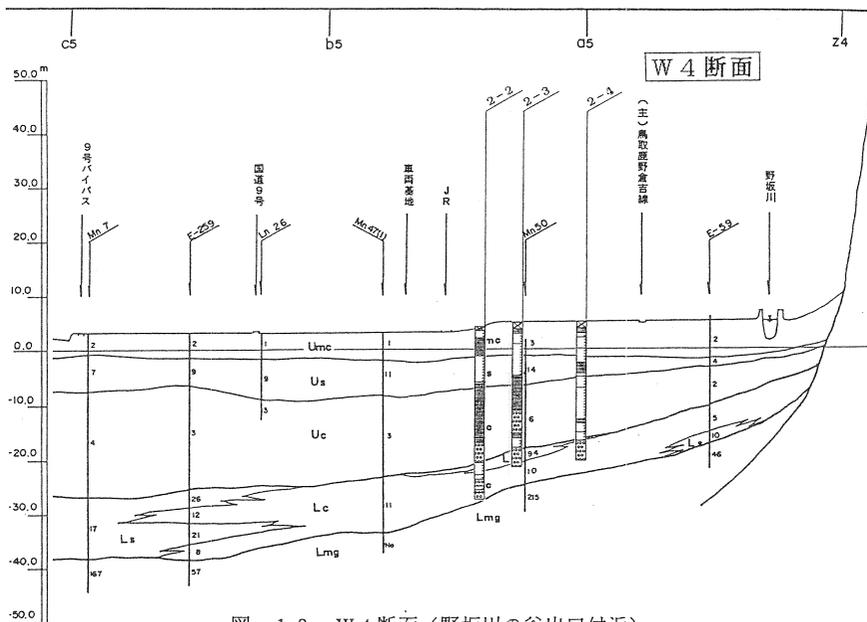


図-10 W4断面(野坂川の谷出口付近)

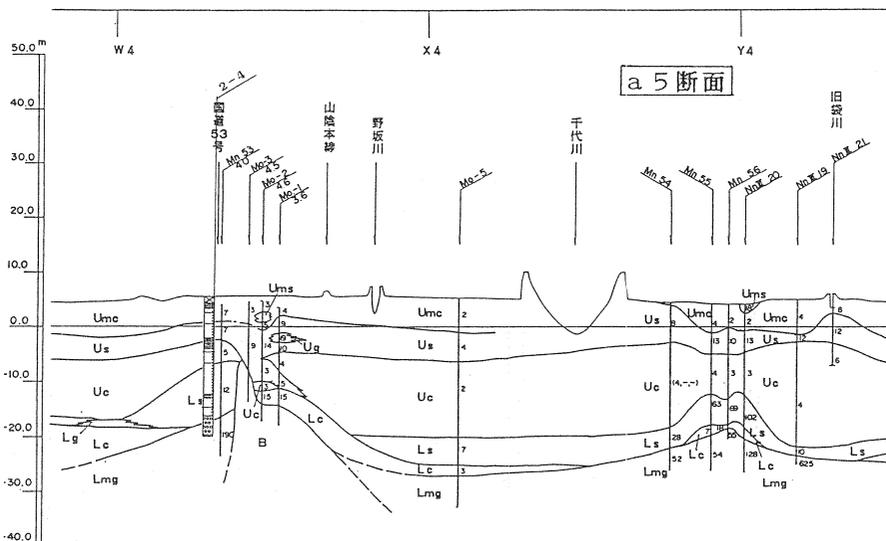


図-11 a5断面(野坂川の谷出口付近)

④ 千代川に近接

千代川に近接する最新資料は、断面線から離れているが断面図と基本的には一致している。例えば、ボーリング資料2-1はW4断面線の東450m、c5断面線の北240mであり、図-12に示すように、Lmg層の存在を確認していない点を除けば、2-1は断面図とほぼ一致している。これは堆積環境に影響のある地形から離れているためと考えられる。

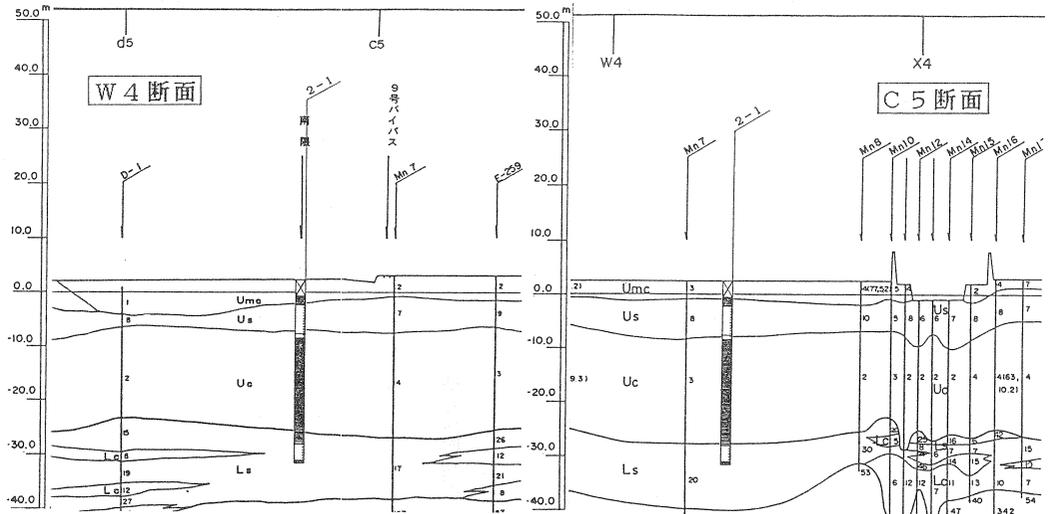


図-12 W4、c5断面(千代川に近接)

⑤ 千代川からやや遠く、山地に近接

ボーリング資料1-4、1-5は非常に山地に近接しているため、下部層、最下部層を確認できずに岩盤が出現している。この付近はUc層が厚く分布する地区である。1-6は、1-4、1-5よりは山地から離れており、図-13に示すように、断面図とは基本的には一致しているが、Ls層が薄く、Lmg層には粘土層(Lmc)が介在している。

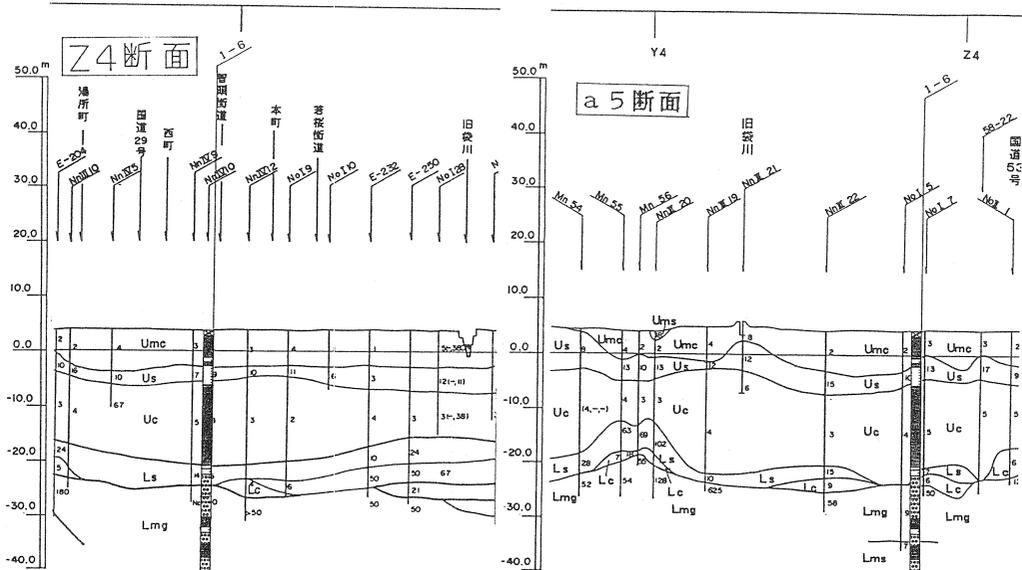


図-13 Z4、a5断面(千代川からやや遠く、山地に近接)

⑥ 千代川に近接し、山地に近接

ボーリング資料3-5はV4断面線から南方約400m地点のデータであり、図-14に示すように、地盤図とは基本的には一致しているが、Uc層が薄く、またLg層がUc層とLs層に挟まれて部分的に分布している。千代川の氾濫した履歴がUs層、Ug層、Uc層に伺える。

図-15はE-46を参考としたものと、3-4を参考としたものである。3-4はY4断面線に近接する追加データであり、図-15(b)に示すように、Uc層は薄く、千代川旧流路と見られるUg層が厚く分布する。また、Lc層が欠如し、Lmg層が厚く分布する。図-15(a)、(b)のように、断面線に近接するデータの選択により、Uc層、Ug層の分布に大きな違いがみられるので、これらの断面線の決定に当たっては、今後の問題として残されている。このように千代川の旧流路、氾濫の影響を反映する微地形の地域では、断面線の選定に注意を要する。

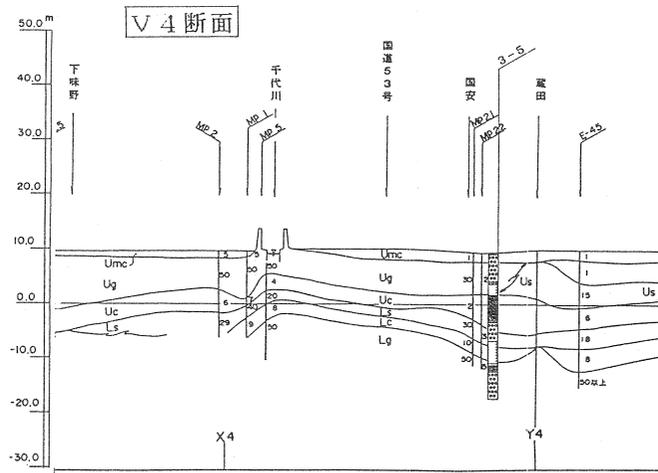
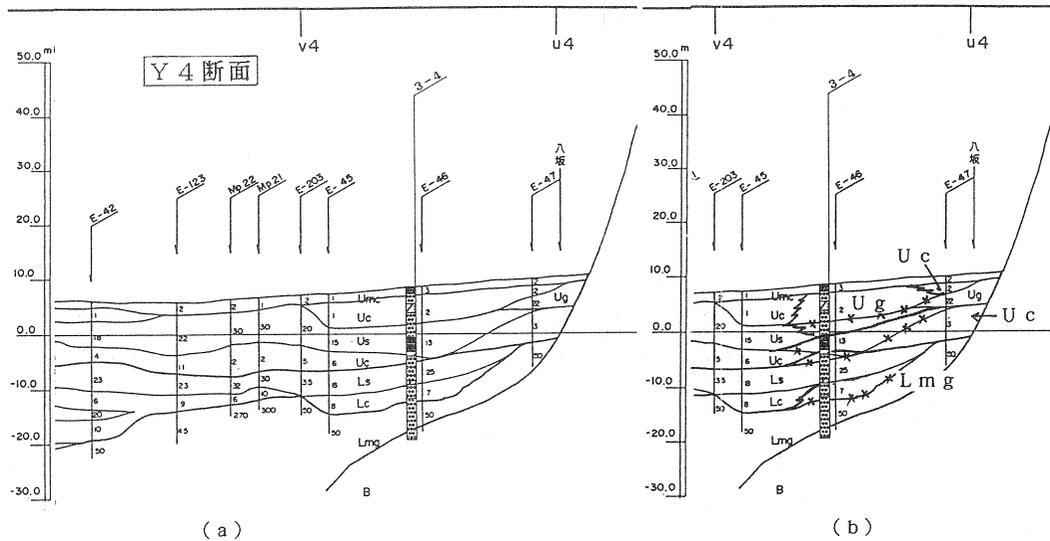


図-14 v4断面(千代川に近接し、山地に近接)



(a)

(b)

図-15 Y4断面(千代川に近接し、山地に近接)

⑦ 袋川流域の国分寺扇状地末端部付近

図-16では、ボーリング資料2-6 (Z4断面線の東260m、z4断面線の南280m)は、Umc、Us層はほぼ一致しているが、下部層が浅く出現し、その分Uc層が薄く分布している。2-7はZ4断面線の東660mとかなり離れているが、Lmg層が若干浅く出現している程度であり、ほぼ一致している。

図-17では、ボーリング資料2-7が断面線から450m~490mとやや離れ、1-7、1-8、1-9は160m~350m位で、各層ともほぼ一致しているが、A5断面において1-7がやや相違する。なお図-17では下部層の発達が悪く、ほとんど欠如し、深さ10~20m位でLmg層が分布している。

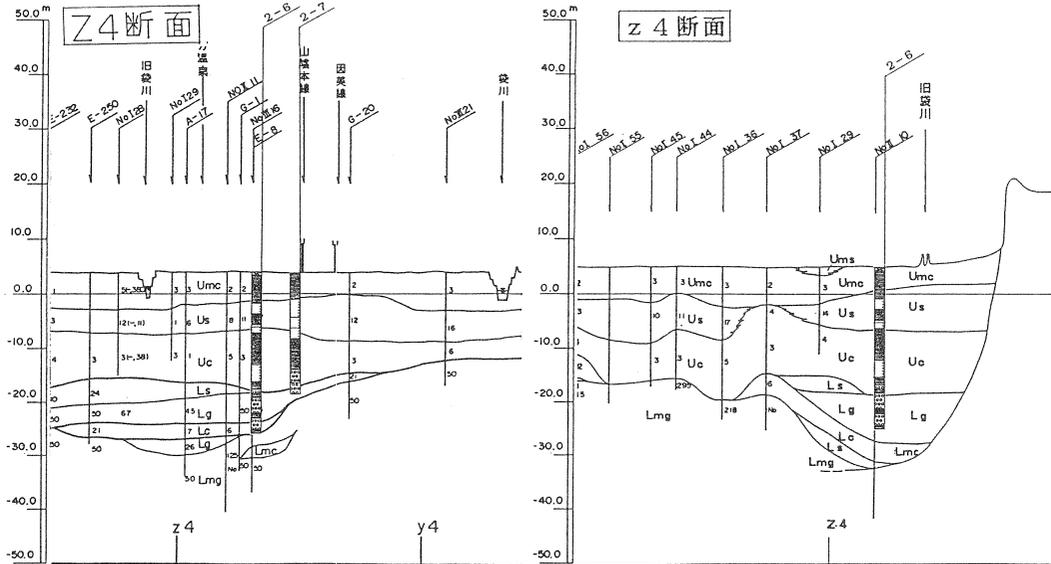


図-16 Z4、z4断面 (袋川流域の国分寺扇状地末端部付近)

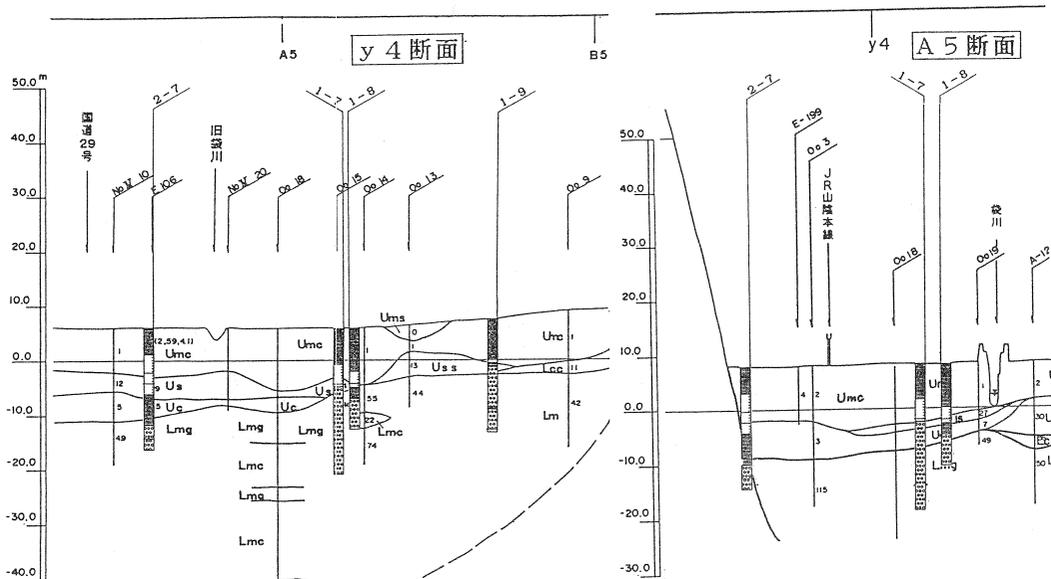


図-17 y4、A5断面 (袋川流域の国分寺扇状地末端部付近)

③ 袋川流域で、山地に近接

ボーリング資料2-8、2-9は面影山の山裾付近であり、A5断面では岩盤の深さが相違するが両者は大体一致している。一方、南300mのw4断面では相違し、この断面では岩盤が浅く、礫層の発達が非常に悪い。

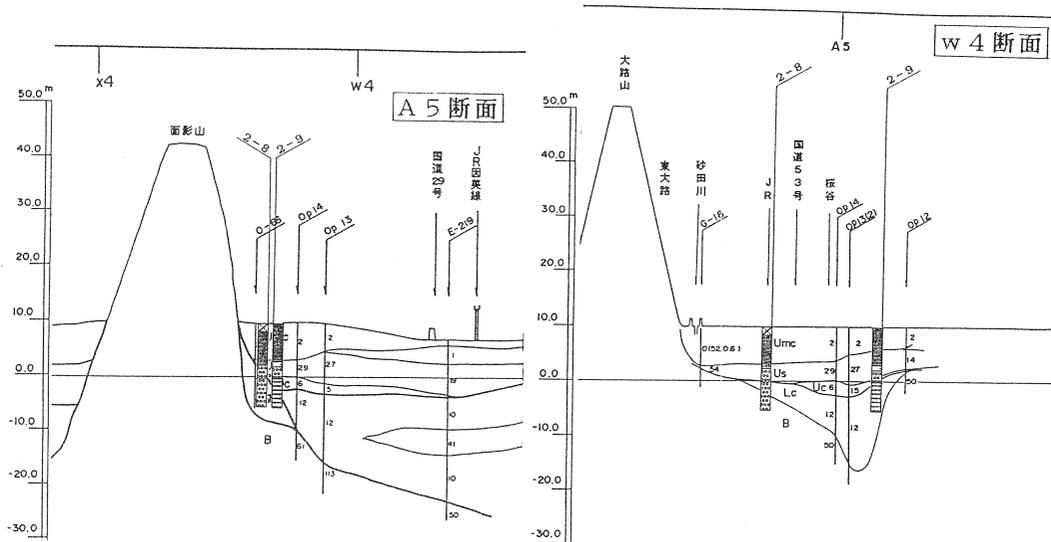


図-18 A5、w4断面（袋川流域で、山地に近接）

(2) 地盤断面図とボーリング柱状図との出現深度の差

各層の出現する深度をボーリング柱状図とその近接する地盤断面図から読みとり、その差を柱状図が断面図よりも浅い場合には正記号(+)、深い場合には負記号(-)とし、各層毎に表-3にまとめた。出現深度の差は、各層ともばらつきがあるものの、平均値は南北断面よりも東西断面の方が小さい(絶対値による平均値も同様)。また、ボーリング柱状図とその位置に近接する地盤断面図を対比し、地層の出現深度が±2m以内の誤差の範囲で一致しているボーリング資料本数と調査本数との割合として算出した深度適合率は、南北断面よりも東西断面の方が多い。但し、下部層は南北断面の方が多い。したがって、対象地点の地質構成、分布深度は「東西断面」を参考とすればよい。

表-3 出現深度の差

地層区分	断面	出現深度の差	平均	出現深度適合率	絶対値の平均
Us	東西断面	-2.8~+6.0m	+0.32m	81.3% (13/16)	1.33m
	南北断面	-3.3~+6.0m	+0.73m	75.0% (12/16)	1.44m
Uc	東西断面	-2.4~+2.4m	-0.42m	80.0% (12/15)	0.99m
	南北断面	-2.2~+3.5m	+0.49m	64.7% (11/17)	1.54m
Ls、Lc Lg	東西断面	-9.0~+12.4m	+1.20m	47.6% (10/21)	3.44m
	南北断面	-18.0~+11.5m	+1.57m	54.5% (12/22)	3.87m
Lmg	東西断面	-5.4~+2.0m	-0.80m	75.0% (9/12)	2.13m
	南北断面	-3.8~+7.0m	+2.41m	30.8% (4/13)	3.45m

したがって、対象地点の地質構成、分布深度は「東西断面」を参考とすればよい。

6. あとがき

「鳥取地盤図」は等メッシュに数多くの地盤断面図を収録したものであり、立体的（三次元的）な地質構成の把握が容易であり、予備調査や概略調査に大いに利用できる。したがって、対象地点の地質の構成および分布深度の推定に当たり、近接する断面のうち東西方向の地盤断面図を用いて概ね±2mの範囲で推定できる。なお、データ空白部や地形変換点付近では新しいデータの収集によって、地盤図の検証、修正を継続していく必要がある。なお、地盤断面図を利用するに当たっての要旨は以下のようにまとめられる。

- 1) 沖積層のUc層、Uc層の境界は、平野部で良く一致している。
- 2) 下部層（Ls、Lc、Lg）については、変化の著しい地層であり、取扱いには注意が必要である。
- 3) 最下部礫質土層（Lmg）は、ほぼN値>50の安定した支持層であり、また連続性も良好である。
- 4) 地質構成、分布深度の推定は、千代川の流下方向と直行する東西方向の地盤断面図を用いた方が良好である。
- 5) 千代川下流域の鳥取市街地や西側に広がる平野部、及び袋川下流域（国分寺扇状地末端部付近）では良く一致している。
- 6) 堆積環境に影響を与える地形部に近接する位置では、複雑な地層構成となることがわかった。
- 7) 当地盤断面図では断面線に近接する約100m以内のデータを使用したが、サンプリング範囲も含めてどのボーリング資料を採用するかは、地形の堆積環境を想定して、選定することが今後の課題であろう。
- 8) データ空白部については、地盤を推定していない箇所であり、今後新規のボーリング資料を用いて、地盤断面を作成しておく。

以上の要旨は、各地の沖積平野での地盤断面図作成においても共通であると考えられ、断面図作成の参考になる。

謝辞：本報は、土質工学会中国支部第1種研究委員会、鳥取地盤データベース作成に関する研究委員会（委員長：木山英郎教授）のもとで進められた成果（鳥取地盤図）を用いており、さらにボーリング資料の収集に配慮を賜った、土質工学セミナー鳥取地域の方々の協力を頂いたことを記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本建築学会中国支部基礎地盤委員会、鳥取県建築士会：鳥取県地盤図、1981
- 2) 藤村尚・伊藤徹・岩本志信・福田正昭・桜井博幸：低平地における地盤図の作成－鳥取県東部の低平地－、地盤と建設、Vol.8、No.1、pp.11-19、1990