

鳥取県西部の低平地における地盤図の作成

The Making of Geotechnical Engineering Map for a Low Flatland at the West of Tottori Prefecture

吉野明寿	Akihisa Yoshino	(シンワ技研コンサルタント(株)設計事業部次長)
富山博峰	Hiromine Tomiyama	(シンワ技研コンサルタント(株)地質調査課課長)
藤村 尚	Hisashi Fujimura	(鳥取大学工学部土木工学科助教授)

大天橋と呼ばれる大型砂州、その基部の米子平地、日野川扇状地、大山火山降下物の分布域など、鳥取県西部地域は地形的にも地質的にも非常に特徴を有している。鳥取地盤データベースに関する研究委員会では県下を3ブロックに分割して鳥取県東部・中部の作業が完了している。本報は最終ブロックである西部地域の地盤特性を1130本の土質柱状図を用いて3次コードメッシュ線沿いと、河川、道路沿い断面及び浅層地盤の土質パターン図、浅層地盤のN値分布図、支持層までの土質パターン図の作成を完了した内の、4つの地形的特徴を持つ地盤断面図及び、各パターン図を示し本地域の地盤特性について考察する。

キーワード：地盤断面図、土質パターン、ボーリング、N値 (IGC:C0)

1. はじめに

鳥取県地盤図の作成は、地盤工学会中国支部第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)のもとで1989年より作業が始まり、鳥取県東部・中部が完成している。

本報告では、地盤情報の電算化のための基礎研究資料として土木工事を考えた土質パターンやN値分布、並びに地盤断面図を作成して低平地の土質構成と基本的な土質工学的情報の図化を試みたものである。

鳥取県西部地域においてはこれら土質パターンと地盤断面図の作図を1130本のボーリング柱状図を用いて実施したものである。地盤断面図は、3次コードメッシュ沿いに70断面、河川沿い4断面、道路沿い2断面、計76断面、総延長距離520kmの長大な断面図となった。これら作図の方法と地盤断面図の結果について述べる。

2. 地盤断面図の作成

2.1 地盤断面図の作成

断面図は、図-1～2のように1/25,000の地形図の東西～南北を各々10分割し(3次メッシュ)

この区画線上の断面および河川、道路沿いの断面を作成したものである。使用した1/25,000地形図は、図-1に示す7図幅でありその区画線の名称は、南北方向に大文字、東西方向に小文字のアルファベットを配し、それぞれ北および東へ向かって昇順で表した。断面図の縮尺は、縦1/1,000、横1/20,000とした。また地盤断面図に示す地質区分は、表-1、図-3に示すように鳥取県東部・中部と統一性を持たせるために「鳥取県東部の低平地¹⁾」に習い作成したものである。尚3次メッシュは、実距離1130m×920mであり、西部地域の低平地を約1km間隔で裁断、作図したものである。

2.2 各種パターン図の作成

地盤の土質構成を深度0～5mまでの浅層地盤(図-4)と深層地盤(図-6)とに分けて、また浅層地盤に対応するN値分布を(図-5)として作成した。この3つのパターン図は、3次メッシュを更に10分割して113m×92mの4次メッシュを用いて直近のボーリング柱状図を読み取り作成したものである。しかしこの4次メッシュはあまりにも小さく、判読しにくいために4次メッシュ4コマ分約200m範囲内

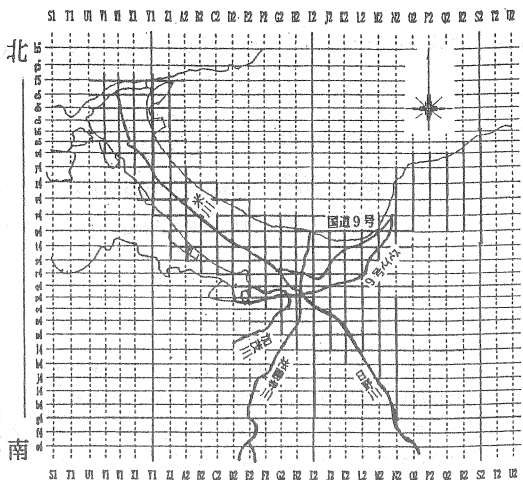


图-2 断面位置图

地質時代		地質区分	地質名	地質の特性	
第四紀	更新世	沖積層	lac	最上部砂質土層	表層（埋立土を含む）、潟湖末期堆積層。 有機質を混える。 河川沿い基盤堆積層, Umcは N= 0~3 河成堆積層 (N<10), 新砂丘 (N>10) 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
			Umc	最上部粘性土層	
			Umg	最上部礫質土層	
			Us	上部砂質土層	
			Uc	上部粘性土層	
	更新世	洪積層	LC	下部粘性土層	海成堆積物 火山灰 軽石を混えることもある。 N= 6~16 河成堆積物 (N>15), 古砂丘 (N>20) 火山灰 火山砂等の火山堆積層
			LS	下部砂質土層	
			LG	下部礫質土層	
			L	ローム層	
			Lmc	最下部粘性土層	
第四紀以前	中生・古生・前生	Lms	最下部砂質土層	扇状地性基盤礫層, 段丘礫層, 火山砕屑流	
		Lmg	最下部礫質土層	Lms, LmgはN>50	
第四紀以前	中生・古生・前生	B	岩 笠 岩 類	(火成岩) 孔瀝岩, 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	

-

– 32 –

にあるデータの平均値とした。また、米子市街拡大図は3次メッシュ4コマ分に該当し柱状図集中箇所（建造物）を示したものである。尚、このパターン図は表-2～4に示すように5つのパターンに分類し表記記号で各メッシュに示した。

3. 西部地域の土質区分および地形、地質の概要

3. 1 土質区分および地質の概要

県下の平地地盤を構成する第四紀の土質は、表-1のようにまとめられる。この表は、鳥取県地盤図²⁾をもとに加筆作成したものであり、沖積層と洪積層の区分は約1万年前の縄文海進期とした。尚、本文中の地形区分³⁾および地区名は、図-a, bに示した。

西部地域の地形は、北より南に向けて弓浜半島、米子低地、日野川扇状地、大山および第三紀基盤岩類へと続き順次標高も高くなる。地域内の基盤岩類は、古三紀～白亜紀の黒雲母花崗岩が南部地域に見られる他は法勝寺火砕岩類、長砂流紋岩類、および島根県八束町（大根島～江島）の橄欖石粗面玄武岩が主な基盤岩で、その上位に第四紀洪積層～沖積層が厚く被覆して現地形を形成している。第四紀層の層厚は、弓浜半島部では基部の皆生温泉でGL-60～70m、先端部の境水道付近でもGL-60mに達して基盤岩上を覆っている。

3. 2 地形の概要

鳥取県下は、鳥取砂丘（東部）、北条砂丘（中部）、弓浜半島（西部）と砂丘～砂州に恵まれた海岸線をもち鳥取砂丘は天然記念物³⁾に指定されている。西部地域における弓浜半島は日本を代表する砂州であり、長さ18km、幅4kmと、天の橋立をはるかにしのぐ大天橋とも呼ばれるべき学術的にも意義の高い地域である。この代表的地形である弓浜半島部、米子低地、および日野川扇状地について述べる。

弓浜半島部は日野川の吐砂流が美保湾の沿岸流によって順次弧状に付着した砂州であり、平安時代以降に半島を形成した。その基盤岩は、米子市北西部の彦名地内（粟島）で見られるのみで全て砂が表層を覆っている。

米子低地は、中海の湾奥部に位置し、北東部の山に遮られて日野川の扇状地堆積物および沿岸流による砂州形成が行われなかった溺谷低地とも呼ばれる地域である。

日野川扇状地は、岸本を頂点とする扇状地群であり現、佐陀川右岸丘陵裾部より現、日野川左岸部までの

東西2km、南北7kmの礫質土の卓越した地域である。これらの外周部にはその他の微地形が点在している。ここでは3つの代表的な地形の断面と各パターン図を取り上げる。まずパターン図としては、浅層地盤の土質、浅層地盤のN値分布、および支持層までの土質を5段階に分類した。また地盤断面図としては図-7の境港地区の地盤断面図として（a）南北方向X1断面と（b）東西方向c5断面を弓浜半島先端部の代表断面として、米子地区の地盤断面図としては、図-8に示す（a）南北方向F2断面の半島砂州～米子低地間のものと（b）東西方向r4断面の米子低地～日野川扇状地間のものを代表断面として掲げる。

4. 結果

4. 1 浅層地盤の土質パターンと分布

浅層地盤の土質パターンは表-2に示すように地表面下5mまでの土質を5つのパターンに分類して評価するものであり、その特徴は次のようである。

弓浜半島全域では砂の分布、昭和町～竹内両干拓地では1～4のパターンが多く見られ、浚渫土砂によって埋め立てられたことが伺い知れる。

日吉津低地では表層に粘土の分布、パターン2が多く見受けられる。

福市～青木団地間ではパターン1および2が主体であり、大山火山降下物の一般に言う「ミソ土」に類似する洪積粘土が分布する。

米子港から彦名干拓地にかけての中海海底では粘土が主であり、渡～中浦水門にかけては砂が主となる。

米子市街地では海進～海退が繰り返されたために1～4のパターンが複雑に入り組んでいる。

市街地の北東側は観音寺山～勝田山～高島屋～米子港を結んだ線の外側に当たり、弓浜半島の基部の砂州堆積物として砂の分布が見られる。

4. 2 浅層地盤のN値分布

浅層地盤のN値は、土質パターンと同様に5m以浅のN値の平均値を5段階に分類して示す。

図-5に示すように弓浜半島北部ではそのほとんどがN値11～20の「中位の」相対密度を示す砂層で外江～渡の古砂丘では21～30とやや高い値になっている。

弓浜半島北東端の昭和町～竹内干拓地では粘性土の分布する区域でN値10以下と「非常に軟らかい～中位の」コンシステンシーを示し、砂層の分布する区域では6～20とやや高い傾向にある。この干拓地で

Ⅳ 米子平野	Ⅳ ₁ 日吉津低地	Ⅳ _{1a} 佐陀砂州 Ⅳ _{1b} 佐陀扇状地前縁低地
	Ⅳ ₂ 日野川扇状地主部	Ⅳ _{2a} 右岸扇状地 Ⅳ _{2b} 左岸扇状地
	Ⅳ ₃ 佐陀川扇状地	
	Ⅳ ₄ 米子低地	Ⅳ _{4a} 米子湿性低地 Ⅳ _{4b} 米子外縁低地
	Ⅳ ₅ 法勝寺川埋積谷低地	Ⅳ _{5a} 成実低地 Ⅳ _{5b} 法勝寺低地
Ⅴ 弓ヶ浜半島	Ⅴ ₁ 内浜砂州	Ⅴ _{1a} 南部内浜 Ⅴ _{1b} 北部内浜 Ⅴ _{1c} 内浜臨海低地
	Ⅴ ₂ 中浜砂州	Ⅴ _{2a} 南部中浜 Ⅴ _{2b} 北部中浜 Ⅴ _{2c} 中浜浜奥列
	Ⅴ ₃ 外浜砂州	

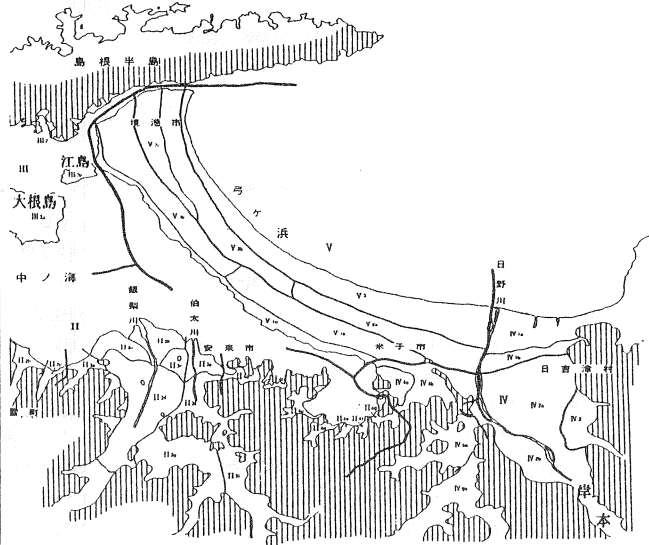


図-a 中海臨海地帯地形区分⁵⁾

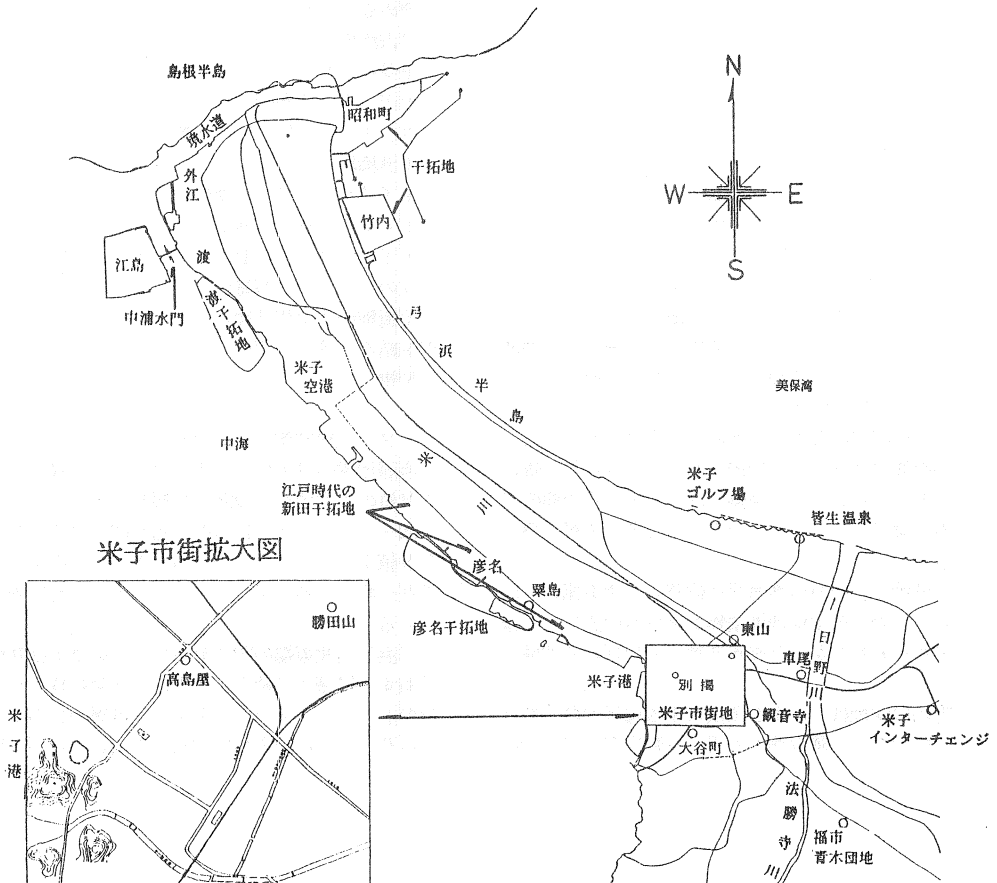


図-b 地名位置図

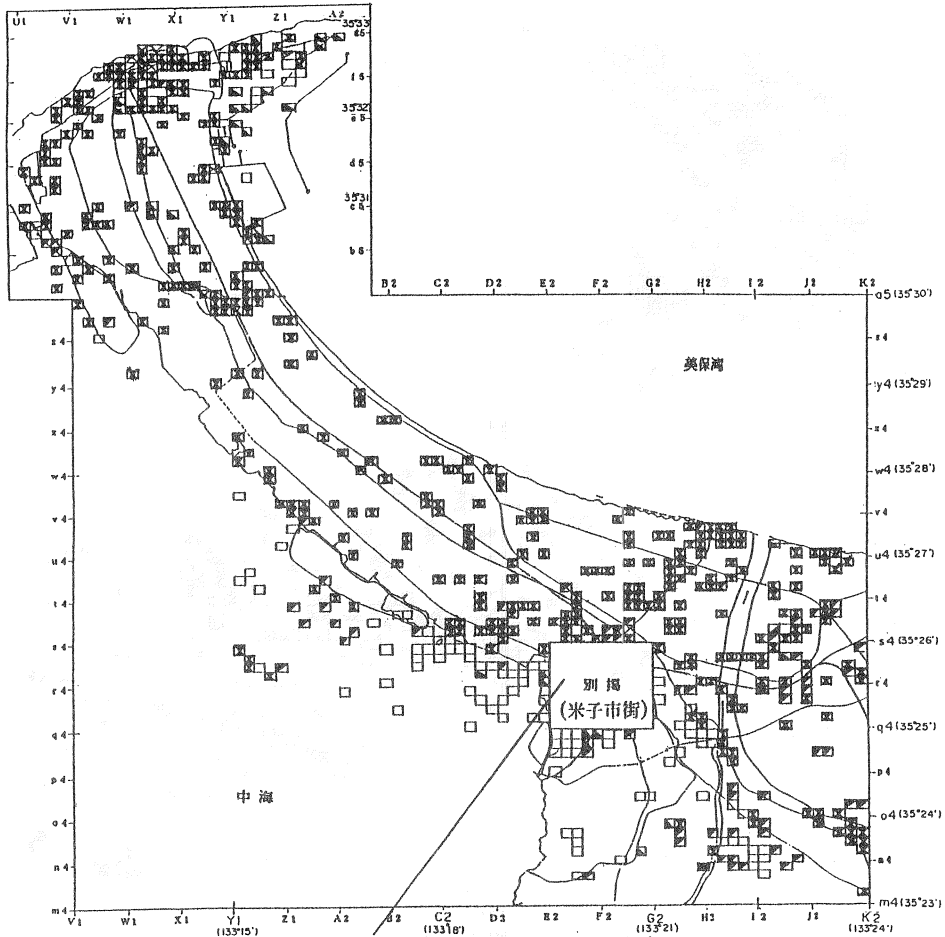
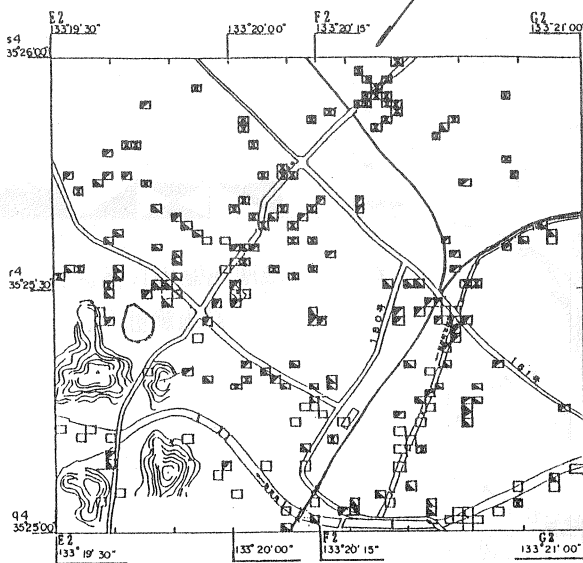


図-4 浅層地盤の土質パターンと分布



米子市街拡大図

区 分	浅層地盤の土質パターン				
対象地盤	深度 0 ~ 5 m				
土 質	1	2	3	4	5
パターン	粘土のみ	粘土→砂	砂のみ	砂→粘土	有機土
柱状図					V V V V V
表記記号					

表-2 浅層地盤の土質区分表

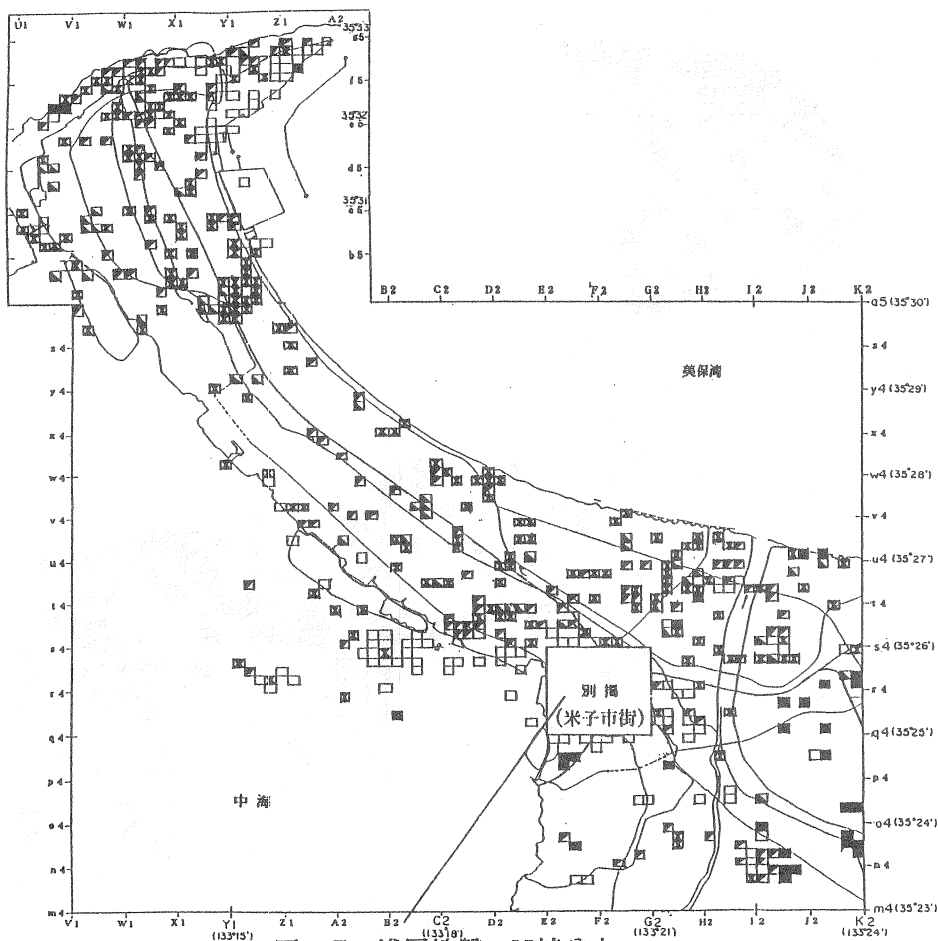
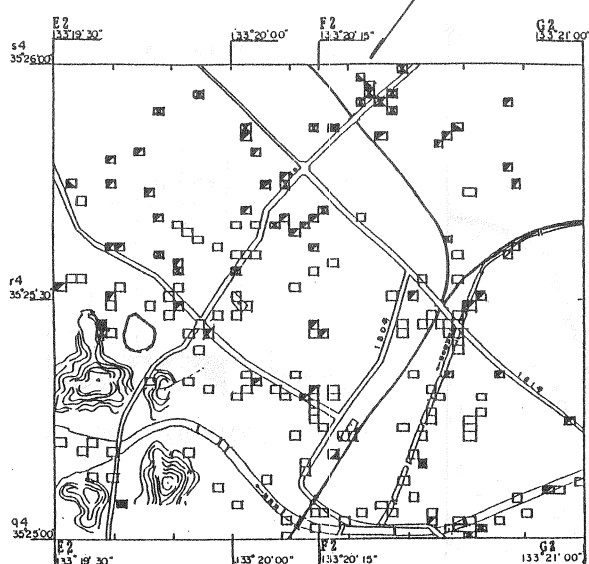


図-5 浅層地盤のN値分布



米子市街拡大図

N 値 パターン	1	2	3	4	5
N 値	0 ~ 6	6 ~ 10	11 ~ 20	21 ~ 30	30 以上
表記記号					

表-3 浅層地盤のN値区分表
対象範囲0m~5m

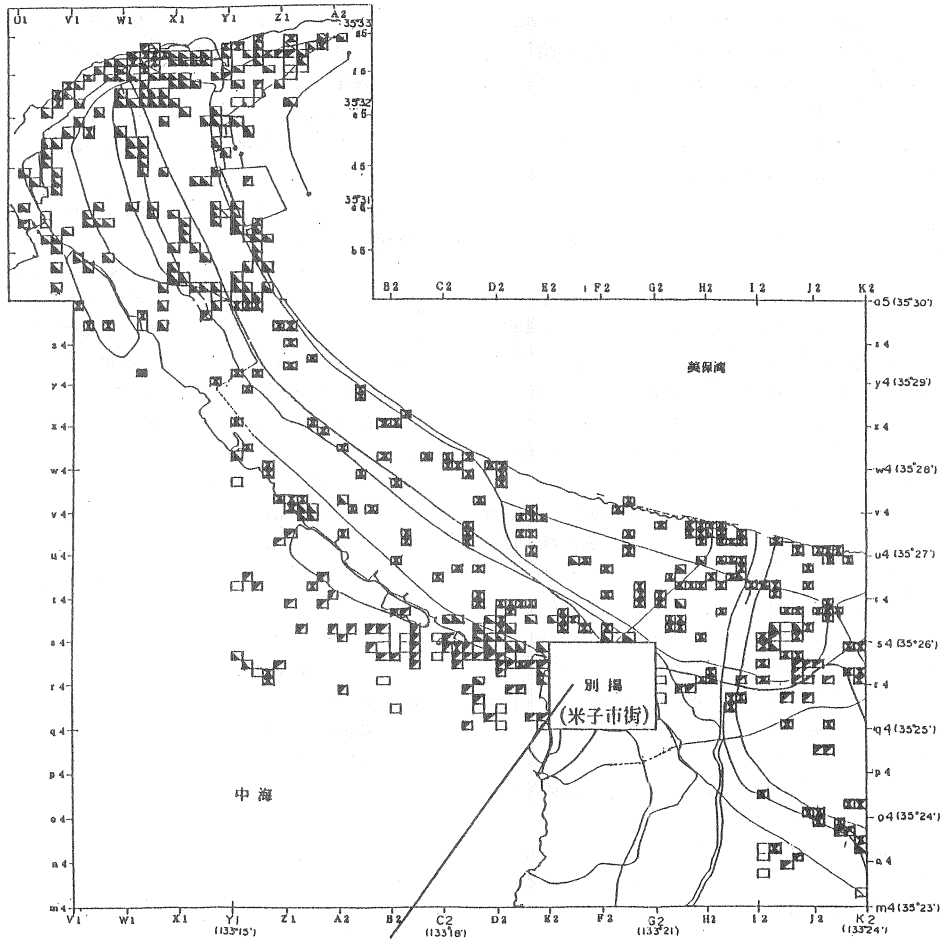
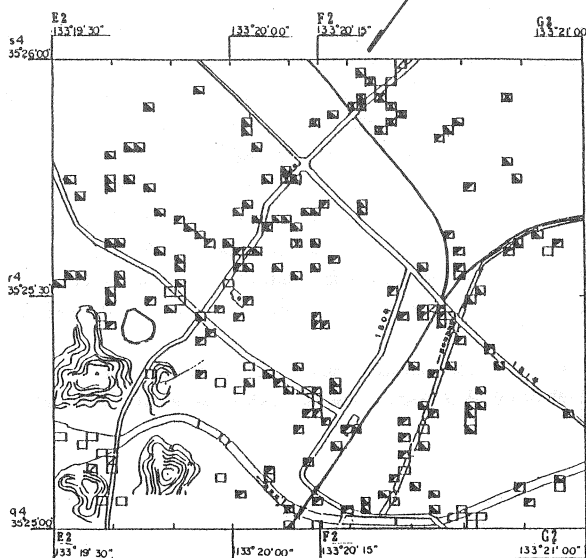


図-6 支持層までの土質パターンと分布



米子市街拡大図

区 分	支持層までの土質パターン				
対象地盤	沖積層と洪積層の一部				
土 質 パターン	1	2	3	4	5
	粘土 のみ	粘土 →砂	砂 のみ	砂→ 粘土	有機 土
柱 状 図					
波痕記号					

表-4 深層地盤の土質区分表

は、CBR試験でも値のバラツキが多い。浚渫埋立時の送泥管吐出口付近には比重の重い砂が集積し、またシルト等はその外周部に沈澱して値にバラツキが生じるものと思われる。

境水道でN値30以上の箇所が見られるが、これは基盤岩の風化帯が海底面下浅く分布していたためのものと考えられる。

日野川左岸より半島中央部にかけてはN値6～30以上の「緩い～密な」砂が分布している。

緩い砂の分布は中海側の旧汀線付近、中央部の堤間低地、および日野川河口左岸部に見られる。中海側のそれは米川開通⁴⁾※ 以後の「砂流し～砂上げ」^{4) ※}と呼ばれる江戸時代の新田干拓の影響とも考えられる。

中央部の堤間低地では、地下水位が地表面に近くまた微粒砂～シルトの混入により値が低くなったものと考えられる。

日野川の河口付近では、河川氾濫時の細粒土残留地でN値が低い。また同付近においてN値が高い部分は、礫質土の分布箇所となる。

日野川扇状地では概ね20以上の値となるが、日吉津低地では6～10の「緩い」相対密度である。

福市～青木団地間は「非常に軟らかい～中位の」コンシステンシーの粘性土で中海と同等な値であるが砂の混入率による値のバラツキが認められる。

中浦水門付近の海底面下では、陸上のN値とはほぼ同等～若干高い値となる。砂のみの単層で水締め状態にあるものとも考えられる。

米子市街地では低地内のN値はほとんど全て5以下の軟弱地盤となる。ここでも砂の混入量による値のバラツキが見受けられる。

4. 3 支持層までの土質パターンと分布

支持層までの土質パターンは、表-4に示すように5つに分類して調べる。図-6に示すように弓浜半島中央部においては重要(量)構造物がなく、また浅層のN値が10以上となる所が多くある。弓浜半島の基底には沖積世の「中海層」⁵⁾と洪積世の「弓が浜層」⁵⁾の2つの粘性土層があり、これらに達しない内に支持層が出る場合も多くある。なお支持層とみなせる地盤のN値としてはN値30以上を5m、50以上を3m程度とする。鳥取県地盤図のLm層ではN値30程度で打ち止めをした事例も多く見られるが、今回は鳥取県地盤図に習って、Ls層の下位に分布す

るLm層でLms～Lmgに相当する砂質、礫質土に対してはN値が30程度であってもパターン3の砂のみと評価した。

弓浜半島北部では砂～粘土というパターン4がほとんどであり、昭和町、竹内干拓地においては1～2のパターンが多く見られる。

境水道内のパターン3は基盤岩の直上に砂層が薄く被覆している。

半島中央部では前述のように最大50m程度のボーリングによれば表層から全て砂が続いている。

皆生、日吉津、および日野川扇状地では砂～礫の堆積物が支持地盤となり、青木団地付近ではパターン1～2の洪積粘土の下位に支持地盤がある。

弓浜半島の西側(中海の海底面下)では1～2のパターンが主体であるが渡干拓地以北では4の砂～粘土というパターンが多い。

米子市街では観音寺～勝田山～高島屋～米子港を結んだ区域の北東側では3～4のパターンが多く、その内側では1～2のパターンとなり海成粘土の分布が同じ知れる。

4. 4 地盤断面図

地盤断面図は境港のX1とc5断面、米子のF2とr4断面の4断面を代表断面として掲げて述べる。なお上段が南北方向、下段が東西方向の断面で各々交差する。

1) 境港地区の地盤断面(図-7a, b)

図-7a, X1南北方向断面は、境水道から米子空港まで計20本の柱状図を、同じく図-7b, c5東西方向断面は、江島から竹内干拓地まで20本の柱状図を基に作成した。

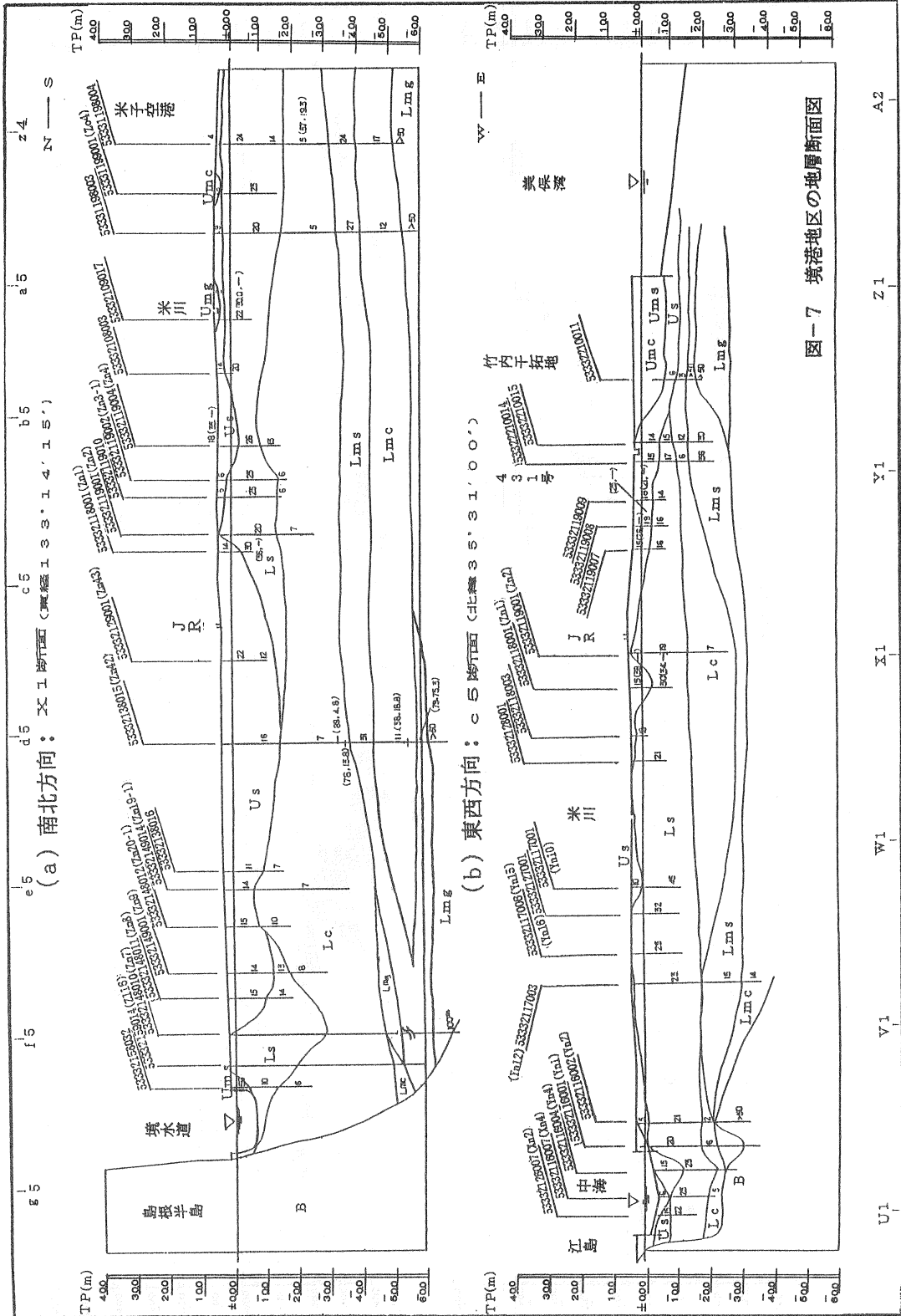
X1断面は50m以上のデータが5本もあり、洪積層の分布が明らかとなる。Lc, Lmc等洪積粘土層は北にその層厚を増し、南側ではその上位にLsの分布が見られる。支持層と成り得るLmg最下部礫質土層は、標高-50m以深に出現している。

c5断面は弓浜半島を横断するように作成したもので、Us～Ls層が-20m付近まで水平に分布している。中海側では-20m付近から大根島～江島の延長である粗面玄武岩が出現し、東側の竹内干拓地では旧海底面まで最上部粘性土で埋め立てられている。

c5とX1の交点付近は、50m以上の柱状図が

^{4) ※} 利根は、江戸時代中期(1759)に法興寺と日野川の合流点から弓浜半島を横断して境水道までの全長20kmを灌漑用水路として開削された人工利根。

^{4) ※} 利根の開通によりその余剰水を利用して近隣の砂丘の砂を中海に流し込みを陸化した。(砂流し新田) また流くなった海より砂を運上げて陸の側に干拓を行った。



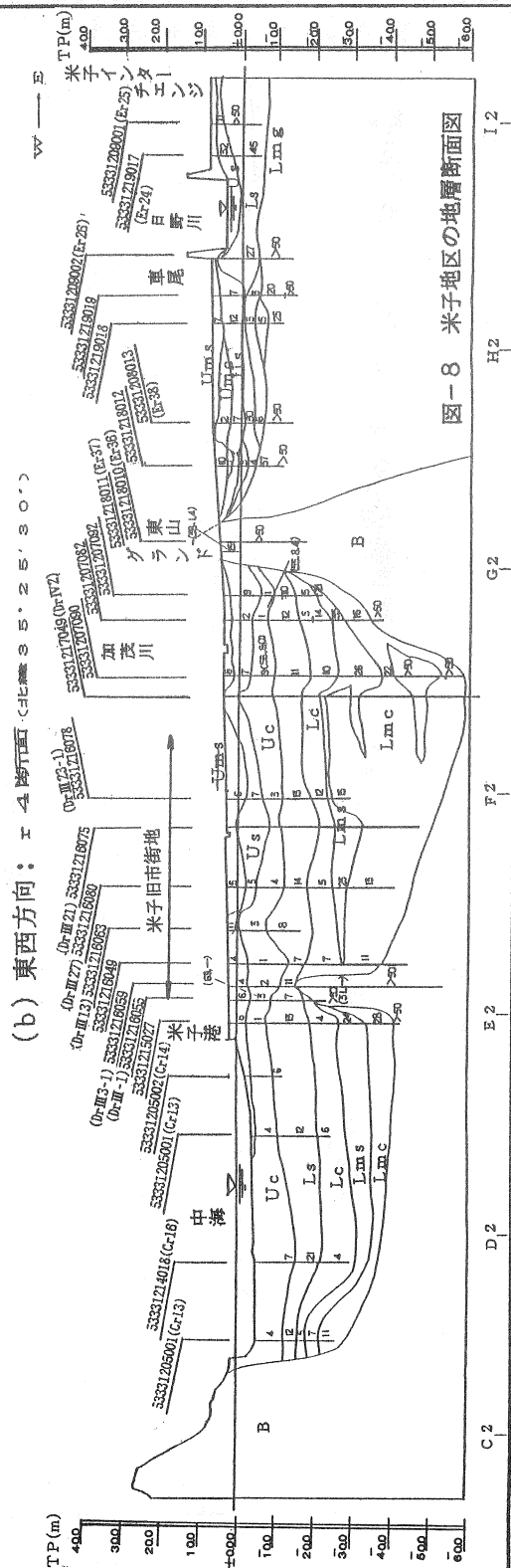
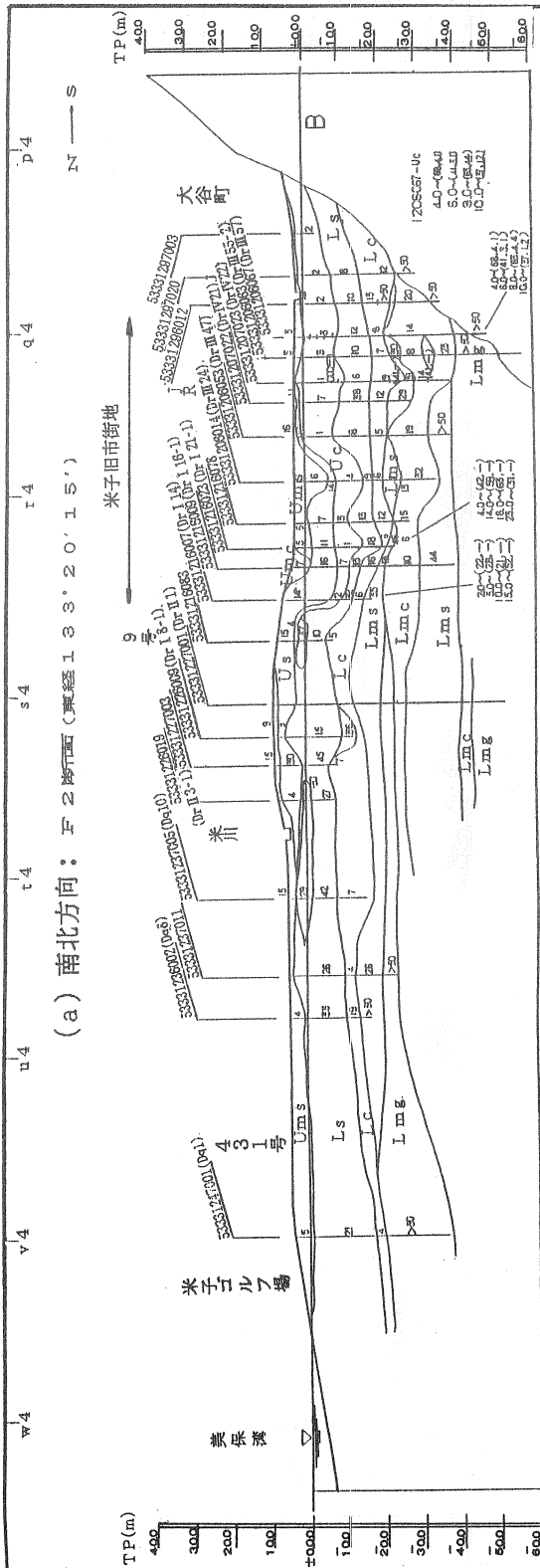


図-8 米子地区の地層断面図

c 5断面上にないことからc 5断面のL m c層が欠けてL cの下位にL m sが出現した。 ついでX 1断面で見てもL c層の下にL m s層の分布することがわかる。

2) 米子地区の地盤断面(図-8 a, b)

この断面は南北方向(8 a, F 2)は米子ゴルフ場より旧市街地を通過して大谷町まで、東西方向(8 b, r 4)は中海より日野川を渡ってインターチェンジ付近までを作図した。

F 2断面では美保湾の汀線から米川付近までは砂～粘土～礫と層序が均等に分布しており、旧市街地に入ると沖積層、洪積層が複雑に入り組み、連続性に欠ける部分も見られる。L sがU cに置き換えられL m c中にL m sがレンズ状に分布している。最下部の砂礫層は市街地で標高-40 m以深に分布して杭基礎の支持地盤となっている。

r 4断面では東山グラウンド付近までは海成層が分布しており、東山グラウンドから車尾付近までの表層に分布するU m c層は、図- a地形区分図で見られるように米子外縁低地の一部で扇状地の堆積作用が及ばなかった地域と考えられる。日野川右岸からインターチェンジ間はほぼ水平に砂～礫層が分布し、礫層の出現深度は標高-10 m付近で良好な支持地盤となっている。

5. まとめ

本報ではパターン図と、代表断面を掲げ報告するものであり鳥取県西部地区全域を語れるものではない。

パターン図、4, 5を対照すれば構造物規模と基礎形式の概略を予測することができるものと思われる。また代表断面のみからも地下構造が明確となったものと考えられる。旧米子市街地の複雑な地層の乱れ、N値の変化、L m g～Bまで達する長杭基礎の必要な区域の予測。日野川扇状地のL s～L m gの浅い出現。半島先端部のL c～L sの水平分布、L m gの出現深度の予測。その他、最上部層の不連続性など種々な情報が入手出来たものと考えられる。今後は、この方眼メッシュ断面を電算で処理して立体的な断面としてより一層の地盤情報を入手し、研究成果としたい。

6. おわりに

本報告では、ボーリングデータを用いて土木工事などを考えた土質パターンやN値分布ならびに地盤断面図の作成と、規則的に(3次メッシュ)約1 km毎

に裁断した断面図から地層の構成や傾斜などが読み取れるように工夫した。

採取資料が比較的豊富であり、特に米子市街～弓浜半島部に集中していたため70本の3次コードメッシュ沿いの断面が作成できた。メッシュ沿いの同一地点の東西方向～南北方向の地層の流れがより詳細に推定できるものとする。

大天橋とも呼ばれる大型砂州、その基部の米子低地日野川扇状地、大山火山降下物など特徴的な地形を有する地下構造が明かとなった。本地域の特徴としては、砂州～低地～扇状地、それを取り巻く微地形、大山および第三紀丘陵地と多岐にわたる。これらの地盤・地質特性を把握することも今後の研究課題である。

また新潟地震、阪神大震災等で被害が続出した液状化に対する検討をこの弓浜半島でも行いたい。柱状図およびN値分布図等を駆使し、表層土質の含水量および粒度試験結果等を追加して液状化に対する被災予測範囲図等を明確にして実用化に供しうものとした。いと考える。

謝 辞

本報は、地盤工学会中国支部第1種研究委員会鳥取地盤データベースに関する研究委員会(委員長: 木山英郎)の元で進められた最終ブロック鳥取県西部の成果であり、委員会のメンバーおよび地盤工学会中国支部の各位に感謝の意を表します。また、ボーリング資料の収集、公開に配慮を賜りました土質工学セミナー鳥取地域のメンバーならびに建設省倉吉工事事務所の皆様のご協力を頂きましたことを記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 藤村尚・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 - 鳥取東部の低平地 - Vol. 8, No. 1, 1990, pp11~19
- 2) 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
- 3) 鳥取県衛生環境部自然保護課: 鳥取県のすぐれた自然(地形・地質編), 1993
- 4) 樺 範 之 編: 米子の歴史と人物, 立花書院 1982
- 5) 建設省計画局、鳥取県・島根県編: 中海臨海地帯の地盤, 1967
- 6) 日本建築学会中国支部基礎地盤委員会: 砂地盤の性質と基礎の設計, 1979