

25. 吉野川下流沖積層の地盤構造について

徳島大学工学部

小田英一

本研究は建設省地域計画課及び徳島県開発課が協同して行った都市地盤調査における都市地盤調査専門委員会のメンバーとして研究を行った事項を取りまとめたものである。都市計画あるいは産業施設の立地計画を行う場合に、その計画地域の地盤構造は考慮すべき重要な条件の一つである。地盤構造は構造物の基礎及び施設の建設費に大きな関係がある。それ故都市計画あるいは産業施設の立地計画を行なうにあたり、その地域の地盤構造を十分知る必要があり、土地利用を効果的にする上にも必要である。

吉野川平野は中央構造線に沿う裂谷を埋積して発達した低地で、臨海部附近は入江性三角洲となる。河谷の南北側をそれぞれ断層線に限られた縦谷であり、河谷内部は洪積期の海面変化、地盤変位に従って、粘土層、砂レキ層の堆積と侵蝕とをくりかえし、沖積期に入ってから土地の海面に対する相対的沈降と上昇との影響によって沖積層に埋積され現在の低地が生じたといわれている。

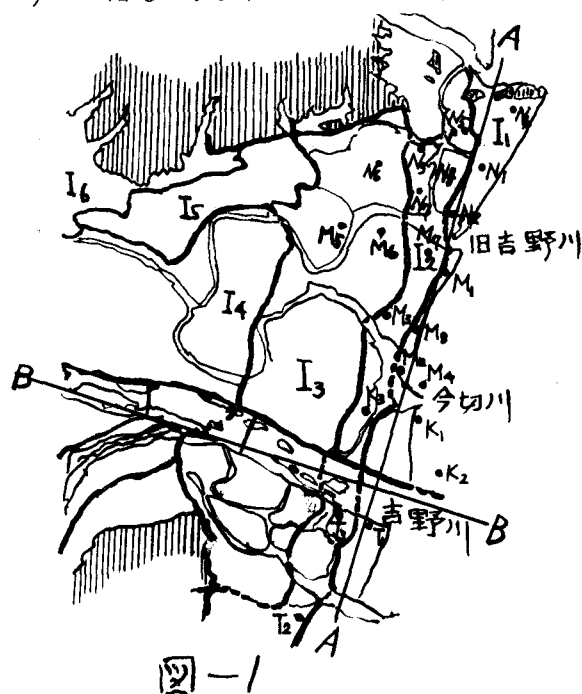


図-1

図-1に吉野川下流沖積の平面図を示し、図-2に断面図A-A線とB-B線を示す。一般に沖積層は図-3に示すような典型的な断面で示されるが、これを吉野川下流沖積層にあてはめて考える。

- U.S 上部砂層
- U.C 上部粘土層
- L.S 下部砂レキ層
- L.C 下部粘土層
- D.T 洪積, 第三紀層

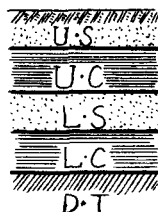


図-3

として、鳴門里浦地区、松茂川内地区、吉野川河口地区に分け

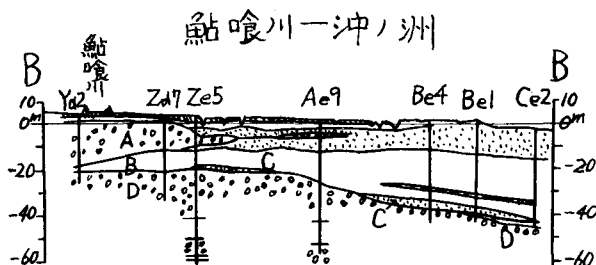
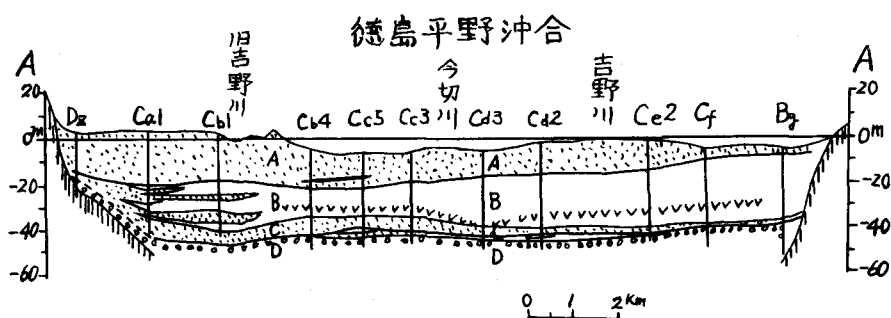


図-2

てN値の頻度分布を示せば図-4に示すようになる。これより各地区各地層毎に卓越したN値を示すと表-1のようになる。表-2に各層の厚さを示す。

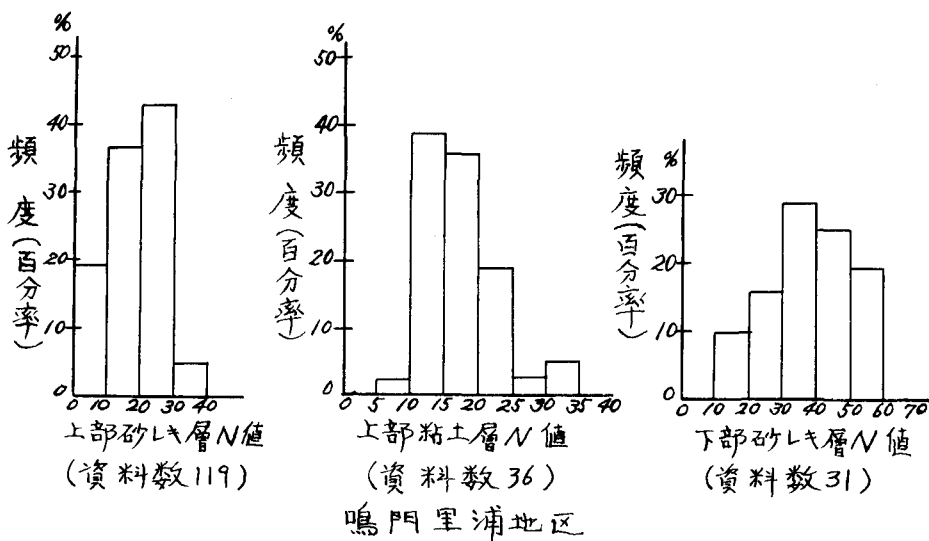
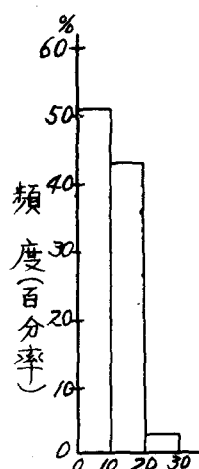
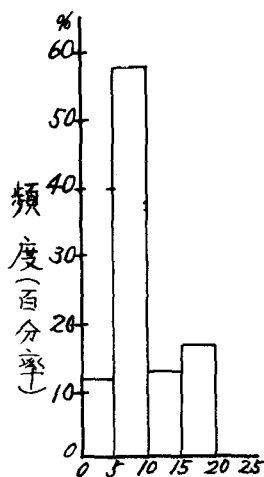


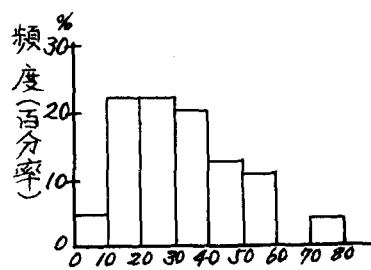
図-4



上部砂層N値
(資料数83)

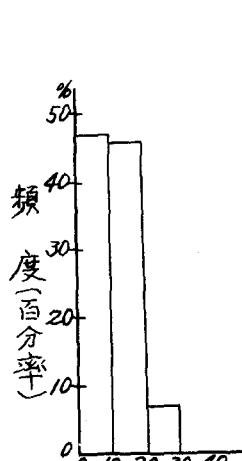


上部粘土層N値
(資料数60)

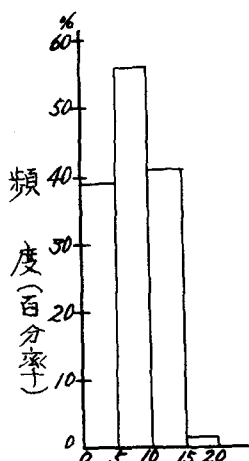


下部砂層N値
(資料数44)

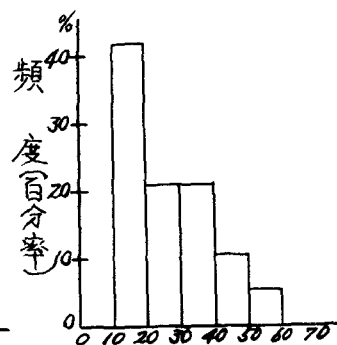
松茂川内地区



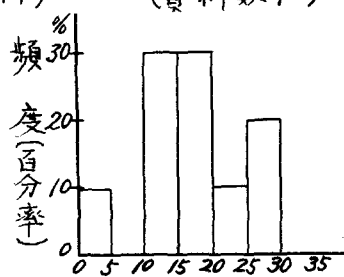
上部砂層N値
(資料数74)



上部粘土層N値
(資料数75)



下部砂層N値
(資料数19)



下部粘土層N値
(資料数10)

吉野川河口地区

図-4

表-1 N値の卓越した値

	U.S	U.C	L.S	L.C
鳴門里浦地区	20~30	10~20	30~40	$\begin{cases} 10\sim20 \\ 30\sim35 \end{cases}$
松茂川内地区	0~10	5~10	10~30	—
吉野川河口地区	0~10	5~10	10~20	10~20

表-2 各層の層厚

	U.S	U.C	L.S
鳴門里浦地区	22m	9m	—
松茂川内地区	16m	14m	5m
吉野川河口地区	15m	20m	5m

上部砂層は中砂、粗砂よりなり平均層厚は鳴門里浦地区より南に向い徳島市に至るに従い層厚は薄くなっている。上部粘土層は粘土質シルト、シルト質粘土、シルト、粘土が主体であって暗青灰色であって腐植物、雲母、貝殻の混入があり、鳴門里浦地区より南に向い徳島市に至るに従い層厚が厚くなっている。また図-2のB-B断面図に示すように上流に向いその層厚は薄くなっている。下部砂レキ層は細砂、中砂が主体で腐植物、雲母、貝殻を含む。

砂のレキ程度は鳴門里浦地区が、他の2地区に比べてよくまわっている。

下部粘土層はシルト、砂まじりシルトが主体であって新期洪積層に属するといわれ過圧密粘土であって、5m位の厚さをもっている。

本地区に全体で22本のボーリングを行ったのであるが、この結果の解明をより合理的にするために、分散解析法を行ってN値の各地区毎の様相、滞積環境を主とした環境パターンを認識することとした。これは一地域内において地盤調査あるいは工質試験結果が一樣でないとき、それが地盤の性質の変化を意味すると判断すべきか、あるいは単に計測値の偶然のバラツキに過ぎないものと解してよいかは設計者にとって重要な問題となる。このような問題の統計的な解決法について分散解析法が有効となるのである。

何ヶの異なった線上の何ヶ地点のN値の平均値を一般にi列におけるj行の値として X_{ij} として列及び行を二つの変数と考え、i及びjのあらゆる組合せについて $m \times n$ ヶのN値観測結果を表-3のように表示する。

表-3

行 列	1	2	-----	j	-----	n	行和
1	X_{11}	X_{12}	-----	X_{1j}	-----	X_{1n}	T_1
2	X_{21}	X_{22}	-----	X_{2j}		X_{2n}	T_2

$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		
i	X_{i1}	X_{i2}	$\cdots$	X_{ij}	$\cdots$	X_{in}	T_i
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
m	X_{m1}	X_{m2}	$\cdots$	X_{mj}	$\cdots$	X_{mn}	T_m
列和	T_1	T_2	$\cdots$	T_j	$\cdots$	T_n	総和 T

$$\text{行和 } T_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad \text{列和 } T_j = \sum_{i=1}^m X_{ij} \quad \text{総和 } T = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

$$Q_T = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}^2 \quad Q_R = \sum_{i=1}^m T_i^2 \quad Q_C = \sum_{j=1}^n T_j^2$$

$$C = \frac{T^2}{mn} \quad S_T = Q_T - C \quad S_R = \frac{1}{n} Q_R - C \quad S_C = \frac{1}{m} Q_C - C$$

$$S_E = S_T - (S_R + S_C)$$

$$V_R = S_R / (m-1) \quad V_C = S_C / (n-1) \quad V_E = S_E / (m-1)(n-1)$$

$$\text{行間分散比 } F_R = V_R / V_E > F[m-1, (m-1)(n-1)] \text{ ならば } F_R^*$$

$$\text{列間分散比 } F_C = V_C / V_E > F[n-1, (m-1)(n-1)] \text{ ならば } F_C^*$$

但し F は F 分布表の値である。ここで *印は行又は列の間に (95% の信頼度で) 差があることを示している。 $F_R < F$ 及び $F_C < F$ ならば F_R は行間、列間に差がないとみとめられる。
次に N 値について分散解析計算結果を示す。

(I) 鳴門里浦地区

(a) 上部砂層

行 列	1	2	3	4
1	$N_6 = 16.85$	$N_7 = 16.29$	$N_8 = 14.92$	$N_4 = 19.19$
2	$N_9 = 17.00$	$N_{10} = 16.72$	$N_{11} = 22.73$	$N_2 = 23.36$

$$F_R = 3.02 \ll F[1, 3] = 10.13$$

$$F_C = 1.45 \ll F[3, 3] = 9.28$$

(b) 上部粘土層

行 列	1	2	3
1	$N_6 = 35.83$	$N_7 = 21.50$	$N_8 = 40.28$
2	$N_9 = 34.33$	$N_{10} = 55.00$	$N_{11} = 60.00$

$$F_R = 1.79 \ll F[1, 2] = 18.51$$

$$F_C = 0.37 \ll F[2, 2] = 19.00$$

(C) 下部砂L層

行 列	1	2	3
1	$N_6 = 35.83$	$N_3 = 21.50$	$N_5 = 40.28$
2	$N_7 = 34.33$	$N_8 = 55.00$	$N_1 = 60.00$

$$\bar{F}_R = 2.87 \ll F[1, 2] = 18.51$$

$$\bar{F}_C = 0.81 \ll F[2, 2] = 19.00$$

(II) 松茂川内地区

(a) 上部砂層

行 列	1	2	3	4
1	$M_5 = 10.91$	$M_6 = 10.40$	$M_7 = 13.77$	$M_1 = 10.3$
2	$M_3 = 7.38$	$M_8 = 9.33$	$M_2 = 9.00$	$M_4 = 4.3$

$$\bar{F}_R = 2.65 < F[1, 3] = 10.13$$

$$\bar{F}_C = 2.01 < F[3, 3] = 9.28$$

(b) 上部粘土層

行 列	1	2	3	4
1	$M_5 = 14.42$	$M_6 = 7.67$	$M_7 = 6.75$	$M_1 = 10.50$
2	$M_3 = 8.02$	$M_8 = 8.00$	$M_2 = 7.36$	$M_4 = 11.50$

$$\bar{F}_R = 0.54 < F[1, 3] = 10.13$$

$$\bar{F}_C = 2.37 < F[3, 3] = 9.28$$

(c) 下部砂L層

行 列	1	2	3	4
1	$M_5 = 22.12$	$M_6 = 6.00$	$M_7 = 32.83$	$M_1 = 32.5$
2	$M_3 = 38.33$	$M_8 = 33.20$	$M_2 = 34.33$	$M_4 = 38.60$

$$\bar{F}_R = 4.98 < F[1, 3] = 10.13$$

$$\bar{F}_C = 1.54 < F[3, 3] = 9.28$$

(III) 吉野川河口地区

(a) 上部砂層

行 列	1	2	3
1	$K_3 = 14.75$	$K_1 = 9.08$	$K_2 = 8.09$
2	$T_3 = 12.00$	$T_1 = 10.91$	$T_4 = 7.78$

$$\bar{F}_R = 0.99 \ll F[1, 2] = 18.51$$

$$\bar{F}_C = 5.748 \ll F[2, 2] = 19.00$$

(b) 上部粘土層

行 列	1	2	3
--------	---	---	---

1	$K_3 = 6.4$	$K_1 = 4.17$	$K_2 = 4.63$
2	$T_3 = 6.3$	$T_1 = 7.67$	$T_4 = 8.27$

$$\bar{F}_R = 3.68 \ll F[1, 2] = 18.51$$

$$\bar{F}_C = 0.67 \ll F[2, 2] = 19.00$$

(C) 下部砂層

行 列	1	2	3
1	$K_3 = 33.00$	$K_1 = 30.25$	$K_2 = 19.75$
2	$T_3 = 16.00$	$T_1 = 15.00$	$T_4 = 29.50$

$$\bar{F}_R = 0.75 \ll F[1, 2] = 18.51$$

$$\bar{F}_C = 0.02 \ll F[2, 2] = 19.00$$

以上のよう(Ⅰ)より(Ⅳ)までの各地区内において行は東西に向う線上的もので列は南北方向の線であるが、各層共に列間、行間で差がなくそれがある(Ⅲ)、(Ⅳ)のブロックに分けることになる。

(Ⅳ) 臨界砂州低地と海岸平野性後背湿地

臨界砂州低地上のボーリング地点 $N_4, N_1, N_2, M_1, M_3, M_2, K_1, T_1$

海岸平野性後背湿地上のボーリング地点 $N_5, N_8, N_7, M_7, M_3, K_4, K_3, T_1$

(a) 上部砂層

行 列	1	2	3	4	5	6	7	8
1	$N_4 = 19.19$	$N_1 = 22.73$	$N_2 = 23.36$	$M_1 = 10.30$	$M_3 = 9.33$	$M_2 = 9.00$	$K_1 = 9.08$	$T_1 = 10.91$
2	$N_5 = 14.92$	$N_8 = 16.72$	$N_7 = 17.00$	$M_7 = 13.77$	$M_3 = 7.38$	$K_4 = 7.10$	$K_3 = 14.95$	$T_3 = 12.0$

$$\bar{F}_R = 0.441 < F[1, 7] = 5.59$$

$$\bar{F}_C^* = 4.48 > F[7, 7] = 3.79$$

(b) 上部粘土層

行 列	1	2	3	4	5
1	$N_1 = 20.13$	$M_1 = 10.50$	$M_3 = 8.00$	$K_1 = 4.17$	$T_1 = 7.67$
2	$N_8 = 28.67$	$M_7 = 6.75$	$M_3 = 8.02$	$K_3 = 6.40$	$T_3 = 6.30$

$$\bar{F}_R = 0.315 \ll F[1, 4] = 7.71$$

$$\bar{F}_C^* = 11.98 \gg F[4, 4] = 6.39$$

(C) 下部砂層

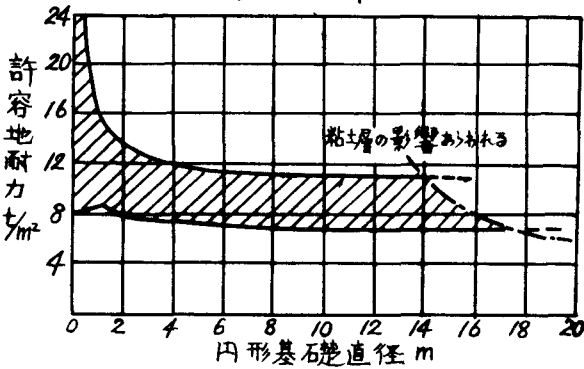
行 列	1	2	3	4	5
1	$M_1 = 60.00$	$M_1 = 32.50$	$M_2 = 33.20$	$K_1 = 30.25$	$T_1 = 15.00$
2	$M_2 = 55.00$	$M_2 = 32.83$	$M_3 = 38.33$	$K_2 = 33.00$	$T_2 = 16.00$

$$\bar{F}_C = 0.25 \ll F[1, 4] = 7.71$$

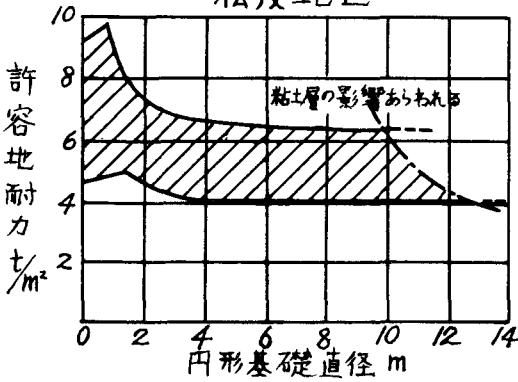
$$\bar{F}_C^* = 63.96 \gg F[4, 4] = 6.39$$

この場合行間においては差は認められず、列間においては95%信頼度で差があることを示しており、臨界砂州低地と海岸平野性後背湿地とでは明らかに各層共に差があることが判る。武正英氏の徳島臨海地帯の微地形の報告書によれば図-1のI₁地区は臨海砂州低地、又は浜堤部であって、海岸線は平滑であり顕著な砂堆地形で、一部里浦附近に砂丘の発達を見る。巾広の部分は数条の浜堤列からなり間に浅い凹所を挟む。浜堤部は比高1m位あり、砂丘部分で海抜5m以上となる。浜堤部では中砂層が堅密に堆積している。I₂地区はI₁とその後のI₃の砂質三角洲の間にはさまれた後背湿地で旧吉野川、今切川の幅広い河口部水面で三分される。殆んどが干拓地、塩田、埋立地であり、自然状態では水面下の土地又は湿地である。表層は砂混りシルト質粘土又は中砂層よりなり、湿地理積層としては比較的堅密で厚層な泥炭層はない。これは後背湿地部といえども流入河川水によって擾乱をしばしばうけるためと考えられる。ほとんど地表からうづなる砂層の厚層堆積を示す。長い間存在した後背湿地理積の環境でなく、浅海下の砂州形成層と考えられる。このことは横瀬広司氏の吉野川河口の滞積土の粒度組成よりみた特性において述べておられるように平均粒径と液性限界の関性は直線関係があるとしてもアガシス湖、ミシシッピ川のものと比較すると平均粒径小で液性限界も小でばうつやが大きくなり、分級別にして平均粒径と液性限界との相関がよりよくなっていて、分級が悪い即ち淘汰が悪いことより流入河川の水によって堆積の擾乱をうけたことが判る。以上のように統計的に分散解析を行って臨海砂州低地と海岸平野性後背湿地に分けることができるのである。

鳴門里浦地区



松茂地区



吉野川河口地区

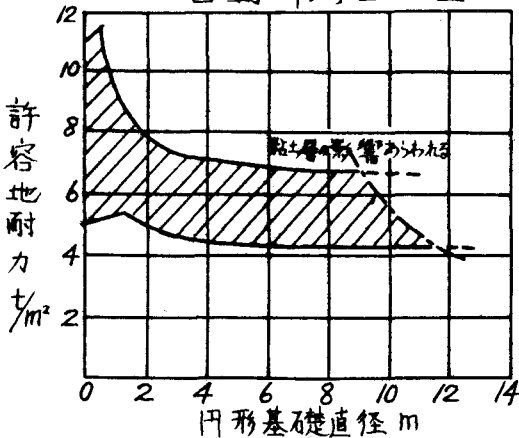


図-5 A層の許容地耐力

次に各地区毎に上部砂層の支持力を砂層の圧縮性を考慮して許容沈下量2.5cmとし、また上部粘土層の圧密沈下の支持力の影響を考慮して、圧密沈下量2.5cmとしたときの許容地耐力と円形基礎直径との関係を示したのが図-5である。

これによれば鳴門里浦地区は中量構造物に適し、松茂川内地区、吉野川河口地区は軽量構造物に適していることが判る。また下部砂層の直径50cmの鋼管杭の支持力は鳴門里浦地区167.9t、松茂川内地区88.3t、吉野川河口地区71.2tであつて北より南に向い、上部粘土層の厚くなるに従ひ支持力が少なくなつてゐるのである。