

勇払取水堤計画地点の地質について

地質研究室 技官 小林 雄 一
 〃 加 藤 進
 〃 山 下 幸 男

I まえがき

北海道開発局，開発調査課において，苫小牧工業港の計画に関連してその工業用水の一部を勇払川に求めることを計画し，沼の端付近にその取水堤の位置を選定した。本調査は開発調査課の依頼によるもので，36年1月末から3月末にかけて実施した。調査，試験の内容は，これらの結果から地質断面および透水断面を推定し，さらに基礎処理についても言及した。

II 地質概説

本地域を構成するものは，西南北海道の東部地域に広

範囲に分布している第四紀洪積世の火山砕屑物ならびに沖積層である。前者の火山砕屑物は地域北西部の台地状山地を構成しているもので，いわゆる支笏火山噴出物のうちの豊平軽石流堆積物で，河谷の急崖に沿って露頭が認められる。後者の沖積層は礫，砂，粘土，火山灰質粘土，泥炭などの互層と，さらに上部には最新期の樽前降下軽石堆積物である軽石，礫，および火山灰とからなっている。樽前火山噴出物は河川の沿岸に発達している現河床堆積物がこれに属し，分級作用を受けている。

III 取水堤付近の地質

取水堤付近に分布する地質は第四紀沖積層，および洪

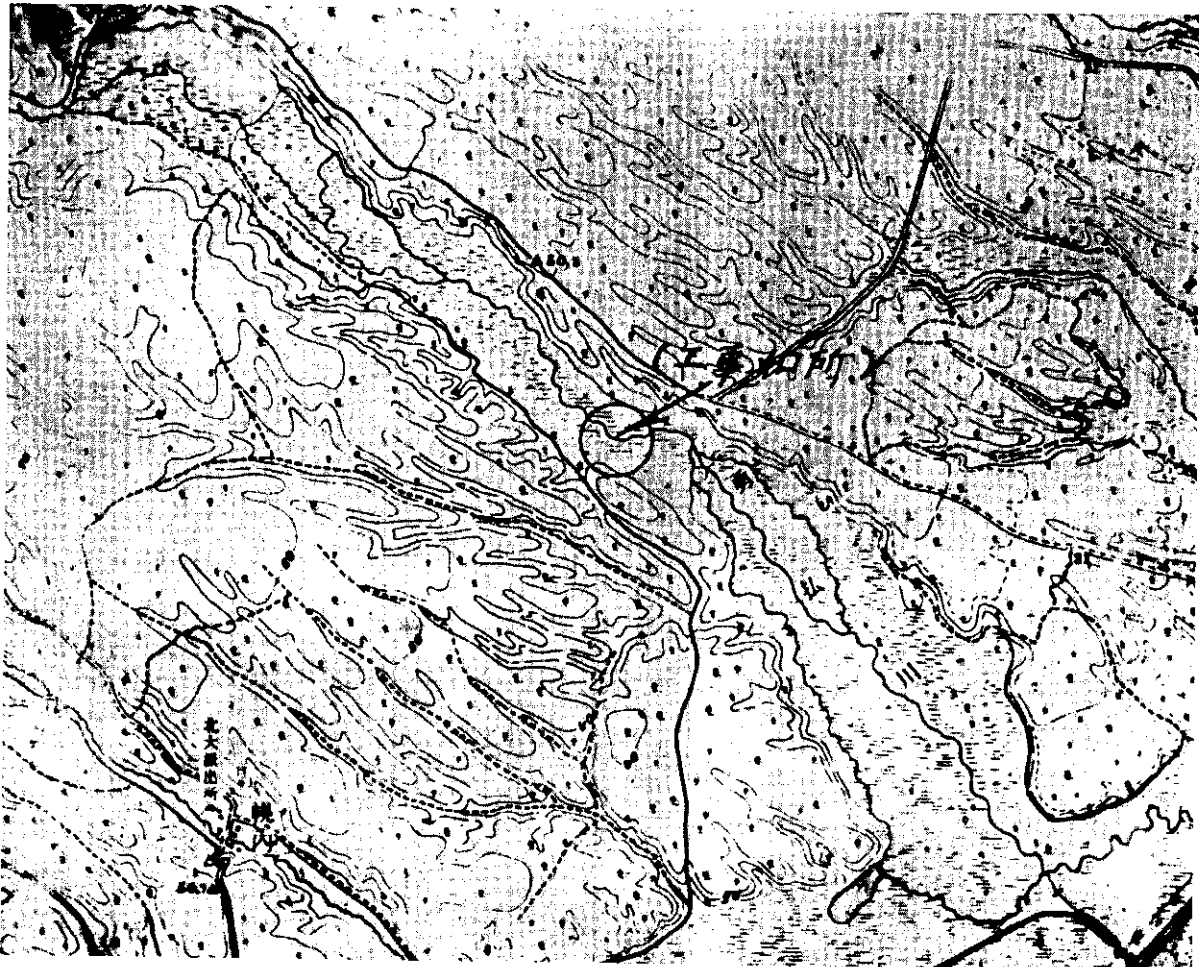


図-1

積層であつて、沖積層は勇払原野に広く発達している。火山灰、泥炭、火山灰質粘土、火山礫から構成されており層相の変化が著しい。この地層の厚さはおよそ 12~55 m 程度までに変化している。したがつてその下位に発達している洪積層の表面は、かなり侵蝕作用を受けている。しかし全般を通じて沖積層の厚さは 20~30 m ま

での所が多い。現地表には厚さ 0.2~1 m 程度の黒色の泥植土が発達している。この植土の下位には薄い軽石堆積物が認められる。なお火山灰中に混入している軽石礫は淡黄色または灰白色を呈し、多孔性の著しい普通輝石紫蘇輝石安山岩質のものである。

現河床堆積物はとくに樽前火山噴出物、および豊平軽石流堆積物から供給された、いわゆる河床礫である。礫は拳大から小石大ものが多くそのほか、わずかに輝石安山岩の角礫、スコリアおよび火山弾などを混えている。

IV ボーリング状況

ボーリングは 4 孔延 85 m でサンプル採取 m 数は 55 m である。No. 1 号孔、No. 4 号孔について透水試験を実施し、No. 2 号孔に揚水試験を実施した。ボーリングによる地質状況は、いずれも火山灰、泥炭、火山礫の互層であつて泥炭を挟む火山灰はいずれも泥炭を混入しており、その混入度も 10~80% と広範囲である。

火山灰の粒度は非常に変化に富んでいて、ところによつてはスコリヤ、軽石を多量に含有している。また粘土化、褐鉄鉱化作用も小規模ではあるが所々に散見できる。

泥炭は現地表より 20 m 以内に 3 層見られ、この地域での一番浅い帯水層となつている。この泥炭層はいずれも薄層で一番厚いところで 3 m である。

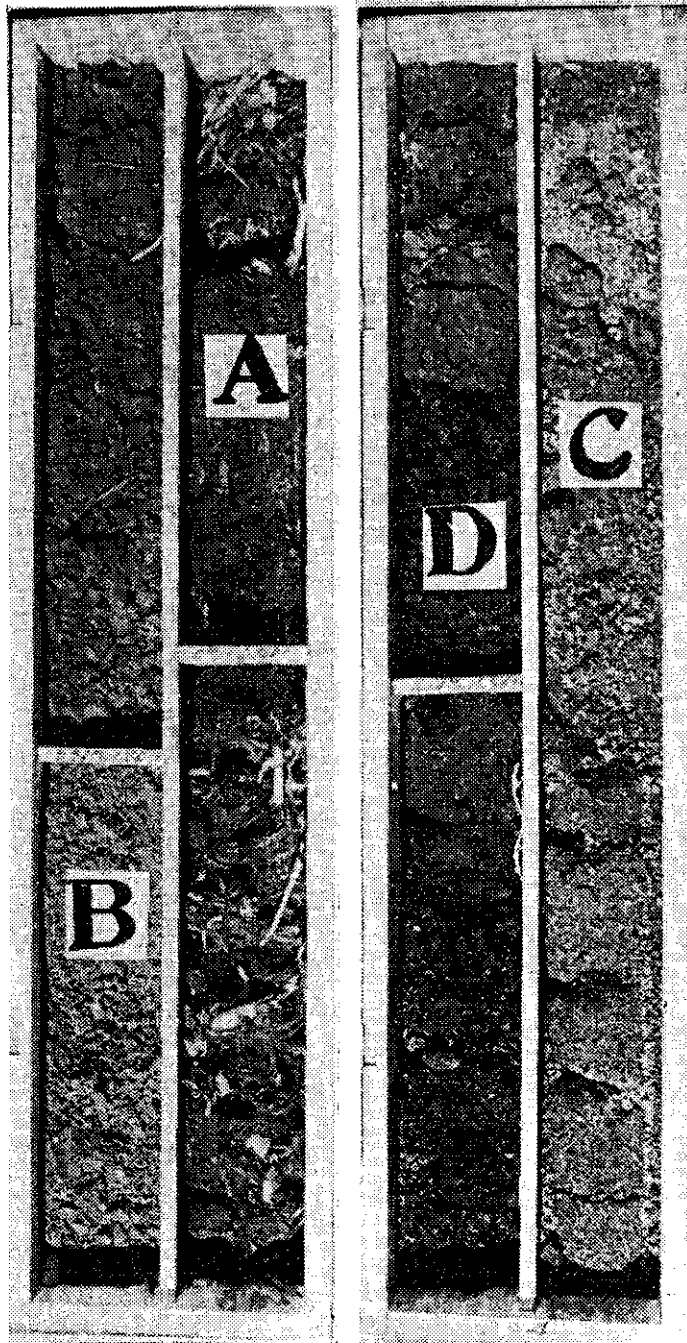
なおこの地域での沖積層と洪積層との境界は No. 2 号孔の 18.50 m 付近ではないかと思われる。

V 現場透水試験

透水試験は No. 1 号孔、No. 4 号孔で各々 50 cm ごとに実施した。しかし No. 1 号孔においては、地層が火山礫のため漏水がはなはだしく測定は不能であり、No. 4 号孔においては、泥炭、火山灰の互層帯のため火山灰の崩落が、はなはだしく測定値は不正確であつた。

VI 現場揚水試験

揚水試験は No. 2 号孔において 5 m 間隔で行なつた、現場データは下記のとおりである。



- A ; 泥植土
- B ; 火山灰
- C ; スコリヤ, 軽石混入火山灰
- D ; 泥炭

写真-1

0~5 m 区間	地層	A	Bc	B	C
試験前水位	34 cm	A ; 表土(泥植土)			
平衡水位	58 cm	B ; 火山灰			
最底水位	69 cm	C ; 泥炭			

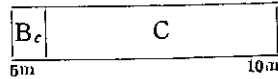
D; 火山礫
 B_c; 泥炭混り火山灰
 B_D; 粗粒火山灰
 (スコリヤ, 軽)
 (石多数混入)

30	1.40	0.35	30	1.30	0.45
40	2.00	0.60	40	1.10	0.20
50	2.60	0.60	50	0.98	0.12
60	3.10	0.50	60	0.90	0.08
90	3.40	0.30	70	0.83	0.07
120	3.70	0.30	80	0.78	0.05
150	4.10	0.40	90	0.74	0.04
180	4.35	0.25	100	0.71	0.03
210	4.90	0.55	110	0.69	0.02
240	5.20	0.30	120	0.67	0.02
270	5.50	0.30	150	0.58	0.09
300	5.60	0.10	180	0.50	0.08
330	5.40	+0.20	210	0.43	0.07
360	5.10	+0.30	240	0.38	0.05
390	4.90	+0.20	270	0.35	0.03
420	4.80	+0.10	300	0.34	0.01
450	4.20	+0.60			
480	4.00	+0.20			
510	3.95	+0.05			
540	3.85	+0.10			
570	3.83	+0.02			
600	3.80	+0.03			
630	3.75	+0.05			
660	3.80	0.05			
690	3.80	0			
720	3.80	0			

復水位

10 sec	14.4 cm	14.4 cm
20	19.2	4.8
30	20.6	1.4
40	21.5	0.9
50	22.9	1.4
60	23.7	0.8
70	24.0	0.3

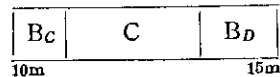
5~10 m 区間 地層



試験前水位 35 cm
 平衡水位 68 cm
 最底水位 75 cm
 水量 28.5 l/min

減水位			復水位		
10 sec	48 cm	差 13 cm	10 sec	45 cm	差 23 cm
20	60	12	20	41	4
30	68	8	30	40	1
40	70	2	40	38	2
50	74	4	50	37	1
60	75	1	60	36.5	0.5
70	73	+2	70	36.0	0.5
80	70	+3	80	35.7	0.3
90	69	+1	90	35.5	0.2
100	69	0	100	35.4	0.1
110	68.5	+0.5	110	35.3	0.1
120	68.5	0	120	35.2	0.1
130	68	+0.5	130	35.1	0.1
140	68	0	140	35.1	0
150	68	0	150	35.0	0.1

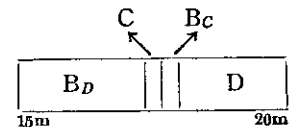
10~15 m 区間 地層



試験前水位 34 cm
 平衡水位 3.80 m
 最底水位 5.60 m
 水量 51 l/min

減水位			復水位		
10 sec	0.80 m	差 0.46 m	10 sec	2.60 m	差 1.20 m
20	1.05	0.25	20	1.75	0.85

15~20 m 区間 地層



試験前水位 35 cm
 平衡水位 46 cm
 最底水位 48 cm
 水量 102 l/min

減水位			復水位		
10 sec	45 cm	差 10 cm	0.1 sec	39 cm	差 7 cm
20	48	3	0.2	36	3
30	48	0	0.3	35	1
40	47	+1			
50	46	+1			
60	45	+1			
70	46	-1			
80	46	0			

以上のデータをもとにして減水位, 復水位の両方から
 透水係数を求めるとつぎのとおりになる。

減水位

$$Q = \frac{2.72 m \times P \times (H-h)}{\log_{10} \frac{R}{r}} \dots\dots\dots \textcircled{1} \quad \text{参 2)}$$

Q…水量
m…帯水層の厚さ
P…透水性係数
H…帯水層の下端からの最初の水圧までの高さ
h…水位降下
r…孔の半径
R…水位影響圏

①式に各区分ごとにそれぞれの値を代入すると下記のような値を得る。

但し R を 500 m に m をストレーナの長さ×孔明率の値にとる。

5~10 m 区間
P = 5.59 × 10⁻³ m/S 5.59 × 10⁻¹ cm/S

10~15 m 区間
P = 9.57 × 10⁻⁴ m/S 9.57 × 10⁻² cm/S

15~20 m
P = 6.016 × 10⁻² m/S 6.016 cm/S

復 水 位

$$K = \frac{2.3 \times \pi r^2 \times \log h_0/h_1}{E(t_1 - t_0)} \dots\dots\dots \textcircled{1} \quad \text{参 4)}$$

$$K = 0.617 \times \frac{h}{Sd} \times \frac{\Delta h}{\Delta t} \dots\dots\dots \textcircled{2} \quad \text{参 5)}$$

K…透水性係数
E…係 数
r…管の半径
h₀…t₀ 時の水位
h₁…t₁ 時の水位
 $\frac{\Delta h}{\Delta t}$ …深さ h のときの水位上昇速度
h… $\frac{\Delta h}{\Delta t}$ を測つたときの孔内の水の深さ
S…係 数
d…地下水位から孔内の底までの深さ

0~5 m 区間
0~5 m 区間はケーシングを使わず、ストレーナだけを
用いたので②式に代入する。

但し S を 0.7 とする。
K = 0.00294 m/sec = 2.94 × 10⁻³ m/sec
2.94 × 10⁻¹ cm/S

5~10 m 区間
各値を①式に代入する。
但し E を 29 とする。

K = 0.0201 cm/S 2.01 × 10⁻² cm/S

10~15 m 区間
各値を①式に代入する。
但し E を 27 とする。

K = 0.0395 cm/S 3.95 × 10⁻² cm/S

15~20 m 区間
各値を①式に代入する。

但し E を 24 とする。

K = 4.95 cm/S

減水位、復水位から得た値をまとめるとつぎのとおりである。

減 水 位 cm/S	復 水 位 cm/S
0~5 m	2.94 × 10 ⁻¹10 ⁻¹
5~10 m	2.01 × 10 ⁻²10 ⁻¹ ~10 ⁻²
10~15 m	3.95 × 10 ⁻²10 ⁻²
15~20 m	4.9510 ⁻¹ 以上

以上現場揚水試験の結果と、地質との関係をまとめてみると、0~5 m は上部と下部に不透性の表土、泥炭があるが中央部の大部分を占めるのは火山灰であるため 10⁻¹ のかなり大きい透水性を示している。

5~10 m は上部に泥炭がくるが、その下の大部分は泥炭の混入する火山灰であるため 0~5 m よりは低い透水性を示し 10⁻¹~10⁻² である。

10~15 m は上部に火山灰下部に透水性の高い粗粒火山灰があるが、中央部に全揚水試験区間の最大の厚さの泥炭層が存在するため、本地域最小の 10⁻² の透水性を示す。

15~20 m は中程に 20 cm の泥炭を挟む以外上部は粗粒火山灰、下部は火山礫であるため非常に大きい 10⁻¹ 以上の透水性を示す。

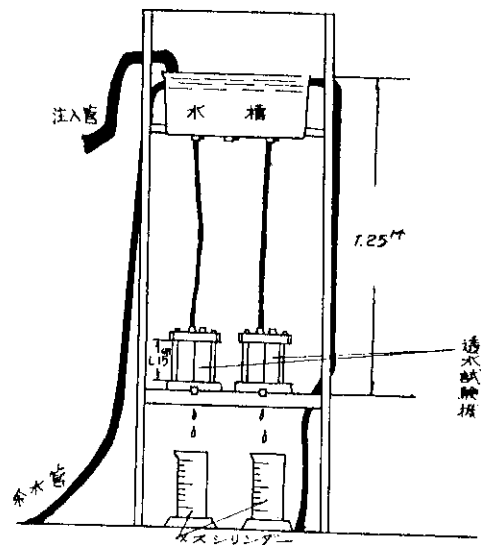


図-2 定水位透水試験装置

VII 室内透水試験

現場からポーターサンプラーによつて採取した試料で室内試験を行なつた。その方法は図-2 のように定水位透水試験装置を用いた。

室内試験から得た結果をまとめると下記のとおりである。

火山灰	1.19×10^{-2}	$1.66 \times 10^{-2} \dots 10^{-2}$
泥炭	1.24×10^{-4}	$6.29 \times 10^{-5} \dots 10^{-4} \sim 10^{-5}$
泥炭混り火山灰	6.73×10^{-3}	$7.92 \times 10^{-3} \dots 10^{-2} \sim 10^{-3}$

室内実験のデータを現場のデータと比較してみると、室内実験のデータはいずれも現場データより低い透水性を示す値がでていますが、これは色々な理由が考えられる。すなわち今回の実験では主として、透水性の高い試料にもかかわらず、ポーラストーンを用いたこと、試料と側壁の間の水の流失を防ぐため、プラスターを用いたこと、試料採取の際の試料の圧縮などが考えられる。従つて泥炭はほぼ近似的な値がでたと考えられるが、それ以外はおおむね実際より低い透水係数値を示したものと思われる。しかし地層別による透水傾向は明らかに認められた。

VIII 考案と基礎処理

以上の結果から考えてこの取水堤付近の地質はすこぶ






る透水性の高い基礎地盤で、比較的不透水性な地層も30m以内には厚さ3m以内の泥炭層より存在しないので、当然矢板締切りを考慮しなければならない。なおそれに伴うクィックサント現象や、パイピングに対する安全率も充分考慮しなければならないと思う。

以上の考えから矢板の根入れ深さ、限界動水勾配を求めるとつぎのようになる。(但しこの場合泥炭層を考慮しない)

この地域の代表的な地層 A, B について計算する。

試料 A (火山灰)	試料 B (スコリヤ, 軽石混入火山灰)
含水比 31.8%	28.5%
粒度分析	
礫 5.6%	礫 54.6%
砂 84.0% 最大 0.4 cm	砂 37.3% 最大 3.5 cm
ローム 10.4%	ローム 18.1%
比重(Gs) 2.480	2.609
間げき比(e) 0.789	0.744

凡 例

-  表揚土
-  火山灰
-  泥炭混り火山灰
-  泥炭
-  火山礫

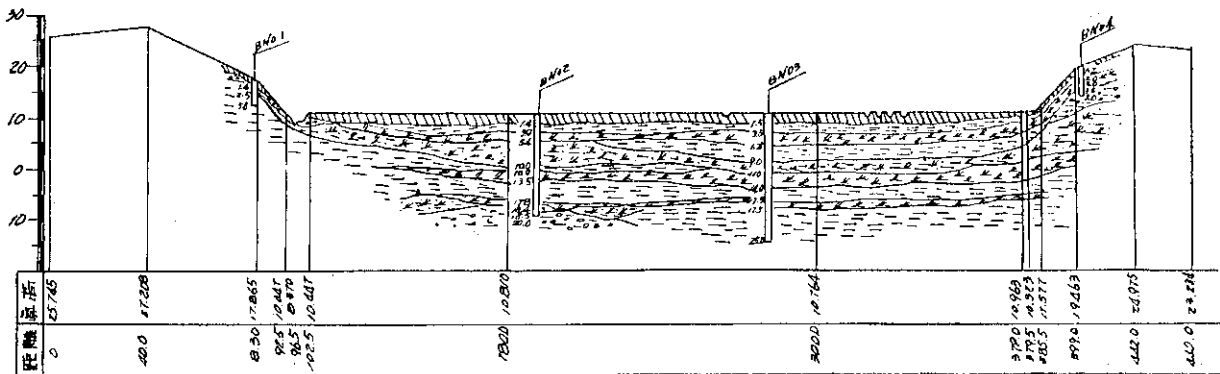


図-3 地質断面図

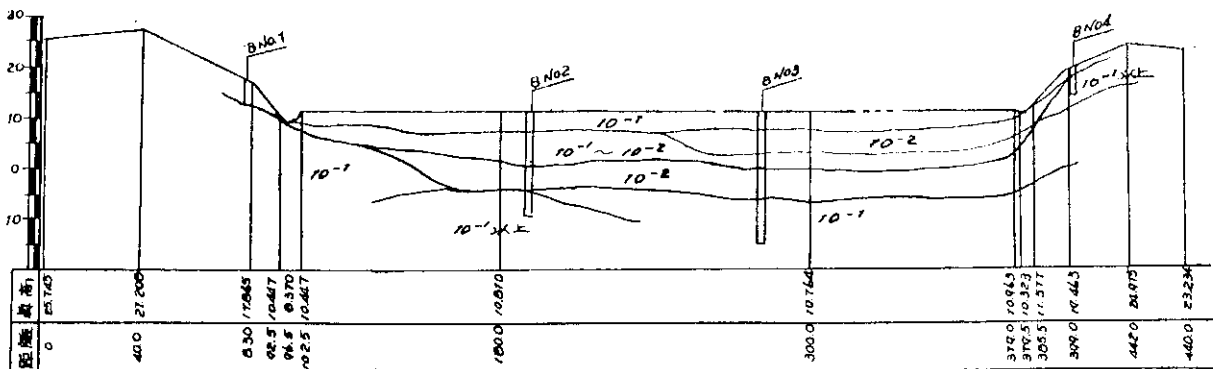


図-4 透水断面図

パイピングに対する安全率 (Fs) 一般に Fs 8~12 最も小さい場合でも Fs > 5

$$F_s = \frac{G_s - 1}{1 + e} \frac{r_w D}{r_w h_1} = \frac{G_s - 1}{1 + e} \frac{D}{h_1/D} \dots\dots\dots \textcircled{1} \quad \text{参 1)}$$

Gs...土粒子の比重
e...間げき比
h1...水頭差 (m)
D...矢根の根入れ (m)

上式に次の値を代入する。

試料 (A) 今 Fs を 8 の場合と Fs を 5 の場合
Gs...2.480 とを求めてみると
e...0.789 Fs...8 の場合 D=19.34 m
h1...2 m
Fs...8, 5 Fs...5 の場合 D=12.08 m

試料 (B)
Gs...2.609 Fs...8 D=17.34 m
e...0.744
h1...2 m
Fs...8, 5 Fs...5 D=10.83 m

限界動水勾配 (iF)

①式の Fs を 1 と置いて得る式 参 1)

$$iF = \frac{h_1}{D} = \frac{G_s - 1}{1 + e} \text{ より求める}$$

試料 (A) $iF = \frac{2}{D} = \frac{1.480}{1.789} = 0.827 \quad D = 2.418 \text{ m}$

試料 (B) $iF = \frac{2}{D} = \frac{1.609}{1.744} = 0.922 \quad D = 2.169 \text{ m}$

以上はいずれも試料 A および試料 B からなる透水性地層として計算したものである。ここで再び泥炭層を考慮に入れ、限界動水勾配とも、にらみ合せると Fs は 8 よりむしろ 5 に近い値の方が妥当と思われる。

従つて

試料 A の D は $D > 12.08 \text{ m}$

試料 B の D は $D > 10.83 \text{ m}$

現地表より 30 m 以内の最も厚い泥炭層が No. 2 号孔では 10.9~13.5 m, No. 3 号孔では 11~14 m であることを考えると、これらの泥炭層付近に 12~13 m が最も妥当な矢板の深さと思われる。

IX 要 約

- イ) 取水堤付近の地質は洪積層の火山灰、泥炭火山礫の互層であつて、火山灰はいずれも泥炭をいくらか混入している。
- ロ) 本地域の比較的透水性の低いものは泥炭であるが、いずれも薄く 2~3 m 以内のものである。
- ハ) 本地域の地層は泥炭以外はいずれも透水性が高く、

10⁻² cm/sec 以上であり、とくに火山礫は 10⁻¹ cm/sec 以上である。

二) ハ) に関連して矢板の根入れの深さを推定すると 12~13 m が妥当と思われる。

参 考 文 献

- 1) 河上 房義; 土質工学計算法 昭和 33 年
- 2) 山本 莊毅; 地下水調査法 昭和 28 年
- 3) 三木五三郎; 土質力学演習 昭和 28 年
- 4) 土質工学会; 土質試験法解説 第二集 昭和 34 年
- 5) 農林省農地局; 土地改良計画設計基準 昭和 31 年

No. 1 75%_M

位置		地層所属	日本三菱株式会社			
目的	基礎調査	方向	管径	起	王	
機種	UD-750	延深	55 m	深	王	
原動機	7ボルト 5HP	王法	ロータリー			
孔径	75 mm					
深	層	柱	コア		掘進率	その他
m	m	状	長	色		
0.40	0.40	///	50	暗茶	水位なし (回数 45)	
1.45	1.05	---	50	黄茶		
2.00	0.55	---	65	暗茶	15.5 57 1.25 1.25 1.25	掘進中位 掘進 礫 23.2% 砂 60.1% 石灰 16.7% 15.5 57 1.25 1.25 1.25
2.20	0.20	---				
2.20	0.30	---	100	灰		
5.00	2.50	---				
		---	50	色		
		---	60			

No. 4 75%_M

深	層	柱	コア		掘進率	その他
m	m	状	長	色		
0.20	0.20	///	50	黄茶	掘進 水位なし (回数 45) 礫 35.7% 砂 55.7% 石灰 9.2% 15.5 57 1.25 1.25 1.25	
2.00	1.00	---	100	灰茶		
3.00	1.00	---	60	黄茶	火山礫 40% 泥炭 60% 礫 60.3% 砂 29.8% 石灰 2.8% 掘進中位 掘進 15.5 57 1.25 1.25 1.25	
3.50	0.50	---	150	黄茶		
5.00	1.50	---	10	灰茶		
		---	10	色		

図-5

No. 2 115 m/m

派長 m	層厚 m	柱状図	名称	コア		探深 cm	その他
				長 cm	色		
1.00	1.00		表土 (泥植土)	50	暗茶	42.35.34.36.33.34cm 固相数 90 5"間 橋本試験場	
1.40	0.40		泥炭等火山灰	1.00	灰茶		
			火山灰 (部分的K 泥炭入り)	84	灰	15.23.3.17.14.14.14 石炭 10% 砂 95.0 口-A.4.0	
3.90	2.50		泥炭	1.50	暗茶	4.2.5"3.17.14.14.14	
5.40	1.50		泥炭 火山灰	1.50	灰	5.10"間 橋本試験場 6.5.1.7.5"3.17.14.14.14 石炭 6.0% 砂 94.0 口-A.12.4	
7.00	4.50		泥炭 火山灰 (泥炭入り)	1.50	黄	9.10"3.17.14.14.14 10"4.14.14 16.13.6"砂 77.0 口-A.2.0.6	
10.9	0.90		泥炭	1.50	黒	10.1.15.14.14.14.14.14 11.3.12.3"3.17.14.14.14	
13.5	2.60		粗粒 火山灰	1.50	灰	15.1.15"3.17.14.14.14 石炭 13.1% 砂 76.6 口-A.10.3	
17.0	4.30		泥炭	1.50	黄	16.5.17.5"3.17.14.14.14 石炭 32% 砂 4.0	
18.9	0.50		泥炭入り 火山灰	67	暗茶	15.20"間 橋本試験場 石炭 66.0% 砂 37.7 口-A.1.5	
20.0	2.50		火山 礫	60	黄	18.2.20"3.17.14.14.14	

図-6

No. 3 75 m/m

深度 m	層厚 m	柱状図	名称	コア		探深 cm	その他
				長 cm	色		
0.50	0.50		表土(泥植土)	50	黒茶	固相数 45 水 12.50cm	
1.20	1.00		火山灰 0% (泥植土混入)	100	灰		
			中粒火山灰	50	灰		
			粗粒火山灰	75	褐	2.2.5"3.17.14.14.14 石炭 30.3% 砂 72.0	
3.50	2.00		泥炭	1.00	黒	4.1.5"3.17.14.14.14	
			泥炭	70	茶		
6.25	2.75		粗粒 火山灰	1.50	灰	6.1.7.3"3.17.14.14.14 石炭 30.3% 砂 57.0 口-A.5.9	
			粗粒 火山灰	75	色		
9.00	2.75		火山灰(泥炭入り (火山灰泥炭入り)) 粗粒火山灰 泥炭 泥炭 70% 火山灰 30%	1.50	暗茶		
11.0	2.00		泥炭 90% 灰 10%	1.50	黒		
			泥炭	1.00	黒	11.5-12.5"3.17.14.14.14	
			泥炭	83	茶		
14.0	3.00		粗粒 火山灰	1.50	灰	14.1.15"3.17.14.14.14 石炭 13.9% 砂 57.7 口-A.20.4	
			粗粒 火山灰	1.00	色		
			粗粒 火山灰	50	色		
17.3	3.30		粗粒 火山灰	1.00	色	17.3-17.5"3.17.14.14.14	
17.5	0.20		粘土質火山灰	85	暗茶	17.5-17.5"3.17.14.14.14	
			火山灰	1.50	黄	18.5.19"3.17.14.14.14	
			火山灰	80	黄		
			火山灰	1.00	黄		
			火山灰	50	黄		
			火山灰	70	褐	18.5-18.5"3.17.14.14.14 石炭 15% 砂 76.6 口-A.21.9	
			火山灰	50	褐		
			火山灰	1.00	黄		
25.0	2.50		火山灰	1.00	黄		

図-7