

土 木 研 究 所 資 料

第 3 5 2 号

海 中 締 切 堤 防 に つ い て

昭 和 4 4 年 3 月

建設省土木研究所土質研究室

目 次

1. ま え が き	1 頁
2. 安 定 計 算	2
3. 室内透水試験	16
4. 現場揚水試験	36

1. ま え が き

有明海大規模締切堤防調査に当って堤体の構造断面決定に必要な礫の透水性を把握するための室内透水試験、現場揚水試験を実施した。また堤体の安定性を検討するため円弧切り計算法を用いた多くの安定計算を実施した。これらのデータが散逸するのを防ぐためにここにとりまとめたのがこの報告である。

これらのデータは若干の考察を加えた第4章現場揚水試験を除いては、殆んど生まのままの状態で保存したいと考えたもので、これらに関する検討結果はすでに連絡協議会において、一応の報告はなされたものばかりである。

総合的なとりまとめは別途印刷される予定ではあるが、機会を改めてさらに詳しいとりまとめ結果を報告したいと考えている。

この調査に当って絶えず懇切な御指導、御協力をいただいた各位に深く感謝の意を表する次第である。

2. 安定計算

2-1 種々の堤体断面の安定性

表2-1に示すような種々の型式の堤体断面について円弧切り計算を行なった。

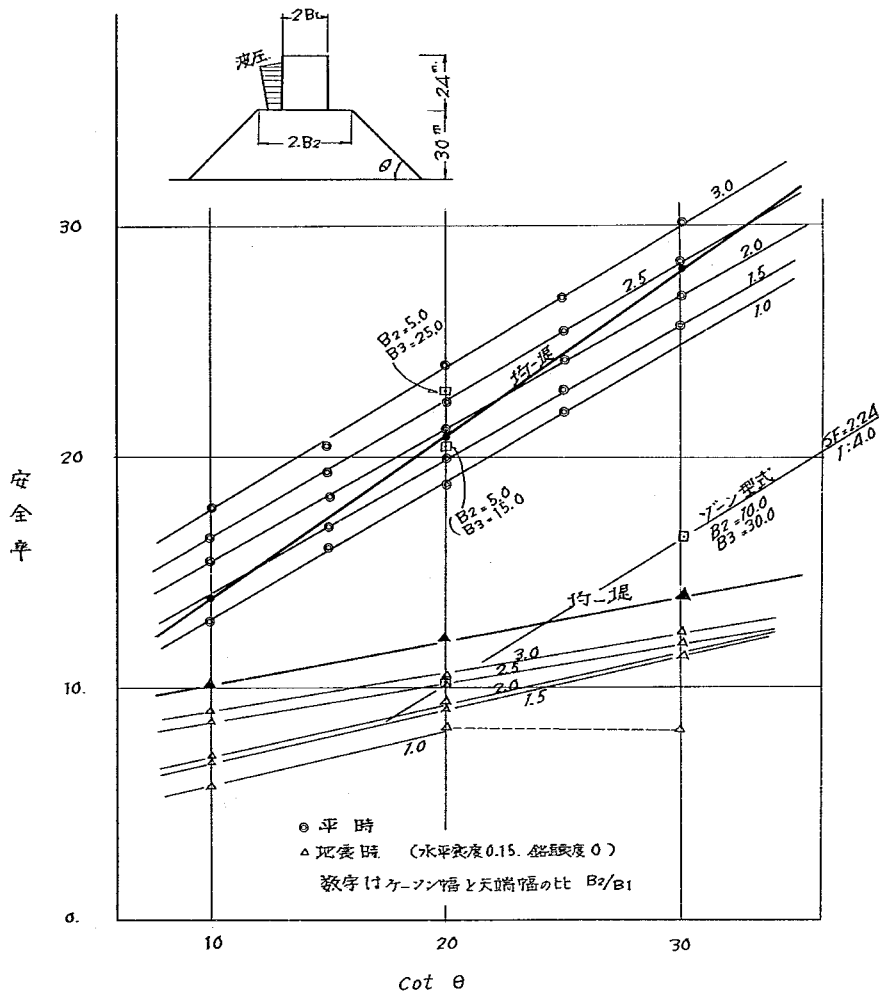
表2-1 種々の堤体断面

ゾーン型堤	平時	地震時
	$D_2=54.0\text{m}$ $B_2=10.0\text{m}$ $B_3=30.0\text{m}$ $C=5.0\text{t/m}^2$ $\phi=30^\circ$ $C_s=0.0$ $\phi_s=25^\circ$ $\text{Cot}\theta_1=\text{Cot}\theta_2=2.0$ $\text{Cot}\theta_3=2\sim4$ $\gamma_2=1.17\text{t/m}^3$	—
均一堤		
	$B_2=15.0$ $\text{Cot}\theta_1=\text{Cot}\theta_2=1.0\sim3.0$ $D_2=54.0\text{m}$ $C=5\text{t/m}^2$ $\phi=30^\circ$	$K_H=0.15$ $K_V=0.0$
混成堤		
	$F=12.46\text{t}$ (20mヶ一ツ) $B_1=10.0\text{m}$ $B_2=24.0\text{m}$ $D_2=30.0\text{m}$ $B_2/B_1=1.0\sim3.0$ $\text{Cot}\theta_1=\text{Cot}\theta_2=1.0\sim3.0$ $C=5\text{t}, \phi=30^\circ, \gamma_1=1.6\text{t/m}^3$	$F=22.92\text{t}(103.5\phi)$ $K_H=0.15, K_V=0.0$ 同 左

計算に當って使用した諸数値は同表中に示したとおりである。

この計算結果を堤体の法勾配に対してプロットしたのが図 2-1 である。

図 2-1



2-2 最終断面の安定計算

後述の透水試験結果によって礫材のみを用いた均一堤型式では塩水の浸透を充分抑制できないことが明らかになったので、表面をマサ土で被覆したゾーン型式とすることが有利と考えられるに至った。塩水の浸透抑制の目的のためには堤体内部にコアとして透水係数の小さい材料を用いることも可能であるが、潮流のある場所での海中投棄という施工条件を考えると、その実施は甚だ難しいと考えられる。

また透水性の小さい材料で築堤現場付近で容易に得られるものとしては、海底の砂および風化花崗岩（マサ土）の2つが挙げられるが、これらの地震時の土質力学的挙動に関しては、現在の所明らかにされていないことから、堤体内に用いることは、万一地震時に流動化した場合には破壊カ所の修復等のためにも堤体表面を覆う型式の方が有利であると考えられる。もちろん将来のこれらの材料の流動化現象に関する土質力学上の研究成果によっては、堤体内部に用いるコア型式の堤体も検討されることもあり得る。

透水性の小さい材料として前述の如く砂とマサ土が挙げられるが、このような地震時の流動化現象に対しては細粒分の多い後者の方が有利であると考えられる。また透水性も比較的後者の方が小さいので、この点でもマサ土は有利である。

このような型式の堤体について図4-1に示した計算結果を参考にしつつ、図2-2に示したような最終断面が提案されるに至った。以下にこの断面の安定計算結果について述べる。

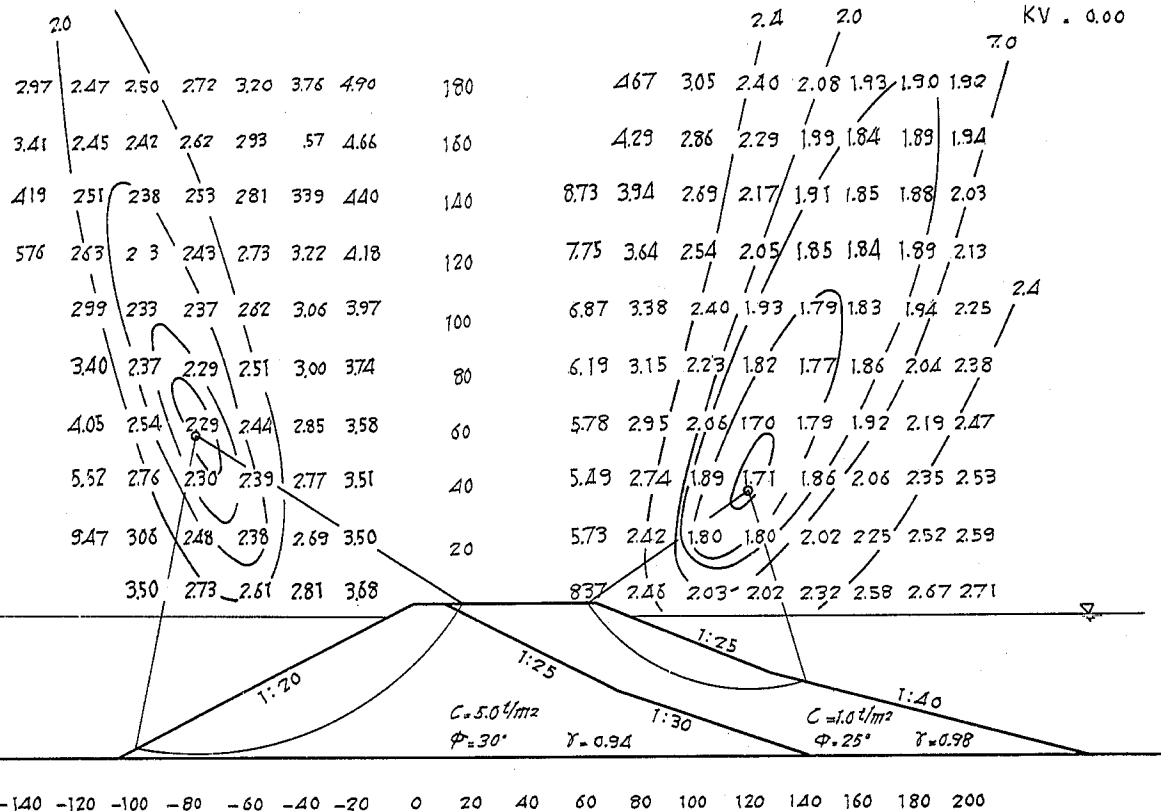
图 2 - 2

Case. 6

$S_{min} = 1.71$

KH = 0.00

KV = 0.00

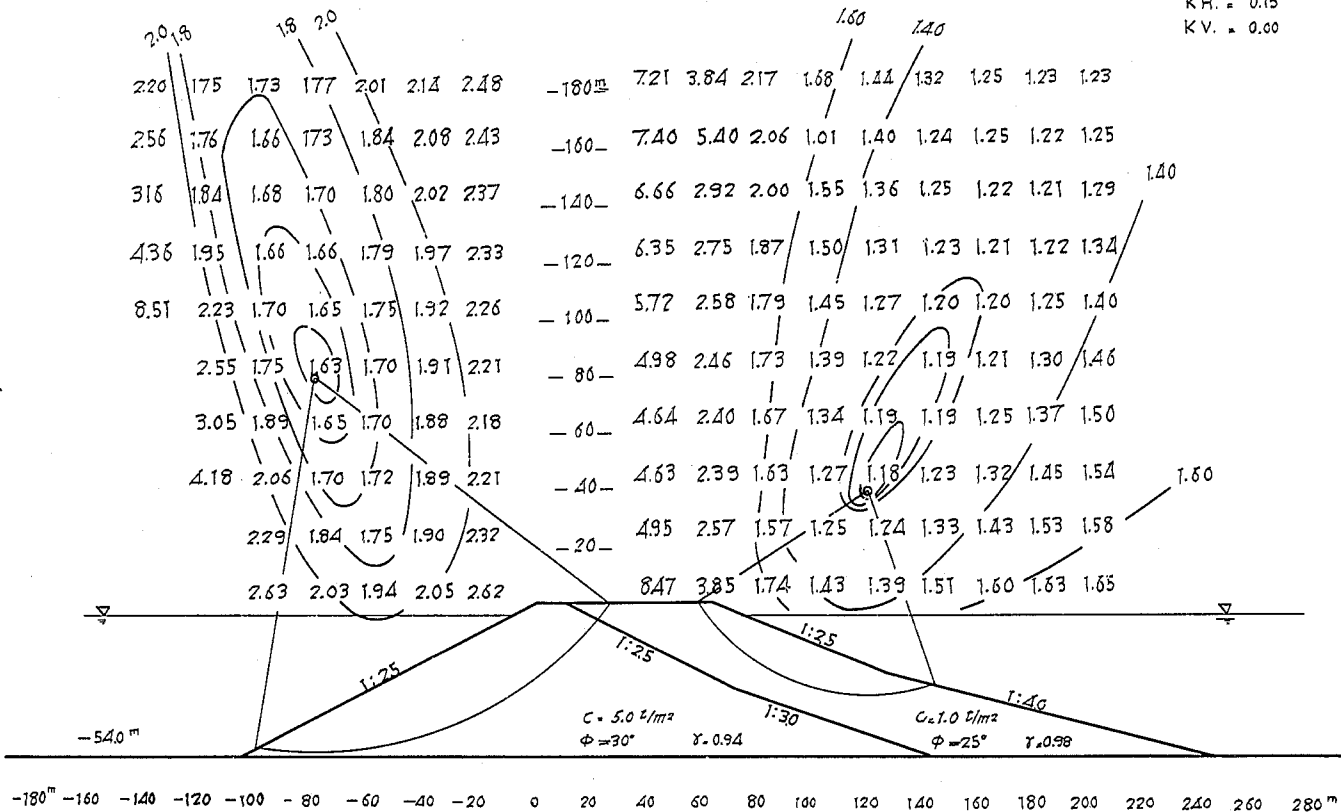


case 61

SF_{min} = 1.18

$$K_H = 0.15$$

K V. = 0.00



計算は円弧上り法を使用し地震時の検討は震度法によって行なった。

$$SF = \frac{R \cdot \Sigma(W \tan \phi - kH \cdot W \sin \alpha \cdot \tan \phi + c \cdot l)}{\Sigma(W \cdot x + kH \cdot W \cdot y)} \dots (2-1)$$

ここに R : 円弧の半径

W : 分割片の重量

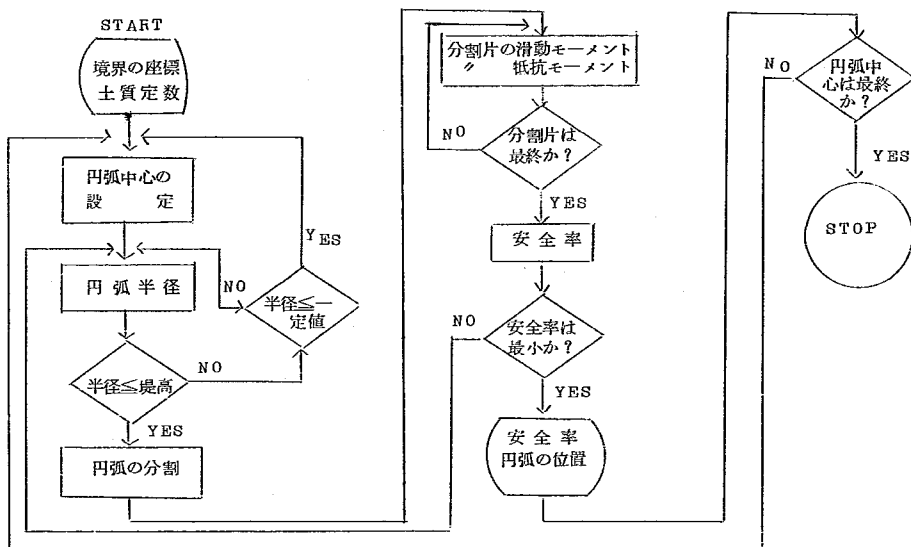
x : 分割片重心と円弧中心との水平距離

y : 分割片重心と円弧中心との鉛直距離

α : 分割片重心を通る鉛直線と半径のなす角

であって (2-1) 式を用いて電子計算機 FACOM270-30 を用いるフローチャートは、次に示すとおりである。

フローチャート



このプログラムを用いて、次表のような土質定数について行なった計算結果が先の図2-2, 3である。

表 2-2

	比 重 G	間ゲキ比 e	乾燥重量 γ_d	水中重量 γ^1	粘着力 C	内部摩擦帯 ϕ	水平震度 KH
礫	2.70	0.82	1.49 t/m^3	0.94 t/m^3	5.0 t/m^2	30°	0.15
マサ土	2.67	0.70	1.57	0.98	1.0	25°	0.15

またマサ土の粘着力Cをそれぞれ 1.5 t/m^2 , 2.5 t/m^2 と仮定した時の計算結果は図2-4～7および図2-8～11である。

図 2-4

Case 4

$$SF = 1.91$$

$$u = 120.0$$

$$v = 40.0$$

$$X_1 =$$

$$X_2 =$$

$$R =$$

$$KH = 0.00$$

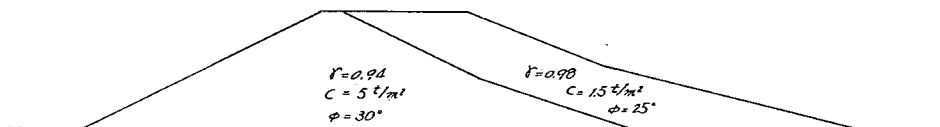
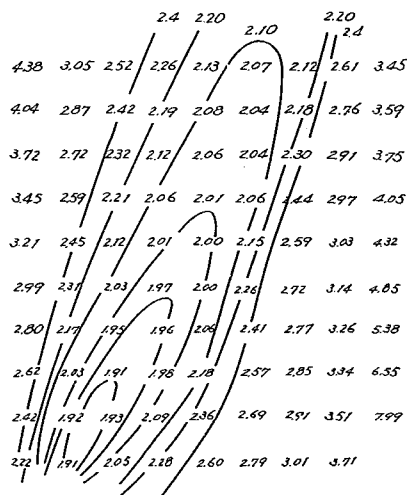
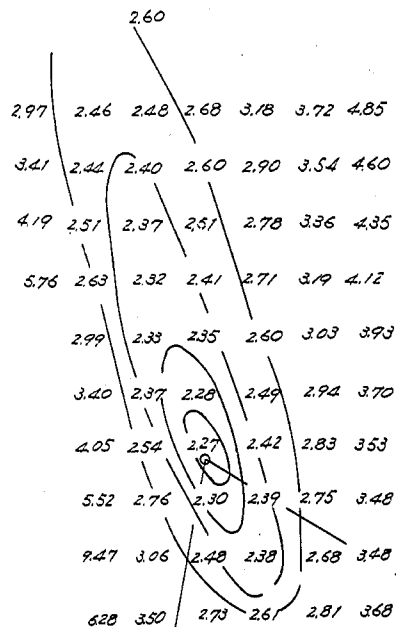


图 2 - 5



Case 50

$$SF = 2.265$$

$$U = -80.0$$

$$V = 60.0$$

$$X_1 = -103.0$$

$$X_2 = 16.75$$

$$R = 113.8$$

$$KH = 0.00$$

$$\begin{aligned} r &= 0.94 \\ c &= 5 \frac{1}{m^2} \\ \phi &= 30^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= 0.98 \\ c &= 15 \frac{1}{m^2} \\ \phi &= 25^\circ \end{aligned}$$

Case 14

$$SF = 1.289$$

$$u = 150.0$$

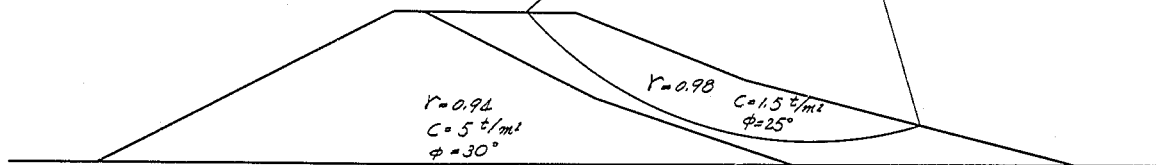
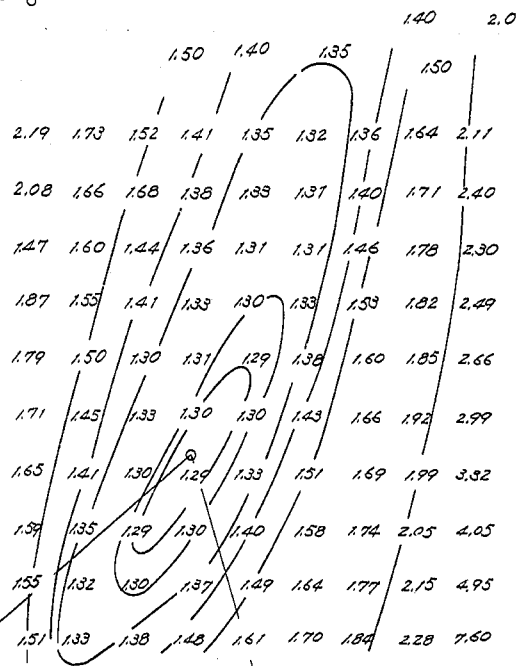
$$V = 90.0$$

$$x_1 = 47,0$$

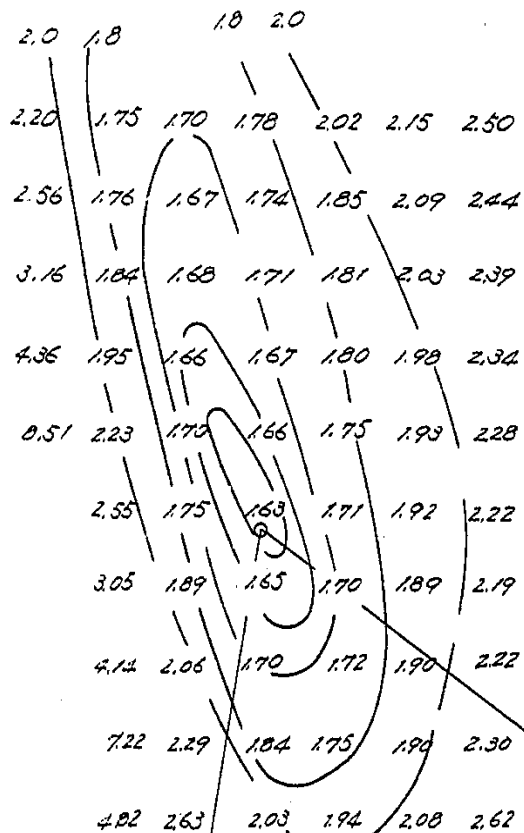
$$X_2 = 191.0$$

$$R = 136,8$$

$$K_H = 0.15$$



2 - 7



case 54

SF = 1.63

$U = -80.0$

$V = 80.0$

$X_1 = -103.0$

$X_2 = 26.87$

$R = 133.5$

$KH = 0.15$

$r = 0.94$
 $c = 5 \frac{t}{m^2}$
 $\phi = 30^\circ$

$r = 0.98$
 $c = 15 \frac{t}{m^2}$
 $\phi = 25^\circ$

Case 11

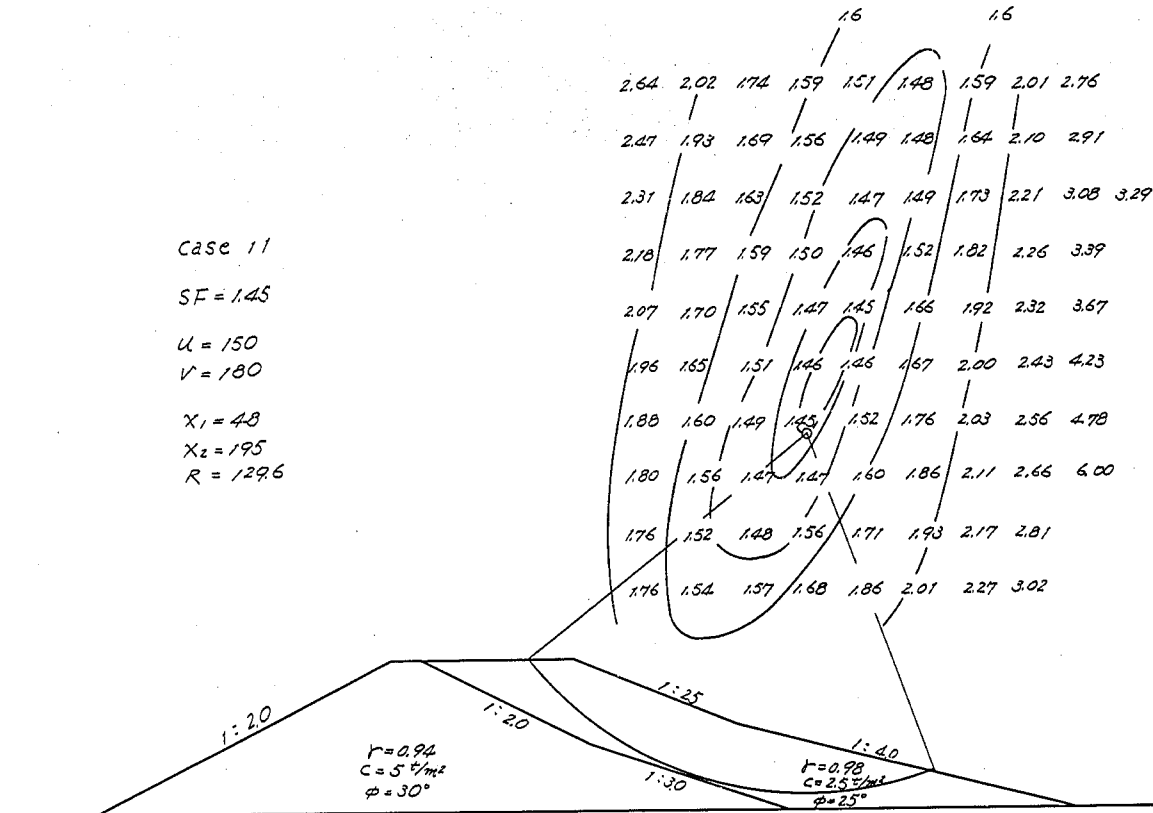
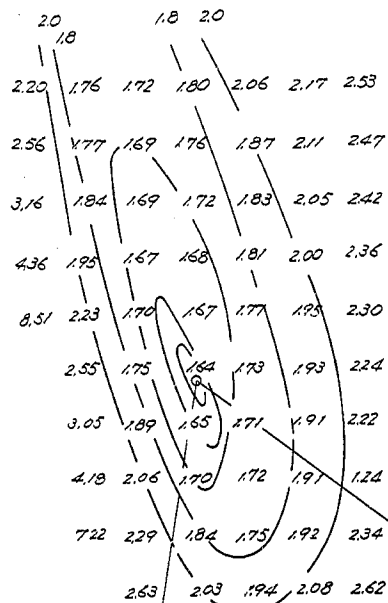
 $SF = 1.45$
$$u = 150$$
$$V = 180$$
$$x_1 = 48$$
$$x_2 = 195$$
$$R = 129.6$$


图 2 - 9



Case 11'

$$SF = 1.639$$

$$u = -80.0$$

$$v = 80.0$$

$$x_1 = -103.0$$

$$x_2 = 26.87$$

$$R = 133.5$$

$$KH = 0.15$$

$$0.9p$$

$$C = 5 \frac{t}{m^2}$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$0.98$$

$$C = 2.5 \frac{t}{m^2}$$

$$\phi = 25^\circ$$

Case 1

$$SF = 2.19$$

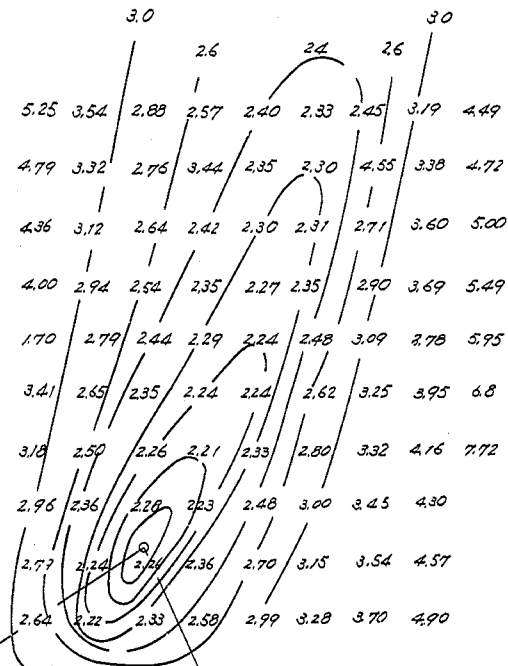
$$U = 130$$

$$V = 150$$

$$X_1 = 52.0$$

$$X_2 = 167.6$$

$$R = 92.65$$



$$\gamma = 0.94$$

$$C = 5 \frac{t}{m^2}$$

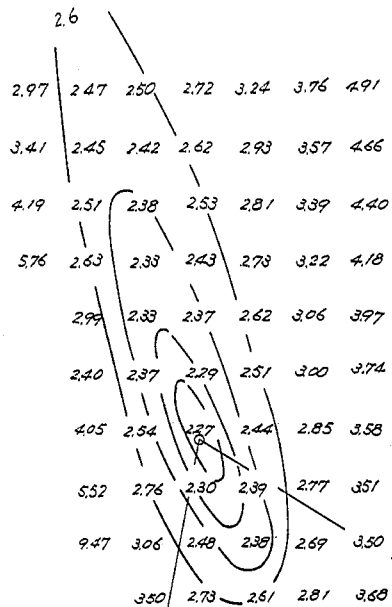
$$\phi = 30^\circ$$

$$\gamma = 0.95$$

$$C = 2.5 \frac{t}{m^2}$$

$$\phi = 25^\circ$$

图 2 - 11



Case 1'

$$SF = 2.265$$

$$U = -80.0$$

$$V = 60.0$$

$$X_1 = -1030$$

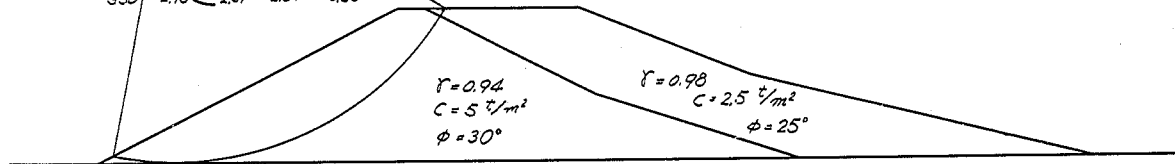
$$X_2 = 16.75$$

$$R = 113.8$$

$$KH = 0$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 0.94 \\ C &= 5 \text{ t/m}^2 \\ \phi &= 30^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 0.98 \\ C &= 2.5 \text{ t/m}^2 \\ \phi &= 25^\circ \end{aligned}$$



3. 室内透水試験

直径 $60\text{cm}\phi$ 高さ 1.0m の円筒形供試体を用いて定水位透水試験を行なった。

用いた供試体は砕石をふるい分けて再び粒度調整を行なったもので、図 3-1 および表 3-1 に示すような粒度および密度であった。

図 3-1

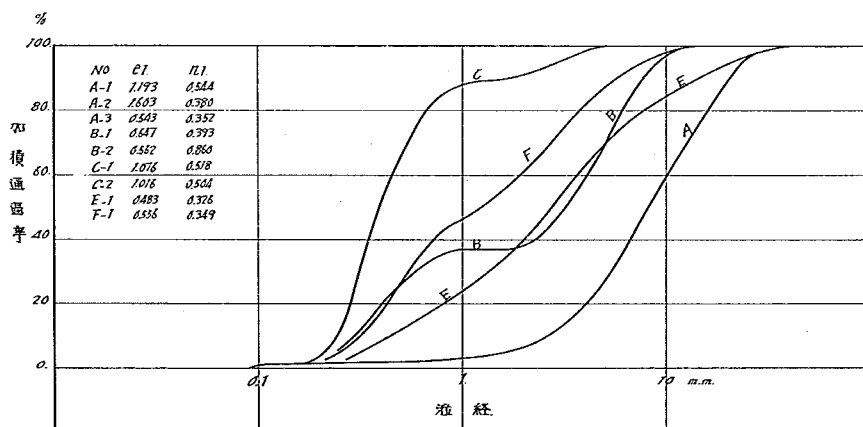


表 3 - 1 試験条件

試 料	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	C-1	C-2	E-1	F-1
比 重 G_s	2.695	2.695	2.695	2.697	2.697	2.705	2.705	2.695	2.695
含 水 比 $w\%$	1.68	1.08	1.49	4.24	0.67	6.59	5.79	0.321	—
重 量 $W \text{ kg}$	358.6	484.6	510.7	490.0	499.1	398.7	407.4	530.1	511.0
湿潤重量 $\gamma_w \text{ g/cm}^3$	1.250	1.689	1.780	1.708	1.739	1.389	1.420	1.850	1.781
乾燥重量 $\gamma_d \text{ g/cm}^3$	1.229	1.671	1.754	1.638	1.727	1.303	1.342	1.844	—
沈 下 量 $\Delta S \text{ cm}$	—	0	0.3	1.7	—	2.2	1.3	0.2	—
試験前間ゲキ比 e_0	1.193	0.613	0.543	0.647	0.562	1.076	1.016	0.483	0.536
間ゲキ率 n_1	0.544	0.380	0.352	0.393	0.360	0.518	0.504	0.326	0.349
試験後間ゲキ比 e_2	—	0.613	0.510	0.619	—	1.061	0.990	0.437	0.536
間ゲキ率 n_2	—	0.380	0.338	0.382	—	0.515	0.497	0.304	0.349

これらの試験結果をとりまとめたのが表 3-2, 3 および図 3-2~7 である。

図 3-2 は 10% 粒径と透水係数の範囲の関係を、図 3-3~5 は透水係数と動水勾配との関係を、また図 3-6, 7 は流速と動水勾配との関係を示したものである。

表 3 - 2 室内透水試験結果

試料 A-1			
i	q	v	k
0.005	2.18×10^2	7.7×10^{-2}	1.542×10
0.006	2.24×10^2	7.9×10^{-2}	1.320×10
0.013	6.52×10^2	2.31×10^{-1}	1.774×10
0.051	1.558×10^3	5.51×10^{-1}	1.080×10
0.103	2.614×10^3	9.25×10^{-1}	8.977
0.147	3.618×10^3	1.28	8.705
0.207	4.400×10^3	1.56	7.519
試料 A-2			
0.006	1.62×10^2	0.57×10^{-1}	9.552
0.011	2.80×10^2	0.99×10^{-1}	9.004
0.021	4.66×10^2	1.65×10^{-1}	7.849
0.051	9.86×10^2	3.49×10^{-1}	6.839
0.101	1.767×10^3	6.25×10^{-1}	6.189
0.147	2.404×10^3	8.50×10^{-1}	5.785
0.191	2.990×10^3	1.058	5.537

試料 A-3			
i	q	v	k
Q004	5.49×10	1.94×10^{-2}	4.85×10^0
Q011	2.257×10^2	7.98×10^{-2}	7.25×10^0
Q014	2.870×10^2	1.02×10^{-1}	7.29×10^0
Q021	3.481×10^2	1.23×10^{-1}	5.86×10^0
Q021	3.752×10^2	1.33×10^{-1}	6.34×10^0
Q030	4.950×10^2	1.75×10^{-1}	5.84×10^0
Q041	6.329×10^2	2.24×10^{-1}	5.46×10^0
Q047	7.311×10^2	2.59×10^{-1}	5.51×10^0
Q060	8.842×10^2	3.13×10^{-1}	5.21×10^0
Q069	9.901×10^2	3.50×10^{-1}	5.07×10^0
Q079	1.118×10^3	3.95×10^{-1}	5.00×10^0
Q092	1.332×10^3	4.71×10^{-1}	5.12×10^0
Q102	1.435×10^3	5.07×10^{-1}	4.97×10^0
Q110	1.548×10^3	5.48×10^{-1}	4.98×10^0
Q120	1.629×10^3	5.76×10^{-1}	4.80×10^0
Q129	1.732×10^3	6.13×10^{-1}	4.75×10^0
Q138	1.850×10^3	6.54×10^{-1}	4.74×10^0
Q145	1.942×10^3	6.87×10^{-1}	4.74×10^0
Q155	2.085×10^3	7.38×10^{-1}	4.76×10^0
Q166	2.188×10^3	7.44×10^{-1}	4.48×10^0
Q175	2.296×10^3	8.12×10^{-1}	4.64×10^0
Q184	2.386×10^3	8.84×10^{-1}	4.80×10^0
Q195	2.536×10^3	8.97×10^{-1}	4.60×10^0

試料 B-1			
Q008	1398	4.95×10^{-4}	6.181×10^{-2}
Q013	2415	8.54×10^{-4}	6.669×10^{-2}
Q041		2.90×10^{-3}	
Q052	1.049×10	3.71×10^{-3}	7.136×10^{-2}
Q101	2.056×10	7.27×10^{-3}	7.201×10^{-2}
Q201	4348 10	1.54×10^{-2}	7.652×10^{-2}
試料 B-2			
i	q	v	k
Q006		1.502×10^{-3}	2.5×10^{-1}
Q011		3.054×10^{-3}	2.77×10^{-1}
Q021		6.608×10^{-3}	3.14×10^{-1}
Q050		1.73×10^{-2}	3.46×10^{-1}
Q102		3.78×10^{-2}	3.71×10^{-1}
Q155		5.84×10^{-2}	3.77×10^{-1}
Q202		7.82×10^{-2}	3.87×10^{-1}
Q014	1.180×10	4.17×10^{-3}	2.98×10^{-1}
Q015	1.656×10	5.86×10^{-3}	3.91×10^{-1}
Q030	3.931×10	1.37×10^{-2}	4.56×10^{-1}
Q039	5.413×10	1.91×10^{-2}	4.90×10^{-1}
Q060	8.435×10	2.99×10^{-2}	4.98×10^{-1}
Q071	1.013×10^2	3.58×10^{-2}	5.10×10^{-1}
Q080	1.14×10^2	4.03×10^{-2}	5.05×10^{-1}
Q090	1.28×10^2	4.53×10^{-2}	5.04×10^{-1}
Q119	1.56×10^2	5.52×10^{-2}	4.64×10^{-1}
Q121	1.71×10^2	6.05×10^{-2}	5.00×10^{-1}
Q130	1.89×10^2	6.69×10^{-2}	5.15×10^{-1}
Q139	2.01×10^2	7.11×10^{-2}	5.12×10^{-1}
Q160	2.33×10^2	8.24×10^{-2}	5.15×10^{-1}
Q170	2.46×10^2	8.70×10^{-2}	5.12×10^{-1}
Q180	2.62×10^2	9.27×10^{-2}	5.15×10^{-1}
Q190	2.77×10^2	9.80×10^{-2}	5.15×10^{-1}

試料 C-1			
i	q	v	k
0.005	4.25×10^{-1}	1.50×10^{-4}	3.00×10^{-2}
0.012	1.507	5.33×10^{-4}	4.44×10^{-2}
0.029	4.372	1.55×10^{-3}	5.35×10^{-2}
0.054	1.156×10^{-1}	4.09×10^{-3}	7.58×10^{-2}
0.099	1.663×10	5.88×10^{-3}	5.95×10^{-2}
0.146	2.572×10	9.10×10^{-3}	6.23×10^{-2}
0.198	3.496×10	1.24×10^{-2}	6.26×10^{-2}
試料 C-2			
0.016	1.57	5.55×10^{-4}	3.47×10^{-2}
0.031	3.45	1.22×10^{-3}	4.05×10^{-2}
0.042	4.87	1.72×10^{-3}	4.09×10^{-2}
0.050	6.13	2.17×10^{-3}	4.34×10^{-2}
0.061	7.67	2.71×10^{-3}	4.44×10^{-2}
0.010	0.93	3.29×10^{-4}	3.29×10^{-2}
0.020	2.31	8.17×10^{-4}	4.08×10^{-2}
0.072	8.92	3.16×10^{-3}	4.39×10^{-2}
0.081	1.061×10	3.75×10^{-3}	4.63×10^{-2}
0.090	1.204×10	4.26×10^{-3}	4.73×10^{-2}
0.102	1.399×10	4.95×10^{-3}	4.85×10^{-2}
0.113	1.564×10	5.53×10^{-3}	4.90×10^{-2}
0.125	1.688×10	5.97×10^{-3}	4.77×10^{-2}
0.133	1.802×10	6.37×10^{-3}	4.79×10^{-2}
0.143	1.951×10	6.90×10^{-3}	4.82×10^{-2}
0.151	2.070×10	7.32×10^{-3}	4.85×10^{-2}
0.163	2.268×10	8.02×10^{-3}	4.92×10^{-2}
0.173	2.437×10	8.62×10^{-3}	4.93×10^{-2}
0.180	2.527×10	8.94×10^{-3}	4.96×10^{-2}
0.192	2.701×10	9.55×10^{-3}	4.97×10^{-2}
0.201	2.874×10	1.02×10^{-2}	5.07×10^{-2}

試料 B-1			
i	q	v	k
0.005	2.099	7.424×10^{-4}	1.485×10^{-1}
0.012	5.411	1.914×10^{-3}	1.595×10^{-1}
0.019	9.889	3.498×10^{-3}	1.841×10^{-1}
0.031	1.719×10	6.079×10^{-3}	1.961×10^{-1}
0.042	2.317×10	8.194×10^{-3}	1.951×10^{-1}
0.050	2.797×10	9.895×10^{-3}	1.979×10^{-1}
0.060	3.419×10	1.209×10^{-2}	2.016×10^{-1}
0.071	4.948×10	1.750×10^{-2}	2.465×10^{-1}
0.083	5.909×10	2.090×10^{-2}	2.518×10^{-1}
0.090	6.564×10	2.322×10^{-2}	2.580×10^{-1}
0.099	7.370×10	2.607×10^{-2}	2.633×10^{-1}
0.109	8.285×10	2.931×10^{-2}	2.689×10^{-1}
0.120	9.356×10	3.309×10^{-2}	2.758×10^{-1}
0.128	1.005×10^2	3.557×10^{-2}	2.779×10^{-1}
0.135	1.239×10^2	4.382×10^{-2}	3.246×10^{-1}
0.151	1.389×10^2	4.913×10^{-2}	3.254×10^{-1}
0.163	1.501×10^2	5.310×10^{-2}	3.257×10^{-1}
0.172	1.602×10^2	5.667×10^{-2}	3.295×10^{-1}
0.180	1.673×10^2	5.919×10^{-2}	3.288×10^{-1}
0.192	1.079×10^2	3.817×10^{-2}	1.988×10^{-1}
0.203	1.223×10^2	4.327×10^{-2}	2.131×10^{-1}

試料 F-1

i	q	v	k
0.009	6.815×10^{-1}	2.411×10^{-4}	2.678×10^{-2}
0.022	1.904	6.734×10^{-4}	3.061×10^{-2}
0.032	2.967	1.049×10^{-3}	3.279×10^{-2}
0.041	3.762	1.331×10^{-3}	3.246×10^{-2}
0.052	4.972	1.759×10^{-3}	3.382×10^{-2}
0.063	5.670	2.006×10^{-3}	3.184×10^{-2}
0.073	6.616	2.340×10^{-3}	3.206×10^{-2}
0.082	7.325	2.591×10^{-3}	3.160×10^{-2}
0.091	8.122	2.873×10^{-3}	3.157×10^{-2}
0.104	9.183	3.248×10^{-3}	3.123×10^{-2}
0.112	9.924	3.510×10^{-3}	3.134×10^{-2}
0.123	10.58×10	3.743×10^{-3}	3.043×10^{-2}
0.133	1.149×10	4.065×10^{-3}	3.056×10^{-2}
0.145	1.247×10	4.412×10^{-3}	3.043×10^{-2}
0.157	1.358×10	4.805×10^{-3}	3.060×10^{-2}
0.170	1.481×10	5.238×10^{-3}	3.081×10^{-2}
0.179	1.567×10	5.542×10^{-3}	3.096×10^{-2}
0.192	1.677×10	5.934×10^{-3}	3.090×10^{-2}
0.202	1.764×10	6.239×10^{-3}	3.089×10^{-2}

表 3 - 3 室内透水試驗結果

試料 A-1 $\frac{1}{1-n}=2.193$ $\frac{n^3}{1-n}=0.353$				
z	$Re = \frac{v d_{50}}{\nu}$	$\xi = \frac{2g d_{50}^3 z}{\nu^2}$	$\frac{1}{1-n} Re$	$\frac{n^3}{1-n} \xi$
0.005	5.74	1.41×10^3	1.26×10	4.98×10^2
0.006	5.89	1.60×10^3	1.29×10	5.65×10^2
0.013	1.68×10	4.06×10^2	3.68×10	1.43×10^2
0.051	4.11×10	2.80×10^2	9.01×10	9.88×10
0.103	6.90×10	2.01×10^2	1.51×10^2	7.10×10
0.147	9.47×10	1.51×10^2	2.08×10^2	5.33×10
0.207	1.16×10^2	1.42×10^2	2.54×10^2	5.01×10
試料 A-2 $\frac{1}{1-n}=1.613$ $\frac{n^3}{1-n}=0.089$				
0.006	4.12	2.90×10^3	6.65	2.58×10^2
0.011	7.02	1.83×10^3	1.13×10	1.63×10^2
0.021	1.17×10	1.25×10^3	1.89×10	1.11×10^2
0.051	2.48×10	6.81×10^2	4.00×10	6.06×10
0.101	4.55×10	4.21×10^2	7.34×10	3.75×10
0.147	6.19×10	3.31×10^2	9.98×10	2.95×10
0.1911	7.70×10	2.78×10^2	1.24×10^2	2.47×10

試料 A-3 $\frac{1}{1-n} = 1.543$ $\frac{n^3}{1-n} = 0.0673$				
i	$Re = \frac{v d_{50}}{\nu}$	$\xi = \frac{2g d_{50}^3 i}{\nu^2}$	$\frac{1}{1-n} Re$	$\frac{n^3}{1-n} \xi$
0.004	1.33	1.77×10^4	2.05	1.19×10^3
0.011	5.61	2.88×10^3	8.66	1.94×10^2
0.014	7.35	2.24×10^3	1.13×10	1.51×10^2
0.021	8.86	2.31×10^3	1.37×10	1.56×10^2
0.021	9.58	1.98×10^3	1.48×10	1.53×10^2
0.030	1.26×10	1.63×10^3	1.94×10	1.10×10^2
0.041	1.64×10	1.36×10^3	2.53×10	9.16×10
0.047	1.93×10	1.17×10^3	2.98×10	7.85×10
0.060	2.33×10	1.02×10^3	3.60×10	6.86×10
0.069	2.61×10	8.92×10^2	4.03×10	6.00×10
0.079	2.89×10	8.44×10^2	4.46×10	5.68×10
0.092	3.51×10	6.91×10^2	5.42×10	4.65×10
0.102	3.78×10	6.61×10^2	5.83×10	4.45×10
0.110	4.09×10	6.10×10^2	6.31×10	4.11×10
0.120	4.29×10	6.03×10^2	6.62×10	4.06×10
0.129	4.57×10	5.72×10^2	7.05×10	3.85×10
0.138	4.88×10	5.38×10^2	7.53×10	3.62×10
0.145	5.12×10	5.12×10^2	7.90×10	3.44×10
0.155	5.50×10	4.74×10^2	8.49×10	3.19×10
0.166	5.77×10	4.62×10^2	8.90×10	3.11×10
0.175	6.05×10	4.42×10^2	9.34×10	2.98×10
0.184	6.59×10	3.92×10^2	1.02×10^2	2.64×10
0.195	6.69×10	4.04×10^2	1.03×10^2	2.72×10

試料 B-1 $\frac{1}{1-n} = 1.647$ $\frac{n^3}{1-n} = 0.100$				
0.008	1.03×10^{-2}	1.86×10^7	1.70×10^{-2}	1.86×10^6
0.013	1.78×10^{-2}	1.01×10^7	2.93×10^{-2}	1.01×10^6
0.041	6.21×10^{-2}	2.79×10^6	1.02×10^{-1}	2.79×10^5
0.052	7.97×10^{-2}	2.15×10^6	1.31×10^{-1}	2.15×10^5
0.101	1.70×10^{-1}	1.09×10^6	2.80×10^{-1}	1.09×10^5
0.201	3.69×10^{-1}	4.82×10^5	6.08×10^{-1}	4.82×10^4
試料 B-2 $\frac{1}{1-n} = 1.563$ $\frac{n^3}{1-n} = 0.073$				
0.006	3.34×10^{-2}	1.56×10^6	5.22×10^{-2}	1.14×10^5
0.011	6.99×10^{-2}	6.93×10^5	1.09×10^{-1}	5.05×10^4
0.021	1.55×10^{-1}	2.83×10^5	2.42×10^{-1}	2.06×10^4
0.050	3.96×10^{-1}	9.82×10^4	6.19×10^{-1}	7.16×10^3
0.102	9.22×10^{-1}	5.00×10^4	1.44	3.65×10^3
0.155	1.47	2.67×10^4	2.30	1.95×10^3
0.202	1.97	1.94×10^4	3.08	1.41×10^3
0.014	8.07×10^{-2}	4.87×10^5	1.26×10^{-1}	3.55×10^4
0.015	1.34×10^{-1}	2.57×10^5	2.09×10^{-1}	1.87×10^4
0.030	3.21×10^{-1}	9.13×10^4	5.02×10^{-1}	6.66×10^3
0.039	4.62×10^{-1}	6.29×10^4	7.22×10^{-1}	4.59×10^3
0.060	7.60×10^{-1}	3.95×10^4	1.19	2.88×10^3
0.071	9.08×10^{-1}	3.28×10^4	1.42	2.39×10^3

i	$Re = \frac{v d_{50}}{\nu}$	$\xi = \frac{2 g d_{50}}{\nu^2} i$	$\frac{1}{1-n} \cdot Re$	$\frac{n^3}{1-n} \xi$
0.080	1.02	2.90×10^4	1.59	2.11×10^3
0.090	1.17	2.58×10^4	1.83	1.83×10^3
0.119	1.43	2.30×10^4	2.24	1.68×10^3
0.121	1.54	1.94×10^4	2.41	1.41×10^3
0.130	1.70	1.71×10^4	2.66	1.25×10^3
0.139	1.81	1.62×10^4	2.83	1.18×10^3
0.160	2.09	1.39×10^4	3.27	1.01×10^3
0.170	2.21	1.32×10^4	3.45	9.62×10^2
0.180	2.36	1.23×10^4	3.69	8.97×10^2
0.190	2.49	1.16×10^4	3.89	8.46×10^2
試料 C-1 $\frac{1}{1-n} = 2.075$ $\frac{n^3}{1-n} = 0.288$				
0.005	4.17×10^{-4}	1.74×10^7	8.65×10^{-4}	5.01×10^6
0.012	1.53×10^{-3}	3.31×10^6	3.17×10^{-3}	9.53×10^5
0.029	4.59×10^{-3}	9.46×10^5	9.52×10^{-3}	2.72×10^5
0.054	1.21×10^{-2}	2.53×10^5	2.51×10^{-2}	7.29×10^4
0.099	1.84×10^{-2}	2.24×10^5	3.82×10^{-2}	6.45×10^4
0.146	2.94×10^{-2}	1.38×10^5	6.10×10^{-2}	3.97×10^4
0.198	4.10×10^{-2}	1.01×10^5	8.51×10^{-2}	2.91×10^4
試料 C-2 $\frac{1}{1-n} = 2.016$ $\frac{n^3}{1-n} = 0.258$				
0.016	1.54×10^{-3}	4.07×10^6	3.10×10^{-3}	1.05×10^6
0.031	3.39×10^{-3}	1.63×10^6	6.83×10^{-3}	4.21×10^5
0.042	4.95×10^{-3}	1.11×10^6	9.98×10^{-3}	2.86×10^5
0.050	6.24×10^{-3}	8.32×10^5	1.26×10^{-2}	2.15×10^5
0.061	7.80×10^{-3}	6.51×10^5	1.57×10^{-2}	1.68×10^5
0.010	8.89×10^{-4}	7.24×10^6	1.79×10^{-3}	1.87×10^6

i	$Re = \frac{v d_{50}}{\nu}$	$\xi = \frac{2 g d_{50}}{v^2} i$	$\frac{1}{1-n} \cdot Re$	$\frac{n^3}{1-n} \cdot \xi$
0.020	2.21×10^{-3}	2.35×10^6	4.46×10^{-3}	6.06×10^5
0.072	8.54×10^{-3}	5.65×10^5	1.72×10^{-2}	1.46×10^5
0.081	1.08×10^{-2}	4.52×10^5	2.18×10^{-2}	1.17×10^5
0.090	1.24×10^{-2}	3.89×10^5	2.50×10^{-2}	1.00×10^5
0.102	1.51×10^{-2}	3.26×10^5	3.04×10^{-2}	8.41×10^4
0.113	1.73×10^{-2}	2.90×10^5	3.49×10^{-2}	7.48×10^4
0.125	1.82×10^{-2}	2.75×10^5	3.67×10^{-2}	7.01×10^4
0.133	1.95×10^{-2}	2.57×10^5	3.93×10^{-2}	6.63×10^4
0.143	2.16×10^{-2}	2.35×10^5	4.35×10^{-2}	6.06×10^4
0.151	2.29×10^{-2}	2.21×10^5	4.62×10^{-2}	5.70×10^4
0.163	2.51×10^{-2}	1.99×10^5	5.06×10^{-2}	5.13×10^4
0.173	2.74×10^{-2}	1.83×10^5	5.52×10^{-2}	4.72×10^4
0.180	2.84×10^{-2}	1.77×10^5	5.73×10^{-2}	4.57×10^4
0.192	3.03×10^{-2}	1.65×10^5	6.11×10^{-2}	4.26×10^4
0.201	3.24×10^{-2}	1.51×10^5	6.53×10^{-2}	3.90×10^4

試料 E-1

z	$Re = \frac{v d_{50}}{\nu}$	$\xi = \frac{2 g d_{50}}{\nu^2} z$	$\frac{1}{1-n} Re$	$\frac{n^3}{1-n} \xi$
0.005	2.040×10^{-2}	6.401×10^6	3.027×10^{-2}	3.290×10^5
0.012	5.426×10^{-2}	2.311×10^6	8.050×10^{-2}	1.188×10^5
0.019	1.016×10^{-1}	1.096×10^6	1.507×10^{-1}	5.632×10^4
0.031	1.794×10^{-1}	5.919×10^5	2.662×10^{-1}	3.042×10^4
0.042	2.438×10^{-1}	4.413×10^5	3.617×10^{-1}	2.269×10^4
0.050	2.994×10^{-1}	3.603×10^5	4.442×10^{-1}	1.852×10^4
0.060	3.721×10^{-1}	2.894×10^5	5.521×10^{-1}	1.488×10^4
0.071	5.385×10^{-1}	1.635×10^5	7.990×10^{-1}	8.406×10^3
0.083	6.432×10^{-1}	1.340×10^5	9.543×10^{-1}	6.890×10^3
0.090	7.332×10^{-1}	1.178×10^5	1.088	6.055×10^3
0.099	8.233×10^{-1}	1.028×10^5	1.222	5.283×10^3
0.109	9.255×10^{-1}	8.954×10^4	1.373	4.603×10^3
0.120	1.045	7.731×10^4	1.551	3.974×10^3
0.128	1.123	7.140×10^4	1.666	3.670×10^3
0.135	1.348	4.960×10^4	2.001	2.550×10^3
0.151	1.525	4.414×10^4	2.262	2.269×10^3
0.163	1.677	4.080×10^4	2.488	2.097×10^3
0.172	1.790	3.779×10^4	2.655	1.943×10^3
0.180	1.869	3.625×10^4	2.773	1.863×10^3
0.192	1.205	9.297×10^4	1.789	4.779×10^3
0.203	1.366	7.651×10^4	2.027	3.933×10^3

試料 F-1				
z	$Re = \frac{v d_{50}}{\nu}$	$\xi = \frac{2 g d_{50}}{v^2} z$	$\frac{1}{1-n} Re$	$\frac{n^3}{1-n} \xi$
0.009	2.133×10^{-3}	3.036×10^{-9}	3.277×10^{-3}	1.982×10^{-8}
0.022	6.067×10^{-3}	9.508×10^{-8}	9.320×10^{-3}	6.208×10^{-7}
0.032	9.540×10^{-3}	5.695×10^{-8}	1.465×10^{-2}	3.719×10^{-7}
0.041	1.221×10^{-2}	4.537×10^{-8}	1.876×10^{-2}	2.962×10^{-7}
0.052	1.614×10^{-2}	3.295×10^{-8}	2.479×10^{-2}	2.151×10^{-7}
0.063	1.775×10^{-2}	3.069×10^{-8}	2.727×10^{-2}	2.004×10^{-7}
0.073	2.071×10^{-2}	2.612×10^{-8}	3.181×10^{-2}	1.706×10^{-7}
0.082	2.273×10^{-2}	2.394×10^{-8}	3.491×10^{-2}	1.563×10^{-7}
0.091	2.520×10^{-2}	2.161×10^{-8}	3.871×10^{-2}	1.411×10^{-7}
0.104	2.849×10^{-2}	1.932×10^{-8}	4.377×10^{-2}	1.262×10^{-7}
0.112	3.079×10^{-2}	1.781×10^{-8}	4.730×10^{-2}	1.163×10^{-7}
0.123	3.145×10^{-2}	1.721×10^{-8}	4.831×10^{-2}	1.124×10^{-7}
0.133	3.416×10^{-2}	1.578×10^{-8}	5.247×10^{-2}	1.030×10^{-7}
0.145	3.771×10^{-2}	1.460×10^{-8}	5.793×10^{-2}	9.531×10^{-8}
0.157	4.107×10^{-2}	1.333×10^{-8}	6.308×10^{-2}	8.703×10^{-8}
0.170	4.477×10^{-2}	1.214×10^{-8}	6.877×10^{-2}	7.930×10^{-8}
0.179	4.737×10^{-2}	1.142×10^{-8}	7.276×10^{-2}	7.459×10^{-8}
0.192	5.071×10^{-2}	1.069×10^{-8}	7.790×10^{-2}	6.979×10^{-8}
0.202	5.243×10^{-2}	1.017×10^{-8}	8.054×10^{-2}	6.641×10^{-8}

图 3 - 2

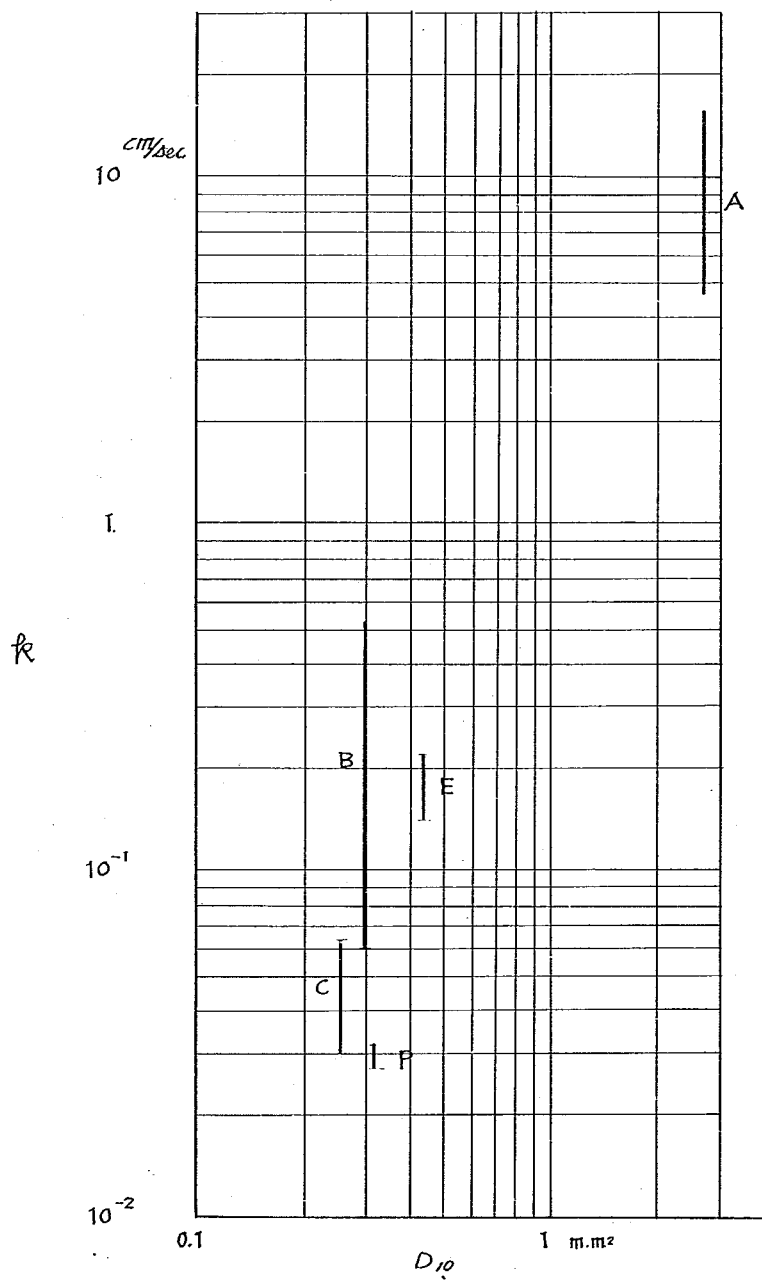


图 3 - 3

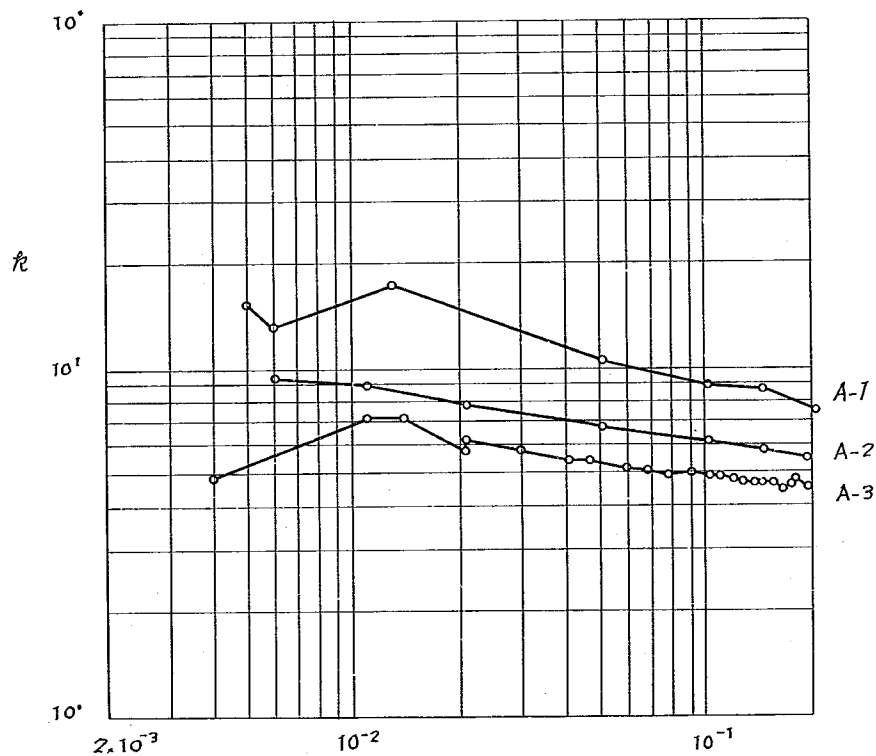


图 3 - 4

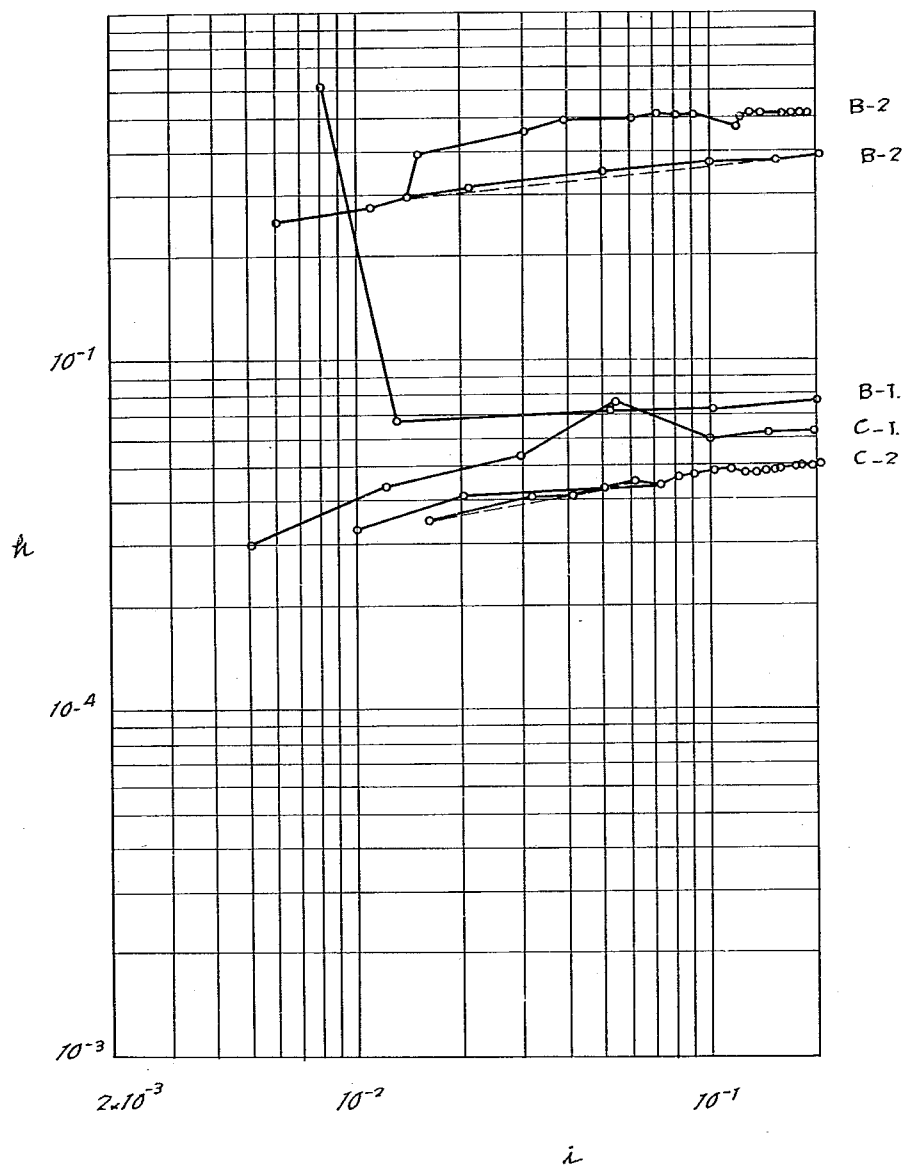
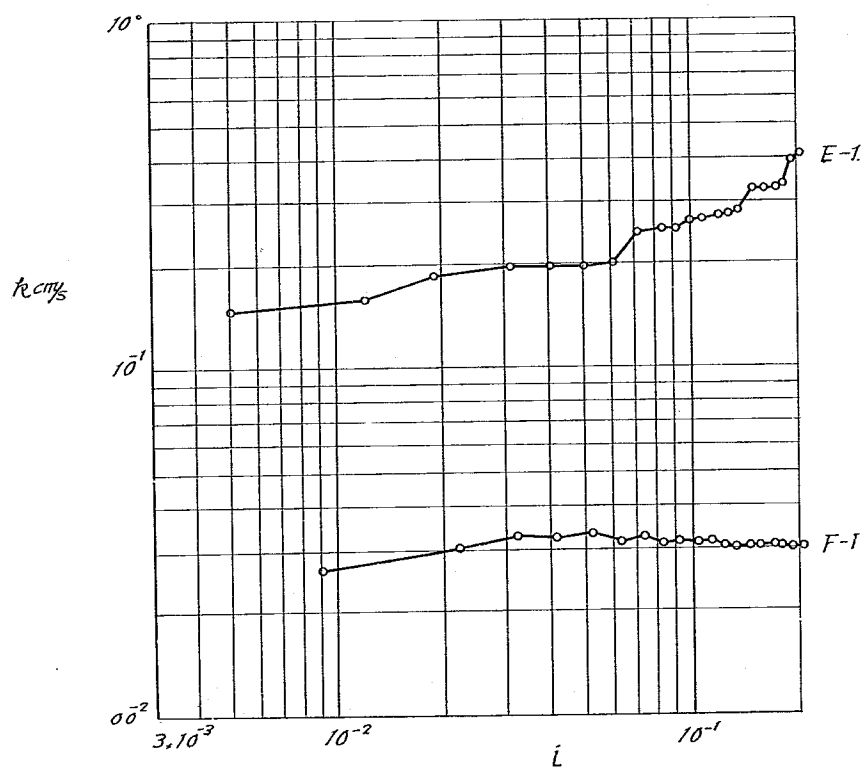


图 3 - 5



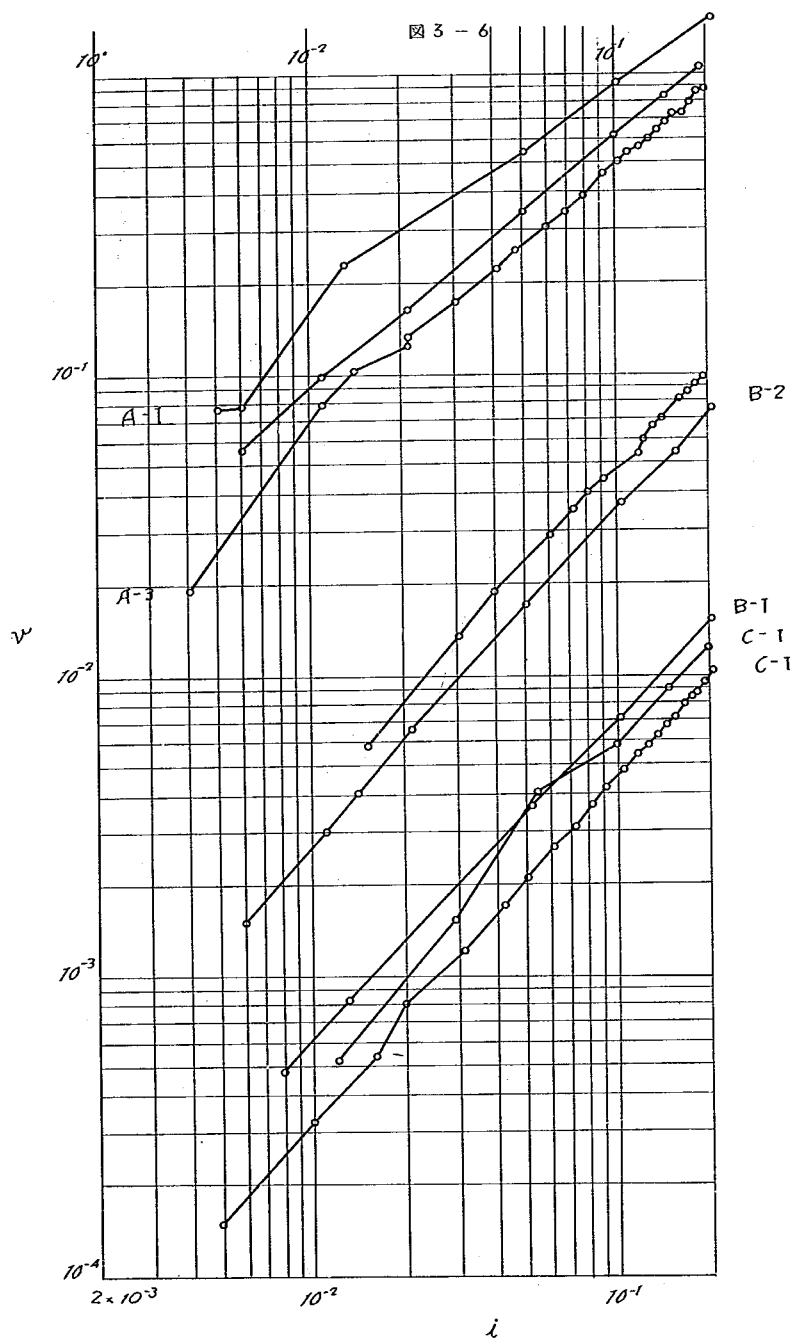
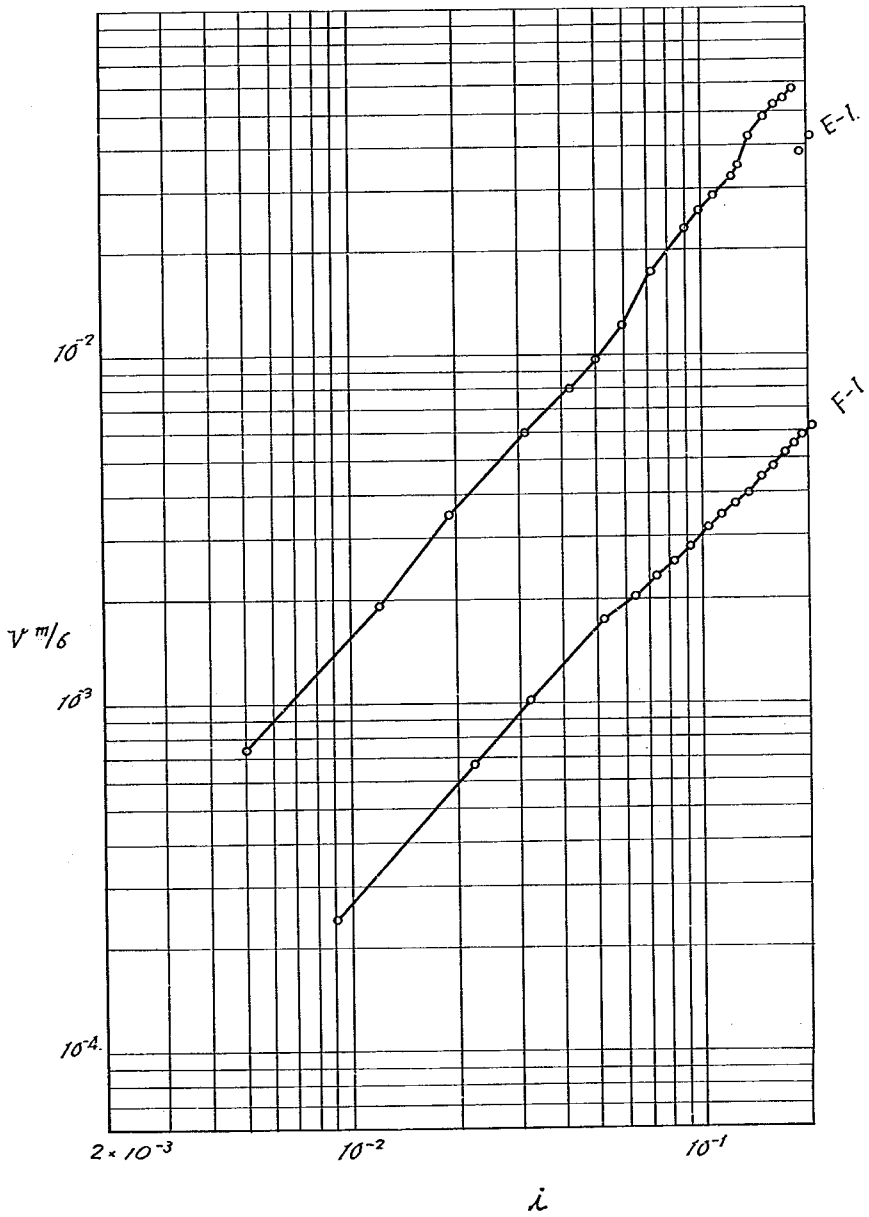


图 3 - 7



4. 現場揚水試験

4-1 水位の変動する水面に接した埋立地の地下水位

図4-1に模式的に示したような埋立地内の地下水位が境界の水位変動に応じてどのように変動するか調べてみよう。

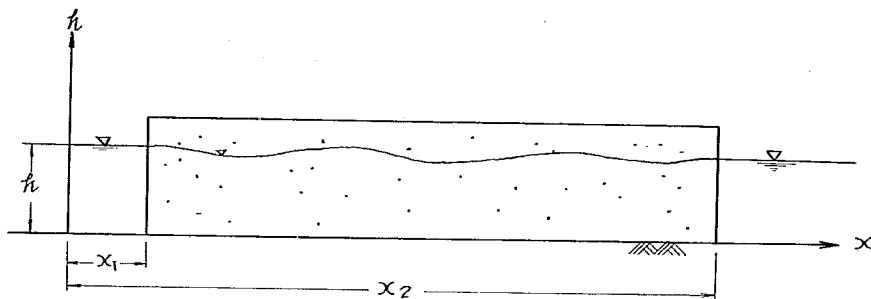


図4-1 模型化した埋立地

図4-1に示したように、この埋立地は水平な不透水層上に築造されたものであると考える。不透水層との境界を x 軸にとり水位を h とすると

連続の方程式：

$$\lambda \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial u h}{\partial x} = 0 \quad \dots (4-1)$$

運動の方程式：

$$\frac{1}{\lambda g} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{u}{k} = 0 \quad \dots (4-2)$$

ここに、 λ ：有効間隙率、 u ： x 方向の流速

g ：重力の加速度、 k ：透水係数

である。(4-1)式および(4-2)式から次式が得られる。

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{k}{2\lambda} \left(\frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h^2}{\partial y^2} \right) \quad \dots (4-3)$$

いま埋立地内の流れは x 方向だけであると仮定すると、上式は

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{k}{2\lambda} \frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2} \quad \dots (4-4)$$

となり、これを解けば埋立地内の水位変動が得られるわけであるが、一般にこれを解くことは困難である。

したがって、この解を求めるために上式を階差式に直して数値計算によって解くことにする。

数値計算によって解を求めるために、まず階差方程式を求める。このため $x-t$ 平面において次の記号を用いることにする。

Δx : 時間間隔

Δt : 距離間隔

$H = H(t, x)$: 水位

$H\Delta t = H(t + \Delta t, x)$

$H\Delta x = H(t, x + \Delta x)$

$H_{-\Delta x} = H(t, x - \Delta x)$

これらの記号を用いて (4-4) 式を階差方程式に直すと

$$H\Delta t = H + \frac{k}{2\lambda} \frac{\Delta t}{\Delta x^2} [H^2_{\Delta x} + H^2_{-\Delta x} - 2H^2] \quad \dots (4-5)$$

したがって、 $H\Delta t$ は H , $H\Delta x$, $H_{-\Delta x}$ から求めることができ、初期値と境界値とが与えられれば求めることができる。このような前進型解法を試みる場合には、 $x-t$ 平面の格子間隔 Δx , Δt の間には解が収束するために満足されなければならない関係がある。

階差方程式で用いたと同じ添字記号を用いて $h\Delta t$ を Taylor 展開すると

$$h\Delta t = h + \Delta t \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{(\Delta t)^2}{2} \frac{\partial^2 h}{\partial t^2} + \frac{(\Delta t)^3}{6} \frac{\partial^3 h}{\partial t^3} + \frac{(\Delta t)^4}{24} \frac{\partial^4 h}{\partial t^4} + \dots$$

したがって

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{h\Delta t - h}{\Delta t} - \frac{\Delta t}{2} \frac{\partial^2 h}{\partial t^2} \quad \dots (4-6)$$

同様にして

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{h^2_{\Delta x} + h^2_{-\Delta x} - 2h^2}{\Delta x^2} - \frac{\Delta x^2}{12} \frac{\partial^4 h}{\partial x^4} \quad \dots (4-7)$$

(4-6) 式および (4-7) 式を (4-4) 式に代入すると

$$\frac{h\Delta t - h}{\Delta t} - \frac{\Delta t}{2} \frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = \frac{k}{2\lambda} \left[\frac{1}{\Delta x^2} (h^2_{\Delta x} + h^2_{-\Delta x} - 2h^2) - \frac{\Delta x^2}{12} \frac{\partial^4 h}{\partial x^4} \right]$$

これを整理すると

$$h\Delta t = h + \frac{k}{2\lambda} \frac{\Delta t}{\Delta x^2} (h^2\Delta x + h^2\Delta x - 2h^2) + \frac{\Delta t^2}{2} \frac{\partial^2 h}{\partial t^2} - \frac{\Delta t k \Delta x^2}{24\lambda} \frac{\partial^4 h^2}{\partial x^4} \\ \dots (4-8)$$

となる

(4-5) および (4-8) 式から $h-H=\varepsilon$ とすると

$$\varepsilon\Delta t = \varepsilon + \frac{\Delta t^2}{2} \frac{\partial^2 h}{\partial t^2} + \frac{k\Delta t}{2\lambda} \left\{ \frac{1}{\Delta x^2} \{ \varepsilon\Delta x (2h\Delta x - \varepsilon\Delta x) + \varepsilon - \Delta x (2h - \Delta x - \varepsilon - \Delta x) \right. \\ \left. - 2\varepsilon (2h - \varepsilon) \} - \frac{1}{12} \Delta x^2 \frac{\partial^4 h^2}{\partial x^4} \right\}$$

いま h は微少な変化しかしないと考えて, $h = \bar{h}$ (const) とおいて上式を書き直すと

$$\varepsilon\Delta t = \varepsilon \left\{ 1 - \frac{\Delta t k}{\lambda \Delta x^2} (2\bar{h} - \varepsilon) \right\} - \frac{\Delta t k}{2\lambda} \cdot \frac{1}{\Delta x^2} \left\{ 2\bar{h} (\varepsilon\Delta x + \varepsilon - \Delta x) - (\varepsilon\Delta x + \varepsilon - \Delta x)^2 \right\} \\ + \frac{\Delta t k}{24\lambda} \left\{ \frac{12\Delta t \lambda \partial^2 h}{k} - \Delta x^2 \frac{\partial^4 h^2}{\partial x^4} \right\} \dots (4-9)$$

したがって x における $t + \Delta t$ のときの誤差と t のときの x , $x + \Delta x$, $x - \Delta x$ における誤差とは上式のような関係がある。誤差の累積を防止するためには (4-9) 式右辺第3項が零になることが望ましいので

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = \frac{k \Delta x^2}{12 \lambda \Delta t} \frac{\partial^4 h^2}{\partial x^4} \dots (4-10)$$

となればよい。

(4-4) 式から

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = \frac{k}{2\lambda} \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2} \\ = \frac{k}{2\lambda} \frac{\partial^3 h^2}{\partial t \partial x^2} \dots (4-10)$$

$$\frac{\partial h^2}{\partial t} = 2h \frac{\partial h}{\partial t}$$

であり, 前述と同様に $h = \bar{h}$ とすると

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = \frac{k}{2\lambda} \frac{\partial^2}{\partial x^2} (2\bar{h} \frac{\partial h}{\partial t}) \\ = \frac{k\bar{h}}{\lambda} \frac{\partial^3 h}{\partial t \partial x^2} \dots (4-11)$$

また (4-4) 式から

$$\begin{aligned}\frac{\partial^4 h^2}{\partial x^4} &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2} \right) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{2\lambda}{k} \frac{\partial h}{\partial t} \right) \\ &= \frac{2\lambda}{k} \frac{\partial^3 h}{\partial t \partial x^2} \quad \dots (4-12)\end{aligned}$$

(4-11) 式および (4-12) 式を (4-10) 式に代入して整理すれば

$$\frac{k\bar{h}}{\lambda} \frac{\partial^3 h}{\partial t \partial x^2} = \frac{k\Delta x^2}{12\lambda\Delta t} \cdot \frac{2\lambda}{h} \frac{\partial^3 h}{\partial t \partial x^2}$$

$$\text{よって } \Delta t = \frac{\lambda\Delta x^2}{6k\bar{h}} \quad \dots (4-13)$$

したがって (4-5) 式の階差方程式を用いて数値計算を実行するときには (4-13) 式が満足されなければならない。これに注意して初期値ならびに境界条件を与えれば埋立地内の水位変動が求まるわけである。

次に (4-5) 式によって電子計算機 FACOM 270-30 を用いる数値計算のためのフローチャートを起す。プログラミングに当って用いた記号は次に示すとおりである。

HS 1 (I) ; 左側境界における $t = (I-1) \times \Delta t$ のときの水位 (cm)

HS 2 (I) ; 右側境界における $t = (I-1) \times \Delta t$ のときの水位 (cm)

F 1 (I) ; $x = (I-1) \times \Delta x$ における $t = t$ のときの水位 (cm)

F 2 (I) ; $x = (I-1) \times \Delta x$ における $t = t + \Delta t$ のときの水位 (cm)

H ; 平均水位 (cm)

A ; 有効間隙率 λ

C ; 透水係数 (cm/sec)

X 1 ; 左側境界の位置 (cm)

X 2 ; 右側境界の位置 (cm)

T D ; 時間間隔 Δt (sec)

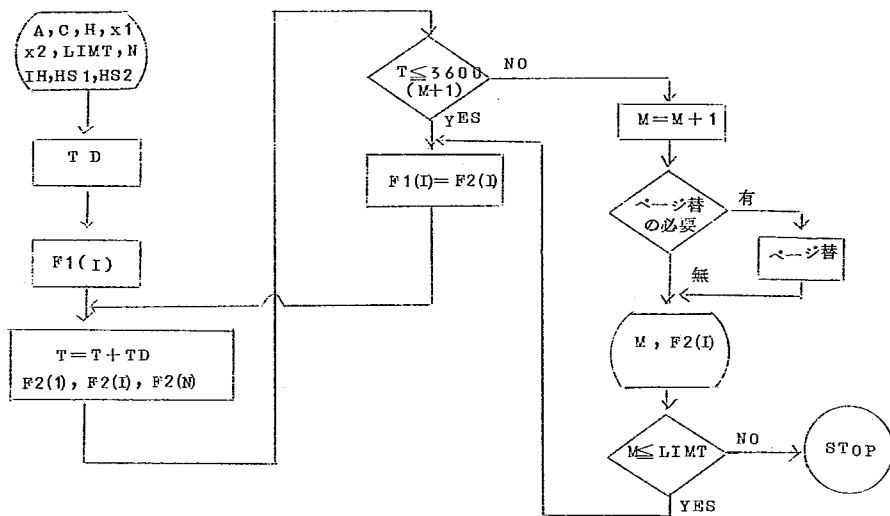
N ; 埋立地を区切る距離間隔 Δx の数

I H ; 入力データで与える境界水位の数

M ; 時刻 t (hour)

L I M T ; M の最大値

フローチャート



計算結果

このプログラムを用いて透水係数を種々変えて行なった計算結果は次に示すとおりである。計算に当って使用した境界値は埋立地岸壁で1時間毎に実測した潮位を用いた。またその他の数値は下に示すとおりである。

透水係数； $k=0.8, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 7.0, 7.00 \text{ cm/sec}$

有効間隙率； $\lambda=0.2$

平均水位；11.65m

4-2 揚水による地下水位の低下

井戸からの揚水による地下水位低下を取扱った井戸理論には、定常状態に関するものと非定常状態に関するものがある。

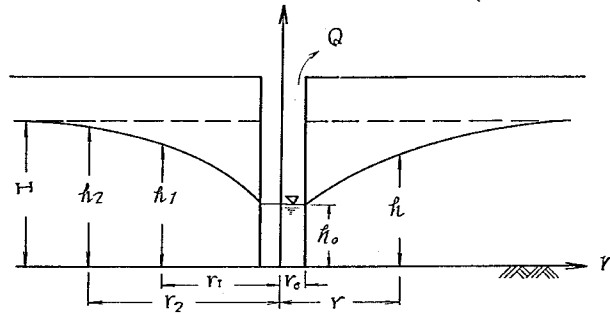


図4-2 深井戸

図4-2に示すように不透水層まで達した深井戸の水位が揚水によって低下すると、井戸のまわりの地下水は井戸に向かって流れる。一定流量を汲み続けて長時間たった後、自由水面はある形に落ち着いたものとする。このときDupuit-Forchheimerに従って準一様流の仮定が適用できるものとする。

$$u = -k \frac{dh}{dr} \quad \dots (4-14)$$

$$Q = -2\pi k r h \frac{dh}{dr} \quad \dots (4-15)$$

ここに

u ; 流速

k ; 透水係数

h ; 水位

r ; 井戸中心からの距離

Q ; 単位時間当りの揚水量

である。

(4-15)式を積分して、井戸の周壁 $r = r_0$ で $h = h_0$ とすると自由水面の形は対数曲線

$$h^2 - h_0^2 = \frac{Q}{\pi k} \log_{10} \frac{r}{r_0} \quad \dots (4-16)$$

で与えられる。

定常状態のときに2点 r_1, r_2 における水位 h_1, h_2 が判ると次式によって透水係数が求められる。

$$k = \frac{2.3 Q \log_{10} \frac{r_2}{r_1}}{\pi (h_2^2 - h_1^2)} \quad \dots (4-17)$$

4-3 揚水試験現場

揚水試験を行なった現場は図4-3に示すとおり長崎市深堀町地先の埋立地である。

一般に土の透水性を調べる試験には大別して室内試験と野外試験とがある。室内試験では粒度分布、密度など各種の土質条件を変えて繰り返し同一の試験を再現することができるが、反面あまりに大きな粒径を有する材料の試験を行なうことは困難である。これに対して野外試験では粒径の大小によって試験が困難になるということは希れであり、また適当な試験地を選択することによって均質な土層の透水性を知ることができる。ことに現在われわれの欲している大粒径の材料からなる土層の透水性を調べるには、上記の埋立地はもっとも適当な場所であると考えられる。

わが国で埋立て用の材料に用いられるのは海底より採取した粘性土、砂などの細粒土が普通であるのに対して、この現場では黒色片岩類よりなる深堀地区土取山より採取した礫を海中に投棄して埋立て地を築造している。

長崎外港埋立工事（深堀地区）地質調査最終報告書一昭和40年1月一によれば、採土計画を次のように立てている。

表 4-1

地質区分	弾性波速度	密度	比	工 法
表 土	300 ~ 700	2.0 以下	} 31%	ブルドーザー (D8以上)
軟 岩	800 ~ 1300	2.0 ~ 2.4		ブルドーザー (D8以上) + リツパー
中 硬 岩	1400 ~ 2900	2.4 ~ 2.5	44%	発破 0.15kg/m ³
硬 岩	3000 以上	2.6 以上	25%	発破 0.22kg/m ³
総土岩量	約 7752400 m ³			

実施に当っては、この計画より総土工量は減ったもので、表4-2に示すような内訳となっている。

また埋立土量を10日毎に整理したのが表4-3で、同様に運転日報より10日毎に各機械の稼働状況を整理したのが表4-4, 4-5である。

図4-3 井戸配置図および試験場所平面図

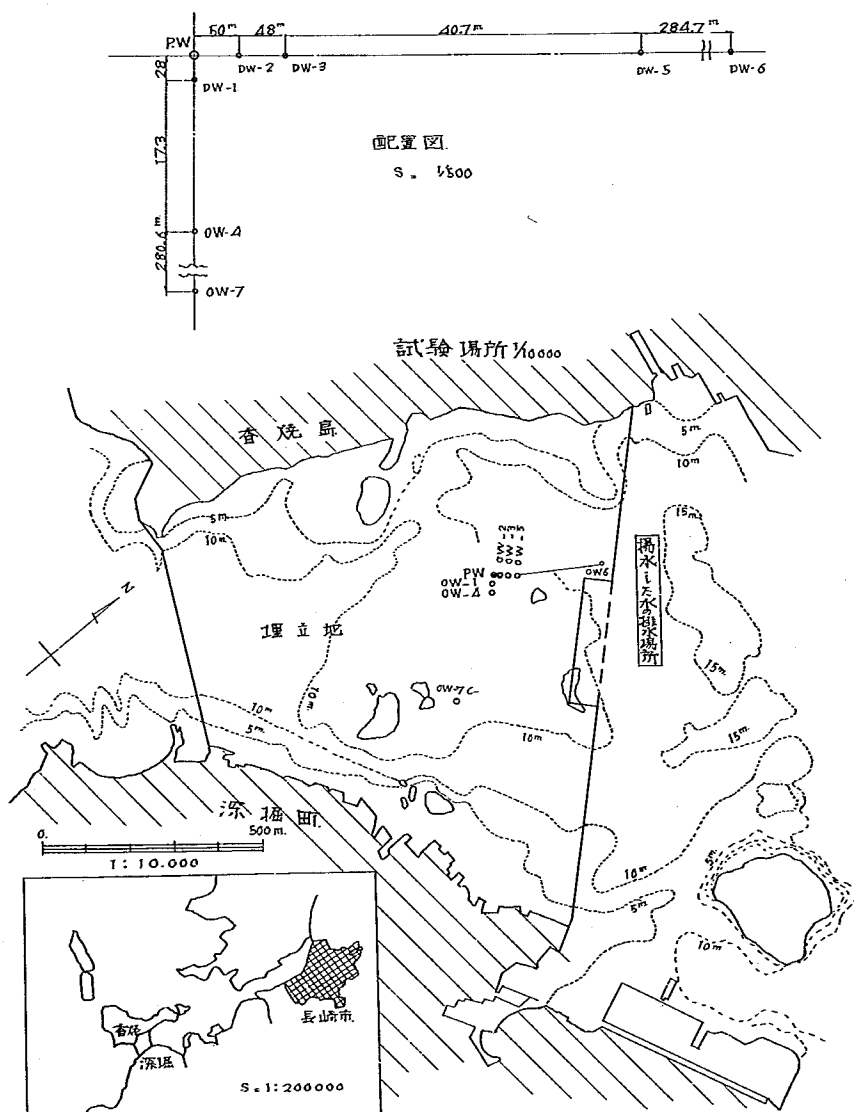


表 4 - 2

表 4 - 2																			
土質	土の状態	変換率	取 流 目 分										小計①						
			土取場	小 段		計 ①	外側 陸岸	外側 盛土	客土	場内 盛土	過搬 道路	取付 道路	堤防 取付	築岸	その他	小計②	小段② 小段③	土取場③	①-② 計 ③
				小段④	道路④														
土	f ₁	1	595,000			595,000			60,559	101,535	779		127	20	2,300	165,320		42,9680	42,9680
	f ₁ 地山		630,754			630,754			74,356	104,142	779		127	20	2,300	181,724		44,9030	49,9030
	f ₂	1.25	743,750			743,750			75,649	126,919	974		159	25	2,875	206,651		53,7099	53,7099
	f ₂ ほぐして		788,443			788,443			92,945	130,178	974		159	25	2,875	227,156		56,1287	56,1287
	f ₃	0.9	535,500			535,500			54,504	91,382	701		114	18	2,070	148,789		38,6711	38,6711
砂	f ₃ 締固め		567,679			567,679			66,920	93,728	701		114	18	2,070	163,551		40,4128	40,4128
	f ₁	1	1,973,130	7,323	524	1,980,777		5,240		24,7957	1,934		316	51		255,498	7,847	1,717,632	1,725,479
	f ₁ 地山		2,007,180	5,728	0	2,012,908		3,025		25,4321	1,934		316	51		259,647	5,728	1,747,533	1,753,261
	f ₂	1.65	3,255,665	12,083	865	3,268,613		8,640		40,9129	3,191		521	84		421,565	12,948	2,834,100	2,847,048
	f ₂ ほぐして		3,311,847	9,451	0	3,321,298		4,991		41,9630	3,191		521	84		428,417	9,451	2,883,430	2,892,881
岩	f ₃	1.22	2,407,219	8,934	639	2,416,792		1,390		30,2508	2,359		386	62		311,705	9,573	2,095,514	2,105,087
	f ₃ 締固め		2,448,760	6,988	0	2,455,748		3,690		31,0272	2,359		386	62		316,769	6,988	2,131,991	2,138,979
	f ₁	1	2,570,350	17,802	1,073	2,589,425	14,740				2,418		395	63		17,616	19,075	2,552,734	2,571,809
	f ₁ 地山		2,628,591	15,177	269	2,644,037	14,814				2,418		395	63		17,690	15,446	2,610,901	2,626,347
	f ₂	1.675	4,305,336	2,9818	2,132	4,337,286	24,690				4,050		662	106		29,508	31,950	4,275,828	4,307,778
中 硬 岩	f ₂ ほぐして		4,402,890	2,5421	451	4,428,762	24,813				4,050		662	106		29,631	25,872	4,373,259	4,399,131
	f ₃	1.265	3,251,493	2,2519	1,610	3,275,622	18,650				3,059		500	80		22,289	24,129	3,229,204	3,253,333
	f ₃ 締固め		3,325,168	19,199	340	3,344,707	18,740				3,059		500	80		22,379	19,539	3,302,789	3,322,328
	f ₁	1	2,075,740	14,711	1,096	2,091,547					1,791		293	47		2,131	15,807	2,073,609	2,084,916
	f ₁ 地山		2,079,107	13,287	1,677	2,094,071					1,791		293	47		2,131	14,964	2,076,976	2,091,940
硬 岩	f ₂	1.725	3,580,652	2,5376	1,891	3,607,919					3,089		505	81		3,429	27,267	3,577,223	3,605,490
	f ₂ ほぐして		3,586,660	2,2920	2,893	3,162,273					3,089		505	81		3,675	25,813	3,582,785	3,608,598
	f ₃	1.355	2,812,628	1,9733	1,485	2,834,042					2,427		397	64		2,888	21,418	2,809,740	2,831,158
	f ₃ 締固め		2,817,190	18,004	2,272	2,837,466					2,427		397	64		2,888	20,276	2,814,302	2,834,578
	f ₁	1	7,214,220	3,9836	2,893	7,256,949	14,740	5,240	60,559	34,9492	6,922		1,131	181	2,300	440,565	4,2729	6,773,655	6,816,384
計	f ₁ 地山		7,345,632	34,192	1,946	7,381,770	14,814	3,025	74,356	35,8463	6,922		1,131	181	2,300	461,192	3,6138	6,884,440	6,920,578
	f ₂		11,885,405	6,7277	4,888	11,957,588	24,690	8,640	75,699	53,6048	11,304		1,847	296	2,875	661,153	72,165	11,224,004	11,295,415
	f ₂ ほぐして		12,089,640	57,792	3,344	12,150,776	24,813	4,991	92,945	54,9808	11,304		1,847	296	2,875	688,879	61,136	11,400,761	11,461,897
	f ₃		9,006,840	51,386	3,784	9,061,960	18,650	6,390	54,504	39,3890	8,546		1,397	224	2,070	485,671	55,120	8,521,169	8,576,289
	f ₃ 締固め		9,158,797	44,191	2,612	9,205,600	18,740	3,690	66,920	40,4000	8,546		1,397	224	2,070	505,587	46,803	8,553,210	8,700,013

表 4 - 3 埋 立 土 量

単位 m

	41 12/10	12/20	12/31	42 1/10	1/20	1/31	2/10	2/20	2/28
鹿 島									
国 土	19,829	27,489	46,295	41,040	49,832	59,087	86,094	73,556	54,654
プ ル	12,320	23,485	38,785	36,708	51,560	65,224	76,780	61,742	43,459
計	32,149	50,974	85,080	77,748	101,392	124,311	162,874	135,298	98,113
	42 3/10	3/20	3/31	4/10	4/20	4/30	5/10	5/20	5/31
鹿 島									
国 土	67,640	68,331	57,985	26,385	48,206	59,086	31,278	69,451	70,908
プ ル	55,835	55,871	68,906	25,920	41,899	70,358	13,154	37,503	47,839
計	123,475	124,202	126,891	52,305	90,105	129,444	44,432	106,954	118,747
	42 6/10	6/20	6/30	7/10	7/20	7/31	8/10	8/20	8/31
鹿 島	2,917	10,088	22,975	12,284	30,220	38,162	34,373	32,306	63,033
国 土	47,475	50,327	58,339	39,554	64,246	90,556	67,155	46,621	81,871
プ ル	62,814	73,026	81,140	30,514	75,959	90,230	71,156	47,258	110,535
計	113,206	133,441	162,454	82,352	170,425	218,948	172,684	126,185	255,439
	9/10	9/20	9/30	10/10	10/20	10/31	11/10	11/20	11/30
鹿 島	63,877	68,827	104,559	68,813	52,408	67,204	64,584	64,381	55,968
国 土	79,386	73,740	79,533	77,933	69,041	82,710	90,164	75,406	67,530
プ ル	86,632	96,724	88,335	94,634	78,730	110,019	78,481	71,201	66,419
計	229,895	239,291	272,427	241,380	200,179	259,933	233,229	210,988	189,917

	42 12/10	12/20	12/31	43 1/10	1/20	1/31	2/10	2/20	2/28
鹿 島	76,293	78,556	48,844	42,098	70,174	82,956	67,146	60,044	60,505
国 土	72,372	80,771	43,832	47,793	72,805	105,589	85,706	72,057	70,814
プ ル	73,846	68,026	42,885	33,402	57,759	94,398	56,505	62,851	63,365
計	222,511	227,353	135,561	123,293	200,738	282,943	209,357	194,952	194,684
	43 3/10	3/20	3/31	4/10	4/20	4/30	5/10	5/20	5/31
鹿 島	87,633	79,230	98,580	77,178	89,169	84,410	64,132	67,505	95,894
国 土	95,070	72,543	134,427	54,091	61,254	57,074	44,209	43,108	72,649
プ ル	69,383	61,485	94,511	62,189	62,666	75,423	53,091	61,336	87,540
計	252,086	213,258	327,518	193,458	213,089	216,909	161,432	171,949	256,083
	6/10	6/20	6/30	7/10	7/20	7/31	8/10	8/20	8/31
鹿 島	79,924	62,102	59,543	12,741	80,928	93,445	97,670	57,684	136,947
国 土	51,324	50,560	33,295	3,345	29,753	27,278	21,805	17,144	—
プ ル	57,229	54,826	30,626	10,412	42,286	22,544	12,490	9,399	32,214
計	188,477	167,488	123,464	26,498	152,967	143,277	131,965	84,227	169,161
	9/10	9/20	9/30	10/10	10/20				計
鹿 島	102,831	73,869	92,581	84,379	65,896				3,287,866
国 土	25,133	35,128	35,018	—	—				3,814,680
プ ル	11,912	5,256	21,328	19,816	29,609				3,799,796
計	139,876	114,253	148,927	104,195	95,505				10,902,342

表 4 - 4 機 械 稼 動 状 況

	ブルドーザー	クローラードリル	ダンプトラック	ショベルローダー	コンプレッサー	軽 油	火 薬	雷 管	グレーダー	散 水 車
							Kg	本	H	
41	12/10	300 ^H		790 ^H	224 ^H		177.05 ^ℓ			
	12/20	444		1341	289		29992			
	12/31	659		2173	430		44362			
42	1/10	476	50	1833	359	98	43,149	446.7	78	
	1/20	546	53	2670	604	172	51,919	1,865.05	384	37
	1/31	653	56	2922	317	338	63,553	5,806.7	1,017	63
	2/10	724	143	3,477	709	136	71,024	4,815.3	751	251
	2/20	440	223	2,921	583	353	56,706	1,257.6	882	81
	2/28	544	118	2,138	401	218	43,966	9,099.3	724	64
	3/10	572	124	2,798	495	208	47,818	5,495.35	886	66
	3/20	601	150	2,472	527	281	64,975	6,609.15	1,101	108
	3/31	611	171	2,448	373	291	65,516	5,607.45	1,256	66
	4/10	394	91	1,560	237	91	36,082	2,124.4	381	36
	4/20	1,037	120	2,365	464	140	74,083	3,384.8	851	69
	4/30	446	126	2,161	440	147	60,475	5,846.2	809	48
	5/10	462	60	1,142	442	69	51,562	3,121	567	33
	5/20	1,181	127	2,797	434	174	111,638	5,558	859	74
	5/31	521	150	2,584	529	176	48,961	5,111	775	10
	6/10	1,250	124	4,334	704	149	108,490	5,616.2	725 ^s	50
	6/20	928	164	4,113	807	201	100,990	6,586.8	1,008 ^s	56
	6/30	1,130	222	4,898	996	227	111,809	10,697.8	1,101	94
	7/10	683	171	2,410	480	195	65,026	5,383.6	840	49
	7/20	1,160	262	4,833	977	336	118,994	9,383.2	1,347	164
	7/31	1,474	322	5,926	1,323	409	134,706	11,057.45	1,586	197
	8/10	1,069	304	4,695	991	401	138,834	11,651.55	1,641	241
	8/20	729	201	3,733	768	238	84,159	6,257.35	1,034	101
	8/31	1,278	420	7,977	1,280	587	123,714	18,930.05	1,719	176
	9/10	1,200	354	5,794	1,317	492	152,873	14,898.7	1,892	123
	9/20	1,152	392	7,436	1,321	570	147,652	12,522.25	1,966	159
	9/30	1,324	444	7,352	2,315	663	153,860	16,850.75	2,463	129
	10/10	1,187	382	7,143	1,304	608	145,307	15,950.3	2,428	126
	10/20	1,067	317	5,747	993	445	122,701	14,050.6	2,005	112
	10/31	1,464	417	8,025	1,378	625	165,961	18,349.6	2,314	251
	11/10	1,375	359	7,283	1,233	536	153,532	15,052.5	2,539	138

表 4 - 4 (続 き)

	ブルドーザー	クローラードリル	ダンプトラック	ショベルローダー	コンプレッサー	軽 油	火 薬	雷 管	グレーダー	散水車
42 11/20	1,190 ^H	367 ^H	5,012 ^H	1,094 ^H	536 ^H	135,975 ^ℓ	14,490.2 ^{Kg}	2,298 ^本	49 ^H	32 ^H
11/30	1,203	346	6,240	1,750	556	133,514	13,669.8	3,003	50	74
12/10	1,217	391	6,941	1,139	553	142,142	15,210.95	1,989	61	72
12/20	1,441	431	7,498	774	620	158,059	15,062.85	2,388	73	58
12/31	996	255	4,699	866	405	101,582	9,265.9	1,549	36	0
43 1/10	871	227	3,918	812	364	94,804	6,563.8	1,062	45	16
1/20	1,274	357	6,231	1,078	573	142,080	14,081.7	2,043	56	42
1/31	1,668	529	8,269	1,334	856	191,832	24,309.5	3,201	74	79
2/10	1,366	389	6,075	1,040	595	142,508	16,096.25	2,465	52	108
2/20	1,277	343	5,451	933	555	129,904	12,803.1	2,028	52	96
2/28	1,188	310	5,591	930	491	127,218	12,166.8	2,154	58	42
3/10	1,200	340	6,837	1,167	578	144,618	14,380.05	2,878	59	128
3/20	1,177	374	5,925	1,029	534	134,644	12,889.8	2,413	51	136
3/31	1,612	490	8,170	1,320	762	175,225	20,128.6	3,304	44	233
4/10	1,281	389	5,904	842	631	129,884	14,287.7	2,552	120	88
4/20	1,294	418	6,550	1,013	642	142,584	14,599.6	2,702	125	144
4/30	1,314	380	6,276	1,039	645	140,392	14,704.7	2,762	119	159
5/10	1,157	323	4,962	801	528	116,145	14,136.05	2,661	101	138
5/20	1,029	279	4,824	842	554	110,063	10,740.5	2,245	58	105
5/31	1,418	374	7,235	1,372	762	174,979	17,691.2	3,549	81	184
6/10	1,174	266	5,116	998	616	111,439	11,623.4	2,187	124	162
6/20	1,119	240	4,808	831	521	106,249	9,337.45	1,737	108	99
6/30	855	181	2,725	563	348	70,551	7,012.05	1,237	60	37
7/10	479	23	909	230	71	33,483	939.5	249	82	5
7/20	1,057	240	4,852	949	502	107,727	9,005.7	1,755	110	171
7/31	905	223	3,410	711	359	83,756	7,125.95	1,331	121	117
8/10	965	254	3,471	615	414	82,829	7,619.55	1,348	112	186
8/20	673	145	2,371	495	227	65,007	4,569.5	735	49	82
8/31	974	258	3,097	783	489	88,042	8,610.85	1,809	71	193
9/10	972	264	3,442	625	359	73,117	8,270.95	1,988	86	189
9/20	725	162	2,605	612	328	68,724	5,883.75	1,201	68	121
9/30	692	117	1,908	378	234	54,842	3,052.8	863	58	95
10/10	470	129	2,123	418	188	60,256	2,798.5	821	35	66
10/20	730	149	2,710	556	229	63,638	4,076.2	269	31	99

表 4 - 5 機 械 稼 動 状 況 (累 計)

	ブルドーザー		クローラドリル		ダンプトラック		ショベルローダー		コンプレッサー		軽油	火 薬	雷 管	グレーダー	散水車
	台	300 H			15台 790 H	4台 224 H	4台 224 H	台 H	台 H	17,705ℓ	Kg	本	台 H	台 H	
41 12/10	5	300 H			22 2,131	4 513				47,697					
12/20	6	744			29 4,304	6 943				92,059					
12/21	7	1,403			35 6,137	7 1,302	4 98		135,208		446.7	78			
42 1/10	8	1,879	2 50		40 8,807	8 1,906	4 270		187,127		2311.75	462	1 37		
1/20	8	2,425	2 103		40 8,807	8 1,906	4 270		187,127		2311.75	462	1 37		
1/31	9	3,078	2 159		40 11,729	8 2,223	4 608		250,680		8,118.45	1,479	1 100	1 33	
2/10	9	3,802	2 302		42 15,206	8 2,932	4 744		321,704		12,933.75	2,230	1 351	1 66	
2/20	9	4,142	2 525		42 18,127	9 3,515	4 1,097		378,410		14,191.35	3,112	1 432	1 121	
2/28	9	4,686	2 643		42 20,265	9 3,916	4 1,315		422,376		23,290.65	3,836	1 496	1 154	
3/10	9	5,258	2 767		42 23,063	9 4,417	4 1,523		470,194		28,786	4,722	1 562	1 232	
3/20	9	5,859	2 917		42 25,535	9 4,938	4 1,804		535,169		35,395.15	5,823	1 670	1 309	
3/31	9	6,470	2 1,088		42 27,983	9 5,311	4 2,095		600,685		41,002.6	7,079	1 736	1 367	
4/10	9	6,864	2 1,179		42 29,543	9 5,548	4 2,186		636,767		43,127	7,460	1 772	1 400	
4/20	11	7,901	2 1,299		42 31,908	9 6,012	4 2,326		710,850		46,511.8	8,311	1 841	1 455	
4/30	11	8,347	2 1,425		42 34,069	9 6,452	4 2,473		771,325		52,358	9,120	1 889	1 533	
5/10	11	8,809	2 1,485		42 35,211	9 6,894	4 2,542		822,887		55,479	9,681	1 922	1 588	
5/20	11	9,990	2 1,612		42 38,008	9 7,328	4 2,716		934,525		61,037	10,546	1 996	1 687	
5/31	11	10,511	2 1,762		42 40,592	9 7,857	4 2,892		983,486		66,148	11,321	1 1,006	1 775	
6/10	11	11,761	2 1,886		44 44,926	12 8,561	4 3,041		1,091,976		71,764.2	12,046.5	1 1,056	1 863	
6/20	14	12,689	2 2,050		58 49,039	15 9,368	4 3,242		1,192,966		78,351	13,055	1 1,112	1 962	
6/30	14	13,819	3 2,272		58 53,937	15 10,364	5 3,469		1,304,775		89,048.8	14,156	1 1,206	1 1,050	
7/10	14	14,502	3 2,445		58 56,347	16 10,844	5 3,664		1,369,801		94,432.4	14,996	2 1,255	1 1,072	
7/20	14	15,662	5 2,705		58 61,180	16 11,821	5 4,000		1,488,795		103,815.6	16,343	2 1,419	1 1,161	
7/31	18	17,136	5 3,027		67 67,106	16 13,144	5 4,409		1,623,501		114,873.05	17,929	2 1,616	2 1,407	
8/10	18	18,205	6 3,331		67 71,801	16 14,135	8 4,810		1,762,335		126,524.6	19,570	2 1,857	2 1,608	
8/20	18	18,934	6 3,532		67 75,534	17 14,903	8 5,048		1,846,494		132,781.95	20,604	2 1,958	2 1,739	
8/31	18	20,212	6 3,952		77 83,511	17 16,183	9 5,635		1,970,208		151,712	22,323	2 2,134	2 1,883	
9/10	18	21,412	6 4,306		77 89,305	17 17,500	9 6,127		2,123,081		166,610.7	24,215	2 2,257	2 2,047	
9/20	18	22,564	6 4,698		82 96,741	17 18,821	10 6,697		2,270,733		179,132.95	26,181	2 2,416	2 2,251	
9/30	18	23,888	6 5,142		86 104,093	17 21,136	10 7,360		2,424,593		195,983.7	28,644	2 2,545	2 2,458	
10/10	18	25,075	6 5,524		86 111,236	17 22,440	10 7,968		2,569,900		211,934	31,702	2 2,671	2 2,619	
10/20	18	26,142	6 5,841		86 116,983	17 23,433	10 8,413		2,692,601		225,984.6	33,077	2 2,783	2 2,777	
10/31	18	27,606	6 6,258		86 125,008	17 24,811	10 9,038		2,858,562		244,334.4	35,391	2 3,034	2 2,922	

表 4 - 5 (続 き)

	フルードザー	クロラドリル	ダンブトラック	シヨベルローダー	コンプレッサー	軽 油	火 薬	雷 管	グレーダー	散水量
42 11/10	18 28,981	6 6,617	88 132,291	17 26,044	10 9,574	3,012,094	259,386.7	37,930	2 3,172	2 2,967
11/20	18 30,171	6 6,984	88 137,303	17 27,138	10 10,110	3,148,069	273,876.9	40,220	2 3,221	2 2,999
11/30	18 31,374	6 7,330	88 143,543	17 28,888	10 10,666	3,281,583	287,546.7	43,231	2 3,271	2 3,073
12/10	18 32,591	6 7,721	88 150,484	17 30,027	10 11,219	3,423,725	302,757.65	45,220	2 3,332	2 3,145
12/20	18 34,032	6 8,152	88 157,982	17 30,801	10 11,839	3,581,784	317,820.5	47,608	2 3,405	2 3,203
12/31	18 35,028	6 8,407	88 162,681	17 31,667	10 12,244	3,683,366	327,086.4	49,157	2 3,441	2 3,203
43 1/10	18 35,899	6 8,634	88 166,599	17 32,479	10 12,608	3,778,170	333,650.2	50,219	2 3,486	2 3,219
1/20	18 37,173	6 8,991	88 172,830	17 33,557	10 13,181	3,920,250	347,781.9	52,262	2 3,542	2 3,261
1/31	18 38,841	6 9,520	88 181,099	17 34,891	10 14,037	4,112,082	372,041.4	55,463	2 3,616	2 3,340
2/10	18 40,207	6 9,909	88 187,174	17 35,931	10 14,632	4,254,590	388,137.65	57,928	2 3,668	2 3,448
2/20	18 41,484	6 10,252	88 192,625	17 36,864	10 15,187	4,384,494	400,940.75	59,956	2 3,720	2 3,544
2/28	18 42,672	6 10,542	88 198,216	17 37,794	10 15,678	4,511,712	413,107.55	62,110	2 3,778	2 3,586
3/10	18 43,872	6 10,902	88 205,053	17 38,961	10 16,256	4,656,330	427,487.6	64,988	2 3,837	2 3,714
3/20	18 45,049	6 11,276	88 210,978	17 39,990	10 16,790	4,790,974	440,377.4	67,401	2 3,888	2 3,850
3/31	18 46,661	6 11,766	88 219,148	17 41,310	10 17,552	4,966,199	460,506	70,705	2 3,932	2 4,083
4/10	19 47,942	6 12,155	88 225,052	17 42,152	10 18,183	5,096,083	474,793.7	73,257	2 4,052	2 4,171
4/20	19 49,236	6 12,573	88 231,602	17 43,165	10 18,825	5,238,667	489,393.3	75,959	2 4,177	2 4,315
4/30	19 50,550	6 12,953	88 237,878	17 44,204	10 19,470	5,379,059	504,098	78,721	2 4,296	2 4,474
5/10	19 51,707	6 13,276	88 242,840	17 45,005	10 19,998	5,495,204	518,234.05	81,382	2 4,397	2 4,612
5/20	19 52,736	6 13,555	88 247,664	17 45,847	10 20,552	5,605,267	528,974.55	83,627	2 4,455	2 4,717
5/31	19 54,154	6 13,929	88 254,899	17 47,219	10 21,314	5,780,246	546,665.75	87,176	2 4,536	2 4,901
6/10	19 55,328	6 14,195	88 260,015	17 48,217	10 21,930	5,891,685	558,289.15	90,363	2 4,660	2 5,063
6/20	19 56,447	6 14,435	88 266,823	17 49,048	11 22,451	5,997,934	567,626.6	91,100	2 4,768	2 5,162
6/30	19 57,302	6 14,616	88 267,548	17 49,611	11 22,799	6,068,485	574,638.65	92,337	2 4,828	2 5,199
7/10	19 57,781	6 14,639	88 268,457	17 49,841	11 22,870	6,101,968	575,578.15	92,586	2 4,910	2 5,204
7/20	19 58,838	6 14,879	88 273,309	17 50,790	11 23,372	6,209,695	584,583.85	94,341	2 5,020	2 5,375
7/31	19 59,743	6 15,102	88 276,719	17 51,501	11 23,731	6,293,451	591,709.8	95,672	2 5,141	2 5,492
8/10	19 60,708	6 15,356	88 280,190	17 52,116	11 24,145	6,376,280	599,329.35	97,020	2 5,253	2 5,578
8/20	19 61,381	6 15,501	88 282,561	17 52,611	11 24,372	6,441,287	603,898.85	97,755	2 5,302	2 5,760
8/31	19 62,355	6 15,759	88 285,658	17 53,394	11 24,861	6,529,329	612,509.7	99,564	2 5,373	2 5,953
9/10	19 63,227	6 16,023	88 289,100	17 54,019	11 25,220	6,602,446	620,780.65	101,552	2 5,459	2 6,142
9/20	19 63,952	6 16,185	88 291,705	17 54,631	11 25,548	6,671,170	626,664.4	102,753	2 5,527	2 6,263
9/30	19 64,644	6 16,302	88 293,613	17 55,009	11 25,782	6,726,012	629,717.2	103,616	2 5,585	2 6,358
10/10	19 65,114	6 16,431	88 295,736	17 55,427	11 25,970	6,786,268	632,515.7	104,437	2 5,620	2 6,424
10/20	19 65,844	6 16,580	88 298,446	17 55,983	11 26,199	6,849,906	636,591.9	105,406	2 5,651	2 6,523

このような材料を用いて築造した埋立地の締り具合を調べるために揚水井近くにおいて水置換法による現場密度試験を実施した。ただし埋立地にはかなり大きい礫も含まれており深いビットを堀削することが困難であつたのでこれによつて得られた値は極く表層の部分で代表するものでしかない。ビットの深さは図4-4に示したように約50 cmである。

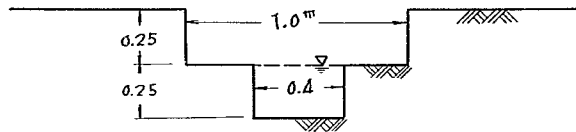


図4-4 テ ス ト ビ ッ ト

この試験結果は次のとおりである。

$$V = 38770 \text{ cm}^3$$

$$W = 8229 \text{ Kg} \quad w = 6.26\%$$

$$\gamma_d = 1.997 \text{ g/cm}^3$$

乾燥密度約 2 g/cm^3 という値は非常によく締っていることを表わしているが、これは前述のように表層の部分での値であつてダンプ、ブルドーザの走行によつて締固まつたものと考えられる。またこのビット及び埋立地に投棄された土砂の粒度試験結果は次頁の図に示すとおりである。

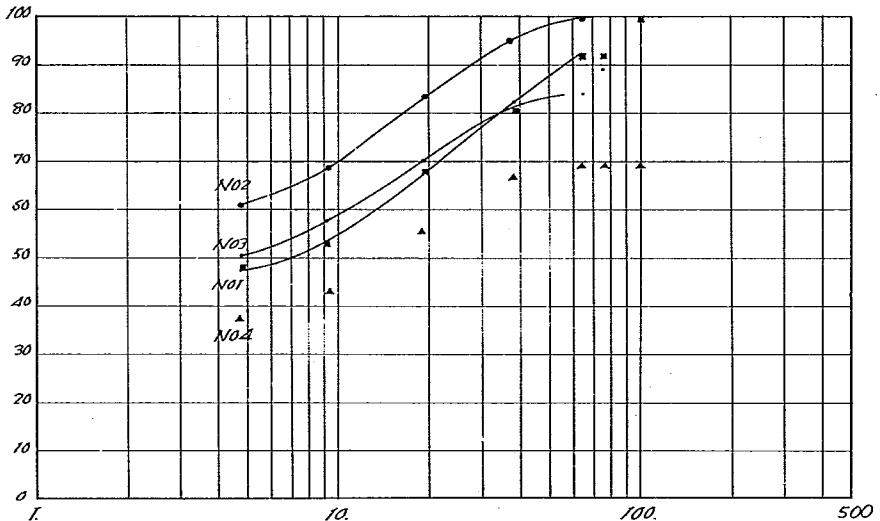
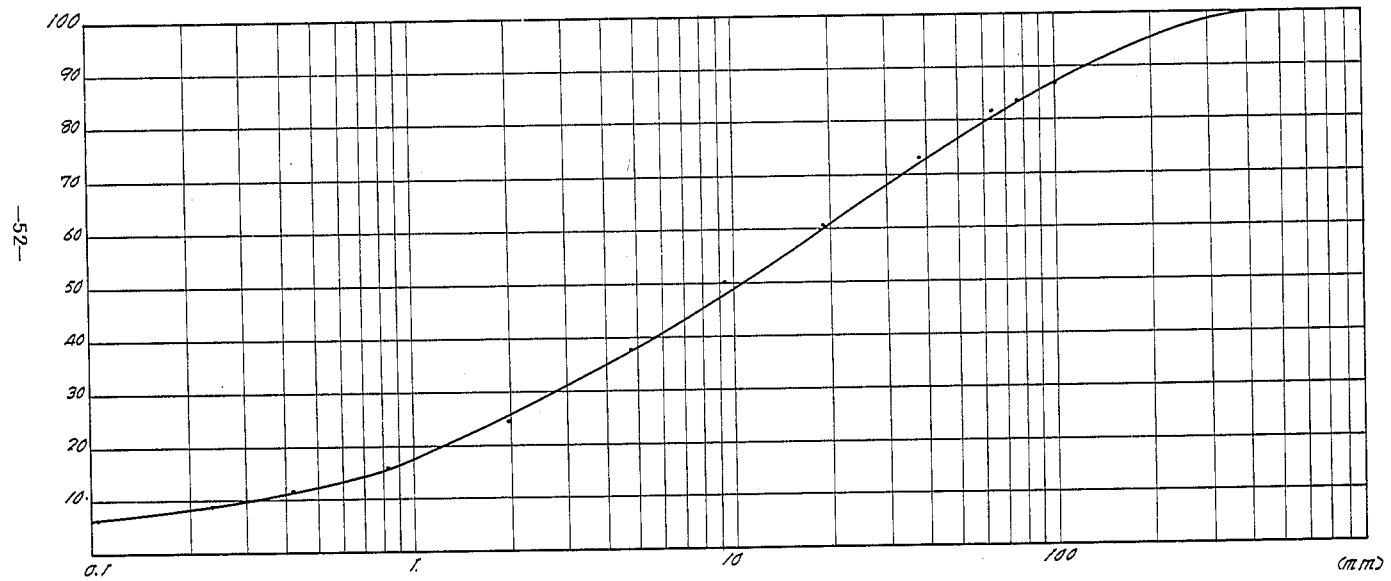


図4-5 テストビットのふるい分け試験

図 4 - 6 埋 立 て 材 料 の 粒 度 分 布



4-3 揚水試験

揚水試験は前述の埋立地の東北端の一画において行なったもので揚水井1本、観測井7本を用いた。これらの配置は図4-3および表4-6に示すとおりである。

表4-6

名 称	略 号	数 量	内 径	深 さ	揚水井からの距離
揚 水 井	PW	1 本	250 ^{mm} φ	GL-10 ^m	—
観 測 井	OW-1	〃	65	— 8	2.7 ^m
〃	OW-2	〃	〃	〃	5.1
〃	OW-3	〃	〃	〃	9.9
〃	OW-4	〃	〃	〃	20.0
〃	OW-5	〃	〃	— 7	50.6
〃	OW-6	〃	〃	— 6	335.4
〃	OW-7	〃	〃	〃	300.6

揚水に先立って揚水井、全観測井、岩壁および埋め残しの池において潮汐にともなう水位変化を3昼夜にわたって観測した。その結果は表4-7に示すとおりである。

この観測結果によって後述するようにこの埋立て地の透水性が予想以上に大きいことが知られたので揚水に当っては潮汐の干満の間を選んで実施した。すなわち当初計画のポンプでは十分な地下水位低下を期待できなくなつたので潮汐による地下水位の変動と揚水による地下水位低下の重ね合わせが判つきり区別できるよう前者による変動が直線的である時間を選んだわけである。

使用した揚水ポンプは神野製作所製M546型で最大容量300ℓ/minである。

揚水試験結果は表4-8に示すとおりである。

また揚水した水について塩類の分析を行なった結果をまとめたのが表4-9である。表中かっこで示した百分率は標準海水に対する値である。

4-4 試験結果の考察

水 位 変 動 調 査

図4-7に水位変動調査結果のうちOW-5における実測値ならびに東西岸壁における潮位の実測値を示した。

表 4-7 水 位 変 動 観 査 結 果

備考：水位の基準は埋立地東側護岸天端を±0とした。

長崎港潮位	満 潮 時 刻				干 潮 時 刻			
	11月 9日	10日	11日	12日	10:17	21:24	3:48	16:10
					10:57	21:52	4:20	16:46
					11:46	22:21	4:59	17:31
					12:58	23:11	5:49	18:46

月日	時刻	中心井		NW-1		NW-2		NW-3		NW-4		NW-5		NW-6		NW-7		潮位(東)		潮位(西)		池	
		水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻
11.9	9	2178	8:59	2196	8:59	2220	9:01	2168	8:55	2215	8:58	2150	9:00	1250	9:02	2399	9:08	1401	9:00	1346	9:17	2111	9:09
	10	1968	9:58	1986	9:57	2000	9:58	1963	9:59	1995	9:56	1940	10:00	1307	10:02	2159	10:03	1251	10:00	1256	10:07	2001	10:00
	11	1903	10:56	1826	10:56	1825	10:57	1788	10:57	1825	10:55	1770	10:58	1241	11:06	2009	11:03	1299	11:03	1345	11:02	1928	10:56
	12	1703	11:54	1706	11:54	1715	11:55	1698	11:55	1735	11:53	1680	11:57	1486	12:01	1849	12:05	1571	11:59	1446	12:00	1771	11:54
	13	1558	13:00	1636	12:59	1660	13:01	1598	13:03	1740	12:59	1731	13:20	1729	13:02	1469	12:55	1706	12:59	1813	13:01	1723	12:55
	14	1808	14:12	1811	14:17	1845	14:11	1818	14:18	1860	14:16	1845	14:19	2046	14:00	1799	14:20	2058	14:20	2187	14:21	1795	14:10
	15	1938	15:08	1924	14:59	1938	14:58	1911	14:56	1985	15:08	1918	14:56	2319	15:00	1844	15:05	2346	14:57	2388	15:17	1892	15:10
	16	1968	15:58	2031	15:58	2095	16:10	2073	16:08	2120	16:12	2090	16:07	2436	16:01	1939	16:13	2451	15:58	2400	16:00	1953	15:53
	17	2158	17:13	2176	17:12	2185	17:14	2180	17:14	2205	17:11	2185	17:15	2375	17:05	2019	17:10	2376	17:04	2382	16:51	2036	16:53
	18	2143	18:20	2147	18:21	2150	18:22	2135	18:23	2145	18:38	2135	18:24	2021	18:25	2069	18:34	2199	18:01			2136	18:03
	19	1993	19:36	2006	19:36	2000	19:36	1995	19:36	2035	19:36	2062	19:04	1783	19:05	2029	19:25	1661	19:15	1576	19:20	2034	19:35
	20	1892	20:18	1897	20:17	1892	20:17	1867	20:21	1860	20:35	1884	20:10	1516	19:56	1974	20:00	1561	19:55	1296	20:21	1956	20:26
	21	1688	21:38	1681	21:36	1690	21:39	1645	21:39	1705	21:30	1655	21:41	1294	21:19	1811	21:36	1217	21:15	1246	21:30	1769	21:25
	22	1608	22:19	1631	22:20	1630	22:16	1610	22:24	1625	22:26	1593	22:24	1421	22:00	1739	22:19	1286	21:56	1326	22:18	1712	22:06
	23	1583	23:02	1596	23:01	1605	23:04	1595	23:05	1616	23:00	1585	23:07	1477	23:02	1700	23:19	1469	23:00	1536	23:18	1648	23:08
11.10	0	1668	0:02	1671	0:01	1700	0:03	1670	0:04	1695	0:00	1675	0:05	1916	0:06	1666	0:29	1919	0:00	1932	0:24	1705	0:16
	1	1808	1:02	1816	1:01	1840	1:03	1820	1:04	1860	1:00	1845	1:05	2306	1:03	1719	1:17	2351	1:01	2478	1:13	1716	1:07
	2	1985	1:58	1974	1:57	2010	1:59	2000	2:00	2026	1:56	2039	2:02	2651	2:03	1839	2:10	2751	2:00	2856	2:06	1836	2:02
	3	2219	3:04	2076	3:03	2167	3:05	2238	3:07	2170	3:02	1717	3:07	3001	3:05	2023	3:25	3071	3:00	3026	3:18	2071	3:13
	4	2420	4:03	2319	4:02	2448	4:04	2448	4:05	2381	4:00	2513	4:07	3111	4:01	2216	4:20	3261	4:00	3061	4:43	2371	4:35
	5	2603	5:07	2609	5:06	2636	5:09	2624	5:10	2653	5:04	2583	5:12	3076	5:03	2309	5:20	3196	5:00	3106	5:15	2351	5:10
	6	2730	6:23	2694	6:20	2735	6:26	2725	6:24	2766	6:18	2734	6:27	2791	6:19	2404	6:39	2901	6:17	2941	6:34	2496	6:25
	7	2662	7:04	2647	7:03	2658	7:07	2643	7:09	2695	7:01	2640	7:10	2641	7:02	2519	7:10	2561	7:00	2331	7:06	2531	7:02
	8	2543	7:58	2552	7:56	2549	7:59	2623	8:00	2566	7:55	2512	8:00	2320	7:56	2559	8:07	2071	7:55	2106	8:04	2486	8:00
	9	2278	9:16	2291	9:15	2281	9:18	2254	9:20	2240	9:10	2235	9:22	1701	9:05	2369	9:10	1551	9:00	1526	9:35	2361	9:10
	10	2131	10:01	2144	10:00	2133	10:03	2109	10:05	2073	9:57	2086	10:06	1466	10:05	2254	10:14	1381	10:05	1396	10:30	2191	10:20
	11	1953	11:00	2038	10:59	1957	11:02	1929	11:03	1892	10:57	1910	11:05	1421	11:05	2114	11:10	1351	11:00	1306	11:25	2031	11:15
	12	1824	12:00	1826	11:58	1826	12:01	1807	12:02	1757	11:57	1792	12:03	1426	12:03	1979	12:06	1421	12:00	1506	12:25	1971	12:07
	13	1755	13:01	1768	13:00	1776	13:04	1759	13:17	1702	12:54	1765	13:20	1651	13:03	1889	13:07	1631	13:00	1706	13:15	1831	13:10

表 4 - 7 (続 き)

	14	1817	13:55	1821	13:54	1830	13:56	1817	13:56	1845	13:53	1822	13:59	1981	14:04	1842	14:14	1969	14:06	1976	14:07	1874	14:00
	15	1923	15:01	1928	15:00	1938	15:02	1930	15:03	1954	14:59	1945	15:03	2171	15:02	1884	15:15	2176	15:00	2231	15:11	1924	15:06
	16	2035	16:00	2039	15:59	2050	16:02	2045	16:03	2066	15:57	2056	16:04	2271	16:12	1969	16:22	2401	16:04	2306	16:16	2031	16:14
	17	2134	16:59	2138	16:58	2147	17:00	2137	17:01	2164	16:57	2149	17:02	2381	17:00	2019	17:12	2471	17:00	2396	17:07	2086	17:03
	18	2191	17:59	2193	17:58	2200	18:00	2193	18:01	2220	17:57	2251	18:03	2281	18:00	2089	18:15	2301	18:00	2376	18:10	2146	18:05
	19	2199	19:06	2138	19:03	2138	19:08	2120	19:10	2162	19:00	2113	19:13	2051	18:55	2086	19:00	2011	18:53	2031	19:06	2151	19:00
	20	2023	20:03	2036	20:00	2045	20:04	2030	20:05	2045	20:00	2020	20:08	1756	20:04	1979	20:23	1731	20:00	2206	20:17	2061	20:09
	21	1888	21:06	1905	21:03	1980	21:11	1900	21:14	1940	21:00	1855	21:16	1551	21:05	1959	21:18	1546	21:00	1736	21:13	1981	21:10
	22	1858	22:02	1776	22:02	1805	22:04	1785	22:05	1830	22:00	1775	22:07	1576	21:59	1855	22:18	1521	21:57	1720	22:04	1876	22:04
	23	1726	23:02	1732	23:00	1729	23:04	1713	23:05	1750	22:59	1708	23:07	1581	22:54	1794	23:07	1583	22:53	1613	23:03	1801	22:59
11.11	0	1738	23:59	1744	23:57	1749	0:00	1737	0:01	1743	23:56	1741	0:02	1771	23:55	1759	0:08	1786	23:53	1816	0:04	1771	23:59
	1	1845	1:02	1853	1:00	1856	1:03	1851	1:04	1874	0:59	1859	1:05	2116	0:53	1794	1:07	2156	0:52	2126	1:03	1834	0:58
	2	1878	2:02	1991	2:01	1950	2:03	1950	2:04	2070	2:00	2374	2:05	2461	1:54	1874	2:06	2521	1:53	2596	2:03	1936	1:59
	3	2173	3:01	2176	3:00	2185	3:02	2185	3:02	2208	2:58	2209	3:03	2876	2:54	1989	3:07	2981	2:52	2976	3:03	2066	2:58
	4	2418	4:15	2516	4:12	2430	4:17	2430	4:18	2433	4:09	2445	4:20	3096	3:57	2129	4:10	3181	3:55	3226	4:06	2211	4:01
	5	2560	5:05	2564	5:05	2579	5:08	2576	5:09	2590	5:00	2604	5:10	3221	5:01	2219	5:14	3296	5:00	3286	5:10	2361	5:05
	6	2683	6:01	2680	6:00	2695	6:02	2698	6:03	2635	5:59	2715	6:05	3121	5:56	2399	6:05	3151	5:54	3146	6:03	2471	5:59
	7	2738	7:01	2752	7:01	2750	7:02	2740	7:03	2775	7:00	2755	7:04	2831	7:01	2514	7:10	2851	7:00	2736	7:07	2576	7:04
	8	2648	7:57	2655	7:56	2654	8:00	2640	8:01	2680	7:55	2638	8:02	2511	7:55	2549	8:05	2461	7:53	2456	8:02	2596	7:59
	9	2503	8:59	2511	8:59	2508	9:00	2494	9:01	2531	8:58	2482	8:58	2126	9:01	2569	9:11	1946	9:00	2056	9:08	2551	9:03
	10	2329	10:00	2336	10:00	2333	10:01	2315	10:03	2353	9:59	2297	10:04	1849	9:58	2499	10:09	1786	9:55	1775	10:05	2426	10:02
	11	2150	11:02	2164	11:00	2156	11:04	2132	11:06	2184	10:59	2111	11:08	1664	11:02	2273	11:12	1569	11:00	1632	11:08	2245	11:05
	12	2001	12:02	2013	12:01	2010	12:03	1992	12:04	2024	12:00	1975	12:05	1613	12:02	2160	12:09	1576	11:55	1641	12:06	3116	12:02
	13	1903	13:15	1856	13:14	1907	13:15	1898	13:16	1883	13:13	1886	13:17	1633	12:56	2036	13:11	1658	12:57	1741	13:05	2001	13:01
	14	1920	14:02	1911	14:01	1914	14:04	1904	14:05	1882	14:00	1905	14:07	1835	14:02	1962	14:13	1966	14:00	1961	14:09	1950	14:03
	15	1984	15:02	1972	15:01	1976	15:02	1967	15:03	1950	15:00	1971	15:05	1973	15:01	1969	15:10	2115	15:00	2117	15:08	1974	15:04
	16	2053	15:56	2040	15:57	2045	15:58	2035	15:59	2054	15:56	2046	16:01	2101	15:59	1987	16:12	2216	15:57	2273	16:08	2021	16:03
	17	2116	17:00	2119	16:59	2125	17:01	2118	17:02	2098	16:58	2125	17:03	2197	17:02	2033	17:13	2307	17:00	2251	17:10	2087	17:03
	18	2176	18:01	2178	17:59	2180	18:02	2182	18:03	2166	17:58	2188	18:04	2291	17:58	2052	18:08	2326	17:55	2206	18:03	2161	18:00
	19	2190	19:02	2194	19:01	2196	19:03	2185	19:04	2177	19:00	2186	19:06	2186	19:01	2115	19:12	2166	19:00	2191	19:08	2213	19:05
	20	2135	20:08	2138	20:02	2113	20:29	2133	20:09	2114	20:01	2111	20:11	1995	20:01	2107	20:13	1965	20:00	1959	20:09	2156	20:06
	21	2042	21:03	2021	21:02	2049	21:04	2034	21:04	2026	21:01	2030	21:05	1819	20:59	1995	21:13	1795	20:58	1822	21:11	2083	21:01
	22	1950	22:03	1960	22:03	1958	22:04	1943	22:04	1954	22:02	1973	22:05	1747	21:57	1979	22:20	1736	22:23	1751	22:04	2012	22:01
	23	1881	23:03	1891	23:02	1886	23:04	1870	23:05	1854	23:01	1867	23:06	1746	23:10	1927	22:56	1758	23:15	1739	23:02	1935	23:06
11.12	0	1853	23:58	1859	23:57	1858	23:59	1845	0:00	1833	23:56	1846	0:02	1826	23:59	1874	0:07	1826	23:58	1861	0:05	1896	24:02
	1	1903	0:57	1908	0:56	1913	0:58	1905	0:59	1889	0:55	1908	1:00	1996	0:50	1875	1:04	2006	0:49	2091	1:00	1906	0:54
	2	2014	2:02	2016	2:01	2025	2:03	2019	2:03	1997	2:00	2029	2:05	2286	1:56	1939	2:11	2306	1:54	2416	2:06	1996	1:58
	3	2151	3:02	2154	3:01	2167	3:03	2162	3:04	2139	2:59	2180	3:04	2571	2:56	2019	3:05	2606	2:55	2666	3:03	2096	2:57
	4	2303	4:03	2310	4:02	2333	4:07	2330	4:07	2296	4:00	2350	4:10	2846	3:56	2124	4:08	2906	3:55	2741	4:06	2231	4:02
	5	2470	5:05	2506	5:04	2485	5:06	2486	5:07	2415	5:03	2503	5:08	3071	5:07	2259	5:18	2971	5:03	3156	5:16	2351	5:13
	6	2603	6:00	2601	6:59	2636	6:11	2634	6:13	2616	6:09	2657	6:16	3086	5:56	2359	6:10	3126	5:55	3181	6:07	2446	6:02
	7	2704	7:03	2710	7:04	2726	7:04	2715	7:05	2696	7:01	2730	7:07	3036	6:59	2446	7:10	3051	6:58	3126	7:05	2551	7:01
	8	2703	8:01	2707	8:00	2704	8:07	2694	8:08	2691	7:59	2694	8:10	2724	8:01	2560	8:16	2676	8:00	2651	8:12	2586	8:06
	9	2593	9:06	2600	9:05	2601	9:07	2587	9:07	2586	9:01	2582	9:08	2461	8:56	2549	9:09	2446	8:55	2576	9:04	2601	9:00

表 4-8 揚 水 試 驗 結 果

昭和 43 年 11 月 13 日 (予備観測)

時刻	中心井		OW-1		OW-2		OW-3		OW-4		OW-5		OW-6		OW-7		潮位(東)		潮位(西)		池		備 考
	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	
10:30	—	—	2496	10:47	2530	10:36	2530	10:28	2520	10:29													
11:00	2402	11:30	2451	11:10	2465	11:02	2478	10:50	2468	10:49													
11:30	2374	11:46	2408	11:29	2423	11:24	2406	11:25	2438	11:04													
12:00	2335	12:00	2373	11:44	2391	11:59	2374	11:40	2393	11:45													
12:30	2273	12:30	2275	12:31	2284	12:26	2267	12:28	2256	12:26													
13:00	2212	12:59	2211	13:00	2223	12:56	2207	12:57	2195	12:58													
13:30	2168	13:26	2186	13:25	2160	13:28	2145	13:27	2134	13:24													
14:00	2088	14:09	2091	14:06	2095	14:05	2080	14:01	2054	14:10													
14:30	2053	14:30	2056	14:29	2055	14:31	2035	14:36	2034	14:27													満潮 14:23
15:00	2043	14:59	2041	15:00	2042	15:01	2027	15:02	2011	15:06													
15:30	4838	15:35	2001	15:33	2000	15:36	1980	15:37	1974	15:32	1970	15:38	1878	15:30	2065	15:38	1856	15:32	1841	15:34	2045	15:30	揚水開始 15:30
16:00	5208	16:03	1986	16:02	1980	16:04	1970	16:05	1950	16:20	1960	16:05	1918	16:03	2032	16:08	1894	16:02	1911	16:04	2027	16:00	
16:30	5283	16:34	1986	16:33	1985	16:35	1970	16:36	1954	16:30	1970	16:38	1972	16:30	2005	16:37	1971	16:32	1971	16:33	2000	16:29	
17:00	5308	17:02	1986	17:01	2000	17:02	1990	17:04	1967	17:00	1988	17:06	1941	17:00	1992	17:09	2069	17:02	2001	17:05	1998	17:00	
17:30	—	—	2016		2020	17:32	2010	17:33	1994	17:29	2010	17:35	2097	17:30	1989	17:37	2103	17:32	2106	17:33	2011	17:30	
17:45	—	—	2049																				
17:47	5582		2051																				
17:49	5633		2052																				揚水停止 17:50
17:50	5624		2052		2037																		
17:51	2012		—		—																		
17:52	2010		2050		2033																		
17:53	2012		—		—																		
17:54	2014		2053		2033																		
17:55	2015		—		—																		
17:56	2016		2054		2039																		
17:57	2017		—		—																		
17:58	2018		2055		2040																		

表 4 - 8 (続 き)

[illegible]

表 4 - 8 (続 き)

昭和 43 年 11 月 14 日

測定時刻	中心井		OW-1		OW-2		OW-3		OW-4		OW-5		OW-6		OW-7		潮位(田)		潮位(西)		池		備 考
	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	
8:30	2601	8:32	2589	8:40	2595	8:37	2584	8:36	2567	8:34	2602	8:38	2749	8:45							2463	8:32	
9:00	2605	9:11	2601	9:12	2630	9:14	2620	9:12	2851	9:11	2632	9:13	2852	9:03							2491	9:58	
9:30	2622	9:29	2614	9:30	2642	9:31	2632	9:31	2924	9:28	2642	9:32	2774 2797	9:15 9:32							2500 2531	9:15 9:53	
10:00	2655	10:00	2633	9:58	2659	10:02	2655	10:05	2642	9:57	2655	10:06	2643	10:17							2531 2538	9:47 10:00	
10:15	2653	10:16	2631	10:15	2658	10:17	2649	10:18	2639 2639	10:09 10:14	2649	10:20	2588	10:32							2541	10:15	
10:30	2648	10:30	2646	10:30	2650	10:31	2645	10:32	2629	10:29	2637	10:33	2576	10:48							2551	10:30	
10:45	2632	10:48	2623	10:47	2624	10:48	2613	10:49	2603	10:46	2610	10:51	2485	11:05							2554	10:45	
11:15	2603	11:06	2605 2569	11:05 11:24	2604 2576	11:08 11:26	2592	11:08	2584 2559	11:04 11:22	2590	11:09	2407 2378	11:19 11:34							2556 2544	11:03 11:15	
11:30	2676	11:24	2571	11:31	2560	11:35	2563	11:27	2544	11:30	2555	11:30	2335	11:45							2536	11:30	
11:45	2563	11:34	2536	11:48	2588	11:50	2548	11:36	2519	11:47	2548	11:36									2526	11:45	
12:00	2538	11:49			2513	12:00	2525	11:51	2477	12:00	2215	11:52											
12:02	2476				2510	12:02			2472														
12:04	2471				2507				2467														
12:06	2466		2483		2502				2465														
12:08	2462		2486		2498				2464														
12:10	2460		2482		2496				2460														
12:12	2456	(L) 2470	2478		2493				2456														
12:14	2451	揚水 2470	2475		2488				2451														
12:16	2447	290 270	2471		2483				2447														揚水開始 12:16
12:18	5269	250 225	2474		2485				2441														
12:20	5503	220 220	2471		2480				2438														
12:22	5573	218 218	2468		2478				2435														
12:24	5611	215 220	2464		2474				2431														
12:26	5625	218 215	2460		2470				2421														

表 4 - 8 (続 き)

12:28	5.655	215	2456		2467				2424										
12:30	5.651	215	2452		2463				2421										
12:32	5.659	215	2448		2460				2418										
12:34	5.654	215	2445		2456				2414										
12:36	5.649	215	2440		2451				2409										
12:38	5.636	215	2437		2448				2405										
12:40	5.650	215	2433		2444				2401										
12:42	5.656		2429		2439				2398										
12:44	5.661		2425		2434				2395										
12:46	5.658		2421		2431				2390										
13:06	5.662		2400		2410				2366										
13:06	5.659		2379		2390				2348										
13:08	5.677		2376		2388				2345										
13:10	5.660		2372		2383				2341										
13:12	5.657		2368		2379				2335										
13:14	5.657		2364		2375				2327										
13:16	5.662		2360		2371				2320										湯水停止 13:16
13:18	2323		2350		2360				2316										
13:20	2317		2344		2354				2313										
13:22	2313		2339		2349				2308										
13:24	2310		2336		2345				2307										
13:26	2306		2332		2341				2303										
13:28	2303		2329		2338				2301										
13:30	2297		2322		2334				2297										
13:32	2292		2318		2330				2292										
13:34	2290		2314		2325				2287										
13:36	2284		2310		2320				2282										
13:38	2280		2306		2318				2276										
13:40	2275		2301		2313				2274										
13:42	2271		2297		2308				2271										
13:44	2266		2293		2304				2268										

表 4 - 8 (続 き)

[illegible]

表 4 - 8 (続 き)

17:28	5,470	230	1960		1971			1935														
17:30	5,498	230	1961		1971			1934														
17:32	5,526		1960		1970			1931														
17:34	5,553		1960		1969			1930														
17:36	5,562		1964		1969			1929														
17:38	5,560		1959		1969			1929														
17:40	5,575	230	1958		1969			1930														
17:42	5,585		1958		1969			1932														
17:44	5,596		1958		1970			1932														
17:46	5,595	230	1959		1970			1933														
17:46 ³⁴	3,993		1959		1969			1934														
17:46 ³⁴	2,663		1959		1968			1934														
17:46 ³⁴	-		1957		1967			1935														
17:47	1925		1956		1967			1935														
17:47 ³⁴	1925		1955		1967			1936														
17:47 ³⁴	1925		1955		1967			1936														
17:47 ³⁴	1925		1955		1967			1936														
17:48	1926		1954		1967			1936														
17:50	1927		1956		1968			1937														
17:52	1929		1949		1970			1938														
17:54	1931		1949		1972			1940														
17:56	1933		1951		1974			1942														
17:58	1936		1953		1976			1943														
18:00	1939		1956		1980			1945														
18:02	1943		1960		1983			1949														
18:04	1944		1963		1985			1954														
18:06	1946		1965		1987			1955														
18:08	1948		1967		1988			1957														
18:10	1950		1969		1991			1958														
18:30	1966		1994		2070		2000	18:31	1976		2002	18:30	2086	18:36	1990	18:53	2110	18:55	2140	18:48	2015	18:42
19:00	2003		2030		2048	19:02	23:02	19:06	2018	19:05	2037	19:07	2167	19:05	2002	19:21	2196	19:04	2259	19:15	2041	19:10
20:00	2068	19:49	2092	19:48									23:05	20:03	2052	20:23	2352	19:55	2432	20:17	2097	20:09

揚水停止17:46

表4-8 (続き)

昭和43年11月15日

時刻	中心井		OW-1		OW-2		OW-3		OW-4		OW-5		OW-6		OW-7		潮位(東)		潮位(西)		池		備考
	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	水位	時刻	
8:30	2414	8:27	2423	8:27	2430	8:24	2428	8:23	2416	8:30	2445	8:30	2423	8:30	2262	8:38	2923	8:29	2924	8:35	2324	8:33	
8:45	2459	8:48	2457	8:45	2478	8:46	2473	8:47	2451	8:47	2489	8:49	2481	8:48	2293	8:59	2918	8:46	2901	8:57	2336	8:51	
9:00	2491	9:02	2493	9:03	2513	9:03	2509	9:04	2489	9:05	2527	9:06											
9:15	2522	9:19	2516	9:10	2540	9:17	2538	9:17	2511	9:16	2553	9:20											
9:22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
9:24	2533	-	2536	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
9:26	2535	-	2540	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
9:28	2538	揚水機	2543	-	2559	-	-	-	2538	-	-	-											
9:30	2542	2540	2546	-	2567	-	-	-	2539	-	-	-											揚水開始20
9:30	3528	-	2550	-	2570	-	-	-	2540	-	-	-											
9:30	3843	-	2553	-	2572	-	-	-	2541	-	-	-											
9:30	4598	-	2554	-	2573	-	-	-	2541	-	-	-											
9:31	4923	280	2555	-	2574	-	-	-	2542	-	-	-											
9:31	5178	-	2555	-	2575	-	-	-	2542	-	-	-											
9:31	5328	-	2556	-	2575	-	-	-	2543	-	-	-											
9:31	5458	-	2557	-	2575	-	-	-	2543	-	-	-											
9:32	5578	268	2557	-	2576	-	-	-	2544	-	-	-											
9:34	5629	278	2560	-	2580	-	-	-	2546	-	-	-											
9:36	5701	270	2564	-	2584	-	-	-	2551	-	-	-											
9:38	5731	218	2568	-	2588	-	-	-	2555	-	-	-											
9:40	5738	215	2572	-	2592	-	-	-	2559	-	-	-											
9:42	5709	"	2575	-	2596	-	-	-	2563	-	-	-											干潮 9:42
9:44	5725	"	2579	-	2598	-	-	-	2566	-	-	-											
9:46	5720	"	2583	-	2603	-	-	-	2569	-	-	-											
9:48	5727	"	2587	-	2606	-	-	-	2573	-	-	-											
9:50	5716	"	2591	-	2609	-	-	-	2576	-	-	-											
9:52	5724	"	2594	-	2614	-	-	-	2579	-	-	-											
9:54	5711	"	2596	-	2616	-	-	-	2582	-	-	-											
9:56	5695	"	2599	-	2618	-	-	-	2585	-	-	-											
9:58	5718	"	2602	-	2621	-	-	-	2588	-	-	-											
10:00	5724	"	2605	-	2625	-	-	-	2591	-	-	-											揚水停止10:00
10:00	4418	-	2606	-	2625	-	-	-	2592	-	-	-											
10:00	3213	-	2604	-	2624	-	-	-	2592	-	-	-											
10:00	2617	-	2603	-	2621	-	-	-	2593	-	-	-											
10:01	2609	-	2603	-	2621	-	-	-	2593	-	-	-											
10:01	2601	-	2603	-	2621	-	-	-	2593	-	-	-											
10:01	2601	-	2603	-	2621	-	-	-	2594	-	-	-											

[illegible]

表 4 - 8 (続 き)

[illegible]

表 4 - 8 (続 き)

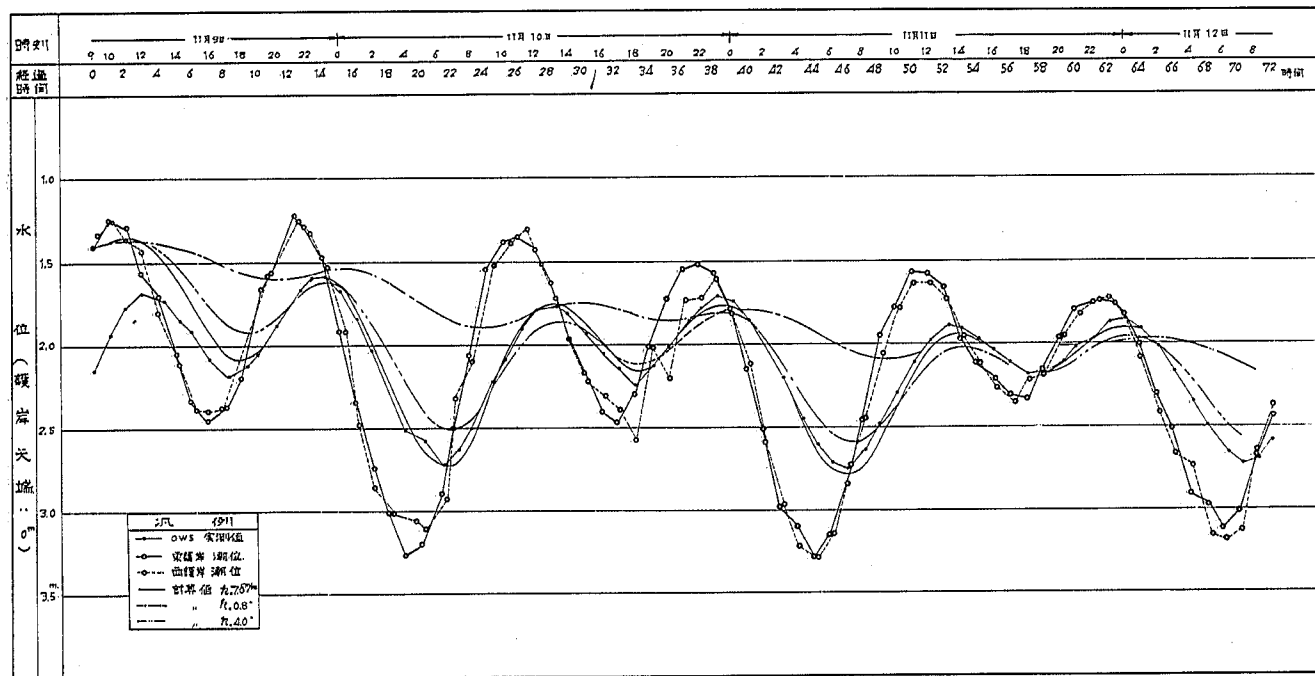
[illegible]

表 4 - 9

揚 水 し た 水 の 含 有 塩 類 (千 分 比 量)

塩 類		№ 1 (揚 水) 1 5 : 3 7	№ 2 (海 水)	№ 3 (揚 水) 1 6 : 3 0	№ 4 (溜 池)	№ 5 (揚 水) 1 7 : 4 3	標 準 海 水
実 験 結 果	NaCl	2 3.5 6 6 (8 6.6 %)	2 6.6 2 5 (9 7.8 %)	2 3.7 1 6 (8 7.1 %)	2 5.4 1 0 (9 3.4 %)	2 3.6 2 1 (8 6.8 %)	2 7.2 1 3
	MgCl ₂	3.2 9 7 (8 6.6 %)	3.7 2 5 (9 7.8 %)	3.3 1 8 (8 7.2 %)	3.5 5 4 (9 3.4 %)	3.3 0 5 (8 6.8 %)	3.8 0 7
	Mg SO ₄	1.4 3 6	1.6 2 2	1.4 4 6	1.5 4 9	1.4 3 9	1.6 5 8
	Ca SO ₄	1.0 9 1	1.2 3 2	1.0 9 9	1.1 7 7	1.0 9 4	1.2 6 0
	K ₂ SO ₄	0.7 4 7	0.8 4 4	0.7 5 3	0.8 0 6	0.7 4 9	0.8 6 3
	Ca CO ₃	0.1 0 7	0.1 2 0	0.1 0 7	0.1 1 5	0.1 0 7	0.1 2 3
	Mg Br ₂	0.0 6 6	0.0 7 4	0.0 6 6	0.0 7 1	0.0 6 6	0.0 7 6
合 計		3 0.3 1 0 (8 6.6 %)	3 4.2 4 2 (9 7.8 %)	3 0.5 0 5 (8 7.2 %)	3 2.6 8 2 (9 3.4 %)	3 0.3 8 1 (8 6.8 %)	3 5.0 0 0

圖 4 - 7



同図中にはまた(4-5)式を用いて得られた計算値が記入してある。

これによれば埋立地の有効間隙率を0.2と仮定したときには透水係数は $k=7\text{ cm/sec}$ の計算値が実測値とかなり良い一致を示しており甚だ大きな透水係数であることが知られる。

地下水位変動に関する本間の解

$$\zeta = \zeta_0 \exp(-m_2 x) \sin(\sigma t - m_1 x) \dots\dots (4-18)$$

ここに

ζ ; 地下水位の変動量

ζ_0 ; 境界における水位の変動量

σ ; ζ_0 の変動周期

t ; 時 間

x ; 距 離

であつて

λ ; 有効間隙率

H ; 平均水位

k ; 透 水 係 数

とすると

$$m_1 = \sqrt{\frac{\sigma^2}{2gH} + \frac{\lambda\sigma}{2H} + \sqrt{\frac{\sigma^2}{g^2} + \frac{1}{k^2}}} \dots\dots (4-19)$$

$$m_2 = \sqrt{-\frac{\sigma^2}{2gH} + \frac{\lambda\sigma}{2H} + \sqrt{\frac{\sigma^2}{g^2} + \frac{1}{k^2}}} \dots\dots (4-20)$$

を用いて考察するために $\lambda=0.2$ として種々の k の値に対して減水率および位相差を求めたのが図4-8, 9である。

これによれば透水係数は $5 \sim 7\text{ cm/sec}$ であることが知られる。

(4-17)式を用いて透水係数を求めてみると表4-10のようになる。

表 4 - 1 0

井 戸 No	揚 水 量	水 位 低 下 量	透 水 係 数
OW-1	215 ℓ/min	1.0 cm	1.30 cm/Aec
"	220	0.8	1.67
OW-2	215	1.0	2.08
"	220	0.7	2.37

潮汐による地下水位の変動ならびに揚水試験によって得られたこの埋立地の透水試験は同じオーダーであつて

$$k = 1.30 \sim 7.0 \text{ cm/sec}$$

という大きな値になっている。

図4-6に示したように埋立て材料の粒度分布は粗粒分をかなり含んで均等係数も大きいにもかかわらずこのような大きな透水係数となつた理由として考えられることは、この埋立地の造成に際して海中に投棄した材料のうち粗粒分が潮汐によって失われたのではなかろうかという点である。

いまひとつの考えられる理由はダンプによるまき出しの際に斜面を落下する材料の粒度に分離が生じ層状に堆積したためで、その結果このように大きな透水係数となつたものと考えられる。

图 4 - 8 衰减率

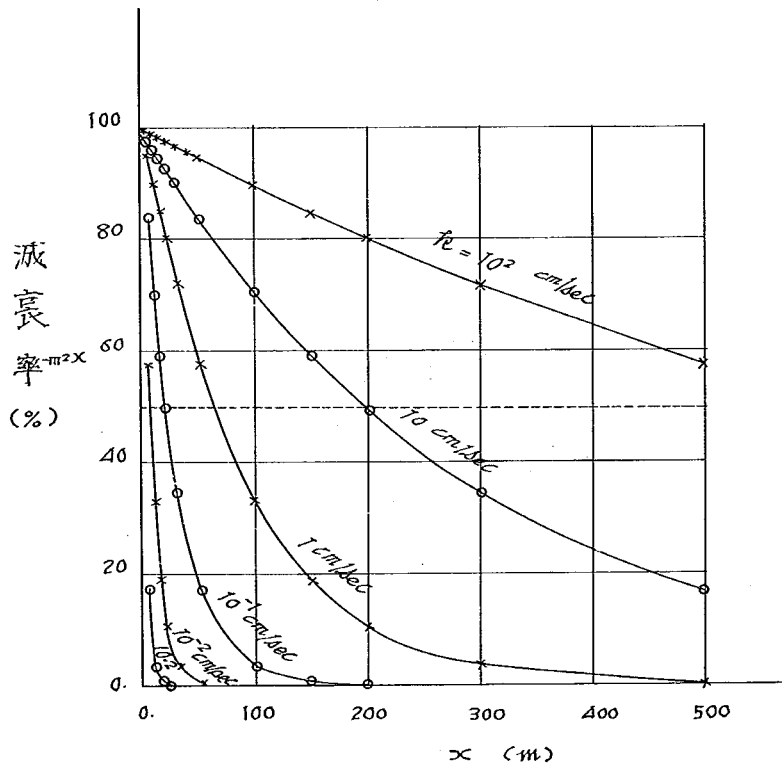
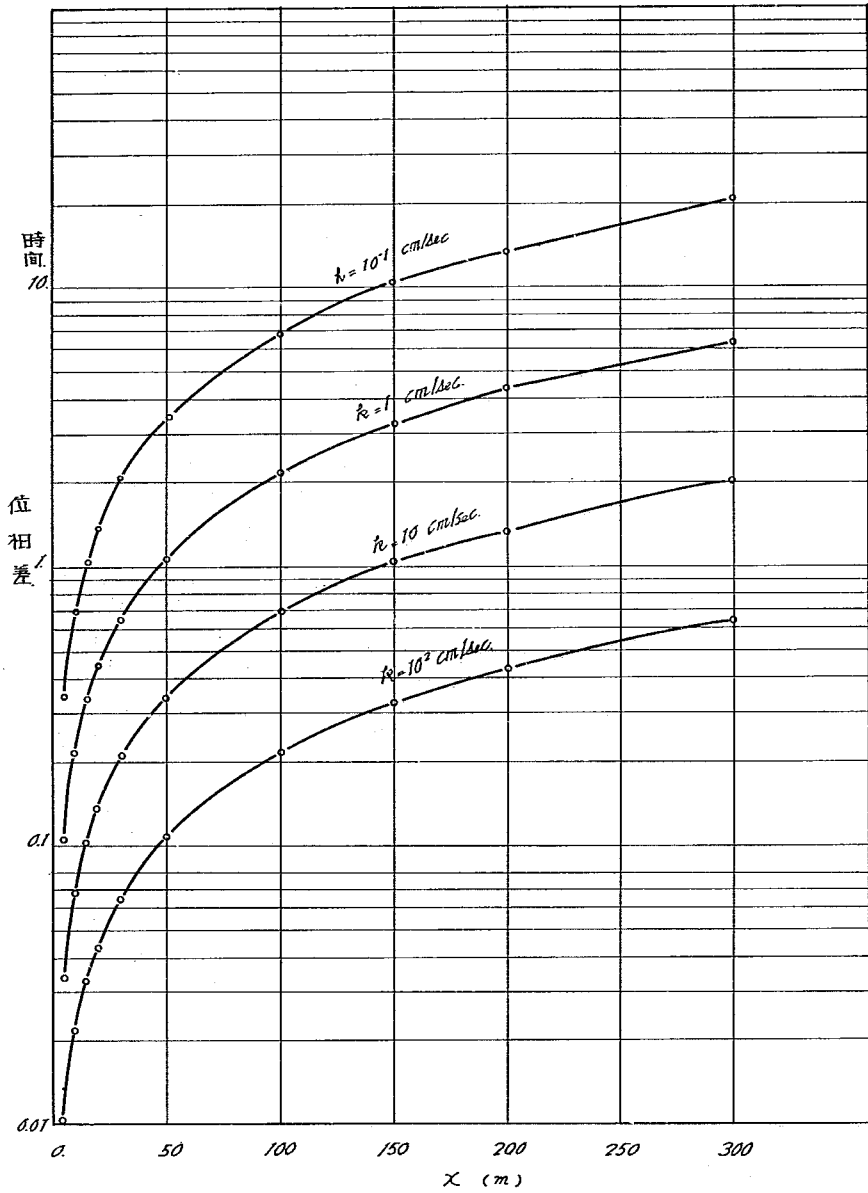


图 4-9 位 相 差



揚水試験

揚水による水位低下を図示すると図4-10のようになる。これから水位低下、回復とも2分程度で定着状態になることが知られる。

図4-10 (その1)

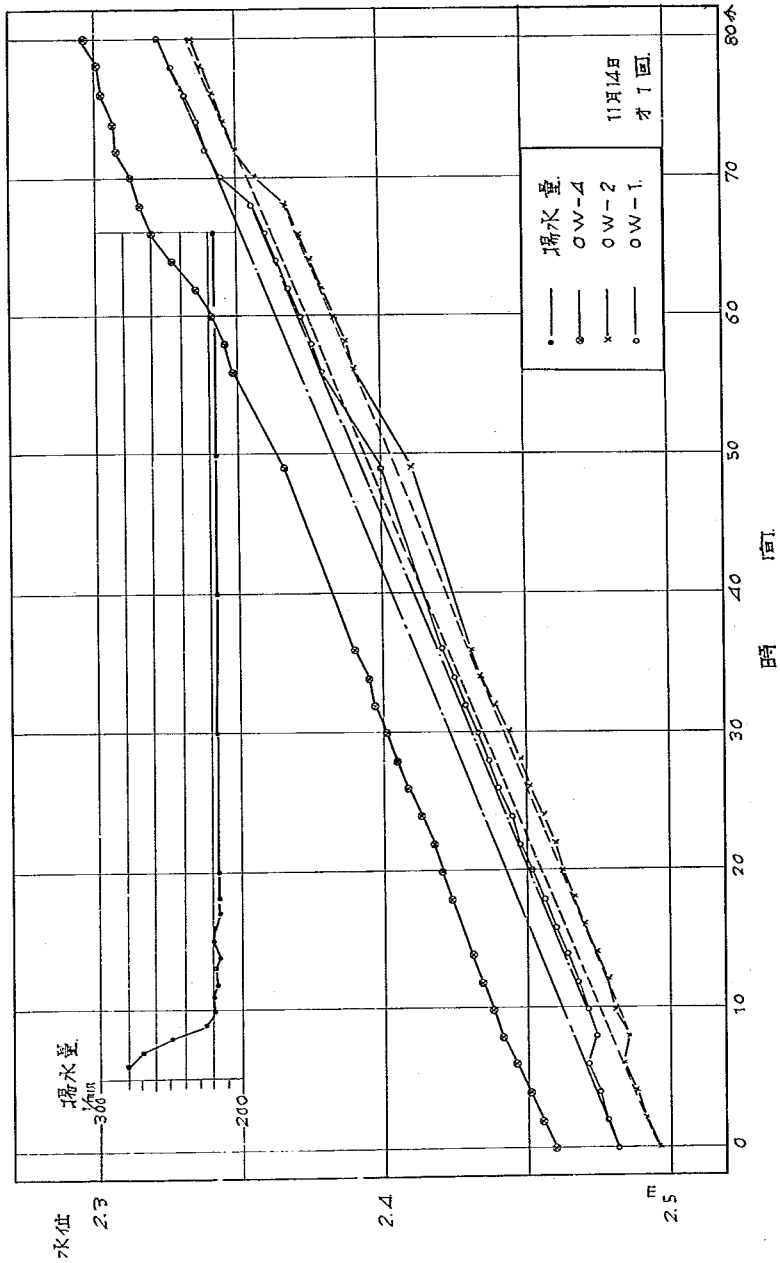


図 4 - 10 (その 2)

