

マレーシア国

クラン地域下水道・排水計画

マスタープランおよびフィージビリティスタディ報告書

第 IV 卷

下水道付録編

昭和57年11月

国際協力事業団

開 二

82-172(1/8)

マレーシア国

クラン地域下水道・排水計画

マスタープランおよびフィージビリティスタディ報告書

第 IV 卷

下水道付録編

JICA LIBRARY



1031263L5J

昭和57年11月

国際協力事業団

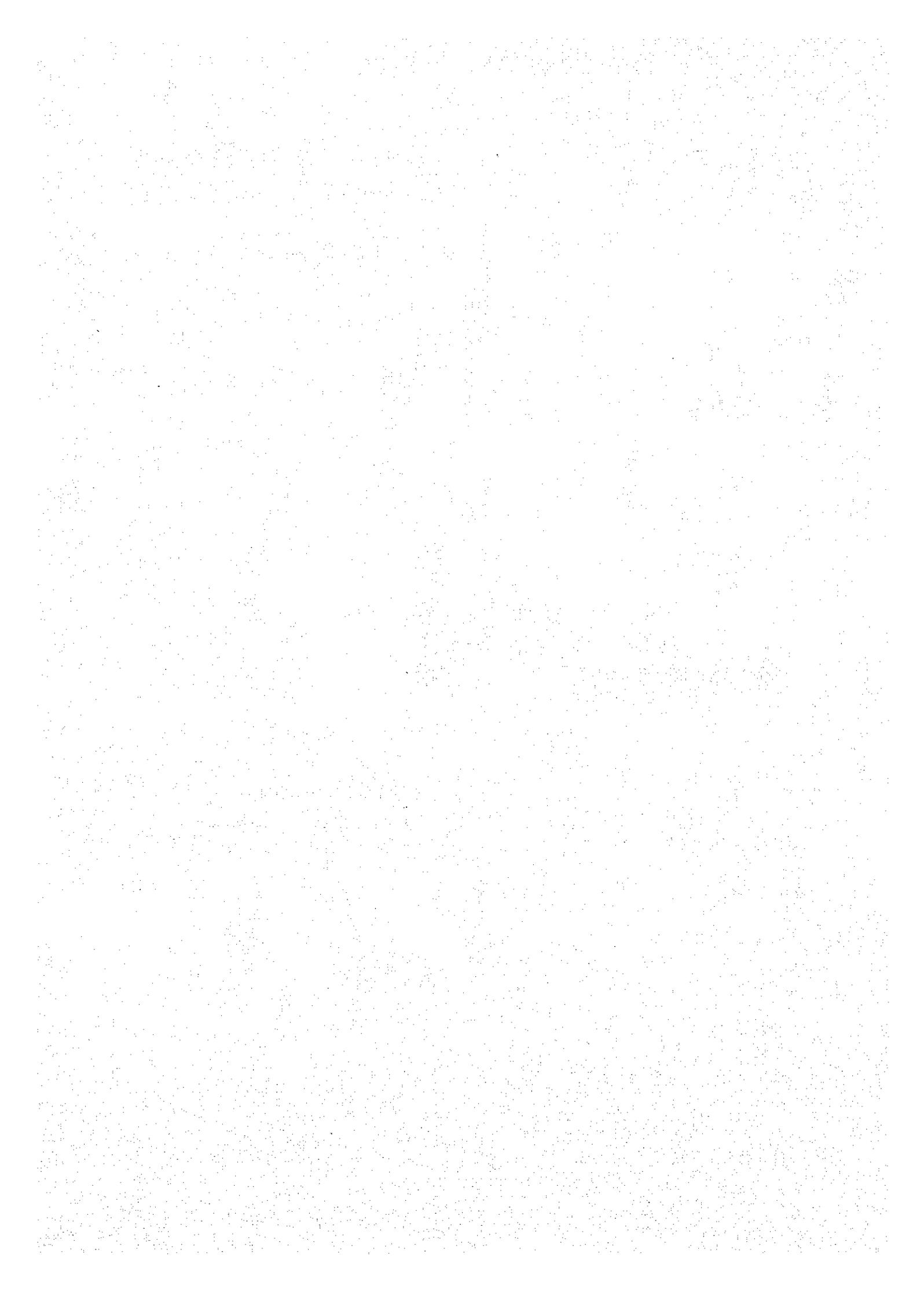
國際協力事業団	
登録No. 14080	113
	61.8
	SDS

下水道マスタープランおよびフィージビリティ・スタディ付録

目 次

- 付録A 人口推計及び土地利用
- 付録B 河川と水路の水質調査
- 付録C 2つの住居地域の生活排水についての検討
- 付録D 工場リスト
- 付録E Wardieburn 酸化池のBOD負荷に関する検討
- 付録F 処理プロセスの代替案の比較
- 付録G 実施の優先度
- 付録H 費用積算
- 付録I 施設の概略設計
- 付録J 日本下水道事業団
- 付録K 管材質の検討
- 付録L ポンプ型式の選定
- 付録M 財務諸表

付 録 A
人口推計及び土地利用



付録A 人口推計及び土地利用

A. 1. クラン地域の人口推計

① 人口増加率に基づく推計

過去33年間の年間人口増加率は、1947年～1957年 3.6%、1957年～1970年 3.5%、1970年～1980年 3.7%である。これより、最新値である 3.7%を使用し、将来人口を推計すると、1990年 410,000人、2000年 590,000人となる。

表A.1. 人口増加率設定に基づく将来人口推計

年間人口増加率の設定		推計人口	
年次	年間人口増加率(%)	年次	推計人口
1947-1957	3.6 * 1)	1990	410,000
1957-1970	3.5 * 1)	2000	590,000
1970-1980	3.7 * 1)		
1980-1990	3.7 * 2)		
1990-2000	3.7 * 2)		

注) * 1) 人口センサス

* 2) 設定値

② 指数回帰式に基づく推計

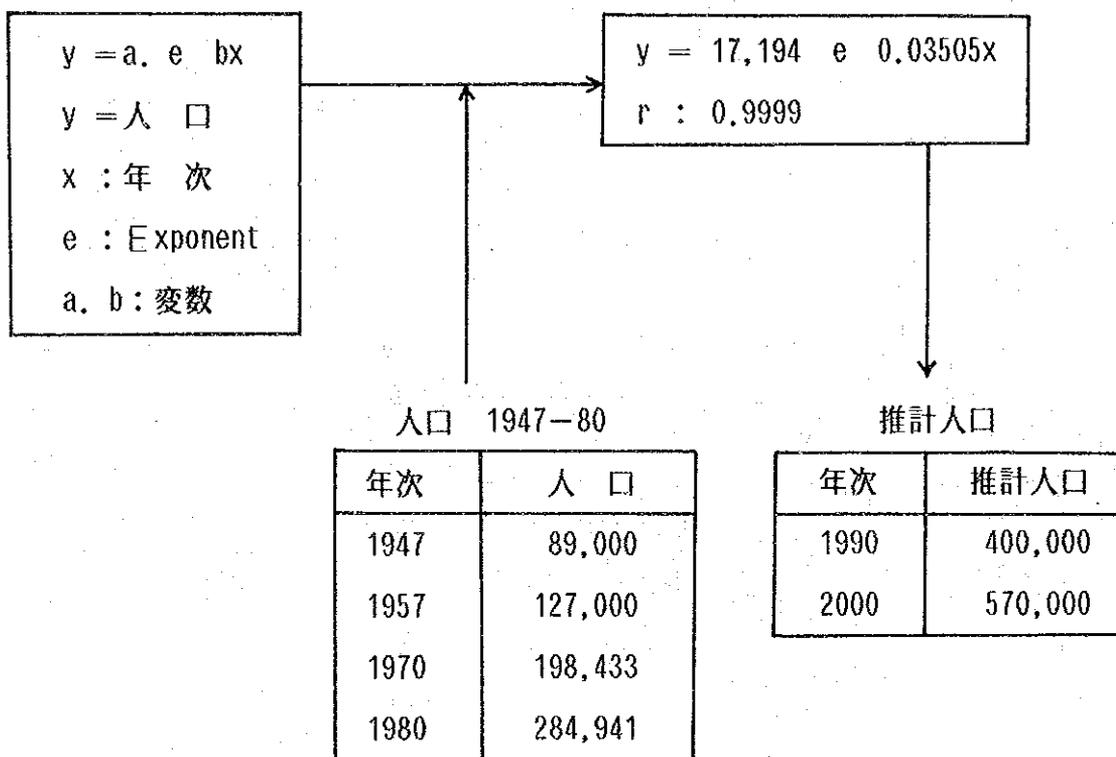
過去33年間の人口推移にもっとも適合するのは指数回帰式であり、それによると将来人口は1990年 400,000人、2000年 570,000人となる。

$$P = 17,194 \cdot \text{EXP} (0.03505 (X - 1900))$$

P : 人口

X : 年次

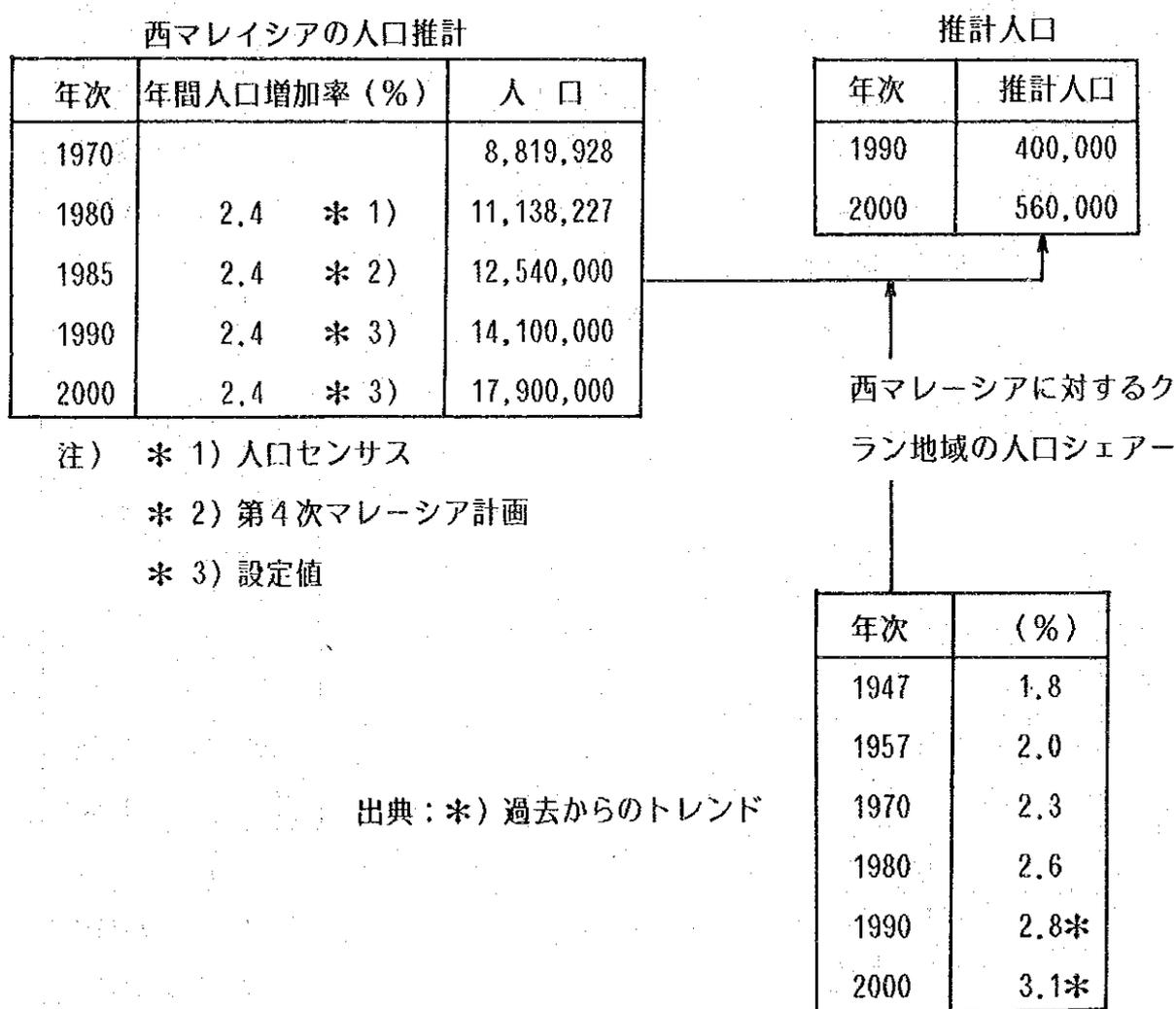
表A.2. 指数回帰式に基づく将来人口推計



③ 西マレーシアに対する人口シェアに基づく推計

クラン地域の西マレーシアに対する人口シェアは1947年 1.8%、1957年 2.0%、1980年 2.6%となっており、この傾向が続くと1990年 2.8%、2000年 3.1%と想定される。一方、西マレーシアの人口増加率は1970年～1980年 2.4%、第4次マレーシア計画によると1980年～1985年 2.4%となっていることにより、将来人口増加率を 2.4%と設定すると、西マレーシアの将来人口は1990年14,100,000人、2000年 17,900,000 人となる。以上より、クラン地域将来人口は1990年 400,000人、2000年 560,000人となる。

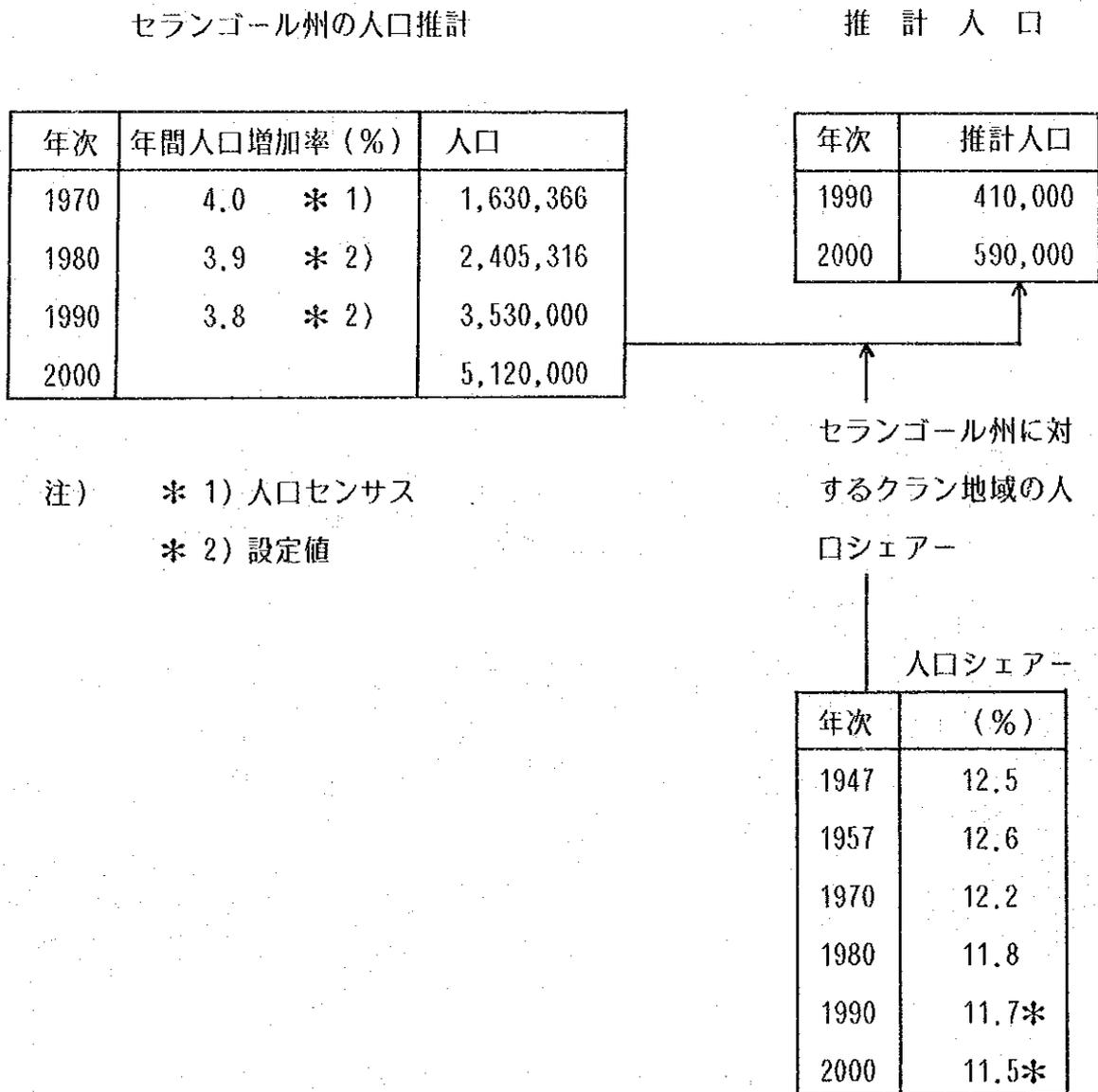
表A.3. 西マレーシアに対する人口シェアに基づく将来人口推計



④ セランゴール州に対する人口シェアに基づく推計

上記手法と同様であり、セランゴール州人口シェアによると、クラン地域将来人口は1990年 410,000人、2000年 590,000人となる。

表A.4. セランゴール州に対する人口シェアに基づく将来人口推計



注) * 1) 人口センサス
* 2) 設定値

出典：過去からの
トレンド

A. 2. 将来就業人口（2000年）

将来就業人口は将来人口及び将来就業率よりまとめる。

表A.5. 将来就業人口（2000年）

年次	就 業 率	就 業 人 口	
		クラン地域	計画区域
1980	33.0 * 1)	94,000	65,000
1990	36.0 * 1)	148,000	119,000
2000	39.0 * 1)	226,000	195,000

注) * 1) 過去からのトレンド

A. 3. 部門別将来就業人口

1) 農 業

本地域では都市化の進展にともない、農業就業人口は安定的に減少すると想定され、将来減少率としては1957年～1970年にかけてのセラノゴール州減少率を採用した。

表A. 6. 農業就業人口

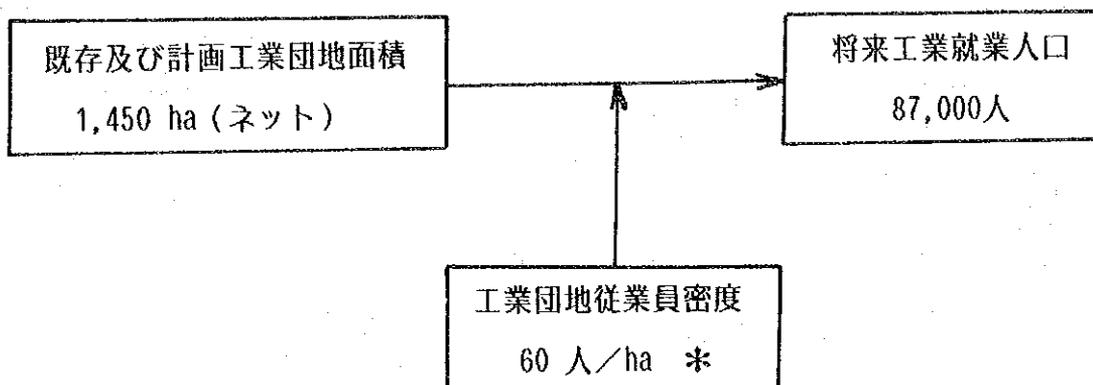
年次	年間減少率	農業就業人口
1970		13,361 * 1)
1980	- 0.7 * 2)	12,500
1990	- 0.7 * 2)	11,500
2000	- 0.7 * 2)	11,000

注) * 2) 設定値

2) 工業

将来工業就業者はPKNSによって計画されている工業団地面積から推計した。

表A.7. 工業就業人口



注) * Interim Development Control Planning Study

3) 運輸

運輸産業関連就業人口算定にあたっては、ノースポート及びニューポートの開発を考慮した。

表A.8. 運輸産業就業人口

年次	港湾関連就業人口	その他運輸産業就業人口	運輸産業就業人口
1970	6,457 * 1)	3,339 * 1)	9,796
1990	23,904 * 2)	6,899 * 4)	30,803
2000	32,617 * 3)	9,759 * 4)	42,376

注) * 1) 1970年人口センサス

* 2) ノースポートは1990年までに完成するとした。

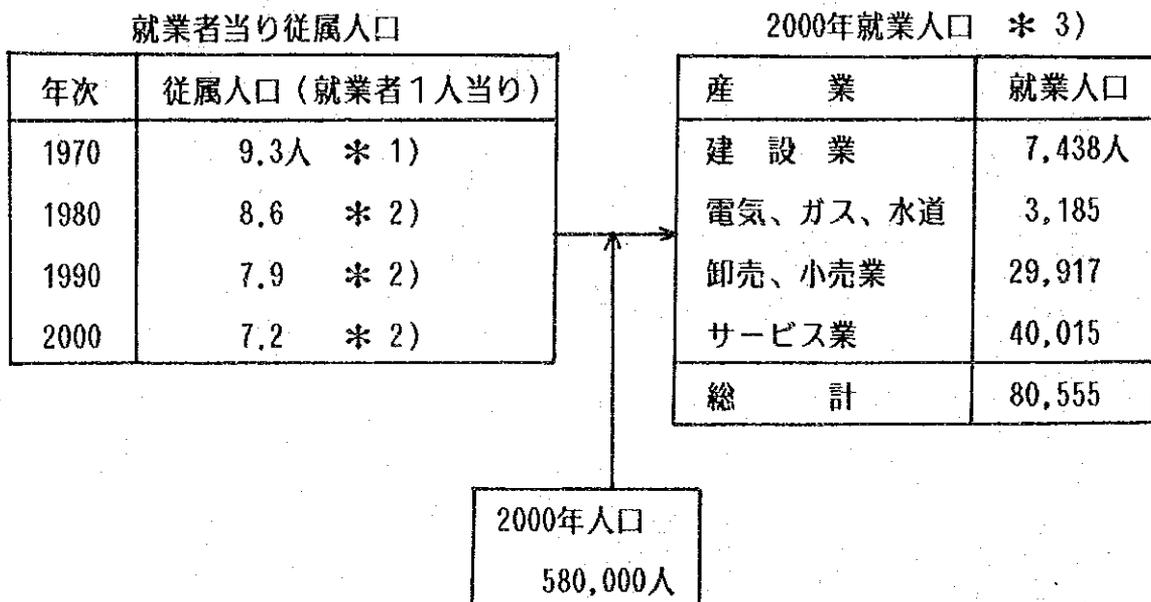
$$\frac{\text{ノース及びサウスポート埠頭延長 (3,092m)}}{\text{サウスポート埠頭延長 (1,054m)}} \times 6,457 = 23,904$$

- * 3) 1990年以降ニューポートが稼働しだすとし、1990年値まで含めた過去からのトレンドにより算定
- * 4) 将来人口に比例させ算定した。

4) その他産業

その他産業には、“建設業” “電気、ガス、水道”、“卸売”、“小売”及び“サービス業”が含まれる。これら産業は居住人口に從属する産業であるので、将来人口に比例させ将来就業人口を算定した。

表A.9. その他産業就業人口



- 注) * 1) 1970年センサス
 * 2) セランゴール州の1957年～1970年減少率によった。
 * 3) 1970年センサスのシェアにより各産業に配分した。

A. 4. 部門別将来就業人口（2000年）

前記 1) ～ 4) までの値を、2000年就業人口（226,000人）をコントロールトータルとして調整した。

表 A.10. 部門別将来就業人口 (2000年)

クラン地域の1)～4)までの算定値

部門	就業人口
農業	10,790人
鉱業	36
工業	87,000
建設業	7,438
電気、ガス、水道等	3,185
運輸業	42,376
卸・小売業	29,917
サービス業	40,015
総計	220,757

部門	就業人口
農業	11,000人
鉱業	0
工業	89,000
建設業	8,000
電気、ガス、水道等	3,000
運輸業	43,000
卸・小売業	31,000
サービス業	41,000
総計	226,000

コントロールトータル
(226,000人)

部門	就業人口
農業	1,000人 * 1)
鉱業	0
工業	81,000 * 2)
建設業	7,000 * 2)
電気、ガス、水道等	3,000 * 2)
運輸業	38,000 * 2)
卸・小売業	28,000 * 2)
サービス業	37,000 * 2)
総計	195,000

コントロールトータル
(195,000人)

注) * 1) 先ず、農業就業人口をクラン地域と計画区域の農地面積割合によって配分した。

$$11,000人 \times 8,000人 / 114,000人 = 1,000人$$

* 2) 次に、計画区域コントロールトータルのもとにクラン地域の割合に比例させ、その他部門の就業人口をもとめた。

A. 5. 土地利用

表A.11. 住居地域

2000年の居住人口	500,000 人
平均人口密度	100 人/ha
住宅地需要	5,000 ha
現在の住宅地面積	1,600 ha
1980~2000年の住宅地需要	3,400 ha

注) 現在の平均人口密度は 120人/haである。

表A.12. 工業地域

2000年工業就業人口	81,000 人
工業従業者密度 (グロス)	40 人/ha
工業地需要	2,000 ha
現在の工業地面積	700 ha
計画工業団地面積	1,400 ha
計画工業団地以外の 1980~2000年の需要	0

注) ネット工業従業者密度は 60人/haである。

表A.13. 商業地域

2000年商業就業人口	85,000 人
商業従業者密度	300 人/ha
商業地需要	280 ha
現在の商業地面積	90 ha
1980~2000年の商業地需要	190 ha

注) 現在の商業従業者密度は 400人/haである。

表A.14. 公共施設地域

2000年居住人口	500,000 人
人口当り公共施設地域面積	12 m^2 /人
公共施設地域需要	600 ha
現在の公共施設地域面積	230 ha
1980~2000年の公共施設地域面積	370 ha

注) 現在の人口当り公共施設地域面積は 12 m^2 /人である。

付 録 B

河川と水路の水質調査

付録B 河川と水路の水質調査

B. 1. クラン川の水質調査

予備的な手段として、環境庁から得られた表B.1. に示す1978年から1980年までのクラン川の水質の検討を行った。それによるとクラン川には全流域から膨大な量のSSが流入しているが、BOD濃度は比較的低い。しかし、これらの値は、クラン川が計画区域内全域で潮の影響を受けているので、塩分によって影響されているものと考えられる。海水の影響のもとではBODは有機汚濁を示す適当な指標とは考えられない。そこで、COD濃度が有機汚濁の指標として用いられるのであるが、その結果はクラン川が高濃度に汚濁していることを示している。しかしながら、クラン川の汚濁はクランやポートクランからの汚濁源よりも計画区域外である上流のクアラランプール近辺の汚濁源に起因しているものと考えられる。

クラン川の水質調査は調査団によって4月15日の干潮時と満潮時の両方で行われた。水深0.3m、2.0m、4.0m、6.0mおよび8.0mのサンプルを同時に分析した。調査の結果を表B.1. と図B.1.、B.2. に示す。

実測調査は、干潮時と満潮時に採られたサンプルおよび各水深ごとのサンプルの水質の違いを見極めるために行れた。第一の点については満潮時には海水の影響が強いことが認められた。干潮時には電導度の平均が $230\mu\text{S}/\text{cm}$ であるのに対し、満潮時には干潮時の80倍の $18,200\mu\text{S}/\text{cm}$ にも達している。言葉を換えれば、満潮時の海水は水質を浄化する効果を持っていると言える。一方、水深による水質の違いはそれ程明白でなく、相関関係を見い出せなかった。

クラン川の水質のなかで電導度と Cl^- 濃度の相関を図B.3. とB.4. に図示する。図B.3. は海水による影響がない場合、図B.4. は海水による影響がある場合を示している。

図B.1. とB.2. に図示された実測調査の水質データを比較すると、海水による影響をある程度知ることができる。概略の Cl^- 濃度は電導度の測定から得ることができる。例えば、4月15日の干潮時における各水深ごとの電導度の平均値

は $230 \mu\text{V}/\text{cm}$ であり、これから平均的な Cl^- 濃度は $25 \text{mg}/\ell$ 近辺であると言える。同時に、同じ日の満潮時の平均的な Cl^- 濃度は $4,000 \sim 9,400 \text{mg}/\ell$ であると言える。

表B. 1. クラン川水質分析結果

Year	1980				1979				1978			
	Distance from River Mouth				Distance from River Mouth				Distance from River Mouth			
	2.25 km	18.19 km	23.18 km	2.25 km	18.19 km	23.18 km	2.25 km	18.19 km	23.18 km	2.25 km	18.19 km	23.18 km
Conditions and Constituents												
Temperature (in-Situ) (°C)	31	30	29.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Color (Hazen)	10	14	12	11	16	19	72	74	91	-	-	-
Turbidity (FTU)	422.9	958	478	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conductivity (in-Situ/Lab) (umhos/cm)	28,611	2,157	351	12,431	4,136	1,161	24,983	930	4,121	-	-	-
Salinity (in-Situ) (%)	16.5	6.5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH (in-Situ)	6.57	6.85	6.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH (Lab)	7.30	7.00	6.90	7.5	7.0	6.9	7.9	5.8	6.9	-	-	-
BOD ₅ at 20°C (mg/l)	2.6	6.6	4.0	1.1	3.2	3.0	2.4	2.6	2.1	-	-	-
COD (mg/l)	172.1	53.3	95.0	48.4	125.0	123.5	430.5	731.3	41.6	-	-	-
Albuminoid-Nitrogen (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammoninoid-Nitrogen (mg/l)	1.3	2.44	19.98	5.01	2.06	1.84	1.16	2.1	467.8	-	-	-
Nitrate-Nitrogen (mg/l)	0.27	0.34	0.27	0.66	0.08	0.55	1.82	1.23	1.56	-	-	-
Total Nitrogen (mg/l)	3.40	6.3	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chloride (mg/l)	7,989	247.3	17.0	9,021	2,078.6	552.9	8,083	2,187	2,287	-	-	-
Fluoride (mg/l)	0.70	0.02	0.28	0.81	0.46	11.44	0.8	0.58	0.56	-	-	-
Cyanide (mg/l)	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-
Sulphate (mg/l)	1,238	55.8	18.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phosphate (mg/l)	0.66	0.79	0.91	0.32	1.33	1.80	0.2	2.51	0.57	-	-	-
Hardness (mg/l)	2,861	283	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-

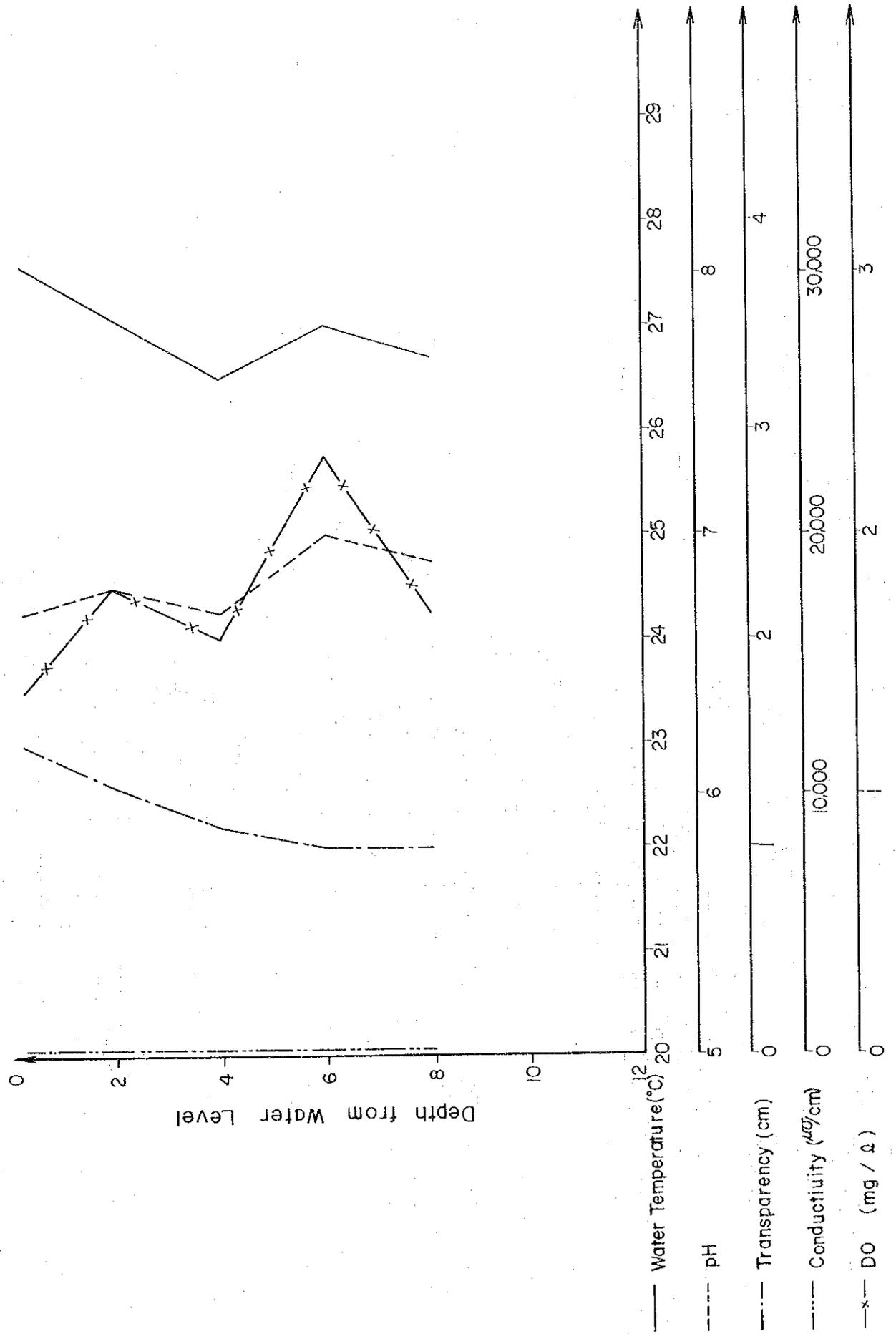
表B. 1. (続き)

Conditions and Constituents	Year								
	1980			1979			1978		
	2.25 km	18.19 km	23.18 km	2.25 km	18.19 km	23.18 km	2.25 km	10.19 km	23.18 km
Suspended Solids (mg/l)	974	2,296	1,175	449	1,723	2,273	1,554	1,753	838
Dissolved Solids (mg/l)	22,312	756	391	-	-	-	-	-	-
Total Solids (mg/l)	23,282	1,915	1,843	-	-	-	-	-	-
Oil and Grease (mg/l)	6	7	9	27	23	26	18	13	23
Phenol (mg/l)	0.05	0.05	0.06	-	-	-	-	-	-
Detergents (MBAS) (mg/l)	0.2	0.5	0.2	-	-	-	-	-	-
As (mg/l)	0.054	0.051	0.051	0.029	0.056	0.133	0.03	0.14	0.105
B (mg/l)	0.86	0.32	0.36	0.3	-	0.24	-	0.06	-
Ca (mg/l)	248	67.1	22	115.5	227.5	32.0	383.5	90.6	31.15
Cd (mg/l)	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0	0	0	0
Cr (Total) (mg/l)	0.05	0.04	0.05	0.12	0.11	0.03	-	0	0
Cu (mg/l)	0.04	0.06	0.52	-	-	-	-	-	-
Fe (mg/l)	9.28	19.0	14.7	1.71	10.15	6.67	1.46	69.5	10.21
Pb (mg/l)	0.09	0.12	0.11	0.05	0.1	-	0.13	-	0.2
Mg (mg/l)	566	25.6	5.6	637	82.6	0.1	512.3	-	0.17
Mn (mg/l)	0.20	0.26	0.22	-	-	-	0.28	-	0.23
Hg (mg/l)	0.002	0.002	0.02	-	-	-	-	-	-
Ni (mg/l)	0.73	0.02	0.15	4,483	-	280	-	-	75
Na (mg/l)	-	48.3	17.5	-	1,003	-	6,342	-	-
Sn (mg/l)	-	0	0	-	-	-	-	-	-
Al (mg/l)	0.2	1.03	0.98	-	-	-	-	-	-

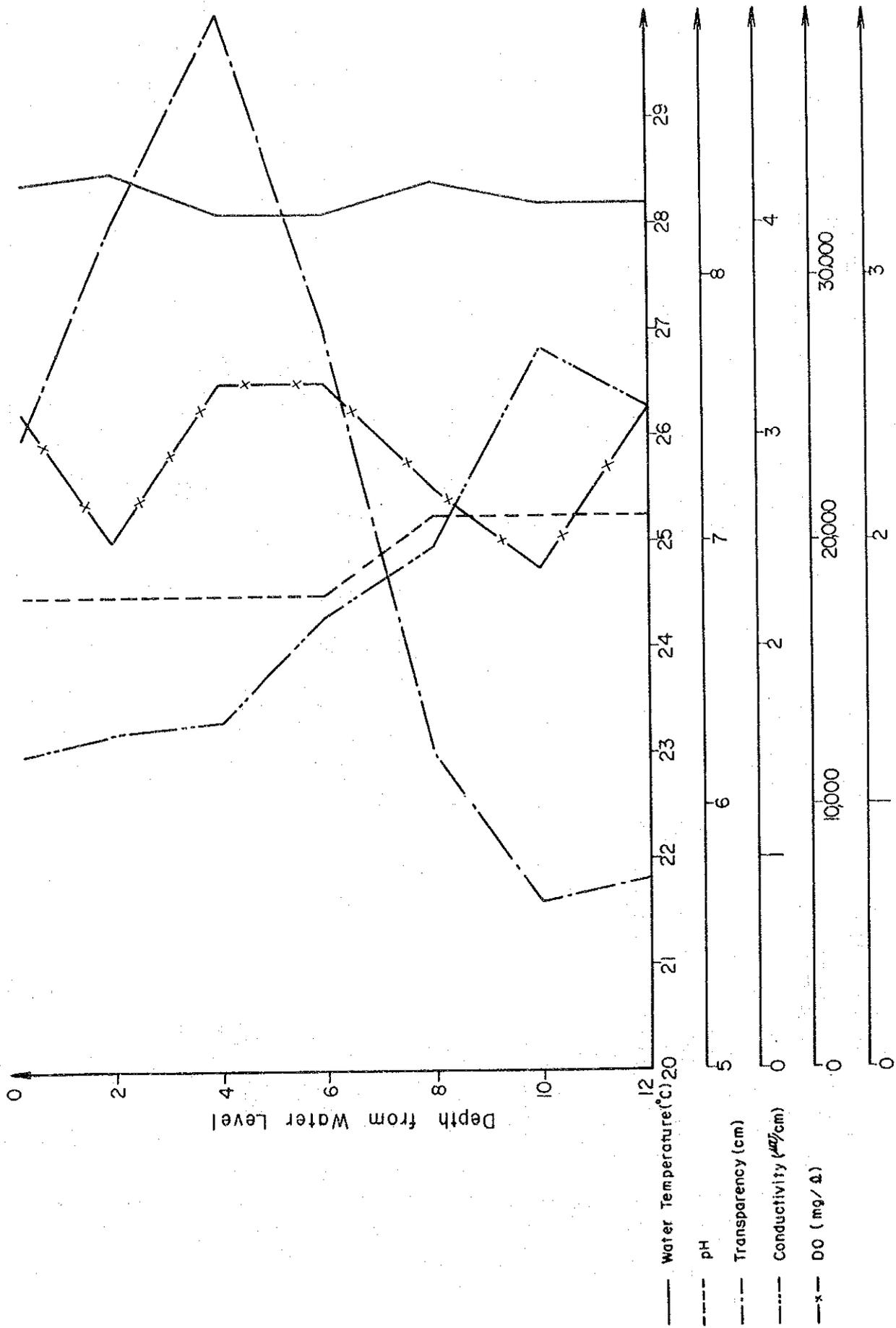
表B. 2. 干潮時および満潮時のクラン川の水質

Sampling Point Depth from Water Level	Jabantan Kota Bridge (at low tide)								Jabantan Kota Bridge (at high tide)							
	0.3 m	2.0 m	4.0 m	6.0 m	8.0 m	9.0 m	0.3 m	2.0 m	4.0 m	6.0 m	8.0 m	10.0 m	12.0 m			
Date	15 April															
Time	9:20	9:38	9:55	10:03	10:42	-	15:39	15:44	15:52	16:00	16:10	16:25	16:32			
Rate of Effluent (m ³ /day)	25.5	25.5	26.0	26.6	27.5	27.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.0	30.5			
Atmospheric Temperature (°C)	27.6	27.1	26.5	27.0	26.7	26.7	28.4	28.5	28.1	28.1	28.4	28.2	28.2			
Water Temperature (°C)	6.7	6.8	6.7	7.0	6.9	6.9	6.8	6.8	6.8	6.8	7.1	7.1	7.1			
PH	1.5	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	3.0	4.0	5.0	3.5	1.5	0.8	0.9			
Transparency (cm)	2,550	2,550	2,550	2,400	2,400	2,400	2,550	2,550	2,550	2,400	2,400	2,400	2,550			
Coliforms (c/ml)	240	230	230	220	230	230	12,000	12,800	13,200	17,200	19,800	27,300	25,100			
Conductivity (µv/cm)	175.0	175.0	175.0	175.0	175.0	175.0	350	350	350	350	350	350	350			
COD (mg/l)	1.4	1.8	1.6	2.3	1.7	1.7	2.5	2.0	2.6	2.6	2.2	1.9	2.5			
DO (mg/l)	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89			
NH ₃ -N (mg/l)	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01			
PO ₄ -P (mg/l)	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	140	140	140	140	140	140	140			
BOD (mg/l)																
Remarks																

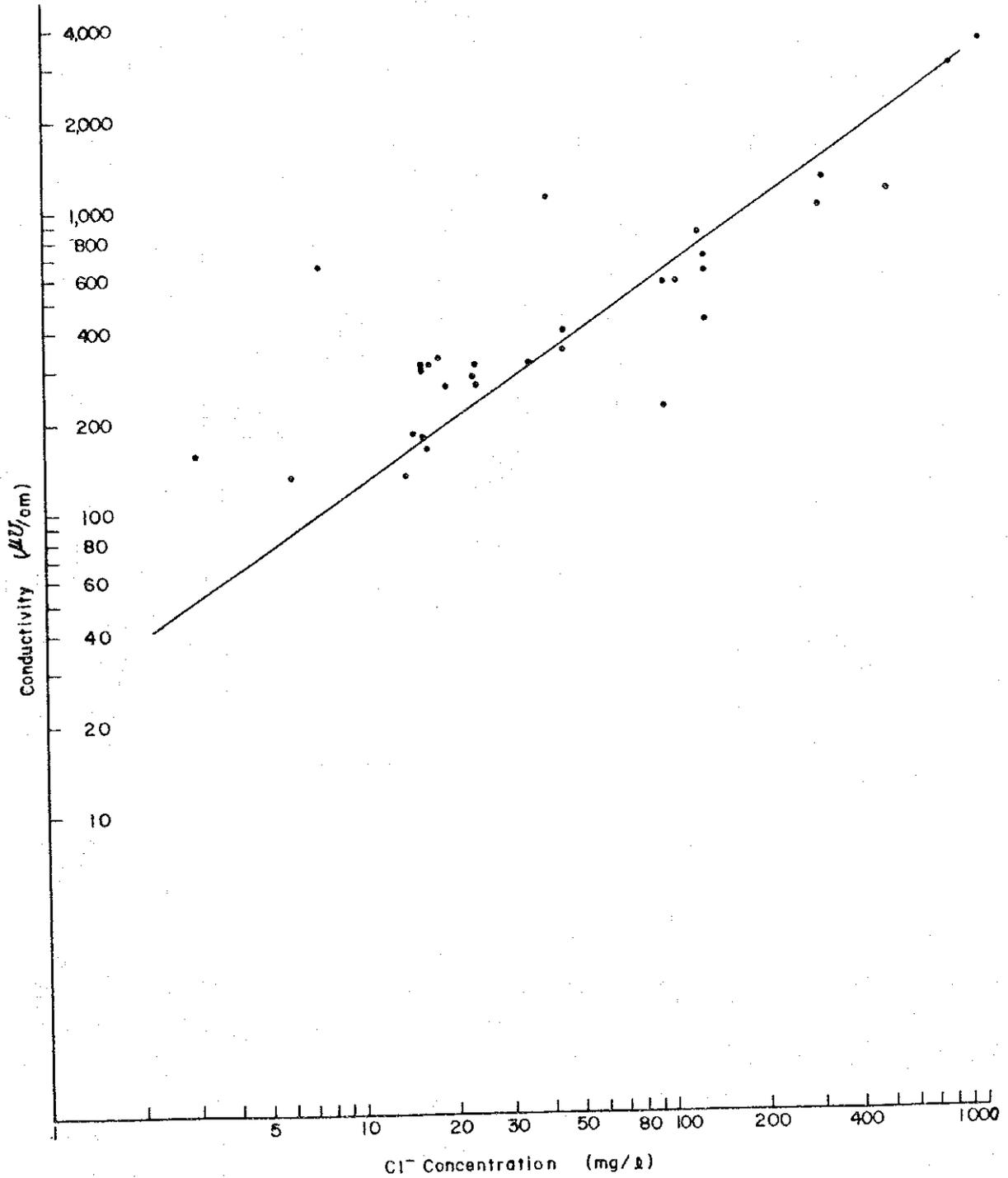
図B. 1. 干潮時におけるクラン川水質の水深との相関



図B. 2. 満潮時におけるクラン川水質の水深との相関

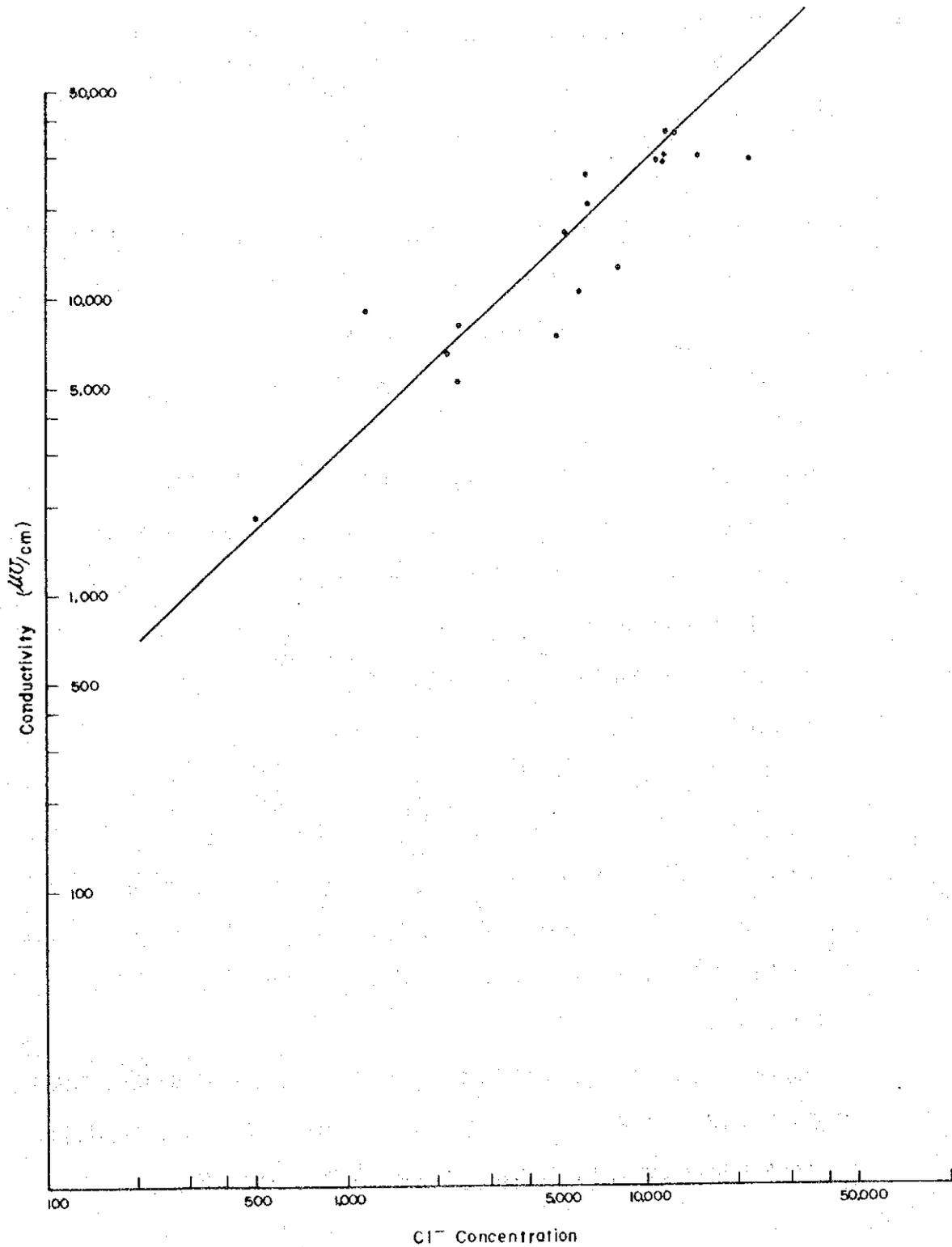


図B. 3. 干潮時におけるクラン川の電導度とCl⁻濃度の相関



* Based on Kelang Municipality (1978-80) monthly water quality analysis data on samples taken at 0.3m below water level

図B. 4. 満潮時におけるクラン川の電導度とCl⁻濃度の相関



Based on Kelang Municipality (1978-80) monthly water quality analysis data on samples taken at 0.3m below water level

B. 2. クラン川支流および主要な排水路の水質

計画区域内の現在の水質汚濁の状況を知るために、調査団は5月4日から11日にかけてクラン川の支流主要な排水路の水質調査を行った。

30ヶ所に及ぶ支流と主要な排水路の採水地点は、クラン、ポートクラン、カパールおよびメルーに位置している。それら30ヶ所の採水地点はその位置によって5つのグループに区分される。すなわちポートクラン(P1~P8)、クランサウス(S1~S8)、クランノース(N1~N8)、カパール(K1~K3)およびメルー(M1~M3)である。

水質調査の結果を表B.3. ~B.6. に、採水地点を図B.5. に示す。

1) PH

P8、N8、S8、K1、M2およびM3地点のpHは酸性を示している。6ヶ所のなかでK1地点だけが強い酸性の工場排水の影響を受けている。一般的にプランテーションを流下するものの水質は酸性になるものと思われる。そこで、酸性の水は酸性土壌か酸性の肥料に由来するものと考えられる。しかしながら、酸性となる原因については確認できなかった。

2) 大腸菌群

ポートクランの採水地点は工業地域のなかに位置しているので、大腸菌群の値はそれ程大きくはない。カパールとメルーはほとんどが人の住まない地域であるため、それらのいずれにおいても大腸菌群数は大きくない。ポートクラン、カパールおよびメルーに比べクランの大腸菌群数は高くなっており、これは人口の高密度な地域が多く存在することに原因している。

3) NH₃ - N

一般的にアンモニア性窒素は有機汚濁、とりわけ人間の排泄物による汚濁の指標として用いられる。したがって、表B.3. からB.6. に示されるNH₃ - Nの分析結果は現在の土地利用状況を反映しているものであると言える。

4) BOD

ポートクランにおける高濃度のBODはこの地域の水質が悪化していることを示している。ポートクラン地域8ヶ所の採水地点の平均BOD濃度は141mg

／ l であり、一方、その他の地域の平均BOD濃度は $38mg/l$ であった。しかし、この濃度は決して低いものではなく、クラン、カパールおよびメルーの水質が汚濁していることを示している。なぜならば、一般的にBOD濃度が $10mg/l$ を超えることは生活排水あるいはまた工場排水による汚濁がおこっていることを示しているからである。高密度な住居地域から直接排出される生活排水と工業地域から処理されずに排出される排水がこれらの水質汚濁の主な原因と考えられる。このような状況を考えると、水質汚濁防止に緊急な対策を考慮する必要がある。

表B. 3. ポートクランの河川および排水路の水質分析結果

Conditions and Constituents	Sampling Point							
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8
Date	7 May							
Time	10:35	11:00	11:20	11:40	12:00	12:30	12:50	13:00
Rate of Effluent (m ³ /day)	-	-	-	-	-	-	-	-
Atmospheric Temperature (°C)	31.0	33.0	34.0	33.5	33.5	34.5	34.5	34.5
Water Temperature (°C)	28.8	29.0	29.2	29.5	29.8	30.2	29.8	29.5
pH	6.6	6.9	6.9	6.9	6.9	7.1	7.1	5.5
Transparency (cm)	5.0	9.0	10.0	20.0	7.0	11.0	14.0	13.0
Coliforms (c/ml)	1,800	0	900	2,100	1,500	6,600	1,200	1,200
Conductivity (μv/cm)	550	13,000	560	24,000	11,000	7,600	3,700	4,300
COD (mg/l)	90.0	175.0	215.0	1,010.0	285.0	455.0	290.0	275.0
DO (mg/l)	0.6	0.7	0.8	0.6	0.4	0.4	0.4	2.6
NH ₃ -N (mg/l)	0.56	1.26	7.43	1.94	7.00	23.70	19.60	6.30
PO ₄ -P (mg/l)	0.69	0.21	0.28	0.08	0.46	0.15	0.16	0.35
BOD (mg/l)	35.0	65.0	80.0	390.0	130.0	180.0	135.0	110.0
Remarks								

表B. 4. クランサウスの河川および排水路の水質分析結果

Conditions and Constituents	Sampling Point							
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8
Date	5 May							
Time	9:00	9:30	9:45	9:55	10:05	10:20	10:35	10:45
Rate of Effluent (m ³ /day)	-	-	-	-	-	-	-	-
Atmospheric Temperature (°C)	27.5	30.5	31.0	37.0	39.0	39.2	39.0	39.5
Water Temperature (°C)	27.5	27.9	28.3	29.0	28.2	29.0	28.1	28.5
pH	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	5.0
Transparency (cm)	2.5	2.0	9.0	8.0	4.2	10.0	11.0	7.5
Coliforms (c/ml)	60,000	120,000	120,000	120,000	150,000	15,000	30,000	15,000
Conductivity (µv/cm)	2,000	1,000	700	500	0...?	380	350	350
COD (mg/l)	80.0	70.0	75.0	185.0	285.0	30.0	40.0	45.0
DO (mg/l)	0.6	0.9	0.5	1.5	0.9	1.1	1.2	2.0
NH ₃ -N (mg/l)	4.61	5.60	9.88	15.3	24.6	7.49	4.69	1.52
PO ₄ -P (mg/l)	<0.01	0.18	<0.01	0.18	0.65	0.23	0.14	0.10
BOD (mg/l)	33.0	24.0	30.3	68.0	95.0	18.0	13.0	20.0
Remarks								

表B. 5. クランノースの河川および排水路の水質分析結果

Conditions and Constituents	Sampling Point							
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8
Date	4 May							
Time	9:25	9:10	9:45	10:05	10:10	10:35	11:15	10:55
Rate of Effluent (m ³ /day)	-	-	-	-	-	-	-	-
Atmospheric Temperature (°C)	29.0	28.5	29.5	30.5	30.0	30.5	34.0	31.7
Water Temperature (°C)	26.8	26.1	26.6	27.1	26.8	27.2	27.5	27.5
pH	6.1	6.5	6.7	6.7	6.9	6.8	6.8	5.2
Transparency (cm)	5.0	6.5	4.5	8.5	3.3	2.0	8.0	3.5
Coliforms (c/ml)	30,000	150,000	75,000	90,000	150,000	90,000	150,000	150,000
Conductivity (µv/cm)	2,000	470	2,800	500	340	840	320	340
COD (mg/l)	35.0	85.0	100.0	90.0	70.0	60.0	60.0	50.0
DO (mg/l)	1.0	0.4	0.8	1.1	1.8	1.8	0.5	2.1
NH ₃ -N (mg/l)	2.63	8.73	3.21	11.53	10.70	4.28	9.39	1.32
PO ₄ -P (mg/l)	0.36	0.13	0.18	0.23	0.30	0.26	0.20	0.42
BOD (mg/l)	15.0	30.0	38.0	35.0	30.0	25.0	26.0	20.0
Remarks								

表B. 6. カパールとメルーの河川および排水路の水質分析結果

Conditions and Constituents	Sampling Point					
	K-1	K-2	K-3	M-1	M-2	M-3
Date	8 May			11 May		
Time	14:00	13:20	13:40	14:20	14:30	14:45
Rate of Effluent (m ³ /day)	-	-	-	-	-	-
Atmospheric Temperature (°C)	32.5	36.5	32.0	30.0	31.0	31.0
Water Temperature (°C)	29.4	31.4	28.0	27.4	27.6	28.1
pH	5.5	6.9	6.5	6.7	5.8	5.8
Transparency (cm)	7.0	10.3	10.0	2.5	5.5	21.0
Coliforms (c/ml)	4,500	1,800	7,500	900	1,200	3,000
Conductivity (µv/cm)	680	380	2,300	530	200	220
COD (mg/l)	45.0	35.0	150.0	330.0	95.0	160.0
DO (mg/l)	1.1	1.9	0.4	1.5	2.7	1.0
NH ₃ -N (mg/l)	0.82	0.74	0.82	18.80	1.73	6.45
PO ₄ -P (mg/l)	0.57	0.06	0.37	0.57	0.46	0.46
BOD (mg/l)	23.0	15.0	55.0	120.0	30.0	65.0
Remarks						



採水地点位置図

図 B. 5.

付 録 C

2つの住居地域の生活排水についての検討

付録C 2つの住居地域の生活排水についての検討

C. 1. 序 論

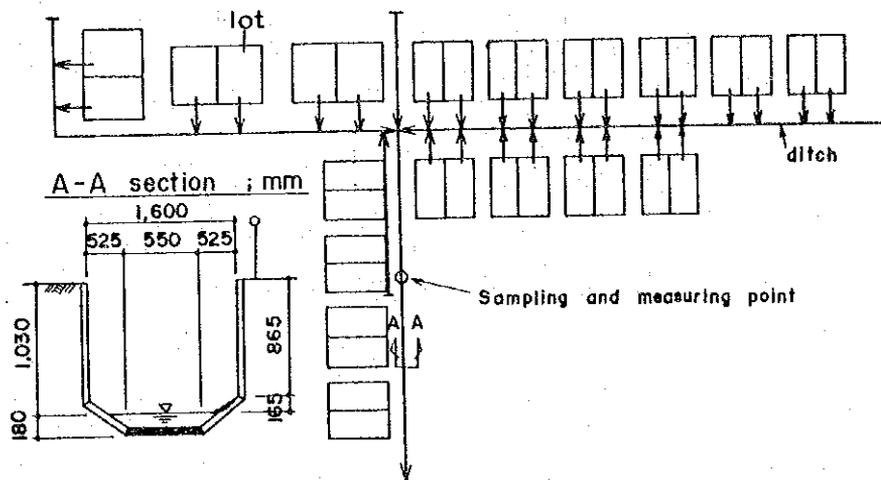
一人当りのBOD負荷を実測値から算定するために、タマンケンピラとタマンプレシャスツリーの生活排水の量と質についての調査を行った。タマンケンピラとタマンプレシャスツリーを調査の対象として選んだのは以下の理由による。

- 1) タマンケンピラとタマンプレシャスツリーは最近開発された住宅団地であり、平均的な住居地域である。
- 2) タマンケンピラ、タマンプレシャスツリーともに生活排水の量と質を調査するためのせきを設けることが可能な排水溝が存在する。
- 3) タマンケンピラ、タマンプレシャスツリーの選定された一区画からの生活排水だけが流れ込むような排水溝が作られている。したがって、水道局と協力して水使用量を調べることによって、流量の確認ができる。また、タマンケンピラ、タマンプレシャスツリーについては各家庭の職業、平均月収、人口等について調べることができる。

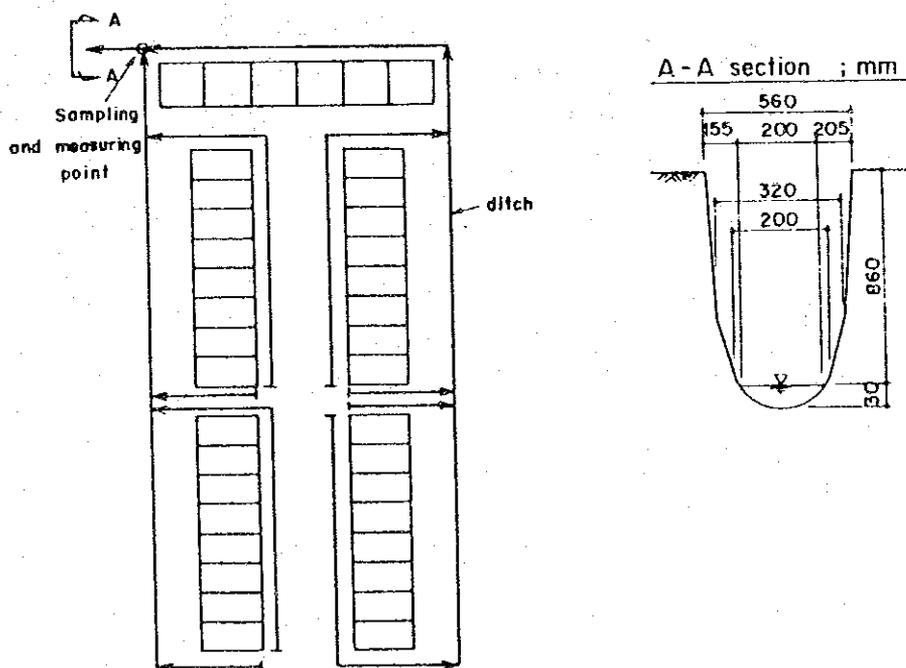
C. 2. 採水および流量測定地点の状況

図C.1. とC.2. に採水および流量測定地点の状況を示す。

図C.1. タマンゲンピラにおける採水および流量測定地点の状況

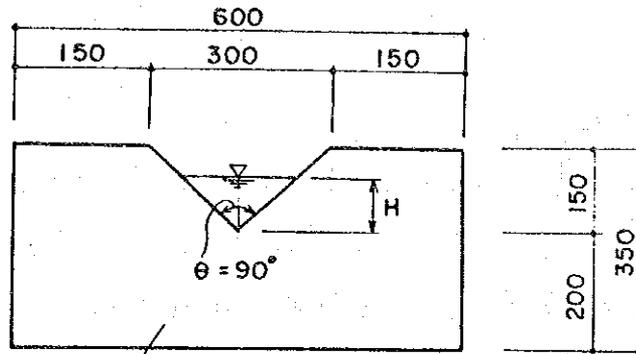


図C.2. タマンプレジャスツリーにおける採水および流量測定地点の状況



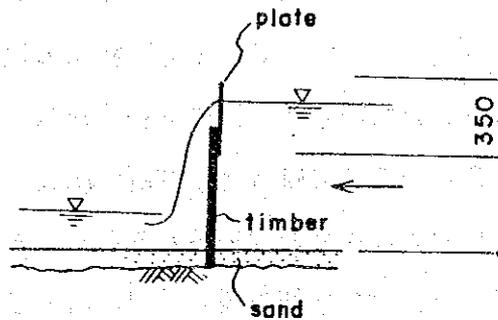
せきの形状および寸法を図C.3. に示す。

図C.3. せきの形状および寸法



$t = 2 \sim 3 \text{ m/m}$ (steel plate)

Front: 1 mm



Section: 1 mm

測定項目は流量（実際にはせきの越流水深を測定し、次式により流量を計算する）

$$Q = 60 \left(1.334 + \frac{0.205}{\sqrt{H}} \right) H^{5/2} \quad Q: \text{ /min} \quad H: \text{ m}$$

pH、濁度、大腸菌群数、電導度、COD、BOD等である。

測定はタマンゲンピラについては5月18日に、タマンプレシャスツリーについては5月25日のそれぞれ午前5時に開始し、午後11時に終了する予定であった。しかし測定中に雨が降ったため最初の測定は5月19日の午後1時まで続けられた。

C. 3. 調査結果

表C.1. にタマンゲンピラとタマンプレシャスツリーの各時間毎の流量を示す。

表C.2. にタマンゲンピラにおけるアンケート調査の結果と5月19日、20日の各戸の水道メーターによる水使用量を示す。

表C.3. にタマンプレシャスツリーにおけるアンケート調査結果と5月25日、26日の水使用量を示す。

表C.4. とC.5. はそれぞれの地点の水質分析の結果を示す。また図C.4. は流量とBODの相関関係を示している。タマンゲンピラとタマンプレシャスツリーにおける流量-時間曲線を図C.5. とC.6. にそれぞれ示す。

タマンゲンピラとタマンプレシャスツリーにおけるBOD-時間曲線をそれぞれ図C.7. とC.8. に示す。降雨中の曲線は推定したものである。

1人当りのBOD負荷は1日目の水使用量測定結果と5月18日午後1時に始まり、19日の午後1時に終った水質測定結果から計算した。夜間にも住居からの排水としては過大な流量が認められること、また排水溝で測定された流量と水道局によって検針された水使用量に差があるところから、地下水の浸透量があるものと考えられた。

表C. 1. 排水溝の流量

$$Q = 60(1,334 + \frac{0.0205}{\sqrt{H}}) H^{5/2}$$

Time	TAMAN GEMBIRA (May 18, 19)			TAMAN PRECIOUS TREE (May 25)		
	Overflow Depth: H (m)	Discharge : Q		Overflow Depth: H (m)	Discharge : Q	
		m ³ /min.	m ³ /sec × 10 ⁻³		m ³ /min.	m ³ /sec × 10 ⁻³
5:00	0.046	0.0389	0.648	0.025	0.0087	0.145
6:00	0.046	0.0389	0.648	0.025	0.0087	0.145
6:30	0.048	0.0432	0.720	0.041	0.0293	0.488
7:00	0.049	0.0455	0.758	0.046	0.0389	0.648
7:30	0.051	0.0503	0.838	0.056	0.0633	1.055
8:00			(1.15)*	0.050	0.0478	0.797
8:30			(1.54)*	0.051	0.0503	0.838
9:00			(1.43)*	0.050	0.0478	0.797
10:00			(1.00)*	0.046	0.0389	0.648
11:00			(0.70)*	0.043	0.0330	0.550
12:00			(0.62)*	0.039	0.0259	0.432
12:30			(0.58)*	0.035	0.0199	0.332
13:00	0.044	0.0349	0.582	0.054**	0.0579	0.965(0.53)*
14:00	0.055	0.0605	1.008	0.055**	0.0605	1.008(0.49)*
15:00	0.054	0.0579	0.965	0.038	0.0243	0.405
16:00	0.052	0.0527	0.878	0.042	0.0311	0.518
17:00	0.057	0.0662	1.103	0.044	0.0349	0.582
18:00	0.070	0.1099	1.832	0.058	0.0690	1.150
18:30	0.063	0.0846	1.410	0.056	0.0633	1.055
19:00	0.062	0.0814	1.357	0.066	0.0950	1.583
19:30	0.067	0.0986	1.643	0.059	0.0503	1.200
20:00	0.057	0.0662	1.103	0.051	0.0503	0.838
21:00	0.054	0.0579	0.965	0.052	0.0527	0.878
22:00	0.052	0.0527	0.878	0.040	0.0276	0.460
23:00	0.050	0.0478	0.797	0.042	0.0311	0.518

* Estimated figure

** Rainfall

表C. 2. アンケート調査結果と各戸別水使用量……タマンゲンピラ

(30 Semi-detached Houses)

Household No.	No. of Persons	Monthly Income (M\$)	Occupation	Monthly Water Bill (M\$)	Willingness to Pay for Sewerage System (M\$/month)	Amount of Consumption *	
						May 19th (m ³ /day)	May 20th (m ³ /day)
1	4	3,000	Engineer, Teacher	12	20	1.123	1.527
2	(5)	-	-	-	-	0.273	0.409
3	7	1,000	Salesman	10	Same as others	0.891	0.804
4	2	-	Sales agent	-	-	0.664	0.895
5	7	5,000	Supervisor, Manager, Nurse	40	20	2.791	2.500
6	6	2,000	Manager	41	20	1.850	5.427
7	8	450	Carpenter	30	10	2.477	1.182
8	(5)	-	-	-	-	0.182	0.173
9	6	2,000	Police officer, -	36	Indefinite	1.854	2.082
10	10	1,200	Contractor, -	30	10	1.459	1.659
11	2	400	Supervisor	16	Indefinite	0.373	0.595
12	5	300	Nurse and Domestic Helper	22	10	0.832	1.018
13	10+1	1,000	Businessman	20	Indefinite	2.259	2.186
14	10	-	Businessman	15	20	1.618	1.859
15	4	Own business	Manager (car air-cond. Co.)	28	10	1.373	0.850
16	6+1	2,000	Businessman	25	20	1.045	1.232
17	4	>1,000	Officer	20	Indefinite	1.077	1.300
18	5	1,000	Nurse, Clerk	20	5-10	1.404	1.127
19	2	2,500	Teacher of Secondary School	20	20	0.491	0.882
20	(5)	-	-	-	-	0.254	0.323
21	3	2,000	Officer, Shipping assistant	5	20	0.941	0.941
22	3	400	Proprietor, -	20	Unable to pay	0.941	1.064
23	0	-	-	-	-	-	-
24	4	-	Noodle Salesman	10	Indefinite	0.718	0.750
25	4	3,000	Teacher, -	30	20	} (8.358)	} (8.358)
26	9	900	Teacher	25	30		
27	4	2,200	Businessman	20	30		
28	3	1,000	Clerk, Insurance Agent	20	20		
29	7	2,000	Police officer, Container Co.	15	10		
30	6	1,000	Trader	20	Indefinite		
31	5	-	-	-	-		
Sub Total (No. 1~ No. 24)	125					26.890	30.785
						Av. 28.838m ³ /23 houses 0.246m ³ /person	
Total	163	Av. (5.3 persons/household)			(m ³ /day)	35.248	39.143
					Av. (m ³ /day/house)	1.175	37.196
					Av. (m ³ /day/person)	1.240	1.305
					Av. (m ³ /day/person)	0.261	0.240
					Av.	0.251	

* Meter readings were taken at 10 a.m. on May 19th, 20th and 21st. The May 19th figure represents the difference between readings taken on May 19th and 20th, while the May 20th figure represents that for May 20th and 21st.

表C. 3. アンケート調査結果と各戸別水使用量……タマンプレシャスツリー

(42 Terrace Houses)

Household No.	No. of Persons	Monthly Income (M\$)	Occupation	Monthly Water Bill (M\$)	Willingness to Pay for Sewerage System (M\$/month)	Amount of Consumption *	
						May 25th (m ³ /day)	May 26th (m ³ /day)
1	8	600	Shipping Co.	7	Indefinite	1.782	1.904
2	(4)	-	-	-	-	0.950	0.995
3	11	1,000	Supervisor	20	20	0.532	1.932
4	5+1	4,000	Oil Co.	20	10	1.441	2.150
5	6+1	Indefinite	Court	8	Indefinite	(1.000)	(1.000)
6	(4)	-	-	-	-	0.600	0.904
7	3	500	Welder	12~14	Indefinite	0.886	0.523
8	5+1	600 700	Foreman	15	Indefinite	1.268	1.609
9	7	300	Foreman, - , -	Not sure	Indefinite	0.991	0.886
10	9	Indefinite	Teacher	20~30	Indefinite	0.782	0.782
11	4	1,500	Clerk, Policeman	17~18	5	3.368	1.636
12	6	800	Watchman	20	Indefinite	0.116	1.677
13	(5)	-	-	-	-	0.895	1.568
14	(5)	-	-	-	-	0.673	1.618
15	5	2,000	Teacher	20	Any amount	1.218	0.645
16	11	300	Clerk, - , -	20	Indefinite	1.568	1.682
17	11	300	Gardener	50	Indefinite	2.100	3.163
18	(10)	-	-	-	-	1.809	2.286
19	4	1,000	Clerk	25	20	1.418	2.204
20	4	1,000	Supervisor	5.5	Indefinite	1.182	0.632
21	8	Indefinite	Businessman	15	15	1.314	2.195
22	7	Indefinite	Salesman	7	Indefinite	0.754	1.073
23	5+1	Indefinite	Plumber	13	Indefinite	0.477	0.768
24	5	Own business	Contractor	20	20	1.823	3.245
25	6	1,500	Assistant director	10	20	0.609	0.964
26	6	800~900	Shipping executive	12~13	Indefinite	1.159	1.141
27	5	500	Salesman, -	27	20	0.682	0.468
28	3	1,000	Farmer	13	Indefinite	0.718	0.586
29	(2)	-	-	-	-	0.123	0.182
30	4+1	Indefinite	Clerk	17	Indefinite	0.709	1.014
31	2	1,000	Technician	6	0	0.159	0.364
32	8	Indefinite	Fisherman	9~11	Indefinite	1.264	0.286
33	10	-	Student	20	Indefinite	1.623	1.936
34	5	-	Clerical Work	4~5	Indefinite	1.332	1.222
35	2	600	Teacher	4~5	Any amount	0.277	0.182
36	12	700	Clerk	15	Indefinite	4.245	4.813
37	5	-	Ship mechanic	10.5	4	0.618	1.236
38	2	850	Technician, -	6.5	10	0.101	0.532
39	6	2,000	Clerk	7	Any amount	1.927	0.668
40	4	2,100	Police Inspectors(3)	5	25	2.318	2.341
41	9	2,000	Assistant manager	13	Any amount	0.964	1.700
42	4	300	Lorry driver	10	5	0.464	0.741
Total	252	Av.			(m ³ /day)	48.239	57.453
		(6.0 persons/household)			Av.		52.846
					(m ³ /day/house)	1.149	1.368
					Av.		1.258
					(m ³ /day/person)	0.191	0.228
					Av.		0.210

* Meter readings were taken at 10 am. on May 25th, 26th and 27th. The May 25th figure represents the difference between readings taken on May 25th and 26th, while the May 26th figure represents that for May 26th and 27th.

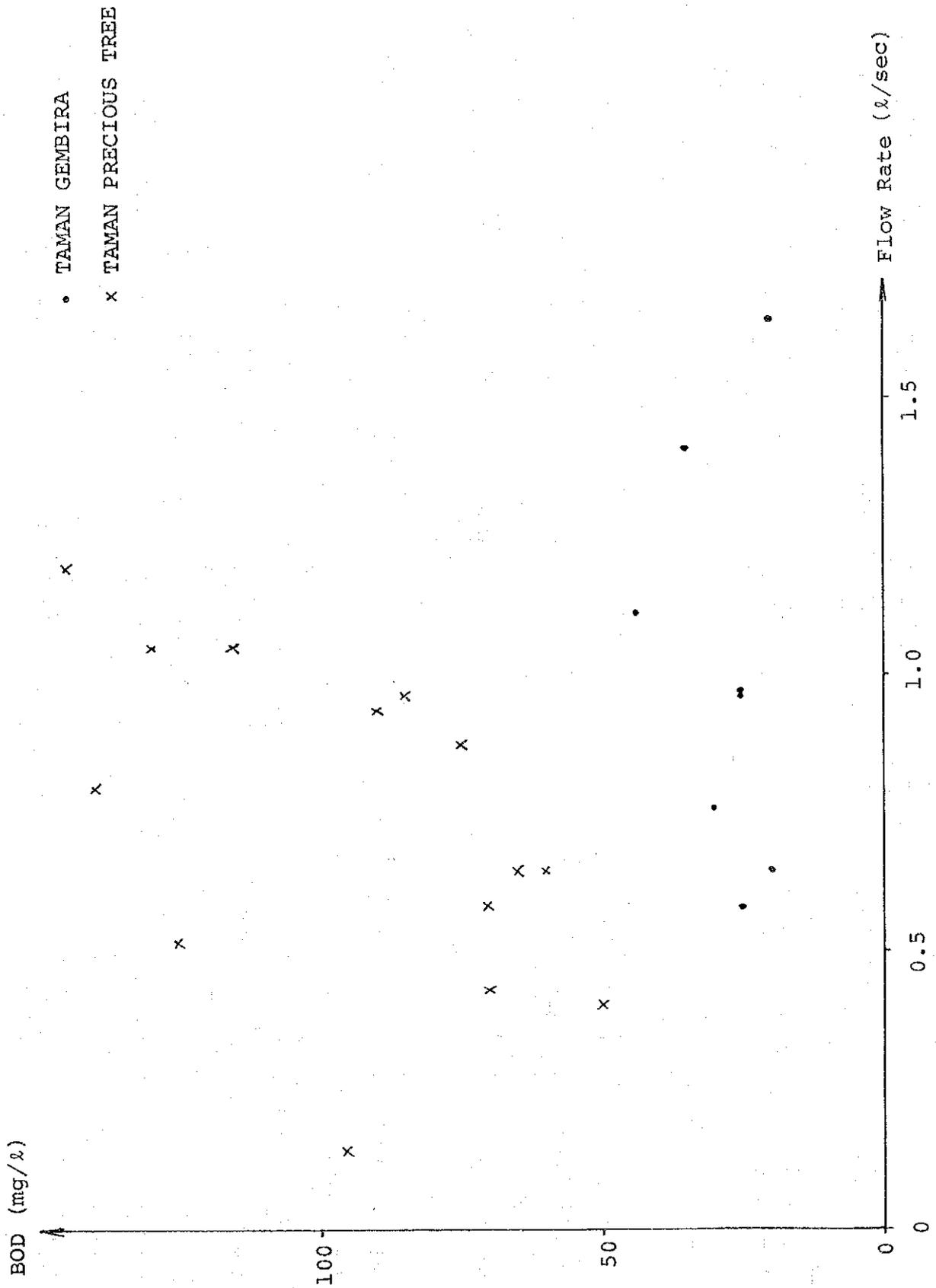
表C. 4. 水質分析結果 (タマンゲンピラ 5月18日、19日)

Sampling Point	1	2	3	4	5	6	7	8
Visual Observation								
Date	18, May				19, May			
Time	13:00	15:00	17:00	18:30	19:30	21:00	6:00	7:00
Rate of Effluent (m ³ /day)	0.582	0.965	1.103	1.410	1.643	0.965	0.648	0.758
Atmospheric Temperature (°C)	34.0	32.0	28.5	-	28.5	28.5	26.5	26.0
Water Temperature (°C)	31.5	30.6	28.4	27.8	27.4	26.8	26.7	26.8
PH	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Transparency (cm)	13.5	13.0	13.0	16.0	15.0	14.0	15.0	16.0
Coliforms (c/ml)	2,400	1,800	2,400	2,400	900	1,800	2,400	1,200
Conductivity (μV/cm)	330	410	400	370	330	360	400	410
COD (mg/l)	55.0	60.0	75.0	55.0	40.0	60.0	35.0	70.0
DO (mg/l)	2.6	0.9	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7
NH ₃ -N (mg/l)	1.30	2.70	12.60	1.70	1.50	3.90	3.10	2.0
PO ₄ -P (mg/l)	0.02	0.05	0.08	0.04	0.02	0.53	0.02	0.03
BOD (mg/l)	25.0	25.0	44.0	35.0	20.0	25.0	20.0	30.0

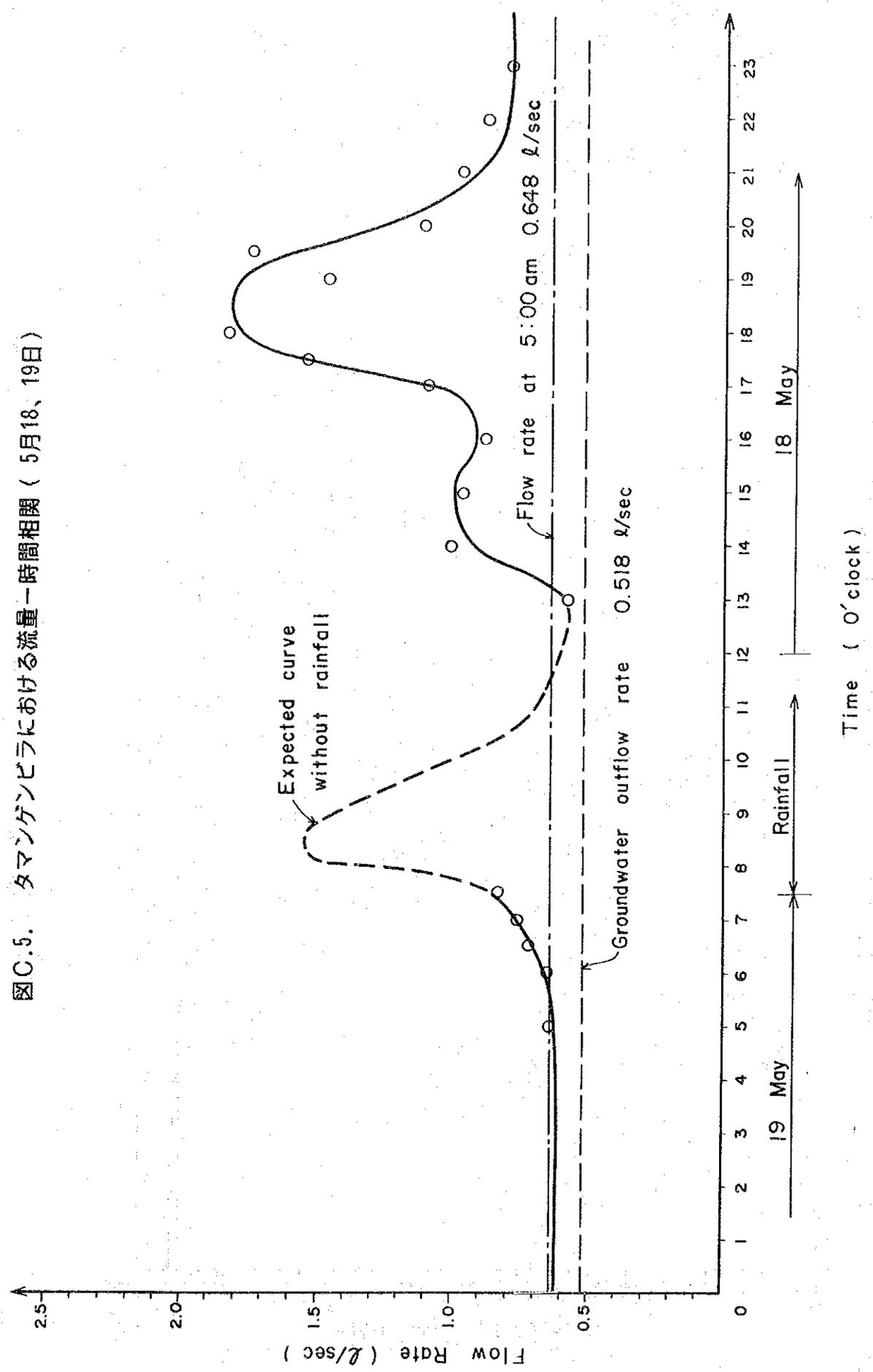
表C. 5. 水質分析結果 (タマンプレシャスツリー 5月25日)

Sampling Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Visual Observation														
Date	25, May													
Time	6:00	7:00	7:30	8:00	8:30	10:00	12:00	13:00	15:00	17:00	18:30	19:30	21:00	23:00
Rate of Effluent (m ³ /day)	0.145	0.648	1.055	0.797	0.838	0.648	0.432	0.965	0.405	0.582	1.055	1.200	0.878	0.518
Atmospheric Temperature (°C)	24.6	24.2	25.0	25.0	27.0	28.0	27.3	29.0	28.0	28.8	28.5	28.9	28.5	27.0
Water Temperature (°C)	DO meter was out of order													
PH	6.7	6.9	7.1	6.7	7.1	7.1	7.0	6.4	6.9	6.9	7.1	6.8	6.9	7.0
Transparency (cm)	4.0	5.0	8.0	7.0	6.0	7.0	8.0	8.0	10.0	10.0	9.0	9.0	10.0	5.0
Coliforms (c/ml)	2,100	1,200	1,200	900	300	300	0	300	900	600	900	300	300	900
Conductivity (µV/cm)	640	720	630	680	820	600	510	540	520	610	490	520	470	720
DOD (mg/l)	260.0	215.0	275.0	295.0	240.0	175.0	195.0	240.0	135.0	165.0	190.0	250.0	175.0	190.0
DO (mg/l)	DO meter was out of order													
NH ₃ -N (mg/l)	25.9	38.0	27.2	28.3	41.6	25.9	15.2	20.2	17.4	22.4	21.4	21.9	18.9	33.7
PO ₄ -P (mg/l)	0.40	6.10	1.60	0.40	0.95	0.70	0.40	0.65	<0.01	<0.01	<0.01	0.53	<0.01	<0.01
BOD (mg/l)	95.0	65.0	115.0	140.0	90.0	60.0	70.0	85.0	50.0	70.0	130.0	145.0	75.0	125.0

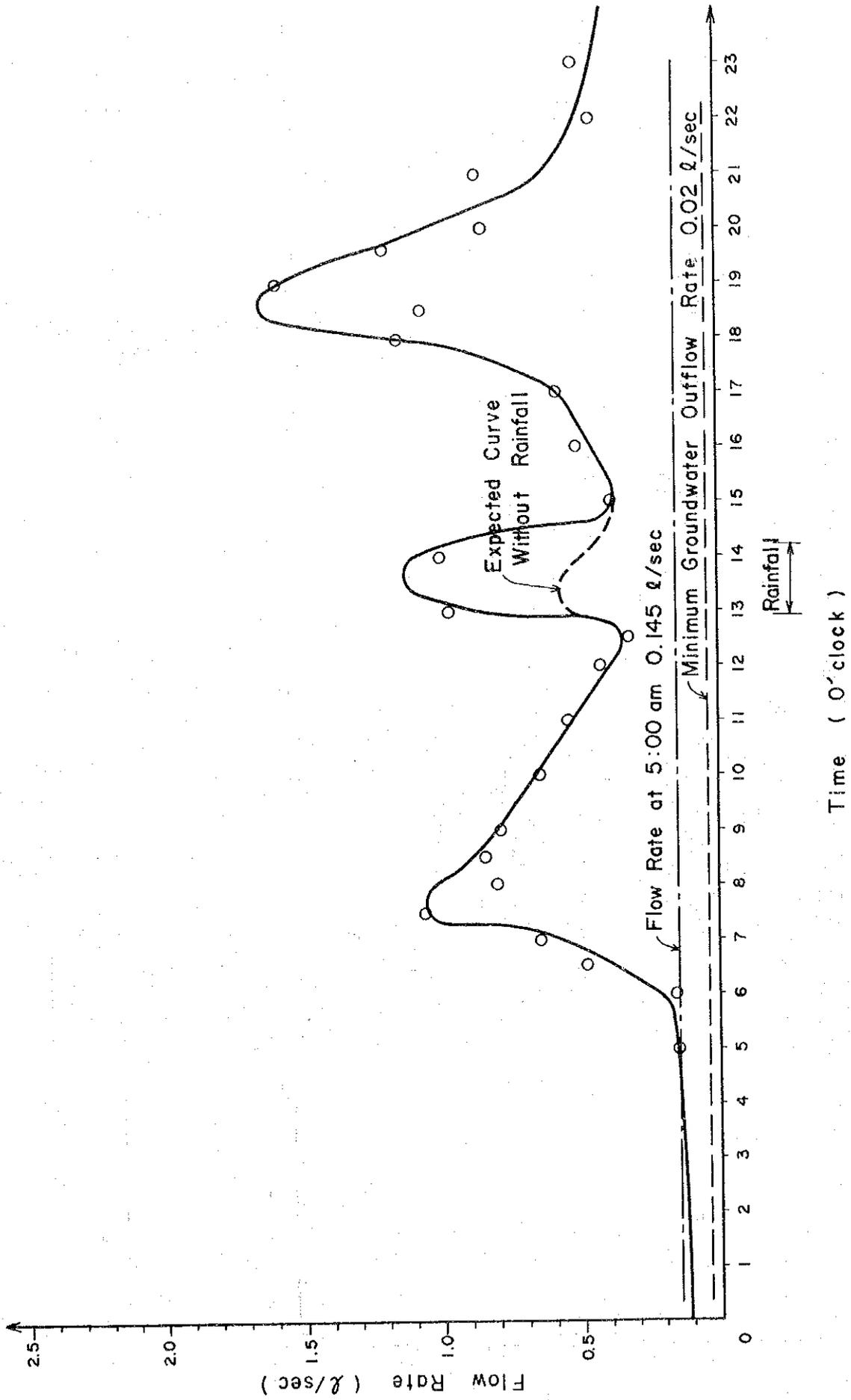
图C.4. 流量 - BOD 相関



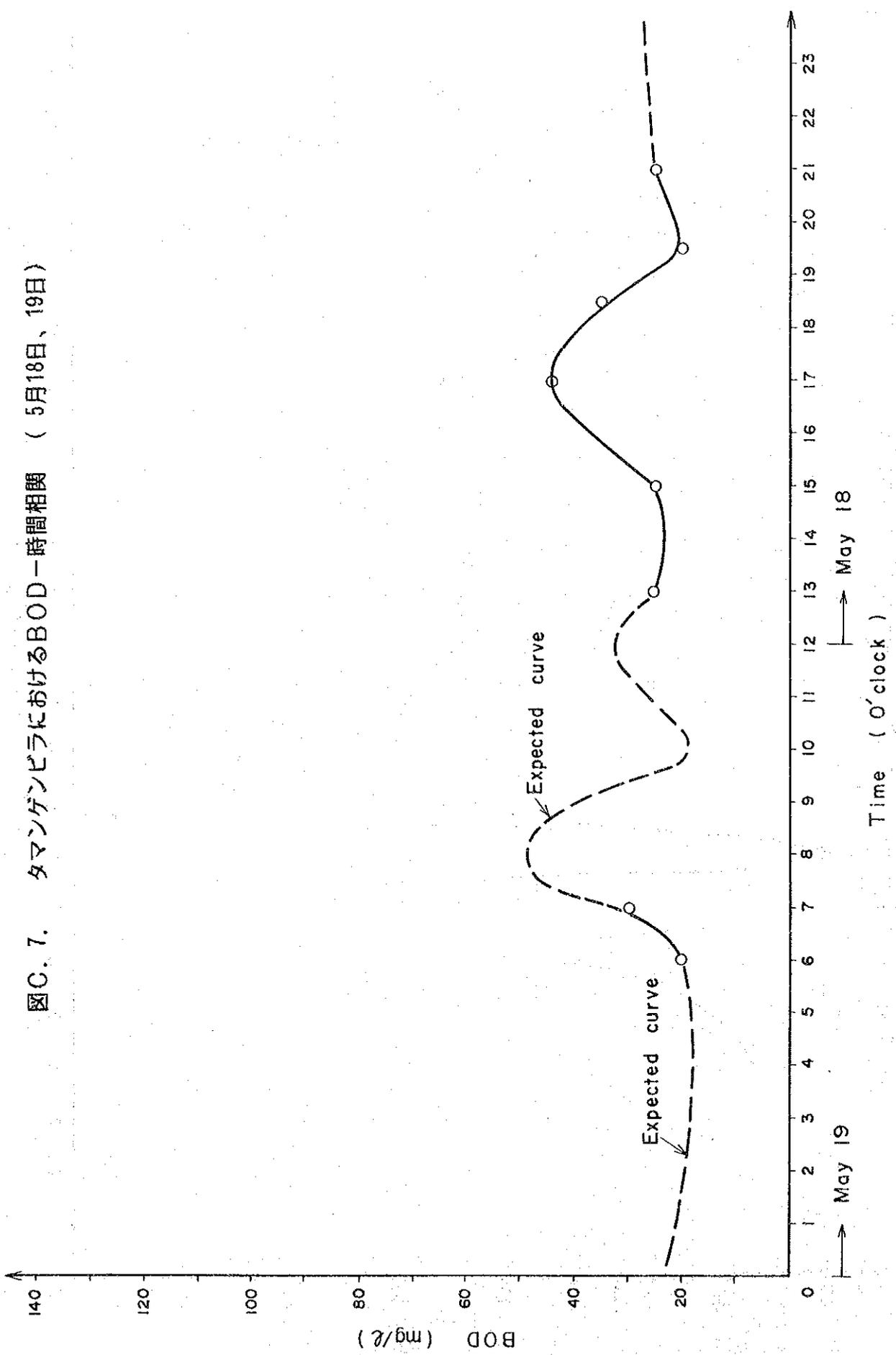
図C.5. タマンゲンピラにおける流量一時間相関 (5月18、19日)



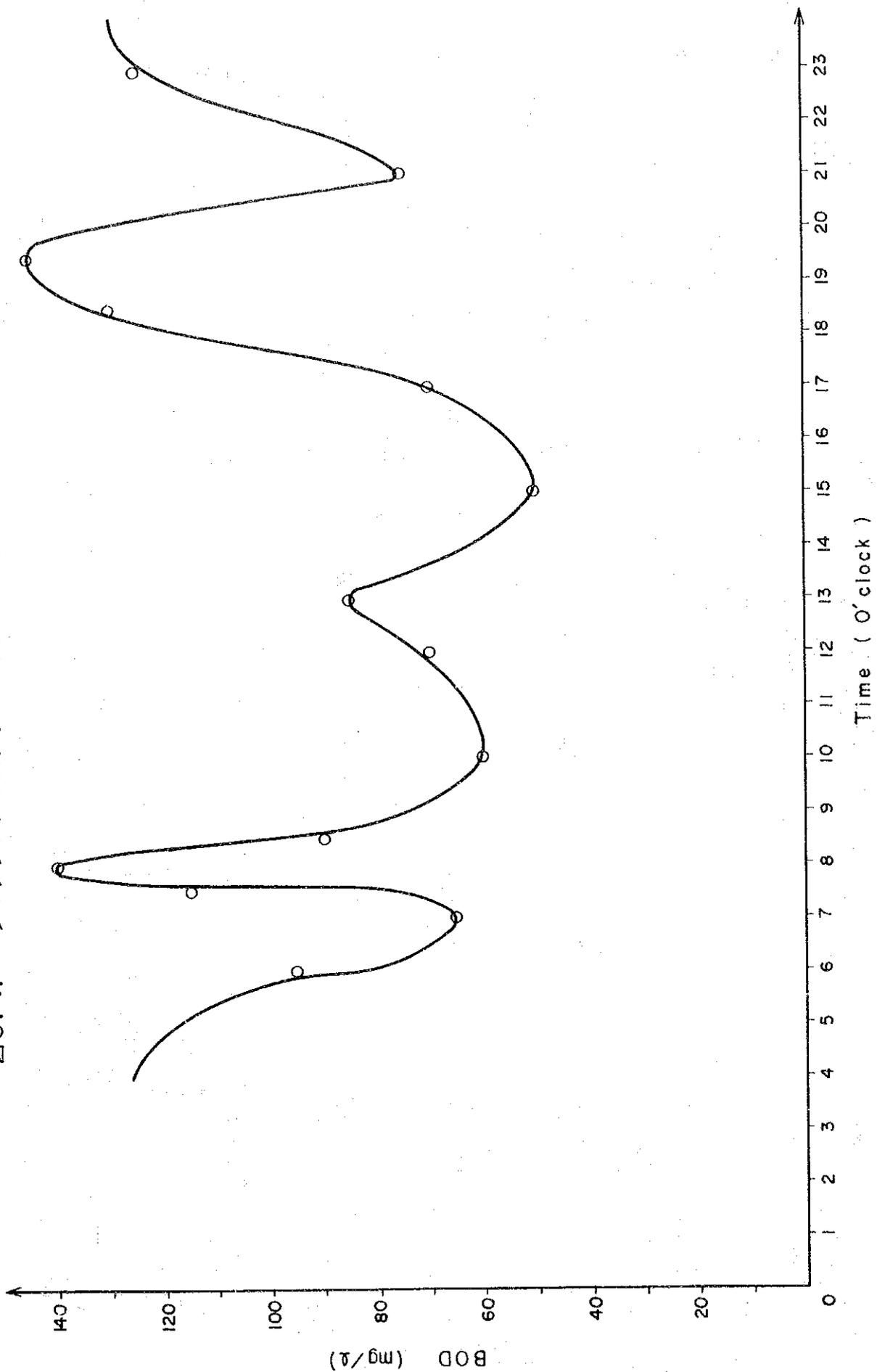
図C. 6. タマンプレシャスツリーにおける流量-時間相関 (5月25日)



図C. 7. タマンゲンピラにおけるBOD-時間相関 (5月18日、19日)



図C. 8. タマンプレシャスツリーにおけるBOD-時間相関 (5月25日)



C. 4. タマンゲンピラにおける1人当りのBOD負荷の計算

1) 地下水量の計算

いま、それぞれの測定時刻の地下水量を χ ℓ/sec とし、ある i 番目のデータが t_i 時（例えば7時30分を7.5時と表わす）に採られ、排水溝の測定地点の流量を $A t_i$ ℓ/sec とすれば、実際の生活排水量は $(A t_i - \chi)$ ℓ/sec から計算される。1日当りの生活排水量 (R_d) は下記の①式によって計算できる。

$$\begin{aligned} R_d &= 3,600 \sum (t_i - t_{i-1}) \times (A t_i - \chi) + (A t_{i-1} - \chi) / 2 \\ &= 3,600 \sum (t_i - t_{i-1}) \times (A t_i + A t_{i-1} - \chi) / 2 \dots\dots\dots \textcircled{1} \end{aligned}$$

ただし、もし $t_{i-1} > t_i$ であれば $(t_i - t_{i-1})$ を $(t_i - t_{i-1} + 24)$

とし、また $i = 1$ のときは $(i - 1)$ を i_{max} とする。

表C.6. に i 、 t_i 、 $A t_i$ 、 $A t_i + A t_{i-1} / 2$ および $t_i - t_{i-1}$ あるいは $t_i - t_{i-1} + 24$ を示す。 R_d は水道局によって得られた1日当りの水使用量とほぼ等しくなければならない。表C.6. の計算から R_d は $(80,008.2 - 86,400\chi)$ $m^3/\text{日}$ となる。したがって、次の式が得られる。

$$80,008.2 - 86,400\chi = 35,248$$

$$\chi = 0.518 \ell/\text{sec}$$

表C. 6. 1日当り生活排水の計算データ

i	t _i	At _i	(At _i +At _{i-1})/2	(t _i -t _{i-1}) or (t _i -t _{i-1} +24)
1	13.0	0.582	0.581	0.5
2	14.0	1.008	0.795	1.0
3	15.0	0.965	0.987	1.0
4	16.0	0.878	0.922	1.0
5	17.0	1.103	0.991	1.0
6	18.0	1.832	1.468	1.0
7	18.5	1.410	1.621	0.5
8	19.0	1.357	1.384	0.5
9	19.5	1.643	1.500	0.5
10	20.0	1.103	1.373	0.5
11	21.0	0.965	1.034	1.0
12	22.0	0.878	0.922	1.0
13	23.0	0.797	0.838	1.0
14	5.0	0.648	0.723	6.0
15	6.0	0.648	0.648	1.0
16	6.5	0.720	0.684	0.5
17	7.0	0.758	0.739	0.5
18	7.5	0.838	0.798	0.5
19	8.0	(1.15)*	0.994	0.5
20	8.5	(1.54)*	1.354	0.5
21	9.0	(1.43)*	1.485	0.5
22	10.0	(1.00)*	1.215	1.0
23	11.0	(0.70)*	0.850	1.0
24	12.0	(0.62)*	0.660	1.0
25	12.5	(0.58)*	0.600	0.5

*Estimated figures

2) 1人1日平均BOD負荷の計算

a) 1人1日平均BOD負荷は以下の3通りの方法で計算できる。

① 1日平均流量と1日平均濃度による方法

表C.1. に示す25の測定結果から得られる1日平均流量 $1,006 \ell / \text{sec}$ と1日平均のBOD濃度 $28.0 \text{ mg} / \ell$ に基づく1日平均BOD負荷は以下のように計算される。

$$1,006 \times 24 \times 60 \times 60 \times 28.0 \times 10^{-3} / 163 = 14.9 \text{ g} / \text{人} \cdot \text{日}$$

② 平均BOD負荷による方法

表C.4. に示すそれぞれの測定時刻ごとの流量とBOD濃度から計算したBOD負荷の平均に基づく1人1日当りのBOD負荷は以下のように計算できる。

$$\begin{aligned} & (0.582 \times 25 + 0.965 \times 25 + 1.103 \times 44 + 1.410 \times 35 + 1.643 \times 20 + 0.965 \\ & \times 25 + 0.648 \times 20 + 0.758 \times 30) \times 1 / 8 \times 10^{-3} \times 24 \times 60 \times 60 \times 1 / 163 \\ & = 15.2 \text{ g} / \text{人} \cdot \text{日} \end{aligned}$$

③ 加重平均されたBOD負荷による方法

加重平均されたBOD負荷による1人1日当りのBOD負荷は以下のように計算される。

表C.7. タマンゲンピラにおける1人1日当りBOD負荷計算のデータ

i	1	2	3	4	5	6	7	8	
Q_i	0.582	0.965	1.103	1.410	1.643	0.965	0.648	0.758	(ℓ / sec)
BOD_i	25.0	25.0	44.0	35.0	20.0	25.0	20.0	30.0	(mg / ℓ)
$Q_i \times \text{BOD}_i$	14.55	24.13	48.53	49.35	32.86	24.13	12.96	22.74	(mg / sec)
t_i	7,200	7,200	5,400	3,600	5,400	32,400	3,600	21,600	(sec)
Outflow BOD Load	139.32	261.58	264.76	147.98	153.87	600.86	64.26	402.73	(g)

$$(139.32 + 261.58 + 246.76 + 147.98 + 153.87 + 600.86 + 64.26 + 402.73) / 163 = 2,017.36 / 163 = 12.4 \text{ g} / \text{人} \cdot \text{日}$$

b) 正確なBOD負荷を求めるためには、加重平均に基づく計算が原理的には最も適しているのであるが、この場合は地下水量がかなりの量観測されており、採水が行われなかった時間が比較的長時間であることから、この方法による計算はあまり信頼できないものとなっている。そこで、地下水に対する余裕を見込んで平均BOD負荷に基づく一人当りのBOD負荷 $15.2 \text{ g} / \text{人} \cdot \text{日}$ を採用する。

タマンゲンピラの各家庭には全て浄化槽が設置されており、観測によるとこれらは適切に機能していたので、これら浄化槽によるし尿のBOD除去を考慮しなければならない。発生BOD負荷を計算するに当たっては、排水溝の水は浄化槽で処理された排水であり、したがって除去されたBODを含んでいないので、前記のBOD除去分を加える必要がある。

浄化槽によるBODの除去率はアロースターの報告書にある資料によって80%と考えた。もし、し尿によるBOD負荷を一般的に採用されている値として $13 \text{ g} / \text{人} \cdot \text{日}$ とすると、実際の一人当りのBOD負荷は以下のようになる。

$$15.2 + 13.0 \times 0.8 = 25.6 \text{ g} / \text{人} \cdot \text{日}$$

表C.2. に示すように一人当りの排水量を $228 \text{ l} / \text{人} \cdot \text{日}$ とすれば、BOD濃度は以下のように計算される。

$$25.6 \times 10^3 \div 228 = 112.3 \text{ (mg/l)}$$

C. 5. タマンプレシャスツリーにおける一人当りのBOD負荷の計算

地下水量と一人当りのBOD負荷はタマンゲンピラの場合と同様な方法によって計算できる。

1) 地下水量の計算

地下水量は以下のように計算される。

$$49,566.6 - 86,400x = 48,239$$

$$x = 0.02 \text{ } \ell / \text{sec}$$

2) 1人1日平均BOD負荷の計算

a) タマンプレシャスツリーにおける1人1日当りの平均BOD負荷は以下の3通りの方法で計算した。

① 1日平均流量と1日平均BODの濃度による方法

表C.1. に示す25の観測値から得られた1日平均流量 $0.710 \ell / \text{sec}$ と1日平均BOD濃度 $93.9 \text{mg} / \ell$ に基づく一人1日当りのBOD負荷の計算は以下の通り。

$$0.710 \times 24 \times 60 \times 60 \times 93.9 \times 10^{-3} / 252 = 22.9 \text{g} / \text{人} \cdot \text{日}$$

② 平均BOD負荷による方法

$$\begin{aligned} & (0.145 \times 95 + 0.648 \times 65 + 1.055 \times 115 + 0.797 \times 140 + 0.838 \times 90 + \\ & 0.648 \times 60 + 0.432 \times 70 + 0.965 \times 85.0 + 0.405 \times 50 + 0.582 \times 70 + \\ & 1.055 \times 130 + 1.200 \times 145 + 0.878 \times 75 + 0.158 \times 125) \times 1 / 14 \times \\ & 10^{-3} \times 24 \times 60 \times 60 \times 1 / 252 = 24.9 \text{g} / \text{人} \cdot \text{日} \end{aligned}$$

③ 加重平均されたBOD負荷による方法

表C. 8. タマンプレシャスツリーにおける1人当りBOD負荷計算データ

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q_i	0.145	0.648	1.055	0.797	0.838	0.648	0.432	0.965	0.405	0.582	1.055	1.200	0.878	0.518
BOD _i	95	65	115	140	90	60	70	85	50	70	130	145	75	125
$Q_i \times \text{BOD}_i$	13.775	42.120	121.325	111.580	75.420	38.880	30.240	82.025	20.250	40.749	137.150	174.000	65.850	64.750
t_i	3,600	1,800	1,800	1,800	5,400	7,200	3,600	7,200	7,200	7,200	5,400	3,600	5,400	7,200
Outflow BOD load	100.61	147.10	209.61	168.30	308.61	248.83	202.08	368.19	219.56	480.30	560.07	647.60	470.16	989.42

$$\begin{aligned}
 & (100.61+147.10+209.61+168.30+308.61+248.83+202.08+368.19+ \\
 & 219.56+480.30+560.07+647.60+470.16+989.42)/252 \\
 & = 5,120.44/252 = 20.3 \text{ g/capita/day}
 \end{aligned}$$

- c) 1人1日当りのBOD負荷としては平均BOD負荷に基づいて計算された24.9g/人・日を前に述べた同じ理由で地下水に対する余裕を見込むものとして採用した。次に実際の1人1日当りのBOD負荷もタマンゲンピラの場合と同様な方法で計算する。

したがって、実際の1人1日当りのBOD負荷は次のように計算される。

$$24.9 + 13.0 \times 0.8 = 35.3 \text{ g/人・日}$$

1人1日当りの排水量を表C.3. に示すように210ℓ/人・日とすると、生下水のBOD濃度は以下のように計算される。

$$35.3 \times 10 \div 210 = 168.1 \text{ (mg/ℓ)}$$

C. 6. 結 論

- 1) 最初にマスタープランとフィージビリティスタディで用いる1人1日当りのBOD負荷はタマンゲンピラとタマンプレシャスツリーの調査結果に基づいて決めるものとする。

タマンゲンピラでの調査時における降雨は、調査結果に重大な影響を与えていると考えられる。これに比べタマンプレシャスツリーでの調査は降雨による影響はそれ程大きくないと考えられる。したがって、タマンプレシャスツリーでの調査を重視する。

- 2) この2地点を選定したときは、月収が1人当りのBOD負荷に大きく影響するものと考えられた。

そこで月収と水使用量の相関を示す図(図C.9. とC.10.)を作成した。しかし、月収と水使用量の間には顕著な相関関係は認められなかった。

次に家族の人数と水使用量の相関を検討した(図C.11.)。しかし、ここでも家族の人数と水使用量の間には顕著な相関関係は認められなかった。

以上の観察により、マレーシアの人々の日常生活の習慣や生活様式あるいは他の要素が水使用量に関係しているとの結論を得た。

- 3) 午前5時ごろには家庭の排水が越流水深を測定した排水溝には流入しておらず、5時に観測された流量が地下水量に等しいものとするれば、排水率は次のよ

うに計算できる。

a) タマンゲンピラ

$$\begin{aligned} \text{排水率 (DR)} &= \frac{80,008.2 - 0.648 \times 86,400}{35,248} \\ &= 0.68 \end{aligned}$$

b) タマンプレシャスツリー

$$\begin{aligned} \text{排水率 (DR)} &= \frac{49,566.6 - 0.145 \times 86,400}{48,239} \\ &= 0.77 \end{aligned}$$

上記のDRを用いると、生下水のBOD濃度は以下のように計算される。

a) タマンゲンピラ

$$25.6 \times 10^3 \div (251 \times 0.68) = 150.0 \text{ (mg/l)}$$

b) タマンプレシャスツリー

$$35.3 \times 10^3 \div (210 \times 0.77) = 218.3 \text{ (mg/l)}$$

この計算および前節での計算結果によると、生下水のBOD濃度は 168～218mg/l の範囲内の値であると考えられる。

図C. 9. 月収と水使用量、タマンゲンピラ

○ 19/5 - 20/5
x 20/5 - 21/5

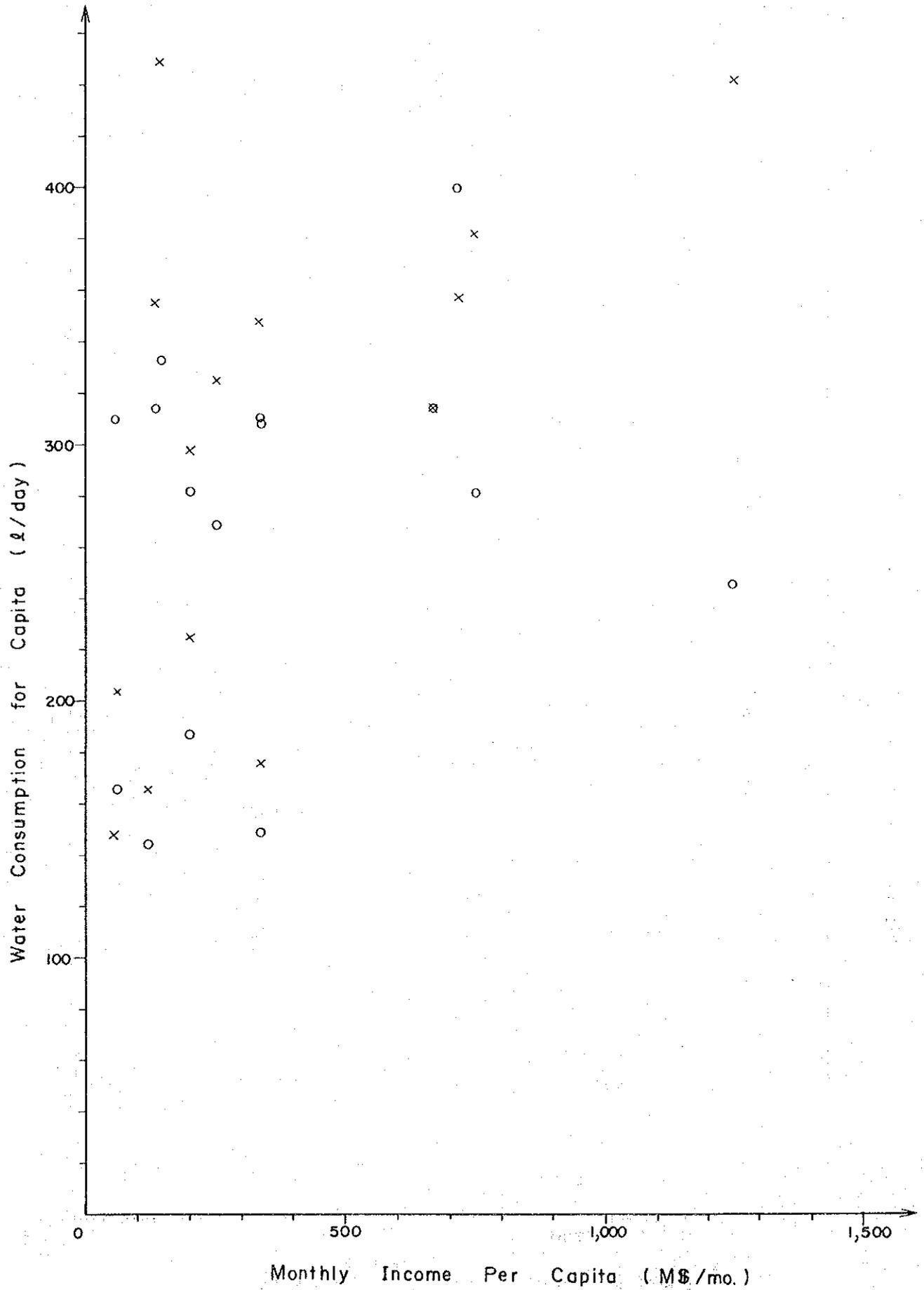
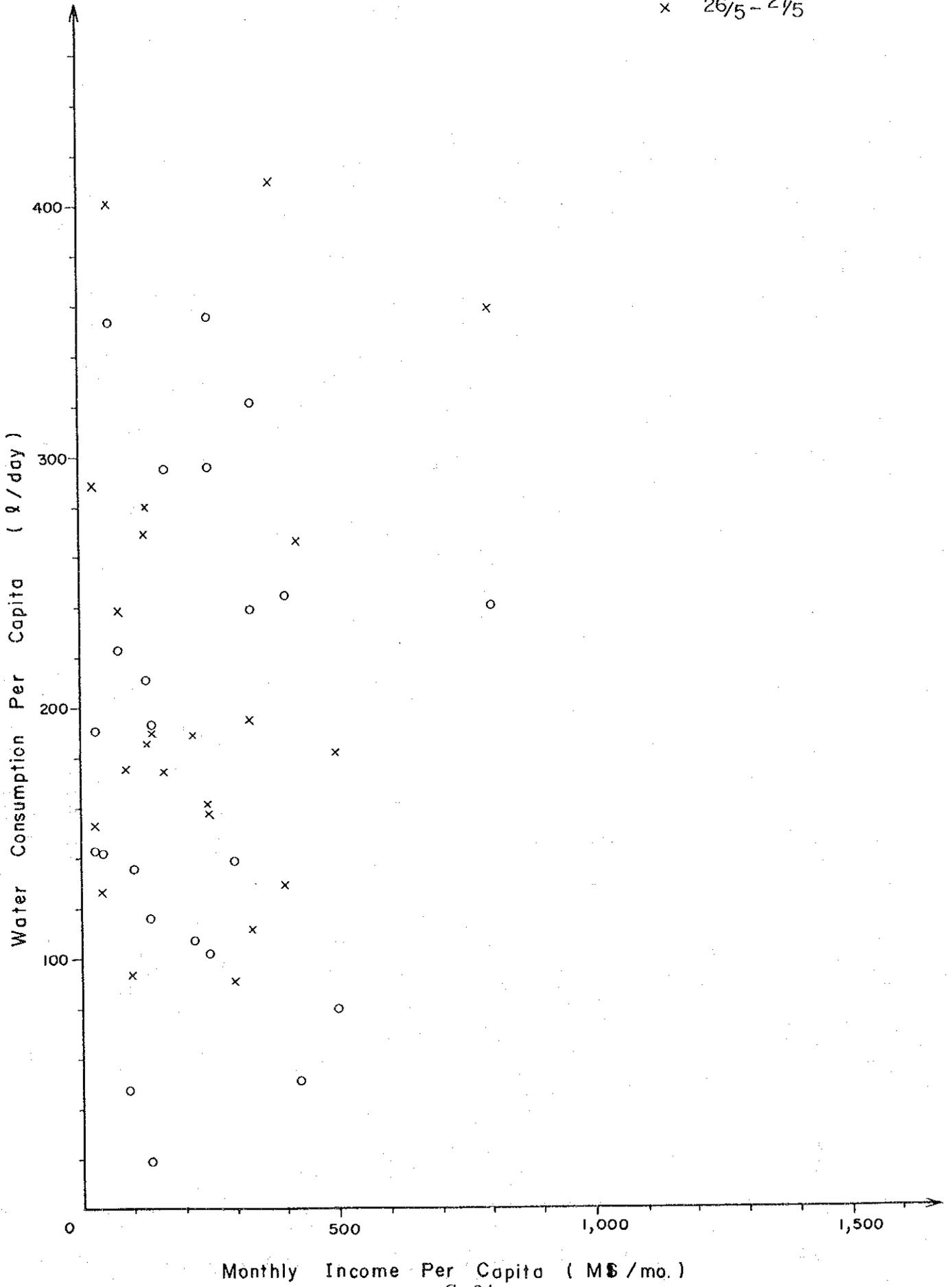


図 C.10. 月収と水使用量、タマンプレシャスツリー

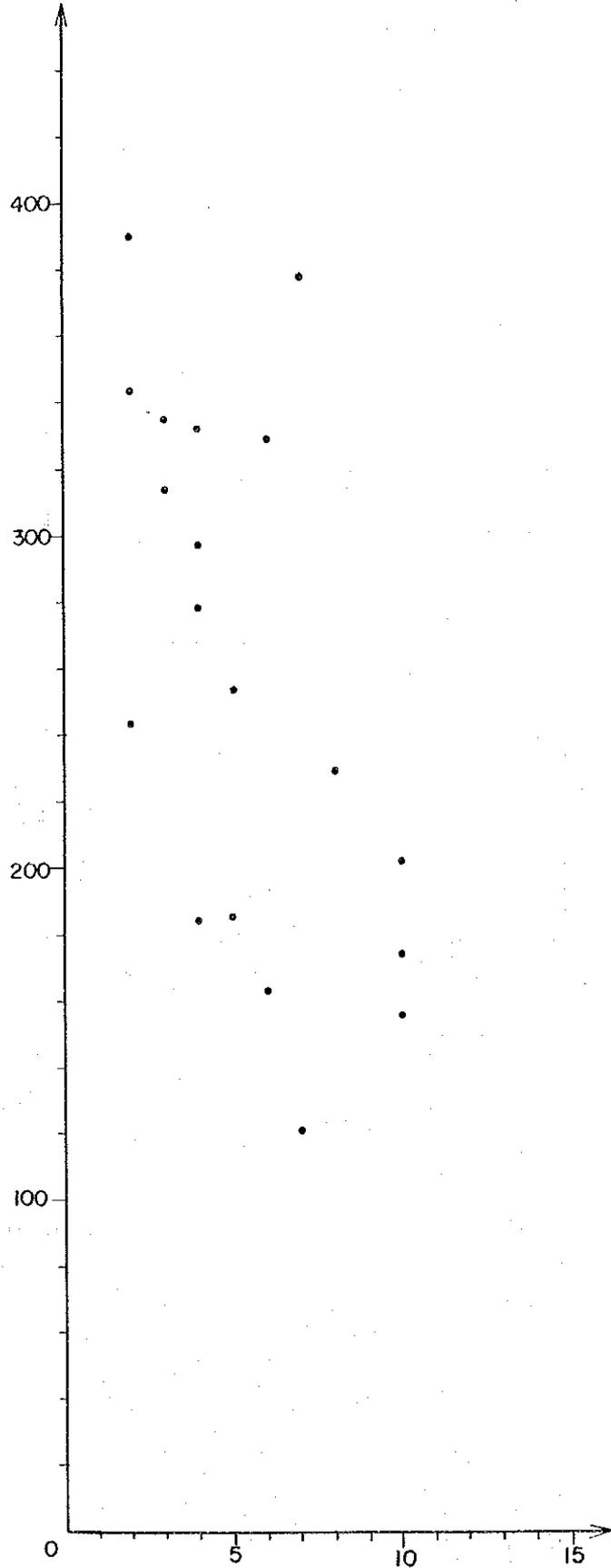
○ 25/5 - 26/5
× 26/5 - 27/5



図C.11. 家族人数と1人当り平均水使用量

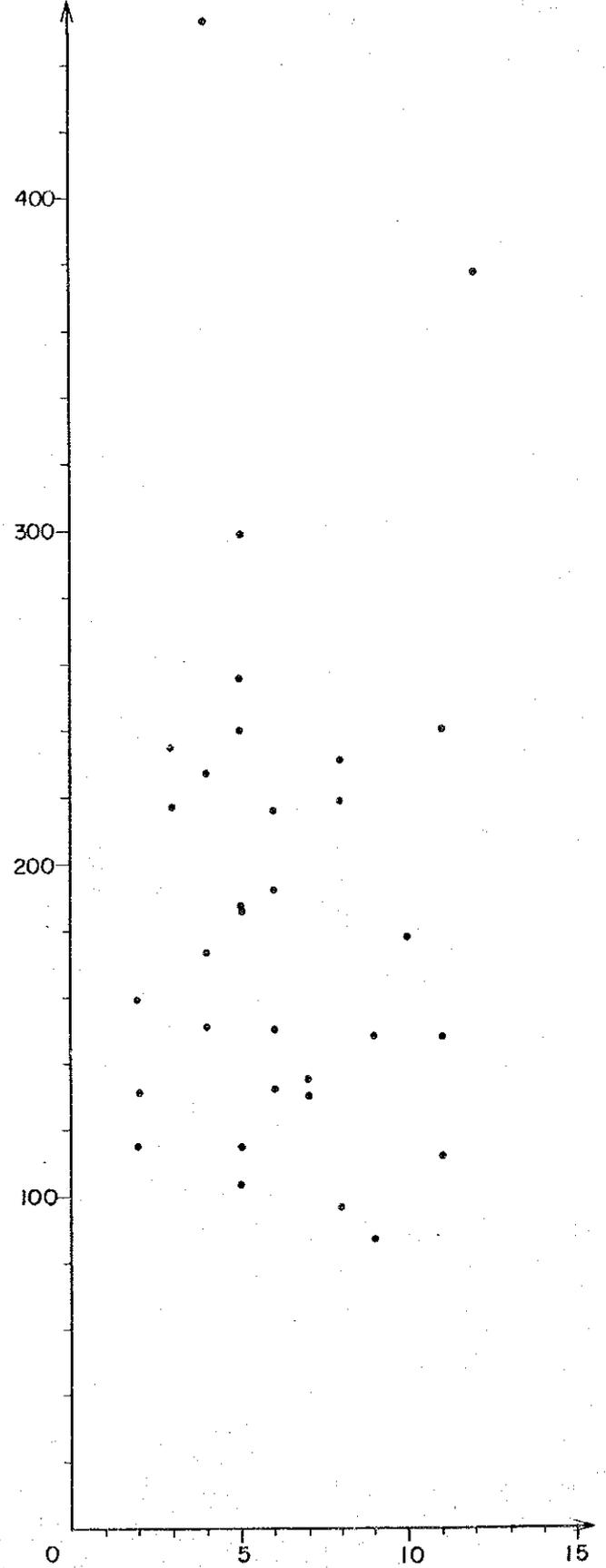
Average
Water Consumption
(ℓ/d)

TAMAN GEMBIRA
(May 19 ~ 21)



Average
Water Consumption
(ℓ/d)

TAMAN PRECIOUS TREE
(May 25 ~ 27)



Number of Persons
in Household

Numbers of Persons
in Household

付 録 D
工場リスト

付 録 D 工場リスト

表D.1. 工場リスト

Number	Name of Factory	Location	Type of Factory	Category
1	Malaysia International Palm Oil	Kawasan Perusahaan Pendamaran	Palm Oil	2
2	Marco Shoe	Kawasan Perusahaan Pendamaran	Shoes	13
3	Delima Furniture	Kawasan Perusahaan Pendamaran, PKNS	Furniture	4
4	IPI	Kawasan Perusahaan Pendamaran	Printing Ink	5
5	Far East Rubber Products	Kawasan Perusahaan Pendamaran	Rubber	7
6	Lee Rubber	Batu 2, Jalan Batu Tiga, Sungai Rasa	Rubber	7
7	Fung Keong Rubber	Kilang Fung Keong, Jalan Kapar	Rubber Products	7
8	Lee Oil Mills	Jalan Kapar	Food Oil	2
9	Perusahaan Sawit Oil Mill	Lerong Petai, Kawasan Perusahaan, Pendamaran	Soap	2
10	Koe	Kawasan Perusahaan Pendamaran	Hair Shampoo	13
11	ABC Plastik	Jalan Meru	Plastics	13
12	Kelang Hock Plastik	Lerong Petai, Pendamaran	Plastics	13
13	Ng. Danc	Batu 2, Jalan Batu Tiga, Sungai Rasa	Plastics	13
14	Yong Plastik	Batu 2, Jalan Batu 3, Lama	Plastics	13
15	Mega	Sungai Rasa, Batu 3	Sodium Chlorate	5
16	Brimal	Batu 5 1/2, Jalan Kapar	Seat Belt	13
17	Asia Envelopes	Kawasan Perusahaan Pendamaran	Envelope	13
18	Fusan Fishing Net	Di Jalan Selat, Kelang Utara Pelabohan Kelang	Fishing Net	13
19	Basteec Oil Refinery	Batu 4, Jalan Kapar	Coconut Oil	2
20	Sun Cheong	Jalan Raya Timor	Package	13
21	Tructy Flour Mill	Batu 2 1/2, Jalan Kapar	Spice	1

表D.1. (続き)

Number	Name of Factory	Location	Type of Factory	Category
22	Ambika Flour Mill	Jalan Kapar	Spice	1
23	K. Rajalakshim	Jalan Harpar	Spice	1
24	Yer s/o Andy	Jalan Harpar	Flour	1
25	Tamil Selvam	Jalan Camp, Pelabohan Kelang	Flour	1
26	Federal Flour Mill	Pelabohan Kelang	Flour	1
27	Cold Storage	Jalan Raja Hassan	Ice	1
28	Eng Huat Chan Trading	Jalan Sena	Ice Cream	1
29	Yew Yew Cold Storage	Jalan Raya Timor	Ice Cream	1
30	Eng Huat Heng	Pendamaran	Ice Cream	1
31	Scoil	Jalan Kem, Pelabohan Kelang	Palm Oil	2
32	Tan Ngiam	Jalan Kpg. Jawa	Coffee	1
33	Hiap Heng	Jalan Besar Kapar	Coffee	1
34	Tee Por.	Jalan Bukit, Kapar	Coffee	1
35	Koh Kim Cham	Batu 11, Kapar	Coffee	1
36	Lee Chin Hoo	Batu 11, Kapar	Coffee	1
37	United Desicated Coconut	Kaw MIEL Kaw Perusahaan, Pendamaran	Biscuit	1
38	Amisan Products	Batu 4, Jalan Kapar	Biscuit	1
39	Region Foods	Batu 1 1/2, Jalan Meru	Chili Sauce	1
40	Amoy Canning	Jalan Harper	Canned Food	1
41	F.M.S.	Leboh Raya Petal, Kawasan Perusahaan, Pendamaran	Medicine	5
42	Hoechst	Kg. Bahoru, Pendamaran	Storage	13
43	Behn Meyer	Jalan Kim Chuan, Pendamaran	Storage	13
44	Astraco	Jalan Pendamaran, Pendamaran	Timber Drying	4
45	Angro American	Jalan Low, Pendamaran	Storage	13
46	Linberg	Batu 5 1/4, Jalan Meru	Storage	13
47	Goodwill Veneer & Plywood	Jalan Kapar	Storage	13
48	Pendamaran Oil	Kawasan Perusahaan, Pendamaran	Food Oil	2

表D.2. 業種別工場数（既設）

Category	Number of Factories
1 Food Products	19
2 Oils and Fats	7
3 Textiles	-
4 Wood and Wood Products	2
5 Chemicals	3
6 Petroleum Products	-
7 Rubber Products	3
8 Cement and Non-Metallic	-
9 Basic Metal	-
10 Fabricated Metal	-
11 Electrical Machinery	-
12 Transport Equipment	-
13 Other Manufactures	15
Total	49

表D.3. バンダマラン、ノースポート工業団地
業種別工場敷地面積

Item	Pendamaran		North Port	
	Number	Area (ha)	Number	Area (ha)
1 Food Products	1	1.62	7	5.24
2 Oils and Fats	4	14.01	5	8.54
3 Textile	-		3	2.02
4 Wood and Wood Products	6	22.09	8	14.15
5 Chemicals	4	3.27	4	4.85
6 Petroleum Products	-		-	
7 Rubber Products	2	1.16	8	8.49
8 Cement and Non-Metallic	1	0.40	1	1.21
9 Basic Metal	2	1.60	4	10.02
10 Fabricated Metal	2	1.27	14	15.14
11 Electrical Machinery	1	0.11	2	2.02
12 Transport Machinery	-		6	10.51
13 Other Manufactures	6	3.69	10	8.67
14 Store Houses, Office and Grid Station	-		16	31.62
15 Not Identified	13	12.56	6	5.65
Total	42	61.78	94	128.13

付 録 E

Wardieburn 酸化池のBOD負荷
に関する検討

付録E Wardieburn 酸化池のBOD負荷に関する検討

E. 1. 調査の目的と概要

この調査でとり上げた下水処理場は“Wardieburn Waste Stabilization Ponds”と呼ばれ、クアラルンプールのWardieburn 基地から 100m 程のところに位置している。

生下水 (CS)、第一酸化池からの流出水 (Eff-1) および最終酸化池からの流出水 (FE) の流量、BOD および SS に関する月別のデータが 1975 年から 1980 年までの 6 ヶ年について厚生省から得られた。

この計画の酸化池の設計指針を定めるために、運転実績、とりわけ BOD 負荷について上記の資料に基づいて分析を行った。

E. 2. Wardieburn 酸化池の容量と寸法

この処理施設の酸化池は 8,000 人の処理人口で設計されており、これはほぼ現在のこの地域の人口に等しい。

クアラルンプール市で出している“クアラルンプールおよびその周辺地域下水道および下水処理の基本計画”に酸化池の容量と寸法についての説明があり、以下にそれを引用する。

“処理過程は深い沈殿槽と等面積の通常は直列に運転される 2 つの酸化池とから成っている。しかしこの酸化池は必要とあれば並列に運転することもできる。沈殿槽は第一酸化池の前に配置されており、その寸法は 21.6m × 4m × 水深 7.3m である。酸化池の面積はそれぞれ 0.57ha であり、有効水深は 1.37m、余裕高は 1.3m である。有効水深は必要とあれば 1.82m まで深くすることができる。酸化池の平均滞留時間は 8 日間である。”

E. 3. 調査結果

月平均の BOD 負荷を示す表を基に、年間平均の BOD 負荷を計算した。1975 年から 1980 年までの 6 ヶ年の年間平均の BOD 負荷と水質の分析結果を表 E. 2.

に示す。

図E.1. は過去6ヶ年のBOD負荷と流出水のBOD濃度との相関を示す。これらの図表は酸化池の運転条件の推移と傾向を示している。

1) 1975年から1977年まで

1978年から1980年までの期間に比べ比較的少量の生下水がWardieburn 処理場で処理されていた。この間の月平均の生下水の流入量は $1,400 \text{ m}^3/\text{日}$ であった。月平均の流入量は1978年には $2,100 \text{ m}^3/\text{日}$ へと増加した。

1975年から1977年までの流出水のBOD濃度が低いことは、BOD除去率が高いことを示している。

2) 1978年から1980年まで

1978年から1980年までの間には半数以上のBOD負荷は一定の値、 $200\text{--}260 \text{ kg}/\text{ha}\cdot\text{日}$ の範囲にあり、1978年には流出水のBODは $25\text{--}40 \text{ mg}/\ell$ であった。1979年には水質分析の結果は流出水のBODが比較的高い $50\text{--}70 \text{ mg}/\ell$ となっている。しかし、1980年はBOD負荷が $300\text{--}480 \text{ kg}/\text{ha}\cdot\text{日}$ の範囲に増加しているが、流出水のBODは $25\text{--}50 \text{ mg}/\ell$ であった。このことは酸化池の設計に高いBOD負荷を用いる可能性を示唆しているものと思われる。

3) 計画BOD負荷

1980年にはBOD負荷が高い状態で運転されて、良好な流出水水質が得られている。しかしながら、1978年にはBOD負荷が比較的高く、流出水のBODも $50 \text{ mg}/\ell$ を越えていた。1978年から1980年までの資料によってBOD負荷と流出水のBOD濃度の相関関係を分析したが、意味のある結果はえられなかった。現時点ではWardieburn の運転実績に基づいて酸化池のBOD負荷を適切に決定することは困難である。

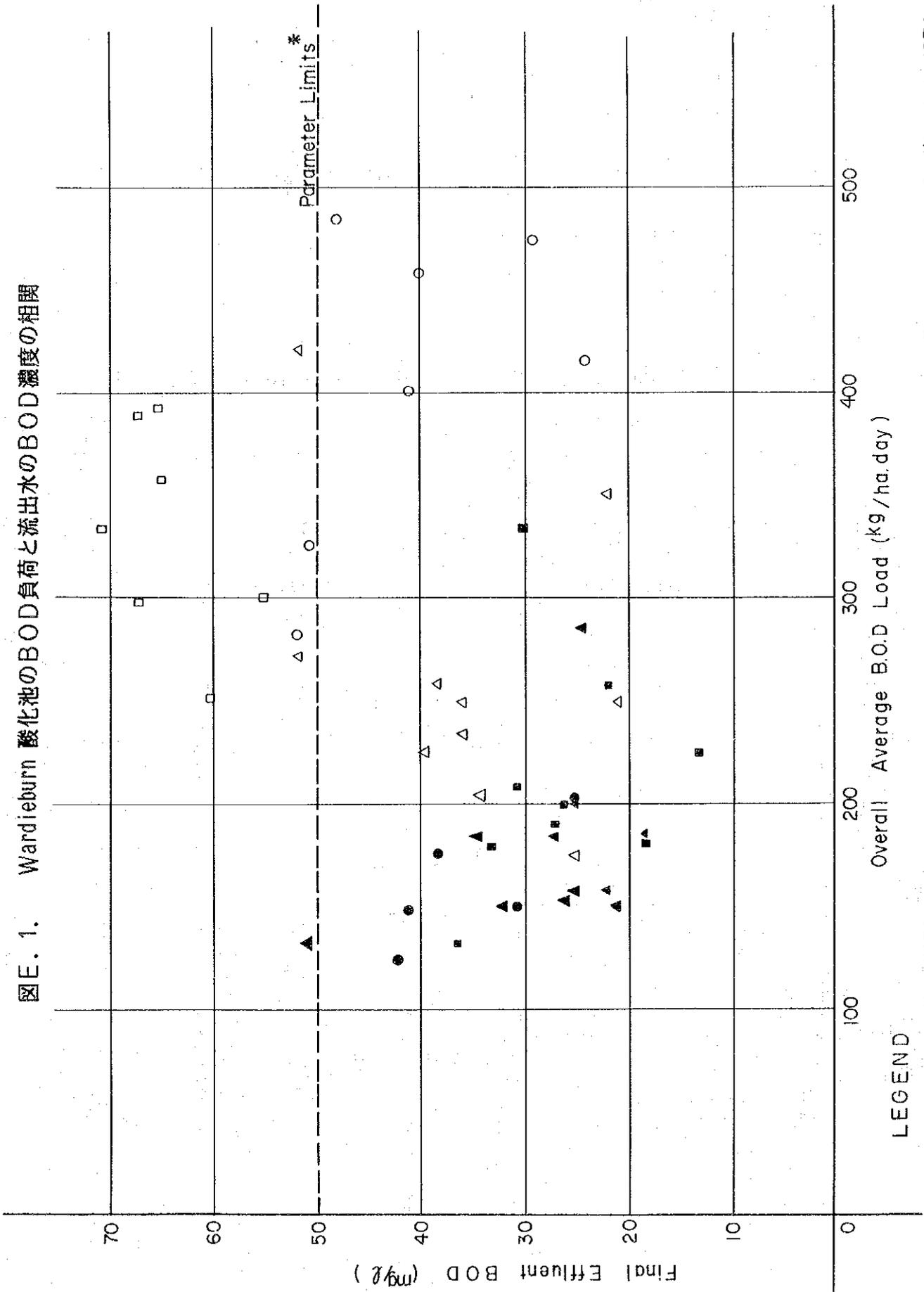
表E. 1. Wardieburn 酸化池の平均BOD負荷

Item	Year							Remarks
	1975	1976	1977	1978	1979	1980		
Average Flow (m ³ /day)	1,081	1,724	1,383	1,641	1,939	2,684		
C.S. BOD ₅ (mg/l)	155	137	143	188	204	160		
F.E. BOD ₅ (mg/l)	33	27	28	37	54	36		
Overall BOD Load (kg/ha.day)	144	201	182	269	378	407		
Rate of BOD Removal (%)	78.7	80.3	80.4	80.3	73.5	77.5		
C.S. SS (mg/l)	183	185	180	184	208	142		
F.E. SS (mg/l)	78	96	90	86	94	62		
Rate of SS Removal (%)	57.4	48.1	50.0	53.3	54.8	56.3		

Key: C.S. = Crude Sewage Source: MOH data

F.E. = Final Effluent

図E. 1. Wardieburn 酸化池のBOD負荷と流出水のBOD濃度の相関



LEGEND
 ● Year 1978
 ■ Year 1979
 ▲ Year 1980

*Based on Environmental Quality Act 1974, Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluent) Regulations 1978, Third Schedule Standard B.

表E. 2. Wardieburn 酸化池の分析

Year	Month	Flow (m ³ /day)	BOD (mg/ℓ)			SS (mg/ℓ)		
			CS	Eff-1	FE	CS	Eff-1	FE
1975	Jan	-	145	58	26	141	66	92
	Feb	-	220	33	26	124	71	70
	Mar	-	150	53	41	249	114	99
	Apr	-	200	55	34	242	105	95
	May	1,046	150	44	25	128	85	42
	Jun	1,159	123	49	31	328	104	74
	Jul	1,432	110	57	42	111	77	55
	Aug	-	80	33	26	127	78	65
	Sep	1,137	175	54	41	210	96	102
	Oct	714	117	-	-	161	105	88
	Nov	1,114	-	-	-	-	-	-
	Dec	1,046	235	49	38	195	77	81
	Av.	1,093	155	49	33	183	89	78
1976	Jan	886	185	51	36	186	105	132
	Feb	-	123	55	32	113	113	95
	Mar	1,891	-	-	-	-	-	-
	Apr	1,932	128	38	31	312	252	196
	May	1,841	138	36	28	172	68	84
	Jun	1,991	-	-	-	-	-	-
	Jul	1,987	160	51	22	192	86	92
	Aug	1,818	130	46	33	134	122	96
	Sep	-	145	30	33	162	96	22
	Oct	1,909	125	31	13	224	130	122
	Nov	1,868	100	40	27	140	40	40
	Dec	1,309	140	41	16	216	98	76
	Av.	1,743	137	42	27	185	111	96

表E. 2. (続き)

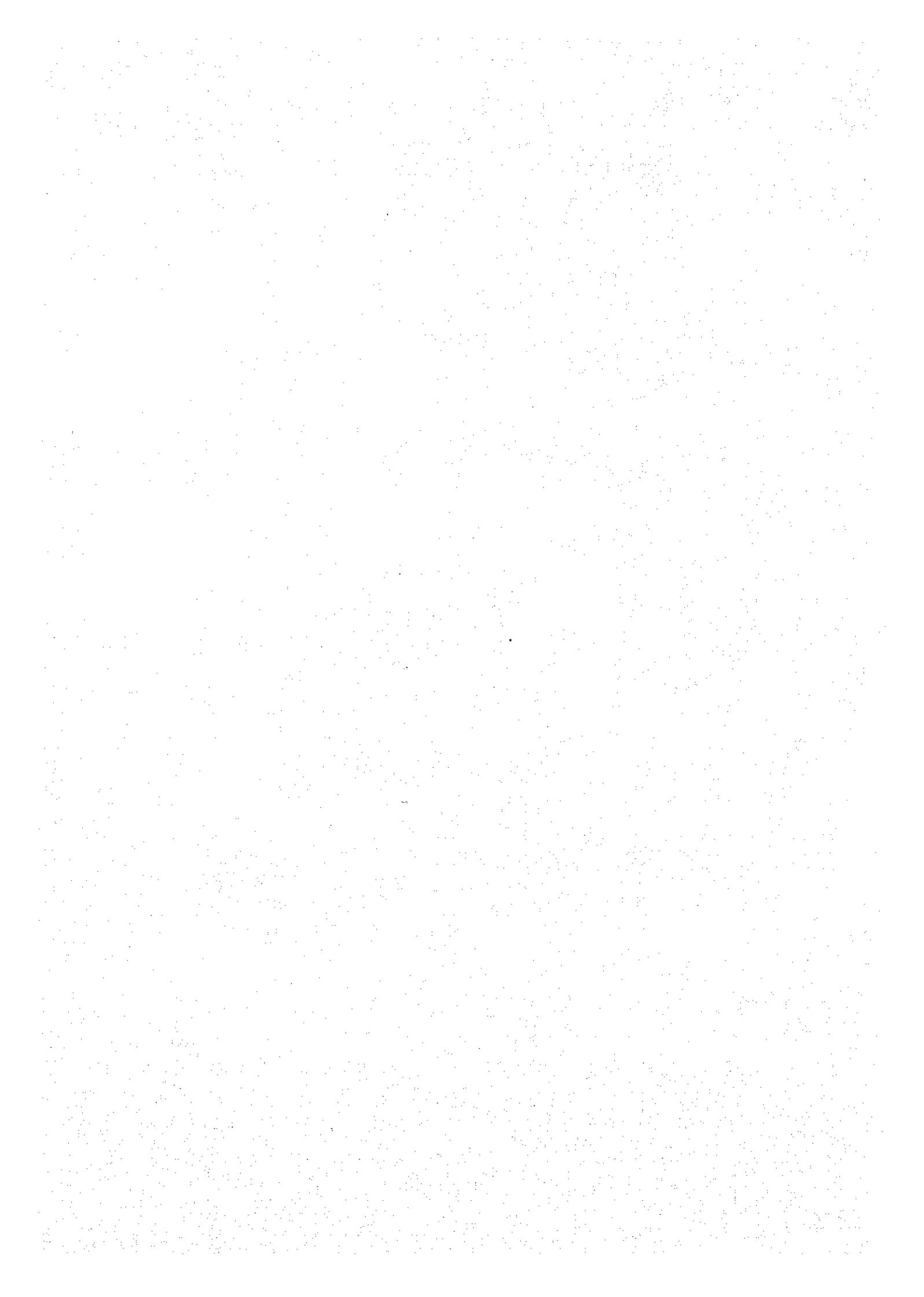
Year	Month	Flow (m ³ /day)	BOD (mg/ℓ)			SS (mg/ℓ)		
			CS	Eff-1	FE	CS	Eff-1	FE
1977	Jan	1,518	125	48	22	186	136	88
	Feb	1,546	135	42	18	72	106	44
	Mar	1,550	155	38	25	234	162	130
	Apr	1,677	140	40	24	260	174	120
	May	1,718	140	39	27	138	80	58
	Jun	1,173	155	46	21	133	112	76
	Jul	1,036	117	98	51	134	228	98
	Aug	1,309	-	-	-	-	-	-
	Sep	1,096	160	62	25	280	146	140
	Oct	1,759	132	58	34	-	-	-
	Nov	2,391	117	77	32	120	48	64
	Dec	927	195	66	26	242	134	84
	Av.	1,475	143	59	28	180	133	90
1978	Jan	946	155	43	25	242	134	84
	Feb	-	196	85	-	268	196	136
	Mar	1,623	215	63	36	232	150	116
	Apr	1,991	155	40	21	120	78	80
	May	2,132	195	46	22	66	94	62
	Jun	1,673	194	80	38	266	92	126
	Jul	1,514	174	66	39	118	106	60
	Aug	-	194	75	48	152	82	72
	Sep	1,214	209	74	34	120	96	80
	Oct	2,218	201	93	52	352	148	130
	Nov	1,514	158	94	52	116	74	32
	Dec	1,491	214	107	36	150	104	52
	Av.	1,632	188	72	37	184	113	86

表E. 2. (続き)

Year	Month	Flow (m ³ /day)	BOD (mg/ℓ)			SS (mg/ℓ)		
			CS	Eff-1	FE	CS	Eff-1	FE
1979	Jan	1,759	255	96	71	362	158	140
	Feb	1,863	163	102	67	180	142	124
	Mar	1,546	229	78	59	264	154	136
	Apr	-	199	80	24	110	96	90
	May	-	199	81	39	174	126	98
	Jun	2,346	188	57	30	282	118	80
	Jul	2,218	195	78	55	150	130	122
	Aug	2,078	229	88	65	316	98	122
	Sep	2,655	199	78	63	144	48	88
	Oct	2,573	179	57	67	98	66	60
	Nov	3,119	-	-	-	-	-	-
	Dec	2,173	-	-	-	-	-	-
	Av.	2,233	204	80	54	208	114	94
1980	Jan	2,066	163	52	52	134	164	124
	Feb	2,219	163	52	51	146	98	116
	Mar	2,979	184	94	43	120	84	82
	Apr	3,101	174	96	29	86	70	82
	May	2,853	161	70	41	104	80	55
	Jun	2,651	179	38	22	223	69	52
	Jul	2,921	181	48	40	107	76	76
	Aug	-	125	60	19	76	52	40
	Sep	-	140	65	53	86	48	32
	Oct	-	150	73	25	124	58	40
	Nov	-	165	65	27	102	56	34
	Dec	-	160	73	30	394	144	54
	Av.	2,684	150	66	36	142	83	62

付 録 F

処理プロセスの代替案の比較



付録F 処理プロセスの代替案の比較

3つの処理プロセス、すなわち酸化池、エアレットドラグーンおよびオキシデーションディッチの費用を比較するために、それらの処理施設の設計と費用積算を行った。日平均流量は計画区域の処理施設の計画流量を考慮して代表的なものとして 7,000 m^3 /日、25,000 m^3 /日および33,000 m^3 /日の3つを選んだ。

F. 1. 処理施設の設計

3つの処理プロセスの構成を図F.1. に示す。酸化池はファカルタイプ池とマチュレーション池からなる。エアレットドラグーンはエアレットドラグーンとマチュレーション池から成る。オキシデーションディッチはオキシデーションディッチ、沈殿池および汚泥乾燥床から成る。

設計の基準は以下の通りである。

- 1) 流出水のBOD : 50 mg/l 以下
- 2) 設計温度 : 22°C、 気象庁から得られた資料による最寒月の平均温度
- 3) 流出水の大腸菌群数 : 100,000 N / 100 ml 以下

設計方法は以下の通りである。

1) 酸化池

a) ファカルタイプ池

① 必要表面積

$$A = \frac{Q_i (L_i - L_e)}{18D (1.05)^{T-20}}$$

ただし、 A : 必要表面積、 m^2 ; 計算値

Q_i : 計画流入量、 m^3/day ; 与件値

L_i : 流入BOD、 mg/l ; 与件値

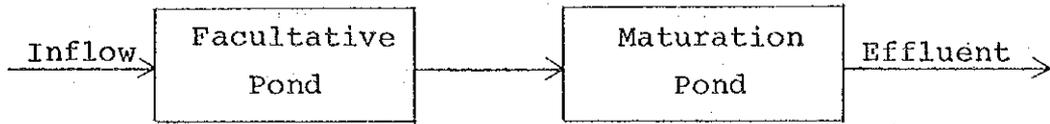
L_e : 流出BOD、 mg/l ; (50 mg/l)

D : 水深、 m ; (1.5m)

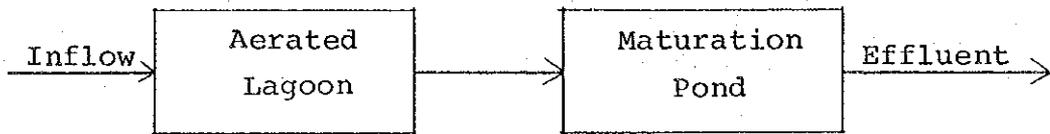
T : 設計温度、 °C ; (22°C)

図F.1. 3つの処理方式の構成要素

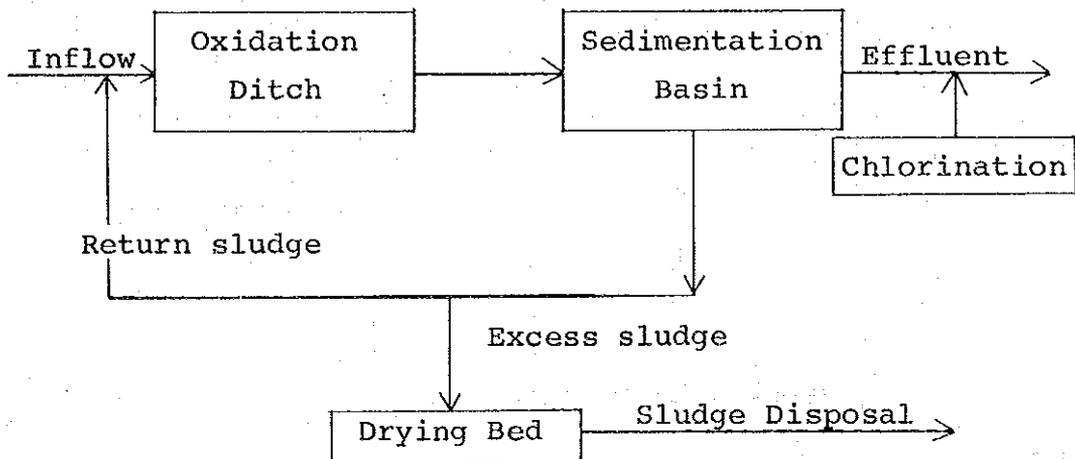
(1) Stabilization Pond process



(2) Aerated Lagoon process



(3) Oxidation Ditch process



② 計画BOD負荷

$$\lambda_s = 20T - 120$$

ただし、 λ_s : 計画BOD負荷、 $\text{kg}/\text{ha} \cdot \text{日}$

T : 設計温度、 $^{\circ}\text{C}$; (22°C)

$$\lambda_s = 20 \times 22 - 120 = 320 \text{kg}/\text{ha} \cdot \text{日}$$

b) マチュレーション池

① ファカルタティブ池の滞流時間

$$R = \frac{Q_0}{Q_i}$$

ただし、 R : 滞流時間、日

Q_0 : ファカルタティブ池の容量、 m^3

Q_i : 計画流量、 $\text{m}^3/\text{日}$

② 流出水の大腸菌群数

$$N = \frac{N_i}{(1 + K_b \cdot t_f) (1 + K_b \cdot t_m)^n}$$

ただし、 N : 流出水の大腸菌群数、 $N/100\text{m}^{\ell}$

N_i : 流入水の大腸菌群数、 $N/100\text{m}^{\ell}$; (4×10^7)

N_b : 大腸菌群数の減少係数、 $1/\text{日}$

$$K_b = 2.6 \times (1.19) = 3.7$$

t_f : ファカルタティブ池の滞流時間、日

t_m : マチュレーション池の滞流時間、日

n : マチュレーション池の数 ; (2)

③ 必要表面積

$$A = \frac{Q_i \cdot t_m}{D}$$

ただし、 A : 必要表面積、 m^2

Q_i : 計画流量、 $\text{m}^3/\text{日}$

t_m : マチュレーション池の滞流時間、日

2) エアレットィドラグーン

a) エアレットィドラグーン

① 流出水のBOD

$$F_e = \frac{L_i}{1 + K \cdot t}$$

ただし、 F_e : 流出水の溶存性BOD、 mg/ℓ

L_i : 流入水BOD、 mg/ℓ

k : 溶存性BODの減少係数、 $1/\text{日}$

t : 滞流時間、 日

② 減少係数

$$k = 5 \times (1.035)^{T-20}$$

ただし、 k : 減少係数、 $1/\text{日}$

T : 設計温度、 $^{\circ}\text{C}$; (22°C)

$$k = 5 \times (1.035) = 5.4 \quad 1/\text{日}$$

b) マチュレーション池

酸化池のものと同じ

3) オキシレーションディッチ

a) オキシレーションディッチ

① ディッチ容量

$$V = \frac{L_i Q_i}{S \nu}$$

ただし、 V : 必要容量、 m^3

L_i : 流入水BOD、 mg/ℓ

Q_i : 計画流量、 $m^3/\text{日}$

S : ディッチ内混合液SS濃度、 mg/ℓ ; ($4,000 m^3/\ell$)

ν : BOD-SS負荷、 $1/\text{日}$; ($0.20 \quad 1/\text{日}$)

② 滞流時間

$$t = \frac{V}{Q_i}$$

ただし、 t : 滞流時間、日

V : 必要容量、 m^3

Q_i : 計画流量、 m^3 /日

③ 酸素移動速度

$$N = N_0 \cdot \alpha (1.024)^{T-20} \left[\frac{\beta C_s (T, A) - CL}{C_s (20.0)} \right]$$

ただし、 N : 現場における酸素移動速度、 kgO_2 /mh

N_0 : 標準状態の酸素移動速度、

kgO_2 /mh ($3.0kgO_2$ /mh)

α : 酸素移動効率 (0.7)

T : 設計温度、 $^{\circ}C$; ($22^{\circ}C$)

β : 酸素飽和度 (0.9)

$C_s (T, A)$: 設計温度における酸素飽和濃度

($8.74 mg/l$)

$C_s (20.0)$: $20^{\circ}C$ における酸素飽和濃度 ($8.74 mg/l$)

CL : ディッチ内の溶存酸素、 mg/l ; ($1.0mg/l$)

$$N = 3.0 \times 0.7 \times 1.024^2 \times \left(\frac{0.9 \times 8.74 - 1}{8.74} \right) = 1.73 kgO_2 /mh$$

④ ローター長

$$L = \frac{R_0}{N}$$

ただし、 L : 必要ローター長、 m

R_0 : BOD負荷、 kg/hr

N : 酸素移動速度、 kgO_2 /mh ; ($1.73 kgO_2$ /mh)

b) 沈殿池

① 必要面積

$$A = \frac{Q_i}{\nu}$$

ただし、A : 必要面積、 m^2

Q_i : 計画流量、 $m^3/日$

ν : 越流負荷、 $m^3/m^2/日$ ($30 m^3/m^2/日$)

② 水深

$$h = \frac{V \cdot t}{A}$$

ただし、h : 必要水深、m

v : 池の容量、 m^3

t : 滞流時間、時間 (2時間)

A : 池の面積、 m^2

設計の計算結果を表F.1. ~ F.3. に示す。それぞれの流量に対するそれぞれの処理プロセスの配置図は付録I概略設計に含める。

表F.1. 酸化池の設計

Facultative Pond							
Qi (m ³ /day)	Li (mg/l)	Le (mg/l)	D (m)	T (°C)	Required Surface Area		Size of Pond (WxLxDxNo. of Ponds) (m)
					A by Ef-fluent BOD (ha)	A by BOD Loading (m)	
33,000	163	50	1.5	22	13.3	17.8	150x300x1.5x4
25,000	147	50	1.5	22	8.1	11.5	100x250x1.5x3
7,000	137	50	1.5	22	2.9	4.3	150x220x1.5x1

Maturation Pond								Required Land Space (ha)
Retention time $t_f = \frac{A \times D}{Q_i}$ (day)	No. of FC/100ml of Effluent				Required Surface Area		Size of Pond (WxLxDxNo. of Ponds) (m)	
	Ni (No.)	Kb (d ⁻¹)	t _m (day)	N _e (No.)	D (m)	$A = \frac{Q_i \cdot t_m}{D}$ (ha)		
7.7	4x10 ⁷	3.7	3	31,616	1.5	7.1	150x120x1.5x4	32
4.5	4x10 ⁷	3.7	3	52,824	1.5	5.1	150x120x1.5x3	22
5.0	4x10 ⁷	3.7	3	47,813	1.5	2.0	150x140x1.5x1	10

表F.2. エアレットイド・ラグーン的设计

Aerated Lagoon (h=3.0m)						
Qi (m ³ /day)	Li (mg/ℓ)	BOD of Effluent			Required Area by BOD Loading (ha)	Size of Pond (WxLxDxNo. of Ponds) (m)
		K (d ⁻¹)	t	$Fe = \frac{Li}{1+K.t}$ (mg/ℓ)		
33,000	163	5.4	3	10	3.8	100x125 x3.0x3
25,000	147	5.4	3	9	2.5	100x125 x3.0x2
7,000	137	5.4	3	8	3.9	100x50 x3.0x2

Maturation Pond								Required Land Space (ha)
Retention time $t_f = \frac{AxD}{Q_i}$ (day)	No. of FC/100mℓ of Effluent				Required Surface Area		Size of Pond (WxLxDx No. of Ponds) (m)	
	Ni (No.)	Kb (d ⁻¹)	t _m (day)	N _e (No.)	D (m)	$A = \frac{Q_i \cdot t_m}{D}$ (ha)		
3.2	4x10 ⁷	3.7	3	72,613	1.5	7.1	100x240 x1.5x3	14
3.0	4x10 ⁷	3.7	3	77,053	1.5	5.1	100x250 x1.5x2	10
3.0	4x10 ⁷	3.7	3	77,053	1.5	2.0	100x100 x1.5x2	6

表F.3. オキシデーション・ディッチの設計

Oxidation Ditch (h=2.0m)							
Qi (m ³ /day)	Li (mg/l)	$V = \frac{LiQi}{Sv}$ (m ³)	$t = \frac{V}{Q}$ (hr)	Ro=BOD Load (kg/hr)	Oxygen Transfer Rate: N (kgO ₂ /mhr)	$L = \frac{Ro}{N}$ (m)	Size of Ditch (WxLxD) (m)
33,000	163	7,131	4.9	227	1.73	134	6x600x2
25,000	147	4,594	4.4	157	"	92	6x400x2
7,000	137	1,713	4.1	60	"	25	6x150x2

Sedimentation Tank					Required Land Space (ha)
Over Flow Rate (m ³ /m ² /day)	Required Area of Tank: A (m ²)	Depth: h (m)	Required Area of Drying Beds (m ²)	Size of Tank (Dia. x D x Tank) (m)	
30	$\frac{Qi}{v}$ = 1,200	$\frac{2 \times Qi \times 2}{24 \times A}$ = 2.5	0.025m ² xP* 2,500	20x2.5x4	5
"	850	"	1,300	23x2.5x2	3
"	400	2.3	500	16x2.5x2	2

Note: * Served Population

F. 2. 費用積算

用地取得、建設および維持管理の費用は以下に述べる方法で積算した。

- 1) 建設費は土木工事はマレーシアの業者によって施工され、機械、電気機器は輸入されるとの仮定に基づいて見積った。土木工事の費用は主要要素の数量とそれの単価から計算した。機械、電気工事は製造業者からの見積書に基づいて計算した。
- 2) 維持管理費はそれを構成する労賃、電力費および修理費のそれぞれを求めて計算した。これらの各項目の計算根拠は付録H費用積算に示す。
- 3) 減価償却費はシンキングファンド法により計算した。耐用年数は土木施設については30年とし、機械、電気機器については15年とした。
- 4) 用地取得費は必要面積とクラン市および州の評価部から得られた土地価格によって計算した。それぞれの処理場予定地は付録Hの表H.14.に示す。費用比較のために代表的な値として20マレーシアドル/㎡を用いた。

全ての積算は1981年価格で行われており、物価の調整は考慮していない。

表F.4. に建設費、維持管理費および用地取得費を示す。建設費と用地取得費から成る初期費用については表F.5. に要約する。減価償却費、利子および維持管理費の合計である年間費用を表F.6. に示す。減価償却費と利子を表F.7. とF.8. に示す。

表F.4. 代替案の費用比較

Alternative Process	Daily Average Flow (m ³ /day)		
	a)7,000	b)25,000	c)33,000
1) Construction Costs (M\$1,000)			
Alt. I Stabilization Pond Process	5,400	11,400	15,720
C + A	(4,080)	(9,900)	(13,720)
M + E	(1,320)	(1,500)	(2,000)
Alt. II Aerated Lagoon Process	5,700	8,550	11,650
C + A	(3,900)	(5,800)	(7,970)
M + E	(1,800)	(2,750)	(3,680)
Alt. III Oxidation Ditch Process	6,580	11,100	16,760
C + A	(3,700)	(6,860)	(10,760)
M + E	(2,880)	(4,240)	(6,000)
2) Operation & Maintenance Costs (M\$1,000/year)			
Alt. I Stabilization Pond Process	82	138	199
Alt. II Aerated Lagoon Process	302	625	771
Alt. III Oxidation Ditch Process	337	636	936
3) Land Acquisition Costs (M\$1,000)			
Alt. I Stabilization Pond Process	2,000	4,400	6,400
Alt. II Aerated Lagoon Process	600	2,000	2,800
Alt. III Oxidation Ditch Process	400	600	1,000

Note: Assuming that unit of land is M\$20.0/m² in a), b) and c) plant.

表F.5. 建設費（用地費含む）

Alternative	Flow Rate (m ³ /day)		
	a) 7,000	b) 25,000	c) 33,000
Alt. I Stabilization Pond Process	7,400	15,800	22,120
Alt. II Aerated Lagoon Process	6,300	10,550	14,450
Alt. III Oxidation Ditch Process	6,980	11,700	17,760

where a) plant is located at Kelang North (Outer Area)
 b) plant is located at Port Kelang
 c) plant is located at Kapar (Outer Area)

表F.6. 年間費用

(Unit: M\$1,000/year)

Alternative	Flow Rate (m ³ /day)		
	a) 7,000	b) 25,000	c) 33,000
Alt. I Stabilization Pond Process	686	1,394	1,954
Alt. II Aerated Lagoon Process	767	1,514	1,986
Alt. III Oxidation Pond Process	957	1,662	2,481

Note: Annual cost consists of operation and maintenance costs, depreciation costs, and interest.

表F.7. 減価償却費

(Unit: M\$1,000/year)

Alternative Treatment Process		Flow Rate (m ³ /day)		
		a) 7,000	b) 25,000	c) 33,000
Alt. I Stabilization Pond Process	C+A	24	60	83
	M+E	42	47	63
Alt. II Aerated Lagoon Process	C+A	24	35	48
	M+E	57	87	116
Alt. III Oxidation Ditch Process	C+A	22	42	65
	M+E	91	133	189

Note: 1) Calculated by sinking fund method, applying 10 percent annual interest rate.

- 2) C+A ... Civil and Architectural
M+E ... Mechanical and Electrical

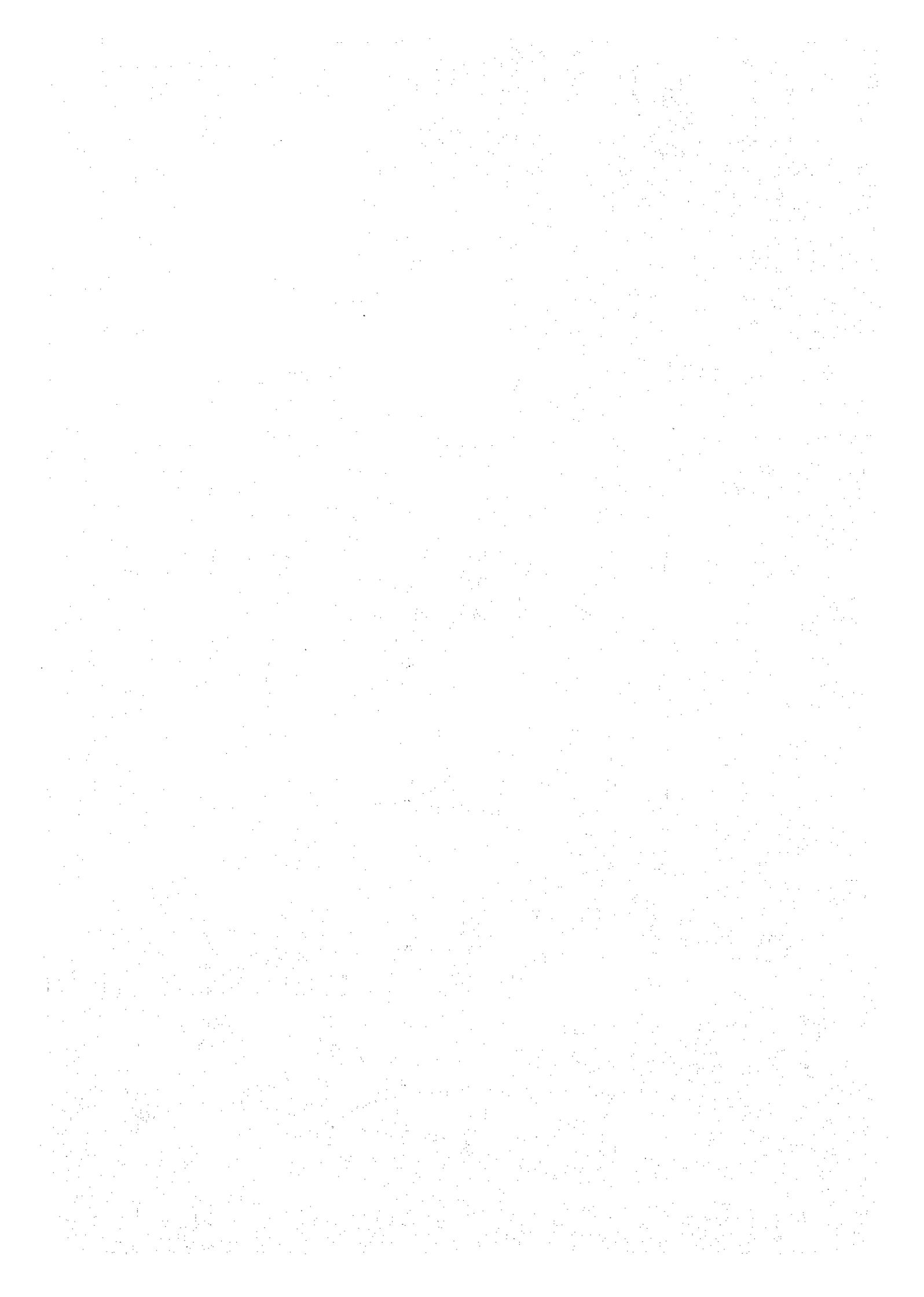
表F.8. 利 子

(Unit: M\$1,000/year)

Alternative Treatment Process		Flow Rate (m ³ /day)		
		a) 7,000	b) 25,000	c) 33,000
Alt. I Stabilization Pond Process		538	1,149	1,609
Alt. II Aerated Lagoon Process		458	767	1,051
Alt. III Oxidation Ditch Process		507	851	1,291

Note: Calculated by capital recovery factor, applying 10 percent annual interest rate.

付 録 G
実 施 の 優 先 度



付録G 実施の優先度

G. 1. 序論

計画区域内の下水道を建設するには膨大な投資が必要となる。したがってそれぞれの処理区ごとの建設工事は適切な計画に従って施工されなければならない。建設期間は3期に区分されているので、建設計画をこの期間に従って提案する。適切な段階的な計画を立案するためには、各処理区ごとの実施の優先度を決めなければならない。優先度を決定するために、以下に示す評点法を用いた。

G. 2. 実施の優先度

1) 優先度決定のための指標

下水道の建設計画は処理区あるいは処理分区ごとの優先度による。次の5つの指標に適切な相対的な重みを与えた評点法を用いる。

	評点
a) 人口密度	400
b) 開発状況	200
c) 汚濁負荷の発生	200
d) し尿処理システム	100
e) 浸水状況	100
計	1,000点

2) 評点の方法と結果

a) 人口密度

現在と将来の人口密度にそれぞれ 200点づつを与える。人口密度の等級とそれによる点数を表G.1. に示す。現在および将来の人口密度に同じ等級を用いる。処理小分区ごとの評点の結果を表G.6. に示す。点数の合計は0点から 280点までさまざまであり、クランノース、第1処理分区、第1処理小分区とクランサウス、第2処理分区、第2処理小分区が最高点となった。

b) 開発状況

この評価指標は各処理小分区の全体面積に対する開発済みあるいは開発中の区域面積比率を用いて行う。等級と点数を表G.2.に評価の結果を表G.7.に示す。処理小分区の比率は最高100%の範囲まで変化する。クランノース、第1処理分区、第1処理小分区とポートクラン、第1処理分区、第1処理小分区が最高の200点となった。

c) 汚濁負荷の発生

汚濁負荷の発生状況は面積当りのBOD負荷で表現する。現在および将来の見込みに対しそれぞれ100点づつを与える。等級を表G.3.に、結果を表G.8.に示す。最高点の200点はクランノース、第2処理分区、第1処理小分区によって記録された。

d) し尿処理システム

全世界帯数に対するピット式とバケット式のし尿処理を行っている世帯数の比をこの指標の指数とする。等級と点数を表G.4.に、結果をG.9.に示す。ポートクラン、第2処理分区、第1処理小分区とポートクラン、第1処理分区、第2処理小分区が最高の100点となった。

e) 浸水状況

全体面積に対する浸水地域の比率を評価に用いる。等級を表G.5.に、結果を表G.10.に示す。

5つの指標による評点の合計を表G.11.に要約する。

表G.1. 人口密度の等級

Rating Points	Population Density	
	Present (person/ha)	Future (person/ha)
200	>100	>100
160	80 - 100	80 - 100
120	60 - 80	60 - 80
80	40 - 60	40 - 60
40	20 - 40	20 - 40
0	0 - 20	0 - 20

表G.2. 開発状況の等級

Rating Points	Ratio of Development Area (%)
200	>80
150	60 - 80
100	40 - 60
50	20 - 40
0	0 - 20

表G.3. 汚濁負荷の等級

Rating Points	Waste Land	
	1980 (kgBOD/ha/day)	2000
100	>4	>8
75	3 - 4	6 - 8
50	2 - 3	4 - 6
25	1 - 2	2 - 4
0	0 - 1	0 - 2

表G.4. し尿処理システムの等級

Rating Points	Bucket and Pit Privy Ratio (%)
100	>20
50	10 - 20
25	0 - 10
0	0

表G.5. 浸水状況の等級

Points	Flood Area Ratio (%)
100	>60
75	40 - 60
50	20 - 40
25	0 - 20
0	0

表G.6. 人口密度による評点

Sewerage Division			Population Density		Rating Points		Total
District	Zone	Sub-zone	1980	2000	1980	2000	
Kelang North	1	1	59.2	106.5	80	200	280
" "	1	2	25.4	69.3	40	120	160
" "	2	1	52.3	79.8	80	120	200
" "	2	2	12.5	31.0	0	40	40
" "	2	3	2.9	3.4	0	0	0
Kelang South	1	1	31.0	29.3	40	40	80
" "	1	2	18.2	79.3	0	120	120
" "	2	1	40.3	76.9	80	120	200
" "	2	2	46.7	112.9	80	200	280
Port Kelang	1	1	99.0	50.1	160	80	240
" "	1	2	3.4	0	0	0	0
" "	2	1	36.4	89.3	40	160	200
" "	2	2	34.6	52.6	40	80	120
" "	2	3	22.4	93.4	40	160	200
" "	3		5.2	22.1	0	40	40
North Port	1		4.4	10.3	0	0	0
" "	2		0	15.7	0	0	0
Kapar			17.0	27.5	0	40	40
Meru			11.3	18.1	0	0	0

表G.7. 開発状況による評点

Sewerage Division			Area		Ratio (%)	Points
District	Zone	Sub-zone	Total Area (ha)	Developed or Devel- oping Area (ha)		
Kelang North	1	1	338	286	85	200
" "	1	2	589	352	60	150
" "	2	1	401	195	49	100
" "	2	2	458	0	0	0
" "	2	3	418	0	0	0
Kelang South	1	1	306	163	53	100
" "	1	2	353	299	85	200
" "	2	1	315	147	47	100
" "	2	2	512	316	62	150
Port Kelang	1	1	410	410	100	200
" "	1	2	225	2	1	0
" "	2	1	445	323	73	150
" "	2	2	186	90	48	100
" "	2	3	248	71	29	50
" "	3		230	0	0	0
North Port	1		461	344	75	150
" "	2		349	115	33	50
Kapar			621	89	14	0
Meru			573	17	3	0

表G.8. 汚濁負荷による評点

Sewerage Division				1980			2000			Total Points
District	Zone	Sub-zone	Area (ha)	BOD Load (kg/day)	Density (kg/ha/day)	Points	BOD Load (kg/day)	Density (kg/ha/day)	Points	
Kelang North	1	1	338	1,133	3.4	75	2,760	8.2	100	175
"	1	2	589	1,284	2.2	50	2,675	4.5	50	100
"	2	1	401	3,280	8.2	100	3,744	9.3	100	200
"	2	2	458	245	0.5	0	982	2.1	25	25
"	2	3	418	56	0.1	0	1,013	2.4	25	25
Kelang South	1	1	306	943	3.1	75	1,078	3.5	25	100
"	1	2	353	288	0.8	0	1,518	4.3	50	50
"	2	1	315	549	1.7	25	1,321	4.2	50	75
"	2	2	512	1,019	2.0	50	3,465	6.8	75	125
Port Kelang	1	1	410	4,379	10.7	100	2,708	6.6	75	175
"	1	2	225	404	1.8	25	1,097	4.9	50	75
"	2	1	445	902	2.0	50	2,533	5.7	50	100
"	2	2	186	280	1.5	25	1,046	5.6	50	75
"	2	3	248	237	1.0	25	1,257	5.1	50	75
"	3		230	50	0.2	0	676	2.9	25	25
North Port	1		461	1,715	3.7	75	3,778	8.2	100	175
"	2		349	1	0	0	1,916	5.5	50	50
Kapar			621	546	0.9	0	1,051	1.7	0	0
Meru			573	315	0.5	0	1,438	2.5	25	25

表G.9. し尿処理システムによる評点

Sewerage Division			Number of households	Bucket and Pit Privy		Points
District	Zone	Sub-zone		Number	Ratio (%)	
Kelang North	1	1	3,813	232	6	25
" "	1	2	2,853	0	0	0
" "	2	1	3,998	390	10	50
" "	2	2	1,093	0	0	0
" "	2	3	235	0	0	0
Kelang South	1	1	1,807	198	11	50
" "	1	2	1,304	0	0	0
" "	2	1	2,422	325	13	50
" "	2	2	4,557	71	2	25
Port Kelang	1	1	7,738	480	6	25
" "	1	2	146	0	0	0
" "	2	1	3,090	755	24	100
" "	2	2	1,229	300	24	100
" "	2	3	1,060	0	0	0
" "	3		228	0	0	0
North Port	1		383	0	0	0
" "	2		0	0	0	0
Kapar			2,008	0	0	0
Meru			1,237	0	0	0

表G.10. 浸水状況による評点

Sewerage Division			Total Area (ha)	Flood Area		Rating Points
District	Zone	Sub-zone		(ha)	Ratio (%)	
Kelang North	1	1	338	44	13	25
" "	1	2	589	13	2	25
" "	2	1	401	92	23	50
" "	2	2	458	149	33	50
" "	2	3	418	0	0	0
Kelang South	1	1	306	27	9	25
" "	1	2	353	0	0	0
" "	2	1	315	224	71	100
" "	2	2	512	149	29	50
Port Kelang	1	1	410	151	37	50
" "	1	2	225	0	0	0
" "	2	1	445	97	22	50
" "	2	2	186	11	6	25
" "	2	3	248	4	2	25
" "	3		230	0	0	0
North Port	1		461	0	0	0
" "	2		349	0	0	0
Kapar			621	0	0	0
Meru			573	0	0	0

表G.11. 優先度の総括表

Sewerage Division			Rating Points according to Parameters						Priority Order
District	Zone	Sub-zone	Population Density	Development Condition	Waste Load Generation	Excreta Disposal	Flooding Condition	Total	Priority Order
Kelang North	1	1	280	200	175	25	25	705	1
"	1	2	160	150	100	0	25	435	7
"	2	1	200	100	200	50	50	600	4
"	2	2	40	0	25	0	50	115	13
"	2	3	0	0	25	0	0	25	18
Kelang South	1	1	80	100	100	50	25	355	10
"	1	2	120	200	50	0	0	370	9
"	2	1	200	100	75	50	100	525	6
"	2	2	280	150	125	25	50	630	3
Port Kelang	1	1	240	200	175	25	50	690	2
"	1	2	0	0	75	0	0	75	15
"	2	1	200	150	100	100	50	600	4
"	2	2	120	100	75	100	25	420	8
"	2	3	200	50	75	0	25	350	11
"	3		40	0	25	0	0	65	16
North Port	1		0	150	175	0	0	325	12
"	2		0	50	50	0	0	100	14
Kapar			40	0	0	0	0	40	17
Meru			0	0	25	0	0	25	18

付 録 目 次
費 用 積 算

付録H 費用積算

H.1. 基礎単価

施設の建設費を積算するために基礎的な単価を公共事業局（JKR）、クラン市（MPK）、DIDといった関係機関およびいくつかの業者から得た。

ポンプ場や処理場で用いられる機械、電気製品を除く施設の建設に必要な資材はマレーシアで入手可能である。

基礎的な資材の単価と労賃を表H.1. から表H.3. に示す。

表H.1. 勞務單價

Type of Labor	Labor Cost per Day (8 hours) (M\$/day)
Common Laborer	17.0
Skilled Laborer	24.0
Welder	27.0
Mason	27.0
Carpenter	27.0
Mechanic	27.0
Brick Layer	28.0
Concrete Worker	28.0
Steel Bender and Fixer	28.0
Painter	28.0
Lorry Driver	30.0
Equipment Operator	35.0
Foreman	45.0

表H.2. 工事単価

Item	Description	Unit	Rate (M\$)		
			L.C.	F.C.	Total
Excavation	Backhoe	m ³	0.61	1.00	1.61
"	Clamshell	"	1.75	5.33	7.08
"	Manual	"	9.89	0	9.89
Soil Transportation	Dump Truck, 11 t	"	1.47	2.44	3.91
Backfilling	Sand	"	22.62	13.98	36.60
"	Excavated Soil	"	5.04	0	5.04
Spreading & Compaction of Soil	Bulldozer	"	0.46	0.90	1.36
Timber Sheeting	ℓ = 2.0 m	m	5.62	0.05	5.67
" "	ℓ = 2.5 m	"	7.55	0.07	7.62
" "	ℓ = 3.0 m	"	9.49	0.08	9.57
" "	ℓ = 3.5 m	"	11.41	0.08	11.49
Steel Sheet Piling Work	SP II ℓ = 5.0 m	"	59.61	113.00	172.61
" "	" " ℓ = 6.0 m	"	69.15	131.07	200.22
" "	" " ℓ = 7.0 m	"	77.87	147.64	225.51
" "	" " ℓ = 8.0 m	m	86.62	164.22	250.84
" "	" " ℓ = 9.0 m	"	96.95	183.81	280.76
" "	SP III ℓ = 15.0 m	"	175.00	300.00	475.00
Attaching & Detaching of Steel Work		t	141.63	114.92	256.55

表H.2. (続き)

Item	Description	Unit	Rate (M\$)		
			L.C.	F.C.	Total
Steel Bars	φ 13 mm and below	"	1,716.44	19.37	1,735.81
" "	φ 16 mm and above	"	1,633.79	19.37	1,653.16
Concrete	1 : 1 1/2 : 3	m ³	227.97	15.54	243.51
"	1 : 2 : 4	"	217.57	15.54	233.11
"	1 : 3 : 6	"	203.27	15.54	218.81
Timber Forming		m ²	14.23	0.05	14.28
Bedding	Sand	m ³	22.62	13.98	36.60
"	Crusher-run	"	65.46	13.08	81.54
Restoring	Asphalt Paving	m ²	37.41	10.71	48.12
Masonry	Granite 30 cm	"	35.47	2.61	38.08
Pile Driving	18" x 18", 30m	No	85.09	139.49	224.58
Dewatering	5.5 kW, φ100 mm	day	26.07	32.47	58.54

(Note) L.C.: Local Currency,
F.C.: Foreign Currency

表H.3. 材料費

Item	Description	Unit	Price (M\$)		
			L.C.	F.C.	Total
Cement		t	188.21	7.97	196.18
Sand		m ³	6.22	4.78	11.00
Laterite		"	3.00	0	3.00
Aggregate	9-13 mm	"	30.22	4.78	35.00
"	25-38 mm	"	26.22	4.78	31.00
Crusher-run		"	20.22	4.78	25.00
Diesel Oil		litre	0.46	0	0.46
Light Oil		"	0.50	0	0.50
Timber	Grade A	m ³	206.61	3.39	210.00
"	" B	"	256.61	3.39	260.00
H-shape Beam		t	104.00	996.00	1,100.00
Sheet Pile		"	99.63	934.80	1,034.43
V.C. Pipe	φ 225 mm	m	42.52	0.88	43.40
" "	φ 300 "	"	108.37	1.05	109.42
Concrete Pipe	φ 375 "	"	89.85	0.96	90.81
" "	φ 450 "	"	114.00	1.38	115.38
" "	φ 525 "	"	129.09	2.31	131.40
" "	φ 600 "	"	146.43	2.88	149.31
" "	φ 675 "	"	217.49	3.46	220.95
" "	φ 750 "	"	239.76	4.94	244.70
" "	φ 900 "	"	306.78	6.92	313.70
" "	φ1,050 "	"	393.28	8.65	401.93
" "	φ1,200 "	"	448.46	11.54	460.00

(Note) L.C.: Local Currency,
F.C.: Foreign Currency

H. 2. 建設費

1) 管渠建設費

a) 管渠建設費費用関数

管渠建設費の費用関数を作成するために、口径 225mm、300mm、600mm および 900mm の管についてそれぞれ深さ 2m、4m、6m および 8m の4つの例についての費用を計算した。口径225mm と300mm のものについては陶管、口径600mm と900mm のものについては遠心力鉄筋コンクリート管を仮定した。口径225mm と300mm については砂基礎を用い、口径600mm と900mm については砂基礎あるいはコンクリート基礎を深さに応じて用いることとした。山留めの方法は掘削深に応じて選定した。すなわち深さ3m までは木矢板、3～5m は簡易鋼矢板、5m 以上は鋼矢板である。マンホールの費用は管渠建設費の15%との仮定に基づいて費用に含めている。16 ケースの建設費を表 H.4. に示すような条件のもとで計算した。表 H.5. に示す16ケースの結果に基づいて以下に示すような4つの費用関数を作成した。

管渠建設費費用関数

Case A: $h < 3\text{m}$ 、 $D \leq 0.3\text{m}$

$$C_{pi} = (6.58h + 13.2) \exp \{ (-0.533h + 8.80) \cdot D \}$$

Case B: $h \geq 3\text{m}$ 、 $D \leq 0.3\text{m}$

$$C_{pi} = (233h - 383) \exp \{ (-0.0935h + 2.03) \cdot D \}$$

Case C: $h < 3\text{m}$ 、 $D \geq 0.375\text{m}$

$$C_{pi} = (1.48h + 111) \exp \{ (0.035h + 1.87) \cdot D \}$$

Case D: $h \geq 3\text{m}$ 、 $D \geq 0.375\text{m}$

$$C_{pi} = (248h - 366) \exp \{ (-0.0165h + 0.812) \cdot D \}$$

ただし、 C_{pi} : 建設費 (M\$/m)

h : 管底深 (m)

D : 口径 (m)

表H.4. 16ケースの諸元

Case	Inside Diameter (mm)	Depth to Invert (m)	Foundation	Material
1	225	2	Sand	Clay
2	225	4	Sand	Clay
3	225	6	Sand	Clay
4	225	8	Sand	Clay
5	300	2	Sand	Clay
6	300	4	Sand	Clay
7	300	6	Sand	Clay
8	300	8	Sand	Clay
9	600	2	Concrete (90°)	Type II Hume Pipe
10	600	4	Concrete (180°)	Type II Hume Pipe
11	600	6	Concrete (180°)	Type II Hume Pipe
12	600	8	Concrete (180°)	Type II Hume Pipe
13	900	2	Concrete (90°)	Type II Hume Pipe
14	900	4	Concrete (180°)	Type II Hume Pipe
15	900	6	Concrete (180°)	Type II Hume Pipe
16	900	8	Concrete (180°)	Type II Hume Pipe

表 H.5. 管渠建設單價

		(M\$/m)			
Depth to Invert (m)	Diameter (m)	0.225	0.300	0.600	0.900
	2.0		150	268	365
4.0		797	902	979	1,225
6.0		1,413	1,577	1,721	2,131
8.0		1,976	2,176	2,433	2,984

b) 取付管の建設費

取付管の建設費は平均的な値として1ヶ所当り 500マレイシアドルと見積った。取付管の全体工事費を計算するために処理分区内の用途地域別の取付ヶ所数を求めた。全体工事費は1ヶ所当りの工事費とヶ所数を乗じて計算した。この費用を表H.6. に示す。

c) 枝線管渠の建設費

住居地域3ヶ所、2ヶ所は中密度、他の1ヶ所は高密度と商業地域1ヶ所を枝線管渠の概略設計を行うために選んだ。枝線管渠の建設費は概略設計から得られた管渠の寸法と延長および前節で作成された費用関数に基づいて計算した。

概略設計を図H.2. からH.4. に示す。他の用途地域における枝線管渠の建設費は道路延長の比率によって計算した。用途地域ごとの道路延長は次のように仮定した。

用途地域	道路延長
商業	250 m / ha
住居	
高密度	180 m / ha
中密度	150 m / ha
低密度	120 m / ha
工業および港湾施設	50 m / ha
公共施設	120 m / ha

処理区別管渠建設費の合計を表H.6. に、枝線管渠の建設費を表H.7. に示す。

表H.6. 管渠建設費

(Unit: M\$1,000)

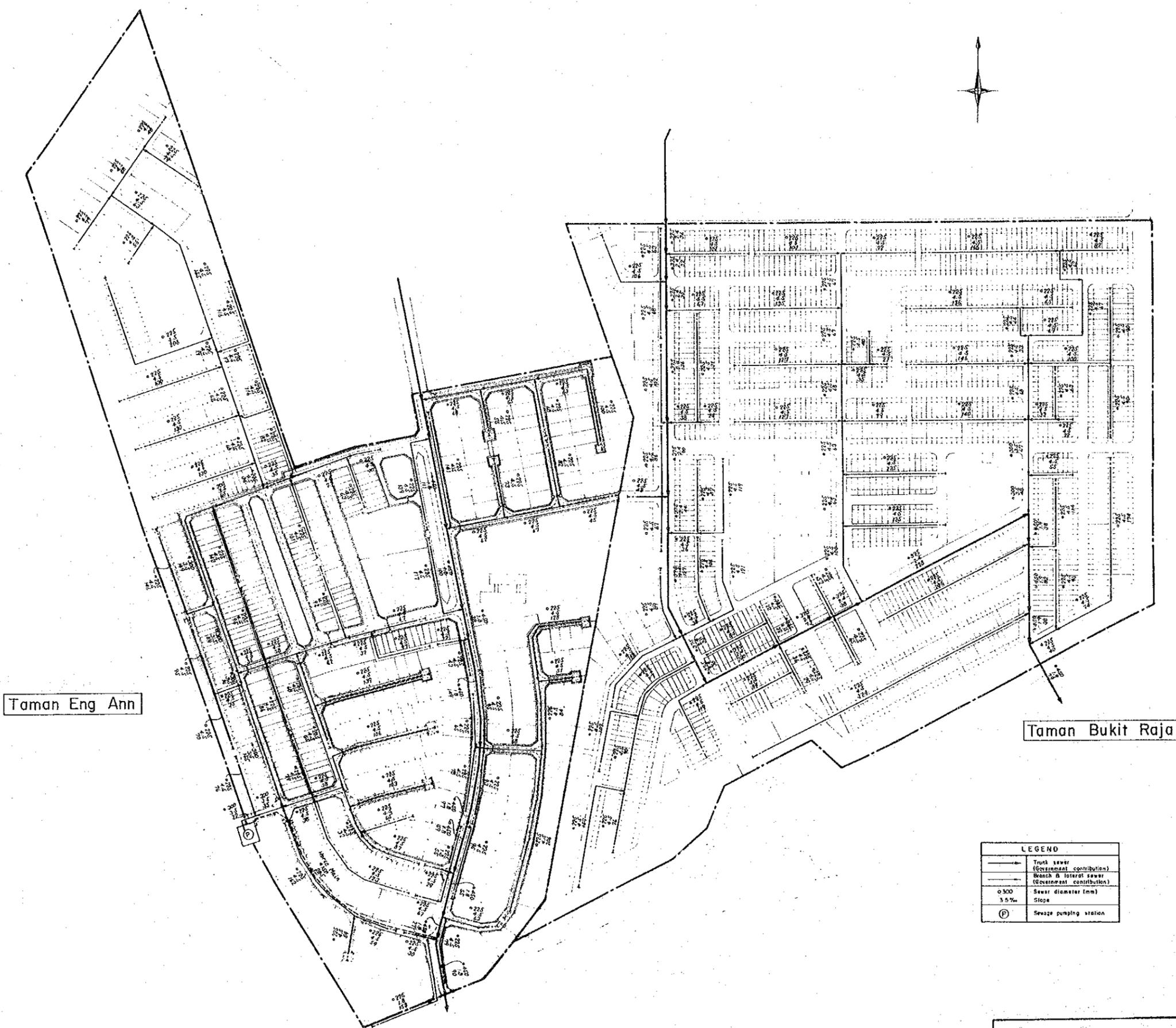
Sewerage Division		Trunk Sewer	House Connection*	Branch Sewer	Total
District	Zone				
Kelang North	1	9,913	11,013 x 500M\$ = 5,506	20,171	35,590
	2	20,336	9,389 x 500M\$ = 4,694	17,090	42,120
Kelang South	1	19,007	6,210 x 500M\$ = 3,105	10,712	32,824
	2	21,440	11,520 x 500M\$ = 5,760	20,468	47,668
Port Kelang	1	12,207	3,596 x 500M\$ = 1,798	9,670	23,675
	2	28,102	11,384 x 500M\$ = 5,692	19,449	55,132
	3			1,889	
North Port	1	2,602	1,028 x 500M\$ = 514	2,697	5,813
	2	1,191	681 x 500M\$ = 340	2,473	4,004
Kapar		9,552	4,140 x 500M\$ = 2,070	5,844	17,466
Meru		8,553	2,587 x 500M\$ = 1,293	4,680	14,526
Total		132,903	30,772	115,143	278,818

* The unit cost of house connections is estimated at 500 M\$/no.

表H.7. 技線管渠建設費

(Unit: M\$1,000)

Sewerage Division		Residential and Use Category (ha x M\$)								Total
District	Zone	High	Medium	Low	Port	Commercial	Industrial	Institutional		
Kelang North	1	145.6 x 30,900 = 4,499	459.0 x 24,900 = 11,678	-	-	59.7 x 41,500 = 2,477	92.7 x 8,300 = 769	37.6 x 19,900 = 748	20,171	
	2	-	260.3 x 24,900 = 6,481	271.6 x 19,900 = 5,405	-	48.4 x 41,500 = 2,009	283.7 x 8,300 = 2,355	42.2 x 19,900 = 840	17,090	
Kelang South	1	-	321.1 x 24,900 = 7,995	-	-	40.5 x 41,500 = 1,681	-	52.1 x 19,900 = 1,036	10,712	
	2	173.2 x 30,900 = 5,351	522.4 x 24,900 = 13,008	-	-	31.7 x 41,500 = 1,315	-	37.9 x 19,900 = 794	20,468	
Port Kelang	1	100.0 x 30,900 = 3,090	0.8 x 24,900 = 19	-	75.6 x 8,300 = 627	45.5 x 41,500 = 1,888	339.6 x 8,300 = 2,819	61.7 x 19,900 = 1,227	9,670	
	2	200.7 x 30,900 = 6,201	400.4 x 24,900 = 9,970	-	-	21.9 x 41,500 = 909	116.2 x 8,300 = 964	70.6 x 19,900 = 1,405	19,449	
	3	-	50.8 x 24,900 = 1,265	-	-	-	75.2 x 8,300 = 624	-	1,889	
North Port	1	-	14.5 x 24,900 = 361	-	75.6 x 8,300 = 627	29.4 x 41,500 = 1,220	-	24.6 x 19,900 = 489	2,697	
	2	36.5 x 30,900 = 1,127	-	-	135.4 x 8,300 = 1,124	2.1 x 41,500 = 87	-	6.8 x 19,900 = 135	2,473	
Kapar		-	37.3 x 24,900 = 929	205.6 x 19,900 = 4,091	-	8.4 x 41,500 = 349	-	23.9 x 19,900 = 475	5,844	
Meru		-	22.7 x 24,900 = 565	130.4 x 19,900 = 2,595	-	2.3 x 41,500 = 95	156.1 x 8,300 = 1,296	6.5 x 19,900 = 129	4,680	
Total		20,268	52,271	12,091	2,378	12,030	8,827	7,278	115,143	



Taman Eng Ann

Taman Bukit Raja

LEGEND	
	Trunk sewer (Government contribution)
	Branch & lateral sewer (Government contribution)
	Branch & lateral sewer (Resident contribution)
ø 300	Sewer diameter (mm)
3.5%	Slope
	Sewage pumping station

枝線管渠概略設計
(中密度住居地域) 圖 H.1.



LEGEND

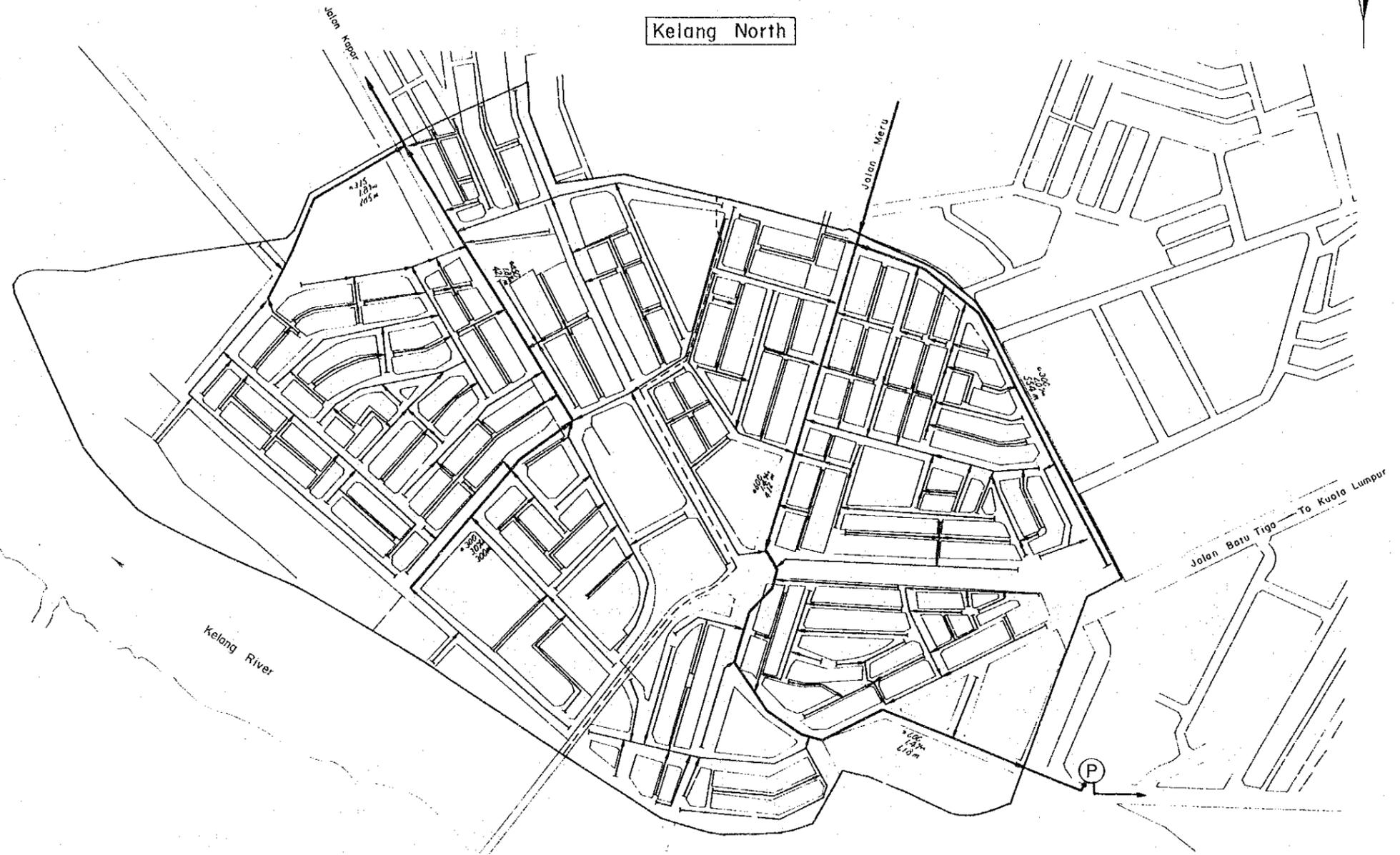
- Trunk sewer
- Branch & lateral sewer
- Ø375 Sewer diameter
- 40% Slope
- 100m Sewer length

Note: Unless otherwise shown, all pipes are 225mm in diameter and 35% in slope

技線管渠概略設計
(高密度住居地域) 圖 H.2.



Kelang North



LEGEND	
	Trunk sewer (Government contribution)
	Branch & lateral sewer (Government contribution)
300	Sewer diameter (mm)
3.0%	Slope
(P)	Sewage pumping station

Note : Unless otherwise shown, all pipes are 225 mm in diameter

2) 中継ポンプ場建設費

ポンプ場建設費は2つの要素に分けて計算した。土木構造については主要材料の数量とその単価から計算し、一方機械、電気機器についてはそれぞれのポンプ場に対して製造業者2社から提出された見積りによって計算した。全てのポンプ場のポンプは水中ポンプと仮定した。中継ポンプ場の建設費を表H.8.に示す。

3) 処理場建設費

処理場の建設費計算のための方法と仮定はポンプ場のものと同様である。処理場建設費の合計を表H.9.に示す。

4) 全体建設費

下水道施設の全体工事費を表H.10.に要約する。

表H.8. 中継ポンプ場建設費

(Unit: M\$1,000)

Sewerage Division			Civil Works						Architectural Works (m ² x M\$/m ²)	Mechanical and Electrical Works	Total
District	Zone	Sub-Zone	Concrete			Piling					
			Volume (m ³)	Unit Cost (M\$/m ³)	Cost	Set	Unit Cost (M\$/set)	Cost			
Kelang North	1	1	144	2,000	288	6	1,850	11	192 x 1,250 = 240	780	No. 1 1,319
		2	144	2,000	288	6	1,850	11	190 x 1,250 = 237	750	No. 2 1,286
	2	1	140	2,000	280	6	1,850	11	140 x 1,250 = 175	310	No. 3 776
		3	140	2,000	280	6	1,850	11	110 x 1,250 = 137	290	No. 4 718
Kelang South	1	2	140	2,000	280	6	1,850	11	150 x 1,250 = 187	410	No. 5 888
	2	1	300	2,000	600	10	1,850	18	240 x 1,250 = 300	850	No. 6 1,768
Port Kelang	2,3	1	144	2,000	288	6	1,850	11	180 x 1,250 = 225	410	No. 7 934
		1	350	2,000	700	10	1,850	18	250 x 1,250 = 312	1,030	No. 8 2,060
		2	140	2,000	280	6	1,850	11	140 x 1,250 = 175	410	No. 9 876
Kapar			120	2,000	240	4	1,850	7	100 x 1,250 = 125	170	No. 10 542
			120	2,000	240	4	1,850	7	100 x 1,250 = 125	210	No. 11 582
Meru			120	2,000	240	4	1,850	7	100 x 1,250 = 125	210	No. 12 582
Total			4,004			134			2,363	5,830	12,331

表H.9. 处理场建设费

(Unit: M\$1,000)

Sewerage Division		Civil Works	Architectural Works	Mechanical & Electrical Works	Total
District	Zone				
Kelang North	1	10,694	552	3,684	No.1 14,930
	2	8,310	550	3,600	No.2 12,460
Kelang South	1	8,000	550	3,480	No.3 12,030
	2	8,000	550	3,480	No.4 12,030
Port Kelang	1	5,300	500	2,750	No.5 8,550
	2	8,310	550	3,600	No.6 12,460
	3				
North Port	1	1,833	320	1,400	No.7-a 3,553
	2	2,331	350	1,500	No.7-b 4,181
Kapar		3,680	400	1,320	No.8 5,400
Meru		4,200	400	1,400	No.9 6,000
Total		60,658	4,722	26,214	991,594

Note: Treatment plants for North Port, Kapar and Meru are stabilization pond process. All the other treatment plants are aerated lagoon process.

表H.10. 建設費總括表

(Unit: M\$1,000)

Sewerage Division		Sewer	Pumping Station	Treatment Plant	Total
District	Zone				
Kelang North	1	35,590	(Sub-1) 1,319	No.1 14,930	53,125
			(Sub-2) 1,286		
	2	42,120	(Sub-3) 718	No.2 12,460	56,074
			(Sub-2) 776		
Kelang South	1	32,824	(Sub-2) 888	No.3 12,030	45,742
	2	47,668	(Sub-1) 1,768	No.4 12,030	61,466
Port Kelang	1	23,675	-	No.5 8,550	32,225
	2	55,132	(Sub-1) 934	No.6 12,460	71,462
			(Sub-1) 2,060 (Sub-2) 876		
3		-			
North Port	1	5,813	-	No.7-a 3,553	9,366
	2	4,004	-	No.7-b 4,181	8,185
Kapar		17,466	542 - 582	No.8 5,400	23,990
Meru		14,526	582	No.9 6,000	21,108
Total		278,818	12,331	91,594	382,743

H. 3. 維持管理費

維持管理費は労務費、電力費および修理費から成る。これらの費用積算の方法を以下に説明する。

1) 管 渠

管渠の維持管理費を計算するために、次のような仮定を設けた。

- a) 管の清掃は4年に1回行うものとする。
- b) 1日当りの清掃延長は200mとする。
- c) 清掃器具の耐用年数は10年とする。
- d) 管の清掃は1チーム6人で行われるものとする。
- e) 清掃器具の維持費を年間当り購入価格の5%とする。
- f) 管の修理費は年間当り建設費の0.5%とする。
- g) 年間当りの労働日数を250日とする。
- h) 普通労働者の賃金を15マレイシアドル/日とする。
- i) 清掃器具の購入価格を112,000マレイシアドルとする。

上記の条件のもとで、年間維持管理費の計算は以下のようになる。

幹線と枝線を含めた管渠の総延長は1,142,830mである。

① チーム数

$$\frac{1,142,830\text{m}}{4\text{年}} = 285,708\text{ m/年}$$

$$\begin{aligned}\text{チーム数} &= \frac{285,708\text{m/年}}{200\text{m/日} \times 250\text{日/年}} \\ &= 6\text{チーム}\end{aligned}$$

② 労務費

$$\begin{aligned}(6\text{人} \times 6\text{チーム}) \times 250\text{日} \times 15\text{マレイシアドル} \\ = 135,000\text{マレイシアドル/年}\end{aligned}$$

③ 減価償却費

$$\frac{112,000\text{マレイシアドル}}{10\text{年}} \times 6\text{台} = 67,200\text{ マレイシアドル/年}$$

④ 維持費

$112,000 \text{マレイシアドル} \times 0.05 \times 6 \text{台} = 33,600 \text{マレイシアドル/年}$

⑤ 修理費

$278,818,000 \text{マレイシアドル} \times 0.005 = 1,349,090 \text{マレイシアドル/年}$

費用合計 1,629,890マレイシアドル/年

まるめて 1,630,000マレイシアドル/年

このように、管渠の維持管理費の合計は表H.11.に示すように 1,630,000マレイシアドル/年となる。

2) ポンプ場および処理場

ポンプ場および処理場の維持管理費は労務費、電力費および修理費の合計とした。

処理場の維持管理に必要な人員は、処理プロセスと処理規模によって計算できるような関数を作成して計算した。人員の計算に用いた関数を図H.4.に示す。ポンプ場の維持管理は、それぞれのポンプ場が処理場に近いこと、また容量が小さいことを考慮し、処理場の係員によって行なわれるものとした。したがって、ポンプ場については労務費を考慮していない。

電力消費量はポンプ、エアーレーター等の機器に設置されるモーターの容量と日平均流量から計算される運転時間によって計算した。電力公社（NEB）の現行料金を計算に用いた。すなわち、工業用高圧の料金Eを用いた。それによると基本料金は最高出力1KW当り12マレイシアドル/月であり、使用料金は0.17マレイシアドル/1KWHである。

年間修理費は、土木建築構造物に対しては建設費の0.25%、機械電気設備に対しては2%とした。

ポンプ場および処理場の維持管理費を、それぞれ表H.12.とH.13.に示す。処理分区ごとの維持管理費の合計を表H.14.に示す。

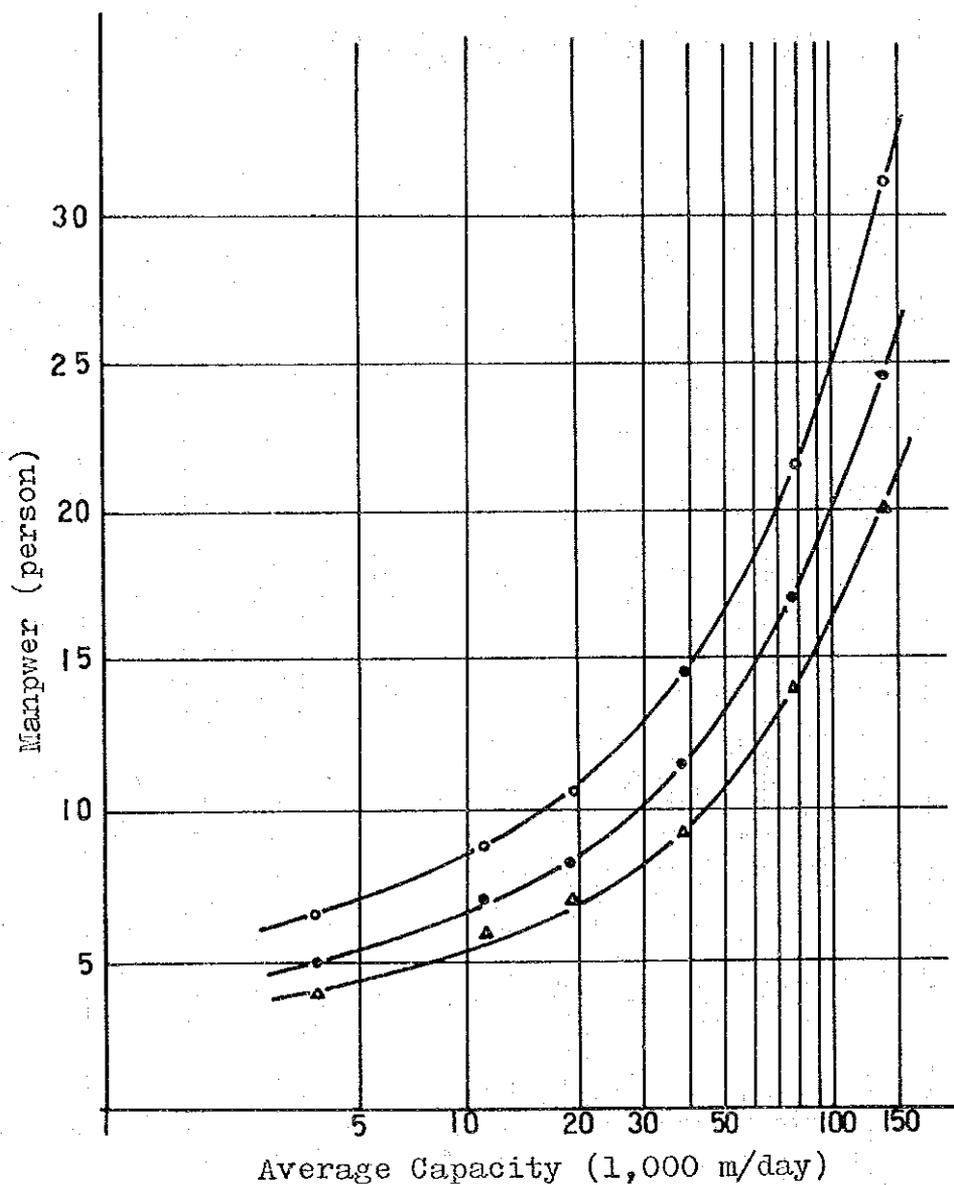
表H.11. 管渠維持管理費

Sewerage Division		Area (ha)	Unit (m/ha)	Total Length (m)	Annual Cost (M\$1,000)		
District	Zone				Trunk Sewer	Branch Sewer	Total
Kelang North	1	927	250	231,750	18	312	330
	2	1,277	200	255,400	22	342	364
Kelang South	1	659	150	98,850	24	116	140
	2	827	150	124,050	29	147	176
Port Kelang	1	635	120	76,200	21	87	108
	2,3	1,109	180	199,620	26	258	284
North Port	1	69	120	8,280	2	9	11
	2	45	120	5,400	2	5	7
Kapar		621	120	74,520	11	95	106
Meru		573	120	68,760	8	96	104
Total		6,742	-	1,142,830	163	1,467	1,630

表H.12. ポンプ場維持管理費

No.	Maximum Demand (kW)	Power Consumption (kWH/month)	Electricity Rate (M\$/year)	Repair (M\$/year)	Total (M\$/year)
1	150	30,300	83,400	6,000	89,400
2	150	27,300	77,200	6,200	83,400
3	60	9,300	27,600	3,800	31,400
4	120	18,300	54,600	3,500	58,100
5	140	24,300	69,700	4,400	74,100
6	160	33,300	90,900	8,800	99,700
7	120	18,300	54,600	4,600	59,200
8	120	18,300	54,600	9,800	64,400
9	300	51,300	147,800	4,300	152,100
10	50	7,650	22,800	2,600	25,400
11	50	7,650	22,800	2,600	25,400
12	50	7,650	22,800	2,600	25,400
Total			728,800	59,200	788,000

図H.4. 処理場管理人員



Legend

- Oxidation Ditch Process
- Aerated Lagoon Process
- △— Stabilization Pond Process

Source: Water Pollution Control Federation

表H.13. 处理场维持管理费

No.	Electricity			Labor			Repair Cost (M\$1,000/year)	Total (M\$1,000/year)
	Maximum Demand (kW)	Electricity Consumption (1,000 kWh/month)	Power Rate (M\$1,000/year)	Required Manpower (person)	Labor Cost (M\$1,000/year)			
1	540	286	661	10	39.6	70.7	771.3	
2	540	286	661	12	47.5	61.9	770.4	
3	520	283	652	10	39.6	59.7	751.3	
4	520	283	652	10	39.6	59.7	751.3	
5	400	233	533	8	31.6	60.0	624.6	
6	540	286	661	12	47.6	61.9	770.4	
7-a	125	71	163	5	19.8	17.5	200.3	
7-b	135	71	164	6	23.7	20.7	208.4	
8	90	9.0	31	6	23.7	27.0	81.7	
9	90	10.5	34	7	27.7	30.0	91.7	
Total	3,500	1,818.5	4,212	86	340.3	469.1	5,021.4	

表H.14. 維持管理費總括表

(Unit: M\$1,000/year)

Sewerage Division		Sewer		Pumping Station	Treatment Plant	Total
District	Zone	Trunk	Branch			
Kelang North	1	18	312	No.1 (Sub-1) 89	No.1 771	1,273
				No.2 (Sub-2) 83		
	2	22	342	No.3 (Sub-3) 31	No.2 770	1,223
				No.4 (Sub-2) 58		
Kelang South	1	24	116	No.5 (Sub-2) 74	No.3 751	965
	2	29	147	No.6 (Sub-2) 100	No.4 751	1,027
Port Kelang	1	21	87		No.5 625	733
	2	26	258	No.7 (Sub-1) 59 No.8 (Sub-2) 64 No.9 (Sub-1) 152	No.6 770	1,329
	3			-		
North Port	1	2	9	-	No.7-a 200	211
	2	2	5	-	No.7-b 208	215
Kapar		11	95	No.10 25	No.8 82	238
				No.11 25		
Meru		8	96	No.12 25	No.9 92	221
Total		163	1,467	785	5,020	7,435
		1,630				

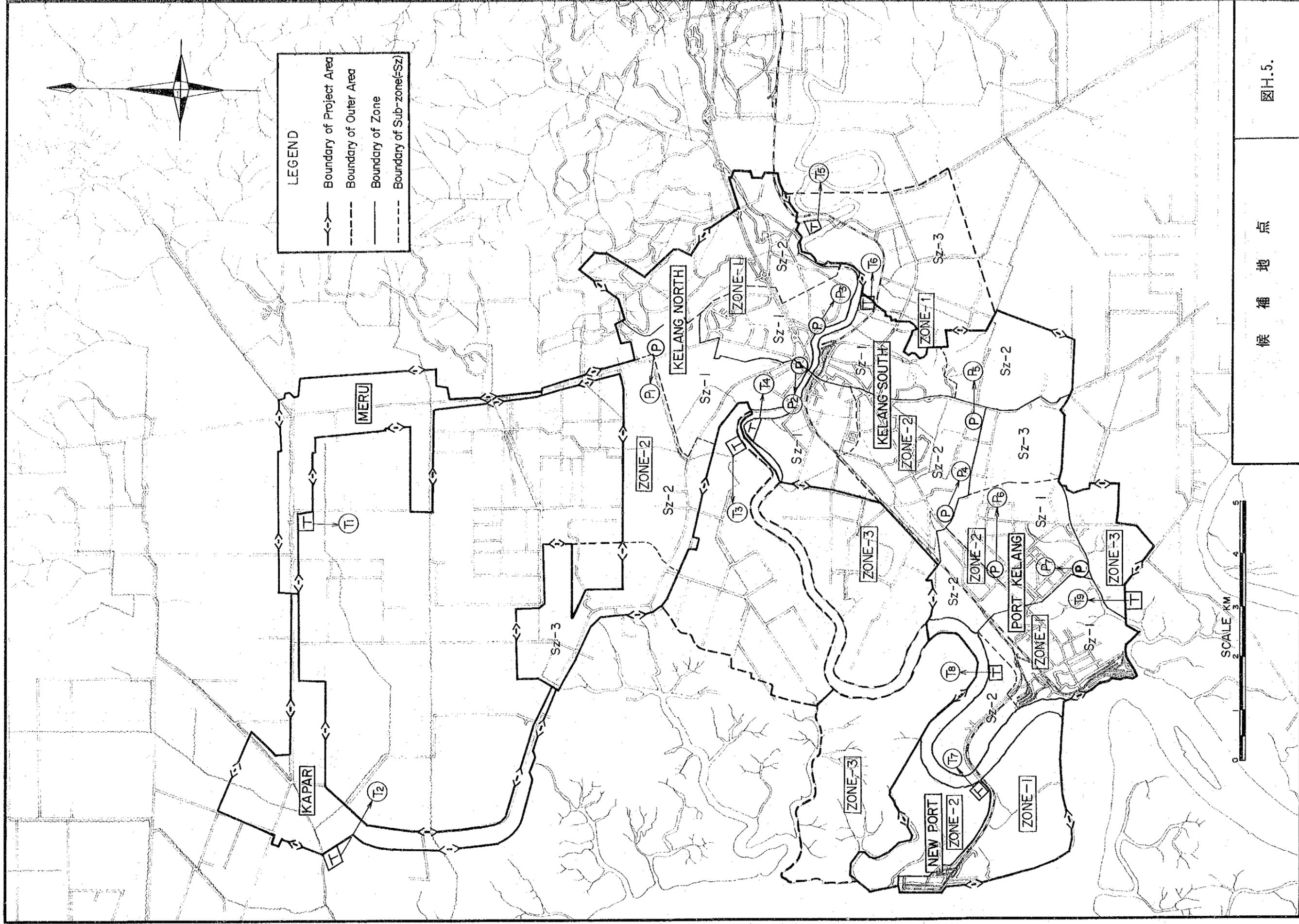
H.4. 用地費

1) 地 価

中継ポンプ場、処理場の候補地の地価については、州およびクラン市の評価部の資料によって計算した。

候補地点を図H.5. に、それぞれの地点の地価を表H.15. に示す。

中継ポンプ場、処理場の用地費を表H.16 に示す。



候 補 地 点

图H.5.

表H. 15. 候補地点の地価

Items No.	District	Zone	Feasible Area (ha)	Land Price		Remarks	
				(M\$/ft ²)	(M\$/m ²)		
Treatment Plant	T-1	Meru	-	11.0	1.00	10.8	
	T-2	Kapar	-	13.7	1.20	12.9	
	T-3	Kelang North	2	16.6	2.20 ~2.50	23.7 ~26.9	
	T-4	Kelang South	2	14.9	2.20 ~2.50	23.7 ~26.9	
	T-5	Kelang North	1	12.7	2.50	26.9	
	T-6	Kelang South	1	11.4	2.50 ~2.80	26.9 ~30.1	
	T-7	North Port	1 2	3.0 3.0	2.1 ~3.7	22.0 ~40.0	Feasible if PKNS plan is amendable
	T-8	Port Kelang	1	12.4	1.20	12.9	
	T-9	Port Kelang	2	15.9	2.00	21.5	
Pumping Station	P-1	Kelang North	2	-	4.00	43.1	
	P-2	Kelang North	2	-	4.00 ~8.00	43.1 ~86.1	
	P-3	Kelang North	1	-	4.00 ~8.00	43.1 ~86.1	
	P-4	Kelang South	2	-	4.00 ~5.00	43.1 ~53.8	
	P-5	Kelang South	2	-	4.00 ~5.00	43.1 ~53.8	
	P-6	Port Kelang	2	-	4.00 ~5.00	43.1 ~53.8	
	P-7	Port Kelang	2	-	3.00 ~3.50	32.3 ~37.7	

Source: Information received from a Chartered Surveyor of the State Evaluation Section and Municipality Valuation Section.

表H.16. 用地費

(Unit: M\$1,000)

Sewerage Division		Sewer	Pumping Station	Treatment Plant	Total
District	Zone				
Kelang North	1	-	14	No.1 3,416	3,444
			14		
	2	-	9	No.2 4,465	4,485
			11		
Kelang South	1	-	10	No.3 3,431	3,441
	2	-	22	No.4 4,008	4,030
Port Kelang	1	-	-	No.5 1,599	1,599
	2	-	12	No.6 3,418	3,457
			9 18		
3	-	-			
North Port	1	-	-	No.7-a 800	800
	2	-	-	No.7-b 800	800
Kapar		-	3	No.8 1,767	1,773
			3		
Meru		-	3	No.9 1,188	1,191
Total		-	128	24,892	25,020

H.5. 処理小分區別費

いままでの建設費を処理小分別に示す。処理場建設費については、それぞれの小分区の汚水量比率によって案分した。

維持管理費は、施設が全て建設され、計画流量で稼動した場合のものである。

費用の内訳を表H.17.からH.22.に示す。

表H.17. 处理小分区別幹線管渠建設費

(Unit: M\$1,000)

Sewerage Division			Trunk Sewer Costs	Total Costs
District	Zone	Sub-zone		
Kelang North	1	1	6,646	9,913
		2	3,267	
	2	1	6,608	20,336
		2	6,778	
		3	6,950	
Kelang South	1	1	8,231	19,007
		2	10,776	
	2	1	9,456	21,440
		2	11,984	
Port Kelang	1	1	9,981	12,207
		2	2,226	
	2	1	21,150	28,102
		2	3,275	
		3	2,045	
	3	-	1,632	
North Port	1	-	2,602	3,793
	2	-	1,191	
Kapar		-	9,552	9,552
Meru		-	8,553	8,553
Total			132,903	132,903

表H.18. 处理小分区别枝線管渠建設費

(Unit: M\$1,000)

Sewerage Division		Land Use Category														Developed Area (%)	Government Contribution						
		Residential																					
		High			Medium			Low			Commercial		Industrial		Port Area			Institutional					
		ha	Cost	ha	Cost	ha	Cost	M\$30.9/ha	M\$24.9/ha	M\$19.9/ha	M\$41.5/ha	M\$8.3/ha	M\$8.3/ha	M\$8.3/ha	M\$19.9/ha			ha	Cost	ha	Cost		
Kelang North	1	1	145.0	4,480	65.0	1,618				57.0	2,366						22.0	438	338	8,902	81	7,210	
	1	2	0.6	19	404.0	10,060				2.7	111			92.7	769		15.6	310	589	11,269	60	6,761	
	2	1			260.3	6,481	11.2	223		48.4	2,009			77.0	639		4.1	82	401	9,434	51	4,811	
Kelang South	1	1			45.4	1,130				36.9	1,531						47.5	945	306	3,606	53	1,911	
	1	2			275.7	6,865				3.6	149						4.6	92	353	7,106	85	6,040	
	2	1	3.8	117	233.9	5,824				2.3	95						19.0	378	315	6,414	47	3,014	
Kelang South	2	2	169.4	5,234	288.5	7,184				29.4	1,220						20.9	416	512	14,054	62	8,713	
	1	1	100.0	3,090	0.8	19				45.5	1,888	141.7	1,176	75.6	627		34.6	688	410	7,488	100	7,488	
Port Kelang	2	1	143.4	4,431	171.2	4,263				9.1	378	50.1	416				45.4	903	445	10,391	73	7,585	
	2	2	57.3	1,770						10.8	448	66.1	549				8.4	167	186	2,934	48	1,408	
Sub-Total			19,141		43,444		223		10,195	3,549	627	4,419		81,598		54,941							

表 H.19. 处理小分区别枝線管渠建設費

(Unit: M\$1,000)

Sewerage Division		Land Use Category												Total	Developed Area (%)	Government Contribution	
		Residential						Commercial	Industrial		Port Area		Institutional				
		High	Medium		Low		ha		Cost	ha	Cost	ha					Cost
M\$29.9/ha	M\$24.9/ha	M\$19.9/ha	M\$19.9/ha	M\$19.9/ha	M\$19.9/ha	M\$41.5/ha	M\$8.3/ha	M\$8.3/ha	M\$8.3/ha	M\$19.9/ha	M\$19.9/ha	M\$19.9/ha					
District	Sub-Zone	ha	Cost	ha	Cost	ha	Cost	ha	Cost	ha	Cost	ha	Cost	ha	Cost		
Kelang North	2			236.9	4,714			35.0	291			38.1	758	458	5,763	0	0
	2			23.5	468			171.7	1,425					418	1,893	0	0
Port Kelang	1							197.9	1,643			27.1	539	225	2,182	1	22
	2			229.2	5,707		83					16.8	334	248	6,124	29	1,776
	3			50.8	1,265		2.0	75.2	624					230	1,889	0	0
Kapar				37.3	929	205.6	4,090	8.4	349			23.9	476	621	5,844	14	818
Meru				22.7	565	130.4	2,595	2.3	95			6.5	129	573	4,680	3	140
Sub-Total		0	8,466	11,867	527	5,279	0	2,236	28,375								2,756
Total		19,141	51,910	12,090	10,722	8,828	627	6,655	109,973								57,697

表H.20. 处理小分区别建设费总括表

(Unit: M\$1,000)

District	Sewerage Division		Sewer		Intermediate Pumping Station	Land for Pumping Station	Wastewater Treatment Plant	Land for Treatment Plant	House Connections	Total
	Zone	Sub-Zone	Trunk	Branch & Lateral						
Kelang North	1	1	6,646	8,902	1,219	14	12,070	3,416	2,680	35,047
	1	2	3,267	11,269	1,286	14	2,860	-	2,826	21,522
	2	1	6,608	9,434	776	11	9,345	4,465	2,365	33,004
Kelang South	2	2	6,778	5,783	-	-	1,557	-	2,063	16,161
	2	3	6,950	1,893	718	9	1,558	-	266	11,394
	1	1	8,231	3,606	-	-	2,406	-	975	15,218
Port Kelang	1	2	10,776	7,106	888	10	9,624	3,431	2,130	33,965
	2	1	9,456	6,414	-	-	2,406	-	1,943	20,219
	2	2	11,984	14,054	1,768	22	9,624	4,008	3,817	45,277
North Port	1	1	9,981	7,488	-	-	6,840	1,599	1,489	27,397
	1	2	2,226	2,182	-	-	1,710	-	309	6,427
	2	1	21,150	10,391	934	12	9,345	3,418	2,801	50,129
Kapar	2	2	3,275	2,934	2,060	18	1,115	-	611	8,820
	2	3	2,045	6,124	876	9	1,000	-	1,860	11,029
	3	-	1,632	1,889	-	-	1,000	-	420	4,941
Meru	1	-	2,602	2,697	-	-	3,553	800	514	10,166
	2	-	1,191	2,473	-	-	4,181	800	340	8,985
Total	-	-	9,552	5,844	542	3	5,400	1,767	2,070	25,763
	-	-	8,553	4,680	582	3	6,000	1,188	1,293	22,299
			132,903	115,143	12,331	128	91,594	24,692	30,772	407,763

表H.21. 处理小分区別管渠維持管理費

(Unit: M\$1,000 year)

Sewerage Division			Sewer			
District	Zone	Sub-Zone	Trunk		Branch	
Kelang North	1	1	6	18	117	312
	1	2	12		195	
	2	1	8	22	114	342
	2	2	7		114	
	2	3	7		114	
Kelang South	1	1	12	24	54	116
	1	2	12		62	
	2	1	11	29	56	147
	2	2	18		91	
Port Kelang	1	1	13	21	56	87
	1	2	8		31	
	2	1	10	26	103	258
	2	2	5		43	
	2	3	6		57	
	3	-	5		55	
North Port	1	-	-	2	-	9
	2	-	-	2	-	5
Kapar	-	-	-	11	-	95
Meru	-	-	-	8	-	96
Total			163		1,467	
			1,630			

表H.22. 处理小分区別維持管理費總括表

Sewerage Division			Daily Ave. Flow Rate (m ³ /day)	Ratio	Construction Cost (M\$1,000)	Operation & Maintenance Cost (M\$1,000/year)
District	Zone	Sub- Zone				
Kelang North	1	1	16,023	0.479	12,070	369
	1	2	17,455	0.521	2,860	402
	Sub-Total		33,478		14,930	771
Kelang North	2	1	17,492	0.473	9,345	364
	2	2	11,896	0.322	1,557	248
	2	3	7,597	0.205	1,558	158
	Sub-Total		36,985		12,460	770
Kelang South	1	1	19,441	0.670	2,406	503
	1	2	9,578	0.330	9,624	248
	Sub-Total		29,019		12,030	751
Kelang South	2	1	8,419	0.287	2,406	216
	2	2	20,881	0.713	9,624	535
	Sub-Total		29,300		12,030	751
Port Kelang	1	1	17,059	0.668	6,840	418
	1	2	8,477	0.332	1,710	207
	Sub-Total		25,536		8,550	625
Port Kelang	2	1	15,943	0.450	9,345	347
	2	2	6,677	0.189	1,115	146
	2	3	8,022	0.227	1,000	148
	3	-	4,772	0.134	1,000	129
	Sub-Total		35,414		12,460	770
North Port	1	-	4,848	-	3,553	200
	2	-	5,431	-	4,181	208
Kapar	-	-	7,183	-	5,400	82
Meru	-	-	10,476	-	6,000	92
Total			217,670	-	91,594	5,020

H.6. 事業費（事業実施区域外）

事業実施区域外、すなわちノースポート処理区および2000年までに事業を行わないその他地域の事業費を表H.23.とH.24.に示す。

表H.23. ノースポート処理区の事業費

(Unit: M\$1,000 at 1981 Price Level)

Description	Government Contribution	Private Contribution	Total	Remarks
a. Trunk Sewer	-	3,793	3,793	
b. Branch and Lateral Sewer	-	5,170	5,170	
c. House Connection	-	854	854	
d. Pumping Station	-	-	-	
e. Treatment Plant	-	7,734	7,734	
f. Sub-Total	-	17,551	17,551	
g. Engineering Cost				
Design	-	1,755	1,755	(f) x 0.10
Supervision	-	877	877	(f) x 0.05
h. Contingency	-	4,036	4,036	(f+g) x 0.20
i. Land Acquisition	-	1,600	1,600	
Total	-	25,819	25,819	

表H.24. その他地区の事業費

(Unit: M\$1,000 at 1981 Price Level)

Description	Government Contribution	Private Contribution	Total	Remarks
a. Trunk Sewer	37,736	-	37,736	
b. Branch and Lateral Sewer	2,756	25,619	28,375	
c. House Connection	-	8,281	8,281	
d. Pumping Station	2,424	-	2,424	
e. Treatment Plant	18,225	-	18,225	
f. Sub-Total	52,860	33,900	86,760	
g. Engineering Cost				
Design	5,286	3,390	8,676	(f) x 0.10
Supervision	2,643	1,695	4,338	(f) x 0.05
h. Contingency	12,157	7,797	19,954	(f+g) x 0.20
i. Land Acquisition	2,973	-	2,973	
Total	75,919	46,782	122,701	

H.7. 第1期計画建設費

1) 管 渠

幹線および枝線管渠の建設費は全て概略設計を行ない、H.2. 節で示した費用関数のパラメーターを求めて計算した。表H.25.にそれぞれの幹線管渠の建設費を示す。また、表H.26.に枝線管渠の建設費をユニットごとにまとめて示す。

2) カンポン カンタンポンプ場

ポンプ場の主要な要素は地下にできるポンプ井、管理および電気室用の建物、3台の水中ポンプ、同数のモーターとその制御装置等である。これらの要素ごとの建設費の内訳を表.27.に示す。

3) コンノート下水処理場

コンノート下水処理場の第1期工事は酸化池方式を採用しているので、主な施設としてはポンプ場、流入槽、分配槽、酸化池、マチュレーション池、事務所、水質試験室等がある。これらの施設の建設費はさらに、ポンプ場のところで説明したように各要素ごとの内訳に細分化される。表H.28.に各施設、各要素別の内訳を示す。

表H.25. 幹線管渠建設費

No. of Sewers	Diameter (mm)	Length (m)	Av. Depth to Invert (m)	Unit Const. Cost (M\$/m)	Const. Cost (M\$)	Remark
8	450	1,113	3.57	288.7	321,323	M=16 CP
9	600	64	4.85	1,551.8	99,315	M= 1 CP
10	600	166	5.15	1,660.3	275,610	M= 2 CP
1	375	300	3.01	244.1	73,230	M= 3 CP
2	450	112	3.19	185.5	31,976	M= 2 CP
3	450	476	3.54	288.4	137,278	M= 5 CP
4	525	234	4.18	343.0	80,262	M= 3 CP
5	600	174	4.19	400.9	69,757	M= 2 CP
6	600	90	4.99	1,601.1	144,099	M= 2 CP
7	600	94	5.21	1,685.1	158,399	M= 1 CP
11	750	170	5.37	2,002.6	340,442	M= 2 CP
12	750	60	5.33	1,988.6	119,316	M= 1 CP
13	750	216	5.49	2,050.2	442,843	M= 3 CP
14	750	121	5.82	2,181.6	263,974	M= 2 CP
15	900	30	6.36	2,722.2	81,666	M= 1 CP
16	450	360	3.98	292.1	105,156	M= 4 CP
17	450	144	4.66	1,274.4	183,514	M= 3 CP
18	450	90	5.27	1,478.4	133,056	M= 1 CP
19	450	180	5.53	1,564.7	281,646	M= 2 CP
20	450	86	5.90	1,687.6	145,134	M= 2 CP
21	450	42	6.12	1,757.2	73,802	M= 2 CP
22	600	950	1.20	350.0	332,500	M= 7 FM
23	900	358	2.70	702.2	251,388	M= 5 CP
24	900	630	5.06	2,161.8	1,361,934	M= 8 CP
25	1,200	190	6.59	3,627.1	689,149	M= 2 CP
26	1,200	210	6.90	3,776.5	793,065	M= 2 CP
Total		6,660			6,989,834	

Note: M; number of manholes, CP; concrete pipe, FM; force main

表H.26. 枝線管渠建設費

Unit	Diameter (mm)	Depth to Invert	Total Length (m)	Unit Cost (M\$/m)	Cost (M\$)
Unit-1	225	less than 3m	8,885	147	1,309,372
	300	less than 3m	514	272	139,572
	300	3m and more	56	640	35,846
	375	less than 3m	286	241	68,933
	375	3m and more	24	247	5,918
	Sub-total			<u>9,765</u>	<u>160</u>
Unit-2	225	less than 3m	9,082	151	1,371,287
	225	3m and more	406	676	274,465
	300	less than 3m	70	549	38,436
	300	3m and more	294	662	194,491
	375	3m and more	434	245	106,323
	450	3m and more	414	813	336,434
Sub-total			<u>10,700</u>	<u>217</u>	<u>2,321,436</u>
Unit-3	225	less than 3m	10,959	154	1,689,853
	225	3m and more	264	548	144,694
	300	less than 3m	821	299	245,726
	300	3m and more	177	630	111,433
	375	3m and more	26	246	6,386
	Sub-total			<u>12,247</u>	<u>179</u>

表H.26. (続き)

Unit	Diameter (mm)	Depth to Invert	Total Length (m)	Unit Cost (M\$/m)	Cost (M\$)
Unit-4	225	less than 3m	7,018	160	1,122,187
	225	3m and more	1,602	1,011	1,619,386
	300	less than 3m	170	262	44,573
	300	3m and more	412	1,020	420,065
	375	3m and more	264	1,645	434,181
	Sub-total			<u>9,466</u>	<u>385</u>
Unit-5	225	less than 3m	14,351	147	2,115,340
	300	less than 3m	220	376	82,670
	375	3m and more	236	245	57,886
	Sub-total			<u>14,807</u>	<u>152</u>
Total			<u>56,985</u>	<u>210</u>	<u>11,975,457</u>

表H.27. カンポンカンタンポンプ場建設費内訳

Work	Description	Construction Cost		
		L.C.	F.C.	Total
Sheet Piling	SPIII, h =15 m, l =36 m including redemption and maintenance cost	7,787	25,026	32,813
Earth Work	excavation, back-filling, excess soil disposal	2,270	1,976	4,246
Foundation	crusher-run, concrete	11,595	929	12,524
Underground Structure	reinforced concrete, forming	64,837	3,506	68,343
Dewatering	submersible pump, 200 days	5,214	6,494	11,708
Architectural	total floor space 180 m ²	216,000	24,000	240,000
Miscellaneous	guide rail, metal, plumbing	41,000	23,000	64,000
Inlet Pipe		50,000	10,000	60,000
Outlet Tank	reinforced concrete	10,000	10,000	20,000
Mechanical	submersible pump, including installation	51,290	352,000	403,290
Electrical	including installation	47,250	330,250	377,500
Fence and Road		21,000	4,000	25,000
Total		528,243	791,181	1,319,424

Note: L.C., Local currency, F.C., Foreign currency

表H.28. コンノート下水処理場建設費内訳

Unit : M\$

Facility	Work	Description	Construction Cost		
			L.C	F.C	Total
Pumping Station	Sheet Piling	SP III, h =12 m, l =66 m including redemption and maintenance cost	25,792	80,514	106,306
	Earthwork	excavation, back-filling, excess soil disposal	15,230	10,625	25,855
	Foundation	crusher-run, concrete	7,192	494	7,686
	Concrete Pile	18' x 18', l =24 m x 22	75,351	3,068	78,419
	Underground Structure	reinforced concrete, forming, steel bar	328,547	17,258	345,805
	Dewatering	submersible pump, 300 days	7,821	9,741	17,562
	Architectural	total floor space 180 m ²	240,000	0	240,000
	Miscellaneous	guide rail, metal, plumbing, etc.	81,067	79,300	160,367
	Inlet Pipe		70,000	30,000	100,000
	Outlet Tank	reinforced concrete	10,000	20,000	30,000
	Mechanical	submersible pump including installation	65,000	447,000	512,000
	Electrical	including installation	122,000	919,000	1,041,000
	Sub-total		<u>1,048,000</u>	<u>1,617,000</u>	<u>2,665,000</u>
	Inlet Tank	Earthwork	excavation, back-filling, excess soil disposal	293	486
Structure		reinforced concrete, forming, steel bar	90,716	5,268	95,984
Concrete Pipe		φ350 mm, class Z, including installation, l =270 m	21,168	528	21,696
Cast Iron Pipe		φ350 mm, including installation, l =1,620 m	50,522	211,700	262,222
Gate		φ350 mm, F.C. x 45	0	225,000	225,000
Sub-total			<u>162,699</u>	<u>442,982</u>	<u>605,681</u>

Note: L.C. Local currency, F.C. Foreign currency

表H.28. (続き)

Unit : M\$

Facility	Work	Description	Construction Cost		
			L.C	F.C	Total
Ponds	Preparatory	cutting, uprooting	212,800	-	212,800
	Earthwork	excavation, back-filling, excess soil disposal	2,046,700	1,273,900	3,320,600
	Masonry	granite, concrete, forming	634,500	48,100	682,600
	Sub-total		<u>2,894,000</u>	<u>1,322,000</u>	<u>4,216,000</u>
Distri- bution Tank	Gate	φ350 mm x 3	0	15,000	15,000
	Structure	reinforced concrete, guide rail, staircase	119,000	20,000	139,000
	Inlet	φ350 mm	40,000	10,000	50,000
	Concrete Pile	18' x 18', 1 =24 m x 12	41,121	1,673	42,794
	Sub-total		<u>200,121</u>	<u>46,673</u>	<u>246,794</u>
Office	Architectural	reinforced concrete, brick 120 m ²	<u>312,000</u>	<u>0</u>	<u>312,000</u>
Miscel- laneous		fence, gate, lighting, access road, etc.	<u>602,500</u>	<u>137,500</u>	<u>740,000</u>
Retaining Wall	Foundation	rubble stone, concrete	309,359	20,260	329,619
	Concrete Pile	18' x 18', 1 =24m x 275	941,899	38,359	980,258
	Sheet Pile	SP III, h =10 m, l =900 m	161,149	774,756	935,905
	Structure	reinforced concrete, h =3.5 m, l =825 m, forming, steel bar	920,976	67,653	988,629
	Access Road	w =5 m, l =100 m	16,365	3,270	19,635
	Dewatering	submersible pump, 500 days	13,035	16,235	29,270
	Sub-total		<u>2,362,783</u>	<u>920,533</u>	<u>3,283,316</u>
Grand Total			<u>7,582,103</u>	<u>4,486,688</u>	<u>12,068,791</u>

Note: L.C. Local currency, F.C. Foreign currency

付 録 I
施設の概略設計

KELANG NORTH
Zone - 1

管渠流量表

Table I. 1. 1/3

No. of Sewers	Area		No. of Joint Sewers	Length			Design Flow				Designed Sewer					Remarks				
	Increment	Total		Increment	m	Total	Domestic	Other	Infiltration		Diameter	Slope	Length	Full Velocity	Full Capacity		Invert Elevation		Elevation Ground Surface	Earth Covering
									ha	persons							Peaking Factor	m ³ /sec		
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				