付 F. 敷 地 関 数

1. 序　　論

下水管渠の場合は用地買収の必要はないが、ポンプ場および処理場は用地買収が必要となる。

2. ポンプ場用地

ポンプ場の能力が0.1、0.4、0.8 m^3/sec の場合における必要用地は検討の結果表F－1のとおりとなった。

表F－1　ポンプ場敷地

ピーク流量（m^3/sec）	0.1	0.4	0.8
面　　積（m^2）	220	295	530

この結果に基づいて、ポンプ場の必要敷地関数を作成した結果、次式および図F－1のとおりとなった。

$$Sp = 450.7\,Qp + 153.0$$

ここに　Sp：敷地面積（m^2）

　　Qp：ピーク流量（m^3/sec）

3. 処 理 場 用 地

処理場の必要敷地を概略設計に基づいて求めた結果、表F－2のとおりとなった。

表F－2　処理法別処理場用地

(ha)

処理法＼規模 m^3/d	5,000	10,000	30,000	50,000
スタビリゼーション法	6.64	12.40	34.54	58.63
エアレーティッド法	4.73	8.80	21.16	28.56
オキシデーション法	1.20	1.70	4.70	7.30

この結果に基づいて処理法別に敷地関数を作成した結果は、次式および図F－2のとおりとなった。

(a) スタビリゼーションポンド法

$$S = 0.021Q^{0.942}$$

(b) エアレーテッド・ラグーン法

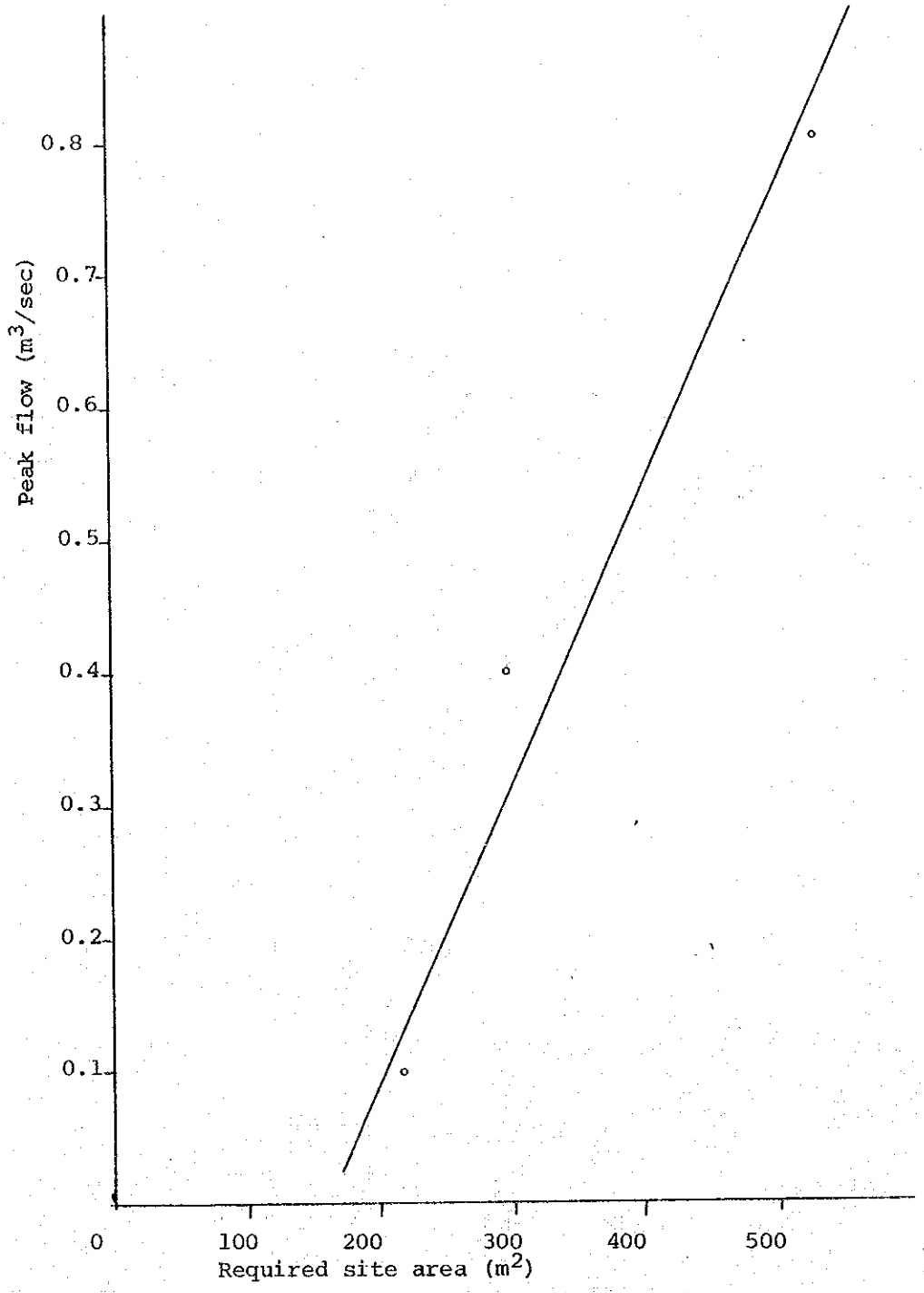
$$S = 0.0060Q^{0.787}$$

(c) オキシデーション・ディッチ法

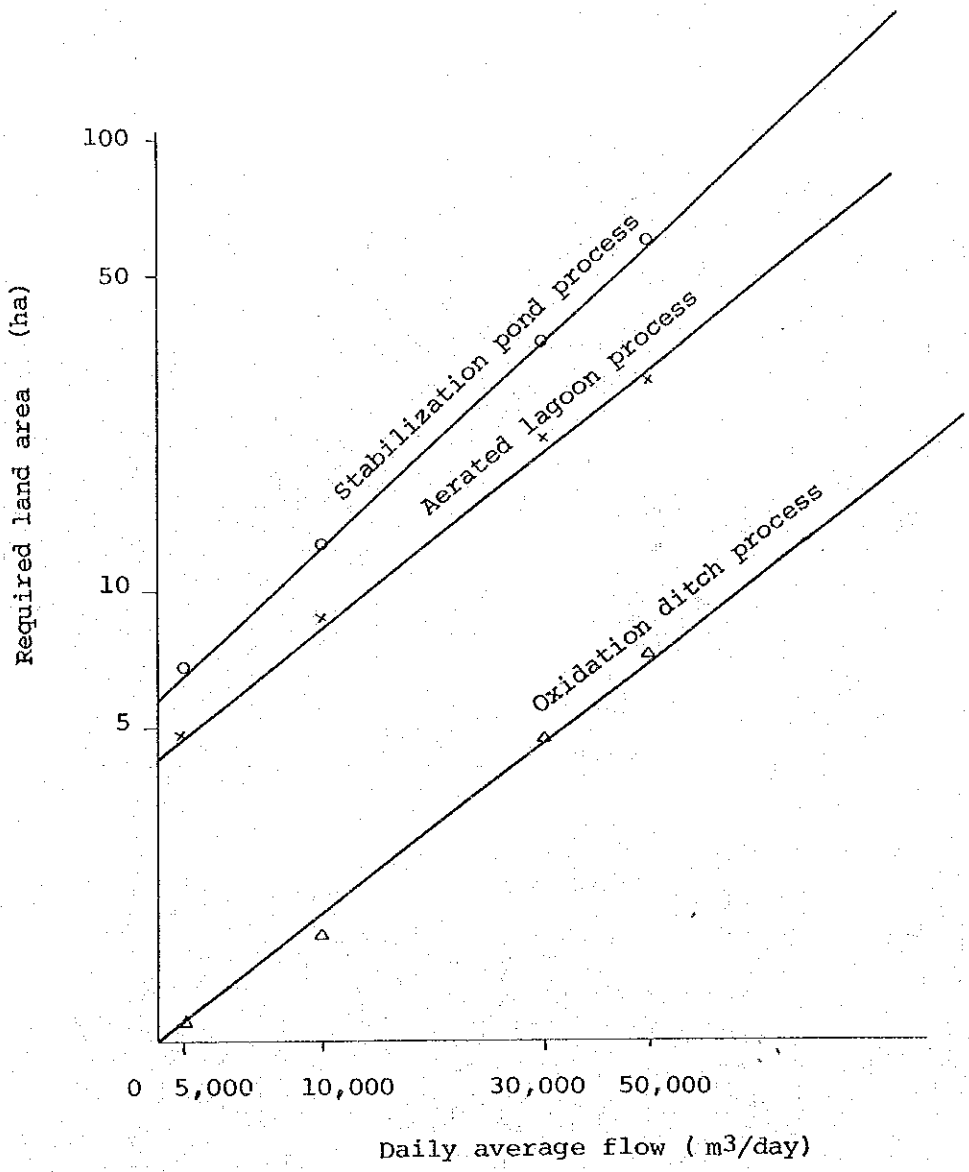
$$S = 0.0011Q^{0.807}$$

ここに　S：敷　地　面　積（ha）

Q：日平均処理水量（m^3/d）



図F－1　ポンプ場敷地関数


100
50
10
5
Required land area (ha)
Stabilization pond process
Aerated lagoon process
Oxidation ditch process
0
5,000
10,000
30,000
50,000
Daily average flow (m3/day)

図F－2　処理場敷地関数

付 G.　建設および維持管理費

1. 管渠建設費

1.1 総　　説

基本計画策定にあたっては最も望ましい計画を立てるために比較検討案が考えられ評価されるべきである。これらの比較検討案の費用は本計画段階では費用関数によらなければむずかしい。下水管布設の費用関数は、ケダ州における1879年の価格に基づいて作成した。

1.2 建設費

建設費は、この計画を完成させるために必要な全ての費用の総額とする。これらの費用は、直接費と間接費に分けられる。直接費には、掘削、下水管の敷設及びそれに関した間接費を含む建設作業とその他の費用とが含まれる。この検討において初めに数量を得るための予備的設計を行ない、次にその数量に単価を乗じて総費用を求めた。間接費としては直接費の20%を見込んだ。

1.2.1 基礎単価

施設の建設費の積算に当たって労務者とマレーシアで購入される材料、動力、機器と輸送機関のような国内で間に合うもの及び輸入による材料や機器の単価をMPKSや、地元建設業者等の資料により調査した。

下水道の建設のために必要となる労務者は、普通の労務者から重機を運転する熟練工まで広範囲な職業のカテゴリーを含む。現在(1979年)適用できるケダ州での様々な業種の労務者に対する賃金は、次の表に示したように1日につき11から24マレーシア・ドルである。

表G－1　労務者単価

工　種	マレーシア・ドル／日
普通労務者	11
熟練工	20
大工	20
石工	20
配管工	20
監督	24

出典：JKR

一般に、ポンプ場と処理施設を含む構造物の建設に関して必要な材料は輸入によらなければならない機器類を除いてほとんど、手に入る。

鉄筋、木材、コンクリート製品のための砂とジャリ、陶管と鉄筋コンクリート管（直径1,800㎜まで）は、マレーシアで手に入る。こういった基礎材料の単価は次の表G－2、G－3、G－4に示されている。

計画区域内の地価はLand officeおよびValuation Officeから資料を入手した。前者は表G－5－1に、又後者は表G－5－2に示すとおりである。（図G－1参照）

前者は課税対象価格であり、後者は売買価格である。本計画では売買価格を採用するがデーターが少いので課税対象価格も参照して決定した。

表G－2 単 価 表 (1)

Item	Unit	Price (M$)
Cement	ton	157.50
Sand	m^3	6.60
Crushed stone	m^3	22.00
Steel bar	ton	1,250.00
Timber	m^3	15.00
Vitrified clay pipe		
ø150	m	20.00
ø225	m	38.53
ø300	m	72.90

Data source: (1) JKR of Kedah State and ED of Penang State
(2) Unit costs obtained from ED were adjusted to suit in Kedah State.

表G－3 単 価 表 (2)

Item	Unit	Price (M$)	Remarks
Centrifugally-cast-reinforced concrete pipe (mm in dia.)			Including high alumina cement mortar lining and rubber ring
ø150	m	23.80	
ø225	m	33.60	
ø300	m	40.70	
ø375	m	56.60	
ø450	m	68.00	
ø525	m	80.50	
ø600	m	89.90	
ø675	m	112.80	
ø750	m	124.30	
ø900	m	163.00	
ø1,050	m	205.60	
ø1,200	m	226.40	
ø1,350	m	287.60	
ø1,500	m	331.20	
ø1,800	m	433.10	

Data source: Hume Industry at Butterworth

表G－4　一 位 代 価 表

Item	Description	Unit	Cost (M$)
Concrete	mix. 1:2:4	m^3	156.90
"	mix. 1:3:6	"	124.20
Reinforced concrete		"	313.70
Mortar works	mix. 1:2	"	186.50
	mix 1:3	"	182.10
Excavation	open cut	"	2.30
"	trench (depth 0-1.5m)	"	4.70
"	" (" 1.5-3.0m)	"	8.60
"	" (" 3.0-4.5m)	"	11.50
"	" (" 4.5-6.0m)	"	15.10
"	" (" 6.0-7.5m)	"	18.90
"	" (" 7.5m -)	"	22.50
Backfilling and compaction		"	3.00
Form works		m^2	8.20
Dewatering		day	24.00
Restoration of paving		m^2	17.10
Masonry works		m^3	71.00
Turfing		m^2	1.60
Sheeting by timber	(depth 1.0-2.0m)	m	7.12
"	(" 2.0-3.0m)	m	9.83
"	(" 3.0-4.0m)	m	17.46
"	(" 4.0-5.0m)	m	23.37
Steel sheet-pile works	(" 5.0-6.0m)	m	175.00
"	(" 6.0-7.0m)	m	218.00
"	(" 7.0-8.0m)	m	242.00
"	(" 8.0m-)	m	258.00

Data source: JKR of Kedah State, ED of Penang State, and local contractors

表G－5－1 用 地 単 価 (1)

No.	Category	Land Value
1	(a)	$ 4860/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$ 43.1/m^2
2	(a)	$ 4860/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$ 43.1/m^2
3	(a)	$ 5260/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$ 53.8/m^2
4	(a)	$ 6070/ha
	(b)	$ 37.7/m^2
	(c)	$ 64.6/m^2
5	(a)	$ 7280/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
6	(a)	$ 7280/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
7	(b)	$ 53.8/m^2
	(c)	$107.6/m^2
8	(a)	$ 8090/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
9	(a)	$ 8900/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$ 75.3/m^2
10	(a)	$ 8900/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
11	(b)	$ 53.8/m^2
	(c)	$161.5/m^2
12	(a)	$ 8900/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$107.6/m^2
13	(a)	$ 8900/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$129.2/m^2
14	(a)	$ 8090/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$107.6/m^2
15	(b)	$129.2/ha
	(c)	$215.3/m^2
16	(b)	$150.7/m^2
	(c)	$269.1/m^2
17	(b)	$129.2/m^2
	(c)	$215.3/m^2
18	(b)	$161.5/m^2
	(c)	$322.9/m^2
19	(b)	$161.5/m^2
	(c)	$322.9/m^2
20	(a)	$10120/ha
	(b)	$107.6/m^2
	(c)	$215.3/m^2
21	(b)	$161.5/m^2
	(c)	$430.6/m^2
22	(b)	$129.2/m^2
	(c)	$215.3/m^2
23	(a)	$ 6070/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
	(c)	$ 43.1/m^2
24	(a)	$ 5670/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
	(c)	$ 53.8/m^2
25	(a)	$ 8090/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
26	(a)	$ 8090/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
27	(a)	$ 7280/ha
28	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
29	(a)	$ 8900/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$ 75.3/m^2
30	(a)	$ 9710/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
31	(a)	$ 9710/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
32	(a)	$ 7280/ha
	(b)	$ 21.5/m^2

Note: The land value in each block is classified into four categories as referred above, such as (a) paddy area, (b) residencial area, (c) commercial area, and (d) industrial area.

-continued -

No	Category	Land Value
33	(a)	$ 8090/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$107.6/m^2
34	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$150.7/m^2
35	(a)	$ 8090/ha
36	(b)	$ 64.6/m^2
	(c)	$193.8/m^2
37	(b)	$ 64.6/m^2
	(c)	$215.3/m^2
38	(b)	$ 64.6/m^2
	(c)	$215.3/m2
39	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$193.8/m^2
40	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$161.5/m^2
41	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$161.5/m2
42	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$129.2/m^2
43	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
44	(b)	$107.6/m^2
	(c)	$215.3/m2
45	(b)	$ 64.6/m2
	(c)	$161.5/m^2
46	(a)	$ 8093/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
47	(a)	$ 7280/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
48	(a)	$ 6070/ha
49	(a)	$ 4860/ha
50	(a)	$ 4860/ha
51	(a)	$ 7280/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
52	(a)	$ 4860/ha

No.	Category	Land Value
53	(a)	$ 8090/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
54	(a)	$ 6070/ha
55	(a)	$ 5460/ha
56	(a)	$ 5460/ha
57	(a)	$ 6070/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
58	(a)	$ 7280/ha
59	(a)	$ 8093/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$215.3/m^2
60	(b)	$ 4650/ha
	(c)	$215.3/m^2
61	(b)	$ 53.8/m^2
	(c)	$ 236.8/m^2
62	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 53.8/m^2
63	(a)	$ 8090/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
64	(a)	$ 9710/ha
	(b)	$ 32.2/m^2
	(c)	$107.6/m^2
65	(b)	$ 64.6/m^2
	(c)	$269.1/m^2
66	(b)	$ 53.8/m2
	(c)	$161.5/m^2
67	(b)	$ 53.8/m^2
	(c)	$215.3/m^2
68	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$215.3/m^2
69	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$ 86.1/m^2
70	(a)	$ 8090/ha
71	(a)	$ 4050/ha
72	(a)	$ 4050/ha

Note: The land value in each block is classified into four categories as referred above, such as (a) paddy area, (b) residencial area, (c) commercial area, and (d) industrial area.

- continued-

No.	Category	Land Value
73	(a)	$ 5670/ha
74	(a)	$ 8090/ha
75	(a)	$ 8902/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
76	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$107.6/m^2
77	(b)	$ 75.3/m^2
	(c)	$129.2/m^2
	(d)	$161.5/m^2
78	(b)	$107.6/m^2
	(c)	$161.5/m^2
79	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$129.2/m^2
80	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$129.2/m^2
81	(b)	$ 53.8/m^2
	(c)	$161.5/m^2
	(d)	$215.3/m^2
82	(b)	$ 86.1/m^2
	(c)	$161.5/m^2
	(d)	$215.3/m^2
83	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$107.6/m^2
84	(b)	$ 53.8/m^2
	(c)	$129.2/m^2
85	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$107.6/m^2
86	(a)	$ 8900/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
87	(a)	$ 8900/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
88	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$107.6/m^2
	(d)	$161.5/m^2
89	(a)	$10120/ha
	(b)	$ 43.1/m^2
	(c)	$161.5/m^2
90	(a)	$ 8090/ha
	(b)	$ 32.3/m^2
	(c)	$107.6/m^2
91	(c)	$ 64.6/m^2
92	(a)	$ 6070/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
	(c)	$ 43.1/m^2
93	(b)	$ 21.5/m^2
	(c)	$ 43.1/m^2
	(d)	$ 64.6/m^2
94	(a)	$ 4860/ha
	(b)	$ 21.5/m^2
95	(a)	$ 3640/ha
96	(a)	$ 3640/ha

Note: The land value in each block is classified into four categories as referred above, such as (a) paddy area, (b) residencial area, (c) commercial area, and (d) industrial area.

表G－5－2　用 地 単 価 (2)

No.	Category	Land Value
10	(c)	$ 108 - 183/m^2
11	(c)	$ 108 - 183/m^2
12	(b)	$ 75 /m^2
13	(b)	$ 75 /m^2
14	(b)	$ 75 /m^2
17	(b)	$ 75 /m^2
20	(c)	$ 172 /m^2
23	(a)	$ 19,114 - 20,852 (20,000)/ha
33	(b)	$ 97 - 140/m^2
36	(b)	$ 97 - 140/m^2
	(c)	$ 754 /m^2
37	(b)	$ 86 - 118/m^2
38	(b)	$ 86 - 118/m^2
40	(b)	$ 86 - 108/m^2
	(c)	$ 431 - 484/m^2
41	(b)	$ 86 - 108/m^2
44	(b)	$ 86 - 118/m^2
45	(b)	$ 32 - 43/m^2
46	(b)	$ 32 - 43/m^2
47	(a)	$ 34,753 (35,000)/ha
	(b)	$ 32 - 43/m^2
48	(a)	$ 34,753 (35,000)/ha
50	(a)	$ 20,852 - 34,753 (28,000)/ha
71	(a)	$ 22,590 - 41,704 (32,000)/ha
96	(a)	$ 17,377 - 27,803 (23,000)/ha

Note: The land value in each block is classified into four categories as referred above, such as (a) paddy areas, (b) residencial area, (c) commercial area, and (d) industrial area.

1. 2. 2　管渠建設費

管渠の建設費の積算は、マレーシア国内で入手可能な資材及びマレーシアの建設業者が施工可能な工法を十分考慮して行った。

一般に下水管渠は現道、計画道路、及び民地境界に布設される。掘さくは土質にもよるが木矢板を用いた開削工法を用いるのが一般的である。

調査区域の土質は粘土及び砂質土であり、地下水位は高いのでこれらの点を考慮し、掘削深が2 m以上に対しては土留め工を用いることとなる。

管渠の建設費は掘さく、土留め、水替え、管布設、管基礎、型わく、鉄筋、路面復旧、諸経費、予備費などを個々に見積もり、積算を行った。

管径別、深さ別建設費は表G－6及び表G－7に示すとおりである。

表G－6 管 渠 建 設 費

（M$、1979年価格）

Pipe Dia. mm	Depth of Excavation (m)						
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
225	148	176	202	453	562	-	-
300	197	225	251	451	610	-	-
375	169	197	224	474	587	611	-
450	200	230	257	509	620	650	-
525	224	250	283	537	653	681	810
600	254	288	318	580	693	735	875
675	308	345	378	645	762	811	957
750	334	372	405	675	792	845	995
900	413	455	491	769	891	955	1,119
1,050	496	543	582	868	994	1,068	1,246
1,200	555	608	650	942	1,072	1,157	1,346
1,350	662	717	761	1,060	1,193	1,286	1,484
1,500	755	815	862	1,169	1,305	1,402	1,620

表G－7 マンホール建設費

（M$、1979年価格）

(1) Internal Size (mm)	Depth (m)					
	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
1,200 (2)	1,864	2,164	2,503	2,778	3,071	3,346
1,500 (3)	2,102	2,548	2,800	3,074	3,368	3,642
1,800 (4)		3,162	3,416	3,689	3,984	4,257

Note: (1) Internal sizes of manholes are decided by those of sewers connected to the manholes.

(2) Sewers less than 900 mm shall be connected.

(3) Sewers between 900 and 1200 mm shall be connected.

(4) Sewers between 1200 and 1500 mm shall be connected.

2. ポンプ場のコスト関数

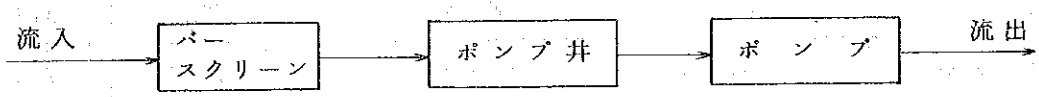
2.1 序　　論

ポンプ場は処理場内及び管渠の掘さく深が深くなる所に設けられる。

ポンプ場のコスト関数作成に当っては、流入水量と流入管の深さの２つについて考慮した。

流入水量　0.1、0.4、0.8 m^3/S、流入管渠の深さ６ m、８ m、１０ m についてそれぞれポンプ場の建設費を見積もった。

ポンプ場のフローシートは次のとおりである。



機械及び電気設備費については、マレーシア国内で調達できないので、見積もりをとり検討を行った。従って貨物輸送費、保険、税金などが含まれている。土木費は概略設計に基づいて積算した。

各ケース別建設費は表Ｇ－８に示すとおりであるがこれらのコストの内には、土木、建築機械、電機、場内配管及び２０％の予備費が含まれている。

表G－8　ポンプ場建設費

（M$ 1,000、1979年価格）

Depth of Inlet Sewer	Capacity (m^3/sec)	Civil works	Machinery & Electricity	Total
6 m	0.1	192	85	277
	0.4	299	380	679
	0.8	526	588	1,114
8 m	0.1	225	92	317
	0.4	366	414	780
	0.8	647	631	1,278
10 m	0.1	279	110	389
	0.4	447	453	900
	0.8	795	665	1,460

2.2　ポンプ場のコスト関数

ポンプ場のコスト関数は、表G－8－1～3の結果をデーターとし、次式により作成した。

$$Cp = aQ + b$$

ここに　Cp　：建　設　費（1000M$）

Q　：ピーク流量（m^3/sec）

a, b：定　　数

定数のa、bの値は最少自乗法により求めた。

深さ別ポンプ場のコスト関数は次のとおりである。

又、これを図に表したのが図G－2である。

$$Cp = 1,189.9\,Q + 174.4\ (H = 6.0\,m)$$

$$Cp = 1,365.9\,Q + 199.8\ (H = 8.0\,m)$$

$$Cp = 1,523.0\,Q + 256.4\ (H = 10.0\,m)$$

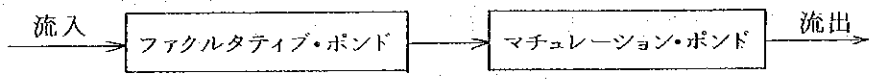
3. 処理場のコスト関数

3.1 序　　論

この調査区域に適応できる処理方式としてスタビリゼーション・ポンド法、エアレーテッド・ラグーン法、オキシデーション・ディッチ手法が考えられる。各処理法毎に更に又、処理能力5,000、10,000、30,000、50,000 m^3/d 毎についての建設費を求めるものとする。

3.2 スタビリゼーション・ポンド法

スタビリゼーション・ポンド法の処理法は次のとおりである。



建設費の見積もりに際しては本文第5章に示した設計基準に基づき、概略設計を行って積算した。

又、設計に際しては、次のような点を考慮した。

(i) スタビリゼーション・ポンドの水深は、1.5 m、法勾配は、1：1 とし石張りとする。

(ii) 維持管理を考慮して最大水面積は3 ha とする。

又、巾と長さの比は1：1.5～2.0とする。

(iii) ポンドの底は、0.3 m、不浸透性の土をしきつめる。

(iv) 堤防の上巾は維持管理用の車の交通を考慮して巾6 m とする。

(v) 処理場は家畜などの浸入を阻止するため柵で囲うものとする。

(vi) 処理場は巾10 m の場内道路をめぐらせるものとする。

付Eの図E－2は、スタビリゼーション・ポンド法の概略設計図である。

表－9は建設費を見積もった結果であるがこれには20％の諸経費が含まれている。

表G－9　スタビリゼーション・ポンド法の建設費

(1,000M$)

規模 (m^3/d)	5,000	10,000	30,000	50,000
土木・建築	705	1,062	3,722	5,881
機械・電気	—	—	—	—
計	705	1,062	3,722	5,881

この結果に基づき次式によりコスト関数を作成した。

$$Cs = a \cdot Q + b$$

ここに　Cs　：建設費（1,000M$）

Q　：処理能力（m^3/day）

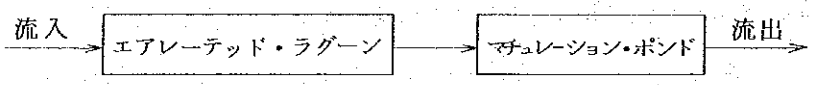
a, b：定　数

定数a、bを最少自乗法により求めた結果、次のとおりとなった。又これを図に表わすと図G－3のとおりとなる。

$$Cs = 0.1173Q - 38.99 \quad (Q > 500\,m^3/\mathrm{day})$$

3.3　エアレーテッド・ラグーン法

エアレーテッド・ラグーン法の処理法は次に示すとおりである。



本文第5章の設計基準に基づいて概略設計を行い建設費を見積もるものとする。

積算に際しては、次のような点を考慮した。

(i)　池の水深は3mとし法面勾配は1：1とする。

又、法面は洗掘防止のため、石張り仕上げとする。

(ii)　維持管理を考慮し、水面積は最大3haとする。

又、巾と長さの比は1：1.5～2.0とする。

(iii)　ポンドの底は浸透防止のため0.3mの不透水性土をしきつめる。

(iv)　堤防の上巾は維持管理用の車が通れるように巾6mとする。

(V)　池の回りは家畜等の侵入防止のため柵をめぐらせる。

(VI)　処理場周辺には巾10mの管理用道路を設ける。

これらの点を考慮して、概略設計を行ったものが、付Eの図E－3である。

建設費を見積もった結果は表G－10に示すとおりであるが、これには20％の経費が含まれている。

表G－10の建設費のうち、土木、建設費には、ポンド、沈殿池、流入、流出口、マンホール、場内配管、張芝、場内道路、堤防、等の建設費が含まれている。

機械電気費には、日本のメーカーの見積もり、貨物輸送費、関税、据付費、等が含まれている。

表G－１０　エアレーテッド・ラグーン法

（1,000M$）

規模 (m³/day)	5,000	10,000	30,000	50,000
土木・建築	605	1,086	2,590	3,584
機械・電気	247	493	1,039	1,348
計	852	1,579	3,629	4,932

表G－１０の建設費に基づいて次式を用いてコスト関数を作成した。

$$C_A = a\,Q + b$$

ここに　C_A：建設費　（1,000M$）

Q：処理能力　（m^3／day）

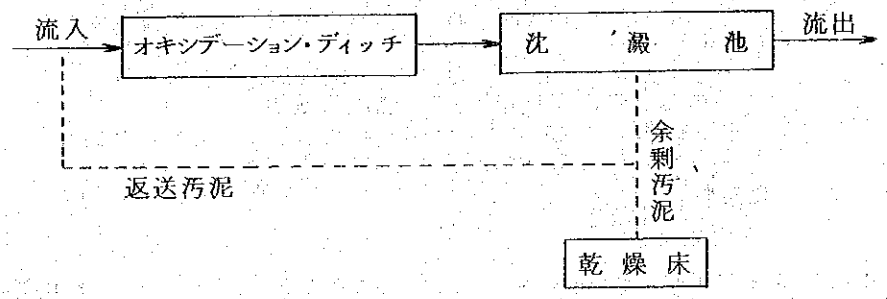
a,b:定　数

定数a、bは最少自乗法により求めた。その結果は次式のとおりである。又これを図に表わすと図G－４のとおりとなる。

$$C_A = 0.0902Q + 605.4$$

3.4　オキシデーション・ディッチ法

オキシデーション・ディッチ法の処理法は次図のとおりである。



オキシデーション・ディッチ法の建設費は本文第５章の設計基準によって概略設計を行い積算した。

設計に際しては次のことを考慮した。

(i)　池の水深は1.5ｍとし、堤体の法勾配は１：４とし、法面は石張りとする。

(ii)　池の長さは、維持管理を考慮して、３００ｍ以下と、巾は７ｍ以下とした。

(iii) 池の底は厚さ３０cmの不浸水性の材料をしきつめる。

(iv) 堤体の上巾は６ｍとする。

(v) 沈殿池は円形とし、最大値は２０ｍとする。

(vi) 池の回りには家畜等の侵入を防止するため柵をめぐらせるものとする。

(vii) 池の周辺には巾１０ｍの管理用道路をめぐらせる。

オキシデーション・ディッチ法の概略設計図は付Ｅの図Ｅ－４に示すとおりである。表Ｇ－１１の建設費には２０％の経費が含まれている。建設費のうち、土木・建築費にはオキシデーション・ディッチ、沈殿池、流入・流出口、マンホール、場内排水、滅菌池、乾燥床、等の建設費が含まれている。

機械・電気にはメーカの見積りによる本体購入費、輸送費、関税据付け費等の費用が含まれている。

表Ｇ－１１　オキシデーション・ディッチ法の建設費

（1,000M$）

規模 (m³/day)	5,000	10,000	30,000	50,000
土木・建築	505	984	2,442	4,066
機械・電気	724	1,364	3,925	6,672
計	1,229	2,348	6,367	10,738

表Ｇ－１１の結果に基づき次式を用いてコスト関数を作成する。

$$Co = aQ + b$$

ここに　Co　：建設費（1,000M$）

Q　：処理能力（m³/day）

a,b：定　数

定数ａ、ｂは最少自乗法により求めた。その結果は次式に示すとおりである。又これを図に表わしたのが図Ｇ－５である。

$$Co = 0.2099Q + 184.9$$

4. 維持管理費

4.1 序　　論

下水道システム全体としては下水管渠施設、ポンプ場施設、及び処理場施設が含まれる。これら施設の維持管理費としては労務者の給料、電気代、薬品代、清掃費、器具の損耗費、修繕費等が含まれる。

各施設別維持管理費のコスト関数は以下に述べるとおりである。

4.2 管渠施設

管渠の維持管理費は次のような点を考慮した。

(a) 公共の下水管の清掃は4年に1回とする。

(b) 私設下水管の清掃は、10年に1回とする。

(c) 1日の清掃延長は200mとする。

(d) 清掃器具の耐用年数は10年とする。

(e) 公共下水管の清掃は1チーム6人で行うものとする。

(f) 清掃器具の維持費は毎年購入費の5%を見込む。

(g) 管渠の修理量は建設費の0.5%を毎年見込む。

(h) 作業日数は250日/年とし作業時間は6時間/日とする。

(i) 作業員の日当は11M$とする。

(j) 機械の購入費は1セット112,000M$とする。

4.3 ポンプ場施設

ポンプ場の維持管理費の積算にあたっては次の点を考慮した。

(a) ポンプ場の維持管理のための作業員は1ケ所につき0.5人/dを見込むものとする。

(b) 電気代はkWh当り8M¢、電気技師の給与は20M$/dとする。

(c) 修理修繕代は土木費の1%および機械・電気費の2%を計上した。

表G－12　ポンプ場の維持管理費

(1,000M$)

規模 (m³/sec)	0.1	0.4	0.8
給料	3.7	3.7	3.7
電気代	10.5(1)	44.2(2)	103.7(3)
修理修繕費	3.9	11.8	18.7
計	18.1	59.7	126.1

ノート：(1)　7.5kW／No.× 2 Nos.× 8,760 h × 0.08M$／kWh ＝ M$10,512

(2)　21.0kW／No.× 3 Nos.× 8,760 h × 0.08M$／kWh ＝ M$44,150

(3)　37.0kW／No.× 4 Nos.× 8,760 h × 0.08M$／kWh ＝ M$103,718

これらの結果に基づき次式により維持管理費のコスト関数を作成する。

$$C_{MP} = aQ + b$$

ここに　C_{MP}：維持管理費（100_{MP}／年）

Q：ピーク流量（m^3／sec）

a,b：定　　数

定数a、bは最少自乗法により求めた。その結果は次のとおりである。

$$C_{MP} = 154.92Q + 6.74$$

4.4　処理場施設

以下の点を考慮し、スタビリゼーション・ポンド法とエアレーティッド・ラグーン法、オキシデーション・ディッチ法についてそれぞれ維持管理のコスト関数を造った。

(a)　維持管理のための作業員数はスタビリゼーション・ポンド法、エアレーティッド・ラグーン法、については5,000m^3/dでは2人、50,000m^3/dでは2.5人とする。

又、オキシデーション・ディッチ法については5,000m^3/dでは4人、50,000m^3/dでは8人とする。

(b)　電気代はkWh当り8M¢、電気技師の給料は20M$/dとする。

(c)　修理　修繕費は土木費の1%、機械・電気設備費の2%を見込むものとする。

規模別、処理法別維持管理費は表G－B、図G－7、8、9に示すとおりである。

(i)　スタビリゼーション・ポンド法

$$C_{MS} = 1.263 \times 10^{-3} Q + 14.55$$

(ii)　エアレーティッド・ラグーン法

$$C_{MA} = 6.768 \times 10^{-3} Q + 31.29$$

(iii)　オキシデーション・ディッチ法

$$C_{MO} = 1.793 \times 10^{-3} Q + 22.29$$

ここに　C_{MS}、C_{MA}、C_{MO}＝維持管理費（1,000M$/年）

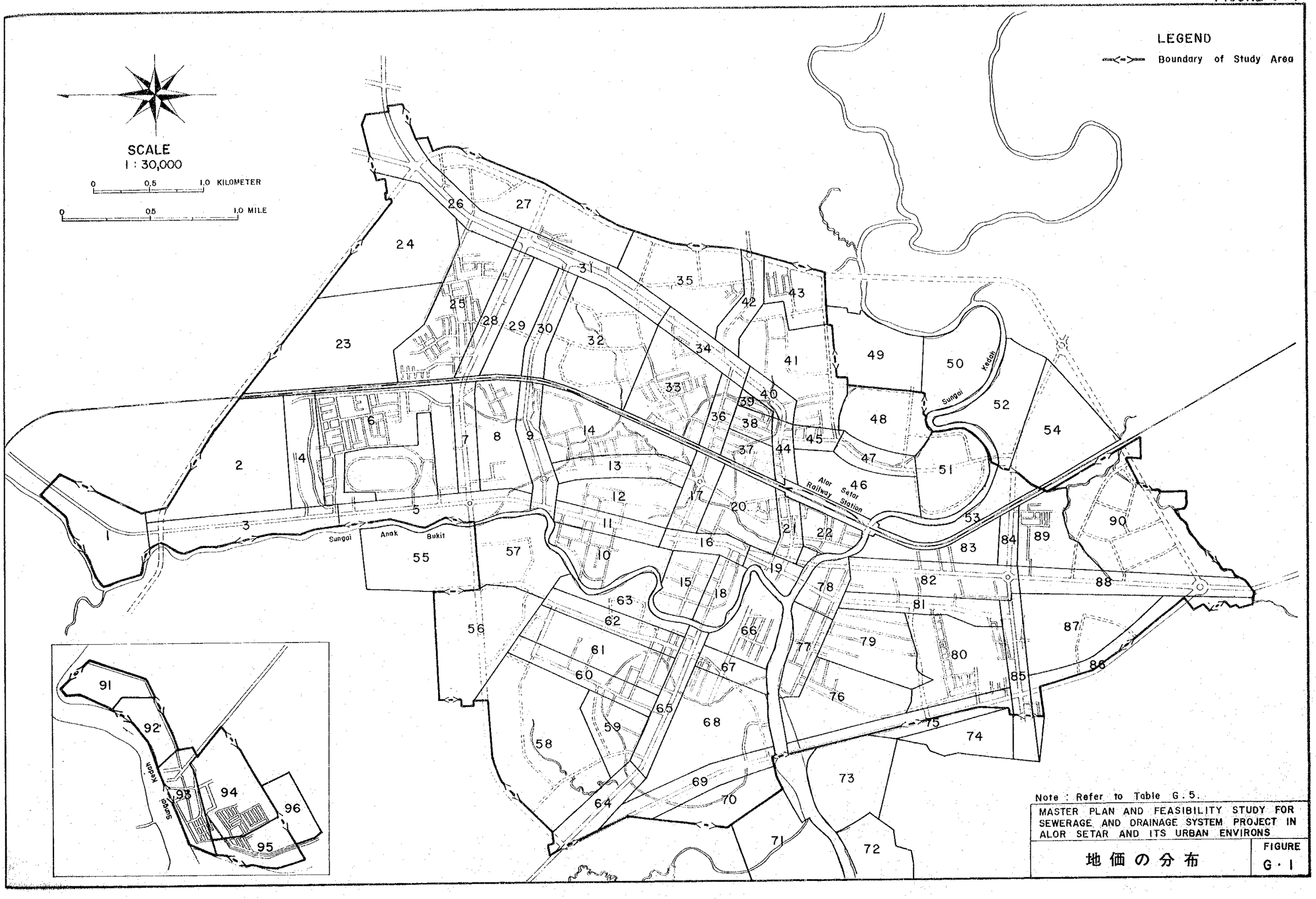
Q＝処理水量（m^3/d）

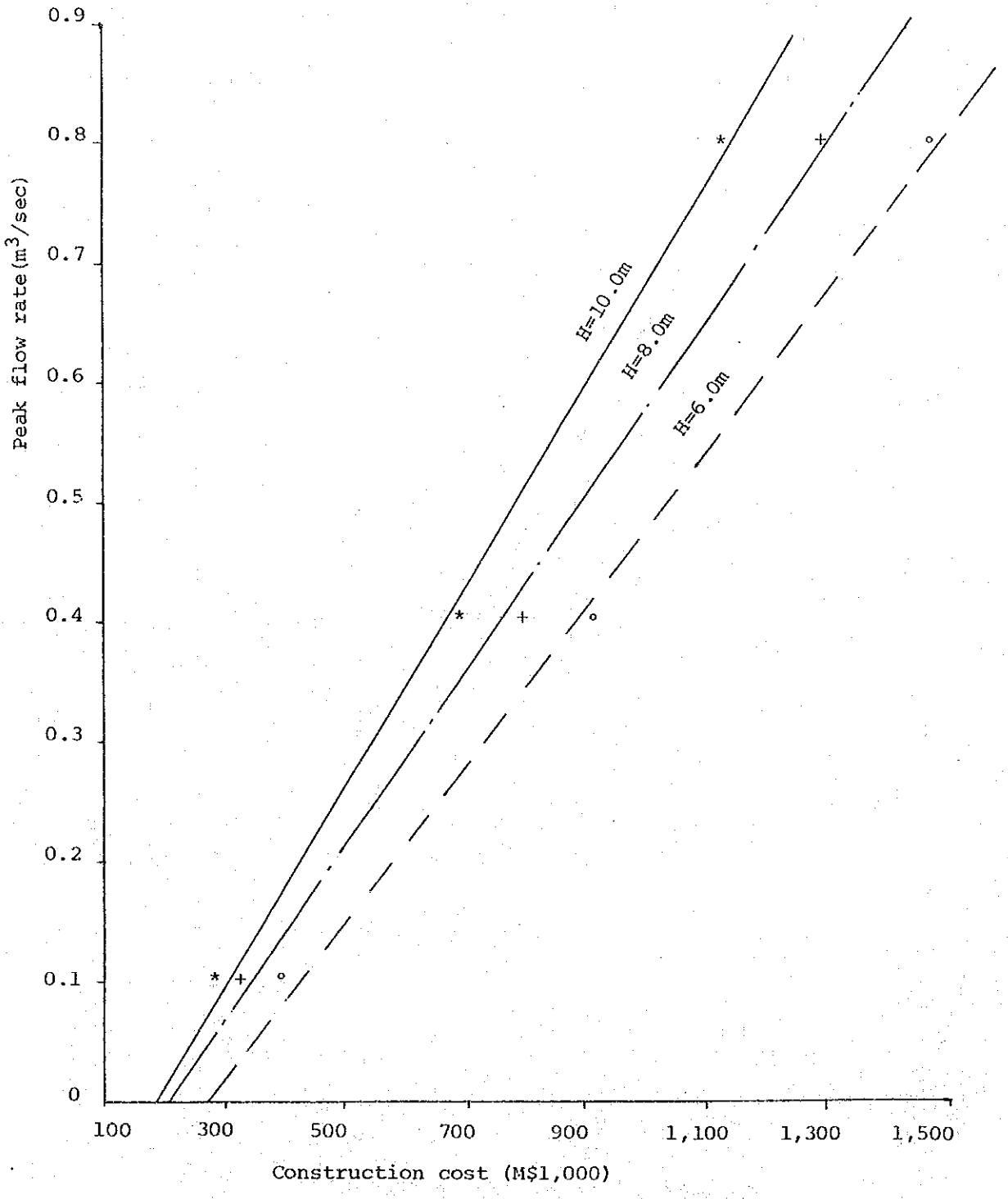
表G－13　処理法別維持管理費

(M$1,000)

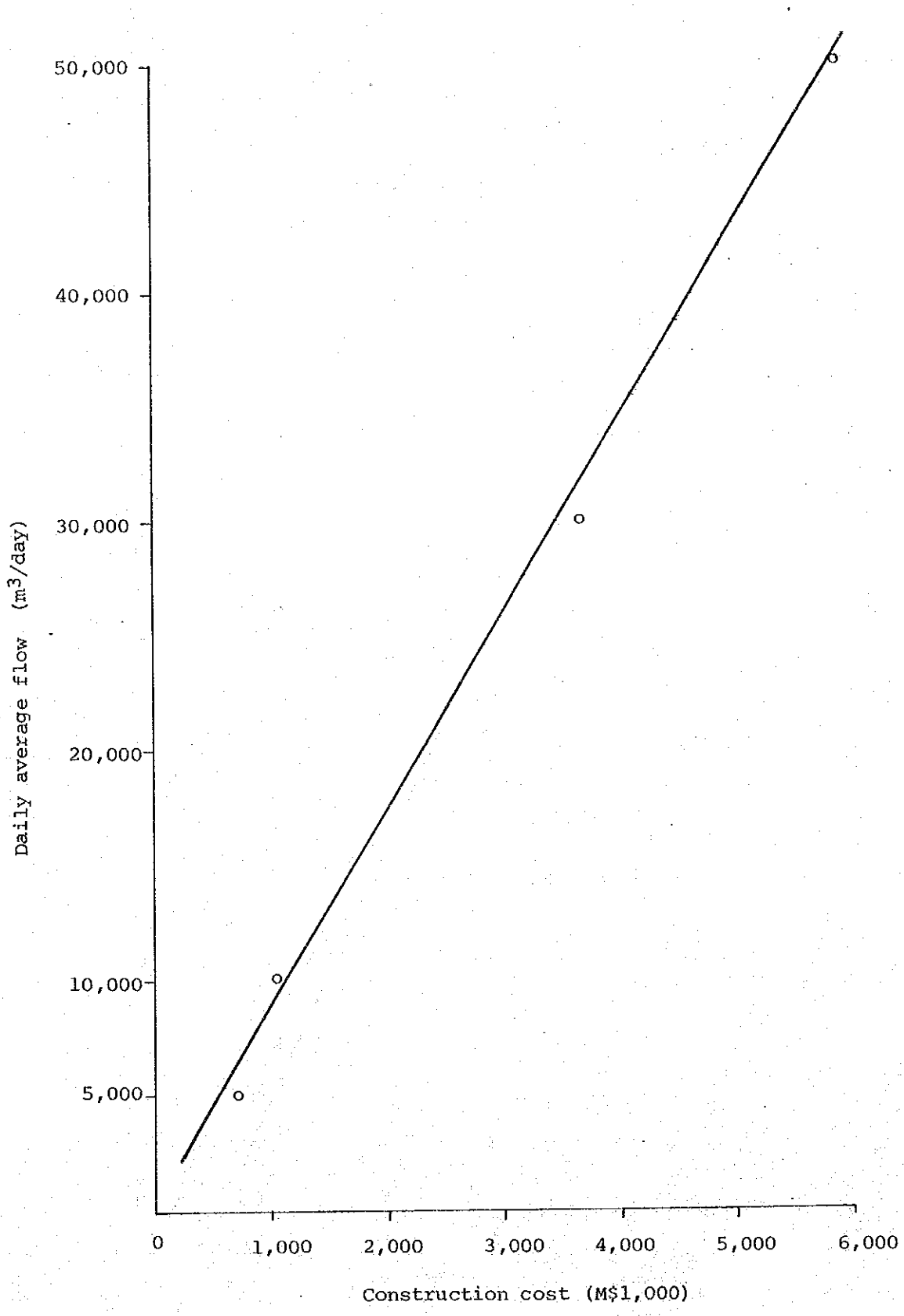
Item \ Capacity (m^3/day)	5,000	10,000	30,000	50,000
(a) Stabilization Pond				
. Salary	14.60	14.97	16.79	18.25
. Electricity, etc.	-	-	-	-
. Repairs & Replacement of Parts	7.05	10.62	37.22	58.81
Total	21.65	25.59	54.01	77.06
(b) Aerated Lagoon				
. Salary	14.60	14.97	16.79	18.25
. Electricity, etc.	31.54	63.07	189.22	278.43
. Repairs & Replacement of Parts	10.99	20.73	46.68	62.80
Total	57.13	98.77	252.69	359.48
(c) Oxidation Ditch				
. Salary	29.20	43.80	51.10	58.40
. Electricity, etc.	61.25	122.50	407.16	685.80
. Repairs & Replacement of Parts	19.53	37.12	102.92	174.10
Total	109.98	203.42	561.18	918.30

FIGURE G · I

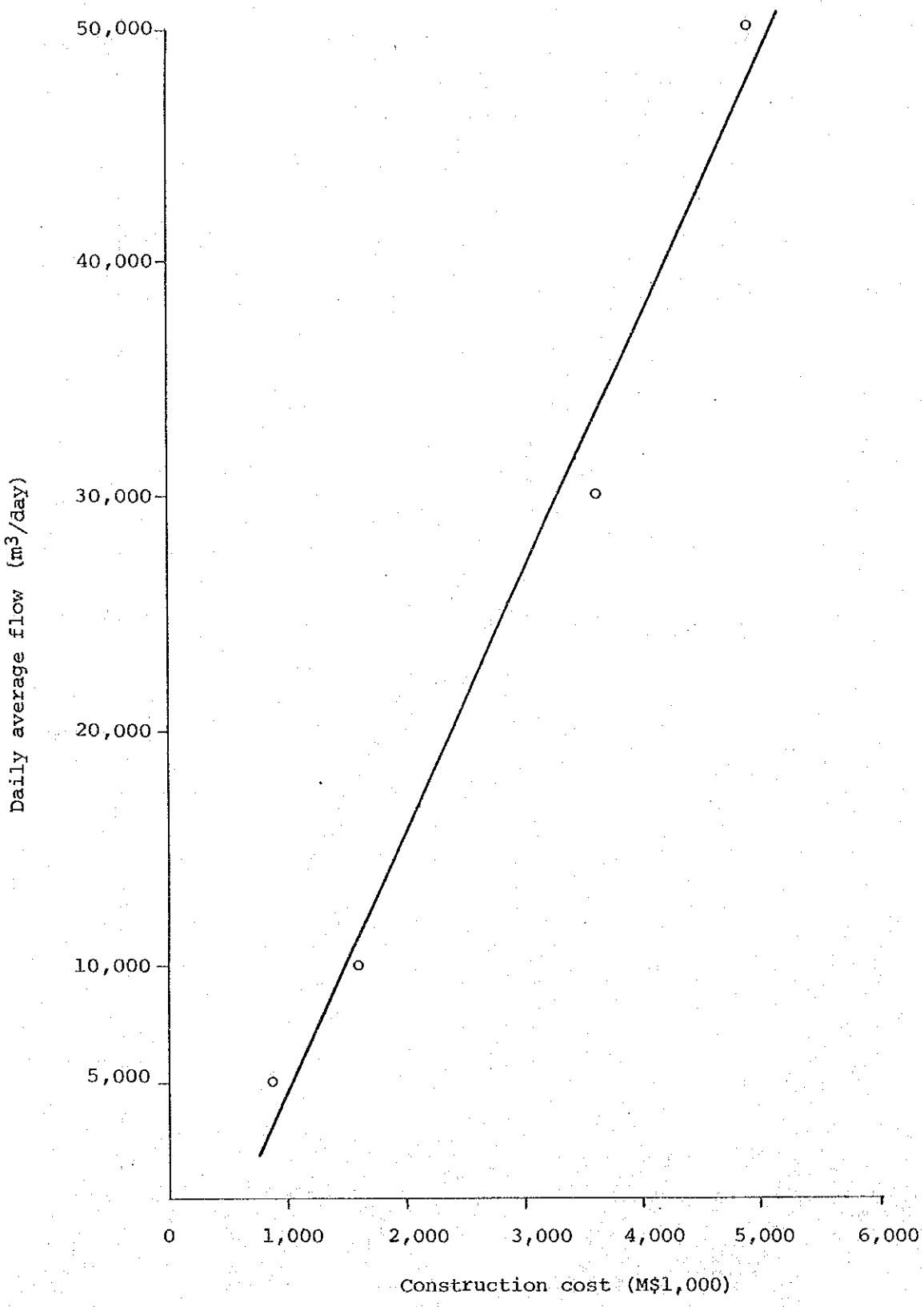

LEGEND
Boundary of Study Area
SCALE
1 : 30,000
0 0.5 1.0 KILOMETER
0 0.5 1.0 MILE
Sungai Anak Bukit
Alor Setar Railway Station
Sungai Kedah
Note : Refer to Table G.5.
MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS
地 価 の 分 布
FIGURE
G · I



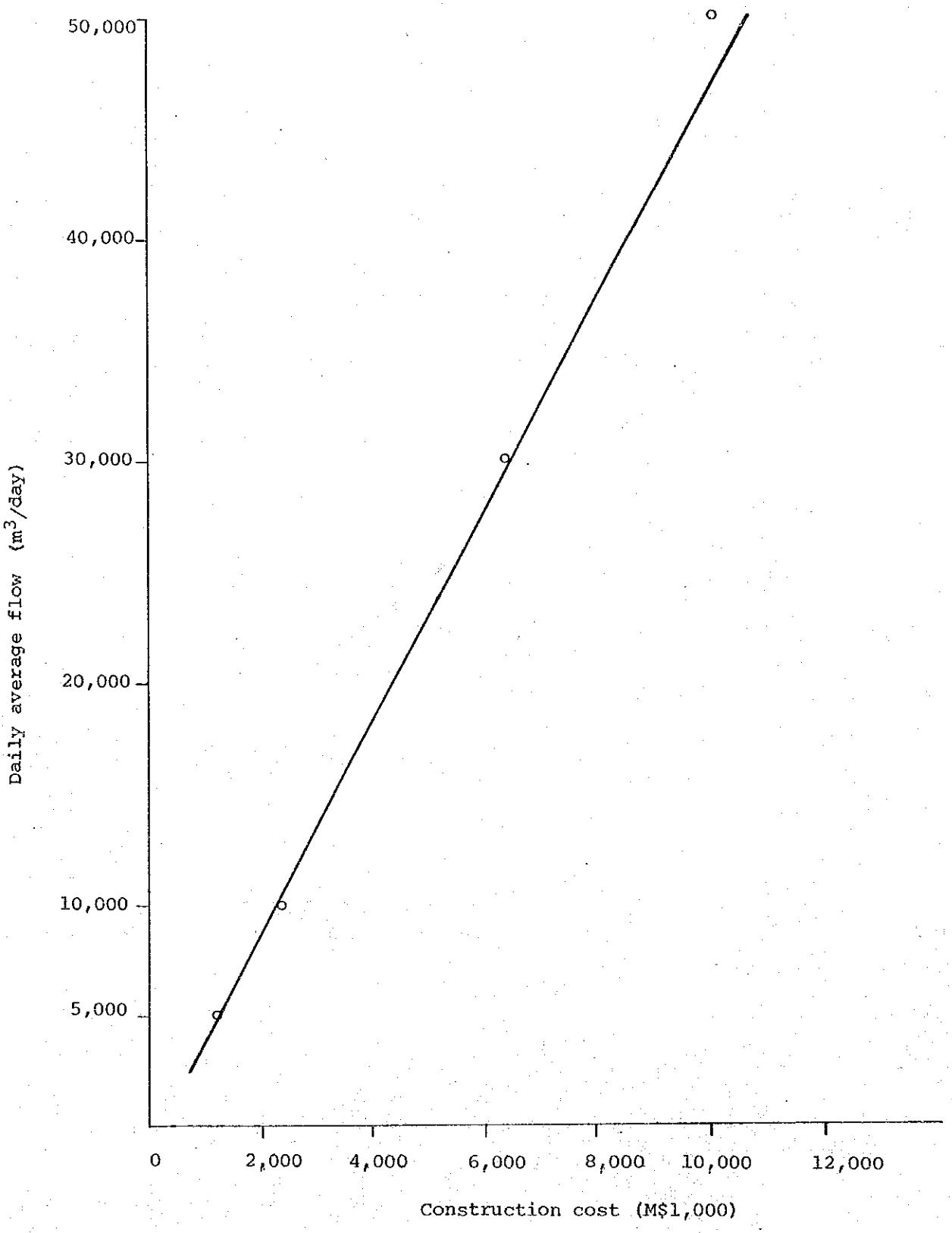
図G－2　ポンプ場建設コスト関数



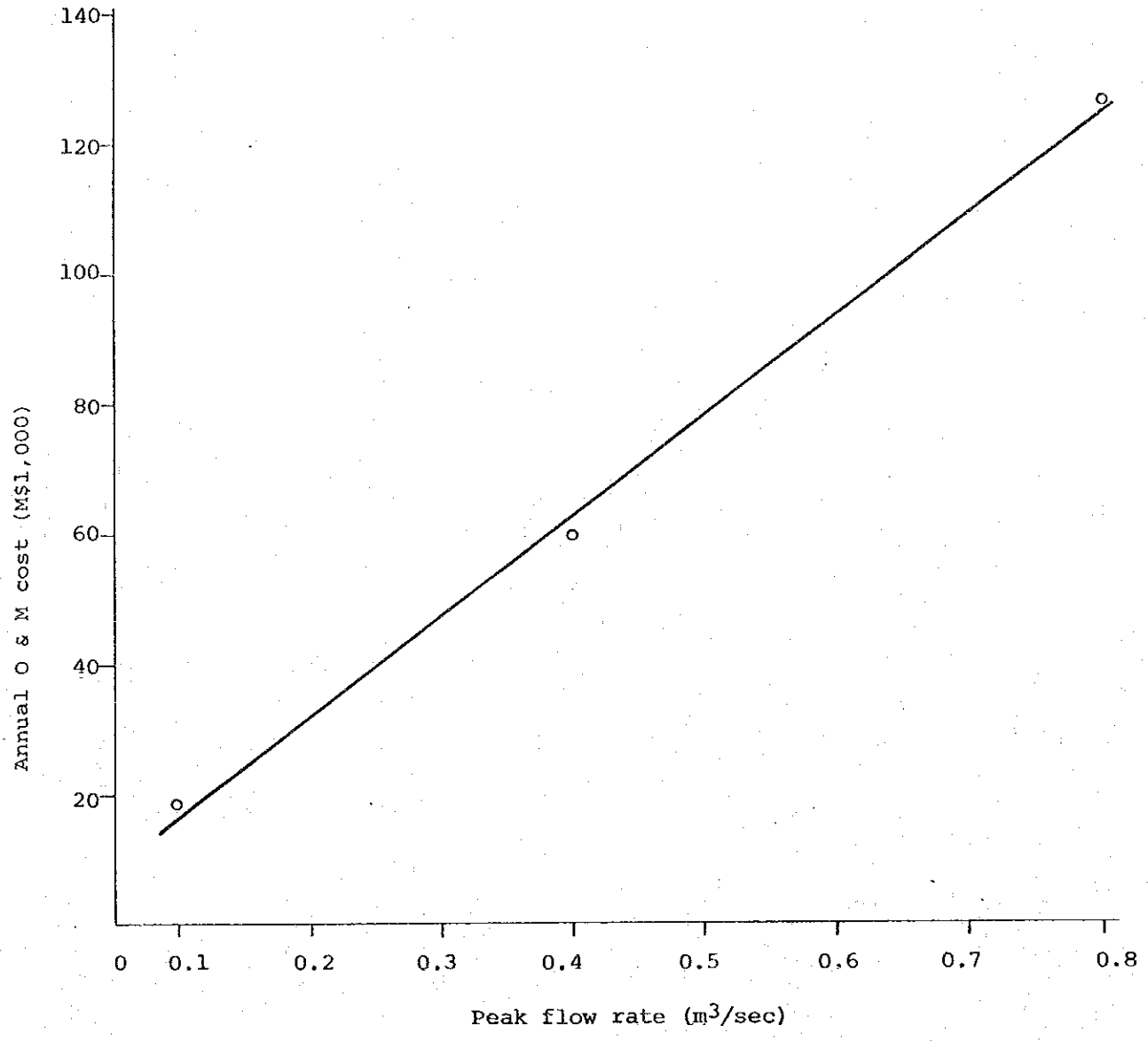
図G－3　スタビリゼーション・ポンド建設コスト関数



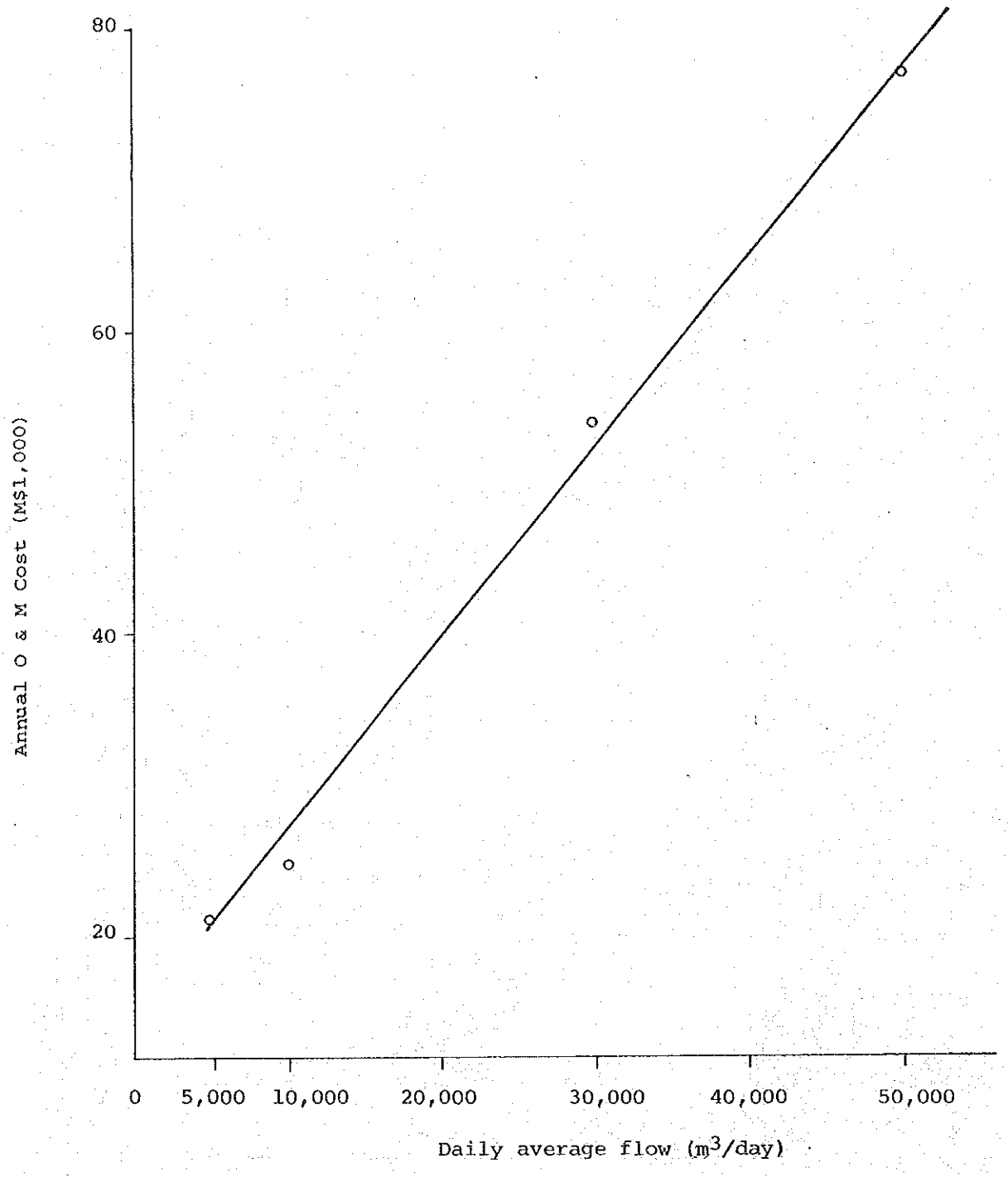
図G－4　エアレーティッド・ラグーン建設コスト関数



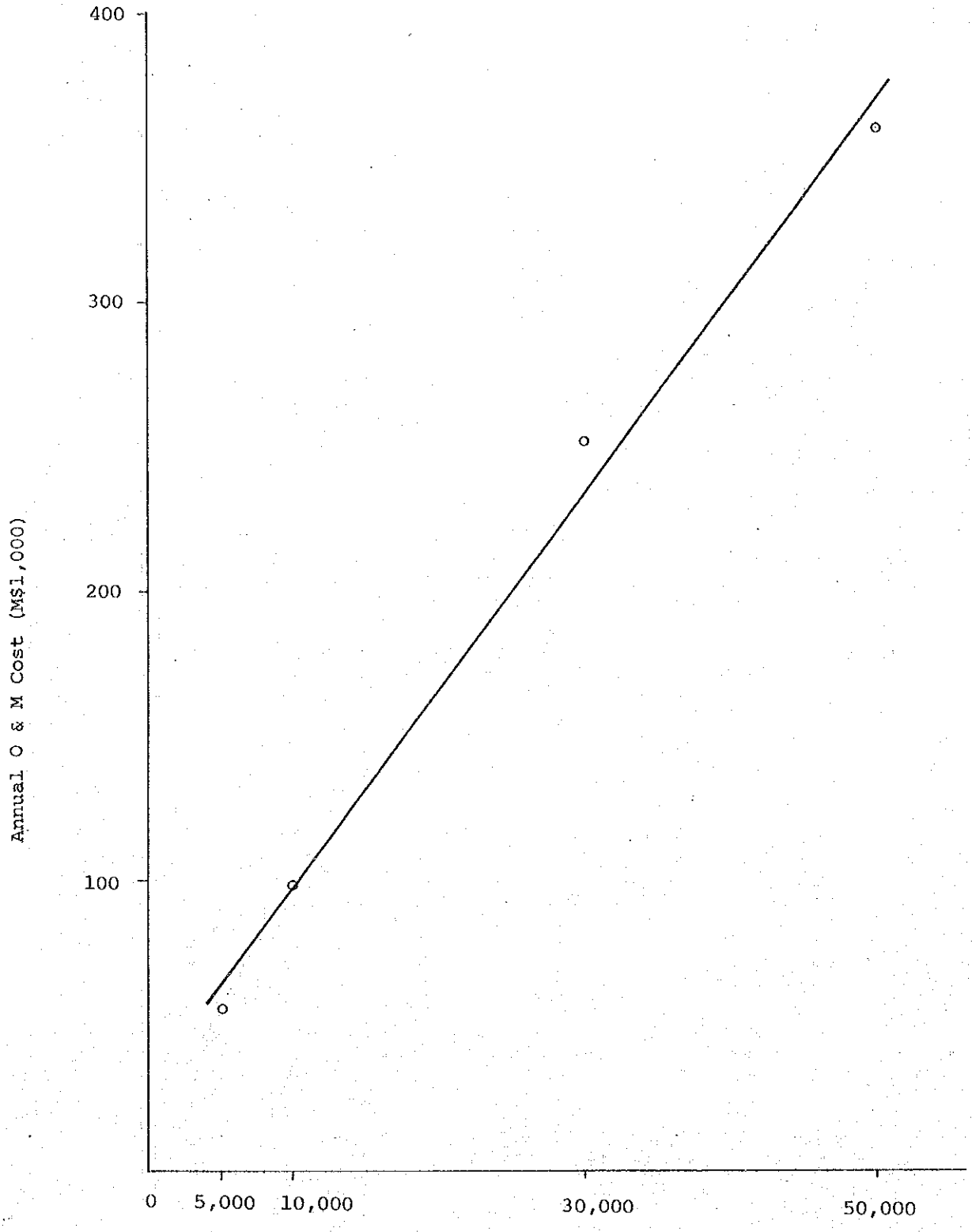
図G－5　オキシデーション・ディッチ建設コスト関数



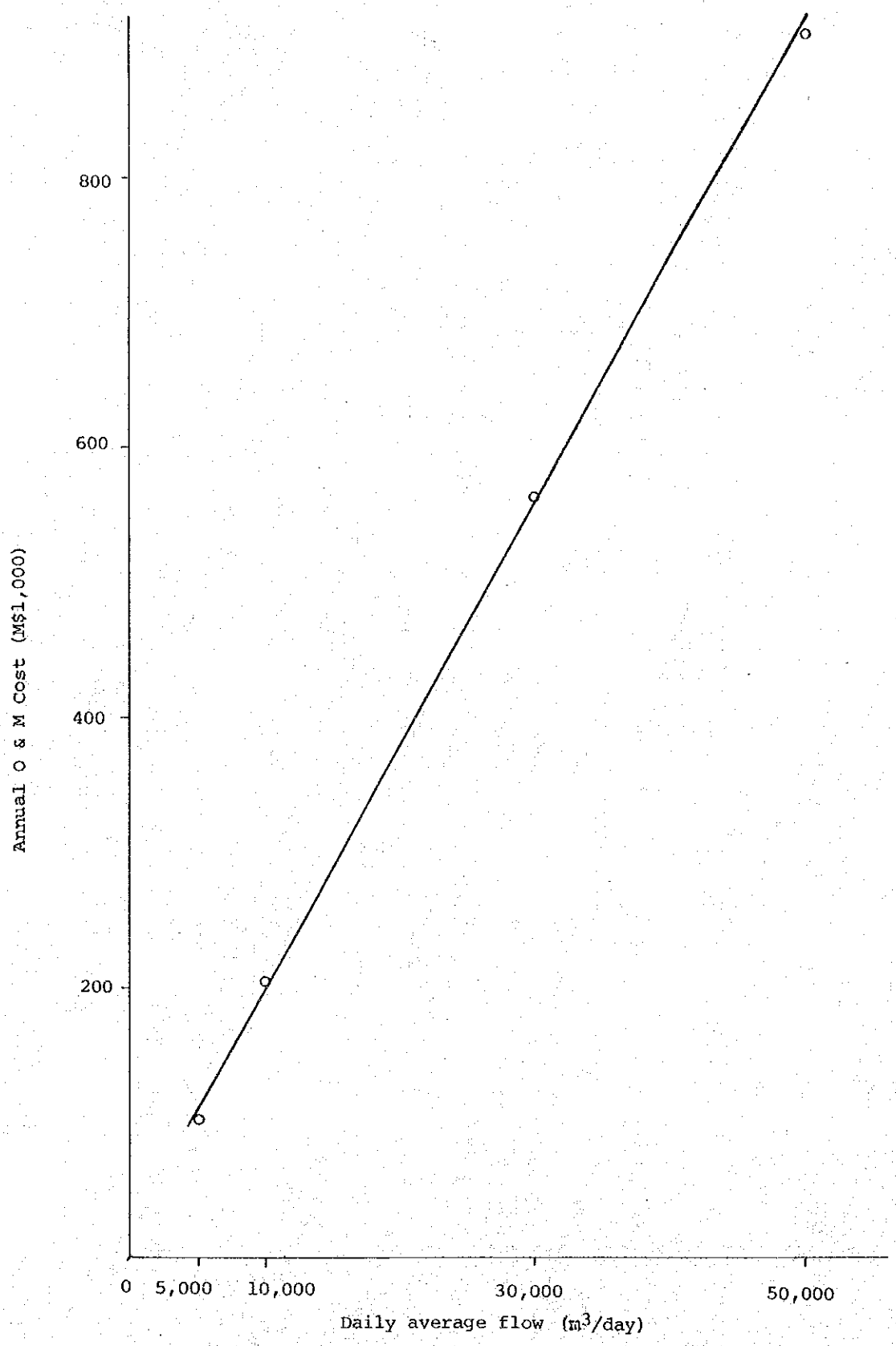
図G－6　ポンプ場維持管理関数



図G－7　スタビリゼーション・ポンド維持管理コスト関数



図G－8　エアレーティッド・ラグーン維持管理コスト関数



図G－9　オキシデーション・ディッチ維持管理コスト関数

付 H.　面整備費の積算

1. 面整備事業費

本文第5章で述べたように、既成市街地の全ての下水管渠および将来市街化する区域の幹線管渠は公共団体が施工するが将来市街化する区域の枝線管渠の施工は開発者が行うこととなる。

幹線管渠の事業費は概略設計に基づき個々に積算を行うが面整備のための費用は既成市街地および将来市街化区域内からそれぞれ代表的な区域を選び概略設計を行い事業費の積算を行った（図H－1参照）。代表的な既成市街地の面整備事業費は表H－1のとおりとなった。

表H－1　既成市街地の面整備費

全面積	(1)	167 ha
空地・寺院等	(2)	24.6 ha
純面積	(1)－(2)	143.2 ha
管径		225－300mmdia
延長		計：15,760m
ヘクタール当り延長		110m／ha
建設費		M$3,672,080
ヘクタール当り建設費		M$ 25,643／ha

図H－2に示した将来市街化区域の管渠延長事業費等は表H－3に示すとおりである。

表H－2　将来市街化区域の面整備費

全面積 (1)		122.0 ha
公共用地 (2)		15.9 ha
(1) － (2)		106.1 ha
公共団体施工	管渠延長	225－300mm dia 長さ：3,225 m
	ヘクタール当りの延長	30 m／ha
	建設費	M$ 1,035,225
	ヘクタール当りの建設費	M$ 9,757／ha
開発者施工	管渠延長	225mm dia 長さ：13,475 m
	ヘクタール当りの延長	127 m／ha
	建設費	M$ 2,681,525
	ヘクタール当りの建設費	M$ 25,273／ha

図H－2に示してある太い実線は枝線管渠であるが、これらは公共団体が施工するものである。これらの受け持ち面積は5～10 haである。

表H－1に示した枝線管渠の積算に際しては学校、寺院、空地、団地等の公共用地、および団地等は、除くこととした。

そこでこれらの値を表H－2に示した。

表H－3　処理分区別土地利用の構成

Name of Sub-zone	Total Area (ha)	(1) Urbanized and/or Urbanizing Area (ha)	(2) Future Development Area (ha)	(3) Public Areas & Housing Development Areas Completed/Planned				
				School (ha)	Mosque (ha)	Open Space (ha)	Housing Estates (ha)	Sub-total (ha)
A - 1	385	251	51	36.9	8.8	28.7	8.6	83.0
A - 2	437	99	331	7.0	0	0	0	7.0
B - 1	459	358.1	10	34.5	12.9	25.7	17.8	90.9
B - 2	410	113.1	281.8	5.7	8.2	0	1.2	15.1
B - 3	102	49.9	43	8.1	1.0	0	0	9.1
C - 1	187	160.7	26	0	0	0	0.3	0.3
C - 2	427	90.1	321	15.9	0	0	0	15.9
D - 1	388	324.3	26	19.3	2.1	9.6	6.7	37.7
D - 2	270	95.6	154	20.4	0	0	0	20.4
E	125	60.1	52.4	11.2	0	0	1.3	12.5
Total	3,190	1,601.9	1,296.2	159	33	64	35.9	291.9

Note: (1) and (2) do not include public areas as well as new housing estates.

2. 処理分区別面整備費

各処理分区別に面整備費を積算した結果が表H－4である。

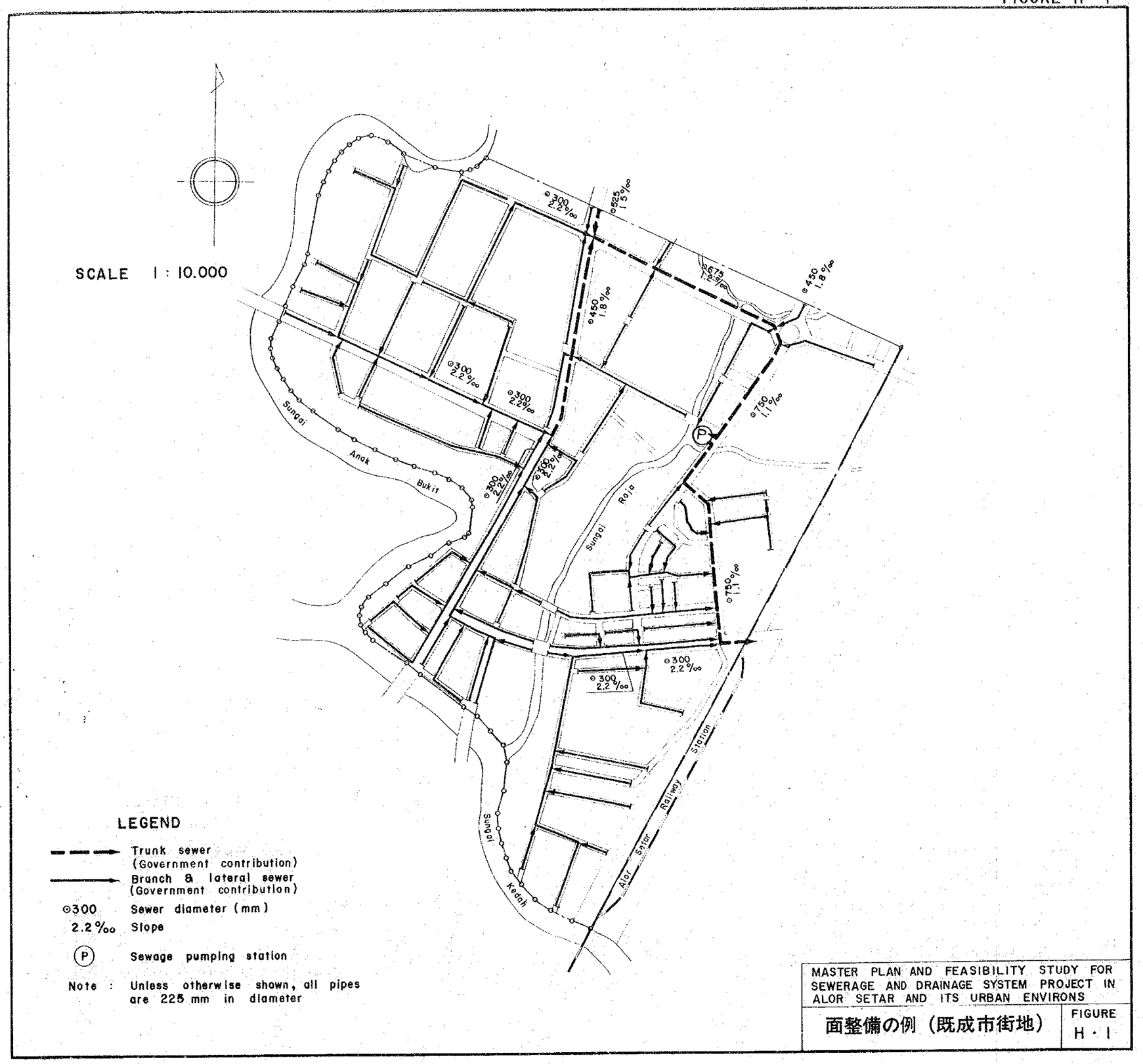
なおこの表には公共団体が施工すべき分と開発者が施工すべき分を併せて表示してある。

表H－4　面整備事業費

（M$1,000、1979年価格）

処理分区名	公共団体施工分			開発者施工分		
	管径（mm）	延長（m）	建設費	管径（mm）	延長（m）	建設費
A－1	225－300	29,140	6,933	255	6,480	1,288
A－2	225－300	20,820	5,768	255	42,040	8,365
B－1	225－300	39,691	9,279	255	1,270	252
B－2	225－300	20,900	2,863	255	35,790	7,121
B－3	225－300	6,780	1,699	255	5,460	1,086
C－1	225－300	18,460	4,374	255	3,300	657
C－2	225－300	19,540	5,442	255	40,770	8,112
D－1	225－300	36,450	8,569	255	3,300	657
D－2	225－300	15,140	3,954	255	19,560	3,892
E	225－300	8,180	2,052	255	6,650	1,324
計		215,100	50,933	255	164,620	33,754

FIGURE H · I

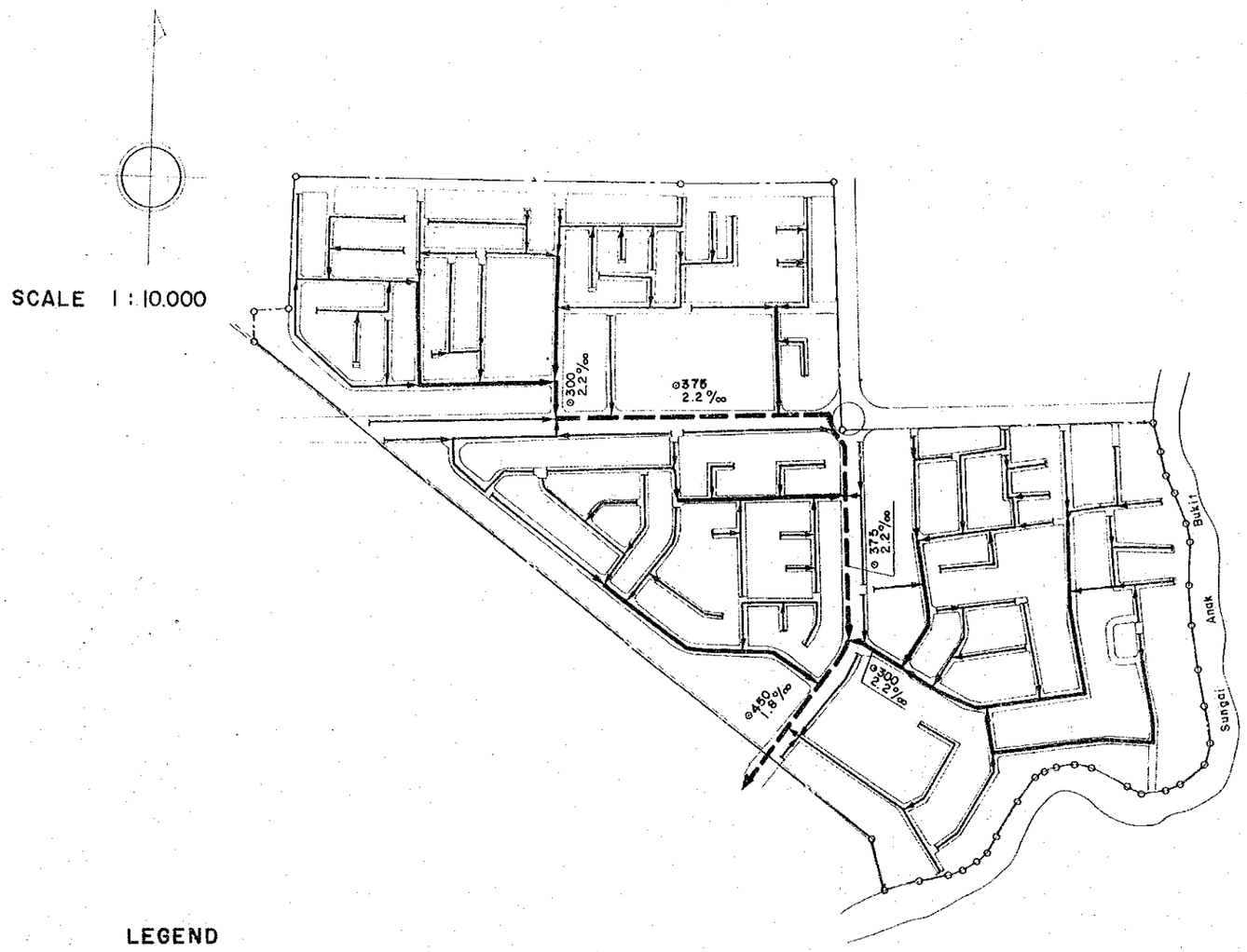


MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS

面整備の例（既成市街地）

FIGURE H · I

FIGURE H · 2



LEGEND

- Trunk sewer
- Branch & lateral sewer (Government contribution)
- Branch & lateral sewer (Private contribution)
- ⊙300 Sewer diameter (mm)
- 2.2 ‰ Slope

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

MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS

面整備の例(将来開発区域)

FIGURE H · 2

付 I.　硫化ガスに対する検討

1. 序　　論

下水の操作上つきものの硫化水素や他の望ましくないガスは嫌気的な環境で発生する。それゆえ、これらのガスのコントロールの鍵は、汚水を好気的に保つことである。硫化水素の発生の割合が下水管内に蓄積された汚泥と密接な関係にあることが観察されている。言いかえれば、良い設計で自浄作用のある下水管では流下水素によって問題を引き起こすことがほとんどない。

ここに、次の３つを硫化物制御方法としてとりあげた。

1）特殊な防護はせずに流速を硫化物の発生を防ぐ速さに保つこと。

2）流速コントロールはせずに硫化物の発生が予想されるところで耐硫化物腐食の管を使用すること。

3）管の材質や、流速に特別に配慮を払わず、好気的に保つため、空気を注入すること。

2. 硫化物制御の流速

流速と限界EBODの関係を次式に示す。

$$\text{限界EBOD} = 787\,V^{3/4}\ b/p$$

ここに　$EBOD = BOD_5 \times 1.07^{(t-20)}$

T　：温　度（℃）

V　：流　速（m／sec）

b／p：表面積／湿潤長

２０００年における下水のＢＯＤ濃度は、別の項で述べたように２００mg／ℓである。EBODの濃度は２７℃で

$$200 \times 1.07^{27-20} = 321\ mg/\ell$$

２０００年の硫化物制御流速のカーブは、図Ｉ－１に示す。

ピーク流量率が次のように示され

$$\text{ピーク流量率} = \frac{5}{P^{\frac{1}{7}}}$$

ここに　P：人口（1,000人）

人口を4,800人とすればピーク流量率は４となる。すなわち人口4,800人の地域では日平均汚水量がピーク流量の¼になる。というのは下水管では設計流量は満管としているからである。この人口に対して管径は３００mmとなる（１人１日当り水量は２３０ℓ／人／日として）。この３００mmというのは、陶管の市場で得られる最大径である。最少流速は少くとも日平均汚水

量の流速に基づいて決定されるべきである。ゆえに、最小流速を７５cm／secと決定した。

この図は仮に最小流速が７５cm／secとすると、硫化物の発生が設計流量の0.25～0.7の間で制御されることを示す。硫化物制御の問題は将来設計流量より比較的小さい流量の計画の当初の時期である。しかし図Ｉ－１に示すようにすべての流量変化に対し硫化物を制御することとは不可能である。

3. 耐腐食管

陶管、鉄筋コンクリート管、アスベストセメント管、ピッチファイバーパイプがマレーシアでは利用できる。硫化物腐食に対してこれらの中では陶管が最もすぐれている。しかし、利用できる陶管の市場製品は３００mmまでであり、大口径はコンクリート管もしくは、遠心力鉄筋コンクリート管、または現場うち管であり、これらは硫化物により腐食される。

ビニル、エポキシ樹脂、塩ビシート、ハイアルミナセメント、モルタル等の耐酸性のコーティングやライニングは酸の腐食に対してコンクリートパイプの防護に効果的である。

4. 下水への空気注入

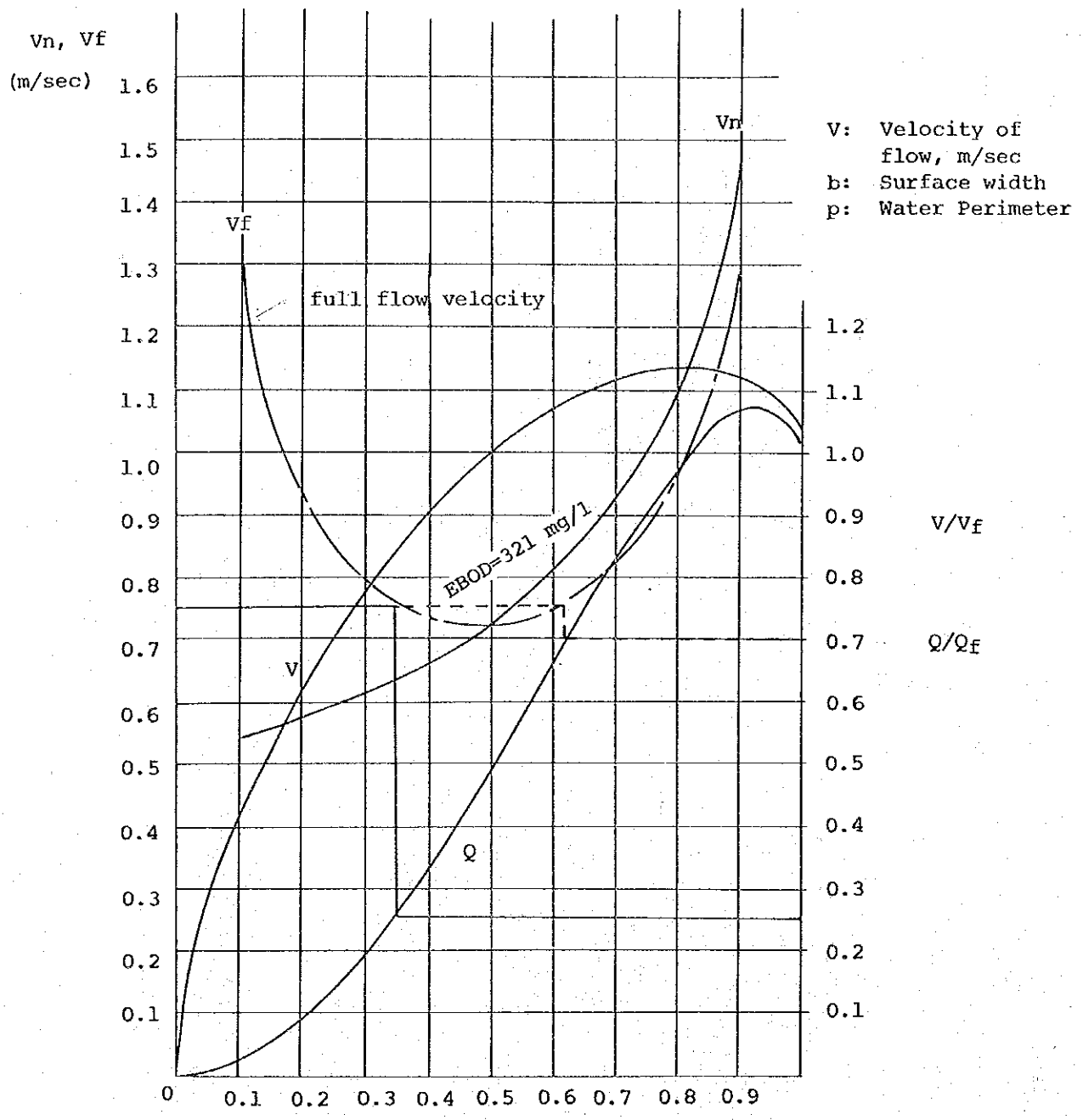
この方法は主に圧力管にのみ有効である。

5. 結　　論

以上のような考察の中で、特に下水道の将来の維持管理の問題を考慮して、すべての汚水管は、満流か½水深流で平均流速が次のような値となるよう設計・施行されねばならない。陶管で６０cm／sec以上、鉄筋コンクリート管や他のセメント管に対しては最小流速を７５cm／secとし、適当なライニングがコーティングを施す。

Figure I-1

Pomeroy-Davy Formula
for Marginal Effective BOD
Marginal EBOD = 787 $V^{4/3}$ b/P



d/D d: flow depth
D: pipe diameter

Vf: Velocity in full flow
Qf: Quantity in full flow
Vn: Velocity required for sulfide control

図 I − 1 管内流速と硫化ガスの発生

付 J. 施 工 順 位

1. 総　　論

計画区域全体の下水道施設を建設することは、計画区域も広く、かつ莫大な事業費となり、大事業である。そこで下水道整備の緊急度や効果などを考え、段階的に施工しなければならない。

段階的施工は施工期間が長期にわたるが、借入金の利子や初期投資は少くてすむ。

そこで処理分区毎に、優先順位を決定するのに重要な各種の要素を考え検討を加えた。

2. 優　先　順　位

2.1　基 本 方 針

下水道施設を造ることによって、生活環境の改善に及ぼす影響度を次の６項目にわたって検討を行うものとする。

1）人口密度

2）市街地の状況

3）汚濁負荷量

4）し尿処理の現況

5）浸水状況

6）水系伝染病

注：水道の普及状況については、調査区域内がほぼ普及してしまっているため除外した。
各処理分区毎に上記の各項目について評価し処理分区毎に優先順位の検討を行うものとする。
計画区域内は現在もなお市街化されつつあるので各段階毎に優先順位の再検討を行う必要がある。

2.2　評価の方法

評価を行うために６項目に対し、全部で1,000点を与えた。

(1)　人 口 密 度

下水道を整備することによって恩恵を受けるのは居住者であるから、人口は最も重要な項目である。

人口密度の高い地区は最少の投資に対して受益する人口は最大となるため、費用便益は高くなる。

従って人口密度の項目には最も高い点が与えられる。

(2) 市街化の状況

計画区域内の市街化の状況は場合により大きく異なる。

計画区域の周辺部はほとんど未だ市街化されておらず、農地のままである。従って現時点および近い将来の時点では、下水道施設の建設はできない状態である。

(3) 汚濁負荷量

家庭や商業、工業地域から排出される汚水は河川汚濁の原因となっている。従ってこの問題も下水道施設建設の緊急性を考える場合の一要因となる。そこで、この項目に対しては、３００点を与えることとした。

(4) し尿処理の現況

計画区域内には近代的下水道施設はないのでし尿はバケットシステム、浄化槽、川上式便所などによって処理されている。従って浄化槽の処理水や川上式便所などから排出される汚水によって河川が汚染されているため、これも重要な項目である。

(5) 浸水状況

公共団体は、現在河川、排水路の整備を行っているが未だ完全ではないため、しばしば浸水が起っている。これらの浸水区域では浸水が起こると衛生状態が悪くなるため浸水区域に対しては、下水道の整備が急がれる。

(6) 水系伝染病

下水道の整備をすることによって、水系伝染病の発生は、減少することは明らかである。

したがって、これも一つの評価項目となり得るがこれは、上記５項目よりも評価は少く、５０点を与えることとした。

以上６項目は、下水道整備の緊急度をみるうえで、重大な係りを持つものであるが、これらの項目に対して更に現況と将来について考慮することとする。

各項目別に評価点は次のとおりとする。

	評価点
a) 人口密度	３００
b) 市街化の状況	２００
c) 汚濁負荷量	３００
d) し尿処理の現況	１００
e) 浸水状況	５０
f) 水系伝染病	５０
計	１,０００

2.2.1　人口密度

表J－1は処理分区毎に現況と将来について人口密度を求めたものであるが、これによると人口密度の最高と最低は125.1人／haと6.8人／haとなっている。そこで評価点は次のようにランクを付けて各々評価を行った。

評　価　点	現況人口密度（人／ha）	将来人口密度（人／ha）
150	180以上	120以上
120	80－100	110－120
90	60－80	100－110
60	40－60	90－100
30	20－40	80－90
0	0－20	70－80

各処理分区毎に評価を行った結果は表J－1に示すとおりであるが、その結果B－1処理分区が最も高く300点となった。

表J－1　人口密度による評価

Sewerage Sub-Zone	Area * (ha)	1979 Population (Persons)	1979 Population Density (Persons/ha)	2000 Population (Persons)	2000 Population Density (Persons/ha)	Evaluated Points 1979	Evaluated Points 2000	Evaluated Points Total
A－1	356.3	15,100	42.3	29,700	83.3	60	30	90
A－2	437.0	3,700	8.5	38,000	87.0	0	30	30
B－1	433.3	44,400	102.5	54,200	125.1	150	150	300
B－2	410.0	11,400	27.8	40,700	99.3	30	60	90
B－3	102.0	1,300	12.7	11,100	108.8	0	90	90
C－1	187.0	9,000	48.1	21,500	115.0	60	120	180
C－2	427.0	2,900	6.8	33,700	48.9	0	0	0
D－1	378.4	35,000	92.5	46,500	122.9	120	150	270
D－2	270.0	7,700	28.5	30,000	111.1	30	120	150
E	125.0	9,100	72.8	12,900	103.2	90	90	180
Total	3,126.0	139,600	44.7	318,300	101.8	-	-	-

Note:

* These figures do not include rivers, railway , parks and open spaces, etc.

2.2.2　市街化の状況

この項目に対する評価は、現況においてすでに市街化されている区域が全体に対して占める割合で評価することとした。

評価点のランクは、次のとおりとする。

評価点	比率
200	80%以上
150	60～80
100	40～60
50	20～40
0	0～20

表J－2　市街化の状況による評価

Sewerage Sub-Zone	Area			Evaluated Points
	Total Area * (ha)	Developed and Developing Area (ha)	Ratio (%)	
A - 1	385	305	79	150
A - 2	437	106	24	50
B - 1	459	423	92	200
B - 2	410	127	31	50
B - 3	102	59	58	100
C - 1	187	161	86	200
C - 2	427	102	24	50
D - 1	388	352	91	200
D - 2	270	116	43	100
E	125	64	51	100
Total	3,190	1,815	57	-

Note: * These figures do not include areas of rivers and railway.

2.2.3　汚濁負荷量

現地調査の結果によると、計画区域内はかなり汚染が進んでいるため、水質汚濁制御をする必要がある。

そのための評価の方法として、現況および将来について、ヘクタール当りの排出負荷量を求めるものとする。

処理分区毎にヘクタール当りの排出負荷量を求めた。

結果は、表J－3に示すとおりである。

評　価　点	負荷量（現況） Kg BOD/d/ha	負荷量（将来） Kg BOD/d/ha
150	6 ～ 8	8 以上
100	4 ～ 6	6 ～ 8
50	2 ～ 4	4 ～ 6
0	0 ～ 2	2 ～ 4

表J－3　汚濁負荷による評価

Sewerage Sub-Zone	Area * (ha)	1979 Waste Load (kg BOD/day)	1979 Waste Load per ha (kg BOD/d/ha)	2000 Waste Load (kg BOD/day)	2000 Waste Load per ha (kg BOD/d/ha)	Evaluated Points 1979	Evaluated Points 2000	Evaluated Points Total
A - 1	356.3	611.2	1.7	1,519.6	4.3	50	50	100
A - 2	437.0	130.6	0.3	1,760.2	4.0	0	50	50
B - 1	433.3	2,327.6	5.4	3,685.0	8.5	150	150	300
B - 2	410.0	397.4	1.0	1,894.4	4.6	0	50	50
B - 3	102.0	46.8	0.5	516.0	5.1	0	50	50
C - 1	187.0	273.1	1.5	578.8	3.1	0	0	0
C - 2	427.0	104.4	0.2	1,879.4	4.4	0	50	50
D - 1	378.4	1,407.4	3.7	2,529.8	6.7	100	100	200
D - 2	270.0	270.2	1.0	1,401.8	5.2	0	50	50
E	125.0	741.6	5.9	3,888.8	31.1	100	150	250
Total	3,126.0	6,310.3	-	19,653.8	-	-	-	-

Note: * These figures do not include areas of rivers, railways, parks and open spaces, etc.

2.2.4　し尿処理の現況

調査区域内のし尿処理は、主として、浄化槽とバケットシステムによって行なわれている。

最近開発された区域は、全て個人用又は共同浄化槽によってし尿処理がなされている。

又、既成市街地は、浄化槽又はバケットシステムによってなされている。しかし、農村却のバケットシステムは、その他の占める割合が多い現況である。

MPKSから得た資料及び現地調査の結果より、処理分区毎に、バケットシステム及びその他の方式によってし尿処理をしている個数をもとめたものが、表J－4である。

評価の方法は全体の戸数に対して、バケットシステムおよびその他の方式によっている戸数の比率によった。

評　価　点	バケットシステムおよびその他の方式によっている比率（%）
150	10以上
50	5～10
0	0～5

表J－4　し尿処理による評価

Sub-Zone	Number of Houses	Bucket System including over-river latrine System		Evaluated Points
		Number	Ratio (%)	
A - 1	2,748	42	1.5	0
A - 2	667	45	6.7	50
B - 1	8,296	1,347	16.2	100
B - 2	2,074	170	8.2	50
B - 3	226	0	0	0
C - 1	1,423	50	3.5	0
C - 2	527	15	2.8	0
D - 1	6,368	1,009	15.8	100
D - 2	1,398	10	0.7	0
E	1,656	255	15.4	100
Total	25,383	2,938	-	-

2.2.5 浸水状況

図J－7から知られるように、調査区域内においても、しばしば浸水が起っている。特にB－1処理分区は20％以上が浸水区域である。

浸水区域に対する評価は次のランクで行うこととする。

評価点	浸水区域の比率（％）
50	20以上
25	10～20
0	0～10

処理分区毎の評価結果は表J－5に示すとおりである。

表J－5　浸水による評価

Sub - Zone	Area			Evaluated Points
	Area (ha)	Flooded Area (ha)	Ratio (%)	
A - 1	385	4.2	1.1	0
A - 2	437	14.7	3.4	0
B - 1	459	93.4	20.3	50
B - 2	410	28.9	7.0	0
B - 3	102	9.3	9.1	0
C - 1	187	-	-	0
C - 2	427	-	-	0
D - 1	388	55.8	14.4	25
D - 2	270	8.0	3.0	0
E	125	29.5	23.6	50
Total	3,190	243.8	-	-

2.2.6　水系伝染病

ムキム毎のコレラの発生状況は次のとおりである。

ムキム	患者数
Hutan Kampung	11
Anak Bukit	9
Alor Merah	2
Alor Malai	11
Kota Setar	19
Pumpong	7
Mergong	9
Pengkalan Kundor	25
Kuala Kedah	13
計	106

そこで人口1,000人当りの患者数を求めこれによって評価を行った。

評価点	り患率（人／1000人）
50	2以上
25	1～2
0	0～1

評価の結果は表J－6および図J－8のとおりである。

表J－6　水系伝染病による評価

Sub-Zone	Population at 1979 (Persons)	Number of Cholera Patients	Ratio (Person/1,000 Perns)	Evaluated Points
A - 1	15,112	2	0.13	0
A - 2	3,666	5	1.36	25
B - 1	45,629	9	0.20	0
B - 2	11,407	10	0.88	0
B - 3	1,243	2	1.61	25
C - 1	7,827	1	0.13	0
C - 2	2,897	6	2.07	50
D - 1	35,025	3	0.09	0
D - 2	7,689	3	0.39	0
E	9,105	4	0.44	0
Total	139,600	45	-	-

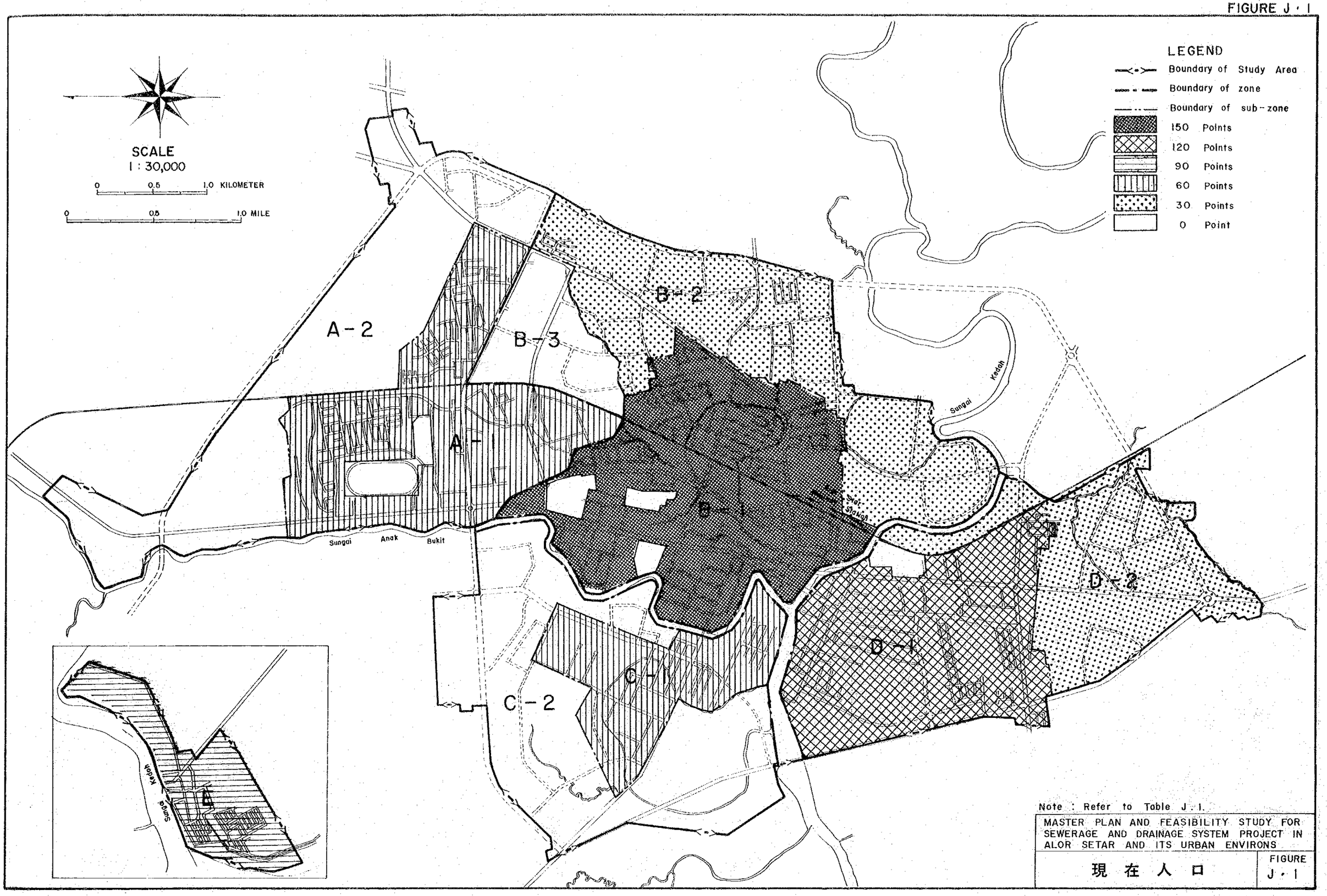
2.2.7　総合評価

以上6項目についての総合評価は、表J－7および第Ⅱ巻図5.3に示すとおりである。

表J－7 総 合 評 価

Sub-Zone	Population Density	Development Condition	Waste Load Generation	Excreta Disposal System	Flooding Condition	Incidence of Water-borne Disease	Total
A - 1	90	150	100	0	0	0	340
A - 2	30	50	50	50	0	25	205
B - 1	300	200	300	100	50	0	950
B - 2	90	50	50	50	0	0	240
B - 3	90	100	50	0	0	25	265
C - 1	180	200	0	0	0	0	380
C - 2	0	50	50	0	0	50	150
D - 1	270	200	200	100	25	0	795
D - 2	150	100	50	0	0	0	300
E	180	100	250	100	50	0	730

FIGURE J・1



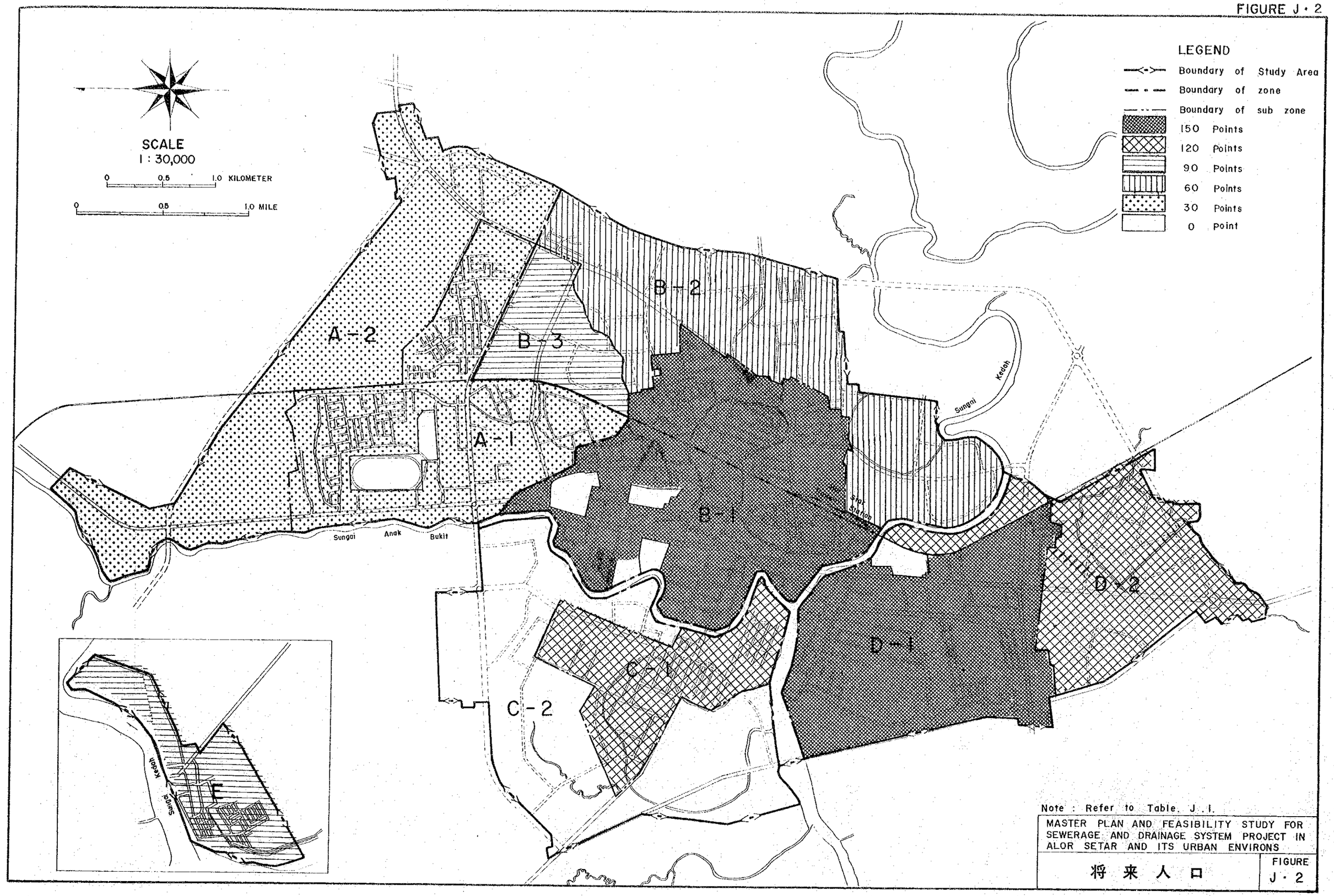
Note : Refer to Table J.1.

MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS

現 在 人 口

FIGURE J・1

FIGURE J・2

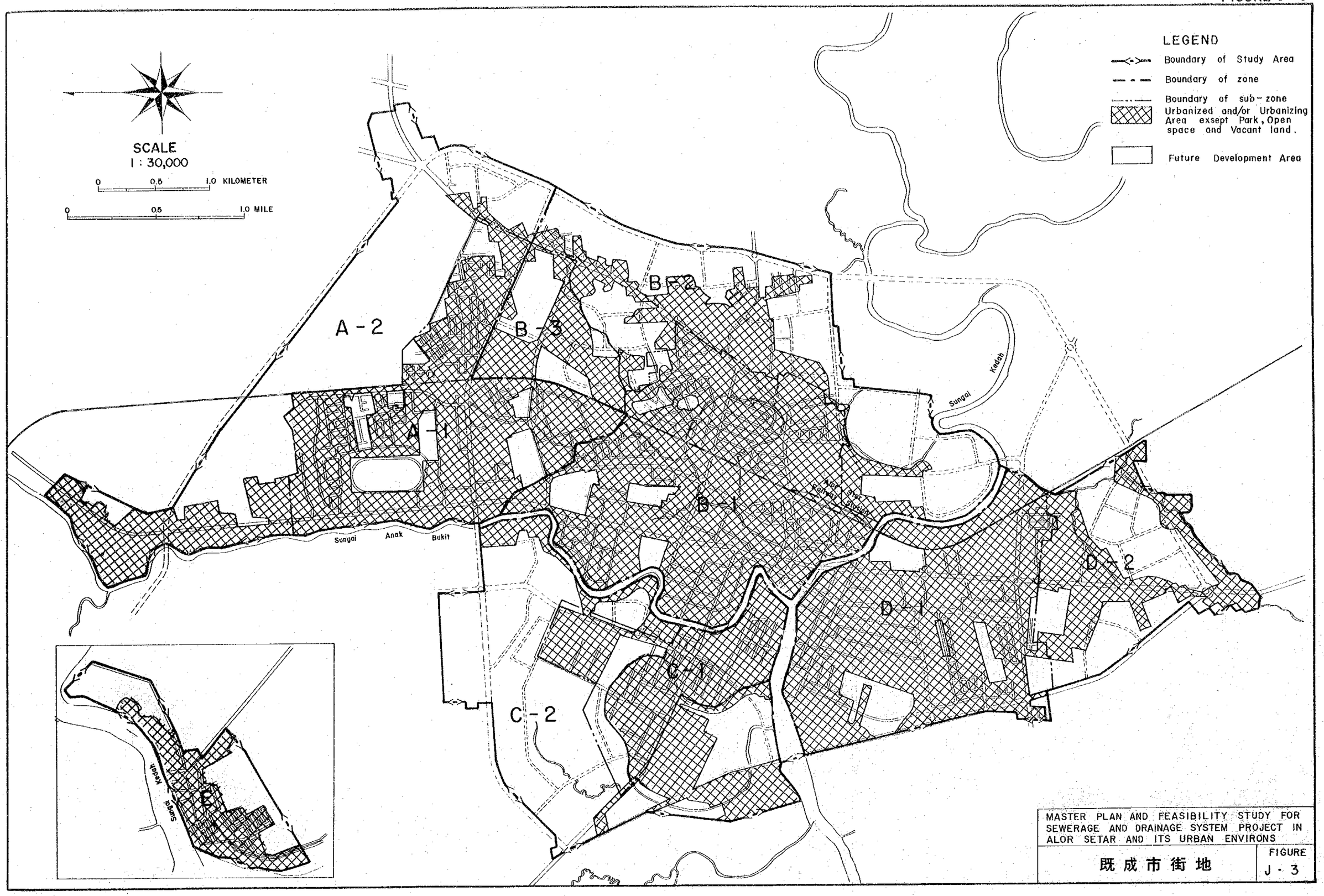


Note : Refer to Table. J. 1.

MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS

将 来 人 口

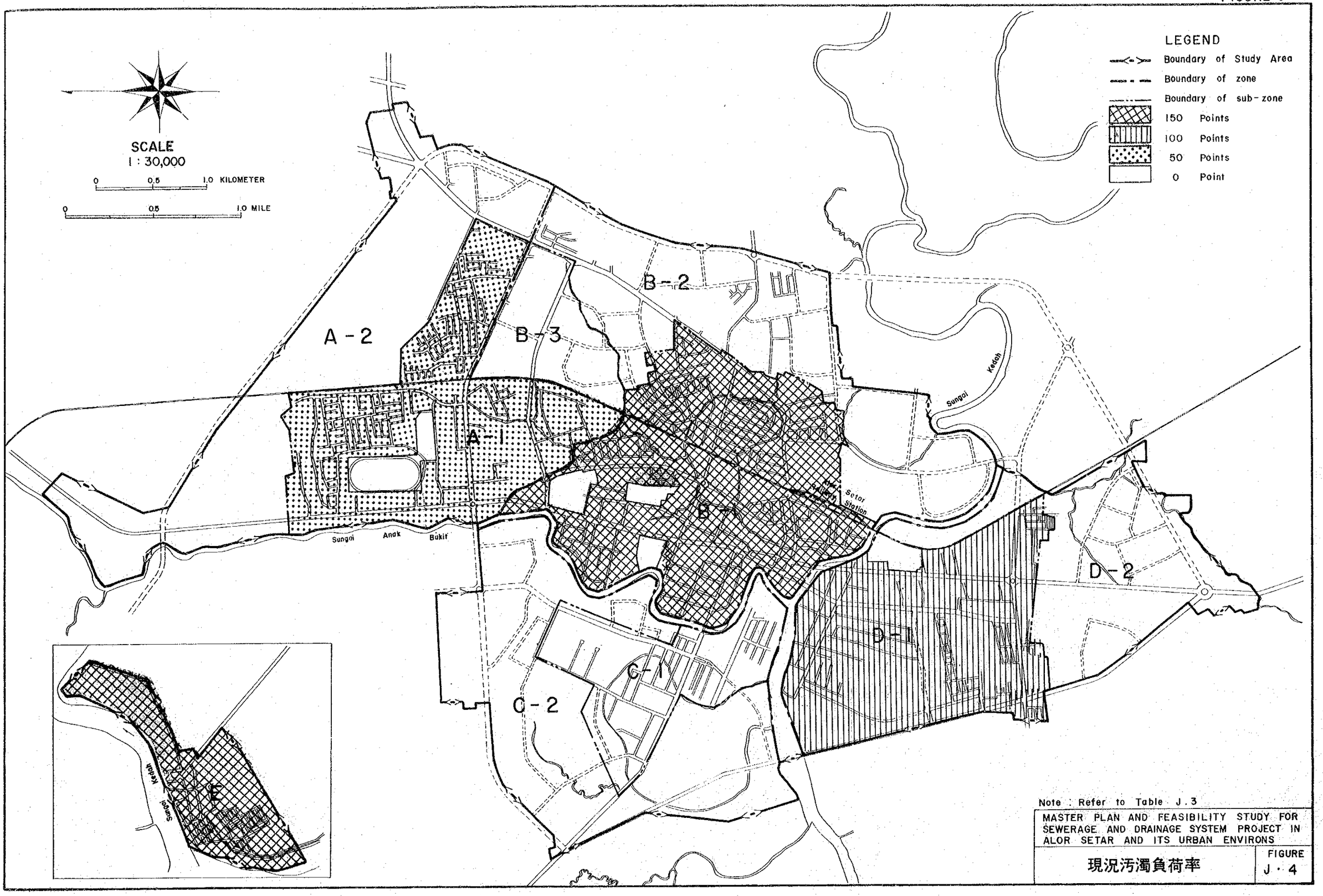
FIGURE J・2

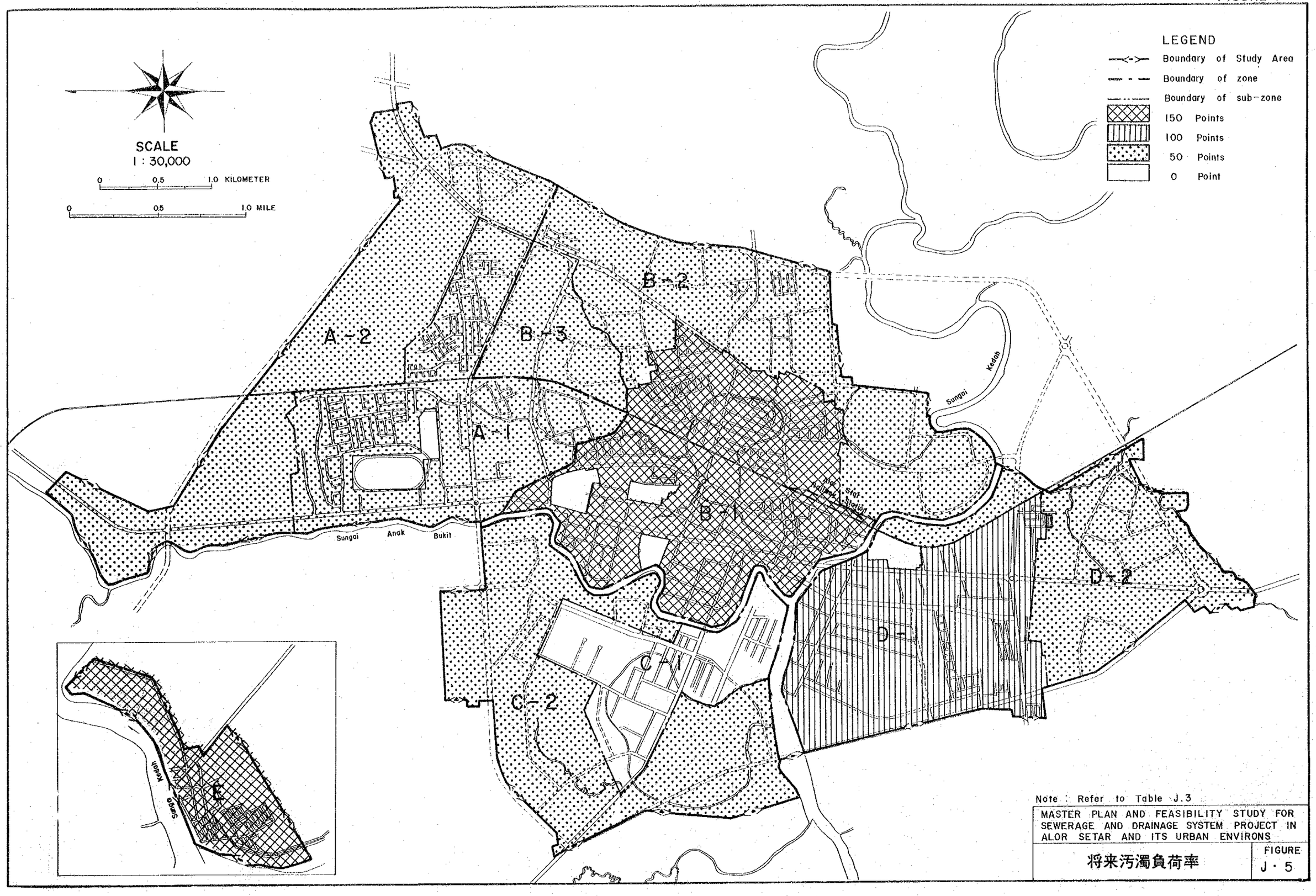


MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS

既成市街地

FIGURE J・3


LEGEND
Boundary of Study Area
Boundary of zone
Boundary of sub-zone
150 Points
100 Points
50 Points
0 Point
SCALE
1 : 30,000
0 0.5 1.0 KILOMETER
0 0.5 1.0 MILE
A-2
B-3
B-2
A-1
B-1
C-1
C-2
D-1
D-2
Sungai Anak Bukit
Sungai Kedah
Alor Setar Station
Sungai Kedah
Note : Refer to Table J.3
MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS
現況汚濁負荷率
FIGURE J · 4

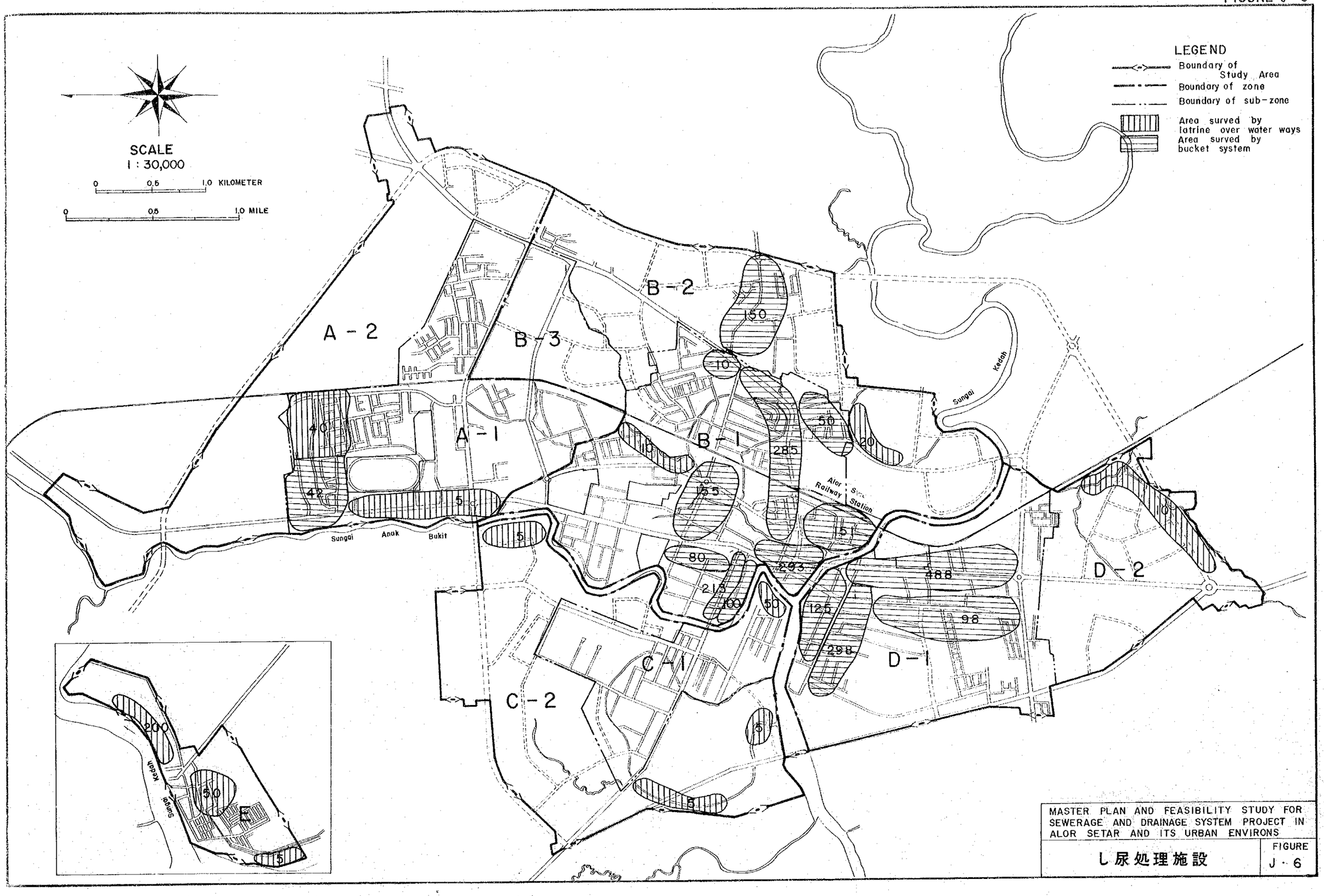


Note : Refer to Table J.3

MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS

将来汚濁負荷率

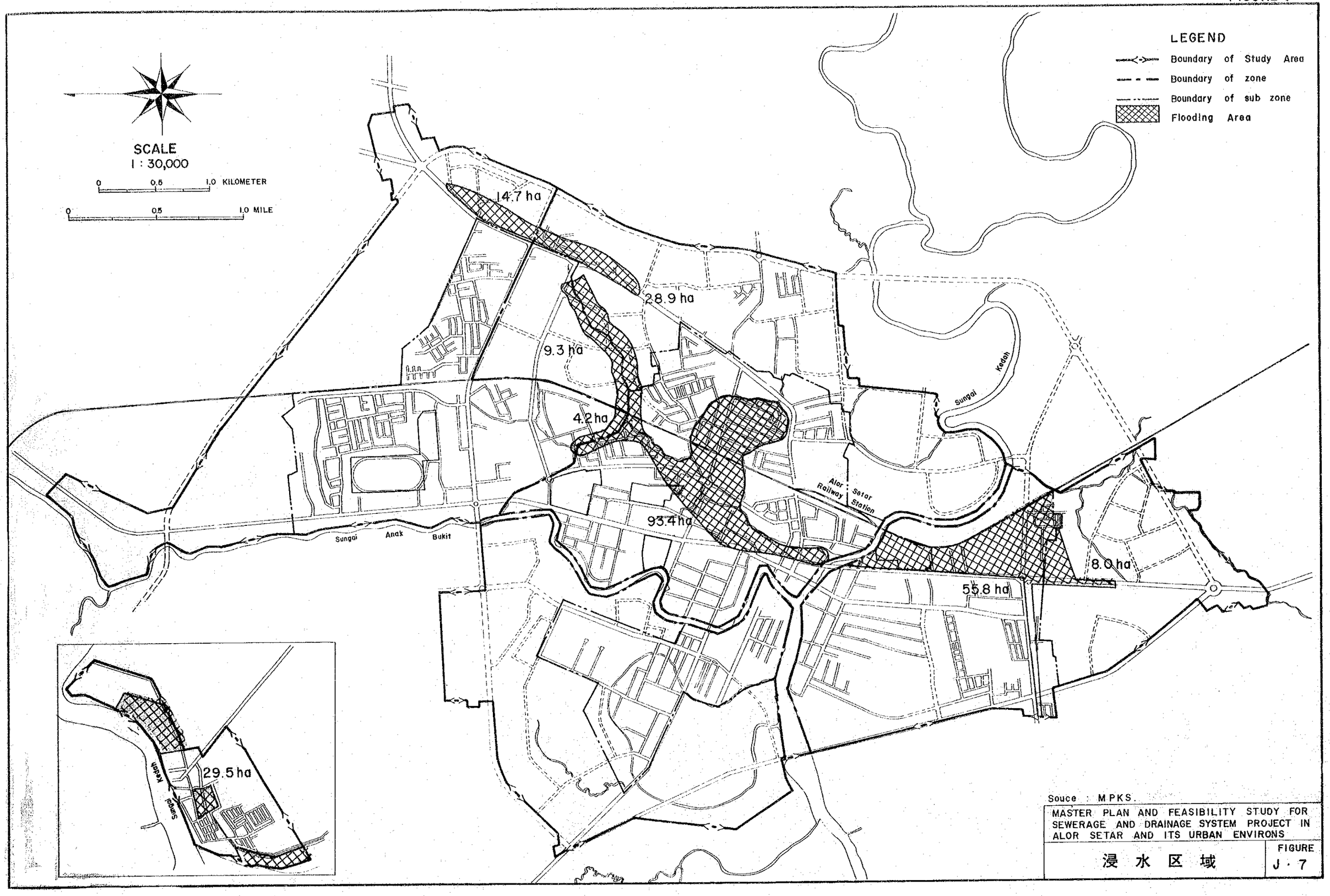
FIGURE J・5

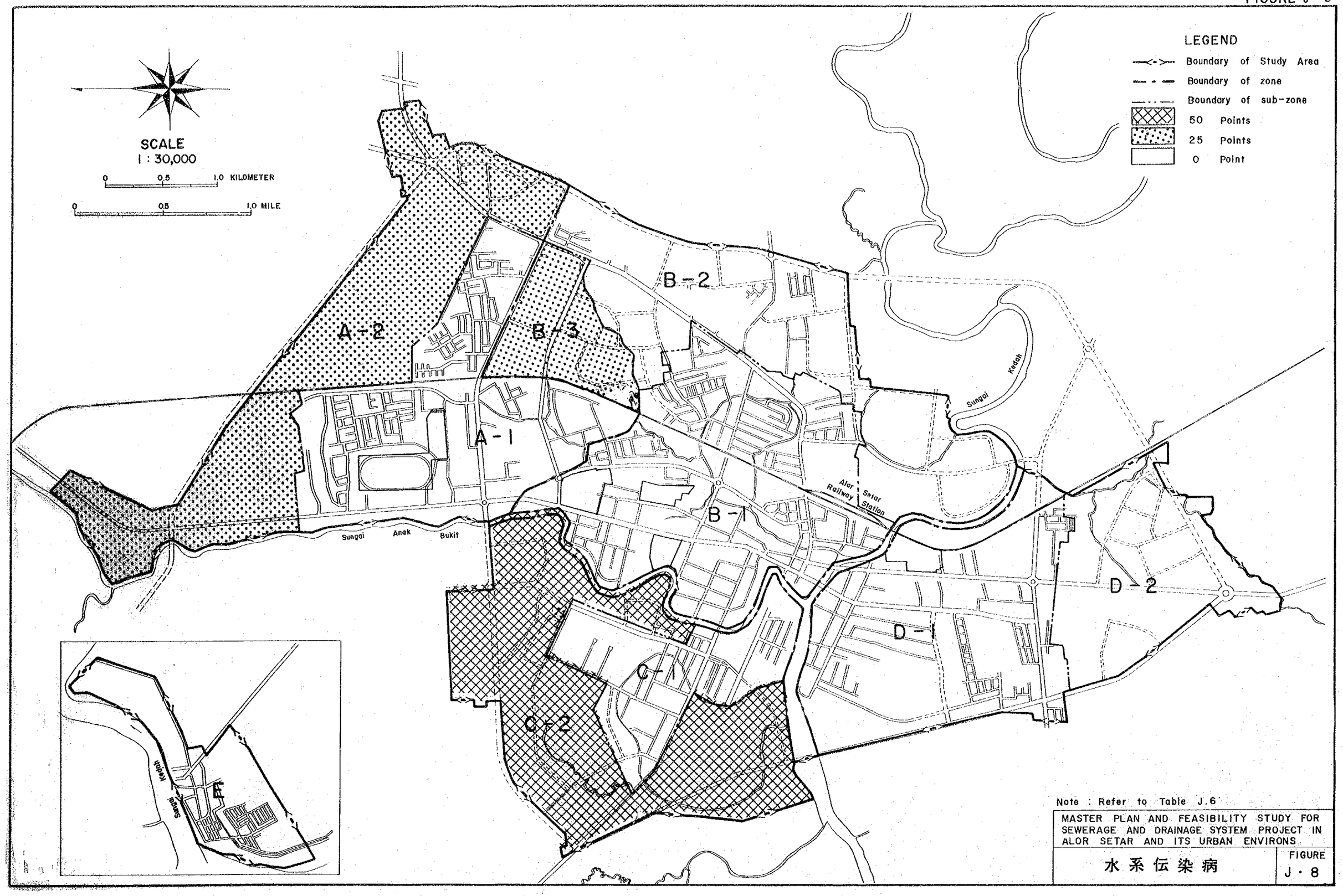


MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS

し尿処理施設

FIGURE J · 6


LEGEND
Boundary of Study Area
Boundary of zone
Boundary of sub zone
Flooding Area
SCALE
1 : 30,000
0 0.5 1.0 KILOMETER
0 0.5 1.0 MILE
14.7 ha
28.9 ha
9.3 ha
4.2 ha
93.4 ha
55.8 ha
8.0 ha
29.5 ha
Sungai Kedah
Sungai Anak Bukit
Alor Setar Railway Station
Souce : MPKS.
MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS
浸 水 区 域
FIGURE J · 7



Note : Refer to Table J.6

MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY FOR SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT IN ALOR SETAR AND ITS URBAN ENVIRONS

水系伝染病

FIGURE J・8

付K.　幹線管渠の流量表

下水の排除方式としては、分流式を採用する。

設計流量は、２０００年を対照とし、地下水も見込むこととする。

管渠の規模を決定する基準は、本文第５章に示してある。

幹線管渠の流量表はＫ－１に示す通りである。

流量算出公式はマニング公式を採用した。

管渠のルートおよび対照番号は第Ⅱ巻図5.2に示すとおりである。

Zone − A

表K−1 流量計算表

No. of Sewers	Area by Land Use and Population: Residential 120 persons/ha Area Increment (ha)	Residential 120 persons/ha Area Total (ha)	Residential 120 persons/ha Population (persons)	Residential 70 persons/ha Area Increment (ha)	Residential 70 persons/ha Area Total (ha)	Residential 70 persons/ha Population (persons)	Residential Area Increment (ha)	Residential Area Total (ha)	Residential Population (persons)	Institution 15 persons/ha Area Increment (ha)	Institution 15 persons/ha Area Total (ha)	Institution 15 persons/ha Population (persons)	School Area Increment (ha)	School Area Total (ha)	School Population (persons)	Mosque 0 person/ha Area Increment (ha)	Mosque 0 person/ha Area Total (ha)	Mosque 0 person/ha Population (persons)	Area Increment (ha)	Area Total (ha)	Population (persons)	Peaking Factor	Design Flow: Domestic Waste (m³/sec)	Other (m³/sec)	Infiltration I Area (ha)	Infiltration I Flow (m³/sec)	Infiltration II Area (ha)	Infiltration II Flow (m³/sec)	Total (m³/sec)	No. of Sewers	Designed Sewer: Diameter (mm)	Length (m)	Slope (‰)	Velocity (Full) (m/sec)	Capacity (Full) (m³/sec)	Elevation Ground Surface (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Earth Covering (m)	Remarks
1	3.28		394										26.20		448				29.48		842	5.12	0.011				29.48	0.002	0.013	1	225	49.00	2.8	0.61	0.085	2.50 (2.80)	1.255 -0.191	1.00 2.69	
2	15.70	18.98	2278											26.20	448	7.80	7.80		23.50	52.98	2.726	4.33	0.031				52.98	0.004	0.035	2	300	545.00	2.2	0.65	0.047	(2.80) (2.70)	-0.921 -2.120	3.40 4.50	U-0th Drain
3	3.76	22.74	2729				2.50		50	4.80		72		26.20	448		7.80		11.06	64.04	3.297	4.22	0.037	0.002	4.80	0.001	59.84	0.004	0.044	3	300	420.00	2.2	0.65	0.047	(2.70) 2.89	-2.120 -3.044	4.50 5.61	
	to 7																														to 7									
4	6.73		808				6.40		128							14.40	14.40		27.53		936	5.05	0.013				27.53	0.002	0.015	4	225	44.00	2.8	0.61	0.085	(2.70) (2.90)	1.455 0.167	1.00 2.49	
5	8.23	14.96	1795				1.85	8.25	165				0.60		30	4.40			10.68	38.21	1990	4.53	0.024				38.21	0.003	0.027	5	300	400.00	2.2	0.65	0.047	(2.90) 3.06	-1.287 -2.167	3.87 4.91	U-0th Drain
6	6.73	21.69	2603				26.40	34.65	692	12.60		188		0.60	30	6.60	21.00		52.33	90.54	2513	4.18	0.039	0.005	12.60	0.001	77.94	0.006	0.051	6	375	390.00	2.2	0.75	0.085	3.06 2.89	-2.242 -3.848	4.90 5.33	
7	21.69	66.12	7934				1.20	28.35	566		17.40	260		26.80	448		21.00 7.80		22.89	177.47	9.408	3.63	0.091	0.007	17.40	0.001	160.07	0.012	0.111	7	450	140.00	2.0	0.81	0.133	2.89 2.94	-3.928 -4.203	5.33 5.66	
	to P_1 Pumping Station																														to P_1 Pumping Station									
P_1		66.12	7934					28.35	566		17.40	260		26.80	448		21.00 7.80			177.47	9.408	3.63	0.091	0.007	17.40	0.001	160.07	0.012	0.111	P_1										
Force main sewer																															Force main sewer					2.94	1.619	1.00	
8		66.12	7934					28.35	566		17.40	260		26.80	448		21.00 7.80			177.47	9.408	3.63	0.091	0.007	17.40	0.001	160.07	0.012	0.111	8	300	70.00				3.05	1.729	1.00	
9	8.23	74.35	8922				4.00	42.35	846		17.40	260		26.80	448		21.00 7.80		12.23	189.70	10.476	3.58	0.100	0.007	17.40	0.001	172.20	0.013	0.121	9	450	510.00	2.0	0.81	0.133	3.05 2.22	1.562 0.342	1.00 1.39	
	to 15																														to 15									
10	8.98		1078																8.98		1078	4.95	0.014				8.98	0.001	0.015	10	225	775.00	2.8	0.61	0.085	3.29 (3.00)	2.045 -0.105	1.00 2.88	
11	23.10	32.08	3850										2.10		100				25.20	34.18	3.950	4.11	0.043				34.18	0.003	0.046	11	300	540.00	2.2	0.65	0.047	(3.00) (2.70)	-0.800 -1.999	2.88 3.78	
12	28.99	61.07	7328										6.50	8.60	257				35.49	69.67	7.585	3.74	0.076				69.67	0.005	0.081	12	375	595.00	2.2	0.75	0.085	(2.70) (2.20)	-1.474 -2.651	3.77 4.44	
13	10.47	71.54	8585	0.90		63								8.60	257				11.37	81.04	8.905	3.66	0.087				81.04	0.006	0.093	13	450	130.00	2.0	0.81	0.133	(2.80) (1.80)	-2.926 -2.986	4.44 4.30	
	to P_2 Pumping Station																														to P_2 Pumping Station									
P_2		71.54	8585		0.90	63								8.60	257					81.04	8.905	3.66	0.087				81.04	0.006	0.093	P_2										
Force main sewer																															Force main sewer					(1.80)	0.479	1.00	Crossing Railway
14		71.54	8585		0.90	63								8.60	257					81.04	8.905	3.66	0.087				81.04	0.006	0.093	14	300	430.00				2.22	0.899	1.00	
15	26.18	172.07	20648		0.90	63	7.80	60.15	1002		17.40	260		36.40	734		21.00 7.80		38.98	304.70	28.707	2.20	0.193	0.007	17.40	0.001	287.92	0.021	0.222	15	600	750.00	1.6	0.88	0.857	2.22 (2.00)	0.192 -1.008	1.28 2.44	
	to 19																														to 19									
16	8.70		1044				2.53		50							7.70	7.70		18.93		1094	4.74	0.014				18.93	0.001	0.015	16	225	420.00	2.8	0.61	0.085	(2.70) 2.44	1.455 0.279	1.00 1.92	
17	15.62	24.32	2918				3.42	4.95	98								7.70		18.04	56.97	3.019	4.27	0.034				56.97	0.003	0.037	17	300	585.00	2.2	0.65	0.047	2.44 (2.20)	0.204 -1.089	1.92 2.96	
18	16.36	40.68	4882					4.95	98								7.70		16.34	53.33	4.980	3.98	0.053				53.33	0.004	0.057	18	375	510.00	2.2	0.75	0.085	(2.20) (2.00)	-1.158 -2.280	2.95 3.87	
19	1.34	214.09	25691		0.90	63		55.10	1.100		17.40	260		36.40	734		28.70 7.80		1.34	359.59	27.848	3.11	0.231	0.007	17.40	0.001	341.99	0.025	0.264	19	675	75.00	1.4	0.89	0.927	(2.00) 1.83	-2.580 -2.685	3.86 3.79	
20	24.01	238.10	28.572		0.90	63		55.10	1.100		17.40	260	1.50	36.90	789	1.00	28.70 8.80		26.51	385.90	30.784	3.06	0.251	0.007	17.40	0.001	368.50	0.027	0.286	20	675	30.00	1.4	0.89	0.927	1.83 (1.83)	-2.685 -2.727	3.79 3.83	
21		238.10	28.572		0.90	63		55.10	1.100		17.40	260		36.90	789		28.70 8.80			385.90	30.784	3.06	0.251	0.007	17.40	0.001	368.50	0.027	0.286	21	675	60.00	1.4	0.89	0.927	(1.83) (1.83)	-2.727 -2.811	3.83 3.92	Crossing Railway
22		238.10	28.572	46.50	47.40	3318		55.10	1.100		17.40	260		36.90	789		28.70 8.80		46.50	432.40	34.039	3.02	0.274	0.007	17.40	0.001	415.00	0.030	0.312	22	675	685.00	1.4	0.89	0.927	(1.83) 1.73	-2.811 -3.770	3.92 4.78	U-180th Drain

Zone – A

No. of Sewers	Residential 120 persons/ha – Area – Increment (ha)	Residential 120 persons/ha – Area – Total (ha)	Residential 120 persons/ha – Population (persons)	Residential 70 persons/ha – Area – Increment (ha)	Residential 70 persons/ha – Area – Total (ha)	Residential 70 persons/ha – Population (persons)	Residential – Area – Increment (ha)	Residential – Area – Total (ha)	Residential – Population (persons)	Institution 15 persons/ha – Area – Increment (ha)	Institution 15 persons/ha – Area – Total (ha)	Institution 15 persons/ha – Population (persons)	School – Area – Increment (ha)	School – Area – Total (ha)	School – Population (persons)	Mosque 0 person/ha – Area – Increment (ha)	Mosque 0 person/ha – Area – Total (ha)	Mosque 0 person/ha – Population (persons)	Area – Increment (ha)	Area – Total (ha)	Population (persons)	Peaking Factor	Design Flow – Domestic Waste (m3/sec)	Design Flow – Other (m3/sec)	Infiltration I – Area (ha)	Infiltration I – Flow (m3/sec)	Infiltration II – Area (ha)	Infiltration II – Flow (m3/sec)	Design Flow – Total (m3/sec)	No. of Sewers	Designed Sewer – Diameter (mm)	Length (m)	Slope (‰)	Velocity (Full) (m/sec)	Capacity (Full) (m3/sec)	Ground Surface Elevation (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Earth Covering (m)	Remarks
	to	39																													to	39							
23	0.10		12	9.60		672													9.70		684	5.90	0.011				9.70	0.001	0.012	23	○ 225	775.00	2.8	0.61	0.025	2.40 / (2.20)	1.155 / -1.015	1.00 / 2.97	
24	16.58	16.68	2002	13.00	22.60	1582													29.58	39.28	3584	4.17	0.040				39.28	0.003	0.043	24	○ 300	255.00	2.2	0.65	0.047	(2.20) / (2.20)	-1.090 / -1.673	2.97 / 3.55	
25	21.15	37.83	4540	6.20	28.80	2016													27.25	66.63	6556	3.82	0.067				66.63	0.005	0.072	25	○ 375	395.00	2.2	0.75	0.086	(2.20) / 2.14	-1.748 / -2.617	3.54 / 4.35	
26	40.60	78.43	9412	0.30	29.10	2037													40.90	107.53	11449	3.53	0.108				107.53	0.008	0.116	26	○ 450	545.00	2.0	0.81	0.133	2.14 / 2.25	-2.692 / -3.788	4.34 / 5.54	
	to P3 Pumping Station																														to P3 Pumping Station								
P3	18.60	97.03	11644	48.30	77.40	5418													66.90	174.43	17,062	3.34	0.152				174.43	0.013	0.165	P3									
force main sewer 27		97.03	11644		77.40	5418														174.43	17062	3.34	0.152				174.43	0.013	0.165	27	force main sewer ○ 375	575.00				2.25 / (2.10)	0.693 / 0.593	1.15 / 1.00	
28		97.03	11644	41.70	119.10	8337													41.70	216.13	19981	3.26	0.173				216.13	0.016	0.189	28	○ 525	1095.00	1.8	0.85	0.191	(2.10) / 1.75	0.634 / -1.457	1.00 / 2.60	U-500m Drain
	to	39																													to	39							
29	16.15		1938																16.15		1938	4.55	0.024				16.15	0.001	0.025	29	○ 225	480.00	2.8	0.61	0.025	2.75 / 2.75	1.505 / 0.161	1.00 / 2.94	
30	18.91	35.06	4207				25.20		150										44.11	60.26	4357	4.05	0.047				60.26	0.004	0.051	30	○ 375	635.00	2.2	0.75	0.086	2.75 / 2.44	0.011 / -1.386	2.38 / 3.42	
31	10.20	45.26	5431	1.40	1.40	98		25.20	150										11.60	71.86	5679	3.90	0.059				71.86	0.005	0.064	31	○ 375	725.00	2.2	0.75	0.086	2.44 / 2.40	-1.996 / -2.981	3.42 / 4.97	
	to	34																													to	34							
32	19.60		1632	1.10		77							5.70		129				20.40		1761	4.61	0.022				20.40	0.002	0.024	32	○ 225	640.00	2.8	0.61	0.025	2.40 / (2.40)	1.155 / -1.197	1.00 / 3.55	
33	33.15	46.75	5610	21.50	22.60	1582							1.30	7.00	159				55.95	76.35	7351	3.76	0.074				76.32	0.006	0.080	33	○ 375	405.00	2.2	0.75	0.086	(2.40) / 2.40	-1.347 / -2.238	3.34 / 4.29	U-0m Drain
34		92.01	11041	8.40	32.40	2268		25.20	150					7.00	159				8.40	156.61	13618	3.44	0.185				156.61	0.012	0.197	34	○ 525	45.00	1.8	0.85	0.191	2.40 / 2.40	-3.181 / -3.212	4.97 / 5.05	
	to P4 Pumping Station																														to P4 Pumping Station								
P4		92.01	11041		32.40	2268		25.20	150					7.00	159					156.61	13618	3.44	0.126				156.61	0.012	0.137	P4									
force main sewer 35		92.01	11041		32.40	2268		25.20	150					7.00	159					156.61	13618	3.44	0.126				156.61	0.012	0.137	35	force main sewer ○ 300	545.00				2.40 / (2.40)	1.079 / 1.079	1.00 / 1.00	
36	0.96	92.97	11156	10.60	43.00	3010		25.20	150					7.00	159				11.56	168.17	14,475	3.41	0.132				168.17	0.012	0.144	36	○ 525	295.00	1.8	0.85	0.191	(2.40) / (2.40)	0.834 / -1.301	1.00 / 3.14	U-150m Drain
37		92.97	11156		43.00	3010		25.20	150					7.00	159					168.17	14,475	3.41	0.132				168.17	0.012	0.144	37	○ 525	80.00	1.8	0.85	0.191	(2.40) / 2.40	-1.301 / -1.445	3.14 / 3.28	crossing Railway
38		92.97	11156	5.90	48.90	3381		25.20	150					7.00	159				5.90	173.97	14,846	3.40	0.134				173.97	0.013	0.147	38	○ 525	540.00	1.8	0.85	0.191	2.40 / 1.83	-1.445 / -2.417	3.28 / 3.58	U-250m Drain
39		428.10	51,372		214.80	15,036		80.33	1858		17.40	260		42.90	948		28.70	0.00		882.60	60,066	2.73	0.501	0.007	17.40	0.002	804.60	0.059	0.568	39	○ 900	45.00	1.0	0.91	0.598	1.79 / (1.75)	-3.995 / -4.060	4.76 / 4.81	
	to P5 Pumping Station																														to P5 Pumping Station								
P5		428.10	51,372		214.80	15,036		80.30	1858		17.40	260		42.90	948		28.70	0.00		882.60	60,066	2.73	0.501	0.007	17.40	0.001	804.60	0.059	0.568	P5									
	to Waste Stabilization Pond																																						

Zone – B

No. of Sewers	Area by Land Use and Population: Commercial 400 persons/ha, Area, Increment (ha)	Commercial, Area, Total (ha)	Commercial, Population (persons)	Residential 120 persons/ha, Area, Increment (ha)	Residential, Area, Total (ha)	Residential, Population (persons)	Residential 70 persons/ha, Area, Increment (ha)	Residential, Area, Total (ha)	Residential, Population (persons)	Residential, Area, Increment (ha)	Residential, Area, Total (ha)	Residential, Population (persons)	Institution, Area, Increment (ha)	Institution, Area, Total (ha)	Institution, Population (persons)	School, Area, Increment (ha)	School, Area, Total (ha)	School, Population (persons)	Area, Increment (ha)	Area, Total (ha)	Population (persons)	Peaking Factor	Design Flow: Domestic Waste (m³/sec)	Mosque (ha)	Infiltration I, Area (ha)	Infiltration I, Flow (m³/sec)	Infiltration II, Area (ha)	Infiltration II, Flow (m³/sec)	Total (m³/sec)	No. of Sewers	Designed Sewer: Diameter (mm)	Length (m)	Slope (‰)	Velocity (Full) (m/sec)	Capacity (Full) (m³/sec)	Elevation Ground Surface (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Earth Covering (m)	Remarks
1				5.81		697							2.40		5				8.21		702	5.25	0.001 0.010		2.40	0.001	5.81	0.001	0.013	1	○ 225	505.00	2.8	0.61	0.025	2.83 2.45	1.585 0.171	1.00 2.03	
2				7.47	13.28	1594							2.40		5				7.47	15.68	1599	4.67	0.001 0.020		2.40	0.001	13.28	0.001	0.023	2	○ 225	285.00	2.8	0.61	0.025	2.45 2.40	0.171 -0.627	2.03 2.78	
3				12.45	25.73	3088							2.40		5				12.45	28.13	3093	4.26	0.001 0.035		2.40	0.001	25.73	0.002	0.039	3	○ 300	325.00	2.2	0.65	0.047	2.40 2.25	-0.708 -1.417	2.78 2.95	
4	9.61		1444	17.33	42.06	5167							2.40		5	1.80		99	29.74	57.87	6655	3.81	0.001 0.068	7.00	6.01	0.001	51.86	0.004	0.074	4	○ 375	690.00	2.2	0.75	0.086	2.25 1.80	-1.492 -3.010	3.74 4.40	U~0m Drain
5	6.95	10.56	4,220		42.06	5167							2.40		5	2.00	3.80	212	27.65	85.52	9,608	3.62	0.001 0.093	18.70 (85.70)	12.96	0.001	72.56	0.005	0.100	5	○ 450	135.00	2.0	0.81	0.193	1.80 2.00	-3.400 -3.670	4.71 5.18	
6	3.07	13.63	5,452		42.06	5,167							2.40		5		3.80	212	3.07	88.59	10,836	3.56	0.001 0.103	(25.70)	15.03	0.001	72.56	0.005	0.110	6	○ 525	155.00	1.8	0.85	0.191	2.00 2.20	-3.745 -4.024	5.18 5.56	U~155m Storm Sewer
	to 12																														to 12								
7	3.61		1444																3.61		1444	4.74	0.018		3.61	0.001			0.019	7	○ 225	410.00	2.8	0.61	0.025	1.58 1.92	0.335 -0.812	1.00 2.49	
8	5.05	8.66	3464																5.05	8.66	3,469	4.19	0.039		8.66	0.001			0.040	8	○ 300	360.00	2.2	0.65	0.047	1.92 1.77	-0.898 -1.080	2.49 3.12	U~145m Drain
9	2.16	10.82	4,328	12.91		1519										0.95		59	15.72	24.38	5910	3.88	0.061		10.82	0.001	12.56	0.001	0.063	9	○ 375	140.00	2.2	0.75	0.086	1.77 1.83	-1.755 -2.063	3.12 3.40	
10	18.90	29.72	11,888	2.51	15.12	1814							1.50		15	0.72	1.67	415	22.13	49.51	14132	3.48	0.189	1.50	31.22	0.002	18.29	0.001	0.192	10	○ 450	410.00	2.0	0.81	0.193	1.83 2.36	-2.138 -2.928	3.40 4.83	
11	9.05	38.77	15,508		15.12	1814							1.50		15		1.67	415	9.05	58.56	17,758	3.92	0.157	(1.50)	40.27	0.002	18.29	0.001	0.160	11	○ 525	95.00	1.8	0.85	0.191	2.36 (2.20)	-2.093 -3.204	4.83 4.84	
12	0.39	52.79	21,116		58.18	6982							3.90		20		5.47	629	0.39	47.59	28,747	3.09	0.001 0.297	(87.20)	56.69	0.003	90.85	0.007	0.248	12	○ 600	80.00	1.6	0.88	0.257	2.20 (2.15)	-4.009 -4.207	5.56 5.79	
	to 16																														to 16								
13	3.61		1444																3.61		1444	4.74	0.018		3.61	0.001			0.019	13	○ 225	510.00	2.8	0.61	0.025	(2.47) 2.46	1.239 -0.652	0.99 2.87	U~55m Storm Sewer
14	3.61	7.22	2,888										0.70		7				4.31	7.92	2895	4.30	0.038		7.92	0.001			0.039	14	○ 300	120.00	2.2	0.65	0.047	2.46 2.40	-0.727 -0.991	2.87 3.07	
15	7.22	14.44	5,776										5.80	5.90	58				12.42	20.34	5,834	3.89	0.060		20.34	0.001			0.061	15	○ 375	205.00	2.2	0.75	0.086	2.40 (2.15)	-1.066 -2.397	3.06 4.14	U~60m Storm Sewer
16	0.09	67.32	26,928		58.18	6982							9.80		78	4.93	10.40	994	5.02	172.90	34,982	3.01	0.001 0.280	(87.20)	77.18	0.004	95.78	0.007	0.292	16	○ 675	215.00	1.4	0.89	0.327	(2.15) 1.95	-4.502 -4.605	5.73 5.82	U~175m Drain
	to 22																														to 22								
17				17.49		2892													17.49		2092	4.50	0.025				17.49	0.001	0.026	17	○ 225	750.00	3.0	0.69	0.026	(2.60) 2.29	-1.950 -0.895	1.00 2.94	
18				15.67	33.16	3972													15.67	33.16	3972	4.11	0.043				33.16	0.002	0.045	18	○ 300	190.00	2.2	0.65	0.047	2.29 2.26	-0.970 -1.388	2.94 3.32	
19				18.17	51.27	6156													19.57	52.77	6,152	3.84	0.053	1.50			52.77	0.004	0.057	19	○ 375	370.00	2.2	0.75	0.086	2.26 2.10	-1.463 -2.277	3.32 3.97	
20	2.15		860	1.89	53.16	6372													3.98	56.75	7,032	3.77	0.073	(1.50)	8.15	0.001	54.60	0.004	0.078	20	○ 375	80.00	2.2	0.75	0.086	2.10 1.85	-2.270 -2.455	3.97 3.90	U~0m Drain
21	10.44	12.79	5,116		53.16	6372													18.94	67.39	11,488	3.53	0.108	(1.50)	12.79	0.001	54.60	0.004	0.113	21	○ 450	400.00	2.0	0.81	0.193	1.85 1.95	-2.585 -3.328	3.89 4.79	
22		80.11	32,044		111.28	13,356							9.80		78		10.40	994		242.29	46,470	2.89	0.261 0.357	(28.70)	89.91	0.005	150.38	0.011	0.374	22	○ 750	180.00	1.4	0.95	0.495	1.95 1.90	-4.678 -4.692	5.88 5.84	
	to P1 Pumping Station																														to P1 Pumping Station								
P1		80.11	32,044		111.28	13,356							9.80		78		10.40	994		242.29	46,470	2.89	0.001 0.357	(28.70)	89.91	0.005	150.38	0.011	0.374	P1									
force main sewer		80.11	32,044		111.28	13,356							9.80		78		10.40	994		242.29	46,470	2.89	0.001 0.357	(28.70)	89.91	0.005	150.38	0.011	0.374	23	○ 585	force main sewer 20.00				1.95 1.95	1.950 1.950	— —	U~80m Drain
24	8.03	88.14	35,256		111.28	13,356		3.40	700	4.50	14.30	183					10.40	994	15.93	258.22	50,507	2.86	0.001 0.384	(28.70)	108.44	0.005	153.78	0.011	0.401	24	○ 750	496.00	1.4	0.95	0.495	1.95 2.04	0.046 -1.134	1.10 2.77	

Note: (1) Figure in parenthesis in the column Mosque indicates total area of Mosque.

(2) Upper figure in Domestic Waste column indicates wastewater discharged from a hospital

Zone - B

No. of Sewers	Area by Land Use and Population: Commercial 400 persons/ha, Area Increment (ha)	Commercial Area Total (ha)	Commercial Population (persons)	Residential 120 persons/ha, Area Increment (ha)	Residential 120 Area Total (ha)	Residential 120 Population (persons)	Residential 70 persons/ha, Area Increment (ha)	Residential 70 Area Total (ha)	Residential 70 Population (persons)	Residential, Area Increment (ha)	Residential Area Total (ha)	Residential Population (persons)	Institution, Area Increment (ha)	Institution Area Total (ha)	Institution Population (persons)	School, Area Increment (ha)	School Area Total (ha)	School Population (persons)	Area Increment (ha)	Area Total (ha)	Population (persons)	Peaking Factor	Design Flow: Domestic Waste (m3/sec)	Mosque (ha)	Infiltration I Area (ha)	Infiltration I Flow (m3/sec)	Infiltration II Area (ha)	Infiltration II Flow (m3/sec)	Total (m3/sec)	No. of Sewers	Designed Sewer: Diameter (mm)	Length (m)	Slope (‰)	Velocity (Full) (m/sec)	Capacity (Full) (m3/sec)	Ground Surface Elevation (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Earth Covering (m)	Remarks
	to	29																													to	29							
25	1.80		720	4.15		498													5.95		1,218	4.86	0.016		1.80	0.001	4.15	0.001	0.016	25	○ 225	380.00	2.8	0.61	0.025	1.60 / 1.60	0.047 / -1.017	1.91 / 2.97	U~290m Drain
26	2.16	3.96	1584		4.15	498													2.16	8.11	2082	4.50	0.025		3.96	0.001	4.15	0.001	0.027	26	○ 300	105.00	2.2	0.65	0.047	1.60 / (1.65)	-1.092 / -1.323	2.97 / 2.65	
27	11.55	15.51	6204		4.15	498													11.55	19.66	6702	3.81	0.068		15.51	0.001	4.15	0.001	0.070	27	○ 375	685.00	2.2	0.75	0.086	(1.65) / 1.99	-1.398 / -2.368	2.64 / 3.95	U~390m Drain
28	5.77	21.28	8512		4.15	498													5.77	25.43	9010	3.65	0.088		21.28	0.001	4.15	0.001	0.090	28	○ 450	205.00	2.0	0.81	0.133	1.99 / 2.04	-2.449 / -2.812	3.95 / 4.36	
29	0.19	109.60	43,840		115.43	13,852					3.40	780	0.30	14.60	125		10.40	994	0.48	282.13	59,591	2.79	0.001 / 0.442	(28.70)	124.20	0.007	157.93	0.012	0.462	29	○ 900	70.00	1.0	0.91	0.598	2.04 / 2.01	-3.262 / -3.332	4.34 / 4.38	
30		109.60	43,840		115.43	13,852					3.40	780		14.60	125		10.40	994		282.13	59,591	2.79	0.001 / 0.442	(28.70)	124.20	0.007	157.93	0.012	0.462	30	○ 900	160.00	1.0	0.91	0.598	2.01 / 2.06	-3.332 / -3.522	4.38 / 4.64	Crossing Railway
31		109.60	43,840	4.15	119.58	14,350					3.40	780		14.60	125		10.40	994	4.15	286.28	60,089	2.79	0.001 / 0.446	(28.70)	124.20	0.007	162.08	0.012	0.466	31	○ 900	175.00	1.0	0.91	0.598	2.06 / 2.03	-3.522 / -3.697	4.64 / 4.76	
	to	35																													to	35							
32	2.20		880	7.99		959													10.19		1,839	4.58	0.022		2.20	0.001	7.99	0.001	0.024	32	○ 225	465.00	2.8	0.61	0.025	(1.50) / 1.63	0.855 / -1.047	1.00 / 2.43	
33	4.20	6.40	2560	18.09	26.08	3226													23.09	33.28	5,786	3.89	0.066		6.40	0.001	16.69	0.001	0.068	33	○ 375	320.00	2.2	0.75	0.086	1.63 / 1.53	-1.197 / -1.901	2.48 / 3.02	
34		6.40	2560	4.15	31.03	3724										1.99		107	0.14	39.42	6,991	3.84	0.065		6.40	0.001	32.02	0.002	0.068	34	○ 375	360.00	2.2	0.75	0.086	1.53 / 2.03	-2.500 / -3.281	3.62 / 4.90	U~10m Drain
35		116.00	46,400	19.28	163.89	19,667					3.40	780		14.60	125	20.67	33.06	1459	35.95	359.65	68,491	2.73	0.001 / 0.478	(28.70)	190.60	0.007	229.05	0.017	0.523	35	○ 900	700.00	1.0	0.91	0.598	2.03 / 1.79	-3.697 / -4.397	4.76 / 5.22	
	to	67																													to	67							
36				7.67		920													7.67		920	5.06	0.012				7.67	0.001	0.013	36	○ 225	625.00	2.8	0.61	0.025	3.36 / (2.50)	2.115 / 0.365	1.00 / 1.89	
37				26.27	33.94	4073													27.27	34.94	4073	4.09	0.044	1.00			34.94	0.003	0.047	37	○ 300	305.00	2.2	0.65	0.047	(2.50) / 2.14	0.290 / -0.381	1.89 / 2.20	
38				14.57	48.51	5,821										8.10		120	22.67	57.61	5,941	3.88	0.061	(1.00)			57.61	0.004	0.065	38	○ 375	115.00	2.2	0.75	0.086	2.14 / (2.10)	-0.456 / -0.709	2.19 / 2.40	
39				11.89	60.40	7248											8.10	120	11.89	69.50	7,368	3.76	0.074	(1.00)			69.50	0.005	0.079	39	○ 450	385.00	2.0	0.81	0.133	(2.10) / (2.20)	-0.784 / -1.554	2.40 / 3.27	
40				11.89	72.29	8675											8.10	120	11.89	81.39	8,795	3.67	0.096	(1.00)			81.39	0.006	0.102	40	○ 450	340.00	2.0	0.81	0.133	(2.20) / (2.20)	-1.554 / -2.234	3.27 / 3.95	
41				20.61	92.90	11,148											8.10	120	20.61	102.00	11,267	3.54	0.106	(1.00)			102.00	0.007	0.113	41	○ 450	245.00	2.0	0.81	0.133	(2.20) / (2.20)	-2.234 / -2.724	3.95 / 4.44	
	to	P2	Pumping Station																												to	P2 Pumping Station							
P2					92.90	11,148											8.10	120		102.00	11,267	3.54	0.106	(1.00)			102.00	0.007	0.113	P2									
force	main sewer																														force main sewer								
42					92.90	11,148											8.10	120		102.00	11,267	3.54	0.106	(1.00)			102.00	0.007	0.113	42	○ 300	115.00				(2.20) / 2.40	2.200 / 2.400		U~70m Drain
43				9.28	102.18	12,262										1.10	9.20	170	10.38	112.38	12,482	3.49	0.115	(1.00)			112.38	0.008	0.123	43	○ 450	520.00	2.0	0.81	0.133	2.40 / (2.60)	0.912 / -0.128	1.00 / 2.24	
44				33.50	135.68	16,282										0.50	9.70	200	36.30	148.68	16,482	3.35	0.147	2.90 (3.90)			148.68	0.011	0.158	44	○ 525	460.00	1.8	0.85	0.191	(2.60) / 3.03	-0.283 / -1.301	2.24 / 3.50	
	to	49																													to	49							
45							8.90		623										8.90		623	5.35	0.009				8.90	0.001	0.010	45	○ 225	760.00	2.8	0.61	0.025	2.40 / (2.40)	1.155 / -0.973	1.00 / 3.13	
46				8.20		984	11.61	20.51	1436										19.81	28.71	2,420	4.41	0.028				28.71	0.002	0.030	46	○ 300	490.00	2.2	0.65	0.047	(2.40) / (2.40)	-1.048 / -2.126	3.12 / 4.21	
47				18.04	26.24	3149	18.53	39.04	2733	1.20		960							37.77	66.48	6842	3.80	0.069				66.48	0.005	0.074	47	○ 375	425.00	2.2	0.75	0.086	(2.40) / (3.00)	-2.201 / -3.156	4.19 / 5.79	

Zone - B

No. of Sewers	Area by Land Use and Population: Commercial 400 persons/ha Area Increment ha	Commercial Area Total ha	Commercial Population persons	Residential 120 persons/ha Area Increment ha	Residential Area Total ha	Residential Population persons	Residential 70 persons/ha Area Increment ha	Residential Area Total ha	Residential Population persons	Residential Area Increment ha	Residential Area Total ha	Residential Population persons	Institution Area Increment ha	Institution Area Total ha	Institution Population persons	School Area Increment ha	School Area Total ha	School Population persons	Area Increment ha	Area Total ha	Population persons	Peaking Factor	Design Flow: Domestic Waste m³/sec	Mosque ha	Infiltration I Area ha	Infiltration I Flow m³/sec	Infiltration II Area ha	Infiltration II Flow m³/sec	Total m³/sec	No. of Sewers	Designed Sewer: Diameter mm	Length m	Slope ‰	Velocity (Full) m/sec	Capacity (Full) m³/sec	Elevation Ground Surface m	Sewer Invert Elevation m	Earth Covering m	Remarks
																																				(8.00)	-3.136	5.73	
48				6.56	32.80	3.936		39.04	2.733		1.20	960							11.96	78.44	7,609	3.74	0.076	5.40			78.44	0.006	0.082	48	375	75.00	2.2	0.75	0.086	3.03	-3.301	5.92	
																																				3.03	-3.526	5.91	
49				1.87	17.05	20,442		39.04	2,733		1.20	960				9.70	200		1.87	228.99	24,335	3.17	0.205	(8.70)			228.99	0.017	0.222	49	600	30.00	1.6	0.88	0.257	3.03	-3.574	5.96	
	to P_3 Pumping Station																														to P_3 Pumping Station								
P_3					17.05	20,442		39.04	2,733		1.20	960				9.70	200			228.99	24,335	3.17	0.205	(8.70)			228.99	0.017	0.222	P_3									
force main sewer																															force main sewer					3.03	1.542	1.00	
50					17.05	20,442		39.04	2,733		1.20	960				9.70	200			228.99	24,335	3.17	0.205	(8.70)			228.99	0.017	0.222	50	450	315.00				(3.00)	-1.512	1.00	
																								8.20												(3.00)	1.356	1.00	
51				11.52	81.07	21,824		39.04	2,733		1.20	960				9.70	200		19.72	248.71	25,717	3.14	0.215	(16.90)			248.71	0.018	0.233	51	600	540.00	1.6	0.88	0.257	2.42	0.492	1.28	
52				44.73	225.60	27,192		39.04	2,733		1.20	960				9.70	200		44.73	293.44	31,085	3.09	0.253	(16.90)			293.44	0.021	0.274	52	675	85.00	1.4	0.89	0.327	2.29	0.298	1.22	
	to G1																														to G1								
53							7.13		499										7.13		499	5.52	0.007				7.13	0.001	0.008	53	225	355.00	2.8	0.61	0.025	2.40	1.155	1.00	
																																				(2.40)	0.161	1.99	
54				0.22		26	11.86	18.99	1,329										12.08	19.21	1,355	4.79	0.017				19.21	0.001	0.018	54	225	325.00	2.8	0.61	0.025	(2.40)	0.161	1.99	
																																				(2.40)	-0.777	2.99	
55				16.40	16.62	1,994	8.16	27.15	1,901										24.56	43.77	3,895	4.12	0.043				43.77	0.003	0.046	55	300	395.00	2.2	0.65	0.047	(2.40)	-0.852	2.93	
																																				(2.40)	-1.721	3.80	
56				1.76	18.38	2,201	6.68	33.83	2,368										8.44	52.21	4,569	4.02	0.049				52.21	0.004	0.053	56	375	150.00	2.2	0.75	0.086	(2.40)	-1.796	3.79	U=150^{m} Drain
																																				(2.30)	-2.120	4.02	
	to G0																														to G0								
57							15.10		1,057										15.10		1,057	4.96	0.014				15.10	0.001	0.015	57	225	600.00	2.8	0.61	0.025	(1.80)	0.555	1.00	U=320^{m} Drain
																																				(2.00)	-1.795	3.55	
58				10.83		1,300	13.34	28.44	1,991										24.17	39.27	3,291	4.22	0.037				39.27	0.003	0.040	58	300	675.00	2.2	0.65	0.047	(2.00)	-1.870	3.35	
																																				(2.30)	-3.955	5.33	
59				1.99	12.82	1,538	2.78	9.22	2,185										4.77	44.04	3,723	4.14	0.041				44.04	0.003	0.044	59	300	20.00	2.2	0.65	0.047	(2.30)	-3.955	5.33	
																																				(2.30)	-3.999	5.38	
60				6.75	37.95	4,554		65.05	4,554										6.75	102.00	9,108	3.65	0.088				102.00	0.008	0.096	60	450	420.00	2.0	0.81	0.133	(2.30)	-3.549	5.56	
																																				2.29	-4.409	6.21	
61				3.74	26.29	38,195		104.09	7,286		1.20	960				9.70	200		3.74	400.18	40,641	2.95	0.319	(16.90)			400.18	0.029	0.348	61	750	165.00	1.4	0.95	0.495	2.29	-4.709	6.22	
																																				2.40	-4.940	6.54	
	to P_4 Pumping Station																														to P_4 Pumping Station								
P_4					26.29	38,195		104.09	7,286		1.20	960				9.70	200			400.18	40,641	2.95	0.319	(16.90)			400.18	0.029	0.348	P_4									
																								1.70												2.40	0.599	1.00	
62				6.04	24.93	32,992		104.09	7,286		1.20	960			5.54	15.24	604		13.88	414.06	41,042	2.93	0.327	(18.60)			414.06	0.030	0.357	62	750	410.00	1.4	0.95	0.435	2.29	0.025	1.46	
																																				2.29	-0.913	2.40	U=0^{m} Drain
63				19.01	28.94	34,553		104.09	7,286		1.20	960				15.24	604		13.01	427.07	42,403	2.92	0.337	(18.60)			427.07	0.031	0.368	63	750	590.00	1.4	0.95	0.435	(1.50)	-1.789	2.44	
	to G6																														to G6								
64				12.30		1,476	0.36		25										12.66		1,501	4.72	0.019				12.66	0.001	0.020	64	225	640.00	2.8	0.61	0.025	(2.00)	0.755	1.00	
																																				(1.60)	-1.037	2.99	
65				25.30	37.60	4,512	4.45	4.81	337										29.75	42.41	4,849	3.99	0.052				42.41	0.003	0.055	65	375	575.00	2.2	0.75	0.086	(1.60)	-1.187	2.98	
																																				(1.50)	-2.452	2.55	
66				9.95	395.49	40,259		108.90	7,623		1.20	960				15.24	604		9.95	479.43	47,446	2.86	0.577	(18.60)			479.43	0.035	0.418	66	750	485.00	1.4	0.95	0.435	(1.50)	-2.827	2.53	
																							0.001	0.50												1.79	-4.071	5.06	
67		116.00	46,400	0.42	499.80	59,976		108.90	7,623		4.60	1,740		14.60	125	48.30	2,063		0.92	840.00	117,927	2.53	0.794	(47.80)	130.60	0.007	709.40	0.052	0.854	67	1050	400.00	1.0	1.01	0.899	1.79	-4.547	5.21	
																																				2.03	-4.947	5.76	
	to P_5 Pumping Station																														to P_5 Pumping Station								
P_5		116.00	46,400	87.70	587.50	70,500	49.30	158.90	10,654		4.60	1,740		14.60	125	48.30	2,063		131.00	971.00	131,482	2.49	0.001 0.872	(47.80)	130.60	0.007	840.40	0.061	0.941	P_5									

Zone – B

No. of Sewers	Area by Land Use and Population: Commercial 400 persons/ha Area Increment ha	Commercial Area Total ha	Commercial Population persons	Residential 120 persons/ha Area Increment ha	Residential Area Total ha	Residential Population persons	Residential 70 persons/ha Area Increment ha	Residential Area Total ha	Residential Population persons	Residential Area Increment ha	Residential Area Total ha	Residential Population persons	Institution Area Increment ha	Institution Area Total ha	Institution Population persons	School Area Increment ha	School Area Total ha	School Population persons	Area Increment ha	Area Total ha	Population persons	Peaking Factor	Design Flow: Domestic Waste m³/sec	Mosque ha	Infiltration I Area ha	Infiltration I Flow m³/sec	Infiltration II Area ha	Infiltration II Flow m³/sec	Total m³/sec	No. of Sewers	Designed Sewer: Diameter mm	Length m	Slope ‰	Velocity (Full) m/sec	Capacity (Full) m³/sec	Elevation Ground Surface m	Sewer Invert Elevation m	Earth Covering m	Remarks
Force main sewer																							0.001								Force main sewer								
68		115.00	46,400		587.50	70,500		152.20	10,654		460	1,740		14.60	125		48.30	2,063		971.00	131,482	2.49	0.072	147.80	130.60	0.007	840.40	0.061	0.941	68	600×2	152.00				2.03	0.403	1.00	
																																				1.20	0.373	—	

to Waste Stabilization Pond

Zone – C

No. of Sewers	Area by Land Use and Population: Residential 120 persons/ha, Area, Increment (ha)	Residential 120 persons/ha, Area, Total (ha)	Residential 120 persons/ha, Population (persons)	Residential 70 persons/ha, Area, Increment (ha)	Residential 70 persons/ha, Area, Total (ha)	Residential 70 persons/ha, Population (persons)	Residential, Area, Increment (ha)	Residential, Area, Total (ha)	Residential, Population (persons)	North Mergong Industrial, Area, Increment (ha)	North Mergong Industrial, Area, Total (ha)	North Mergong Industrial, Population (persons)	South Mergong Industrial, Area, Increment (ha)	South Mergong Industrial, Area, Total (ha)	South Mergong Industrial, Population (persons)	School, Area, Increment (ha)	School, Area, Total (ha)	School, Population (persons)	Area, Increment (ha)	Area, Total (ha)	Population (persons)	Peaking Factor	Design Flow: Domestic Waste (m^3/sec)	Other (m^3/sec)	Infiltration I, Area (ha)	Infiltration I, Flow (m^3/sec)	Infiltration II, Area (ha)	Infiltration II, Flow (m^3/sec)	Total (m^3/sec)	No. of Sewers	Designed Sewer: Diameter (mm)	Length (m)	Slope (‰)	Velocity (Full) (m/sec)	Capacity (Full) (m^3/sec)	Elevation Ground Surface (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Earth Covering (m)	Remarks
1				6.77		474													6.77		474	5.56	0.007				6.77	0.001	0.008	1	225	365.00	2.8	0.61	0.025	(2.40) (2.40)	1.155 0.155	1.00 2.62	
2				20.21	26.98	1.889										0.80		10	21.01	27.98	1.899	4.56	0.023				27.78	0.002	0.025	2	225	470.00	2.8	0.61	0.025	(2.40) 2.40	0.192 -1.183	2.02 3.24	
3	2.50		300	27.79	54.77	3.834										3.20	4.00	50	33.49	61.27	4.184	4.08	0.045				61.27	0.005	0.050	3	375	985.00	2.2	0.75	0.086	2.40 (2.60)	-1.923 -3.968	3.83 5.56	
4	40.50	43.00	5,160	14.45	69.22	4.845											4.00	50	54.95	116.22	10.055	3.60	0.096				116.22	0.009	0.105	4	450	850.00	2.0	0.81	0.123	(2.60) (2.80)	-3.443 -3.943	5.56 6.25	
5		43.00	5,160	36.79	105.61	7.393				26.90		8.070					4.00	50	63.29	179.51	20.673	3.24	0.179				179.51	0.013	0.192	5	600	70.00	1.6	0.88	0.257	(2.80) (2.80)	-4.093 -4.205	6.25 6.56	U~30m Drain
	to P1 Pumping Station																															to P1 Pumping Station								
P1		43.00	5,160		105.61	7.393					26.90	8.070					4.00	50		179.51	20.673	3.24	0.179				179.51	0.013	0.192	P1										
	force main sewer																															Force main sewer								
6		43.00	5,160		105.61	7.393					26.90	8.070					4.00	50		179.51	20.673	3.24	0.179				179.51	0.013	0.192	6	375	40.00				(2.80) 2.82	1.393 1.413	1.00 1.00	
7		43.00	5,160		105.61	7.393				20.60	47.50	14.850					4.00	50	80.60	227.11	26.853	3.13	0.223				200.11	0.015	0.238	7	600	1350.00	1.6	0.88	0.257	2.82 2.80	1.176 -0.984	1.00 3.54	
	to 12																															to 12								
8										9.97		2.991							9.97		2.991	4.28	0.034				9.97	0.001	0.035	8	300	590.00	2.2	0.65	0.047	(2.00) (1.50)	0.679 -0.487	1.00 1.67	
9										23.77	33.74	10.122							23.77	33.74	10.122	3.59	0.097				33.74	0.003	0.100	9	450	990.00	2.0	0.81	0.123	(1.50) (1.00)	-0.637 -1.417	1.67 1.92	
10	5.68		6.82				5.00		2,000	34.68	48.42	20.524							45.36	79.10	22.208	3.19	0.197				79.10	0.006	0.203	10	600	285.00	1.6	0.88	0.257	(1.00) 2.19	-1.567 -2.567	1.92 4.11	U~0m Drain
11	3.04	8.72	1,046					5.00	2,000	17.82	66.24	25,872							20.86	99.96	28,918	3.09	0.238				99.96	0.007	0.245	11	600	510.00	1.6	0.88	0.257	2.19 2.20	-2.567 -3.643	4.11 5.10	U~260m Drain
12	54.18	105.90	12,708		105.61	7.393		5.00	2,000	12.26	146.00	43,900					4.00	50	66.44	366.51	65,951	2.75	0.483				366.51	0.027	0.510	12	900	145.00	1.0	0.91	0.598	2.20 1.91	-3.843 -3.988	5.08 4.94	
	to P2 Pumping Station																															to P2 Pumping Station								
P2		105.90	12,708		105.61	7.393		5.00	2,000		146.00	43,900					4.00	50		366.51	65,951	2.75	0.483				366.51	0.027	0.510	P2										
	force main sewer																															Force main sewer								
13		105.90	12,708		105.61	7.393		5.00	2,000		146.00	43,900					4.00	50		366.51	65,951	2.75	0.483				366.51	0.027	0.510	13	600	485.00				1.91 1.81	0.166 1.810	1.10 1.00	U~485m Drain
14	52.68	142.58	17,110		105.61	7.393		5.00	2,000		146.00	43,800				10.60	14.60	243	47.28	413.79	70,546	2.72	0.511				413.79	0.030	0.541	14	900	575.00	1.0	0.91	0.598	1.81 (2.19)	-0.155 -0.808	1.00 1.99	
	to P4 Pumping Station																															to P4 Pumping Station								
15				8.89		622													8.89		622	5.35	0.009				8.89	0.001	0.010	15	225	415.00	2.8	0.61	0.025	(2.40) (2.40)	1.155 -0.007	1.00 2.16	
16				19.81	28.70	2.009													19.81	28.70	2.009	4.53	0.024				28.79	0.002	0.026	16	300	525.00	2.2	0.65	0.047	(2.40) (2.40)	-0.082 -1.237	2.16 3.32	
17	9.33		1,120	17.79	46.49	3,256										1.00		74	28.12	56.82	4,448	4.04	0.048				56.82	0.004	0.052	17	375	640.00	2.2	0.75	0.086	(2.40) 2.62	-1.312 -2.808	3.31 5.02	
	to 21																															to 21								
18				8.09		566													8.09		566	5.42	0.008				8.09	0.001	0.009	18	225	135.00	2.8	0.61	0.025	(2.00) (2.00)	0.755 0.377	1.00 1.38	
19				29.92	38.01	2,661													29.92	38.01	2,661	4.35	0.031				38.01	0.003	0.034	19	300	560.00	2.2	0.65	0.047	(2.00) (2.30)	0.302 -0.970	1.38 2.91	
20	2.96		247	8.89	46.90	3,283													10.95	48.96	3,530	4.18	0.039				48.96	0.004	0.043	20	300	370.00	2.2	0.65	0.047	(2.30) 2.62	-0.970 -1.744	2.91 4.04	U~240m Drain
21	13.58	24.97	2,996		93.39	6,537											1.00	74	13.58	119.36	9,607	3.62	0.093				119.36	0.009	0.102	21	450	540.00	2.0	0.81	0.123	2.62 2.61	-2.889 -3.968	5.02 6.09	
	to P3 Pumping Station																															to P3 Pumping Station								

Zone – C

No. of Sewers	Area by Land Use and Population: Residential 120 persons/ha Area Increment (ha)	Residential 120 persons/ha Area Total (ha)	Residential 120 persons/ha Population (persons)	Residential 70 persons/ha Area Increment (ha)	Residential 70 persons/ha Area Total (ha)	Residential 70 persons/ha Population (persons)	Residential Area Increment (ha)	Residential Area Total (ha)	Residential Population (persons)	North Mergong Industrial Area Increment (ha)	North Mergong Industrial Area Total (ha)	North Mergong Industrial Population (persons)	South Mergong Industrial Area Increment (ha)	South Mergong Industrial Area Total (ha)	South Mergong Industrial Population (persons)	School Area Increment (ha)	School Area Total (ha)	School Population (persons)	Area Increment (ha)	Area Total (ha)	Population (persons)	Peaking Factor	Design Flow: Domestic Waste (m^3/sec)	Other (m^3/sec)	Infiltration I Area (ha)	Infiltration I Flow (m^3/sec)	Infiltration II Area (ha)	Infiltration II Flow (m^3/sec)	Total (m^3/sec)	No. of Sewers	Designed Sewer: Diameter (mm)	Length (m)	Slope (‰)	Velocity (Full) (m/sec)	Capacity (Full) (m^3/sec)	Elevation Ground Surface (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Earth Covering (m)	Remarks
P_3		24.97	2,996		93.39	6,537											1.00	74		119.96	9,607	3.62	0.099					119.96	0.009	0.102	P_3									
Force main sewer																																								
22		24.97	2,996		93.39	6,537											1.00	74		119.96	9,607	3.62	0.099					119.96	0.009	0.102	22	Force main sewer					2.61	0.799	1.49	U-150 Drain
																																900	215.00				2.12	0.799	1.00	
																																					2.12	0.476	1.00	
23	37.55	62.52	7,502		93.39	6,537							42.00			0.30	1.30	79	40.85	200.91	14,118	3.43	0.189	0.051				200.81	0.015	0.195	23	600	920.00	1.6	0.88	0.257	2.13	-0.996	2.49	
to P_4 Pumping Station																																to P_4 Pumping Station								
P_4		205.10	24,612		199.00	13,930		5.00	2,000		146.00	43,800		43.00			15.90	927		614.00	84,664	2.55	0.598	0.051				614.00	0.045	0.694	P_4									
Force main sewer																																								
24		205.10	24,612		199.00	13,930		5.00	2,000		146.00	43,800		43.00			15.90	928		614.00	84,664	2.55	0.598	0.051				614.00	0.045	0.694	24	Force main sewer					2.137	-0.183	1.08	
																																675	415.00				1.54	-0.183	1.00	
to Waste Stabilization Pond																																								

Zone – D

No. of Sewers	Commercial 400 persons/ha: Area Increment (ha)	Commercial: Area Total (ha)	Commercial: Population (persons)	Residential 120 persons/ha: Area Increment (ha)	Residential 120: Area Total (ha)	Residential 120: Population (persons)	Residential: Area Increment (ha)	Residential: Area Total (ha)	Residential: Population (persons)	School: Area Increment (ha)	School: Area Total (ha)	School: Population (persons)	Park: Area Increment (ha)	Park: Area Total (ha)	Park: Population (persons)	Mosque 0 person/ha: Area Increment (ha)	Mosque: Area Total (ha)	Mosque: Population (persons)	Area Increment (ha)	Area Total (ha)	Population (persons)	Peaking Factor
1				2.10		252	1.50		660							0.90			3.90		912	5.07
2				6.73	8.83	1060		1.50	660								0.90		6.73	10.63	1,720	4.63
3	2.75		1100	14.20	23.03	2764		1.50	660	0.80		40					0.90		17.75	28.38	4,564	4.09
	to 10																					
4				17.65		2118													17.65		2,118	4.49
5				5.88	23.53	2824													5.88	23.53	2,824	4.31
6				0.42	23.95	2874													0.42	23.95	2,874	4.30
7				17.86	41.81	5017				1.40		50				0.40			19.66	43.61	5,067	3.97
8				22.17	63.98	7678					1.40	50					0.40		22.17	65.78	7,728	3.73
9				11.45	75.43	9052					1.40	50					0.40		11.45	77.23	9,102	3.65
10		2.75	1100	19.14	111.60	13,392		1.50	660		2.20	90					0.70		19.14	118.75	15,242	3.39
	to 13																					
11				22.17		2660				2.20		50							24.37		2,710	4.34
12				5.88	28.05	3366					2.20	50							5.88	30.25	3,416	4.20
13		2.75	11.00	38.00	172.65	20,718		1.50	660		4.40	140					0.70		39.66	182.00	22,618	3.20
14	15.64	18.39	7356	22.80	195.45	23,454		1.50	660	1.40	5.80	164				1.10	1.80		40.94	222.94	31,694	3.05
15	5.73	24.12	9648	1.01	196.46	23,575		1.50	660		5.80	164	9.60				1.80		16.34	239.28	34,047	3.02
	to P1 Pumping Station																					
P1		24.12	9648		196.46	23,575		1.50	6.60		5.80	164		9.60			1.80			239.28	34,047	3.02
16	7.64	31.76	12704	9.25	205.71	24,685		1.50	6.60		5.80	164		9.60			1.80		16.89	256.17	38,213	2.97
	to 22																					
17				14.29		1,715				0.50		36							14.79		1,751	4.52
18				37.85	48.14	5,057				11.20	11.70	293							39.05	59.84	5,350	3.94
	to 21																					
19				15.13		1,816													15.13		1,816	4.59
20				7.57	22.70	2,724													7.57	22.70	2,724	4.33
21	6.69		2676	1.00	76.98	9,238					11.70	293							18.77	95.81	12,199	3.50
22	1.55	40.00	16000	99.87	315.50	37,860		1.50	6.60	1.8	19.90	546		9.00		0.30	2.10		96.52	388.00	55,066	2.82
23		40.00	16,000	25.84	341.34	40,961		1.50	6.60		19.90	546		9.60			2.10		25.84	413.84	58,167	2.80

No. of Sewers	Domestic Waste (m³/sec)	Other (m³/sec)	Infiltration I: Area (ha)	Infiltration I: Flow (m³/sec)	Infiltration II: Area (ha)	Infiltration II: Flow (m³/sec)	Total (m³/sec)	No. of Sewers	Diameter (mm)	Length (m)	Slope (‰)	Velocity (Full) (m/sec)	Capacity (Full) (m³/sec)	Ground Surface Elevation (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Earth Covering (m)	Remarks
1	0.012				3.90	0.001	0.013	1	⊙ 225	230.00	2.8	0.61	0.085	1.22 (1.70)	-0.085 -0.669	1.00 2.12	
2	0.021				10.63	0.001	0.022	2	⊙ 225	250.00	2.8	0.61	0.025	(1.70) 2.12	-0.669 -1.369	2.12 3.24	
3	0.049		2.75	0.001	25.69	0.002	0.052	3	⊙ 375	585.00	2.2	0.75	0.086	2.12 (1.90)	-1.519 -2.806	3.29 4.30	
									to 10								
4	0.025				17.65	0.001	0.026	4	⊙ 300	50.00	2.2	0.65	0.047	(1.50) 1.53	0.179 0.069	1.00 1.14	
5	0.032				23.53	0.002	0.034	5	⊙ 300	210.00	2.2	0.65	0.047	1.53 (2.00)	0.069 -0.613	1.14 2.29	
6	0.033				23.95	0.002	0.035	6	⊙ 300	120.00	2.2	0.65	0.047	(2.00) (2.00)	-0.618 -0.877	2.29 2.56	
7	0.054				43.61	0.003	0.057	7	⊙ 375	80.00	2.2	0.75	0.086	(2.00) (2.00)	-0.952 -1.128	2.55 2.73	
8	0.077				65.78	0.005	0.082	8	⊙ 375	430.00	2.2	0.75	0.086	(2.00) (1.90)	-1.120 -2.074	2.72 3.57	
9	0.088				77.23	0.006	0.094	9	⊙ 450	220.00	2.0	0.81	0.133	(1.90) (1.90)	-2.149 -2.589	3.56 4.00	
10	0.138		2.75	0.001	116.00	0.009	0.148	10	⊙ 525	345.00	1.6	0.85	0.191	(1.90) (1.70)	-2.956 -3.513	4.29 4.75	
									to 13								
11	0.031				24.37	0.002	0.031	11	⊙ 300	655.00	2.2	0.65	0.047	(2.50) 1.53	1.179 -0.242	1.00 1.47	
12	0.038				30.25	0.002	0.040	12	⊙ 300	260.00	2.2	0.65	0.047	1.53 (1.70)	-0.262 -0.834	1.47 2.21	
13	0.193		2.75	0.001	179.25	0.013	0.207	13	⊙ 600	465.00	1.6	0.88	0.257	(1.70) 2.04	-3.688 -4.432	4.74 5.83	
14	0.257		18.39	0.001	204.55	0.015	0.273	14	⊙ 675	395.00	1.4	0.89	0.327	2.04 (2.80)	-4.507 -5.060	5.62 7.14	
15	0.274		24.12	0.001	215.16	0.016	0.291	15	⊙ 675	30.00	1.4	0.89	0.327	(2.80) (2.80)	-5.060 -5.102	7.14 7.18	
									to P1 Pumping Station								
P1	0.274		24.12	0.001	215.16	0.016	0.291	P1									
16	0.302		31.76	0.002	224.41	0.016	0.320	16	⊙ 675	825.00	1.4	0.89	0.327	(2.80) 3.04	1.082 -0.132	1.05 2.45	
									to 22								
17	0.022				14.79	0.001	0.023	17	⊙ 225	545.00	2.8	0.61	0.025	(2.50) 2.35	1.255 -0.271	1.00 2.38	
18	0.056				59.84	0.004	0.060	18	⊙ 375	450.00	2.2	0.75	0.086	2.35 2.50	-0.421 -1.411	2.36 3.50	
									to 21								
19	0.022				15.13	0.001	0.023	19	⊙ 225	575.00	2.8	0.61	0.025	2.40 2.38	1.155 -0.455	1.00 2.59	
20	0.031				22.70	0.002	0.033	20	⊙ 300	345.00	2.2	0.55	0.047	2.30 2.50	-0.530 -1.209	2.59 3.47	
21	0.114		6.69	0.001	88.62	0.007	0.122	21	⊙ 450	375.00	2.0	0.81	0.133	2.50 3.04	-1.486 -2.236	3.50 4.79	V-375 Drain
22	0.413		40.00	0.002	348.00	0.025	0.440	22	⊙ 900	680.00	1.0	0.91	0.598	3.04 (2.00)	-2.686 -3.366	4.86 4.40	Crossing Railway
23	0.493		40.00	0.002	373.84	0.027	0.452	23	⊙ 900	20.00	1.0	0.91	0.598	(2.00) (2.00)	-3.066 -3.286	4.40 4.42	

Zone - D

Area by Land Use and Population

No. of Sewers	Commercial 400 persons/ha – Area Increment (ha)	Commercial – Area Total (ha)	Commercial – Population (persons)	Residential 120 persons/ha – Area Increment (ha)	Residential 120 – Area Total (ha)	Residential 120 – Population (persons)	Residential – Area Increment (ha)	Residential – Area Total (ha)	Residential – Population (persons)	School – Area Increment (ha)	School – Area Total (ha)	School – Population (persons)	Park – Area Increment (ha)	Park – Area Total (ha)	Park – Population (persons)	Mosque 0 person/ha – Area Increment (ha)	Mosque – Area Total (ha)	Mosque – Population (persons)
	to P2 Pumping Station																	
P2 Force main sewer		40.00	16,000		341.34	40,961		1.50	6.60		19.30	546		9.60		2.10		
24		40.00	16,000		341.34	40,961		1.50	6.66		19.00	546		9.60		2.10		
	to Waste Stabilization Pond																	
25				11.56		1,387				4.00		64						
26				20.11	31.67	3,800					4.00	64						
	to 29																	
27				14.58		1,750				18.80		290						
28				6.74	21.32	2,558					18.80	290						
29				10.46	63.45	7,614					17.80	975						
	to 31																	
30				19.68		1,642												
31				26.65	109.78	12,454					17.80	975						
	to 35																	
32				16.79		2,015				2.60		50						
33				24.14	40.93	4,912					2.60	50						
34				14.78	55.71	6,685					2.60	50						
35				0.61	180.10	19,212					20.40	425						
	to 38																	
36				17.70		2,124												
37				35.50	53.20	6,384												
38				10.46	223.76	26,851					20.40	425						
	to P3 Pumping Station																	
P3 Force main sewer					223.76	26,851					20.40	425						
39					223.76	26,851					20.40	425						
	to Waste Stabilization Pond																	

Area, Design Flow and Designed Sewer

No. of Sewers	Area Increment (ha)	Area Total (ha)	Population (persons)	Peaking Factor	Domestic Waste (m³/sec)	Other (m³/sec)	Infiltration I Area (ha)	Infiltration I Flow (m³/sec)	Infiltration II Area (ha)	Infiltration II Flow (m³/sec)	Total (m³/sec)	No. of Sewers	Diameter (mm)	Length (m)	Slope (‰)	Velocity (Full) (m/sec)	Capacity (Full) (m³/sec)	Ground Surface Elevation (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Earth Covering (m)	Remarks
													to P1 Pumping Station								
P2		413.84	58,167	2.80	0.433		40.00	0.002	373.84	0.027	0.462	P2									
24		413.84	58,167	2.80	0.433		40.00	0.002	373.84	0.027	0.462	24	Force main sewer ⌀600	1440.00				(9.00) / (2.20)	0.856 / 0.556	1.00 / 1.00	U~260 Drain
25	15.56		1,471	4.72	0.019				15.56	0.001	0.020	25	⌀225	560.00	2.8	0.61	0.025	(2.40) / (2.40)	1.155 / -0.413	1.00 / 2.57	
26	20.11	35.67	3,884	4.12	0.043				35.67	0.003	0.046	26	⌀300	500.00	2.2	0.65	0.047	(2.40) / (2.40)	-0.488 / -1.588	2.57 / 2.57	
													to 29								
27	28.98		2,040	4.52	0.025				28.98	0.002	0.027	27	⌀300	1000.00	2.2	0.65	0.047	(2.40) / (2.40)	1.079 / -1.121	1.00 / 3.20	
28	6.74	35.12	2,848	4.31	0.093				35.12	0.003	0.096	28	⌀300	440.00	2.2	0.65	0.047	(2.40) / (2.40)	-1.121 / -2.089	3.20 / 3.81	
29	10.46	81.25	7,989	3.72	0.079				81.25	0.006	0.085	29	⌀375	335.00	2.2	0.75	0.086	(2.40) / (2.40)	-2.164 / -2.901	4.16 / 4.89	U~110 Drain
													to 31								
30	19.68		1,648	4.66	0.020				19.68	0.001	0.021	30	⌀225	1110.00	2.0	0.61	0.025	(2.00) / (2.40)	0.755 / -2.358	1.00 / 4.51	
31	26.65	121.58	12,889	3.47	0.119				101.58	0.009	0.128	31	⌀450	835.00	2.0	0.81	0.133	(2.40) / (2.40)	-2.976 / -4.646	4.89 / 6.56	
													to 35								
32	19.99		2,065	4.51	0.025				19.99	0.001	0.026	32	⌀300	760.00	2.2	0.55	0.037	2.14 / 2.40	0.819 / -0.853	1.00 / 2.93	
33	24.14	43.53	4,962	3.98	0.053				43.53	0.003	0.056	33	⌀375	460.00	2.2	0.75	0.086	2.40 / (2.40)	-1.617 / -2.629	3.61 / 4.62	U~0 Drain
34	14.78	58.31	6,795	3.81	0.068				58.31	0.004	0.072	34	⌀375	330.00	2.2	0.75	0.086	(2.40) / (2.40)	-2.629 / -3.355	4.62 / 5.35	
35	0.61	180.50	19,627	3.27	0.171				180.50	0.013	0.184	35	⌀525	190.00	1.8	0.85	0.191	(2.40) / (2.40)	-4.721 / -4.955	6.56 / 6.79	
													to 38								
36	17.70		2,124	4.49	0.025				17.70	0.001	0.026	36	⌀300	1,000.00	2.2	0.65	0.047	(2.00) / (2.80)	0.679 / -1.497	1.00 / 3.68	
37	35.50	53.20	6,384	3.84	0.065				53.20	0.004	0.069	37	⌀375	430.00	2.2	0.75	0.086	(2.80) / (2.40)	-1.772 / -2.718	3.67 / 4.71	
38	10.46	244.16	27,276	3.12	0.226				244.16	0.018	0.244	38	⌀600	190.00	1.6	0.88	0.257	(2.40) / 2.40	-5.030 / -5.222	4.79 / 5.95	
													to P3 Pumping Station								
P3		244.16	27,276	3.12	0.226				244.16	0.018	0.244	P3									
39		244.16	27,276	3.12	0.226				244.16	0.018	0.244	39	Force main sewer ⌀450	1555.00				2.40 / (2.80)	2.400 / 0.712	— / 1.00	U~0 Drain crossing Rail way

Zone - E

No. of Sewers	Area by Land Use and Population: Commercial 400 persons/ha, Area, Increment (ha)	Commercial, Area, Total (ha)	Commercial, Population (persons)	Residential 120 persons/ha, Area, Increment (ha)	Residential, Area, Total (ha)	Residential, Population (persons)	Industrial, Area, Increment (ha)	Industrial, Area, Total (ha)	Industrial, Population (persons)	School, Area, Increment (ha)	School, Area, Total (ha)	School, Population (persons)	Area, Increment (ha)	Area, Total (ha)	Area, Population (persons)	Area, Increment (ha)	Area, Total (ha)	Area, Population (persons)	Area, Increment (ha)	Area, Total (ha)	Area, Population (persons)
1							18.00														
2				14.22		1,706		18.00													
3	7.58		3,032		14.22	1,706		18.00													
4	1.68	9.26	3,704	7.53	21.75	2,610		18.00		1.40		139									
	to 7																				
5	8.74		3,496	9.62		1,154															
6		8.74	3,496	22.59	32.21	3,865				3.50		90									
7		18.00	7,200	19.66	71.62	8,834		18.00		1.20	6.10	225									
8		18.00	7,200	4.18	77.80	9,336		18.00		5.10	11.20	225									
	to Waste Stabilization Pond																				

No. of Sewers	Area, Increment (ha)	Area, Total (ha)	Population (persons)	Peaking Factor	Design Flow: Domestic Waste (m^3/sec)	Industrial Waste (m^3/sec)	Infiltration I: Area (ha)	Infiltration I: Flow (m^3/sec)	Infiltration II: Area (ha)	Infiltration II: Flow (m^3/sec)	Total (m^3/sec)	No. of Sewers	Designed Sewer: Diameter (mm)	Length (m)	Slope (‰)	Velocity (Full) (m/sec)	Capacity (Full) (m^3/sec)	Elevation Ground Surface (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Earth Covering (m)	Remarks
1	18.00					0.054			18.00	0.001	0.055	1	375	935.00	2.2	0.75	0.086	2.40 2.58	0.493 -1.064	1.00 4.05	
2	14.22	32.22	1,706	4.69	0.081	0.054			32.22	0.002	0.077	2	375	490.00	2.2	0.75	0.086	2.58 2.19	-1.064 -2.010	4.05 2.80	
3	7.58	39.80	4,738	4.00	0.051	0.054	7.58	0.001	32.22	0.002	0.108	3	450	370.00	2.0	0.81	0.133	2.19 1.80	-2.085 -2.885	3.79 4.14	
4	10.61	50.41	6,453	3.83	0.066	0.054	9.26	0.001	41.15	0.003	0.124	4	450	635.00	2.0	0.81	0.133	1.80 (8.00)	-2.885 -4.095	4.14 5.61	
													to 7								
5	18.36		4,650	4.01	0.050		8.74	0.001	9.62	0.001	0.052	5	375	780.00	2.2	0.75	0.086	(8.00) 1.94	0.492 -1.083	1.00 8.56	
6	26.09	44.45	7,981	3.76	0.074		8.74	0.001	35.71	0.003	0.078	6	375	655.00	2.2	0.75	0.086	1.94 (8.00)	-1.083 -2.464	8.56 4.06	
7	20.86	115.72	16,259	3.36	0.145	0.054	18.00	0.001	97.72	0.007	0.207	7	600	905.00	1.6	0.88	0.257	(8.00) 2.40	-4.265 -4.793	5.60 6.69	
8	9.28	125.00	16,791	3.34	0.149	0.054	18.00	0.001	107.00	0.008	0.212	8	600	835.00	1.6	0.88	0.257	2.40 2.40	-4.793 -5.869	6.99 7.03	

Note : 1) All populations present equivalent value

2) For infiltration, columns I and II in Design Flow indicate the commercial and institution area, and the residential, school and masque area respectively.

3) Figures in parentheses in the column "Elevation Ground Surface" are based on our survey on requirement for sewerage system

4) For the remarks,

a) U ~ 100m : indicates the distance from upstream of sewer.

b) Drain : indicates for an existing drain or a drain developed in the Drainage Study to cross at the above point

表K－2　流　　量　　表

Dia. of Sewer (m)	0.153 (150)*		0.229 (225)*		0.304 (300)*		0.381 (375)*		0.457 (450)*		0.534 (525)*		0.610 (600)*	
Sectional Area (m^2)	0.018		0.041		0.073		0.114		0.164		0.224		0.292	
Wetted Perimeter (m)	0.481		0.719		0.955		1.197		1.436		1.678		1.916	
Hydraulic Radius (m)	0.038		0.057		0.076		0.095		0.114		0.133		0.152	
Slope of Sewer (0/00)	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
14.0	1.033	0.019	1.352	0.056	1.633	0.119	1.898	0.216	2.143	0.352	2.377	0.532	2.598	0.759
13.0	0.996	0.018	1.303	0.054	1.574	0.114	1.829	0.209	2.065	0.339	2.291	0.513	2.503	0.732
12.0	0.957	0.018	1.252	0.052	1.512	0.110	1.757	0.200	1.984	0.325	2.201	0.493	2.405	0.703
11.0	0.916	0.017	1.198	0.049	1.448	0.105	1.683	0.192	1.900	0.312	2.107	0.472	2.303	0.673
10.0	0.873	0.016	1.143	0.047	1.380	0.100	1.604	0.183	1.811	0.297	2.009	0.450	2.196	0.642
9.0	0.828	0.015	1.084	0.045	1.309	0.095	1.522	0.174	1.718	0.282	1.906	0.427	2.083	0.609
8.5	0.805	0.015	1.053	0.043	1.272	0.092	1.479	0.169	1.670	0.274	1.852	0.415	2.024	0.592
8.0	0.781	0.014	1.022	0.042	1.234	0.090	1.435	0.164	1.620	0.266	1.797	0.402	1.964	0.574
7.5	0.756	0.014	0.990	0.041	1.195	0.087	1.389	0.158	1.569	0.257	1.740	0.390	1.902	0.556
7.0	0.731	0.013	0.956	0.039	1.155	0.084	1.342	0.153	1.515	0.249	1.681	0.377	1.837	0.537
6.5	0.704	0.013	0.921	0.038	1.113	0.081	1.293	0.147	1.460	0.240	1.620	0.363	1.770	0.517
6.0	0.676	0.012	0.885	0.036	1.069	0.078	1.243	0.142	1.403	0.230	1.556	0.349	1.701	0.497
5.5	0.648	0.012	0.847	0.035	1.024	0.074	1.190	0.136	1.343	0.220	1.490	0.334	1.628	0.476
5.0	0.617	0.011	0.808	0.033	0.976	0.071	1.134	0.129	1.281	0.210	1.421	0.318	1.553	0.454
4.5	0.586	0.011	0.767	0.032	0.926	0.067	1.076	0.123	1.215	0.199	1.348	0.302	1.473	0.430
4.0	0.552	0.010	0.723	0.030	0.873	0.063	1.015	0.116	1.145	0.188	1.271	0.285	1.389	0.406
3.5	0.517	0.009	0.676	0.028	0.817	0.059	0.949	0.108	1.072	0.176	1.189	0.266	1.299	0.380
3.0	0.478	0.009	0.626	0.026	0.756	0.055	0.879	0.100	0.992	0.163	1.101	0.246	1.203	0.351
2.8	0.462	0.008	0.605	0.025	0.730	0.053	0.849	0.097	0.958	0.157	1.063	0.238	1.162	0.340
2.6	0.445	0.008	0.583	0.024	0.704	0.051	0.818	0.093	0.924	0.151	1.025	0.229	1.120	0.327
2.5	0.437	0.008	0.571	0.024	0.690	0.050	0.802	0.091	0.906	0.149	1.005	0.225	1.098	0.321
2.4	0.428	0.008	0.560	0.023	0.676	0.049	0.786	0.090	0.887	0.146	0.984	0.220	1.076	0.314
2.2	0.410	0.008	0.536	0.022	0.647	0.047	0.753	0.086	0.850	0.139	0.942	0.211	1.030	0.301
2.0	0.391	0.007	0.511	0.021	0.617	0.045	0.717	0.082	0.810	0.133	0.899	0.201	0.982	0.287
1.9	0.381	0.007	0.498	0.021	0.602	0.044	0.699	0.080	0.789	0.129	0.876	0.196	0.957	0.280

Note: V: Full Velocity (m/s)
Q: Full Capacity (m^3/s)

Dia. of Sewer (m)	0.153 (150)*		0.229 (225)*		0.304 (300)*		0.381 (375)*		0.457 (450)*		0.534 (525)*		0.610 (600)*	
Sectional Area (m^2)	0.018		0.041		0.073		0.114		0.164		0.224		0.292	
Wetted Perimeter (m)	0.481		0.719		0.955		1.197		1.436		1.678		1.916	
Hydraulic Radius (m)	0.038		0.057		0.076		0.095		0.114		0.133		0.152	
Slope of Sewer (0/00)	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
1.8	0.370	0.007	0.485	0.020	0.586	0.043	0.681	0.078	0.768	0.126	0.852	0.191	0.932	0.272
1.7	0.360	0.007	0.471	0.019	0.569	0.041	0.661	0.075	0.747	0.122	0.828	0.186	0.905	0.265
1.6	0.349	0.006	0.457	0.019	0.552	0.040	0.642	0.073	0.724	0.119	0.804	0.180	0.878	0.257
1.5	0.338	0.006	0.443	0.018	0.535	0.039	0.621	0.071	0.701	0.115	0.778	0.174	0.850	0.249
1.4	0.327	0.006	0.428	0.018	0.516	0.037	0.600	0.068	0.678	0.111	0.752	0.168	0.822	0.240
1.3	0.315	0.006	0.412	0.017	0.498	0.036	0.578	0.066	0.653	0.107	0.724	0.162	0.792	0.231
1.2	0.303	0.006	0.396	0.016	0.478	0.035	0.556	0.063	0.627	0.103	0.699	0.156	0.761	0.222
1.1	0.290	0.005	0.379	0.016	0.458	0.033	0.532	0.061	0.601	0.099	0.666	0.149	0.728	0.213
1.0	0.276	0.005	0.361	0.015	0.436	0.032	0.507	0.058	0.573	0.094	0.635	0.142	0.694	0.203
0.9	0.262	0.005	0.343	0.014	0.414	0.030	0.481	0.055	0.543	0.089	0.603	0.135	0.659	0.193
0.8	0.247	0.005	0.323	0.013	0.390	0.028	0.454	0.052	0.512	0.084	0.568	0.127	0.621	0.181
0.7	0.231	0.004	0.302	0.012	0.365	0.027	0.424	0.048	0.479	0.079	0.532	0.119	0.581	0.170
0.6	9.214	0.004	0.280	0.012	0.338	0.025	0.393	0.045	0.444	0.073	0.492	0.110	0.538	0.157
0.5	0.195	0.004	0.256	0.011	0.309	0.022	0.359	0.041	0.405	0.066	0.449	0.101	0.491	0.143
0.4	0.175	0.003	0.229	0.009	0.276	0.020	0.321	0.037	0.362	0.059	0.402	0.090	0.439	0.128

Note: V: Full Velocity (m/s)
Q: Full Capacity (m^3/s)

Dia. of Sewer (m)	0.685 (675)*		0.762 (750)*		0.838 (825)*		0.915 (900)*		1.066 (1,050)*		1.219 (1,200)*		1.372 (1,850)*	
Sectional Area (m^2)	0.369		0.456		0.552		0.658		0.892		1.167		1.478	
Wetted Perimeter (m)	2.152		2.394		2.633		2.875		3.349		3.830		4.310	
Hydraulic Radius (m)	0.171		0.191		0.210		0.229		0.266		0.305		0.343	
Slope of Sewer (0/00)	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
14.0	2.807	1.034	3.013	1.374	3.211	1.771	3.404	2.239	3.769	3.364	4.122	4.810	4.460	6.593
13.0	2.705	0.997	2.904	1.324	3.094	1.706	3.280	2.157	3.632	3.242	3.972	4.635	4.298	6.354
12.0	2.599	0.958	2.790	1.272	2.972	1.639	3.152	2.072	3.490	3.114	3.816	4.454	4.129	6.104
11.0	2.488	0.917	2.671	1.218	2.846	1.570	3.018	1.984	3.341	2.982	3.654	4.264	3.953	5.844
10.0	2.372	0.874	2.547	1.161	2.713	1.497	2.877	1.892	3.186	2.843	3.484	4.066	3.769	5.572
9.0	2.250	0.829	2.416	1.102	2.574	1.420	2.730	1.795	3.022	2.697	3.305	3.857	3.576	5.287
8.5	2.187	0.806	2.348	1.071	2.502	1.380	2.653	1.744	2.937	2.621	3.212	3.748	3.475	5.138
8.0	2.122	0.782	2.278	1.039	2.427	1.339	2.573	1.692	2.849	2.543	3.116	3.636	3.371	4.984
7.5	2.054	0.757	2.206	1.006	2.350	1.296	2.492	1.638	2.759	2.462	3.017	3.521	3.264	4.826
7.0	1.985	0.731	2.131	0.972	2.270	1.252	2.407	1.583	2.665	2.379	2.915	3.401	3.154	4.662
6.5	1.912	0.705	2.053	0.936	2.188	1.207	2.320	1.525	2.568	2.292	2.809	3.278	3.039	4.493
6.0	1.837	0.677	1.973	0.900	2.102	1.159	2.229	1.465	2.468	2.202	2.698	3.149	2.920	4.316
5.5	1.759	0.648	1.889	0.861	2.012	1.110	2.134	1.403	2.362	2.108	2.583	3.015	2.795	4.133
5.0	1.677	0.618	1.801	0.821	1.919	1.058	2.034	1.338	2.253	2.010	2.463	2.875	2.665	3.940
4.5	1.591	0.586	1.708	0.779	1.820	1.004	1.930	1.269	2.137	1.907	2.337	2.727	2.528	3.738
4.0	1.500	0.553	1.611	0.735	1.716	0.946	1.820	1.197	2.015	1.798	2.203	2.571	2.384	3.524
3.5	1.403	0.517	1.507	0.687	1.605	0.885	1.702	1.119	1.885	1.682	2.061	2.405	2.230	3.297
3.0	1.299	0.479	1.395	0.636	1.486	0.820	1.576	1.036	1.745	1.557	1.908	2.227	2.064	3.052
2.8	1.255	0.463	1.348	0.615	1.436	0.792	1.522	1.001	1.686	1.504	1.843	2.151	1.994	2.949
2.6	1.210	0.446	1.299	0.592	1.384	0.763	1.467	0.965	1.624	1.450	1.776	2.073	1.922	2.841
2.5	1.186	0.437	1.273	0.581	1.357	0.748	1.439	0.946	1.593	1.422	1.742	2.033	1.885	2.786
2.4	1.162	0.428	1.248	0.569	1.329	0.733	1.410	0.927	1.561	1.393	1.707	1.992	1.847	2.730
2.2	1.113	0.410	1.195	0.545	0.273	0.702	0.350	0.887	1.494	1.334	1.634	1.907	1.768	2.614
2.0	1.061	0.391	1.139	0.519	1.213	0.669	1.287	0.846	1.425	1.271	1.558	1.818	1.686	2.492
1.9	1.034	0.381	1.110	0.506	1.183	0.652	1.254	0.825	1.389	1.239	1.518	1.772	1.643	2.429

Note: V: Full Velocity (m/s)
Q: Full Capacity (m^3/s)

Dia. of Sewer (m)	0.685 (675)*	0.762 (750)*	0.838 (825)*	0.915 (900)*	1.066 (1,050)*	1.219 (1,200)*	1.372 (1,850)*
Sectional Area (m^2)	0.369	0.456	0.552	0.658	0.892	1.167	1.478
Wetted Perimeter (m)	2.152	2.394	2.633	2.875	3.349	3.830	4.310
Hydraulic Radius (m)	0.171	0.191	0.210	0.229	0.266	0.305	0.343

Slope of Sewer (0/00)	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
1.8	1.006	0.371	1.080	0.493	1.151	0.635	1.221	0.803	1.352	1.206	1.478	1.725	1.599	2.364
1.7	0.978	0.360	1.050	0.479	1.119	0.617	1.186	0.780	1.313	1.172	1.436	1.676	1.554	2.298
1.6	0.949	0.350	1.019	0.465	1.085	0.599	1.151	0.757	1.274	1.137	1.393	1.626	1.508	2.229
1.5	0.919	0.339	0.986	0.450	1.051	0.580	1.114	0.733	1.234	1.101	1.349	1.575	1.460	2.158
1.4	0.888	0.327	0.953	0.435	1.015	0.560	1.077	0.708	1.192	1.064	1.303	1.521	1.410	2.085
1.3	0.855	0.315	0.918	0.419	0.978	0.540	1.037	0.682	1.149	1.025	1.256	1.466	1.359	2.009
1.2	0.822	0.303	0.882	0.402	0.940	0.518	0.997	0.655	1.104	0.985	1.207	1.408	1.306	1.930
1.1	0.787	0.290	0.845	0.385	0.900	0.496	0.954	0.627	1.057	0.943	1.155	1.348	1.250	1.848
1.0	0.750	0.276	0.805	0.367	0.858	0.473	0.910	0.598	1.007	0.899	1.102	1.286	1.192	1.762
0.9	0.712	0.262	0.764	0.348	0.814	0.449	0.863	0.568	0.956	0.853	1.045	1.220	1.131	1.672
0.8	0.671	0.247	0.720	0.328	0.767	0.423	0.814	0.535	0.901	0.804	0.985	1.150	1.066	1.576
0.7	0.628	0.231	0.674	0.307	0.718	0.396	0.761	0.501	0.843	0.752	0.922	1.076	0.997	1.474
0.6	0.581	0.214	0.624	0.284	0.665	0.367	0.705	0.463	0.780	0.696	0.853	0.996	0.923	1.365
0.5	0.530	0.195	0.569	0.260	0.607	0.335	0.643	0.423	0.712	0.636	0.779	0.909	0.843	1.246
0.4	0.474	0.175	0.509	0.232	0.543	0.299	0.575	0.378	0.637	0.569	0.697	0.813	0.754	1.114

Note: V: Full Velocity (m/s)
Q: Full Capacity (m^3/s)

付 L.　水 質 汚 濁 解 析

1. 序　　論

Alor Setarは、Sg.KedahおよびSg.Anak Bukitに沿って発展した町である。

そのためAlor Setarの町から排出される家庭下水、商業排水及び工場排水は、側溝、小河川を経て、Sg. KedahおよびSg. Anak Bukitに全て流入し、両河川を汚濁している現況である。

そこでこのAppendixでは、Sg. KedahおよびSg. Anak Bukitの水質汚濁Simulation Modelを作り、Alor Setarの町が将来とも下水の整備がなされない場合と、遂時下水を整備し、完成した場合の2 Caseについて両河川の水質汚濁状況を予測しようとするものである。

ところで、Sg. Kedahには、Tidal Barrageがあり、その操作の状況がSg. Kedah 及びSg. Anak Bukitの水体の移動や、汚濁負荷の挙動に大きな影響を及ぼしている。

Tidal BarrageのGate、操作は雨期と乾期とでは異り、雨期においては必ず1日に1回又は2回開けられているのに対し、乾期においては、数日あるいは数拾日に1回開けられている現況である。

従って、Sg. Kedah及びSg. Anak Bukitの水質は、雨期よりも乾期の方が悪くなる。この点については、本Report作成に先立ち行われた、現地実測結果よりも明らかである。

このStudyでは以下に述べるような各種の要因について、大胆な仮定を行い、計算を進めたが、これらを実測あるいは実績に基づいて決定していけば、更に精度の高いModelとなっていくであろう。

2. 河川形状、水収支、水質Simulationのモデル化

2.1 河川の形状

河川の形状は、同一河川であっても地点により、あるいは同一地点であっても時間により異る。

そこで、このStudayでは（水質予測の結果に重大な影響を及ぼさない範囲内で）河川形状を単純化し、計算の簡素化を計った。

◎ 河 床 勾配

河床勾配は、Sg. Anak Bukit及びSg. Kedahをもとに、0.084‰とする。

（MPKSより入手したSg. Anak Bukitの縦断図及びDIDのDrainage Master Plan Reportに基づいた。）

Tidal Gateの底高を−12 feet（−3.658 m）とする。

◎ 横断形状

Sg. Kedah 及び Sg. Anak Bukit を次の３区間に分け、それぞれの区間の横断形状を図L－１、２、３のとおり単純化した。

分割した３区間とは次のとおりである。（図L－４参照）

区間Ⅰ　Sg。Kedah と Sg. Anak Bukit の合流点より下流の Sg. Kedah .

区間Ⅱ　Sg. Anak Bukit .

区間Ⅲ　Sg. Anak Bukit と Sg. Kedah 合流点より上流の Sg. Kedah .

Fig L—4 河川平面図

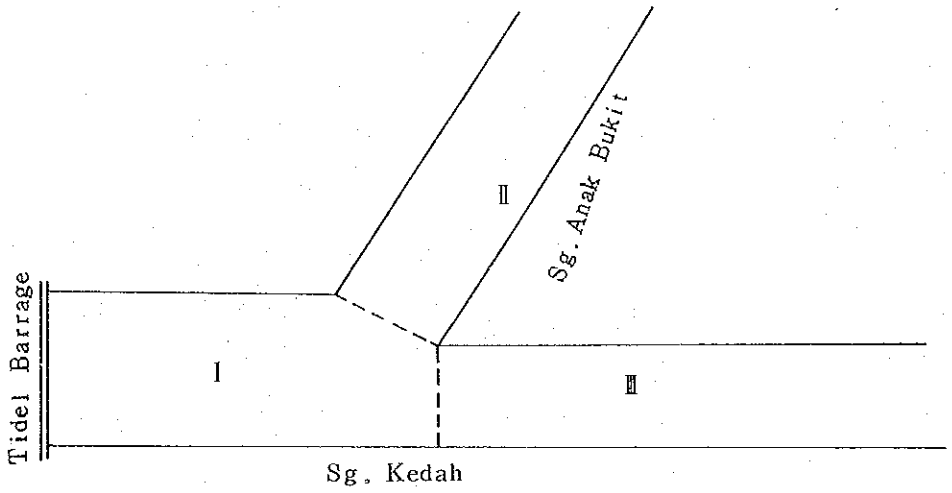
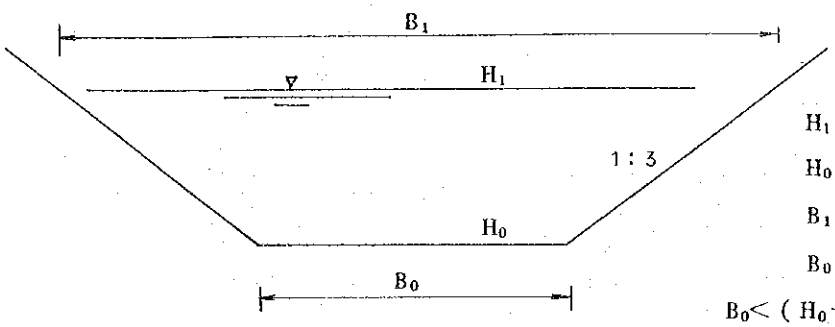


Fig.L-1 Sg.Kadeh.(Tidal Barrageから Sg.Anak Bukitの合流点まで)



H_1 : 水位 (m)

H_0 : 河床高 (m)

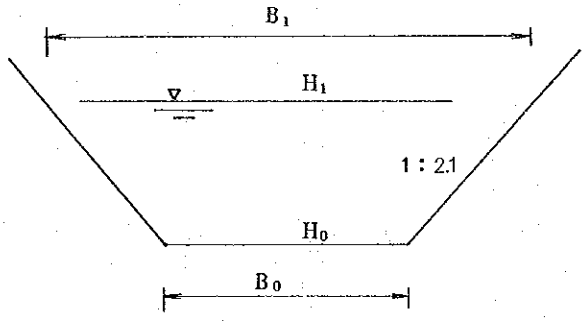
B_1 : 水面巾 (m)

B_0 : 河床巾 (m)

$B_0 < (H_0 + 15.7) \times 6.0$

$B_1 = (H_1 + 15.7) \times 6.0$

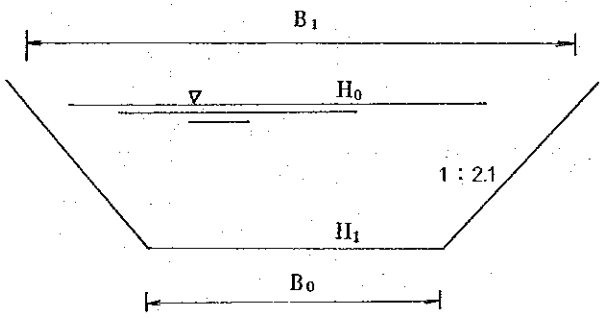
Fig. L-2 Sg. Anak Bukit



$B_0 = (H_0 + 8.6) \times 4.2$

$B_1 = (H_1 + 8.6) \times 4.2$

Fig. L-3 Sg. Kedak (Sg. Anak Bukit合流点より上流)



$B_0 = (H_0 + 13.4) \times 4.2$

$B_1 = (H_1 + 13.4) \times 4.2$

河床巾B_0は地点によって異り、水面巾B_1は水位によって異るが、代表的な地点の河床高及び河床巾を示すと図L－5のとおりである。

Fig L－5

Sg. Kedal			Sg. Anak Bakit	
河床巾 (m)	河床高 (+M)	Tidel Barrage よりの距離	河床高 (+M)	河床巾 (m)
72.252	−3.658	0.00		
72.978 41.425	−3.537	1.44	−3.537	21.265
42.441	−3.295	4.32	−3.295	22.281
43.457	−3.053	7.20	−3.053	23.297
44.474	−2.811	10.08	−2.811	24.314

2.2 水収支のモデル化

水収支のモデル化の前提として次のような仮定を行った。

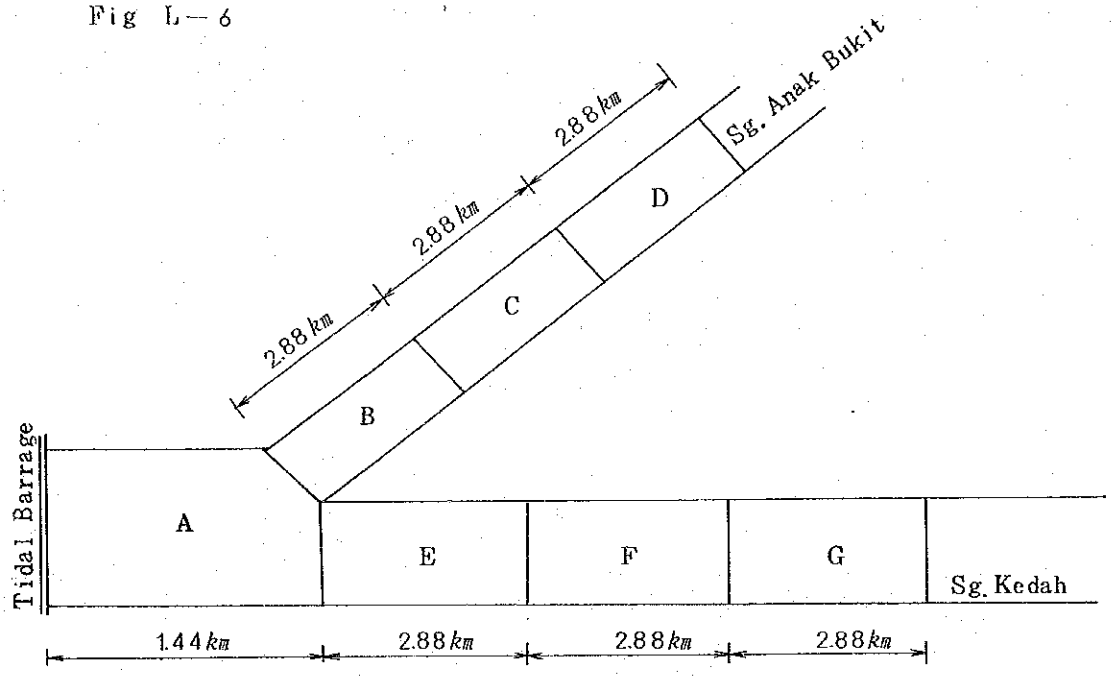
ⓐ 対象とする区間は、Tidel Barrage より10.08 kmまでとする。

ⓑ Tidel Barrage のゲートは、1回につき2時間以内しか開けられておらず、その後の水位上昇はきわめてゆるやかであるので、対象区間内は、全て同一水位であるものとする。

ⓒ 対象区間を図L－6に示すように、7区間に分割し、それぞれの水収支を考えるものと

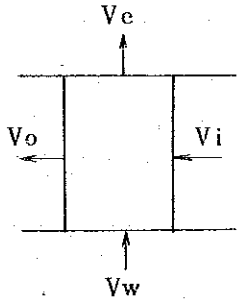
する。

Fig L－6



水収支の要素としては次のものを考えるものとする。

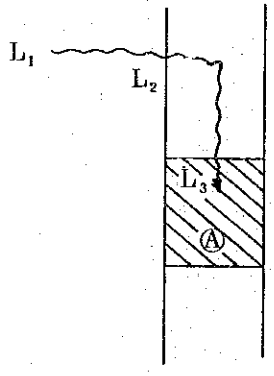
Fig L－7



Vo ：対象区間からの流出量
Vi ：対象区間への流入量
Ve ：蒸発及び浸透量
Vw ：流入下水量

2.3 汚濁Simulation Model

Fig L－8



L_1 ： 排出負荷量 (Kg／d)
L_2 ： 流達負荷量 (Kg／d)
L_3 ： 流出負荷量 (Kg／d)
L_3/L_1 ：流 達 率 ($=\alpha$)
L_3/L_2 ：浄 化 率 ($=\beta$)

汚濁モデルはFig L－8のように考える。

流達率αは、小流域の側溝の整備状況、人口密度、流域の大きさ等によって異る。浄化率βは、河川内の微生物層、流速、流下時間等によって異なるが河川内での滞留時間が長いことからStabilization Pondと同様なProcessにより浄化されるものと考え、次式によって表わされるものとする。

$$L_3 = L_2 \times \frac{1}{1+k_1 t} \qquad \text{(1)式}$$

ここに　t：流下時間（日）
　　k_1：浄化係数（1／日）

20℃におけるk_1は、Stabilization Pondの設計と同様0.23（1／d）を使用する。

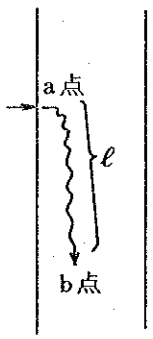
但し、次式により温度補正を行った。

$$k_T = k_{20}\theta^{T-20}$$

- k_T：T℃におけるk_1　（1／d）
- θ：温度補正係数　1.08
- T：水温（℃）　＝30℃とする。

$$k_T = 0.23 \times 1.08^{30-20}$$

$$= 0.4965$$



流下時間（t）は次式で表わされるものとする。

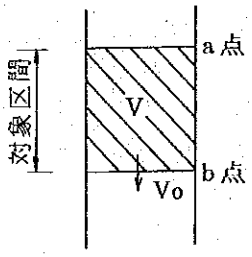
$$t = \ell / V \quad \text{(日)} \qquad \text{(2)式}$$

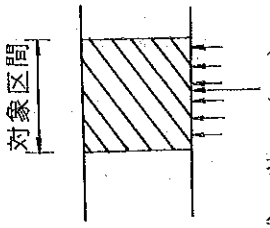
ここに　ℓ：流達地点aから流下地点bまでの距離（km）
　　V：流下速度（km／d）

流下速度Vは次式で表わされるものとする。

$$V = Vo / Ab \qquad \text{(3)式}$$

ここに　Vo：対象区間から流出する水量（m^3／d）
　　Ab：b点の断面積　（m^2）





対象区間への負荷の流入は、連続的あるいは集中的に負荷が流入してくるが、このStudyでは、対象区間へ流達する負荷が全て代表的地点から流入してくるものと仮定する。

現況および将来にわたって下水道が整備されない場合の各区間毎に流達する負荷の位置は図L－9に示すとおりである。又、Study Area全体が下水道整備された場合の流達負荷の位置関係はFig J－10のようになる。

Fig L－9

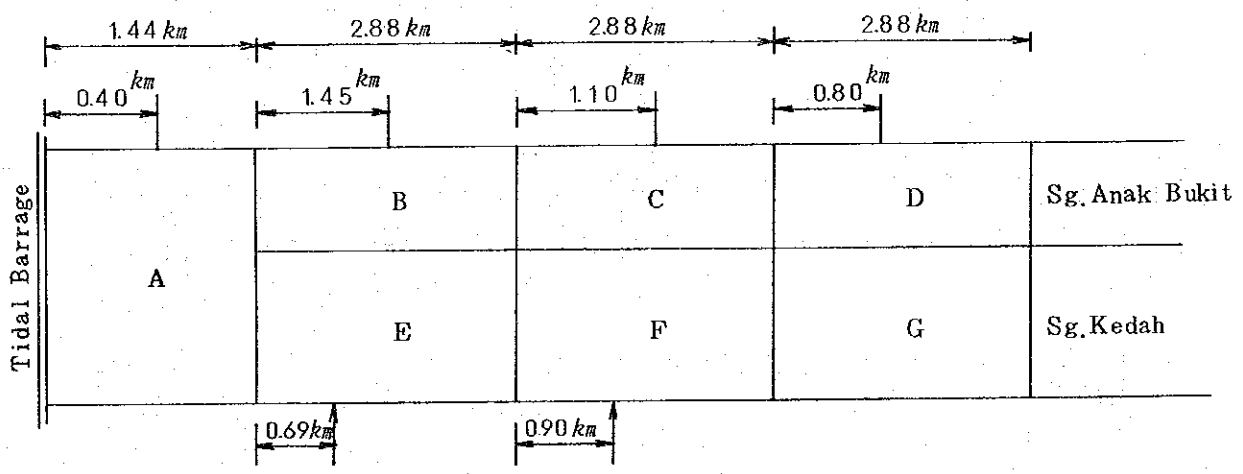
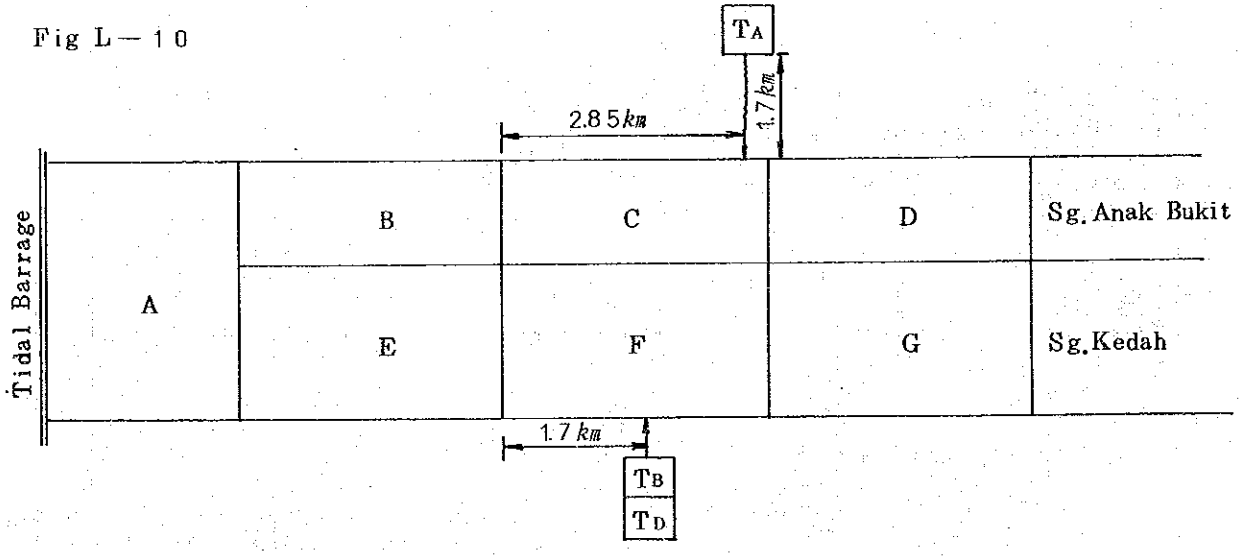


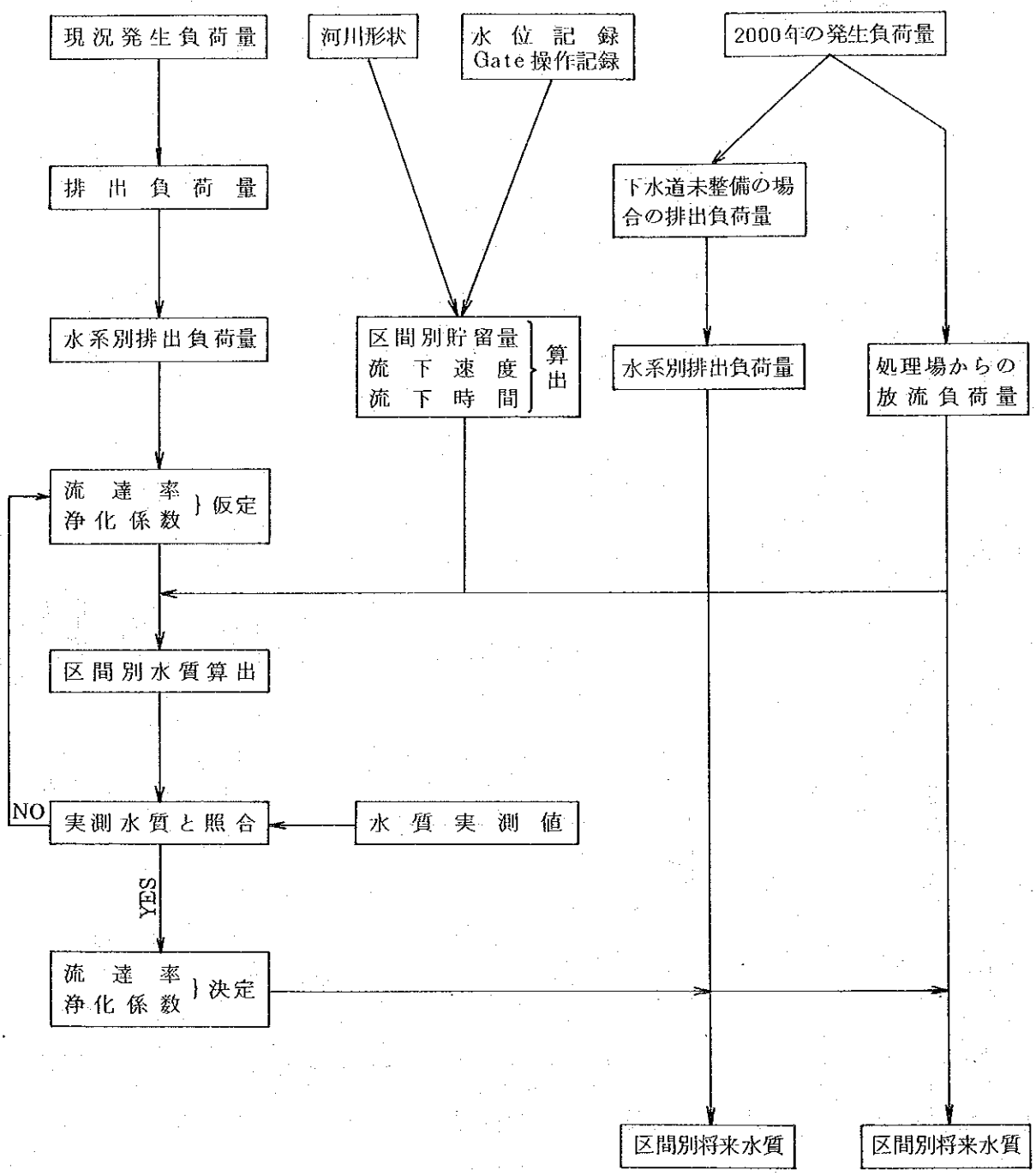
Fig L－10



2.4　汚濁Simulationの Flow Sheet

Flow Sheet を示すと Fig L－11 のとおりである。

Fig L－11



3. 現況および将来の排出負荷量

3.1 現況排出負荷量

現況の排出負荷量は、次の手続により積算した。

① 水系別現在人口の集計

② 水系別、し尿処分別人口の見積り、及び排出負荷量の見積り、浄化槽利用者のし尿による排出負荷量は、浄化槽の除去率を５０％と仮定し、１人当り１３／２g／人とした。

Baket 利用者は、０g／人

River Latrine. Pit Privy は１３g／人とした。

③ 水系別雑排水による排出負荷量の見積り

3.2 将来排出負荷量

将来排出負荷量の見積りは現況と同様な手法によって行われる。但し、し尿の処分形態は全て、浄化槽利用がなされるものとして見積った。

3.3 処理場からの排出負荷量

処理場からの排出負荷量は、放流水質を５０ ppm とし、処理水量に乗じて求めた。

3.4 区間別排出下水量および負荷量

現況及び将来の水系別排出負荷量及び発生下水量は Table L－１のとおりである。

Table L—1　区間別排出下水量および負荷量

水系名	現況		2000年下水道未整備の場合		2000年下水道整備後	
	排出下水量 1000 m³/d	排出負荷量 Kg／d	排出下水量 1000 m³/d	排出負荷量 Kg／d	処理水量 1000 m³/d	放流負荷量 Kg／d
A	7.31	1,054.1	12.47	1,973.8	A 21.57	1,078.4
B	4.80	829.7	12.50	2,018.6		
C	3.40	629.7	19.68	3,384.7		
D	0.54	89.2	2.46	422.4		
E	10.40	1,901.4	24.97	4,295.9		
F	1.55	242.5	6.37	1,095.6	B 36.39 D 23.73	1,819.7 1,186.3
Total	28.00	4,746.6	78.45	13,191.0	81.69	4,084.4

4. 区間別貯留量

「2.1　河川形状」で河川勾配をSg. KedahおよびSg. Anak Bukitとも同一とし、横断形状を単純モデル化したため、各区間の貯留量は、水位のみの関数として求めることが出来る。

各区間別貯留量(V)を求める関数は(4)式のとおりである。

$$V_A = 4.32\ H^2 + 135.70H + 432.44$$

$$V_B = 6.05\ H^2 + 104.05H + 284.75$$

$$V_C = 6.05\ H^2 + 104.05H + 269.25$$

$$V_D = 6.05\ H^2 + 104.05H + 253.04$$

$$V_E = 6.05\ H^2 + 162.14H + 483.11 \qquad (4)式$$

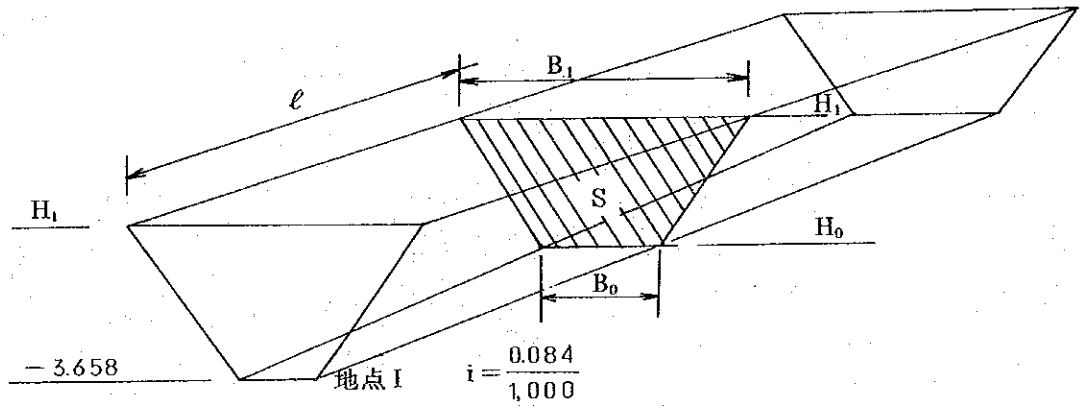
$$V_F = 6.05\ H^2 + 162.14H + 453.56$$

$$V_G = 6.05\ H^2 + 162.14H + 423.31$$

$$\Sigma V = 40.62H^2 + 934.27H + 2{,}599.46$$

H：水　位（m）

V_A：貯留量（1000 m^3）



〔参考〕　区間Aについて貯留量V_Aを求めてみると

最下流点から任意点までの距離をℓ（km）とすると、任意地点の河床高H_0は、(a)式で求められる。

$$H_0 = -3.658 + \ell \times 0.084 \qquad (a)式$$

今、河床巾（B_0）および水面巾（B_1）が(b)、(c)式で求められるとする

$$B_0 = (H_0 + 15.7) \times 6.0 \qquad (b)式$$

$$B_1 = (H_1 + 15.7) \times 6.0 \qquad (c)式$$

(a)式を(b)式に代入すると、B_0はℓの関数式となる

$$B_0 = \{ (-3.658 + 0.084\ell) + 15.7 \} \times 6.0 \qquad \text{(d)式}$$

水位H_1は定数と考えればB_1は定数となる。

任意点の断面積Sは(e)式で求められる。

$$S = \frac{B_0 + B_1}{2} \times (H_1 - H_0) \qquad \text{(e)式}$$

これに(a)式および(d)式を代入すると

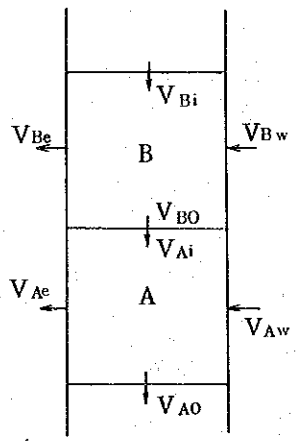
$$S = \frac{\{(-3.658+0.084\ell)+15.7\}\times 6.0 + B_1}{2} \times \{H_1 - (-3.658+0.084\ell)\} \qquad \text{(f)式}$$

となり(f)式はℓのみの関数となる。そこで区間Aの貯留量Vは断面積Sを$\ell = 0$から$\ell = 1.44$まで積分することによって求められる。

$$V = \int_{\ell=0}^{1.44} S\, d\ell = 4.32H_1^2 + 135.70H_1 + 432.44$$

他の区間も同様に求めた結果が(4)式である。

5. 流 下 速 度



流下速度Vは前述のとおり(3)式で求められる。

$$V = V_O / A \qquad \text{(3)式}$$

区間Aについては、Tidal Barrageからの流出量が推定出来ればそれがV_{AO}となる。

区間B以降については(4)式より推定可能である。

$$V_{n+1} = V_n - V_O + V_i - V_e + V_w \qquad \text{5(5)式}$$

V_n ：n日の貯留量

V_{n+1} ：(n+1)日の貯留量

5.1 V_{AO}

Tidal Barrageからの流出量V_{AO}はMain Gateが開いている時と閉まっている時とでは異なる。

Main Gateが閉まっている時は、Main Gateからの流出量は0であるが、舟が通過するためのLock室からの流出入があり、これは1日当り3,000m^3/dと推定した。

Main Gateが開けられた時の流出量はGateが開けられる直前の水位と閉められた後の

水位差より推定される。

5.2　V_a

流入下水量V_wはTable L－1より求められる。

但し、現場の状況より判断して発生下水量の50％が本川に流入するものとした。

5.3　V_{ne}

Meteorological Station Alor Setar のEvaporationの実測によれば、12月から4月の平均蒸発量は、5.1㎜／dであった。又6月における平均蒸発量は3.3㎜／dであったのでこの値を採用する。

又、浸透量については既存のDataでは解析不能であるため、このStudyでは無視するものとする。

5.4　V_x

1979年のTidal Barrageにおける水位記録およびGate操作記録より次のことがわかる。

① 乾期と雨期とではGateの開閉頻度が大きく異なっている。

② Main GateがOpenされる前とCloseされた後の水位差は、乾期・雨期ともに0.12～0.25mの範囲であった。

③ 12月から4月の間の平均開閉頻度は4.7日につき1回開閉された。

④ 6月においては、0.7日につき1回開閉された。

この実験に基づいて、Tidal Barrageからの流出量を(3)(4)(5)式を用いて推定した。その結果は次のとおりである。

Main Gateを1回開閉することによる流出量 ＝ 256,000m³／回

Main GateがCloseされている時の流出量 ＝ 3,000 m³／d

これより乾期・雨期の1日当り平均流出量は次のとおりとなる。

乾期における平均流出量 ＝ 256／4.7＋3 ＝ 57.47 $^{1000}m^3/d$

雨期における平均流出量 ＝ 256／0.7＋3 ＝368.71 $^{1000}m^3/d$

又2000年においては、流入下水量が増加するため、Tidal BarrageのMain Gateの操作を変更する必要があり、その頻度は次のとおりとなる。

但し、対象区域外からの流入水量は、現況と同じとし、かつ、Main Gate 1回の開閉におき、許される水位変動量を0.25mと仮定した。

① 下水道未整備の場合　　3.21日につき1回

② 下水道整備の場合　　2.09日につき1回

各区間別 Case別 水収支はFig　のとおりとなる。

又、区間別 Case別 平均流速はTable L－2のとおりとなる。

Table L－2　区間別平均流速

単位 km／d

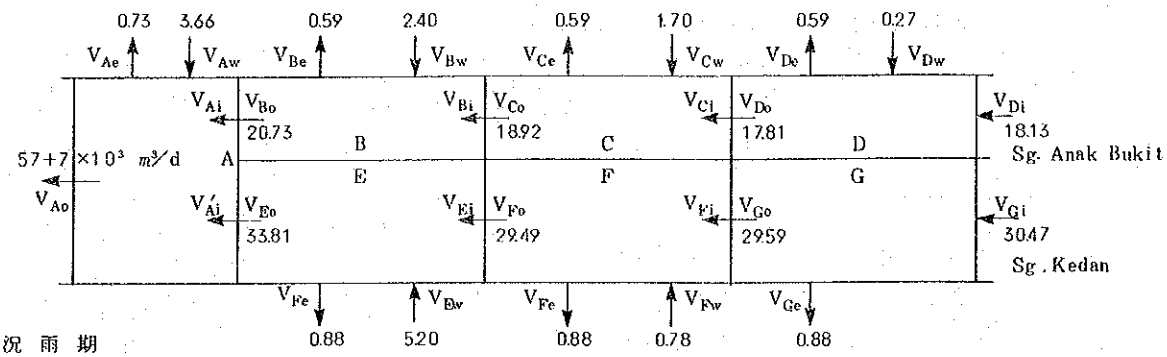
		A	B	C	D	E	F	G
現況	乾期	0.145	0.151	0.144	0.141	0.150	0.137	0.144
	雨期	0.927	1.013	1.039	1.075	1.002	1.028	1.080
将来	下水道が未整備の場合	0.208	0.246	0.213	0.149	0.192	0.148	0.144
	下水道が整備された場合	0.315	0.277	0.292	0.139	0.389	0.411	0.144

なお、平均流速は各区間から流出するV_0をその区間の平均断面積で除したものとし、平均水位は全て＋1.0mと仮定した。

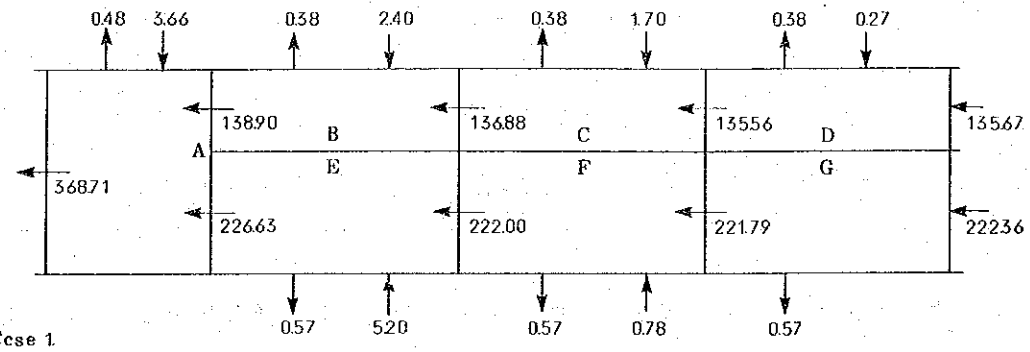
Fig L－12　Cose 別 水収支

単位 1,000 m³/d

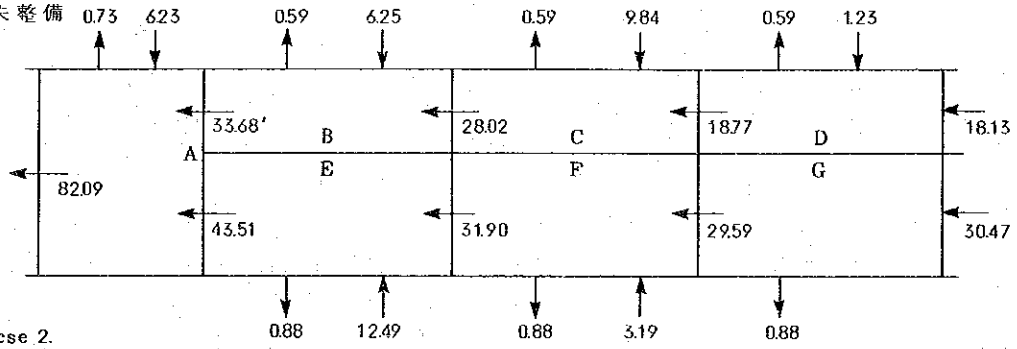
現況乾期



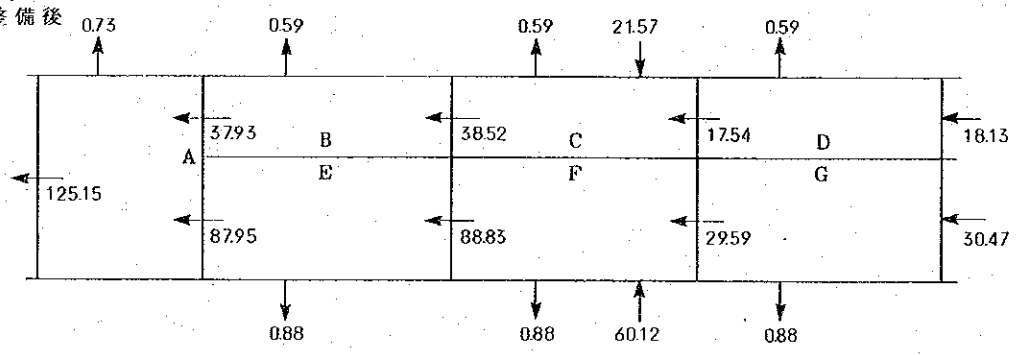
現況雨期



将来 Cose 1.
下水未整備



将来 Cose 2.
下水整備後



6. 現 況 解 析

乾期および雨期において実測された水質（BOD_3）はTable L－3に示すとおりである。又、その位置関係はFig. I－13に示すとおりである。

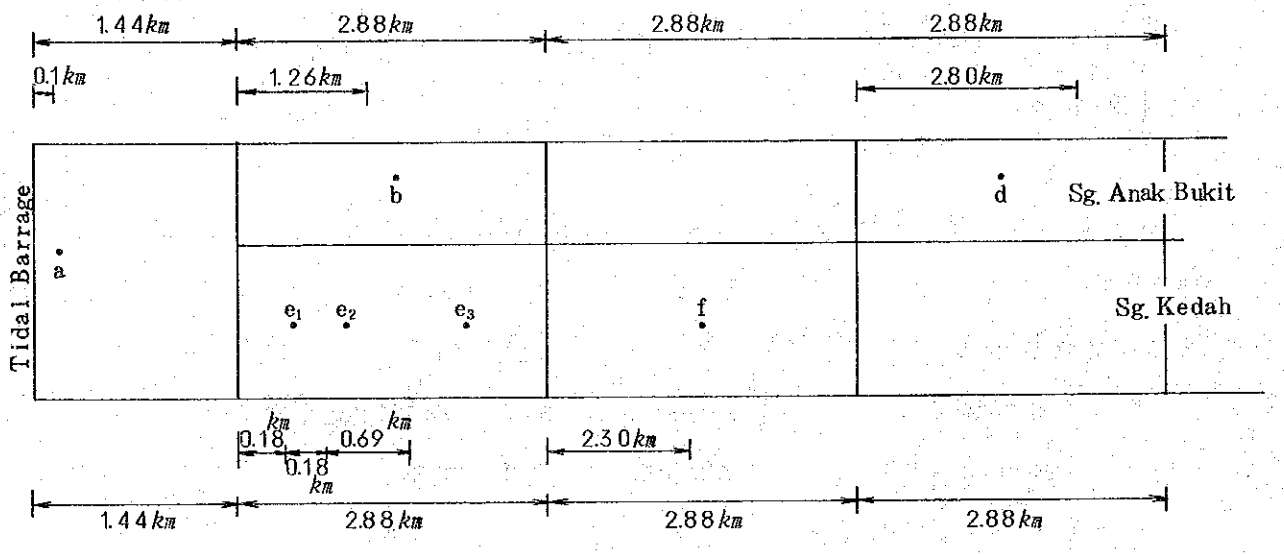
Table L－3 実 測 水 質

BOD（mg/ℓ）

地 点	乾 期	雨 期
a	14（21／3）	3.8（17／6）
b	16（21／3）	7.0（17／6）
d		3.4（ 8／7）
e_1		3.6（ 3／7）
e_2	17（21／3）	2.1（18／6）
e_3		2.3（18／6）
f		1.4（18／6）

（ ）書は測定日

Fig L－13 実 測 地 点



水質汚濁の状況を把握するために、Sg. Kedah およびSg. Anak Bukit については、予備調査の時に3点、本調査では7点について採水、水質分析を行なったが、このAppendix のように汚濁解析や水質予測を行うためのDataとしては、定点において定時的かつ継続的なData を必要とする。

そのような地点を水質基点とよぶがこのような地点は各河川の水質上の代表的な地点である

ことが望ましい。

我々はこの水質基点として、Tidal Barrage の上流側（a点）、Sg. Anak Bukit と Jl. Putera の交差する地点（b点）および Sg. Kedah と Jl. Sungai Korok の交差する地点（ℓ_2点）を推奨する。

Table L－2で求められた流速を(1)式に代入することによって流出負荷量 L_3 を求め、これを Fig L－12にて求めた流出量 V_0 で除すことによって、その地点の水質値が得られる。

その結果は、Table L－4のとおりである。

なお流達率 α はパラメーターとし、40%、50%、60%、70%について試算した。

この試算の結果流達率 α は50～60%と考えられる。

Table L－4　地点別水質

（BOD mg/ℓ）

		Dry Season			Wet Season			
地点		a	b	e_2	a	b	e_1	e_2
実測水質		14	16	17	3.8	7.0	3.6	2.1
流達率 α	40%	8.0	13.0	13.0	2.9	3.3	3.1	3.4
	50%	9.6	15.7	15.7	3.6	4.1	3.9	4.2
	60%	11.1	18.5	18.5	4.3	5.0	4.7	5.0
	70%	12.7	21.2	21.2	5.1	5.8	5.4	5.9

7. 将来水質予測

将来水質予測は、Dry Season を対象として、次の2 Case について行なった。

Case 1.　2000年まで下水の整備がなされない場合

Case 2.　2000年において、全て下水が整備された場合

Case 1は、現況解析と同様に流達率 α を40%～70%まで変動させ、各地点の水質値を求めた。

Table L－5　　Case 1.

(BOD mg/ℓ)

地　　点		a	b	e_2
流達率 α	40 %	13.6	24.6	23.9
	50 %	16.6	30.4	29.5
	60 %	19.7	36.3	35.1
	70 %	22.8	42.1	40.7

Table L－6　　Case 2.

地　　点	a	b	e_2
水　質(BOD mg/ℓ)	4.7	5.8	7.2

この結果次のことが判明した。

① 下水道を整備しなければ各地点とも現況に対し、1.5～2.0倍まで水質が悪化する。

② 下水道の整備がなされれば現況に対し、0.3～0.4倍まで改善される。

8. おわりに

このStudyでは、各区間からの流出量V_0、流達率α、浄化係数kを推定あるいは仮定して各地点における将来水質を予測したため絶対値としては、信頼性が薄いが相対的に考えれば、下水道を整備しないよりも下水道を整備した方が水質の改善となることは明らかとなった。

絶対値としての信頼性を高めるために今後次のような項目について実測がなされることが望ましい。

① 各区間からの流出量

② 河川へ流達してくる負荷量

③ 水質基点における継続的採水及び水質分析

なおこのStudyでは以下の資料を利用した。

① Tidal Barrageの操作記録(1978年)　　from MADA
② Tidal Barrage上下流の水位記録(1978年)　　〃
③ Tidal Barrageの構造図　　〃
④ Sg. Anak Bukitの平面図、縦断図　　from MPKS
⑤ Alor Setar地区のDrainage Mater Plan Report　　from DID

付1. 潮止ゼキの操作記録

	1 月		2 月		3 月		4 月	
	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)
1	2	2.30	0		0		0	
2	0		0		0		0	
3	0		0		0		0	
4	0		0		0		0	
5	0		0		0		1	0.40
6	0		0		0		0	
7	0		0		0		0	
8	0		0		0		0	
9	1	2.20	0		0		0	
10	0		0		0		0	
11	1	2.35	0		0		0	
12	0		0		0		0	
13	0		0		0		0	
14	0		0		0		0	
15	0		0		0		0	
16	2	4.15	0		0		0	
17	1	1.00	0		0		0	
18	1	2.00	0		0		0	
19	1	2.00	0		0		0	
20	2	3.00	0		0		0	
21	0		0		0		0	
22	2	2.00	0		0		0	
23	1	1.25	0		0		0	
24	0		0		0		0	
25	0		0		0		0	
26	0		0		0		0	
27	0		0		0		0	
28	0		0		0		0	
29	0				0		0	
30	0				0		1	2.10
31	1	2.00			0			
TOTAL		25.05		0.00		0.00		0.00

	5 月		6 月		7 月		8 月	
	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)
1	0		1	:55	2	11:50	2	11:15
2	1	:45	1	1:20	* 2	15:55	2	11:20
3	1	1:10	1	1:05	* 2	14:30	2	7:55
4	0		1	2:10	* 1	15:00	2	4:35
5	0		1	2:35	* 1	11:15	2	3:10
6	2	3:10	1	2:15	* 1	12:55	2	2:55
7	4	7:50	2	3:45	* 1	18:00	2	3:10
8	3	12:00	3	5:25	1	16:25	1	1:40
9	2	6:10	2	5:10	2	11:30	1	1:40
10	3	10:00	2	5:15	2	12:30	2	2:45
11	3	14:05	3	16:40	2	12:00	1	1:55
12	2	10:10	2	16:40	2	8:00	1	2:35
13	2	10:05	2	20:00	2	8:15	1	4:15
14	1	23:00	*	15:00	2	6:05	1	2:20
15	* 0	24:00	1	9:55	2	5:10	1	3:00
16	* 0	24:00	2	9:05	* 2	6:10	2	4:05
17	* 0	24:00	1	3:40	* 2	6:20	1	1:40
18	1	21:30	2	2:25	1	2:55	2	5:45
19	1	10:20	1	1:55	2	10:35	2	10:55
20	2	5:35	1	2:10	2	14:15	2	6:15
21	2	5:30	1	1:30	2	9:05	2	2:50
22	2	4:35	1	1:15	2	6:35	2	3:10
23	2	3:40	1	1:05	2	7:10	2	2:15
24	2	3:45	0		2	6:40	2	2:30
25	2	4:15	1	1:10	2	5:00	1	4:10
26	2	2:15	1	:45	2	6:15	1	1:05
27	2	2:35	1	1:35	2	8:15	1	:30
28	1	1:30	1	2:30	* 1	18:00	1	3:00
29	0		* 2	17:45	* 0	24:00	1	2:40
30	1	:55	2	12:35	* 0	24:00	1	1:05
31	1	4:30			* 1	18:05	2	17:10
TOTAL		240:20		167:35		352:00		123:35

	9 月		10 月		11 月		12 月	
	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)	Frequency of Gate Opening	Duration Time (hour)
1	2	15:00	1	1:45	2	12:20	0	
2	3	8:40	1	1:10	2	8:00	0	
3	2	16:55	1	1:45	2	8:20	0	
4	2	6:35	2	3:30	2	10:00	1	2:40
5	2	9:25	2	2:25	2	16:20	1	1:00
6	2	15:30	1	2:00	* 1	21:00	1	3:15
7	* 2	19:40	2	5:20	* 0	24:00	* 1	7:00
8	* 1	20:30	2	3:55	* 0	24:00	* 1	18:30
9	* 0	24:00	2	6:40	* 0	24:00	1	10:00
10	* 0	24:00	2	4:45	* 3	16:25	1	4:30
11	* 0	24:00	* 2	10:35	1	12:00	1	:55
12	* 0	24:00	1	2:15	2	11:55	1	1:40
13	1	22:00	2	10:20	2	12:50	0	
14	2	11:40	2	13:50	2	13:25	1	2:00
15	2	15:50	2	13:50	2	16:40	1	2:35
16	2	6:20	2	8:15	2	17:00	1	1:55
17	2	5:30	3	10:40	2	14:50	1	2:10
18	2	5:05	2	14:20	2	18:00	0	
19	1	1:30	2	11:30	2	10:40	0	
20	2	3:50	2	8:25	2	17:45	0	
21	2	8:15	* 3	17:45	2	18:20	0	
22	2	8:00	2	20:10	1	19:00	0	
23	2	18:05	* 0	24:00	* 2	10:05	0	
24	* 2	17:20	* 0	24:00	* 1	14:25	0	
25	* 2	19:30	* 0	24:00	* 1	6:25	0	
26	* 2	17:30	* 0	24:00	0	4:00	0	
27	2	7:30	* 0	24:00	0		0	
28	1	4:00	0	20:20	1	1:40	0	
29	1	2:30	2	12:50	1	:55	0	
30	1	2:35	2	5:55	0		0	
31			2	6:00			0	
TOTAL		385:45		340:15		380:20		58:10

JICA