

マレーシア国

クラン地域下水道・排水計画

マスタープランおよびフーズビリティスタディ報告書

第 VIII 卷

排水付録編

昭和57年11月

国際協力事業団

マレーシア国

クラン地域下水道・排水計画

マスタープランおよびフーズビリティスタディ報告書

第 VIII 卷

排水付録編

JICA LIBRARY



1031266[8]

昭和57年11月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 84.8.24	1130
登録No. 13887	61.8
	SDS

No 63.4

マスタープランおよびフーズビリティ・スタディは以下の8巻の報告書から成る。

- 第1巻 下水道概要編
- 第2巻 下水道マスタープラン編
- 第3巻 下水道フーズビリティ・スタディ編
- 第4巻 下水道付録編
- 第5巻 排水概要編
- 第6巻 排水マスタープラン編
- 第7巻 排水フーズビリティ・スタディ編
- 第8巻 排水付録編

排水マスタープラン付録編目次

- 付録A. 人口予測と土地利用
- B. クラン川水位の算定
- C. 雨水流出量
- D. 排水区
- E. 滞水池の容量
- F. 施設計画（マスタープラン）
- G. 実施順位
- H. 費用の積算
- I. 個々の施設の優先順位
- J. 排水路の疎通能力
- K. 施設計画（フィージビリティスタディ）

付 録 A
人口推計及び土地利用

付録A 人口推計及び土地利用

A. 1. クラン地域の人口推計

① 人口増加率に基づく推計

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

表A.1. 人口増加率設定に基づく将来人口推計

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

注) * 1) 人口センサス

* 2) 設定値

② 指数回帰式に基づく推計

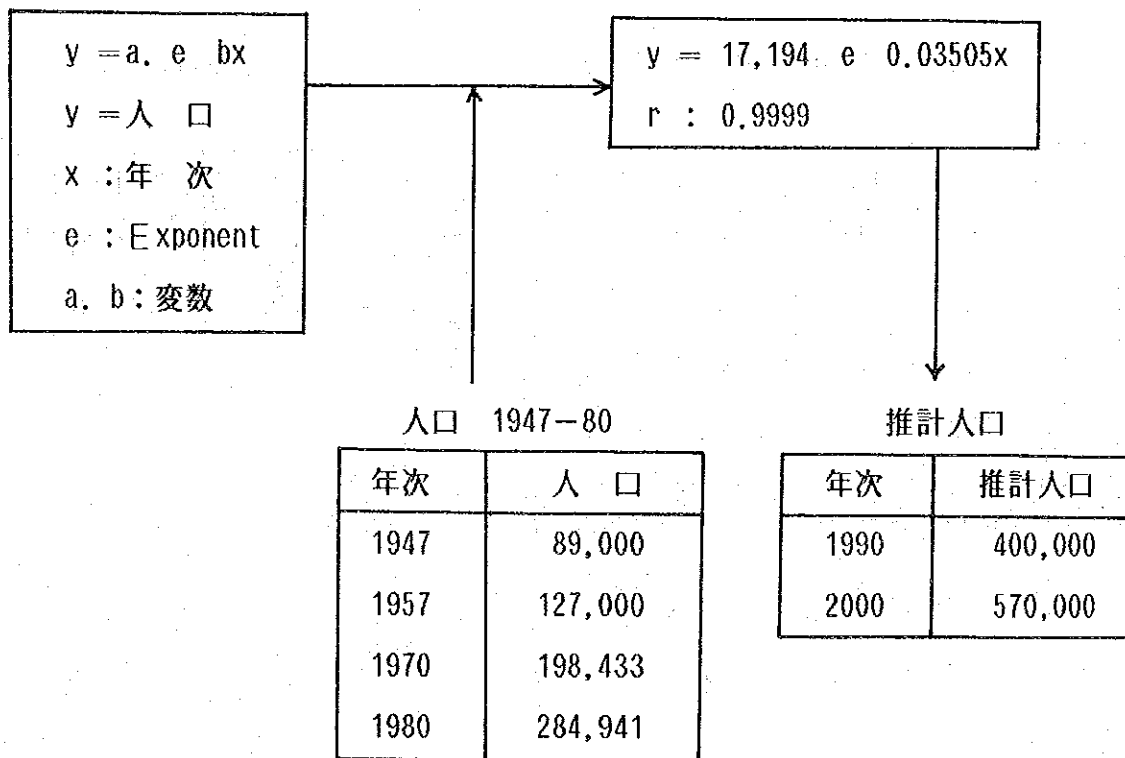
過去33年間の人口推移にもっとも適合するのは指数回帰式であり、それによると将来人口は1990年 400,000人、2000年 570,000人となる。

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

P : 人口

X : 年次

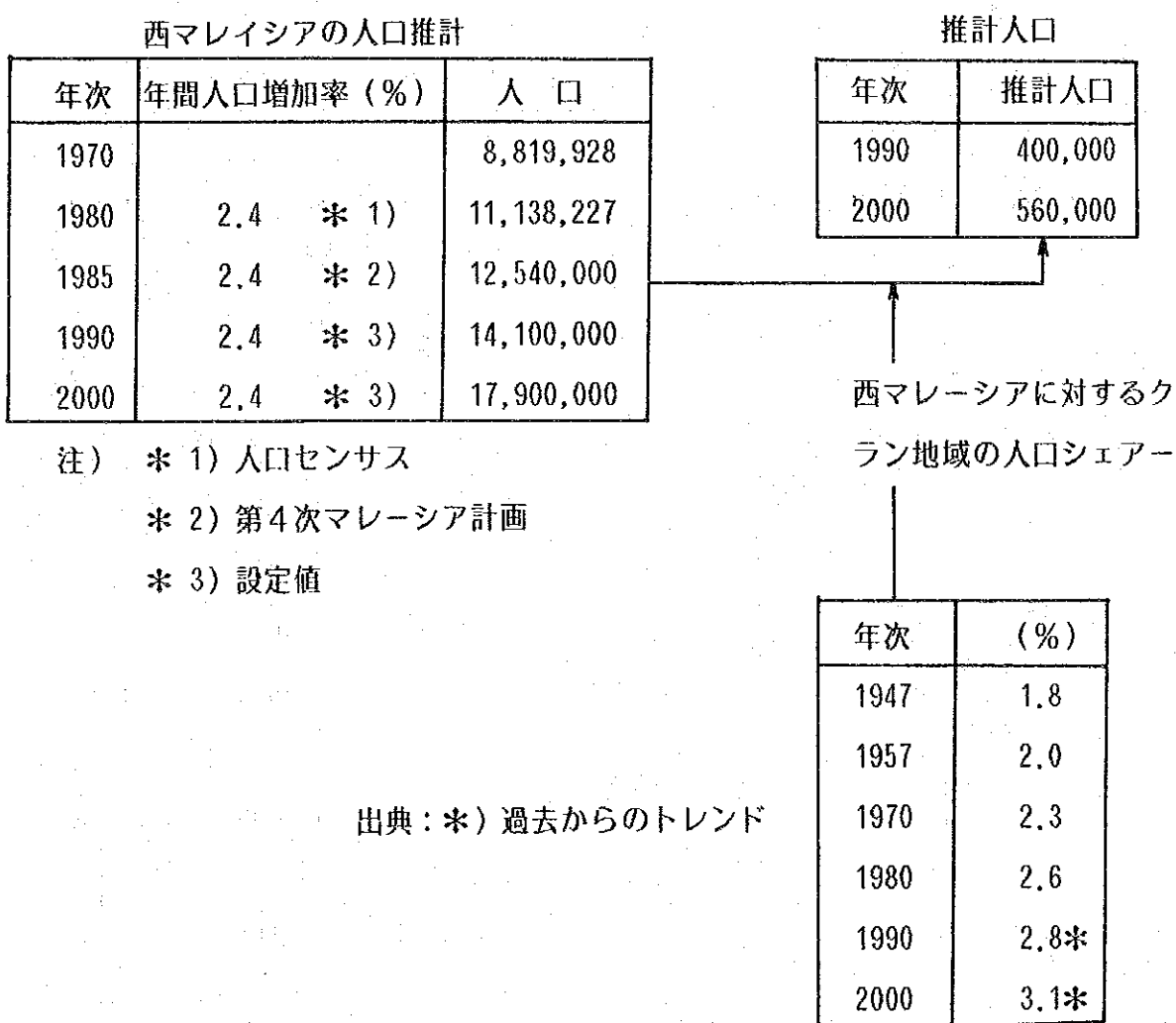
表A.2. 指数回帰式に基づく将来人口推計



③ 西マレーシアに対する人口シェアに基づく推計

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

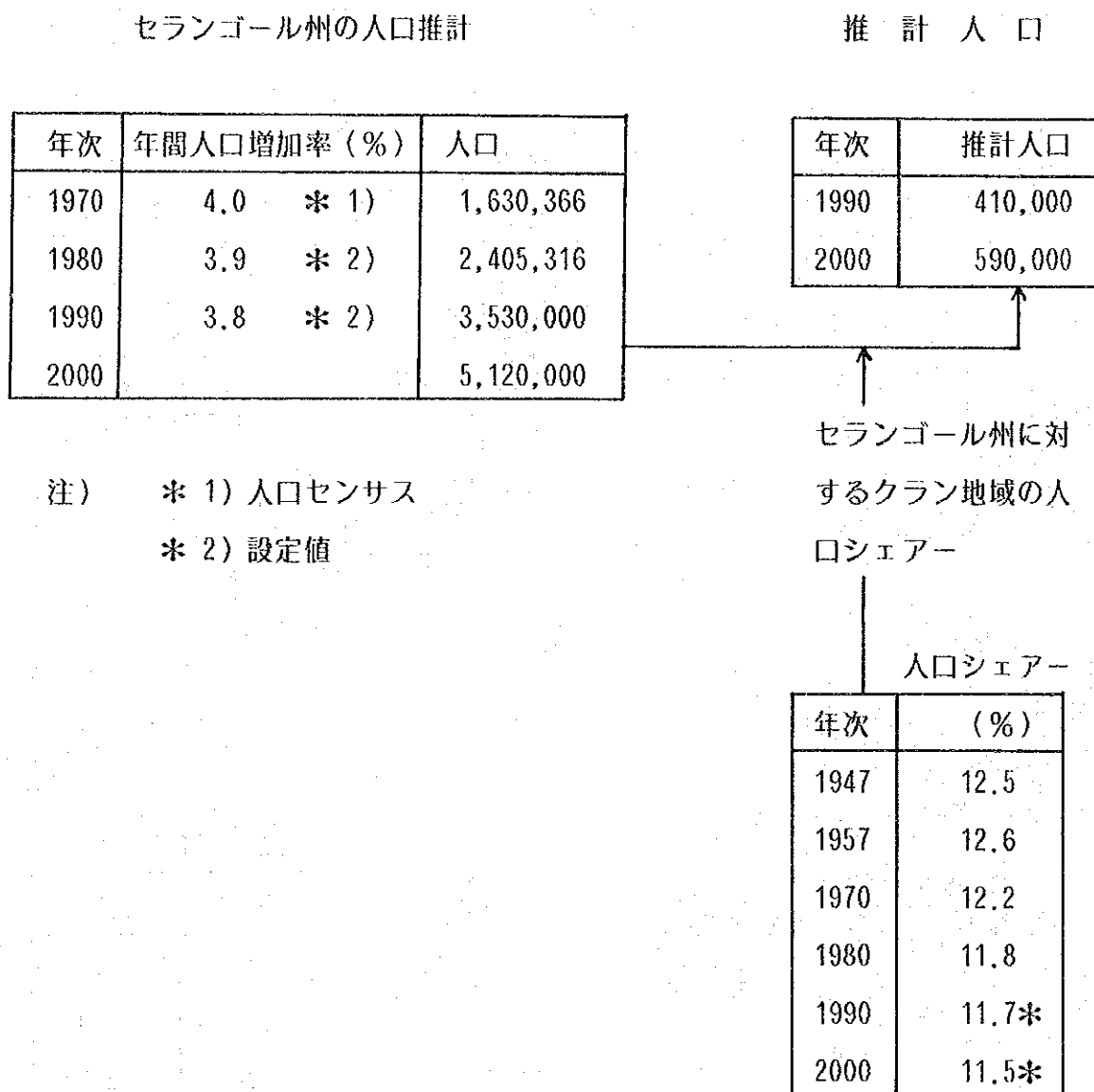
表A.3. 西マレーシアに対する人口シェアに基づく将来人口推計



④ セランゴール州に対する人口シェアに基づく推計

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

表A.4. セランゴール州に対する人口シェアに基づく将来人口推計



出典：過去からの
トレンド

A. 2. 将来就業人口 (2000年)

将来就業人口は将来人口及び将来就業率よりまとめる。

表A.5. 将来就業人口 (2000年)

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

注) * 1) 過去からのトレンド

A. 3. 部門別将来就業人口

1) 農 業

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

表A.6. 農業就業人口

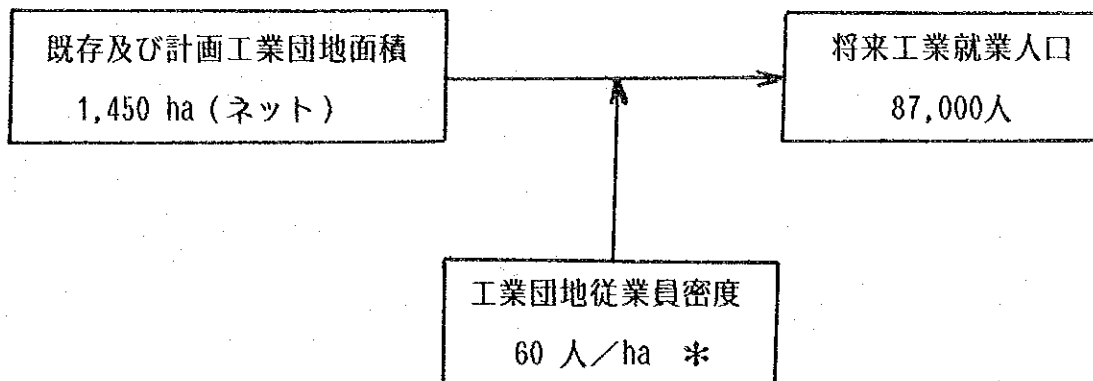
年次	年間減少率	農業就業人口
1970		13,361 * 1)
1980	- 0.7 * 2)	12,500
1990	- 0.7 * 2)	11,500
2000	- 0.7 * 2)	11,000

注) * 2) 設定値

2) 工業

将来工業就業者はPKNSによって計画されている工業団地面積から推計した。

表A.7. 工業就業人口



注) * Interim Development Control Planning Study

3) 運輸

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

表A.8. 運輸産業就業人口

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

注) * 1) 1970年人口センサス

* 2) ノースポートは1990年までに完成するとした。

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

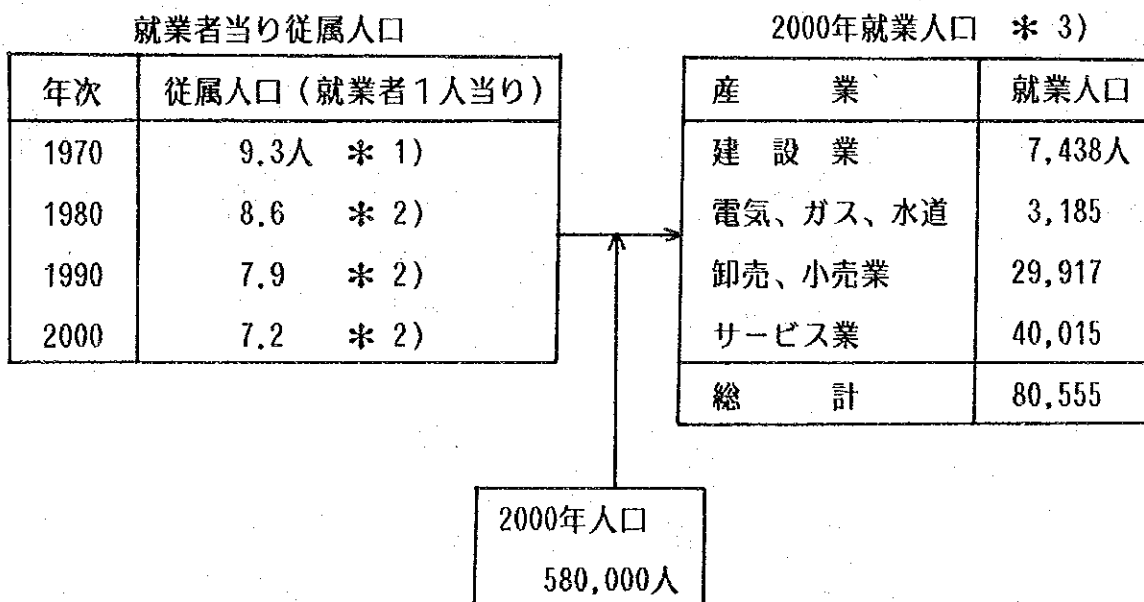
* 3) 1990年以降ニューポートが稼動しだすとし、1990年値まで含めた過去からのトレンドにより算定

* 4) 将来人口に比例させ算定した。

4) その他産業

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

表A.9. その他産業就業人口



注) * 1) 1970年センサス

* 2) セランゴール州の1957年～1970年減少率によった。

* 3) 1970年センサスのシェアにより各産業に配分した。

A. 4. 部門別将来就業人口（2000年）

前記 1) ～ 4) までの値を、2000年就業人口（226,000人）をコントロールターゲットとして調整した。

表 A.10. 部門別将来就業人口 (2000年)

クラン地域の1)～4)までの算定値

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

クラン地域部門別将来就業人口 (2000年)

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

計画区域部門別将来就業人口 (2000年)

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

コントロールトータル
(226,000人)

コントロールトータル
(195,000人)

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

$$11,000人 \times 8,000 \text{エーカー} / 114,000 \text{エーカー} = 1,000人$$

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

A. 5. 土地利用

表A.11. 住居地域

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

注) 現在の平均人口密度は 120人/haである。

表A.12. 工業地域

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

注) ネット工業従業者密度は 60人/haである。

表A.13. 商業地域

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

注) 現在の商業従業者密度は 400人/haである。

表A.14. 公共施設地域

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

注) 現在の人口当り公共施設地域面積は 12 m^2 /人である。

付録B クラン川水位の算定

付録B クラン川水位の算定

B.1. 総論

クラン川の感潮範囲は、河口より63km上流のPuchong堰までである。計画区域は、河口より22kmのConnaught橋より下流にあり、計画区域はクラン川の感潮区間に属する。

計画区域内に降った雨のほとんどは、クラン川に流出する。したがって、各排水路の吐き出し水位を定めるためには、クラン川の水位を算定することが必要となる。

B.2. 算定方法

調査区域内でのクラン川の水位を算定するためには、河口潮位と、上流端でのある確率年での流量を知る必要がある。これを、次に述べるように推定する。

1) 河口潮位

ポート・クランの潮位は、潮位表によると、表B.1. に示すようになる。

表B.1. ポートクランの潮位

最低低潮位	- 0.1m
さく望(大潮)平均干潮位	+ 0.7
小潮平均干潮位	+ 2.3
中等潮位	+ 2.9
小潮平均満潮位	+ 3.6
さく望(大潮)平均満潮位	+ 4.8
観測年	1911~12 (1年間)

出典 : Tide Tables, Malaysia, 1981

(注) ポートクランの潮位は、Land Survey Datum (R. L.) より - 2.7 m 低い。基本計画では、塑望平均満潮位 + 4.8m (R. L. + 2.06m) を、河口潮位とした。

2) クラン川流量

妥当な確率年の流量を算定するためには、a) 確率年とb) 確率年の流量を調査する必要がある。

a) 確率年

“Urban Drainage Design Standards and Procedures for Peninsular Malaysia ” によれば、確率年は次のとおりである。

表B.2. 確率年 (年)

用途	Initial Storm	Major Storm
住居地域	2	100
商業地域	5	100
工業地域	5	100

出典 : Planning and Design Procedure No. 1, Urban Drainage Design Standards and Procedures for Peninsular Malaysia, 1975.

上記の表B.2. に基づき、調査区域の降雨流出量は、将来の土地利用計画に応じて、2年ないは5年確率で計算する。

したがって、安全のために、クラン川の水位は、5年確率で計算する。

b) 5年確率流量

一般的には、河川水位は、近くで測定された水位を用いて算定する。しかし、本マスタープランでは、クラン川の水位は、観測された水位データがないので、流量を用いて算定する。

図B.1. には、マレーシア西海岸の流域面積と流量の関係を示す勾括線を示す。

クラン川の流域面積は、河口で 1,425 km² Puchong 堰で 712 km²である。

図B.1.、B.2. を用いると、2地点の流量は次のようになる。

表B.3. 流量および比流量

場 所	確率年	流域面積 (km ²)	流 量 (m ³ /秒)	比 流 量 (m ³ /秒 / km ²)
河 口	50年	1,425	605	0.425
	100年		690	0.482
Puchong堰	50年	712		
	100年		430	0.604

一方西海岸の観測所における各確率年の流量を、次の表B.4. に示す。

比流量を、B.5. に示す。

表B.5. の比流量を図B.3. にプロットした。この図B.3. に表B.3. の値をプロットした。

図B.3. より、クラン川の各確率年の流量が、読みとれる。

その結果、本計画に用いる確率年5年のクラン川の流量は、表B.6. に示すように 360 m³/秒となる。

図 B. 1. 50年確率比流量

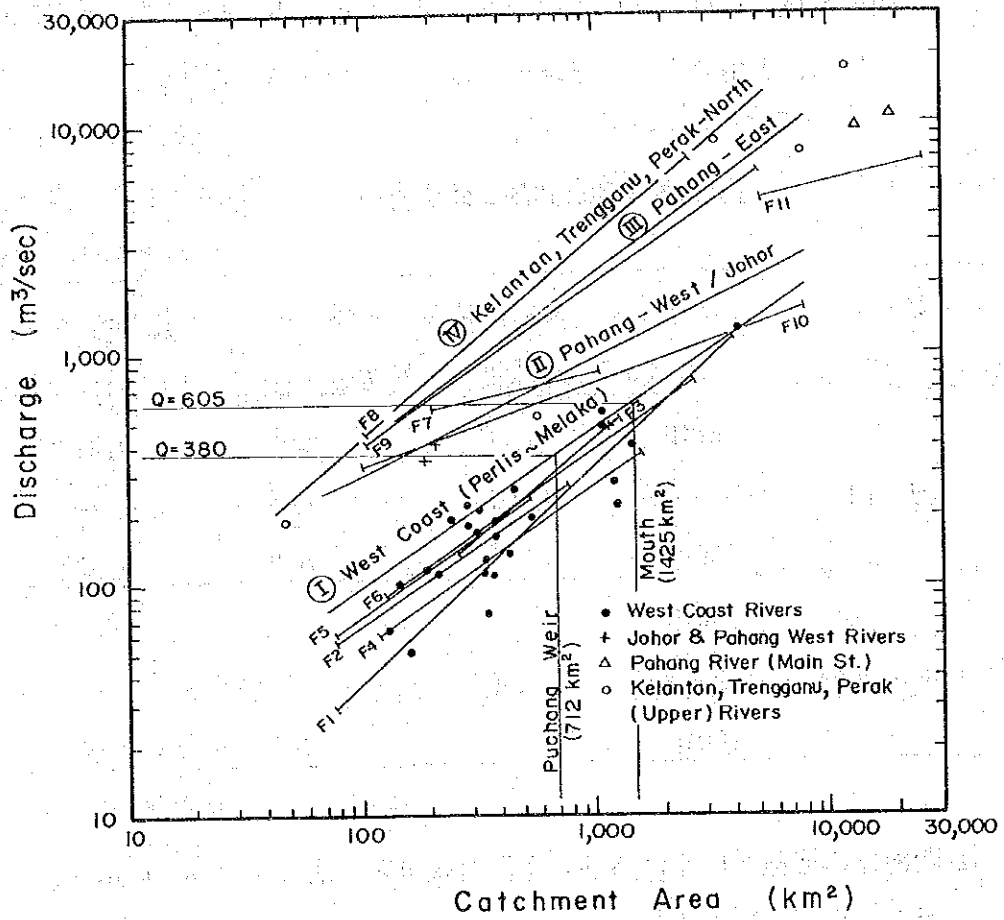
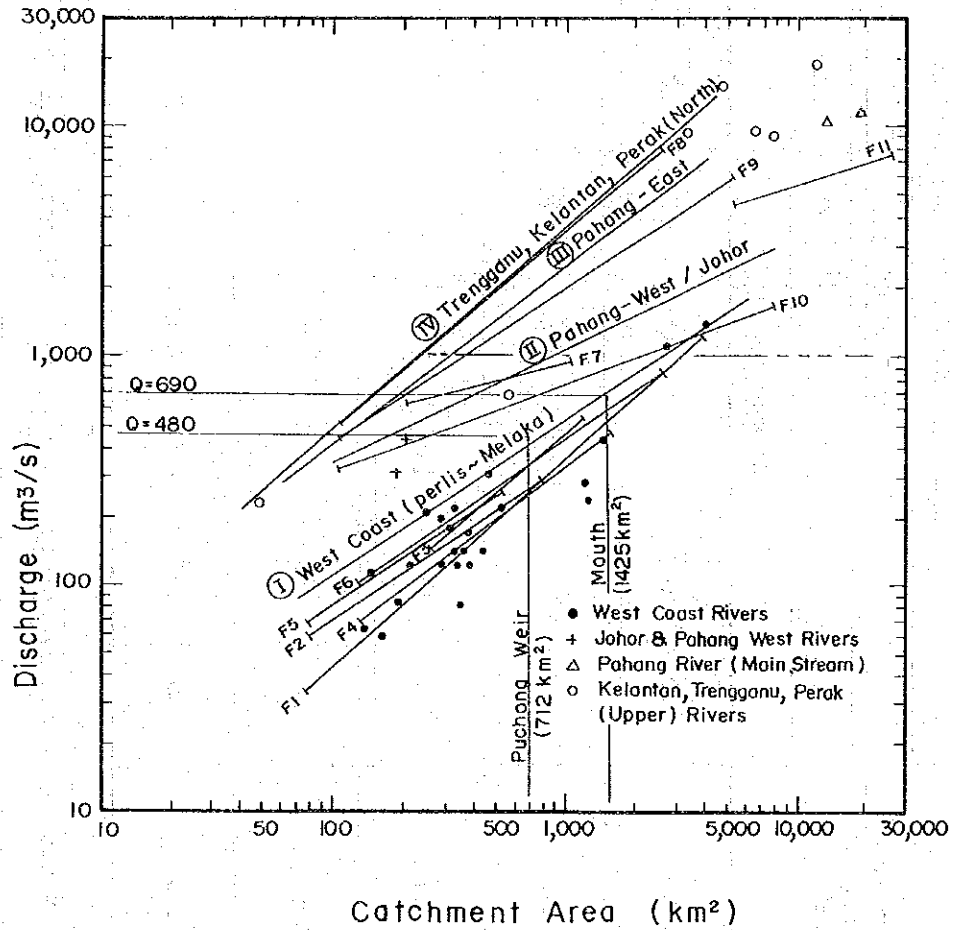


图 B. 2. 100年確率比流量



Note

•+△○ Probable discharge
at selected gauges

F1~F9 Ref. PN II

Curve I drawn by enveloping

• & F1~F6

Curve II & III are as
analysed in Ref. PN 8

Curve IV drawn by enveloping

○ & F8

表 B. 4. 流量

Basin No.	River	Station	Catchment Area (km ²)	Discharge According to Return Period						
				Return Period (yr)						
				2	5	10	20	50	100	200
				Discharge (m ³ /sec)						
11	Bernam	Jam: SKC (3813411)	1,090	240	340	410	460	550	620	700
13	Selangor	Rantau Panjang (3414421)	1,450	230	280	320	360	400	440	470
	Selangor	Rasa (3510422)	321	87	130	150	180	210	240	270
15	Kelang Batu	Sentul (3116434)	145	46	64	76	87	100	110	130
16	Langat	Dengkil (2816411)	1,240	120	160	180	200	220	240	270

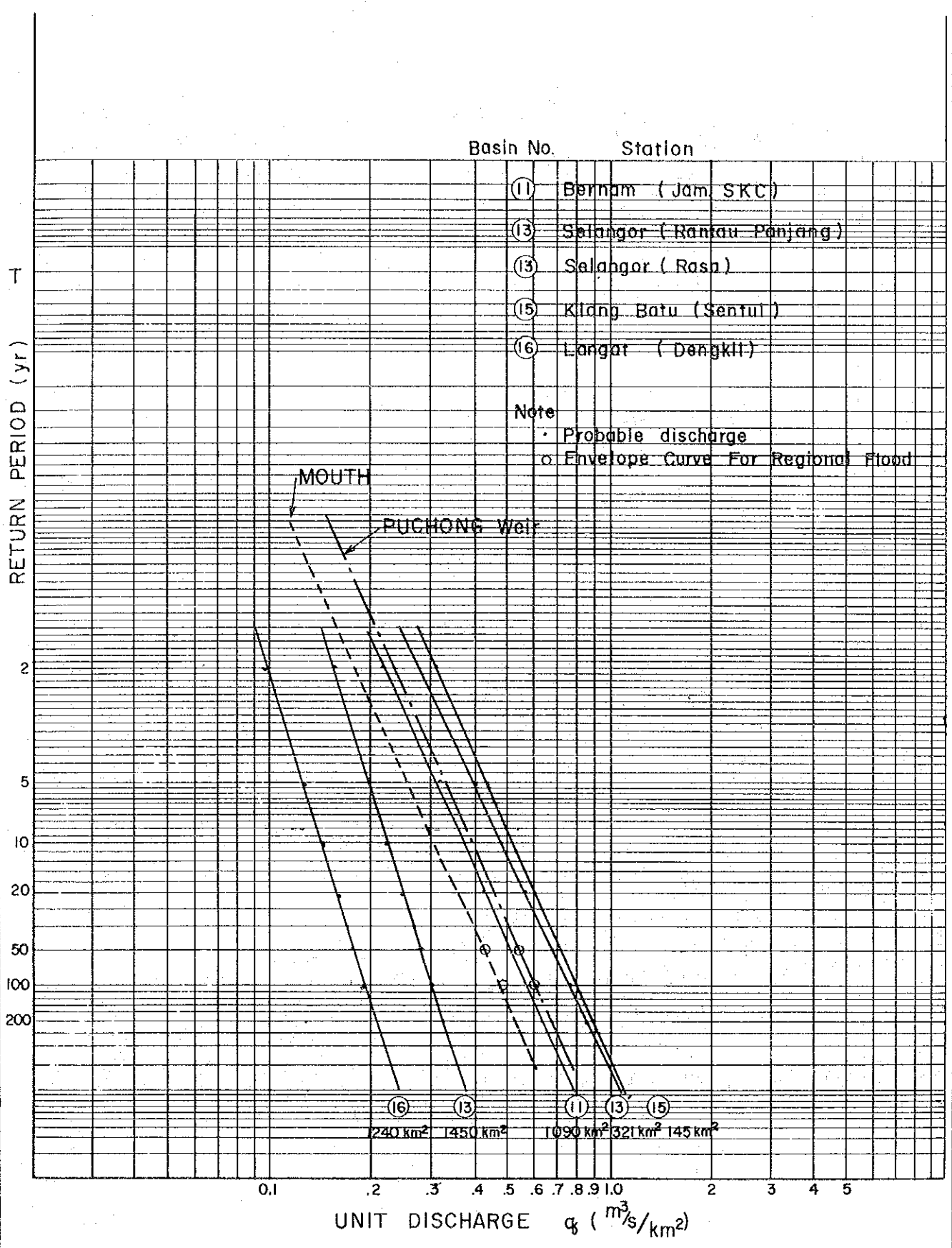
Source: Sectoral Report on Meteorology and Hydrology, March, 1981, National Water Resources Study, Malaysia

表 B. 5. 比流量

Basin No.	River	Station	Catchment Area (km ²)	Discharge According to Return Period						
				Return Period (yr)						
				2	5	10	20	50	100	200
				Discharge (m ³ /sec/km ²)						
11	Bernam	Jam: SKC (3813411)	1,090	0.200	0.312	0.376	0.422	0.505	0.569	0.642
13	Selangor	Rantau Panjang (3414421)	1,450	0.159	0.193	0.221	0.248	0.276	0.303	0.324
		Rasa (3510422)	321	0.271	0.405	0.467	0.561	0.654	0.748	0.841
15	Kelang Batu	Sentul (3116434)	145	0.317	0.441	0.524	0.579	0.689	0.759	0.897
16	Langat	Dengkil (3816411)	1,240	0.097	0.129	0.145	0.161	0.177	0.194	0.218

表B. 6. 流量および流量

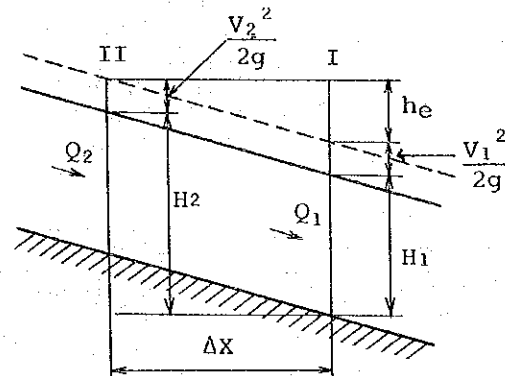
確率年 (年)	河口 (1425 km ²)		Puchong堰 (712km ²)	
	比流量 (m ³ /秒/km ²)	流量 (m ³ /秒)	比流量 (m ³ /秒/km ²)	流量 (m ³ /秒)
2	0.180	257	0.235	167
5	0.255	363	0.325	231
10	0.310	442	0.390	278
20	0.360	513	0.460	328
50	0.425	606	0.534	380
100	0.482	687	0.604	430
200	0.535	762	0.670	477



比流量と確率年 圖B. 3.

c) 計 算

クラン川の水位を算出するために、次に述べる基本式を用いて、不等流計算をおこなった。



$$\left\{ H_2 + \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_2}{A_2} \right)^2 \right\} - \left\{ H_1 + \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_1}{A_1} \right)^2 \right\} = h_e$$

$$h_e = \frac{1}{2} \left(\frac{n_1^2 Q_1^2}{A_1^2 R_1^{4/3}} + \frac{n_2^2 Q_2^2}{A_2^2 R_2^{4/3}} \right) \Delta X$$

where

- Q : Discharge at Section I (360 m³/s)
- Q : Discharge at Section II (360 m³/s)
- H : Water Level at Section I (m)
- H : Water Level at Section II (m)
- A : Cross Section Area at Section I (m²)
- A : Cross Section Area at Section II (m²)
- R : Hydraulic Radius at Section I (m)
- R : Hydraulic Radius at Section II (m)
- n : Roughness Coefficient
- ΔX : Distance between Section I and II (m)

注：

a) ΔX 、A、Rの計算には、D I Dの測量結果を用いた。

b) クラン川の状況より、粗度係数は次のものを用いた。

No . 0 (河口) よりNo . 33 (河口より51.997km) $n = 0.035$

No . 33よりNo . 41 (Puchong堰；河口より63.118km) $n = 0.040$

d) 計算結果

クラン川の水位を、表B.7. と図B.4. に示す。表B.7. によると、クラン川の水位は河口で 2.06m、計画区域上流端である Connaught橋で 2.31mとなる。

表 B. 7. 水位計算結果

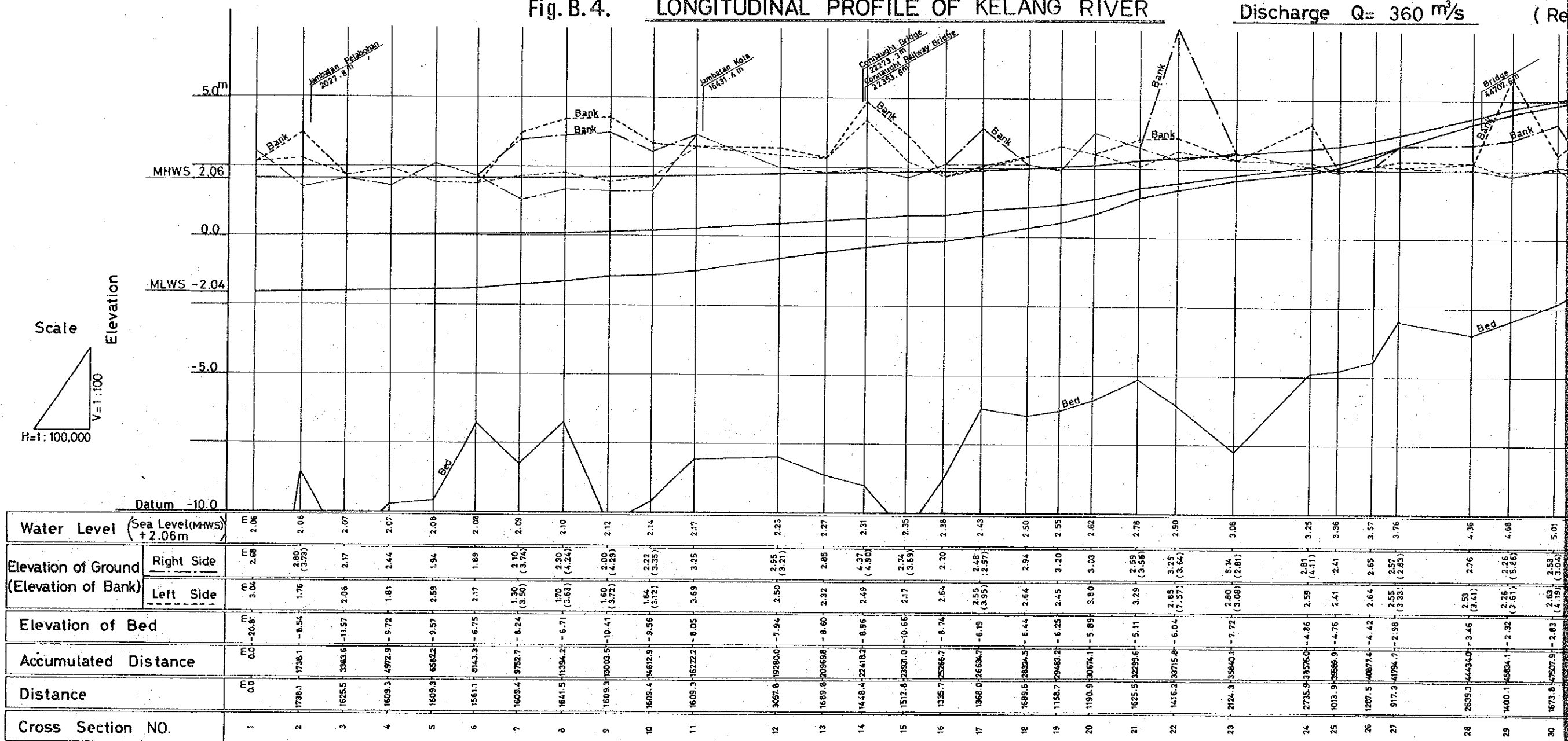
(Sea Level: +2.06 m)

Cross Section No.	Accumulated Distance (m)	Discharge (Q)	
		260 m ³ /s (m)	360 m ³ /s (m)
1	0.0	2.06	2.06
2	1,738.1	2.06	2.06
3	3,363.6	2.07	2.07
4	4,972.9	2.07	2.07
5	6,582.2	2.07	2.08
6	8,143.3	2.07	2.08
7	9,752.7	2.08	2.09
8	11,394.2	2.08	2.10
9	13,003.5	2.09	2.12
10	14,612.9	2.10	2.14
11	16,222.2	2.12	2.17
12	19,280.0	2.15	2.23
13	20,969.8	2.17	2.27
14	22,418.2	2.19	2.31
15	23,931.0	2.21	2.35
16	25,266.7	2.23	2.38
17	26,634.7	2.25	2.43
18	28,324.5	2.29	2.50
19	29,483.2	2.32	2.55
20	30,674.1	2.36	2.62

図 B. 4. クラン川の縦断面図

Fig. B.4. LONGITUDINAL PROFILE OF KELANG RIVER

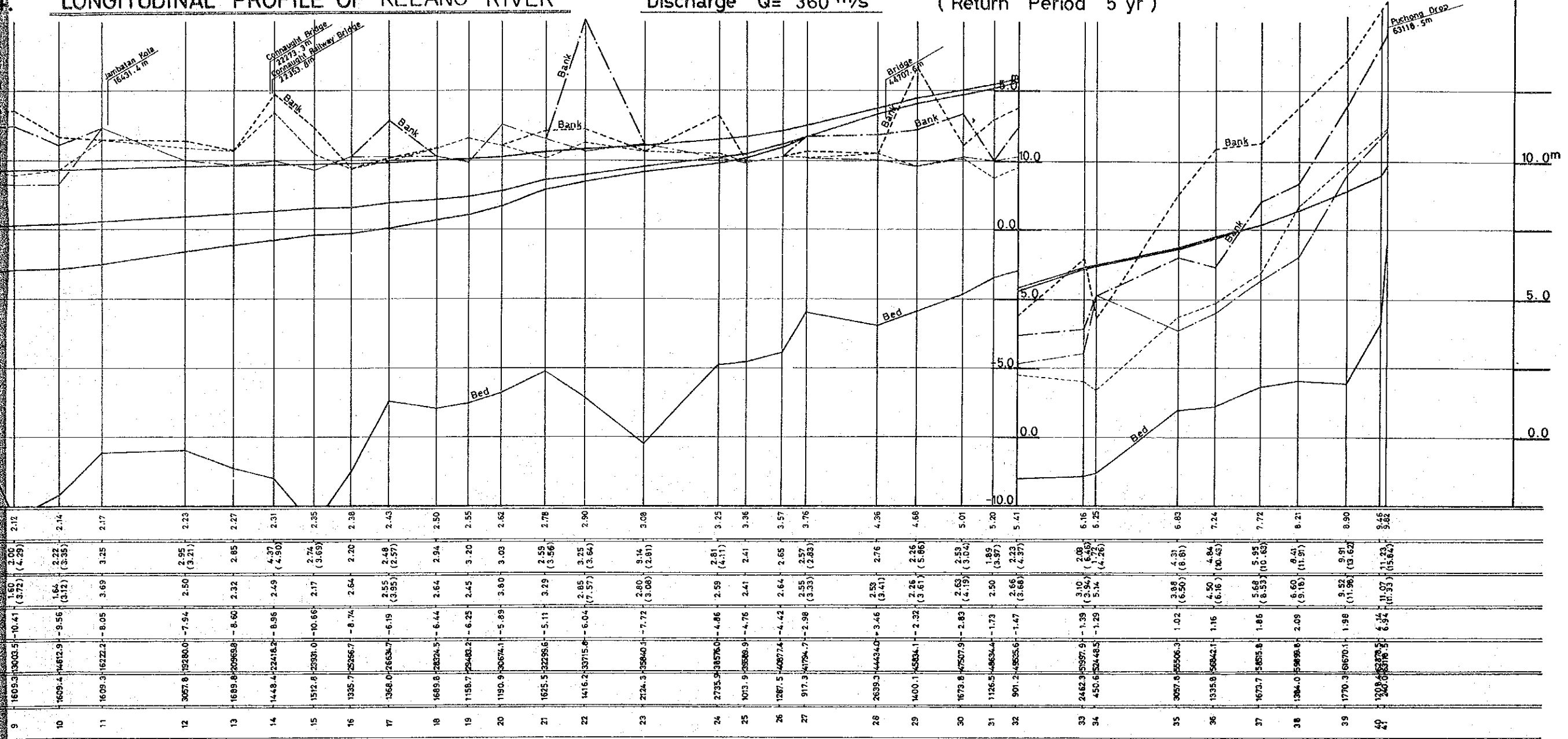
Discharge $Q = 360 \text{ m}^3/\text{s}$ (Re)



4. クラン川の縦断面図

LONGITUDINAL PROFILE OF KELANG RIVER

Discharge $Q = 360 \text{ m}^3/\text{s}$ (Return Period 5 yr)



付録 C 雨水流出量

付録C 雨水流出量

C.1. 流出係数

流出係数は、浸透性、勾配のような地表特性の影響を受けることが知られている。

過去の数多くの経験に基づき、屋根、道路のような地表面の違いにより、浸透性は推定できる。

おのおのの地表面の浸透性を用いて、本計画では、次式で計算した合成流出係数を用いる。

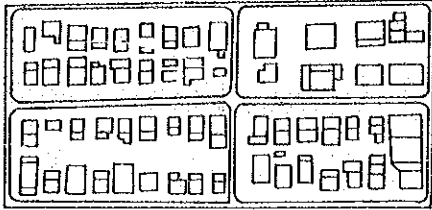
$$C = \frac{\sum_{i=1}^m C_i A_i}{\sum_{i=1}^m A_i}$$

ここに C : 合成流出係数
C_i : 基礎流出係数
A_i : 面積
m : 個数

1) 選定地区

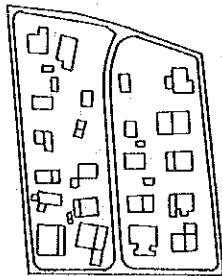
計画区域内で、代表的な土地利用の地区を選定した。選定した地区を、次に示す。

1. Residential Area (Densely Populated)



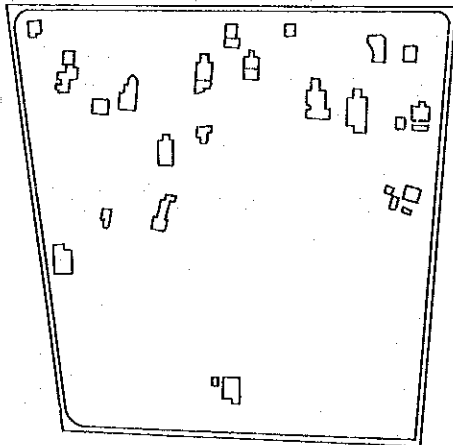
Pendamaran

2. Residential Area (Moderately Populated)



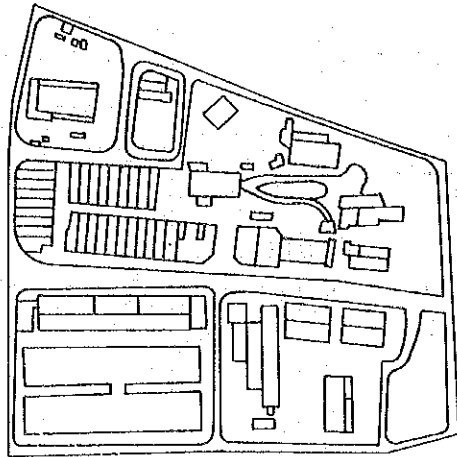
Pendamaran

3. Residential Area (Sparsely Populated)



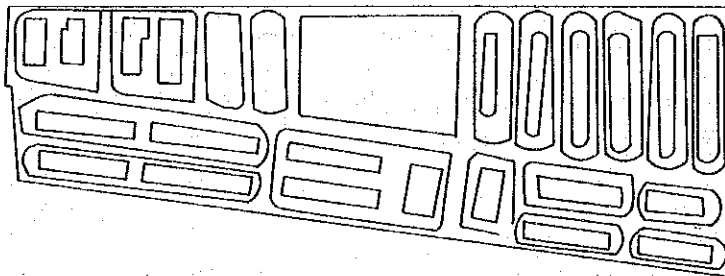
Ist. Mile, Kapar Road

4. Commercial Area



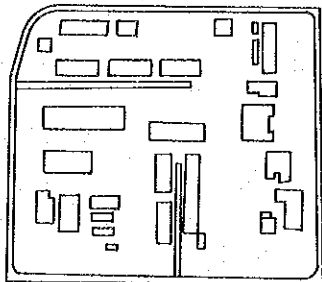
Kelang North

5. Industrial Area



Pendamaran

6. Institutional Area



Port Kelang

2) 基礎流出係数を、次に示す。

表C.1. 基礎流出係数

種 類	流出係数	
	範囲	採用値
屋 根	0.85 — 0.95	0.90
舗装道路	0.80 — 0.95	0.90
芝	0.20 — 0.50	0.30
農 地	0.45	0.30
山 地	0.35	0.50

出典： 1) MPCF Manual of Practice No. 9 (USA) (1970)
2) 下水道施設設計指針、1972、日本

3) 選定した地区の流出係数

おのおの地区ごとに、各種の面積を算出し、流出係数を算出した。これを表C.2. に示す。

表 C. 2. 土地利用別流出係数の算出経過 (2000年)

Type of Surface	Runoff Coefficient of Individual Type of Surface (C)	Type of Land Use					
		Residential			Commercial (A)/(C)x(A)	Industrial (A)/(C)x(A)	Institutional (A)/(C)x(A)
		Densely Populated (A)/(C)x(A)	Moderately Populated (A)/(C)x(A)	Sparsely Populated (A)/(C)x(A)			
Roofs	0.90	0.61/0.549	0.26/0.234	0.13/0.117	0.35/0.315	0.23/0.207	0.22/0.198
Paved Roads	0.90	0.12/0.108	0.15/0.135	0.08/0.072	0.19/0.171	0.34/0.306	0.08/0.072
Lawns (Open Space)	0.30	0.27/0.081	0.59/0.177	0.79/0.237	0.46/0.414*	0.43/0.129	0.70/0.210
Total		1.00/0.738	1.00/0.546	1.00/0.426	1.00/0.90	1.00/0.642	1.00/0.480

* The runoff coefficient of individual types of surface is 0.9, because all open space is assumed to be paved.

4) 他地区との比較

算出した流出係数を、他地区のものと比較した。

表C.3. 流出係数の比較

土地利用	本計画	マレーシア	アメリカ	日本
住民地域	0.45 ~ 0.75	0.55 ~ 0.85	0.60 ~ 0.75	0.65
商業地域	0.90	0.90	0.70 ~ 0.95	0.80
工業地域	0.65	0.80	0.50 ~ 0.80	0.65

表に示すように、調査区域の流出係数は、他地区のものとなっている。

5) 採用した流出係数

いままでに述べてきた前提条件を考慮して、次に示す流出係数を本計画で用いる。

表C.4. 本計画で用いる流出係数

土地利用	流出係数
住居地域 高密度	0.75
中密度	0.55
低密度	0.45
商業地域	0.90
工業地域	0.65
公共施設	0.50
港 湾	0.90
オープン・スペース	0.30
農 地	0.30
山 地	0.50

C. 2. 流達時間

合理式を適用するために、雨が設計地点まで流れてくる時間を算定しなければならない。流達時間（ t_c ）は、流入時間（ t_0 ）と流下時間（ t_d ）よりなる。すなわち $t_c = t_0 + t_d$ である。

流下時間（ t_d ）は、排水路の水理特性より設計と同時に計算される。しかし、流入時間（ t_0 ）は、地表勾配、地表状態、雨水が排水路に入るまでの長さ等が、同じであれば、ほとんど変わらない。したがって、同じような特徴の地域では、流入時間（ t_0 ）を一定値として扱うことが、一般的である。

本調査では、流入時間（ t_0 ）は、次に述べるように、Kerbyの公式を用いて算出した。

1) 流入時間（ t_0 ）

a) 土地利用別流入時間

都市排水施設計画で用いる、流入時間の算出公式は、はじめHorton が提唱し、Kerbyにより次のように修正された。

$$T_i = \left\{ \left(\frac{2}{3} \right) \times 3.28 \times L \times \left(\frac{n}{\sqrt{S}} \right) \right\} 0.467$$

ここに、 T_i : 流入時間（分）

L : 最遠点から排水路流入点までの距離（m）

n : 次表で与えられる粗度係数

S : 平均地表勾配

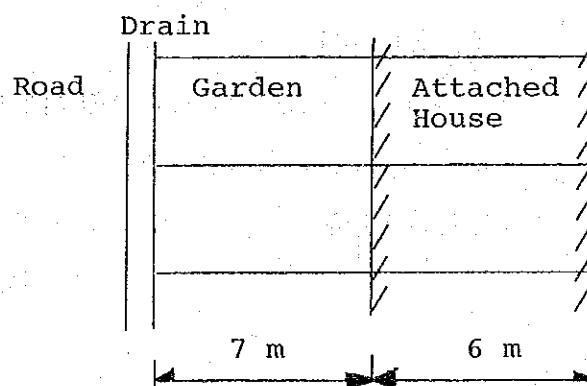
表C.5. Kerby公式の粗度係数

地表状況	粗度係数
滑らかな舗装	0.02
石のない状態の土	0.10
草が若干ある状況	0.20
中程度のでこぼこのある表面	0.20
草が普通に繁っている状況	0.40
森（落葉樹）	0.60
草がかなり繁っている状況	0.80
森（落葉樹、腐植土のある状況）	0.80
森（針葉樹）	0.80

調査区域の地表勾配は、おおよそ1000分の0.6である。雨水が地表を流れる距離は、個々の土地利用ごとに、下に示すように、決定した。

i) 住居地域

住宅開発計画図より、家屋の最遠点よりの距離は、下図に示すように決定した。



流入時間は、次のように計算される。

$$L = 6.0\text{m}$$

$$n = 0.2$$

$$T = (2 / 3 \times 3.28 \times 7 \times 0.2 / \sqrt{0.0006}) 0.467$$

$$= 9.5\text{分}$$

ii) 商業地域

クランの商業地域では、道路は約60m 間隔で走っている。したがって、2つの道路の間からの距離は30m となる。距離は30m であり、粗度係数 0.02 であるから、流入時間は 6.4分となる。

iii) 工業地域

工業地域では、距離が50m であり、粗度係数は 0.1であるから、流入時間は 17.3分となる。

b) 他地区との比較

調査区域で得られた流入時間を日本とアメリカのものと比較してみた。(表C. 6. 参照)

表C.6. 流入時間の比較（分）

土地利用	Kerby公式で 計算した値	日 本	ASCE
住居地域	9.5	—	—
商業地域	6.4	—	—
工業地域	17.3	—	—
舗装道路と排水路 の完備した高密度 住居地域	—	5	5
低密度住居地域	—	10	10-15

c) 採用値

流入時間を10分とする。上流の排水分区はほとんどが住居地域であり、また調査区域の半分以上は、住居地域である。排水路の特性は、流入時間でかなり決まるため、上に述べたことがらを十分に考慮して、10分と決めた。

付録D 排水区

付録D 排水区

1) N-1排水区

排水面積は 372.7haであり、流入面積は2378.3haである。排水区は、クラン・ノースの最も東にある。Rasau川と呼ばれる、5.7kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。

排水区の大半は、農業地域である。将来土地利用でも、住居地域も若干あるものの、大半は農業地域として残る。

地形的には、上流に滞水池を設けることは可能であり、排水路幅が少なくても済む。

住宅開発が行なわれるときには、既存水路の拡大、滞水池の建設等は可能である。ただし、建設予定地は、計画区域外である。しかし、開発に着手する前に、調査を行なうことが望ましい。

2) N-2排水区

排水面積は 210.1haであり、排水区はクラン・ノース東部にある。3.6kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。

排水区は、2つに分けられる。1つは、連邦ハイウェイ北部の丘陵地帯であり、最近、住宅開発が盛んに行なわれている。もう1つは、連邦ハイウェイ南部の、まだ開発の及んでいないカンボン（農村）地域である。

将来は、全排水区が住居地域になり、人口密度は、現在の50人/haが、100人近くなると予想される。

先に述べた住宅開発にともない、排水路はルートを変更し、部分的には改良された。浸水は、連邦ハイウェイ南部の平坦地で生じている。

3) N-3排水区

排水面積は25.5haであり、計画区域では2番目に小さい。本排水区は、クラン・ノース東部にある。

丘陵地帯で、住宅開発が進められているが、残りの大半は平坦である。浸水は、本排水区のいたるところで生じている。

幹線排水路は、クラン川堤防に並行してあり、防潮ゲートもある。

4) N-4排水区

排水面積は、162.0haである。本排水区はクラン・ノース中心部の東側にある。2.7kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。

排水区は2つに分けられる。1つは、連邦ハイウェイの北側にあり、かなり発達した住居地域である。幾分かは勾配があるので、浸水地区は小面積となっている。もう1つは、連邦ハイウェイの南側にあり、まだカンポン状態を呈している。浸水区は、あちこちにある。

将来、本排水区は発展し、人口密度は100人/haを越すものと思われる。

5) N-5排水区

本排水区は、クラン・ノースの中心部にあり、排水面積は、69.5haである。

1.5kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。

防潮ゲートはあるが、本排水区には、クラン川沿いの堤防がない。浸水箇所は、各所にある。

本排水区および周辺での都市化により、人口密度は100人/haであり、今後も都市化は進み、2000年には120人/ha程度になるものと見込まれる。

6) N-6排水区

クラン・ノース中心部にあり、排水面積は72.3haである。1.6kmの幹線排水路がある。上流の排水路は、素掘りであるが、下流部は幅950mm、高さ950mmから幅1200mm、高さ1200mmのボックスカルバートである。排水路、特に上流のそれは小さく、しばしば浸水がおきている。たとえば、メルーとクランを結ぶ道路は、しばしば冠水している。

7) N-7排水区

クラン・ノース中心部にあり、排水面積は48.2haである。

クランの中心部にあり、数多くの2階建建物と市場がある。0.4kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。

防潮ゲートはあるが、クラン川沿いの堤防は不十分なため、浸水がかなり生じている。

8) N-8 排水区

排水面積は、255.0haであり、本排水区は、クラン・ノースの北西部にある。排水区東部の丘陵地を除けば、ほとんど平坦地である。Binjai 川と呼ばれる 5.3kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。堤防と防潮ゲートはあるが、ジャラン・カパール道路とBinjai 川に囲まれた、Kampung Pinang では浸水がおきている。

都市化により、人口密度は60人/haになったが、これは80人/haにふえると見込まれる。

9) N-9 排水区

排水面積は、流入面積39.4haを含め 382.1haである。本排水区は、クラン・ノース北部にある。Sungai Putus道路の南に、North Kelang Straits Expressway が計画された。5.5kmの幹線排水路がSungai Putus道路沿いにある。本排水区の大半は農地であり、地形的には平坦である。浸水箇所は、排水区南東部にある。

現在、人口密度は高くないが、将来はオープン・スペースをともなった、低密度住居地域になると見込まれる。

10) S-1 排水区

排水面積は、流入面積63.5haを含め 128.6haである。Jati 川と呼ばれる 0.2 kmの幹線排水路がクラン川に流れている。本排水区では浸水は記録されていない。防潮ゲートと、クラン川沿いの鉄道線路（これは実質的に堤防の役割をしている）が、本排水区への背水を防いでいる。

本排水区は、人口密度30人/haのカンポン（農村）であり、今後もこのままの状況が続く。

11) S-2 排水区

本排水区はクラン・サウスの東部にあり、排水面積は 169.8haである。1.8kmの素掘りの幹線排水路が、墓地になっている丘より始まっている。クラン川沿いの鉄道線路は、冠水を防ぐため盛土をされており、排水区の実質的な堤防の役割を果たしている。浸水箇所は、鉄道線路近くにある。

下流に商業地域はあるが、大半は宮殿、オープン・スペースとして利用される予定であるため、計画雨水流出量の増加はそれほど多くない。

12) S-3 排水区

排水面積は、11.8haと、計画区域の中で一番小さい。クランサウス中心部にあり、0.4kmの幹線排水路が、クラン川へ流れている。排水路は長方形コンクリート水路である。S-2排水区と同じく、鉄道線路が、実質的な堤防の役割を果たしている。浸水箇所は、鉄道線路近くにある。

本排水区は、クランサウス中心部にあり、商業機能を有している。

13) S-4 排水区

本排水区は、クランサウス中心部にあり、排水面積は53.9haである。0.7kmの幹線排水路下流は改良されている。防潮ゲートはあるが堤防はない。S-2、S-3排水区と同じく、鉄道線路が実質的な堤防の役割を果たしている。浸水箇所は中、下流にあるが中流の浸水は下流に比べて小さい。

本排水区の都市化は著しく、今後も発展する。

14) S-5 排水区

本排水区は、クランサウスにあり、排水面積は156.1haである。排水区北端に鉄道線路があり、南端に連邦ハイウェイがある。4.8kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。防潮ゲートと堤防がある。しかし、全区域にわたって、浸水が生じている。

本排水区は、かなり開発されており、人口密度は約80人/haであるが、将来は100人/haを越すものとみられる。

15) S-6 排水区

本排水区は、クランサウスの北部にあり、排水面積は96.7haである。Pulai川と呼ばれる1.3kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。防潮ゲートと堤防がある。しかし、全区域にわたって浸水が生じている。

排水路は、カンポン（農村）に典型的にみられる素堀であり、水路幅も数mである。

都市化が将来期待されているが、まだおきていないため、排水路の拡幅は容易

である。

本排水区は、人口密度20人/haのカンポンである。将来は、クラン川沿いの数100m幅のオープンスペースをもつ、住居地域となることが見込まれる。オープンスペースには、滞水池の建設を計画している。

16) S-7 排水区

本排水区は、クランサウス北部にあり、排水面積は110.8haである。Berteh川と呼ばれる1.6kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。防潮ゲートと堤防がある。しかし、全区域にわたって、浸水が生じている。

排水路は、カンポンに典型的にみられる、素掘りであり、水路幅も数mである。

都市化が将来期待されているが、まだおきていないため、排水路の拡幅は容易である。本排水区は、S-6排水区と同じく、カンポンであり、人口密度は40人/haである。

17) S-8 排水区

本排水区は、クランサウスとポートクランの中間にあり、排水面積は539.2haである。下流部はGadong Besar川と呼ばれる、4.7kmの幹線排水路があり、クラン川に流れている。

上流域は、パームオイル農園であるが、連邦ハイウェイに沿っては、都市化が進んでいる。しかし、パームオイル農園は、最近住宅地に転換されているため、計画雨水流出量の増加が予想される。開発にともない、排水路も、特に上流部では改良されている。

連邦ハイウェイ沿いの地区は、排水路疎通能力が小さく、潮位の高いことにより浸水がおきているが、将来はこの地区はサブ・センターになる。

18) S-9 排水区

本排水区は、ポートクランにあり、排水面積は120.5haである。2.3kmの幹線排水路があり、吐口には防潮ゲートがある。河川に沿って、鉄道線路があるが、これは盛土されているため、河川からの浸水を防いでいる。

鉄道線路の東部地区は、住居地域として発展した。

浸水は、鉄道線路とTengah通りに囲まれた地区で生じている。この地区の地

盤高は、さく望平均満潮位より低い。本地区は、住居地域として発展しているため、滞水池は、下流のS-11排水区に設ける予定である。

19) S-10排水区

本排水区は、ポートクランにあり、排水面積は 144.6haである。南をRaja Muda Musa 通り、東をKastam 通り、北を鉄道線路、西をクラン川および海に囲まれている。2.6kmの幹線排水路と堤防、防潮ゲートがあり、水路はクラン川河口へ流れている。

Pelabuhan通りより西の地区は、排水施設の不十分さと、沖積地のため、浸水をうけやすい。排水路下流は、最近拡幅された。

現在、本地区の大半は、役所、商業、住居に使われている。将来も、このパターンが続くものと思われる。

20) S-11排水区

本排水区は、クラン川左岸のポートクランにあり、排水面積は 295.5haである。本地区は 2~3の工場を除けば、湿地帯である。工場は、浸水を防ぐために、かさ上げされて建てられている。

排水路は、主として自然水路であり、クラン川に流れている。現在、本地区は、湿地帯であり、開発の手がおよんでいないため、開発にあたっては、埋め立てが望ましい。したがって、自然排水が可能になる。盛土高は+ 2.70mとする。開発計画がまだないため、排水施設計画をたてなかった。

21) A-1排水区

本排水区は、調査区域の南にあり、排水面積は 761.7haである。アウル川と呼ばれる10.6kmの幹線排水路が海に流れている。

本地区の大半は、パームオイル農園であるが、上流域で、Langat 通りの東の地区で、住宅開発がおこなわれている。これにともない、アウル川改良計画があるが、その内容は次の通りである。

- ・上に述べた地区を除けば、パームオイル農園は、存続する。
- ・計画雨水流出量は $41.2 m^3$ /秒である。
- ・下流の水路幅は約30m、深さは 3~4mである。

・48万 m^2 (401.82 エーカー・フット) の滞水池を設ける。これには水路の貯留容量12万4千 m^2 (102.14 エーカー・フット) を含む。

・既存水路をまっすぐにする。

しかし、都市計画によると、パームオイル農園は住居地域に指定されている。

22) A-2 排水区

本排水区は、ポートクランとクランサウスの間であり、排水面積は 133.6haである。3.2kmの幹線排水路があり、アウル川に流れている。アウル川近くの Banting通りは、かさ上げされているため、堤防の役目を果たしている。防潮ゲートは河口ではなく、Banting通りの近くにある。

本地区の約3分の1は、住居用に使われているが、将来は、全地区住居用になるものと見込まれる。

浸水箇所は2ヶ所ある。1つはRaja Lumu 通りとPendamar 通りの間であり、もう1つはBukit Kerayong 通りの近くにある。

23) A-3 排水区

本排水区は、ポートクランにあり、排水面積は 106.9haである。4.4kmの幹線排水路と堤防、防潮ゲートがあり、水路はアウル川に流れている。本地区は、連邦ハイウェイとRaja Lumu 通りに囲まれた地域を除けば、すべて住宅がはりついている。上記の地区は、工業地域として、計画されている。

排水路疎通能力は、かなりあるが、それでも不十分である。本地区の浸水は Letchumanan通りとRaja Lumu 通りで生じている。

24) A-4 排水区

本排水区は、調査区域の西端のポートクランにあり、排水面積は52.5haである。1.3kmの幹線排水路と堤防、防潮ゲートがあり、水路はアウル川支流のBenlene川に流れている。

排水区北部の連邦ハイウェイぞいは、商業地区として、南部は住居地区として発達している。将来も、この土地利用が残る。

本排水区南部は、排水路疎通能力の不足と、地形が平坦で低いため、浸水を受けやすい。地盤高R. L. + 1.5~ 2.1m は、さく望平均満潮位 2.1m より低い。

自然排水路は、地形的に不可能である。現状の発展ぐあいから判断すると、埋立ては不可能である。したがって、滞水池をA-6排水区との境界で、現在の湿地帯に設ける。

25) A-5排水区

本排水区は、調査区域の西端のポートクランにあり、排水面積は100.9haである。2.4kmの幹線排水路と堤防、防潮ゲートがあり、水路はアウル川河口に流れている。

本地区の大半は、港湾施設として使われているが、不法占拠者の居留地もある。これにより、人口密度は101人/haと計画区域で一番高い。

将来は、本地区は港湾施設と工業地区になり、不法居留地は撤去される。

本排水区は、排水路疎通能力の不足と、地形的に平坦で低いため、浸水を受けやすい。地盤高はR. L. + 1.5~2.1mであるが、これはさく望平均満潮位2.1mより低いため、地形的に自然排水路は不可能である。本地区の発展状況を見ると、地盤のかさ上げは不可能である。したがって、滞水池を計画する。

26) A-6排水区

本排水区は、アウル川両岸にまたがっており、排水面積は310.4haである。さらに、本地区は、堤防に囲まれているため、施設、人口の少ない湿地帯となっている。しかし、北部の一部は、埋め立てがすみ、多くの工場がある。

将来、本地区の大半は、工業化される。

浸水を解消するためには、盛土を提案する。現在、開発計画はないため、排水施設計画をたてなかった。しかし、盛土を完了後、自然排水路を作ることを提案する。

27) O-1~O-6排水区

排水区は、調査区域北部のカパール、メルーにあり、小さな商業地区と住居地区を除けば、大半は農地である。

数多くの排水路（排水路というよりは、河川と呼ぶ方がふさわしい）が、パームオイル農園、ゴム農園の間を西へ流れ、おのおの数km先の海へ注いでいる。これらの排水路は、州DIDの手で、都市排水路というよりは、農業排水路として、

整備されている。

排水区は、平坦で低く、潮位の影響を受けている。したがって、河口に防潮ゲートが設けられるとともに、計画区域の西側の境界であるKapar通りと、海岸の中間に、堤防が設けられている。

排水面積は、260ha ~9000haと大きいですが、排水路は、計画区域を、横ぎるにすぎない。さらに、都市化は、急激にはおこらず、現状のまま残ることが予想される。したがって、排水施設計画は、将来発展が見込まれる段階で、たてられるべきである。

当面、幹線排水路は、農業排水路として扱う。

付録 E 滞水池の容量

付録E. 滞水池の容量

E. 1. 上流の滞水池

(N-2 排水区)

この滞水池の目的は、大水害を防ぐことではなく、上流で発生する雨水流出量の一部を貯留し、下流の排水路の規模を縮小することである。したがって、この滞水池は上流に十分な用地がある地域で用いられる。

滞水池容量は、次のように算出した。

a) 現況の雨水流出量

場 所：N-2排水区の上流

面 積：A = 70 ha

流出係数：C = 0.3

流路延長：L = 1,400 m

仮定流速：V = 0.8 m / 秒

流入時間： $t_o = 10$ 分

流下時間： $t_d = 29.2$ 分

流達時間： $t_c = 39.2$ 分

土地利用：住居

確率降雨：2年

降雨強度： $I = (5,850) / (t + 28)$

$$= (5,850) / (39.2 + 28)$$

$$= 87.1 \text{ mm / 時}$$

貯留係数： $C_s = (2 \cdot t_c) / (2 \cdot t_c + t_d)$

$$= (2 \times 39.2) / (2 \times 39.2 + 29.2)$$

$$= 0.73$$

ピーク流出量: $Q = (1/360) C_s C I A$

$$(1/360) \times 0.73 \times 0.30 \times 87.1 \times 70$$

$$= 3.7 \text{ m}^3/\text{秒}$$

$$= 222 \text{ m}^3/\text{分}$$

b) 将来の雨水流出量

$$C = 0.55, \quad t_a = 23.2 \text{ 分}, \quad t_c = 33.2 \text{ 分}$$

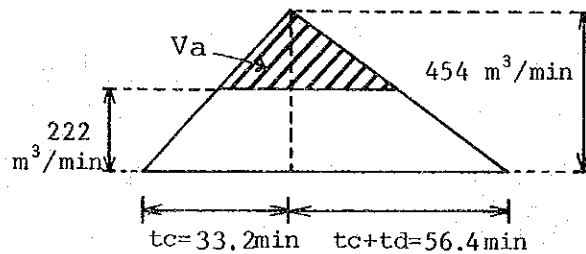
$$Q = 7.6 \text{ m}^3/\text{秒}$$

$$= 454 \text{ m}^3/\text{分}$$

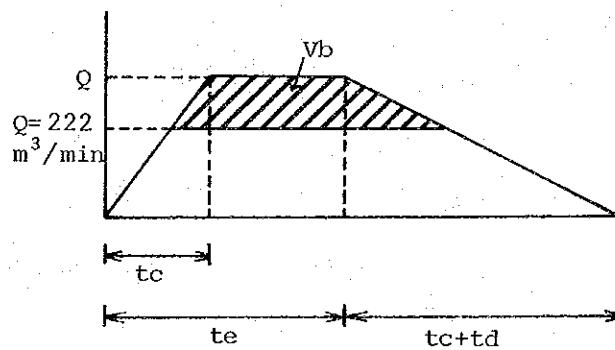
c) 滞水池容量

i) $t_c > t_e$

$$V_a = 5,350 \text{ m}^3$$



ii) $t_c < t_e$



V_b

$$t_e = 53.2 \text{ min}, \quad V_b = 9,635 \text{ m}^3$$

Accordingly,

$$V = 9,635 \text{ m}^3 \text{ say, } 9,700 \text{ m}^3$$

E. 2. 下流の滞水池

(S-6排水区)

この滞水池は、放流先河川であるクラン川の水位が排水路の水位より高いような時に、流出量を貯留しておくものである。ある意味では、ポンプの代替物といえる。

滞水池の容量は、排水路水位が河川水位より低い期間に流下してきた雨水流出量の和の最大値として決まる。

上に述べた期間は、図、E. 1. に示すように 140分であり、最大累加貯留量は 118,000 m^3 となる。

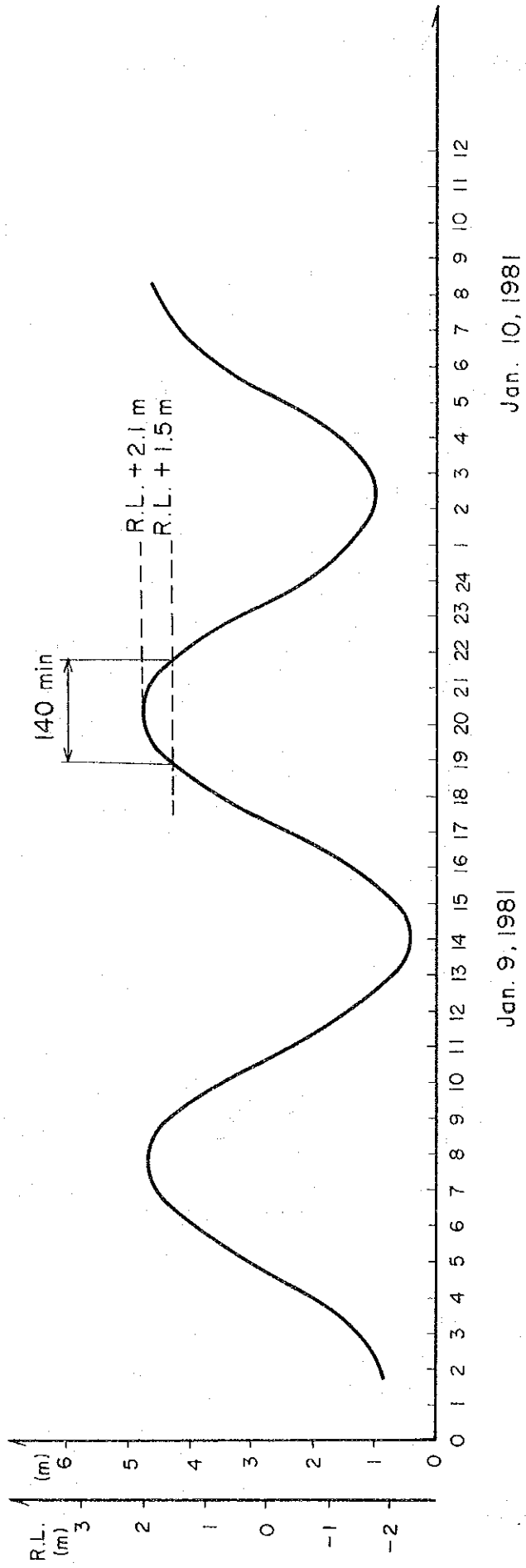


図 E. 1 クラン川水位