

3.4.2. 就業人口配分

ここでは、土地利用計画に基づき、従業地ベースで就業人口を計画区域に配分する。

1) 産業別2000年就業人口の配分

a) 農業

都市地域の農業人口は1,000人であり、これを農業地域面積比で計画区域に配分すると、計画区域農業人口は700人となる。

b) 工業

都市地域の工業人口は81,000人であり、これを工業地域面積比で計画区域に配分すると、計画区域人口は60,500人となる。

c) 建設業

都市地域の建設業人口は7,000人であり、これを商業地域面積比で計画区域に配分すると、計画区域の建設業人口は6,900人となる。

d) 電気、ガス、水道業

都市地域の電気、ガス、水道業人口は3,000人であり、これを公共施設地域面積比で計画区域に配分すると、計画区域の電気、ガス、水道業人口は2,200人となる。

e) 運輸業

都市地域の運輸業人口は38,000人であり、これを港湾区域及び商業地域面積比で計画区域に配分すると、計画区域の運輸業人口は33,000人となる。

f) 卸・小売業

都市地域の卸・小売業人口は28,000人であり、これを商業地域面積比で計画区域に配分すると、計画区域商業人口は27,400人となる。

g) サービス業

都市地域のサービス業人口は37,000人であり、このうち公共サービス業人口については公共施設地域面積比で、民間サービス業人口については商業地域面積比で計画区域に配分すると、計画区域サービス業人口は34,400人となる。

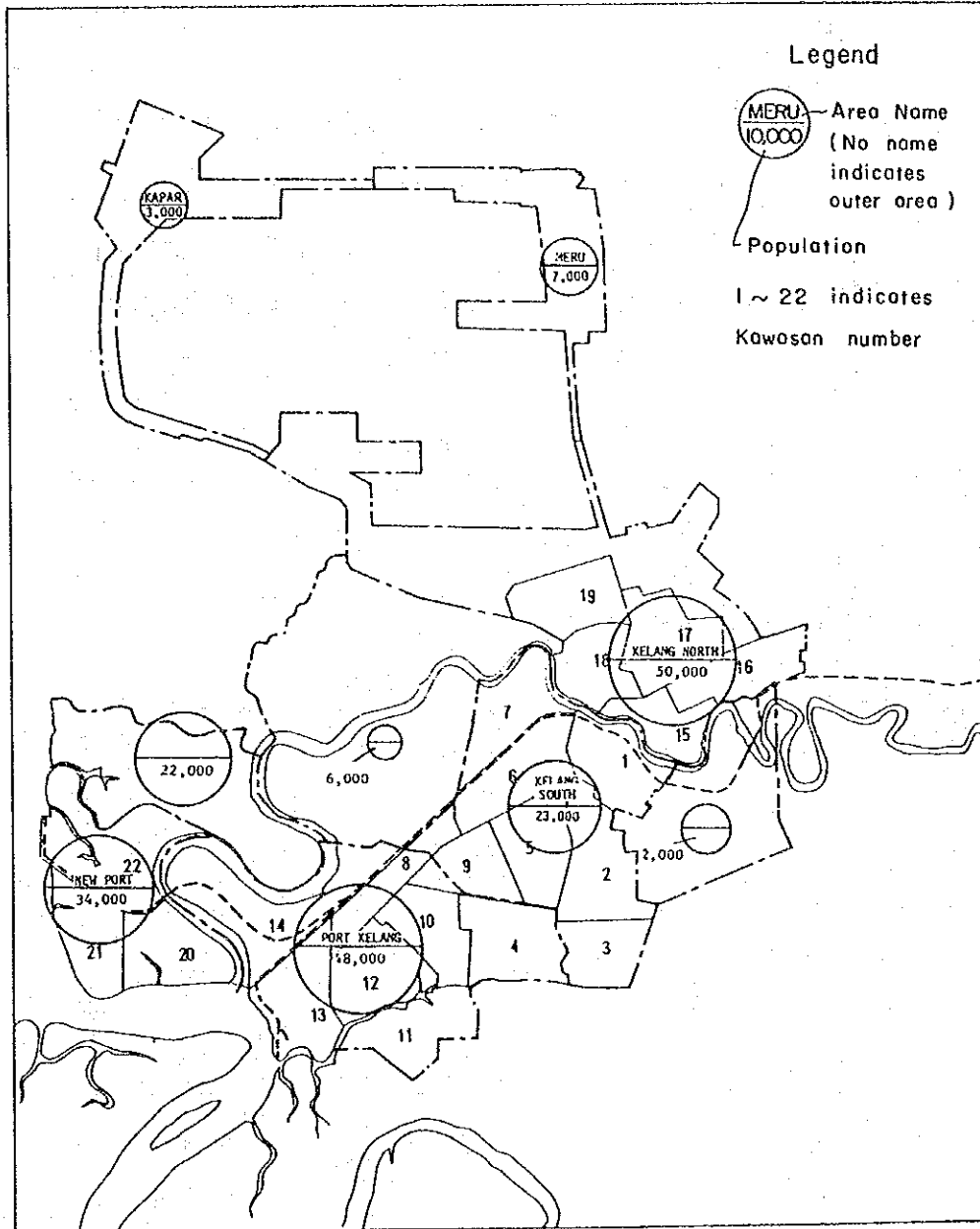
2) まとめ

以上をまとめると、表 3.7. に示すように、計画区域の昼間就業人口は165,000人となる。

表 3.7. 計画区域の昼間就業人口

区 域	将来昼間就業人口
計 画 区 域	165,000人
そ の 他 区 域	30,000
都 市 区 域	195,000

图 3. 7. 地区別就業人口配分



第4章 設計の前提条件

第4章 設計の前提条件

4.1. 下水処理区、処理分区、処理小分区

4.1.1. 概要

本調査区域の自然条件の特徴は、(1) クランノースおよびクランサウスの一部の小高い丘を除いて、ほとんど平坦かつ低地であり、(2) 人口集中地区が限定されており、(3) 現在未開発地区が多いことである。以上のことは基本計画区域の全体を整備する下水道計画を立案する場合考慮しなければならない重要な要素である。

開発計画のため検討すべき代替案は、(a) 調査区域をカバーする包括的な下水道計画であるか、あるいは(b) 地形条件や各計画区域の地域特性により決定される個々の単独処理計画のどちらかである事は明らかである。第2章で既述したとおり、1968年に Proctor and Redfern International コンサルタントにより調査が行なわれ、単独の包括的処理システムを推薦しているが、この方式は全域の下水を放流先まで送るために、必然的に多くの中継ポンプ場と長大かつ大口径の管渠を必要とするものである。従って多額の建設費が必要となり、維持管理についても様々な問題があるであろう。急激な宅地開発および人口増加が本調査区域では将来おこることは明らかであり、包括的な下水道では必要性に応じて施設の変更が難しいという点も考慮しなければならない。無処理のままの海中放流は1976年の環境基本法(EQA)で具体化した条例の趣旨に適合しなくなってきており、同法では海岸へ放流する場合でも何んらかの処理をすることを奨励している。

上述の観点から熟慮すると、分散下水道システムを採用することにより本調査区域を個々に取り扱えるように処理分区、処理小分区に分割するのが適当であると考えられる。

このような数処理区に分割した方式の利点は次のとおりである。

- a) それぞれの処理分区あるいは処理小分区の特性を考慮した下水道施設の計画が可能である。
- b) 財源の可能性と共に、将来の開発計画を考慮した段階的な建設計画が可能である。
- c) 開発計画が樹てられていない農村地域の計画は、将来開発計画に合せ考えればよいといった柔軟性がある。

計画区域を下水道区域、処理区、処理分区に分割するに当たっての基本的な考えかた、方法論および結果を次に示す。

1) 処理区

計画の策定上、本調査区域をまず主に地理的条件により、数処理区に分割した(図 4.1. 参照)。調査区域を東西に流れているクラン川は自然の処理区域界を形成している。クラン川の南部にはクランサウスとポートクランという2ヶ所の既成市街地があり、調査区域の東西にそれぞれ位置している。これら2処理区の既成市街化は連邦ハイウェイにより結ばれているが、これらの市街地の境界はかならずしもはっきりしていない。しかしながら下水道計画の視点から考慮すれば、この区域を2処理区に分割する事は妥当であると考えられる。

クラン川の北部については4処理区域に分割した。これらの処理区はクラン川に沿ってクランサウス処理区に面しているクランノース処理区、次に小さな町であるカパール処理区とメルー処理区であり、さらに、本調査区域の西部にあるノースポート処理区である。

調査区域は結果として下記の6処理区になる。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| (1) クランノース | (2) クランサウス | (3) ポートクラン |
| (4) ノースポート | (5) カパール | (6) メルー |

2) 処理分区

上記の処理区は下水道施設の計画上さらに処理分区に分割される（図 4.2. 参照）。

処理分区は基本的に各処理分区単独で下水を流集し、処理分区ごとに終末処理場を設けられるものと考えた。処理分区の決定にあたっては、管渠布設の施工上の難易性に影響を及ぼす連邦ハイウェイ、鉄道、河川、排水路及びその他の既存施設を含めた地形的な条件を考慮した。処理分区内に終末処理場の用地を取得できることも、また処理分区を決定するのに重要である。

3) 小分区

処理分区はさらに段階的建設計画を樹てるために処理小分区に分割した。それには次の三要素を考慮した。

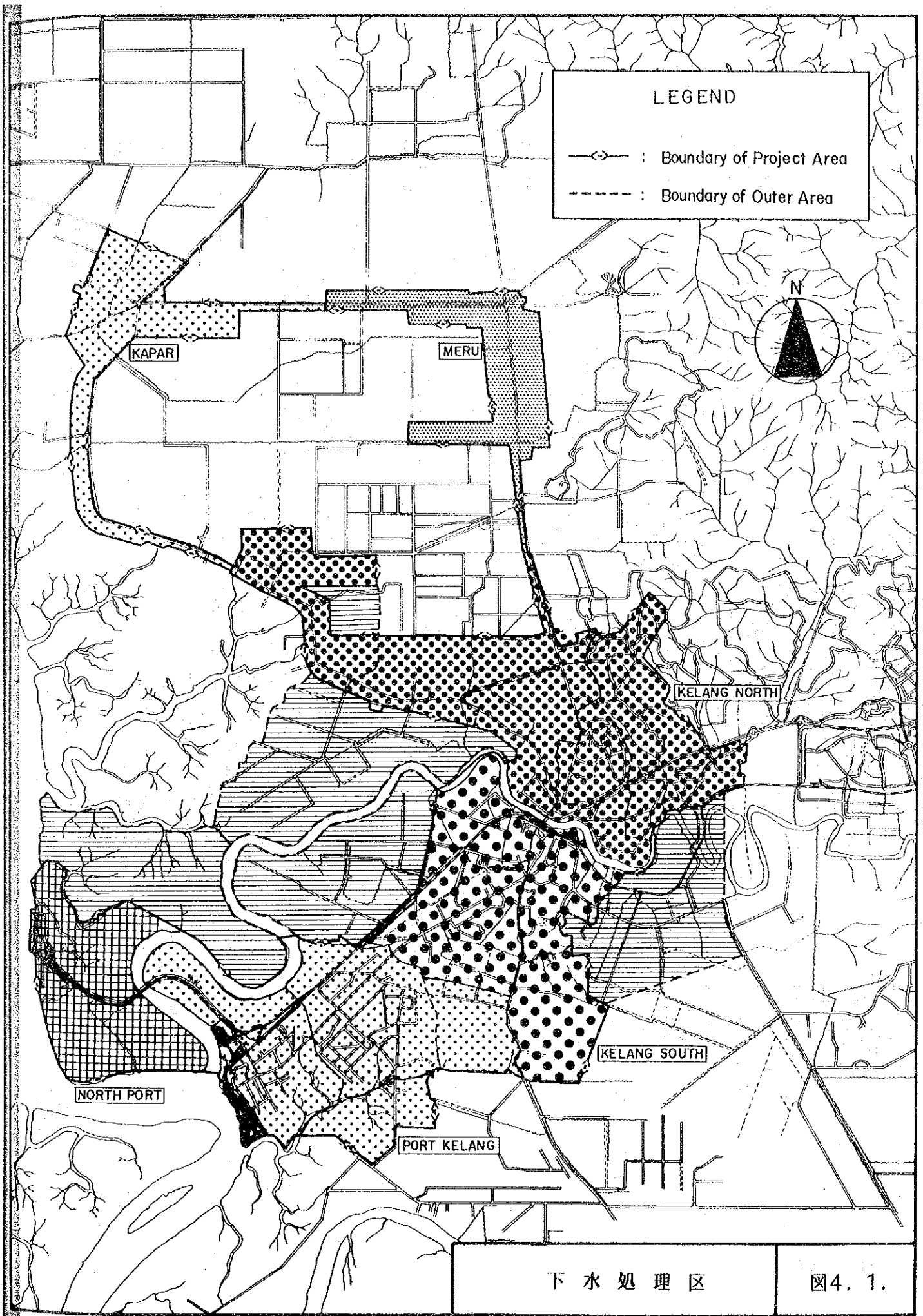
- (1) 人口密度
- (2) 現在と将来の土地利用形態
- (3) 市街化の特性

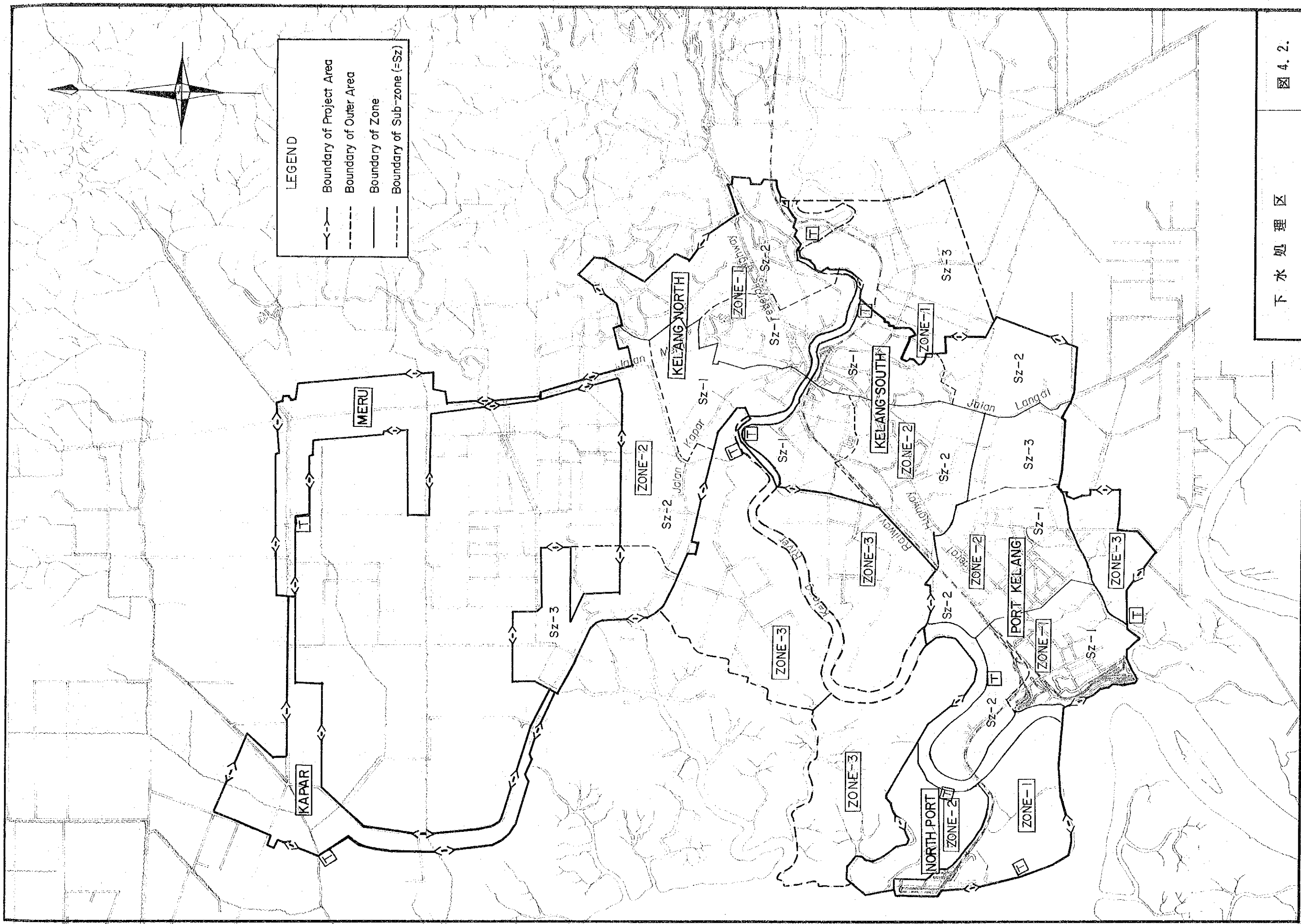
以上の方法で計画された処理分区、処理小分区を表 4.1.、図 4.1. および図 4.2. に示す。

表 4. 1. 下水处理区、处理分区、小分区

District	Zone	Sub-zone	Acreage (ha)
Kelang North	Zone - 1	Sub-zone - 1	338
		Sub-zone - 2	589
	Zone - 2	Sub-zone - 1	401
		Sub-zone - 2	458
		Sub-zone - 3	418
	Kelang South	Zone - 1	Sub-zone - 1
Sub-zone - 2			353
Zone - 2		Sub-zone - 1	315
		Sub-zone - 2	512
Port Kelang	Zone - 1	Sub-zone - 1	410
		Sub-zone - 2	225
	Zone - 1	Sub-zone - 1	445
		Sub-zone - 2	186
		Sub-zone - 3	248
	Zone - 3		230
	North Port	Zone - 1	
Zone - 2			349
Kapar			621
Meru			573
Total			7,438

Note: Surface area of the Kelang River is excluded.





下水処理区

图 4. 2.

4.1.2. 下水処理区の現況

設定した下水処理区、処理分区および処理小分区の現況を次に説明する。

1) クランノース処理区

クランノース処理区はクラン川右岸に位置しており、本調査区域の最高地点が北東部にあり、その標高は約 90mである。また小高い丘が東側を南北に貫いており、この丘陵地帯は本処理区の東部を占めている。一方、西部地区は平坦でかつ低地区域である。

本処理区全体はクラン川流域にあり、生活排水は処理区をいくつかの小河川流域に分けている排水路やクラン川の支流を流下し、クラン川に流れ込んでいる。

3本の幹線道路、つまり連邦ハイウェイ、ジャラン・メルーおよびジャラン・カパールは本処理区のクラン川の近辺で合流しており、急速に発展している商業地区がこれらの幹線道路の合流点を囲んでいる。また本処理区の南側の処理区域界になっている川沿いの地域は全て開発が終了している。それ故、この地域には下水処理場の用地を確保できる可能性はない。

以上の条件を考慮し、処理区を2処理分区に分割した。しかし、これら2処理分区の下水処理場予定地は必要面積が十分に得られる調査区域外の東部および西部に計画した。

a) 第1処理分区

クランノース処理区の東側部分を第1処理分区とする。本処理分区はクランノース商業地区の約半分が含まれている。多くの住宅計画は既に開発済か、もしくは開発中である。さらにこれらの開発計画に加えて、大規模工業開発および住宅開発がブキット・ラジャー・エステートと呼ばれている本処理分区の北東部分で州経済開発公社（SEDC）により進められている。また本処理分区の東側部分は工業地域に指定されており、数社の現

代的工場が建設されており、操業している。

第1処理分区はさらに段階的建設計画の都合上、2小分区に分けた。第1小分区は他地区よりも開発が進んだ区域であり、小分区の面積は338ha、現在人口は20,000人である。また将来の土地利用計画では商業地区および高・中密度住居地区を含んでいる。

第2小分区は第1処理分区の残りであり、面積は589haであり、現在人口は14,966人である。また一部の地域では最近、住宅開発が進められているが、ほとんどの部分はまだ開発計画が樹てられていない。ブキット・ラジャー開発区域と東部の工業地区は本小分区に含まれる。

b) 第2処理分区

クランノース処理区の西部を第2処理分区とする。本処理分区は一般的に平坦で低地区である。既存の連邦ハイウェイとノースポートを接続する計画道路は本処理分区の中心部を東西に横断する計画であり、この計画道路は現在の開発計画によると必然的に処理分区界になる。第2処理分区の南部は商業地区を含んだ既開発地区がほとんどである。一方、北部はほとんど未開発地区であり、開発区域はジャラン・カパール沿いに点在しているだけである。

本処理分区はさらに3小分区に分割され、第1小分区は計画高速道路の南側であり、開発された地域で面積は401haである。また現在人口は20,970人である。ジャラン・カパールおよびジャラン・ゴークフアット沿いには数社の工場がある。

本小分区の将来の土地利用計画は商業地区、中密度住居地区および工業地区に指定されている。

第2小分区および第3小分区は未開発地区がほとんどであり、小分区面積と1980年の現在人口はそれぞれ458ha、5,732人および418ha、1,233人である。工業開発は第3小分区内に計画されており、この小分区の他の

地域は低密度住居地区として指定されている。しかしながらこれらの2小分区は2000年までに完全には開発されないと予想される。

2) クランサウス処理区

クランサウス処理区はクランノース処理区に面し、クラン川左岸に位置している。本処理区の南北方向に小高い丘が続いており、最も高い所は標高 63mのブキット・リパット・カジャンであり、残りの地区は平坦地である。本処理区の概ね 3/4 はクラン川流域内にあり、その他の南側の 1/4 の区域は、アウル川流域である。この流域内の生活雑排水はアウル川に流入し、そのまま海に流入している。

政府の官庁や公共施設はほとんど本処理区に存在しており、クラン市役所やセランゴール州の地方事務所がある。また、近辺にはクラン市のタウンセンターがある。

多くの住宅開発が連邦道路およびジャラン・ランガットの2つの幹線道路沿いに実施されている。これらの中で最も大規模な開発はブキット・リパット・カジャンの南側で州経済開発公社 (SEDC) によって施工されているものである。

本処理区に工業地区は計画されていない。したがって、クランサウス地区は主にタウンセンターおよび住居地区で構成されている。

本処理区はその地形状況により2処理分区に分割した。

a) 第1処理分区

第1処理分区はクランサウス処理区の東側であり、さらにブキット・リパット・カジャンという丘陵があり、その丘陵を境として2小分区に分れている。

第1小分区は本処理分区の北側の部分で商業地区と公共地区を含んでいる。さらにこの小分区は墓地がある大きな公園緑地区域をブキット・リパ

ット・カジャンの北側に含んでいる。小分区面積と現在人口（1980年）はそれぞれ 306haと 9,478人である。

第2小分区は第1処理分区のアウル川流域の南側の部分で、住宅開発が現在、州経済開発公社および民間企業により行われている。この第2小分区の面積は353haであり、現在人口（1980年）は 6,842人である。

b) 第2処理分区

第2処理分区はクランサウス処理区の西側の部分で、処理分区の最北端にある小さな丘を除いて大抵平坦である。

連邦道路は本処理分区の中央を北東から南西方向に貫通しており、また連邦道路の北側にクラン〜クアラルンプール鉄道線路が同じ方向に処理分区を横断している。

鉄道までの北側区域にはいくつかのカンボン（農村）地域が散在する住居地域と共に存在している。一方、鉄道から本処理分区の南端までの間では、住宅開発が連邦ハイウェイとジャラン・ランガット沿いに広大な地域で実施されており、それは本処理区の東側の処理区界まで延びている。

第2処理区は建設計画の関係でさらに2小分区に分れる。第1小分区はこの処理区の北側の区域で、面積が 315ha、現在人口は12,706人である。第2小分区は面積 512haで現在人口は23,906人である。

3) ポートクラン処理区

ポートクラン処理区は全域が平坦である。いくつかの地域の標高は満潮時の海面より低い。

本処理区はクラン川流域、アウル川流域および直接海へ流入する流域の3つの自然流域界に分れる。

以前にはポート・スウェッテンハムとよばれていた旧港が、本処理区内にある。最近、ノースポートがタンバハン・フタン・シンパン・カパールの西海岸

に建設され、港湾業務が序々にノースポートに移行しているが、旧港はいまでも旅客および貨物のサービスを提供している。

旧商業地区および新しい工場群は港湾施設の近辺に位置している。パンダマラン工業専用地区が旧港の近辺に開発された。そして多くの輸出向け工業と国内向け工業が、この地区に立地している。

不法占拠地区が商工業地区の中に存在しており、密集した商業地区と不法占拠者の存在が現在の高い人口密度の原因となっている。

工業地区に接近して古い住宅地区がある。しかし、大部分の地域はまだ未開発である。本処理区の東部を占めるハイランド・エステイトおよびアウル川の近辺の北西部には湿地帯が存在している。

本処理区はさらに地形上の理由から3処理分区に分割される。

a) 第1処理分区

第1処理分区は旧港とその周辺地区を含み、パンダマラン工業専用地区のような商工業地区を含む。開発されていない湿地帯が本処理分区の北西部の一角に含まれている。

本処理分区はさらに開発状況に応じて2小分区に分割される。

第1小分区は開発区域を含み、第2小分区は未開発区域である。第1処理分区は面積 410ha、現在人口(1980年) 40,589人である。人口密度は本調査区域の処理分区や処理小分区の中で最も高い99人/haであり、これは密集した商業地区および不法占拠地区があるためである。

第2小分区の面積は226ha であり、現在人口は 766人である。

b) 第2処理分区

第2処理分区は全体的に平坦であり、ガドン・ベザール川とアウル川が処理分区の南および北側の分区界となっている。第2処理分区の中央部は開発区域と未開発区域の両方があるが、一方、東部地区はヤシ園とゴム園で構成されている。クラン川近辺の西部はカンボン地区である。

上述の現況を考慮すると本処理分区は3小分区に分割される。第1小分区はパンダマラン住居地域と工業地区を含む開発区域であり、開発区域の周辺には他の住宅地区が計画されている。第1小分区の人口は445haであり、現在人口は16,208人である。

第2小分区は北西部に位置しており、連邦ハイウェイで第1小分区と分かれている。本小分区は開発済の住居地区およびカンボン地区を含んでおり、小分区面積は186haであり、現在人口は6,447人である。

第3小分区はヤシ園、ゴム園およびカンボン地区で構成され、面積は248haであり、現在人口は5,561人である。

c) 第3処理分区

第3処理分区はアウル川の左岸にあり、ヤシ園と湿地帯とから構成されており、住宅開発および工業開発が計画されている。しかしながら2000年まではいくらかの空地が未開発のまま残るであろう。

本処理分区は面積230haであるため、小分区に分割するには小さすぎる。また、処理分区の現在人口(1980年)は1,197人である。

4) ノースポート処理区

ノースポート処理区はクラン川によりポートクラン処理区から分かれており、処理区の南および西側の処理区界は海に面している。以前は湿地帯であったため、港湾施設の建設は埋立てを行った後に行われた。大体、港湾施設の3/4は完成しており、追加的な施設の建設が北部の方ですすすめられている。

現在、ノースポートはマレイシアで最大の船積荷物を扱っている。しかし、この港湾施設の計画上の施設能力が将来の需要に対応するには不十分のため、新港の建設がブラウムツトで進められている。

大工業地帯がノースポートの周辺に計画されている。土地の埋立てが州経済開発公社(SEDG)により実施されており、その開発事業の第1期分は既に

完成している。大規模重工業の立地が期待されており、数社の工場が、現在建設されている。

ノースポート処理区は既設連邦ハイウェイとそれと互いに平行している鉄道により2処理分区に分割される。第1処理分区は港湾施設と州経済開発公社の第1期事業区域とから構成される。

第1処理分区の面積は461haであり、現在人口は2,010人である。また第2処理分区の面積は349haであり、現在人口はゼロである。これらの両処理分区は小分区には分割されない。

5) カパール処理区

カパール処理区はクラン川流域外で、本調査区域の北西部にあり、中心部から離れた、平坦な地域である。処理区面積は621haであり、現在人口は10,532人である。本処理区は処理分区あるいは処理小分区には分割しない。カパール処理区の西部の海岸沿いに火力発電所が新しく建設されている。しかしながら、本処理区の開発は前に述べた他の処理区よりも遅れる事が予想される。

カパール処理区とそれに続いているメルー処理区は州政府の管轄区域である村落であったが、最近、クラン市の行政区に編入された。

6) メルー処理区

メルー処理区は完全にクラン川流域外であり、調査区域の北東部の独立した平坦な地形である。処理区面積は573haであり、現在人口は6,487人である。本処理区はカパール処理区同様、処理分区あるいは処理小分区に分割しない。小規模な住宅建設が現在この地区の中心地の付近で行われている。一方、本処理区の南側は工業地区に指定されているが、主な部分は依然としてカンボン地区および農園である。

カパールおよびメルー両処理区はごく近い将来には開発されそうもない状況である。

4.2. 処理小分區別人口

2000年の処理区および小分區別の計画人口は将来の土地利用計画を基本にし、市街化人口 50 万人、そのうち調査区域内の計画人口を 38 万人とし、第3章5節（人口密度）で予想された人口密度を用いて推計した。

計画就業人口も汚水量を計算するために、同様に将来の土地利用計画を基本にし算出した。

定住人口および就業人口の人口予測の結果を次の表 4.2. に示す。

表 4. 2. (1) 处理分区别計画人口

Sewerage District	Zone	Sub-Zone	Item	Type of Area										Total
				Residential			Commercial	Industrial	Port Area	Institutional	Open Space			
				High	Medium	Low								
Kelang North	1	1	a	145.0	65.0		57.0					22.0	49.0	338
			b	21,750	7,410	6,840								36,000
			c	-	-	17,100							717	32
	1	2	a	0.6	404.0		2.7	92.7				15.6	73.4	589
			b	90	40,400	324								40,814
			c	-	-	750	3,876					255	30	4,911
	2	1	a		255.0		48.4	77.0				4.1		401
			b		25,500	5,808								31,980
			c		-	13,800	3,219					101		17,122
2	2	a											458	
		b			236.9		35.0				38.1	148.0	14,214	
		c			14,214		1,463				943	67	2,473	
2	3	a											418	
		b			23.5		171.7					222.8	1,410	
		c			1,410		6,626					100	6,726	
Kelang South	1	1	a				36.9				47.5	176.2	306	
			b			45.4	4,428							8,968
			c			4,540	10,500					1,175	79	11,754
	1	2	a				3.6					4.6	69.1	353
			b			275.7	432							28,002
			c			27,570	1,050					114	31	1,195
	2	1	a				2.3					19.0	56.0	315
			b			3.8	233.9							24,236
			c			570	23,390	276				471	25	1,171

Items: a: Area (ha), b: Population (person), c: Employed population (person)

表 4. 2. (1) (続き)

Sewerage District	Zone	Sub-Zone	Item	Type of Area										Total
				Residential			Commercial	Industrial	Port Area	Institutional	Open Space			
				High	Medium	Low								
North Port	1		a		14.5		29.4	242.1	75.6	24.6		461		
			b		1,450	3,288	-	-	-	-	4,738			
			c		-	8,820	10,122	2,725	609	-	-	22,310		
	2		a	36.5		2.1	137.7	135.4	6.8	30.5	349			
			b	5,475		252	-	-	-	-	5,475			
			c	-		630	5,757	4,887	168	14	-	11,451		
Kapar			a		37.3	8.4			23.9	345.8	621			
			b		3,730	1,008			-	-	17,074			
			c		-	2,400			592	155	-	3,147		
Meru			a		22.7	2.3	156.1		6.5	255.0	573			
			b		2,270	276	-		-	-	10,370			
			c		-	675	6,526	161	115	-	7,477			
TOTAL			a	656.0	2,094.0	289.9	1,443.3	286.6	365.9	1,694.9	7,438			
			b	98,400	210,310	34,548	-	-	-	-	-	379,714		
			c	-	-	84,675	60,343	10,332	9,096	770	-	165,216		

Items: a: Area (ha), b: Population (person), c: Employed population (person)

表 4. 2. (1) (続き)

Sewerage District	Zone	Sub-Zone	Item	Type of Area										Total
				Residential			Commercial	Industrial	Port Area	Institutional	Open Space			
				High	Medium	Low								
Kelang South	2	2	a	169.4	288.5	29.4					20.9	3.8	512	
			b	25,410	28,850	3,528							57,788	
			c	-	-	8,325						516	2	8,843
1	1	1	a	100.0	0.8	45.5	141.7	75.6			34.6	11.8	410	
			b	15,000	80	5,460							20,540	
			c	-	-	13,650	5,924	2,725	857	5			23,161	
1	2	2	a				197.9				27.1		225	
			b										-	
			c				8,274		670				8,944	
2	1	1	a	143.4	171.2	9.1	50.1				45.4	25.8	445	
			b	21,510	17,120	1,092							39,722	
			c	-	-	2,625	2,095		1,123	12			5,855	
2	2	2	a	57.3		10.8	66.1				8.4	43.4	186	
			b	8,595		1,296							9,891	
			c	-		3,075	2,764		208	20			6,067	
2	3	3	a		229.2	2.0					16.8		248	
			b		22,920	240							23,160	
			c		-	600			416				1,016	
3	1	1	a		50.8		75.2					104.0	230	
			b		5,080								5,080	
			c		-	3,144				47			3,191	

Items: a: Area (ha), b: Population (person), c: Employed population (person)

表 4. 2. (2) 処理分区別計画人口

Sewerage District	Zone	Sub-Zone	Item	Type of Area							Total	
				Residential			Commercial	Industrial	Port Area	Institutional		Open Space
				High	Medium	Low						
Kelang North	2	3	a					109.0				109
			b									-
			c				4,557					
Kelang North	3		a							19.6	268.0	973
			b									41,124
			c			685.4					485	120
Kelang North			a									
			b									
			c			547.0	1.8				42.1	98.1
Kelang South	1	3	a									33,036
			b									1,612
			c			32,820	216				1,043	44
Kelang South	3		a									
			b									
			c			470.9					28.6	231.5
Kelang South			a									
			b									
			c			28,254					708	104
Kelang South	1		a									12
			b									-
			c					12.0				
North Port	2		a									
			b									
			c									
North Port			a									
			b									
			c									
North Port	3		a	22.9								
			b	3,435								
			c									
North Port			a									
			b									
			c			229.6	3.5				20.3	55.8
North Port	TOTAL		a									
			b									
			c			1,932.9	5.3				110.6	696.4
TOTAL			a									
			b									
			c			115,974	636					
TOTAL			a									
			b									
			c				1,500				2,765	293

Items: a: Area (ha), b: Population (person), c: Employed population (person)

4.3. 下水と水質

2000年の下水と水質予測は、下水の発生源を考慮して行った。

下水の主な発生源としては、まずし尿を含む家庭、および様々な業種の工場が考えられる。商業排水および公共施設排水は基本的には家庭下水と同水質である。従って本報告書では、生活排水は商業地区および公共施設から発生する排水を含むものと定義する。

工場排水は様々な業種の工場の様々な工程から発生する。工場排水の水量・水質は工場で採用されている工程によりかなり変化する。

下水と下水水質を予測するために、水道局（WWD）の資料を収集し、かつ分析を行なった。また同時に、2ヶ所の代表的な住居地区からの発生家庭下水や、14社の主要工場の工場排水のサンプリングおよび聞き込み調査を実施した。工場排水についての追加資料を科学技術庁（MOSTE）の環境部から入手した。

4.3.1. 家庭下水

1) 一人当りの水使用量

市街化区域内の1人1日当りの水使用量は、第2章5節（水道）に述べたとおり、 $230\ell/\text{人}/\text{日}$ である。

2ヶ所の代表的な住居地区を1人当りのBOD負荷と1人当りの水使用量の調査のために選定した。各家庭の水道の検針結果は2ヶ所の住居地区の平均水使用量が $210\ell/\text{人}/\text{日}$ と $251\ell/\text{人}/\text{日}$ であることを示し、それらは水道局（WWD）の記録に似かよった値であった。

個々の家庭の1人1日あたりの水使用量は $90\ell/\text{人}/\text{日}$ ～ $450\ell/\text{人}/\text{日}$ と多様である。1人1日あたりの水使用量と各家庭の収入あるいは家族数との相関関係の分析をアンケート調査の結果から行った。しかしながら各家庭の収入や家族数との間には顕著な相関関係はみられなかった。（第IV巻、付録Cを参照の事）

2) 生下水のBOD濃度

調査を行った2つの住居地区の各家庭の生活雑排水と浄化槽からの処理水が流入している排水路の実測BOD濃度は $20 \text{ mg}/\ell \sim 145 \text{ mg}/\ell$ と巾があった。また、BOD濃度の変動パターンは流出量のそれと同一である事が認められた。

BOD濃度は地下水の浸透水により薄められていると想像された。さらに各家庭は浄化槽が設置されているため、屎尿は排水路に放流する以前に処理されている。地下水浸透量とセプティックタンクでのBOD除去を考慮すると、生下水のBOD濃度は $168 \text{ mg}/\ell \sim 218 \text{ mg}/\ell$ と推測される。(付録C参照)

3) 汚水量原単位

代表的な住居地区を対象とした現場調査の結果を使用し、汚水量原単位の試算を行った。しかしながら、正確な浸透水量を把握出来なかったため、正確な数値を得られなかった。午前5時に観測された最小流量を地下水の浸透水と仮定すれば、汚水量原単位は水使用量の77%と考えられる。

この比率は実際の汚水量よりも低めであると思われる。なぜならば最小流量にも家庭からの排水が多少は含まれているためである。

上述の状況とともに、マレーシアの他都市の例を考慮すると、1980年の発生汚水量原単位は大体水使用量の90%もしくは $210 \ell/\text{人}/\text{日}$ と算定される。

将来の計画汚水量原単位を決定するため、水道基本計画の1人あたりの水使用量の予想を基本とした。その基本計画では、1995年の市街化人口に対して1人あたりの水使用量を $273 \ell/\text{人}/\text{日}$ と予想している。

この推計結果を用いると、2000年の1人あたり計画給水量としては $290 \ell/\text{人}/\text{日}$ が得られる。この外挿値に基づいて、1人あたり汚水量原単位、すなわち計画給水量の90%を2000年まで予想すると以下ようになる。

表 4.3. 計画汚水量原単位

年	ℓ/人/日
1980	210
1990	240
1995	250
2000	260

4) 1人当りのBOD負荷

生下水のBOD濃度は現場調査に基づいて、 $168\text{mg}/\ell \sim 218\text{mg}/\ell$ と予測される。計画値としては、BOD濃度として $200\text{mg}/\ell$ を採用するのが適切と考えられる。またSS濃度も $200\text{mg}/\ell$ とする。2000年までのBODおよびSS濃度を次に示す。

表 4.4. BOD、SS濃度および負荷量原単位

年	BODおよびSS濃度 (mg/ℓ)	1人あたりのBODおよびSS負荷 ($\text{g}/\text{人}/\text{日}$)
1980	200	42
1990	200	48
1995	200	50
2000	200	52

5) 就業人口の汚水量原単位およびBOD負荷

商業地区および公共施設地区から発生した生下水の水質は基本的に家庭下水の水質と同様である。就業人口の1人あたり水使用量は既述(2.5. 上水道)

のとおり、家庭下水と同一であると考えられる。したがって就業人口に対しては家庭下水と同一の原単位を採用する。

4.3.2. 工場排水

1) 工場排水量

上水道基本計画では工業地区の水使用の基本量を $34\text{ m}^3/\text{日}/\text{ha}$ と算定しているが、ノースポート近辺の工業地帯では重工業が立地するとが予想されるため、 $54\text{ m}^3/\text{日}/\text{ha}$ を採用している。

工場排水の排水量と汚濁負荷を決定するために、選ばれた14社の工場群へのアンケート調査を実施し、10社のアンケート用紙を回収した。このアンケート調査結果を表4.5.～4.6.に示す。

調査によると、敷地面積あたりの平均水使用量は $60.7\text{ m}^3/\text{日}/\text{ha}$ である。工業地区の $2/3$ が敷地面積であるとすれば、工業地区面積当りでは、 $40.4\text{ m}^3/\text{日}/\text{ha}$ となる。この値は上水道基本計画の値と近似している。

工場排水量算定には、上水道基本計画で使用している水使用量を次に述べる理由により採用する。理由としては（1）上水道基本計画で使われた水使用量は現実的な平均値である。（2）調査区域外に新しい業種の工場が立地することが予想される。（3）アンケート調査を実施した工場は限定されている。

表 4. 5. アンケート調査工場リスト

Name of Factory	Space (ha)		Number of Employees	Water Consumption (m ³ /d)	Major Products	Remarks
	Lot	Floor				
Malaysia International Palm Oil	8.09	1.62	164	430	Cooking Oil, Refined deodorized Palm Oil, Refined deodorized Palm Olein, Crude Palm Stearin, Ghee, Shortening	48-195 m ³ /d (DOE)*
IPI			40		Printing ink	
Lee Rubber	4.13	1.62	42	911.5	Standard Malaysian Rubber	1,000 m ³ /d (DOE)* 910 m ³ /d (River Water)
Fung Keong Rubber	6.35	3.99	2,062	202	Bicycle & Motorcycle Tires, Car and Truck Tube, Shoes, Rubber Sundries	
Chemetics-Mega	0.61	0.44	33	52.7	Sodium Chlorate	32 m ³ /d (DOE)*
Fusan Fishing Net	4.65		497	142	Netting, Rope	123 m ³ /d (from well)
Federal Flour Mills	3.24		221	52	Wheat Flour, Pollard, Bran	
Socoil Corporation	4.05	4.05	268	48	Refined Palm Oleine, Refined Palm Oil, Crude Palm Kernel Oil, Neutralized Palm Oil, Crude Palm Kernel Stearine, Crude Palm Kernel Olein, Acid Oil, Fatty Acid Distillate	
Amy Canning	0.79	0.29	38	13	Canned Vegetables, Canned Meat, Canned Seafood, Canned Jams	125 m ³ /d (DOE)*
FMC	0.11		15	91	Liquid Detergent, Powder Detergent, Shampoo	

Note: * Water consumption data obtained from Division of Environment.

表 4. 6. 工場排水水質試驗結果

Name of Factory	Source	Temperature (°C)	pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	TS (mg/l)	Transparency (cm)	Conductivity (µS/cm)	DO (mg/l)	NH ₃ -N (Total-N) (mg/l)	PO ₄ -P (Total-P) (mg/l)	Oil/Grease (mg/l)
Malaysian International Palm Oil	ST	32.0	6.9	110	25			0.6		0	8.23	0.12	
	DOE	30-40	3.1-6.2	810-1,899	300-702	100-600	1,572-2,803				3-12.5	(350-700)	20-1,288
Lee Rubber	ST	29.4	7.0	765	325			1.3	6,000	3.0	168	10.8	
	DOE		6.75	762	210*	212	712				19		
	F		6.45	595	259*	135	705				39		
Fung Keey Rubber	ST	34.2	>8.0	65.0	16.0			14.0	550	12.7	0.99	0.1	
Chemistic-Mega Mega-Chemicals	DOE	32	8.6	50	20	50					(0.3)	5	
	DOE	32	1.9	950	70	2							
Fusar Fishing Net	ST		>12	2,345	885						1.27	<0.01	
Socoll	(Jan.)	44.7	7.4	6,655		1,686	1,947						42,537
	(Feb.)	41.9	7.4	1,556	829	829	1,144.5						3,345
	1961 (Mar.)	45.8	7.2	1,667	753	753	925						3,118
	(Apr.)	46.1	7.2	2,614	997	1,778	1,755						5,261
	1990 (6 months av.)	44.9	6.4	6,963	4,115	3,769	3,717						3,100-3,300
	DOE		6.4	1,720	860*	547	1,260					(100)	
Amyl Canning	F		6.3	848	442	919	1,064				(31)	(6)	9
	DOE		6.4	396	200	510	617				(11.7)	(4.4)	26
Lee Oil	ST	29.0	6.9	5,445	3,600			11.5	6,500	1.6	1.65	4.9	
Asian Marine Product	ST	24.7	6.2	2,540	1,960			1.3	800	3.9	2,590	9.8	

Note: Under Source ST = Study Team, DOE = Division of Environment, F = Factory

* 3 day BOD at 30°C

1) 工場排水のBODおよびSS濃度

BODおよびSS濃度の算定のため、工場の業種を表 4.7. に示す通り13業種に分類した。各業種のBODおよびSS濃度はマレーシア国や日本で得られる様々な資料と現場調査に基づいて決定した。

表 4.7. 2000年の業種別工場排水のBOD、SS濃度

Category of Factory	BOD (mg/l)	SS (mg/l)
1 Food Products	400	400
2 Oils and Fats	400	400
3 Textiles	120	400
4 Wood and Wood Products	70	130
5 Chemicals	70	130
6 Petroleum Products	70	130
7 Rubber Products	400	400
8 Cement and Non-Metals	70	130
9 Basic Metals	70	130
10 Fabricated Metals	70	130
11 Electrical Machinery	70	130
12 Transport Equipment	70	130
13 Other Manufactured Products	70	130

「工場排水規制法（下水道および工場排水）1979」に、下水道システムに流入させる場合の汚濁濃度の許容限界が規定されている。BODおよびSS濃度の放流水質は第6表に示されており、 400mg/l である。公共用水域に直接放流する場合にはより厳しい基準が適用されるので、 400mg/l をBODおよびSSの下水道受入れの上限とする。

多くの工場地区が開発中であり、また計画段階である現時点では、これらの地区の工場排水負荷算出のためのデータが得られない。従って次の方法を工場排水の水質を算定するために採用した。

既設工場および工場用地の分譲申請をしている計画中の工場を業種別に分類し、そこで各業種ごとの工場占有面積を集計し、それにより業種別の加重平均濃度を算定した。

パンダマランおよびノースポート工業地帯の既設工場と計画工場の占有面積を基に平均濃度を算定した結果、BOD濃度はどちらも $160\text{mg}/\ell$ であり、SS濃度は198 および $199\text{mg}/\ell$ であった。この結果にもとづき、工場排水のBODおよびSS濃度を次のように定めた。

表 4.8. 2000年の工業地区のBODおよびSS濃度

BOD	SS
$160\text{ mg}/\ell$	$200\text{ mg}/\ell$

3) 工場排水中の有害物質

工場からの放流水の中には水銀やカドミウムなどのような有害物質を含有しているものがある。これらの物質は使用される原料や工場製品あるいは副産物等に含まれているものである。これら含有物質が過度に含まれていると放流水域の汚染を増加させ、時には深刻な健康問題を引き起す可能性がある。下水道システムに限度以上の濃度の工場排水を取り入れる事は次に述べる二つの理由により禁止されている。それは 1) 有害物質のほとんどは下水道システムでは除去出来ない。 2) 有害物質は下水道システム、特に生物処理プロセスに有害であるという理由からである。

表 4.9. 工場排水中の有害物質

Category													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Toxic Material													
Mercury					○						○		
Cadmium					○				○				
Chromium, Heavalent					○					○	○	○	
Arsenic					○								
Cyanide										○	○	○	
Lead					○				○				
Chromium, Trivalent					○					○	○	○	
Copper					○				○	○	○	○	
Managanese					○								
Zinc					○				○	○	○	○	
Iron (Fe)					○								
Phenol													
Oil and Grease	○	○			○	○			○	○			

Category

1: Food Products

2: Oils and Fats

3: Textiles

4: Wood and Wood Products

5: Chemicals

6: Petroleum Products

7: Rubber Products

8: Cement and Non-Metals

9: Basic Metals

10: Fabricated Metals

11: Electrical Machinery

12: Transport Equipment

13: Other Manufactured Products

各有害物質の発生源は、工場のタイプあるいはプロセスにより限定される。有害物質の一覧を次の表 4.9. に示す。またそれらの発生源は前出の表 4.7. と同じ業種により分類した。

4.3.3. 港湾施設排水

本調査区域内には2ヶ所の港湾があり、そこで使用する上水は水道局により供給されている。1980年のこれらの2ヶ所の日平均水使用量は次表の通りである。

表 4.10. 港湾施設の水使用量

<u>ノースポート</u>	
全使用量	1,480 m ³ /日
船舶への給水量	70 m ³ /日
排水量	1,410 m ³ /日
<u>サウスポート</u>	
全使用量	340 m ³ /日
船舶への給水量	—
排水量	340 m ³ /日

サウスポートについては港湾区域が現在、全て開発済であるため、港湾施設から発生する排水量は2000年まで現況と変わらないであろうと考えられる。一方、ノースポートの排水量は現状の開発状態と将来の開発計画とを考慮すると1990年までには2倍になるが、それ以後は変化しないと考えられる。

港湾施設からの排水水質に関する資料は得られなかったため、工場排水の水質と同一とみなした。

4.3.4. 地下水

計画汚水量には管渠のひび割れ、接続部の欠陥、欠陥マンホールおよび浸水時のマンホールカバーまた汚水取付管、誤接続あるいはその他の欠陥部から浸入し、必然的に全体汚水量の一部となるような汚水以外の余裕を見込まなければならない。

地下水量に関する適当な資料が得られないので、マレーシア国の他都市のケースや、また日本および米国のような工業国における資料を検討した。結果として浸入水量は管渠延長1 kmあたり45 m^3 /日を採用した。

上述した地下水量および調査区域内の平均管渠延長に基づき、単位面積あたりの地下水量を7 m^3 /ha/日とした。

地下水量は地下水位の状態と共に管渠の設計・施工に影響されるという事に留意しなければならない。したがって慎重な検討が各処理区の管渠の設計をするにあたり必要である。

4.3.5. 2000年の汚水量、汚濁負荷量

これまでの検討に基づき、2000年までの各下水処理区に流集する汚水量、BOD負荷およびSS負荷をそれぞれ表4.11、4.12、4.13に表示する。

本調査区域の全体汚水量は223,500 m^3 /日であり、これは現在の発生汚水量の大体4.0倍に相当する。約半分が家庭汚水であり、残り半分が工場排水および地下水である。

各処理区のBODおよびSS濃度は3つの構成要素である家庭汚水、工場排水（港湾施設の排水量を含む）および地下水の比率によって変る。BOD、SS濃度の範囲はそれぞれ140～160 mg/l 、150～170 mg/l となる。

表 4. 11. 下水处理区别計画汚水量

Sewerage Division			Wastewater Flow (m ³ /day)			
District	Zone	Sub-zone	Domestic	Industrial	Infiltration	Total
Kelang North	Z-1	S-1	14,000	-	2,023	16,023
	"	S-2	10,881	3,152	3,609	17,642
	Sub-total		24,881	3,152	5,632	33,665
"	Z-2	S-1	11,930	2,618	2,807	17,355
	"	S-2	3,958	1,190	1,085	6,233
	"	S-3	393	5,838	1,366	7,597
	"	S-3*	-	3,706	763	4,469
	Sub-total		16,281	13,352	6,021	35,654
Kelang South	Z-1	S-1	5,388	-	909	6,297
	"	S-2	7,591	-	1,987	9,578
	"	S-3*	9,008	-	4,136	13,144
	Sub-total		21,987	-	7,032	29,019
"	Z-2	S-1	6,606	-	1,813	8,419
	"	S-2	17,324	-	3,557	20,881
	Sub-total		23,930	-	5,370	29,300
Port Kelang	Z-1	S-1	9,114	5,157**	2,787	17,058
	"	S-2	174	6,729	1,575	8,478
	Sub-total		9,288	11,886	4,362	25,536
"	Z-2	S-1	11,305	1,703	2,934	15,942
	"	S-2	3,430	2,247	998	6,675
	"	S-3	6,286	-	1,736	8,022
	Sub-total		21,021	3,950	5,668	30,639
"	Z-3		1,333	2,557	882	4,772
North Port	Z-1		3,692	14,628**	3,227	21,547
"	Z-2		1,633	9,461**	2,230	13,324
Kapar			5,257	-	1,926	7,183
Meru			2,943	5,307	2,226	10,476
TOTAL			(123,238)*** 132,246	(60,587)*** 64,293	(39,677)*** 44,576	(223,502)*** 241,115

Note: * Sub-zone is located outside of the Project Area.

** Wastewater from port facilities is included.

*** Project Area only.

表 4. 12. 下水処理区別BOD負荷および濃度

Sewerage District	Sewerage Zone	Wastewater BOD					
		Domestic**		Industrial		Total	
		Load (kg/ℓ)	Concen. (mg/ℓ)	Load (kg/ℓ)	Concen. (mg/ℓ)	Load (kg/ℓ)*	Concen. (mg/ℓ)*
Kelang North	Zone-1	4,976	200	504 (1,543)*	160	5,480 (4,799)*	163
	Zone-2	3,256	200	2,136	160	5,392	151
Kelang South	Zone-1	(2,596)* 4,397	200			(2,596)* 4,397	152
	Zone-2	4,786	200			4,786	163
Port Kelang	Zone-1	1,857	200	1,902	160	3,759	147
	Zone-2	4,204	200	632	160	4,836	158
	Zone-3	267	200	409	160	676	142
North Port	Zone-1	738	200	2,340	160	3,078	143
	Zone-2	327	200	1,514	160	1,841	138
Kapar		1,051	200			1,051	146
Meru		589	200	849	160	1,438	137
Total		(24,647)*		(9,693)*		(34,340)*	
		26,448		10,286		36,734	

Note: * Project Area only.

表 4. 13. 下水処理区別SS負荷および濃度

Sewerage District	Sewerage Zone	Wastewater SS					
		Domestic**		Industrial		Total	
		Load (kg/ℓ)	Concen. (mg/ℓ)	Load (kg/ℓ)	Concen. (mg/ℓ)	Load (kg/ℓ)*	Concen. (mg/ℓ)*
Kelang North	Zone-1	4,976	200	630 (1,929)*	200	5,606 (5,185)*	167
	Zone-2	3,256	200	2,670	200	5,926	166
Kelang South	Zone-1	(2,596)* 4,397	200			(2,596)* 4,397*	152
	Zone-2	4,786	200			4,786	163
Port Kelang	Zone-1	1,857	200	2,377	200	4,234	166
	Zone-2	4,204	200	790	200	4,994	163
	Zone-3	267	200	511	200	778	163
North Port	Zone-1	738	200	2,926	200	3,664	170
	Zone-2	327	200	1,892	200	2,219	167
Kapar		1,051	200			1,051	146
Meru		589	200	1,061	200	1,650	158
Total		(24,647)* 26,448		(12,116)* 12,857		(36,763)* 39,305	

Note: * Project Area only

4.4. 工場排水処理

4.4.1. 工場排水規制法

マレーシア国の工場排水の放流水質を規制する3つの法規が施行されている。それらは以下のとおりである。

- | | | | |
|----|---------|-------|-------------|
| 1) | 工場排水規制法 | 1977年 | (ヤシ油) |
| 2) | " | " | (ゴム) |
| 3) | " | 1979年 | (下水および工場排水) |

1番目の法はパームヤシからヤシ油を製造する工場の放流水に適用され、2番目は天然ゴムを製造する工場からの放流水質に適用される。最後のものは、放流水の総量が60 m³/日を越えるか、BOD負荷が6 kg/日を越えるヤシ油工場およびゴム工場以外の工場および下水道施設からの放流水に適用される。総水量あるいはBOD負荷を、規定の量を越えて放流水域に排水する工場はいずれも上記の法規に従わなければならない。法規は工場排水に含まれる有害物質等の放流基準を規定しており、これには2段階の規制が公共用水域の条件によって適用される。上水道の取水口より上流部については、より厳しい放流基準が適用される。しかしながら調査区域内には取水口より上流部となる区域がないので、3番目の法の第3条の規制Bに規定されているゆるやかな放流水質基準が適用される。

規制Bの放流水質を表 4.14.に引用する。

表4. 14. 許容水質 (B基準)

Parameter	Unit	Limits
1 Temperature	°C	40.0
2 pH Value	-	5.5-9.0
3 BOD at 20°C	mg/ℓ	50.0
4 COD	mg/ℓ	100.0
5 Suspended Solids	mg/ℓ	100.0
6 Mercury	mg/ℓ	0.05
7 Cadmium	mg/ℓ	0.02
8 Chromium, Hexavalent	mg/ℓ	0.05
9 Arsenic	mg/ℓ	0.10
10 Cyanide	mg/ℓ	0.10
11 Lead	mg/ℓ	0.5
12 Chromium, Trivalent	mg/ℓ	1.0
13 Copper	mg/ℓ	1.0
14 Manganese	mg/ℓ	1.0
15 Nickel	mg/ℓ	1.0
16 Tin	mg/ℓ	1.0
17 Zinc	mg/ℓ	1.0
18 Boron	mg/ℓ	4.0
19 Iron (Fe)	mg/ℓ	5.0
20 Phenol	mg/ℓ	1.0
21 Free Chlorine	mg/ℓ	2.0
22 Sulphide	mg/ℓ	0.5
23 Oil and Grease	mg/ℓ	10.0

4.4.2. 工場排水の取り扱いに関する基本方針

工場排水の水質は業種と工場で用いられている製造工程に大いに影響され、工場排水は原材料に含まれたり、あるいは製造工程で使用される様々な物質を含有している。

大規模工場が新しい工場団地、特にノースポート処理区の工場地帯に建設される事が予想される。必ずしもこれらのすべてではないが、工場排水規制法の規定以上の排水量あるいは汚濁負荷を排出する工場は排水を公共用水域に放流する以前に水質基準に適合するように何んらかの処理を行わなければならない。これらの大規模工場にとっては必要な排水処理施設を設置することは物理的にも経済的にも可能であると思われる。一方、規定の量以下の排水しか排出しない小規模工場にはこのような施設は不必要であろう。

工場排水に関する基本方針を上記の検討に基づいて、次のように設定した。

- 1) 危険な有害物質を含んでいる工場排水は下水道システムには受け入れない。
- 2) 工場排水規制法が適用されるような排水あるいは汚濁負荷を発生する工場からの放流水は下水道システムから除外する。これらの工場は公共用水域に排出する際規制Bの許容水質基準以下になるように放流水を処理する必要がある。処理後の処理水を受け入れることは下水の量を増すばかりで、下水道事業の費用を増加させることになるからである。
- 3) 小規模工場からの工場排水は有害物質等を除去した後、前出の条件内で下水道システムに受入れる。

工場排水を下水道に受入れる際は除外施設の設置の必要性について、上記の原則に従ってその都度慎重な検討を要する。

4.4.3. 処理区別の工場排水処理

1) クランノース処理区

工業群はジャラン・バトウ・ティガ、ジャラン・カパールおよびクラン川沿いに集中しており、これらの工場は様々な食品、ゴム、化学製品およびその他の製品を生産している。

計画されている、ノースクランストレイツ高速道路沿いにブキット・ラジャ工業団地が開発されてきており、製鉄工場と他の工場群が現在、建設中である。本処理区の北西部は工業専用地区として用途指定されているが、これらの地区は現在、農業用地でありまだ開発は着手されていない。

本処理区の既設工場のなかで第1処理分区、第2小分区にある2工場は排水処理施設の設置が計画されている。これらの2工場の工場排水は下水道システムに取り入れずに直接排水路や河川に放流する事が出来る。

2000年までに本処理区内に発生する全工場排水量は16,500 m^3 /日であり、家庭汚水の40%である。排水処理が必要となる工場を除けば工場排水量は比較的少量であるので家庭汚水との合併処理が可能である。

2) クランサウス処理区

本処理区には工業地帯はないため、工場排水はほとんど無視出来る。

3) ポートクラン処理区

大規模なパンダマラン工業団地が本処理区にあり、さらにパンダマランの周辺の大きな区域とクラン川沿いの北西部は工業地域に用途指定されている。従って本処理区に流集する工場排水量は家庭汚水に較べても多く、全工場排水量は18,400 m^3 /日となり、家庭汚水の58%である。

大規模工場はノースポートに近い、処理区の北西部に建設される事が予想される。本地区の工場排水は公共水域、河川あるいは海に放流する以前に、

各工場に必要な適当な処理を行なうものと思われるので、下水道システムには取り入れなくてもよいと考えられる。

パンダマラン工業地帯の2つのヤシ油工場は工場排水処理施設を建設しているため、これらの工場は下水道システムから除外される。

4) ノースポート処理区

ノースポート処理区の大部分は港湾施設と大規模工場により占められると思われる。勤労者向けの住居地区は港湾や工業地帯に比べ小さいため、工場排水量は24,100 m³/日となり、家庭汚水の3.8倍である。

上記の状況を考慮すると、本処理区の下水道システムとして次の3つの代替案が考えられる。

- a) 家庭下水と工場排水の合併処理システム。
- b) 住居地区の家庭汚水と住居地区以外の工場排水を分離しそれぞれに下水道を設ける。
- c) 家庭汚水についてのみ下水道を設け、工場排水は各工場で処理を行う。

現在の開発状況を考慮すると、本処理区では代替案c)が次に述べる理由によりこれらの代替案の中で最も適当と考えられる。

- a) この工業地帯では大規模工場が立地すると予想され、州経済開発公社(SEDG)の開発計画によるとこれらの工場には大きな用地が割り当てられている。従って工場側では工場排水処理施設を設置することが可能であると考えられる。
- b) 第2処理分区の住居地区の開発計画では家庭下水のために既に酸化池(スタビリゼーションポンド)の用地が用意されている。

5) カパール処理区

カパール処理区には工業地区はないため、工場排水量はほとんど無視出来

る。

6) メルー処理区

メルー処理区の南部は工業地区として用途指定されている。しかし、現在はカンポンおよび農業地区であり、まだ開発は始っていない。

本処理区の大部分は依然として未開発のままであるので、下水道施設は開発関係当局により開発と同時に建設されると思われる。

工場排水を単独処理するか、合併処理するかの検討はどのような規模の工場を建設するかによって決めなければならない。

4.5. 設計基準

管渠、ポンプ場、処理場などの主な下水道施設の計画に必要な設計基準を以下に述べる。

4.5.1. 管 渠

1) 流量算出公式

管渠の設計には次式に述べる Manning 公式を採用する。

$$V = 1/n R^{2/3} S^{1/2}$$

ただし

V : 流 速 (m / 秒)

n : 粗度係数 (0.013)

R : 径 深 (m)

S : 勾 配

2) ピーク流量

日平均家庭汚水量に対するピーク流量は次式によって与えられる。

$$Md = 5/P^{1/7}$$

ただし

M_d : 家庭汚水量に対するピーク流量の比

P : 計画人口 (単位 1,000人)

管渠中継ポンプ場の設計に使用される工場排水のピーク流量は次のとおりである。

$M_i = 2$

ただし

M_i : 工場排水のピーク流量

3) 最小および最大流速

すべての管渠は最少流速を維持できるように設計されなければならない。満管流量あるいは水深が半分の場合、陶管には 0.6m / 秒をまた鉄筋コンクリート管には 0.75m / 秒を最小流速とする。

最大流速は管渠の浸食防止のため 3.0m / 秒を超えないものとする。地表勾配が急勾配で流速が 3.0m / 秒以上になる場合は、浸食と衝撃に対して特別な防護を検討しなければならない。

4) 硫化ガス対策

硫化ガスの浸食から管渠を防護するために、3) で述べた最小流速を維持し、硫化ガス対策を実施する。

5) 最小管径

公共下水道に対しては最小管径を225mm また汚水取付管は150mm 以上とする。

6) 管渠の材料

石綿管、鉄筋コンクリート管、陶管およびファイバー・ピッチパイプはマレーシアではいずれも利用可能であり、国際的な標準に適合している（第4巻、付録K参照）。

浸食に対する防護のみならず、酸やアルカリおよびすべて腐食性物質に対する防護のため、300mm までの小口径管には陶管を採用する。

375mm 以上の幹線および準幹線には鉄筋コンクリート管を採用する。硫化ガスによる浸食が予想される場所には、鉄筋コンクリート管にコーティングあるいはライニングが必要である。

地下水がアルカリ硫酸塩を含有していると認められる所では硫化ガスに耐性のあるコンクリートの使用が考えられる。

7) 管渠の土被り

公共下水道管の土被りは特別な場合を除き、1.0m 以上とする。幹線および準幹線は公共下水道の枝線の污水管が十分取り付くような深さにしなければならない。

8) マンホール

マンホールは管渠の合流点、起点、管断面の変更点すべてに設置しなければならない。また、最大マンホール間隔は次表に示すものでなければならない。

表 4.15. 最大マンホール間隔

管 径 (mm)	最大マンホール間隔 (m)
1,050以下	100
1,500以下	150
1,650以上	200

特別浅い管渠を除いて、すべてのマンホールは出入り、清掃作業のために十分な広さを確保しなければならない。マンホールの最小寸法は次表のとおりである。

表 4.16. 最小マンホール内径

管 径 (mm)	最小マンホール内径 (mm)
825以下	1,200
1,200以下	1,500
1,350以下	1,800

降雨による流出水あるいは高潮の影響によりマンホールから雨水が入ると思われるマンホールには水密型の鉄蓋あるいはコンクリート蓋を使用しなければならない。レンガ造りあるいは石造りのマンホールは必要ならばコーティング等により側壁を水密化しなければならない。マンホールステップは鋳鉄あるいはそれと同等な硫化ガスに耐性のある材料を使用しなければならない。また、ステップの間隔は30cm間隔とし、直壁に固定し、入口近くまで設けるものとする。

9) 伏越し

伏越し施設の目的は排水路や高速道路のような障害物の下を汚水を流下させるためであり、また、障害物を通過した後、出来るだけ水位上昇を取り戻すためである。

汚泥や砂が滞積するのを防ぐために、伏越内の管内流速は上流管渠の流速の20~30%増しとする。維持管理や緊急時の対応のため、伏越管は複数管とする。供用開始後の数年間、十分な流速を確保するためにも、特に大口径の伏越しでは一般に複数管が建設されている。

伏越施設は自然流下する管渠よりも、清掃を頻繁にしなければならない。最新方法による管内清掃を容易にするには、伏越施設は水平・垂直方向にも急角度の曲折部を設けてはならず、適切な半径のなめらかな曲線が設けられなければならない。伏越管の上流および下流部分は、水理的原理で操作される清掃機械により重い固型物の除去が出来なくなるような急勾配を避けなければならない。

伏越管の損失水頭は次式で計算する。

$$H = i \cdot \ell + 1.5 \times V^2 / 2g + \alpha$$

ただし

H：損失水頭（m）

i：管内流速に対する動水勾配

ℓ：伏越延長（m）

V：管内流速（m / 秒）

g：重力加速度（= 9.8m / 秒²）

α：余 裕（通常 3～5cm）

4.5.2. ポンプ場

ポンプ場の設置に当っては、位置、規模、構造、装置の種類などの基本的な事項について慎重な検討を要する。以下にポンプ場の計画に必要な主要な要素を示す。

1) 設計汚水量

ポンプ場の計画は低流量を採用しなければならないような特別な条件がなければ、管渠と同様にピーク流量により行なう。すべての配管、水路もまたピーク流量で計画し、さらに異常な汚水量の増加に対応するための余裕を見込んでおかなければならない。ポンプ井は、特に計画汚水量に対する揚水量

の調整のための自動制御および回転数制御が設置されない場合には、十分な滞流能力を見込まなければならない。

2) 型 式

下水用のポンプとしては次の 3つの型式が適している。

- a) 水中型ポンプ
- b) 渦巻型ポンプ
- c) スクリューポンプ

型式の選定はピーク流量、ポンプ全揚程などの各ポンプ場の設計条件に基づいて、技術的・経済的観点から検討しなければならない。一般的なポンプの特性を次の表 4.17.に示す。

表 4.17. ポンプ特性

ポンプ型式 項目	水 中 型	渦 巻 型	スクリー型
ポンプ効率	やや良	良	左記 2例より劣る
全 揚 程	5m以上	10m 以上	汚水量によるが、8m以下
口 径	500mm 以下	2,000mm 以下	3,000mm以下
必要面積	電動機出力132kW以下 小 ウェットウエルのみ	大 ウェットウエル および ドライウエル	大 斜めのスクリー シャフト
維持管理 予備処理	容 易 スクリーン 沈砂は除去した方がよい	容 易 スクリーン 同 左	大変容易 必要なし

3) 構 造

ウェットウエルおよびドライウエルはその付帯構造物を含め分離しなければならない。またドライウエルおよびウェットウエルには点検・維持管理が必要なバースクリーンや機械装置が設けられるのでそれらの管理のための適当かつ安全な通路を設けなければならない。

4) ポンプ

各ポンプ場には少なくとも 2台のポンプを設けなければならない。ポンプ台数はポンプ場流入汚水量とその変動を考慮して決めるものとする。ポンプは可能なかぎり同じ能力とし、また互換性のある部品のものとする。各ポンプは計画最大汚水量以上の汚水量を揚水可能なものでなければならない。3台も

しくはそれ以上が設置されるポンプ場では 1台を予備とし残りのポンプで最大汚水量に対応可能となるようにしなければならない。

ポンプ能力に加えてさらに、ポンプ井の水位および吐出水位の変動を考慮して、適切な揚程を慎重に検討して決めなければならない。ポンプ口径の制約があるので、小容量ポンプは常にノンクログ型としなければならない。

5) ポンプ動力

ポンプの動力型式の選定にあたっては停電のひん度およびその時間を慎重に検討し、またモーターおよびディーゼルエンジンの費用比較を行わなければならない。過去の実績ではモーターの使用は一般的にはエンジン駆動よりも経済的であり、より信頼性が高いことを示している。

さらに、モーター駆動はマレーシア国内で問題なく、永らく使用されてきている。従って全中継ポンプ場のポンプはモーター駆動による運転とする。

6) 換気と臭気および震動に対する防止対策

ポンプ場は近くの住居地区に対して臭気と振動の発生防止のためコンクリート構造物とする。すべてのポンプ場にはスクリーン室および場内の各施設を換気するための適切な換気設備と十分な照明器具を設ける必要がある。

4.5.3. 処理場

1) 処理の必要性とその程度

排水路や河川あるいは家庭排水および工場排水のサンプリングと水質測定結果によると、汚濁が進んでおり、現状の改善のために現行法規を遵守するように何んらかの適切な処理が必要である。下水の水質と放流水の水質基準にしたがって、いろいろな処理法が下水処理に採用されている。これらのプロセスは処理法の程度によって 3つのグループに分けられる。すなわち 1次

処理、2次処理および3次処理である。

1次処理は下水処理のなかで最初の段階の処理法であり、通常は溶存性以外の浮遊物質やコロイド状物質のかなりの量を除去するような物理的プロセスから成っている。沈殿が1次処理で用いられこれは重力による浮遊物質の固液分離プロセスである。下水の沈殿処理には2つの目的、すなわち、清澄と濃縮がある。清澄は汚水から固形物の除去であり、濃縮は沈殿汚泥あるいは固形物から汚水の除去である。

一般的に2次処理は1次処理プロセスに続く施設で生物処理および化学処理プロセスからなる。生物プロセスは酸素とバクテリアあるいは藻類の相互作用により処理を行うものであり、特に熱帯地方では下水処理の最も重要な方法である。標準活性汚泥法、散水濾床法、酸化池、エアレットドラグーンおよびオキシデーション・ディッチと呼ばれる生物処理プロセスが普通用いられている。化学処理は現在では工業国においても2次処理としてはあまり一般的には使われていない。

1979年の工場排水規制法（下水および工場排水）の水質基準に適合するためには、処理施設の計画は2次処理プロセスが適当と考えられる。

2次処理施設のなかでは標準活性汚泥法および散水濾床法が他のプロセスよりも高額な建設費と高度な操作技術を必要とする。したがって、本計画・調査には酸化池、エアレットドラグーンおよびオキシデーション・ディッチプロセスが適していると考えられる。

酸化池には様々な様式があり、これらは基本的には次の3種類に分類される、すなわちファカルタイプ（通性嫌気性）、好気性および嫌気性である。このなかで、嫌気性のものは以下に述べる理由により本計画には不適当と考えられる。

- a) 嫌気性池は主として高濃度（BOD）の排水に対して開発されたものであり、一般の公共下水道への適用はそれ程多くない。

- b) 嫌気性池には臭気の問題を起すおそれがある。この問題を避けるためには、処理場と住居地域の間に緩衝地帯を設ける必要があり、用地取得がさらに困難になるものと考えられる。
- c) マレーシアの他都市における下水道計画で嫌気性池に必要な面積が他の処理法のものと比較されている。それによると嫌気性池はファカルタティブ池よりは少ない面積で済むが、エアレティッドラグーンよりも広い面積を要することがわかった。

3次処理は通常、2次処理に続く処理の事をいい、生物処理、物理処理および化学処理といろいろなプロセスがある。3次処理の目的は 1) より高度な環境基準に見合うように溶存性の有機物を除去する。2) 富栄養化の防止のための窒素、リンのような栄養塩を除去する。3) 処理水再利用のため、無機質性の物質を除去する。

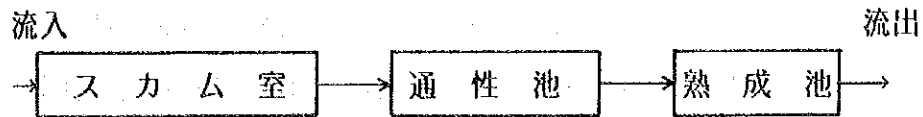
現在の状況下では 3次処理は本調査区域では近い将来に必要な見込みはないと思われる。

2) 単位処理プロセス

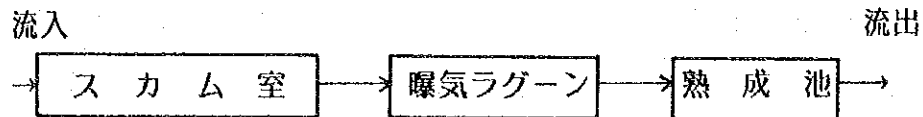
上記 3方法の単位処理プロセスを図 4.3. にフローチャートで示す。スクラム室は 2次処理の酸化池あるいは曝気ラグーンの両生物処理プロセスの前に設けられる。熱性池（マティレーション・ポンド）もまた酸化池および曝気ラグーンからの流出水をさらに浄化するために設けられる。汚泥処理施設はこれらの池の底部で消化が起こるため、必要としない。一方、オキシデーション・ディッチには汚泥処理システムが必要であり、汚泥乾燥床により処理を行う。大腸菌の除去は、オキシデーション・ディッチ法ではディッチや沈殿池における滞留時間が短いため、困難であるので、公共用水域に放流する直前に塩素を注入する必要がある。

図 4.3. 酸化池、エアレットドラグーンおよびオキシデーション・ディッチのフローシート

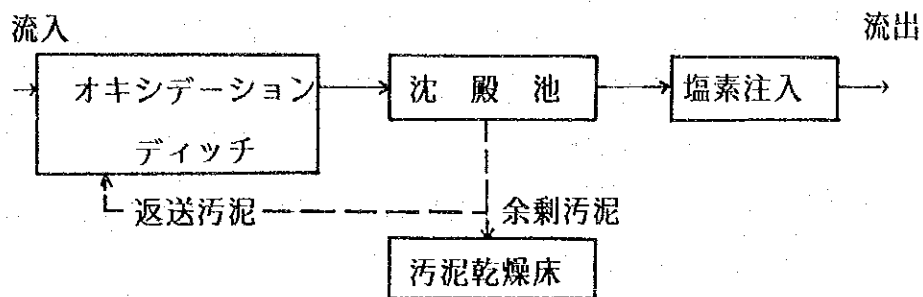
1) 酸化池



2) エアレットドラグーン



3) オキシデーション・ディッチ



3) 処理プロセスの設計諸元

上記 3方法の設計に必要な諸元および本調査区域に影響をおよぼす環境条件を本節で述べる。

a) 通性池

池の形状を決定する主要な諸元は単位水面積あたりのBOD負荷および池の有効水深である。生物反応は特に気温に影響されるため、適切な設計気温を選択しなければならない。調査区域内では最も気温の低い月の月間平均気温は気象庁から得られた資料によると大体22℃である。

(第 2.1.3節、気候の項参照) 年間を通じ、気温の変動がごくわずかであることを考慮すると、気温22℃は設計の基本として適切かつ妥当な値であると考えられる。BOD負荷を算出するための単純な経験式が

Mc GarryとPescod により次のように提案されている。

$$L = 20T - 120$$

ただし、

L : BOD 負荷 (kg/ha・日)

T : 設計温度 (°C)

この算定式と設計温度22°Cにより計算すると、単位面積あたりのBOD負荷は320kg /ha・日となる。

BOD負荷について、クアラルンプールのワルディーバーン下水処理場の資料を基に検討を行った。分析の結果、BOD負荷および処理水のBOD濃度には、明瞭な相関関係が認められなかった。しかしながら最近、比較的高いBOD負荷、例えば400kg /ha・day 以上で処理水のBOD濃度が低くなってきたという事に注意すべきであり、この事は酸化池が高BOD負荷で十分運転出来るという可能性を示していると考えられる。BOD負荷の調査は付録Eで詳細に述べる。

酸化池で最も多く採用されている有効水深の範囲は 1.0m ~ 1.5m である。1.0m 以下の水深は蚊やブヨの発生源となる草木の発生を防止出来ない。水深が 1.5m を超えると池は好気性よりもむしろ嫌気性部分が多くなる。有効水深の浅い池は十分な滞流時間が必要なため多くの水面積が必要となるので最大許容水深 1.5m が適切であると思われる。

b) エアレットドラグーン

エアレットドラグーンには曝気通性式（部分混合）と曝気好気性式（完全混合）の 2つ方式がある。曝気通性方式のラグーンの上部は散気装置あるいは機械式エアレーターにより曝気され、下部の通性部もしくは嫌気性部は比較的乱されていない状態を保っている。一方、曝気好気性方式のラグーンは装置は同じものを使用し、浮遊物のすべてを曝気する。

エアレットイドラグーンの通性タイプは次の述べる理由により好気性式よりもより多く採用されている。

- i) 曝気通性式ラグーンは分離した汚泥の処理が不要である。
- ii) 曝気通性式ラグーンは完全混合の回流速度を必要としないため、散気装置は小さくて済む。
- iii) 維持管理費が少なく済む。
- iv) 曝気通性式ラグーンは酸素の要求量が少ない。
- v) 長時間曝気、活性汚泥やオキシデーション・ディッチ・システムはやはり沈殿や汚泥処理施設を必要とするが同様な好気性曝気システムよりも、より経済的である。

本プロジェクトの曝気ラグーンシステムとしては、既述の利点を考慮し曝気通性ラグーンとする。

曝気通性ラグーンの滞留時間は温暖な気候下で約 3～10日としなければならない。溶存性のBODは20℃で最初の 2日間で細胞質の物質へと合成され、また10日以上滞留時間は沈殿効率の悪い単細胞の緑藻類を発生させるからである。本調査区域の気温はバクテリアと藻類が効果的に作用するのに最適なものであるから、滞留時間は 3日間とするのが適当と思われる。

池の水面積あたりのBOD負荷は通常、曝気しないラグーンの 5～10倍であり、その負荷は本計画で提案している酸化池のBOD負荷320kg /ha・日を基礎とすると約 1,500～3,000kg /ha・日となる。ラグーンの有効水深は 3～5mが通常採用されている。

クアラルンプールのパンタイ下水処理場ではエアレットイドラグーンの実験池が建設中である。建設完了後はこの実験池で様々な実験のための運転が行われるようである。調査区域の気候や下水の水質等はクアラルンプールのものと同ーと考えられるのでこれらの実験結果からエアレ

ッティドラグーン的设计諸元のより正確な値が得られるものと期待される。

c) オキシデーション・ディッチ

オキシデーション・ディッチは標準活性汚泥法の変法であり、通常比較的小さい施設に使われている。オキシデーション・ディッチの設計は現在のところ、まったく経験に基づいている。有効水深は1~2mの範囲であり、容量は汚泥負荷率：Lsに基づく滞留時間によって決められる。汚泥負荷率は次式により与えられる。

$$Ls = Li Q / SV$$

あるいは

$$Ls = Li / St$$

ただし

Ls : 汚泥負荷率 (日⁻¹)

Li : 流入BOD濃度 (mg/ℓ)

Q : 計画流量 (m³/日)

S : 混合液SS濃度 (mg/ℓ)

V : ディッチ容積 (m³)

t : 滞留時間 (日)

ヨーロッパで通常使われている設計値はLs = 0.05 日⁻¹であり、S = 4,000mg / ℓである。しかし、熱帯地方ではかなり高い負荷で運転され結果的にディッチ容積が小さくてすんでいる。ダンカン・マラによるとインドではBOD負荷を0.1~0.3日⁻¹とするように提案している。温度条件が似かよっている事を考慮すると、本調査区域でも高いBOD負荷が期待出来る。

本調査区域の処理施設の設計に必要な諸元を表 4.18. ~ 4.20. に示す。

表 4.18. 酸化池の設計基準

項 目	設 計 基 準 値
スカム室	有効水深 = 1.5m ~ 2.5m 滞留時間 = 5分
通性池	表面BOD負荷 = 320kg / ha / 日 有効水深 = 1.5m ~ 2.0m
熟成池	滞流時間 = 3日 有効水深 = 1.5m ~ 2.0m
処理水質	BOD $\leq 50 \text{ mg} / \ell$ 以下 大腸菌群 $\leq 100,000 \text{ 個} / 100\text{m}\ell$

表 4.19. エアレットイドラグーンの設計基準

項 目	設 計 基 準 値
スカム室	有効水深 = 1.5m 滞留時間 = 5分
エアレットイドラグーン	表面BOD負荷 = 1,500kg / ha / 日 有効水深 = 3.0m ~ 5.0m
熟成池	滞流時間 = 3.0日 有効水深 = 1.5m ~ 2.0m
処理水質	BOD $\leq 50 \text{ mg} / \ell$ 大腸菌群 $\leq 100,000 \text{ 個} / 100\text{m}\ell$

表 4.20. オキシデーション・ディッチの設計基準

項 目	設 計 基 準 値
汚泥負荷率	= 0.2日 ⁻¹
MLSS濃度	= 4,000mg / ℓ
有効水深	= 1.5m ~ 2.0m
沈殿池	
滞流時間	= 2時間
塩素注入タンク	
滞流時間	= 15分
汚泥乾燥床必要面積	= 0.10 m ² / m ³ / 日
処理水質	
BOD	≤ 50mg / ℓ
大腸菌群	≤ 100,000個 / 100mℓ

4.6. 費用積算の基礎

4.6.1. 単 価

労務単価および材料単価のみならず施工単価などの基礎単価に関する情報および資料を、クラン市役所、排水かんがい局、公共事業局、製造工場、機械や材料の供給者および建設会社など、様々な機関から収集した。上記の関係機関から得たすべての単価はマレーシアの1981年単価で表示してある。これらの基礎単価を使用して、現地生産品の使用の可能性および国内業者の能力を含め、適正な材料および建設方法を考慮して、施工単価を算出した。

労務単価および基礎材料価格を表 4.21. と表 4.22. にそれぞれ示す。建設業者の利益、諸経費および種々の税金を含めて計算した施工単価を表 5.23. 示す。

图4. 21. 勞務單價

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

図4. 22. 材料単価

Item	Description	Unit	Price (M\$)
Cement		t	196.18
Sand		m ³	11.00
Laterite		"	3.00
Aggregate	9-13 mm	"	35.00
"	25-38 mm	"	31.00
Crusher-run		"	25.00
Diesel Oil		litre	0.46
Light Oil		"	0.50
Timber	Grade A	m ³	210.00
"	" B	"	260.00
H-shape Beam		t	1,100.00
Sheet Pile		"	1,034.43
V.C. Pipe	φ 225 mm	m	43.40
" "	φ 300 "	"	109.42
Concrete Pipe	φ 375 "	"	90.81
" "	φ 450 "	"	115.38
" "	φ 525 "	"	131.40
" "	φ 600 "	"	149.31
" "	φ 675 "	"	220.95
" "	φ 750 "	"	244.70
" "	φ 900 "	"	313.70
" "	φ 1,050 "	"	401.93
" "	φ 1,200 "	"	460.00

圖4. 23. 建設單價

Item	Description	Unit	Rate (M\$)
Excavation	Backhoe	m ³	1.61
"	Clamshell	"	7.08
"	Manual	"	9.89
Soil Trans- portation	Dump Truck 11 t	"	3.91
Backfilling	Sand	"	36.60
"	Excavated Soil	"	5.04
Spreading & Compaction of Soil	Bulldozer	"	1.36
Timber Sheeting	ℓ = 2.0 m	m	5.67
" "	ℓ = 2.5 m	"	7.62
" "	ℓ = 3.0 m	"	9.57
" "	ℓ = 3.5 m	"	11.49
Steel Sheet Piling Work	LSP II ℓ = 3.5 m	"	118.92
" "	" "	"	129.12
" "	ℓ = 4.0 m	"	
" "	" "	"	137.61
" "	ℓ = 4.5 m	"	
" "	SP II ℓ = 5.0 m	"	172.61
" "	" "	"	200.22
" "	ℓ = 6.0 m	"	
" "	" "	"	225.51
" "	ℓ = 7.0 m	"	

図4. 23. (続き)

Item	Description	Unit	Rate (M\$)
Steel Sheet Piling Work	SP II ℓ = 8.0 m	m	250.84
" "	" " ℓ = 9.0 m	"	280.76
" "	SP III ℓ = 15.0 m	"	475.00
Attaching & Detaching of Steel Work		t	256.55
Redemption of Steel Materials	H-shape	t/day	11.48
" "	LSP	"	2.05
" "	SP	"	0.95
Maintenance Cost for Steel	H-shape	t	88.95
" "	LSP-II	"	54.62
" "	SP-II	"	84.61
" "	SP-III	"	80.37
Steel Bars	φ 13 mm and below	"	1,735.81
" "	φ 16 mm and above	"	1,653.16
Concrete	1 : 1½ : 3	m ³	243.51
"	1 : 2 : 4	"	233.11
"	1 : 3 : 6	"	218.81
Timber Forming		m ²	14.28

図4. 23. (続き)

Item	Description	Unit	Rate (M\$)
Bedding	Sand	m ³	36.60
"	Crusher-run	"	81.54
Restoring	Asphalt Paving	m ²	48.12
Masonry	Granite 30 cm	"	38.08
Pile Driving	18"x18", 30 m	No	224.58
Dewatering	5.5 kW, φ100 mm	day	58.54

4.6.2. 管渠建設費

調査区域の地盤が大変ゆるいシルト層で構成される軟弱地盤であること、またほとんどの部分で地下水位が高いことを考慮に入れると、掘削工事に矢板の山留工が必要である。この場合、管渠建設費の積算のため、掘削深により山留工の型式を次のように定めた。

掘削深	山留工の型式
3m以下	木矢板工事
3m～5m	軽量鋼矢板工
5m以上	普通鋼矢板工

自然流下で流れる管渠の単位長さあたりの平均管渠建設費は表 4.24. に示してあるとおり、管径、管底までの深さにより計算した。これには管材料費、掘削費、山留工、水替工、基礎工、道路復旧工、建設会社の利益および諸経費が含まれている。マンホールの建設費は下水管建設費の15%を計上し、管渠建設費の中に含んでいる。

表4. 24. 管渠建設單價

(Unit: M\$/m at 1981 price level)

Diameter (mm)	Depth to Invert (m)						
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
225	150	166	797	1,111	1,413	1,701	1,976
300	268	286	902	1,250	1,577	1,885	2,176
375	236	242	828	1,149	1,466	1,779	2,088
450	273	281	876	1,214	1,546	1,874	2,197
525	316	326	926	1,282	1,631	1,975	2,312
600	365	378	979	1,354	1,721	2,081	2,433
675	422	438	1,036	1,430	1,815	2,192	2,560
750	488	508	1,095	1,510	1,915	2,310	2,694
900	653	683	1,225	1,685	2,131	2,564	2,984
1,050	874	918	1,370	1,880	2,372	2,847	3,304
1,200	1,169	1,235	1,532	2,097	2,640	3,160	3,659

第5章 施設計画および建設費

第5章 施設計画および建設費

5.1. 処理方法の代替案の比較検討

前章で述べた 2次処理プロセスの利点、欠点を念頭においてこの節では、建設費と維持管理費の比較を行う。

3つの処理プロセスの代替案の費用を比較するために、日平均量 7,000 m^3 /日、25,000 m^3 /日および33,000 m^3 /日の 3つの規模の処理場の概略設計を行った。9つの処理場の設計とそれぞれの費用積算の詳細は第4巻、付録Fに示す。

各ケースの費用はいずれも1981年価格で示されている。土木工事はマレーシアの業者によって、施行されるものと考え、そのときの単価は 4.6. 節に示したものと考えた。また、ほとんどの機械、電気機器は輸入されるものと考えた。維持管理費に関しては、それぞれの費用の構成要素、すなわち労力、電気および修理の費用を必要に応じて積算した。

積算結果のまとめを表 5.1. および 5.2. に示す。表 5.1. は処理方式、処理量をそれぞれ 3ケース、全部で 9ケースの建設費、維持管理費および用地取得費の合計を示している。一方、表 5.2. は表 5.1. に挙げた全ての費用の年間価格を示す。減価償却費は土木、建築工事については耐用年数30年間を基に、機械、電気工事については15年間を基とし用地取得費は減価償却から除外して計算した。利子率は10%と仮定した。

建設費に関しては、日平均量 7,000 m^3 /日では酸化池が最も低価格である。しかしながら、日平均量25,000 m^3 /日と33,000 m^3 /日ではエアレットイド・ラグーンが最も低価格となる。オキシデーション・ディッチはいずれの処理量でも費用最大となった。

維持管理費に関しては、オキシデーション・ディッチが最大の費用となり、一方酸化池が 3つのプロセスのなかで費用最小である。年間の維持管理費は、酸化池で建設費に対して 1~ 2%、エアレットイド・ラグーンで 5~ 7%、オキシデーション・ディッチで 5~ 6%である。

用地の単価は場所により異り、市および州の関係当局から得られた資料によれば、計画区域内で10.3～30.1マレイシアドル/ m^2 である。オキシデーション・ディッチの用地取得費は3つの処理方式のなかでは最小であるが、それでも下水道建設費全体のなかで用地取得費がかなりの額に達することに注意すべきである。費用比較のために、20マレイシアドル/ m^2 の単価を代表的な数値として全てのケースについて採用した。

表 5.2. に示されるように、オキシデーション・ディッチは3つのプロセスのなかで全ての処理量で費用最大であり、次がエアレットイド・ラグーンで酸化池が費用最小となる。しかしながら日流量が増加するにつれ、3つのプロセスの年間費用の差が小さくなる、特に日平均流量33,000 m^3 /日では酸化池とエアレットイド・ラグーンとの差はほとんど無視できるほど小さいことに注意しなければならない。したがって、用地費が比較的高い本計画区域では、処理施設が大きくなれば（例えば33,000 m^3 /日以上）、あるいは土地価格が高くなればなる程（例えば20マレイシアドル/ m^2 以上）エアレットイド・ラグーンの方が有利な処理法となるものと考えられる。

表5. 1. 処理プロセス代替案の費用比較

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

Note: In construction cost, C+A represents civil and architectural works component and M+E that of mechanical and electrical works.

Unit cost of land is M\$20/m² in all cases.

表 5. 2. 年 間 費 用 比 較

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

Process	Daily Average Flow (m ³ /day)	Depreciation		Interest	Operation and Maintenance Cost	Total
		Civil and Architectural	Mechanical and Electrical			
Stabilization Pond	7,000	24	42	538	82	686
	25,000	60	47	1,149	138	1,394
	33,000	83	63	1,609	199	1,954
Aerated Lagoon	7,000	24	57	458	302	841
	25,000	35	87	767	625	1,514
	33,000	48	116	1,051	771	1,986
Oxidation Ditch	7,000	22	91	507	337	957
	25,000	42	133	851	636	1,662
	33,000	65	189	1,291	936	2,481

5.2. 施設計画

5.2.1. 処理場位置と処理方法の選定

処理場には広い用地が要求され、また処理場の位置は下水道施設全体に大きな影響を及ぼすため、処理場位置の選定は重要である。また、5.1. 節で述べたように、処理プロセスの選定は用地の取得可能性と土地価格によっても影響を受ける。

処理場は下水の収集システムを経済的なものとしまた処理場の管理を容易とするために、できる限り処理区を中心部に近いことが望ましい。また、かなりまとまった投資と取得に時間を要するため、早くから用地取得について考えておく必要がある。

技術的な観点から望ましい位置を検討し、市当局が用地の取得可能性を確認できるように前もって市当局にそれぞれの位置と必要面積を提出した。

多少の変更の後に合意された処理場位置を図 5.2. ～ 5.9. に示す。またそれぞれの処理場の取得可能な面積と単価を表 5.3. に示す。

クラン市役所からの得られた情報によると、ポートクラン第 2 処理分区では用地が取得できない。したがって、この処理分区内で発生する汚水は隣接するポートクランの第 1 処理分区かあるいは第 3 処理分区へ送らなければならない。

それぞれの候補地での用地の取得可能性と土地価格を考慮すれば、汚水量が多く、土地価格の高い処理分区では 2000 年目標の計画としてエアレーティッド・ラグーンが最も適したプロセスと考えられる。一方、汚水量が少なく土地価格の安い処理分区に対しては酸化池が推薦される。しかしながら、下水流量が計画値よりはるかに小さい供用開始後しばらくは、エアレーティッド・ラグーンが推薦されている処理区についても、建設費が安く運転が容易であることから酸化池の建設が考慮されるべきである。酸化池は後に下水流量の増加に従ってエアレーティッド・ラグーンへ容易に変更できる。

表5.3. 処理場取得可能面積

Treatment Plant No.	Sewerage District	Zone	Land Space (ha)	Unit Price of Land (M\$/m ²)	Treatment Process *
1	Kelang North	Zone-1	13	26.9	A.L.
2		Zone-2	17	26.9	A.L.
3	Kelang South	Zone-1	11	30.1	A.L.
4		Zone-2	15	26.9	A.L.
5	Port Kelang	Zone-1	12	12.9	A.L.
6		Zone-2 and Zone-3	16	21.5	A.L.
7-a	North Port	Zone-1	3	12.9	S.P.
7-b		Zone-2	3	12.9	S.P.
8	Kapar		14	12.9	S.P.
9	Meru		11	10.8	S.P.

* A.L. = aerated lagoon
S.P. = stabilization pond