No. 8

マレイシア国
ペナン下水道・排水計画

フィジビリティ調査報告書

（主報告書）

1979年 2 月

国 際 協 力 事 業 団

マレイシア国
ペナン下水道・排水計画

フィジビリティ調査報告書

（主報告書）

1979年２月

国際協力事業団

目　　次

第Ⅰ部　序　　論

第 1 部　序　　論

このフィジビリティ調査報告書は、マレイシア政府の要請に基づいて先に作成したマスタープランに準拠して作成したものである。

本フィジビリティ調査では現地踏査、測量、地質調査、水質調査など、概略設計に必要な技術的基礎資料の収集、解析およびマスタープランで選定した下水道整備優先地区に対して事業実施計画を立案するための組織、運営、財政に関する資料収集と解析を行ない、第一期事業として取上げるべき下水道・雨水排除施設の計画を策定した。

この報告書の構成は、序論、下水道施設計画、雨水排除施設計画および組織、運営、制度、財政の四部とした。

1.1　下水道計画

下水道フィジビリティ調査では、計画対象区域を含む首都圏地域全域に４つの下水道処理区を設定した。

すなわち、パタワース、スプランジャヤ、プライおよびブキットメルタジャムである。この処理区をさらに地形、行政、技術の面を考慮して２０の処理分区に分割し、それぞれの分区について下水道施設の優先順位を定めた。施設着工優先順位を決めるために、環境整備上からみて最も関係の深い６項目の要因を取りあげ、これによって各処理分区を点数評価法で客観的に比較検討した。

この結果、最も緊急に下水道施設を設置しなければならない分区として選ばれたのは、パタワース処理区の第１分区であり、これについでパタワース処理区、第３、第４分区およびブキットメルタジャム処理区、第３分区となった。

さらにマレイシア政府の行政上の配慮から、パタワース処理区、第２分区およびスプランジャヤ処理区、第１、第２分区内で進んでいる開発地区は、前述の点数評価法とは別途に検討した。

この結果に基づいてフイジビリテイ調査で計画対象区域として選定したのは、パタワース処理区、第１、第２、第３、第４の分区、スプランジャヤ処理区、第１、第２分区ならびに、フキットメルタジャム処理区、第３分区の７処理分区である。

このようにして選定された優先順位の高い処理分区についてそれぞれ下水道施設を計画し、概略費用を算定した。しかし、第１期事業としてこのすべての処理分区をとり上げるにはその規模が過大と考えられるので、第１期事業の範囲とその事業費の規模を決定するため、優先順位、工事費の異なる７つの分区組合わせ代替案を選定し、そのそれぞれについてその得失を検討した。その結果、パタワース、１－Ａ、１－Ｂ、３－Ａ、３－Ｂとブキットメルタジャム、３－Ａ、３－Ｂの合計６つの処理分区を含む総面積1,０６６*ha*の区域を第一期事業として取り上げるのが最適であると判断された。

したがって、財政計画ならびに事業管理機構に関する検討は、選定した第一期事業計画について行なった。

1.2　雨水排除施設

雨水排除施設のフイジビリテイ調査で対象とした区域は3,４８０*ha*（8,６００エーカー）であり、これにはブキットメルタジャムとパタワースの両市街区域が含まれている。これは、首都圏区域全域の約３３％となっている。調査対象区域内には多くの雨水排水路が現存するが、この殆んどが天然水路を部分的に改修したものに過ぎず、これらは開発が行なわ

れる以前の低い流出係数に対応できるものであるにすぎず、急速に進んでいる都市化に伴う流出量の増加を支障なく排除することは困難である。したがって調査対象区域内にも浸水地域がかなりあり、住民の財産が被害を蒙るだけではなく、交通機関も阻害されている。さらに、対象区域内での開発行為が著るしく、これに伴なう流出係数の増大による浸水被害がさらに大きくなることが予想されている。

フイジビリテイ調査は、以上の状況に対応して実施するものであってつぎの課題が含まれている。すなわち、現時点における雨水排水から発生する問題を解消するための総括的雨水排除計画を立案し、あわせて開発行為によって引き起こされる恐れのある雨水排水問題の対策を、将来の状況を十分に考慮して確立しておくことである。

1.3 事業管理、運営機構

関係機関の現況を調査し、調査対象地区での扱いとして新しい提案を含めて検討した。下水道、雨水排水および放流水質に関連して政府機関の運営管理、実施状況を国および市の政策等とあわせて検討した。事業のもっとも効果的な管理運営を行なうための機構を確立するために必要な組織、運営、法制度の検討を行なった。これらの検討を行った結果、MPSPのEDを必要に応じて修正し拡張することが現段階で採用できる最良の案とみられた。これに基づいて、組織、人員配置計画、運営方針を検討した。法制度に関する考察も運転管理のための新制度のあり方に関連して検討した。

第II部　下水道施設計画

付　録

第 1 章　序　　章

本報告書は下水道施設を優先して建設する必要のある地区に対して、施設概要設計およびこれに伴なう財政計画上からの実行の可能性の検討を含むものである。計画対象地域は、まず基本計画と報告書において提案された区域とマレーシア政府側が要請した他の区域を考慮に入れて決定した。

このフィージビリティ調査の基本事項については、本プロジェクト期間中において実施した各種の調査及び測量結果と合わせて、基本計画報告書及びその審議結果を集約したマレイシア政府からのTerms of Reference の内容を十分に反映したものである。

今回実施した調査には、計画対象区域の定義、既存公共設備の評価、土地利用および人口分布、下水の性状、下水管渠、ポンプ場、処理場のための設計基準、代替案による下水道施設計画案、選定した計画案についての技術概要設計、第一期事業建設計画とその費用、組織・運営・法制、財政計画、ならびに投資効果に対する評価などが含まれている。以上の事項は基本計画報告書策定時にも検討されたものであるが、今回はこの見直しを行なうとともに、さらに詳細な検討に基づいてまとめたものである。従ってこのような検討から最も望ましい形の実現性の高いと判断される下水道計画を提案することが可能である。

なお本計画において実施した詳細な調査および検討結果についても、本報告書の中に付録として添付した。

第 2 章　計画対象区域

基本計画においては対象地区をメトロポリタン全域とし、これを4つの下水処理区、すなわちパタワース、スプランジャヤ、プライ、ブキットメルタジャムに区分した。さらに計画立案及び施設設計を容易にするため、人口密度、土地利用形態、行政境界、開発状況、地形、河川、交通網などの地域的特性を加味して２０の下水処理分区に分割した。

これらの処理区域の建設計画は基本計画報告書（Vol. Ⅲ. 付Ｈ）において詳細に記述されたように、環境衛生状態にかかわる事業効果を評点方式により処理区単位ごとに評価し優先順位を定め、さらにこれに基づき、施設の規模および建設規模を考慮し、これら処理区の２０００年までの下水道建設を４段階に分けて事業化する計画を提案した。

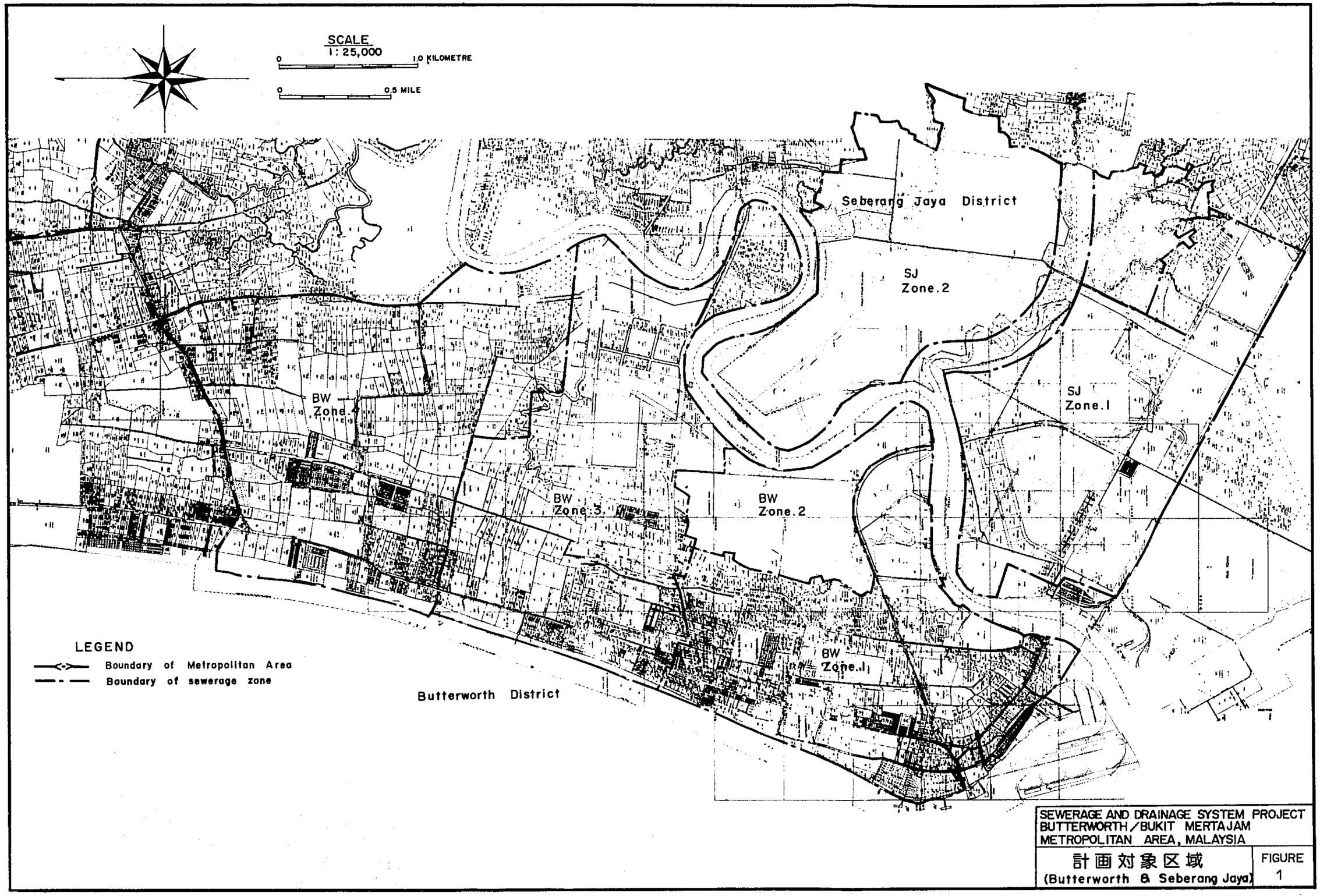
この優先順位案とマレイシア政府の要望に基づいて、フィージビリティ調査での対象地区として最終的に７つの下水道処理分区を選定した。これはフィージビリティ調査作業計画書で示したとおり、パタワースゾーン№1、2、3、4、スプランジャヤゾーン№1、2、ブキットメルタジャムゾーン№3 である。

一方、マスタープラン策定時に設定した各下水処理区について今回新たに現地踏査を行ない、各処理区の状況に対応した修正を施すことにした。これは土地利用、地形、経済状態に関しての現況と将来予想に関する最新情報に準拠したより詳細な検討結果に基づいて、汚水幹線ルートと処理場の位置の見なおしのためである。同時にマスタープランで設定した下水処理区域の境界を含めて実情に適応した処理区域の若干の変更を試みた。

フィージビリティ調査の対象となる正味の面積は 3,255 ha で、これにはプライ河、ジュル河およびデルハカ河などの河川面積は含めていない。各下水処理区における面積は表２－１と図－1，2に示したとおりであり、下水道処理区の呼称等はマスタープランと同様とし、下水道計画の立案と認識が容易であるように配慮した。さらに汚水幹線網と処理場について投資効果を含めた検討を行なった。原則として各下水道処理区には独立した処理場を提案したが、例外としてスプランジャヤゾーン№2の様に対象地区の一部にはペナン開発局（ＰＤＣ）等の大型規模開発計画地域が含まれ、それらの下水処理として酸化池による方式を試みているために、大規模開発地域については特に処理場の数をＰＤＣ等の開発計画に基づいた現状と将来を考慮しながら地形的要素を加味して検討し、あわせて関連した問題点についても詳細に検討した。これは第７章にて記述する。

表 2.1　　フィージビリティ計画対象地域一覧表

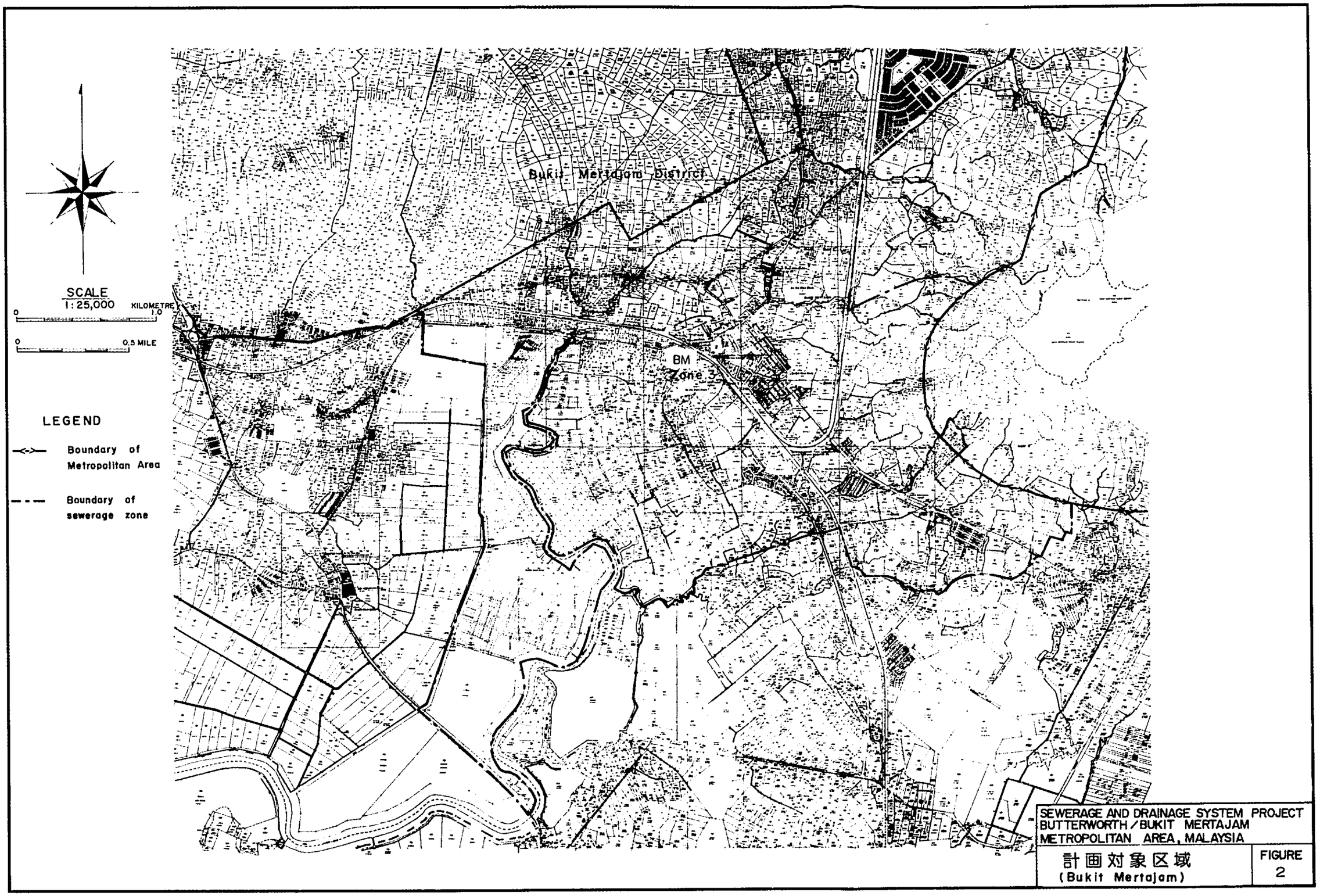
下水処理区	下水処理区のゾーン№	対象面積　（ha）
パタワース	1	３８０
	2	１２０
	3	４４５
	4	４７５
スプランジャヤ	1	３８５
	2	４００
ブキットメルタジャム	3	1,０５０
計		3,２５５



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

計画対象区域
(Butterworth & Seberang Jaya)

FIGURE
1



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

計画対象区域
(Bukit Mertajam)

FIGURE 2

第 3 章　既存関連施設

3.1　一般家庭下水処理の現況

3.1.1　生活排水

調査対象地域内で、生活排水と水洗便所汚水の収集と処理のための近代式下水道施設が設けられている地域はスプランジャ第2分区のみであり、他の地域からの生活排水は全て処理なしで直接みぞや河川に放出されている。

市街地におけるほとんどの住宅の周辺にはコンクリート製の開渠（側溝）が設備され、モンスーンドレンにつながっている。従って、これら住宅からの排水は、側溝、モンスーンドレン、川を通って海へ排除される。これら排水路（側溝）の維持管理は全てＭＰＳＰによって行なわれているが、排水路に不法投棄されたごみなどで流通が阻害され、土砂類が堆積したり、ときには嫌気状態になっているところがかなり見受けられる。

カンプーン地区での排水路は素堀り形式が一般的で、市街地の排水路に較べて維持管理があまり良くなされていない。晴天が続くと流量が少ないため汚水が停滞し、また降雨時には道路面のみならず地表に生活排水とともあふれだし、時には低地帯の家屋に浸水してくる。そのため、カンプーン地区は非衛生状態になりやすい。

3.1.2　し　尿

計画対象地区でのし尿処理の現況はつぎの３方式に大別できる。すなわち

(1)　浄化そうおよびインホフタンク方式

(2)　バケット方式

(3)　ピット方式および水上便所方式、である。

それらの方式による地域は図ＳＤ－３およびＳＤ－４（図面集）に示す。上記３方式の内、計画対象地区内のし尿処理としては、(1)及び(2)でほとんど代表され、(3)による使用者はわずか１％程度である。

a)　浄化そう方式

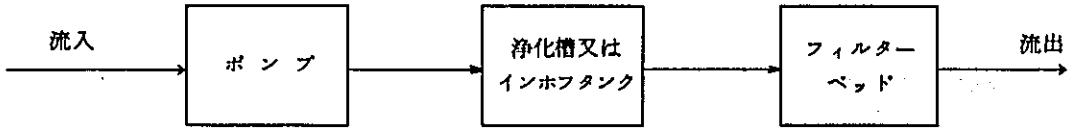
計画対象地区内の浄化槽には共同用の広域的し尿処理施設と個人住宅用とがある。これらは、住宅団地のようなかなりの数の住宅を１つの浄化槽でカバーするものと、各個の住宅等に設置されている浄化槽とである。いずれの浄化槽でもフィルターベッドのあるものとないものがある。又これらの施設はし尿のみを受け入れているので、生活排水は直接排水路に放流している。

<u>共同用広域的浄化槽</u>

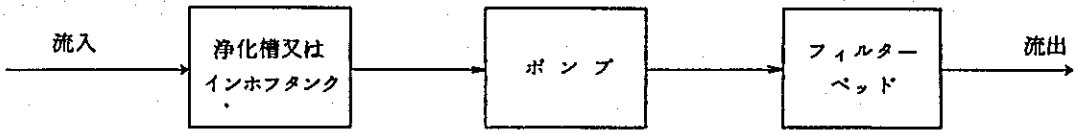
一般的に、新しく開発された地域では、浄化槽もしくはインホフタンク方式による共同用のし尿処理施設が設置されている。

これらし尿処理施設は開発業者の手によって建設されており、その維持管理はＭＰＳＰに移管される。１９７７年現在、４９の施設（１か所の酸化池を含む）がＭＰＳＰに移管されており、この内３７の施設は、パタワースのＭＰＳＰ事務所において管理され、残り１２の施設はブキットメルタジャムのＭＰＳＰ支所において維持管理されている。これら、共同用広域的し尿処理施設はフローシートとして下記のような３種のタイプに分類される。

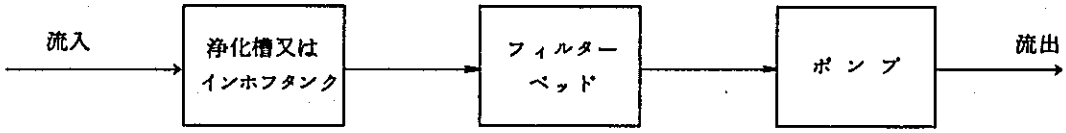
タイプA



タイプB



タイプC



なお、上記３種類の内、大部分はタイプBによる。一般的に、これら施設に設置されたポンプ機器は１日１回手動によって運転されるが、流入量に見合ったポンプが設置されてなく、又、労働の不足により維持管理が十分でないため時々故障の状態にある。従って、今までかなりの数の住民が不平を述べてきた。特に、タイプAにおける方式はポンプ機器の故障時にポンプピット及びマンホールにおいて汚水があふれたりする場合がある。

しかしながら、タイプAに比較して、タイプBとCは汚水の流入する浄化槽又はインホフタンクがポンプピットより大きいため、貯留容量があり上に述べたような状態は少ない。

ポンプ機器の故障時における非常手段としては、バキュームカー又は手動式ポンプ機器の使用によって当面の対策としている。又、AおよびBタイプのフィルターベッドは１日の大部分のポンプ稼動が間けつ運転であることから乾燥しており、生物膜の発達が悪く、むしろ、ポンプ稼動時に生物膜がはがれてくることによって流出水のＳＳ濃度が高くなる状態にある。これに比べ、Ｃタイプによる流出水は浄化槽を通って常時フィルターベッドに流入しているため、はっきりとした生物膜様の高濃度ＳＳは見うけられない。

１９７４年以来、ＭＰＳＰはこれら浄化槽及びインホフタンクの構造の不適格あるいは容量の不足による維持管理の困難を避ける目的で、これら施設の建設に対してはＭＰＳＰの設計基準に合うように時前許可制とした。表3.1は施設建設の承認のためにＭＰＳＰが作成した設計基準である。この設計基準によると、生活排水すなわち下水を受け入れるための下水道建設の際に取付管（各家庭より公共下水道管）の簡単な手直しによってほとんどの下水管網は公共下水道管として転用することが可能である。

現在、このＭＰＳＰの設計基準に従って、２０の広域的浄化槽又はハイホフタンクの建設計画が建設業者によってＭＰＳＰに提出されており、さらに３０の浄化槽又はインホフタンクはすでにＭＰＳＰの承認済みである。これら３０の施設はすでに建設が完了したもの及び建設途中のものであるが、維持管理としてはＭＰＳＰにまだ移管されていない。これら施設の各処理区毎の計画を表3.2に示した。

表3.1　ＭＰＳＰによる施設計画（下水管関係）のガイドライン

項　　目	単　位	値	特　　記
1. 取　付　管			
最小管径	mm	１０２（４ in）	
2. 公共下水管			
最小管径	mm	１５２（６ in）	
〃　勾配		１：１５０	ø１５２mm用
〃		１：２００	ø２２９mm以上用
3. マンホール			
間　　隔	m	５７.９（１９０ ft）	最　大
径	mm	５３３（２１ in）	最　小

表3.2　浄化槽又はインホフタンク設置計画

項　　目	バタワース	ブキットメルタジャム	計
計　　画	１６	４	２０
建　設　中	１２	２	１４
建設完了	７	９	１６
計	３５	１５	５０

個人用浄化槽

個人用浄化槽は、全く個人的なものと公共用とに分けることができる。個人用としては、各家庭、ホテルおよび工場等に設置されたものであるが、公共用は、政府関係の事務所、病院、学校等に設けられているものである。又政府関係の住宅団地（小規模）も同様、公共用に組み入れられるものとする。これら、個人浄化槽施設の維持管理は個々の所有者によって行なわれるが、汚泥の抜き取り作業だけはＭＰＳＰが行なう。その時ＭＰＳＰはこの作業のために料金を依頼人から徴収する。

これらの施設における維持管理は十分なされているとはいえず、時々消化不良の流出水や汚泥が流出している。

公共用浄化槽はＭＰＳＰの事務所に設置された施設を除いて、全て公共事業省（ＰＷＤ）によって建設され、また維持管理が行なわれている。但し汚泥の抜き取り作業だけは、各個人住宅と同様、ＭＰＳＰによってなされている。公共用浄化槽の計画建設はＰＷＤ独自の設計基準に基づいて進められているが、この設計基準はＭＰＳＰのものとあまり大きな違いはないと思われる。これら公共用浄化槽の維持管理も十分なされておらず、住民および利用者からの不満が多く施設の改良が望まれている。

しかしながら、これら比較的大型な個人用、公共用施設とも公共下水道が完成したさいには取付管等のわずかな構造の補修後、公共下水道の一部として、利用できる設計となっている。

浄化槽の維持管理

ＭＰＳＰが現在浄化槽の汚泥抜き取り作業を含めた維持管理のために確保しているスタッフは下記の通りである。

1) 技術関係

技術者		1 人
技術補助	A	1
	B	1
	C	3
	計	6 人

2) 作業管理関係

運転手	8 人
施設操作員（ポンプ）	6
自動車添乗員	12
人夫	13
その他	4
計	43 人
総計	49 人

上記人員以外にさらに３人の取付工が浄化槽の維持管理のために従事するが、しかし彼らはＭＰＳＰの付属機関である部品工場に所属しているため、これら浄化槽の維持管理作業だけではなく、一般的な機械関係の作業を行っている。さらに、通常、ポンプ機器等の補修作業等はＭＰＳＰのスタッフによってなされるが、作業の程度によっては部品関連会社へ作業を依頼している。ＭＰＳＰ管理による共同用広域的し尿処理施設の維持管理は、原則として一定のスケジュールに沿って周期的に行なわれるが、ＭＰＳＰはさらに各住宅の要請に応じて汚泥の抜き取り作業を行なわなければならず、必らずしもスケジュール通りとはいえない。現在、ＭＰＳＰ所属の４８の共同用浄化槽の維持管理（主として手動式によるポンプ操作）は６人のポンプ操作員及び１３人の人夫によって行なわれている。又、汚泥の抜き取り作業のため、ＭＰＳＰは６台のバキュームカーを持ち、この内４台は、バタワース、ブライ、スプランジャヤ地域の作業、残り２台はブキットメルタジャムに使用している。いずれのバキュームカーも１人の運転手及び２人の人夫が従事している。共同用浄化槽における汚泥抜き取り頻度はＭＰＳＰの計画としては３～６ケ月間に１度としているが、実際にはこれより頻度は少ない。又、同時に各個人用浄化槽における汚泥抜き取り頻度は１～３年に１度位となっている。これらくみ取り汚泥は計画対象地区外のバカンアジャン及びテロックウオンに投棄処分される。

下記の表3.3はこれまでＭＰＳＰが行った各個人住宅等における泥抜き取り作業を含むＭＰＳＰ所属の共同用浄化槽等の維持管理費である。

表3.3　ＭＰＳＰによる浄化槽の維持管理費

支出内訳	支出費（単位 M$／年）		
	1974	1975	1976※
1) 人件費			
技術者	19,200	20,400	21,600
技術補助 A	13,440	13,920	14,400
B	8,280	8,640	9,000
C	13,500	14,040	14,580
人夫	61,530	81,630	83,790
計	115,950	138,630	143,370
2) 材料機器費			
電気料（ポンプ運転）	3,500	4,000	4,500
可搬式汚泥ポンプ燃料	8,600	8,600	9,200
施設の修繕費	15,000	28,400	47,000
バキュームカー運転費	3,500	3,500	3,800
〃 修繕費	6,560	7,590	8,900
計	37,160	52,090	73,400
3) バキュームカー及びポンプ機器等の償却費	12,660	12,660	17,310
計	12,660	12,660	17,310
4) 総計	165,770	203,380	234,080

※　11月までの値

注；上記表はＭＰＳＰの資料である。

b) バケット方式によるし尿処分

現在、計画対象地区内には表3.4に示すように、総計7,784個のバケットがＭＰＳＰによって管理されている。すなわちパタワース地区に5,331個、ブキットメルタジャム内に2,320個、スプランジャヤ内に133個のバケットがある。但しこのバケット数はＭＰＳＰ管理によるものだけであり、計画対象地区内にはさらに多数のＭＰＳＰ管轄外のバケットが存在している。これらのバケットは彼ら独自の運営によって管理されている。

ＭＰＳＰ管理のバケット方式によるし尿処分はＭＰＳＰが個人企業4社と契約し、これにあたらせているが、その内メトロポリタン地域内では、3社の企業によって維持管理作業が行なわれている。これらの作業の手順としては、まず最初に各家庭に設置されてあるバケットからし尿を収集用バケットの中にくみとり、それを荷車又はかついでローリーに乗せ、一定の集積所に集められる。さらに、集められたし尿はローリーによって最終投棄地点に運ばれ、埋立て処分される。サービス地区内の各バケットは、一定の集積所によって配分される。現在、パタワース地

区に６ケ所、スプランジャヤ内に１ケ所、そしてブキットメルタジャムに３ケ所の集積所が設けられている。集められたし尿の最終投棄地として１９７７年現在9.7haの土地を有しているが、ＭＰＳＰはさらに将来における投棄処分のために１７.３haを追加する計画を持っている。

ＭＰＳＰはこれらバケット方式によるし尿処分の維持管理費として、現在、表3.5に示すように毎月約３１,５００M$を出費しており、この費用はＭＰＳＰスタッフによる管理費及び個人企業との契約費が含まれる。しかしながら、この費用はＭＰＳＰ管理によるバケットの維持管理費だけであり、前にも記したように、計画対象地区内にはその他多数のＭＰＳＰ管轄外のバケットがあることなどから、計画対象地区内のバケット方式によるし尿処分の実際の維持管理費を見積るため、これらＭＰＳＰ管轄外のバケットもＭＰＳＰ管理のバケットと同様に、特に考慮する必要があろうと思われる。そこで、ＭＰＳＰ管轄外のバケット数及び維持管理費を算出する上で下記のような仮定を用いた。

まず最初に計画対象地区における各処分区ごとの人口から、バタワース、スプランジャヤ及びブキットメルタジャムの合計家族数を算出し、これよりＭＰＳＰ管轄外のバケット数を算出するものとした。その時、人口より家族数を求めるためには１家族６人と仮定し、また各処理区においてバケット方式によるし尿処分の人口は基本計画報告書（第２部、計画のための背景資料）に述べられたように、各処理区ごとの人口に対して、バタワース及びスプランジャヤ地区を６０％、ブキットメルタジャム地区を６９％とした。以上の検討結果から表3.6に示すように、ＭＰＳＰ管理によるバケット数は、各処理区において全体バケット数の約半分のみであり（スプランジャヤにおいてはわずか４％）、ＭＰＳＰ管轄外のバケットが多数存在していることが判明した。

表3.6に示すように、ＭＰＳＰ管轄外の全体バケット数は8,５５１個と見積られたが、もしこれらにＭＰＳＰの維持管理と同じ費用を要したと仮定するならば、計画対象地区内のバケット方式によるし尿処分の全体費用の算出が可能である。以上によりＭＰＳＰ管轄外バケットの維持管理費は、ＭＰＳＰの１バケット当りの維持管理費4.０５M$（月平均）から、毎月約３４,６００M$が必要であることがわかった。

上記に述べたように、これらバケット方式によるし尿処分には多大の費用を必要とするのは明らかであるが、また一面、最近においては収集作業に従事する人夫が不足しがちであり、バケット方式のし尿処分に大きな問題となっている。そこでＭＰＳＰは、これらし尿処理の対策として、特にカンプン地区においては現存のバケット方式をピットプリビィーによる便所に転用することを考慮中である。又開発地域等において採用されている浄化槽や酸化池方式の新しい下水道計画等も考慮に値いする。

表3.4　ＭＰＳＰ管理によるバケット数及び徴収料金

処　理　区	バケット数	徴収料金　※
バタワース	5,３３１	2.５０　M$／月
ブキットメルタジャム	2,３２０	1.９０　〃
スプランジャヤ	１３３	2.５０　〃
計	7,７８４	

※　但し、この料金は各家庭の税金の中に含まれている。
　　また、各処理区における料金の違いは、個人企業との契約費の違いによる。

表3.5　ＭＰＳＰ管理のバケット方式によるし尿処分の維持管理費

（単位　月当り）

出費項目	費用（M$）
1. 個人企業との契約費	21,830
2. ＭＰＳＰスタッフの人件費	
指導員	2,600
〃　補助員	1,200
運転手	1,200
人夫	1,750
3. 材料、機器等の償却費	2,900
4. 計	31,480

注；上記費用は7,784個のバケットに要した費用である。

表3.6　ＭＰＳＰ管轄外のバケット総数

処理区	(1) 人口	(2) 家族数	(3) 全体人口に対するバケットによってカバーされた人口比率（%）	(4) ＭＰＳＰ管理によるバケット数	(5) ＭＰＳＰ管轄外におけるバケット数
バタワース	89,500	14,900	60	5,331	3,609
ブキットメルタジャム	47,400	7,900	69	2,320	3,131
スブランジャヤ	19,500	3,240	60	133	1,811
計	156,400	26,040	—	7,784	8,551

注；　(1)；表4.6より
　　(2) = (1) ÷ 6
　　(3)　基本計画報告書、第2部、計画のための背景資料より
　　(5) = (2) × (3) − (4)

上記表の値は、ＭＰＳＰの資料より計算された。

3.2　工場排水処理

計画対象地域における大規模工場のほとんどはマクマンディン地区及びその周辺地域に集中して存在する。さらにプライ川の沿岸、又はフェリーポート付近においても小規模工場群が多数見うけられる。

これら工場の排水処理は、工場地区全体を共同処理するものではなく、一般的には無処理又は付録1に述べるような簡単な処理によった後、側溝、川、あるいは海へ放流している。又、工場労働者のし尿処理としては、住宅地における処理

方法と同様、各工場に設置された浄化槽又はインホフタンク等をへて、側溝等に放流される。

マクマンディン工業地帯からの工場排水のほとんどが流入する排水路、つまりパタワースドレンC（第4部、雨水排水計画）は、ブライ川の支川として位置づけられ、ブライ川にある現存の防潮堰が満潮時において閉められる時は、工場排水を受けているこの排水路（パタワースドレンC）は沈殿池のような状態になる。干潮時には排水はブライ川に流入するが、満潮時には排水が停滞し美観上、衛生上極めて悪い状態にあるといえる。

3.3 地下埋設物

下水管の埋設位置等に関連する地下埋設物の検討は下水道計画における一つの重要な要素である。計画調査期間中において得られた資料によると、地下埋設物は、水道管、電気及び電話線等であり、これらの埋設物はほとんど公共及び私道等に埋設されている。図面集図ＳＤ－５及びＳＤ－５及びＳＤ－６でこれらの地下埋設物の位置を示す。

第 4 章　人口および土地利用

4.1 概　要

計画対象区域内における土地利用および人口分布の分析は、まず最初に現況を把握し、その現況分析を基にこれらの将来における最も可能性のある予測を立てることである。分析にあたっては、当然政府機関等において作成された将来の都市計画及び土地利用計画等など、種々の要素を考慮するのは述べるまでもない。

基本報告書（第3部人口予測）においてすでに記したように、11,600haのメトロポリタン地域は計画上4つの大処理区及び20の小処理区に分けられ、この処理区ごとに人口及び土地利用の将来予測が立てられたが、さらに本フィジビリティー調査における目的および精度に整合させるため、現地調査期間中に土地利用及び人口資料の現況及び将来計画等の最新情報を収集し、詳細な設計を行なった。

4.2 土地利用の現況

計画対象地域における各処理区ごとの現況人口分布の分析、又人口密度を主体とした将来人口予測のために、各処理区ごとの土地利用形態の現況として6つの種類に分類した。すなわち、(1) 商業地区、(2) 官公署地区、(3) 市街化住居地区、(4) カンプーン地区、(5)工業地区、(6) その他である。上記土地利用形態は次のように定義する。

(1) 商業地区

この地域は主に商店、レストラン及びマーケット等が立地している地区をいう。また自動車修理工場、作業場等のような小規模な工場が立地している地区も含まれる。

(2) 官公署地区

この地域は政府関連機関、病院、学校、宗教施設、裁判所などの行政、福祉厚生に関連した公共機関が集合している地区をいう。

(3) 市街化住居地区

この地域は政府関連機関、例えばペナン開発局（ＰＤＣ）、公共事業省（ＰＷＤ）や開発業者によって建設されてきた住宅地区をいう。

(4) カンプーン地区

未整備地区にある住宅、人口密度の低い住宅地区などをいう。

(5) 工業地区

州政府関係機関によって統轄されている工業地区が該当する。さらに、単独工場であってもその用地規模、工場の付属施設の規模によってはこれに含まれる。

(6) その他

農業地区、住居不適の空地などが該当し、稲作地帯、ヤシ林、河川などが含まれる。

上記の定義に基づき、計画対象地区の各処理区ごとの土地利用を検討した。表4.1及び図面集図ＳＤ－８とＳＤ－９にその結果を示す。

表4.1　　現況の土地利用形態　（１９７６年）

土地利用 / 処理区	商業地区 (ha)	官公署地区 (ha)	市街化住宅地区 (ha)	カンプーン地区 (ha)	工業地区 (ha)	その他 (ha)	計 (ha)
BW1	39	25	26	167	53	70	380
BW2	—	—	—	—	—	120	120
BW3	—	13	55	134	131	112	445
BW4	4	—	52	359	3	57	475
SJ1	10	7	103	24	8	233	385
SJ2	—	—	13	—	17	370	400
BM3	22	56	62	496	—	414	1,050
計	75	101	311	1,180	212	1,376	3,255

4.3　土地利用の将来予測

２０００年における計画対象地域の土地利用の予測は基本計画報告書に記したと同様、下記の手法に基づいて検討する。

(1)　都市計画局（ＴＣＰ）によって作成された都市計画図及び新規住宅計画等に基づく、住居地区、商業地区、非居住地区、計画道路、その他の開発計画の確認

(2)　ＭＰＳＰの承認を得るため開発業者から提出中の新規造成計画の住宅地区の確認

(3)　ペナン開発局（ＰＤＣ）による開発計画に応じたスプランジャヤの新規住宅開発計画の確認

(4)　ＰＤＣ開発計画に応じた工業地帯（スプランジャヤ、マクマンデン地区）の計画確認

しかしながら、将来の人口及びその分布予測においては、現況の土地利用形態、すなわち、６つのカテゴリーに分類されたような、明確な土地利用形態を予測することは、資料の不足等により困難である。又、現在より２０００年までの長期にわたる期間の予測であるため、将来の土地利用形態は現況のものを整理統合して簡略化し、(1)商業地区、(2)住居地区、(3)工業地区の３つの土地利用形態に区分するものとした。将来の土地利用形態は表4.2及び図面集図ＳＤ－１２とＳＤ－１３に示すとおりである。

表4.2　　2000年における土地利用

（単位；ha）

土地利用 / 人口密度 人/ha (1) / 処理区	商業地区		住居地区					工業地区	計
	200	120	200	120	85.7	50	40	0	
BW1	56	17	94	141	—	16	—	56	380
BW2	—	—	—	120	—	—	—	—	120
BW3	—	1	—	270	—	24	—	150	445
BW4	—	7	—	267	—	198	—	3	475
SJ1	—	12	—	298	—	67	—	—	385
SJ2	—	28	—	279	—	5	—	88	400
BM3	26	4	—	349	175 (2)	—	496	—	1,050
計	82	480	94	1,724	175	310	496	305	3,255

注；(1) 4.5節"2000年の土地利用における人口配分"を参照。

(2) ランバイ川の両側の新規住宅地区を示す。

4.4　現在人口とその分布　（1976年）

基本計画報告書においては、1976年におけるメトロポリタン全域の人口を238,000人として推定した。この推定にあたっては、1970年の国勢調査、ペナンマスタープラン報告書（1970年）、およびWHO研究課題レポート（1973年）を参考とした。

この結果を基に、各下水道処理区の人口分布を推定するために、前述した現況の土地利用状況、つまり商業、市街化住宅、カンプーン地区等の区分に応じた代表的な地域を60ケ所選定し、詳細な現地踏査を行なった。調査に選出した地区は1～10haの面積を有する各土地利用形態の代表的な地区であり、これらの地区における人口密度の推定は次のような方法で求めた。

(1) 選定した各地区の世帯数を求める

(2) 一世帯当りの家族数を求める

(3) 図上において各区域面積を求める

以上により、人口密度は次の式で求められる

$$D = 6N / A$$

但し、　D＝人口密度　（人／ha）

N＝各地区における世帯数

6N＝各地区内の人口

A＝面積　（ha）

又、上記60ケ所以外の区域における人口密度の推定は、家屋の種類、家屋分布状況およびその地域の特性等を把握し、

この結果を基に、前述の代表的な地区と比較して同様な方法で求めた。

なお、土地利用形態による人口密度はつぎのとおりである。

(1) 商業地区	120～200	人／ha
(2) 官公署地区	0～120	〃
(3) 市街化住居地区	100～200	〃
(4) カンブーン地区	40～200	〃
(5) 工業地区	0	〃
(6) その他	0	〃

以上により、人口密度から求められた各下水道処理区の人口分布は、表4.3及び図面集図SD－10とSD－11に示す通りである。なお、1976年における人口密度ごとの面積は、表4.4に示す通りである。

表4.3　1976年における人口分布

（単位；人）

処理区	人口密度（人／ha）					計
	200	150	100	50	40	
BW1	14,200	10,350	10,800	850	－	36,200
BW2	－	－	－	－	－	－
BW3	15,600	2,250	4,400	3,250	－	25,500
BW4	4,200	3,900	2,500	17,150	－	27,750
SJ1	－	7,500	5,500	2,850	－	15,850
SJ2	3,600	－	－	－	－	3,600
BM3	10,000	5,250	16,500	－	15,640	47,390
計	47,600	29,250	39,700	24,100	15,640	156,290

表4.4　　１９７６年における人口密度ごとの面積

（単位；ha）

処理区＼土地利用形態＼人口密度 人/ha	住居地区						工業地区	計
	200	150	100	50	40	0	0	
BW1	71	69	108	17	—	62	53	380
BW2	—	—	—	—	—	120	—	120
BW3	78	15	44	65	—	112	131	445
BW4	21	26	25	343	—	57	3	475
SJ1	—	50	55	57	—	215	8	385
SJ2	18	—	—	—	—	365	17	400
BM3	50	35	165	—	391	409	—	1,050
計	238	195	397	482	391	1,340	212	3,255

4.5　2000年の土地利用における人口分布

基本計画報告書では、まずメトロポリタン全域の人口予測を行ない、その結果を基に各下水処理区の人口を試算した。この人口予測は１９７６年から１９８５年までの人口増加率を年間5.5％とし、１９８５～２０００年までを3.5％として推定した。しかしながら、本計画のようにかなり細部にわたる処理区の人口を必要とする場合には、まず最初に現況の人口分布又はその密度が土地利用形態においてどのような状態であるかを検討し、その結果を基に、前述した将来の土地利用に照らして将来人口の予測を立てることが必要である。そのため、前述した土地利用形態、つまり商業、住居、工業地区ごとによる将来の人口密度を現況との比較により次の通りとした。

(1)　商業地区　　高密度　　２００　人／ha
　　　　　　　　低　〃　　１２０　　〃

(2)　住居地区　　高　〃　　２００　　〃
　　　　　　　　中　〃　　１２０（又は８5.7）　〃
　　　　　　　　低　〃　　５０（又は４０）　　〃

(3)　工業地区　　０

これらの条件で2000年における土地利用形態による各処理区の人口分布は、表4.5及び図面集図ＳＤ－１２とＳＤ－１３に示すとおりである。また、１９８５年及び１９９０年における人口分布も、１９７６年と２０００年の人口から前述の人口増加率を用いて表4.6に示すように計算した。

表4.5　　2000年における人口分布

（単位；人）

土地利用形態 / 人口密度 人/ha / 処理区	商業地区		住居地区					計
	200	120	200	120	85.7	50	40	
BW1	11,200	2,040	18,800	16,920	—	800	—	49,760
BW2	—	—	—	14,400	—	—	—	14,400
BW3	—	120	—	32,400	—	1,200	—	33,720
BW4	—	840	—	32,040	—	9,900	—	42,780
SJ1	—	1,440	—	35,760	—	3,350	—	40,550
SJ2	—	3,360	—	33,480	—	250	—	37,090
BM3	5,200	480	—	41,880	15,000※	—	19,840	82,400
計	16,400	8,280	18,800	206,880	15,000	15,500	19,840	300,700

※　この値は、ランバイ川の両側に計画されている住宅地区の人口を示す。
この住宅地区の計画によると、人口密度は85.7人／haとなっている。

表4.6　　1976年から2000年までの各処理区ごとの人口分布

処理区	1976年	1985年	1990年	2000年
BW1	36,200	41,066	43,483	49,760
BW2	0※	5,160	7,728	14,400
BW3	25,500	28,444	29,914	33,720
BW4	27,750	33,136	35,820	42,780
SJ1	15,850	24,701	29,104	40,550
SJ2	3,600	15,600	21,573	37,090
BM3	47,390	59,932	66,178	82,400
計	156,290	208,039	233,800	300,700

※　1976年における処理区BW2は、大規模開発予定地区であり、現在まだ人口は0である。

第 5 章　下水量およびその性状

この章においては設計に必要な家庭汚水量および工場排水量について主に述べるが、その他浸入水などについても記述することとする。また、商業地区およびその他の地区からの下水は、水質的には家庭汚水と同等と見なし、家庭汚水の範疇に入るものとする。

5.1　家庭汚水

5.1.1　水使用量

メトロポリタン地域は全人口の９５％以上が上水道を利用しており、基本計画報告書で示した通り、この地域における平均水使用量は約１８０ℓ/day.capであった。この値はBinnie & Partner(1967年)の計画による市街化区域での２００ℓ/day.capより約２０％少ないが、ウェルスリィ県での1976年におけるペナン水道局（PWA）資料の平均水使用量１２６ℓ/day.capよりも約４０％多い値いである。このように差が生じた理由は、市街化区域だけを対象としたBinnie & Partnerの水使用計画量と比較して、メトロポリタン地区はまだ市街化されていない地区が多いために少なくなったことによる。一方PWAの平均値よりも多いのは、メトロポリタン地区がペナン州全体の中では、比較的市街化されていることによる。これらのことから、メトロポリタン地域における平均水使用量１８０ℓ/day.capの値は妥当とみなされよう。また、Binnie & Partner の計画によると、2000年の市街化地区における水使用量は、年間0.5％の使用量増加率を見込んで２２７ℓ/day・capとしているが、基本計画報告書では2000年における平均水使用量を２３０ℓ/day.capとしている。これは年間の使用量増加率を１％としたものである。これらの値はほぼ同じといえる。計画対象地区を含むメトロポリタン地域はペナン州の中では他の地区と較べて市街化の進捗が速いと考えられること、さらに水消費のパターンは郊外型から市街化型にと急速に移行すると見られることから、年間１％程度の使用量伸びは妥当な値といえよう。

5.1.2　一人一日当りの汚水量（１９７６年）

a)　住居地区

基本計画報告書では、一人一日当りの汚水量及びその負荷量を１７０ℓ/day.cap、BOD３７g/day.cap とした。この値はし尿浄化槽を有する住宅団地での実施調査から得られたものである。なお、浄化槽はし尿のみを受け入れ、一般生活汚水は住宅付近の側溝に直接排水される。また、スタビリゼーションポンド方式による下水道施設を有するスプランジャヤ住居地区での２４時間調査の結果は、一人一日当りの汚水量として、１５０ℓ/day.cap（浸入水を含むと１９４ℓ/day.cap）、負荷量はBOD３６g/day.cap であった。これらいずれの汚水量も水使用量の７５～９０％に相当する値である。従って、平均汚水量としては、水使用量の８０％に相当する値が流出するものと仮定し、また本計画対象区域内の水使用量は基本計画策定区域つまりメトロポリタン全域の平均水使用量よりは少し高くなるものとし、一人一日当りの水使用量を２２５ℓ/dayとした。また、平均汚水量は１８０ℓ/day・capとした。また、一人当りの発生BOD負荷は、住宅地区において調査、分析された結果から基本計画報告書に記述した通りである。以上により排出した汚水量は表5.1に示すとおりである。

b) 商業地域

フィージビリティ調査では典型的なマーケット街を選定して各戸訪問調査により水使用状況に関する資料を収集した。この調査結果に基づいて、この地域での平均水使用料を415ℓ/day.capとした。水使用量と汚水量との比、つまり流出率を100%、BOD濃度を200mg/ℓとすると表5.1に示すように、1人1日あたりでは汚水量415ℓ/day.cap、BOD85g/day.capとなる。

表5.1　　1976年における汚水量

土地利用区分	汚水量 ℓ/day.cap	発生負荷(g/day.cap) BOD	発生負荷(g/day.cap) SS	濃度(mg/ℓ) BOD	濃度(mg/ℓ) SS
住宅地区	180	37	37	200	200
商業地区	415	85	85	200	200

5.1.3　将来における家庭汚水

現状を基礎とした2000年における家庭汚水は、つぎのような条件から推定するものとする。

(1) 現状での発生BOD負荷量

住居地区　　37　g/day.cap

商業地区　　85　g/day.cap

(表5.1参照)

(2) 1人1日当りの汚水量は年間0.5%の増加率とする。

(3) 2000年においては本計画対象地区の全域は市街化されるものとする。

(4) 水使用量の90%が、下水管に流入するものとする。

以上の条件により求めた2000年における家庭汚水量は表5.2に示すとおりである。

表5.2　　家庭汚水に関する設計基準(2000年)

土地利用区分	汚水量 (ℓ/day.cap)	発生負荷(g/day.cap) BOD	発生負荷(g/day.cap) SS	濃度(mg/ℓ) BOD	濃度(mg/ℓ) SS
住宅地区	230	46	46	200	200
商業地区	460	92	92	200	200

5.2　工場排水

計画対象区域内の主要工場のほとんどはBW3地区のマクマンディン工業地帯に集中している。その他はBW1、BW4地区のパタワースフェリーポート周辺、プライ河畔などに立地している。また、小規模な工場は計画対象地域全域に分

散しており、スプランジャヤＳＪ２地区には８８haの軽工業工場地用の開発予定地がある。

基本計画報告書策定時における工場排水調査は、マクマンディン、ブライ、スプランジャヤ地区を含むメトロポリタン地域の主要工場を対象にアンケート調査等によって行い、これらの調査結果とあわせて、ＭＰＳＰや連邦政府環境庁の保有する関連資料から、工場用地の単位面積当りの現況および将来の工場排水量および負荷量を求めた。

本調査においても同様に、計画対象区域内にある１０４の工場についてさらに詳細な調査を実施した。この調査におけるアンケートの回収率は５２％であった。また、８８の工場において訪問調査を行なった。あわせて、主要工場排水については、性状把握のため、pH、BOD、重金属、その他の項目について水質試験を行ない、さらにスタビリゼーションポンドで処理する場合の基礎条件を得るために若干の検討を行なった。これらのデータに基づいて、現在および２０００年における工場排水量と負荷量を求めた。各処理区ごとの工場排水量は表5.3に示すとおりである。

表5.3　　工場排水量およびその性状

処理区	１９７６年		２０００年	
	排水量（m^3/day）	BOD負荷量（Kg/day）	排水量（m^3/day）	BOD負荷量（Kg/day）
ＢＷ１	７５９	１２６	９５３	１９０
ＢＷ２	０	０	０	０
ＢＷ３	4,００２	５９９	8,３３２	1,１８３
ＢＷ４	９４７	３９７	９４７	３９７
ＳＪ１	２２３	１７	３７０	２８
ＳＪ２	５３	５	5,０４４	６０３
ＢＭ３	２９５	２３	３９４	３２
計	6,２７９	1,１６７	１６,０４０	2,４３３

5.3　浸入水その他

汚水管の設計には施工および材質等に関する管の破損、ジョイントおよびマンホールの欠陥などによって管内へ流入する雨水および地下水等の浸入水量の余裕を考慮しなければならないが、浸入水は技術、経済観点上からも合理的かつ適当な水量に定めることが重要である。なお、浸入水量は地質条件、管種、管材質、管の接合状態、施工法等によって異なり、きわめて地域特性の高いものといえる。表5.4は代表的な各都市の浸入水量を示したものである。

本計画においても同様、浸入水量は計画対象地区の地質、状態等の物理的条件とあわせて、現状での既存下水道施設における浸入量の評価から決定するものとする。

計画対象地域における既存下水管渠への浸入水量は実測値によれば、8.2 m^3/day.ha であった。この値は、前述の表5.4の例の中間値に相当する。従ってこのことから、現状での管理、管材質、施工法などを考慮しても計画対象地域における浸入水量は8.2 m^3/day.ha になるとみなしてもよいと思われる。

しかしながら、多少の安全率を見込むことを考慮すれば、設計における浸入水量は9.0 m^3/day.ha（管渠延長当り0.045 m^3/day.m に相当する）が妥当である。また、人口密度の低い住宅地域や工業地域については、管布設密度が低く

なり、従って浸入水量も少なくなると思われることから、前述の9.0 m^3/day.ha における管布設密度に比例させて、これらの地区における浸入水量を5.0 m^3/day.ha とした。

以上より、本計画における浸入水量としては表5.5に示した値とする。

表5.4　他都市における地下水浸入水量

都市名	許容量		参考資料
	m^3/day.ha *	m^3/day.m **	
Seatle	10.4	0.052	"Design and Construction
Bay City	9.5	0.047	of Sanitary and Storm Sewers
Lorain	28.4	0.142	
Marion	7.1	0.036	ASCE and WPCF (1974)
Ottumwa	5.7	0.028	
West Springfield	19.0	0.095	
Alma	1.3	0.007	

* 参考資料から換算

** 管渠布設密度を200 m/ha として推算

表5.5　地下水浸入水量

土地利用区分	許容量	
	m^3/day.m	m^3/day.ha
住居地区（高密度）	0.045	9
〃（低密度）	0.045	5
商業地区	0.045	9
工業地区	0.045	5

第6章　設　計　基　準

下水道施設の設計に必要な設計諸元の決定およびその設計は、すでに詳細に基本計画報告書（参照、付E、F）に述べたとおりである。ここにおいては、その要約を記述し、あわせて、本計画において必要な設計基準を述べるものとする。

6.1　汚水量

前章において述べた設計水量は次のように要約される。

表6.1　設計流量

項目		1990年	2000年
家庭汚水	住居地区	208 ℓ/d.cap	230 ℓ/d.cap
	商業地区	441 ℓ/d.cap	460 ℓ/d.cap
工場排水	BW1	15.76 m³/d.ha	17.02 m³/d.ha
	BW2 1)	—	—
	BW3	43.23 m³/d.ha	55.55 m³/d.ha
	BW4	315.67 〃	315.67 〃
	SJ1	37.50 〃	46.25 〃
	SJ2	56.58 〃	57.32 〃
	BM3 2)	349.00 〃	394.00 〃
浸入水、その他	高人口密度地区（85.7～200人/ha）	9 m³/d.ha	
	低人口密度地区及び工業地区	5 m³/d.ha	

1）この地区は、大規模住宅開発地区であり、工場地区は存在しない。

2）この値は、一工場からの排水量を示す。

6.2　管渠

本計画における下水道は分流式による排除である。以下管渠の設計条件として、管径、勾配、深さ、材質および施工法などについて述べる。

6.2.1　平均流速公式

管渠の流量計算は次のマンニング公式による。

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

但し、　n：粗度係数

R：径深

S：勾配

粗度係数"n"の値は管の材質およびジョイントの種類等によって異なることは基本計画報告書で述べたとおりである。本計画における計画管渠、つまり陶管および鉄筋コンクリート管の粗度係数には0.013を使用し、既設管に対しては0.015の値を採用した。

6.2.2　管種および材質

下水管渠としてマレイシアでは一般に円形管が使用されている。円形管は他の管種と比較して単価的にも安く、内外の荷重に対しても強くまた、取扱いも便利である。さらにマレイシアでは円形管の種類、管径も豊富で現地調達が可能である。それらは基本計画報告書に記述したように、

(1)管径300㎜までの陶管、(2)管径1800㎜までの遠心力鉄筋コンクリート管、(3)管径600㎜までの石綿管、および(4)管径100㎜と150㎜のビッチファイバーパイプなどがある。

マレイシアのように熱帯地域においては管の材質選定で特に硫化物による腐食作用の管への影響を考慮しなければならず、その他一般的事項として、(1)流量特性、(2)管の耐用年数、(3)取扱いおよび施工の容易性、(4)管径別供給能力と現地価格等においても十分な検討を要する。

基本計画報告書で記述したように、管渠の腐食問題は、管内流速がスライムの発生をコントロールするに必要と見られる最小流速より低いと生じ易い。第1期計画（1981～1985年）の殆んどの管渠は2000年時点での設計流量よりも少く、従って管内流速も十分見込めないと思われることから、管内ではかなりの硫化物が、熱帯地域という地理的条件も加わって発生するものと思われる。また、低流速であると、下水の流れが停滞し、その影響で沈殿物が管内にたまり、バクテリアの発生を増加させ、高いBOD濃度を含んだ下水になることが考えられる。

以上のような腐食問題に関連して、陶管は、利用可能な管径に制限があるけれども、耐酸、耐アルカリ性、その他耐腐食性として、他の管よりもすぐれており、マレイシアにおいて広く使用されている。しかしながら、経済性および市場性の点からいえば、遠心力鉄筋コンクリート管は、マレイシアでは最も利用性の高い管であり、また陶管と同様広く使用されている。この管の利点としては、内圧および外圧に対して十分な強度を有していることである。

以上のことから、本計画における管渠は、次のような管種および管材質を使用するものとする。

(1) 管は全て円形管とする。

(2) 管径300㎜以下については陶管を使用し、また管の継ぎ手としては水密性および耐久性のあるものとする。

(3) 管径375㎜以上については、遠心力鉄筋コンクリート管とし管内面は腐食防止のため、アルミナセメントモルタルでライニングする。また、ゴムリング等の継ぎ手を使用する。

一方、マレイシアにおける圧送管としては、石綿管および鉄管が使用されている。前述のように、石綿管は利用可能な管径（100㎜～600㎜）に制限があるが、利点として、軽量であること、単位設置延長が長く、取扱いが容易であり、管強度の巾が広く、単価が比較的安いことなどが上げられる。また鉄管は管径に制限がなく色々な管径にわたって利用できること、管厚が薄く、管強度が強いことなどが利点である。

従って、本計画における圧送管は、(1)管径600㎜以下については石綿管を使用し、(2)管径700㎜以上については鉄管を使用することとする。しかしながら、一般的に圧送管は地表よりあまり深くない（一定の埋設深さ）ところに埋設

されるゆえに、外圧（自動車荷重等）を直接受けることになる。従って鉄管と比較して、あまり管強度が強くない石綿管には砂などによる埋戻しを考慮すべきである。

6.2.3 ピーク流量

日平均汚水量に対するピーク流量率は次式によって与えられる。

$$M = \frac{5}{P^{\frac{1}{7}}}$$

但し、 M＝ピーキングファクター（日平均流量に対するピーク流量の比）

P＝計画人口（単価1,000人当り）

上の式を使用することによって、設計流量は次式より求められる。

$$Q = P' \times q \times M$$

但し、 Q ＝ 設計流量（m^3/day）

P′＝ 人 口 （人）

q ＝ 日平均汚水量（m^3/人・day）

6.2.4 流 速

a）最小流速

最小流速は管渠底部に沈殿物を生じさせないために十分な流速であり、また、硫化物の生成を防止できなければならない。

基本計画報告書（付録E）において述べたように、最小流速は、管渠内の掃流効果、地表勾配および Pomeroy Davy 公式による硫化物の発生量の検討結果などを考慮し決定した。

この検討結果に基づき、陶管を用いた場合の最小流速は、0.6 m/sec とする。但し、流量計算はマンニング公式により、粗度係数 n＝0.013 とする。また、遠心力鉄筋コンクリート管を使用する場合の最小流速は 0.75 m/sec とし、粗度係数 n は陶管と同様 0.013 とする。

b）最大流速

最大流速は管渠を損傷したり、管渠の耐用年数を短くしないような流速にすることが肝要である。従って、本計画における最大流速を 3.0 m/sec以下とする。

6.2.5 勾 配

前節の最小流速で述べたとおり、管渠の最小流速は、陶管で 0.6 m/sec以下にならないように設計、施工される。従って、勾配はこれら設計流速に十分見合うように計画するべきである。

6.2.6 設計水深

全ての円形管はピーク流量率で求められた流量、つまり満管流量で設計する。

基本計画報告書に述べたように、ピーク流量は通常午前8時と午後5時の2回にわたって見られ、これらの時間帯におけるピーク流量は、ほぼ1時間程度の継続時間を示すのみである。他の時間帯は、ピーク流量よりもかなり少なく、

従ってその時間帯に十分ベンチレーションが期待できよう。

6.2.7 下水管の最小管径

現地調査の結果によると、現在、し尿浄化槽の接合管としては、管径100㎜、150㎜、225㎜および300㎜などの管が使用されている。これらの管は、し尿排水のみを対象とした管であり、生活排水とし尿排水の収集を目的とする管としては通常100㎜より大きい管が各国での経験によると使われている。また、土砂が管内に堆積したさいの清掃および生活様式の変化により生活排水の増加を考慮すべきといえる。これらのことから、公道に布設される公共下水管は管径225㎜を最小管径とする。また、各家庭から公共下水管までの取付管を150㎜の管径とする。

6.2.8 マンホール

マンホールは各管線の末端、管種、管径が変ったとき、管渠の交点などに設ける。本計画で用いる汚水管線用マンホールの管径別設置間隔はつぎのとおりとする。

管　径	マンホール設置間隔
600 m以下	100 m
675 m以上	150 m

上記の値は基本計画報告書の提案と多少の差があるが、これは新たな現地調査およびジョージタウンで使用されているロッドタイプ清掃装置による汚水管清掃の方法などを勘案して決めたものである。通常、ロッドタイプの装置は150 m間の管渠清掃に対応でき、サンドエジェクターのような高度な機械装置よりは費用的にはるかに安く、かつ取扱いが簡単である。

次にマンホールの大きさは、特別に浅く布設される管渠を除いて、管渠の維持管理（主に清掃作業）用に人夫が入れるような大きさとする。基本計画報告書で示したとおり、接合管の管径別マンホール形状は次のとおりである。

接合管径	マンホールの形状（最小内径）
900 ㎜以下	1200 ㎜
900～1200㎜	1500 ㎜
1200～1500㎜	1800 ㎜

これらマンホールの構造は、経済的に有利となるように、入手可能な材質、土質条件および浸水状況などを検討し、決定すべきである。本計画におけるマンホールは、基礎工に砂利又はコンクリートを用い、足掛金物は鋳鉄か、それと同等の耐腐食性のある材質を使用するものとする。足掛金物は30cmおきに直壁に固定し、入口近くまで設ける。またマンホールふたは鋳鉄製もしくは防水性コンクリートふたとする。以上のような条件下での代表的なマンホールを図面集図SD－40に示した。

6.2.9 下水管の最小土被り

基本計画報告書において述べたように、下水管の最小土被りは、管頂部から地表面までの深さとして最低1.0 mとする。

6.2.10 施 工

a) 掘 削

一般に下水管渠は既存および計画道路に埋設し、また、必要に応じて各家の敷地境界に布設することになる。

掘削は土質条件や掘削深さに応じたトレンチ工法によるものとする。なお、掘削幅は管渠の布設、接合、埋戻し作業などを考慮して、埋設管の径に応じた最小幅とする。これについては計画対象区域内の土質条件を考慮し、掘削深および布設管径などに応じたトレンチ工法による掘削例を作り検討した。図面集図ＳＤ－４０はその検討結果の代表的例を示したものである。

b) 基 礎 工

基礎工は、管渠の種類、土質条件、地下水、地耐力、施工方法、および自動車荷重を含む荷重条件などを考慮して決定されるが、工費に著しく影響するため、十分な検討が必要である。従って、基礎工の選択に先だち、調査期間中にボーリングテストを実施し地質条件および地下水の状態を把握した。図面集図ＳＤ－７はその結果を示したものである。それによると、土質条件は総じて不良で、かつ地下水もかなり高い。従って管渠の基礎工は、砂利、割栗石基礎またはくい打ちコンクリート基礎を用いるものとする。

図面集図ＳＤ－４０は陶管および遠心力鉄筋コンクリート管の基礎工を示したものである。

c) 管の継ぎ手

下水管渠に浸入する地下水を防ぐため、管の継ぎ手は水密性および耐久性が要求される。基本計画報告書で述べたように、これらの条件に見合うものとしてゴムリング継ぎ手が最適と考えられる。

現在マレイシアでは、コンクリート管の継ぎ手として、ゴムリングを使用しており、供給可能であるが陶管に対しては、ゴムリング継ぎ手のような水密性、耐久性のある継ぎ手はまだ使用されていない。しかし、ゴムリング継ぎ手に見合うものとしては、プッシュフィット継ぎ手のように工場施工から、ポリエステルリングとゴムオーリングを組み合わせて、水密性のある継ぎ手を作ることが可能であり、このようなタイプの継ぎ手は地下水の浸入および硫化物による腐食作用を防ぐことが可能と思われる。

以上により、下水管渠の継ぎ手は、コンクリート管に対しては、ゴムリング継ぎ手を使用することとし、陶管は、前述のような水密性、耐久性ある継ぎ手を使用することとする。

6.3 ポンプ場

ポンプ場の建設には、位置、規模、構造、装置の種類および外観などの基本的な事項について慎重な検討を要する。特に位置の選定は、建設費および維持管理費等について影響を受けるため、きわめて重要な検討事項である。また、地域特性は、ポンプ場の維持管理上、色々な問題を発生することに注意すべきである。従って、ポンプ場の詳細な検討は、第７章の下水道システム全体計画の中にゆだねることとし、ここにおいては、下記のようなポンプ場設計に必要な基本事項のみを述べる。

6.3.1 容 量

下水管渠設計と同様に、ポンプ場はピーク流量により設計する。また、ポンプ場内の配管設計は管渠設計に準ずるも

のとする。容量については最終建設年次の予想流量に見合うものとし、経済的検討においても最終目標年次を対象とする。また、ポンプ場内のポンプ機器等の色々な装置類に関しては、各施工段階に応じて配置するものとする。

6.3.2 形式および構造

一般的にポンプ場は矩形構造とするが、小規模のポンプ場については、円形構造とする。これは、現地でケーソン工事が可能であることから建設費の減少を計れることによる。また、ポンプ場には、沈砂池を設けないものとする。しかしながら、ポンプますへの比較的大きい浮遊物の流入を防止するため、有効間隔100mm程度の粗目スクリーンをポンプますの前に設ける。ポンプ場は臭気、付近の住宅等への騒音防止からもコンクリート構造物とする。

6.3.3 ポンプ設備

前述のように、ポンプ場は2000年における流入量を対象に設計するが、ポンプは各建設年次における地域からの流入量を対象に設置する。従って、過剰投資を避ける意味でも、第一期計画におけるポンプの設置は1990年の流量に見合うものとする。但し、この場合最低2台以上のポンプを各ポンプ場に設置するものとする。また1990年以降、最終計画目標年次の2000年までの流入量に見合うポンプは、第一期計画後の建設計画によるものとする。

一般的にポンプの種類には、スクリュー、遠心力、水中型などがあるが、これらの選定には、経済性および標準特性、すなわち、流量特性、設置の難易性、維持管理上の問題、吸込み実揚程および吐出し量などを十分考慮する必要がある。付録17に記すのはこれらの条件等を考慮し、ポンプ選定のために検討した結果である。この検討結果および計画対象区域の地域特性の考慮から、水中ポンプを使用するものとした。また、ポンプの運転動力源としては、経済性、信頼性およびマレイシアにおける他のポンプ場の実績を考慮して電力を使用するものとする。

6.4 処 理 場

6.4.1 処理方式および機能

基本計画報告書では、処理方式の選定のため、スタビリゼーションポンド、エアレーテッドラグーンおよびオキシデーションディッチの3つの処理プロセスについて処理場用地規模、建設費および維持管理費など、技術および経済上の問題について比較検討を行なった。

この検討により、計画対象地域に最も適合する処理方式をスタビリゼーションポンドとした。この処理方式は基本的には、ファカルタティブポンドとマチュレーションポンドを直列に結合するプロセスであるが、さらにファカルタティブポンドの前に沈殿池を設け、汚水がファカルタティブポンドへ流入する前に、比較的大きい浮遊物、沈殿物等の除去を計る。

ファカルタティブポンドの機能目的は、流入下水に含まれる有機物の除去および臭気の発生を最小限に抑えることである。この池は表層部が好気性状態に保たれ、下層部は嫌気性状態となる。好気性状態を維持するには、池に繁殖した藻類により光合成作用が十分行なわれ、酸素の供給が十分にあることである。

マチュレーションポンドの機能は、ファカルタティブポンドでの機能（BOD濃度の減少作用など）をさらに進めることおよび大腸菌の減少を計ることである。この池の設計では、放流水質基準を定めることにより大腸菌数が求められ

る。

一方、前述のとおり、沈殿池は浮遊物の除去を目的とし、またスタビリゼーションポンドの機能を促進するために設ける。これはこれまでの経験において、ナプキンやゴム類などの非分解で非透光性物質がファカルタティブポンドへ流入すると、機能および維持管理上、種々の問題を発生してきたことによる。また、美観を保持することも一要因である。以上により、スタビリゼーションポンド方式による処理場の設計基準値を表6.2に示した。また、これらの詳細については、付録2と3に特記した。

表6.2　処理施設の設計基準値

項　　目	値
放 流 水	
BOD_5　(mg/ℓ)	50
大腸菌群　(N/mℓ)	1,000
スカム池	
時　間	(最大)
深　さ　(m)	(最大)
ファカルタティブポンド	
BOD負荷(kg/d.ha)	300
深　さ　(m)	1.5
マチュレーションポンド	
滞留時間	3
深　さ　(m)	1.5

6.4.2　構造および施工

スタビリゼーションポンドは構造的には非常に簡単な施設といえる。しかしながら、施工にさいしては、経済的に十分配慮しながらも、耐久性のある構造としなければならない。下記はこのポンドの構造上および施工にさいして一般的に考慮すべき点を列挙したものである。

a) ポンドの形状

ポンドの形は極端に幅の狭いものや長い形としてはならない。本質的には、幅と長さの比が1：3となるような矩形構造とするが、処理場用地の大きさおよび形などの条件によっては多少の変形はやむを得ない。また、ポンドを囲む土手の隅は浮遊物がたまらないような構造とする。

b) 土　手

土手の施工には、草木や石類などの含まない良質の土を使用し、また、構造が安定し、強固となるまで、十分注意しなければならない。

土手の天端は維持管理用の車が通れるように6～8mの幅とし、この部分を舗装すること。また、土手の内側およ

び外側の勾配は、１：１の比として施工し、天端よりポンドの底まで石積みとする。ポンドの水面より、土手の天端までは0.5ｍの余裕高を見るものとする。

c) ポンドの底

ポンドの底は凹凸のないように施工しなければならない。また池内の汚水が底部から漏れないように、粘土性またはこれに代わるような土を使用し、安定した土質状態の底部を造るようにしなければならない。この土の入れかえは、約0.3ｍ位を標準とすること。さらに、場所によっては、ビニールシートを使用する。

d) 流入、流出口の構成

ポンドには、多数の流入および流出口を設けるものとする。流入口は、十分に流入汚水が池内の汚水と混合するように、また、臭気の発生を防止するためにも、池の表面よりもむしろ池の底に向かって流入するような構造とし、もぐり堰とする。また、流入口の施工にさいして最も重要なことは、流入水の滞流時間が十分取れるような構造とすることである。つまり、流入水が流出口へ向かって直接に流れないように配慮しなければならない。流入および流出口の各個の間隔は１０ｍを標準とすること。

e) その他

処理場用地は、動物、その他の不法侵入を防ぐため、フェンスによって囲むものとする。また、処理場正門には、かぎがかけられるようなゲートを設け、維持管理の器具などの運び出しが十分行なえるような広さとすること。

さらに、場内の空地は、芝および木などの植樹をし、美観を保つように特に心がけること。

6.5 水質監視

９章において述べられる第一期事業計画の下水道システムはいくつかの処理施設、すなわちスタビリゼーションポンドを含むことになる。従って、これらポンドからの放流水の水質監視を行なうことは重要であり、また監視体制の確立は急務であるといえる。この監視体制の確立は、下水の放流水が河川および水路などへどのように影響するかを明確にし、合わせて水質汚濁防止上の対策に参考となろう。

付録２に述べるように、厚生省は表面水の水質ガイドラインとして、使用目的ごとに９つの種類からなる水源に分類し、さらに各使用目的ごとに大腸菌数、pH、DOなど１０の水質分析項目について制定した。また、付録２においてはスタビリゼーションポンドよりの放流水に対して、水質監視を必要とする８つの項目について仮の水質基準値を設定した。それらは、(1)温度、(2) pH、(3) DO、(4) BOD、(5) COD、(6) SS、(7)大腸菌、(8)重金属類 などの項目である。但し、(8)項は必要とする時だけとする。これらの内、温度、pH およびDOは最低限毎日測定を必要とし、BOD、SSおよびCODについては１週間ごと、大腸菌および重金属類については、月ごとおよびシーズンごとに測定するとする。表6.3は上述のスタビリゼーションポンドにおいて最低限必要とされる監視システムの要約である。

また、これらの測定にさいしては、次のようなことを明記しなければならない。(1)測定の位置、(2)分析方法、(3) 結果に対する過程、すなわち分析テストの時間（グラブ、２時間、８時間、または２４時間など）、(4)サンプル採取の時間（１５分、３０分または１時間間隔など）などである。

監視システムの確立は、ポンドを施工する以前、すなわち、設計段階において作成しなければならない。しかしながら、表6.3に示したのは、最低限に要求される項目だけであり、ポンドが実際施工され、かつ下水道の実施が行なわれた段階においては、さらに詳細な監視システムが必要となろう。

表6.3　スタビリゼーションポンドにおける水質監視

項　　目	測定および分析の頻度		
	毎　日	毎　週	月またはシーズン毎
1) 流　　量	●		
2) 水　　質			
温　　度	●		
pH	●		
DO	●		
BOD(トータル)		●	
BOD(フィルトレイト)		●	
SS		●	
大腸菌			●
オイル、グリース			●

6.6　水質試験設備

水質監視をおこなう場合には、少なくともある一定の実験設備および技術者が必要である。しかしながら、現在のMPSPには十分な実験設備がなく、また技術者が不足しているので、第一期事業計画における監視システムは外部の試験設備を利用して、MPSPの最小限のスタッフによって行なうものとする。但し、将来においては、下水道事業の拡張に伴い、監視体制の強化を行なわなければならず、また工場排水を含む下水の監視強化のためにも、中央研究所を設けるべきである。最小限の実験設備としては、BOD、SS、pH、COD、DO、大腸菌および油脂類などの分析を行なえるような設備が必要である。また、N，Pおよび重金属類の分析は必要に応じて行なわれるべきである。表6.4に示すのは、監視システムで必要とされる最小限の分析器具などである。

表6.4　小規模スタビリゼーションポンド監視システムに必要な実験器具

器　具　名	数　量
1. てんびん	1
2. 遠心分離器	1
3. 流量計	1
4. 排気フード	1
5. 蒸発皿	1
6. 培養器(BOD)	1
7. 同上(微生物)	1
8. 顕微鏡	1
9. オーブン	1
10. pH計	1
11. バキュームおよび圧力ポンプ	1
12. 冷蔵庫(大、小)	2
13. 滅菌器	1
14. 蒸留装置	1
15. 温度計	2
16. ウォーターバス	1

第 7 章　下水道施設系統、配置計画

7.1　概　　要

下水道施設設計の前段階として重要なことは、幹線管渠ルート、ポンプ場位置、処理場位置および放流口の位置などについて十分検討し、さらに技術および経済性を加味し、下水道システムのレイアウトを定めることである。特に、ポンプ場の必要性は下水道システム全体の検討より評価した上で位置の決定を慎重に行うべきである。

この章における検討は、基本的には基本計画報告書で定めた処理区、幹線管渠ルート、および処理場位置などの結果に準ずるが、本計画調査期間中における詳細な調査の結果、若干の変更を余儀なくされたため、これらの結果をふまえて、さらに詳細な施設計画の検討を行なうものである。なお、この計画立案は次に述べる方法により行なった。

(1) 基本計画報告書で述べたと同様、計画は処理区単位をベースとする。従って、地域特性、地形、土地利用状態などを今回新たに慎重に検討し、基本計画報告書で定めた各処理区の見直し、処理区境界の修正を行なった。さらに事業実施計画を考慮し、特に幹線管渠の施工順位を考慮に入れ、各処理区を分区単位に細分した。

(2) (1)の検討をふまえ、幹線管渠ルートを詳細に検討し、あわせてポンプ場および処理場位置の見直しを行なった。なお、幹線管渠ルート選定は、測量および調査の結果を基に、1：1584、1：6336の地図を利用して行なった。管渠ルートは現況および計画道路または各家庭の境界などを考慮し選定した。

以上のアプローチに基づき、下水道システムのレイアウトの検討を下記に述べる。

7.2　処理区および処理分区

7.2.1　処 理 区

処理区の設定は、基本計画報告書で述べたように全体の計画対象区域を何個の処理場でカバーするかということが基本的な考えであり、それには、最も有効な投資効果が得られなければならない。この処理区の設定にさいして、最も重要なことは、処理場、すなわち大きな用地面積を必要とするスタビリゼーションポンドの位置である。調査期間中における政府関係機関との協議および現地調査などの検討結果、各処理区に取得可能な処理場用地があることを確認できたが、これらの結果は基本計画報告書での結論に若干の変更を余儀なくされた。これは、基本報告書策定以降における開発計画及びその事業実施の進捗状況の変化によるものである。また、処理場位置の変更に伴って処理区境界に若干の修正を必要とした。

以下は基本計画報告書の結論と比較し、変更、修正を行った結果である。

(1) ペナンポート委員会によって開発計画が行なわれるポート地区は、以前、パタワース地区のゾーン1の処理区域に含まれていたが、政府の決定により、本計画ではこの地区を計画対象地区の範囲から除外する。

(2) パタワース地区のゾーン1と2の境界は、ゾーン2の全ての地域が大規模開発計画地域として建設業者によって開発されるため、スンガイニョールとスィラム道路が交る所に沿って区分した。ゾーン2における下水道システムは、最初浄化槽またはインホフタンクなどの仮の処理施設および管渠施設を開発業者が設置することになるが、これらの内管渠施設は、後に施工される公共下水道に取付が可能であろう。

(3) パタワース地区ゾーン２と３の間の境界も(2)で述べたと同様、若干の修正を加えた。

(4) テラガアヤー道路の北側および港の桟橋に沿っている商業地区は、以前パタワース地区ゾーン３に含まれていたが、本計画では、パタワース地区ゾーン１の処理区に組み込むことにした。これはゾーン１と３の事業実施の優先度を比較した場合、ゾーン１の方が高いと考えられることから、すでに市街化されているこの商業地区も早急に下水道の建設が必要であることによる。

(5) スプランジャヤ地区の一部分はすでにＰＤＣにより開発され、しかも開発された地区はすでにスタビリゼーションポンドの処理施設からなる下水道システムがある。さらにこの地区はＰＤＣによる開発拡張計画が決定していることからも、この処理区における処理区ゾーン１と２の間の境界は、ＰＤＣの開発計画地区境界に一致するように設定した。その結果、デルハカ川の南側に位置するＰＤＣの開発地区内である南側の地区をゾーン２の処理区に含み、またゾーン２の東側の境界は以前ダト、ヒッサン、オン道路で区分されていたが、この境界はＰＤＣの開発地区境界に整合するように調整した。

(6) ブキットメルタジャム地区ゾーン３の境界としては、カンプーンバハル道路に近いゾーン３の南東に位置する開発地区および市街化された地域を含めるように設定した。

7.2.2 処理分区

先の処理区の設定は、計画対象地域全体を人口密度、河川、水路、鉄道、道路、土地利用状態、行政界、市街化状態および地形などの条件を考慮して区分けしたが、これらの各処理区には、まだ開発が行なわれていない地区がかなりあり、また、市街化地域も限定された地区のみである。従って下水道事業の投資効果を最大に発揮させるためと、また投資規模を適正にするためにも、これらの各処理区をさらに、現況の土地利用状態等を考慮し細分する必要がある。この細分化する意義は、(a) 各処理分区の特性に応じて管渠施設の設計、施工が可能となる、(b) 建設施工計画は、各年次計画における必要度合および財政の可能性に応じて立てることができることであり、また市街化されていないカンプーン地区等に対する先行投資を避けることができ、また投資の軽減を計ることができる。

以上の考えに基づき、処理区を２０の分区に分割した。表7.1は、各処理区における処理分区名、対象人口および面積を示したものである。

7.3 処 理 場

計画対象地域における処理法は、スタビリゼーションポンド方式によることは、前章において述べたとおりであるが、この方式は他の生物処理法に比較して、広い用地を必要とする。従って、この方式を採用するには、用地選定がきわめて重要な要素となり、かつ処理水の放流が便利な地点でなければならない。

現地調査および政府関係機関との協議の結果によれば、１９９０年までの下水量に見合うスタビリゼーションポンドの必要面積は各処理区において取得可能であることが確認できた。 ある処理区においては２０００年の下水量に対して用地不足が生じることになるが、これらの処理区に対してはエアレーテッドラグーンなどに転換することによって対処できよう。各処理区における処理場用地の検討は、現況の土地利用状態を考慮に入れて、以下に述べるが、ただパタワースとスプランジャヤ地区のゾーン２の２つの処理区は、開発業者によって計画、施工される大規模開発地区であるゆえ、別途に扱い、第7.5節で述べる。

表 7.1　処理分区別面積および人口

処理区	分　区	面　積 (ha)	人　口 1976年	人　口 2000年
BW 1	BW1－A	164	21,800	26,400
	BW1－B	42	1,200	3,200
	BW1－C	160	13,200	20,160
	Sub-total	366	36,200	49,760
BW 2	BW2	120	0	14,400
BW 3	BW3－A	116	10,300	13,920
	BW3－B	221	6,850	8,880
	BW3－C	95	8,350	10,920
	Sub-total	432	25,500	33,720
BW 4	BW4－A	172	14,150	20,280
	BW4－B	279	13,600	22,500
	Sub-total	451	27,750	42,780
SJ 1	SJ1－A	243	14,450	27,720
	SJ1－B	76	800	9,360
	SJ1－C	54	600	3,470
	Sub-total	373	15,850	40,550
SJ 2	SJ2	400	3,600	37,090
BM 3	BM3－A	172	17,300	19,977
	BM3－B	292	14,610	30,320
	BM3－C	96	2,740	5,120
	BM3－D	57	400	2,280
	BM3－E	249	12,340	11,674
	BM3－F	107	0	9,172
	BM3－G	45	0	3,857
	Sub-total	1,018	47,390	82,400
	Total	3,160	156,290	300,700

注：　処理場面積はこの表に含まれていない。

a) パタワース地区　ゾーン１（ＢＷ１）

基本計画報告書での結果と同様、この処理区における処理場位置（スンガイニョール処理場と仮称）は、チェーンフェリー道路、プライおよびニョール川に囲まれたまだ開発されていない湿地帯とする。この地区の利用可能な面積は１４ｈａあり、１１,５００m^3/dayの下水量をスタビリゼーションポンド方式で処理することができる。

しかしながら、この処理区における２０００年での下水量は１８,５７５m^3/dayが見込まれることから、２０００年においては、スタビリゼーションポンド方式ではなく、他の処理方法を検討する必要にせまられることになろう。

b) パタワース地区　ゾーン３（ＢＷ３）

基本計画報告書で提案した処理場位置は、マクマンディン工業地帯の北側で、この地区はカンプーン地帯ではあるが、かなりの数の民家が散在している。もしこの地区を処理場位置とすれば、これら住民とのたちのき交渉にかなりの時間を費やすこととなり、また補償費などを払わなければならず種々の困難な問題が発生してくると考えられる。従って、これらの問題を避けるため、プライ川に沿った現在湿地帯である地区を新たに処理場位置として選定した。この地区は州政府の所有地であるが、現在開発計画地として予定されておらず、ＭＰＳＰが州政府より譲り受けるにも問題はないと思われる。また、この地区はパタワース地区ゾーン４の処理場位置と隣接しているため、処理場としてはゾーン３と４を併合して計画するものとする。この併合した利用可能な処理場（マクマンディン処理場と仮称）用地は３７ｈａの面積を有し、２０００年におけるゾーン３と４の下水量に対してスタビリゼーションポンド方式に十分対処することができる。

c) パタワース地区　ゾーン４（ＢＷ４）

前述ＢＷ３において述べたとおり、この処理区の処理場はゾーン３と併合して計画する。処理場用地はスタビリゼーション方式による処理法に十分適用できる。

d) スプランジャヤ地区　ゾーン１（ＳＪ１）

基本計画報告書で提案した処理場候補地の約半分はすでに住宅地として開発が終っており、さらに、この地区は開発が続行中である。従ってこの地区は変更を余儀なくされ、今回新たに、この処理区の南東の隅に位置するプライ川沿いの湿地帯を処理場位置とした。

一方、この処理区は、１－Ａ、１－Ｂ、１－Ｃと仮称する３つの処理分区からなるが、この内、１－Ｂは建設業者によって開発される大規模開発地域である。この開発地域には、スタビリゼーションポンド方式による下水道計画が既に立てられているが、この地区における処理場予定地は、前述の処理場位置とは別の場所に計画されている。しかし、維持管理の容易性および必要面積の用地確保などを考慮し、この開発地域１－Ｂの処理場（スラット処理場と仮称）位置に移すものとした。ただ、１－Ｂの地区は建設業者によって開発される地区であるゆえ、他の処理分区よりは早く下水道施設が要求され、また施工されると思われる。従って、１－Ｂよりの下水量に見合う処理施設の建設は開発業者が負担しかつ、処理施設（スタビリゼーションポンド）の設計は前章で述べた基準に基づかなければならないとする。

この処理区における処理場用地は、２０００年における下水量に対して、スタビリゼーションポンド方式に十分 対処できる。

e) ブキットメルタジャム地区　ゾーン３（ＢＭ３）

この処理区における処理場（スンガイランパイ処理場と仮称）の位置選定は都市計画などを考慮し、ランパイ川の東側の湿地帯に設定した。この地区の取得可能用地は３２ haで、これは２０００年におけるこの処理区からの下水量に対してスタビリゼーションポンド方式による処理法に十分対処できる。

7.4　幹線管渠の比較検討

管渠およびポンプ場を含む下水道施設は、技術的にはもちろん、経済的に最も効果的な投資となるように設計しなければならない。この施設の選定には、ポンプ場と下水管の深さに関連する管渠ルートをいくつか選び出し、技術および建設費などの経済的比較検討によって行なうものとする。下記はその検討内容および結果である。但し、この節では、大規模開発地区であるパタワース地区ゾーン２、スプランジャヤ地区ゾーン２およびブキットメルタジャム地区の一部分（処理分区３－Ｆと３－Ｇ）における管渠施設の検討は除外するものとする。

a) パタワース地区　ゾーン１（ＢＷ１）

この地区の現況地形は平坦で、かつ地盤高も平均海水面より２ mである。全ての下水管は現況の道路に沿い設定されるが、この地区の主要道路はわずかしかないので幹線管渠のルートはおのずから限定される。以上に基づき、この地区の幹線管渠のルートとしては３系統の主要幹線を考えたが、下記にこれらの幹線の概要を述べた。

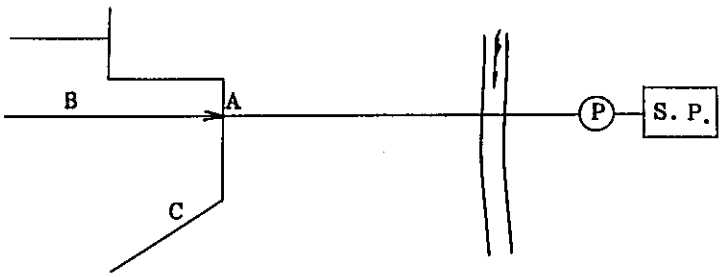
幹線Ａ　この幹線は、この処理区の北側地区からの下水を収集し、スンガイニヨール道路およびヒンチョン、タイアン道路に沿って設定される。そしてチェーンフェーリー、アサンプションおよびスンガイニヨール道路との交差点で他の２つの幹線と合流し、最終的には、スンガイニヨール処理場までのびる。

幹線Ｂ　これはチェーンフェーリー道路沿いおよびその付近の商業地区そして桟橋付近の工業地帯からの下水の収集用に設定した幹線であって、チェーンフェーリー道路沿いにアサンプションとスンガイニヨール道路の交差点まで設置される。

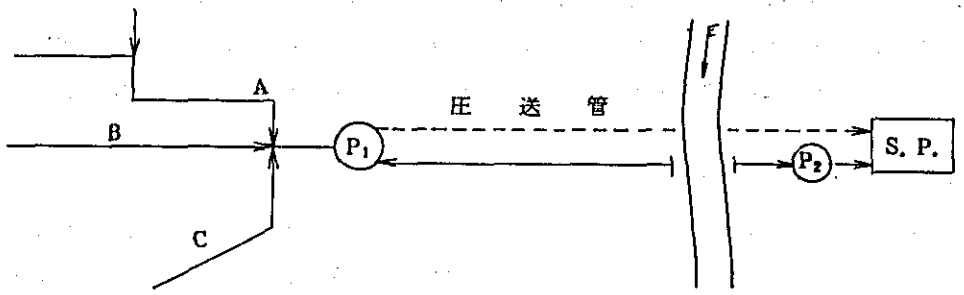
幹線Ｃ　この幹線は、アサンプション道路を通り、チェーンフェーリーとスンガイニヨール道路の交差点で幹線Ａと合流する。この幹線はアサンプション道路沿いおよびその付近の工業地帯、さらにカンプーンパガンダラン地区の下水を収集するために設定されたものである。

以上の幹線によって集められた下水がもし自然流下方式で処理場まで流下するとすれば、これらの幹線はかなり深く埋設され、建設費などがかさむことは明らかである。このようなことを避けるために下記の４つの代替案を検討し最良のものを選んだ。

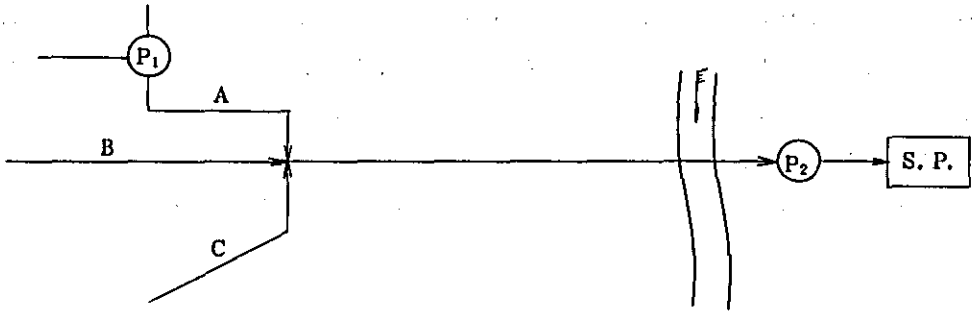
案１　下図に示すように処理施設付近まで自然流下方式による案である。



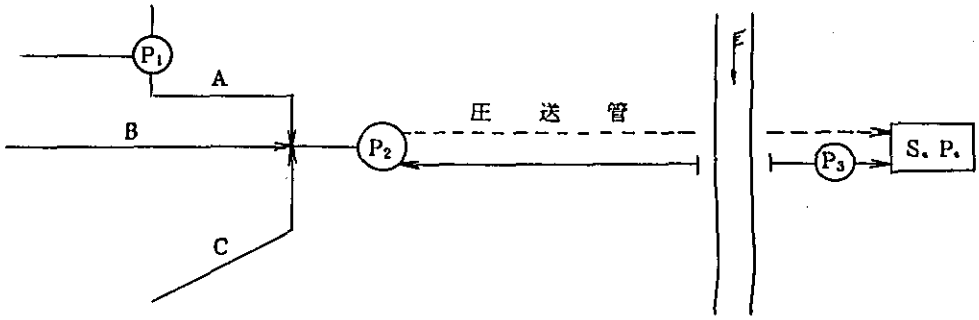
案2　下図に示すように幹線A、BおよびCの合流地点においてポンプ場を設け処理場までを圧送管による案、ただしこの圧送管の区間には別の並行幹線も考慮した。



案3　下図に示すように幹線Aの上流に中継ポンプ場を設ける案で、これはこの地点における幹線が海岸線沿いの低い地域からの下水を収集するために、深く埋設しなければならないことによる。



案4　下図に示すように案2と3を組み合わせた案である。



以上の4つの案について、経済的に最も有利な管渠システムを選定するために、技術および経済的検討を行なった。なお、経済的検討における建設費および維持管理費の算出は、次章9に述べる事業費積算の基礎資料によった。

上述の4つの案の比較検討は、これらの施設（管渠およびポンプ場）の年間建設費および維持管理費を算出し、比較したものである。その結果は、付録4に記してあるように、案1は21.6万M$、案2は16.8万M$、案3は20.6万M$、そして案4は16.9万M$である。この費用比較の結果より判明したことは、案2および案4が他の案に比べて安くなり、有利であることである。しかし、案2と案4は費用に関する限りにおいては、ほぼ同額であり、費用比較のみでは優劣がつけがたい。従ってこれら2案の比較は、現地状況を考慮し施工の容易性より判定することにした。

先の図に示したように、案２と案４の違いは、幹線Ａの上流部においてポンプ場を設けるか、否かの問題である。これはヒンチョン、タイアンとスンガイニヨール道路間、すなわち下水管Ａの埋設深さに関係する。明らかに上流部にポンプ場を設けている案４の下水管は浅く埋設されるが案２は深くなる。また、ヒンチョン、タイアンおよびスンガイニヨール道路は交通量が激しく、施工の困難が予想される。これらのことを考慮すると、案４が施工の容易性については有利である。以上により、この処理区における最も経済的な幹線管渠施設として案４を選定した。

b) パタワース地区　ゾーン３（ＢＷ３）

この処理区は３－Ａ、３－Ｂおよび３－Ｃの３つの処理分区からなる。その内、３－Ａと３－Ｃはこの処理区の西側に位置し、海岸線に面した地域である。また、３－Ｂは処理場位置に隣接し、処理区の東側に位置する。さらに、将来の土地利用形態から見れば、この処理区は主に住居地区と工業地区に分類することができる。住居地区は３－Ａと３－Ｃにあり、３－Ｂはマクマンディン工業地帯を含む工業地区である。以上の条件および現況の道路網を考慮に入れて、幹線管渠のルートを選定するものとする。

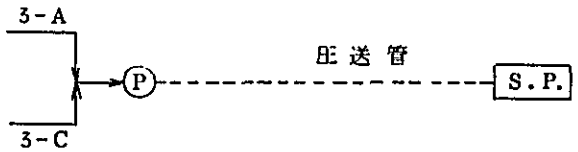
３－Ａおよび３－Ｃの処理分区からの幹線は、この処理区の西側から東側に向けて設置するが、最終的には、ブライ川沿いに位置する処理場までのびる。従ってこの幹線は延長が非常に長くなり、地形が平坦であることから、下水管はかなり深く埋設されることになることから経済性を考慮した管渠施設の比較案が必要となろう。

一方、３－Ｂにおける幹線は、この地区が処理場位置に近いこと、幹線ルートとして選定できる適当な道路網が存在していることなどから３－Ａ、３－Ｃの幹線とは別系統のルートを考慮することができる。従って経済的にも上述の他の処理分区からの幹線のように比較案を考慮する必要がない。

以上より、この処理区における幹線は３－Ａ、３－Ｃの住居地区からのルートと、３－Ｂの工業地区からのルートの２系統とし、経済的検討は上述の３－Ａと３－Ｃの両処理分区よりの幹線のみとする。この比較案としては次に述べるとおりである。

案１　　下図に示すように自然流下方式による案

案２　　下図に示すようにポンプ場を設けて圧送管による案



上記２案について年間費用比較をすると、案１は１７万Ｍ$、案２は９.７万Ｍ$となる（付録４参照）。従って経済的である案２をこの地区の管渠施設計画案として採用した。

一方、前述のとおり、処理分区３－Ｂにおける幹線には、比較案の検討は特に行なわず２つの幹線を選定した。その

内の１つは、パーマタンパウ道路とラジャウダ道路の交差点を終点とし、パーマタンパウ道路とマクマンディン道路沿いに処理場まで至る幹線である。また他の１つは、この処理分区の東側地区よりマクマンディン工業地帯を通ってパーマタンおよびマクマンディン道路沿いに処理場までのびる幹線である。

c) パタワース地区　ゾーン４（ＢＷ４）

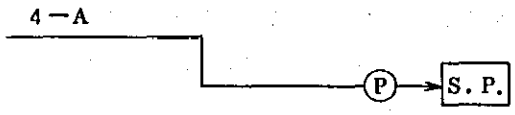
現況の土地利用状況および開発計画によると、処理分区４－Ａにはたくさんの市街化地区があり、かつ大規模開発プロジェクトが進行中である。しかし４－Ｂはまだカンプーン地域が大部分を占め、この地区に対する開発計画はまだ立てられていない。従って、この２つの処理分区に対する下水道の事業化は、異なった時期に行なわれると考えられる。このことは、つまり、管渠施設の設置に対しても、別系統に考慮すべきだということである。以上の点を考慮し、この処理区における幹線管渠は、４－Ａ、４－Ｂのそれぞれに選定した。

４－Ａの幹線は、バガンアジャ、タムリークチルおよびバガンラランク道路沿いに、この処理分区の北西部より処理場まで至るルートであり、４－Ｂの幹線は、ＴＣＰにより計画された道路沿いにこの処理分区の北東部から処理場までの幹線である。

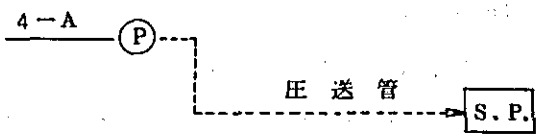
この処理区もまた他の処理区と同様、地形が平坦で低地帯であることから、これまで述べたと同様な比較案が必要である。ただ、４－Ｂの幹線については、深く埋設することなく自然流下方式で十分対処できる。

従って比較案は４－Ａの幹線のみを考慮し次のような案を検討した。

案１　　下図に示すように自然流下方式による案



案２　　下図に示すようにポンプ場を設けて圧送管による案



付録４に示すように、これら２案の年間費用は案１が１５.７万Ｍ$、案２は９.２万Ｍ$となった。これにより案２を採用した。

d) スプランジャヤ地区　ゾーン１（ＳＪ１）

この処理区は、１－Ａ、１－Ｂおよび１－Ｃの３つの処理分区からなる。この地区の幹線も他の地区の幹線と同様、まずこれら３つの処理分区からの下水を最も経済的な管渠施設で収集することを目的とし、検討されるべきであるが、１－Ｂは開発地区ゆえに、すでに下水道システムが開発業者によって計画されており、かつＭＰＳＰの認可済みである。従って、この１－Ｂの管渠施設の検討はここでは除外し、１－Ａ、１－Ｃに必要とされる幹線のみを検討することとした。ただ，１－Ｂにおける管渠施設の計画によると、公共下水道が設置された時点で問題なく公共下水道に組み入れる

ことができると考えられる。

1－Aおよび1－Bからの下水を収集する管渠は、ブライ道路沿いに選定されるが、他の処理区と同様、この地区は低地帯にあり、また管渠延長が長くなることから、かなり深く埋設されることになろう。従って、この幹線には、これまでの検討結果に準じ、処理場までの途中においてポンプ場を設けるものとする。

e) ブキットメルタジャム地区　ゾーン3（BM3）

現況の地形および道路網より、この処理区における幹線としては3系統が考えられる。その内の1つは、クリム道路の東側に沿って立地している住宅地区および商業地区からの下水を収集し、ペルジャヤ道路に沿い、鉄道を横切り、さらに付近のカンプーン地区からの下水を収集し、TCPによって計画された道路沿いに処理場まで至る幹線である。この幹線は、3－B、3－Dおよび3－Cの一部の処理分区からの下水を収集するために設定された管渠であり、収集した下水を自然流下方式で流下させるのに十分適用できる幹線である。従ってこの幹線においては、ポンプ場の設置などの比較案を考慮する必要がないといえよう。

次の幹線は、3－A、3－Eおよび3－Cの一部の処理分区からの下水を収集する管渠として設定された。すなわち、この処理区の北西に立地する低人口密度住居地区およびブキットメルタジャム地区の中心地である市街化地域などを対象としたものである。この幹線は、処理区の北側を終点とし鉄道を横切り、TCPによる計画道路沿いに処理場まで伸びる幹線である。この幹線の計画にさいしては、3－Eの地形が幹線の方向と逆のこう配であることから、3－Eの支線に対しても検討し、幹線が深くならないように配慮した。その結果、ブラ川近くの3－Eの支線においてポンプ場を設け、3－Eから収集された下水は、圧送管によりサイジン道路の交差点の幹線との合流点まで送られる。もう一つの幹線は、ランバイ川の西側に立地する大規模開発地域に設定した。これは、3－Fと3－Gからの下水を収集する幹線である。しかし、この幹線は開発地区に設定されるので、開発業者独自によって建設されるものと思われる。従って、この地区の下水道システムは、次節で詳しく述べるものとする。

7.5　大規模開発地区における下水道システム

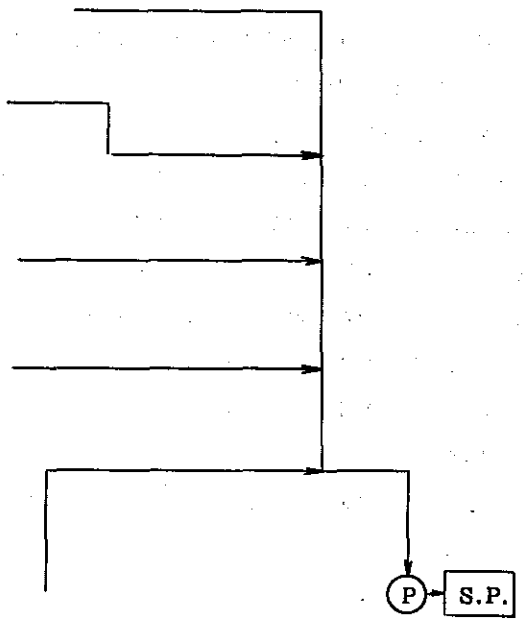
計画対象地域においては、PDCおよび開発業者によって大規模な開発プロジェクトが計画され、また現在建設が行なわれていることは、これまで述べたとおりである。この開発地区は、バタワース地区ゾーン2、スプランジャヤ地区ゾーン2およびブキットメルタジャム地区3－Fと3－Gなどである。これらの地区の下水道は、開発計画に応じて彼ら独自の計画を持ち、また施工が行なわれるため、前節の管渠施設の検討から除外してきた。しかしながら、これらの地区も他の地区と同様、公共下水道が設置された時には、公共下水道の種々の基準に従がわなければならず、開発業者は、下水道施設の設置に対しては特にこのことに留意すべきである。従って、ここにおいては、上述の地域に対するPDCおよび開発業者の下水道の計画および事業化に対して参考となるように、技術上の意見を示すことにした。

a) バタワース地区　ゾーン2（BW2）

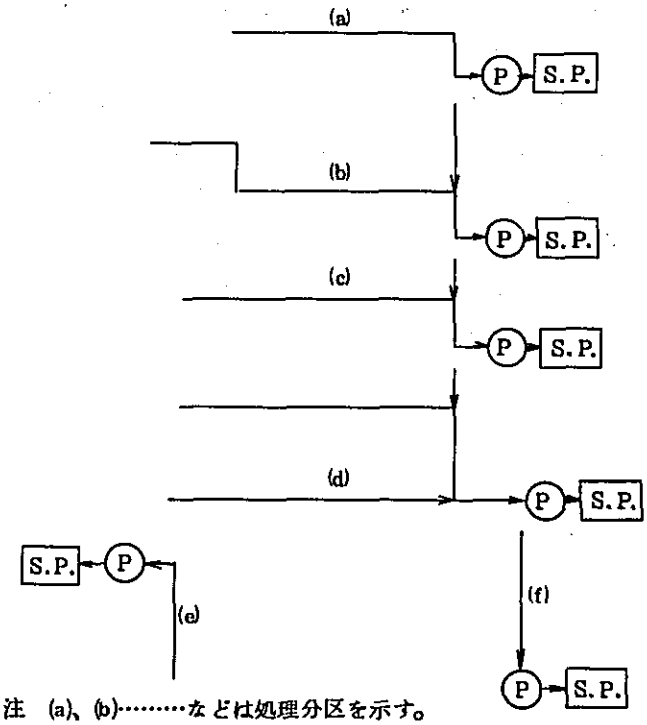
この処理区は120haの面積を持ち主として住宅開発地域を含む。この地区に対する住宅および下水道等の建設計画はまだ決定されていないが、造成事業はすでに終っている。これまでの過去の例によるとこのような開発事業は、必要に応じて、年次ごとの段階的施工となり、この地区もまた、同様な方法で進められるものと考えられる。

以上の条件および開発事業の規模または開発事業の進行などを考慮すると、2000年までの下水道システムとしてはこの処理区全体をカバーする単一の処理場案が妥当か、それとも開発事業の年次に応じて数個の処理場を設けるのが適当であるかということを十分に検討する必要があるので、次のような代替案を選び比較した。

案1　単一の処理場（スタビリゼーションポンド）、すなわち集中方式による下水道システム案



案2　6ケ所の処理場（スタビリゼーションポンド）を設ける案



注　(a)、(b)……などは処理分区を示す。

図に示したように、案２における下水道計画は、処理区を６つの処理分区に分け、ブライ川付近に６ケ所の処理場を設ける案である。なお、この案の処理分区の面積および人口は表7.2に記載したとおりである。また案１は基本計画報告書で述べたとおり、処理場位置をチェーンフェリー道路とブライ川に囲まれた、処理区の南側に計画したものである。

これら２案の比較では付録４に示すように、管渠、ポンプ場および処理場の建設費、さらにポンプ場と処理場の用地費などを算出して検討した。この費用比較の結果は、案１、つまり処理場１ケ所案が、案２よりも経済的となり、優位となった。

一方、この地区は開発業者によって開発される地区であり、住宅の建設時期から見れば、下水道施設は、住宅建設と平行して設置されるものと思われる。この建設期限としては１０年位が見込まれている。以上のことを考慮すると、前述の比較検討案を基に、さらに次のようなケース案が検討される。

ケース１　前述の案１に基づき、住宅建設の進展に応じて建設を終えた住宅地区のみからの下水を収集する管渠（支線、幹線を含む）、処理場、さらに必要に応じてポンプ場などを設置する案。

ケース２　案２に基づき暫定的な下水道施設を設け、最終的には案１に従って整備する案、つまり６ケ所に分けられた処理分区に、住宅建設の施工時期と合わせて、仮の処理施設を設け、処理区全域が開発された時点で、これら処理分区を併合し、集中方式による処理を行なう場合である。このケースは、ポンプ場および処理施設が暫定的施設となるが、支線管渠施設は処理分区を統合した後にも、永久的施設として使用することができる。なお、暫定的な処理施設の設計基準は、付録５に示した。

また、特に上記ケース２の検討の場合には、住宅建設の期間を１０年とし、各処理分区における下水道施設は表7.3に示したように、住宅建設時期に一致するものとした。

以上により、付録６と７に示すように、費用比較検討を行なった。なお、費用比較にさいしては建設期間が１０年にまたがることから、利子率８％とし、現在価値（１９７７年）になおして行なった。また、この費用には、暫定的処理施設の用地費は除外してある。これは、将来、全処理分区が併合された後、住宅地域として転用されることによる。この費用比較の結果としては、ケース２がケース１より経済的であった。

以上の２つの比較検討から次のように結論づけられる。すなわち、この処理区における下水道施設は、開発計画の進行に従って段階的に建設することとする。なお、段階的施工における下水道施設は暫定的なものとし、これら施設の支線管渠、ポンプ場、処理施設などは、開発業者が施工し、その建設費を負担すること。しかし、開発が終った時点で全処理分区を併合する時の幹線管渠、処理場施設はＭＰＳＰによって建設されることになろう。

最初に述べた検討結果は、集中方式、つまり処理場１ケ所案が費用の点とまた技術的な面でも十分効果的であり、開発計画にさいしてはこれらのことを配慮し、むだのない投資を行なうべきであるということを示している。

表7.2　パタワース地区ゾーン2における処理分区ごとの人口および面積

処理分区	面積(ha)	人口(2000年)
(a)	15.5	1,860
(b)	23.8	2,856
(c)	19.5	2,340
(d)	31.4	3,768
(e)	7.4	888
(f)	22.4	2,688
Total	120.0	14,400

表7.3　パタワース地区ゾーン2における暫定的な開発計画

ステージ	※開発面積(ha)	建設の時期
I	15.5	1年目－2年目
II	23.8	3　－　4
III	19.5	5　－　6
IV	31.4	7　－　8
V	29.8	9　－10

注※　ステージVの面積は表7.2に示した処理分区eとfの合計面積である。

b) スプランジャヤ地区　ゾーン2(SJ2)

この処理区はPDCの開発地域で、計画対象地域の中では最も大きな開発地であり、400haの面積を有する地区である。

調査期間中に得たPDCの開発計画によれば、この地区は商業、官公署、住居および工業地区など色々な土地利用形態からなる開発地域として計画されており、この開発は1983年を完成目標としている。

この地区における下水道システムは、開発計画に応じてすでにPDCによって計画されており、その計画は60haから180haの地域をカバーする4つの処理分区からなり、各処理分区にはスタビリゼーションポンド方式による処理場が計画されている。その内の一部の地域には、すでにスタビリゼーションポンド方式による下水道施設があり、この施設は現在十分に作動している。しかし、このような小処理区の下水道は、処理区全体から見た場合の下水道システムとして適したものでなければならないので、これらPDCの計画を検討する必要性があるといえよう。この検討はPDCの今後の計画、施工に対して十分有益になるものと思われる。

PDCの計画を評価する上で考えられる要素としては、

(1)処理分区の規模、(2)建設計画、(3)処理方式および(4)処理場位置と取得可能な用地面積などである。

以上の４点について、各項目ごとに評価検討すると、次のようなことがあげられる。

(1) 各処理分区は60haから180haの規模を有する地区であり、 他の処理区と比較しても、１ユニットの下水処理区として考慮することに問題はない。

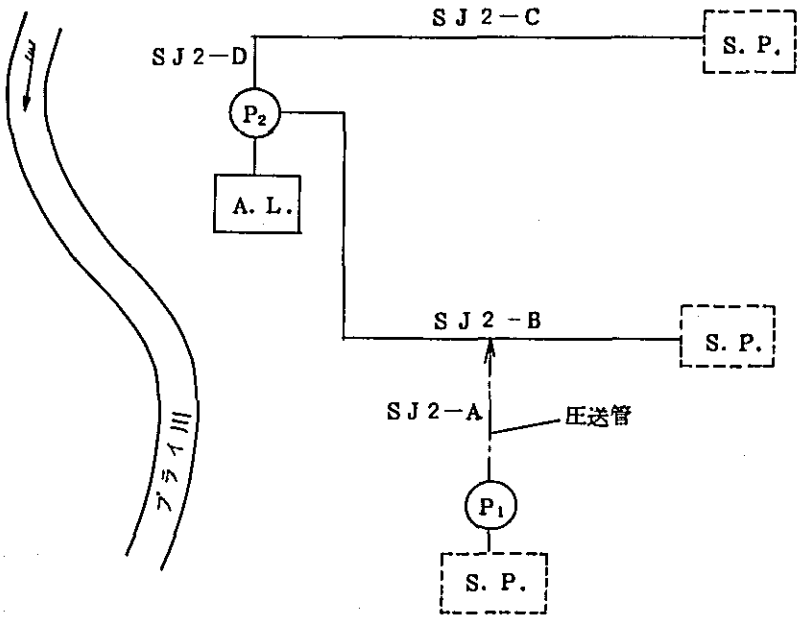
(2) 1983年までの期間中に行なわれる開発事業は、各処理分区ごとに段階的に建設されることになる。従って下水道の設置もこれに準じ、異なった時期に施設が要求され、かつ施工されることになる。

(3) ＰＤＣによって計画された、また施工された処理施設はスタビリゼーションポンド方式による処理場である。これは、本計画において提案した処理施設と同じである。

(4) ＰＤＣはすでに処理場用地を確保している。この用地は、処理区全体からの下水を処理するのに十分であり、なんら問題がないといえる。

さらに、上記の検討とは別に次のようなことを考慮した。

すなわち、スタビリゼーションポンド方式による処理場は他の生物処理、たとえばエアレーテッドラグーンのような処理方法と比較して広い用地面積を必要とするため、もし４ケ所のスタビリゼーションポンドを計画した場合、用地費のことを考慮すると、はたして経済的であるかという問題である。従って、比較案として、下図に示すように処理区全体を集中方式により、エアレーテッドラグーン方式で処理する場合の検討を行なった。なお、エアレーテッドラグーンの位置としては、４ケ所のスタビリゼーションポンドの内の１ケ所を選定した。



凡例

A. L. ： エアレーテッドラグーン

S. P. ： スタビリゼーションポンド

注 ＳＪ２－Ａ、ＳＪ２－Ｂ……などは処理分区を示したものである。

以上の考えに基づいた集中方式による下水道システムの検討結果は、次のとおりである。

(1) 4ケ所のスタビリゼーションポンドの用地からエアレーテッドラグーンの用地を差し引いた用地、つまり大まかには3ケ所のスタビリゼーションポンドの用地は、他の土地利用形態、たとえば住居、商業、工業地区として使用することができ、処理場のような公共用地よりはさらに有効的な土地利用が計れることになる。仮にこの3ケ所の処理場用地として必要な面積および用地費を算出すると、8.87 haが必要面積となり、その費用は約480万M$となる。従ってPDCはこの地価に相当する金額を他の開発に転用することができ、また土地の利用形態に応じてバイヤーから利益を得ることになる。なお、この用地費の算出にあたっては、付録12に示すように現在価格(1977年)として1 m^2 当り53.8 M$とした。

(2) 処理場数の減少は水質汚濁防止上の対策および維持管理の容易性に関連づけることができる。

また、参考までに集中方式による下水道施設(管渠、ポンプ場、エアレーテッドラグーンなど)の建設費を算出すると550万M$であった(参照、付録8)。以上の検討から、この処理区における下水道システムとしては、次のように結論づけられる。

すなわち、PDCによる計画(4つの処理分区からなる下水道システム)は現在においてはおおむね妥当と思われるが、将来は土地の有効利用を計ることからもエアレーテッドラグーン方式による集中方式案を考慮すべきといえる。

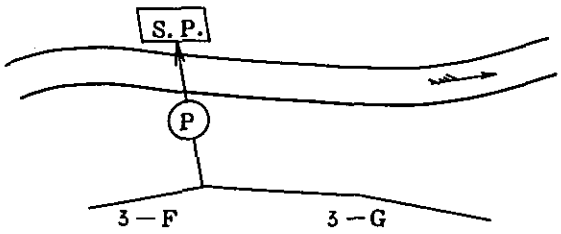
c) ブキットメルタジャム地区　ゾーン3内の3－F＆3－G(BM3－F＆BM3－G)

前節において述べたように、処理区BM3内の処理分区3－Fと3－Gは、大規模住宅開発地域として指定されている区域で、3－Fには107 ha、3－Gには52 haの開発面積が含まれている。

これらの区域を含む分区BM3の処理場の位置は、すでに述べたとおり、ランバイ川東側の湿地帯である。しかし、ここで検討の対象となる3－Fと3－Gの地域は、これまでに述べた地区と同様、建設業者によって下水道施設の建設が行なわれることが考えられる開発地区であり、ここにおいても、処理区全体から見た場合の下水道システムが、いかにあるべきかを決定しなければならない。このために次のような代替案を考えた。

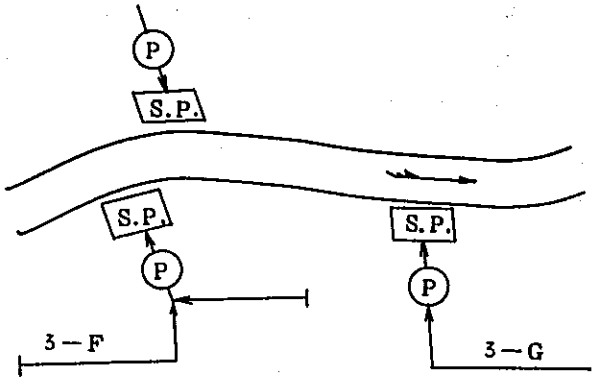
案1　単一処理場(スタビリゼーションポンド)による集中方式案

下図に示すように、3－Fおよび3－Gからの下水を一つの幹線により、ランバイ川を横切って、スンガイランバイ処理場まで運び、BM3内の他の処理分区からの下水と共に処理する案である。従ってこれら開発地区を含むBM3の処理場は1ケ所となる。



案2　BM3内に3ケ所の処理場(スタビリゼーションポンド)を設ける分散案

下図に示すように、3－Fおよび3－Gの開発地区にそれぞれ処理場を設け、さらに他の処理分区のために案1と同じ位置に処理場を設ける案



上記２案について年間費用を算出すると、付録４に示すように、案１は１１.９万M$となり、案２においては１５.６万M$となった。ただ、この費用は開発地区、３－Fおよび３－Gのみを対象としたものである。

この費用比較の結果は、これまでの検討結果と同様、案１、すなわち単一処理場による集中方式案が優位となった。さらにこの案では、汚濁防止上の対策および処理施設の管理が容易になる。

しかし、これら開発地域における下水道施設は、建設業者独自の計画により建設が行なわれるため、他の処理分区に公共下水道を設置するまでは、パタワース地区ゾーン２と同様、３－Fおよび３－Gそれぞれに暫定的な処理施設を設け、公共下水道が建設された後、併合するものとする。なお、併合用の処理場までの幹線は、ＭＰＳＰが建設することになろう。

7.6 結　　論

以上の検討より、計画対象地域における各処理区または処理分区ごとの下水道システムのレイアウトは、図３および４に示すような結果となった。この図は主として幹線管渠、ポンプ場、処理場位置などを示したものである。これら下水道施設の設計結果およびその計画案は、次章８において詳細に述べるものとする。また、付録９には、各処理区における取得可能、すなわち利用可能な処理場用地面積を示した。

第８章　施設概要設計

8.1 概　　要

前章において述べた幹線管きょおよびポンプ場の種々の比較設計、さらに処理場位置などの検討結果は、この章における施設設計のための前段階および基本となるものである。このレイアウト計画を基に本章では施設概要設計を行なったが、この設計もまた次の段階、すなわち実施設計の予備的検討であり、施設の概要を示すことを目的としたものである。従って、実施設計の段階には、時間の経過に伴って変化する条件もさることながら、本報告書に述べた種々の結果についてさらに詳細な検討を要するものである。

設計にあたっては、まず、縮尺１：３１６８および１：６３３６などの図面を利用して、新たに縮尺１：５０００の図面を作成した。なお、この図面には、調査期間中において得られた高低測量結果およびＴＣＰなどの計画道路などを加えて、本設計の精度に十分適合するものとした。また、政府関係機関および開発業者などの開発予定地域で特に地盤高の低い地域については、ＤＩＤの計画に従って＋２.２５ｍまで嵩あげされるものと見なし、この値を図上に示した。

次に、これまで述べてきたように、開発地域における現存の下水道施設は、ＰＤＣの開発地区を除いた全てが水洗便所からの汚水だけを対象とした管きょ施設と浄化槽又はインホフタンクよりなっている。調査によると、この管きょ施設は、将来公共下水道が設置された場合においても、一般の生活汚水を受け入れるのに十分な容量を持ち、さらに公共下水道への接続、転用に対しても特に問題がないといえる。このように、開発地域において設置された、あるいは将来設置される下水道施設は、計画に対して政府の承認を必要とするが、開発業者独自により行なわれること、またこれらの地域の管きょ施設は、将来とも公共下水道として転用が可能なことから、開発地区における管きょ施設の建設費は、公共下水道建設のさいの政府予算の中に組み込む必要がないといえる。つまり、開発地域における下水道建設費は、開発業者が負担することになろう。

以上の観点から、この章での施設々計は、開発業者により下水道施設が設置されたか、または設置される予定の開発地域を除き、政府（ＭＰＳＰ）が建設および財政の両面に責任を負う区域のみの施設に限定した。

なお、管きょ施設の計画にさいして基本とした事項は、

— 開発地域における浄化槽又はインホフタンクからの公共下水道への接続管は、ＭＰＳＰが作成した指導要領を基に、浄化槽などの高低関係に特に注意して設計した。

— カンブーン地区のような未開発地域における下水管は政府において設置されるものとし、住宅境界又は計画道路に従って計画した。

— パタワース、ブキットメルタジャム地区の中心街でも、現在下水管が布設されていない商業および住居地区には、幹線、支線管きょとも政府が建設するものとした。

以上によって計画された管きょ施設は全て図面集に示した。

なお、計画図には、管径、マンホールなどの大きさおよび位置関係についても示したが、各家庭よりの取付管については除外した。これらは実施設計の段階において計画されることになる。また、実施設計段階において利用できるように、幹線管きょについては、縦断図を作成し、管径、地盤高および管底高など、関連事項についてすべて示した。

ポンプ場および処理場（スタビリゼーションポンド）も管きょ施設と同様、本章において述べるが、これらの施設の構造および位置関係については図上に表わした。特にスタビリゼーションポンドの計画図（平面図）は用地取得のための

資料として役立つであろう。

この章における設計は、マレイシア側の技術、運営委員会の要請により、計画対象地域全域、つまり7つの処理区を対象として最終的な段階における必要施設の設計をするものであるが、次章9に述べる第一期計画区域、つまり早急に下水道施設を必要とする地域で5年から6年の間に建設が行なわれる地域については、特に、最終的な形と合わせて、より具体的な施設の設計を行った。しかし、バタワース地区、ゾーン2、スプランジャヤA地区ゾーン2、およびブキットメルタジャム地区ゾーン3内の処理分区3－Fと3－Gの施設々計は、開発地区であり開発業者の手によって行われることから、本章では除外することとしたが、将来これらの地域が公共下水道の中に組み込まれると考えられること、また、計画の承認を行なわなければならない政府関係機関と開発業者のためにも参考として計画案を立て、その結果を付録10に示した。

8.2 管きょ施設

本計画における下水排除方式は、汚水と雨水を区分する分流方式によることはすでに述べてきた通りであり、したがって本章では汚水管のみを対象とした計画を行った。下水管は全ての汚水、つまり住居、商業、工場地区からの汚水を収集し、最終的に処理場まで運ぶために計画するものであり、下水管の容量としては2,000年における汚水量および地下水量を基に決定するものとした。工場地帯における下水管の容量は、工場における単位面積当りの排水量を求め、これに地下水を加えて決定した。単位面積当りの排水量は調査の結果を基に算出したものである。

以上の基本事項を基に、第6章において述べた設計基準を用いて下水管の設計を行なった。図面集図SD－14からSD－19は、政府によって建設される幹線、支線のルートを示したものである。またこれら管きょの流量計算および縦断図は図面集図SD－43からSD－49に示した。これらの図には、管径、こう配、管きょ延長、流向、マンホールの位置、処理区および処理分区の境界、さらに区画割などが示されている。この結果は表8.1に示した。なお、大規模開発地域における管きょ施設は、前述の通りこの表および計画図には示していないが、開発業者から政府に計画が提出された時点には、本計画での設計基準に整合しているかについて、管径、こう配、管底高など特に注意してチェックする必要がある。

8.3 ポンプ場

計画によると、計画対象地域全体の下水道システムの中に合計13ケ所のポンプ場が必要である。ただし、これは大規模開発地域におけるポンプ場を含めておらず、これらの地域も含めると、さらにポンプ場の数はふえるものと思われる。なお、開発地域におけるポンプ場の計画にさいしては、6章での設計基準に準じて設計されるものとする。

下記に述べるポンプ場は便宜上名前をつけ、各ポンプ場が計画対象地域において区別できるように配慮した。

これらポンプ場の計画は、2,000年における流量に見合うものとし、第一期計画地区におけるポンプ場のポンプ設備は、先行投資を避ける意味からも1990年の流量に見合うものとした。

また、ポンプ場の構造としては、円形および矩形の両方のタイプを採用し、沈砂池は設けないものとした。ただ、ポンプ場前に、スクリーン（バーの間隔100㎜）を設け、比較的大きい浮遊物等がポンプ場へ流入するのを避けるものとした。なお、円形構造のポンプ場は、流入量2.0 m^3/min以下の小流量に対して適用されたものである。これは、現地にお

いて小流量に適用する程度のケーソン工事が施工可能であり経済的であること、また、小流量ポンプ場ではポンプ数も多くならないことから容易にポンプの配置ができることも一つの理由である。

一方、矩形構造のポンプ場は、流量の大きい場合に適用する。また、ポンプは、６章で述べたように、(1)維持管理の容易性、(2)据付面積の少ないこと、(3)運転が低いことなどを考慮して、水中ポンプとした。

各ポンプ場のポンプ台数は予備を含めて少なくとも２台は配置するものとした。これは第一期計画でのポンプ場も同様である。

なお、水中ポンプの効率を考慮し流量８m^3/min程度までを水中ポンプの適用範囲とした。

以上により決定した各処理区におけるポンプ場計画の仕様は表8.2および8.3に示した通りである。また、図面集、図ＳＤ－３１からＳＤ－３５は、ポンプ場施設の構造を示したものである。

8.4　処 理 場（スタビリゼーションポンド）

これまで述べてきた通り、本計画で採用した処理場は、スタビリゼーションポンド方式である。この施設は沈殿池、ファカルタティブポンド、およびマチュレーションポンドより構成されている。全ての処理場は、ランバイ川およびブライ川沿いに位置し、処理水はこれらの川に放流する。

処理場は、６章での設計基準を基に、２０００年の流量を対象として計画し、各処理場は年次建設計画に適用できるよう、また、維持管理が容易となるように、多数の系列からなる施設とした。

表8.4は設計流量を基に算出した各処理場ごとの必要面積である。なお、大規模開発地区における処理場の設計は付録１０に示した通りである。計画によると、バタリース地区ゾーン１におけるスンガイニョール処理場の取得可能用地面積は、ファカルタティブポンド用に6.３２ha、マチュレーションポンド用に2.３haである。しかし、この処理区における処理場の必要用地面積は、ファカルタティブポンドが１０.２９ha、マチュレーションポンドが3.７２haであり、この処理場の用地は、２０００年時の流量に対してスタビリゼーションポンド方式による処理施設では、用地が不足することがわかった。これらのことから既述のように、エアレーテッドラグーン方式による処理施設の可能性について検討しなければならない。そこで仮に、図ＳＤ－３６に示したユニット№２のファカルタティブポンドを将来、エアレーテッドラグーンに変更した場合を考えると、２０００年時の流量に対して、十分処理することができることとなり、用地不足の問題も解消することが判明した。さらに、この処理区における第一期計画地区、つまりＢＷ１－Ａおよび１－Ｂの下水量は１０,１０３m^3/ dayであり、この流量は２０００年時の流量に対して約半分であった。従って第一期計画での下水量に対しては、スタビリゼーションポンド方式による処理施設で十分対処することができ、かつ用地不足による問題は生じないといえる。

次にバタワース地区ゾーン３と４における処理場（マクマンディン処理場）は図ＳＤ－３７に示した通り１２ユニットからなる処理場として計画された。この両処理区における２０００年時の下水流量は３３,８７４m^3/ dayでスタビリゼーションポンドに必要とされる面積は十分確保できよう。また、この処理区における第一期計画地区、つまりＢＷ３－ＡおよびＢＷ３－Ｂからの下水量は１２,６７７m^3/ dayである。従ってこの流量に対する必要処理施設規模としては、図ＳＤ－３７に示したユニット№２、３および４のスタビリゼーションポンドを使用するものとした。

既述の通りスプランジャＡ地区ゾーン１はＳＪ１－Ａ、ＳＪ１－ＢおよびＳＪ１－Ｃの３つの処理分区よりなる。これらの処理分区の内、ＳＪ１－Ｂは開発地区であり、スタビリゼーションポンドによる処理施設がすでに計画されていることからこの処理場は、他の処理分区用に政府によって計画施工される処理場とは、分離して計画するのが実際的とみられ

る。ただ、既述の通り、この地区の処理場は他の処理分区用の処理場と同じ場所に計画するものとした。（図ＳＤ－３８参照）

この処理区における２０００年時の下水量は、ＳＪ１－Ｂにおいて2,８５５m^3／dayＳＪ１－ＡとＳＪ１－Ｃでは１０,３３７m^3／dayと見積られ、これらの流量に対する用地は十分確保できよう。

最後に、プキットメルタジャム地区ゾーン３における処理場（スンガイランパイ処理場）は２０００年時での下水量に対して、スタビリゼーションポンドで十分対処でき、問題がないといえる。なお、この処理場は８ユニットからなっている。第一期計画地区であるＢＭ３－ＡおよびＢＭ３－Ｂからの下水量に対する必要処理施設規模は図ＳＤ－４８に示した。ユニット№１、２、３および４の施設で対処するものとした。

なお、これらユニット施設に流入する第一期計画地区からの下水量は、１４,０２３m^3／dayである。

表8.1　政府負担による管きょ施設

(1) パタワース地区ゾーン1

管径 (mm)	平均埋設深さ (m)	管きょ延長 (m)	必要マンホール数
225	2.0	5,575	81
	3.0	2,355	29
	4.0	375	4
300	3.0	1,635	23
	4.0	2,010	30
	5.0	245	3
375	3.0	425	6
	4.0	185	6
	5.0	475	5
	6.0	430	5
450	3.0	375	5
	4.0	400	7
525	4.0	150	2
	5.0	335	4
	6.0	340	4
600	5.0	65	1
675	5.0	100	1
	6.0	705	5
900	6.0	50	1
	7.0	30	1
600※	2.0	1,300	
		17,560	223

※ 圧送管

(2) パタワース地区ゾーン3

管径 (mm)	平均埋設深さ (m)	管きょ延長 (m)	必要マンホール数
225	2.0	6,415	85
	3.0	3,420	37
	4.0	2,190	30
	5.0	255	4
300	3.0	695	8
	4.0	1,880	26
	5.0	355	4
375	4.0	410	5
	5.0	1,320	17
	6.0	460	5
450	5.0	410	5
	6.0	585	8
	7.0	220	3
525	6.0		5
	7.0	165	2
600	6.0	250	3
	7.0	280	3
675	7.0	555	8
750	7.0	30	1
525※	2.0	1,740	
Total		21,985	259

※ 圧送管

(3) バタワース地区ゾーン4

管　径 (mm)	平均埋設深さ (m)	管きょ延長 (m)	必要マンホール数
225	2.0	2,385	63
	3.0	4,250	36
	4.0	3,130	32
	5.0	220	4
	6.0	740	9
300	4.0	2,625	32
	5.0	535	6
	6.0	890	10
375	5.0	480	6
	6.0	1,090	13
	7.0	715	8
450	6.0	170	2
	7.0	250	3
	8.0	250	3
525	7.0	200	4
	8.0	270	3
600	8.0	300	6
450※	2.0	1,650	
Total		20,150	240

※ 圧送管

(4) スブランジャヤ地区ゾーン1

管　径 (mm)	平均埋設深さ (m)	管きょ延長 (m)	必要マンホール数
225	2.0	450	7
	3.0	1,485	18
	4.0	505	8
	2.0	370	5
300	3.0	1,285	16
	5.0	560	7
375	3.0	1,440	17
	4.0	565	6
	5.0	160	2
	6.0	245	4
450	5.0	375	5
	7.0	240	4
600	2.0	270	4
675	4.0	490	4
	5.0	475	4
	6.0	850	7
750	6.0	30	1
Total		9,795	119

(5) プキットメルタジャム地区ゾーン3

管径 (mm)	平均埋設深さ (m)	管きょ延長 (m)	必要マンホール数
225	2.0	16,570	228
	3.0	6,525	94
	4.0	1,755	36
	5.0	540	12
300	2.0	460	6
	3.0	1,730	24
	4.0	1,165	17
	5.0	2,060	29
	6.0	570	8
375	2.0	720	15
	3.0	140	2
	4.0	1,685	23
	5.0	650	6
450	4.0	230	4
	6.0	105	2
525	3.0	390	4
600	3.0	550	6
	5.0	210	3
675	6.0	620	8
750	4.0	110	1
	5.0	1,945	15
900	6.0	40	1
225※	1.6	680	
Total		39,450	544

※ 圧送管

表8.2　１９９０年および２０００年におけるポンプ場設計汚水量

(1) パタワース地区ゾーン1

ポンプ場	1990年		2000年
	日平均汚水量 (m^3/day)	ピーク汚水量 (m^3/min)	ピーク汚水量 (m^3/min)
カンブーンペンガリ	1,712	4.1	4.8
チェーンフェリー	9,395*	21.3*	30.7
スンガイニョール	709*	1.6*	2.0

(2) パタワース地区ゾーン3

ポンプ場	1990年		2000年
	日平均汚水量 (m^3/day)	ピーク汚水量 (m^3/min)	ピーク汚水量 (m^3/min)
パーマタンテンガ	3,456	6.6	14.2
マクマンデイン	9,086*	13.6*	17.4
スーンコーポレーション	401*	1.1*	1.1

(3) パタワース地区ゾーン4

ポンプ場	1990年		2000年
	日平均汚水量 (m^3/day)	ピーク汚水量 (m^3/min)	ピーク汚水量 (m^3/min)
カンブーンスインパ	6,482	10.7	13.2
パカンルラン	5,513	9.7	12.8

(4) スプランジャヤ地区ゾーン1

ポンプ場	1990年		2000年
	日平均汚水量 (m^3/day)	ピーク汚水量 (m^3/min)	ピーク汚水量 (m^3/min)
チェリンパーク	4,696	8.8	11.0
カンブーンセラット	8,342	14.5	18.9
キムサーガーデン	377	0.8	1.9

(5) ブキットメルタジャム地区ゾーン3

ポンプ場	1990年		2000年
	日平均汚水量 (m^3/day)	ピーク汚水量 (m^3/min)	ピーク汚水量 (m^3/min)
スンガイアラ	1,708	3.4	3.6
ペテック	316*	0.7*	2.5
スンガイランバイ	14,023*	23.1*	37.4

* この値は9章で述べる第一期計画区域からの汚水量を示したものである。

表8.3 ポンプ場の設計仕様

(1) パタワース地区ゾーン1

ポンプ場	全揚程 (m)	1台当りのポンプ容量 (m^3/min)	ポンプ台数*		ポンプ形式
			第一期計画 (1990)	その後における計画 (2000)	
カンプーンペンガリ	3	2.4	3	3	水中ポンプ
チェーンフェリー (圧送管による)	22	7.7	4	5	水中ポンプ
スンガイニョール	5	2.0	2	2	水中ポンプ

* 予備ポンプ1台を含む

(2) パタワース地区ゾーン3

ポンプ場	全揚程 (m)	1台当りのポンプ容量 (m^3/min)	ポンプ台数*		ポンプ形式
			第一期計画 (1990)	その後における計画 (2000)	
パーマタンテンガ (圧送管を含む)	16.5	7.1	2	3	水中ポンプ
マクマンデハン	9.0	6.8	3	4	水中ポンプ
スーンコーポレーション	3.5	1.1	2	2	水中ポンプ

* 予備ポンプ1台を含む

(3) バタワース地区ゾーン4

ポンプ場	全揚程 (m)	1台当りのポンプ容量 (m^3/min)	ポンプ台数*		ポンプ形式
			第一期計画 (1990)	その後における計画 (2000)	
カンプーンスインパ	10	5.3	3	4	水中ポンプ
バガンルラン (圧送管による)	21	4.9	3	4	水中ポンプ

* 予備ポンプ1台を含む

(4) スブランジャヤ地区ゾーン1

ポンプ場	全揚程 (m)	1台当りのポンプ容量 (m^3/min)	ポンプ台数*		ポンプ形式
			第一期計画 (1990)	その後における計画 (2000)	
チェリンパーク	7.0	4.4	3	4	水中ポンプ
カンプーンセラット	7.0	7.3	3	4	水中ポンプ
キムサーガーデン	4.0	1.9		2	水中ポンプ

* 予備ポンプ1台を含む

(5) ブキットメルタジャム地区ゾーン3

ポンプ場	全揚程 (m)	1台当りのポンプ容量 (m^3/min)	ポンプ台数*		ポンプ形式
			第一期計画 (1990)	その後における計画 (2000)	
スンガイアラ (圧送管による)	15.0	1.8	3	3	水中ポンプ
ベテック (圧送管による)	5.0	0.7	2	3	水中ポンプ
スンガイランバイ	7.5	7.7	4	6	水中ポンプ

* 予備ポンプ1台を含む

表8.4　スタビリゼーションポンドの所要面積

(1) パタワース地区ゾーン1（スンガイニョール処理場）

項　目	単　位	設計値
設計汚水量（平均汚水量）	m^3/day	18,575
BOD負荷量	kg/day	3,088
ファカルタティブポンドの所要面積	ha	10.29
マチュレーションポンドの所要面積	ha	3.72

(2) パタリース地区ゾーン3＆4（マクマンデイン処理場）

項　目	単　位	設計値		合　計
		BW 3	BW 4	
設計汚水量（平均汚水量）	m^3/day	19,424	14,450	33,874
BOD負荷量	kg/day	2,741	2,403	5,144
ファカルタティブポンドの所要面積	ha	9.14	8.01	17.15
マチュレーションポンドの所要面積	ha	3.88	2.89	6.77

(3) スブランジャA地区ゾーン1（カンプーンセラット処理場）

項　目	単　位	設計値		合　計
		SJ1－B	SJ1-A&1-C	
設計汚水量（平均汚水量）	m^3/day	2,855	10,337	13,192
BOD負荷量	kg/day	431	1,528	1,959
ファカルタティブポンドの所要面積	ha	1.44	5.09	6.53
マチュレーションポンドの所要面積	ha	0.57	2.07	2.64

(4) ブキットメルタジャム地区ゾーン3（スンガイランバイ処理場）

項　目	単　位	設計値
設計汚水量（日平均汚水量）	m^3/day	28,119
BOD負荷量	kg/day	4,083
ファカルタティブポンドの所要面積	ha	13.61
マチュレーションポンドの所要面積	ha	5.65

第 9 章　事業費および建設計画

9.1　概　要

第一期事業計画の規模およびその計画区域の決定は、本調査において、最も重要なことで、技術、財政的な裏付けを基に、慎重な検討を重ね、実施可能な計画を立てなければならない。

従ってこの章はこれまでの技術的な下水道計画の検討結果を基に、建設費などの算定を行い、建設投資効果を十分考慮した上で、第一期事業計画規模およびその施行計画を述べるものである。

9.2　事業費積算の基礎資料

9.2.1　建設費

調査期間中において収集した費用関係の基礎資料は、まず現地において入手可能なもの、又は現地賃でまかなえるもの、つまり人夫賃、諸資材の単価などと、器機および機械関係などのように外国からの輸入にたよらなければならないものとに分けられる。これらは建設費算出の基礎として、次のような3つの部類に分けることができる。すなわち、(1)人件費、(2)材料費、(3)人件費および材料費を含む建設単価などである。（付録１１参照）。なお、これら材料費などの価格は全て１９７７年における単価である。また、前述の通り、マレイシアで入手可能な建設諸資材は機械関係を除いた、鉄筋、砂、砂利、遠心力鉄筋コンクリート管（１８００㎜以下）などである。

事業の建設費は基本的には、工事に必要な合計金額として表示できるが、この費用は、土木建築工事および機械工事関係などの直接工事費と、諸経費などの間接費とに分けることができる。

また、用地費については、MPSPの土地価格評価基準を基に、付録１２に示すように算出した。なお、この土地価格の資料による価格は、次のような3つのカテゴリーに分類することができる。すなわち、

(1)　住宅開発地域として可能性のある土地価格（小規模店舗を含む）

(2)　商業開発地域として可能性のある土地価格（商店、ショッピングセンター、ホテルなど）

(3)　工業開発地域として可能性のある土地価格

などである。

以上の条件下にある土地の価格は、現在空地ではあるが、道路の整備状態（舗装又は未舗装）にも関連して、評価されたものである。また、処理場敷地の土地価格は付録１２に示した通りである。

a)　管きょ建設費（単位長さ当り）

建設費の算出に先立って、まず施工法および建設資材などの選定をしなければならない。これには現地における施行業者の能力、資材の調達能力および可能性などの検討が含まれる。既述したように、管きょの施工は、開さく工法によるが、掘削深に応じて矢板を使用し、砂利基礎とした。この標準施工例を図ＳＤ－４０に示した。この施工例を基に、付録１１に示した建設単価を用い、管きょ建設における単位長さ当りの建設費を算出した。この費用には、トレンチ工法による掘削、矢板工、水替工、基礎工、管材料および管布設、型枠工、鉄筋工、道路復旧および諸経費などが含まれている。ただし、この費用は通常の場所における施工に適用されるものであり、岩盤地帯の掘削、地下埋設物の移設および基礎地盤の改良など特殊工法を必要とする場所については適用されない。

以上の条件よって算出した自然流下方式による管渠建設費および圧送管の建設費は、表9.1および表9.2の通りである。なお、この表は掘削深ごとに管径150㎜から1500㎜までの管渠建設の単位長さ当りの費用を示したものである。

また、マンホールの建設費は、表9.3に示した通りである。

b) ポンプ場および処理場建設費

小規模ポンプ場においてはケーソン工法による施工が可能であるが、ここでは一般的な施工法を考え、ポンプ場および処理場の建設ともオープンカット又はトレンチ工法によるものとした。建設費の算出は、管きょ建設費と同様、諸資材および器機関係の単価を基に、諸経費などを組み込み見積られるが、電気、機械関係の費用については、日本、オーストラリアおよびシンガポールなどから輸入するものとして、見積った。またこれらの費用は、輸入品のため、いくらかの予備費を含めた。輸入機械の主なものは、ゲート、スクリーン、ポンプ、電気器機などである。この費用には、船賃およびそれに必要な諸経費も含めた。

また、ポンプ場および処理場における建築関係の工事費は、これまでの現地での経験を考慮して木材およびモルタル使用による建物として算出した。

表9.1　自然流下方式における管きょ建設費（1977年単価）　（M$／m）

管径	掘削深（m）							
(㎜)	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
150	59	83	165	183	—	—	—	—
225	104	128	152	228	305	—	—	—
300	128	151	176	251	330	380	—	—
375	158	181	207	281	360	432	510	—
450	190	216	241	319	400	480	560	—
525	211	237	263	342	489	530	570	—
600	240	270	297	383	536	580	625	670
675	290	323	353	444	604	652	749	845
750	—	346	376	471	632	682	783	—
900	—	423	455	558	728	782	895	—
1,050	—	513	548	658	838	896	1,020	—
1,200	—	587	624	744	932	995	1,130	—
1,350	—	706	745	870	1,066	1,131	1,274	—
1,500	—	810	852	986	1,190	1,260	1,415	—

表9.2　圧送管における建設費（１９７７年単価）

(1) 一般的な圧送管　（M$／m）

管　径（mm）	150	225	300	375	450	525	600	700	800	900
埋設深（m）										
1.0	74	88	109	115	157	185	219	512	641	771

(2) 伏越工　（M$／m）

管　径（mm）	225	300	375	450	525	600
掘削深（m）						
5.0	293	312	319	367	400	451
6.0	475	494	501	550	584	640
7.0	585	605	611	666	703	770
8.0	708	729	732	792	834	914
9.0	753	773	780	841	885	974

表9.3　マンホールの建設費（１９７７年単価）　（M$／unit）

マンホール径	深　さ（m）							
（mm）	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
１２００1)	1,600	1,770	1,954	2,296	2,464	2,617	2,787	3,375
１５００2)	—	—	2,549	2,734	2,885	3,038	3,202	—
１８００3)	—	—	3,267	3,432	3,583	3,756	—	—

注　1)　９００mm以下の管径
　　2)　９００～１２００mmの管径
　　3)　１２００～１５００mmの管径

9.2.2　その他

a) 外　貨

必要外貨額の算出については、ポンプ、エンジン、バルブ、メータ類、制御装置など、現地で製造されておらず輸入にたよらなければならないものを対象とした。また、遠心力鉄筋コンクリート管の材料のうち輸入にたよらなけれ入にたよらなければならないものも外貨に含むこととした。

b) 輸入税

この事業は政府による事業であるため、輸入品に対して特に関税がかけられないものとした。

c) 技術料

技術料としては、実施設計および施工監理のために必要な費用を見込むものとする。この費用の算出は、建設費(予備費を含む)の１０％とし、その内半分づつが実施設計と施工監理の費用とした。

d) 予備費

予備費としては建設費の２０％を見込んだ。これは、事業における不確定な支出に対して見込むものであるが、この比率は一般に国際金融機関によって承認されているものである。

9.2.3 維持管理費

管きょ、ポンプ場および処理場からなる下水道施設の維持管理は、政府による責任作業である。従って政府は、この作業のために必要な管理費、運転費(燃料費および運転者、人夫などの人件費)および維持費などに対して財政上の措置を講じなければならない。

この維持管理費の算出については、まずマレイシアと同じような状況下にある諸外国と、日本などの現状における維持管理の例を比較し、これを基に、各施設の維持管理費を項目ごとに算出した。これら維持管理費は次のような条件を基に算出した。

a) 管きょ

小口径下水管(１５０㎜以下)又は取付管の清掃はロッドタイプ又は、プレッシャタイプの器機を使用して行なうものとする。また、管径２２５㎜以上の管きょには、動力式によるバケットと機械器具(トラック型によるバケット機械)を使用する。さらに、この作業にはダンプトラック(積載容量2㎥)とバン(２t用)を使用するものとする。

従って管きょの維持管理費は、上記の器具および機械の運転費および維持費などから算出される。ここで言う維持管理費は、１９８５年までに下水道整備が完了する第一期計画地区に必要とされる費用を算出したものである。

なお、費用は次のような条件によって算出した。

i) 清掃費

清掃期間

公共下水道管：4年に１回

取　付　管：１０年に１回

1チームによる作業量

公共下水道管：２００m／day

取　付　管：2.5時間／１ケ所

1チームの構成数

公共下水道管：6人

取　付　管：3人

清掃器具および機械の耐用年数

１０年

清掃器具および機械関係の予備品代および修理費

各機械価格に対して年間５％を計上する。

作業時間および日数

作業日数：年間３００日

作業時間：１日６時間

労働者の賃金：M$ 8.5／day

ii) 管きょ施設の補修費

建設費の0.２５%を年間の補修費とする。

b) ポンプ場

ポンプ場における維持管理費は、まず電気、機械器具、建物の補修およびポンプ動力関係など、作業の種類に応じた作業員の職務を基に、定期的管理作業計画を立て、これに基づいて算出したものである。以下にその基本的な考えを示す。

i) 作業員および作業計画

作業計画は、ポンプの点検、スクリーンかすの処分などの作業について立てる。これらの作業については週３回とする。

なお、作業には少なくとも２人の作業員が従事するものとした。

ii) 修理費

ポンプ場の建物関係に対する補修費は年間、建設費の0.２５%とする。また、電気、機械器具関係については、これらの価格の２%を年間経費とした。

c) 処理場

スタビリゼーションポンドにおける維持管理作業は、主として監視作業である。この作業に従事する作業員は、ポンドの汚水の臭気や色に特に注意しなければならない。さらに藻類およびスカムの発生状況は、定期的に点検する必要がある。また、作業員は、場内の道路、フェンス、ポンドの土手などについてもよく管理しなければならない。

以上のような作業に従事するとして、ごく限られた作業員を処理場の維持管理用に考えた。維持管理費は以上の点を考慮し次のようなことを基本として算出する。

i) 監視作業に必要な作業員

各処理場には、３人の作業員を任命するものとする。なお、この作業員は、既存の浄化槽の監視に従事している作業員を配転する。これは、第一期計画地区における既存の浄化槽を、下水道の整備に従って取除くことにより可能である。なお、作業員の賃金は、１人１日当りM$ 8.5である。

ii) 修理費

処理場建設費の0.２５%を土木工事関係を含めた年間修理費として計上する。

9.3 第一期事業建設計画の選定

本計画において最も重要な検討事項である第一期事業の地区の決定および下水道の規模の決定には、マレイシア政府関係機関との十分な協議が必要である。そのためこの問題については、特に調査期間中に暫定的な案を作成し、マレイシア政府の考えと意見を求め、協議を行った。しかしながら、この暫定的な案は、基本計画レベルを基に作成したものであり、本フィジービリティー調査計画の目的に必ずしもかなうものではない。従って、上述の協議結果を基に、さらに詳細な検討

を行なう必要がある。なお、この検討は、第一期計画事業をマレイシア政府が決定できるよう、必要な資料の提示および、事業の優先順位さらに事業および投資規模の決定を目的としているものである。先の７章において述べたように、各処理区は、それぞれの地域特性に応じてさらに処理分区ごとに分割されたが、これは財政上の配慮および事業の必要度などを考慮したものであり、施工実施計画が最も実際的なものでかつ実行可能になることを目的としたものである。この目的のため、基本計画報告書で述べたと同様な点数評価方式により、各処理分区の検討を行い優先順位の決定を試みた。この検討にさいしては、いくつかの処理分区を組み合せ、優先順位および事業規模の程度に応じて比較案を作成し、財政上最も可能性ある案を決定した。

この詳細な内容については、以下の節に述べる。

9.3.1 施工優先順位の検討

一般的に、下水道建設には巨大な事業費を必要とするので、事業にさいしては、優先順位を考慮した投資規模および工事費などの検討を基に、合理的な計画が立てられなければならない。

優先順位の決定には広範囲の検討を必要とするが、順位決定にあたって第一に考えなければならないのは市街化地域である。これは、住民が多数居住していることによる環境衛生条件の悪化を早急に改善しなければならず、また、施設の維持管理および建設のための借入資金の元金、利子の返済にあてる収入が見込める地域であるからである。

従って、優先順位の決定はその地区の開発状況など、上述した点に関連する事項について慎重な検討を行い、最小限の事業規模で長時間にわたって施設を使用することができ、また、できるだけ多くの住民が下水道によって利益を得られるような地区に対して考慮されなければならない。

以上のことを考慮して、優先順位の決定に対する検討を行なった。検討は、まず最初に、物理および環境衛生条件などから下水道施設の緊急性を決めることにし、５項目の要素を考え、既述した２０の処理分区単位を基に各項目の評価を行った。なお評価基準の対象とした５つの要素は、次の通りである。すなわち、

(1) 人口密度

(2) 市街化規模

(3) 発生汚濁負荷量

(4) 汚水量

(5) し尿処理施設

などである。

上記、５項目について各処理分区ごとに点数評価方式により検討したが、これら要素を評価基準の対象とした理由は下記のようなことからである。

(1) 下水道を必要とする最も大きな理由は、環境衛生状態の改善である。それには、多数の住民がその施設によって利益を得るように配慮しなければならない。

すなわち人口密度の高い地域に対して下水道の整備が必要であり、これはまた、最小の事業費で最大の効果を期待できることになる。従って、検討には各処理分区の現況と将来人口（１９８５年）を対象とし、評価するものとする。

(2) 計画対象地域、つまり全ての処理分区には現在まだ、市街化されていない郊外地区やカンプーン地区がかなり残っているので、これらの地区に下水道計画を立てるのは、かなり問題がある。市街化規模の程度を検討することも、ま

た優先順位の決定要素として重要であり、評価基準の対象項目として取り上げる価値があるといえる。この項目を検討するには次のようなことが考えられる。市街化地区の中には、大規模開発地区のように、すでに浄化槽又はインホフタンクおよび管きょ施設からなる下水道施設が存在している地区がある。これらの地区の管きょ施設は公共下水道の整備に伴って、公共下水道管として使用可能なことからこれらの地区を下水道計画区域として含めると事業費が少なくて済み、かなりの投資効果が期待できる。

また、政府により計画中の開発地区および政府によって承認済みの開発地区に対しても、上述の地区と同様な下水道施設が計画されていることから、第一期計画の実施までには、これらの開発地区内の管きょ施設も完成していることが考えられる。従ってこれらの地区を第一期事業区域として考慮することは、意義があると思われる。

以上の見地から、市街化規模の検討としては、現況と１９８５年までに予想される地区を基に評価するものとする。なお、１９８５年までに予想される開発地区は、政府によって計画された都市計画を参照した。

(3) 現在計画対象地域の住居、商業、工場地区からの汚濁物質は、下水道が完備しているスプランジャヤ地区ゾーン２を除いて、ほとんど未処理のまま公共水域に直接放流されている。そのために水路は家庭汚水や工場排水の沈殿物質によって汚染されているので、これを解消するために早急な対策が望まれている。

このような理由により、各処理分区内の発生汚濁負荷量の検討を必要とした。検討は、ＢＯＤおよび大腸菌を条件とし、代表的な水路の現況における状態を評価するものとした。

(4) 建設および維持管理費などの下水道事業費の確保には、受益者負担による独立採算制を先ず考慮しなければならない。この事業費の確保は、水使用量又は汚水量を基に決定される収入金額に関連づけることが出来る。この収入額は家庭、商業および工場と用途別使用における処理対象量の指標として示すことができ、また、これら用途別ごとの水使用量を基に決定する料金制度は、最も公平な方法といえよう。従って、下水道整備の地区を選定する上で、水使用量に関する汚水量の検討は、また一つの重要な選定要素である。

この検討は、１９８５年における各処理分区からの汚水量を基に行なった。

(5) 調査によると、計画対象地域におけるし尿処分の現況施設は、大別して浄化槽方式とバケット方式とに代表される。

但し、ＰＤＣによって設置された下水道施設は除くものとする。これらの施設をへたし尿は、バキュームトラック又はタンプトラックによってある一定の場所に投棄処分されているが、環境衛生上かなり問題がある。従って、し尿処分の状況を把握することもまた上記４項目と同様、下水道整備の必要性を判断する上で重要な検討要素である。

以上のような見地から、５項目を評価基準の対象として選定し、各処理分区ごとに次のような方法で検討するものとした。

検討の方法としては、既述したように、まず、上記５項目の要素をさらにパラメーターに分け、各処理分区ごとに分析し比較を行った。なお、５項目およびそのパラメーターを要約すると、次のようなものである。すなわち、

(1) 人口については、１９７６年と１９８５年とする。

(2) 市街化規模については、現況と将来予想される地区に対して考慮する。

(3) 発生汚濁負荷量については、ＢＯＤおよび大腸菌を比較の条件とする。

(4) 汚水量については、１９８５年を対象とする。

(5) し尿処理施設については、現況と将来の浄化槽およびバケットシステムを考慮する。

これら５項目の分析結果は付録１３に示すとおりである。この結果大きな指標数を示したものに対しては、高い評価

点を与え、優先順位の割合を示すために、これら指標数を０から１までのウェイト付けを行った。この結果は付録１４に示す通りである。

この結果を基に、さらに、環境衛生の改善に対しての重要度を反映させるため、各項目およびそのパラメーターに重み付けし、検討を行なった。各項目ごとに与えた重み付けの評価点数は次の通りである。

i) 人口密度 …… ６０

ii) 市街化規模 …… ６０

iii) 発生汚濁負荷量 …… ６０

iv) 汚水量 …… ６０

v) し尿処理施設 …… ６０

上記に示した各項目ごとの評価点数により、各項目ごとのパラメーターにさらに重みを付け、表9.4に示すような４つの比較検討を行った。

以上の方法によって得られた５項目の評価点数は、表9.5に示す通りである。この検討結果は、パタワース地区ゾーン１と３の処理分区A、B、Cと、ゾーン４の処理分区A、およびスプランジャヤ地区のゾーン１の処理分区A、さらにブキットメルタジャム地区ゾーン３の処理分区AおよびBなどの地区が他の処理分区より優先度が高くなった。しかしながら、パタワース地区ゾーン１と３の処理分区Cは、現在まだ郊外地区又はカンプーン地区であり、また下水管の布設に対して道路網が整備されていないことから、早急に下水道を設置するのは、時期尚早と考えられる。

このような理由から、第一期事業計画地区を選定するための検討対象地区としては、これらカンプーン地区を除外しパタワース地区ゾーン１と３の処理分区A、Bとゾーン４の処理分区A、およびスプランジャヤ地区ゾーン１の処理分区A、さらにブキットメルタジャム地区ゾーン３の処理分区AとBなど８つの処理分区を対象とした。

表9.4　比較案における評価点数

要素	パラメーター	ベイシックポイント	重み付けの点数 案1	案2	案3	案4
i) 人口密度	１９７６年	６０	３０	４０	２０	４０
	１９８５年		３０	２０	４０	２０
ii) 市街化規模	現況	６０	３０	４０	２０	４０
	将来		３０	２０	４０	２０
iii) 発生汚濁負荷量	ＢＯＤ	６０	３０	４０	４０	４０
	大腸菌		３０	２０	２０	２０
iv) 汚水量		６０	６０	６０	６０	６０
v) し尿処理施設	現況の共同浄化槽	６０	１５	１０	１０	２０
	将来の共同浄化槽		１５	１０	１０	２０
	各家庭における浄化槽		１５	２０	２０	１０
	パケットシステム		１５	２０	２０	１０
計		３００	３００	３００	３００	３００

注　案１　各要素およびそのパラメーターに対して同じ重み付けの点数を与えるとしての場合
　　案２　現況を重視して重み付けをする場合
　　案３　将来を重視して重み付けをする場合
　　案４　現況での共同浄化槽を重視して重み付けをする場合

表9.5　点数評価方式による比較案の検討結果

処理区	処理分区	5項目の評価による総点数				優先順位			
		比較案 1	2	3	4	比較案 1	2	3	4
パタワース地区 ゾーン1	1－A	259.20	267.40	264.00	254.40	1	1	1	1
	1－B	128.10	126.20	125.40	135.40	7	7	7	7
	1－C	113.85	123.20	122.60	115.30	9	9	9	8
パタワース地区 ゾーン2	－	51.00	38.40	62.20	39.80	14	15	14	15
パタワース地区 ゾーン3	3－A	181.35	177.40	176.80	183.70	2	3	3	2
	3－B	134.55	135.60	127.80	137.50	6	6	6	6
	3－C	115.05	124.40	124.20	115.10	8	8	8	9
パタワース地区 ゾーン4	4－A	172.80	160.60	159.60	173.40	4	4	4	4
	4－B	76.05	75.60	76.80	76.50	11	11	13	11
スプランジャヤ地区 ゾーン1	1－A	142.50	141.40	139.00	147.20	5	5	5	5
	1－B	63.99	53.10	76.90	54.10	13	14	12	13
	1－C	22.05	20.60	20.80	19.30	18	18	18	18
スプランジャヤ地区 ゾーン2		72.15	61.65	81.50	63.00	12	12	11	12
ブキットメルタジャム地区 ゾーン3	3－A	173.85	182.40	180.00	177.50	3	2	2	3
	3－B	109.35	109.30	109.90	111.60	10	10	10	10
	3－C	30.75	34.80	33.40	31.30	17	16	17	17
	3－D	4.20	5.60	4.60	4.80	20	20	20	20
	3－E	49.80	57.20	54.20	51.60	15	13	16	14
	3－F	47.40	34.80	56.80	38.00	16	16	15	16
	3－G	12.60	11.60	13.60	11.60	19	19	19	19

9.3.2　第一期事業計画適正投資額の検討

下水道システムを建設するための適正投資額の決定は第一期事業計画の詳細にかかる前の作業としてきわめて重要である。このためには資金源を念頭において建設計画が財政的にも成立するように配慮しておかなければならない。以下はその検討を述べたものである。

a)　財政的背景

下水道プロジェクトを財政面から見た場合の実行可能性の判断にはプロジェクトを計画する地方政府機関の財政能力や施設を使用する受益者の収入および支出能力などを十分に検討し、さらにこれらを基とした資金源および経済的な背景などによって決定することが必要である。しかしながらこのような資金源の可能性やプロジェクトの適正規模を決定するには、現在のところ確立された検討の方法がなく、これまでの同一地域又はそれに類似した地域において実施されたプロジェクト例などを参考として決定されるのが一般の方法である。

従ってここでは上述したように、まずＭＰＳＰにおける現況の年間財政状態と、クアラルンプールとの財政規模を比較し、クアラルンプールの下水道事業費、つまり１９７７年レベルで５年間に投資する金額１２,０００万Ｍ＄の計画から、ＭＰＳＰにおける下水道事業の適正規模を推定するものとした。

現在におけるＭＰＳＰの財政規模は１０章で述べるように歳入が約７００万Ｍ$となっている。これは、クアラルンプールにおける現在の年間歳入である２８００万Ｍ$の約４分の１にあたる。マレイシアにおいては、本計画地区のバタワース、ブキットメルタジャム地区の下水道計画と類似している地区としてはクアラルンプールが唯一である。

以上のことから、本計画における事業費の適正規模は、クアラルンプールプロジェクトの１2,０００万Ｍ$の４分の１、すなわち3,０００万Ｍ$（１９７７年レベル）を目途として計画した。

b) 第一期事業計画地区選定の代替案

第一期事業計画に適当な下水道システムを選定するため、前節において述べたように、点数評価方式を基に８つの事業優先処理分区、すなわちＢＷ１－Ａ、ＢＷ１－Ｂ、ＢＷ３－Ａ、ＢＷ３－Ｂ、ＢＷ４－Ａ、ＳＪ１－Ａ、ＢＭ３－ＡおよびＢＭ３－Ｂを選定対象地区として選出した。この結果を基に各処理分区を組み合せ、７つの比較案の検討を行なうものとした。

なお、この比較案の作成に対しての基本的概念は、次の通りである。すなわち、(1)現況の環境衛生状態の改善を目的とするのに、非現実的な規模の案は避ける。(2)バタワース、ブキットメルタジャムの中心地すなわち、ＢＷ１－Ａ、ＢＷ１－Ｂ、ＢＭ３－ＡおよびＢＭ３－Ｂについては現況の環境衛生状態から下水道の必要性を重視し、対象地区に組み込むものとする。(3)工場地帯からの下水道使用料収入を考慮してＢＷ３－Ｂのマクマンディン工業地帯を重視する。などである。なお、代替案の概要は下記に述べる通りである。

案１　（対象地区、ＢＷ１－Ａ、ＢＷ１－Ｂ、ＢＷ３－Ａ、、ＢＷ３－Ｂ、ＢＷ４－Ａ、ＢＭ３－Ａ、ＢＭ３－ＢおよびＳＪ１－Ａ）

この案は、７つの代替案の中では、一番大きな規模で、８地区全てを含むものである。

案２　（対象地区、ＢＷ１－Ａ、ＢＷ１－Ｂ、ＢＷ３－Ａ、ＢＷ３－Ｂ、ＢＷ４－Ａ、ＢＭ３－ＡおよびＢＭ３－Ｂ）

これは、案１からＳＪ１－Ａを除いた案である。ＳＪ１－Ａはすでに浄化槽方式による下水道施設があることから、公共下水道整備の緊急性は少ない。

案３　（対象地区、ＢＷ１－Ａ、ＢＷ１－Ｂ、ＢＷ３－Ａ、ＢＷ３－Ｂ、ＢＷ４－ＡおよびＢＭ３－Ａ）

この案は、案２からＢＭ３－Ｂを除いたものであり、最小の規模である。

案４　（対象地区、ＢＷ１－Ａ、ＢＷ１－Ｂ、ＢＷ３－Ａ、ＢＷ３－Ｂ、ＢＷ４－ＡおよびＢＭ３－Ｂ）

この案は、案３の中のＢＭ３－Ａの代わりにＢＭ３－Ｂを入れたものである。

案５　（対象地区、ＢＷ１－Ａ、ＢＷ１－Ｂ、ＢＷ３－Ａ、ＢＷ３－Ｂ、ＢＭ３－ＡおよびＢＭ３－Ｂ）

これは案２からＢＷ４－Ａを除いた案である。

案６　（対象地区、ＢＷ１－Ａ、ＢＷ１－Ｂ、ＢＷ３－Ａ、ＢＷ３－ＢおよびＢＭ３－Ａ）

この案は、案５からＢＭ３－Ｂを除いたものである。

案７　（対象地区、ＢＷ１－Ａ、ＢＷ１－Ｂ、ＢＷ３－Ａ、ＢＷ３－ＢおよびＢＭ３－Ｂ）

この案は、案６の中のＢＭ３－Ａの代わりにＢＭ３－Ｂを加えたものである。

以上の代替案について、８章での設計結果に基づいて、最も適当な投資額を決定するために、比較検討を行なった。比較は建設費と歳入など関連要因の検討によるものである。

なお、建設費の算出についての基本概念は次の通りである。計画対象地域には、地域的特性に応じて、市街化地域とそうでない地域、つまりまだ住宅などの建設が行なわれていない地域とに大別することができる。前者においては、幹線、支線など管きょ施設の施工がすぐにでも可能な基本的条件が整のっているが、後者においては、支線関係の管

きょ施設の施工は、現段階では、実際的といえない。従って、建設費の算出は、このような地区に対しては、幹線のみの建設費とし、支線関係は除外するものとした。また、市街化地区ではあるが、大規模開発地区には、すでに管きょ施設および浄化槽などの下水道施設があり、これらの管きょ施設は公共下水道管として転用可能なことから、これらの地区に対しても、支線関係の建設費は省き、公共下水道管との取り付け幹線のみの費用とした。

以上のような考慮を基に、７つの案についての建設費を算出した。

なお費用の算出にさいしては、前節で既述した費用の基礎資料を基とした。また、これらの費用は１９７７年レベルであり、物価上昇は代替案の検討の目的のみということから考えていない。

この費用は、投資規模をどの程度まで考えるかという検討の目的のために算出したものであるが、比較検討の目的には、十分満足できるものである。しかしながら、財政計画の目的のためには、さらに詳細な検討が必要である。

一方、概算的ではあるが、下水道料金については、家庭用として水使用量の１０００㎥当り１１９M$を、商工業用としては水使用量の１０００㎥当り２５７M$をとった。これらの値は、現行水道料金の９０％に相当するものである。

以上のことを基に、７つの代替案の比較検討結果を表9.6に示す。

表9.6　第一期事業計画規模選定のための比較検討結果

	Alt. 1[1]	Alt. 2[2]	Alt. 3[3]	Alt. 4[4]	Alt. 5[5]	Alt. 6[6]	Alt. 7[7]
処理対象区域面積(ha)	1,420	1,177	885	1,005	1,005	713	833
人口	119,000	100,000	80,000	82,000	84,000	64,000	66,000
建設費[8] (1,000M$)	41,727	34,312	29,685	29,934	28,676	24,049	24,298
家庭汚水量 (1,000㎥/yr) (MG/yr)	8,590 (1,888)	7,207 (1,584)	5,751 (1,264)	5,897 (1,296)	6,033 (1,326)	4,577 (1,006)	4,718 (1,037)
商業、工場排水量 (1,000㎥/yr) (MG/yr)	4,050 (890)	3,822 (840)	3,790 (833)	3,335 (733)	3,781 (831)	3,749 (824)	3,294 (724)
年間下水道料金[9] (1,000M$)	2,061	1,839	1,658	1,558	1,688	1,507	1,407
年間下水道料金／建設費	0.049	0.054	0.056	0.052	0.059	0.063	0.058
ha当りの建設費 (1,000M$/ha)	29	29	34	28	29	33	29
1人当りの建設費 (1,000M$/cap)	0.35	0.34	0.37	0.37	0.34	0.38	0.37

注：1) 地域：BW1－A、1－B、3－A、3－B、4－A、SJ1－A、BM3－A、3－B
2) 地域：BW1－A、1－B、3－A、3－B、4－A、BM3－A、3－B
3) 地域：BW1－A、1－B、3－A、3－B、4－A、BM3－A
4) 地域：BW1－A、1－B、3－A、3－B、4－A、BM3－B
5) 地域：BW1－A、1－B、3－A、3－B、BM3－A、3－B
6) 地域：BW1－A、1－B、3－A、3－B、BM3－A
7) 地域：BW1－A、1－B、3－A、3－B、BM3－B
8) １９７７年レベルにおける１９８０年から１９８５年までの建設費
9) 全ての家庭、商業、工場が下水道施設を使用するものとした。

9.3.3 代替案の評価

表9.6からわかるように、建設費、下水道料金の歳入およびその他の要素などを含めた比較案の検討結果は次のように結論づけることができる。

単位面積（ha）当りの建設費

各案ともあまり違いはないが、特に案5と案7が他案よりも優位である。

人口当りの建設費

受益者人口に対する効果的な投資という面では案2と案5がすぐれている。

建設費当りの歳入

建設事業に対して、財政的な目安を得るための建設費当りの歳入比較では、案6が最もすぐれているが、案5および案7もそれに次いですぐれている。

以上の結果を総論すると、案5は他の案に比較して、建設費、歳入などの点から見て最も優位な案として選定することができ、第一期事業計画規模としては最も適当な投資効果が期待できるといえよう。

また、この案の事業費は、既述した事業費の適正規模つまり3,000万M$とも一致する。

従って、代替案5を第一期事業計画として選定し、この案を建設計画、投資計画および財政計画の対象とした。なお、案5は、1,066haからなる処理対象区域であり、1985年時点で84,000人の人口が下水道施設を使用することになる。

また、この第一期計画事業の下水道施設は、管きょ施設、ポンプ場、処理場（スタビリゼーションポンド）などを含む。図－3および図－4は、これまでの検討結果より計画した計画対象地区全体の下水道システムおよび第一期事業計画地区の事業施設規模を示したものである。

9.4 建設計画および投資計画

9.4.1 第一期事業の建設施工計画

第一期事業の建設対象地区は、既述した通り、BW1－A、BW1－B、BW3－A、BW3－B、BM3－AおよびBM3－Bなど6地区であるが、これらの地区の建設事業は1980年を開始年次とし、第4次マレイシアプラン（1981－1985）の完成時期と同じ1985年を建設完成の年とする。

事業の最初の年、つまり1980年は実施設計および工事仕様書の作成、さらに用地取得などの作業にあて、施工開始は1981年を目途とする。なお、1980年は第3次マレイシアプランの最終年である。

建設施工計画を作成するにあたっては、各処理区、すなわちパタワース地区ゾーン1、3およびブキットメルタジャム地区ゾーン3とも、それぞれの処理区に独自の処理場施設を設けることになるため、ゾーンごとによる単位の独立した施工計画を立てることとした。

なお、管きょ、ポンプ場および処理場など、施設施工にさいしては、一部の施設の施工が早くなったり、また遅れたりしないように配慮し、施工の期間が最小になるよう、かつ最大限の地区で下水道システムを使用できるようにした。

このような考えに基づき、各処理区ごとに以下のような建設施工計画を立てた。

a) パタワース地区ゾーン1（処理分区1－Aおよび1－B）

この処理区（処理分区1－Aおよび1－Bのみに限定）における管きょおよびポンプ場施設の施工は1981年に

行なうとする。また処理場については１９８２年に施工することとした。

一方、各家庭から、公共下水道管に取り付ける管きょ施設は１９８１年と１９８２年に施工するものとし、下水道の使用開始時期は１９８３年の当初からとする。

b) ブキットメルタジャム地区ゾーン３（処理分区３－Aおよび３－B）

上記a)と同様に、管きょおよびポンプ場施設の建設は、処理分区３－Aの地区においては１９８２年とし、処理分区３－Bは１９８３年とする。

また処理場施設については、１９８３年に建設するものとした。なお、取付管についての建設開始時期は、３－Aの地区は１９８３年に、３－Bの地区は１９８４年とした。

従って、下水道システムの使用開始は３－Aの地区が１９８４年となり、３－Bについては１９８５年となる。

c) パタワース地区ゾーン３（処理分区３－Aおよび３－B）

処理分区３－Aにおける管きょおよびポンプ場施設の施工は１９８４年とし、３－Bについては１９８５年とした。また処理場施設に対しては１９８５年に建設するものとする。さらに、取付管については、３－Aの地区においては、１９８５年とし、３－Bについては１９８６年に建設することにした。

従ってこれら処理分区における下水道システムの使用開始は、１９８６年に３－Aの地区、１９８７年が３－Bの地区とする。

以上の計画により、第一期事業の建設施工計画を、表9.7に要約する。

また、第一期事業においては、維持管理作業に必要な下水管の清掃器具などを購入しなければならないため、これらの器具類を購入する時期も施工計画と同様表9.7に示した。この器具類の購入は、この段階に分けて行なうものとし、パタワース地区ゾーン１の下水道システムの使用開始時期１９８３年に、この地区に見合うだけのものを第一段階の時期とし、残りは１９８５年に購入するものとした。

なお、第一期事業における各処理区ごとの施設は表9.8に示す通りである。また、これら詳細については、付録１５に記した。

表9.7　第一期事業計画における建設施工計画

項　目	1980	1981	1982	1983	1984	1985
I) 管きょおよびポンプ場施設						
1. BW1−A and 1−B（カンプーンペンガリ、チェーンフェリー、スンガイニヨールポンプ場を含む）	D	C				
2. BM3−A（デッティクポンプ場を含む）	D		C			
3. BM3−B（スンガイランバイポンプ場を含む）	D			C		
4. BW3−A（パーマタンテンガポンプ場を含む）	D				C	
5. BW3−B（スーンコーポレーションおよびマクマンディンポンプ場を含む）	D					C
II) 処　理　場						
6. BW1（スンガイニヨール処理場）	D		C			
7. BM3（スンガイランバイ処理場）	D			C		
8. BW3（マクマンディン処理場）	D					C
III) その他の業務						
9. 用地取得	A					
10. その他（清掃器具類などの設置）				A		A

凡例
D：実施設計
C：建　設
A：その他

表9.8　第一期事業における各処理区ごとの下水道施設

施設＼処理区	BWゾーン1 (BW1－A & BW1－B)	BWゾーン3 (BW3－A & BW3－B)	BMゾーン3 (BM3－A & BM3－B)
1. 管きょ			
a. 管総延長	11,905m	16,795m	26,440m
b. 管径	225 to 900 mm	225 to 750 mm	225 to 900 mm
2. ポンプ場	a) カンプーンペンガリ 容量 4.1m³/min 3台	a) パーマタング テンガ 容量 6.6m³/min 2台	a) ペッティク 0.7m³/min 2台
	b) チェーンフェリー 21.3m³/min 4台	b) マクマンディン 13.6m³/min 3台	b) スンガイ ランバイ 23.1m³/min 4台
	c) スンガイニヨール 1.6m³/min 2台	c) スーン コーポレーション 1.1m³/min 2台	
3. 処理場			
a. 設計汚水量(日平均)	10,103m³/d	12,677m³/d	14,023m³/d
b. 処理場用地面積(※)	14 ha	37 ha	32 ha
c. ポンドユニットの数	2 units	3 units	4 units

(※) この面積は、2000年時点における水量を基に処理場用地全体として必要な面積である。

9.4.2　第一期事業の建設費

第一期計画区域内には、多くの開発地区および開発計画地区がある。これらの開発地区は、管きょ、浄化槽又はインホフタンクからなる下水道施設がすでに開発業者によって設置されており、又同様に、計画地区には、下水道施設の設置計画がある。現状におけるこれらの施設は、し尿のみを対象とした施設であるが、公共下水道が設けられたとしても、管きょ施設においては十分生活排水を受けることができ、公共下水道管(技線管きょ)として転用可能である。

従って、開発地区内における公共下水道管の工事は、これら支線管きょをつなぐ幹線管きょのみを政府責任の工事範囲とし、技線管については、政府負担から除外するものとした。

一方、上述のような下水道施設が全くない地区においては、全面的に政府責任による工事およびその工事費を負担するものとした。

以上の配慮に基づき、政府負担による建設費を算出した。なお、建設費は、８章でふれた設計結果および工事費積算の基礎資料を基に算出し、建設費はすべて１９７７年レベルの価格にもとづいた。

表9.9は各処理区における管きょ、ポンプ場および処理場の建設費を示したものである。なお、このプロジェクトの総事業費としては、予備費および技術料（実施設計および工事監理費）を含め、算出するものである。第一期事業計画における事業費は６年間にわたり配分し、最初の年、つまり１９８０年に実施設計および用地取得費などを見込み、建設費については、施工計画に基づいて１９８１年から１９８５年までの５年間にわたって配分した。

表9.10は、この事業費の配分に基づいて、第一期事業計画における各年次別の建設費を外貨分および内貨分に分けた投資計画を示した。

表9.9　第一期事業計画における下水道施設の建設費

(1) パタワース地区ゾーン１（BW 1—A and BW 1—B）

（１９７７年レベル）

（単位：M$1,000）

施　　設	土木、建築工事費	電気、機械工事費	用　地　費	計
1) 管きょ施設	2,520			2,520
2) ポンプ場				
a) カンプーンペンガリ	87	74	(*) 97	258
b) チェーンフェリー	470(a)	198	(*) 21	689
c) スンガイニヨール	87	74	—(b)	161
3) 処理場（スンガイニヨール）	1,216		(*) 2,632	3,848
計	4,380	346	2,750	7,476

注 (a) 圧送管を含む

(b) 処理場用地費の中に含む

(*) 各施設における用地費は次のように算出した。

ポンプ場

カンプーン ペンガリ　430(m²) × 226M$/m²

チェーン フェーリー　600(m²) × 35M$/m²

処理場

スンガイニヨール　140,000(m²) × 18.8M$/m²

(2) パタワース地区ゾーン3（BW 3—A and BW 3—B）

（1977年レベル）

（単位：M$1,000）

施　　設	土木、建築工事費	電気、機械工事費	用　地　費	計
1) 管きょ施設	3,647	—	—	3,647
2) ポンプ場				
a) バーマタングテンガ	491(a)	174	*10	675
b) スーンコーポレーション	31	38	—(b)	69
c) マクマンディン	181	171	—(c)	352
3) 処理場（マクマンディン）	1,259	—	—(d)	1,259
計	5,609	383	10	6,002

注　a) 圧送管を含む。
　　b) 現況のし尿浄化槽用地に位置するため、特に用地取得を考えない。
　　c) 処理物用地の中に含む。
　　d) 州政府の土地に位置する。
　　＊ 用地費の算出は次の通りである。
　　540 m^2 × 18.8M$/$m^2$

(3) ブキットメルタジャム地区ゾーン3（BM 3—A and BM 3—B）

（1977年レベル）

（単位：M$1,000）

施　　設	土木、建築工事費	電気、機械工事費	用　地　費	計
1) 管きょ施設	5,449	—	—	5,449
2) ポンプ場				
a) ベッティク	101	63	—(a)	164
b) スンガイランバイ	212	228	—(b)	440
3) 処理場（スンガイランバイ）	1,645	—	*1,363	3,008
計	7,407	291	1,363	9,061

注　a) 現況のし尿浄化槽用地に位置する。
　　b) 処理場用地の中に含む。
　　＊ 用地費の算出は次の通りである。
　　317,000 m^2 × 4.3M$/$m^2$

表9.10　第一期事業計画における投資計画

（単位：M$1,000）

項目	内貨分							外貨分							合計
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	計	1980	1981	1982	1983	1984	1985	計	
(1) 管きょ施設	—	2,142	2,213	2,419	1,120	1,980	9,874	—	378	390	427	198	349	1,742	11,616
(2) ポンプ場															
○ 電気、機械工事	—	104	19	68	52	63	306	—	242	44	160	122	146	714	1,020
○ 土木、建築工事	—	515	81	170	393	172	1,331	—	129	20	42	98	43	332	1,663
(3) 処理場															
○ 土木、建築工事	—	—	973	1,316	—	1,007	3,296	—	—	243	329	—	252	824	4,120
(4) 清掃器具類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	232	—	102	334	334
計	—	2,761	3,286	3,973	1,565	3,222	14,807	—	749	697	1,190	418	892	3,946	18,753
(5) 技術料															
○ 設計料	469	—	—	—	—	—	469	469	—	—	—	—	—	469	938
○ 工事監理	—	70	80	103	40	82	375	—	105	120	155	60	123	563	938
(6) 予備費	94	566	673	815	321	661	3,130	94	171	163	269	96	203	996	4,126
(7) 用地費	4,123	—	—	—	—	—	4,123	—	—	—	—	—	—	—	4,123
合計	4,686	3,397	4,039	4,891	1,296	3,965	22,904	563	1,025	980	1,614	574	1,218	5,974	28,878

9.4.3 維持管理費

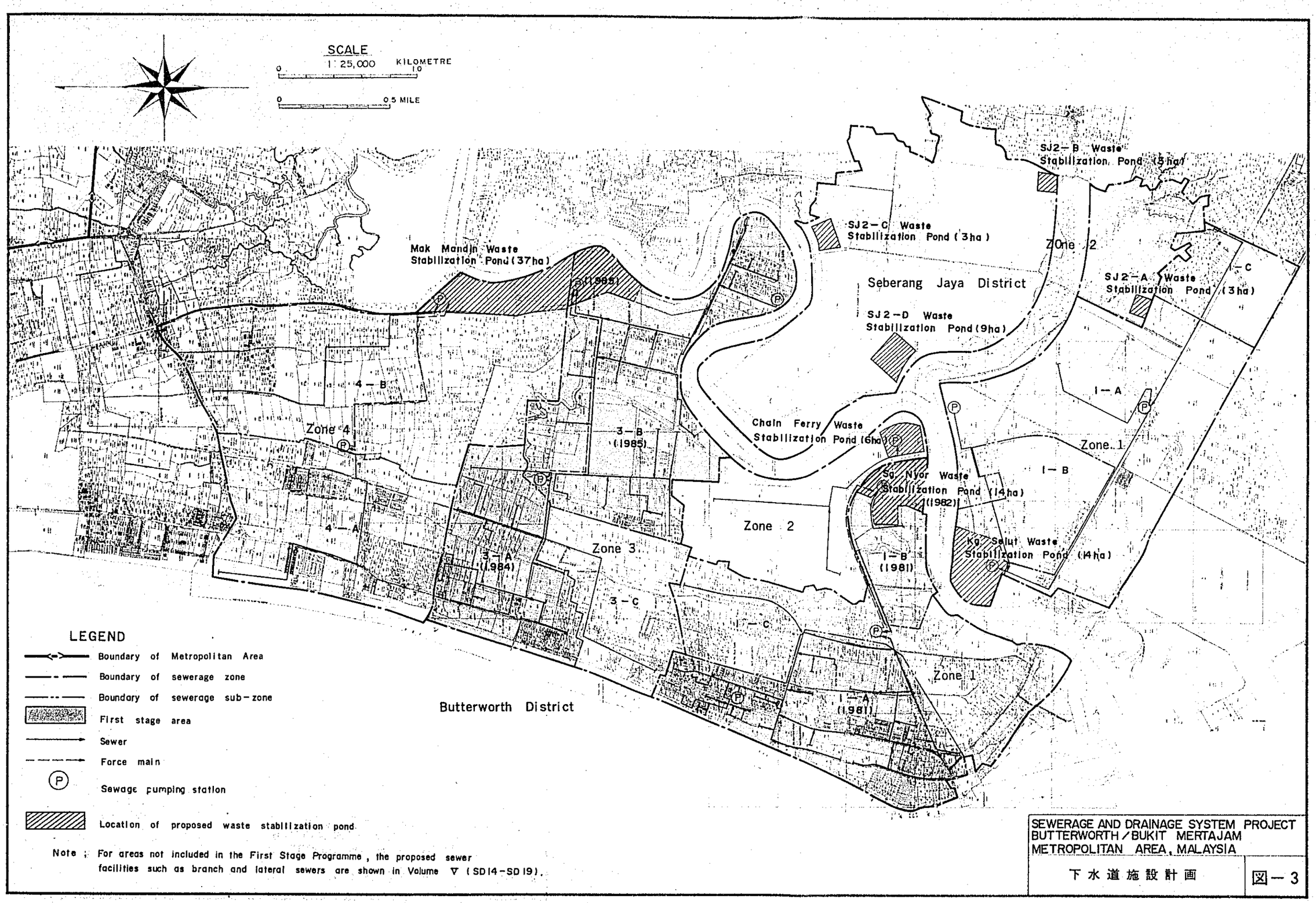
第一期下水道事業計画における下水道施設の維持管理費は、この章の最初において既述した基礎資料および第Ⅳ部、組織、運営における表4.2の組織表を基に算出するが、さらに、計画地区の人口および対象下水量の増加などを考慮し、施工計画に従って１９８０年から１９９０年までの費用を算出する。

表9.１１は以上に基づいて算出した、年次ごとの維持管理費である。

表9.１１　年次ごとの維持管理費

（単位：1,000M$）

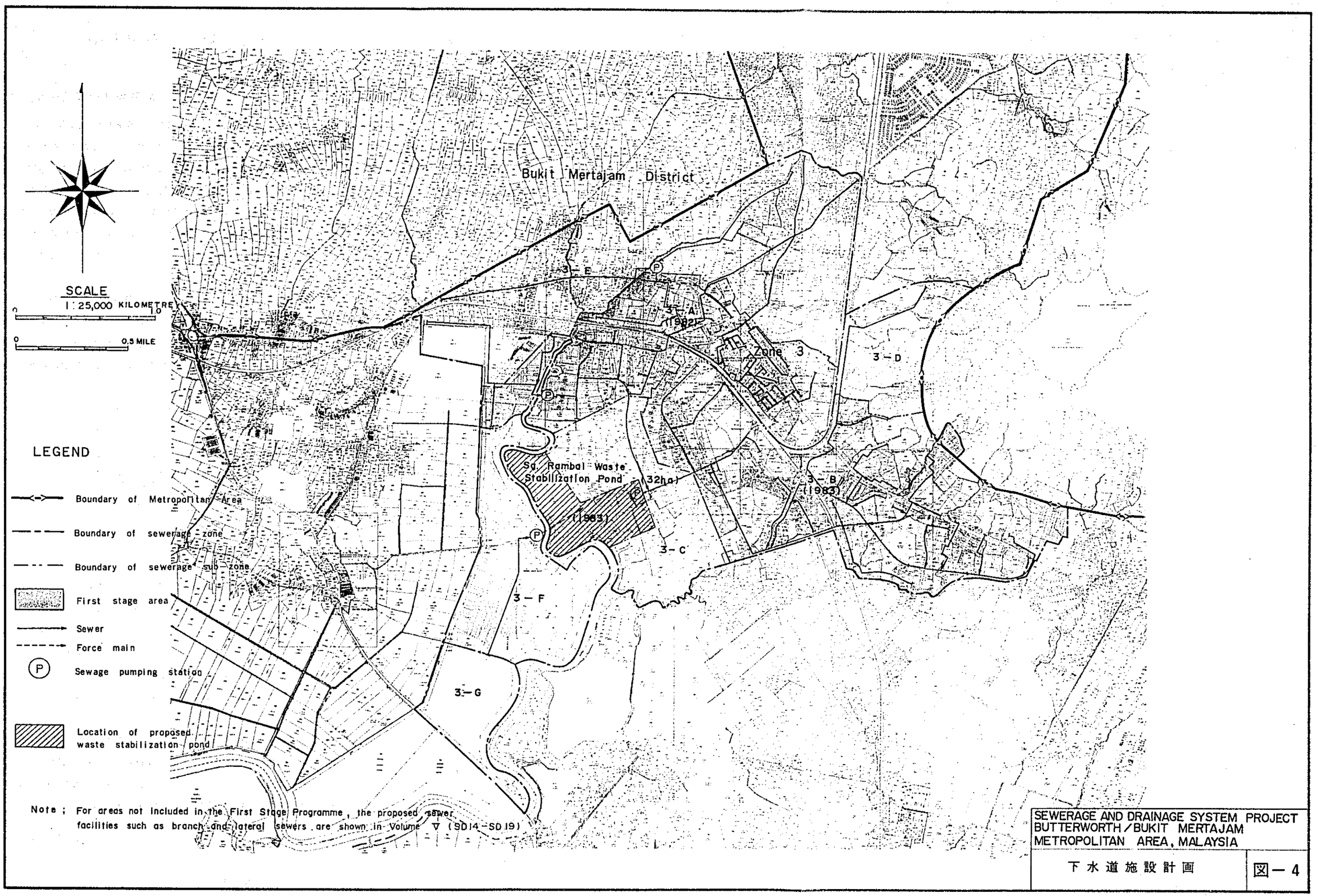
費用項目	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
人件費	81	143	143	230	309	350	361	363	365	367	367
維持費	—	—	—	43	64	101	119	134	134	134	134
動力費	—	—	—	26	35	43	53	68	69	70	71
事務所諸経費	12	24	24	84	84	87	89	90	91	91	91
計	93	167	167	383	492	581	622	655	659	662	663



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

下水道施設計画

図－3



Note ; For areas not included in the First Stage Programme, the proposed sewer facilities such as branch and lateral sewers are shown in Volume V (SD14 - SD19)

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

下水道施設計画

図－4

第10章　財　政　計　画

10.1　MPSPの最近の財政状況

1975年までは、現在のMPSPの行政区域は北部、中部および南部の3つの行政区に分割され、州政府の直轄下に夫々独立した行政及び財政を行っていた。1975年に、これら3つの行政区が現在のMPSPとして統合されそれぞれ分離していた会計組織も1本化され、同時に、州政府財務部局より会計管理はMPSPに移管された。MPSPは、この行政改革に基づいて財政上自治体としての権利と義務を具有することになったが、これは旧来の市条令を補足するために最近施行された地方行政法（1974年施行）に準処するものである。

現在のところMPSPは、し尿集めとその処理や浄化槽の維持管理等最も初歩的な衛生管理を行っているが、通常の下水処理業務は行っていないので、当然下水プロジェクトに必要とされる既存下水会計の分析を本報告書に含めることはできなかった。

したがって、以下はMPSPの一般財政状況の傾向を述べたもので、表10.1は過去3ケ年間のMPSPの収支の一覧を示したものである。MPSPの主たる収入は、一般住民と公的機関からの税収で全収入のおよそ70%を占めている。この税金は市行政区域内の土地及び家屋を評価した額に一定の税率を掛けて年税として徴収される。

税率は各地域及び対象家屋種別により次の様に決められている。

税　率	課税対象物件	地　域
21%	家屋・建物及び土地	市街区域
16%	建物及び土地	工業地域
16%	水洗トイレ及び汲み取り式トイレ付家屋及び建物	市街区域外
13%	水洗トイレもしくは汲み取り式トイレを具備しない家屋及び建物	市街区域外
7.5%	土　　地	市街区域外

新しく建てられた建物や開発された土地の課税評価はその都度時価に基づいて行われているが、古くから存在している建物や土地の評価額は、殆んど約20年前に評価されたままになっている。この様に20年前に評価されたものと、最近の時価に基づいて評価された課税対象物件の評価額にかなりの差があり、不公平を生じているので調整のための再評価の実施が現在計画されている。

この様な不均衡是正のための再評価の動きは、マレーシヤ国内の他の市当局に於ても計画されている様だが、古い家屋、土地の所有主から税額アップを伴うこの様な再評価に反対する動きがあり、早期実施に対するブレーキとなっている様である。

MPSPの担当官の話では、この様な住民からの反対運動に対する対抗策として、再評価に伴う課税価額が引上げられる物件に対しては当初、現行税率を下げ、税額を上昇させない様にしたいとのことであった。これは、MPSPだけでなく、他の市でも同様な考えを持っているようである。かかる住民対策も確かに重要であるが、市の財政健全化のために、税の増収も大事なことであり、MPSPが1980年頃に実施の計画をたてている再評価は、市の財政安定のための増収

表10.1　MPSPの年間収支計算書－1975年から1977年迄（M$）

REVENUE	1975	1976	1977
Rates	3,701,165	4,291,400	6,641,900
Contribution in lieu of Rates (1)	934,430	575,430	1,204,000
Miscellaneous Tax	17,590	4,000	1,700
Government Subsidy & Special Revenue	1,793,000	2,093,000	1,480,020
Other Non-rate Income	1,293,000	1,085,852	1,394,120
Total Revenue	7,739,185	8,049,682	10,721,740
EXPENDITURE			
Secretariat (Administration):	1,582,603	1,775,405	1,644,892
Health Division:			
Refuse Collection & Disposal	1,727,654	1,886,240	2,167,004
Desludging & Maintenance of Septic Tank	272,132	267,808	314,062
Other Health Service	1,221,890	1,303,309	1,339,209
Engineering Division:	951,109	1,054,215	1,136,397
Building Division:	460,737	471,405	478,436
Town Planning Division:	50	11,811	37,139
Finance Division:	535,797	545,378	587,257
Valuation Division:	169,777	178,960	322,310
Special Expenditure:			
Procurements	320,350	648,330	494,290
Market Construction & Extension	1,470,000	1,762,020	1,382,010
Drainage Construction & Improvement	493,010	413,010	100,020
Other Development Works	265,050	997,050	269,790
Evaluation Works	10	20,000	737,800
Subtotal	9,470,169	11,334,941	11,010,616
Surplus(Deficit) to General Reserve Fund	(1,730,984)	(3,285,259)	(288,876)
Total Expenditure	7,739,185	8,049,682	10,721,740

(1) Contribution equivalent to rates due from the government and quasi governmental agencies including State and Federal Government, Army/Air Force, Penang Port Commission, National Electricity Board, Malayan Railways, Penang Water Authority and National Padi(Rice) Board.

の絶好の機会であるから、税率を下げることは出来るだけ避けて、再評価の正当性を住民に説得する方がむしろ得策ではなかろうか。

なおＭＰＳＰの支出の大部分は公共衛生サービスであり、廃棄物やし尿の処理、環境整備施設の建設、清掃のためのもので、その次に大きな支出は、公共市場や公共衛生施設の建設や整備に対するものである。大規模な建設工事の資金は州政府からのローンでまかなわれているが、その利子は年５％と低く返済期間は１０年となっている。１９７７年１２月３１日現在、返済残額は１４７,８００マレーシヤドルとなっている。表１０.１に示されている様に、市の収支のバランスをみると３ヶ年のうち １９７６ 年のものが最も赤字が大きいが、これは税収の伸び悩みとこの年に集中した建設工事のための支出によるものと思われる。税収については、現在工場や住宅の新設が大規模に進められていることから、これに伴って当然課税対象額の増加が見込まれ将来かなりの増収が予想される。

１０.２　ペナン水道公社（ＰＷＡ）の財政状況

プロジェクト地区の水道は、当該下水プロジェクトに密接に関連している。通常下水排水の流量の推定は水道消費水量に基づくものであり、下水道料金は水道料金と組み合わせることが最も合理的なものとされている。本報告書でも、水道料金に準じた下水料金の制度を推奨し、その徴収を水道局に委託することを想定しているので、財務関連部局としての水道公社財務状況を記述することにした。ペナン水道公社は１９７３年１月連邦政府政令に基づき、自治公共企業体として設立されたが、この時にペナン島のジョージタウン市とその周辺の水道供給を管轄していたジョージタウン市水道局と、本事業対象地区を含んだウェルスリー県全体とペナン島の市外区域の水道を管轄していた州公共事業局の水道部局とが合併されて、新たにペナン水道公社とよばれることになった。

この新しく誕生したＰＷＡは、設立以来ペナン州全体の水道を管理経営している。ＰＷＡの財政は設立以来水道料金の増収がほぼ一定して年１０％程度伸びていることから安定している。

各会計年次毎に生じた余剰金は、主として施設の建物や営繕の資金にあてられている。表１０.２はＰＷＡの１９７３年設立以来の年次経営収支の状況を示したものである。

ＰＷＡの実施している水道料金は１９７３年に制定されたもので、一般家庭用水道は２２.７５トン（５０００英ガロン）迄４.５５トン（１０００英ガロン）当り０.６マレーシヤドル、２２.７５トン以上は４.５５トン当り、０.９５マレーシヤドル、商工業者に対する料金は２２,７５０トン（５００万英ガロン）迄４.５５トン当り１.３ドルとなっている。ＰＷＡの経営は、有能なスタッフと最新のコンピューターシステムの導入によりよく機能化されている。なお、ＰＷＡは優秀な料金徴収システムを有しているため、他の公共企業から公共料金の徴収を委託されることが多い。ＰＷＡは、最近ＡＤＢの借款で現在ペナン州全域の水道用水源となっているムダ河の開発プロジェクトを実施完了した。さらに第３次マレーシヤ開発計画の一環として、連邦政府の資金援助のもとに下記のプロジェクトを計画または実施している。

(a)　ムダ河関連計画

i)　スプランプライ地区、ドゥア河の浄水場の改修とポンプ新規購入：積算コスト約１００万マレーシヤドル、実施期間１９７８年から１９７９年まで。

ii)　ペナン島ウェールクェイからブキットダンバーに至る全長約 4.9 km、管径 1,220 mmの水道用鋼管の布設：積算コスト約２５０万マレーシヤドル、実施期間１９７７年から１９７９年まで。

iii)　ブキットダンバーの４５,５００トン（１０００万英ガロン）の給水用貯水池の建設：積算コスト５００万マレーシヤドル、

表１０.２　ペナン水道公社年間収支計算書

Number of Consumers	1973	1974	1975	1976
Domestic	79,626	83,018	89,580	84,025
Trade	—	—	—	5,618
Total Quantity of Water Supplied (million gal/year)	11,464.93	11,877.56	13,434.05	14,491.87
REVENUE				
(1) from metered supplies	$9,408,792	$11,185,770	$12,440,505	$13,690,257
(2) from other sources	327,668	338,082	742,988	835,667
Total Revenue	$9,736,460	$11,523,852	$13,183,493	$14,525,924
EXPENDITURE - RECURRENT				
(1) Production & Distribution	4,030,304	4,366,755	4,955,790	4,965,845
(2) Management & General	1,088,439	1,390,814	1,764,355	1,758,114
(3) Depreciation	-	2,491,940	2,656,365	2,767,565
(4) Interest	2,850,411	3,048,855	3,041,008	2,975,089
Total Recurrent Expenditure	$7,969,154	$11,298,364	$12,417,518	$12,466,613
EXPENDITURE - CAPITAL				
(1) New Capital Works (including renewal)	6,811,224	2,362,474	1,839,224	2,011,417
(2) New Meters	153,576	270,155	330,091	97,660
Total Capital Expenditure	$6,964,800	$2,632,629	$2,169,315	$2,109,077

実施期間1977年から1979年まで。

(iv) ブキットインデラ・ムダ貯水池からブキットメルタジャムに至る全長6.1km、管径533mm のアスベストセメント管の布設：積算コスト80万マレーシヤドル、実施期間1978年から1979年まで。

(b) 農村部水道布設計画：積算コスト150万マレーシヤドル、実施期間1976年から1980年まで

10.3 プロジェクト実施のための資金調達

10.3.1 建設コスト資金源

プロジェクトの実行可能性は、究極的には実施機関の財政負担となる建設コストの規模と、その調達方法に大きく左右される。とくに、下水プロジェクトの場合には、地域環境整備に対する中央政府の関心の度合によって拡大されることもある。つまり、ある市でとくに下水施設未整備のため汚染の度合が著しく、早急な対策が必要な場合には中央政府は下水プロジェクトを重要視しかなりの資金援助も考えるであろう。この様な場合には、その援助額に応じて建設コストの規模の拡大も可能となろう。もし下水プロジェクトに対し政府補助が無く完全な独立採算が要求されるなら、建設コストの規模は地域実施機関の財政能力の範囲内で決定されることになる。

本プロジェクトは、原則的には、中央政府からの政府補助を考慮に入れない独立採算ベースで考え、前章5.3.3においてその建設費の規模を1977年時価で28,878,000マレーシヤドルに決定した。なおこの建設コストは、プロジェクト実施主体であるMPSPの負担するものだけで、宅地等の開発地域の下水システムの建設は当該開発業者が負担し、使用者と下水システムを結ぶ取付管や屋内付属設備の費用は、使用者の負担として上記コストには含まれていない。建設必要資金のうち、外貨必要部分は世界銀行、アジア開発銀行、日本政府の海外経済協力基金の融資等を想定し、残りの現地貨分に対しては連邦政府の融資を想定した。ただし、代替案として現地貨分の一部も外国融資でカバーすることも考えてみた。

なおプロジェクトが独立採算をベースに運営されることが望ましいことであるが、膨大なコストが必要とされる反面それ相応の収入の見込めない下水プロジェクトには、何らかの補助を必要とすることは避けられないであろう。当該下水事業に対しても何らかの形の補助が必要となるであろう。

10.3.2 運営資金

下水システムが建設されたら、そのシステムを長期にわたり安全かつ効率的に運転し維持管理してゆかねばならないのでそのための十分な資金が必要となってくる。この運営資金は各年の施設の運転及び維持管理のための費用とローンの返済等の金融費用をカバーしなければならない。

運営資金捻出の方法は色々あるが、原則として簡単であること、合理的であること、実際的であること、法的強制力を有すること、公平であることの5つを出来るだけ満足させるものが望ましい。費用弁済のための収入計画は一般からの料金の徴収に基づくものであるが、この場合「受益者負担」の原則が料金の設定に適用される。

この受益者負担は大きく分けて2つの方法に要約される。

1つは、使用者が下水システムを直接使用する度合を厳密に料金に反映させるやり方であり、もう1つは直接にはシステムを使用しなくとも、間接的に下水システムの利益を受ける地域全体の住民に対して一部費用を負担させるやり方である。

前者は、直接下水システム使用する度合に応じて料金を徴収するもので、下水排水量に応じて料金を設定することが最も合理的と考えられる。後者は、もっぱら使用料金収入を補足するもので、土地や家屋に対する税金等が一般的な方法とされている。

以下に運営資金調達の方法としてマレーシヤも含めたいくつかの国で実施されているものを参考としてリストアップしてみたが、この中から最も適当な方法を選択し、本プロジェクトの財政計画に適用させることにした。

(a) 便器あたりの料金

住居からの排泄物量はトイレの数に比例しているとの見方で、便器の数に一定の料金を掛けて、料金を徴収するやり方である。この方法は、徴収の管理事務が極めて簡単でペナン州ではジョージタウンですでに実施している。ただこの方法の根拠となっている便器の数は、下水パイプに流入する汚水の量に比例しているとは思えないし、もっと適当な方法を考えるべきである。

(b) 給排水設備当り料金

水道の蛇口、冷房装置、水洗便器等の水を使用する器具設備の数に一定料金を掛けて料金を算出する方法である。

この方法は、家庭排水は水の使用量に比例したものであり、この水の使用量は、上記設備の数に比例するものであるとの観点から考えられたものであるが、設備の数は必らずしも水の使用量に比例してないので、もっと合理的な方法を考慮すべきである。

(c) 人数当り料金

汚水排水の量は、家屋や工場の中の人数に比例するものとして、人数に一定の料金を掛けて料金を算出する方法である。この方法は、汚水量の算定が上記(a)と(b)の２つの方法に比較してより合理的と考えられるが、致命的な欠点として考えられることは、本プロジェクト地域に住民登録制度がなく、実際の人数を確認することが不可能なために、実現性が余りない。

(d) 水道料金に準じたもの

この方法はメーターで計測された水道使用量に、一定の料金を掛けて下水使用料金を算出する方法である。したがって、この方法は下水使用料金を徴収する方法としては、最も有効かつ合理的な方法である。

水道水として給水されるものの殆んどは下水システムに排出されることから、水道使用量を測ることによって充分汚水排水量を推定できるし、水道使用量はメーターによって正確に測定できる。また料金の徴収は、水道料金の場合と同じく、不払いの時は給水カットの処置等によって法的強制ができるし、現在すでに使っている水道料金請求伝票に下水料金を併記することにより徴収事務も簡単である。

なお下水道使用者が水道水を使わず、井戸を使用している場合は汚水排水量の測定が困難であるが、本プロジェクト地域内の住民は、殆んど水道水を使用しているので問題はないようである。

ペナン水道公社、ＰＷＡの担当官の話では、ＰＷＡの料金徴収はコンピューター導入等最新のシステムを駆使し、よく管理されていて、水道料金以外の他の料金徴収も適当な委託手数料を受け取って、請負っているとのことである。

(e) 下　水　税

既存の一般市税に加えて、特に下水システムの布設された地域から下水サービスに対する税金を徴収することである。この税金は一般税と異り、下水プロジェクト実施地域のみから徴収される目的税である。

現在施行されている地方行政法（Local Government Act.，1976）は、128章、130章及び131章の各条文で下水システムが布設されている地域、もしくは布設が予定されている地域から、下水システム建設や維持管理の

費用のために、年最高５％の税金を土地家屋の評価額（他人に賃貸した場合に見込める年間賃貸料に換算してある）に掛けて徴収できる権利を市に与えている。

(f) 工場排水特別料金

工場排水は家庭排水と異った水質であることが多く、処理に特別の費用がかかることが多いので、工場側に多くかかる費用分だけ割り増しした料金をかけることが適当ではないかという意見が最近広く唱えられる様になった。この様な料金は、しばしば割り増し料金の形で、家庭排水に含まれるＢＯＤやＳＳ、もしくは他の含有物質が規制標準量を超過したものに対して、単位当りいくらという様に徴収される。この場合、あらかじめ排水規制を設け、ＢＯＤやＳＳの規準値やその他を規制した法規や付則が必要となってくる。

なお、工場側は、自己の排水にあたって技術や経済面から考慮した上で、適切な排水の手段を選ぶことができる。つまり、工場内に前処理施設を設けることにより、家庭排水と同程度迄自己の排水を処理できるなら、特別に割り増し料金を支払うことなく、下水システムに排水することができるし、この様な施設を設けることを好まなければ、割り増し料金を払ってそのまま下水システムへ排水すれば良い。

この様な工場に対する特別料金は、工場が自主的にその排水の汚染度をコントロールしたり、工場で生産に使われる原材料や水の効率的利用を計る等副次的な効果を期待することができる。この利点は確かに見逃すことの出来ない重要なものであるが、この料金を実際に施行し管理するには幾多の困難が伴う。料金算定のために、工場排水の定期的検査、見本の採集、分析測定等のために余分にかかる費用と労力は、決して無視出来ない程大きいものである。

１０.４　収入計画の勧告

下水システム運営費用やローンの返済等、プロジェクト実施期間各年次に必要となる出費をカバーするための運営資金の調達は、基本的には下水システム使用者から、その受益の度合に応じて徴収する料金に依存しなければならない。受益者の中には、直接下水システム利用者と直接使用しないが間接的な利益、すなわち保健衛生の整備向上、汚染媒介物の除去、大小河川の清浄化、環境の美化とそれに伴う土地の価格上昇等を享受する土地所有者がいる。直接の使用者は、主として下水システムの維持管理に必要な経費を負担することが望ましい。なぜなら、彼らの排出する下水は質量ともに維持管理の費用に密接に関連しているからである。間接的受益者は、原則的に直接使用によって生ずる経費以外のもの、すなわち、システムの建設コストを負担することになる。この建設コストは、実際には長期のローンで調達されることが多いので、建設コストの負担はローンの返済金を負担することと同意義に解釈することができよう。

下水システムの維持管理費用は、汚水量に密接に関連しているので、その費用に見合った使用料金を徴収する場合、各人の消費する水量に応じた料金を徴収することが、最も妥当と思われる。

この方法は、殆んどの住民が水道を使用し、その水量が適確に計測されているプロジェクト地域では最適な方法と思われる。この料金は現存の水道公社ＰＷＡにより現行水道料金と組み合せて、同じ請求伝票で処理できる。徴収された料金は一定の手数料をＰＷＡに支払った後に、下水プロジェクト実施機関の会計へ振り込まれることになる。この料金制度を実施するに当って、ＰＷＡの法令（Penang Water Authority Enactment, 1972）に、下水料金を水道料金と組んで徴収することと、下水料金不払いに対する給水停止の権限を与える条項を加えることが必要となる。下水使用料金だけでは運営経費はまかなえないので、新たに下水税を受益者に課す方法も検討されたが、現地ＭＰＳＰの担当官の意見から推察すると、下水システム布設地域に下水税といったものを課すことは、論理的に正しいことではあるが、過去の経験から

みると、新たな税金を設けて徴収することを今回の第１期計画で実現することは、政治的要因もからんで極めて困難であり、こういった収入計画は非現実的なものとなりかねないことが判明したので、推奨しないことにした。

前記したように、現在の市の財政の殆んどは、土地家屋に対する年税であるが、この年税の一部を下水プロジェクトの財政補助に向けることが考えられる。ただこのやり方は、市全域からの税金が一部下水普及地域にのみ使用されるという不公平さは否定できないが、下水サービスによる便益をもっと広く、地域社会全体の保健衛生の向上という意味に解釈すれば良い。

結論として、使用者からの水道料金をベースとした下水料金と、市の一般税会計からの繰り入れの２つの財収の組み合せを本プロジェクトの財政計画上、もっとも有効で実際的な方法として推奨する。

なお、工場に対する下水使用特別料金は、実施に至るまでに技術的側面と法的側面から万全の準備が必要となり、これにはかなりの期間を要することが予想され、早期に実施することは不可能であろうし、かかる料金制度を本プロジェクトの財政計画に組み入れることは、計画倒れとなる恐れがあるので推奨を避けた。したがって、本プロジェクト第一期事業では工場に対する料金は、一般家庭に対するのと同じ率を水道料金に掛けて徴収することにした。

この様に、工場排水に対して特別の料金を設けず同率の下水料金を設定したことは、工場排水には特別の費用がかかり、それ故特別の料金を設定するのが妥当ではないかという説に矛盾する様であるが、次のことを考慮するなら、あながち不当ともいえないであろう。すなわち、本プロジェクトでは、工場側に対し極力前処理施設を建設することを推奨し、下水システム受入れの水質を一般家庭汚水なみに処理するようにしているし、また現在の工場に対する水道料金は家庭に対するものの約２倍であることから、工場に対する下水料金は結果的には家庭汚水に対するものの２倍近くになり、工場に対する特別料金設定の代替案ともなり得ることである。

なお、下水料金徴収は、本プロジェクトの財政計画にとって極めて重要な財源となるもので、この徴収が遅滞なく行われることが、プロジェクト存続にとって不可欠である。そのためには下水システムとの接続を法的強制でもって推進しなければならないが、それよりももっと強力な手段としては、下水のサービスパイプが家屋や建物の近くに（例えば３０メートル以内）布設されたら、その家屋建物の所有主が下水パイプへのコネクションを実施するか否かにかかわらず、下水料金を強制的に徴収する法規を制定することである。それにより、下水システムに対する認識不足から下水システムの利用に積極的でない者が多く、利用者が遅々として増えず、したがって料金の徴収も計画通りに進まないといった問題も解消することになろう。

１０.５　財政計画実施案

すでに設定された年次建設計画とそれに対する融資計画、年次経費に対する収入計画が財政計画の根幹となるが、その中で融資の条件が現在のところ流動的で、選択の余地があるので、融資条件の異る以下の４つの代替案を作成した。

代替案－１：プロジェクト総コストの約21％ に相当する外貨分7,918,000ドル（マレーシヤドルに換算）を世界銀行もしくはアジ銀からの融資とし、総コストの約79％に当る現地貨分29,831,000マレーシヤドルを連邦政府の融資とする。

代替案－２：プロジェクト総コストの約21％に相当する外貨分7,918,000ドル（マレーシヤドルに換算）をＯＥＣＦ（日本政府、海外経済協力基金）からの融資、総コストの約 79％ に当る現地貨分 29,831,000 マレーシヤドルを連邦政府の融資とする。

代替案－3：プロジェクト総コストの約 40% に相当する 15,100,000 マレーシヤドルを世界銀行もしくはアジ銀からの融資とし総コストの約60%に相当する22,649,000マレーシヤドルを連邦政府から融資する。

代替案－4：プロジェクト総コストの約 40% に相当する 15,100,000マレーシヤドルをOECFからの融資、総コストの約 60% に相当する 22,649,000 マレーシヤドルを連邦政府からの融資とする。

次に4つの財政計画代替案の試算根拠を記述し、又各代替案の試算結果を示した財務諸表は表10.7から10.18に示した。

(1) 1980年から1985年迄の第一期建設計画の建設コストと、1980年から1990年迄の維持管理費を夫々表10.3から10.5に示し、年次毎の必要資金が一覧できるようにした。尚コストには夫々年5%の物価上昇を見込んだ。

(2) 融　　資

世界銀行、アジア開発銀行等の国際金融機関や日本のOECFからの融資で、プロジェクトの外貨分の資金調達を考えた。

ただプロジェクトの外貨分は積算の結果僅か 21% 位にしかならなかったので、現地貨の余裕があまりなく外貨の融資がもっと必要となることも考慮して、代替案として外貨分を 40% にしたものも考慮してある。

融資条件は、世界の融資機関がマレーシヤも含め東南アジア地域に実施しているものを参考にした。世銀又はアジ銀の融資は6年据置後20年の均等償還、年利8%とし、OECFのそれは6年据置後14年の均等償還、年利4%とした。上記融資条件は営利的な開発計画等を対象にしたどちらかというときつい融資条件のもので、下水事業のような公共性の強いものに対してはもっとゆるい条件が適用される可能性もある。ただし、これは当然融資機関の融資に対する政策にゆだねるしかないと思う。

連邦政府からの融資は過去の実施の記録に基づき6年据置後30年均等償還、年利6%とした。

建設期間中の据置期間では、元金償還の繰り延べだけでなく、実施機関のMPSPの財政状態を考慮して利子返還の繰り延べも提案してある。尚この利子は施設の建設が終って下水事業の運営が安定してから返還されることが望ましい。

(3) 減価償却

減価償却率は稼動施設に対して年2.4%の総合平均償却率を適用した。尚、この償却率は以下に述べてある様に各施設の耐用年数とその施設が全体に占める割合に基づいている。

償却施設	耐用年数	償却率(a)	投資率(b)	(a) × (b)
下水管、処理池及び附属建物	50 年	2 %	93 %	1.9 %
機械器具類	15 年	6.7 %	7 %	0.5 %
			平均償却率……	2.4 %

(4) 収入予測

1983年から1985年迄一般家庭、商店、工場に対して各水道料金の 70% 相当分を下水使用料金として徴収する。徴収の時期は、下水使用開始時もしくは下水パイプが予定使用者の敷地から 100 フィート（約30メートル）の距離内に布設された時点からとする。

現在下水プロジェクト地域では、平均水道料金は一戸当り月間7マレーシヤドルでこの 70% は約5マレーシヤドルとなり、これは各戸の平均月収 610 マレーシヤドルに対して僅か 0.8% となり、このことから住民の支払能力は充分とみなされる。

なお、支払能力に関しては、後節「10.6 支払能力と意志」で詳しく述べる。一般工場に対しても、一般家庭と同率の下水料金を課してあるが、工場に対する水道料金が家庭のものの約2倍の単価であるため下水料金も工場に対するものは家庭のほぼ2倍となる。料金の詳細は表10.6「プロジェクト下水料金算出表」に記す。下水料金の徴収はペナン水道公社(PWA)に、徴収料金の2%のコミッションを支払って、料金徴収の作業を委託することにしてある。

料金は 1986 年からは水道料金の 90% に値上げをして物価上昇等による経費の増大に耐えるようにした。この値上げは物価上昇と供に予想される一般所得の増加によってカバーされるであろう。下水事業収入は上記下水使用料金だけでは充分でなく、MPSPの一般会計からの繰り入れで補充する必要があることは前述した。なおこの繰り入れ額は下水事業の運営上とくに、資金繰りの面から最低限必要な額としてある。

(5) 下水道事業運営の必要条件

下水道事業は他の事業と比較して、より大きい建設投資を要し施設の維持管理にも相当の出費を要するものであり、反面収入の規模は大きなものを望めないので、他の営利事業のような純益を期待することはむずかしい。

ただし、下水事業による利益は求めなくとも運営上最低限の資金手当は必要である。そのため利益の計上よりも運営上不可欠の資金繰りを重視する。そのためには少なくとも各年の維持管理費、ローンの返済金をカバーする予算がなければならない。この考えをベースに財政計画立案に際して、資金運用表における各年の資金残高は翌年の維持管理費の4ヶ月分を最低限カバーできるようにした。

(6) その他の条件

(a) 下水パイプと各家庭や工場との接続は下水パイプが当該家屋や工場の敷地から 100 フィート(約30メートル)以内に布設された時点で行われると想定してある。

(b) 開発業者が開発する地域内に於ける末端下水施設、取付管、屋内配管等は、当該開発業者の責任で建設施工を行う。したがって、これらの費用は政府の出費とならないので財政計画案にはもり込んでいない。

(c) 取付管その他下水を使用するにあたって、各個人の負担しなければならない費用が個人の財力では一時に出費することが困難なことがある場合を想定して、こういった個人に融資するシステムを設けることを推奨する。この融資の条件として、年利5%、返還期間6ヶ年のものを提案する。

このような必要費用は実際に下水施設が使用されだしてからその資金必要高も判明してくるので今回の財政計画の中には計上してない。

表10.3　プロジェクト建設費見積表（M$1,000）

	1980		1981		1982		1983		1984		1985		Total	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
Sewers			2,142	378	2,213	390	2,419	427	1,120	198	1,980	349	9,784	1,742
Pumping Station:														
Mech. & Electrical Equipment			104	242	19	44	68	160	52	122	63	146	306	714
Civil Works			515	129	81	20	170	42	393	98	172	43	1,331	332
Waste Stabilization Pond:														
Civil Works	-	-	-	-	973	243	1,316	329	-	-	1,007	252	3,296	824
Cleaning Machine	-	-	-	-	-	-	-	232	-	-	-	102		334
Land	4,123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,123	
Sub-Total	4,123	-	2,761	749	3,286	697	3,973	1,190	1,565	418	3,222	892	18,930	3,946
Consulting Services:														
Engineering Design	469	469	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	469	469
Supervision	-	-	70	105	80	120	103	155	40	60	82	123	375	563
Physical Contingencies	94	94	566	171	673	163	815	269	321	96	661	203	3,130	996
Total Project Cost (End, 1977 price)	4,686	563	3,397	1,025	4,039	980	4,891	1,614	1,926	574	3,965	1,218	22,904	5,974
Escalation Factors (a)	1.158		1.216		1.276		1.34		1.407		1.477			
Total Project Cost (Escalated Price)	5,426	652	4,131	1,246	5,154	1,250	6,554	2,163	2,710	808	5,856	1,799	29,831	7,918
	6,078		5,377		6,404		8,717		3,518		7,655		37,749	

L : Local Currency
F : Foreign Currency
(a) : 5% per annum for total cost

表１０.４　維持管理費見積表（物価上昇含む）（M$1,000）(a)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Payrol (b)	100	186	195	375	499	586	636	668	701	736	773
Maintenance				58	90	149	185	218	229	240	253
Power				35	49	64	82	111	118	126	134
Administration (c)	10	18	19	38	51	59	64	67	70	74	77
Total	110	204	214	506	689	858	967	1,064	1,118	1,176	1,237

(a) Escalated at 5% per annum on End 1977 price.
(b) Wages and salaries for the personnel to be employed for the sewerage works.
(c) Miscellaneous expenses including expenses for office supplies and personnel temporarily employed.

表１０.５　建設費と維持管理費の年間総計表（M$1,000）

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Construction	6,078	5,377	6,404	8,717	3,518	7,655	-	-	-	-	-
Operation & Maintenance	110	204	214	506	689	858	967	1,064	1,118	1,176	1,237
Total	6,188	5,581	6,618	9,223	4,207	8,513	967	1,064	1,118	1,176	1,237

表10.6 プロジェクト下水料金算出表

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
A. Total Population in Butterworth/ Bukit Mertajam Metropolitan Area	310,670	327,785	345,844	364,897	385,000	398,616	412,713	427,308	442,420	458,000
B. Estimated Connected Population			24,740	43,176	63,871	76,411	85,104	86,201	87,335	88,503
C. % of Population Connected			7.2	11.8	16.1	19.2	20.6	20.2	19.7	19.3
D. Estimated Households Connected			4,333	7,615	11,345	13,694	15,361	15,673	15,995	16,329
E. Estimated Water Consumption-Connected Customers in liters (Ig)/cap/day	189 (41.5)	191 (42)	193 (42.4)	195 (42.9)	197 (43.3)	199 (43.7)	201 (44.2)	203 (44.6)	206 (45.3)	208 (45.7)
F. Annual Domestic Water Consumption-Connected Customer (B x E x 365) in 1,000 m^3 (IMg)			1,743 (383)	3,076 (676)	4,591 (1,009)	5,551 (1,220)	6,247 (1,373)	6,384 (1,403)	6,570 (1,444)	6,716 (1,476)
G. Average Domestic Water Rate in M$/4,550 liters (1,000 Ig)			0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
H. Annual Domestic Water Charge (M$1,000)			287	507	757	915	1,030	1,052	1,083	1,107
I. Annual Trade Water Consumption-Connected Customers in 1,000 m^3 (IMg)			956 (210)	1,479 (325)	1,552 (341)	1,579 (347)	4,004 (880)	4,113 (904)	4,195 (922)	4,313 (948)
J. Average Trade Water Rate in M$/4,550 liters (1,000 Ig)			1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
K. Annual Trade Water Charge (M$1,000)			273	423	443	451	1,144	1,175	1,199	1,232
L. Total Annual Water Charge (H + K) (M$1,000)			560	930	1,200	1,366	2,174	2,227	2,282	2,339
M. Sewerage Charge Rate on Water Charge			70%	70%	70%	90%	90%	90%	90%	90%
N. Estimated Sewerage Charge (M$1,000)			392	651	840	1,229	1,957	2,004	2,054	2,105

Note: Ig = Imperial gallon or 4.55 liters

IMg = million Imperial gallon

表10.7 損益計算書 1980－1990 (M$1,000)

代替案－1

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Operating Revenues											
Sewerage Charge	-	-	-	392	651	840	1,229	1,957	2,004	2,054	2,105
General Rates	171	201	315	203	125	89	2,811	2,211	2,169	2,177	2,190
Total Operating Revenue	171	201	315	595	776	929	4,040	4,168	4,173	4,231	4,295
Operating Expenses											
Billing and Collection Fees (a)	-	-	-	8	13	17	25	39	40	41	42
Provision for Bad Debits (b)	-	-	-	4	7	8	12	20	20	21	21
Payroll	100	186	195	375	499	586	636	668	701	736	773
Power	-	-	-	35	49	64	82	111	118	126	134
Maintenance	-	-	-	58	90	149	185	218	229	240	253
Administration	10	18	19	38	51	59	64	67	70	74	77
Total Operating Expenses	110	204	214	518	709	883	1,004	1,123	1,178	1,238	1,300
Net Operating Income	61	(3)	101	77	67	46	3,036	3,045	2,995	2,993	2,995
Depreciation (c)	-	-	-	314	523	608	791	791	791	791	791
Interest	-	-	-	-	-	-	2,423	2,387	2,348	2,307	2,262
Net Income (Deficit)	61	(3)	101	(237)	(456)	(562)	(178)	(133)	(144)	(105)	(58)

(a) : Estimated at 2% of Sewerage Charge

(b) : Estimated at 1% of Sewerage Charge

(c) : Composite rate of 2.4% for Assets in Service

表10.8 資 金 運 用 表 1980－1990 (M$1,000)

代替案－1

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Sources of Funds											
Net Operating Income	61	(3)	101	77	67	46	3,036	3,045	2,995	2,993	2,995
Increase in Account Payable	9	8	1	25	16	15	10	10	4	5	5
Decrease in Current Assets (less cash)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Foreign Loan	652	1,246	1,250	2,163	808	1,799	-	-	-	-	-
Government Loan	5,426	4,131	5,154	6,554	2,710	5,856	-	-	-	-	-
Government Subsidy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Sources	6,148	5,382	6,506	8,819	3,601	7,716	3,046	3,055	2,999	2,998	3,000
Application of Funds											
Capital Expenditure	6,078	5,377	6,404	8,717	3,518	7,655	-	-	-	-	-
Interest:											
Foreign Loan:	-	-	-	-	-	-	633	620	605	589	571
Government Loan	-	-	-	-	-	-	1,790	1,767	1,743	1,718	1,691
Amortization of Principal											
Foreign Loan	-	-	-	-	-	-	173	186	201	217	235
Government Loan	-	-	-	-	-	-	377	400	424	449	476
Total Debt Service	-	-	-	-	-	-	2,973	2,973	2,973	2,973	2,973
Increase in Current Assets (less cash)	2	2	-	39	25	20	34	63	6	5	5
Decrease in Current Liabilities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Applications	6,080	5,379	6,404	8,756	3,543	7,675	3,007	3,036	2,979	2,978	2,978
Net Cash Increase (Decrease)	68	3	102	63	58	41	39	19	20	20	22
Cash Available at End of Year	68	71	173	236	294	335	374	393	413	433	455

表10.9 貸借対照表 1980－1990 (M$1,000)

代替案－1

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Assets											
Fixed Asses:											
Land	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774
Utility Plant in Service	-	-	-	13,085	21,802	25,320	32,975	32,975	32,975	32,975	32,975
Less Accumulative Depreciation	-	-	-	314	837	1,445	2,236	3,027	3,818	4,609	5,400
Net Fixed Assets in Service	-	-	-	17,545	25,739	28,649	35,513	34,722	33,931	33,140	32,349
Construction in Progress	1,304	6,681	13,085	8,717	3,518	7,655	-	-	-	-	-
Total Fixed Assets	6,078	11,455	17,859	26,262	29,257	36,304	35,513	34,722	33,931	33,140	32,349
Current Assets:											
Cash	68	71	173	236	294	335	374	393	413	433	455
Account Receivable (a)	-	-	-	33	54	70	102	163	167	171	175
Inventory (b)	2	4	4	10	14	18	20	22	24	25	26
Total Current Assets	70	75	177	279	362	423	496	578	604	629	656
Total Assets	6,148	11,530	18,036	26,541	29,619	36,727	36,009	35,300	34,535	37,769	33,005
Liabilities and Equity											
Long Term Dept:											
Foreign Loan	652	1,898	3,148	5,311	6,119	7,745	7,559	7,358	7,141	6,906	6,652
Government Loan	5,426	9,557	14,711	21,265	23,975	29,454	29,054	28,630	28,181	27,705	27,200
Total Long Term Debt	6,078	11,455	17,859	26,576	30,094	37,199	36,613	35,988	35,322	34,611	33,852
Current Liabilities:											
Accounts Payable (c)	9	17	18	43	59	74	84	94	98	103	108
Current Debt Maturities	-	-	-	-	-	550	586	625	666	711	759
Total Current Liabilities	99	17	18	43	59	624	670	719	764	814	867
Equity											
Government Capital Contribution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retained Earnings	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(1,274)	(1,407)	(1,551)	(1,656)	(1,714)
Total Equity	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(1,274)	(1,407)	(1,551)	(1,656)	(1,714)
Total Liabilities and Equity	6,148	11,530	18,036	26,541	29,619	36,727	36,009	35,300	34,535	33,769	33,005

(a) Estimated at 1/12 of Operating Revenues (b) Estimated at 2% of Operating Expenses (c) Estimated at 1/12 of Operating Expenses

表10.10 損益計算書 1980－1990 (M$1,000)

代替案－2

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Operating Revenues											
Sewerage Charge	-	-	-	392	651	840	1,229	1,957	2,004	2,054	2,105
General Rates	171	201	315	203	125	89	2,755	2,155	2,113	2,121	2,134
Total Operating Revenue	171	201	315	595	776	929	3,984	4,112	4,117	4,175	4,239
Operating Expenses											
Billing and Collection Fee (a)	-	-	-	8	13	17	25	39	40	41	42
Provision for Bad Debts (b)	-	-	-	4	7	8	12	20	20	21	21
Payroll	100	186	195	375	499	586	636	668	701	736	773
Power	-	-	-	35	49	64	82	111	118	126	134
Maintenance	-	-	-	58	90	149	185	218	229	240	253
Administration	10	18	19	38	51	59	64	67	70	74	77
Total Operating Expenses	110	204	214	518	709	883	1,004	1,123	1,178	1,238	1,300
Net Operating Income	61	(3)	101	77	67	46	2,980	2,989	2,939	2,937	2,939
Depreciation (c)	-	-	-	314	523	608	791	791	791	791	791
Interest	-	-	-	-	-	-	2,107	2,066	2,024	1,981	1,934
Net Income (Deficit)	61	(3)	101	(237)	(456)	(562)	82	132	124	165	214

(a) : Estimated at 2% of Sewerage Charge

(b) : Estimated at 1% of Sewerage Charge

(c) : Composite rate of 2.4% for Assets in Service

表10.11 資金運用表 1980－1990 (M$1,000)

代替案－2

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Sources of Funds											
Net Operating Income	61	(3)	101	77	67	46	2,980	2,989	2,939	2,937	2,939
Increase in Account Payable	9	8	1	25	16	15	10	10	4	5	5
Decrease in Current Assets (less cash)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Foreign Loan	652	1,246	1,250	2,163	808	1,799	-	-	-	-	-
Government Loan	5,426	4,131	5,154	6,554	2,710	5,856	-	-	-	-	-
Government Subsidy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Sources	6,148	5,382	6,506	8,819	3,601	7,716	2,990	2,999	2,943	2,942	2,944
Application of Funds											
Capital Expenditure	6,078	5,377	6,404	8,717	3,518	7,655	-	-	-	-	-
Interest:											
Foreign Loan	-	-	-	-	-	-	317	299	281	263	243
Government Loan	-	-	-	-	-	-	1,790	1,767	1,743	1,718	1,691
Amortization of Principal:											
Foreign Loan	-	-	-	-	-	-	433	451	469	487	507
Government Loan	-	-	-	-	-	-	377	400	424	449	476
Total Debt Service	-	-	-	-	-	-	2,917	2,917	2,917	2,917	2,917
Increase in Current Assets (less cash)	2	2	-	39	25	20	34	63	6	5	5
Decrease in Current Liabilities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Applications	6,080	5,379	6,404	8,756	3,543	7,675	2,951	2,980	2,923	2,922	2,922
Net Cash Increase (Decrease)	68	3	102	63	58	41	39	19	20	20	22
Cash Available at End of Year	68	71	173	236	294	335	374	393	413	433	455

表10.12 貸借対照表 1980－1990（M$1,000）

代替案－2

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Assets											
Fixed Assets:											
Land	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774
Unility Plant in Service	-	-	-	13,085	21,802	25,320	32,975	32,975	32,975	32,975	32,975
Less Accumulative Depreciation	-	-	-	314	837	1,445	2,236	3,027	3,818	4,609	5,400
Net Fixed Assets in Sercice	-	-	-	17,545	25,739	28,649	35,513	34,722	33,931	33,140	32,349
Construction in Progress	1,304	6,681	13,085	8,717	3,518	7,655	-	-	-	-	-
Total Fixed Assets	6,078	11,455	17,859	26,262	29,257	36,304	35,513	34,722	33,931	33,140	32,349
Current Assets											
Cash	68	71	173	236	294	335	374	393	413	433	455
Account Receivable (a)	-	-	-	33	54	70	102	163	167	171	175
Inventory (b)	2	4	4	10	14	18	20	22	24	25	26
Total Current Assets	70	75	177	279	362	423	496	578	604	629	656
Total Assets	6,148	11,530	18,036	26,541	29,619	36,727	36,009	35,300	34,535	33,769	33,005
Liabilities and Equity											
Long Term Dept:											
Foreign Loan	652	1,898	3,148	5,311	6.119	7,485	7,034	6,565	6,078	5,571	5,044
Government Loan	5,426	9,557	14,711	21,265	23,975	29,454	29,054	28,630	28,181	27,705	27,200
Total Long Term Debt	6,078	11,455	17,859	26,576	30,094	36,939	36,088	35,195	34,259	33,276	32,244
Current Liabilities:											
Accounts Payable (c)	9	17	18	43	59	74	84	94	98	103	108
Current Debt Maturities	-	-	-	-	-	810	851	893	936	936	1,032
Total Current Liabilities	9	17	18	43	59	884	935	987	1,034	1,086	1,140
Equity:											
Government Capital Contribution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retained Earnings:	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(1,014)	(882)	(758)	(593)	(379)
Total Equity	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(1,014)	(882)	(785)	(593)	(379)
Total Liabilities and Equity	6,148	11,530	18,036	26,541	29,619	36,727	36,009	35,300	34,535	33,769	33,005

(a) Estimated at 1/12 of Operating Revenues (b) Estimated at 2% of Operating Expenses (c) Estimated at 1/12 of Operating Expenses

表10.13 損益計算書 1980－1990 (M$1,000)

代替案－3

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Operating Revenues											
Sewerage Charge	-	-	-	392	651	840	1,229	1,957	2,004	2,054	2,105
General Rates	171	201	315	203	125	89	2,951	2,421	2,379	2,387	2,400
Total Operating Revenue	171	201	315	595	776	929	4,250	4,378	4,383	4,441	4,505
Operating Expenses											
Billing and Collection Fees (a)	-	-	-	8	13	17	25	39	40	41	42
Provision for Bad Debts (b)	-	-	-	4	7	8	12	20	20	21	21
Payroll	100	186	195	375	499	586	636	668	701	736	773
Power	-	-	-	35	49	64	82	111	118	126	134
Maintenance	-	-	-	58	90	149	185	218	229	240	253
Administration	10	18	19	38	51	59	64	67	70	74	77
Total Operating Expenses	110	204	214	518	709	883	1,004	1,123	1,178	1,238	1,300
Net Operating Income	61	(3)	101	77	67	46	3,246	3,255	3,205	3,203	3,205
Depreciation (c)	-	-	-	314	523	608	791	791	791	791	791
Interest	-	-	-	-	-	-	2,567	2,524	2,477	2,426	2,373
Net Income (Deficit)	61	(3)	101	(237)	(456)	(562)	(112)	(60)	(63)	(14)	41

(a) : Estimated at 2% of Sewerage Charge

(b) : Estimated at 1% of Sewerage Charge

(c) : Composite rate of 2.4% for Assets in Service

表10.14 資金運用表 1980－1990 (M$1,000)

代替案－3

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Sources of Funds											
Net Operating Income	61	(3)	101	77	67	46	3,246	3,255	3,205	3,203	3,205
Increase in Account Payable	9	8	1	25	16	15	10	10	4	5	5
Decrease in Current Assets (less cash)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Foreign Loan	2,431	2,151	2,562	3,487	1,407	3,062	-	-	-	-	-
Government Loan	3,647	3,226	3,842	5,230	2,111	4,593	-	-	-	-	-
Government Subsidy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Sources:	6,148	5,382	6,506	8,819	3,601	7,716	3,256	3,265	3,209	3,208	3,210
Application of Funds											
Capital Expenditure	6,078	5,377	6,404	8,717	3,518	7,655	-	-	-	-	-
Interest:											
Foreign Loan	-	-	-	-	-	-	1,208	1,182	1,153	1,122	1,089
Government Loan	-	-	-	-	-	-	1,359	1,342	1,324	1,304	1,284
Amortization of Principal:											
Foreign Loan	-	-	-	-	-	-	330	356	385	416	449
Government Loan	-	-	-	-	-	-	286	303	321	341	361
Total Debt Service	-	-	-	-	-	-	3,183	3,183	3,183	3,183	3,183
Increase in Current Assets (less cash)	2	2	-	39	25	20	34	63	6	5	5
Decrease in Current Liabilities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Applications	6,080	5,379	6,404	8,756	3,543	7,675	3,217	3,246	3,189	3,188	3,188
Net Cash Increase (Decrease)	68	3	102	63	58	41	39	19	20	20	22
Cash Available at End of Year	68	71	173	236	294	335	374	393	413	433	455

表10.15 貸借対照表 1980－1990 (M$1,000)

代替案－3

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Assets											
Fixed Assets:											
Land	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774
Utility Plant in Service	-	-	-	13,085	21,802	25,320	32,975	32,975	32,975	32,975	32,975
Less Accumulative Depreciation	-	-	-	314	837	1,445	2,236	3,027	3,818	4,609	5,400
Net Fixed Assets in Service	-	-	-	17,545	25,739	28,649	35,513	34,722	33,931	33,140	32,349
Construction in Progress	1,304	6,681	13,085	8,717	3,518	7,655	-	-	-	-	-
Total Fixed Asses	6,078	11,455	17,859	26,262	29,257	36,304	35,513	34,722	33,931	33,140	32,349
Current Assets:											
Cash	68	71	173	236	294	335	374	393	413	433	455
Account Receivable (a)	-	-	-	33	54	70	102	163	167	171	175
Inventory (b)	2	4	4	10	14	18	20	22	24	25	26
Total Current Assets	70	75	177	279	362	423	496	578	604	629	656
Total Assets	6,148	11,530	18,036	26,541	29,619	36,727	36,009	35,300	34,535	33,769	33,005
Liabilities and Equity											
Long Term Dept:											
Foreign Loan	2,431	4,582	7,144	10,631	12,038	14,770	14,414	14,029	13,613	13,164	12,679
Government Loan	3,647	6,873	10,715	15,945	18,056	22,363	22,060	21,739	21,398	21,037	20,654
Total Long Term Debt	6,078	11,455	17,859	26,576	30,094	37,133	36,474	35,768	35,011	34,201	33,333
Current Liabilities:											
Accounts Payable (c)	9	17	18	43	59	74	84	94	98	103	108
Current Debt Maturities	-	-	-	-	-	616	659	706	757	810	868
Total Current Liabilities	9	17	18	43	59	690	743	800	855	913	976
Equity:											
Government Capital Contribution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retained Earnings	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(1,208)	(1,268)	(1,331)	(1,345)	(1,304)
Total Equity	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(1,208)	(1,268)	(1,331)	(1,345)	(1,304)
Total Liabilities and Equity	6,148	11,530	18,036	26,541	29,619	36,727	36,009	35,300	34,535	33,769	33,005

(a) Estimated at 1/12 of Operating Revenues (b) Estimated at 2% of Operating Expenses (c) Estimated at 1/12 of Operating Expenses

表10.16 損益計算書 1980－1990 (M$1,000)

代替案－4

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Operating Revenues											
Sewerage Charge	-	-	-	392	651	840	1,229	1,957	2,004	2,054	2,105
General Rates	171	201	315	203	125	89	2,913	2,313	2,271	2,279	2,292
Total Operating Revenue	171	201	315	595	776	929	4,142	4,270	4,275	4,333	4,379
Operating Expenses											
Billing and Collection Fees (a)	-	-	-	8	13	17	25	39	40	41	42
Provision for Bad Debts (b)	-	-	-	4	7	8	12	20	20	21	21
Payroll	100	186	195	375	499	586	636	668	701	736	773
Power	-	-	-	35	49	64	82	111	118	126	134
Maintenance	-	-	-	58	90	149	185	218	229	240	253
Administration	10	18	19	38	51	59	64	67	70	74	77
Total Operating Expenses	110	204	214	518	709	883	1,004	1,123	1,178	1,238	1,300
Net Operating Income	61	(3)	101	77	67	46	3,138	3,147	3,097	3,095	3,097
Depreciation (c)	-	-	-	314	523	608	791	791	791	791	791
Interest	-	-	-	-	-	-	1,963	1,913	1,861	1,805	1,748
Net Income (Deficit)	61	(3)	101	(237)	(456)	(562)	384	443	445	499	558

(a) : Estimated at 2% of Sewerage Charge

(b) : Estimated at 1% of Sewerage Charge

(c) : Composite rate of 2.4% for Assets in Service

表10.17 資 金 運 用 表 1980－1990 (M$1,000)

代替案－4

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Sources of Funds											
Net Operating Income	61	(3)	101	77	67	46	3,138	3,147	3,097	3,095	3,097
Increase in Account Payable	9	8	1	25	16	15	10	10	4	5	5
Decrease in Current Assets (less cash)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Foreign Loan	2,431	2,151	2,562	3,487	1,407	3,062	-	-	-	-	-
Government Loan	3,647	3,226	3,842	5,230	2,111	4,593	-	-	-	-	-
Government Subsidy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Sources:	6,148	5,382	6,506	8,819	3,601	7,716	3,148	3,157	3,101	3,100	3,102
Application of Funds											
Capital Expenditure	6,078	5,377	6,404	8,717	3,518	7,655	-	-	-	-	-
Interest:											
Foreign Loan	-	-	-	-	-	-	604	571	537	501	464
Government Loan	-	-	-	-	-	-	1,359	1,342	1,324	1,304	1,284
Amortization of Principal:											
Foreign Loan	-	-	-	-	-	-	826	859	893	929	966
Government Loan	-	-	-	-	-	-	286	303	321	341	361
Total Debt Service	-	-	-	-	-	-	3,075	3,075	3,075	3,075	3,075
Increase in Current Assets (less cash)	2	2	-	39	25	20	34	63	6	5	5
Decrease in Current Liabilities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Applications	6,080	5,379	6,404	8,756	3,543	7,675	3,109	3,138	3,081	3,080	3,080
Net Cash Increase (Decrease)	68	3	102	63	58	41	39	19	20	20	22
Cash Available at End of Year	68	71	173	236	294	335	374	393	413	433	455

表10.18　貸借対照表　1980－1990（M$1,000）

代替案－4

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Aseets											
Fixed Assets:											
Land	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774	4,774
Utility Plant in Service	-	-	-	13,805	21,802	25,320	32,975	32,975	32,975	32,975	32,975
Less Accumulative Depreciation	-	-	-	314	837	1,445	2,236	3,027	3,818	4,609	5,400
Net Fixed Assets in Service	-	-	-	17,545	25,739	28,649	35,513	34,722	33,931	33,140	32,349
Construction in Progress	1,304	6,681	13,085	8,717	3,518	7,655	-	-	-	-	-
Total Fixed Assets	6,078	11,455	17,859	26,262	29,257	36,304	35,513	34,722	33,931	33,140	32,349
Current Assets:											
Cash	68	71	173	236	294	335	374	393	413	433	455
Account Receivable (a)	-	-	-	33	54	70	102	163	167	171	175
Inventory (b)	2	4	4	10	14	18	20	22	24	25	26
Total Current Assets	70	75	177	279	362	423	496	578	604	629	656
Total Assets	6,148	11,530	18,036	26,541	29,619	36,727	36,009	35,300	34,535	33,769	33,005
Liabilities and Equity											
Long Term Dept:											
Foreign Loan	2,431	4,582	7,144	10,631	12,038	14,274	13,415	12,522	11,593	10,627	9,622
Government Loan	3,647	6,873	10,715	15,945	18,056	22,363	22,060	21,739	21,398	21,037	20,654
Total Long Term Debt	6,078	11,455	17,859	26,576	30,094	36,637	35,475	34,261	32,991	31,664	30,276
Current Liabilities:											
Accounts Payable (c)	9	17	18	43	59	74	84	94	98	103	108
Current Debt Maturities	-	-	-	-	-	1,112	1,162	1,214	1,270	1,327	1,388
Total Current Liabilities	9	17	18	43	59	1,186	1,246	1,308	1,368	1,430	1,496
Equipty:											
Government Capital Contribution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retained Earnings	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(712)	(269)	176	675	1,233
Total Equity	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(712)	(269)	176	675	1,233
Total Liabilities and Equity	6,148	11,530	18,036	26,541	29,619	36,727	36,009	35,300	34,535	33,769	33,005

(a) Estimated at 1/12 of Operating Revenues (b) Estimated at 2% of Operating Expenses (c) Estimated at 1/12 of Operating Expenses

10.6 支払能力と意志

下水道使用者から下水サービスに対する使用料金を徴収することが、下水プロジェクトが財政上支障なく運営されてゆくために極めて重要なことである。したがって各使用者が料金支払いに対して充分経済的余力があるのか又、その支払いに対して気持として充分納得しているかいないかはプロジェクト存立の是非にも影響する重要なファクターとなっている。

支払能力は、通常各月の下水料金が各戸の月収の何パーセントに当るかを計算して推測するが、そのパーセントが小さければ小さい程各戸の支払いに対する余裕があることになる。このパーセントが開発途上国では、2%以下の場合支払能力があるといわれている。

支払いの意志は必らずしも支払い能力と両立するものではなく、各人の下水サービスに対する評価が異るし、自己の支払う金額を低く見積るのが一般的傾向である。

さらに下水サービスに対する評価は、他の公共サービス例えば水道等と比べてその受益の内容が余り直接的でなく、衛生の向上とか、環境の美化等の様に概念的のものが多くはっきりしていないきらいがある。この問題を解決するためには各人にもっと下水の有益な点を強調して、認識を広めるための運動が必要となってくる。

本プロジェクト実施に際して、将来各使用者がどれだけ支払能力を有し、またその支払いに対する気持があるかどうかを調べるため1976年と1977年の12月にそれぞれ現地で各戸を訪問して直接資料を集めた。プロジェクト地域には種々な形態をした家があるが、各家の形態は夫々の収入のレベルを示している。表10－19、表10－20に調査した家をそれぞれタイプ別に示している。

調査された内容は、各戸の月収の他に各戸の有する汚水排水処理施設、居住人数、現在支払っている水道料金等も含まれている。同表は1年の期間をはさんで2回行われた調査の結果をまとめたものである。

全体の住民の収入の規模を知るために、地域全体に広がって存在している家の中から夫々の所得のレベルを代表している種々の形態をした家を選んで調査した。この様に、サンプルをピックアップして調査したが、これで将来の料金徴収の計画のためには、充分の資料が得られたと思われる。1976年と1977年に行われた調査結果でとくに注目したいのは、1976年の平均一戸当り月収が530マレーシヤドルであるのに対し、1年後の1977年で平均610マレーシヤドルに増加していることである。支払能力はこの調査で充分あると判明したが、支払意志の方はそれ程はっきりした反応が得られなかった。私設浄化槽設備を有している家庭に住む人達は、現状にそれ程不満を感じていないことと、将来下水サービスがどのような便益を与えるかについても余りはっきりした認識を持っていないため、とくに支払意欲があるとは感じられなかったが、汲み取りやもっと原始的なし尿廃棄を行っている住民は完全な下水システムに対して強い興味を示し、ある者は月当り5マレーシヤドルの料金でも払う意志のあることを示した。

なお、浄化槽を使用している者は、その維持管理は市に税金を支払っているみかえりとして市の責任で無料サービスを受けているので、下水システムが完備されてその使用料金を請求された場合に、何らかの抵抗感を持つことが予想される。この様な住民の抵抗をあらかじめ緩和させるために、下水サービスの与える色々の便益、すなわち衛生環境の向上や、環境の美化に加えて、故障の起り易い浄化槽に比較して堅牢で安全な下水システムの機能上の利点を強く住民に訴え、広く認識を新たにさせることが必要と思われる。

なお、このような広報宣伝と説得だけでは、下水料金の支払いを徹底させることは困難である。法的な処置でもって支払いを強制することも究極的には必要であろう。

表10.20　1977年12月現地所得調査

Items	Numbers of Households Selected by House Type Total	A	B	C	F(1)	F(2)
Income (M$/Month) Less than 100	3	3				
101-200	13	11	2			
201-300	7	5	1			1
301-400	8	2	1	3	1	1
401-500	7	2	4			1
501-600	2				2	
601-700						
701-800	2	1		1		
801-900	1	1				
901-1000	6			4	1	1
1001-2000	12		2	2	7	1
Total	61	25	10	10	11	5
Average Income (M$)	610	260	570	860	1,170	700
Average Nos. of Residents	6	6	5	6	5	6
Average Water Bill (M$)	7	7	7	8	6	8
Max. Service Charge within Ability to Pay (M$)	12	5	11	17	23	14
Existing Waste Disposal System	BS or PL	CST	CST	CST	CST	PST

Notes:
- A: Wooden house in Kampong area
- B: One-storied attached terrace house
- C: Two-storied attached terrace house
- F(1): One-storied attached terrace house
- F(2): Two-storied semi-detached house
- BS: Bucket System
- PL: Pit Latrine
- CST: Communal Septic Tank
- PST: Private Septic Tank

表10.19　1976年12月現地所得調査

Items	Numbers of Households Selected by House Type Total	A	B	C	F(1)	F(2)
Income (M$/Month) Less than 100	3	3				
101-200	13	11	2			
201-300	7	5	1			1
301-400	8	2	1	3	1	1
401-500	7	2	4			1
501-600	2				2	
601-700						
701-800	2	1		1		
801-900	1	1				
901-1000	6			4	1	1
1001-2000	12		2	2	7	1
Total	61	25	10	10	11	5
Average Income (M$)	610	260	570	860	1,170	700
Average Nos. of Residents	6	6	5	6	5	6
Average Water Bill (M$)	7	7	7	8	6	8
Max. Service Charge within Ability to Pay (M$)	12	5	11	17	23	14
Existing Waste Disposal System	BS or PL	CST	CST	CST	CST	PST

Notes:
A: Wooden house in Kampong area
B: One-storied attached terrace house
C: Two-storied attached terrace house
F(1): One-storied attached terrace house
F(2): Two-storied semi-detached house
BS: Bucket System
PL: Pit Latrine
CST: Communal Septic Tank
PST: Private Septic Tank

表10.21　代替案の財政比較表　(M$1,000)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
A. Allocation from General Rates											
Alternative - 1	171	201	315	203	125	89	2,811	2,211	2,169	2,177	2,190
- II	171	201	315	203	125	89	2,755	2,155	2,113	2,121	2,134
- III	171	201	315	203	125	89	2,951	2,421	2,379	2,387	2,400
- IV	171	201	315	203	125	89	2,913	2,313	2,271	2,279	2,292
B. Net Income(loss)											
Alternative - I	61	(3)	101	(237)	(456)	(562)	(178)	(133)	(144)	(105)	(58)
- II	61	(3)	101	(237)	(456)	(562)	82	132	124	165	214
- III	61	(3)	101	(237)	(456)	(562)	(112)	(60)	(63)	(14)	41
- IV	61	(3)	101	(237)	(456)	(562)	384	443	445	499	558
C. Retained Earnings (Deficit)											
Alternative - I	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(1,274)	(1,407)	(1,551)	(1,656)	(1,714)
- II	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(1,014)	(882)	(758)	(593)	(739)
- III	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(1,208)	(1,268)	(1,331)	(1,345)	(1,304)
- IV	61	58	159	(78)	(534)	(1,096)	(712)	(269)	176	675	1,233

１０.７　各財政計画代替案の評価

財務諸表に示しているように、４つの財政計画代替案がそれぞれ試案されたが、資金計画を重視して各年の繰り越し残が、翌年の維持管理費の４ヶ月分を最低限カバー出来るようにして計画した。このような財政計画で試算された年次毎の予定必要財収はローンの年次返済高によって異ってくる。ここでポイントとなる市の一般税会計よりの必要繰り入れ高は、ローンの条件が異りしたがって年次返済高の相違する夫々４つの代替案毎に異ってくる。

この繰り入れ高の相違は、財務諸表の中に示されているが、この額の大小が代替案の選択に当って重要な要素となってくる。何故ならこれは、当該政府実施機関であるＭＰＳＰの財政上の負担となるからである。

繰り入れ金の他に４つの代替案毎に異るものとして、下水プロジェクトの純益や利益剰余金等がある。ここで純益が計上されるということは、財収の合計が維持管理費、ローンの返済に加えて施設、備品等の減価償却費までもカバーしても尚余りあるということである。予定財収が維持管理費とローンの返済額をカバーしているなら、たとえ減価償却費を収入から減じて計上された数字が赤字となってもプロジェクトの実施可能性を否定するものではない。

４つの代替案のうち最適と思われるものを選択するために表１０－２１で各案の代表的財政要素を比較のためにまとめた。

１０.８　結　　論

表１０－２１「代替案の財政比較表」の中で明らかなように、代替案－２が純益の面で代替案－４より劣るがＭＰＳＰの下水会計への繰り入れ必要高が最も少くてすむことが予想される。プロジェクト実施の可否がいつにＭＰＳＰの財政金融能力にかかっているし、過重な負担をかけないことが最も望ましいことから代替案－２を推奨する。

第１１章　事　業　便　益

１１.１　概　　要

基本計画報告書において記述したように、下水道システムを設置することによって得られる便益は、環境衛生上の便益、水質汚濁防止上の便益、土地価格の上昇からの便益、その他の経済上の便益などが考えられる。これらの便益は、伝染病の減少、それに伴なって期待される治療費の減少、および労働可能日数の増加によって得られる所得、洪水の減少、地域における美観の向上、観光者誘致への潜在的な可能性の増加、さらに、色々な土地利用機会の拡大などであり、これらは各家庭、企業および共同体などが得る便益である。しかしながら、これらの便益はその性格上、数字で計量化することは非常に困難である。従ってここにおいては、通常考えられるような費用便益比などの検討は行わず、基本計画報告書で述べたように、一般的な考えのみを述べるものとし、若干の便益については計量化してプロジェクトの効果を評価することとした。

以下は、第一期事業計画を実施することにより期待される便益について述べたものである。

１１.２　公衆衛生上の便益

公衆衛生上最も大きな問題である水系伝染病は、コレラ、胃腸病などが考えられるが、これらの発生状況を計画対象地域および第一期事業計画地区についてはは握することは、全体的な統計資料不足のため、困難であるので、ここにおいては基本計画報告書で述べた全体のメトロポリタン地域における統計資料を基に検討するものとする。また、この検討にさいしては、現況の処理施設（バケットシステム、浄化槽およびその他）がどのように水系伝染病の発生に影響しているか、又はどのような状況下において発生しているか、さらに下水道システムの完備後が完備前と比較してどのように変化するか、つまり下水道システムが伝染病の発生に対してどのように効果を示すかなどを知る必要があるが、これらの問題に関しても、基本計画報告書で推定した方法と同様な方法を使用するものとした。

過去 1970 年から 1975 年までの６年間におけるメトロポリタン地域の平均水系伝染病患者発生率は、 1000人当り0.41 件である。また、これらの病気の治療費は、 1976 年において医薬品を含め１人当り２７Ｍ$であり、１人当り２週間の入院を必要とした。今仮に、これらの伝染病の ½ が現況の貧弱なし尿処理施設に起因するとし、また、下水道システムの完備によってこれらの病気の発生が防止できるとすれば、発生伝染病の減少は0.205（0.41×0.5）となる。従って、これを基に、第一期計画地区における年次ごとの人口に対する伝染病の減少を算出すると次のようになる。

第一期事業計画地区における伝染病の
減少数および下水道施設の使用人口

項　　目	第一期事業計画年次							
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
(1) 下水道施設を使用する人口（1,000人）	24.7	43.2	63.9	76.4	85.1	86.2	87.3	88.5
(2) 伝染病の減少数	5	9	13	16	17	18	18	18

注 ： (2)=(1)× 0.205

なお、上記の下道施設を使用する人口は、第一期事業計画における施工計画に基づいて算出したものである。以上の条件から、1977年レベルの現在価値における便益を年利8%で算出するものとした。表 11.1 に示す便益は、下水道施設の完備によって得られる 1981 年から 1990 年までの治療費の減少を示したものである。これによると、 1977 年レベルにおける便益は、20,000 M$ となる。

さらに、病気の発生を防止することによって期待できる労働日数増加による便益も、治療費の減少によって得られる便益と同様、算出することができる。この便益は病気にかかった場合に働けないことによって失なわれる給与と労働日数を仮定することによって計算できる。

調査によると、計画対象地域における労働者の平均月収は250M$であり、また、病気にかかった場合は既述の通り、2週間の入院を必要としている。しかし、病気にかかった全ての患者が入院を必要としているのではなく、総患者数と入院患者数との比は 0.47 となっている。

表 11.2 は働けることによって得られる便益を示したもので、それによると 1977 年レベルにおける現在価値としての便益は 3,000M$ となる。その他、数字上表わせない便益としては、(1)不快さの減少、(2)現況の排水路から発するにおいが除去されることによる環境の改善、(3)地下水の汚染防止などが考えられる。

表 11.1　水系伝染病の減少による便益

(1977年レベルによる現在価値)

年次	人口 (1000人単位) (1)	伝染病の減少数 (人) (2)	減少費用 (M$) (3)	現在価値のファクター (4)	1977レベルの現在価値における便益 (M$) (5)
1981	—	—	—	—	—
82	—	—	—	—	—
83	24.7	5	1,890	0.630	1,191
84	43.2	9	3,402	0.583	1,983
1985	63.9	13	4,914	0.540	2,654
86	76.4	16	6,048	0.500	3,024
87	85.1	17	6,426	0.463	2,975
88	86.2	18	6,804	0.429	2,919
89	87.3	18	6,804	0.397	2,701
1990	88.5	18	6,804	0.368	2,504
Total	—	114	43,092	—	19,951

Note　(2) = (1) × 0.205

(3) = (2) × 27 M$/d・cap × 14 days

$$(4) = \frac{1}{(1+0.08)(x-1977)}, \quad (x\text{；年})$$

(5) = (3) × (4)

表１１.２　働けることによって得られる便益

（1977年レベルによる現在価値）

年次	伝染病の減少数（人）(1)	入院を必要とした患者数（人）(2)	働けることによって得られる間接費（M$）(3)	現在価値のファクター (4)	1977レベルの現在価値における便益（M$）(5)
1981	—	—	—	—	—
82	—	—	—	—	—
83	5	2	233	0.630	147
84	9	4	467	0.583	272
1985	13	6	700	0.540	378
86	16	8	933	0.500	467
87	17	8	933	0.463	432
88	18	9	1,050	0.429	450
89	18	9	1,050	0.397	417
1990	18	9	1,050	0.368	386
Total	144	55	6,416	—	2,949

Note：　(2) = (1) × 0.47

$$(3) = (2) \times 250\text{M\$}/\text{month}\cdot\text{cap} \times \frac{14}{30}$$

$$(4) = \frac{1}{(1+0.08)(x-1076)}, \quad (x\text{；年})$$

(5) = (3) × (4)

１１.３　水質汚濁防止上の便益

排水路における汚濁負荷量の低減あるいは水質の改善もまた、下水道施設の建設によってもたらされる大きな便益である。

基本計画報告書において述べたように、市街化地域におけるほとんどの排水路は、すでにかなりの部分にわたって汚染されており、さらに将来ますます悪化するものと思われる。また河川においても同様、これら排水路からの汚水の流入により汚染が進むものと思われる。これら排水路および河川の汚染は下水道施設によって防止することができるものである。第一期計画を実施した場合のこれら排水路における将来（1990、2000年）の汚濁負荷量（BOD）を算出すると、付録１６に示すように、現状の汚濁状態より低い値の負荷量になることがわかる。この結果からも、下水道施設の建設は、排水路河川の汚濁防止上、重要であるといえる。

下水道施設の完備した地区からの汚水は、直接排水路等へ放流されるのではなく、処理施設によって処理された後、排水路等へ放流されることになり、河川および排水路の水質が改善さえるので、新たな水資源としてさまざまな目的に利用することができよう。

11.4 既存下水処理施設における支出の減少による便益

第3章において述べたように、既存のし尿処理施設は大別して浄化槽およびバケットシステムの2方式である。MPSPはこれら施設の維持管理費として、これまで、浄化槽に21,300M$、バケットシステムに31,500 M$を毎月出費してきた。なお、この浄化槽用の費用は48個の共同用浄化槽の維持管理および各家庭における浄化槽の汚泥くみ取りに要する費用を含んだものである。また、バケットシステムの費用は、 7784 個のバケットの維持管理を対象としたものである。

一方、計画対象地区および第一期計画地区には、上記の他にMPSP管轄外の多数の浄化槽およびバケットシステムがある。仮に、これらの施設の維持管理にMPSP出費における費用と同じ費用を出費しているとすれば、これら全ての施設に対する維持管理費は、かなりの金額になるものと思われる。このことは、下水道施設の完備によってこれらの施設に要する費用をなくすことが期待できるといえよう。従って、現況におけるし尿処理施設の維持管理費の検討は、下水道施設の建設に対する直接的な便益として考えることができる。

第一期事業計画地区における総人口は 1976 年時点で72,060人であるが、この内約31,500人が41個の共同用浄化槽および各家庭における浄化槽の利用人口となっている。また、バケットシステムの利用人口は、MPSPの管轄および管轄外を含めて約40,500人である。

一方、上述のMPSPによるし尿処理施設の維持管理の出費は、浄化槽用で1人1年当り12.2M$であり、バケットシステムでは、バケット1ケ当り年間当り48.5M$となっている。なお、これらの費用は 1977 年レベルで示している。

以上の結果を基に第一期計画地区におけるこれらの施設の維持管理費と、前章において述べた下水道システムにおける維持管理を比較すると、表 11.3 のようになる。この表からわかるように、現存の施設はし尿処理のみを対象としているにもかかわらず、下水道施設より維持管理費が高くなっている。このことは下水道施設を完備することで現存のし尿処理施設に支出している費用を減少することができるという大きな利益のあることを示すものである。

この便益を計量化させるため、表11.4 に示すように、第一期事業計画の施工計画に従ってし尿処理施設の減少、それに伴う維持管理費の減少額を、 1983 年の下水道施設の設置時期から 1990 年までの便益として算出すると、1977年レベルにおける現在価値の便益は約220万M$となった。また、上記において示した現存の施設に対する維持管理費は、MPSPがこれまで出費してきた総金額ではあるが、これら施設に対する維持管理作業は、ある施設に対しては、決して満足できる状態であったとはいえない。これは、MPSPスタッフの不足などによるが、もし、これら全ての施設に対して十分満足できるような管理作業を行なうとするならば、上述の維持管理費はさらに増加することが考えられる。この観点から下水道施設の完備により現存のし尿処理施設の減少を計ることは、さらに、多くの便益を産むことは明白である。

一方計画対象地域ならびに第一期事業計画地区には、多くの住宅および工業用の開発地区がある。これらの地区の建設計画は現時点においては、明確でないが、もし、第一期事業計画における下水道施設の建設時期と同じ期間に建設が行なわれるならば、これらの地区に計画している浄化槽などの建設を避けることができる。

従つて基本計画報告書で述べたように、スタビリゼーションポンド方式による処理場より不経済な浄化槽の設置が避けられることは大きな便益である。また、浄化槽は、し尿処理のみを対象としているため、他の雑排水は全く処理されず流出するので汚濁負荷量の減少は期待できない。

以上のことから、下水道施設の完備は、現存のし尿処理施設に比較して優れており、十分な便益が期待できるといえよう。

表11.3　現存のし尿処理施設と下水道施設における維持管理費の比較

	し尿処理施設			下水道システム
	浄化槽	バケットシステム	計	
人口（人）	31,522	40,538	72,060	85,104 (2)
維持管理費／年・人（M$／年・人）	12.2	8.1 (1)	—	—
維持管理費／年（M$1000／年）	385	328	713	612 (3)
維持管理費／年・人（M$／年・人）	—	—	9.9	7.2

注：(1) ＝ 32M$／年÷6人／家庭

(2) 第一期事業計画地区全体における下水道施設の使用開始時期は1987年であるため、ここに示した人口は、1987年の人口である。

(3) この費用は、1987年における年間の維持管理費であるが、この費用には、事務所諸経費は含まれていない（表9.11参照、M$653,000－M$41,000）

表11.4　現存し尿処理施設の減少によって得られる維持管理費としての便益

年次	浄化槽を使用している人口 (1)	バケットシステムを使用している人口 (2)	浄化槽の維持管理費（M$1,000）(3)	バケットシステムの維持管理費（M$1,000）(4)	計 (5)	現在価値のファクター	1977年レベルの現在価値における便益（M$1,000）
1981	—	—	—	—	—	—	—
82	—	—	—	—	—	—	—
83	9,546	13,454	78	71	149	0.630	94
84	14,904	25,396	122	135	257	0.583	150
1985	22,252	32,658	182	173	355	0.540	192
86	27,932	37,278	229	198	427	0.500	214
87	31,522	40,538	258	215	473	0.463	219
88	31,522	40,538	258	215	473	0.429	203
89	31,522	40,538	258	215	473	0.397	188
1990	31,522	40,538	258	215	473	0.368	177
計	200,722	270,938	1,437	1,437	3,080	—	1,434

注：(3) ＝ (1)× 12.2 M$／cap・year

(4) ＝ (2)× 8.1 M$／cap・year

(5) ＝ (3)＋(4)

11.5 その他の便益

下水道施設を完備することによって、対象区域内の土地価格が上昇することが期待できる。土地価格が上昇し土地の評価額が増加することで、政府の税収が増加することになる。

本フィジビリティスタディではこれらの金額的な評価は行わなかったが、他の都市においてみられたと同様、土地価格の大巾な上昇は確実である。

11.6 便益の評価

上述の様々な便益検討の結果から明かなように、下水道施設を完備することはその便益の大きさからみて十分に正当なものであることが分った。

もしも下水道施設を設置しないとすれば、現在でも既に汚染が進んでいるこれら対象地域の状況が、さらに悪化することは明白であり、その上、この下水道プロジェクト執行が遅延された場合には、事業費はますます高騰することは明かである。

第 II 部 付 録

第 Ⅱ 部 付 録

目 次

付録１　工場排水の処理

１．１　工場排水の性状

フィジビリティスタディでは、調査対象区域内にある主要な工場の排水について調査を行なった。この調査では、質問表によったり、面接を行った上で排水の採水と分析を行なったが、その結果次のような工場排水の特性があることがわかった。

(a)　海産物加工業

これらの工場から排水される汚水には特に有害なものはなく、pH、温度、化学成分では問題はないと見られる。しかし、一部工場でえびの加工を行なっているところでは高いＢＯＤ濃度（2,０００mg/ℓ以上）の汚水を出すことがある。同種工場の平均ＢＯＤは４６０mg/ℓであったが、これは他の工程から排出される比較的清澄な水で稀しゃくされたためである。いくつかの工場では、沈殿池を設け材料を回収し動物の飼料として利用している。このような方法を採用することで、高濃度のＢＯＤ汚水を河川に放流することは避けられよう。

(b)　植物油製造業

調査区域内には多数の植物油製造工場がある。大部分の工場では、オイルトラップを用いて流出油を回収してはいるが、そのトラップが時として十分に機能を発揮できないため、外部に高濃度の油性浮遊物が流出することがある。

これら工場からの排水のＣＯＤは非常に高く１００,０００mg/ℓにも達することがあるが、ＢＯＤは平均で640 mg/ℓ となっている。これは、流出汚水中の生物学的分解に対する反応係数が小さいためで、したがって、スタビライゼーションポンドで処理することはむずかしく、また他の浮遊物質と混って下水管内に堆積する可能性がある。

この他、これら工場で化学薬品による精製を行なっているところではpHが低いのが特徴で、時には2.0以下の場合もある。このため、コンクリート水路が相当浸食されているところがある。

(c)　食料、飲料製造業

食料加工工場からは、その量は少ないが非常に高い濃度のＢＯＤを時々排出することがある。飲料工場では、苛性ソーダを洗滌工程で使うことがあり排水のpHが１０以上になることがある。

(d)　繊維染色業

繊維工場では主として綿を原材料として使っている。染色工場排水は主としてさらしと染色の工程からであり、バッチ式によっている。さらし工程は裁断、湯洗、脱色、アルカリ処理等よりなり、これらの工程から出る排水はＢＯＤとＳＳが高く、またpHも高いのが特徴である。総工程の内約６０から７０パーセントの廃物はこの工程から出る。染色工程は、染色と洗滌とよりなる。これら工程からは高濃度ＢＯＤ、高pH、時としては重金属を含む染料などが排出されるのが特徴である。プリント工程では通常排水は出ない。

現存スタビライゼーションポンドで行なった光合成に関する調査結果によると、工場排水が他の排水によって1,０００倍から１０,０００倍に稀しゃくされた時には、処理機能に悪影響を及ぼすことは殆んどないことが明らかである。

(e)　ゴム製品工業

調査区域内のゴム製品工場ではゴムスクラップを材料として使用している。主要な工程はこれらゴムスクラップ

を展圧し水洗することで、そのために大量の水を使用している。これら排水には高濃度の沈殿可能物質と浮遊物質が含まれているので、工場では直列にトラップを設けて材料の回収を計り、さらに水の一部は再利用しているが、一部は直接外部に排除している。放流水のＢＯＤは１００～５００mg/lとなっているが、これは乳液加工工場からの排水にくらべると低い。水洗には地下水が用いられている。

(f) 金属（メッキは除く）工業

大部分の金属加工業で使用する水量は少ないかあるいは全く使用していない。鉱物と油を含む排水は近くの水路に排出される。

(g) メッキ工業

調査区域内には大別すると、大規模工場と小規模工場の２つに分けられる。大規模工場では、通常簡易なｐＨ制御を行なっている。その方法は排水溜と石灰注入器であり、余り有効なものでなく、時としてはpH ２か３の排水が近接水路あるいは直接ブライ河に放流されている。

小規模工場では、小さな家庭用金属製品や自転車部品などを作っているが、これら工場は市街地やカンブーン地域に点在している。クローム、ニッケル、錫の電気メッキが主要工程であり、かなりの工場では洗滌水は床にあふれ、最後に近接の水路に流入している。これら排水は量的にはそれ程ではないが、水質的にはｐＨ３～４と酸性で高濃度の重金属を含んでいる。

１．２ 大量の工場排水を含む汚水の処理

マスタープラン報告書に述べられているように、原則として工場排水は他の家庭汚水と併合処理できるものと考えられるが、工場排水量が圧倒的に大量である場合、例えば、ＢＷ－３処理区のようにマクマンディン工場地帯等を含む区域では、工場排水専用処理場を考えるか、あるいは他の処理区の汚水を引き入れることで生物処理に必要な栄養源を供給することなどを検討する必要がある。

下水の生物学的処理の可能性を検討するのにあたって考慮しなければならない点は次のとおりである。

(1) 栄養のバランス

(2) 分解要素（反応率係数）

(3) 有害物質の存在

これらについては以下に述べる。

(a) 栄養のバランス

生物処理に必要な栄養のバランスとしては、ＢＯＤ、チッ素およびリンとの比率が大体１００：５：１位がよいとされており、もしもチッ素あるいはリン、もしくはその両方がこの比率より低い場合には、その下水は生物処理を行なうのが困難であり、当然ＢＯＤの除去率が低下することになろう。下水処理分区ＢＷ－３Ｂで実際に採水試験を行なった結果によると、工場と家庭の両方から排出されたＢＯＤ、チッ素、リンの比率は１７３：１１：１となっており、リンが幾分不足ではないかと考えられる。

(b) 分解要素（反応率係数）

表１，１に示すのは、調査区域内３主要工場排水について試みに推定した分解要素であり、これらは植物油工場排水を除いた家庭雑排水に相当するものである。

(c) 有害物質

一般に工場排水は時として既知あるいは未知の有害物質を含み、場合によっては下水処理場の運転に突然悪影響を及ぼすことがある。しかし、調査区域内には特に有害物質を大量に含む工場はなく、スタビライゼィションポンドには悪影響を与えるおそれはないものと思われる。

以上の観点から、処理分区BW－3Bからの工場排水は他の分区からの家庭汚水と混合した上で処理することが望ましいと判断した。

表1．1　BOD汚水分解の反応係数 'K'

流出水の種別	'K' 値
海産物加工業	0.3
植物油製造業	0.07
繊維産業 (*)	0.4
ゴム産業 (**)	0.9
家庭雑排水	0.4 － 0.6

(注) (*) 裁断工程の排水

(**) スクラップゴム排水

付録２　水質基準

２．１　マレイシアにおける水質規制法の最近の状況

マレイシアの水域は、最近の急激な開発によって農業、工業、家庭からの汚水量が増加したため、汚染が進んでいる。これらの環境汚染を規制するために、１９７４年にマレーシア連邦政府によって環境基準法が制定された。この法律に沿って、現在汚濁の進んでいる水域を改善し市民が有効に利用することができるように、幾つかの水質関連の法令やガイドラインが連邦政府によって準備されつつある。

これら汚濁防止の方針は２つの面を持っている。すなわち各種の水利用目的のための表面水の水質基準の設定と、さらに受水域の水質を保全するための水利用の目的ごとの水質規制とである。しかし、実際の法律制定施行は行なわれず、これらの殆んどは単にガイドラインとして取扱われているに過ぎない。

マレイシア厚生省は、表面水の水質規制のためのガイドラインを提案したが、これらはその利用目的に応じて９つの類型を指定し、さらにそれぞれの類型に対して１０の水質項目を定めた。しかしこれらの水質項目は、大腸菌、pHと溶存酸素を除いては明確ではない。参考として、世界数ケ国で規定されている水質基準を表２，１に示す。

科学、技術、環境省は現在家庭汚水と工場排水の排水水質基準を準備中であり、その基準はその排水源によって以下の３つのタイプに分類している。

(1)　やし油の第１次排水

(2)　ゴム産業排水

(3)　他の産業、商業ならびに家庭汚水

高濃度ＢＯＤ（時には数千mg/ℓ）を含むやし油とゴム産業の排出水質は、政府によって決められた特別の年間計画にしたがった方法によって徐々に規制されることになろう。やし油排水については、１９７７年にその年次計画と排水基準が決められている。

上記以外の工場排水水質基準は、受水域水質の目的を定め、さらに放流水の汚濁項目別の許容濃度を制定することによって設定されることになろう。しかし、これらは未だ準備段階であって、現在厚生省、連邦工業開発機構、その他の関係官庁が緊密な連絡のもとで原案作成を行なっている。

２．２　暫定放流水質基準

(a)　処理場流出水

本調査で提案されている下水処理施設は、その放流水を色々な水利用の行なわれている水域に排除することになるが、考えられる水利用としては農業、漁業、レクリエーションや将来に起こるその他の利用等がある。したがって、処理場流出水はこれらの水域を保護し有効な利用が行なえるように制御されなければならない。これら水質測定項目はその目的に応じて次の２つに分類できる。

(1)　処理場の運転と監視に関しては、水温、pH値、溶存酸素、ＢＯＤ、ＣＯＤ、ＳＳ、大腸菌とする。

(2)　特別な場合には、水銀、カドミウム、鉛、クローム等の重金属、ひ素やその他の有害物質。

以上に述べた様々な条件とさらに現在原案作成が進んでいる家庭汚水ならびに工場排水の水質規制関連法規を十分に考慮して、暫定的な放流水質基準を提案することにした。それらは表２，２に示すとおりである。これらの基準はフィジビリティスタディで提案された処理施設の設計には十分考慮されている。

スタビライゼーションポンドでは、水温、pH、DOなどの項目は、日照量やプランクトンの光合成作用によって大きく支配されるので、放流水のこれらの項目を十分に観測することで処理の機能を把握することができよう。

BOD、CODならびにSSも処理場機能をチエックするために重要な項目であり、したがってこれらの値は暫定基準に適用されている。これらを基にし、さらに長期間にわたって得られたデータによって、処理場の改善と将来の設計に役立てる必要がある。

大腸菌はそれ自身人体に有害ではないが、通常それらはし尿による汚染、さらに腸チブス菌による汚染の可能性を示す指標として用いられる。厚生省が準備した放流水質基準によると、処理場放流水の大腸菌数を最高20N/mlにおさえることにしているが、この値は余りにも安全側にとり過ぎるものと考えられる。実際には、これら大腸菌は受水域の中で稀しゃくされ、しかも大部分が死滅する筈である。このような理由から暫定基準としては表2，2に示すように1,000N/mlとした。

また、重金属は人体に悪影響を及ぼすので、放流水域の水が農業、漁業などの目的に利用されている場合には、それらが排水された後に自然環境システムの中で生物的な蓄積能力等を十分に考慮して、放流水域内での許容濃度を決めなければならない。表2，2に示す暫定基準は、当然政府によって検討の上改訂されるべきである。この場合砒素やその他の有害物質項目を含まねばならない。長期間にわたる定期的な測定で得られるこれらの項目についてのデータは、受水域の水質悪化や汚染を防ぐ目的のために利用されるべきである。

(b) 工場排水の公共下水道への排除

現在のところ、連邦政府が制定した放流水規制法によって取締まられている工場はない。しかし、これら工場の大部分を取締まるために必要な手続きは連邦政府によって進められつつある。ペナン州・汚濁防止委員会は、連邦政府で草案された法案に基づいた放流水質規制ガイドラインを既に作成した。新しい放流水質規制法が制定された場合には、各工場は放流水の排除について何らかの対策をとらなければならない。もしも新たに公共下水道が建設され工場排水の受け入れが許される場合には、工場側の工場排水に関しての責任は各個で処理する場合程大きくはならないだろう。この様な場合には、工場排水水質の最低限の基準が設定されるべきである。

表2，3は工場排水を公共下水道に排除する場合の暫定水質基準を示す。これらは、連邦政府による水質規制法の原案とペナン州・汚濁防止委員会による工場排水水質規制ガイドラインに基づいて作成したものである。この基準は、公共下水道に排除される工場排水水質を制御し下水道施設に対する悪影響を防ぐことと、さらに各個に処理施設を設ける能力のない工場などについて考慮している。

表 2.1　各国の受水域水質基準

	Coliforms (N/ml)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	pH	DO (mg/l)
Malaysia	10.20(*)	-	-	6 - 9	3
Japan	10/50(*)	3/5/10(*)	5/25(*)	6.5 - 8.5	7.5/5(*)
Philippines	10	-	10	6.5 - 8.5	5
Great Britain	-	20	30	-	10%-40%
Netherland	20/50	3/5	25/80	6.5 - 8.5	50%-120%
USA	10/20/50/100	-	-	-	-
Brazil	100	-	-	-	-
Uruguai	40	-	-	-	-
Ghana	10	-	-	-	-
WHO	0.5/2	-	-	5.9	-

Note: (*) value varies according to type of water uses

表 2.2　処理施設流出水質暫定基準

項　目	単　位	暫定値	備　考
Temperature	°C	24 - 37	natural value
pH	-	6 - 10	natural value
DO	mg/l	present	-
BOD	mg/l	50	5 days at 20°C
COD	mg/l	100	-
SS	mg/l	100	-
Coliforms	N/ml	1,000	-
Heavy Metals	mg/l	0.1	Total heavy metals (Hg, Cd, Pb)

表 2.3　公共下水へ排除する工場排水水質暫定基準

Parameter	Unit	Effluent Quality		Remarks
		Less than 10 m^3/day	more than 10 m^3/day	
Temperature	°C	60	45	max.
pH	-	5 - 10	5 - 10	
BOD	mg/l	600	400	max.
COD	mg/l	1,000	1,000	max.
SS	mg/l	600	400	max.
Heavy Metals	mg/l	-	10(*)	max.

Note: (*) Specified by the municipality

付録3　スタビライゼーションポンド

3.1 沈殿池

沈殿可能物質と浮遊物質を除去するために沈殿池を設けなければならない。一部の沈殿物はスカムに浮遊物となって池に堆積されるであろう。浮遊物はポンドに流入し、美観上の問題とさらにそれらの除去などの困難な維持管理上の問題も起きる。沈殿池はこれらの浮遊物をとらえ、容易に除去でき決められた場所へ運搬し埋立てすることができる。

これら施設は、スクリーン施設などにくらべると浮遊物の除去などの維持管理作業は非常に簡単である。池に沈殿した汚泥はじょじょにファクルタティブポンドに流入することになる。しかし、この汚泥はファクルタティブポンドの容量が大きいのでそれ程大きな美観上の問題は起きないと考えられる。したがって、特に汚泥の投棄などは考えなくてもよい。通常沈殿池汚泥の除去は3～5年に1度で十分であろう。沈殿池の沈殿時間3時間で平均深は3mとした。この沈殿池深は浮遊物と沈殿汚泥のスペースを含んでいる。

3.2 ファクルタティブポンド

ファクルタティブポンドの機能に影響を及ぼす要素は、有機物の表面負荷量、池深、滞流時間、温度、日照密度、流入水量と水質である。酸化池に関しては、Shaw その他（1962）、Marais と Shaw（1961）、Gloyna（1965）などによって研究されている。Gloyna その他によって、池の滞流時間や温度の効果について研究されているが、その他の要素については未だ合理的な理論は確立されていない。

酸化池の物質収支は次のとおりとなる。

$$Ce/Ci = \frac{1}{1+kD} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

ただし　Ce ＝ 流出水BOD　mg/ℓ

Ci ＝ 流入水BOD　mg/ℓ

k ＝ 反応定数　day−1

D ＝ 滞流時間　day

定数 'K' は微生物活動の全体の指標で、一般には生物増殖の方式の指標であり、その値は極端に温度によって左右される。温度によるその変化は次のアルヘニアス式で表わされる。

$$K_T = K_{20}\ \theta^{T-20} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2)$$

ただし　K_T ＝ T℃における'K'値

K_{20} ＝ 20℃における'K'値

θ ＝ 温度係数

各種処理方式における 'K' 値は次のとおりである。

酸化池	1.05～1.09
ばっ気酸化池	1.35
散水沪床	1.040
活性汚泥法	1.005～1.030

θ 値はそれ自身温度の関数であり、温度上昇に伴って減少する。したがって、温帯地域で得たθ値を適用する場合には十分注意する必要がある。

マクガリーとペスコド（１９７０）によれば、ポンドにおけるＢＯＤ除去は、池深、滞流時間や流入水汚濁物濃度とは無関係なことから、第１酸化池の表面積あたりのＢＯＤ除去 'L_r'（kg／day・ha）はＢＯＤの表面負荷量'L_i'（Kg/day・ha）を知ることで求められるとし、次の関係式を示した。

$$L_r = 0.725\,L_i + 10.35 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3)$$

最近になってこのＢＯＤ表面負荷の考え方は、最も信頼できる設計根拠の１つとして、広く使われるようになった。

本フィジビリティスタディはこの式を用い、ＢＯＤ表面負荷を３００Kg／day・ha として除去率７６パーセントと計算した。一方、設計流入ＢＯＤと流出ＢＯＤをそれぞれ２００と５０mg/ℓとしたが、流出ＢＯＤには池のＢＯＤ除去率を７５パーセントと考えた。マレイシアで最も信頼のおける実績を持つワーディパーン酸化池で得られたデータの検討結果から、ＢＯＤ負荷量３００Kg／day・ha で計画した池では運転上の問題はない。以上の条件を考えて３００Kg／day・ha の負荷を設計値として採用した。

池深は、滞流時間だけでなく植物や蚊の発生を防ぐことを考えて決めるべきである。理論的にいえば１mの水深で十分であるが、グロイナによれば条件によって次のようにすることが好ましいとしている。

ケース	深さ（m）	条　　件
1.	1	非常に均一な気温の熱帯から亜熱帯地域で、沈殿可能物質を余り含まない下水の場合
2.	1.２５	ケース１と同じ条件で、沈殿可能物質を中位含む下水の場合、余分の0.２５mは沈殿物の貯溜のために設ける。
3.	1.5	温度の季節変化が激しく、また流入量の日変化が激しい場合で、その他の条件がケース２と同じ場合
4.	2.0以上	溶解性物質を含み生物分解性の低い下水で、長時間の滞流時間が必要な場合。

フィジビリティスタディ対象区域の気象条件の下では、水深１mの池で十分に植物と蚊の発生を防ぐことができよう。しかし実際の設計には1.５mを採用したがそれは次の理由による。

(1) 沈殿池では、すべての沈殿可能物質を除去することはできないので、残留沈殿可能物質は酸化池に流下することが考えられる。したがって池の維持管理上、それらが沈殿して出来る汚泥貯留のための容量をとる必要がある。

(2) 大腸菌を減少させるためには長時間の滞流時間を持つことが望ましい。

(3) 処理施設予定地の地下水位は高いので余り深くすることは得策でない。

３．３ マチュレーションポンド

マチュレーションポンドの目的は、化学的、生物化学的、微生物学的、富栄養化の面で良好な放流水を作ることである。放流水の排除あるいは再利用の違いによって、幾つかの項目が設計を行う場合の支配要件となる。市街地の環境汚濁防止と公衆衛生に関しては、ＢＯＤと大腸菌が放流水の評価の項目となる。

放流水ＢＯＤのレベルは第１酸化池で殆んど達成されるであろうが、大腸菌はミリリットルあたり数千ケが残っているのが普通である。従って、適当な滞流時間をもつマチュレーションポンドを設け、放流水中の大腸菌数を放流基準以下におさえるようにしなければならない。

大腸菌の減少は動力学的に進むことが明らかにされている。今、ｎケの連続した池に連続的に下水が流入し、各池

で流入下水が完全混合する条件のモデルを考えた場合、最終流出水の大腸菌数は次の式で表わされる。

$$N_e = \frac{N_i}{(1+kb\cdot D_1)(1+kb\cdot D_2)\cdots\cdots(1+kb\cdot D_n)} \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

ただし

N_e = 流出水大腸菌数　N／$m\ell$

N_i = 流入水大腸菌数　N／$m\ell$

kb = 定　数　day^{-1}

D_n = n番目の池での滞流時間　day

'kb'の値は極端に温度に対して鋭敏であり、マライスの式で次の様に表わされる。

$$K_T = 2.6\ (1.19)^{T-20}$$

ただし　K_T = T℃における'kb'値

マスタープランで提案された処理方式は、沈殿池、ファクルタティブポンドとマチュレーションポンドの3単位よりなる。それらの滞流時間はそれぞれ3時間、10日、3日となっている。池の水温は約28℃である。今、流入水の大腸菌数を5×10^6／$m\ell$とすると放流水の大腸菌数は400N／$m\ell$と推定されるが、この値は表6・1に示す設計基準の範囲内である。これらの条件から、マチュレーションポンドは3日の滞流時間で深さ1.5mとした。ファクルタティブポンドの深さも同じ1.5mとしたが、これは地下水位が高いので、池を浅くすることで建設費を安くする利点がある。

(1) Butterworth Zone 1

(at 1977 price levels)

Alternatives	Facility	Specification	Construction Cost (M$)	Operation & Maintenance Cost (M$/yr)	Land Acquisition Cost for Pumping Station (M$)
Alternative I	Sewer (including manhole)	ø450mm - ø900mm L = 2,840m	1,942,000		-
	Lift station ; P	Qp = 33 m^3/min. H = 10m	394,000		-
	Total		2,336,000	20,400	-
Alternative II	Sewer (including manhole)	ø225mm - ø675mm L = 2,740m	1,043,000		
	Pumping station ; P_1	Qp = 31 m^3/min. H = 20m	427,000		21,000
	Pumping station ; P_2	Qp = 20 m^3/min. H = 5m	66,000		-
	Force main	ø600mm, A.C.P. L = 1,300m	285,000		-
	Total		1,821,000	12,000	21,000
Alternative III	Sewer (including manhole)	ø450mm - ø900mm L = 2,840m	1,554,000		-
	Pumping station ; P_1	Qp = 4.9 m^3/min. H = 3m	161,000		97,000
	" ; P_2	Qp = 33 m^3/min. H = 9m	372,000		-
	Total		2,087,000	21,700	97,000

(to be continued)

(continued)

Alternatives	Facility	Specification	Construction Cost (M$)	Operation & Maintenance Cost (M$/yr)	Land Acquisition Cost for Pumping Station (M$)
Alternative IV	Sewer (including manhole)	ø225mm - ø675mm L = 2,840m	764,000		-
	Pumping station P_1	Qp = 4.9 m^3/min. H = 3m	161,000		118,000
	Pumping station P_2	Qp = 31 m^3/min. H = 22m	416,000		
	Pumping station P_3	Qp = 2 m^3/min. H = 5m	66,000		-
	Force main	ø600mm (A.C.P.) L = 1,300m	285,000		-
	Total		1,692,000	13,300	118,000

Note: ø : sewer diameter
L : sewer length
Qp : peak flow
H : total head
A.C.P. : asbestos cement pipe

All costs are indicated at 1977 prices

(2) Butterworth Zone 3

(at 1977 price levels)

Alternatives	Facility	Specification	Construction Cost (M$)	Operation & Maintenance Cost (M$/yr)	Land Acquisition Cost for Pumping Station (M$)
Alternative I	Sewer	ø675mm L = 1,740m	1,300,000		-
	Pumping station; P	Qp = 14 m^3/min. H = 10m	454,000		-
	Total		1,754,000	21,300	-
Alternative II	Pumping station; P	Qp = 14 m^3/min. H = 16.5m	370,000		10,000
	Force main	ø525 (A.C.P.) L = 1,740m	322,000		-
	Total		692,000	35,300	10,000

Note: ø : sewer diameter
L : sewer length
Qp : peak flow
H : total head
A.C.P.: asbestos cement pipe

All costs are indicated at 1977 prices

(3) Butterworth Zone 4

(at 1977 price levels)

Alternatives	Facility	Specification	Construction Cost (M$)	Operation & Maintenance Cost (M$/yr)	Land Acquisition Cost for Pumping Station (M$)
Alternative I	Sewer	ø600mm L = 1,650m	1,208,000		-
	Pumping station; P	Qp = 13 m^3/min. H = 11m	440,000		-
	Total		1,648,000	17,700	-
Alternative II	Pumping station; P	Qp = 13 m^3/min. H = 21m	420,000		8,000
	Force main	ø = 450mm A.C.P. L = 1,650m	260,000		-
	Total		680,000	30,500	8,000

Note: ø : sewer diameter
L : sewer length
Qp : peak flow
H : total head
A.C.P.: asbestos cement pipe

All costs are indicated at 1977 prices

(4) Butterworth Zone 2

(at 1977 price levels)

Alternatives	Facility	Specification	Construction Cost (M$)	Operation & Maintenance Cost (M$/yr)	Land Acquisition Cost for Pumping Station (M$)
Alternative I	Sewer (including Manhole)	ø225 - ø525mm L = 4,640m	1,102,000		—
	Pumping station	Qp = 8.6 m^3/min. H = 8.0m	288,000		—
	Waste stabilization pond	Q = 4,392 m^3/d	650,000		1,130,000
	Total		2,040,000	12,500	1,130,000
Alternative II	Sewer (including Manhole)	ø225 - ø300mm L = 4,690m	678,000		—
	Pumping station	Qp = 0.8-2.1 m^3/min. H = 3.7 - 5.5m	362,000		—
	Waste stabilization pond	Q = 204 - 867 m^3/d	1,226,000		2,659,000
	Total		2,266,000	10,000	2,659,000

Note: ø : sewer diameter
L : sewer length
Qp : peak flow
H : total head

All costs are indicated at 1977 prices

(5) Sub-zones 3-F and 3-G within zone 3 of Bukit Mertajam District

(at 1977 price levels)

Alternatives	Facility	Specification	Construction Cost (M$)	Operation & Maintenance Cost (M$/yr)	Land Acquisition Cost for Pumping Station (M$)
Alternative I	Sewer (including manhole)	ø225mm - ø450mm L = 2,670m	643,000		-
	Pumping station	Qp = 8.2 m^3/min. H = 5.5m	140,000		155,000
	Waste stabilization pond	Q = 3,073 m^3/d	322,000		-
	Total		1,105,000	11,300	155,000
Alternative II	Sewer (including manhole)	ø225mm - ø450mm L = 3,625m	821,000		-
	Pumping station	Qp = 6 m^3/min. H=7m Qp = 2.6m^3/min. H=4m	211,000		-
	Waste stabilization pond	Q = 1,292 m^3/day	321,000		357,000
	Total		1,353,000	10,500	357,000

Note: ø : sewer diameter
L : sewer length
Qp : peak flow
H : total head

All costs are indicated at 1977 prices

(6) Total Annual Costs for Alternative Sewerage Systems

1. Butterworth Zone 1

(at 1977 price levels)
(M$1,000 per year)

Item	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Interest at 8%	186.9	147.4	174.7	144.8
Depreciation				
Sewers	3.4	2.3	2.7	1.8
Pump stations	5.4	6.7	7.3	8.8
O & M	20.4	12.0	21.7	13.3
Total annual cost	216.1	168.4	206.4	168.7

2. Butterworth Zone 3

Item	Alt. I	Alt. II
Interest at 8%	140.3	56.2
Depreciation		
Sewers	2.3	0.6
Pump stations	6.2	5.1
O & M	21.3	35.3
Total annual cost	170.1	97.2

3. Butterworth Zone 4

Item	Alt. I	Alt. II
Interest at 8%	131.8	55.0
Depreciation		
Sewers	2.1	0.5
Pump stations	6.0	5.7
O & M	17.7	30.5
Total annual cost	157.6	91.7

(to be continued)

4. Butterworth Zone 2

(continued)

Item	Alt. I	Alt. II
Interest at 8%	253.6	394.0
Depreciation		
Sewers	1.9	1.2
Pump stations and stabilization ponds	12.8	21.7
O & M	12.5	10.0
Total annual cost	280.8	426.9

5. Bukit Mertajam Zone 3, Sub-zone 3-F and 3-G

Item	Alt. I	Alt. II
Interest at 8%	100.8	136.8
Depreciation		
Sewers	1.1	1.4
Pump stations and stabilization ponds	6.3	7.3
O & M	11.3	10.5
Total annual cost	119.5	156.0

付録　5

スタビライゼーションポンド暫定設計基準

Item	Description	Criteria
Sedimentation Cell	Unit	None
Stabilization Pond	Unit	One
Maturation Pond	Unit	None
Bank	Height	0.6 m
	Embankment top width	3 m
	Pond slope	1:1
	Dike shelter	Spreading grass
	Seating for pond	None
Fencing	Height	2 m

付録　6

バタワース第２分区下水道施設代替案の建設費

(at 1977 price levels)

(1)　Case 1　(unit:M$)

Stage	Sewer (Including Manhole)	Pumping Station	Treatment facility	Total
I	680,400	248,000	402,900	1,331,300
II	90,500	-	-	90,500
III	87,400	39,500	270,000	396,900
IV	189,700	-	-	189,700
V	53,700	-	-	53,700
Total	1,107,700	287,500	672,900	2,062,100

(2)　Case II　(unit:M$)

Stage	Sewer (Including Manhole)	Pumping Station	Treatment facility	Total
I	80,500	67,800	31,300	179,600
II	164,700	53,800	41,200	259,700
III	164,600	52,800	36,600	254,000
IV	369,100	53,800	49,800	472,700
V	322,700	287,600	654,900	1,265,200
Total	1,101,600	515,800	813,800	2,431,200

付録　7

バタワース第２分区下水道施設代替案建設費の比較

(at 1977 price levels)

Case	Stage	Capital Cost (M$)	Discount Factor	Discounted to 1977 at 8% (M$)
	I	1,331,300	0.857	1,140,900
	II	90,500	0.735	66,500
I	III	396,900	0.630	250,000
	IV	189,700	0.540	102,400
	V	53,700	0.463	24,900
Total				1,584,700
	I	179,600	0.857	153,900
	II	259,700	0.735	190,900
II	III	254,000	0.630	160,000
	IV	472,700	0.540	255,300
	V	1,265,200	0.463	585,800
Total				1,345,900

付録　8

スブランジャヤ第２分区の集中下水道施設計画の基礎データ

Facilily	Specification	Construction Cost (M$)	Total Cost. (M$)
Sewer (including Manhole)	ø225mm - ø525mm L = 4,090m	994,350	5,486,750
Pumping Station P_1	Qp = 4.2 m^3/min H = 22 m	184,000	
Pumping Station P_2	Qp = 17.7 m^3/min. H = 6 m	348,600	
Aerated Lagoon	Q = 17,602 m^3/d	4,009,800*	

Note: ø : Sewer diameter
L : Sewer Length
Qp : Peak flow
Q : Daily average flow
H : Total head

(*) estimated based on cost function of $0.2323Q^{0.998}$ x 1,000 as developed in the Master Plan Report.

付録 9

各処理区別処理場敷地および処理面積

(Unit: ha)

Sewerage Zone	Available Land Area for Treatment Facility	Area to by sewered	Total
Butterworth Zone 1	14	366	380
Butterworth Zone 2	6	114	120
Butterworth Zone 3	13	432	455
Butterworth Zine 4	24	451	475
Seberang Jaya Zone 1	14	371	385
Seberang Jaya Zone 2	18	382	400
Bukit Mertajam Zone 3	32	1,018	1,050
Total	121 ha	3,134 ha	3,255 ha

付録 10　大規模開発地域の下水道施設計画

調査対象区域では、パタワース第２分区、スプランジャヤ第２分区、ブキットメルタジャム分区３－Ｆと３－Ｇの区域内で、ＰＤＣあるいは個人開発業者によって大規模開発が進んでいる。

第７章で記述したように、本スタディでは区域全体の下水道施設の設計を行なったが、スプランジャヤ第２分区の中では、ＰＤＣの計画による細分化された下水道施設計画案を変更し集中システムを採用することを考えた。

しかしながら、これら地区内の下水道施設は、ＰＤＣの開発計画に基づいて分割した施設案で建設してもさしつかえない。この場合、スタビライゼーションポンドは本スタディで設計をするが他の施設はＰＤＣによって行なわれるべきである。ここで行なったポンドの設計は、単にＰＤＣにポンド敷地必要面積を提示するのが目的である。

これら開発地域に対して設計された政府分担の下水道施設はあくまでも暫定的なものであり、これらは政府と開発業者の両方に対する提案として受けとられるべきものである。

これら計画には、下水管きょの容量、流出量、ポンプ場の設計仕様、ポンドの必要表面積などが示されているがそれらは次のとおりである。また、これら施設は図面集図ＳＤ－１４～ＳＤ－３９とＳＤ－４３～ＳＤ－４７に示す。

10.1 政府分担による下水管きょの容量

(1) Butterworth Zone 2

Pipe Diameter (m)	Average Depth of Sewer Laying (m)	Pipe Length (m)	Number of Monholes Required
225	4.0	20	2
	6.0	50	2
300	4.0	710	6
375	5.0	415	5
450	6.0	175	2
525	6.0	600	9
	7.0	50	2
Total		2,020	28

(2) Seberang Jaya Zone 2

450	2.0	780	11
	3.0	920	13
525	4.0	1,720	20
225(*)	1.6	670	—
Total		4,090	44

Note: (*) force main

(continued)

(3) Bukit Mertajam Sub-Zones 3-F and 3-G

Pipe Diameter (m)	Average Depth of Sewer Laying (m)	Pipe Length (m)	Number of Monholes Required
375	6.0	870	10
450	7.0	150	3
525	7.0	70	2
375(*)	1.8	375	—
Total		1,465	15

Note: (*) force main

10.2 ポンプ場設計流入量

(1) Butterworth Zone 2

Name of Pumping Station	Daily Average Flow (m^3/d)	Peak Flow (m^3/min)
BW 2	4,392	8.6

(2) Seberang Jaya Zone 2

Name of Pumping Station	Daily Average Flow (m^3/d)	Peak Flow (m^3/min)
SJ 2-A	2,132	4.2
SJ 2-D	7,748	17.7

(3) Bukit Mertajam Sub-zones 3-F and 3-G

Name of Pumping Station	Daily Average Flow (m^3/d)	Peak Flow (m^3/min)
Golden Grove	4,565	8.5

10.3 ポンプ場の仕様

(1) Butterworth Zone 2

Name of Pumping Station	Total Head (m)	Pump Capacity per unit (m^3/min)	Number of Pumps Required(*)	Pump Type
BW 2	8	4.4	3	Submersible

(2) Seberang Jaya Zone 2

Name of Pumping Station	Total Head (m)	Pump Capacity per unit (m^3/min)	Number of Pumps Required(*)	Pump Type
SJ 2-A (with force main)	22	2.1	3	Submersible
SJ 2-D	6	5.9	4	Submersible

(3) Bukit Mertajam Sub-zones 3-F and 3-G

Name of Pumping Station	Total Head (m)	Pump Capacity per unit (m^3/min)	Number of Pumps Required	Pump Type
Golden Grove	105	4.3	3	Submersible

Note: (*) including one standby

10.4 スタビライゼーションポンドの必要表面積

(1) Butterworth Zone 2

Item	Units	Value
Design Flow (Daily Average Flow)	m^3/day	4,392
Applied BOD	kg/day	662
Required Primary Pond Surface Area	ha	2.21
Required Maturation Pond Surface Area	ha	0.88

(2) Seberang Jaya Zone 2

Item	Units	Value			
		2-A	2-B	2-C	2-D
Design Flow (Daily Average Flow)	m^3/day	2,158	2,599	3,074	9,771
Applied BOD	kg/day	321	392	464	1,288
Required Primary Pond Surface Area	ha	1.07*	1.31	1.55	4.29
Required Maturation Pond Surface Area	ha	0.43	0.52	0.61	1.95

(*) including existing pond surface area of 0.60 ha.

付録　11

建設費単価見積りの基礎データ

(1)　Labour Cost

Type of Labour	M$/day(8 hr)
Common Worker	8.50
Skilled Worker	14.00
Carpenter	14.00
Stone Masonry	14.00
Plumber	14.50
Foreman	20.00

(2)　Price of Basic Materials

Item	Unit	Price(M$)
Cement	t	148.00
Sand	m^3	7.80
Crushed Stone	m^3	19.00
Gravel	m^3	20.90
Steel Bar	t	815.60
Timber	t	10.00
Vitrified Clay Pipe		
ø 150 (6")	m	13.10
ø 225 (9")	m	16.40
ø 300 (12")	m	29.50
Centrifugally Cast Reinforced Concrete Pipe		
ø 150 (6")	m	19.00
ø 225 (9")	m	28.40
ø 300 (12")	m	35.40
ø 375 (15")	m	49.40
ø 450 (18")	m	64.80
ø 525 (21")	m	74.40
ø 600 (24")	m	84.80
ø 675 (27")	m	104.10
ø 750 (30")	m	114.90
ø 900 (36")	m	149.50
ø 1,050 (42")	m	188.50
ø 1,200 (48")	m	217.50
ø 1,350 (54")	m	275.60
ø 1,500 (60")	m	326.10
ø 1,800 (72")	m	435.40

(3) Unit Cost of Construction (including labour and materials)

Item	Description	Unit	Cost (M$)
Concrete	Structural concrete Mix 1:2:4	m^3	99.40
Concrete	Non Structural Concrete Mix 1:3:6	m^3	81.00
Reinforced Concrete	Reinforced Concrete Including Steel and Forming	m^3	250.00
Mortor Works	1:2	m^3	122.50
Mortor Works	1:3	m^3	92.80
Excavation	Bulk Excavation (by hand)	m^3	3.00
Excavation	Bulk Excavation (by Machinery)	m^3	1.80
Excavation	Trench Excavation (depth 0 - 1.5m)	m^3	3.60
Excavation	Trench Excavation (depth 1.5 - 3.0m)	m^3	5.40
Excavation	Trench Excavation (depth 3.0 - 4.5m)	m^3	9.20
Excavation	Trench Excavation (depth 4.5 - 6.0m)	m^3	13.80
Excavation	Trench Excavation (depth 6.0 - 7.5m)	m^3	17.20
Excavation	Trench Excavation (depth 7.5 or more)	m^3	20.50
Backfilling and Compaction		m^3	2.60
Forming		m^3	7.60
Restoration of Paving		m^3	15.60
Dewarering		hr	3.00
Sheeting	Excavation depth (1 - 2 m)	m	6.30
Sheeting	Excavation depth (2 - 3 m)	m	9.00
Sheeting	Excavation depth (3 - 4 m)	m	18.00
Sheeting	Excavation depth (4 - 5 m)	m	40.50
Sheeting	Excavation depth (6 m)	m	112.00
Sheeting	Excavation depth (7 m)	m	123.00
Sheeting	Excavation depth (8 m or more)	m	133.00

付録 12

1977年度 土 地 価 格

(at 1977 prices levels)

(Unit: M$/m^2)

Category	Butterworth and Seberang Jaya	Bukit Mertajam
Urbanized Residential Area	30 - 50	20 - 30
Urbanized Commercial Area	75 - 80	-
Development Residential Area	5 - 60	3 - 28
Development Industrial Area	30 - 40	-
Area of Town Centre	180 - 450	160 - 200

付録　13

施設建設順位決定のための点数評価の基礎データ (1)

Sewerage Zone	Subzone	(1) Population: Year 1976 (Person)	(1) Population: Year 1985 (Person)	(2) Urbanization: Existing Area (ha)	(2) Urbanization: Foreseeable Area (ha)	(3) Waste Loading: BOD (kg/d)	(3) Waste Loading: Average Coliform Number in Existing Drain (Nos/ml)	(4) Sewage Flow in 1985 (m^3/d)	(5) Excreta Disposal System: Existing Communal Septic Tank (Unit)	(5) Excreta Disposal System: Proposed Communal Septic Tank (Unit)	(5) Excreta Disposal System: Area Served by Individual Septic Tank (ha)	(5) Excreta Disposal System: Population Served by Bucket System (Person)
Butterworth Zone 1	1-A	21,800	23,453	82.4	94.0	590	184,200	7,956	4	4	58.8	13,454
	1-B	1,200	1,916	28.2	39.9	38	3,000	1,327	2	1	0	0
	1-C	13,200	15,697	18.5	20.1	319	7,000	4,777	1	1	0.4	12,990
Butterworth Zone 2	-	0	5,160	0	120.0	0	100	2,097	0	1	0	0
Butterworth Zone 3	3-A	10,300	11,596	41.7	60.3	293	150,000	3,329	8	5	15.4	4,620
	3-B	6,850	7,576	150.2	158.4	193	8,500	8,111	6	2	5.5	3,260
	3-C	8,350	9,272	4.9	7.7	202	24,700	2,752	0	1	3.9	7,978
Butterworth Zone 4	4-A	14,150	16,345	57.2	77.3	105	14,750	5,803	16	10	18.1	6,224
	4-B	13,600	16,791	1.4	31.7	327	5,000	5,243	1	10	0.5	13,432
Seberang Jaya Zone 1	1-A	14,450	19,205	124.6	144.1	427	80,000	6,548	15	4	13.3	4,462
	1-B	800	3,868	0	74.0	19	100	1,464	0	1	0	800
	1-C	600	1,628	0	0	14	5,000	635	0	0	0	600
Seberang Jaya Zone 2	-	3,600	15,600	30.0	382.0	17	100	10,807	0	3	0	0
Bukit Mertajam Zone 3	3-A	17,300	18,262	54.1	69.2	458	45,250	6,391	8	3	29.0	11,942
	3-B	14,610	20,240	74.6	114.2	409	45,250	6,465	13	7	37.5	7,262
	3-C	2,740	3,591	0	0	66	5,400	1,347	0	0	0	2,740
	3-D	400	1,072	0	0	10	100	496	0	0	0	400
	3-E	12,340	12,100	5.4	5.4	299	4,300	3,738	1	0	2.8	12,022
	3-F	0	3,285	0	107.0	0	100	1,610	0	2	0	0
	3-G	0	1,382	0	0	0	100	677	0	0	0	0

施設建設順位決定のための点数評価の基礎データ (2)

Sewerage Zone	Subzone	(1) Population Density: Year 1976 (Person/ha)	(1) Population Density: Year 1985 (Person/ha)	(2) Urbanization: Existing Area (ha/ha)	(2) Urbanization: Foreseeable Area (ha/ha)	(3) Waste Loading: BOD (kg/d/ha)	(3) Waste Loading: Average Coliform Number in Existing Drain (Nos/ml)	(4) Sewage Flow in 1985 (m^3/d·ha)	(5) Excreta Disposal System: Existing Communal Septic Tank (Unit/ha)	(5) Excreta Disposal System: Proposed Communal Septic Tank (Unit/ha)	(5) Excreta Disposal System: Area Served by Individual Septic Tank (ha/ha)	(5) Excreta Disposal System: Population Served by Bucket System (Person/ha)
Butterworth Zone 1	1-A	133	143	0.50	0.57	3.60	184,200	48.5	0.0244	0.0244	0.3585	82
	1-B	29	46	0.67	0.95	0.90	3,000	31.6	0.0476	0.0238	0	0
	1-C	83	98	0.12	0.13	1.99	7,000	29.9	0.0063	0.0063	0.0025	81
Butterworth Zone 2	-	0	43	0	1.00	0	100	17.5	0	0.0083	0	0
Butterworth Zone 3	3-A	89	100	0.36	0.57	2.53	150,000	28.7	0.0690	0.0431	0.1328	40
	3-B	31	34	0.68	0.72	0.87	78,500	36.7	0.0271	0.0090	0.0249	15
	3-C	88	98	0.05	0.08	2.13	24,700	29.0	0	0.0105	0.0411	84
Butterworth Zone 4	4-A	82	95	0.33	0.45	0.61	147,500	33.7	0.0930	0.0581	0.1052	36
	4-B	49	60	0.01	0.11	1.17	5,000	18.8	0.0036	0.0358	0.0018	48
Seberang Jaja Zone 1	1-A	59	79	0.51	0.57	1.76	80,000	26.9	0.0617	0.0165	0.0547	18
	1-B	11	52	0	1.00	0.25	100	19.8	0	0.0135	0	11
	1-C	11	30	0	0	0.26	5,000	11.8	0	0	0	11
Severang Jaya Zone 2	-	9	41	0.08	1.00	0.04	100	28.0	0	0.0078	0	0
Bukit Mertajam Zone 3	3-A	101	106	0.31	0.40	2.66	45,250	37.2	0.0465	0.0174	0.1686	69
	3-B	50	69	0.26	0.39	1.40	45,250	22.1	0.0445	0.0240	0.1284	25
	3-C	29	37	0	0	0.69	5,400	14.0	0	0	0	29
	3-D	7	19	0	0	0.18	100	8.7	0	0	0	7
	3-E	50	49	0.02	0.02	1.20	4,300	15.0	0.0040	0	0.0112	48
	3-F	0	31	0	1.00	0	100	15.0	0	0.0187	0	0
	3-G	0	31	0	0	0	100	15.0	0	0	0	0

* based on unit area

付録　１４

下水処理区別の順位評価点

Sewerage Zone	Subzone	(1) Population Year 1976 (Person/ha)	(1) Population Year 1985 (Person/ha)	(2) Urbanization Existing Area (ha/ha)	(2) Urbanization Foreseeable Area (ha/ha)	(3) Waste Loading BOD (kg/d/ha)	(3) Waste Loading Average Coliform Number in Existing Drain (Nos/ml)	(4) Sewage Flow in 1985 (m^3/d·ha)	(5) Excreta Disposal System Existing Communal Septic Tank (Unit/ha)	(5) Excreta Disposal System Proposed Communal Septic Tank (Unit/ha)	(5) Excreta Disposal System Area Served by Individual Septic Tank (ha/ha)	(5) Excreta Disposal System Population Served by Bucket System Person/ha)
Butterworth Zone 1	1-A	1.00	1.00	0.74	0.57	1.00	1.00	1.00	0.26	0.42	1.00	0.98
	1-B	0.22	0.22	0.99	0.95	0.25	0.02	0.58	0.51	0.41	0	0
	1-C	0.62	0.64	0.18	0.13	0.55	0.04	0.53	0.07	0.11	0.01	0.96
Butterworth Zone 2	-	0	0.19	0	1.00	0	0	0.22	0	0.14	0	0
Butterworth Zone 3	3-A	0.67	0.65	0.53	0.52	0.70	0.81	0.50	0.74	0.74	0.37	0.48
	3-B	0.23	0.12	1.00	0.72	0.24	0.43	0.70	0.29	0.15	0.07	0.18
	3-C	0.66	0.64	0.07	0.08	0.59	0.13	0.51	0	0.18	0.11	1.00
Butterworth Zone 4	4-A	0.62	0.61	0.49	0.45	0.17	0.80	0.63	1.00	1.00	0.29	0.43
	4-B	0.37	0.33	0.01	0.11	0.33	0.27	0.25	0.04	0.62	0	0.57
Seberang Jaya Zone 1	1-A	0.44	0.48	0.75	0.59	0.49	0.43	0.46	0.66	0.28	0.15	0.21
	1-B	0.08	0.27	0	1.00	0.07	0	0.28	0	0.23	0	0.13
	1-C	0.08	0.09	0	0	0.07	0.27	0.08	0	0	0	0.13
Severang Jaya Zone 2	-	0.07	0.18	0.12	1.00	0.01	0	0.48	0	0.13	0	0
Bukit Mertajam Zone 3	3-A	0.76	0.70	0.46	0.40	0.74	0.25	0.72	0.50	0.30	0.47	0.82
	3-B	0.38	0.40	0.38	0.39	0.39	0.25	0.34	0.48	0.41	0.36	0.30
	3-C	0.22	0.15	0	0	0.19	0.03	0.13	0	0	0	0.35
	3-D	0.05	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0.08
	3-E	0.38	0.24	0.03	0.02	0.33	0.02	0.16	0.04	0	0.03	0.57
	3-F	0	0.10	0	1.00	0	0	0.16	0	0.32	0	0
	3-G	0	0.10	0	0	0	0	0.16	0	0	0	0

* based on unit area

付録　15

第１期事業計画、下水管きょ施設（政府分担）

(1)　Butterworth Zone 1　(BW1-A & BW1-B)

Pipe Dia. (m)	Average Depth of Excavation (m)	Pipe Length (m)	Number of Manholes
225	2.0	4,200	65
	3.0	920	8
	4.0	315	4
300	3.0	960	13
	4.0	810	12
	5.0	235	3
375	4.0	185	6
	6.0	430	5
450	3.0	375	5
	4.0	400	7
525	4.0	150	2
	5.0	335	4
	6.0	340	4
600	5.0	65	1
675	5.0	100	1
	6.0	705	5
900	6.0	50	1
	7.0	30	1
600*	2.0	1,300	
Total		11,905	147

*　force main

(2) Butterworth Zone 3

a) BW 3-A

Pipe Dia. (mm)	Average Depth of Excavation (m)	Pipe Length (m)	Number of Manholes
225	2.0	850	14
	3.0	1,215	14
	4.0	1,380	18
300	4.0	280	4
	5.0	355	4
375	5.0	390	4
	6.0	260	3
450	6.0	210	4
600	6.0	250	3
675	7.0	255	3
750	7.0	30	1
525*	2.0	1,740	
Total		7,215	72

*force main

b) BW 3-B

225	2.0	4,000	50
	3.0	615	8
	4.0	810	12
	5.0	255	4
300	4.0	940	13
375	4.0	240	3
	5.0	830	11
	6.0	200	2
450	6.0	375	4
	7.0	220	3
525	6.0	350	5
	7.0	165	2
600	7.0	280	3
675	7.0	300	5
Total		9,580	125

(3) Bukit Mertajam Zone 3

a) BM 3-A

Pipe Dia. (mm)	Average Depth of Excavation (m)	Pipe Length (m)	Number of Manholes
225	2.0	5,100	33
	3.0	1,650	23
	4.0	30	4
	5.0	30	4
300	2.0	460	6
	3.0	885	13
	4.0	15	2
	5.0	505	7
375	2.0	720	15
	3.0	140	2
	4.0	855	13
450	6.0	105	2
525	3.0	390	4
675	6.0	620	8
750	5.0	730	6
900	6.0	40	1
Total		12,275	189

b) BM 3-B

225	2.0	4,955	70
	3.0	2,710	40
	4.0	750	14
	5.0	15	2
300	4.0	1,150	15
	5.0	790	13
375	4.0	830	10
	5.0	650	6
450	4.0	230	4
600	3.0	550	6
	5.0	210	3
750	4.0	110	1
	5.0	1,215	9
			193

付録 16　排水路、河川への流入BOD負荷量

マスタープラン報告書に述べてあるように、バタワース地区の主要排水路は都市廃棄物、すなわち家庭雑排水などによって汚染され、嫌気性の状態となっている。ブキットメルタジャム地区では、水路こう配が平坦であるため下流区域において相当汚染されている。また、ランパイ川もほとんど汚染されており、ジュル河の防潮扉の付近まで汚染が進んでいる。

これらの汚染は主として市街地からの雑排水に起因するものであって、もし何らかの対策を考慮しなければ近い将来には一層状況が悪化することは明らかである。

表16・1は、バタワースとブキットメルタジャム地区の主要な排水路と河川の流域ごとにBOD流入負荷量を推計したものである。これらは、第4章と第5章のスタディに基づいて、さらに浄化そうとインホフそうのBOD除去率を40%として計算したものである。

この表に示されるとおり、第1期下水道事業の完成によりBOD量は大巾に減少するものと考えられる。それによると、1990年時点では、バタワース地区の主要3河川のBOD負荷量は、1976年時点の50～60パーセントに減少するものと考えられる。2000年時点においてすら、その人口増にもかかわらず、現在の値の80～90パーセント程度にBOD負荷量を保持できよう。ブキットメルタジャム地区では、表に示されるようにさらに大巾な負荷量の減少が期待できよう。しかし、提案したスタビライゼーションポンドの流出水はランパイ河に放流されることになるので、約600と700kg／日のBOD量、すなわち1976年時点の負荷の約30パーセントが1990年と2000年時にそれぞれ負荷増となる。

若しも第1期事業が1990年までに完成しない場合には、これら排水路や河川に流入するBOD負荷量は現在の120～180パーセント程度に増え、また2000年時点ではそれが150～250パーセントにまで増加するものと考えられる。

表１６.１　排水路、河川へのＢＯＤ負荷量 (1)

(kg/day)

	Drains/Streams	Total Sewage BOD 1976	Total Sewage BOD 1990	Total Sewage BOD 2000	First Stage Sewege BOD 1990	First Stage Sewege BOD 2000
Butterworth	Drain A	1,168	1,622	2,052	1,107	1,242
	Drain B	403	619	841	218	245
	Drain C	314	1,619	2,437	1,216	1,757
	Sub-Total	1,885	3,860	5,330	2,541	3,244
Bukit Mertajam	Sg. Ara	487	621	784	85	102
	BM Town	1,070	967	1,164	952	1,146
	Rambai L	111	186	224	77	93
	Sg. Pasir	606	1,041	1,254	949	1,143
	Sub-Total	2,633	3,198	3,887	2,376	2,861

Notes:
1. Total sewage BOD is the total BOD to be discharged into the proposed sewerage systems.
2. First stage sewage BOD is the value to be collected by the First Stage Sewerage systems.

表16.1 排水路、河川へのBOD負荷量 (2)

(kg/day)

	Drains/ Streams	1976 BOD Loadings	1990 First Stage BOD Loading 30%	60%	80%	100%	1990 BOD Loadings 30%	60%	80%	100%
Butterworth	Drain A	888	389	417	435	453	1306	1376	1422	1468
	Drain B	299	308	328	342	356	475	507	528	549
	Drain C	821	310	330	344	357	1487	1576	1535	1555
	Sub-Total	2008	1007 (50)	1075 (54)	1121 (56)	1166 (58)	3268 (163)	3399 (169)	3485 (174)	3572 (173)
Bukit Mertajam	Sg. Ara	326	435	464	483	502	500	534	556	578
	BM Town	1025	12	13	13	14	926	935	941	947
	Rambai L	258	53	57	59	62	294	313	326	339
	Rambai R	76	84	89	92	97	143	152	159	165
	Sq.Pasir	455	71	76	79	82	800	853	888	924
	Sub-Total	2140	655 (31)	699 (33)	727 (34)	757 (38)	2663 (124)	2787 (130)	2870 (134)	2953 (147)

Notes:

1. First stage BOD loadings and BOD loadings are computed assuming that 30, 60, 80 and 100% populations be served by septic tank systems.

2. First stage BOD loadings are the values to be discharged into individual tributary areas outside of the First Stage area proposed.

3. BOD loadings are the values discharged or to be discharged into individual tributary areas in case of no sewerage system.

4. Figures in parentheses mean the percentage cut-off rates of BOD loadings for the drains/streams to the present (1976) BOD loadings.

表16.1 排水路、河川へのＢＯＤ負荷量 (3)

(kg/day)

	Drains/Streams	2000							
		First Stage BOD Loadings				BOD Loadings			
		30%	60%	80%	100%	30%	60%	80%	100%
Butterworth	Drain A	623	664	692	719	1652	1740	1798	1857
	Drain B	458	488	508	529	646	689	717	746
	Drain C	523	557	580	604	2237	2281	2310	2339
	Sub-Total	1604 (80)	1709 (85)	1780 (89)	1852 (92)	4535 (226)	4710 (235)	4825 (240)	4942 (246)
Bukit Mertajam	Sq. Ara	524	559	582	605	602	642	669	696
	BM Town	14	15	16	16	1115	1126	1133	1140
	Rambai L	64	69	71	74	354	377	393	409
	Rambai R	101	108	112	116	172	184	191	199
	Sq. Pasir	86	91	95	99	963	1027	1070	1112
	Sub-Total	789 (37)	842 (39)	876 (41)	910 (43)	3206 (150)	3356 (157)	3456 (161)	3556 (166)

Note: See Table 16.1(2).

付録 17　汚水ポンプ形式の選定

17.1 検討代替案

提案した下水道システムの汚水ポンプ場施設を最も合理的なものとするため、3種類のポンプ形式の得失について検討を行なった。検討したポンプは水中ポンプ、スクリューポンプと立軸渦巻ポンプである。

これらを検討するため、代表的な大小2つのポンプ場を選んでそれぞれの工事費、維持管理費を求めた。大規模ポンプ場としては第1期計画に含まれたポンプ場で最大規模のスンガイランバイポンプ場を、また小規模ポンプ場としてはスンガイニョールポンプ場を選んだ。それらの構造は図面集図SD－31とSD－36に示されているが、それらの特性は次のとおりである。

ポンプ場	2000年の流入量（m^3/s）		1990年	総ヘッド
	平　均	時間最大	必要ポンプ数	（m）
スンガイニョール	0.013	0.033	2	5
スンガイランバイ	0.053	0.142	4	8

17.2 建　設　費

これらポンプ場の建設費は第9章で述べてある単価に基づいて見積った。ただし、ここで見積った費用は概略のものであって、比較検討の目的のためには十分な精度であるが、財政計画などにはかならずしも十分ではないことを強調しておく。それぞれの見積り額は次に示すとおりである。

（単位M$ 1,000）

項　目	構造物	機械設備	土地価格	総　額
1. スンガイニョール				
水中ポンプ	87	74	1	162
渦巻ポンプ	96	78	1.5	175.5
スクリューポンプ	104	72	2.4	178.4
2. スンガイランバイ				
水中ポンプ	212	228	1.5	441.5
渦巻ポンプ	233	239	2.0	474.0
スクリューポンプ	254	220	2.5	476.5

注）費用は1977年価格で表示してある。土地価格はスンガイニョールではM$20／$m^2$、スンガイランバイでM$5／m^2である。

17.3 年間維持管理費

各代替案の維持管理費は、第9章に記述されている方法で見積った。見積り結果は下記のとおりである。

項　　目	総ヘッド (m)	電力、水、労務等の費用（M$／年）
1. スンガイニョール		
水中ポンプ	5	3.6
渦巻ポンプ	5	3.9
スクリューポンプ	5	4.1
2. スンガイランバイ		
水中ポンプ	8	9.7
渦巻ポンプ	8	10.4
スクリューポンプ	8	11.0

注）上記費用は1977年価格表示である。

17.4 年間費用総計

代替案の費用比較のため、すべての費用は耐用年数を考えて年間費用を求めた。この場合土木、建築構造物の耐用年数を50年、また機械類は15年として計算した。施設の減価償却は8パーセントの金利を考えた減債積立金方式で計算したが、その結果は以下の表に示す。

(1) スンガイニョールポンプ場　　（単位M$ 1,000／年）

項　　目	水　中	渦　巻	スクリュー
金　利（8%）	13.0	14.0	14.3
償却費、構造物	0.2	0.2	0.2
償却費、機器類	2.7	2.1	2.7
維持管理費	3.6	3.9	4.1
合　　計	19.5	20.2	21.3

(2) スンガイランバイポンプ場

項　　目	水　中	渦　巻	スクリュー
金　利（8%）	35.3	37.9	38.1
償却費、構造物	0.4	0.4	0.4
償却費、機器類	8.4	8.8	8.1
維持管理費	9.7	10.4	11.0
合　　計	53.8	57.5	57.6

17.5 代替案の評価

前述のごとく、年間総費用から見れば水中ポンプを用いるポンプ場が、他の代替案にくらべると有利であるが、その他の利点も大きい。水中ポンプの得失を要約すると次のとおりである。

(1) 水中ポンプは直接ポンプますに設置するので地下構造物部分が少なくなり、また、上部構造物も減らすことがで

きる。

(2) その構造上から、水中ポンプを利用するポンプ場は浸水などによる被害は少ない。

(3) 水中ポンプでは、モーターが直接ポンプ本体に連結されるので長い軸が不要であり、また中間軸受けの注油も不要となる。したがってポンプ効率は高くなる。

(4) 水中ポンプは一般に軽量でコンパクトな構造でサクション管はないため、維持管理の面で有利となる。

(5) 水中ポンプは完全に水中に設置されるので、運転中の騒音は他の形式のポンプにくらべて少ない。

(6) 計画区域あるいは近隣地域では長年にわたって水中ポンプが多く用いられてきた。したがって、この形式のポンプの取扱いに習熟した職工がいるので、提案した新しいポンプ場の運転の要員が確保できるだろう。

(7) 水中ポンプの欠点としては、ポンプ修理に当ってはポンプ全体を引上げねばならないことである。

以上に記述した条件を考えると、水中ポンプを採用することによる利点は欠点を補って余りあり、水中ポンプを用いることは経済的に有利であるといえよう。

第III部　雨水排除施設計画

第 Ⅲ 部　雨水排除施設計画

目　　次

第 1 章　序　　論

このフィジビリティスタデイは、マスタープラン調査報告書に準拠し、調査対象区域内の浸水緊急対策および将来における総体的な雨水排除計画に対応するように配慮したものである。このために必要な資料は、マスタープランに較べて詳細かつ広汎なもので、カウンターパートとの綿密な協同のもとでの現地調査、関係機関との討議が含まれている。

雨水排除システム設計の基本概念は、初期降雨（２～５年確率）での洪水をなくし、１００年確率でも大きな被害の起らないよう配慮することである。

ここで実施した作業は、ＤＩＤの計画および設計手法№１"マレイシア半島での市街地雨水排除設計基準と手法"を基準として進めた。

本調査では、雨水排除の現状と将来における問題点を明確にするため調査対象区域内の現地調査を行ない、第２、３、４章で詳述しているように、各種代替案についての比較検討をはじめ、設計基準の設定、フィージビリティースタディのための設計等を行ない、さらに排水区、施設の優先順位等を配慮して第１期工事計画のための工事計画を立案した。

第１期工事計画は、３,４８０ヘクタール（８,６００エーカー）の地域を対象とした、開水路、橋、カルバート、防潮水門、放流施設等を含む雨水排除施設でその１９７７年度価格は、M$ ６,４０３,０００となっている。これら施設計画の技術、行政、財政的な面での検討と提案は第５章で、また、第１期雨水排除計画の実施による各種便益については、第６章でそれぞれ述べている。

第 2 章　調査対象地域、土地利用および人口

2.1　調査対象地区

フィジビリティスタディ調査の対象地区は、マスタープランでの勧告および関係諸機関との協議等を考慮して定め、雨水排水区B－IIの一部とB－IVの全域を含むことにしたが、その計画面積はそれぞれ1,932ヘクタールと1,546ヘクタールの合計3,478ヘクタールである。これには地形的な条件から区域外の雨水浸入量を当然見込んでおく必要のある1,160ヘクタールの流域が含まれている。

対象地区は、必要に応じさらに小さな雨水排水分区に分割して施設計画を行なった。その排水系統の名称は基本的にはマスタープランに準じた。図2・Iに雨水排水の調査対象地区を示し、表2・1は各雨水排水システムの対象人口と排水面積を示した。

表2・1から明らかなように、雨水排水区B－IVは1,546ヘクタールでマスタープランで提案した1,576ヘクタールより30ヘクタール少なくなっているが、その理由はフェリーボート付近の地域はペナン港管理委員会が所管する地区であり、現状で既に雨水排水設備が完備しているからである。

2.2　土地利用

現状と将来の土地利用計画は、流出係数を推測するのに用いた。現在、農地および住居地が土地利用の大勢を占め、住居と商業地域が混在し密集した地域はほんの一部に過ぎない。一方、予想される将来（2,000年）土地利用形態は住居地が大半を占め、商業、工業地は一部に過ぎないものと考えられる。図面集図SD－8、9にその現在および将来の土地利用状況を示す。

2.3　人口推定

雨水排除施設計画のため、調査対象区域内の人口の推計を、1976、1985、2000各年度のそれぞれについて行なった。1976および1985年度の平均人口密度は、1ヘクタール当りそれぞれ44と53人であり、1985年までに十分発展する余地があることを示している。したがって、雨水排除施設は土地に開発の進展に整合したものでなくてはならない。各排水区内の年次別人口推定を表2・1に示す。

表2・1 調査対象地域並びに人口

(1) Butterworth

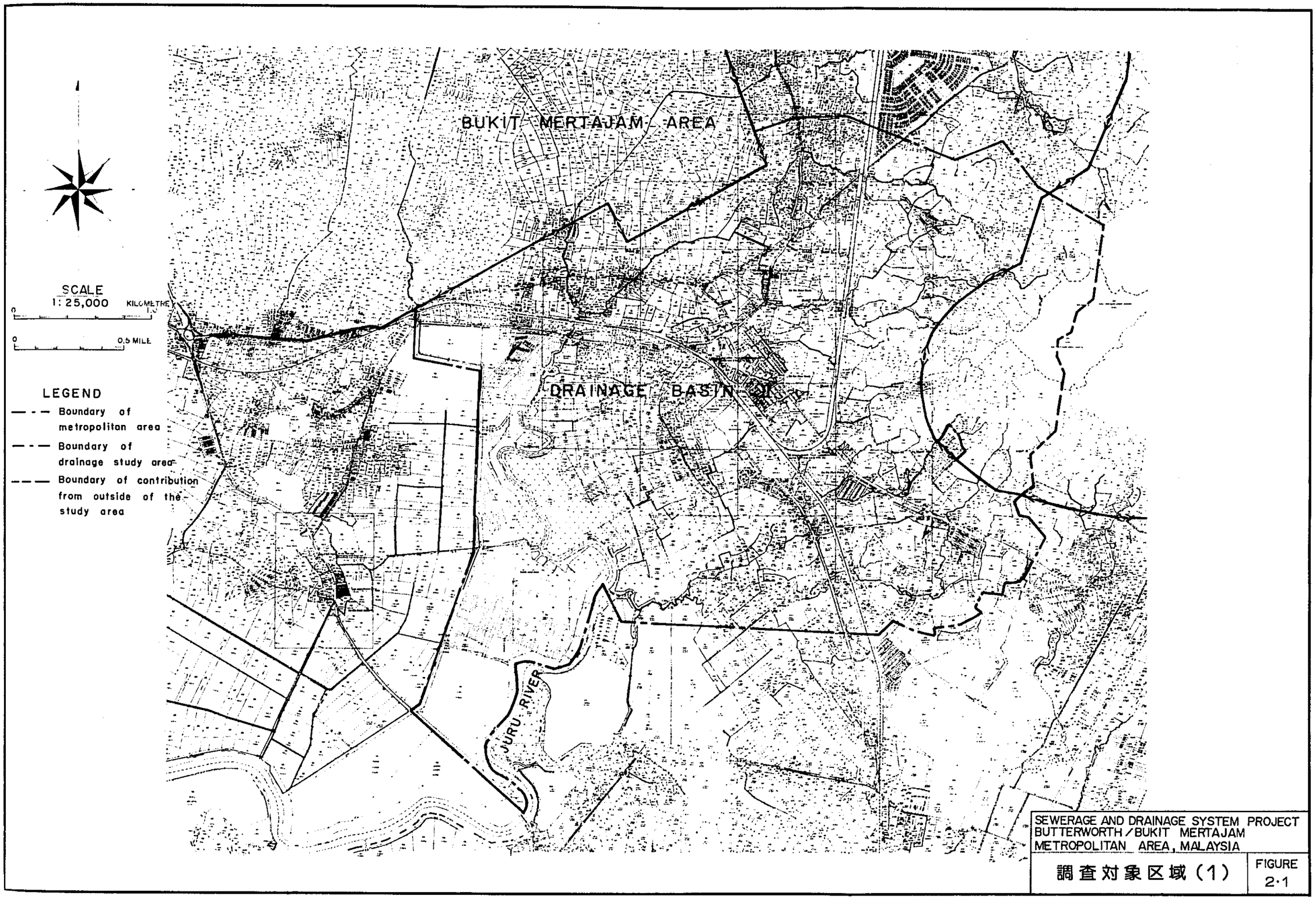
Name of Drainage System	Area		Served Population by Drainage System		
	Served area by drainage system (ha)	Contributing area (ha)	1976 (person)	1985 (person)	2000 (person)
BUTTERWORTH DRAIN A-A	101.5	0	7,280	7,829	8,743
BUTTERWORTH DRAIN A-B	153.7	0	16,900	17,421	18,288
BUTTERWORTH DRAIN A-C	201.6	0	13,800	20,642	32,044
BUTTERWORTH DRAIN B	222.6	32.8	12,555	17,277	25,148
BUTTERWORTH DRAIN C-A	181.8	0	9,400	11,402	14,739
BUTTERWORTH DRAIN C-B	229.1	0	4,515	6,001	8,478
BUTTERWORTH DRAIN D	28.7	0	2,025	2,571	3,480
BUTTERWORTH DRAIN E	81.3	0	13,345	11,947	11,108
SEA DRAIN-A	30.1	0	2,835	3,144	3,660
SEA DRAIN-B	15.5	0	815	1,207	1,860
SEA DRAIN-C	11.3	0	2,010	2,017	2,028
SEA DRAIN-D	18.9	0	3,380	3,123	2,968
SEA DRAIN-E	33.4	0	3,785	4,074	4,556
PRR-A	23.7	0	1,080	1,050	1,032
PRR-B	12.6	0	440	568	780
Direct Discharge to Sea or River	200.2	0	6,630	9,536	14,493
Total	1,546.0 ha (3,819 acres)	32.8 ha (81 acres)	100,795	117,792	153,405

(to be continued)

(continued)

(2) Bukit Mertajam

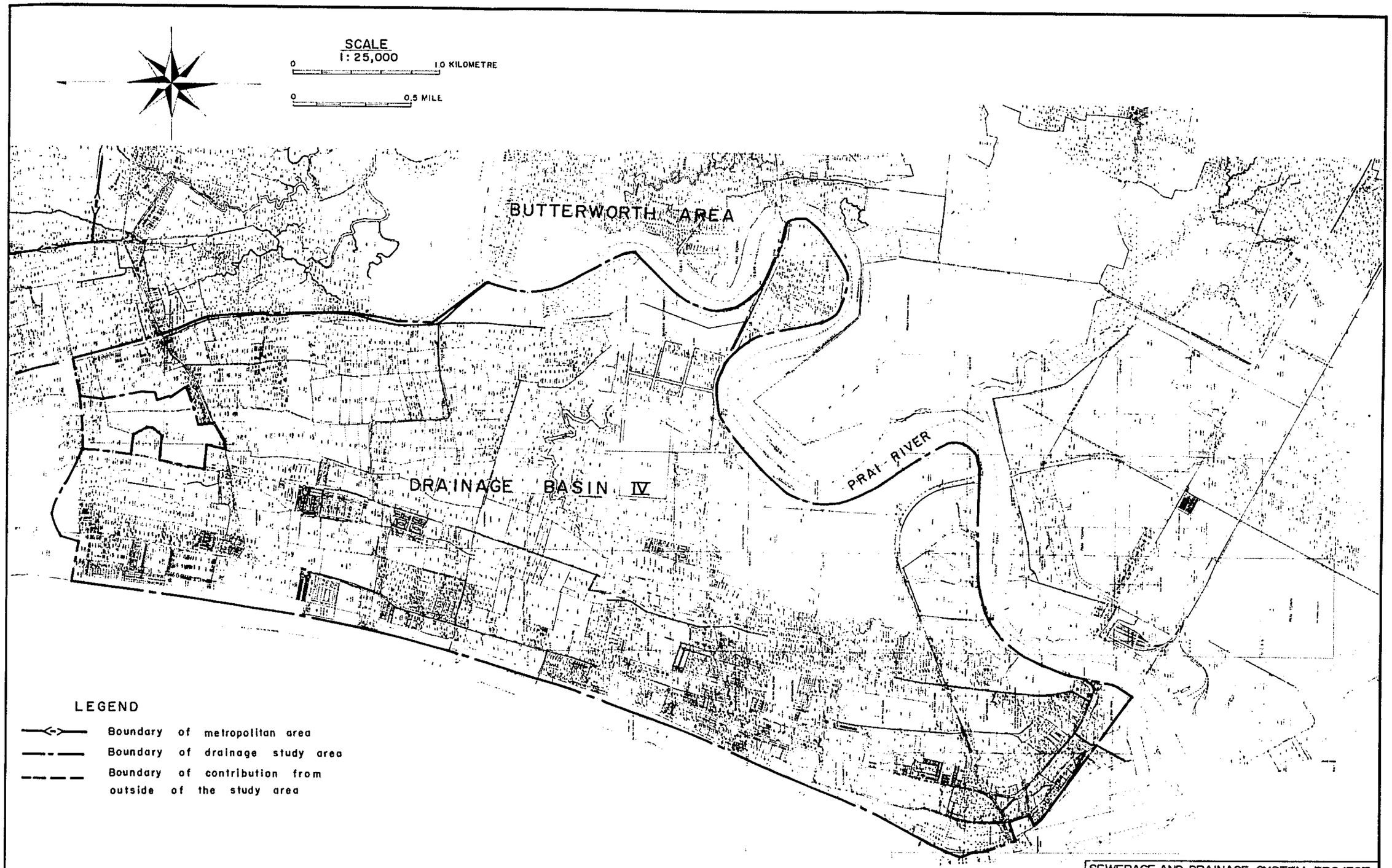
Name of Drainage System	Area		Served Population by Drainage System		
	Served area by drainage system (ha)	Contributing area (ha)	1976 (person)	1985 (person)	2000 (person)
TANAN DRAIN	234.5	41.3	-	951	2,536
SUNGAI ARA	402.4	16.7	6,401	8,100	10,932
PAYA DRAIN	78.4	16.3	2,297	2,297	4,100
BUKIT MERTA-JAM DRAIN	122.4	4.8	11,135	11,941	13,284
SUNGAI RAMBAI	99.4	499.0	1,748	2,120	2,740
SUNGAI PASIR	399.6	29.5	10,735	12,354	15,052
SUNGAI PEKAN BHARU	168.0	49.7	9,197	11,223	14,600
BUKIT KECHIL DRAIN (A)	74.9	0	4,504	5,308	6,648
BUKIT KECHIL DRAIN (B)	77.1	0	4,853	4,998	5,240
PMTG KEBUN SIREN DRAIN	42.9	503.0	1,036	1,245	1,592
BUKIT TENGAH DRAIN	176.2	0	48	5,673	15,048
STP AREA	56.0	0	-	840	2,240
Total	1,931.8	1,160.3	51,954	67,050	94,012
Grand Total	3,477.8 ha (8,590 acres)	1,193.1 ha (2,947 acres)	152,749	184,842	247,417



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

調査対象区域（1）

FIGURE 2·1



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

調査対象区域 (2)

FIGURE 2·1

第 3 章　設　計　基　準

この報告書で用いる設計基準は、原則的にはDIDの計画設計手法№1（既述）に基づくもので、ここでは第1期計画に必要な設計基準を要約して次に示す。

3.1　雨水流出量の算定

3.1.1　合　理　式

合理式は雨水量を算出するために、現在実際に広く用いられている。前述のDID手法№1では合理式を修正した次式を用いている。

$$Q = 1/360\,CsCIA$$

ただし

Q　：　ピーク流量　　m^3/sec

I　：　平均降雨強度　　mm

A　：　流域面積　　mm/h

C　：　流出係数

Cs　：　次式で得られる貯留係数

$$Cs = \frac{2\,tc}{2\,tc + td}$$

tc　：　流達時間　　min

td　：　排水路での流下時間　　min

3.1.2　降雨強度ー継続時間ー頻度曲線

降雨強度は、強度ー継続時間ー頻度曲線の形で表わされる。本調査では、DIDの手法を含めてジョージタウンの雨水計画に用いられている降雨強度式を採用することにしたが、それらは次に示すとおりである。

2年確率　　$I_2 = \dfrac{6{,}270}{t+32}$

5年確率　　$I_5 = \dfrac{8{,}070}{t+30}$

100年確率　　$I_{100} = \dfrac{13{,}940}{t+33}$

3.1.3　降雨頻度

設計での降雨平均頻度は以下に示すとおり土地利用区分によって変えた。

設 計 降 雨 確 率 年

土地利用区分	確 率 年
住 居 地 区	2 年
商 業 地 区	5 〃
工 業 地 区	5 〃

以上の規準は主として比較的小さな流域を持つ排水路に適用されている。しかしながら、主排水路はいろいろの土地利用の異なる地域を流下するので、全地区を5年確率の設計降雨で考えた。

3.1.4 流出係数

流出係数は、調査対象区域の地表形態で変ってくる。ここで用いた係数は下表に示すとおりである。

流 出 係 数

土地利用区分		流出係数
住 宅 地 域	(* 高密度)	0.65
〃	(** 低密度)	0.35
商 業 地 域		0.85
工 業 地 域		0.50
その他、山地		0.50

(註) 住宅地域での人口密度区分は調査対象区域での人口密度調査結果に基づいた。

*高密度　≧120人／ヘクタール

**低密度　＜120人／ヘクタール

3.2 雨水排水路および滞水池の水理計算

3.2.1 雨水排水路

(a) マニングの公式

開水路の水理計算にはマニング公式を適用する。すなわち

$$V = 1/n \quad R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ただし

V : 流 速　m／sec

n : 粗度係数

R : 径 深　m

I : 勾 配

粗度係数、nについてはつぎのとおり定める。

コンクリート水路

現場打	n＝0.015
プレキャスト	＝0.013
石づみ水路	＝0.025
素堀り水路	＝0.030

(b) 流　速

雨水排水路内の土砂類の沈殿を防ぐため、流速は毎秒0.6 m以上（2フィート／秒以上）でなければならない。一方、排水路内の最大流速については、流速による摩耗が生じないように配慮しておかなければならない。表3.1は各種雨水排水路内の最小および最大流速を表示した。

表3・1　設　計　流　速　（m／sec）

水路の種類	設計流速		出　典
	最小	最大	
コンクリート	0.6	3.0	1) DID 手法
石積	0.6	2.5	2) Fortier & Sioky
芝張り	0.6	2.2	1) DID手法
素堀り	0.6	1.0	2) Fortier & Sioky

3.2.2 滞水池

滞水池の必要容量は、雨水流入量と下流に対しての放流許容量できまる。ここでは次に示す簡使法を採用した。

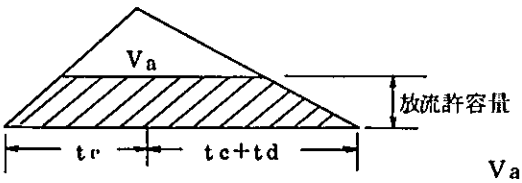
(i) 流入ハイドログラフの展開

(ii) 放流許容量の決定

(iii) 滞水池の貯留量の計算

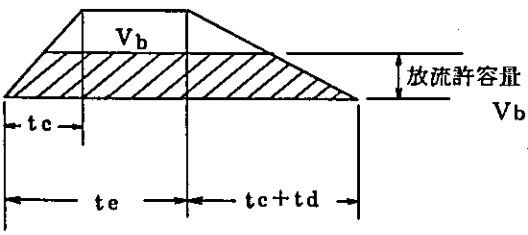
一般には、二種類のハイドログラフが考えられる。すなわち tc＞te の例と tc＜te であり、ここでの滞水池容量の決定は次の方法で求めた。

a) tc＞te



Va：貯留量

b) tc＜te



Vb：貯留量

Va と Vb を較べて大きい方を必要貯留量として採用するべきである。

3.3 水準測量基準面および潮位

3.3.1 水準測量基準面

ここで用いた参考資料は、マレイシア政府測量部設定の基準面に基づいたもので、平均海水面（1912年決定）を零位としている。

当計画での地盤高は、上記資料に準じて零位を基準にしたものを用いた。海水面は1952年～1967年の観測値で得られたものを当計画での設計基準とした。ここで参考とした資料は"プライ河の治水事業報告書"に引用されているものであるが、これは計画対象区域内の雨水排除計画と密接な関係のある報告書であり、これから考えても、設計基準としての海水面は同じであることが望ましい。ここで用いた海水面はつぎのとおりである。

HHWL（最高記録潮位）	SOD＋1.68 m（＋5.5 ft）
MHWL（大潮時）	＋1.10 m（＋3.6 ft）
平均潮位	＋0.15 m（＋0.5 ft）
KLW （大潮時）	－0.79 m（－2.6 ft）

SOD：Survey Ordnance Datum の略で、1912年の Port Swettenham の平均潮位をとり、SOD＋0.00 で示される。

3.3.2 設計に用いた潮位

調査対象地域は平担な低地で排水路のほとんどは潮位の影響を受ける。選定した雨水排除システムの設計に用いる潮位をつぎに示す。

(a) 100年に1回程度の大雨に対して雨水排除システムをチエックするため、海水遡上の影響域は"平均潮位(+0.15 m または＋0.5 ft)"を用いて決めた。

(b) 初期降雨のための雨水排除システムの設計に海水遡上の影響域は"平均高水位（＋1.1 m または＋3.6 ft）"を用いてきめた。

(c) 滞水池を設計するための潮の影響はつぎの仮定によった。

・潮の日周期は約12時間とした。

・潮の干満は排除システムの末端まで影響する。

・高水位は＋1.1 m（＋3.6 ft）、低水位は－0.15 m（－0.5 ft）である。

(d) 埋立て造成の場合、土盛りによる地盤高は"最高潮位記録の＋1.68 m または5.5 ft"によってきめる。

3.4 主要施設

3.4.1 排水路

雨水排除施設として推奨する水路の種類としては、開水路、鉄道、横断暗きょ、管きょ、横断橋などである。これらの種類と設計基準を以下に示す。

(a) 開水路

i) 台形素堀り水路

ii) 〃 芝張り 〃

iii) 台形石張り水路

iv) 矩形鉄筋コンクリート水路（プレキャストと現場打）

－擁壁形

－U形

v) V字状コンクリート水路（プレキャストと現場打）

排水路の詳細は図－3.1に示す標準図による。

水路の深さ対巾の比を大きくすると工事費が増大するが、反面用地費を削減することができる。その最適比は設置場所その他によって異るが、現地での条件を加味し、最も経済的な設計を行なうように努めた。台形水路のり面内側をコンクリートとする利点は、(1)流れを平滑にし流量を増大する、(2)のり面を急こう配にすることができ施設用地を削減できること、(3)維持管理の容易さ、等が考えられる。従って原則的には、のり面コンクリート仕上を考えるが、ブキットメルタジャム以外の地域は一般に平坦であり、流水の浸蝕は顕著でないため、底部インバートはコンクリート仕上げとはしない。晴天時、低水量の場合に十分な流速を保つため、大断面水路の中央に小断面水路を設けることが好ましい。ブキットメルタジャム地区では 晴天時でも海からの背水により、幹線は常時相当な流量を持っている。背水が水路の水位を上昇させるので、これら幹線水路の水深を増大せざるを得ない。さらに、ブキットメルタジャム地区の大部分の水路は水田や山岳地からの流入水により、晴天時でも満流の状態で流れている場合が多く、水路中央に小断面水路を設ける必要がないと考えられる。各種水路の標準断面図を図3－1に、また設計基準を表3.2に示す。

(b) ボックスカルバート

鉄道が横断する所ではボックスカルバートを一般に用いる。また、重荷重のトラックが横断する場合でもマレイシヤで入手出来るプレキャストタイプのボックスカルバートを用いるのがよい。最近市販されているボックスカルバートは小型のものに限られているため、流量の大きいものには、2～3ケのカルバートを並列に用いる。建設期間が長びいてよい場合には、現場打ちのボックスカルバートの使用も出来よう。

(c) パイプ

パイプ類は道路を横断する水路に用いられる。パイプは一般に重荷重を支えるに十分な遠心力鉄筋コンクリート管にすべきである。

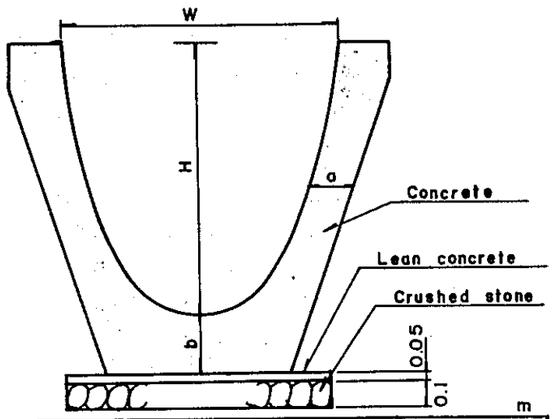
表3.2　　用水路設計基準

開水路の種類	流速（m/s）		のり面	余裕高	マニング粗度係数 n
	最小	最大			
素堀り	0.6	1.0	1：1 以下	深さの10%	0.03
芝張り	0.6	2.2	1：3 以下	〃 10%	0.035～0.05
石づみ	0.6	2.5	1：0.3 以下	〃 10%	0.025
鉄筋コンクリート擁壁	0.6	3.0	—	〃 10%	0.02
U字型鉄筋コンクリート	0.6	3.0	—	〃 10%	0.015 （現場打） 0.013 （precast）
V字型鉄筋コンクリート	0.6	3.0		〃 10%	0.015 （現場打） 0.013 （プレキャスト）

3.4.2 横断橋

大きな水路が道路を横断するようなところでは、円滑な交通を維持するため水路上に横断橋を設ける。堆積物やじん芥により流れが阻害されないよう、水面と橋との間は十分な余裕を持たせなければならない。横断橋の詳細は4.3項および図4.8を参考されたい。横断橋の検討のための手法はDIDの設計基準と手法に準じた。

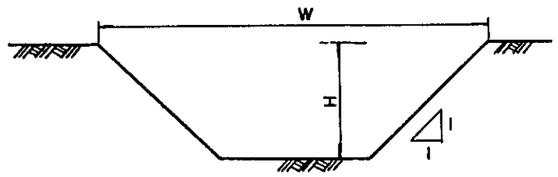
V-Shape Drain



m

W	0.23 ~ 0.61	a	0.05 ~ 0.09
H	0.23 ~ 0.61	b	0.06 ~ 0.10

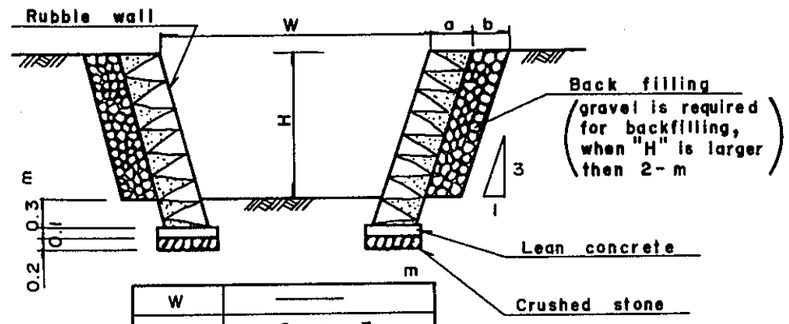
Earth Channel



m

W	——
H	0 ~ 3

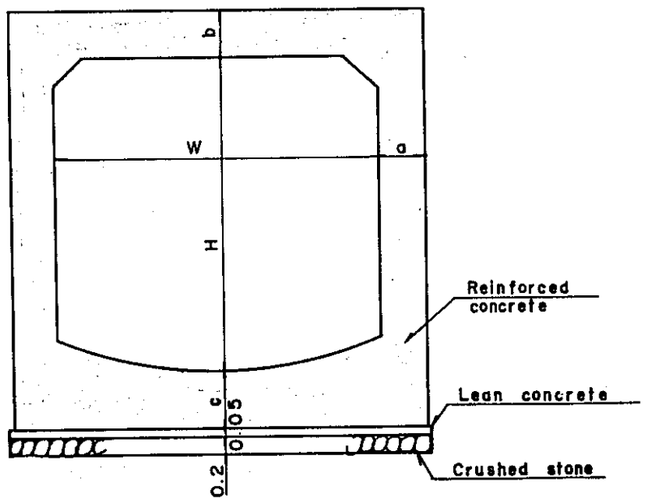
Rubble Wall Channel (With & Without Mortar Linning)



m

W	——
H	0 ~ 3
a	0.15 ~ 0.30
b	0 ~ 0.25

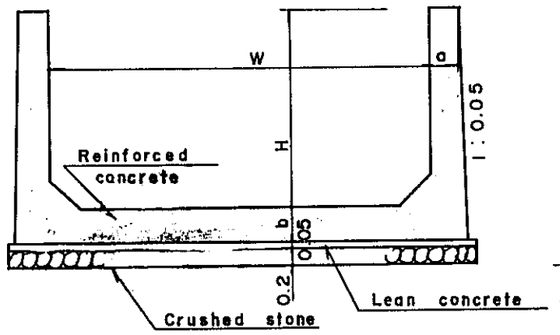
Cast in place R.C Box Culvert



m

W	1.0 ~ 4.2	a	0.15 ~ 0.47
H	1.0 ~ 4.2	b	0.20 ~ 0.50
		c	0.25 ~ 0.58

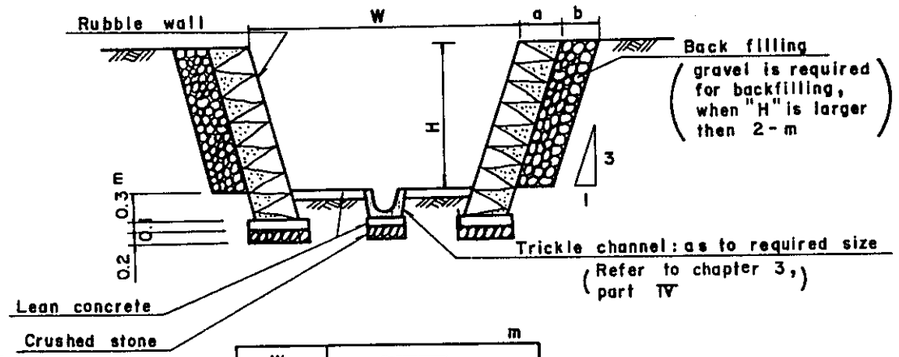
Cast in place R.C Open Channel



m

W	0.5 ~ 11.0
H	0.4 ~ 4.6
a	0.15 ~ 0.2
b	0.15 ~ 0.43

Rubble Wall Channel with Trickle Channel (With & Without Mortar Linning)



m

W	——
H	0 ~ 3
a	0.15 ~ 0.30
b	0 ~ 0.25

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

水路標準断面図

FIGURE 3·1

第 4 章　施　設　計　画

4.1　既存雨水排水路の状況と改善の必要性

雨水排水施設計画のために、既存施設の状況を調査し、その結果について政府担当機関と討議した。以下にその概要と評価について述べることにする。

4.1.1　現存施設に対する評価

現地調査、関係機関などから関連資料を収集した。現地調査は既存水路の横断測量や水路高測量などが含まれている。調査結果は図面集、図ＤＤ－２１～２４ に示したが、各排水区の現況は次のとおりである。

(a)　パタワース地区（雨水排水区Ｂ－Ⅳ）

既存雨水排除施設は低地に位置しているパタワース地区の降雨時の浸水防止と高潮時の逆流水による浸水を防いでいる。図面集、図ＤＤ－１～２、に示すように、この地域での雨水排除は主として排水口により４系列に分けられる。基本的には、これらは自然河川であったものを地域開発に応じて部分的に改善していったものである。

現状での地表状件では流出係数は低く、主要河川の能力は２年確率の降雨を排除する程度である。この区域は流出係数が低いのに加えて、湿地帯が存在するので随所でその地域内の浸水を軽減する機能を果している。現状の雨水排水路の位置およびその容量を図面集、図ＤＤ・１、２及び２１～２４ に示した。

それぞれの放流口には、スルースタイプまたはフラップタイプの防潮水門が設けられており、手動で毎日開閉されている。あるものは維持管理がいきとどかないため機能を発揮していない。水門は高潮時の逆流水が低地帯に流入するのを妨げるのに有効であるが、ある場合には堆積物によって水路容量が不足したり、水門が機能を発揮しないため浸水の原因となっていることがある。

この地域の基本的施設としての雨水排水システムは、Ｖ形または矩形断面のコンクリート開水路が開発造成地区に設置されている。これらの水路は市によって清掃され機能的に保たれている。しかしながら、カンプーン地区では整備された排水路は見当らず、素堀りの排水路が主体で容量的にも不十分なものが多い。

パタワース地区の海岸に沿って幾つかの排水口が設けられている。これらには矩形管きょか鉄筋コンクリート管が用いられており、流砂堆積による閉塞もなく機能的に作動していた。しかし矩形管きょのあるものは壁面が波浪により倒されていた。このような実際的な経験からみて排水口は円形管を用いる方がよいとみられる。

(b)　ブキットメルタジャム地区（雨水排水区ＢⅡ）

図面集、図ＤＤ－２に示したとおり、ブキットメルタジャム地区の全域がジュル河の流域になる。この地区内の丘陵地帯では排水口により７系列の雨水排水路に分かれているが、これらは自然水路を部分的に改良したものである。ブキットメルタジャム排水路は、全延長にわたって人工的に改善したただ一つの例外である。

現状での地表条件では流出係数が低くまた排水路が一般に急こう配であるという条件からみて、当分の間は雨水排水路は現状のままでよいと考えられる。

市街地の雨水排水路はＶ字形または矩形状でコンクリートまたは割りぐり構造であり、殆んどの区域には小断面の水路がある。清掃管理がよく行なわれており、これらの排水路は良好な状態であるが、カンプーン地区は清掃がよく行なわれてないため場所によっては浸水をひき起している。

4.1.2 浸水問題と雨水排除の必要性

雨水排除計画の優先順位をきめるために、現状での浸水問題と施設の必要性を検討評価した。加えてこれに関連した資料収集とＤＩＤ、ＭＰＳＰなどの政府機関担当者からの聞き取り調査を行なうとともに、さらに情報を裏付けるため現地調査と住民から過去の浸水状況についての聞き込みを行なった。浸水頻度の多い地域に対してはとくに重点的な調査を実施した。

雨水排除施設の整備に対しての必要度を検討するため、住宅地区の開発計画について建設年次計画と造成法などの情報をＴＣＰやＭＰＳＰを中心に収集した。

現存施設にたいする調査結果とその評価を次に示す。

(a) パタワース地区（雨水排水区Ⅳ）

関係機関の担当者との討議、さらには地域住民への質問と現地状況とくに排水路浸水状況等について調査を行なった。浸水の原因は低地盤高、排水能力不足、現存排水路の管理不良、基幹排水路の未整備などがあげられる。これらについては表4.1に示した。

一般に、既存雨水排除システムは、降雨時の流出水をコントロールするためのものとして作用しているが、最近における急激な市街化は、雨天時の流出量を増加させたため、現存排水路で排除できなくなってきている。とくに、上流域の開発がこの地域の浸水の原因となっていることは明白である。

これらの状況からいえることは、もしも適当な対策がとられなければ、さらにこの浸水状況は悪化するということであり、したがって、ここでは雨水排除施設の改良のためつぎの対策を早急に行なうことを提案する。

i) 全体雨水排除システムの一環として、将来統合されることを前提とした緊急計画を早急に実施し、現在の浸水被害を軽減する。

ii) 将来の予想される市街化に対処して雨水排除計画を立案する。

(b) ブキットメルタジャム地区（雨水排水区Ⅱ）

この地区の丘陵地帯では、今までのところ大きな浸水問題はない。しかし、市街化が低地にむかって進んでいることから、浸水問題の発生が増加しつつあることは明かである。表4.1は浸水多発地域の状況をまとめたもので、その原因についても示した。

ジュル河沿岸の湿地帯を埋立て住宅地域が開発されているが、この湿地帯は従来雨期にジュル河水門の上流部を浸水から防ぐための滞水池として機能してきたものである。この埋立てによって必然的に河川水位の上昇と浸水問題が発生してくることが考えられる。このような状況であるので合理的な雨水排除計画を立てることは不可欠である。

表 4.1　浸水地区と浸水の原因

地区記号	排水系統	主要原因
A	BWD	・基幹排水路の未整備 ・低地盤
B	BWE	・整備不良および容量不足
C	SEA・A	・カルバート容量不足 ・低地盤
D	BWA	・排水路およびカルバートの容量不足 ・低地盤
E	BWC	・排水路の容量不足 ・低地盤
F	BWB	・低地盤
G	ARA	・カルバート容量不足 ・基幹排水路の未整備

4.2　雨水排水システム選定のための比較検討

ここでは幾とおりかの代替案について、雨水排除施設の現状および将来のあり方を含めて、技術、経済面ならびに緊急性等に対しての検討を行なった。それらは次に示すとおりである。

4.2.1　排水路の検討

現在採用されているものとしてはV字型（半円形インバート）コンクリート水路、石づみ矩形水路、台形水路（コンクリート、石づみ、素堀り）、小断面水路付台形水路などがある（図3.1参照）。これらについて水理的、経済的、美観的な利点等を考慮に入れて検討した結果、基本的にはつぎのようなものを採用することにした。

(i) V字型コンクリート

(ii) 石づみ台形水路、小断面水路付またはなし

(iii) 矩形断面鉄筋コンクリート水路またはよう壁形

(iv) 素堀りまたは芝張り水路

これらに基づいて、経済比較を主要水路について行なった。この比較検討は石づみ台形水路と鉄筋コンクリートよう壁矩形水路で付録1に示すとおり行なったが、その結果、用地費が1 m^2当りM$ 160またはそれ以下の場合には、台形水路が勝り、M$160以上の場合、よう壁形矩形断面水路が有利であることがわかった。

4.2.2　主要排水ルート選定についての検討

調査対象区域の主要排水路ルートの最適案を選出するため、可能な代替ルートについての得失について次のごとく検討した。

(a) BWA排水システム

図4.1、4.2に示すように、この排水系に属している排水区は海岸に沿ったパタワース地区である。ここは各種の用途地域からなり、下流域では住宅地区と商業地区が混在しているが、上流域では開発が急速に進められていることなど施設整備条件は異っている。すなわち、局地的にみて上流側での対策が緊急を要すると考えられるが、下流域ではややゆっくり進めてもよいものと思われる。

この区域での地盤高は、上流域で＋3.0～＋3.5 m（＋9.8～＋11.5 ft）、下流域では＋1.5～＋2.0 m（＋4.9～6.6 ft）と一般的に高い。

地形的に排水区は上流域と下流域に分割できる。上述の条件を考慮した結果、２つの代替案すなわち、(1)上流域の流域変更、(2)BWA排水区からBWE－１、BWE－２排水分区を分離することについて以下に示すとおり検討した。

流域を変更して海へ雨水排除する案では、現地調査と関係者の間での協議の結果、２つの可能なルート案（図4.2）すなわちA－３、A－６が提案され、流域変更システムについての利害得失について検討した。

この排水区では、A－２、A－４、A－５およびA－６排水路の改修の緊急性が高く、A－１、A－３は当分の間はこのままでよい。Case－A（図4.2）は排出口を２系統とした排水システムであり、１系統はA－１、A－２、A－３を、他の系統はA－４、A－５、A－６を含む。この場合、比較的短時間でA－１地区を浸水から救済出来る。

流域変更を行なう場合、海に出した排水管が砂に埋れてしまうなどの問題を検討しなければならない。現在、パタワース地域では１１ケ所の管排水口と１ケ所の開水路による排水口があるが、この結果、その開水路構造の一ケ所で波浪によると思われる破損が見られたのに対し、管水路排水口は砂による閉塞もみられず十分に機能している。パタワース地区での海岸では、汀線よりやや深い底部は粘性の高い泥質であり、排水管をこの部分まで延ばしておけばよいと考えられる。

図4.2に流域変更による排水システムの建設費の比較を示した。Case Aの方が経済的であり有利である。

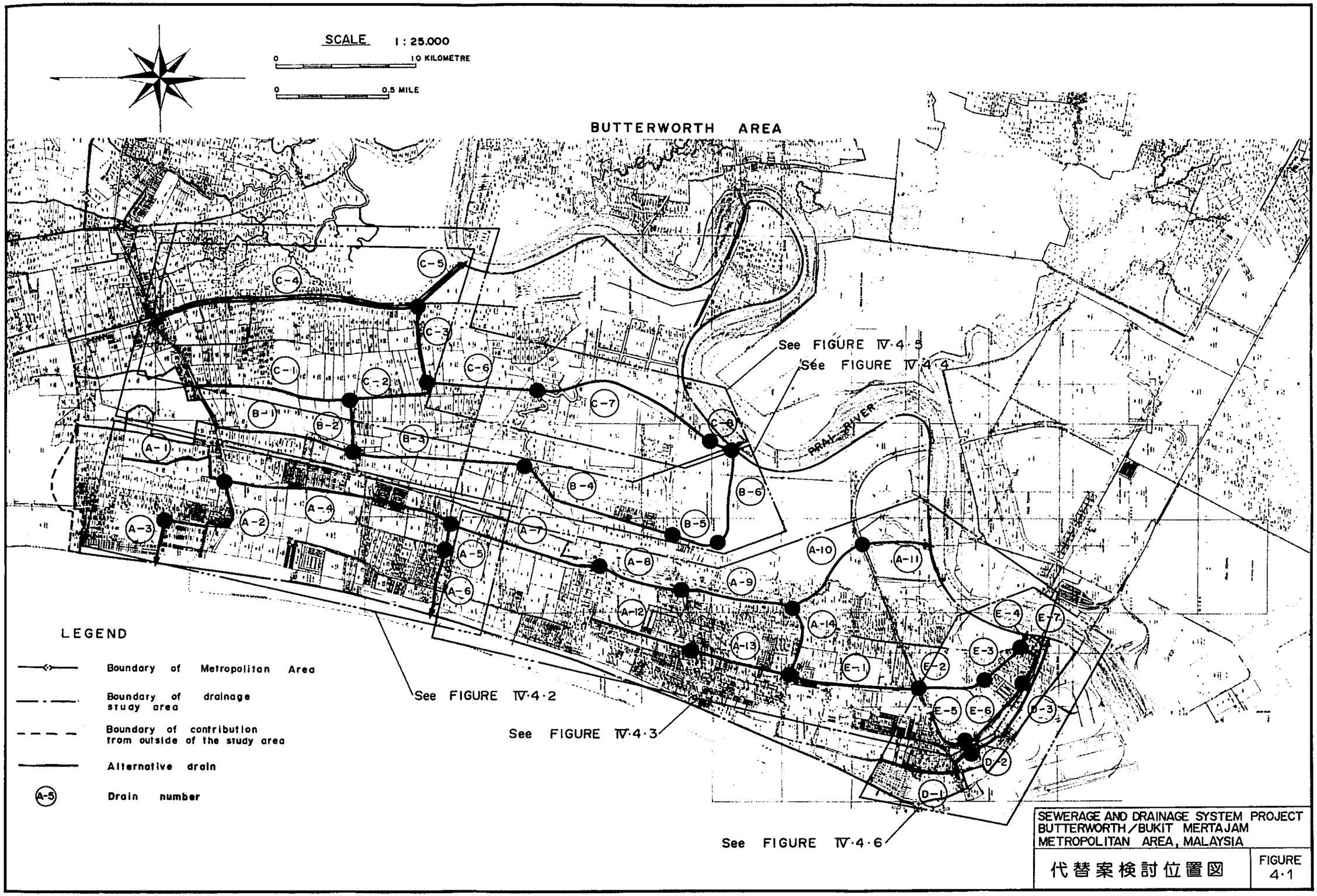
BWA排水系統からBWE－１とBWE－２を分離する案は、下流地域では排水路A－１４の用地がないので、BWA系統からE－１とE－２を分離する案で検討した。E－１とE－２の排水区域はE－３、E－４を経てプライ河に排除される。この場合にE－３の建設が新しく必要になる。現在、E－２とE－３の流域には効果的な雨水排水網は整備されていない。素堀りまたは木壁の小断面排水路が住民自身あるいは市保健部によって設置されている。このような状況であるため、遅かれ早かれ何らかの形で雨水排除設備を考慮しておかなければならないので、E－３の建設はその地区の排水とBWA排水系統に有効であろう。

A－１２、A－１３の排水区域はA－１４を経てBWA排水系統に放流する管である。A－１４の用地が限られていることからA－１３をE－１と一緒にするのが望ましい。しかしこれにはE－１、E－２の改修とE－３の建設が必要である。この流域での現状と将来の雨水排除条件を考慮してみると改修や建設は先行投資が大きすぎるので好ましくないと思われる。

前述した２案についての建設費を試算し、図4.3に示した。建設費は殆んど差がないが色々の条件から判断するとCase Aが有利と思われる。

(b) BWB排水システム

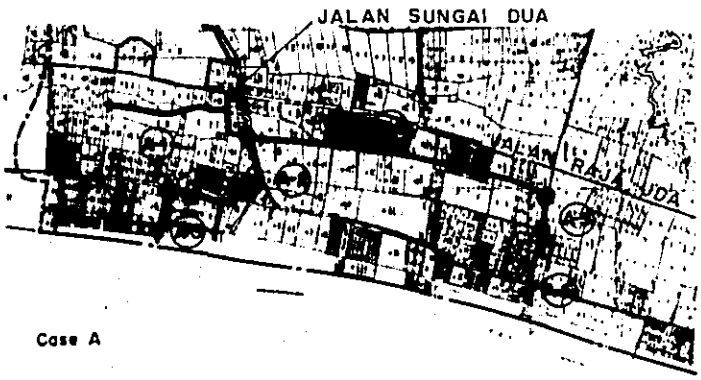
BWB排水システムは、パタワース市街地からの排水を対象としており、図4.1、4.4に示すようにプライ河に雨水を排出している。現在、排水路下流の数か所で湿地帯とつながっており、排水はこれらの地帯に分散している。排水路の下流域（B－５、B－６）は住宅開発計画に対応して拡充されなければならない。上流部でも同様の開発計画

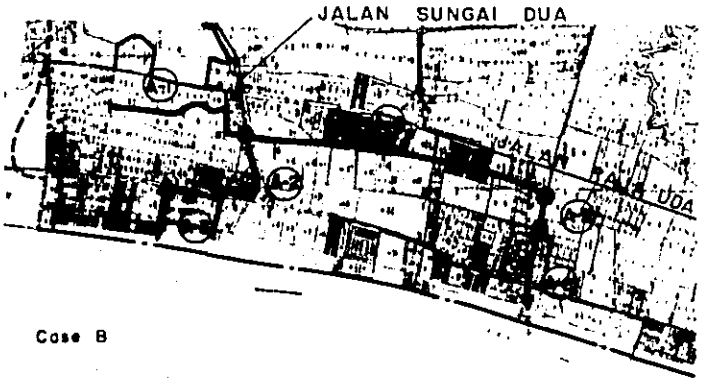


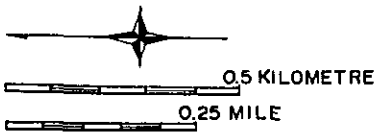
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

代替案検討位置図

FIGURE 4·1







LEGEND

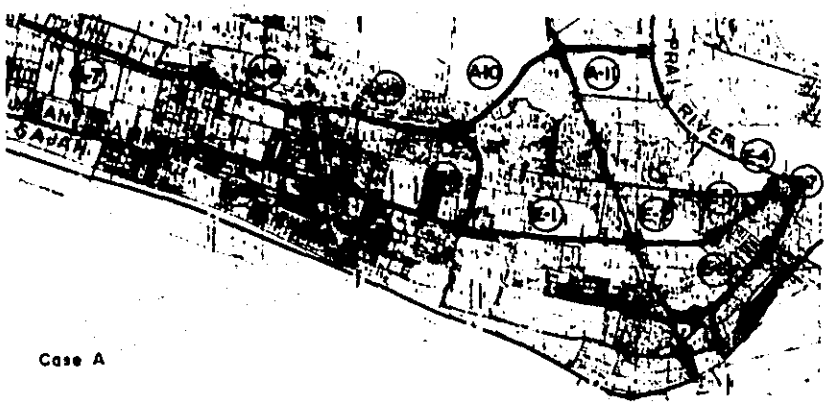
- Boundary of drainage study area
- Alternative drain
- (A/2) Drain number

Case	A				B			
LINE NO	SIZE (mm)	CONSTRUCTION COST	LAND ACQ COST	M$1000 TOTAL	SIZE (mm)	CONSTRUCTION COST	LAND ACQ COST	M$1.000 TOTAL
A-4	MU 5500 4000 x 2200	709	220	929	MU 6500 4800 x 2600	848	281	1129
A-5	MU 5500 4000 x 2200	88	33	121	MU 6500 4800 x 2600	105	39	144
A-6	MU 6500 4800 x 2600	264	99	363	MU 7500 5500 x 3000	301	115	416
A-2	MU 6000 4400 x 2400	412	153	565	MU 4500 3300 x 1800	324	112	436
A-3	MU 6000 4400 x 2400	159	59	218	MU 5000 3700 x 2000	136	49	185
TOTAL				2196				2310

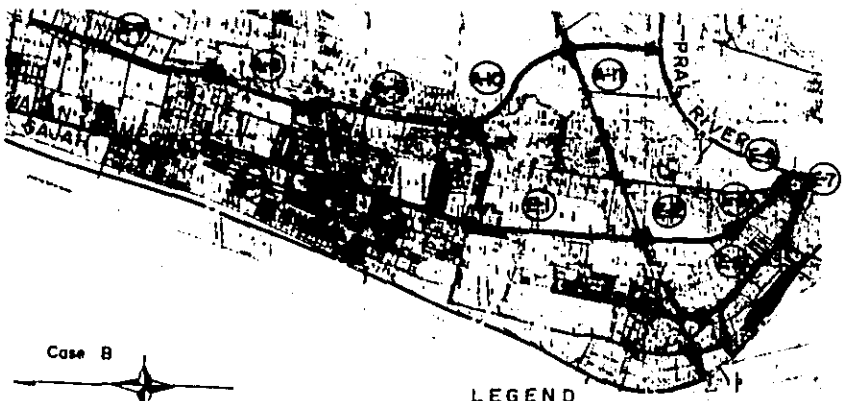
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

BWA系統の
幹線ルート代替案

FIGURE 4·2



Case A



Case B

0.5 KILOMETRE

0.25 MILE

LEGEND

Boundary of drainage study area

Alternative drain

Drain number

Case	A				B			
LINE NO	SIZE (mm)	CONSTRUCTION COST	LAND ACQ COST	M$1,000 TOTAL	SIZE (mm)	CONSTRUCTION COST	LAND ACQ COST	M$1000 TOTAL
A-10	MU 8 500 6 500 x 3 000	390	6	396	MU 7 000 5 100 x 2 800	340	0	340
A-11	MU 9 000 7 000 x 3 000	340	0	340	MU 7 500 5 500 x 3 000	298	0	298
A-14	MU 5 000 3 000 x 3 000	270	778	1 048	MU 4 000 2 900 x 1 600	191	542	733
E-2	MU 4 800 2 900 x 2 900	227	102	329	MU 5 500 3 500 x 3 000	251	123	374
E-1	MU 4 400 2 600 x 2 600	385	1 263	1 648	MU 5 000 3 000 x 3 000	438	1 468	1 906
E-3	MU 3 000 3 100 x 2 900	162	40	202	MU 5 500 3 500 x 3 000	174	43	217
E-4	MU 6 500 4 800 x 2 600	49	0	49	MU 7 500 5 500 x 3 000	56	0	56
TOTAL				4 012				3 924

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

BWA及びBWE系統の
幹線ルート代替案

FIGURE 4·3

が幾つかあり、同様の対策が必要であろう。

現状での雨水排水施設は開発計画には見合っていないが、当分の間は全面的な改修は必要ないと思われる。この様な状況を考慮して以下のことを検討した。

i) 排水系統の上流部をBWC排水システムに接続する案

排水路の下流での流量を削減する方法として、BWB排水区の上流部をBWC排水区に変更した場合の利害得失について検討した。図4.4に示したとおり、排水区の切りかえ（Case A）を行なう場合、その工事費は在来の系統によるものより幾分高目となり、しかもC－2、C－3、C－5は、BWB排水路（B－1、B－2）からの流量増に対応するため、断面の拡張が必要であり余分な費用がかかることになる。C－2、C－3、C－5は、宅造計画がB－1、B－2より早期に建設されることが考えられ、先行投資が大きくなることが予想されることから、Case Aは推奨出来ない。

ii) BWB排水システムの下流地区の救済

この排水区の下流域をまもるため、中流域に滞水池を設けることが考えられる。現在の湿地帯は滞水池用地として使われるが、ここからブライ河流出口は約2.5Kmである。先に述べたとおり、排水口から約1.1Kmの部分が住宅開発計画にあわせて改修される予定であるため、滞水池で改良されるのは残りの1.4Kmである。現在、排水路の断面積を小さくするための滞水池の建設は必要なく、当分の間は、現存の湿地帯を滞水池として機能させることになろう。

iii) 防潮水門の改良

地盤高は＋3.5 m（＋11.5 ft）から＋1.0 m（＋3.3 ft）であり、低地帯はBWBの下流域にあっては大潮の平均高潮位＋1.1 m（＋3.6 ft）、最高記録潮位＋1.68 m（＋5.5 ft）を防潮水門で護れるようにしている。

高潮位のために浸水が起きる低地帯はごく限られた狭い地域である。さらに低地帯が造成開発されるので、このような場所が将来減少してくることは考えられる。

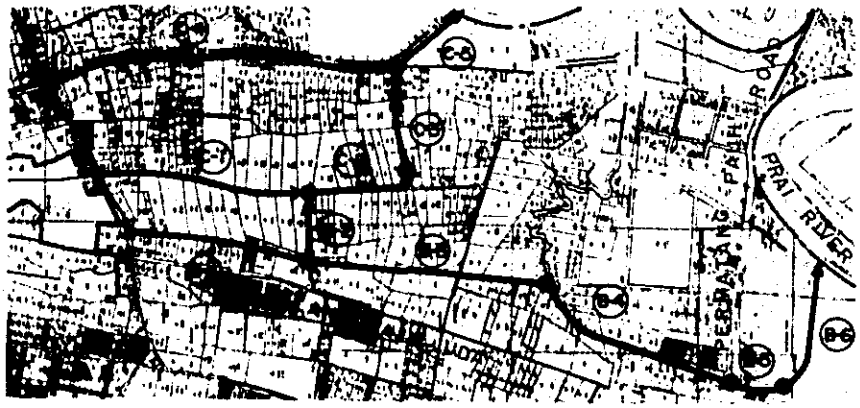
新規に雨水排水システムを計画するにあたって、現存の防潮水門の拡張または再建は含めない方がよい。その代りに低地域に対しては堤防、ポンプ排水などの方法で独自に対処するのがよい。これに関しては4－3項に詳細を示す。

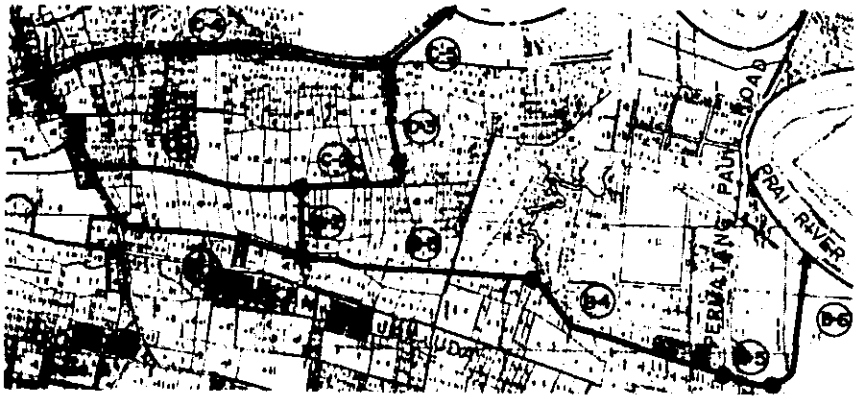
(c) BWC排水システム

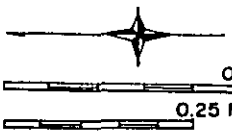
この排水システムは自然水路を基本的に活用しているが、マクマンデイン工業地帯だけが人工のものである。この工業地帯は排水口に近い下流域に位置しており、上流からの流出による浸水や高潮時の逆流などによる浸水を防潮水門と湿地帯で防いでいる。この地域の排水計画策定にあたって考慮しなければならないことは上流域の開発による流出量の増加と高潮時の逆流から工業地帯を護ることである。

この検討のため排水区を開発地区と未開発地区に分け、それぞれの特性に応じて独立した排水システムを考える。Case AとB（図4.5）について検討したが、新しい住宅計画から判るとおり、上流側が比較的早く開発され、中流域は当分手がつけられずに残されるものとみられる。C－7とC－8排水路の容量は現状では十分であろう。

Case Bが採用されるならば、C－6および低地帯の排水は上流部の開発に対応できるように改修されるべきである。この改修のための費用はかなりの先行投資になろう。さらにこの排水システムでは、現存防潮水門の建設はC－7排水路を改修した場合に必要となろう。現存水門の機能は良好なので廃棄することは好ましくないが、将来必要に応じて新設することは考えられる。







LEGEND

Boundary of drainage study area

Alternative drain

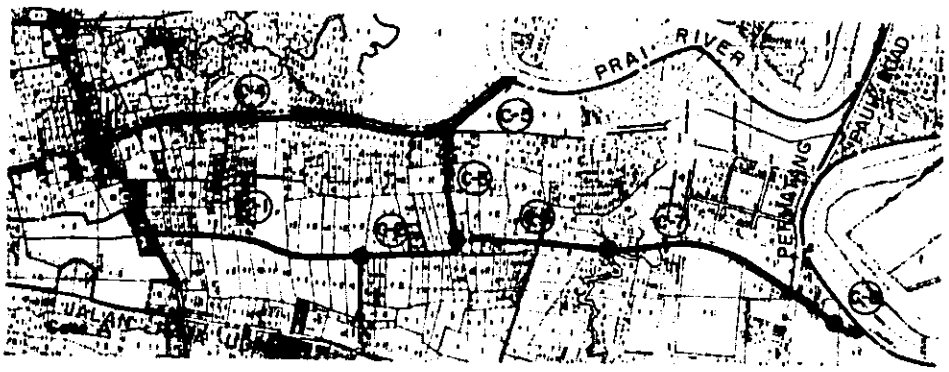
Drain number

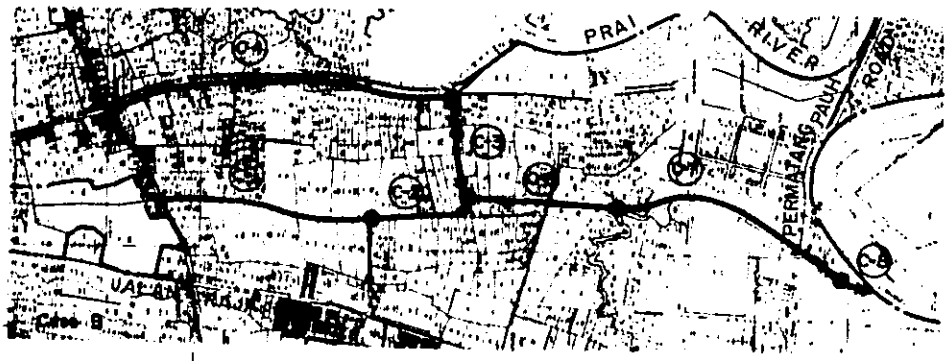
Case	A				B			
LINE NO	SIZE (mm)	CONSTRUCT-ION COST	LAND ACQ COST	M$1000 TOTAL	SIZE (mm)	CONSTRUCT-ION COST	LAND ACQ COST	M$1000 TOTAL
C-8	MU 12 000 10 000 x 3 000	166	60	226	MU 12 000 10 000 x 3 000	166	60	226
C-6	MU 5 500 4 000 x 2 200	331	31	362	MU 7 500 5 500 x 3 000	450	53	503
C-7	MU 12 000 10 000 x 3 000	1 012	296	1 308	MU 12 000 10 000 x 3 000	1 012	296	1 308
C-3	MU 5 500 4 000 x 2 200	260	53	313	MU 6 000 4 400 x 2 400	284	58	342
C-5	MU 4 000 2 400 x 2 400	182	32	214				
TOTAL				2 423				2 379

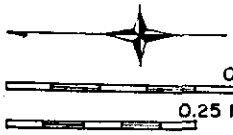
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

BWB及びBWC系統の幹線ルート代替案

FIGURE 4·4







LEGEND

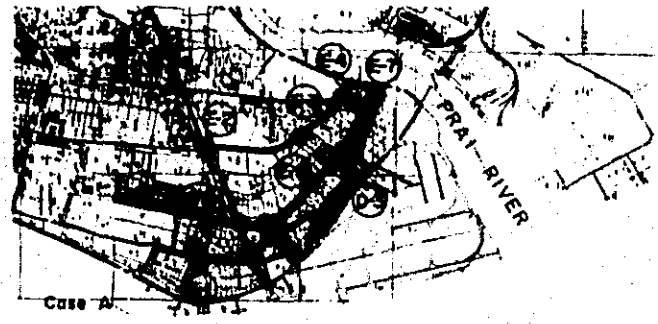
- Boundary of drainage study area
- Alternative drain
- Drain number

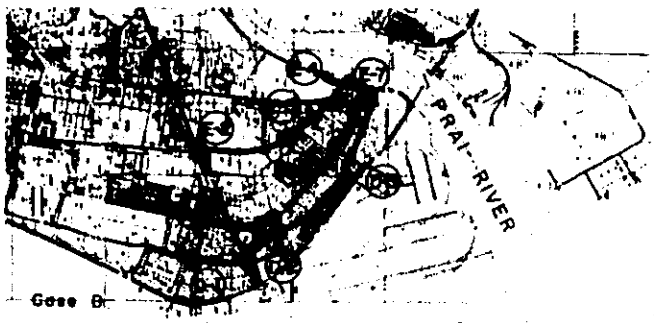
Case	A				B			
LINE NO	SIZE (mm)	CONSTRUCT-ION COST	LAND ACQ COST	M$1,000 TOTAL	SIZE (mm)	CONTRUCT-ION COST	LAND ACQ COST	M$1,000 TOTAL
B-3	MU 5500 4000 x 2200	545	117	662	MU 6500 4800 x 2600	650	147	797
B-4	MU 7000 5100 x 2600	859	202	1061	MU 8000 6000 x 3000	756	245	1001
B-6	MU 8500 6500 x 3000	502	0	502	MU 10000 8000 x 3000	549	0	549
B-5	MU 7000 5100 x 2800	223	63	286	MU 8000 6000 x 3000	197	71	268
C-2	MU 7000 5100 x 2800	351	69	420	MU 5500 4000 x 2200	273	56	329
C-3	MU 7000 5100 x 2800	334	66	400	MU 5500 4000 x 2200	260	53	313
C-5	MU 4800 2900 x 2900	210	37	247	MU 4000 2400 x 2400	182	32	214
B-2	MU 6000 4400 x 2400	194	32	226	MU 2000 1200 x 1200	65	7	72
TOTAL				3804				3543

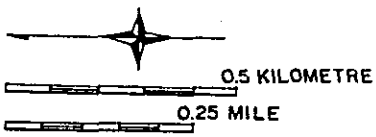
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

BWCの系統の
幹線ルート代替案

FIGURE 4·5







LEGEND

- Boundary of drainage study area
- Alternative drain
- (5) Drain number

Case	A				B			
LINE NO	SIZE (mm)	CONSTRUCT-ION COST	LAND ACQ COST	M$1,000 TOTAL	SIZE (mm)	CONSTRUCT-ION COST	LAND ACQ COST	M$1,000 TOTAL
D-3	MU 4500 3300 x 1800	394	62	456	MU 3000 3700 x 2000	428	72	500
E-6	MU 3000 1400 x 2400	189	28	217	MU 2400 1,100 x 1,900	136	22	158
E-4	MU 4000 2400 x 2,400	35	0	35	MU 3000 1400 x 2,400	29	0	29
E-7	MU 3000 1400 x 2400	122	22	144	MU 2700 1300 x 2200	108	20	128
TOTAL				852				815

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

BWD及びBWE系統の幹線ルート代替案

FIGURE 4·6

防潮水門は低地域にだけ使用さるべきであり、その目的を達成するには、現在のシステムを低地帯と比較的高地帯との2系統に分けるような修正が必要となろうが、このような修正と新しい防潮水門の設置は、排水区域が市街化されるまでは考えなくてもよい。

一方、Case Aでは既存のシステムの改良や修正が必要であろう。さらにこのシステムは上流域に排出口があり、2年確率での降雨に対応できる能力があるものと思われる。

Case Aでの不利な点はブライ河を汚染するおそれがあることである。これは、上流域の放流口は防潮水門の上流域のポントーン橋の近くに設けられる筈であり、晴天時の流出水が停滞して汚染をひき起すことになるかも知れない。晴天時の排水をC－5排水路に設けた低い堰により迂回させて、C－3排水路を流量調節の機能をもったC－6に接続させると、ブライ河の汚濁防止が期待できよう。迂回方式をとる場合の晴天時排水は、下流域の排水区を経て防潮水門の下流側でブライ河に排出される。雨天時の場合には、流出水は堰を越流しC－6排水路に流入する。

図4.5に両案の建設費を示した。これからも判るとおり、Case Aの建設費は若干高いが、それだけではCase Bと比較するのに十分ではない。Case Aの場合、下流域の工業地帯で100年に1回程度の豪雨での被害はCase Bよりも小さいと思われる。

(d) BWDおよびBWE排水システム

BWD排水路の排水区域はフェリーポートの近くまで広がっており、パタワース市街のもっとも交通量の多いところで4ケ所道路を横断している。これらの横断部の施工は、現状を考えると殆んど不可能であろう。 したがって、BWD排水システムの流域を減らし横断部の施工をやめる案を検討した結果、E－5とE－6をE－7に接流することが最も望ましい解決案であることがわかった。現在のところE－7はないが、現状からみてこの水路はいづれ建設しなければならないことは明かで、上述した接続は比較的早い段階に施工されることになろう。

図4.6に示しておいたとおり、現状のルートと新しい排水路を施工する場合の建設費について比較したが、両者には殆んど差はみられない。

以上の検討結果と技術的な利点などから判断すると、Case AがBWD排水システムの排水区には適当と考えられる。

(e) PMT、BKC、BKD排水システム（第3巻図D－8を参照）

PMT、BKC、BKD排水区の一部では、現在住宅建設が進んでいる。これ等の地区からの雨水は、図DD－2図面集に示すとおり、ジュル河に流出している。ジュル河の既存防潮水門上流側の水位は、後背地の市街化にともなって上昇するものと思われる。水位については下記の仮定のもとに推定した。

i）現有水門はしばらくそのまま利用する。

ii）ジャラン・スンガイ・ランバイからジュル防潮水門までのジュル河沿の地区に地表こう配はほとんど平坦で、巾100m以上の保留地がある。したがって、この部分を水門と越流ぜきをもつ滞水池として機能すると考えられる。

iii）この部分全域の水面は、流水による両端の水頭の損失はあるにしても、水平と見做す。ジュル河の部分の水表面の勾配のデーターがないため、上流部の計算水位には余裕を見込む。

上述の仮定のもとに、流域地区が市街化された時点で豪雨により生ずる雨水排水の状況を検討するためのジュル河水門上流部の水位を計算し、付録－2にその詳細を示した。その結果を要約すると次のとおりである。

＋1.3m（4.3ft）～＋1.6m（5.2ft）…… 現状（C＝0.15）で5年降雨強度の場合

＋1.9m（6.2ft）～＋2.2m（7.2ft）…… 2,000年次（C＝0.4）で5年降雨強度の場合

現状では流出係数（Ｃ）が小さいため、推定水位が比較的低い。ジュル河南部の地盤高は宅造計画部分で＋1.8 m（＋6.0 ft）、カンブンブトテンガアを含む農地で＋1.0（＋3.3 ft）である。したがって５年頻度降雨と＋1.1 m（＋3.6 ft）の高潮が同時に発生した場合には、低い農地からの排水はジュル河上流部では排水不可能となる。一方、現況では新宅造地区からの雨水は、水門の上流部に排水出来る。しかし、2,000年に想定された市街化が進んだ場合には、その住宅地域からジュル河への排水は現存する施設では不可能となる。

上述の諸条件を考慮し、実行可能な２つの代替案を検討した。

i) 代替案Ｉ：ジュル防潮水門を拡大しジュル河の水位を低下させる：現存の水門は並列スライド形で、各水門とも巾10 ft（3.04 m）、高さ8 ft（2.44 m）である。水門の他に、巾3.5 ft（1.07 m）、高さ5 ft（1.52 m）の一連のボックスカルバートが越流用に設置されている。現存の水門では、１００年確率降雨強度で流出係数C＝0.65の場合、水位が＋3.0 m（＋9.8 ft）になり、水門が倍に拡大された場合でも＋2.5 m（＋8.2 ft）と推定される。したがって、水門の拡巾のとりかたによっては、顕著な水位低下は期待出来ない。

ii) 代替案Ⅱ：右岸地域からの排水をジュル防潮水門の下流に行なう：１つの考え方として、ジュル河上流部から右岸地を分離し、その雨水を水門の下流に排除する。この場合、ジュル河沿に築堤が必要となる。この方法では、ＰＭＴはＢＫＤに接続され、その後雨水はＢＫＣ、ジュル河の順に流下する。ＢＫＣからジュル河への排水口までの間は既存の開きょを使用するが、容量が十分でないため流出水はＢＫＤ、ＢＫＣ排水区を含む上流部の排水路に貯留させる。ＢＫＣが接続される排水路の容量は３ m^3/secであり、ＢＫＤ、ＢＫＣの必要貯留容量は約１５０×10^3 m^3 である。この容積はＤＩＤによって確保される巾３０ m（１００ ft）の排水路用保有地内に十分に設置できるであろう。ジュル河沿の堤防上端の高さは＋2.3 m（7.5 ft）であり、下記の根拠のもとに決定した。

i) ５年確率降雨、流出係数0.4で算出したジュル河水門上流部の水位は＋1.9 m（+6.2 ft）～＋2.2（＋7.2 ft）となる。

ii) １００年確率降雨、現状の土地利用条件（Ｃ＝0.3）の場合には＋2.0 m（＋6.5 ft）となる。

iii) 最高記録潮位は＋1.68 m（＋5.5 ft）である。

堤防天端高は最高記録潮位より高くし、余裕を見て＋2.3 m（＋7.5 ft）とした。

上記の２つの代替案のうち、築堤によってジュル水門上流部右岸地域を分離し、水門の下流に排水する。排水区内に発生した雨水は、完全な雨水排除計画実施の保証のない下流未開発地域への浸水を防ぐため、その区域内に貯留すべきである。この貯留方式では、排水施設の水位を低下させるためジュル防潮水門を除去するか、拡巾するまでの一時的な手段として使用することが好ましい。

4.3 勧告と提案

前述のとおり、各種代替案に対する検討を行なった結果、以下に示す最適雨水排除施設を提案する。

4.3.1 雨水排除施設

提案する施設としては開きょ、暗きょ、ボックスカルバート、横断橋、海・河川への排水口、防潮水門、築堤等が含まれるが、一部の低地部では埋立も行なう。以下詳細について記述する。

(a) 幹線排水路

主幹線の選定ルート案を図ＤＤ－５～１７（図面集）に示した。これ等のルートは、地形図、実測結果、計画道路、住宅開発計画等に基づいて定め、さらにルート案に従って踏査し、関連機関担当者と協議した上で決定したものである。排水路の設計こう配は、既開発地区の場合地盤高を基にして決定したが、パタワース地区全域およびブキットメルタジャム地区の一部では、水路こう配が極端に平坦になる。その結果、大半の水路設計流速は0.8～1.0 m／secの範囲である。ゆるやかなこう配と強雨のため、ピーク流量を流すために大きな水路断面が必要となる。

幹線排水路のための用地巾は、開発が完了した時点での状態を考慮し、流出係数を0.6とした。ここで提案する代表的な保有用地の断面を図4.7に示す。その全巾員は、開水路および工事管理用とりつけ道路を含む。排水路の両側は保守、管理のため、道路又は緑地帯の形で保留すべきである。これ等のスペースはＴＣＰによって行なわれている街路計画にあわせて決める必要がある。一般に既存または計画道路に用地の余裕があるので、本計画の費用見積りからは用地費を除いた。保守点検用用地は、個人業者による地域開発の場合には業者が負担することもある。排水路断面は、2,000年次で予想される利用状態のもとに計算した。しかし、実施設計の段階では、再度幹線ルートについての新らしい情報、データーに基づき、再検討する必要がある。同時に雨水量等についても流域の見直し等が必要である。

ここで提案した排水路の計画では減潮時における平均高水として＋1.1 m（3.6 ft）を採用した。比較的に地盤の高い地域での水位は潮の影響がないので、洪水時の計画水位としては、排水路深度の約９０％とし、残り約１０％を余裕高とした。

カルバートや道路を横断する場合には、流水断面の縮少による損失水頭を少なくすべきである。これは、この排水区域では一般にこう配がなく、かつ低地帯であるので、余分な損失水頭があると排水が円滑に行われなくなる恐れがある。

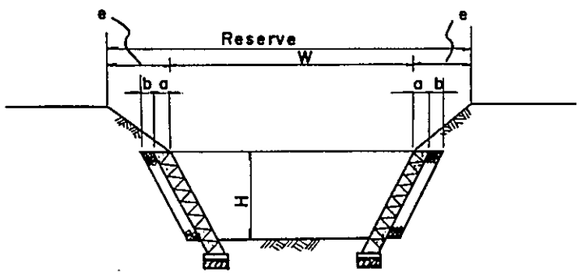
既に述べたとおり、選定した排水路のタイプは図面集、図ＤＤ－５～８に示すとおり台形石づみ、矩形鉄筋コンクリート、ＲＣよう壁であるが、主幹線システムの大部分は台形石づみ型である。これは建設費および用地費をもとに算出したもので、材質、資材の入手可能性や美観についても考慮されている。各排水路の断面、構造の細部について図面集、図ＤＤ－２１～２７および図3.1に示した。軟弱地盤地域では基礎杭を用いることが必要である。地下水が石づみ壁に与える水圧を減少させる目的で2 m^2毎に１か所の割合で排水孔を設ける。

水路が道路を横断する場合、横断橋かボックスカルバートを使用すべきである。この場合には現有道路の高さと排水路の流水特性を考慮して、十分な広さの断面とする必要がある。標準的アバットメントの断面を図4.8に示した。

ボックスカルバートは一般的に横断橋より工事費が安い。しかし大排水路に対しては、小断面のカルバートを並列することにより、流れを阻害したりあるいはカルバートの入口に浮遊物が堆積することを防ぐ。　従って上巾5.0 m（１6.4 ft）以上の開水路の場合には、横断橋とすることが良い。図面集、図ＤＤ－５～８に示す以外の道路交差の場合にはボックスカルバートが良い。

いづれにせよ、水路には十分の流積断面が必要であり、橋ゲタの下端またはカルバートスラブから水面まで最小限約３０cm（１ ft）の余裕高をとる必要である。しかし、パタワース地区、ブキットメルタジャム地区の低地部の地形条件から考えると、十分な自由空間をとることは困難と考えられるが、その場合でも少なくとも橋ゲタやカルバートスラブが水面下に没してはならない。代表的な横断橋、ボックスカルバートの構造を図3.1、4.8に示す。これ等は工事費見積や説明用として用意したものであって、一般的な状態のものを示している。したがって、実施設計の時

Drain Reserve



Where

W :	width of drain	(C ≤ 0.65)	(m)
a :	thickness of rubble wall		(m)
b :	thickness of back-filling		(m)
H :	depth of drain		(m)

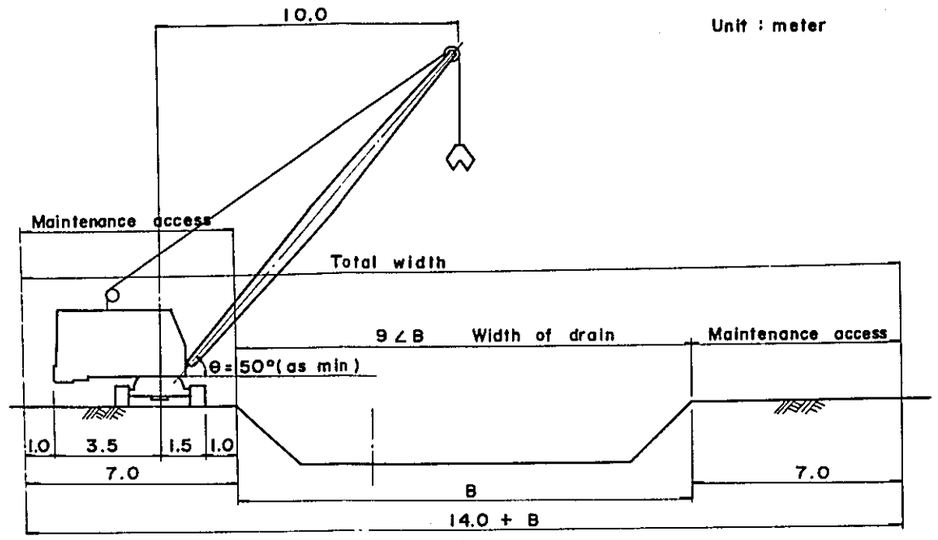
the value of "a" and "b" is :

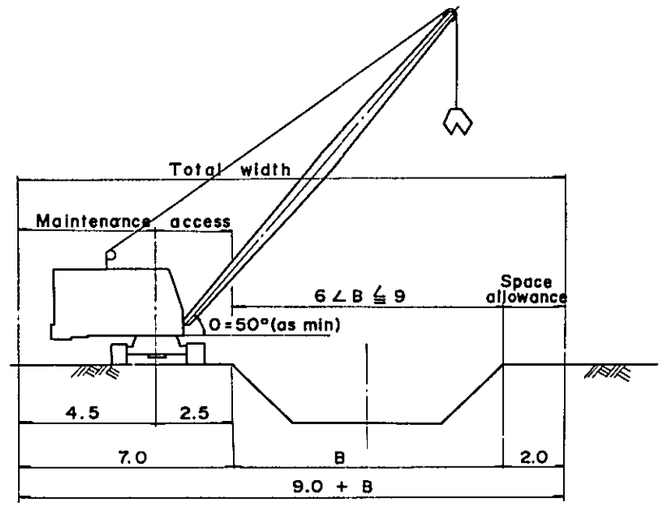
for $H \geq 2.0^m$ ----- $a = 0.3^m$, $b = 0.25^m$

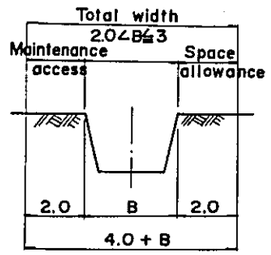
$H < 2.0^m$ ----- $a = 0.3^m$, $b = 0$

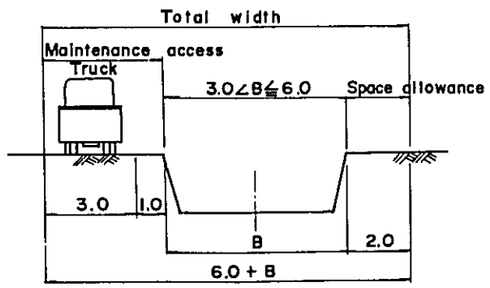
$$\text{Reserve width} = \frac{0.65}{C} \times W + (a + b + e) \times 2$$

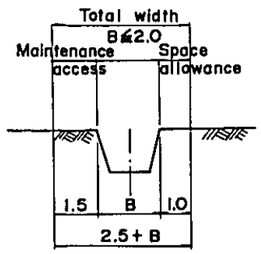
Maintenance access could be preserved in the form of road or green belt in either or both sides of drains











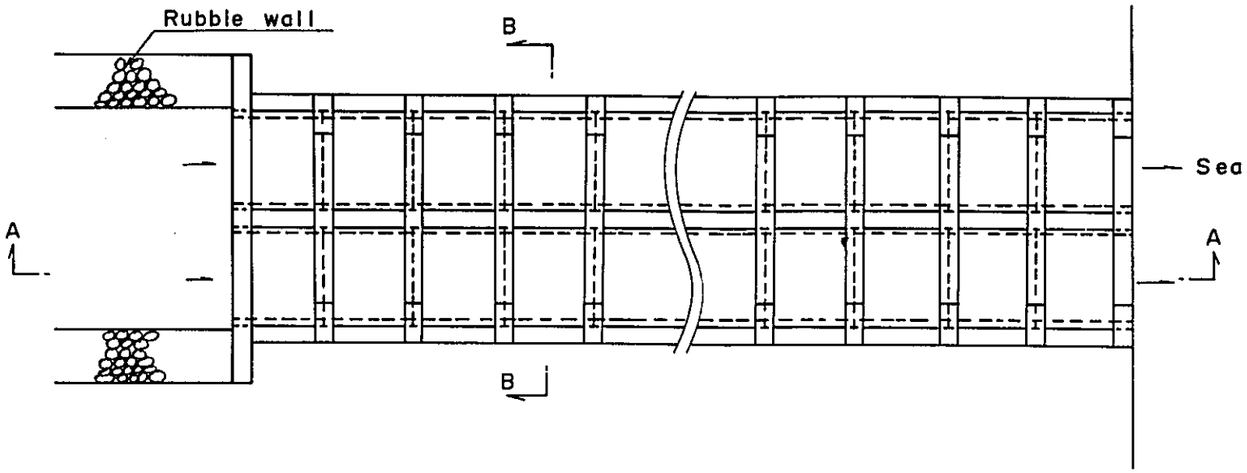
SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

排 水 路 敷

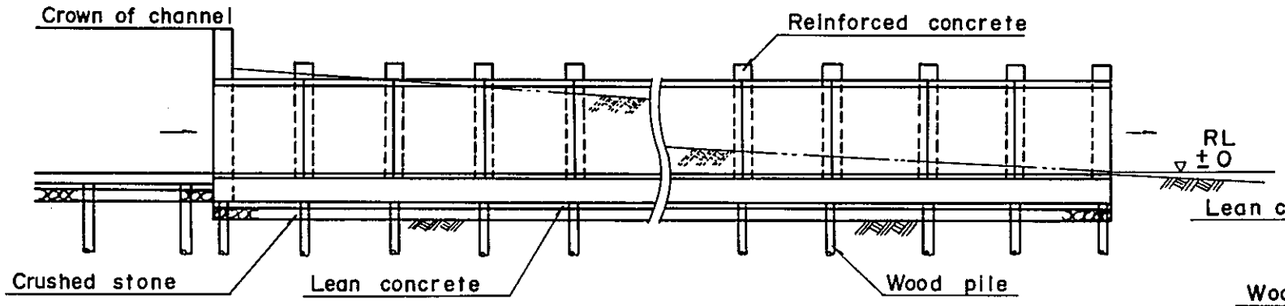
FIGURE 4·7

Typical Outfall Structure

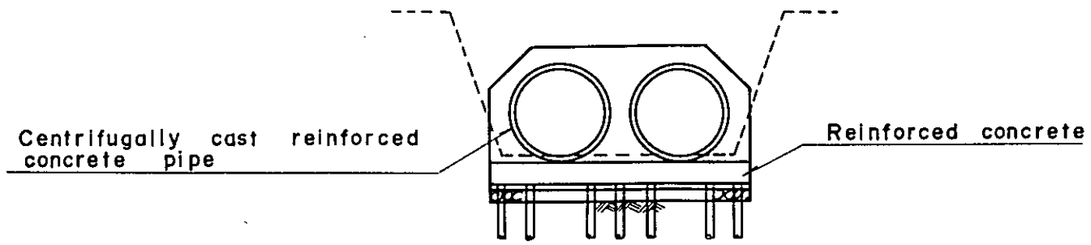
Plan



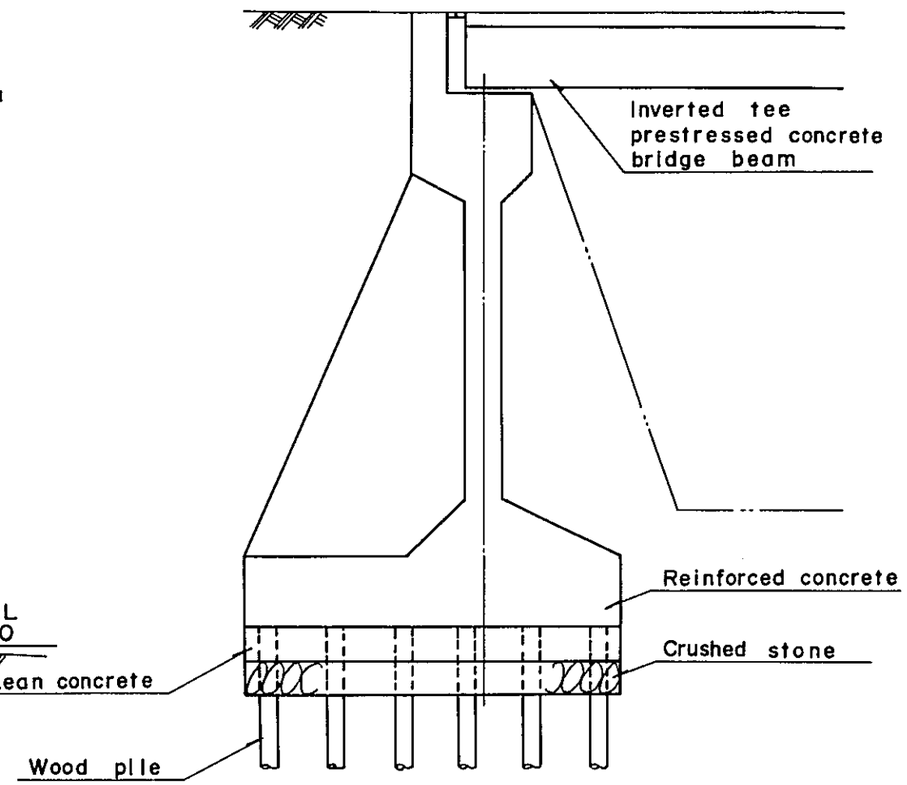
Section A – A



Section B – B

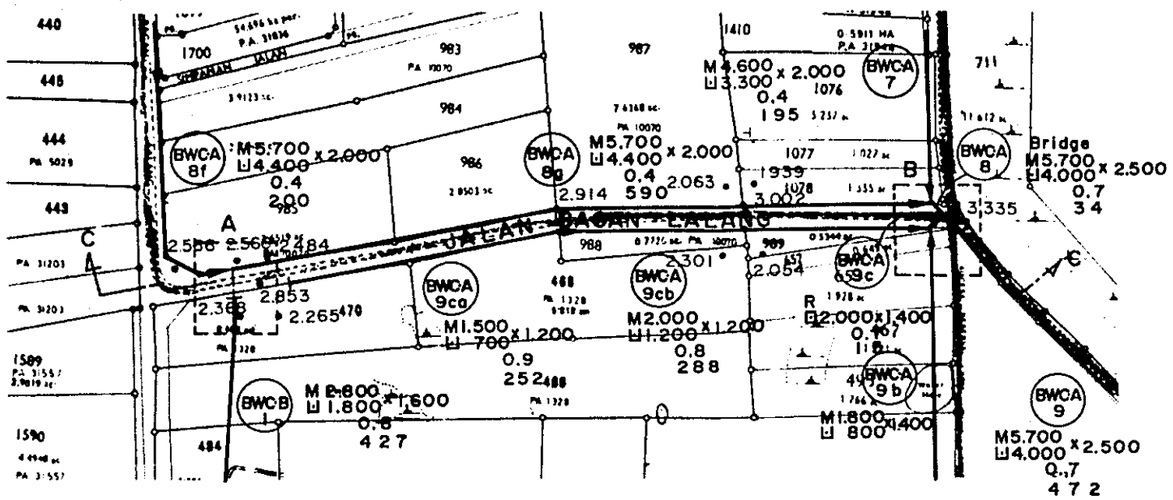


Typical Abutment

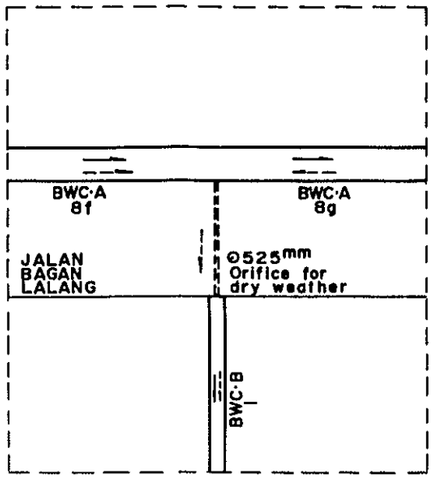


SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM METROPOLITAN AREA, MALAYSIA	
アバットメント及び放流口の標準図	FIGURE 4·8

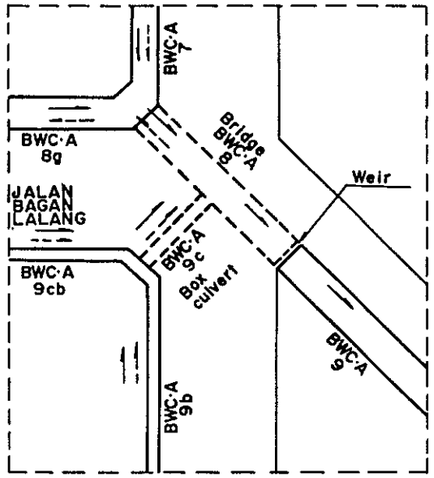
Plan



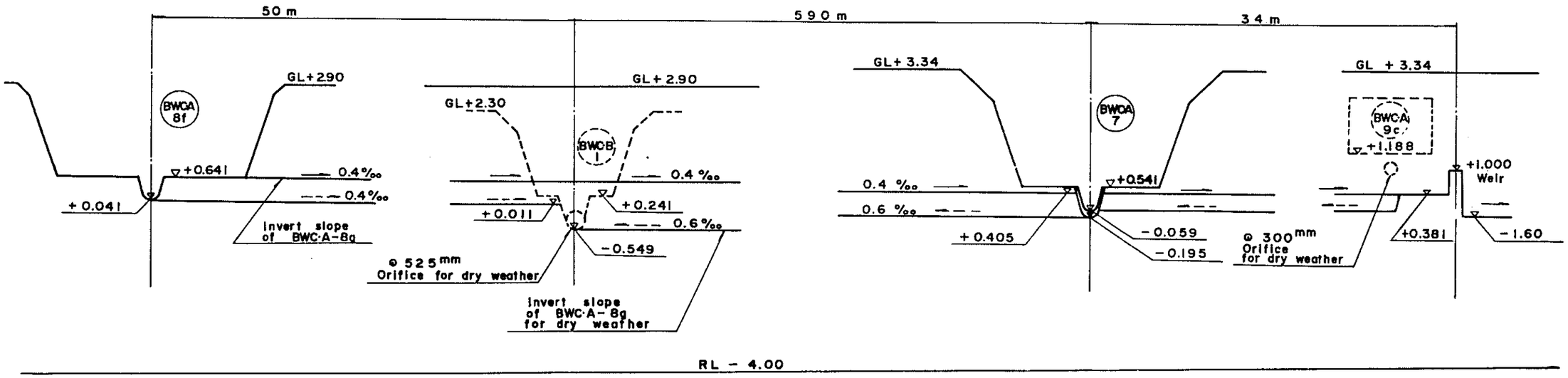
Plan A



Plan B



Section C – C



LEGEND

——	Flow direction for storm water	⊔	Open channel
— —	Flow direction for dry weather	⊡	Box culvert
(BWCA 7)	Line No	⊙	Centrifugally cast reinforced concrete pipe
M	Rubble wall drain	4.600 x 2.000 / 3.300	4.600mm : Upper width 3.300mm : Bottom width 2.000mm : Depth
R	Reinforced concrete drain	0.4	0.4‰ : Invert slope 1/1,000
		195	195 m : Incremental length

NOTE : Details refer to Section 4.3

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/ BUKIT MERTAJAM METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

BWC·A系統のセキ及びオリフィス

FIGURE 4·9

点でそれぞれの場合についてさらに調査し、最適の構造形式を選ぶべきである。

海洋への排水施設は遠心力鉄筋コンクリート管とし、並列に海底へ布設する。標準構造を図4.8に示す。放流管の荷重を均一に地中に伝達させるため、コンクリート基礎とし、さらに地盤支持力が小さいことを考慮し杭打基礎を採用する。各放流先の放流管径と管数を以下に示す。

位　　置	管　径(mm)	管　数(本)
BWA・A－7	1,800	2
BWA・B－7	1,500	5
SEA・A－3	1,800	1
SEA・B－2	1,800	1
SEA・D－3	1,200	2
SEA・E－3	1,350	2

BWC・A排水系統では、プライ河バレージ上流に晴天時汚水の流出を防ぐため越流せきを設ける。せき詳細については付録－4と図4.9を参照されたい。晴天時汚水をBWC・A排水系統に流下させるため、BWC・B－1系統の上流部にオリフィスを設置する。雨天時には、小量の雨水がそのオリフィスを通過し、大半の雨水はせきを越流してプライ河に流出することになる。

(b) インフラストラクチュアルドレーン

この排水路の配置は現存水路と道路網に基づいて計画した。今後、開発される地域に対しては、排水系統は計画道路で考えた。調査対象区域の一部では、街路計画がまだ完成していないので、雨水排水網の建設費だけを試算した。図4.10、4.11はそれぞれ住居地域、工業地域の計画排水路網を示す。

この排水路計画で選定したタイプは、V字形のプレキャストコンクリート、矩形鉄筋コンクリート、台形石づみ壁の開水路である。

施工の容易性と比較的低廉な価格ということで、小さいものにはV字状プレキャストコンクリートを適用した。大きいものには建設費と用地を考えて、台形石づみまたは現場施工の鉄筋コンクリートを採用した。採用した形状とサイズを以下に示す。

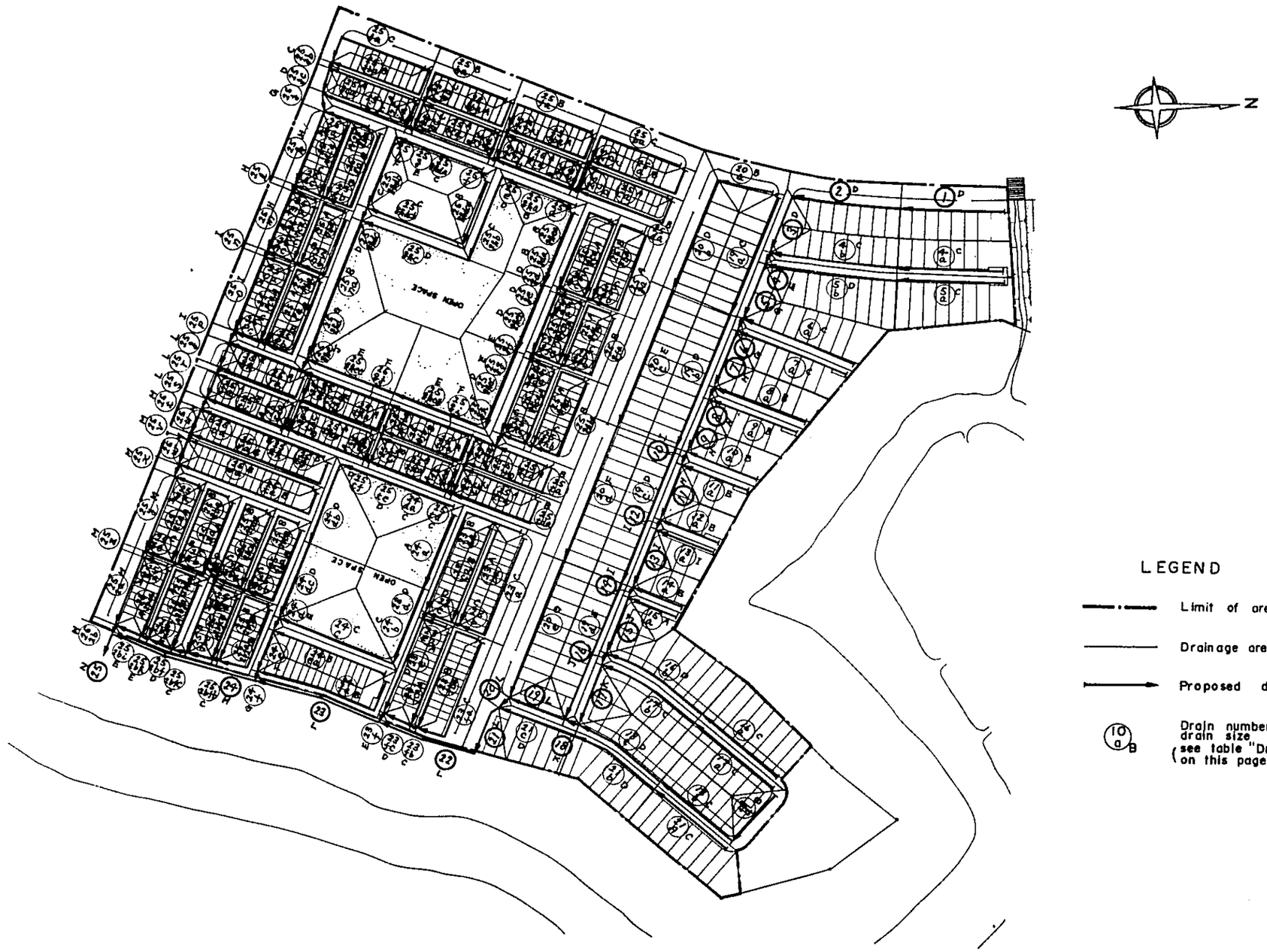
排　水　路	サ　イ　ズ
"V"字状コンクリート	0.23 m×0.23 m～0.61 m×0.61 m
台形石づみ	1.00 m / 0.30 ×1.00 m～6.00 m / 4.40 ×2.40 m
矩形水路	1.70 m×1.70 m～3.70 m×1.60 m

小断面水路は晴天時排水のために規模の大きい排水路に設ける。この詳細を図面集図DD－27～27に示す。

排水システム全体をみると道路横断ケ所が多いので、横断部ではボックスカルバートや遠心力鉄筋コンクリート管などを適用するが、これらは図4.12に示すとおりである。管路による横断の場合、重交通荷重による衝撃を軽減するため最低1 mの土被りを必要とする。開水路雨水排除システムの場合には、管水路の採用は横断道路に深く入る水路か、交通量の少ない所あるいは歩道横断に限る必要がある。現地で生産しているプレキャスト型ボックスカルバートは深さに関係なく利用できることから、巾広く使用されているが、管水路に比較して工事費が高い。しかし、工事費算定には余裕を取る意味でボックスカルバートを考えた。

Drain size (m)

A	⊔0.300x0.300
B	⊔0.380x0.380
C	⊔0.450x0.450
D	⊔0.600x0.600
E	⊔ 1.000/330 x1.000
F	⊔ 1.100/370 x1.100
G	⊔ 1.200/400 x1.200
H	⊔ 1.300/430 x1.300
I	⊔ 1.400/470 x1.400
J	⊔ 1.500/500 x1.500
K	⊔ 1.800/840 x1.440
L	⊔ 2.100/980 x1.680
M	⊔ 2.400/1.120 x1.920
N	⊔ 3.200/1.920 x1.920
O	⊔ 3.600/2.160 x2.160



LEGEND

Limit of area considered

Drainage area boundaries

Proposed drain

Drain number
drain size
(see table "Drain size" on this page)

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

排水路網（住居地域）

FIGURE 4·10

Drain size (m)

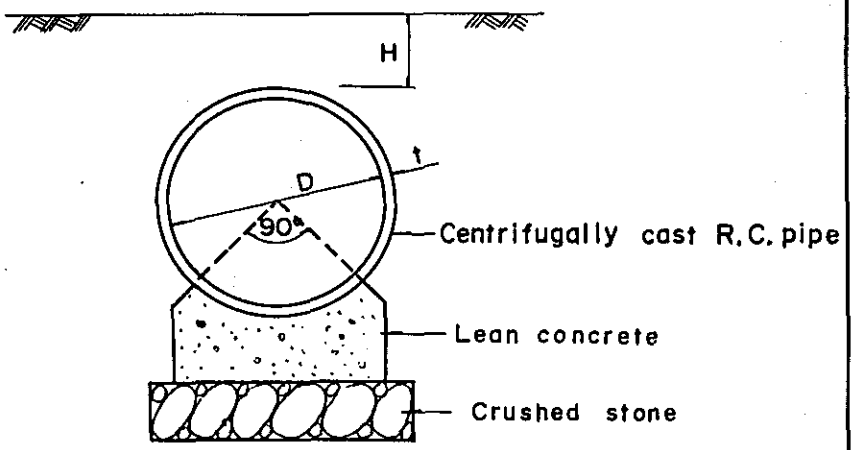
A	⊔0.300x0.300
B	⊔0.380x0.380
C	⊔0.450x0.450
D	⊔0.600x0.600
E	⊔ 1.000/330 x1.000
F	⊔ 1.100/370 x1.100
G	⊔ 1.200/400 x1.200
H	⊔ 1.300/430 x1.300
I	⊔ 1.400/470 x1.400
J	⊔ 1.500/500 x1.500
K	⊔ 1.800/840 x1.440
L	⊔ 2.100/980 x1.680
M	⊔ 2.400/1.120 x1.920
N	⊔ 3.200/1.920 x1.920
O	⊔ 3.600/2.160 x2.160

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

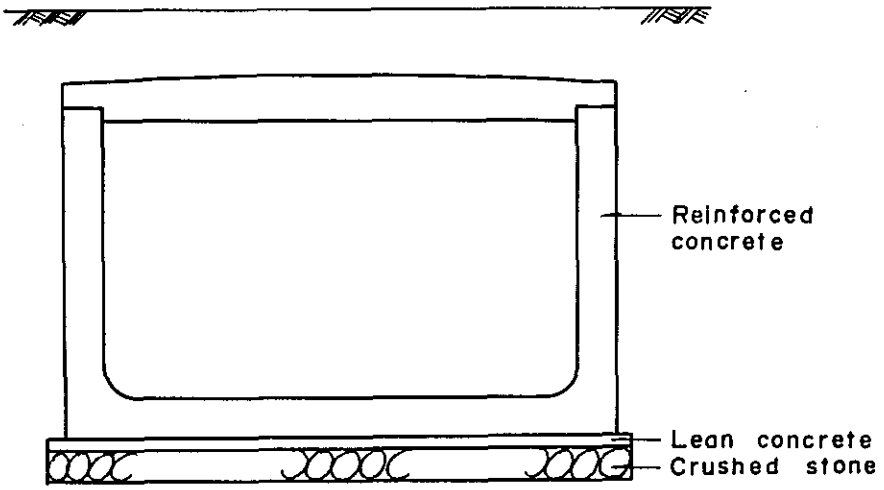
排水路網（工業地域）

FIGURE 4·11

Pipe Culvert Detail
H > 1.0m



Box Culvert Detail



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM METROPOLITAN AREA, MALAYSIA	
暗渠標準図（枝線用）	FIGURE 4·12

(c) 埋立と防潮水門

未開発地域の一部では、計画排水路の設計水位よりも低いところがある。このような低地域には殆んどが湿地帯であるが、開発業者が序々に開発を進めている。残りの部分の開発計画はまだ不明である。このような状態であるので、浸水対策としては埋立が適当な方法であり、埋立の終ったところに雨水排水システムを整備することが合理的である。これによって周辺低地帯への流出が避けられよう。埋立てにあたっては排水計画に対応して上流域の排水口を確保しておかなければならない。場合によっては、埋立てが完成するまでの段階として、低地帯に暫定的なポンプ使用が必要なことがあるかも知れない。埋立のための地盤高は最高記録潮位＋1.68 m（＋5.5 ft）よりも高くしておかなければならない。この水位は、1912年以来の最高であり、ペナン州DIDの雨水排除計画の基礎となっている。パタワースおよびブキットメルタジャム地区の埋立て高さについては以上の点を考えてきめることにする。最高潮位の生ずる時でも上流域から下流域に流れがあるものとし、またプライ河とジュル河の水位こう配を考慮して、予想最高水位を決めた。河口からの距離を考慮して許容できる地盤高はつぎのとおりとなる。

パタワース地区　　＋2.0 m　（＋6.56 ft）

ブキットメルタジャム地区　＋2.3 m　（＋7.5 ft）

パタワース地区では＋1.68 m（＋5.8 ft）よりも低い既成市街区域があるが、主要雨水排水路に設けられている防潮水門が、高潮時の雨水浸入を防いでいる。

提案した雨水排水システムでは主要雨水排水路には防潮水門は考えない。この理由は、水門の規模は排水路の規模できまり、通常は実際に必要とされるよりも大きくなり、したがって能力は十分であるからで、低地帯の雨水排水路は築堤により独立したものとする方法を提案する。

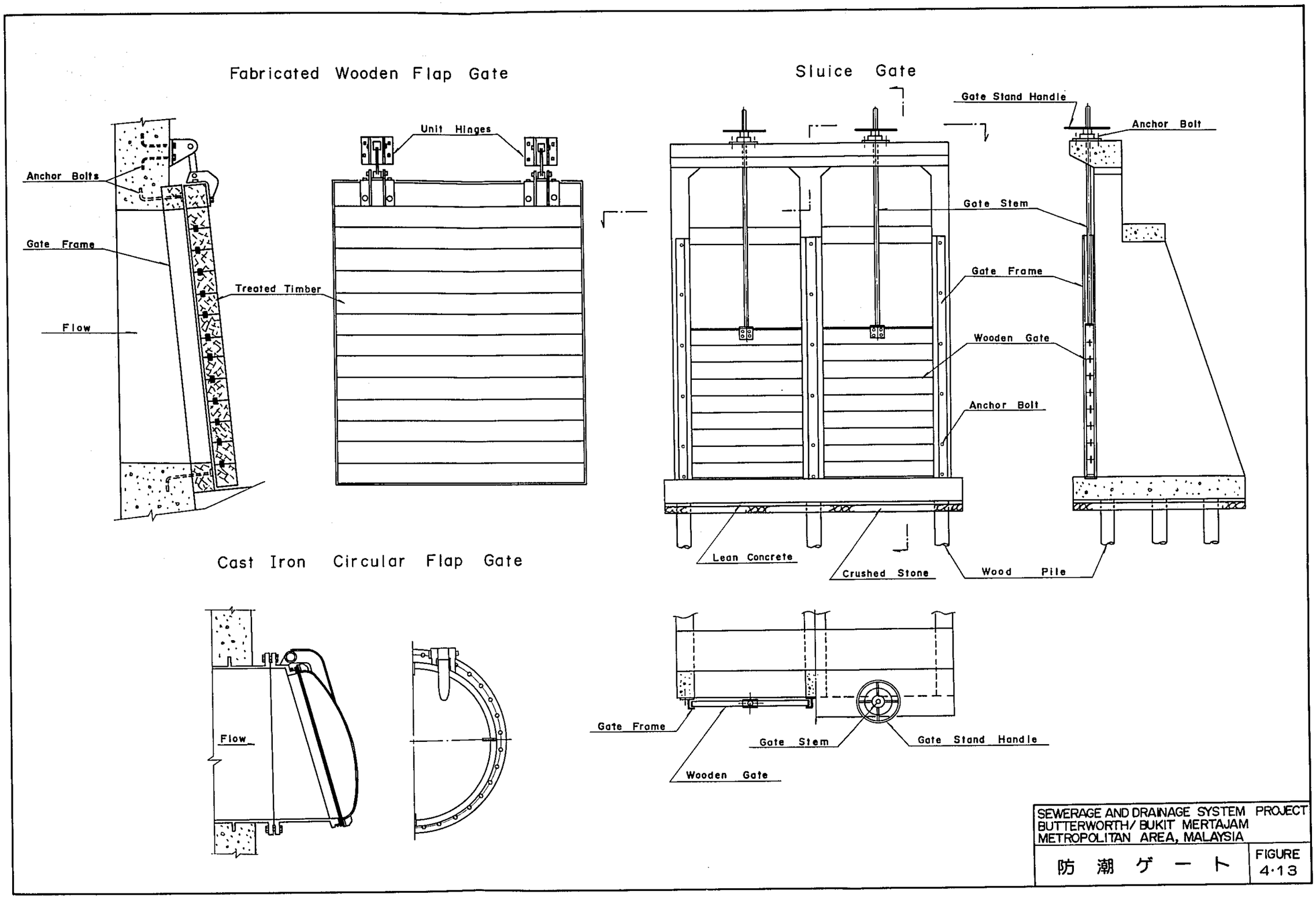
例外もあるが、水門の数は一つの排水区で一か所を原則とする。埋立をする場所、面積および現有水門、計画水門の位置について図面集図DD－18に示す。しかし、マクマンディン工業地帯には右岸、左岸にそれぞれ1ケ所づつの水門を設置する。この地区の雨水排除のため2つの排水路をBWCB－5系統に平行に設置し、雨水をそれぞれの水門に集める。また、この地区は周囲の地区よりも地盤が低いので築堤によって保護する必要がある。築堤高は周囲の地盤高（＋2.0 m）に余裕を加えて＋2.5 m（＋8.2 ft）とする。代表的な防潮水門の構造例と図4.13に示す。これら水門には背水時は少しの水位差で開閉されるフラップゲートを用いるのが望ましい。しかし、フラップゲートの機能を発揮させるためには、ヒンジに対する注油や堆積物の除去等の継続的な維持管理が必要である。

4.3.2　ジュル河

ジュル河の水理的な資料はこの調査の時点では入手出来なかった。

現在、ジュル河の上流域では開発が進んでおり、とくに人口密度の高いブキットメルタジャム外辺でそれが著しい。市街化開発という観点からジュル河の改修をみると、流域の主要部分の開発が進むまでは現実的でないだろう。したがって、当分の間は流域内の空地を利用して雨水を貯溜し、ピーク流量をカットして市街化造成に対処することが経済的である。この見地から、現存の湿地帯はできるだけ貯溜池として使用すべきである。

ジュル河に沿って、農業地帯があるが、一般に低地では現存の防潮水門で海水の遡上を防いでいる。この地域は地盤が低いため浸水することが多い。この対策としてはジュル河に沿って堤防を作ったり、低地帯からの雨水流出水のポンプ排水などがあげられる。農業地帯は現存の水路でかんがいされているが、用水路の主なものはスンガイパシール、スンガイケランなどで、これらは市街化されてきている流域の雨水排除にも役立つように改良するべきである。



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/ BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

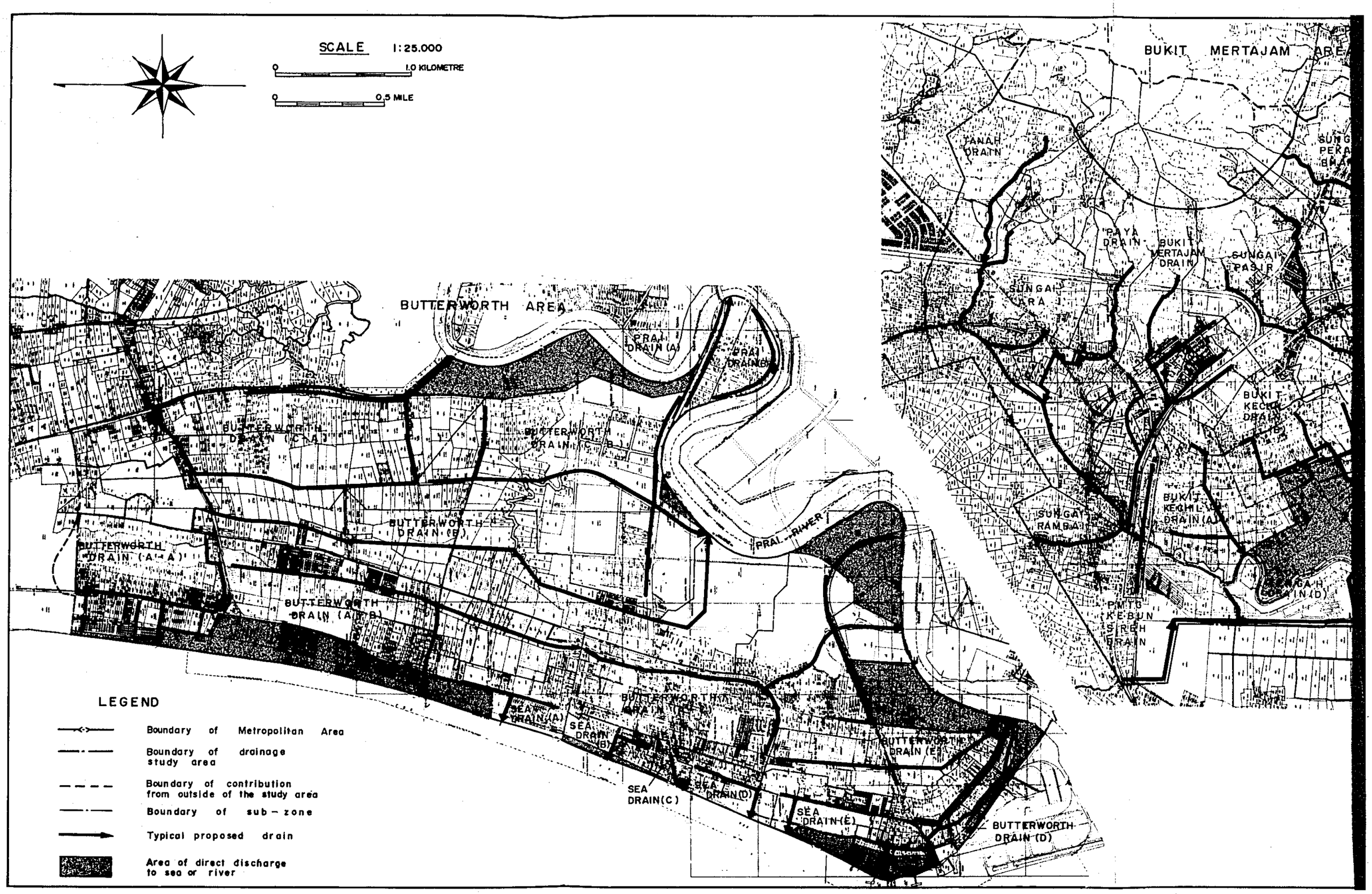
防 潮 ゲ ー ト

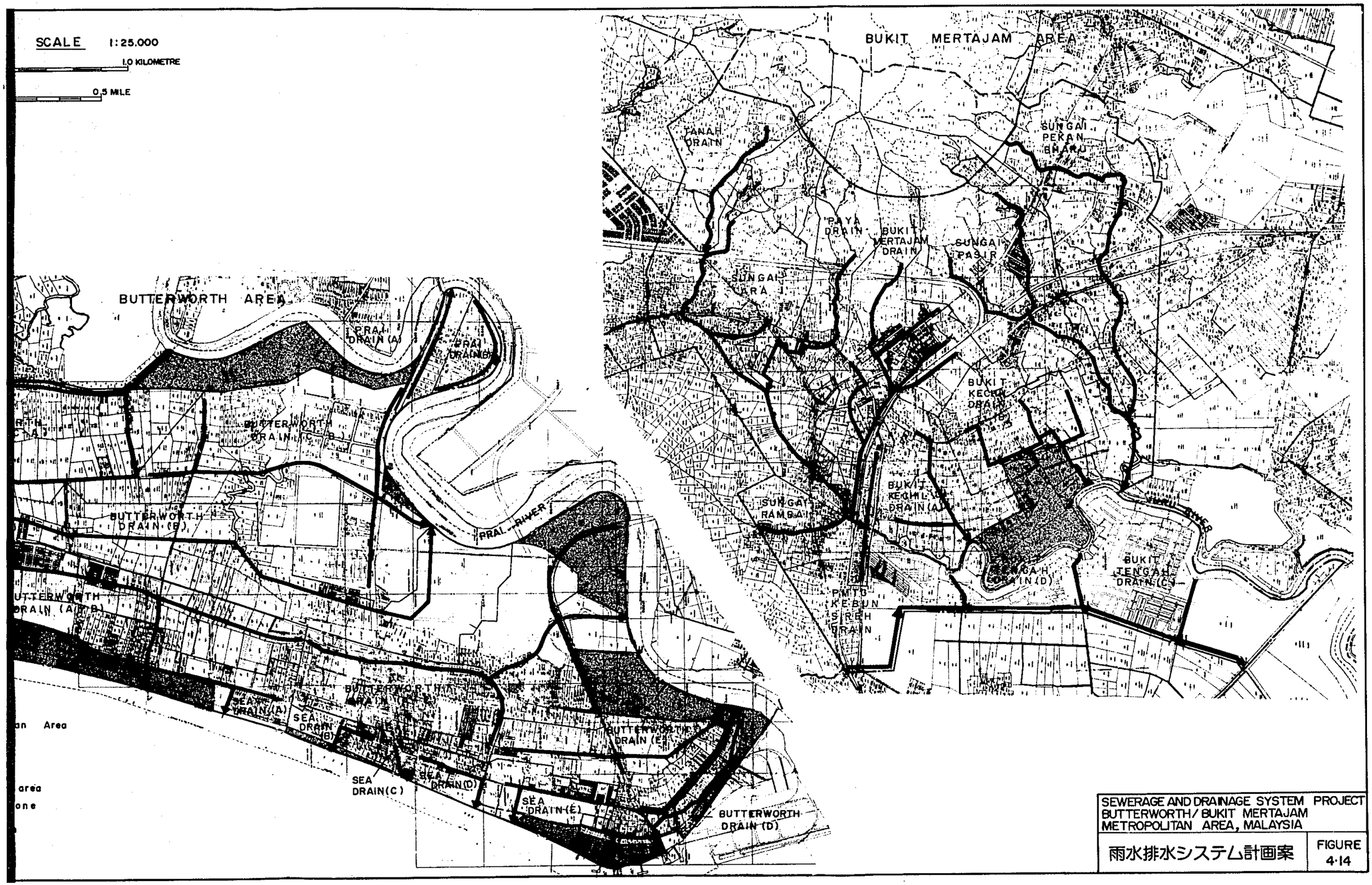
FIGURE 4·13

改修後、排水路の水位が下がるとそこから農業用水を取水するのが難しくなることも考えられ、場合によってはせきを設けて水位をあげる必要もあろう。ただ、せきを設けることは排水路の能力を損いやすい。現在のところ農地が市街化される計画は不明なので、実施設計時にチエックして対策を講じておくべきである。

調査対象区域内のジュル河の水位は防潮水門で制御されている。乾期には水位は＋0.0 mを保っているが、豪雨時には流出水が水門の能力を越してしまうおそれがある。水位上昇をおおまかに予測すると、5年確率での降雨で現在の区域での流出係数0.15とした場合＋1.3 m（＋4.3 ft）から＋1.6 m（5.2 ft）まで上昇することになろう。さらに、対象区域が2,000年時で予想されている程度に開発されてくると、流出係数が0.4として水位は約1.90 m（＋6.2 ft）まで上昇することになろう。5年確率降雨での水位は、勧告した埋立高さ＋2.3 m（7.5 ft）よりも低く保てよう。

以上に述べてきたように、ジュル河の防潮水門の上流での水位は＋2.0 m（＋6.56 ft）にすべきであり、この値は水位＋1.9 m（＋6.2 ft）から＋2.2 m（7.2 ft）に若干の余裕を加えて得たものである。100年に1回起るような大雨ではゲートは流出水の障害となる恐れがあり、水位は＋3.0 m（＋9.8 ft）かそれ以上が見込まれる。したがって、水門の能力を拡大するか、場合によっては廃止してしまうのがよかろう。もし現状の規模から100%増やそうとすると、水位は2.5 m（＋8.2 ft）が100年に1回の大雨で保たれることになろう。ただし、これらの水位は流出係数を0.65、即ち流域の全部が市街化された状態を想定したうえでの計算結果であるので、遠い将来（2,000年）での状態であり、現状の土地利用に於ける係数をC＝0.3とした場合には100年確率降雨時の水位は約＋2.0 mとなる。このことからも、上記にある設計に用いる水位を＋2.0 mとして決めた埋立高＋2.3 mは妥当な値であると考えてよい。


SCALE 1:25.000
0 1.0 KILOMETRE
0 0.5 MILE
BUTTERWORTH AREA
BUKIT MERTAJAM AREA
PRAI DRAIN (A)
PRAI DRAIN (B)
BUTTERWORTH DRAIN (C A)
BUTTERWORTH DRAIN (C B)
BUTTERWORTH DRAIN (B)
BUTTERWORTH DRAIN (A A)
BUTTERWORTH DRAIN (A B)
PRAI RIVER
TANAH DRAIN
PAYA DRAIN
BUKIT MERTAJAM DRAIN
SUNGAI PASIR
SUNGAI RAMBAI
BUKIT KECIL DRAIN (B)
BUKIT KECIL DRAIN (A)
PMTG KEBUN SIREH DRAIN
SEA DRAIN (A)
SEA DRAIN (B)
SEA DRAIN (C)
SEA DRAIN (D)
SEA DRAIN (E)
BUTTERWORTH DRAIN (E)
BUTTERWORTH DRAIN (D)
LEGEND
Boundary of Metropolitan Area
Boundary of drainage study area
Boundary of contribution from outside of the study area
Boundary of sub-zone
Typical proposed drain
Area of direct discharge to sea or river



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

雨水排水システム計画案

FIGURE 4·14

第 5 章　事業費、建設および財政計画

5.1　概算事業費

1977年度の建築資材および労賃等に関する情報、データを下記のような種々の関係方面から入手し、雨水排除施設の工事費算出に用いた。

a) 単価表、連邦PWD

b) ジョージタウン下水計画入札書類

c) 連邦DIDの入札書類

d) MPSP資料

e) PDC資料

f) セランゴール開発公社の入札書類

g) 各種地元建設業者、メーカーからの情報

セメント、鉄筋、骨材等は安定した価格で地元で購入出来る。石張に使用するみかげ石も、プロビンスウエズレイ地方で産出され、広く使用されている。機械設備は一般に色々の国から輸入されており地元で入手出来る。工事のための単価は表5.1に示してある。

5.1.1　施設単価

(a) 主要排水路

前述の資機材単価を基にして排水路建設費図表を作成したが、これら費用には掘さく、山止め、排水、埋戻し、残土処理、資材、労務費、現場復旧費と工事請負人の利潤、諸経費等すべてを含む。これら費用曲線は図5－1に示したとおりである。

(b) 道路横断橋およびカルバート

図3.1、4.8に示す構造図をもとに横断橋およびカルバートの単位工事費を算出した。カルバートの単位工事費については図5.1に示す費用曲線をもとに、また横断橋については随時算出した。横断橋は上部構造と下部構造より構成され、前者はプレキャストコンクリートばりおよび舗装した床板で、また後者は鉄筋入りよう壁式橋脚と基礎杭よりなり立っている。これら工事費は、図4.8に示す代表的な構造図をもとに下記のように算出した。

上部構造		：M$550／$m^2$（単位表面積）
下部構造	橋　脚	：M$3,800／$m$（単位巾）
	カウンターフォート（3 mおき）	：M$280／個
	杭打用雑費	：M$600

(c) インフラストラクチュアルドレーン

これに必要な建設費はヘクタールあたりで算出した。これは地表条件や道路整備状況などで異なるが、現地で代表的な住居地域と工業地帯を選定して調査した。商業地区は住居地域と同程度とみなした。確率年は商業地区および工業地区では5年確率、住居地区は2年と差をつけた。

小排水路はV字状または矩形状コンクリート開水路とした。道路横断部は鉄筋コンクリートパイプかボックスカル

パートを用いるものとした。

建設費は住居地区、工業地区ともおよそM$ 1,300／ヘクタールであり、図4.10、4.11に両地区の代表的な雨水排水施設のレイアウトを示す。

5.1.2 降雨頻度を変えて設計した排水路工事費の比較

提案の雨水排除システムは3章で記述した設計基準に従って設計する。工業地域と商業地域は5年降雨頻度で、また住居地域は2年降雨頻度で幹線およびインフラストラクチュラルドレーンを設計する。

調査対象区域に用いたこれら降雨頻度は、マレイシヤ内地都市での経験からも合理的なものであることは明かであるが、さらにそれ等の頻度が経済的に合理的なものであるかについて詳細に検討する。ここで提案する頻度によって設計した施設と、2年頻度の場合の施設について費用比較を行なう。2年頻度と5年頻度の排水路の断面積は次の式によって示される。

$$A_2 = A_5 \times 0.8$$

但し、A_2 ＝2年降雨頻度を用いて設計した排水路断面積

A_5 ＝5年　〃

上記の相互関係から、提案する施設と2年降雨頻度に対する施設の工事費を求め表5.5に示す。工事費算定については付録3に詳細する。その結果によると、提案する施設に対する費用は約M$ 91,000,000であるのに対し、2年降雨頻度により設計した施設はM$ 87,000,000となった。前者が僅少差で高いが、浸水問題に対してより顕著な効果があるため前者が有利であることは明白であり、提案するシステムは合理的なものであることがわかった。このシステムによって予想される便益は6章で討議する。

5.1.3 施設の建設費

提案した施設の全体工事費は、前項および付録で述べた方法により算出した。建設費には、資機材、労賃、臨時費、および技術料、用地費等が含まれているが、技術費の50％は設計料、残りの50％は工事管理費として見積った。また臨時費は資機材、労賃の20％と技術料の10％を見込んだ。見積り工事額は表5.2に、またその内訳は表5.3、5.4に示す。これ等の表からわかるように、用地費のM$ 8,000,000も含んで総工事費はM$ 90,000,000であり、そのうち26％が、幹線排水路に必要である。1ヘクタール当りの平均工事費はM$ 26,000となる。個人負担によって設置されると考えられる　開発地域のインフラストラクチュアルドレーンの工事費は、全体工事費の52％を占める。一方、政府は40ヘクタール（100エーカー）を越える流集区域を持つ全幹線排水路および市街化地区のインフラストラクチュアルドレーンの工事費を負担することになろう。

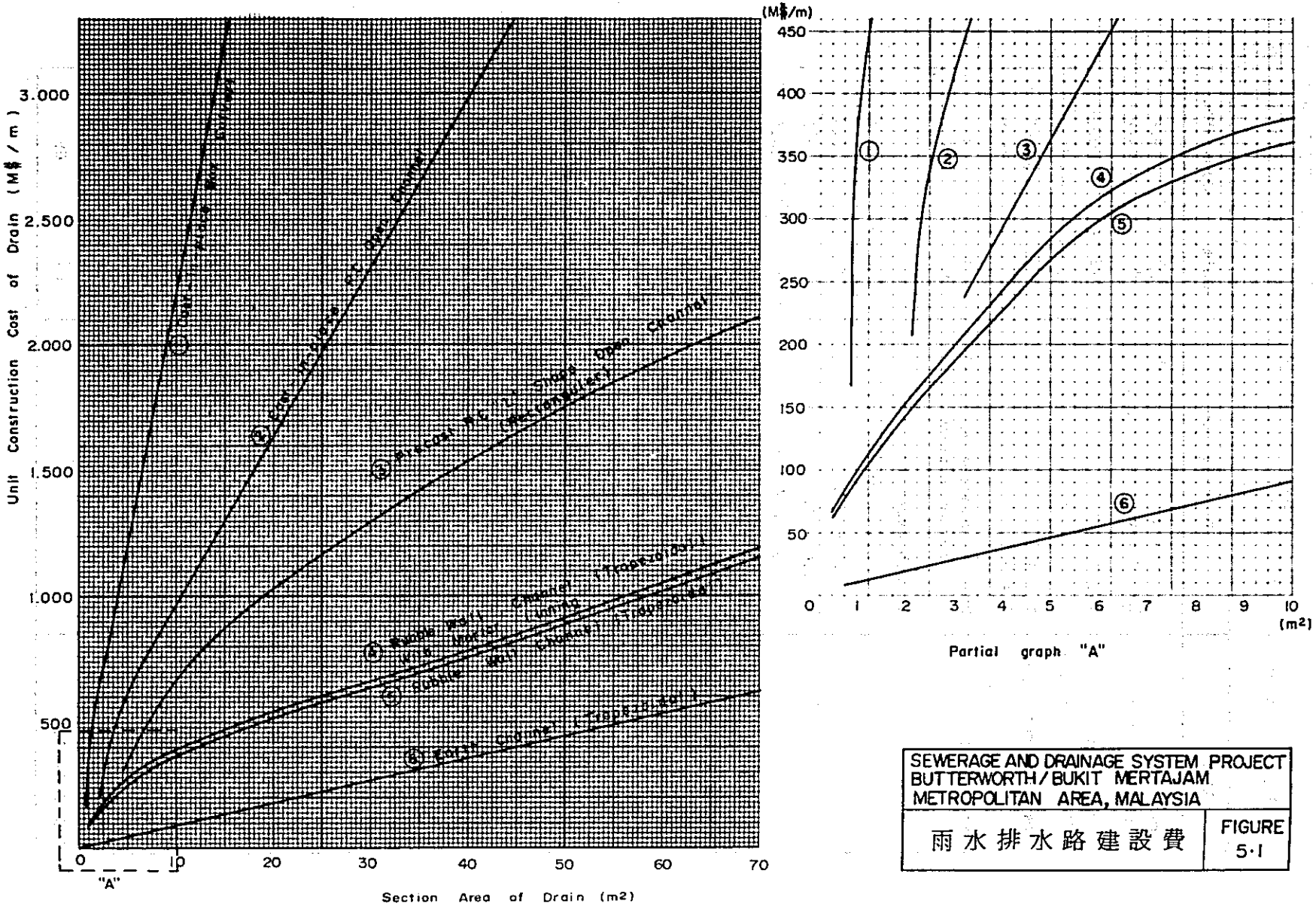
提案するシステムの総流集面積は3,480ヘクタール（8,596エーカー）であり、そのうち2,000ヘクタール(4,940エーカー）は個人負担分で、残りの1,480ヘクタール（3,656エーカー）は政府負担で行なわれることになろう。提案するシステムの地区および位置等を図面集図DD－19、DD－20に示す。

5.2 維持管理

調査対象区域内に現存する雨水排水路の維持管理は、DID、PWDおよびMPSPがそれぞれ行なっている。MPSP

表5・1 単 価 表

Item	Description	Unit	Cost (M$)
Concrete	1 : 2 : 4	m^3	99.4
	1 : 3 : 6	"	81.0
Reinforced concrete	1 : 2 : 4	m^3	250.0
Mortar works	1 : 2	m^2	122.5
	1 : 3	"	92.8
Excavation	Bulk excavation (by hand)	m^3	3.0
	(by machinery)	"	1.8
	Trench excavation		
	0 - 1.5m deep	m^3	3.6
	1.5 - 3.0	"	5.4
	3.0 - 4.5	"	9.2
	4.5 - 6.0	"	13.8
	6.0 - 6.5	"	17.2
	7.5 or more	"	20.5
Sheeting	Excavation depth	m	6.3
	1.0 < H < 2.0m	"	9.0
	2.0 < H < 3.0	"	9.0
	3.0 < H < 4.0	"	18.0
	4.0 < H < 5.0	"	40.5
	6.0	"	112.0
	7.0	"	123.0
	8.0 or more	"	133.0
Surplus soil	Distance L		
	90m < L < 400m	m^3	1.4
	400m < L < 800m	"	2.0
	800 < L <1610m	"	3.2
Back filling and compaction		m^3	2.6
Forming		m^2	7.6
Restoration of paving		m^2	15.6
Dewatering		hr	3.0
Rubble wall		m^3	65



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM METROPOLITAN AREA, MALAYSIA	
雨水排水路建設費	FIGURE 5·1

表5・2 雨水排水施設建設費（1977価格）

Items		Government Contribution				Private Contribution			Grand Total
Drain		Trunk Drain	Infrastructural Drain		Total	Infrastructural Drain		Total	
			Principal Drain	Net Work of Smaller Drain		Principal Drain	Net Work of Smaller Drain		
Construction of Structure	Length or Area	30.4 km	37.0 km	104 ha	—	39.9 km	2,017 ha	—	—
	Construction Cost	15,959	11,226	535	27,720	8,094	26,668	34,762	62,483
	Contingency	3,192	2,245	107	5,544	1,619	5,333	6,952	12,496
	Engineering Fee	1,916	1,348	64	3,328	971	3.200	4,171	7,499
	Sub Total	21,067	14,819	706	36,592	10.684	35.201	45,885	82,477
Land Acquisition	Area (ha)	17.2	5.5	—	—	5.2	—	—	—
	Cost	3,053	3,535	—	6,588	1,708	—	1,708	8,296
Total		24,120	18,354	706	43,180	12,392	35,201	47,593	90,773

NOTE : Engineering cost is the sum of engineering design (50%) and engineering supervision (50%)

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

雨水排水施設建設費

TABLE 5・2

表5・3 幹線建設費（1977価格）

(M$1,000)

Drainage Basin	Drain Name	Construction of Structure: Length (km)	Construction Cost	Contingency	Engineering Fee	Sub Total	Land Acquisition: Area (ha)	Cost	Total
Bukit – Mertajam (A part of Basin Ⅱ)	Tanon Drain	1.2	355	71	43	469	0.5	56	525
	Sungai Ara	3.3	1,753	351	210	2,314	2.5	386	2,700
	Paya Drain	1.7	480	96	58	634	2.6	222	856
	Bukit Mertajam Drain	1.1	222	44	27	293	0.2	29	322
	Sungai Rambai	1.6	700	140	84	924	1.0	198	1,122
	Bukit Kechil Drain (A)	0.2	94	19	11	124	0.1	4	128
	Bukit Kechil Drain (B)	0.7	296	59	36	391	0.3	11	402
	Sungai Pasir	3.2	1,990	398	239	2,627	1.6	223	2,850
	Sungai Pekan Baru	3.1	1,527	305	183	2,015	1.5	264	2,279
	Total	16.1	7,417	1,483	891	9,791	10.3	1,393	11,184
Butter – Worth (Basin Ⅳ)	Butterworth A – A Drain	1.4	1,203	241	144	1,588	0.4	139	1,727
	Butterworth A – B Drain	1.3	888	178	107	1,173	0.5	215	1,388
	Butterworth A – C Drain	1.6	1,091	218	131	1,440	0.1	6	1,446
	Butterworth B Drain	0.7	2,578	516	309	3,403	0.4	682	4,085
	Butterworth C – A Drain	4.4	1,784	357	214	2,355	2.3	262	2,617
	Butterworth C – B Drain	3.1	671	134	81	886	2.4	287	1,173
	Butterworth E Drain	1.8	327	65	39	431	0.8	69	501
	Total	14.3	8,542	1,709	1,025	11,276	6.9	1,660	12,936
Grand Total		30.4	15,959	3,192	1,916	21,067	17.2	3,053	24,120

NOTE : Engineering fee is the sum of engineering design (50%) and engineering supervision (50%)

表5・4 枝線建設費（1977価格）

(M$1,000)

Drainage Basin	Items	Drain	Construction of Structure: Length or Area	Construction Cost	Contingency	Engineering Fee	Sub Total	Land Acquisition: Area (ha)	Cost	Total
Bukit – Mertajam (A part of Basin Ⅱ)	Government Contribution	Principal Drain	11.2 km	1,722	344	207	2,273	1.2	971	3,244
		Net Work of Smaller Drain	13.6 ha	92	18	11	121	—	—	121
		Sub Total		1,814	362	218	2,394	1.2	971	3,365
	Private Contribution	Principal Drain	21.2 km	4,500	900	540	5,940	2.3	961	6,901
		Net Work of Smaller Drain	930 ha	11,631	2,326	1,396	15,353	—	—	15,353
		Sub Total		16,131	3,226	1,936	21,293	2.3	961	22,254
	Total			17,945	3,588	2,154	23,687	3.5	1,932	25,619
Butterworth (Basin Ⅳ)	Government Contribution	Principal Drain	25.8 km	9,504	1,901	1,141	12,546	4.3	2,564	15,110
		Net Work of Smaller Drain	90.6 ha	443	89	53	585	—	—	585
		Sub Total		9,947	1,990	1,194	13,131	4.3	2,564	15,695
	Private Contribution	Principal Drain	18.7 km	3,594	719	431	4,744	2.9	747	5,491
		Net Work of Smaller Drain	1087 ha	15,037	3,007	1,804	19,848	—	—	19,848
		Sub Total		18,631	3,726	2,235	24,592	2.9	747	25,339
	Total			28,578	5,716	3,429	37,723	7.2	3,311	41,034
Grand Total				46,523	9,304	5,583	61,410	10.7	5,243	66,653

NOTE : Engineering fee is the sum of engineering design (50%) and engineering supervision (50%)

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

幹線・枝線建設費

TABLE 5・3 5・4

表5・5 建設費比較表

(M$ 1,000)

Items	Drain		Trunk Drain		Infrastructurel Drain				Total	
					Principal Drain		Net Work of Smaller Drain			
			2-yr System	Proposed System	2-yr System	Proposed System	2-yr System	Proposed System	2-yr System	Proposed System
Government Contribution	Construction of Structure	Construction Cost	14.363	15,959	10.322	11,226	535	535	25.220	27,720
		Contingency	2.873	3,192	2.064	2,245	107	107	5.044	5,544
		Engineering Cost	1.724	1,916	1.239	1,348	64	64	3.027	3,328
		Sub Total	18.960	21,067	13.625	14,819	706	706	33.291	36,592
	Land Acquisition		2.748	3,053	3.244	3,535	—	—	5.992	6,588
	Total		21.708	24,120	16.869	18,354	706	706	39.283	43,180
Private Contribution	Construction of Structure	Construction Cost	—	—	8.024	8,094	26,668	26,668	34.692	34,762
		Contingency	—	—	1.605	1,619	5,333	5,333	6.938	6,952
		Engineering Cost	—	—	963	971	3,200	3,200	4.163	4,171
		Sub Total	—	—	10.592	10,684	35.201	35,201	45.793	45,885
	Land Acquisition		—	—	1.684	1,708	—	—	1.684	1,708
	Total		—	—	12.276	12,392	35,201	35,201	47.477	47,593
Grand Total			21.708	24,120	29.145	30,746	35,907	35,907	86.760	90,773

NOTE: a) Proposed drainage system comprises trunk drain designd 5-yr frequency and infrastructurel drain by 2-yr and others
In case of construction costs for net work of smaller drain, a cost difference between 2-yr system and proposed system (residential: 2-yr, industrial and commercial: 5-yr) is negligible.

b) Engineering cost is the sum of engineering design (50%) and engineering supervision (50%).

建設費の比較

TABLE 5・5

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH / BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

ＭＰＳＰは市行政区内に責任を持っており、その他の部分はＤＩＤの責任になっている。ある場合にはＰＷＤが道路側溝を受持っている。これらに必要な費用は各部分がそれぞれ分担している。いづれにしても技術者不足が問題であるが労務者は十分であると見られる。

防潮水門の操作や排水路の清掃は毎日、ＭＰＳＰとＤＩＤが実施している。この修理作業も彼等の作業である。最近ではＭＰＳＰがＢＷＡ排水路の泥さらいを実施してきた。これらをみると作業には若干の改善をした方がよいとみられることがあり、これには、1）現存排水路の監視と情報不足が感じられるが、技術者不足によると思われること。2）排水路やカルバート内の泥あげ用の器具が不足していることがあげられる。

これに対して維持管理を適切にするには情報収集とこれに基づく計画立案がきわめて重要で、この目的のため巡回班を編成する必要があろう。この班編成には必要用具を備えた必要最小人員を用意する。人員として(1)技術者一名で現場監視と情報収集およびスケジュール案の作成、(2)1台の車を用い、運転手と2名の作業員で構成する調査と資料収集、(3)防潮水門給油、点検員1名、(4)通常作業要員1名を考える。

現状での維持管理を強化するためのもう一つの要素として泥あげ機や清掃設備類を導入することであり、これによって作業の高率化が計れる。

排水路の大規模な修理は業者に委託するが、小規模のものは別途編成作業班が実施する。このための最少限必要な道具としてコンクリートミキサー、ダンプカーなども含まれる。必要な職種として大工、石工、雑役夫などである。

維持費は現在生ずる支出に加算してつぎのとおり算出した。人計費は各部局負担分に含まれるものとみられる。

機　　種	台　数	費　用　（Ｍ$）
i）クラムシェルグラビングクレン	1	１００,０００
ii）ハンドロッデングマシン	1	１２,０００
iii）コンクリートミキサー	1	１１,０００
iv）４トンダンプ	1	２５,０００
計		Ｍ$１４８,０００

開発区域が増えるにつれて維持管理作業も増加し、このための作業員も増やさなければならない。ここで試算した金額は、提案した第1期雨水排水計画の維持管理作業の手引きにすぎない。したがって、実際には維持管理で必要な情報を検討し、これに基づいて強化等をとるなどが必要であろう。

5.3　建設計画

ここで提案した雨水排水システムは市街化開発が進められるにつれてその必要性が増し、これに対応して施工されることになろう。これら開発年次計画は今のところ確立されていないため、提案した雨水排除全体計画に対して建設計画を立案しても現実性に乏しいので、ここでは第1期5ケ年計画での施工計画だけを述べる。

雨水排除建設計画とは現状での浸水対策と急速な市街化にともなって施設施工のスケジュールを立案することである。優先順位は現状での浸水状況と開発の進展を勘案しなければならないが、原則的にはつぎによって計画を立てることにする。

(a)　最優先で浸水区域をなくすることを考える。現状水路の改修や拡幅さらにカンブーンでの素堀り水路が含まれる。

(b) 市街化により浸水の恐れのある地域の雨水排水路の建設

以上の原則に基づいて第１期工事計画をつぎに示すように定める。

5.3.1 第１期工事計画

(a) 浸水の軽減（表5.6参照）

i) パタワース地区

BWA、C－1、C－3の浚渫、改修

BWA、C－3のボックスカルバートの再建

BWA、C－8のカルバートを橋に変更

BWD－2、－4、BWE－7b、－7dの拡幅増深

BWE－7の建設

ii) プキットメルタジャム地区

RAM－3、5建設

ARA－9、－11の拡幅増深

ARA－11のカルバートを橋に変更

(b) 開発に伴なう対策

BWA．B、BWA．C、SEA．AおよびBWE排水区で住宅開発が進められている。ここでの雨水流出量が増加するものとみられ、現存排水路の容量を増やす必要があろう。

必要な措置として早い時期でのBWA．A、SCA．AおよびBWE排水システムの拡張が必要であり、その後、BWC．A排水路の対策が必要であろう。開発に伴なう必要作業については表5.7に示す。

5.3.2 施工年次計画

前述した作業で優先順位を整理し、第１期計画の施工計画を策定した。マスタープランでは1981年～1985年までの５年間を第１期計画としたが、第１期計画の施工にかかる前に実施設計が必要であり、これは1980年に実施しなければならない。この施工計画は第１期計画期間の各年にほぼ均一に投資配分するよう考慮して決めたが、計画案選定にあたっては３つの代替案についてその利害得失を検討した。

代替案１：現状の浸水を軽減するための最少限の対策とBWA．B排水区の開発に応ずる対策を含み、費用概算M$ 4,000,000（表5.8、図5.2参照）

代替案２：代替案１に加えてBWE、SEA．A排水システムに費用概算M$ 6,400,000 をもって改修を加える。（表5.8、図5.3参照）

代替案３：代替案２にBWC排水システムに費用概算M$ 9,300,000 をもって改修を加える。（表5.8、図5.4参照）

代替案１、２とも住宅開発が関連地域で行なわれる場合を想定しての排水施設である。現段階ではまだ決っていないが、開発が行なわれることによる浸水被害としては、BWC排水区よりもBWE排水区での方が大きいとみられる。これは人口密度の差によるものである。代替案１は近い将来の都市開発に必要な排水施設を含まず、また代替案３はBWE、SEA．A排水システムより緊急度の低いBWC排水システムを含んでいる。以上の点と、さらに第１期計画に要する

表5・6 既在浸水の軽減策

Area	Description	Length (m)	Existing size	Improved size	Remarks
Butter-worth	Disilting of		(upper bottom x depth x width)	(upper bottom x depth x width)	
	BWA.C-1	245	4.9m x 3.7m x 0.9m	4.9m x 3.7m x 1.5m	Earth drain
	C-3	270	4.9 x 3.7 x 0.9	4.9 x 3.7 x 1.5	"
	Reconstruction of box culvert in BWA.C-3	-	1.22 x 1.22	3.8 x 1.7	Reinforced concrete box culvert
	Conversion of pipe culvert in BWA.C-8 to bridge	-	ø1.52m x 2 barrel	9.5 x 2.6	Bridge
	Widening and deepening of:				
	BWD-2	303	1.5 x 1.0 x 1.1	3.6 x 0.7 x 1.4	Earth drain
	BWD-3	325	1.5 x 1.0 x 1.1	3.6 x 0.7 x 1.4	"
	BWD-4	420	3.4 x 1.5 x 0.6	3.6 x 0.7 x 1.4	"
	BWE-8b	303	3.0 x 1.2 x 0.6	2.7 x 1.3 x 2.2	"
	BWE-8c	277	3.4 x 0.7 x 1.4	3.0 x 1.4 x 2.4	"
	BWE-8d	405	3.4 x 0.7 x 1.4	3.0 x 1.4 x 2.4	"
	Construction of				
	BWE-7	346	-	3.0 x 0.6 x 1.2	"
Bukit Mertajam	Construction of RAM-3		10.0 x 8.5 x 1.8	15.0 x 13.1 x 2.8	Rubble wall channel

(continued)

Area	Description	Length (m)	Existing size	Improved size	Remarks
Bukit Mertajam	RAM-5		(upper bottom x depth x width) 10.0 x 8.5 x 1.8	(upper bottom x depth x width) 15.0 x 13.1 x 2.8	Rubble wall channel
	Widening and deepening of:				
	ARA-9	570	4.0 x 2.1 x 1.1	9.0 x 5.0 x 2.0	Earth drain
	ARA-10	162	4.0 x 2.1 x 1.1	9.0 x 5.0 x 2.0	"
	ARA-11	553	8.0 x 6.0 x 1.1	11.5 x 7.5 x 2.0	"
	Conversion of pipe culvert in ARA-11 to bridge		ø1.34m x 2 barrel	11.5 x 2.0	Bridge

表5.7 市街化がもたらす浸水の防止策

Area	Description	Length (m)	Existing size	Proposed System	Remarks
Butter-worth	Construction of: BWA.B system BWE system SEA.A system BWC.A system		Refer to Figures DD-5 - 8, Volume V.		

表5・8 第1期計画代替案（ケース1）

1977価格（M$ 1,000）

1980		1981		1982		1983		1984		1985		Total
Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	
Engineering Design	149	Construction of: bridge at, BWA.C-8 ARA-11 box culvert at, BWA.C-3 Rehabilitation of: BWA.C-1,3 BWD-2,3,4 BWE-6 BWE-8b,8c,8d	241 80 37 6 7 17 9	Construction of: drain, RAM-3,5 Rehabilitation of: drain ARA-9,10,11	227 322	Construction of: drain, BWA.B-5,6,7 Construction of bridge at, BWA.B-7	460 235	Construction of: drain, BWA.B-4 BWA.B-3	265 136	Construction of: drain, BWA.B-1,2 BWA.B-5c,5b	206 233	
Construction Cost	-		397		549		695		401		439	2,481
Contingencies	-		79		110		139		80		88	496
Engineering Fee	149		24		33		42		24		26	298
Sub Total	149		500		692		876		505		553	3,275
Land Cost	-		268		107		75		101		124	675
Grand Total	149		768		799		951		606		677	3,950

(continued)

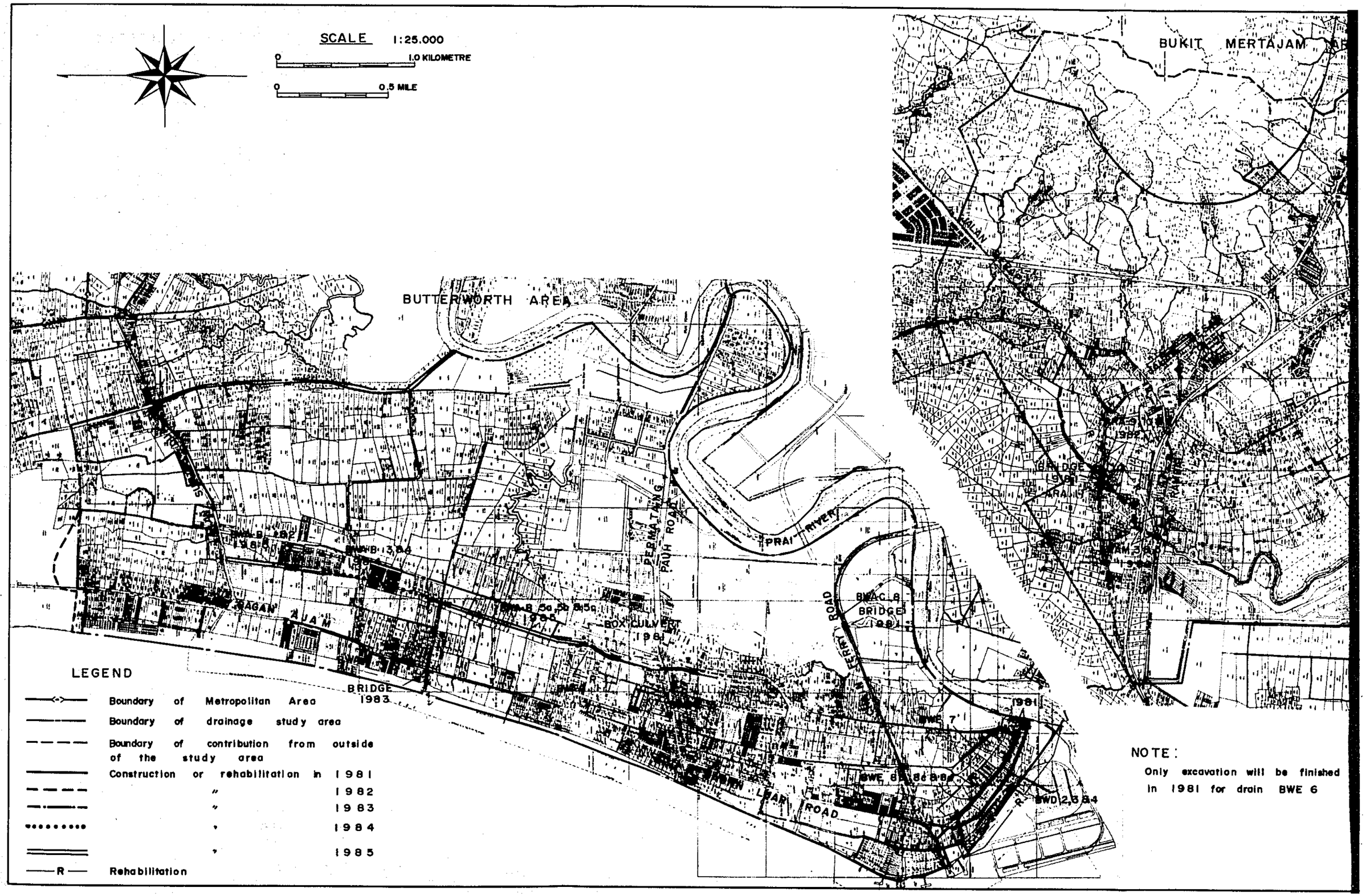
(ケース2)

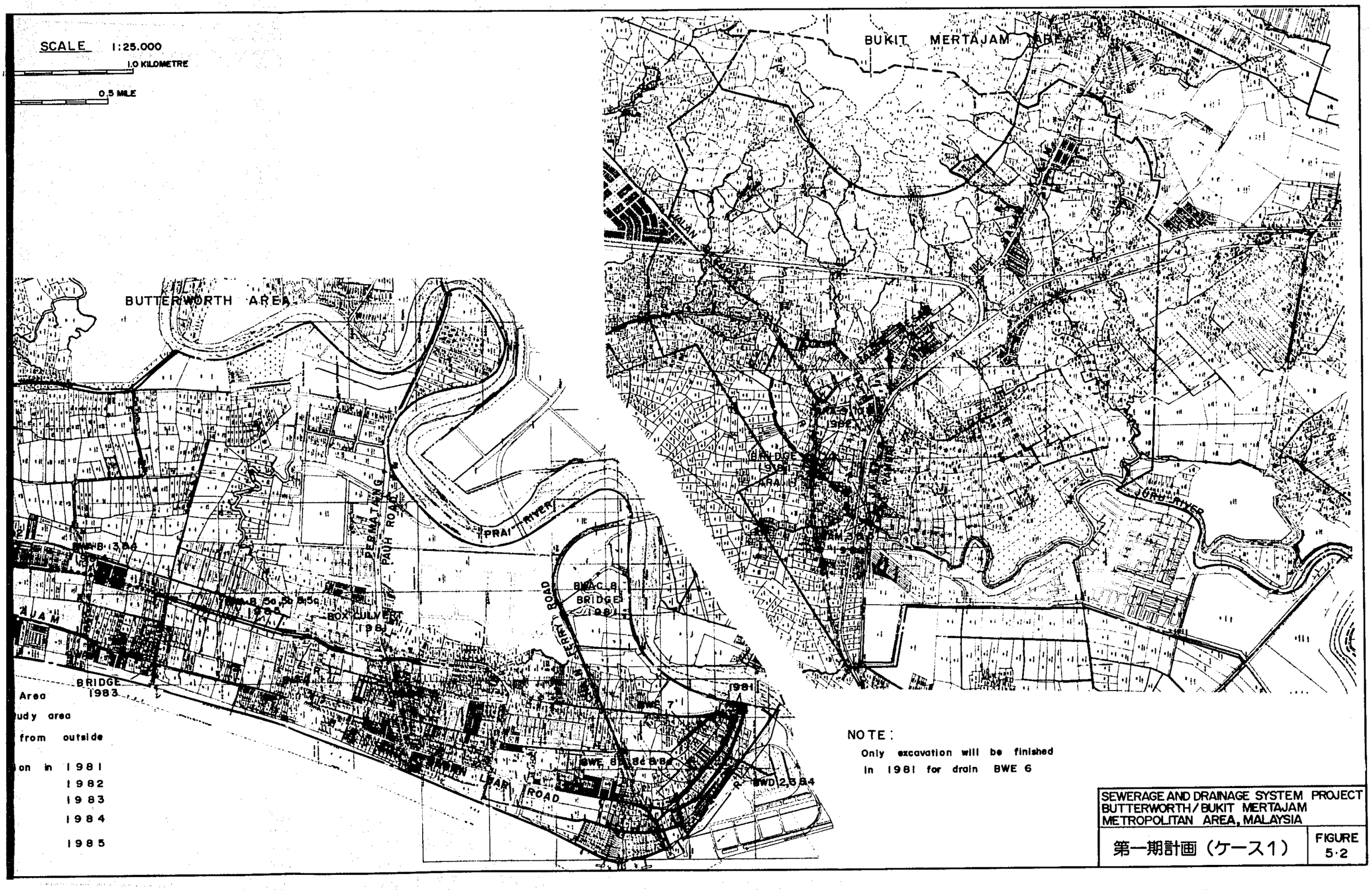
(M$ 1,000)

1980		1981		1982		1983		1984		1985		Total
Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	
Engineering Design	231	Construction of: bridge at, BWA,C-8 ARA-11 RAM-3,5(drain) box culvert at, BWA.C-3 Rehabilitation of: BWA.C-1,3 BWD-2,3,4 BWE-8b,8c,8d	241 203 227 37 6 7 9	Construction of: drain, BWA.B-5,6,7 bridge at, BWA.B-7 Rehabilitation of: drain, ARA-9,10,11	460 235 322	Construction of: drain, BWA.B-1,2,3,4 BWA.B-5c,5b	608 233	Construction of: drain, BWE-5,6,7,8 BWA.A-1,2,3 3b	532 166	Construction of: drain, BWE-1,2,3,4	570	
Construction Cost	-		730		1,017		841		698		570	3,856
Contingencies	-		146		204		169		140		114	773
Engineering Fee	231		44		61		51		42		34	463
Sub Total	231		920		1,282		1,061		880		718	5,092
Land Cost	-		214		75		224		265		385	1,163
Grand Total	231		1,134		1,357		1,285		1,145		1,103	6,255

(ケース3)　　(M$ 1,000)

1980		1981		1982		1983		1984		1985		Total
Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	Description	Cost	
Engineering Design	337	Construction of: bridge at, BWA.C-8 ARA-11 RAM-3,5(drain) box culvert at, BWA.C-3 Rehabilitation of: BWA,C-1,3 BWD-2,3,4 BWE-8b,8c,8d ARA-9,10,11	241 203 227 37 6 7 9 322	Construction of: drain, BWA.B-4,5,6,7 BWA.B-5b,5c bridge at, BWA.B-7	726 233 235	Construction of: drain, BWA.B-1,2,3 BWE-5,6,7,8 SEA.A-1,2,3 3b	342 531 157	Construction of: drain, BWA.C-6f BWE-1,2,3,4	455 570	Construction of: drain, BWC.A-8,9 BWC.A-8e,8f,8g bridge at, BWC.A-8'	291 731 289	
Construction Cost	-		1,052		1,194		1,030		1,025		1,311	5,612
Contingencies	-		210		239		206		205		262	1,122
Engineering Fee	337		63		72		62		62		79	675
Sub Total	337		1,325		1,505		1,298		1,292		1,652	7,409
Land Cost	-		214		219		355		457		172	1,417
Grand Total	337		1,539		1,724		1,653		1,749		1,824	8,826


SCALE 1:25,000
0 1.0 KILOMETRE
0 0.5 MILE
BUTTERWORTH AREA
BUKIT MERTAJAM
PRAI RIVER
PAUH ROAD
PERMATANG
FERRY ROAD
BRIDGE 1983
BOX CULVERT 1981
BRIDGE 1981
BRIDGE 1982
BWE 7
BWE 8
BWD 2,3 & 4
LEGEND
Boundary of Metropolitan Area
Boundary of drainage study area
Boundary of contribution from outside of the study area
Construction or rehabilitation in 1981
" 1982
" 1983
" 1984
" 1985
R Rehabilitation
NOTE:
Only excavation will be finished in 1981 for drain BWE 6

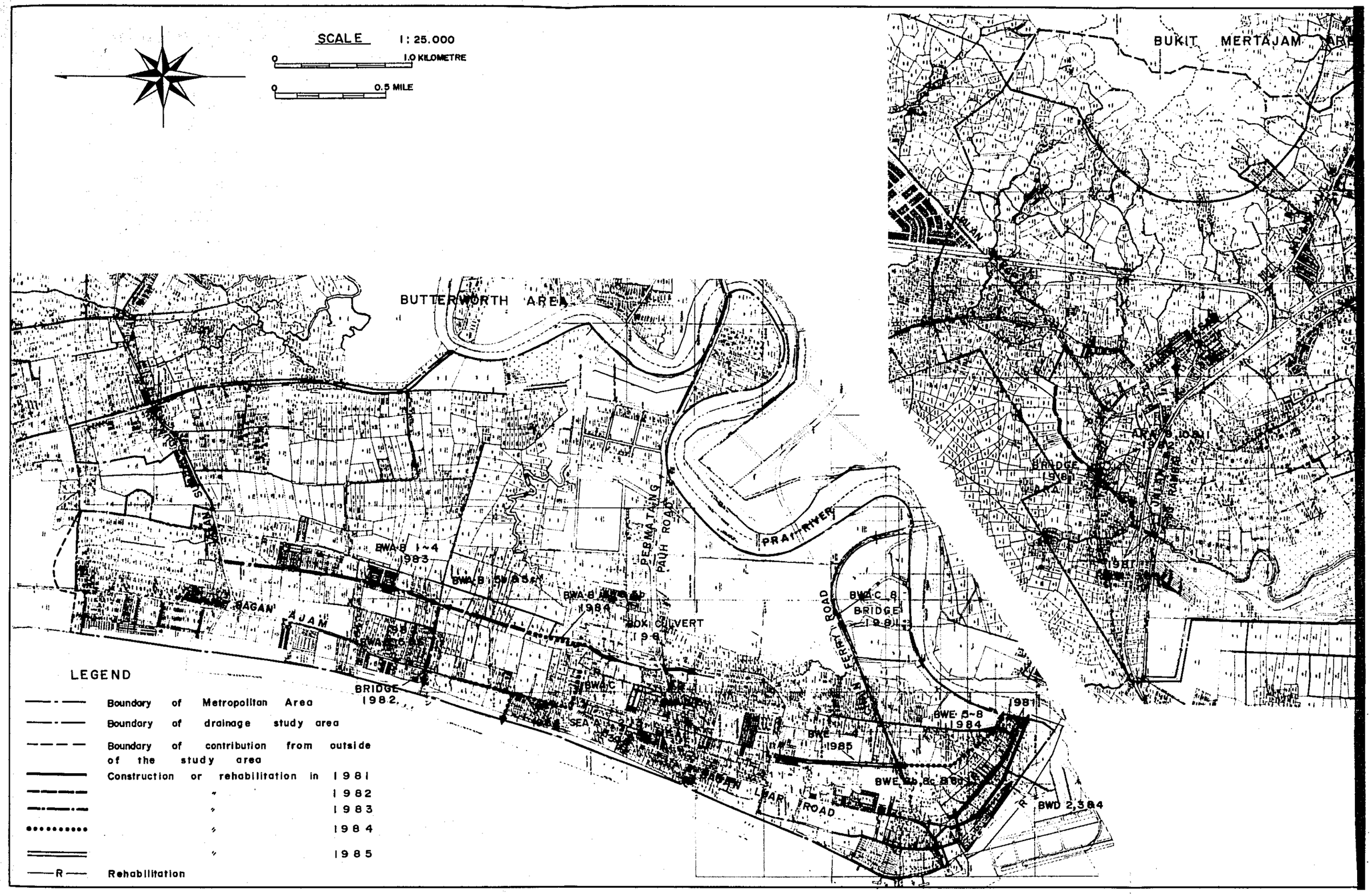


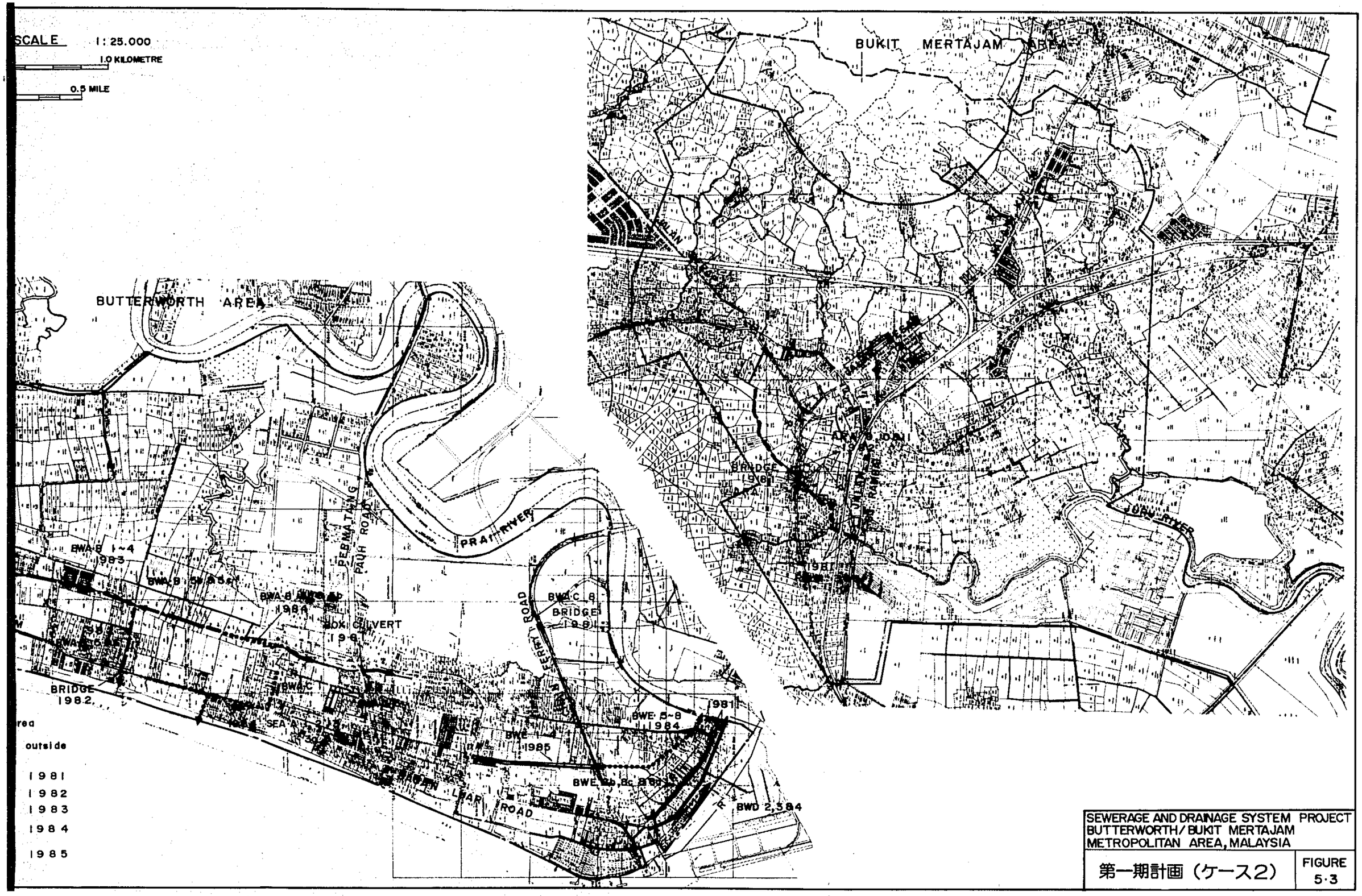
NOTE:
Only excavation will be finished in 1981 for drain BWE 6

SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

第一期計画（ケース1）

FIGURE 5·2

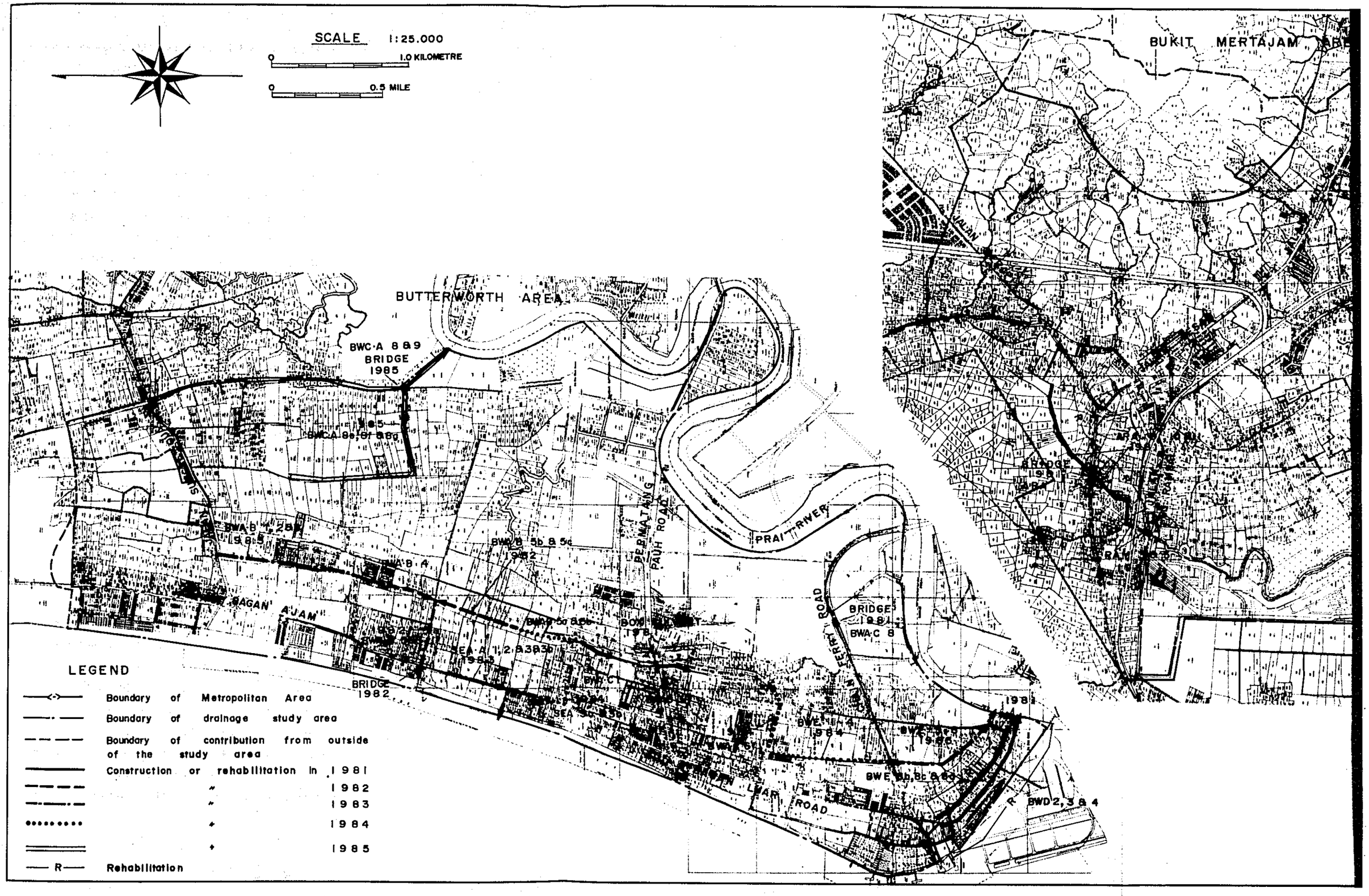

SCALE 1 : 25.000
0 1.0 KILOMETRE
0 0.5 MILE
BUTTERWORTH AREA
BUKIT MERTAJAM
PRAI RIVER
PERMATANG PAUH ROAD
FERRY ROAD
BAGAN AJAM
BAGAN LAMAR ROAD
BWA-B 1~4
1983
BWA-B
1984
BOX CULVERT
BWA-C
BRIDGE
1982
BWA-C 8
BRIDGE
1981
BWE 5~8
1984
BWE
1985
BWD 2,3&4
1981
BRIDGE
1981
LEGEND
Boundary of Metropolitan Area
Boundary of drainage study area
Boundary of contribution from outside of the study area
Construction or rehabilitation in 1981
" 1982
" 1983
" 1984
" 1985
R Rehabilitation

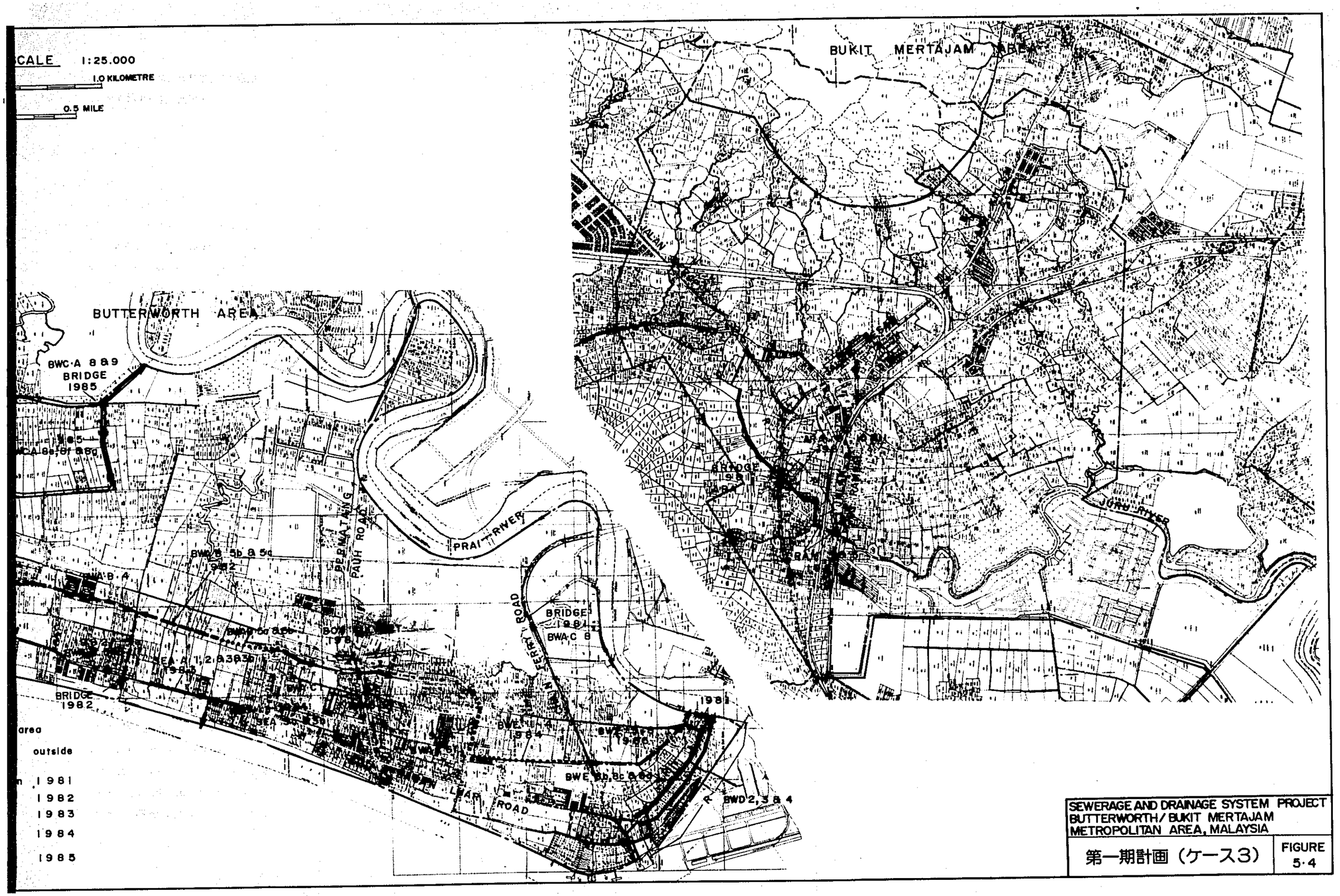


SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

第一期計画（ケース2）

FIGURE 5·3


SCALE 1:25.000
1.0 KILOMETRE
0.5 MILE
BUKIT MERTAJAM
BUTTERWORTH AREA
BWC-A 8&9
BRIDGE
1985
BWC-A 8a, 8f 8g
BWA-B 1,2B
1985
BWA-B 5b & 5c
1982
BWA-A
PRAI RIVER
PEBMATANG PAUH ROAD
FERRY ROAD
BRIDGE
1981
BWA-C 8
BAGAN AJAM
BRIDGE
1982
SEA-A 1,2,3 & 3b
1983
BWE-4
1984
BWE-5
1986
BWE 5b,5c & 5d
BWD 2,3 & 4
LUAR ROAD
LEGEND
Boundary of Metropolitan Area
Boundary of drainage study area
Boundary of contribution from outside of the study area
Construction or rehabilitation in 1981
" 1982
" 1983
" 1984
" 1985
R Rehabilitation



SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM PROJECT
BUTTERWORTH/BUKIT MERTAJAM
METROPOLITAN AREA, MALAYSIA

第一期計画（ケース3）

FIGURE 5·4

工事費の面から判断して、代替案2が最適と思われる。従って、第1期工事計画としては、1981～1985年の6年間に代替案2を実施するよう提案する。

5.4 財　政

5.4.1 所要資金

選定した第1期雨水排除計画の年次建設費用を年5％の物価上昇を見込んだものも併せて表5.9に示した。設計や工事監理等の費用を含めたプロヂェクト総コストは1977年時価でM$ 6,403,000、物価上昇を見込んだ場合 M$ 8,525,000 となった。尚雨水排水システムの維持管理は現在の要員や機材で十分であり、新しく購入予定の機械類の維持管理に対してのみ新たに人件費が必要となるが比の額は極めて少く、年間約 M$ 600 ～ M$ 800 位と予測された。なお、現地資機材のうちいくらかは外国産のものがあり、外貨の必要性も考えられるが、この額は内貨表示でM$ 1,300,000（1977年時価）で全体コストの約20％を占めるに過ぎず、僅少なものであるため、全体のコストは内貨で表示してある。

5.4.2 財　源

雨水排水施設建設は、道路の建設等のように国の総合開発計画の一環として中央政府の出資や地方行政府の年次予算配分のもとに行われている。

一般市民の排水事業に対する見解は、これら雨水排水施設が必要となるのは天然現象の雨水によるものであり、各個人の責任に帰せされるものではないし、社会全体のサービス機関である政府担当部局の責任において、必要な雨水排除施設を建設し管理すべきであるという見方をしている。

ただ、各人が雨水排水施設から全く利益を受けないというものでもなく、洪水の防止や全般的な環境整備等のような利益は受けているのである。このような利益は具体的に数字で表わされるものではないが、環境整備に付随して起る土地の値段の上昇等はもっと利益を具体化したものとみなされる。

この点を考えるなら、雨水排水施設により利益を受けると予想される地主や開発業者から資金供与を受けることも妥当であろう。もち論これがために必要な法規を準備しなければならない。現在実施されている地方行政法（Local Government Act. 1976）は雨水排水施設の建設の全部または一部をまかなうために土地・家屋の評価額に対して年5％の税金を課す権限を地方自治体に与えている。

また現在施行されてないが近い将来施行される予定の「Street Drainage and Building Act.1974」や「Town and Country Planning Act.1976」等は雨水排除システムの建設資金のために開発業者や周辺地主などから相応の資金回収を行う権利を地方自治体に与えている。

ただこのような各個人や民間企業団体等から資金を回収する場合、雨水排除システムの必要性がどれくらい認識されているか、又その回収方法が受け入れるものかどうかに依て実現性も異ってくる。

資金については州政府の担当官と話したところによると、今迄連邦政府から第二次マレーシャ開発計画（1971－1975）の一環としてペナン州の市街地や工業地域の雨水排除施設建設のため、約M$ 3,300,000 の予算配分を受け、第三次マレーシャ開発計画（1976－1980）では約M$ 4,000,000の予算が計上されたようである。この金額は第四次マレーシャ開発計画（1981－1985）では、約M$ 5,000,000 になるかと予想される。

表5・9 年次別工事費（M$ 1,000）

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	Total
Construction Cost	-	730	1,017	841	698	570	3,856
Contingencies	-	146	204	169	140	114	773
Engineering Cost	231	44	61	51	42	34	463
Land Cost	-	214	75	224	265	385	1,163
Equipment	-	100	12	36	-	-	148
Total Cost (End, 1977 price)	231	1,234	1,369	1,321	1,145	1,103	6,403
Escalation Factor*	1.158	1.216	1.276	1.340	1.407	1.477	
Total Cost (Escalated Price)	267	1,501	1,747	1,770	1,611	1,629	8,525

* Escalated at 5% per annum on End 1977 price.

又既存の都市雨水排水システムに対する維持管理は政府担当部局への州政府一般会計からの予算配分で行われているが、1977年で年間M$ 2,750,000が配分され、1978年にはM$ 3,500,000 が予算計上されている。

5.4.3 結　論

現在政府が実施している雨水排水システムの建設や維持管理とそれらに対する予算配分の実情から判断して、提案した第1期建設計画は充分実施の可能性があるとみられる。工事着工前に所要資金の手当をできるだけ早目にしておくことが望まれる。

第 6 章　事　業　便　益

6.1　概　　要

雨水排除施設により得られる便益はいろいろの形のものがあり、これには計量化できるものとできないものが含まれてくる。一般的には、

(a) 浸水被害を軽減

(b) 個人および地域環境の改善による快適な住環境

(c) 湿地帯の減少による蚊の発生の減少

これらについては、マスタープラン報告書でも述べてあるが、ここでは第1期計画を実施することによる便益のみを検討する。

6.2　浸水被害の軽減

現在浸水の多発している地域、たとえばバタワース排水路Aの下流の時計台とチャータードバンクのあるバガンダラム地区とスンガイの下流にあるカンプーン地区は、現存する排水路の改修と排水路E－1のしゅんせつによって浸水を防ぐことができる（図5.2を参照）。チャータードバンク付近の地域の場合には、浸水による交通の停滞が多発しているが、これら水路改良は浸水を解消できるので、金銭で表現はできないがその便益は大きい。

6.3　環境衛生上の改善

カンプーン地域の浸水をなくすることは環境衛生を向上させ、社会生活が便利になる。とくに、カンプーン地区でのし尿はバケット方式またはピット方式で処理しているため、浸水による衛生上の問題が大きい。

さらに、カンプーン地区では晴天時でさえも排水路が整備されていないため汚水が停滞し、美観上のみならず腐敗臭等を発しているが、これらは雨水排水路の整備によって大きく改善されるであろう。

6.4　湿地帯の減少にともなう蚊の減少

対象地域内には多くの湿地帯や滞水域があり、蚊の発生源となっている。ＭＰＳＰは薬剤散布等によって蚊の発生を抑えているが、この費用はかなりの額に達している。排水路の改修と新設は、このような湿地帯を減らすとともに蚊の発生を少くする。

6.5　事業効果およびプロジェクトの妥当性

既に述べてきたように第1期計画を実施することによって得られる各種の便益は期待できるが、これらを金額で換算することはできない。したがって、投資金額に対する便益分析は非現実的であろう。しかし、雨水排除施設を整備する

ことで、対象区域を浸水から解放することは経済的にも社会的にも大きな価値があることは明らかである。

第 III 部 付 録

付　録　1

石づみと鉄筋コンクリート雨水排水路の費用比較

石づみ排水路の１つの利点は、鉄筋コンクリート排水路より工事費が安いことである。一方、前者は粗度係数が後者より大きいため断面積が大きくなり、しかも側面こう配がゆるくなるので、大きな用地を必要とする。費用比較は、下記の手順で工事費、用地費等を算出した。

(a) 計算根拠

項　目	石づみ	鉄筋コンクリート
形　式	台　形	矩　形
インバート仕上	コンクリート	コンクリート
粗度係数	0.02	0.015

水面こう配および水路の深さは、両者とも同一とする。

(b) 水理計算

上記２つのタイプの水路の流量は次の式で表わされる。

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2$$

但し、　Q ＝ 水路内流量、m^3/sec

A_1、A_2 ＝ 両水路（石ずみおよび鉄筋コンクリート）にQを流すのに必要な断面積、m^2

V_1、V_2 ＝ 石ずみおよび鉄筋コンクリート水路の流速、m/sec

上記の式を用い、異なる流量に対する両水路の必要断面積および水路巾をトライアルエラー方式で算出した。

A_1 (m^2)	A_2 (m^2)	W_1 * (m)	W** (m)
9	8	5.17	4
11.5	10	6.42	5
14.0	12	7.77	6
16.5	14	8.92	7
19.0	16	10.17	8

（注）　＊：石づみ水路の上巾

＊＊：鉄筋コンクリート水路の上巾

(c) 用地費と工事費の関係

経済的な排水路の形式を、石づみ水路および鉄筋コンクリート水路の中から選ぶため、工事費と用地費を基にした費用の反曲点を算出した。この反曲点は、次の式に示すように両水路の費用が平衡するとして算出する。

$$C_{A1} + LW_1 = C_{A2} + LW_2$$

従って　$$L = \frac{C_{A1} - C_{A2}}{W_1 - W_2}$$

但し　C_{A1} ：断面積$_{A1}$の石づみ水路の工事費、M$／$m$

C_{A2} ：断面積$_{A2}$の鉄筋コンクリート水路の工事費、M$／$m$

L ：単位用地費、M$／$m$

W_1 ：断面積$_{A1}$の石づみ水路の上巾、m

W_2 ：断面積$_{A2}$のコンクリート水路の上巾、m

上に示した式と図5.1の費用関係曲線をもとに、5つのケースについての費用を算出し、両水路の費用が均衡する用地費をみいだした。その結果、用地費がM$160／$m^2$（M$15／ft^2）かそれ以上の場合に鉄筋コンクリート水路が石づみ水路より経済的となる。

付　録　2

ジュル防潮水門上流側水位の計算

(a) 河の水位は次の式で計算する。

$$V_2 - V_1 = \left(\frac{I_1 + I_2}{2}\right) t - \left(\frac{Q_1 + Q_2}{2}\right) t$$

ただし、

I_1、I_2 ＝時間 T_1 と T_2 における雨水流量、m^3/sec

V_1、V_2 ＝時間 T_1 と T_2 において貯留される雨水量、m^3

Q_1、Q_2 ＝時間 T_1 と T_2 において排除される雨水量、m^3/sec

(b) 計算の基準

i) 流出面積：　3,000ヘクタール

ii) 流達時間：　150分

iii) 流出係数：　5年確率降雨　0.4

100年確率降雨　0.65

iv) 流入時間：　25分

v) 降雨強度式：5年確率　$I_5 = \frac{8,070}{t + 30}$

100年確率　$I_{100} = \frac{13,940}{t + 33}$

vi) 潮　位：　5年確率　＋1.10 m（＋3.6 ft）

100年確率　＋0.15 m（＋0.5 ft）

(c) 放流口の状況

ジュル防潮水門：巾3.65 m（10 ft）×深2.4 m（8 ft）×2ケ所

底高－0.48 m

同水門横の越流口：巾1.03 m（3.5 ft）×高1.52 m（5 ft）×15ケ所

ボックスカルバート

(d) 計算結果

i) 5年確率降雨で現況の流出係数0.15の場合：＋1.3 m

ii) 5年確率降雨で2000年時点の流出係数0.4の場合：＋1.86 m

iii) 100年確率降雨で開発完了時点での流出係数0.65の場合：＋2.90 m

水門を2倍の大きさにした場合には水位は＋2.5 mとなる。

付　録　3

確率年2年と5年降雨による雨水流出量の比較

2年と5年確率の降雨強度式はそれぞれ次の形で表わされる。

$$I_2 = \frac{6,270}{T + 32} \quad (2年確率)$$

$$I_5 = \frac{8,070}{T + 30} \quad (5年確率)$$

したがって

$$\frac{I_2}{I_5} = \left(\frac{6,270}{8,070}\right)\left(\frac{T + 30}{T + 32}\right)$$

今、　T＝10分とすると

$$\frac{I_2}{I_5} = 0.78 \times 0.95 = 0.74 \quad となる。$$

また、　T＝60分の場合は

$$\frac{I_2}{I_5} = 0.76 \quad となる。$$

上記の関係から、I_2とI_5の関係は次のように表わされる。

$$\frac{I_2}{I_5} = 0.75$$

合理式では、排水面積、流出係数および貯溜係数は2年降雨と5年降雨ともに一定であるので、2年降雨と5年降雨による流出量は次の関係で表わされる。

$$Q_2 = 0.75 Q_5$$

付　録　4

BWC・A排水路の越流せきとオリフィスの計算

(a) せ　き

計算には下記のビルモンテの式によった。

$$Q = Q_1 \left[1 - \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^n \right]^{0.385}$$

ただし、

Q ＝ せき上流側が下流側水位の影響を受ける場合の流量、m^3/sec

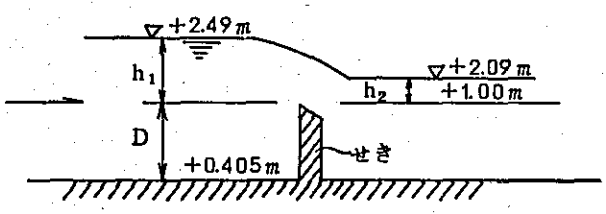
Q_1 ＝ 自由落下の場合の流量、m^3/sec

h_1 ＝ せき上流側のせき上の水深、m

h_2 ＝ せき下流側のせき上の水深、m

n ＝ 定数、1.5

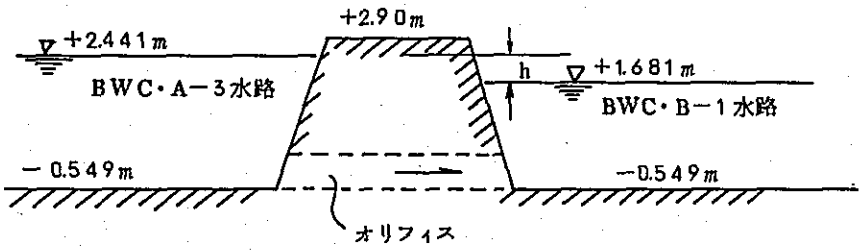
上記の関係は下図に示すとおりである。



これらの条件から、せきの高さは＋1.0 m（3.3 ft）と決めた。

(b) オリフィス

BWC・A排水路（図4.9参照）に採用したオリフィスは次の条件で計算した。



流出量は次の式から求めた。

$$Q = AC\sqrt{2gh}$$

ただし、

A ＝ オリフィスの水面積、m^2

C ＝ 定数、0.603

h ＝ 上、下流水位差、m

Aは晴天時流量によって決められる。計算の結果Aは0.02 m^2となり、その場合のオリフィス径は525㎜(20 in)となった。雨天時のオリフィス流量は0.5 m^3/secとなった。

第Ⅳ部　下水道・排水事業の管理、運営機構

第Ⅳ部　下水道・排水事業の管理、運営機構

目　　次

第１章　概　　要

ペナン洲におけるバターワース・ブキット・メルタジャム地区に対する下水道、雨水排除施設事業のマスタープラン作成時に、下水道管理機構に関する調査を含むマネジメント調査が実施されたが、本フィジビリティ調査では、さらに必要な資料及び情報を収集し、それら資料の分析と詳細な調査をおこない、それに基づいて機能的かつ経済的に事業を運営できるような最も望ましい組織を設立することを目的とする。本調査は２つの主要な構成部分からなっている。

1）下水道事業、雨水排除事業および公共水域における水質保全等の事業と関連する機関の調査

2）事業執行のために必要な管理機構整備に関する調査、検討

第２章　水質、下水道、雨水排水事業に関連する機関

下水道、雨水排除事業ならびに工場排水水質管理に関連する機関を調査するため、それら機関の幹部職員との間で、他機関との協調関係、それぞれの機関の業務の範囲、組織、法制度、実施と運営に伴なう政策決定の一般的な手続等について詳細な議論をもった。

本プロジェクトは、下水道と雨水排除事業、さらに工場排水の汚染についても調査対象として考慮した。連邦政府レベルの下水道行政に関する相互関係は図－１に示すとおりである。

連邦政府レベルでは、マレイシヤ国における下水道および雨水排除事業の直接の管轄機関として、いくつかの省が公共事業、公共施設の設備や環境の保全などの政策と深くかかわりあっている。これらの省の下部機構に、直接関連する分野を担当するいくつかの局がある。これらの局のほとんどが、関連分野の事業を規定する権利を保有している。またこれらの局は各州に自治体として機能する支所を有している。行政的に見ると、これらの局はそれぞれの本部の管理下にあるが、各州における公共事業および公共施設の建設運営に対し州政府に責任を負っている。

保健省の環境衛生および技術局は、環境保全の一環としての公衆衛生に関して責任を持ち、下水道プロジェクトの促進に参画している。

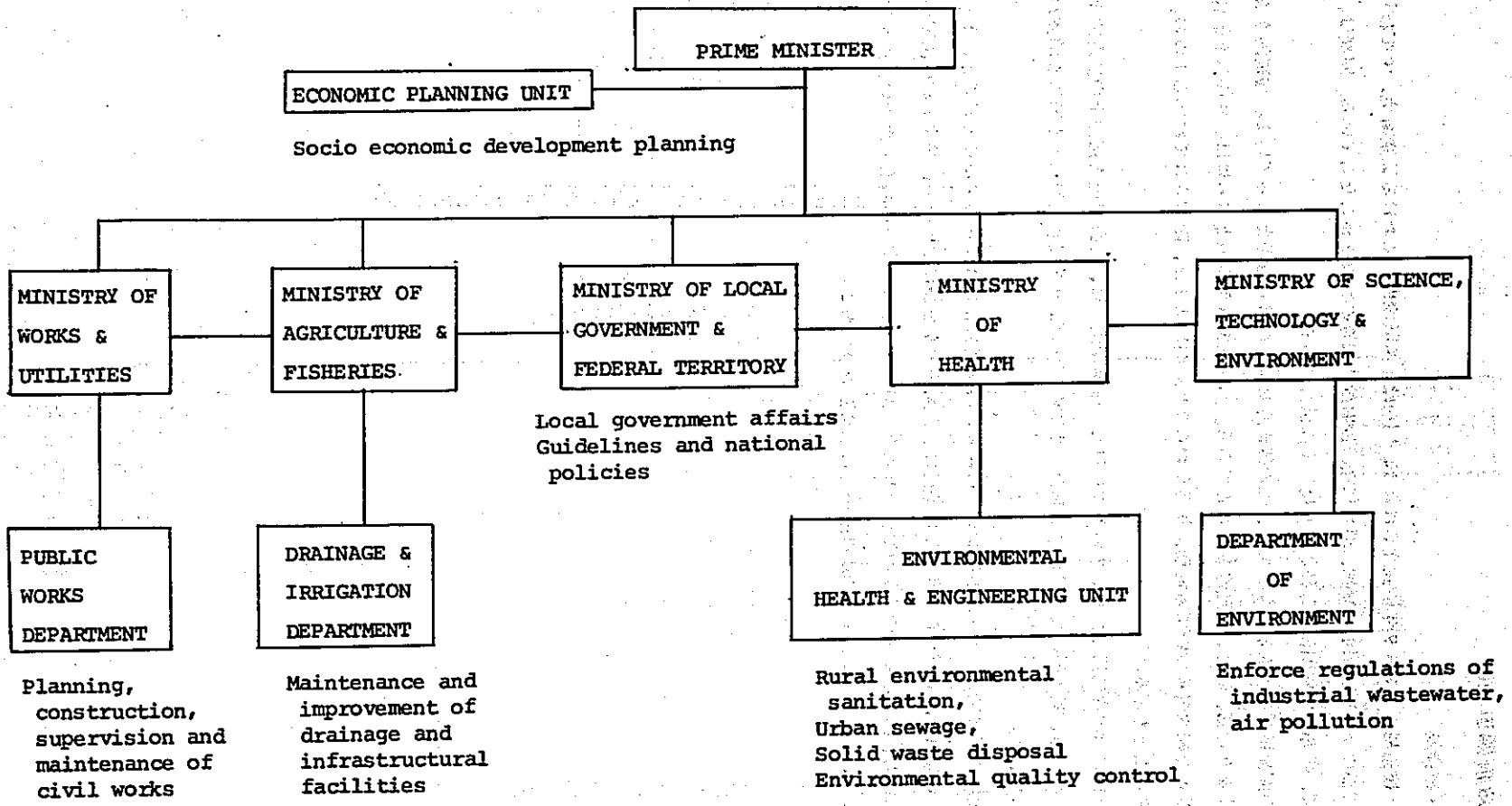
事業、公共施設省の下部にある公共事業局は、道路側溝と雨水排水路を含む一般土木事業に対し責任をもっている。

農漁業省の雨水・かんがい局は、かんがい事業、雨水排除施設ならびに内陸部の排水路施設の建設と運営に関し責任をもっている。

科学・技術・環境省の環境局は、環境に影響を与える放流水に関する政策上の権限を有している。同局は、排水や環境に関連する規準の作成と施行について、科学・技術環境省に対し責任を有している。

地方自治省は、地方自治にかかる指針と国家政策について各種の規定をおこなっている。同省はまた、地方自治体と連邦政府間の調整ならびに渉外機関であり、特に地方自治体からのプロジェクトに関する融資申請がおこなわれた場合、これを事務処理し、申請を総理府の経済企画局に送付することもおこなっている。１９７６年に制定された地方自治法では、市町村などの地方自治体に多くの権限を委任している。地方自治体は、同法により地方行政に関し裁量権を有している。下水道および雨水排除事業の責任は地方自治体にあり、したがって各自治体はそれらの事業を推進しなければならないことになっている。

連邦政府および州政府レベルの関連機関については以下の節で説明する。



図—1　下水道・雨水排除事業プロジェクトに関連する省および局

2.1　連邦および州政府関連機関

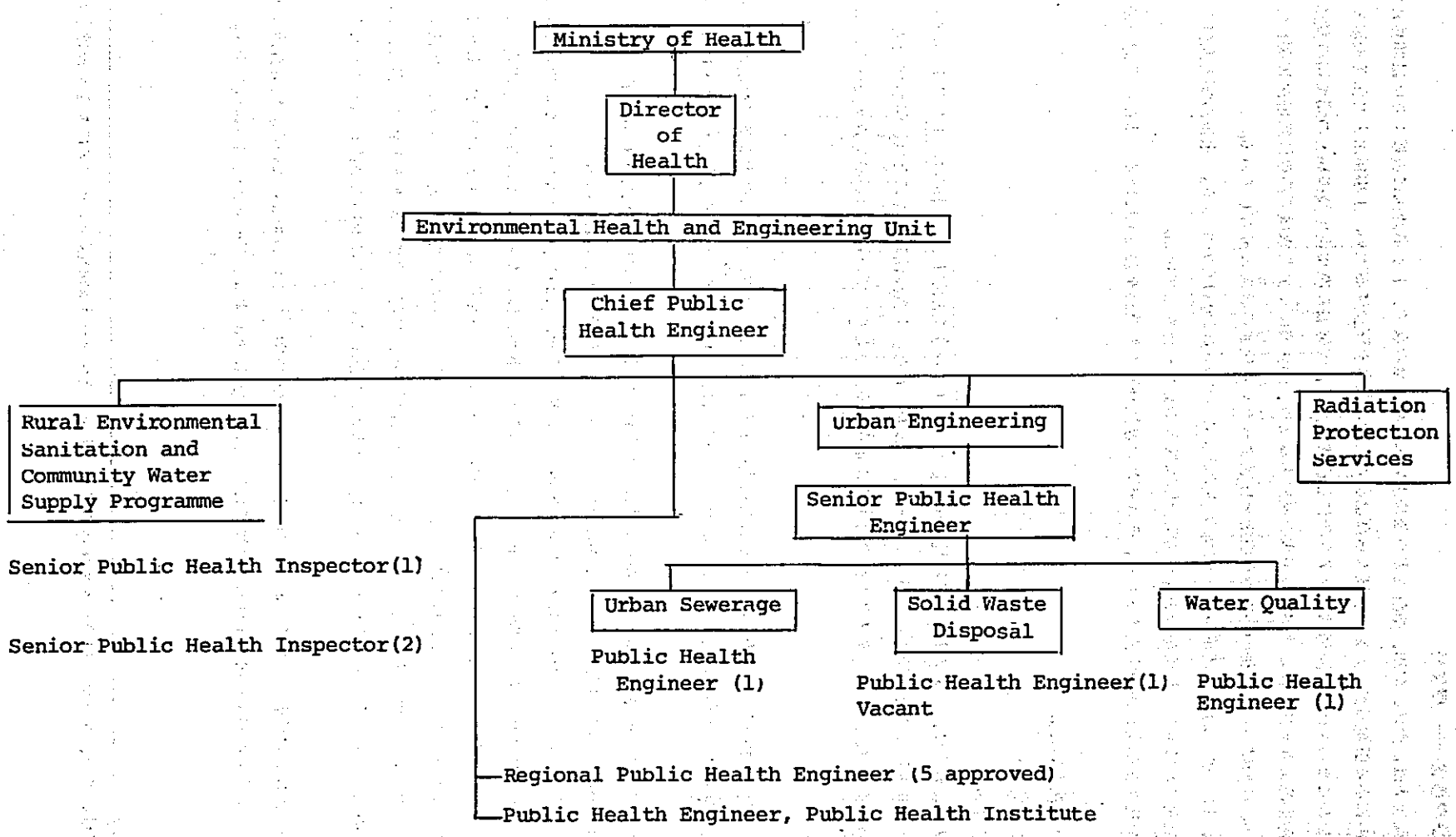
(a) 保健省、環境衛生・技術局

保健省の環境衛生・技術局は1969年に設立されたが、同局は主に環境保全における公衆衛生、すなわち農村部での環境衛生、都市周辺部の下水道、固形廃棄物、環境保全、放射線防御等の行政をおこなっている。同局は、経済企画局や地方自治省さらに、各州政府機関に対し技術的な情報を提供している。

同局は、都市周辺の開発地区の下水道に関しては、その技術的な促進に対し責任をもっている。技術的な責任とは、下水道事業の実施に伴なう計画、設計、監理監督のことである。同局は実行可能調査さらには実施設計を監督し、それらを承認したのち建設と運転状況についても監理、指導をおこなう。同局はまた、限定されてはいるものの、職員を訓練し、州政府に派遣することもある。

地方自治省が各市町村の行政面に深く関与しているのに対し、環境衛生局は、社会環境と衛生上の技術的な面に責任を負っている。しかしながら、両当局は地方における都市下水道のプロジェクト促進に関しても緊密な関連があり、職員の交流をもおこなっている。

環境衛生局は、国全体の下水道プロジェクトについて技術委員会や運営委員会に参画することにより、その促進の主導的な立場にある。これ以外に同局がおこなう重要な業務は、公衆衛生ならびに環境衛生に関する政府法案の草案を準備することである。しかし、同局は法案の草案の準備をおこなうが、法案を制定する権限をもたない。制定の権限は各地方自治体当局に委任されている。保健省の組織は図－2に示すとおりである。



図－2 保健省環境衛生・技術局の組織図

(Source: EHEU, Ministry of Health)

(b) 科学・技術及び環境省 ── 環境局

科学・技術・環境省は、海域、河川、湖沼などの公共水域水質の保全の点で、下水道計画に直接あるいは間接に関与している。同省内にある環境局が、大気、水域ならびは国立公園の環境を保全するため、工場排水と大気汚染規制の規定を導入し行政をおこなっている。同局は１９７５年に設置されたが、保健省の環境衛生技術局との間で担当業務を調整し、主として汚染源より放流されるすべての汚水を規制するため、国立公園や公共水域の汚染問題解決に関して積極的に取組んでいる。同局はさらに各種の汚染から環境を保護するための規定の導入に努力している。

同局の組織は、1) 行政、2) 水質汚濁防止、3) 大気汚染防止の３つの課に分けられている。水質汚濁と大気汚染課には、専門家が配属されており、汚染源の調査や汚染原因物質等の分析を行なっている。

同局は、法律や規準を制定しかつ実施するため、それぞれの専門分野の委員会を設置している。現在、下記の委員会がある。

(1) パームオイル法案委員会

(2) ゴム排水法案委員会

(3) 水汚染防止委員会

パームオイル法案委員会は、１９７７年度に環境保全法（パームオイル）を制定した。同法は、１９７７年10月24日に科学・技術・環境大臣により承認され、同年１１月３日に公布された。水質汚濁防止委員会は、環境保全法（水質汚濁防止）を審議中であり、同法は１９７８年度の前半に公布される運びとなっている。同省の組織を図－３に示す。

(c) 地方自治省

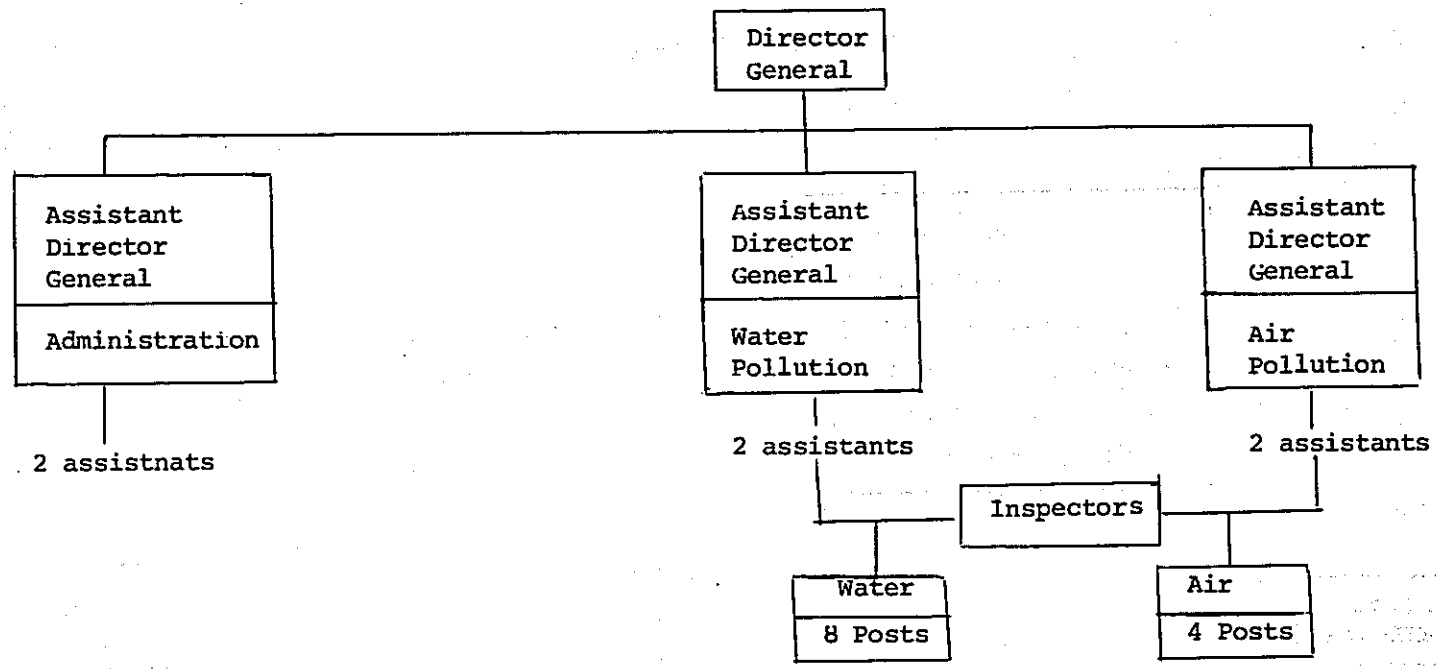
地方自治省は、地方自治体による地方自治に関与し行政責任をもっている。地方自治体に対する業務規定は、1976年度地方自治法（法案第１７１号）に含まれている。ただし、同法は西マレイシア※のみに適用されることになっている。

同法の規定によれば、多くの権限が市町村等の自治体に委ねられている。自治体は同法を適用する時期についての決定と同法の全部あるいは各部ごとに漸次適用するかの選択についてもその裁量をまかされている。

地方自治省は、地方自治に関する全般的なわく組と国家政策を作成するが、しかし、自治省がいかなる政策や決定をおこなっても、地方自治体が採択するためには各州の選出大臣及び州知事が委員となっている地方議会（州議会）の決議を経なければならない。提案された法案の変更に対する助言が各州および各市町村から寄せられた場合、しかるべく十分な検討と分析をおこなったのち、それらの助言が適当であった場合に同省は始めて法務省の支援のもとに法令の原案を作成することになる。原案は、さらに審議のため地方議会に提案され、決定がなされたあと国会で審議に付される。地方自治体は、それぞれ独自の条例が連邦政府レベルの既存の法律に抵触しない限りにおいて議決し制定することもできる。

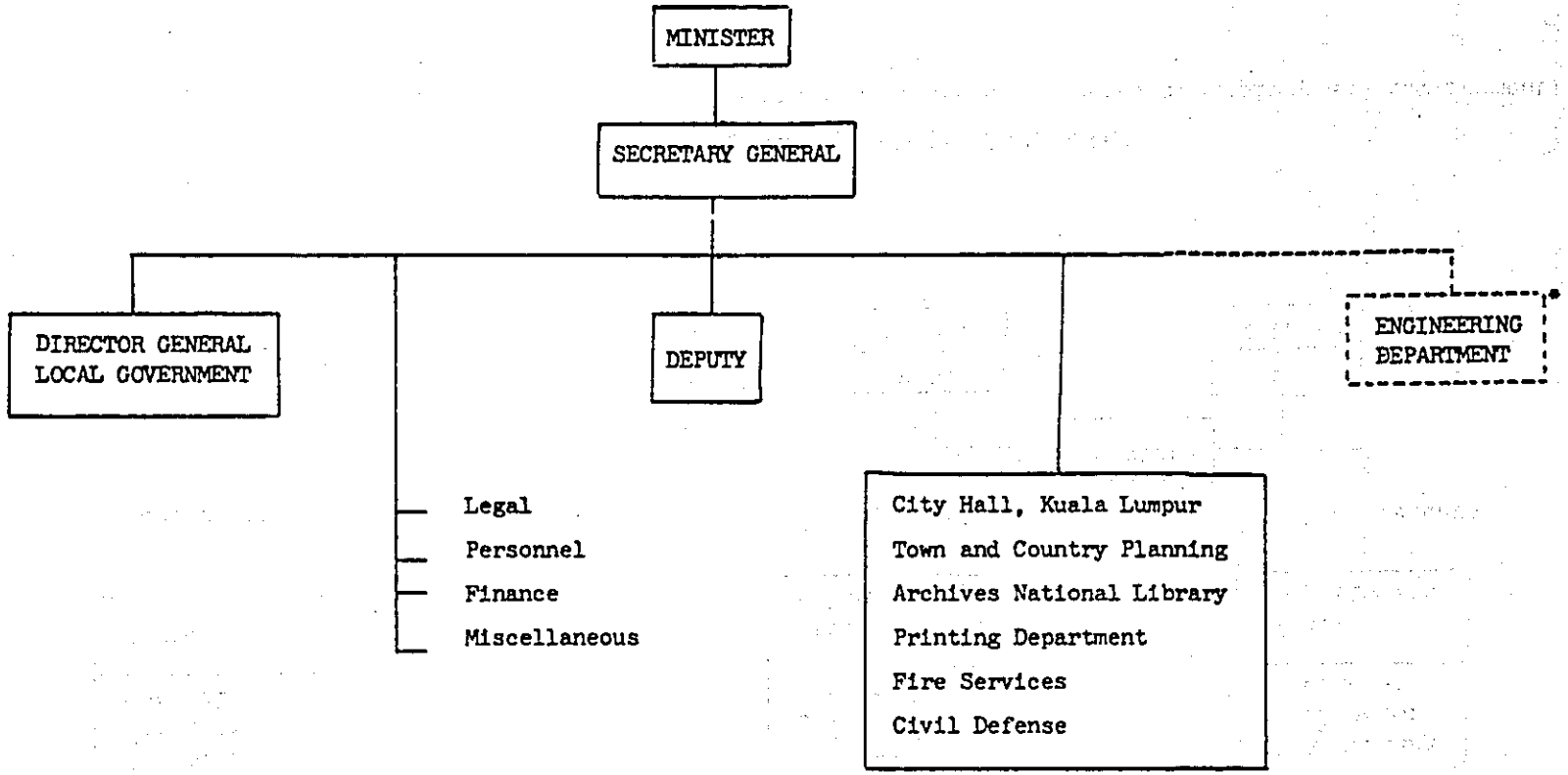
同省はまた地方自治体と総理府内の経済企画局との調整ならびに連絡機関としての働きもしている。地方自治体より申請のあったプロジェクトに対する融資を経済企画局に付帯勧告とともに提出する。図－４に同省の組織を示す。

※ マレイシアは、サバ、サラワク州のボルネオ島の東マレイシアとマレー半島の西マレイシアに大きく分けられる。



図―3　科学・技術・環境省、環境局の組織図

(Source: Ministry of Science, Technology and Environment)



* Proposed to be created

図—4　地方自治省の組織図

(Source: Ministry of Local Government and Federal Territory)

(d) 総理府 ― 経済企画局

経済企画局は、総理府内にある中心的な機関である。同局は社会経済開発に対し責任をもち、したがって国家経済評・議会、国家開発計画委員会、海外投資委員会に対する研究・分析の中心機関として業務をおこなっている。同局は、国家経済の観点から国家計画や地方計画また部門別の計画を作成、審査し、さらに種々の実行計画とその実施のための提案を用意することになっている。

同局は、大規模プロジェクトの作成のための調整という重要な機能を果すばかりでなく、プロジェクトに対する外国からの技術および資本援助についての交渉を大蔵省とともに進める責任をもつ。

州政府内の経済企画局は、州における開発に関して州政府に助言を与える。同局は経済開発をめざした計画、とくに工業開発計画や住宅開発計画を作成する。また同局の責任の一つには、州における開発計画の実施を監督することも含まれる。同局の組織は図ー５に示すとおりである。

(e) 公共事業省 ― 公共事業局

公共事業局は公共事業省の管轄下にある。中央政府内の同局は、それぞれの分野の活動を掌握する１０名の局長からなる１０部局の本局で構成されている。マレー半島の１１州は州長官を長としている。連邦政府内の公共事業局は州にある各事業局の調整、助言、情報提供の機関として機能している。

州の公共事業局は、連邦政府の公共事業局の監理下にあるものの、州政府より配分された予算をもつ独立の州政府機構である。

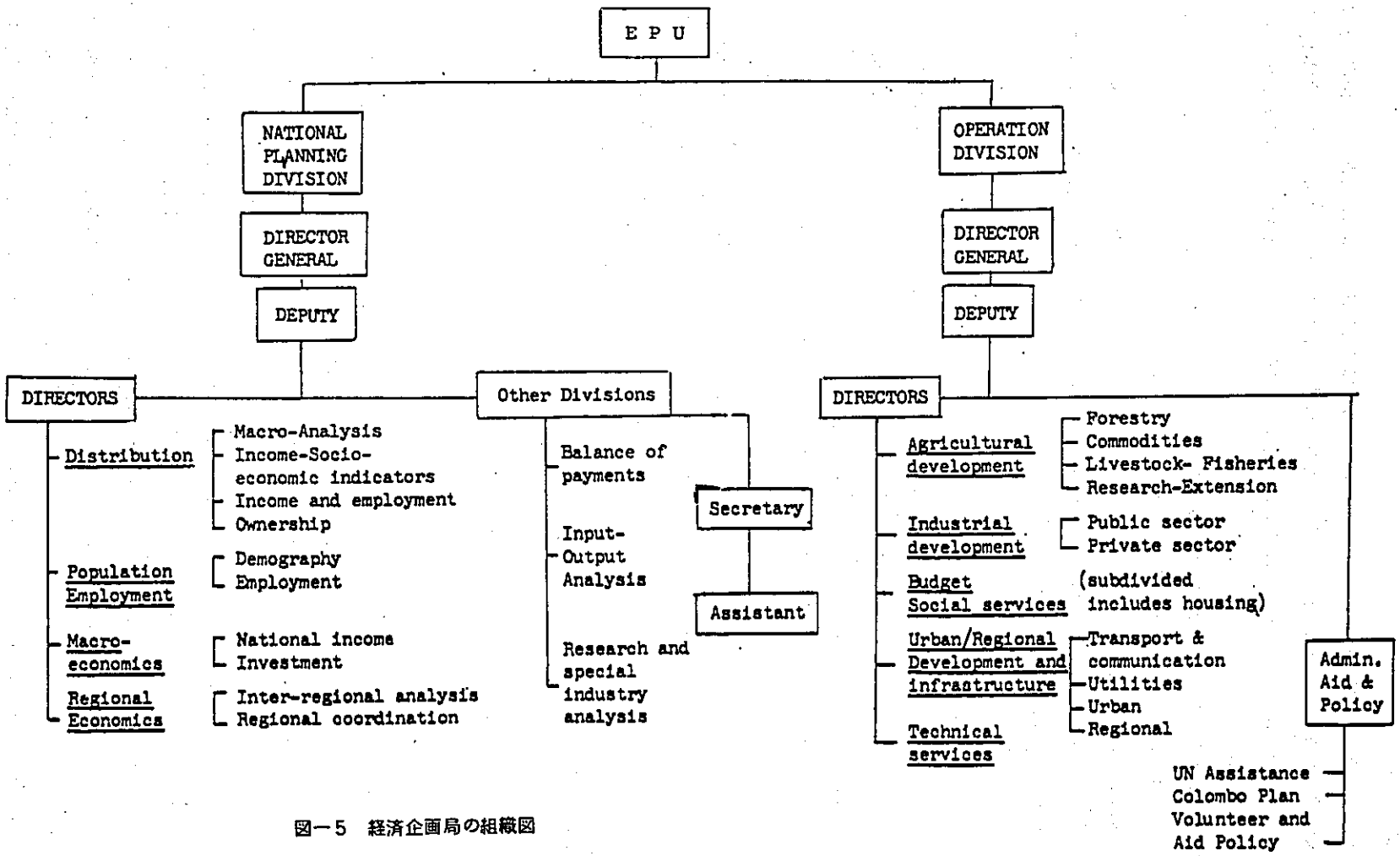
同局は、州政府内において一般公共事業の計画、監督、建設および維持等に責任をもっている。水道事業も公共事業の中に含まれる。同局は、ペナン州のウエルスリー県および県外の道路の維持管理、さらに同州の道路側溝及び小規模の排水路の維持をもおこなっている。規模の大きい雨水排水路は、排水・かんがい局が管理している。他の州の公共事業局とは異なり、ペナン州の公共事業局は水道事業をおこなわず、ペナン水道公社が運営しているからである。

ペナン州の公共事業局は５部門からなっている。すなわち、庶務および在庫、機械、建築、特別事業、排水およびペナン島とウエルスリー県の２地方事務所である。同局の組織は図ー６に示す。

現在同局は職員不足、とくに専門技能者の不足という問題をかかえている。

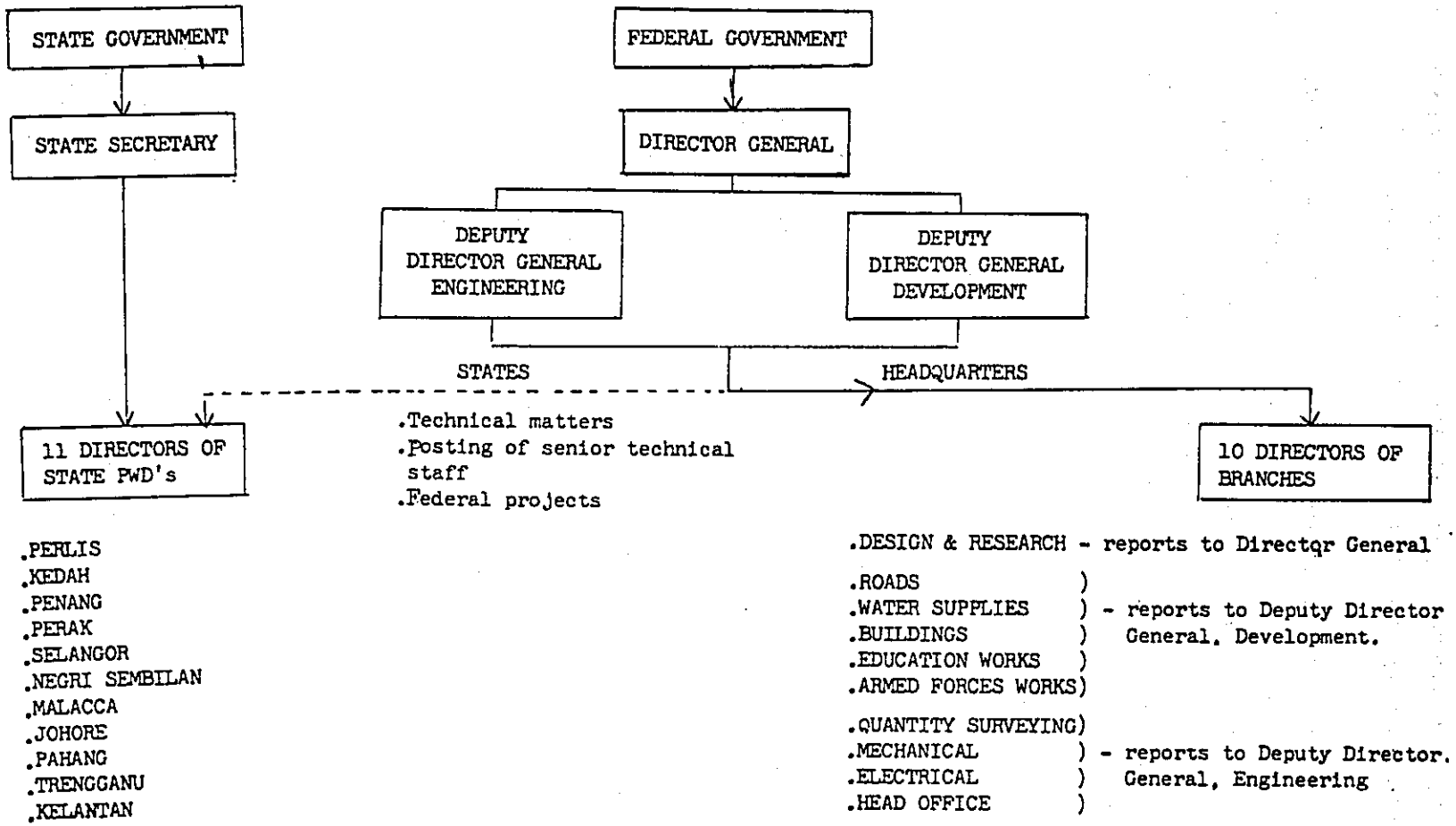
(f) 農漁業省―― 排水・かんがい局

排水・かんがい局は農漁業省に属するが、同局はまた州政府内にも独立の機構としての支所をもち州より配分された予算で事業をおこなっている。同局はかんがいを目的とした水資源の供給と規制という明確な責任を分担している。同局は排水幹線の維持、改良、さらに新しい排水路の建設もおこなう。これ等の公共施設は、土地と農業資源を有効に利用するための開発に欠かすことができないものである。かんがいと農業等の事業に関連して、同局は排水幹線の建設についても責任をもっている。農業用を目的としてうめたてられた土地には排水路が必要であり、さらに排水路は農業への用水事業にも欠かすことのできないものである。しかしながら、同局の排水幹線における責任は、農業部門には関係してはおらず、必ずしも明確に区分されてはいない。技術的にみると同局は、規模の比較的大きい幹線とモンスーンドレンに対し責任を有する。工場、商業地域ならびに都市周辺から流入してくる小規模の排水路線は、いずれは規模の大きいこれら排水及びかんがい局が管轄する幹線に流入するわけである。工業事業局と排水路とのかかわりであるが、同局は道路に付随する側溝に対してのみ責任を負うことになっている。上記のいずれの機関にも属さない排水幹線は、市



図－5　経済企画局の組織図

(Source: Economic Planning Unit)



図－6　公共事業局の組織図

(Source: Public Works Department)

役所の責任となっている。また排水路の清掃・美化作業も市役所が行なっている。したがって、排水・かんがい局、公共事業局、市役所における排水路に関する責任の分担は、機能よりもむしろ幹線の規模および位置に基づいているといえよう。

ここで特記しなければならないことは、現在、調査対象区域について行政をおこなっている市役所は、排水路の建設、修復、維持に関してはいっさい責任を負っていないということであろう。同市役所の技術部は、開発業者より提出された排水路建設計画図面の審査と建設工事の工事監理をおこなうのみであり、また工事が完了すると、これら施設はすべて公共事業局に移管されることになる。一方、かんがい局はかんがい施設と幹線に対し責任をもっている。

州の排水・かんがい局は2部門に大別される。1つはペナン島、他はウエルスリー県を管轄する部門であり、これら2部門はさらに以下の4課で構成されている。

(1) 庶　務

かんがい局の運営、管理、調整ならびに一般庶務関係。

(2) 技　術

排水幹線等の施設の管理と洪水の防止。

(3) プロジェクトの実施

排水およびかんがいに関連するプロジェクトの遂行。

(4) コンサルタント事業

排水およびかんがいに関して他の政府機関に対する土木技術の計画、設計、工事監理等の業務提供。

同局の組織を図－7に示す。

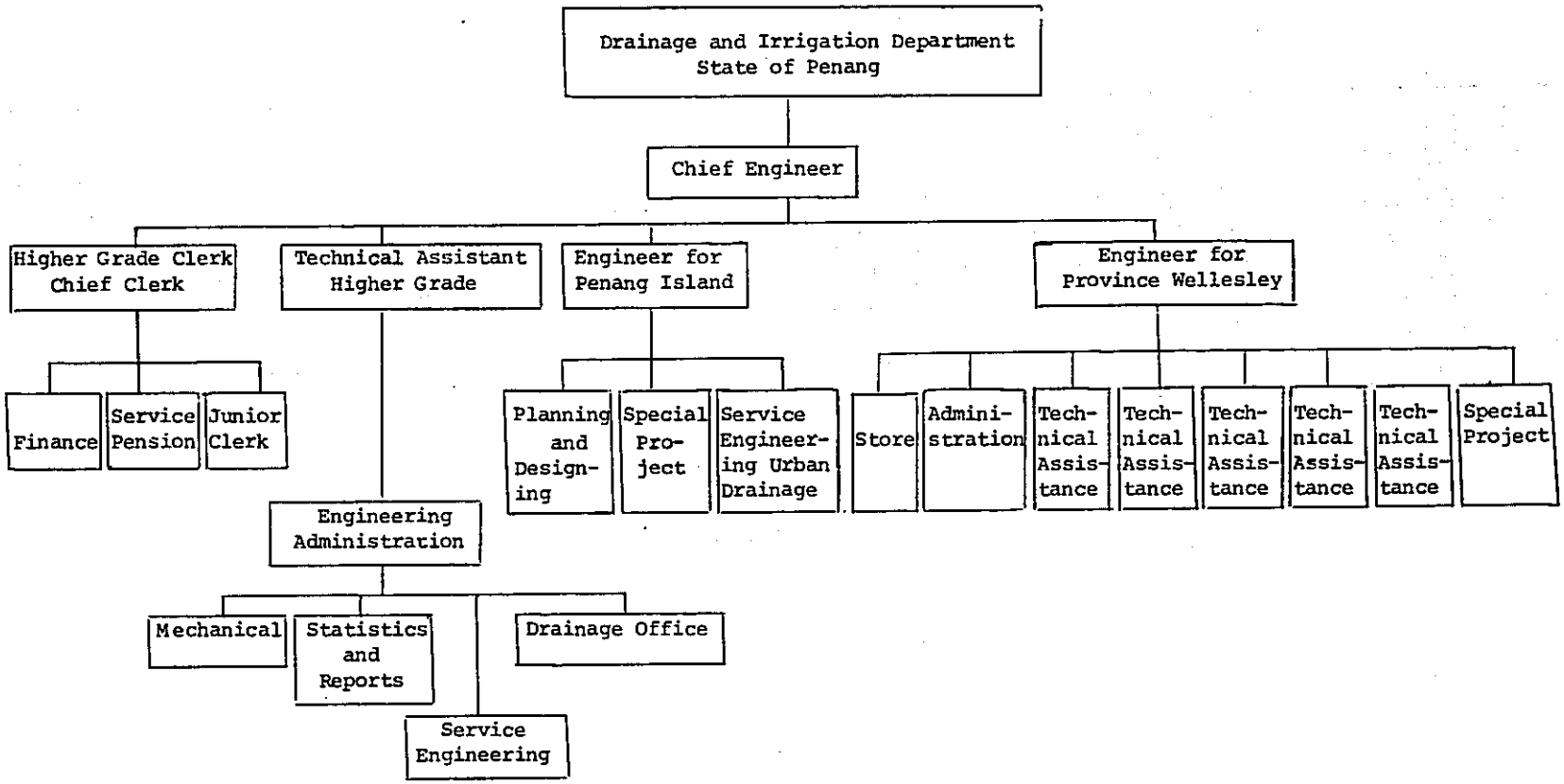
2.2　マレイシア国内の水道、下水道事業機構

パタワース、ブキットおよびメルタジャム地区に下水道を建設するのに伴ない、他の類似する水道および下水道組織を比較・検討のため調査した。ペナン市役所（ペナン島）およびクアラルンプール市を、運営・管理・法規の点などで、上記プロジェクト地区の組織を考える上で参考になり、かつそれらの制度を導入することも可能であるため、調査の対象として選んだ。また、下水道と密接な関連をもつ点からペナン水道局も調査した。これは、実際問題として将来下水道組織と水道組織が統合される可能性があるからである。本報告書でも述べているが、プロジェクト地区に設置される下水道組織の事務手続のうち下水道料金の納付と徴収の手続はペナン水道局がこれをおこなうことで合意されている。各組織の調査結果は以下の通りである。

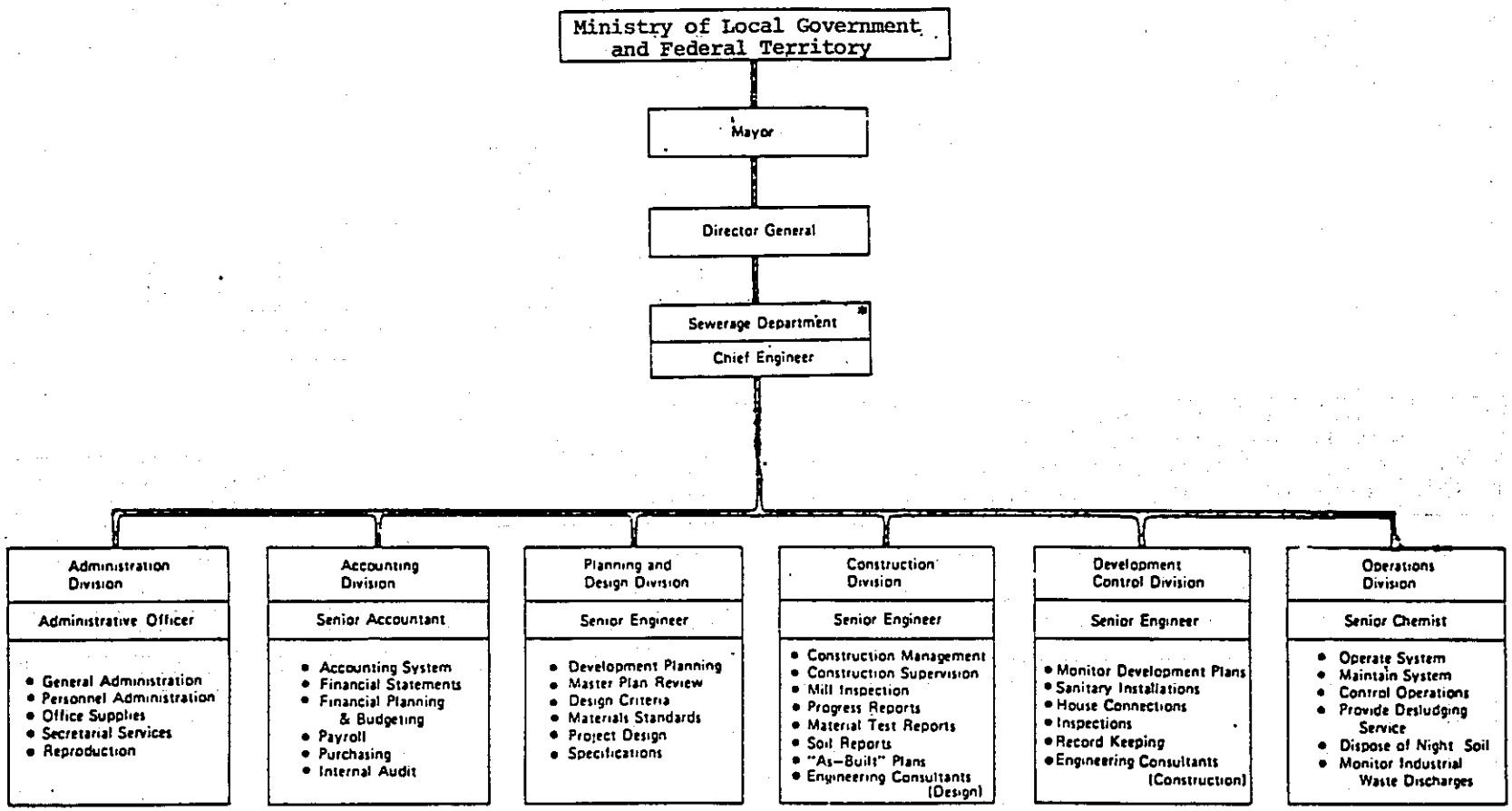
(a) クアラルンプール――下水道局

市役所の技術部下水道係が、技術部から分離し行政的・財政的に独立の組織に改組され、下水道局として発足した。下水道局局長は市長を長として組織されている技術委員会に下水道に関する技術的な提案をおこない、かつ、同委員会の委員として出席し、下水道に関する問題を審議する。局長は、庶務、会計、管理、計画および建設の各部からなる下水道組織の全体について責任をもつ。経済性を考慮して市の現有の職員を有効に利用するため下水道局は市の他の部門からの援助を受けている。下水道局の組織を図－8に示す。

市役所は現金主義会計を採用しているが、下水道局の会計は市役所とは別途会計になっており発生主義を採用してい



図—7　排水・かんがい局の組織図



図—8　クアラルンプール市、下水道局の組織図

る。このことにより、下水道事業の経営が他の部局と区別して容易に理解することができる。下水道局も含めて市の職員の給与とそれに関する帳簿は共通の課で取扱われており、それらの記録は市の財務部のデータプロセシング課で取扱われている。下水道局の予算は市の財務部の承認を得ることを必要としている。

現在下水道局には技術、事務、会計などあわせて９０名の職員がいる。さらに５０名の労働者が上記の職員を補助している。職員の採用は市役所を通じて行なわれている。職場内における技術者の訓練がコンサルタントにより実施されている。

クアラルンプール市の９０万人の人口のうち２０万人が下水道施設を利用しているが、残りは浄化槽やし尿処理に頼っている。

クアラルンプール市には１2,000,000ガロンと300,000ガロンの能力を有する２つの処理場がある。しかし工事費と維持管理費を削減するため、処理施設を酸化池による処理法にきりかえるよう考慮している。

市の排水路については、中央政府の排水およびかんがい局、技術部内の道路課により維持管理されている。専用の排水路ができるまでの間は、下水道局が排水路事業をわずかながらおこなっている。排水およびかんがい局は市内の大小の河川と2,000エーカ以上の流域面積の排水路について責任をもっている。道路課は道路側溝、2,000エーカ以下の流域面積をもつ排水路に対し責任をもっている。

(b) ペナン市役所（ペナン島）

ペナン市役所はジョージタウン市役所とペナン島地方区役所が合併したものである。この合併は１９７３年の地方自治法の規定にそって行なわれた。先にも述べたが、地方自治に対する指針と政策は、地方自治省により用意される。しかしながら行政は州政府の権限のもとにあり、州政府がまた地方自治体の運営委員を任命する。ペナン市役所の組織図を図－９に示す。

電力部および水道部はかつてペナン市役所の組織の一部であったが、現在ではそれぞれ独立の機構となり市の機構より分離されている。すなわち電力の供給は国家電力局に、また水道の供給はペナン水道局にそれぞれ移管されている。

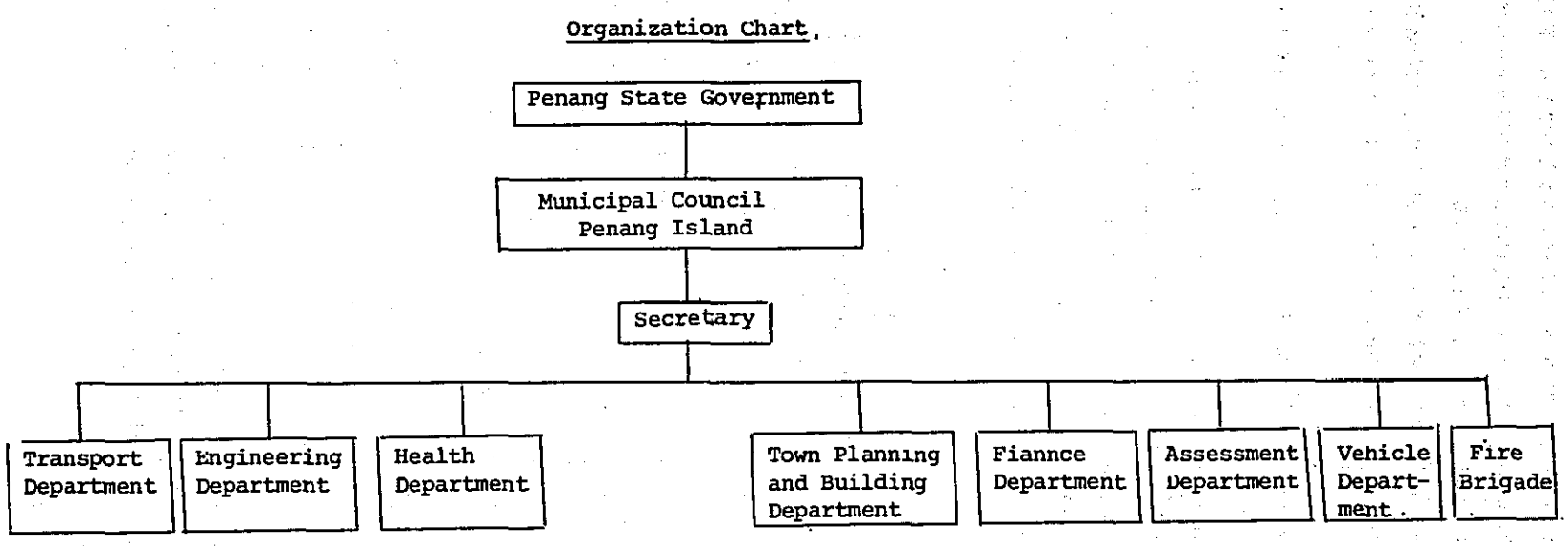
技術部は機能的に大きく２課にわかれ、さらに業務上の分担により小さい単位に分けられる。技術部は主任技師が管轄し、主任技師は、庶務および管理の責任を兼務する副主任技師に補佐される。

庶務課は、各部に割当てられた予算の執行、追加予算の承認、会計、内部監査、在庫および人事に関して責任を負っている。

道路および土木部は、道路、橋梁、排水幹線、舗装、交通標識、街燈等の計画、設計および建設をおこなっている。同部はまた、開発者より提出された道路、排水幹線、交通および土木事業に関連するレイアウトプランおよび建築プランの承認手続をもおこない、同時に公共事業、遊園地、運動場などの整備、さらに開発者によって建設される道路事業の工事監理等もおこなうことになっている。

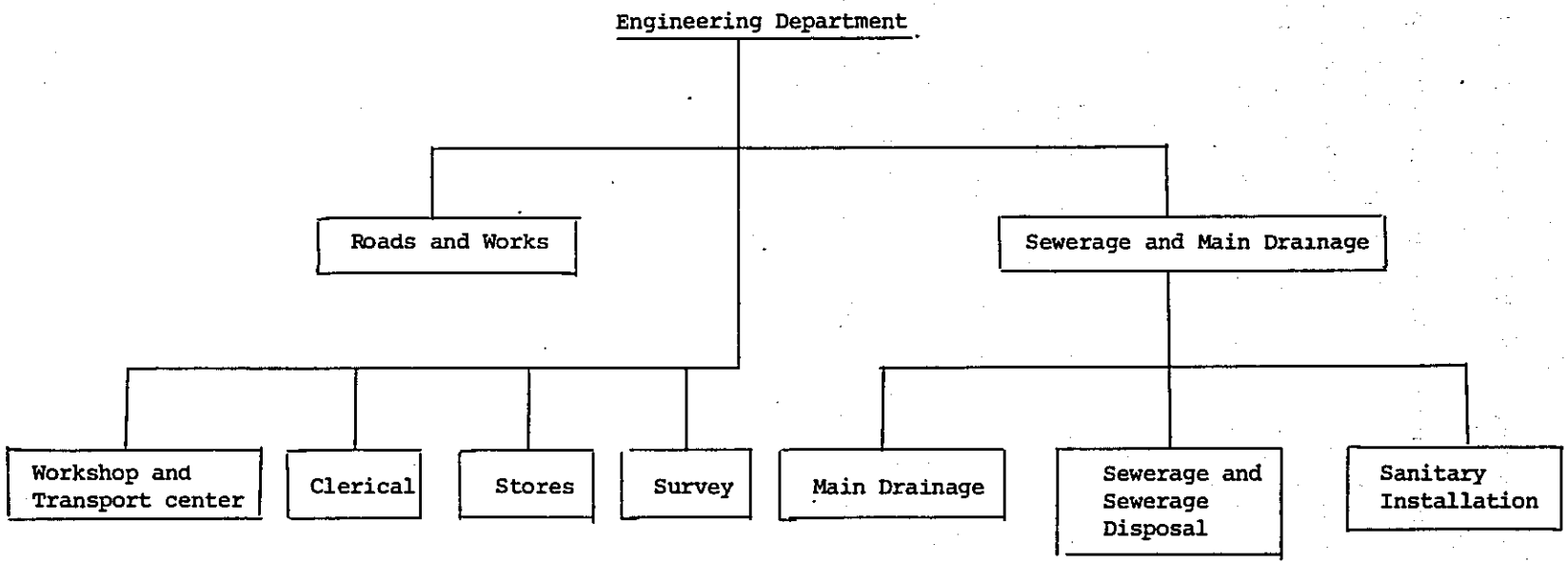
下水・排水部は下水道システムの設計、建設および維持管理、衛生施設、洪水調節、等の事業をおこなっている。河川の浄化事業を含む雨水排水幹線の設計・建設の事業も同部に属している。同部はまた、下水管渠、ポンプ場等開発者から提出されたプランの承認もおこなっている。さらに開発業者がおこなう下水道の建設工事も監理する。この場合下水道施設は完成後、開発業者から技術部に移管される。

図－１０にペナン市役所の技術部の組織図を示す。



図－9　ペナン島市庁の組織図

(Source:　Minicipal Council Penang Island)



図－10　ペナン市庁技術部の組織図

(c) ペナン水道局

ペナン水道局は、１９７２年の水道局施行令により、従来市の管轄下にあった水道事業を受け継いで、水道事業運営組織として１９７３年１月に分離独立した。

ペナン水道局は、州政府より任命される取締役会により運営される。取締役会は水道局管理者である会長により代表されるが、会長は、水道局長である副会長により補佐される。役員会の役員は州長官、法律官、財務役人、公共事業局局長等外部のメンバーと、財政、経営、行政、その他水道事業関連の分野で経験のある８名のメンバーで構成される。

ペナン水道局の機能と責任は、市民に安全で低廉な浄化された水の供給とその確保にある。したがって水道施設の運転・管理、改良および拡張が必要となった場合の水道施設の設計・建設、さらに施設の運転・管理がその責任の中に含まれるのは当然である。

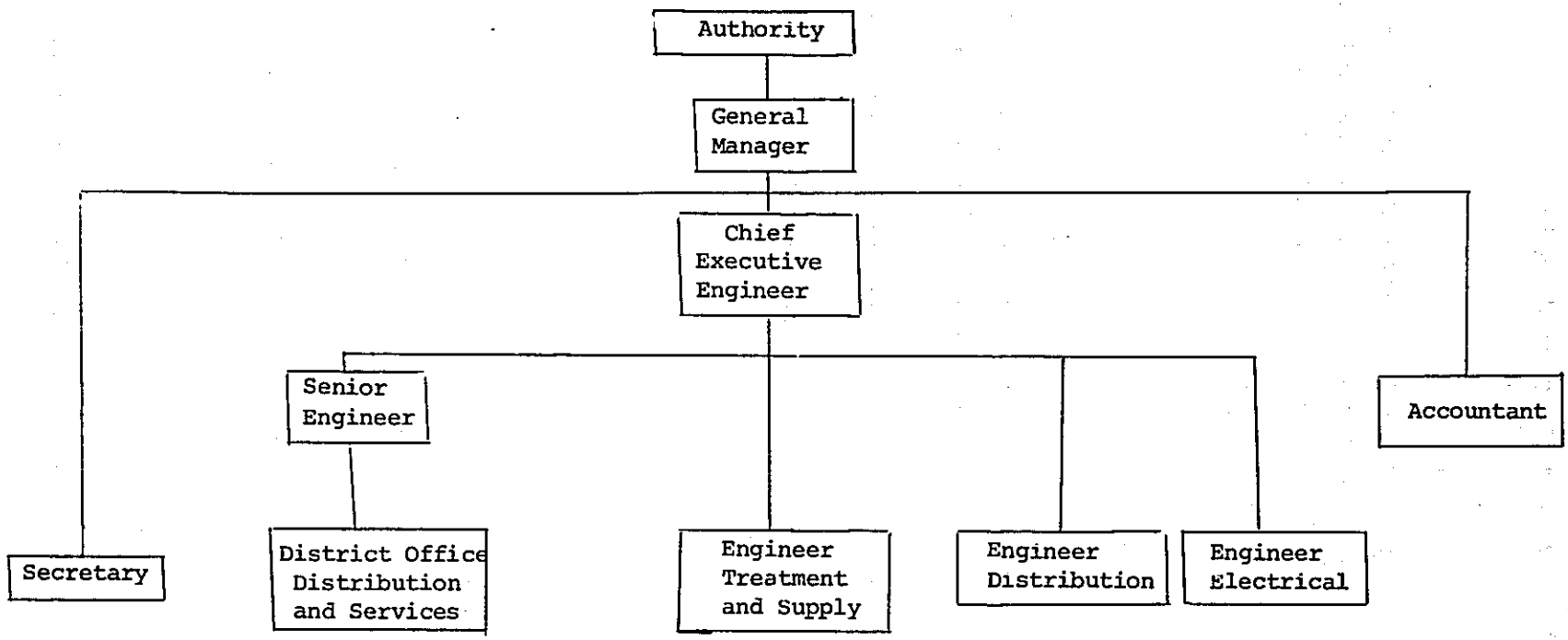
現在ペナン島側には５ヵ所の小規模な浄水場が、ウエルスリー県側には４ヵ所の浄水場があり、その能力は合わせて日量２７万トンとなっている。

水道局長は局の主要な３部門、すなわち秘書、技術および経理の長である。秘書部は秘書長により代表されるが、同部は庶務、人事および組織内の広報を司どる。同部はまた、水道関係法の草案を用意する。

技術部は幹部主任技師により代表される。技術部はさらに地区事務所および３課に分かれる。ウエルスリー県の地区事務所には上級技師が配属されており、施設の設計、水処理、配水をおこなっている。処理場および給水課は、水処理を行なうが、同課の責任にはこのほか水道施設の設計、施設の維持管理、配水池の位置決定、水理、作業場などが含まれている。配水課はペナン島における配水に対し責任をもち、電機課は電機施設に関する維持・管理に対し責任をもっている。

経理は、予算、会計事務、財務報告、財務計画および水道料金の納付と徴収に対し責任をもっている。

水道局の組織図は図－１１に示す。



図－11　ペナン水道局の組織図

(Source: Penang Water Authority)

第３章　ウエルスリー市役所

3.1　概　要

計画対象区域の行政機関であるウエルスリー市庁が同地区に建設する下水および雨水排水事業の管理・運営を行なうことになるので、同市の現在の機構をいかに拡張するかという観点から下記の点をふまえて詳細な検討を行なった。

(a)　現存の組織を大幅に変更することなしに新しい下水道事業を責任をもって遂行する能力があるかどうかを確認する。

(b)　提案される機構改革の実行可能性と経済性の決定。

(c)　現在当面する問題と将来直面すると予想される問題の確認。

(d)　上記問題を解決するための方策。

3.2　ウエルスリー市の組織・機構の分析

計画対象区域であるバタワース・ブキット・メルタジャム地区はウエルスリー市の行政区域内にある。市政は１９７３年の地方自治法によりおこなわれるので、市当局の権限は同法により拘束されている。同市は同地区にあった以前の３区役所の合併によりできあがった。

市役所は、ペナン州政府の直接の管轄のもとにあり、市長および２４名の議員からなる議会により運営される。市長の任期は２年であり、議員の任期は１年である。

市の組織は７つの部より構成される。日常の庶務事務は秘書長により管轄されており、同秘書長は市長および市議会に対しても補佐する責任がある。７つの部は以下の通りである。

(a)　秘　書　部

(b)　保健衛生部

(c)　技　術　部

(d)　建　築　部

(e)　都市計画部

(f)　財務および経理部

(g)　財産評価部

市当局の現在の組織図を図－１２に、また市の職員の人数およびその資格を表－１に示す。

(a)　秘　書　部

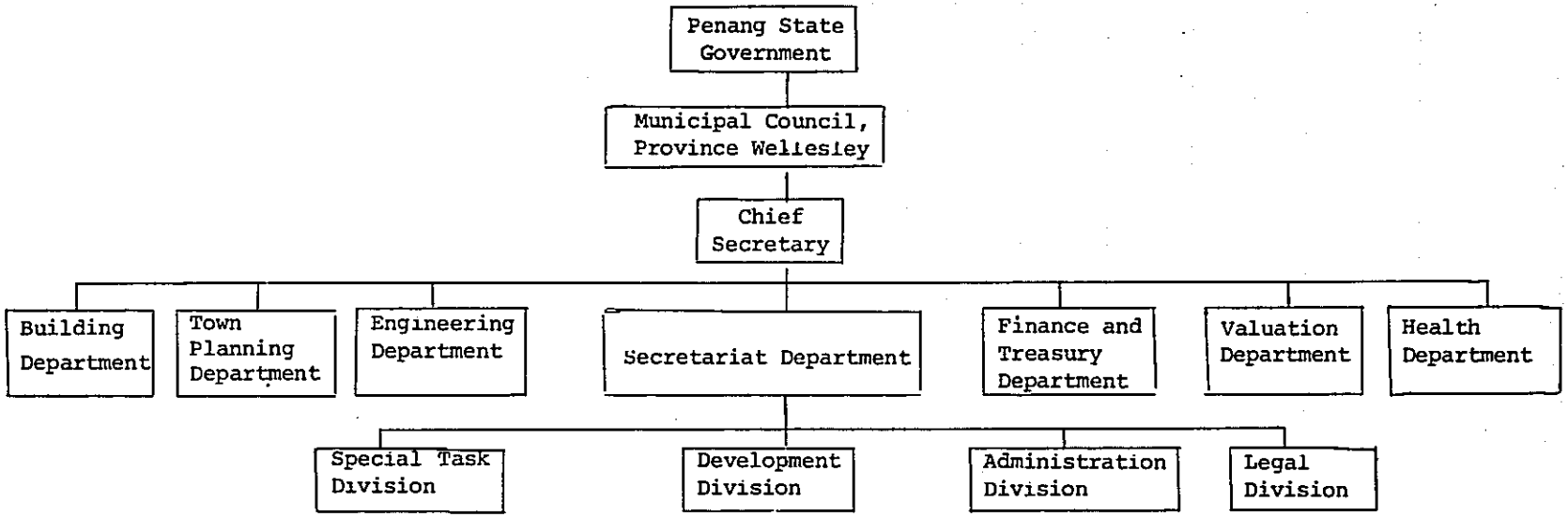
秘書部は市政の中で庶務・行政を統轄し、市政に関する各種の手続・執行・決定の調整および監督をおこなう。同部は下記のように分けられている。

(1)　庶務課

市全体の職員の人事、一般庶務および物品購入供給等の業務を行なう。

(2)　開発課

開発課は、市各部より提出される諸々の開発計画に関し、実行可能性、必要性等の判断および資金調達等の手続を



図－12　ウェルスリー市庁の組織図

(Source:　Municipal Council, Province Wellesley)

表ー1　ウェルスリー市庁職員の人数及びその資格

Entry Qualification for direct appointment	Total
University Degree or Professional qualification	12
Diploma	23
Malaysia Certificate of Education	132
Other qualification considered lower than the M.C.E.	1,026
Total	1,193 Grand Total

進める。このち同開発計画は市議会にはかられて最終的な承認を得ることになる。本課は土地台帳および市の所有台帳等の記録も保管している。

(3) 特務課

本課は、市議会議長の下部にあり、市議会を補佐している。本課は、議長、各部の部長および市民との間の調整役を果たしている。その意味では本課は市民とのＰＲおよび情報を提供しているといえる。

(4) 法律課

本課は州政府により用意された条例を審査したり統合したり、また時々必要となる新しい条例を草案するなどの業務をおこなっている。限られた範囲ではあるが、諸々の条例の強制を執行するよう権限が拡大されている。

(b) 保健衛生部

市政のなかで、８４９人の職員をかかえる同部が最大の部である。しかし８４９人のうち７４８人が労務員である。

保健衛生部の主たる業務は、環境および市民衛生の向上にある。同部は、蚊の撲滅や市民の健康診断等について州政府よりかなり財源補助を受けている。

同部はし尿の収集、廃棄、道路清掃および排水路の美化等を主な業務としている。公共排水路は、滞流を防ぐため毎日清掃されている。工場に対して工業廃棄物処理も行なっている。

し尿処理はウエルスリー地区全域に対して契約制度で行なわれている。収集は隔日に行なわれ、収集されたし尿は廃棄場の地中にうめられている。４台の収集車がバケット方式の１１,８００個のトイレットのし尿を収集している。水洗式便所の下水の管理は技術部により行なわれている。

(c) 技　術　部

技術部の役割を概略すると次の通りである。

(1) 開発業者より提出された衛生、道路および排水路の計画の手続と承認。

(2) ペナン開発公社および開発業者による道路、衛生施設および浄化槽等の工事の調整および監督。これらの施設は完成後、維持管理のため市当局に譲渡される。

(3) ビル所有者に販売される浄化槽規準の設計。

(4) 公園、レクリェーション地域、歩道および遊園地の美化と管理。

(5) 道路、下水道施設以外の公共施設の建設と維持管理。

(6) 街燈の設置。

(7) 街路樹の保護、管理。

現在、同部には１２６人の職員がいるが、うち４０人が庶務関係の仕事に従事している。同部の１年間の予算は１,１００,０００マレーシアドルである。これは同部の収入が、３５,０００マレーシアドルであることから、かなりの過超となっている。

同部は一般土木事業を行なっているが、下水および雨水排除事業の一部をも行なっている。

(d) 建　築　部

同部は、市行政区域内の建築物の建築申請に関する業務を行なっているが、同部には５２人の職人がいる。同部の機

能は次の通りである。

(1) 建築図面が建築規準、市条例および建築施行令等にのっとっているかどうか、議会に助言する。

(2) 市の各部に、提出された建築申請の建築物および土地の利用、および申請の妥当性等に関し、助言する。

(3) 現存する建築物の管理、不法建築、無許可の拡張工事等の調査。

(e) 都市計画部

かつては建築部内にあったが、最近都市計画専門官の任命により建築部より都市計画部として独立した。同部は市の行政区域内の都市計画のすべての事項に責任をもっている。

同部の機能は概略下記の通りである。

(1) 計画レイアウト図面の準備と承認手続。

(2) 区画図面の準備と承認手続。

(f) 財務および経理部

同部は会計条例の条項に従って管理・運営されている。

同部の機能は概略すると下記の通りである。

(1) 税金、収入の徴集

(2) 請求通知の発行

(3) 市の年間予算の草案づくり

(4) 市各部への資金の割当て

(5) 帳簿、勘定記録簿の保管

(6) 内部監査

(7) 小切手による支払い

(8) 財産評価

(g) 財産評価部

同部はウエルスリー地区の税金の対象となる所有物の評価を行なう。同部は財産評価の報告書を市議会に提出する。市議会はこれに基づき税金徴収を指示する。

第4章　バタワース、ブキット、メルタジャム
首都圏地区下水道及び雨水事業管理機構

4.1　組　　織

4.1.1　背景と現況

１９７０年に実施された人口調査によると、ペナン州には約773,000人が住んでいる。うち342,000 人がマレー半島のウエルスリー県に、430,000人がペナン島に住んでいる。ウエルスリー県の342,000人のうち、238,000人が11,600ヘクタールの面積をもつバタワース、ブキット、メルタジャムの首都圏地区に住んでいる。ペナン州は、１８９０年に東インド会社の設立以来、東南アジアの貿易の要衝地として発展してきた。近年、こうした発展のほか政府が進める工業地帯としての開発に伴ない、住宅の建設が急速に進められており、首都圏地区の都市化は顕著なものがある。これらの理由により人口の急増加が激しく、２０００年には648,000人に達すると予想されている。

ペナン州におけるこのような商業および工業活動に伴なう急速な開発は、水道の需要の急増を余儀なくしているし、将来もこの増加は続くことになろう。水道の需要は下水の増加につながっており、ひいては河川や海などの水域に下水が大量に放流されることになる。このような海域への下水の流入を防ぐためには、下水道および雨水排除等の施設を建設し、また、建設された施設を運営、維持管理するようなしかるべき組織を確立するための政策がとられなければならない。

現在のところ計画対象地区には、ウエルスリー市役所が管理するし尿浄化槽、し尿バケット収集や、排水路への放流等の原始的な処理方法を除いては近代的な下水道システムはない。

計画対象区域に建設されてきた雨水排除のための施設に関しては、その建設および維持管理主体が明らかではない。調査の結果、モンスーンドレンなど大規模な排水幹線は雨水およびかんがい局により建設され、維持管理されている。他方道路側溝およびインフラストラクチュラルドレン等は公共事業局により建設、維持管理されている。これよりさらに小規模の雨水排除施設がウエルスリー市役所により維持・管理されているようである。それらの施設は、開発業者により建設され、後にウエルスリー市役所に譲渡されたものである。首都圏地区の下水道および雨水排水事業を進めていくためには、下水道および雨水排水プロジェクトを計画し、かつ管理運営していくためには行政的に十分確立された組織が必要である。

前にも述べたように、計画対象区域内で下水処理を含む衛生管理上の問題と直接に関与している組織はウエルスリー市役所の技術部と衛生部、さらに州政府の雨水およびかんがい局と公共事業局である。

技術部は、主としてし尿浄化槽およびインホフタンクの汚泥廃棄を含む現情の衛生システムの運転と管理に対し責任をもっている。

衛生部はし尿処理や排水路の清掃等計画対象区域内の公衆衛生問題の全体あるいは部分的に関する公害を規制するなど行政面の監督に責任をもっている。排水およびかんがい局は排水幹線およびかんがい用水路の建設および維持管理、公共事業局は道路側溝やその他小規模の排水路の建設、維持管理を行なっている。

4.1.2　組織の基本的要件

計画対象区域に新規に下水道および排水施設を設置するのに伴ない、施設を運営するための別途の行政組織が必要で

ある。同組織は公共事業を行なうに必要な資金の入金および支出に伴なう金銭出納および事業への投資等勘定科目の確立および効果的にシステムを運転する能力をもっていなければならない。

このような新規の組織を確立するには、できる限り現地の状況を考慮に入れた十分な検討が必要である。下水道システムの発展は、市の発展状況、他の公共施設、特に住宅および商業用の水道供給事業と十分調整されていなければならない。また下水道の必要性は、水道の需要および人口密集程度と密接な関係がある。

また新規の組織を確立するには、下記の基本的目標も考慮しなければならない。

(1) 経験豊富で技術的な資格を有する人材をもち、高度な経営能力を有する組織を作ること。

(2) 最小限の費用で高度な経営制度のもとに、信頼に足る下水道・排水のサービスを住民に提供すること。

(3) 下水および排水計画を環境衛生全般の向上のために総合的プログラムに組み入れ、他の政府および民間の関連当局と協力体制をとる。

4.1.3 組織代替案の評価

計画対象区域には現在のところ、し尿浄化そう、汲み取り、地表排水路等初歩的な施設を除いては、下水道システムは存在しない。従って、独立した統括的な下水道管理担当部局は存在しない。マレイシア全国をみると、数市が下水道施設を備えている。首都のクアラルンプール市、ペナン島のジョージタウン市およびコタキナバル市等である。調査によれば、クアラルンプールとジョージタウンの両市はかなりの経験を有しており、管理運営面においても高い水準をもった組織を確立している。従って両市の経験は計画対象区域の組織を考えるにおいて参考となるであろう。

マスタープラン報告書の作成時において、新規に考えられる組織として３つの代案が示された。それらは、下記の通りである。

(1) ジョージタウンの技術部を拡大させ、計画対象地区をも含めた地域組織として、ペナン下水・排水局とする。

(2) 現行のペナン水道局に計画対象地区およびジョージタウンの下水道を統合させ、ペナン水道・下水道局とする。

(3) ウエルスリー市庁の技術部を拡大させ、下水および排水事業組織を組み入れる。

表－２に代替案の比較検討表を示す。ここで考慮しなければならない重要なことは、新規組織の設定にあたり当初予定される経費および資金をいかに節約するか、ということである。もし初期投資が非常に大きいものであるなら、必要資金を手当てすることは困難となり、下水道事業が住民に対して必要以上の負担となろう。

代替案(1)における組織は、独立採算を維持し、独自の管理体制をもつペナン水道局と同様のものである。この代替案の利点は、その業務遂行能力と実行力で、また運営に対して十分な監理ができることであろう。ただ欠点としては、この組織を設立させるためには法規の改正や事務手続の改正など実施にはかなりの時間が必要とされ、下水道の建設着手予定の１９８１年までにそれら必要な手続が行なわれる可能性が少ないことである。この組織の設立が遅れることは現実的ではなく、現時点では勧告できるものではない。

一方、ウエルスリー市庁の技術部を拡充させる代替案(3)は、代替案(1)にくらべ、初期経費および資金の節約において顕著である。

代替案(2)は、その利点として、ⅰ）独立採算で事業がおこなえること、ⅱ）料金の徴収が容易なことがあげられる。しかしながら、このような統合については政治的要因および法律制度の改正などが大きな障害であり、このことが下水道事業を統合しておこなうことを困難にしている。

詳細な分析の結果、代替案(3)が最も妥当と判明した。主な理由は下記の通りである。

(1) 既に述べたように、ペナン州では大別して２つの地方自治体により地方行政が行なわれている。すなわち、ペナン島市当局とマレー半島側のウエルスリー市当局の２つである。

ウエルスリー側には現在下水道施設はないが、ペナン島側には下水道施設がすでにあり、それ相応の管理組織もある。第１案は上記既存の組織を組み入れながら、全く新しいペナン州全体の下水道の管理組織を新設する案である。

この新組織は、連邦政府により認定設立された既存のペナン水道局に準じたもので、ペナン島およびウエルスリー側を統合した事業体である。この組織の長所としては、個々の地域別に設立される小事業体にくらべ、集権的な強力組織により事業の運営、統制がより容易になることである。

短所としては、この組織の設立のために必要な法的又は行政上の処理に相当な期間を要すること、現存の部局との間でかなり面倒な統合の問題を処理する必要が生じることである。現存のペナン市の下水管理組織といえども完全に独立採算ベースにのった経営を行なっているとはいえないのでこの組織を組み入れた統合新組織が期待された効果をすぐに発揮することは難かしいと思われる。

(2) 現時点でペナン水道局に下水道局を設けることは、十分な資金を確保することや、同様に資格のある職員を採用することが困難な状況からして時期早尚である。とくに、専門家レベルの技術者を採用することが最大の問題となろう。また第１案と同じく行政上および法律上の処理が困難なことが短所であろう。調査で明らかになったことは、まずウエルスリー市庁の技術部を拡充して下水道・排水事業を管理・運営させ、数年の過渡期を経て、技術部の組織が強化された時点でウエルスリー市庁より独立させ、水道局と統合させるのが妥当であろう。

(3) マスタープランの計画の中で建設が予定されている下水道施設以外の現存のすべての汚水排水処理施設は、現在ウエルスリー市庁が１９１３年制定の市条令に基づいて管理している。また市当局は、市条例によりウエルスリー市庁の管轄地域の全ての汚水処理を含めた施設の建設、維持管理を行なう権利と資金調達のための課税についての権限も有している。この市条令に基づき、ウエルスリー市庁の現存の部局を拡大して下水道事業の管理運営にあたれば、第１案および第２案のような法的な変更処置をとらなくても、そのまま現組織を活かすことが出来る利点がある。

以上の結果から、代替案(3)が最も妥当であり、従って詳細な調査はこの第(3)案に沿って進める。

4.1.4 雨水事業に関するＤＩＤ、ＰＷＤおよびＭＰＳＰにおける責任分担

下水道・排水事業を運営・管理する組織の設立に伴ない、雨水排除事業に対して、現在同事業にかかわっている関連機関の責任主体を明らかにするため、下記の要素が考慮された。

(1) ウエルスリー市の責任

現在、州政府機関であるＤＩＤおよびＰＷＤが計画対象区域の雨水排除事業を行なっている。しかし地方自治体であるウエルスリー市は日常的な清掃作業を除いては同事業にはなんら関係していない。この結果、計画対象区域内で発生した洪水に対する緊急処置への対応や市民からの排水路に関する苦情に対してウエルスリー市と市民との間で諸々の困難が生じている。このような理由から、ウエルスリー市がＤＩＤおよびＰＷＤと協力して雨水排除事業の計画と実施に対しても責任を分担することがより望ましいと思われる。

(2) 排水路の所在場所と規模による責任分担

現在、ＤＩＤがかんがい用水路に加えてストーム・モンスーンドレインなど大規模の排水路の責任を分担している。一方、ＰＷＤは、道路に付随している側溝に対して責任をもっている。ウエルスリー市庁は小規模の排水路の維持管理および大規模排水路の清掃のみをみている。

従って上記の如く、一つの責任分担の可能性としては排水路の寸法の大小により決めることである。即ち、自然水域、かんがい用水路、モンスーンドレインなど寸法の大きい排水路をＤＩＤの担当とし、幹線道路やハイウエイ等国道および州道に付随する側溝をＰＷＤの分担とする。また住宅地にあるすべての排水路をウエルスリー市の分担とすることなどが考えられよう。

(3) 投下資本と維持管理費による責任分担

この方法による責任の分担は、経費および現在と将来の技術職員の人数やその他諸々の情況を考慮して決めることにある。例えばＤＩＤおよびＰＷＤは建設事業について責任をもち、ウエルスリー市は維持管理のみを分担するというものである。

上記の要素について検討の結果、ウエルスリー市も雨水排除事業の実施について一担をになうのが望ましいと考えられる。従って、ＤＩＤ、ＰＷＤおよびウエルスリー市で責任を分担するのが現実的であり、望ましいと判断された。組織的な責任の分担は下記の如く調整する方法が考えられる。

(1) ＤＩＤの責任分担

１００エーカー以上の排水流域面積を有する排水路幹線の改良、建設および修復。

(2) ＰＷＤの責任分担

道路側溝の排水施設の改良、建設および修復。

(3) ウエルスリー市の責任分担

１００エーカー以下の排水流域面積を有する排水路幹線の改良、建設および修復。計画対象区域のすべての排水路の清掃事業。

この場合、ウエルスリー市庁にとって事業費等の資金の面でかなりの負担となることが予想されるが、事業費等の財政的負担を軽減させるために州政府からの財政的援助が望ましいのはいうまでもない。

4.1.5 事業管理、運営機構に関する勧告

現在のウエルスリー市庁の中に新組織を組み入れることが最も望ましい。この新組織は計画対象区域のすべての下水道・排水施設の計画、建設維持管理を行ない、工場排水、家庭下水やいっさいの汚水の処理を行なって計画区域の環境・衛生の保全を目途とするものである。

新しく、下水道、排水事業組織が独立の会計制度を建て前として、ウエルスリー市庁の技術部に組み入れられることになる。新組織の設置当初には、システム、手続および記録等の整備が行なわれ、業務分担や職員の訓練等も行なわれることになり、さらに、衛生部など他の現存の部局との併合が考慮されることになろう。

新組織を図－１３に示す。各課の業務分担は次の通りである。

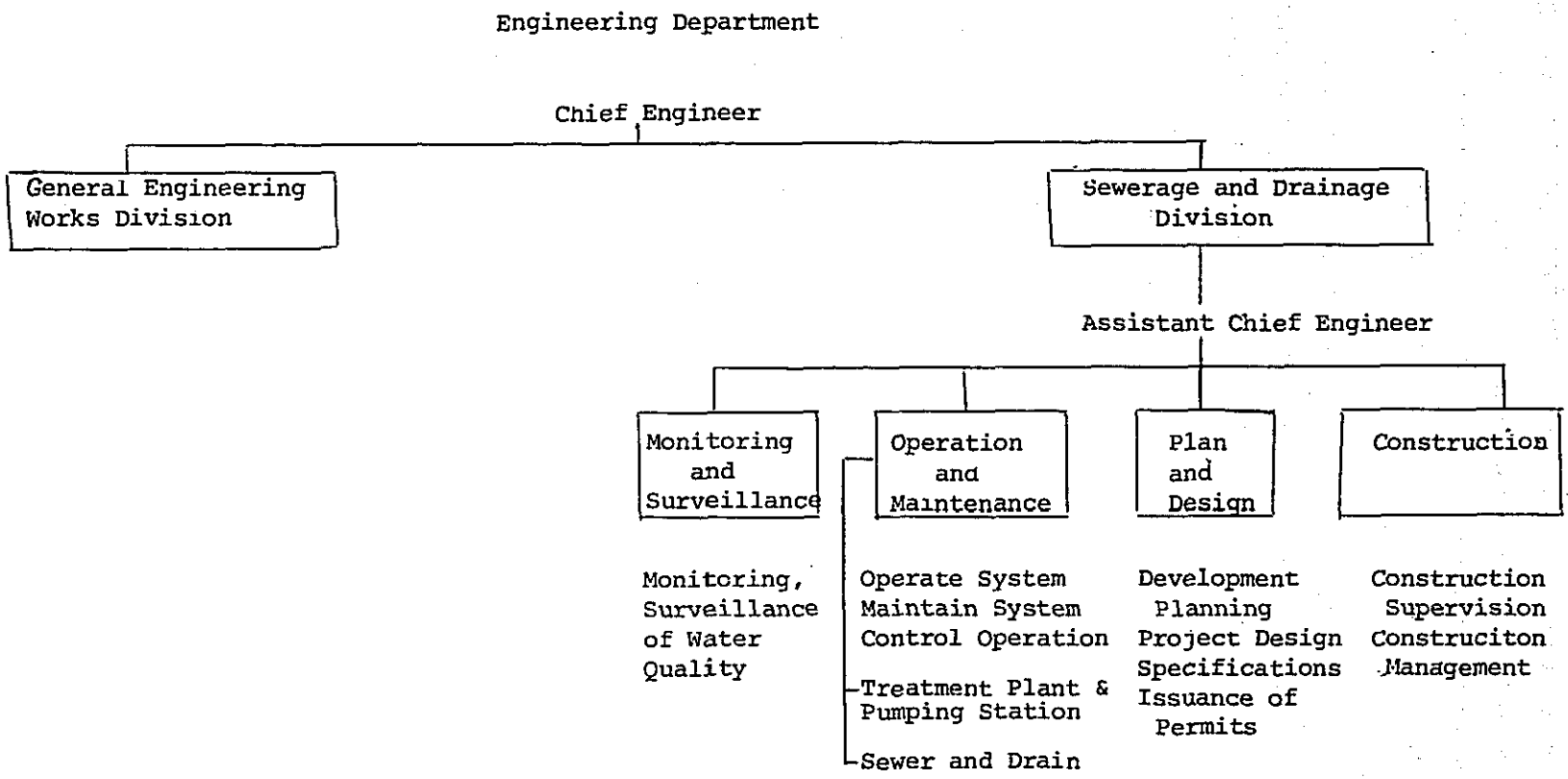
(1) 維持管理課

課長の指揮下に２つの係を設置する。すなわち、汚水処理場およびポンプ場施設を担当する係と、下水管と排水管と排水路を担当する係を設け、それぞれ担当施設の効率的な運転を計るための保全および維持管理を行なう。

(2) 設　計　課

下水道・排水施設の設計と建設工事の入札のための入札書類および工事費見積書の作成、設計図面の保管を行なう。また屋内排水設備、取付管についての申請に対する認可の業務を行なう。

(3) 工　事　課



図—13　新たに提案された下水道・排水事業の組織図

すべての工事が仕様書や認可基準に適合しているかどうかを審査して工事の進捗を計る。なお、現地での要員不足による計画実施の遅延を避けるためにプロジェクト実施時期、とくにその初期において外国コンサルタントに設計および工事監理業務を委託することが必要と思われる。外国コンサルタントの業務に現地スタッフを参画させて、知識、経験を積ませた上、将来単独で設計、工事監理が行なわれるようになることが望ましい。

(4) 水質監視および調査課

工場排水の水質ほか下水および処理場から排出される処理水等の水質を監視しかつ調査する。

第1期工事の時点では工場より排水される水質は、システムに悪影響を与えるとは考えられない。しかしシステムの安定した運転を行なうため、工場より排水される水質の排水規準を守るため工場排水の水質監視および調査を実施する。

ウエルスリー市は上記の水質の検査を行なうため職員を確保し、水質検査室を設置する。

下水道および排水事業に参画する現存部局は以下の如くである。

(1) 秘　書　部

管理課　人事管理と資材購入管理に当る。

開発課　下水道・排水事業に関し、必要な土地を購入するとともに、下水道開発事業に関連しても内部および外部の関係当局との協調を計る。

法務課　新組織で法律上の事業手続の業務を行なう。

特務課　広報サービスを通じて市民に対し公共衛生向上の呼びかけと下水道事業についての啓蒙をはかる。

(2) 財　務　部

本部局はすでに市全体の財務管理を行なっているが、別に下水道・排水事業のための課を設置して必要な財務会計リポートを作成する。これにより融資機関に対して明快な経営報告が出来るかと思われる。

(3) 衛　生　部

下水道排水施設計画の実施によってし尿収集と浄化槽方式が徐々に下水道施設にとって替えられることになるが、引き続きし尿の収集、処分、排水路の清掃は必要なことである。現在、これらの作業は衛生部が行なっており、下水道が完備するまでは新しい下水道排水施設担当部局との協調のもとに引き続きこれらの業務を続けていく必要がある。

(4) 排水およびかんがい局（ＤＩＤ）

この部局は現在計画対象区域を含むペナン州における幹線排水路とかんがいの計画、設計、建設を行なっている。幹線排水路と滞水池の建設は同局に委ねることが望ましい。

(5) 公共事業部（ＰＷＤ）

本部は計画対象区域の道路を含む一般土木事業を実施している。排水路は道路の建設にともなって建設される。従って同部は排水路の建設と維持管理に対し責任をもつべきであろう。

4.1.6 人員計画

１９８０年から１９９０年における下水道・排水事業計画に対する必要な人員計画を表－３に示した。この人員計画は予定されるプロジェクトを実行していく上の指針となるものである。

人員計画は、当該プロジェクトの承認が１９７９年あるいは１９８０年以前に終るとし、実施設計が１９８０年から

表—3 職員採用計画表

JOB TITLE	NUMBER REQUIRED 1980	1981	1982	1983	1984	1985	1990
SEWERAGE & DRAINAGE DIVISION							
Assistant Chief Engineer	1	1	1	1	1	1	1
Secretary - Typist	1	1	1	1	1	1	1
Clerk	1	1	1	1	1	1	1
Sub-total	3	3	3	3	3	3	3
OPERATION & MAINTENANCE SECTION							
Section Head		1	1	1	1	1	1
PLANT & PUMP SUB-SECTION							
Sub-Section Chief					1	2	2
Assistant Engineer					1	2	2
Labourer		2	2	5	8	8	13
Sub-total		3	3	6	11	13	18
SEWER & DRAIN SUB-SECTION							
Sub-Section Chief				1	1	1	1
Crew Foremen				1	1	2	2
Labourer				9	9	12	12
Sub-total				11	11	15	15
PLAN & DESIGN SECTION							
Section Head	1	1	1	1	1	1	1
Design Engineer	1	1	1	1	1	1	1
Draftsmen	2	2	2	2	2	2	2
Sub-total	4	4	4	4	4	4	4

(To be Continued)

JOB TITLE	NUMBER REQUIRED 1980	1981	1982	1983	1984	1985	1990
CONSTRUCTION (SUPERVISION) SECTION							
Section Head		1	1	1	1	1	1
Inspector		2	2	2	2	2	2
Sub-total		3	3	3	3	3	3
MONITORING & SURVEILLANCE SECTION							
Laboratory Chief				1	1	1	1
Chemist					1	1	1
Laboratory Assistant					2	2	2
Junior Laboratory Assistant				1	2	2	2
Sub-total				2	6	6	6
Administrative supporting staff needed in existing organization units for sewerage programme							
DEPARTMENT OF SECRETARIAT							
ADMINISTRATION							
Personnel Officer	1	1	1	1	1	1	1
Purchasing Official		1	1	2	2	2	2
Sub-total	1	2	2	3	3	3	3
DEPARTMENT OF FINANCE & TREASURY							
Budget Officer				2	2	2	2
Accounting Officers				2	2	2	2
Cash Clerk				1	1	1	1
Sub-total				5	5	5	5

開始され、また建設工事が１９８１年から開始されるとし、供用開始は１９８３年、第１期計画は１９８５年に完了するという前提のもとに用意されている。下水道・排水事業に関し、下水課と協調して業務に当る他の関連部局の人員も考慮してある。

人員計画表は、計画当初年度の１９８０年に８名、１９８２年１５名、１９８５年に５２名、１９９０年に５７名の職員を必要としている。計画表は、第１期計画時には職員数を最少限に保つよう配慮しているが１９８０年には供用開始となるので職員数が５２名と増加している。

これだけの職員を採用するにはかなりの努力が必要であろう。採用を有利にする一つの条件として報酬を高くすることが必要かと思われる。他よりも高い報酬を考慮できないならば、採用には困難が伴なうことが予想されるが、そのような場合にはコンサルタントの利用も考える必要があろう。

4.1.7 職員訓練

下水道・排水事業を進めていくうえにおいて、事務的、技術的な能力を向上させるためには職員の訓練が必要となろう。技術部はすでに採用されている職員はじめ、新規に採用する職員に対し、必要な研修を行なうことを提案する。これについては、

(1) 上級幹部職員の知識と経験を広めること、

(2) 技術職員に対する技術訓練の準備、

(3) 上級幹部職員を補佐する中級幹部の営業上や業務上の訓練、

等が必要であろう。

4.1.8 調整委員会

ウエルスリー市庁が、同市庁の技術部を拡張することにより、計画対象区域の下水道・排水事業を行なうよう勧告されたが、これは、プロジェクト開始当初においては、法律上や業務上かなりの負担となることが予想される。よりスムーズなプロジェクトの実施のためには関連機関との合意と協調が不可欠と考えられる。当該下水道・排水プロジェクトを進めるについて計画対象区域内の下水道・排水事業に携っている関連機関の代表者よりなる業務調整委員会を設立することが望ましい。同委員会は必要に応じ定期的に開催され、当該プロジェクトに関する問題を討議し、またプロジェクトのすみやかなる実施のために必要な処置をとる。同委員会は、(1)ウエルスリー市庁・技術部、(2)ペナン島市庁・技術部、(3)排水・かんがい局、(4)公共事業局、(5)ペナン水道局、(6)ペナン経済企画局、さらに(7)都市計画部、からの代表者で構成されることが望ましい。

4.2 経営システム

4.2.1 はじめに

下水道事業をウエルスリー市庁に加えるべきであるという勧告に従い可能な限り他からの援助を必要としないという条件で、市庁に経営システムを確立しなければならない。この目的のために、現在の経営システムを検討、分析して下水道業務が市庁の任務下に入った時、必要な改善を阻害する原因となる問題点について検討する。検討の中では、ジョージタウンおよびクアラルンプールで採用されている現行の制度とシステムを考慮に入れた。

4.2.2 現存の経営システム

市庁は、現在発生主義の会計制度を運営している。財務部は全市庁の現金収入、支出を運営するために必要な簿記業務をおこなっている。調査によれば英国式会計制度が用いられ、また市庁で開発された会計チャートがある。給与の計算には１９７５年末に電子計算機の導入を完了し、１９７６年以来実際に使用されている。下記にＭＰＳＰの現行システムの主要なものを述べる。

(1) 現金受納手続　（英文報告書参照）

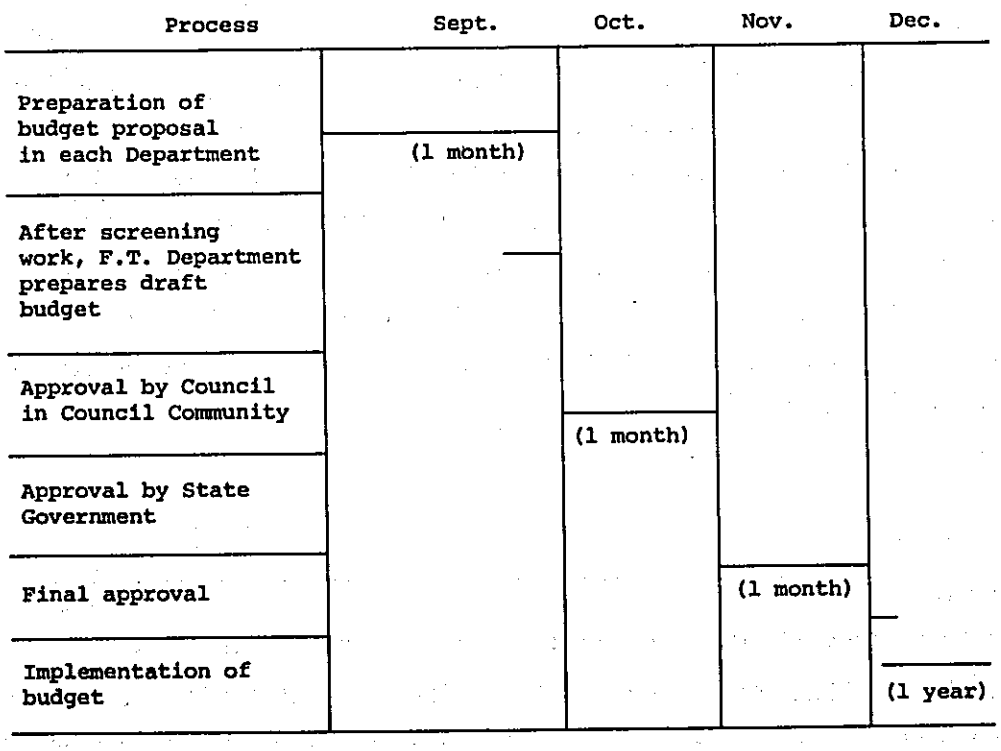
(2) 現金支払手続　（英文報告書参照）

(3) 歳　入

市の財源の主なものは Land and house assessment（固定資産税）である。この固定資産税のため家主および地主に発行される請求書の総数は1,200でこの内３００は地主不在のため、予定通りすみやかに配布されていない。調査によると担当者一人が約４０～６０通の請求書の配達を受けもっている。請求書は年度の初めに配達されるが、新築の家屋に対しては毎月送られる。

(4) 予　算

予算は年１回編成し、さらに必要に応じて補正予算をその年度内に編成する。財務部は、また会計年度中に各事業予算の配分やりくりも行う。９月～１０月には財務部は他の部署に対し次年度のための予算申請を求め、この申請を受けて次年度の予算原案が作られ、議会に上程される。議会はその申請内容に対し削減、増加をした後、州政府に承認を求める。予算案の審議の過程を次の表に示す。



4.2.3　経営システムに関する勧告

下水道・排水事業の実施にあたって、必要な時に正確な経済的および財政的な状況を知るためには、下記の経営システムがＭＰＳＰ内に確立されることが望ましい。同システムの確立に当たっては、他の関連の部課との調整が必要となろう。

(1) 一般会計

(2) 予算制度

(3) ＭＩＳ（マネージメント・インフォーメーション・システム）

(4) 料金請求と集金制度

(5) 借款受入れおよび返済業務制度

(6) 作業命令および建設費

(7) 支払い手続

(8) 購入および在庫目録管理制度

提案した経営システムを以下で概略説明するが、これらシステムは変更されることもありうる。

(a) 総 勘 定

計画対象区域の下水道事業を担当する機関は、初期経費を最小におさえるためにウエルスリー市庁・技術部を拡大することが望ましい。この原則に基づき既存の経営システムに必要な改善を加え、これを最大限に利用することが勧められる。しかし、下水道事業は独立して運営しなければならないので、下水道事業の財務記録は市の一般公共事業とは別におこなうべきである。従って下水道事業の会計は市の他の公共事業とは切り離すことが望ましい。そうすることによって、下水道事業を他の公共事業とは別途におこなうことができるし、またその事業の業績の判断となる資産内容も容易に分析できるようになる。

上記の手順を改善するためには次の点を考慮しなければならない。

(1) 貸借対照表を用意し事業の資産および負債を明らかにする。

(2) 固定資産台帳を設け、固定資産の内容を明らかにする。

(3) 未払いの資産、負債を表わすために会計制度を採用する。

(4) 一般刊行用の会計報告には歳入歳出の概要が示されるだけであるが、内部用には重要なプロセスや経営の責任範囲に従って分類した費用の概要が必要とされる。

(5) 会計制度の機能というものは過去を記録することばかりではなく、経営を助け将来予想されることを計画、統制することにある。このためには、旧来の簿記法や大福帳式会計とは違った技能が必要とされる。

(b) 予算制度

予算は下水道事業体の経営にとって重要な役割をなすものであり、これによって事業体のその年度内の事業活動予定と目標を明らかにし、経営の成果を評価する尺度とする。

現在、ウエルスリー市の財務部が予算編成を担当しているが、同時に予算執行過程をも監督している。下水道事業が開始すると、この機能を十分に明確にしなければならない。このためには次のことがらを考慮すべきであろう。

(1) 財務部に予算審査班を設け、予算運営機能の全体的な強化を行なう。

(2) 各部からの予算要求と活動との対比

(3) 長期の資本投下計画と予算との関連

(c) ＭＩＳ（マネージメント・インフォメーション・システム）

会計制度の効果は、財務記録の精度によってだけではなく、財務に関する情報が組織の幹部に適宜報告伝達され、管理と意志決定にあたってその情報が用いられるようになっているかということによっても測ることができる。MISには、幹部へ定期的に報告するために使用される手順と様式がそなわっていて、報告書は管理職が決裁を下すための目標（予算）をおり込んである。会計部門からの財務情報に加え、下水道施設の運営、維持管理に関する統計資料も経営報告書に含まれている。

(d) 料金請求および集金作業

下水道事業の規定に従い、ウエルスリー市は下水道使用者から上水道の使用水量に対応した下水道料金を徴収して財源とすることが望ましい。ペナン水道局（ＰＷＡ）はウエルスリー市技術部に代って、料金請求および集金業務を行なうべきである。その理由は、

(1) ＰＷＡは、すでにメーター検針、料金請求、徴集のシステムを持っている。

(2) ＰＷＡは、法の改正によらずに給水を停止することにより料金不払を防止することができる。

(3) ＰＷＡには、十分な事務能力がある。

以上の勧告を実施するには、ＰＷＡがウエルスリー市に代行して下水道事業の料金請求、徴集業務を行なうことが望ましい。州の水に関する法令によれば、ＰＷＡは、下水料金の不払い者に対して給水を停止することができる。下水道当局は、料金不払いに対して、取付管の接続を取り外すことはできないが、水道局には、不払い者に対してのみ、この様な手段をとる権限が与えられている。

ＰＷＡとＭＰＳＰは、次の事項に関し、合意すべきである。

(1) ＰＷＡは、下水道業務の書面による指示に基づき、下水道料金を請求する。

(2) 上水道検針人は、水道料金請求と同時に、下水道料金を計算し、利用者に料金を請求する。

(3) 計算を容易にするために、下水道料金は、概数で計算し、ＰＷＡの利用者と同じ方法で料金表を分類する。

(4) ＰＷＡの料金請求書は、上下水道料金が区別されるよう形式を変更すべきであり、また料金関連法規についても請求書に記載することが望ましい。

(5) ＰＷＡは技術部（ＥＤ）に代って請求した金額を未徴収分を除いて、請求の日から３ケ月後、ＥＤに支払わなければならない。

(6) すべての料金は、料金徴収地域別に分類し、技術部はすでにＰＷＡで採用しているシステムに整合するようにしなければならない。

ＥＤとＰＷＡは、以下の事項に対し、同意がなされるべきである。

(1) ウエルスリー市は徴収した料金のうち合意された金額の手数料をＰＷＡに支払うべきである。

(2) 徴収料金は、上下水道の間で等しく分割すべきである。

(3) ＥＤは、集金業務代行による余分の費用（文具費・集金手数料を含む）をＰＷＡに支払うべきである。

(4) ＰＷＡは、代行業務に対する費用の請求をしてはならず、また料金請求時と、料金徴収時の間に得られる利子をＥＤに請求してはならない。

(5) ＰＷＡは、工業廃水に対する料金の事務を扱う部署を設置すべきである。しかし、ＥＤは、その料金に対し、ＰＷＡに勧告する責任がある。

4.3 法　規

4.3.1 はじめに

下水道事業を効果的に運営するためには、公布された法規が十分利用できることが大切であり、国および州の法例に基づいた規定、効果的運営、維持管理をウエルスリー市庁が実行できるような権限を持つことが重要である。以上は、計画中の下水道事業のための新組織の中の法担当の部局においておこなうことができると考えられる。

したがって、本章では計画中の下水道事業に関連する既存の法を検討した結果に基づいた勧告を含む考察を次に示す。

4.3.2 現存法規の検討

本プロジェクトに関連する法規を本節で検討する。ここでいう法例とは主として下水道事業の施行に関するものである。ウエルスリー市庁は、新しく建設される下水道の管理、運営のための法規を発布、施行する責任を負う機関である。検討された法規は(a)市条例、(b)地方行政令・1976年、(c)道路排水および建築に関する法例・1974年、(d)都市計画法・1976年、(e)環境基準法・1976年である。

(a) 市 条 例

Straits Settlements の第133条で制定された市条例には、本報告書で提案された工事に関連する条項が含まれている。その重要な条文を次に概説する。ここで明記しておくべきことは、いくつかの条項は既に地方行政令に引き継がれたものもあることである。しかし、参考のために全条項について検討を行った。

(1) 事業運営資金に関する条項

59条：本条において、市は下水道事業の建設費をまかなうために、土地建物の年間賃代換算価額の最高35%の範囲内で課税する権利を有する。なお、受益者から建設費を直接徴収する条項はとくにない。

229条：市は、下水道と家庭排水設備の接続に要する費用および汚水、排水処理費用の徴収権を有する。

この料金は、水洗便所1ケ所または1便器あたり月額M$2.00である。これは1959年に制定されたままのもので、現在の下水道料金としては不適当と考えられる。

215、220および230条：市は、公共トイレの認可料、下水道の検査料、し尿くみ取り料金の徴収権を有する。

(2) 私用の処理施設

219条および220条：市は、し尿浄化そうと汚水だめを含む私用の下水施設の建設、維持管理を規制監督する権利と、これらの施設の変更、修繕、検査のために私有地への立入権利を有する。なお、1950年制定の市条例の附則「Building By-Laws」に、私用処理施設の建設維持法規定が含まれている。

(3) 屋内排水管設備

とくに、下水道と建築物の排水設備の接続に対する詳細な規定はないが、143条において附則(By-Laws)を制定する権利が与えられている。

附則「Building By-Laws」の第3章に関連条項が含まれている。

(4) 公共下水道利用水質規制について

本法令では、家屋からの雨水の下水道流入規制に関する113条の条文の他、とくに下水道に排出する物質について特別の規制文はない。なお、136条において公共下水道への排水ならびにトイレからのし尿の投棄について、市の同意および許可をとらなければならないとしている。

(5) その他の条項

363、364、365条：市（MPSP）は、公共事業のため必要に応じて土地の売買する権利および地役権がが与えられている。

343、344条：市は、建設その他下水事業を含むすべての公共事業のために、必要な資金の借款の権利を有する。この借款の限度額は、営利事業の場合、すべての課税評価額の5倍まで、また非営利事業の場合は2倍までとなっている。

本条項は、下水道事業を含む非営利事業の建設計画に制約を加えるものであろうと考えられる。

(6) 事業実施権

133、134条：市は下水道排水処理施設の建設および維持管理に対しての執行権を有する。

(7) 公共下水道利用義務について

221、222、223条：すべての河川に対して、固形物、工場廃水または家庭下水の投棄あるいは堆積をすることが禁じられている。

140条：家主は、適切な水洗便所、便器、流し、風呂場を設置せねばならず、また、家屋敷地から約30メートルの範囲に下水道が布設された場合、市は、その家屋の所有者に対しトイレ、バス、台所の排水設備を、当該下水道と接続させることを要求する権利を有する。

367条：市条例で認められた事業の実施および検査のため土地建物へ立入る権限が与えられている。

390、391条：市条例およびその附則の条項と違反したものに対する罰則規定が設けられている。

(b) 地方行政令（Local Government Act）、1976

1975年度の地方行政法は、1976年3月地方行政法令となり最近になって立法化され、旧市条例の条項を補足し更新するために実施に移された。旧市条例とは、

(1) Town Boads Enactment of F.M.S., Johore, Trengganu

(2) Municipal Enactment of Kelantan

(3) Municipal Ordinance of Straits Settelements

(4) Local Council Ordinance, 1952

(5) Local Government Act, 1973

である。なお、この行政令は、西マレーシアでのみ適用されるものである。

第9章で規定されているように、州当局は、地方公共団体に賦与された権限および課せられた義務の行使にあたっては、その政策に関し全般的な指針を明らかにする権限を有する。同様に、この行政令の条項は、州政府に対しその州域内のすべての地方公共団体の設立者および監督者として機能するよう指示している。

州当局は、官報により州域内のある地域を地方公共団体（Local Authority）と宣言し、その団体を命名し境界を決定し、その地位が市（Municipal Council）か区（District Council）かを決定する。

市の場合は、市長（Mayor）または議長（President）と8～24人の議員からなるが、区の場合は、市長または議長と8～12人の議員からなり、いずれも州政府により指名されるものである。

地方公共団体は、人事、資金、および分担金の事項に関して州当局の承認を必要とする。すべての収入および財産は、地方公共団体の資金となる。しかしながら、本政令の下水道、排水に関する規定は市条例に比べて少ない。下水道および排水の関連条項を以下に明記する。

(1) 事業運営資金に関する条項（Financial Power）

127、128、129、130、131および132条：地方公共団体はその義務を果たすため、不動産の年間評価額に対し、35%を越えない範囲で税金を課す権限が与えられている。さらに下水に対してはこれに加えて評価額の5%の範囲でその施設建設費および維持費の全額または一部に見合う下水道改良税を、雨水排水に対しては、評価額の5%の範囲で施設建設費に見合う排水税を課すことができる。税率は、行政区域の全域あるいは区域を2つ以上に分けて、それぞれ異った率で課すことができる。

39条：地方公共団体の歳入は不動産所有税、税金、賃貸料、免許発行料、公共事業運営からの収益、投資や不動産からの利息、他の収入および無償供与、中央政府および州政府からの補助金などである。

41条：地方公共団体は州政府の承認により、用地の取得、建物の築造、恒久物の築造、設備の改築のための資金を借入れる権限が与えられている。ただし、ローンの総額は不動産の年間評価額の5倍を越えてはならない。

46条：41条に加えて地方公共団体は州政府の承認のもとに住居、商業、工業開発のために、住民から資金を借入れることができる。

47条：連邦政府または州政府は、その歳入を充当するにふさわしいと思われる事業に対し、所定の利子率、返還期限および条件で、いかなる地方公共団体に対してもローンを認める。

(2) 事業実施権（Executive Power）

72条：地方公共団体は、し尿、ゴミ処理、汚水除去等を行なう権限をもっている。

(3) 公共下水道利用義務について

公共下水道の使用を強要する条項はないが、69条と70条で個々の排水を水路へ放流することを禁じており、暗に公共下水の使用を義務づけている。私設下水道や公共下水道への取付配管に関する規定は本法令に含まれていない。

(c) 街路、排水および建物に関する法令（Street, Drainage and Building Act, 1974）

街路、排水および建物に関する法令は、1974年6月に立法化された。この法令は、西マレーシアにのみ適用されるものであり、排水事業に対する既存の市条例や地方条例を統合、改訂したものである。しかしながら、この法令は、州政府の承認および告示を必要とするが、それがなされていないため、いまだペナン州では法律として発効されていない。この法令は、地方公共団体に下水の建設を強制するものではないが、49条で述べられているようにその建設維持をうながすものである。また50条では、地方公共団体に雨水その他の排水施設の建設、維持をうながしている。下水施設の運営に関し、当該プロジェクトにおいて要求される法的な力およびその運用に関しては、以下に述べるものとする。

(1) 事業実施権

49、50条：　下水道および排水事業の建設、維持管理の執行権利が市当局に与えられている。

52条：　法令に違反または通知命令に従わない排水施設の建設を禁じている。

53条：　地方公共団体は、この法令によりすべての下水および排水施設の修繕、改築、増築等を行う義務があり、不必要なものについては、撤去を行うものとする。

54条：　地方公共団体は、公共下水に不法に行った排水に対しては、健康上の障害となったり当局の過失とならないよう下水管を浄化したり空にする義務がある。

(2) 事業運営資金に関する条項

下水道事業運営主体に対する財政運営のための法的裏付は、とくにその自主運営が要求されている場合に必要となる。

本法における関連条項はこの点でとくに改訂されている。

５１条：　本条は、投資した事業資金を回収するため間口料金として負担金の徴収の権利を与えている。開発業者に対しても開発前の予約金という形で事業費負担の義務を要求している。

６４条：　下水道使用に対する料金制定の権利が与えられている本条項は、下水道維持管理に必要な料金を水道使用量に対する割り増し金の形で徴収するような権限が与えられている。

本条は、５９条市条例に規定されているような税金徴収に関する条項はないが、本下水道事業の実施において課税の必要があれば適用されるべきである。

１３２条：　市に対する改良事業基金「Improvement Service Fund」の設定権が与えられている。この基金の運用管理については市（ＭＰＳＰ）の自由裁量にゆだねられている。これは、当該プロジェクトの投資額とその維持費に対する会計を完全に分離しているので、財政的に自主運営を行う機関に適用されるものとみなす。

(3) 下水道利用義務について

５８条(2)項および(7)項：　家屋の敷地境界線から１００フィート（３０ｍ）の範囲内に公共下水道が布設された場合、市はトイレ、バス、台所等の排水設備を当該下水道と接続させることを当該家屋の所有者に要求する権利を有する。

上記条項は、公共下水道の強制利用について規定している。しかしながら、本条項は接続のための工事費用について所有者負担を定める必要があると思われる。

(4) 私用処理施設

５８条(3)項および(4)項：　し尿浄化槽、汚水だめ等私用の処理施設は、下水道のない場所では市の管轄の下で建造することができる。

６２条：　市当局は、私用浄化槽その他の浄化装置を適当な費用を徴収することにより、その維持管理を行うことができる。なお、下水道が建設された場合におけるし尿浄化槽や汚水だめの廃止を義務づけた条項はない。

５８条(2)項の公共下水道の強制使用については、それが利用可能になった場合、下水管への直結を義務付ける条項によりおこなわれるべきである。

(5) 屋内排水管施設

とくに屋内排水設備と公共下水道の接続についての規程はないが、付則「Building By-Laws 1950」第３章に関連規程がある。

(6) 公共下水道への排水規定

５５条：　し尿、その他の汚水、工場排水を含め公共下水に対するすべての排出は、事前の許可が必要となる。

(7) その他の関連条項

５２条および５３条で、下水および排水路の変更、拡張、修復、掃除等のために市は私有地立入りの権限が与えられている。

９７条において、市は必要に応じ本法令により認められた業務を執行するため検査あるいは調査のために家屋、建物、私有地への立入りの権利を与えられている。

１２２、１２３、１２４、１２５および１２６条では、本法および付則の違反者に対するいわゆる罰則規定が設けられて

いる。

(d) 都市計画法（Town and Country Planning Act, 1976）

この法令は全マレーシアの地方公共団体が行なう都市計画を規制するもので、連邦国憲法に従って議会の審議を通過して最近制定された。ペナン州では、まだこれを採択公布しておらず、「道路排水および建築に関する法令」と同様州政府の承認待ちである。この法令が順当に適用されるものとして、当プロジェクトに関連のある事項を以下に検討する。

この法令では、市庁内に設立される都市計画局の許可なくしては何人もいかなる土地、建物も利用してはならないとされ、その許可は地方開発計画にのっとって与えられることになる。しかしながら、法律によって設立される計画局は、下水道、排水きょ等の設置、改修を含めた開発事業を許可なしに行なえる権限を与えられる。開発税は、土地の価値の増加をもたらす開発行為を行なう地方開発業者に課せられる。このような法的条項は、開発業者が土地の開発によって得た利益の一部を手数料として献金するか、あるいは、地方都市計画局の要求により都市施設の設置によって寄与するかを義務づけていると解釈できる。

地方都市計画局は、すでに開発地域として正式に布告されていたとしても、その土地が公共用地として指定された場合には、いかなる開発行為をも拒否する権限を有する。所有地が開発計画からはずされ利益の目的に利用できなくなった所有者は、その所有地を適正な価格で買上げるよう都市計画局に要求できる。

地方公共団体は、地域計画が適用された場合、いつでもある特定の地域を開発地区として布告できる権限をもつ。ただし、地方公共団体はそれらの土地を適正な市場価格で買上げねばならない。この法令の中で地方公共団体は、布告した開発地区の開発に要する財政上必要な資金として借款することを認められている。

(e) 環境基準法（The Environmental Quality Act, 1974）

本法では、環境大臣が全マレーシアの環境保護の最高責任者として任命されることになっている。当大臣の下に環境汚染対策のための長官を置き、その他に関係省庁学界を代表する委員で構成する環境基準委員会を設置することが規定されている。

本文中下水事業に直接または間接に関連した条項は、２１項、２４項および２５項の汚水の土壌、土地および陸水への投棄の規制、２６項、２７項および２９項のマレーシア海域への油類の投棄に対する規制、３１項工場からの有害廃棄物に対する除害施設設置義務条項等である。

4.3.3 現存の法規に関する考察

現在マレーシアにおいて効力のある下水道（汚水、雨水）に関連する法規は、下水道事業を法的に規制するのに必要とされる司法行為を網羅している。中でも、1974年度「街路排水および建築物に関する法令」には、下水道業務の権限に関連する主要な条項が含まれている。従って、今後１０年間は、下水道業務に関する権限をこの法令以上に拡大するため立法措置を取る必要はないと思われる。しかしながら、市が下水道業務を統制する権限を拡大できるよう次の処置を取ることを提案したい。

(a) 1974年度　街路、排水および建築物に関する法令

市条例は、現今の下水道事業においては、多くの点で時代遅れの感を免れ得ず、地方行政令も、下水道事業に関してはあまり包括的でないため、本法令の速やかな施行が望まれる。

商業下水あるいは工業排水の放流に関して、本法令はとくに規定しておらず、これを法的に発効させるには追加条

項を必要とするだろう。

下水施設の機能を十分に発揮させるために工場排水の下水道施設への受入れについて、質、量、およびその受入れ方法に関して、規制することが近い将来必要となろう。

家庭下水は、その内容物が容易に見分けられるものであるため、特別な条項を設けることなく規制できるであろうが、工業排水はより特定で個別の条項でもって規制されるべきであろう。

工場排水の規制は、工場開発政策とその結果生じる工場排水の規制の面で利害得失があり簡単に実施することは難かしい。しかし工場側と市側が相互の合意を得るための基礎として規準を設けておく必要があろうかと思われる。この点に関してアメリカの下水道協会の下水道市条例委員会により作成された下水道条令の模範例を若干改正することによって計画対象区域内の工場排水を規制するために準用することができるであろう。

排水規制に関する同条文を若干の修正を加えて下に示す。

第1条： 屋根あるいは地面からの雨水、表流水、地下水、地下面下の排水、汚濁のない冷却水、あるいは汚染されていない工場内循環水を汚水管に放流してはならない。

第2条： 雨水およびその他すべての汚染されていない排水は、次のような下水管に放流されねばならない。すなわち、合流式下水管あるいは雨水専用排水管、もしくは地方自治体より認可されている自然の放水路である。工業冷却水あるいは汚染されていない工場循環水は、地方自治体の許可により雨水排水管、合流式下水管あるいは自然の放水路に放流してもよい。

第3条： 次に掲げる水もしくは廃液を公共下水管に放流してはならない。

(1) ガソリン、ベンジン、ナフサ、燃料油もしくはその他の可燃性あるいは爆発性の液体、固体あるいは気体。

(2) 有毒または有害な固体、液体あるいは気体を、相当量含んだ水あるいは廃液で、一種類かあるいは数種類の廃液とまざりあっていて下水処理工程に害を与えもしくは妨害し、人体あるいは動物に危害を与え迷惑をおよぼすもの、もしくは処理水が放流水域に危険を及ぼすものである。これには、公共下水道に放流される廃液中で、シアンにして2㎎/ℓを越えるシアン化合物も含まれる。

(3) pH 5.5以下の水あるいは廃液で腐食性を有し、下水道施設の構造物、設備および人員に被害あるいは危険を与える可能性あるもの。

(4) 下水管の内部の汚水の流れや下水処理場の運転に影響を及ぼすような固形物や粘性物すなわち砕いてあるなしにかかわらず灰、炭殻、砂、土、泥、麻わら類、金属片、ガラス、布、毛、タール、プラスチック、木材、生ごみ、動物の血、ふん、毛、肉、はらわた、紙コップ、皿、ミルクカートン等

第4条： 何人も地方公共団体の意見により、その廃物が下水処理工程または下水処理施設に害をおよぼしたり放流流水域に悪い結果を与えたり、あるいは身体生命や公共施設に危険を及ぼしたり、もしくは妨害すると考えられる物質、材料、水あるいは廃液を投棄してはならない。地方公共団体は当該廃液を受入れるに当っては汚水管内の流量と流速に関しその廃液の量、布設する管の材質、下水処理プロセス、下水処理場の容量、処理場での処理程度、その他関連事項を考慮しなければならない。

投棄を禁止されているものは以下のものである。

(1) すべての水、蒸気で、その温度が摂氏65度以上のもの。

(2) すべての水、または廃液で溶解しているいないにかかわらずその含有料が100㎎/ℓ以上の脂肪、ワックス、グリース、オイル、等を含んでいるもの。もしくは含有された物質が摂氏0～65度で固形または粘性と化す

もの。

(3) すべての水または廃液で中和されていようがいまいが強い酸、鉄、残滓および酸洗浄に使われた液体。

(4) すべての水、廃液で鉄、クローム、銅、亜鉛、およびその他同様の好ましくない物質あるいは毒性物質および下水処理場で受入れらる排水の許容限度以上で地方公共団体で認められた以上の塩素を含んでいるもの。

(5) すべての水もしくは廃液で、フェノール類もしくは味、においを発する物質で、濃度が処理前は地方公共団体に定められた以上、処理後は連邦政府の基準を超えるもの。

(6) すべての放射性廃液、あるいは放射性元素で、その半減期または濃度が地方公共団体の定めた以上のもの。

(7) すべての水もしくは廃液で、pHが9.5以上のもの。

(8) 以下の現象を起すもの。

i) 不活性の浮遊物質で異常な凝集を起すもの。すなわち、フラー土、石灰スラリー、石灰残留物、もしくは溶解物質の塩化ナトリウム、硫酸ナトリウム等。

ii) 過度の脱色を示すもの。染剤廃液、植物性タンニン溶液。

iii) 過度のBOD化学酸素要求量、もしくは塩素要求量で下水処理に必要以上に負荷を与えるようなもの。

iv) ここでスラッジと定義されたようなものを含む過度の流量あるいは濃縮された廃液。

(9) 水または廃液で下水処理により処理しがたい物質を含むものもしくはその処理によっても規定に定められた程度まで処理されえないもの。

第5条： いかなる水もしくは廃液もそれが公共下水道に放流されあるいはされると予定されている場合で、またそのような水もしくは廃液が4条で列記された物質もしくは性質を有する場合で、また地方公共団体の判断に依り、それが下水処理施設、処理工程、設備、放流水域また人体、公共に対しても有害である場合、地方公共団体は、

(1) 廃液を拒否する。

(2) 公共下水道への放流が可能な程度に前処理するよう要求する。

(3) 放流する量および流速のコントロールを要求する。

(4) もしくは第10条による現行の税あるいは下水道料金で償なわれておらずその放流により生ずる余分に必要な処理のための費用の支払いを要求する。

もし、地方公共団体が廃液に対する事前処理に許可を与える場合、その施設や設備の設計、据え付けは、地方公共団体の検閲および承認および関連法規に従わなければならない。

第6条： グリス、油および砂除去設備はその液体が過剰の油類、発火性物質、砂もしくは有害物を含んでいる場合、地方公共団体が必要と認めた場合は設置しなければならない。除去設備は、地方公共団体の認めた形式容量で、清掃、検査が速やかでかつ容易に可能なる場所に設置しなければならない。

第7条： 水および廃液に対し予備処理施設あるいは流量調節設備が設けられた場合は、その所有者の費用により常時、満足のいくしかも効果的な運転がなされなければならない。

第8条： 地方当局の指示により、工場廃水を流すための建物内下水管により益を受けている施設の所有者は、その廃水を監視したり、採用したり、測定したりするため適当なコントロール・マンホール・メータ等の器具を設置しなければならない。このマンホールはもし要求があれば安全な場所に設置され当局の承認のあった計画書に基づいて建設されなければならない。マンホールは所有者の費用で布設され、また常に安全で近づきやすくするためよく維持されなければならない。

第９条：　この法令による水、廃液の計量、テストおよび性状分析は、アメリカ公衆衛生協会（A. P. H. A）発行の「水および排水の標準試験法」（Standard Methods for Examination of Water and Waste-water）に基づかなければならない。試料はコントロール・マンホールで採取されなければならないが、やむ得ない場合は建物の汚水管が接続されている場所から最も近い下流の公共下水道のマンホールからでなければならない。サンプリングは、一般に定められた方法で下水の成分が解るようまた人体生命に影響があるかどうか決定できるよう行なわれなければならない。

（特別な分析としては２４時間放置して浮遊物を沈殿させるかもしくはつかみ取り採取機による採取を行なうかを決めることである。一般には２４時間の放出口の堆積物によりＢＯＤ試験浮遊物分析で得られるし、またpH分析は周期的なつかみ取機サンプリングにより決定される）。

第１０条：　本条に含まれている条項は、地方公共団体と工場の間で用意された特別の協定や取り決め、すなわち、工場側が料金を支払う条件で、地方公共団体が特殊な濃度と水質の工場排水を下水道で処理するため受入れることについて認めたような協定や取り決めがある場合、これを妨げるものではない。

(b)　下水および衛生施設設置条例（Sewerage and Sanitary Installation By-Laws）

ウエルスリー市が下水施設を設置する場合、下水衛生施設の配置、建設、据付け、改善もしくは取替え、汚水の地中への投棄あるいはためこみ、または排水路や下水管への投棄、下水管の排水路への接続等を規制する法律が必要である。従って、下水衛生施設に関する条例が早急に整備されなければならない。

JICA