

タイ 国
バンコク市下水道整備計画
マスタープラン調査報告書
第2巻 主報告書

昭和56年 8 月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1000786161

タイ国

バンコク市下水道整備計画

マスタープラン調査報告書

第2巻 主報告書

昭和56年8月

国際協力事業団

國際協力事業団	
受入 期 508418/24	2102
登録No. 043799	1618 SDS

目 次

序 論	1
第1章 要 約	3
1.1 計画の目的と範囲	3
1.2 調査の結果と勧告	3
1.2.1 計画区域の現況	3
1.2.2 検討の結果と結論	5
1.2.3 勧 告	7
第2章 計画区域の自然条件	12
2.1 計画区域の位置	12
2.2 地 勢	12
2.3 地 質	15
2.4 気 候	15
第3章 既存の計画	17
3.1 既存計画の概要	17
3.2 既存計画の評価	24
第4章 既存施設	29
4.1 し尿処理の現況	29
4.2 下水道システム	34
4.3 雨水排水システム	34
4.4 洪水防止システム	35
4.5 地下埋設物	35
第5章 上水道システム	39
5.1 水道局	39
5.2 既存の上水道システム	39

5.3	上水道改善計画	39
5.4	源 水	40
第6章	チャオピア川とクローン(運河)	44
6.1	チャオピア川	44
6.2	クローン	45
第7章	人口、用途地域、交通	49
7.1	人 口	49
7.2	用途地域	54
7.3	交 通	55
第8章	汚水の量と質	59
8.1	家庭汚水と商業汚水	59
8.2	工場排水量	60
8.3	浸透水等	62
8.4	設計流量とBOD負荷	62
第9章	設計基準	65
9.1	設計年次	65
9.2	管 渠	65
9.3	マンホール	70
9.4	ポンプ場	70
第10章	合流式と分流式	73
10.1	総 説	73
10.2	合流式と分流式の長所・欠点	73
10.3	方式選択の基本的な考え方	74
10.4	費用比較	75
10.5	結 論	77

第11章	下水処理と処分	78
11.1	放流水域	78
11.2	下水処理方法	81
11.2.1	スタビリゼーション ポンド法	81
11.2.2	エアレーテッド ラブーン法	83
11.2.3	オキシデーション ディッチ法	83
11.2.4	標準活性汚泥法	85
11.2.5	モディファイド エアレーション法	86
11.3	各処理法の比較	93
11.3.1	敷地面積	93
11.3.2	建設費	96
11.3.3	維持管理費	98
11.3.4	処理法の選択	100
11.4	汚泥の処理・処分	104
第12章	下水道基本計画	107
12.1	処理区	107
12.1.1	処理区の設定	107
12.1.2	処理区の概要	108
12.1.3	処理区別人口	111
12.1.4	処理区別汚水量および水質	115
12.2	施設計画	117
12.2.1	処理場	117
12.2.2	汚水幹線およびポンプ場	117
12.3	処理方法	119
12.4	管渠およびポンプ場	120
第13章	建設資材および方法	123
13.1	自然条件と建設法	123
13.2	建設資材	127

13.3	開削工法とトンネル工法	130
13.4	深い基礎を要する工事	130
第14章	事業費	132
14.1	基礎単価	132
14.1.1	管渠建設費	136
14.1.2	ポンプ場建設費	139
14.2	用地費	141
14.3	外貨分	141
14.4	維持管理費	141
14.4.1	管渠	141
14.4.2	ポンプ場	142
14.5	調査対象区域の下水道建設費	144
第15章	事業実施計画	146
15.1	実施順位	146
15.2	事業実施計画の策定	150
15.2.1	第1、第2処理区の処理分区の実施順位	152
15.2.2	実施計画	154
第16章	行財政調査	162
16.1	現存行政組織	162
16.2	財政の現状	169
16.3	現存法規	169
16.4	行政組織に関する提案	171
16.5	財政の検討	181
16.6	法規の検討	188
第17章	便益とプロジェクトの妥当性	190
17.1	便益の評価	190

17.1.1	水質汚濁防止の便益	190
17.1.2	保健衛生上の便益	190
17.1.3	衛生施設への支出減による便益	190
17.1.4	その他の便益	191
17.2	プロジェクトの妥当性	191
第18章	中間施策	193
18.1	施策の考策	193
18.2	中間施策の提案	195

序 論

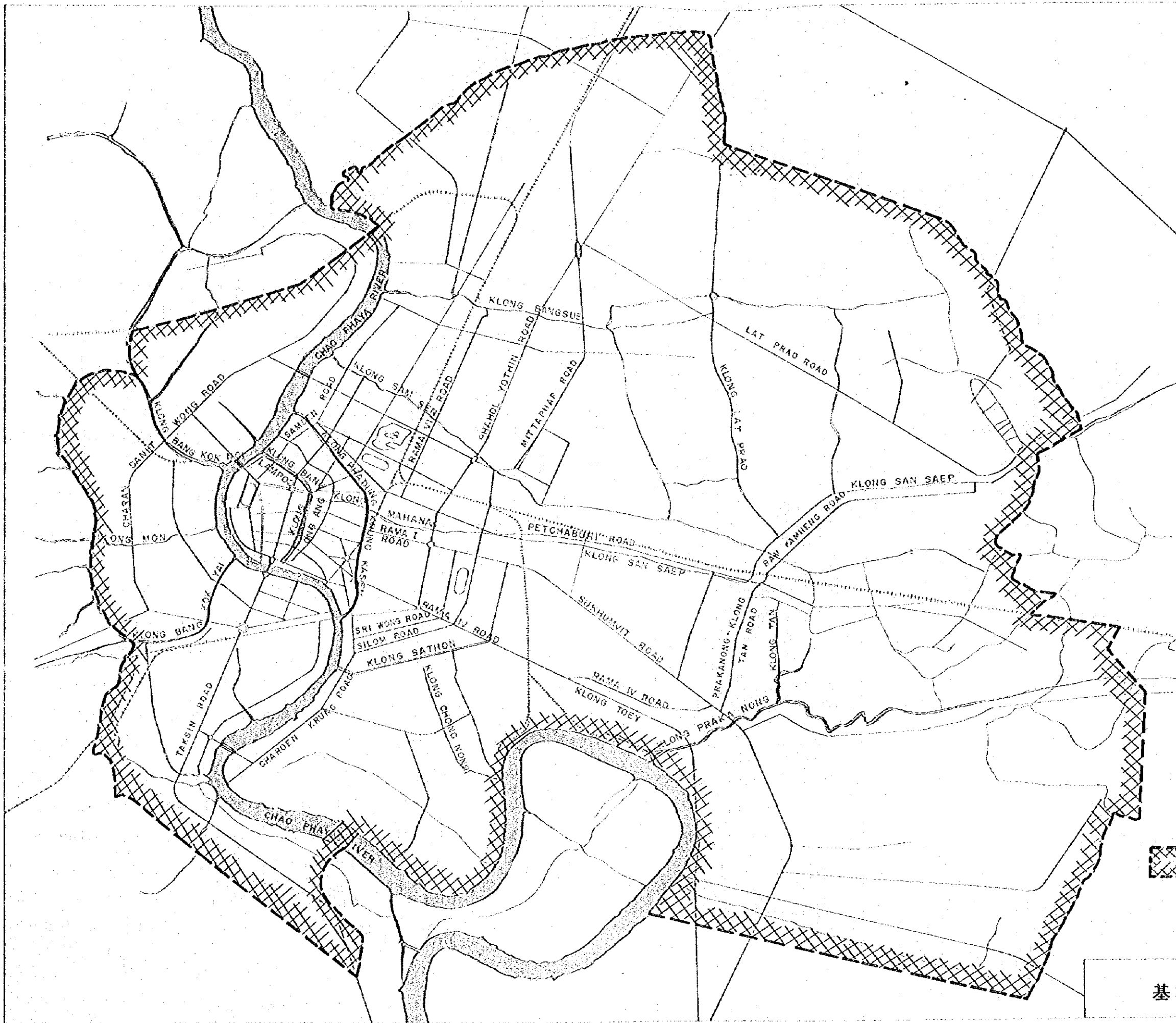
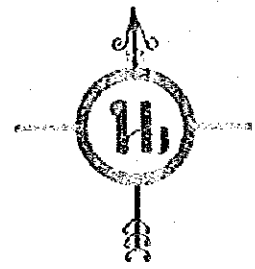
1980年現在、新しく開発された住宅団地に於るものを除いては、バンコク市には総合的な下水道システムは存在しない。し尿は浄化槽あるいは貯留槽といったもので処理されている。洗濯、浴場、台所等からの排水は便所からの排水とは別途に集められ近くの水路に放流されている。浄化槽からの溢流水を雨水排水路に接続することは法で禁じられてはいるが、土質が粘土質で浸透性に欠けるためどうしても雨水排水路に入ることになる。たとえば便所の排水が浄化槽を通らずして直接雨水排水路につながっているというような例もある。バンコク市全域に分布している運河（以下クローンと呼ぶ）システムが住民が排出する汚濁物の大部分を受入れる役目を果たしている。

以上述べたような状況がチャオピア川とクローンを住民の健康をそこね美観上もかんばしくないほどに汚染してしまった。

ここ20年ほどの間に汚水、雨水、洪水対策に関していくつかの基本計画が作成された。そしてそれらの計画を基として雨水と洪水対策施設はその一部分が建設されている。雨水排水と洪水対策施設の不足による問題が汚水処分施設の不足によるそれよりもより重大であったからである。

しかしながら最近になってチャオピア川とクローン両者の汚染が雨水排水や洪水対策と同じくらいに重要な課題であることが住民の間で認識されてきた。

総合的下水道基本計画を樹立するために、バンコク市のうちの既成市街地と予定市街地の計約37,000 ha（図参照）を計画区域と定めた。



LEGEND

 Master Plan Area

基本計画区域

第 1 章 要 約

1.1 計画の目的と範囲

計画の主目的はバンコク市に：

- (a) 人口増加、住宅開発、水利用、社会経済等の現況と将来予測に基づき 2000 年時点での需要に合った総合的下水道基本計画を樹て、
- (b) 現況の財政規模に鑑みた下水道建設可能な面積規模を設定して段階的建設計画を樹て、
- (c) 計画を効率よく実行するための組織、運営、財政のあり方を検討する。
- (d) 同時に当面下水道建設が行なわれない地区に対する手当を勧告する。

1.2 調査の結果と勧告

1.2.1 計画区域の現況

- (a) 計画区域はチャオピア川の流域にあって、この流域は平坦な沖積層で平均海拔 1 m 以下である。
- (b) 気温変化は小さく日平均気温で 26°C ~ 30°C である。
- (c) 降雨は 5 月から 10 月の間に集中し 1970 ~ 1979 年の記録では年間平均 1402 mm、この 87% に当る 1215 mm がこの期間に降っている。
- (d) このレポートの前に 1968 年にアメリカ合衆国のコンサルタント、キャンプドレッサーマッキーの手によって汚水、雨水、洪水に関するマスタープランが作られた。
雨水排水と洪水対策の一部はこのマスタープランに基づいて建設が始まっている。しかしながら汚水設備は未だ建設されていない。
- (e) 計画区域内の 60 ~ 70% の人々は浸透式簡易水洗便所を用い、約 30% の人々は浄化槽付の水洗便所を用いている。
浄化槽からの汚泥はバキューム車で運ばれ処理されている。
- (f) バンコクの中心市街地には雨水と雑排水のための公共下水があり、この雑排水の放流がクローンと川の水質汚染の原因の一つになっている。公共下水管の一部は沈殿物によって流下能力不足となっている。
- (g) 人口流入による住宅不足解消のために政府は住宅建設局を設立し住宅開発を促進してきた。住宅建設局によって建設された団地のいくつかは近代的水処理施設を備えている。

- (h) 民間による住宅開発も盛んであるが、この場合には汚水は浄化槽による処理を原則としている。
- (i) 人口流入は交通渋滞と空気汚染、騒音公害を引き起している。
- (j) バンコク市での水道給水状況は概ね質、量ともに良好で幹線水道路はほぼ全域をカバーしており、近い将来全人口への給水が可能となる。
- (k) バンコク市の水道は市水道局(MWWA)が管轄し、彼らの計画によれば2000年に於ける1人1日当り給水量は家庭用に210ℓ、商業用に124ℓが見込まれている。
- (l) バンコク市への人口流入は著しく1979年の市域1,568.7Km²の人口は約5百万人に達した。
- (m) 現地調査の結果は、各種排水の流入により水路の汚染ははげしく早急に下水道の整備が必要であることを物語っている。
- (n) 計画区域はバンコク市庁の管轄で、市庁は11の局と24の地方部局から成っている。11の局のうち下水道局は最近設立されたもので、その目的は洪水防止と汚水のコントロールである。

排水のコントロールに関するものとして衛生局があり、浄化槽の排泥と廃棄物処分を主目的としている。

市庁の活動は中央政府(特に内務省)によってコントロールされている。

中央政府の機関で直接、間接に本プロジェクトに関係あるものは次のようなものである。

- 経済企画庁
- 大蔵省
- 予算局
- 内務省
- 保健省
- 環境庁
- 工業省

- (o) 前年度の市の支出は3.0億バーツで予算の75%は税収入によってまかなわれた。現行の税制は大巾な免税措置を講じているので、税収入には限度がある。収入を上げるために現行の税制を改めようとする動きがあるのはやむをえない。

市は中央政府から全年間収入の10%の補助をうけてきた。

(p) 既存の法規が下水道システムに適用できるかどうかの検討を行なった。

既存法規のうちで多少なりとも下水道に関係あると思われるものを挙げると次のとおりである。

- 公衆衛生法
- 都市整備法
- 建築基準法
- バンコク都庁令
- 都市計画法
- 環境整備法
- 工場法に基づく工業省の通達
- バンコク市庁の内規

上記の法規の大部分は汚水制御のことを規定しているが、概念的で定義や用語に限りがある。明確で総括的な法規の設定が望まれる。

1.2.2 検討の結果と結論

調査の結果を基に事業実施、発生汚水量、汚水の水質に関する基本事項及び設計基準が検討された。

次に示すのはこれらの基本事項である。

- (a) マスタープランは2000年に於る想定人口を基に樹立する。
- (b) 1970年の国勢調査、人口問題研究会、水道局の予測、更にわれわれの予測を加えて2000年の計画区域内人口を560万人と予測する。
- (c) 雨水排水と洪水対策プロジェクトが先行し、クローンを含めた開水路が整備されていること、公共用水域の水質汚濁防止が重要視されてきていること等を考えてバンコクに於る下水道システムは基本的には分流式がのぞましい。
しかしながら中心市街地には家庭雑排水と雨水を同時排除している公共下水が布設されているので、これらを有効利用した暫定的な合流式を採用する。
- (d) 運河(クローン)は各種排水の流入によって汚染されている。この状態を改善するために汚水は処理してからクローンや川へ放流するべきである。
- (e) 汚泥の容積を減少し有機分を分解安定化し大腸菌を減少するために汚泥処理プロセスに消化施設をくみ入れるべきである。消化汚泥は堆肥としても有効で、処分もしやすい。
- (f) 雨水排水区、地形、市街化の進み方、土地利用状況、現況の財政規模等を考慮すると

全計画区域37,000 ha をいくつかの処理区に分割して下水道事業実施を段階的に進めるべきである。

- (g) バンコク遷都200年祭が1982に催される。この記念事業に向けて当市で、歴史的にも文化的にも最も重要な地区とされるラタナコシン地区のクローンを浄化するための下水道建設が1981年初めに始められる。

従って本マスタープランではこの地区を1つの処理区として扱い、施設計画対象外とした。

- (h) 下水道施設設計の基準を次のとおりとする。

項 目	設 計 基 準
1人1日平均汚水量	246ℓ (2000年)
1人1日排出BOD負荷量	64g (2000年)
浸透水量	7.6 m ³ /day/ha
ピーク流量/平均流量	5:1~2:1
ポンプ場設計流量	ピーク流量
処理場設計流量	日平均流量

- (i) 管きよの設計に用いる基準を次のとおりとする。

項 目	設 計 基 準
最 小 管 径	200 mm
取付管の最小管径	150 mm
最 小 流 速	0.6 m/sec
最 高 流 速	3.0 m/sec

- (j) 下水道事業を進めていくためには法律面と財政面のサポートを得た新しい(もしくは改造)管理体制が必要である。

このような管理体制の整備は既存の組織を十分に活用して行ない、いたずらに混乱をまねくようなことのないようにしなければならない。

基本的には次のようなことが肝要である。

- (i) プロジェクト遂行のための責任の所在を明確にする。

- (ii) 機能と人員配置を明確にした管理機構を整備する。

④ 下水道施設の建設と維持のための行政機関の権限を法的に保証する。

1.2.3 勧告

(i) 下水道システム

(a) 下水の排除方式は原則としては分流式とする。ただし、すでに公共下水管が布設されている地区では完全分流式下水道を建設することができるようになるまでの間は当分、部分的に合流式下水道を採用する。

(b) 全計画区域を10処理区に分割する。

(c) 計画下水道施設には、(i)汚水幹線管きよ、枝線管きよ、(ii)ポンプ場、(iii)処理場(エアレーテッドラグーン)が含まれている。しかしながら処理区1、2、3ではエアレーテッドラグーンを建設するに足る用地がないのでモディファイドエアレーション法とする。

(d) 耐摩耗はもとより酸、アルカリ、その他の腐蝕性物質に対する抵抗力が大きいという理由で、現段階ではタイ国では入手不可能だが径300mm以下の管は陶管もしくはプラスチック管とする。径300mm以上の管は適当なライニングをしたコンクリート管を用いる。

10処理区の面積、人口、汚水量は表1.1に示すとおりである。またこれらの処理区は第1.2章の図1.2.3に示してある。

表1.1 10処理区的面積、人口、汚水量

処理区	面積 (ha)	2000年	
		処理人口	日平均汚水量(m ³ /day)
1	3,400	1,018,700	274,700
2	3,600	823,800	375,100
3	2,500	499,600	119,400
4	200	23,000	14,800
5	3,100	457,300	115,500
6	2,600	245,600	69,200
7	6,400	742,200	197,800
8	4,200	336,700	100,200
9	4,600	368,100	109,600
10	5,500	1,085,000	276,700
全計画区域	36,100*	5,600,000	1,653,000

*公共水域面積900haを除く。

(2) 事業実施計画

(a) 施工順位を決定するために10の処理区について点数法による評価を行なった。評価項目は次のとおりである。

1. 環境汚染
2. 人口密度
3. 汚濁負荷
4. 洪水、排水状況

評価の結果、第2処理区が最も緊急に下水道整備を要する地区として選ばれた。

(b) 現況の財政規模からして2000年までに建設可能な区域は第2処理区に限られそうである。そこで第2処理区をいくつかの分区に分けて20年を4期に分けた次のような事業計画とした。

第1期	1983～1987
第2期	1988～1992
第3期	1993～1997
第4期	1998～2002

(3) 建設費

下水道建設は4 Stageに分けて行なうこととする。表1.2は各Stageの所要費用をあらわしたもので、これには用地費、20%の予備費、10%の技術料が含まれている。なお、コストは1980年時点のものでエスカレーションは見込んでいない。

表 1.2 段階的建設費（1980年価格）

単位：百万パーズ

対象区域	第 1 期 (1983~1987)		第 2 期 (1988~1992)		第 3 期 (1993~1997)		第 4 期 (1998~2002)		計	
	分区 2-A		分区 2-B及び2-C		分区 2-D、2-E 及び2-Fの一部		2-Fの残り		第 2 処理区	
コ ス ト	小 計		小 計		小 計		小 計		小 計	
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨
政府負担分	687		601		697		747		2,732	
	327	360	239	362	355	342	526	221	1,447	1,285
個人負担分	0		0		193		247		440	
	0	0	0	0	193	0	247	0	440	0
計	687		601		890		994		3,172	
	327	360	239	362	548	342	773	221	1,887	1,285

(4) 組織、財政、法規

下水道施設を建設していくにあたって管理、財政及び法規面でのうらづけが重要である。

(a) 管 理

下水道事業に関連ある政府機関で構成する運営委員会を作って中央政府との連絡を密にし事業の速かな進展をはかることが望ましい。

下水道局(BDS)が下水道事業実行を担当することを提案する。

BDSに新しく汚水担当部を設けるべきであるが、当初10年間くらいは既存の組織を改造した第16章の図16.5に示すような形体で進み、さらに10年後くらいまでには図16.6に示したような理想形にもっていきたい。

人員配置計画は第16章の表16.1に示す。

(b) 財 政

将来の所要資金と収入源についての簡単な考察を行なった。

担当部局によって準備されなければならないプロジェクトの資金は大きく2つに分類される。即ち建設資金と、維持管理やローンの返済等の経常費とである。

建設資金のうちの外貨分に対しては低利、長期返済のソフトローンを適用する。

建設資金のうちの内貨分と経常費は中央政府、BMA及び一般住民が下水道システ

ムによる受益の割合に応じて資金を提供する。

コスト資金源を次表に示す。

1980年価格

所要コスト		(百万円)	資金源
外貨分	第1期	360	多国間ローン、又は2国間のソフトローン
	第2期	362	
	第3期	342	
	第4期	221	
内貨分	第1期	327	政府、BMA及び個人
	第2期	239	
	第3期	355	
	第4期	526	
経常費:			受益者負担金
返済金	ローン Max. 86		
	(ローン Max. 152)		
維持管理費	65		

注：上表のコストには各戸の取付管の費用は含んでいない。

(c) 法規

完備された下水道システムの建設とその運営のために必要な法規類を整備し同時に下水道に関する法的定義も明らかにしなければならない。さらに、個々の汚水処分施設(たとえば浄化槽)をコントロールするための法規も必要である。

(d) 下水道による便益

下水道によって直接、間接に公衆衛生上及び経営上の便益が期待できる。すべての予測される便益は数字で表わされるものと表わせないものとの2通りある。数字で表わせる便益は評価しやすいが、数字で表わせない便益は計画の経済的妥当性を考える場合には重要となる。

主な便益には水系伝染病による生産力の低下及び他の手段による水質汚濁防止の不経済性の防止がある。しかしすべての便益を金に換算し、費用便益として表わすことは不可能である。

費用便益は計算しなかったが保健衛生上の便益、水質汚濁防止上の便益、土地の備

値の上昇、その他の便益が期待できる。

もしも、当該地域に下水道施設が建設されなかったら、すでに市街地内の各地で見られるように衛生条件の悪化は更に進むであろう。

(6) 中間施策

下水道システムの完成には非常に長い年月を要する。下水道が整備されるまでの期間少ない投資で環境改善をはかれる中間施策を考えた。

- (a) 既存の不完全な各個し尿処分施設をBDSが提唱している浄化槽に改造する。
- (b) 特に水質が悪化しているクローンの流域内の家屋を対象に浄化槽等の排泥を頻繁に行なう。
- (c) 既存排水きよの浚渫、清掃回数を上げる。
- (d) 分散している既存の汚水処理施設の管理機構を1ヶ所に集約する。
- (e) 新規に開発される住宅団地には汚水処理施設を設けさせる。

第 2 章 計画区域の自然条件

2.1 計画区域の位置

タイ国は東南アジアの中心部（図 2.1 参照）に位置し、その面積は 514,000 km²、人口は約 4,400 万人である。国境は西はビルマ、南はマレーシア、東はカンボジアそして北はラオスに接している。

本計画の対象であるバンコクはタイ国の首都であり東南アジア有数の大都市で 1979 年現在の面積は 1,568.7 km²、人口は約 5 百万人である。バンコクは東経 100° 30'、北緯 13° 44' に位置する。

下水道計画の対象となる計画区域はバンコク市域のうちの市街地（近い将来市街化が予想される地区を含めて）約 37,000 ha である。

2.2 地 勢

計画区域はタイ国の中央峡谷にありチャオピア川の三角州の一部である（図 2.2 参照）。地形は平坦な沖積土質、三角州の典型的な特徴を示している。計画区域内の最大標高は海拔約 2 m であり大部分の地区の標高が約 0.8 m 程度である。

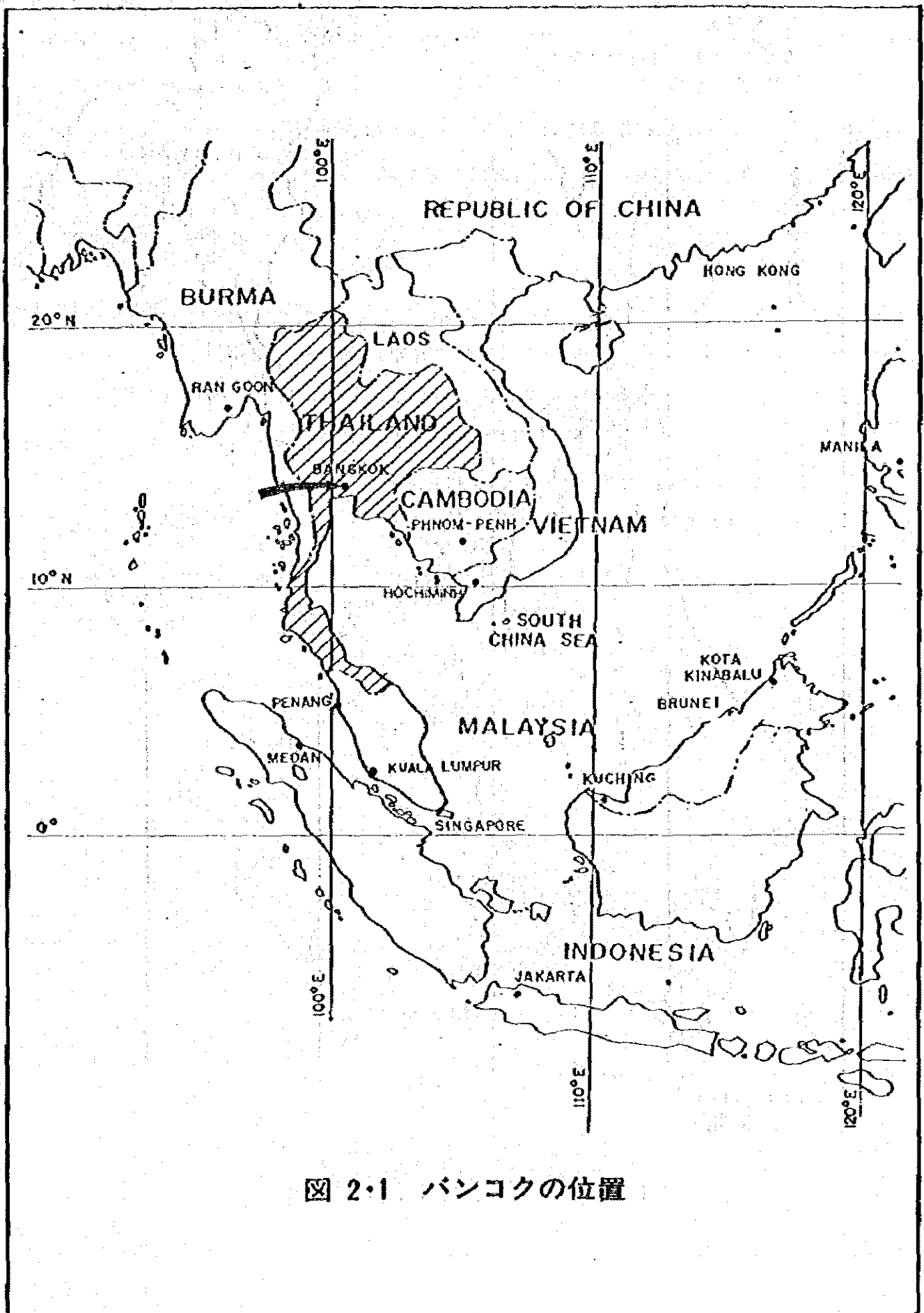


図 2・1 バンコクの位置

LEGEND

- 200 River Kilometers from Gulf
- Municipality

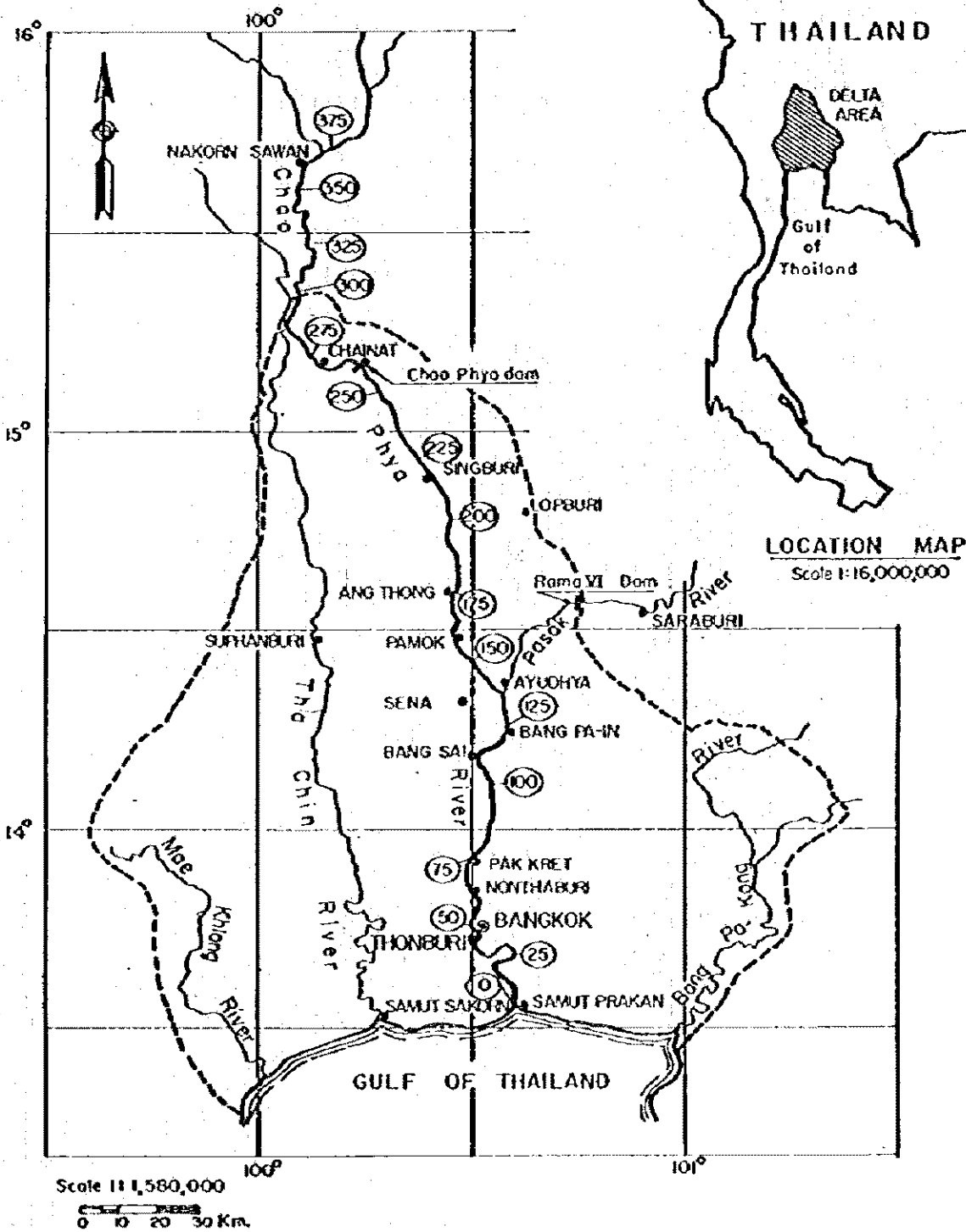


図 2・2 チヤオピア川流域図

2.3 地 質

計画区域、即ちチャオピア川流域は同川により長年に渡って流下され沈積した粘土と砂からなる沖積氾濫平野である。

既存の資料によれば計画区域内の土質は主として砂混り沖積粘土とみられる。最近行なわれた深30mまでのボーリングによれば基本的には軟と硬2種の粘土層がある。軟層から硬層への変極点は深12~18m、平均14m前後のところにある。

2.4 気 候

一般的にタイ国には3つの季節があるといわれている。即ち11月から1月までの寒期、2月から5月にかけての暑期それに6月から10月までの雨期である。11月から4月までは比較的乾燥した時期で最も乾燥するのが12月と1月である。

バンコクをとりまく山々が南シナ海やベンガル湾で発生する台風のを消す役目をしている。普段の風速は15Km/時以上であるが、その2/3は12Km/時以下である。ただし122Km/時という記録もある。北又は南風が大部分である。

表2.1はバンコクの気象状態を表わしたものである。

表2.1 パンロクの気象条件

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気温℃(平均)												
最 高	32.0	32.5	33.5	34.7	34.0	33.2	33.0	32.5	32.4	32.3	31.5	31.4
最 低	21.2	23.0	24.9	25.9	25.4	25.3	25.1	24.9	24.7	24.3	22.4	20.8
平 均	26.3	27.4	28.8	29.9	29.4	29.0	28.6	28.3	28.2	28.0	26.6	25.8
湿度												
%	74.9	76.7	77.6	77.0	78.8	78.1	78.5	79.3	82.1	80.7	75.7	72.8
降雨記録(平均)												
降雨日数/月	2	3	3	7	16	17	19	21	22	16	5	2
降雨量mm/月	14	30	20	59	200	159	144	181	343	188	46	18
風 速												
平均 km/時	3.5	5.9	7.9	7.0	5.3	5.8	5.8	5.6	3.7	3.3	4.1	3.9

降雨記録：1970～1979、平均降雨量1,402mm

出 典：気象庁

第 3 章 既 存 の 計 画

過去において下水道施設の欠除、不十分な排水と洪水防止施設及びそれらによって起っているクローンとチャオピア川の汚染などに起因する種々の問題に関して、いくつかのスタディが行なわれている。

最も最近のスタディは1968年にアメリカのコンサルタントCamp Dresser & McKee(CDM)が提出したマスタープランである。ここにこのマスタープラン以前に作成されたLitchfield Plan、Husband ReportそしてTholin Studyに簡単にふれると共にCDMレポートの概要をまとめることとする。

3.1 既存計画の概要

Litchfield Plan

このプランは"Greater Bangkok Plan-1990"と称し1960年にLitchfield Whiting Browne & Associates and Adams, Howard and Greeley(U.S.A)が提出したものでこのプランの目的は(1)総合フレーム計画、(2)給水、排水、汚水処分、土地利用、交通、学校等の一般都市施設の計画、(3)計画の制度化の3つであった。このプランでの勧告項目は人口、土地利用、交通、公共事業、公共施設及びそれらの効果の6つであった。

同プランの中で提唱されている下水道システムは2つの処理場を持つ分流式下水道である。

Husband Report

"Report on Sewerage and Sewage Disposal for the Central Area of Bangkok, Including Reference to Associated Problems of Surface Water Drainage"と称するレポートで1962年にHusband & Co.という英国のコンサルタントが提出したものである。

このスタディの目的は(1)バンコクを中心市街地に於る下水道施設及び下水処分についての当時ならびに将来問題のレビュー、(2)下水道施設の計画と費用の見積、(3)既存排水施設の検討、(4)洪水対策の4つであった。

このレポートの中ではバンコクを中心市街地に処理場を備えた分流式下水道を提唱している。

Tholin Study

"A Study of Drainage and Sewerage for Bangkok, Thailand"と称し米

国とタイ国の教会がスポンサーとなって A.L. Tholin というコンサルタントが 1962 年に提出したものである。

このスタディでは費用面で有利であることと(1)汚水施設と雨水排水施設の重要度は同じである(2)交通渋滞の緩和のためにいくつかのクローンを道路に転換する必要があるとして合流式下水道を推奨している。

Camp Dresser & McKee (CDM) Plan

"Sewerage, Drainage and Flood Protection Systems, Bangkok and Thonburi, Thailand" と称し米国のコンサルタント Camp Dresser & McKee が 1968 年に提出したものである。

(a) スタディーの目的

このスタディーの目的は、既存の調査結果の検討、現存する問題の解決案の提示及びマスタープランの作成の 3 つであった。

(b) 下水道システムの基本事項

CDMプランの下水道システム設計に用いられている基本事項や条件は次に示すとおりである。

1. 計画区域はバンコクとトンブリの市街地に開発予定地を加えた 37,000 ha。
2. マスタープランは 2000 年の計画区域内の予測人口を対象とする。
3. 計画区域内の 2000 年の人口は 540 万人。
4. 計画排水人口は 1985 年には、40% の 180 万人に、2000 年には 60% の 324 万人。
5. 計画 1 人 1 日平均汚水量は 1985 年に 154 ℓ とし、2000 年に 238 ℓ と予測。これらの流量には家庭汚水はもとより商業、公共施設及び家内工業からの汚水も含まれている。
6. 1 人 1 日排出 BOD 負荷量は 1985 年で 65 g、2000 年で 85 g。
7. 工場排水の総量は人口 12 万人分の負荷に相当する。
8. 浸透水は 2.8 m³/日/時。
9. ピーク/平均汚水量比は 5 : 1 ~ 2 : 1
10. 分流式下水を提唱。
11. 公共下水管の最小管径を 200 mm、各戸への接続管の最小管径を 150 mm。
12. 最小土被りは 1 m。

13. 公共下水管はピーク流量で設計し最小流速は 0.6 m/sec 。

14. 管の接合は管頂接合。

15. ポンプ場の容量はピーク流量で決定

(c) 下水道システム

C D Mプランによれば開発の進み方や排水形態を考慮して計画区域を10処理分区に分割している。

10処理分区の面積、人口、汚水量は表3.1に示すとおりであり平面計画は図3.1に示すとおりである。

10処理分区の汚水はトンプリ処理分区を除いて自然流下で、バンコク市の南端においてチャオピア川を横断してポンプ場へ流入する。

主要幹線の一部はトンネル工法で施工する。

主要幹線とポンプ場の一般平面図を図3.1に示す。

全計画区域の計画排水人口は320万人で建設費は39億バーツである。

1975年までに約90%のBOD除去を期待できる処理場が必要である。

計画区域内の用地費は高いので処理場はバンコク市の南に設置する。

財政を考えるに当って処理場建設費を15億バーツと見積る。

(d) 雨水排水システム

C D Mの雨水排水システムの設計に用いられた基本事項や条件は以下のとおりである。

1. 設計降雨確率年を用途地域により次のように使いわけ。

1) 5年確率……商業地域、工業地域及び官庁街

2) 2年確率……住居地域

3) 1年確率……公園、緑地

2. 排水きょ容量は合理式で計算する。

3. すべての雨水きょは掃流流速を考え満管流速 0.9 m/sec で設計する。

4. 排水きょは8割水深で計画する。

5. 改造排水きょの勾配は最大流速が 0.75 m/sec となるように設計する。

6. 排水ポンプ場のピーク容量、即ち全ポンプが稼働するのは理論的に5年に1度ということになる。

7. 全排水ポンプ場のポンプはディーゼルエンジンがけとする。

表 3.1 10 処理分区の将来人口と汚水量 (CDM 計画)

処理分区名	面積 (km ²)	1985年		2000年	
		処理人口	汚水量 (m ³ /日)	処理人口	汚水量 (m ³ /日)
			平均	平均	平均
1. Thonburi	61	235,000	36,200	432,000	103,000
2. Construction-Government	12	170,000	26,200	295,000	70,000
3. Sathorn-Rama N	16	180,000	27,700	319,000	76,000
4. Chan Road	24	190,000	29,200	349,000	83,000
5. North West	43	250,000	38,500	460,000	109,500
6. Sukhumvit	23	130,000	20,000	223,000	53,000
7. North Central	48	230,000	35,400	416,000	99,000
8. North East	50	130,000	20,000	235,000	56,000
9. South East	67	195,000	30,000	346,000	82,500
10. South	26	90,000	13,900	165,000	39,200
マスタープラン区域の計	370	1,800,000	277,100	3,240,000	771,200
					1,382,000

提案された雨水排水システムは全計画区域を11の排水区に分割しそれぞれの排水区がいわゆるボルダー式となっている。

流出雨水は内水排除用クローンからポンプで主要クローンを経て(または直接)チャオピア川へ排水される。各ボルダーにはそれぞれ1~8個所のポンプ場がある。

提案されたシステムはチャオピア川の洪水から守るための約300kmに及ぶ洪水防止堤防と一体となるものである。

(e) 洪水防止システム

提案された洪水防止システムは次のようなものである。

1. 洪水防止のために計画区域を小さなボルダーに分割する。
2. 各ボルダーは堤防、道路、コンクリート壁などによって外水流入から守る。
3. 各ボルダーは多目的クローンまたは川で囲まれていて各ボルダーからの内水排除は自然流下で、あるいは外水位が高い場合にはポンプで多目的クローンへ排水される。
4. 多目的クローンは計画区域外の灌漑ばかりでなく、ボルダーからの排水や舟航にも有効である。
5. 外水がボルダー内へ入るのを防ぐために洪水防止壁に流量コントロール施設を設けてボルダー内のクローンの流量をコントロールする必要がある。

いくつかの大きなクローンにはどんな水理条件に於いても舟の航行が可能なようにコントロールするための水門が設けられる。他のクローンには制水扉が設けられることになる。提案された洪水防止システムは図3.2に示すとおりである。

(f) 建設計画

システムならびに区域の実施優先順位及び建設費は次のとおりである。

1. システムの実施優先順位

下水道施設を最優先とし第2位に洪水防止施設、3つのシステムのうち雨水排水施設は最後とする。

2. 区域の実施優先順位

チャオピア川とクローンパドンクルンカセムに囲まれた地区を第1優先地区、以下第2位はトンブリの中心市街地、第3位がサントライアングル地区、第4位がバツンソ地区そして第5位はパンカピ地区とする。

3. 建設費

上記5地区に下水道施設、雨水排水施設及び洪水防止施設を設置した場合の建設費を

次表に示す。

1967年価格

地 区 名	建設費 (百万バツ)			
	下 水	雨 水	洪 水	計
Construction-Government	177.9	138.2	186.7	502.8
Thonburi	335.7	68.5	164.9	569.1
Sathorn Triangle	249.2	55.3	92.4	396.9
Pathum Wan	68.2	80.9	49.3	198.4
Bang Kapi	220.5	115.5	199.5	535.5
計	1051.5	458.4	692.8	2,202.7

全計画区域の建設費は次のとおりである。

		1967年価格
項 目		百万バツ
下	水	3,900
雨	水	3,500
洪	水	3,900
計		11,300

表 3.2 段階的建設計画

期	地 区 名	対 象 人 口		対象区域面積(km ²)		計 ¹⁾ (百万バツ)
		1985年	2000年	下水と雨水	洪 水	
1.	Construction-Government	464,000	500,000	12	19	503
2.	Thonburi	89,000	115,000	7	10	569 ²⁾
3.	Sathorn Triangle	170,000	200,000	5	17	397 ³⁾
4.	Pathum Wan	303,000	345,000	9	0 ⁴⁾	198
5.	Bang Kapi	254,000	290,000	15	20	536
	計	1,280,000	1,450,000	48	66	2,203

注：

- 1) 1967年価格
- 2) 幹線とポンプ場を含む。
- 3) 処理場を含む。
- 4) 第1期と3期に含まれる。

(g) 運転・管理に関する提案

下水道システムと洪水防止システムの建設、及び運転・管理の責任は Metropolitan Water, Sewerage and Flood Protection Agency に帰属させる。

雨水排水施設の優先順位は低いのでその建設、運転・管理の責任は自治体に置く。

(h) 財政に関する提案

全所要資金を供給するために次の仮定を設定した。

1. 路面排水施設は街路または高速道路建設プログラムに含めて処理する。
2. 洪水防止施設は5つの優先地区だけを対象とする。
3. 5つの優先地区に対する下水道と洪水防止施設は14年間で完成し計画区域内の他の地区には2000年までに下水道施設を建設する。

以上の仮定のもとに計算すると最初の14年間は平均1.25億パーツ/年、残りの2000年までの期間は平均1.7億パーツ/年の資金が必要である。

これに加えて1.62億パーツの資金が必要である。これは接続管の布設のためにビルのオーナーに対して設定したローンに必要なもので11年間にわたって配布される。これらのローンは利子7.5%返済期限10年である。

もし資金が得られ1970年に建設が始まるとすると最初の5年間は平均5,300万パーツ/年の資金が必要である。これらの年間所要コストは次表に示すように増えていく。

1967年価格	
5ヶ年計画	年間経常費 (百万パーツ)
1970 ~ 1974	53
1975 ~ 1979	132
1980 ~ 1984	192
1985 ~ 1989	262
1990 ~ 1994	310
1995 ~ 1999	334

(i) 予算措置

1. 受益者に費用を負担させる。
2. 洪水防止に関する年間所要コストの40%は中央政府が払い60%は土地所有者がそ

の所有高に応じて負担する。

3. 下水道施設に関する費用は次に示す3つの方法でまかなう。

区 分	年間経費に占める割合
中 央 政 府	2 0 %
個人（直接便益）	5 6 %
個人（間接便益）	2 4 %
計	1 0 0 %

4. 接続管の建設費のために組んだローンの返済は個人が行なう。
5. 1985年から1989年までに1家族（7人）が支払う直接便益費は48パーセント/月である。
6. 地主が洪水防止費として支払う費用は172パーセント/月/ライである。
7. 下水道施設から間接便益を受ける地主が支払う費用は33パーセント/月/ライである。
8. これらの料金は既存の土地開発税の一部として徴収すればよい。

(j) 法規についての提案

CDMは次のような新法規の制定を提案している。

1. 水資源庁を設けてタイ国内のすべての水資源をコントロールするための法規の制定。
2. 水道事業庁法（1967）を改訂して下水道事業と洪水対策のための機関を加え事業達成を行ないやすいように権限を与える。
3. 土地収用法（1954）を改訂し高速道路法（1939）に含まれているような土地収用権を加える。
4. 下水道及び洪水防止施設の使用に関する条件を設ける。
5. 計画区域内の特殊事情に合った配管規則を設ける。
6. 廃棄物処理問題を検討する委員会を設ける。

3.2 既存計画の評価

過去の各種スタディーを見直した結果、基本的にはCDMのプランが多くの点で優れている。ただし、レポートの完成後、長年月放置されていたので多少の改訂が必要である。

下水道施設の建設が遅れた理由は次のように想像できる。

1) 関係機関は下水道施設の必要性を認めながらも予算の制約などもあり現実的により緊急度の高かった洪水対策に追われてきた。

2) 一般住民が汚染対策としての下水道の重要性を充分認識していなかった。

3) 既存の浄化槽や排水路がまがりなりにも住民の生活環境をささえてきた。

上記のようなことで下水道建設は遅れてしまったが、その間CDMプランが約13年間も放置されていたため次のような点でバンコクの現状に合わなくなっている。

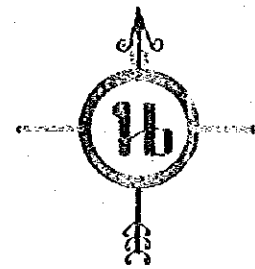
1) 一般住民が公共用水域の汚濁防止の必要性に気づいてきているので、「当分の間とはいえ処理場なし」という計画は受入れ難くなっている。

2) 全域の汚水を1ヶ所に集めてきて処分しようとする方式は末端管きょが大口径となったため、建設初期に大きな投資が必要となり資金ぐりがむずかしい。

3) CDMが計画をたてた時期よりも道路交通事情が大巾に変っていると思われるので、一部の大幹線の建設がむずかしいと思われる。

4) CDMのレポートは1967年時点での資料を基にしており、その後の大巾な物価上昇により費用の見積はすべて見直しが必要となっている。

特にCDMプランを中心とした上記の過去のレポートの見直しを基にして、バンコク市の現状をとらえるための資料収集と現地調査を行なった。



LEGEND

- $\phi 1.50$ Major Trunk Sewers (Tunnels)
- Sewerage System District Boundary
- - - Master Plan Boundary
- ⑤ District Number

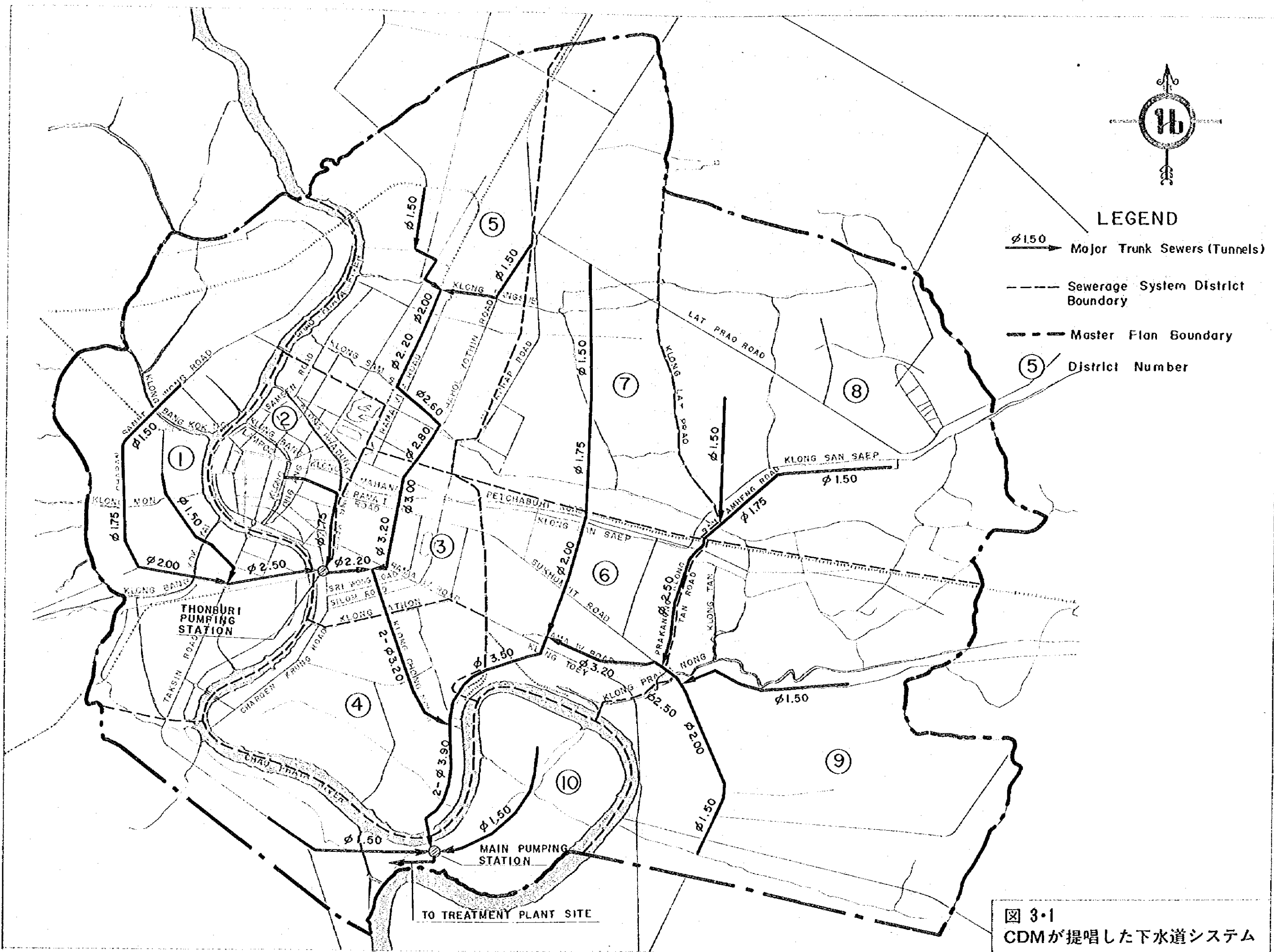


図 3-1
CDMが提唱した下水道システム

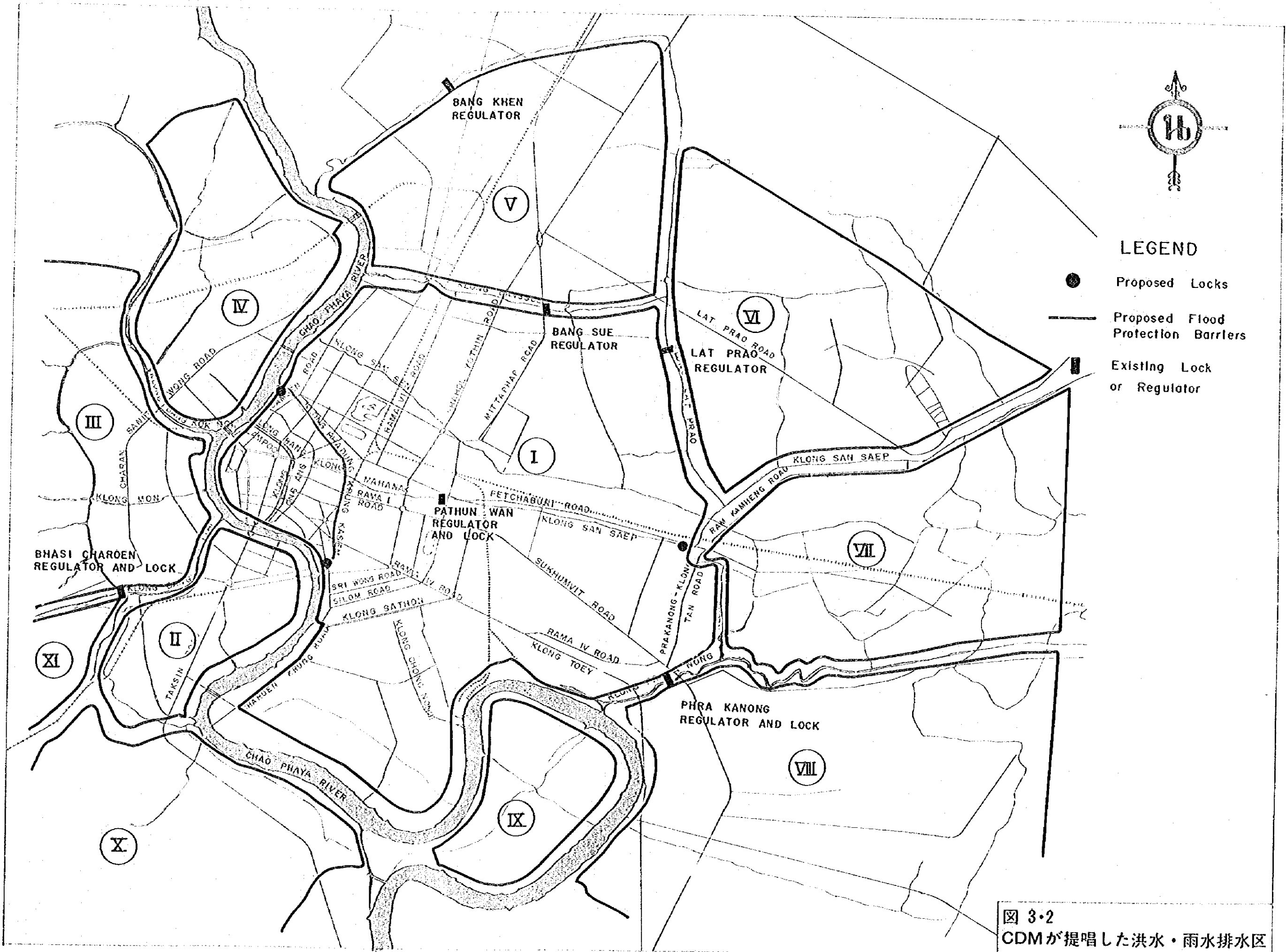
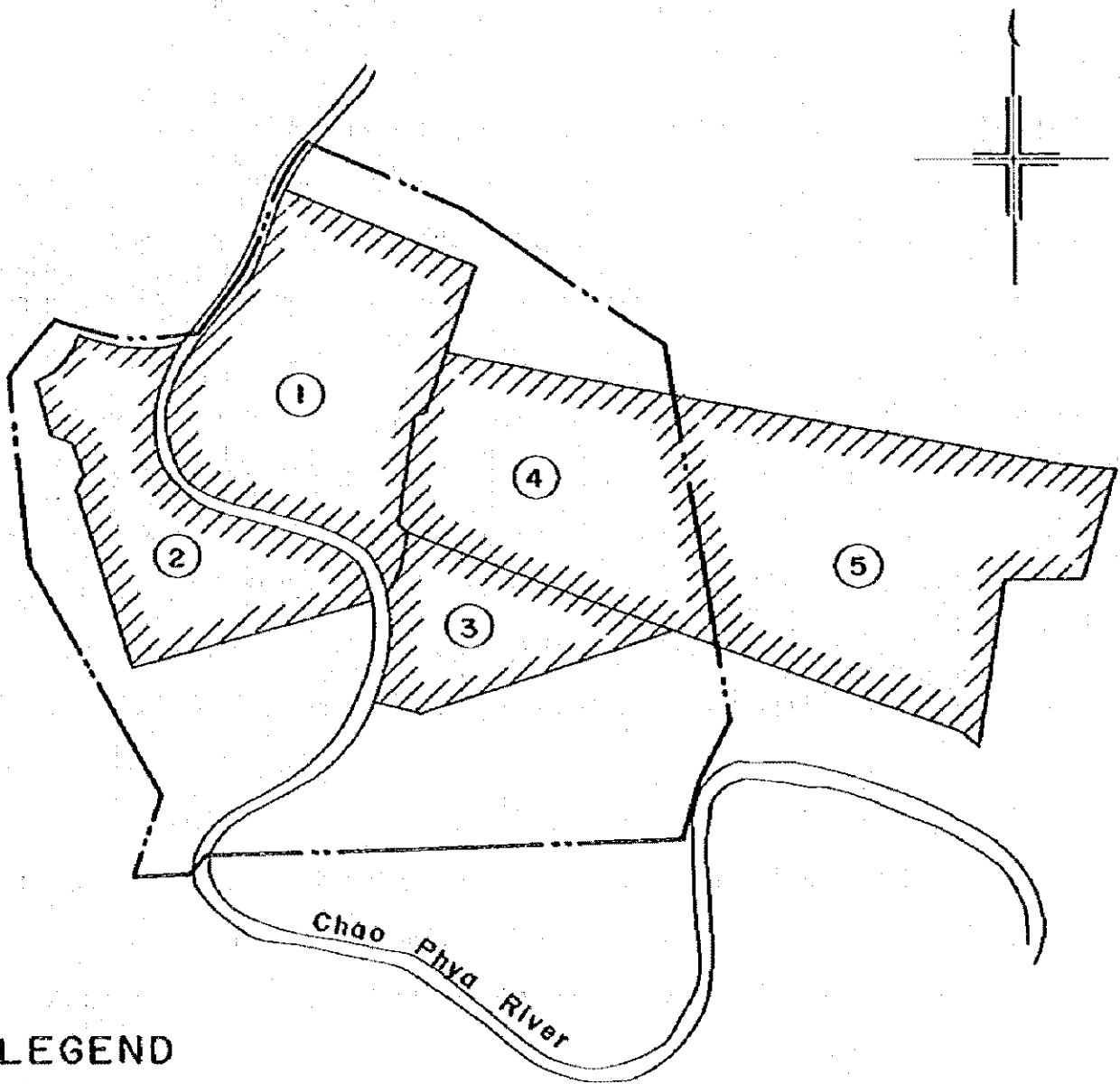


図 3・2
CDMが提唱した洪水・雨水排水区



LEGEND

Priority Areas

- ① Construction - Government
- ② Thonburi
- ③ Sathorn Triangle
- ④ Polhum Wan
- ⑤ Bang Kapi

--- Central Area Boundary

図 3.3 CDMが提唱した緊急建設地域

第 4 章 既 存 施 設

この章ではし尿、汚水、雨水等の処分に関する既存の施設について述べる。

バンコクの排水システムはクローンと呼ばれる運河網を基として計画・設計されてきた。元来バンコクでは雨水排水システムとして町が発展していくにつれてU形きょを建設していった。しかし中心市街地では人口が密集していくにつれてこれらの開きょを暗きょ化し同時に汚水を取り込む方式として今日に至っている。

汚水収集（パイプ）施設と処理施設を有するいわゆる近代的下水道施設は住宅建設局（NHA）が建設した住宅団地に造られていて、その収集、処理方式は団地によって異なる。

市街地では台所、洗面所、洗濯及び浴場からの汚水はし尿とは別途に集められ最寄の水路へ放流される。したがって既存の雨水排水システムは合流式（本来の目的とは異なるが）といってもよい。

バンコク市に於る便所は通常浄化槽もしくは貯留槽方式である。それからの流出水は地中で浸透するか雨水排水きょに流出し、汚泥はタンクに沈積し、集められて処理される。

4.1 し尿処理の現況

バンコクに於るし尿処理システムは公衆衛生法ができた1941年以來のここ40年間に相次いで建設された。そのシステムは表4.1に示すように6つに分類される。

AとBはNHAが建設した団地で用いられており計画区域内にはこういった施設が8つあり対象人口は2,500~45,000人である。

CとDはバンコクばかりでなく全タイ国で最も一般的なシステムで、浄化槽と貯留槽がその代表である。

この報告書では嫌気性発酵（又は消化）プロセスと固液分離プロセスの両方を有する施設を浄化槽と定義し、「セスプール」または「ストレージタンク」と呼ばれるし尿処分槽を「セスプール（貯留槽）」と称することとする。これらは構造も簡単で、建設費も水使用量も浄化槽より少ない。

バンコクでは人口の約70%が貯留槽を用い残りが浄化槽を使っている。

貯留槽の大きさは表4.2に示すようなBMAの定める基準によって決定される。

表 4.1 パンコクに於けるし尿処理システム

分類	システム	付記
A	汚水管 → 汚水処理施設	NHAの団地
B	浄化槽または貯留槽 <ul style="list-style-type: none"> → 雨水きよ → 汚水処理施設 → 汚泥引抜・処理 	NHA団地のAへの過渡的なもの
C	浄化槽または貯留槽 <ul style="list-style-type: none"> → 浸透式 → 汚泥引抜 → 汚泥処理 	最も一般的
D	浄化槽または貯留槽 <ul style="list-style-type: none"> → 水路へ → 汚泥引抜 → 汚泥処理 	不法放流
E	水洗式 → 貯留槽なしで水路へ	めったにない
F	水路への直接排せつ	ほとんどなし

表 4.2 BMAの基準による貯留槽の大きさ

規模 (人/日)	浄化・分離槽	浸透槽
5人以下	0.9 m ³	0.9 m ³
5~10人	3.0	0.9
11~14	6.3	1.4
15~20	8.6	1.4
21~24	9.0	1.6
25~80	11.0	2.8

消化槽からの溢流水は浸透槽を通して地中へ浸透する。しかしながらパンコク市は全域にわたってやわらかい粘土層におおわれ、しかも地下水が高いので、期待通り浸透してくれるとは思えない。

浄化槽から引抜かれた汚泥は公共汚泥処分地へ送られる。これは公衆衛生局(BOS)が行ない、その活動状況は表4.3に示すとおりである。

表 4.3 汚泥収集及び処理の現況

(BOS , 1979)

対象地域面積	1,500 Km ²
対象人口	5,000,000人
使用車	引抜車41台(各2~5 m ³) 輸送車24台(各5 m ³)
引抜量	350~400 m ³ /日
作業員	433人

し尿汚泥は浄化槽または貯留槽からバキューム車で引抜かれノンケンの汚泥捨場に捨てられるかまたはオンノッチの処理場で処理される。

汚泥捨場はノンケン廃棄物処分場にあつて、捨てたどろは後日廃棄物で覆われる。この汚泥捨場からの浸出水は雨期ともなると附近のクローンを汚染することになろう。

オンノッチ汚泥処理場は試験運転の段階だが容量600 Kl/日で既存のBOS収集能力に対応する能力を持っている。処理方式は図4.1に示すように化学処理と活性汚泥プロセスの併用である。

汚泥の収集と処分はBMAの監督下に行なわれることになっているが未公認の私企業もこれに加わり不法に水路やクローンに投棄したりしている。

また、浄化槽がうまく運転されていなかったり流出水が雨水きょや水路に不法につながれていたりする例がある。この流出水の不法放流が第6章で述べたように放流水域の汚染となって表われる。

EとFはバンコクではほとんどみられない。これらは人口過粗な郊外やスラムにみられるような特殊ケースでこのシステムによる対象人口は無視できるほどのものである。

水洗式便所はタイ国ではごく一般的なもので、1~2リットルの水を手桶でフラッシュする。これは衛生的にも節水という見地からもきわめてよい方式といえる。

つまり、バンコクの既存し尿処分システムは日常生活の快適さからも公衆衛生上からも十分満足すべきものである。しかし、この既存システムは汚泥の引抜きの面では改善の余地がある。

表4.4は既存のし尿処分システムを5つの観点から評価したものである。

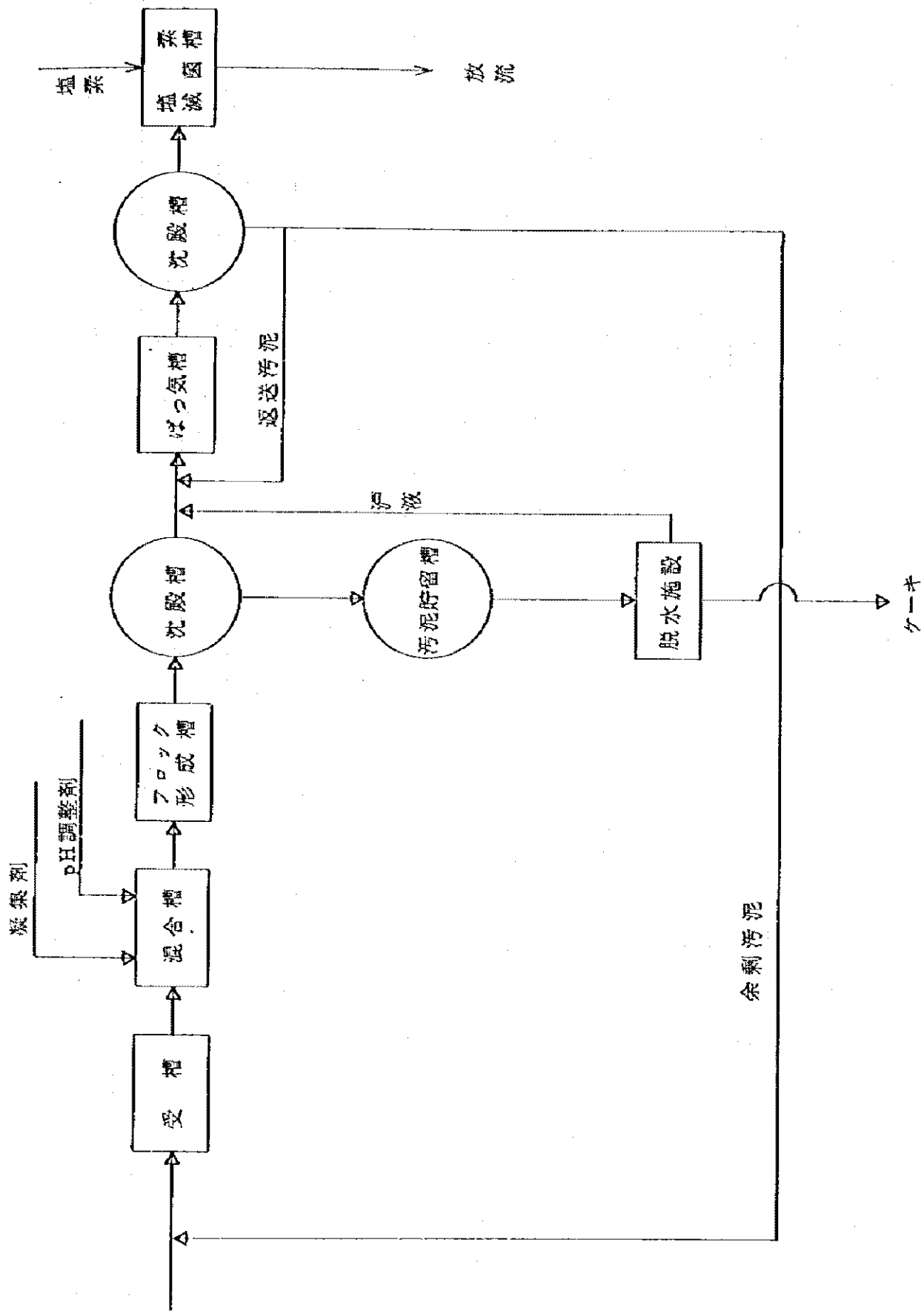


図 4.1 し尿汚泥処理施設フローシート (オンノッチ)

表4.4 既存し尿処分システムの評価

観 点	排 せ つ		貯 留 又 は 収 集				処 理 と 処 分					
	開 放	水 封 手おけ 式水洗	水 洗	浸み込み	貯留槽	浄化槽	収 集					
							バッキ ム庫	下 水 道				
1. し尿関連疾病	—	—	—	×	N	S	—	N	×	雨 水 き よ へ 放 流	雨 水 き よ 処 理	汚 水 管 + 処 理
2. 快 適 さ	×	S	S	N	N	N	N	S	S	S	S	S
3. はえ等の発生をおさえる	×	S	S	N	N	N	—	S	S	N	N	S
4. 収集・処分のしやすさ	—	—	—	—	—	—	N	S	N	S	S	S
5. 環境への影響	—	—	—	—	—	—	—	—	N	×	N	S

S = 満足 N = はよ満足 × = 要改造 — = 評価外

4.2 下水道システム

住宅団地に建設された12の下水道システムがあり、そのうちの8つは計画区域内にある。12の処理場のうちの6つはディッチまたは標準法ではない活性汚泥法によっている。その他はエアレーテッドラグーンまたはオキシデーションディッチ法である。

現地調査時にすべての処理場を訪ね、設計面と維持管理上の問題点に関する質問状を配った。この質問状には汚水収集方式、対象人口、処理場への流入量、建設費、維持費、及び設計基準に関するものが含まれている。結果は処理プロセスの撰択と事業費積算に反映した。

4.3 雨水排水システム

既存雨水排水システムはU形きょ、円形管、クローン、ポンプ場、可搬式ポンプ、及びゲートから成る。市街地からの雨水流出は雨水きょを通過して自然流下でクローンへ排出され、最後にはチャオピア川か大クローンへポンプで排水される。

現地調査は既設管きょの径、流向、管底高、浸水頻発地区及び既存ポンプ場の運転状況について行われた。

中心地区に於る1979年の浸水地区は図4.2に示すとおりである。

一般に中心市街地では街路の両側に排水きょがよく整備されている。特にクローンパドンクルンカセムとチャオピア川に囲まれた地区の排水きょはCDMの計画よりは小容量ではあるが最近同地区に浸水が起っていないところをみると十分な容量があるものと思われる。

排水きょは総合排水計画にのっとって建設されているわけではなく、径、勾配、管底高は無秩序に変化しているが、容量や流速は比較的十分なものである。これらの既存排水きょの多くは部分的に改造すれば将来とも十分使用できるものと思われる。

流し、洗濯、浴場及び台所排水は便所の排水とは別に集められ最寄の水路に放流されている。即ち既設排水きょは合流管のような形態をとっている。浄化槽や貯留槽からの溢流水を排水きょや水路へ放流することは禁じられているにもかかわらずそういった放流は実際にはかなり多くみられる。

上記の状況に鑑みて、既存排水きょは合流管として利用できるものと思われる。しかしながら、既存の排水きょは勾配がないために乾期の流量が少ないときに流速が保てないこと、マンホールに沈殿物が生じ不快な臭いを発するおそれがあることなどから便所の排水を受入れることはむずかしい。

もしも既存排水きょを合流管として利用するなら、沈殿とにおいをさけるための注意が必要で、

たとえばマンホールの改造、各個からのし尿放出の前処理などが考えられる。

最も大きな排水きょはラマIV世道路下にあるものでクローンパドクンカセムから始まりラマIV世ポンプ場へつながっている。144 × 160 mの矩形断面からトンネル工法で施工された径3.0 mの円形断面のものである。

この排水きょは暫定的に合流幹線として利用できそうである。

4.4 洪水防止システム

バンコクは平坦な低地に位置しているのでクローンもチャオピア川の下流もタイ湾の潮の影響をうける。従ってほとんどの埋設管へ、川やクローンの水が逆流することがある。中心市街地では逆流防止のためにゲートや土のうでチャオピア川とクローンの縁を切り、雨水をポンプで排水している。

様々な努力にもかかわらず強い雨と高潮位がぶつかるとしばしば洪水が起る。この洪水防止のためにBMAは洪水防止と雨水排水事業を行なおうとしている。

同事業は6ボルダー、合計82.5Km²の区域を対象とし堤防とポンプ場の建設、クローンと排水きょの改造がその内容である。この事業は基本的にはCDMが1968年に提出したマスタープランに従って進められようとしている。

4.5 地下埋設物

下水管は通常公道に布設されるが公道にはすでに各種地下埋設物がある。

バンコクに於る既存の地下埋設物としては雨水きょ、電力ケーブル、電話ケーブル及び水道管があり主要街路の歩道にはこれが互に接近して埋設されており、こういった道路では下水道管を布設する余地は非常に限られてくる。

図4.3は主要道路での典型的な地下埋設物の配置を示すものである。



图 4·2 1979 年浸水区域

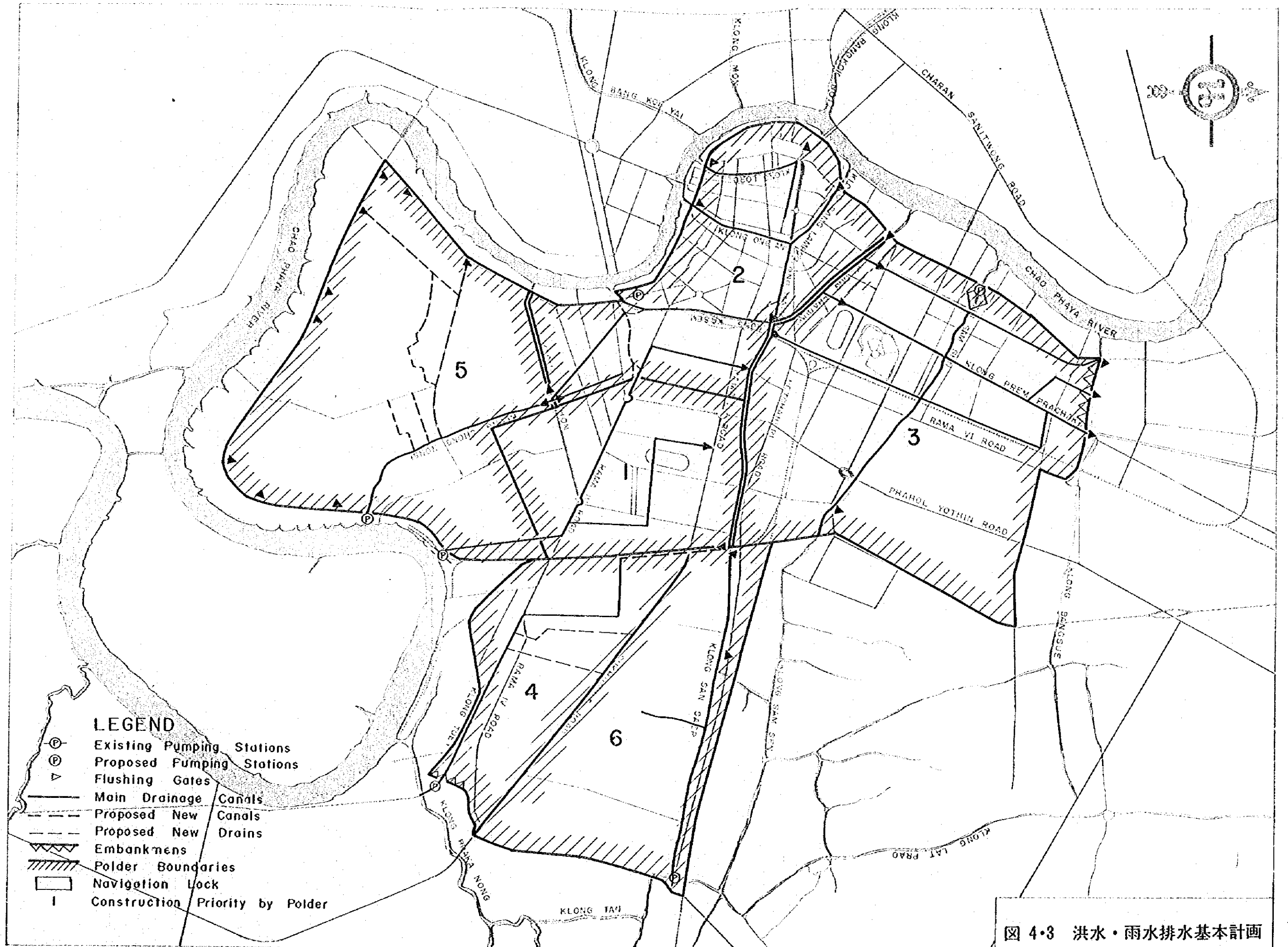


図 4.3 洪水・雨水排水基本計画

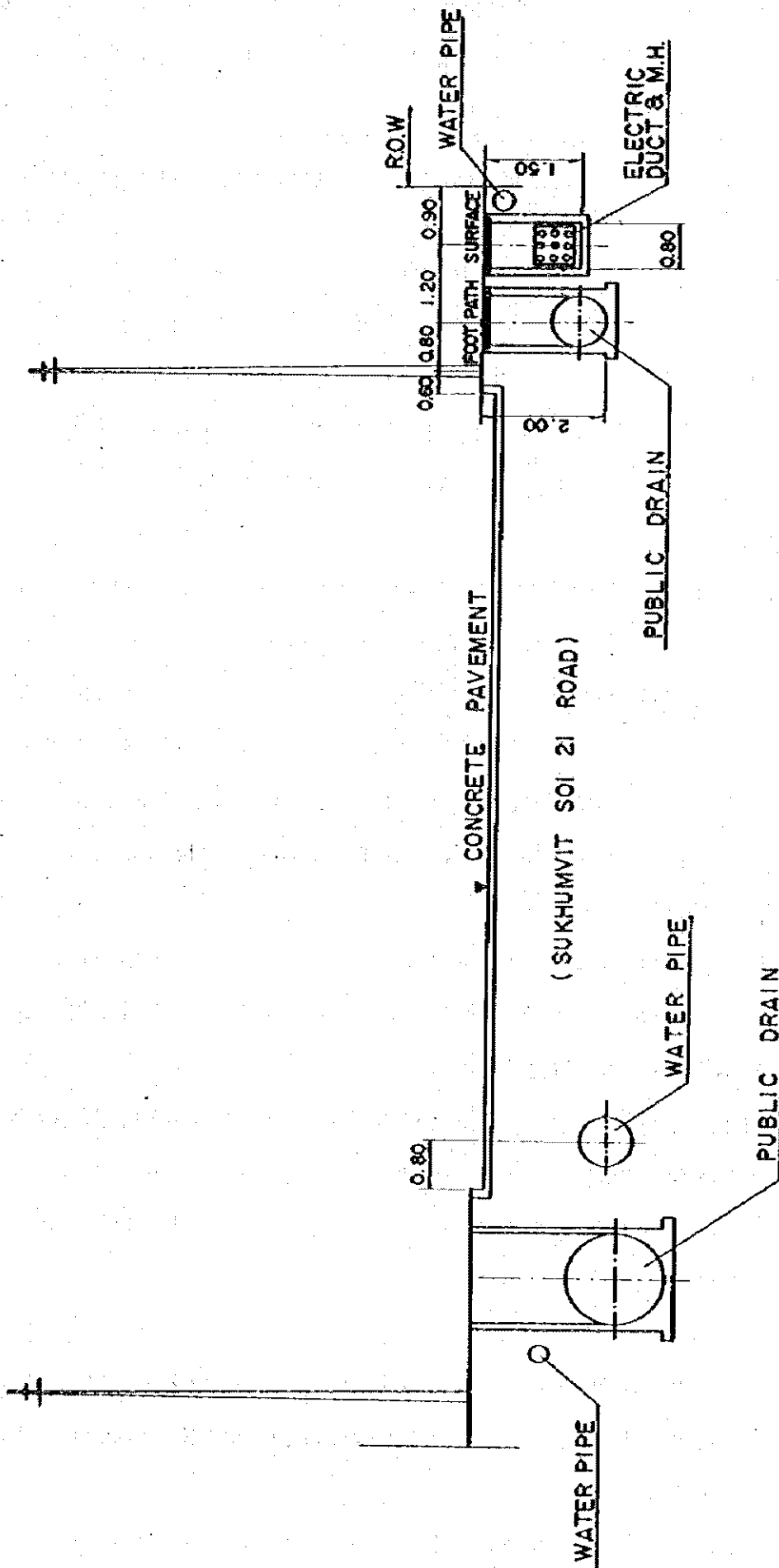


图 4.4 地下埋設物

第 5 章 上 水 道 シ ス テ ム

5.1 水 道 局

市水道局 (M W W A) は 1 9 6 7 年 に 整 理 統 合 さ れ て 設 立 さ れ た。

M W W A の 守 備 範 囲 は $3,100 \text{ km}^2$ で その 活 動 内 容 は 給 水 区 域 の 拡 張、組 織 運 営 の 強 化、運 転 方 法 の 改 善 及 び 財 政 等 に わ た る。

5.2 既 存 の 上 水 道 シ ス テ ム

バンコクの水源のうちの表流水はチャオピア川の水でバンコクの北 35 Km のサムラエという所で取水している。そこでのチャオピア川の有機汚染は比較的 low 潮の影響も受けない。そこから引かれた原水は運河を通過してパンスエのポンプ場へ送られトンブリ浄水場とサムセン浄水場へ圧送と運河でそれぞれ送られる。

1978 年には約 85 万トンの水が 2 つの浄水場で作られた。これに深井戸からの給水量 35 万トンを加えると 120 万トン/日の水が生産されたことになる。

これは平均 1 人当り 400 l / 日に相当する。

5.3 上 水 道 改 善 計 画

M W W A は 1 9 6 8 年 ア メ リ カ の コ ン サ ル タ ン ト Comp Dressor & McKee に 依 託 し て 2000 年 を 目 標 年 度 と す る 上 水 道 基 本 計 画 を 作 成 し た。

この基本計画によれば計画給水量は 120 万トン/日から 500 万トン/日に伸びることになっている。給水人口では 40% から 80% に伸びるとされている。

建設は 2000 年まで段階的に行なうよう提案されている。

第 1 期 の 80 万 t / 日 増 産 事 業 は 1 9 7 9 年 に 完 成 し 水 需 要 量 か ら し て 第 2 期 改 良 工 事 は 1981 年 中 に 完 成 す る こ と に な っ て い る。

表 5.1 は 計 画 給 水 量 を 示 す。

第 1 期 事 業

この事業は基本計画によって提案された長期計画のうちの 1975~1979 の建設 5 ヶ年計画で給水量を 80 万 t / 日 増 加 し よ う と す る も の で 配 水 設 備 の 拡 張 と 給 水 設 備 の 改 善 と で あ る。

主な事業内容は次のとおりである。

- (a) サムラエポンプ場の新設、原水輸送運河の改造及びクローンランジットでのサイホンの新設。

- (b) 80万ℓ/日の容量をもつパンケン浄水場及び中継ポンプ場の新設。
- (c) 輸送トンネル、4万トン容量の配水池を2つ、既存のサムセン浄水場にある3つの貯水池に4万トン容量の配水池を新設。

第2期事業

増大する水需要に応じて、第2期事業を1981年末までに完成することが提案された。

第2期事業が完成すると給水区域は430Km²に拡張され給水量は240万トン/日になる。これは1985年で440万人に給水可能となる。

事業内容は次のとおりである。

- (a) サムラエポンプ場から既存のクローンブラバへつながる運河の建設。
- (b) パンランサイホンの建設。
- (c) 既存のパンケン浄水場からサムセン浄水場をつなぐ運河の改修工事。
- (d) パンケン浄水場の拡張工事。
- (e) その他の給水幹線工事。
- (f) 給水本管、配管網及び深井戸の建設。

図5.1は第2期事業による給水区域、図5.2はMWWAの給水系統を示す。

5.4 源 水

MWWAの現況給水量のうちの約半(33万トン~40万トン/日)は地下水である。

MWWAは現在約130の井戸を運転している。さらに私有の井戸が約25万トン~30万トン/日使われている。このような大量の地下水汲上げが地下水位の低下、水中の塩素イオンと鉄イオンの増加の原因となっている。

このため、バンコク市南部の密集地区では、多数が廃井戸となっている。しかしながら、市の北部や東部ではこれらの井戸がまだ重要な給水設備である。

表 5.1 1人1日当り水需要量

年	家庭用 (ℓ/日/人)	商業 (ℓ/日/人)	工業 (ℓ/日/人)	公共 (ℓ/日/人)	漏水 (ℓ/日/人)
1980	180	138	39	21	77
1985	190	135	50	16	74
1990	200	131	61	12	71
1995	205	127	75	10	62
2000	210	124	92	8	48

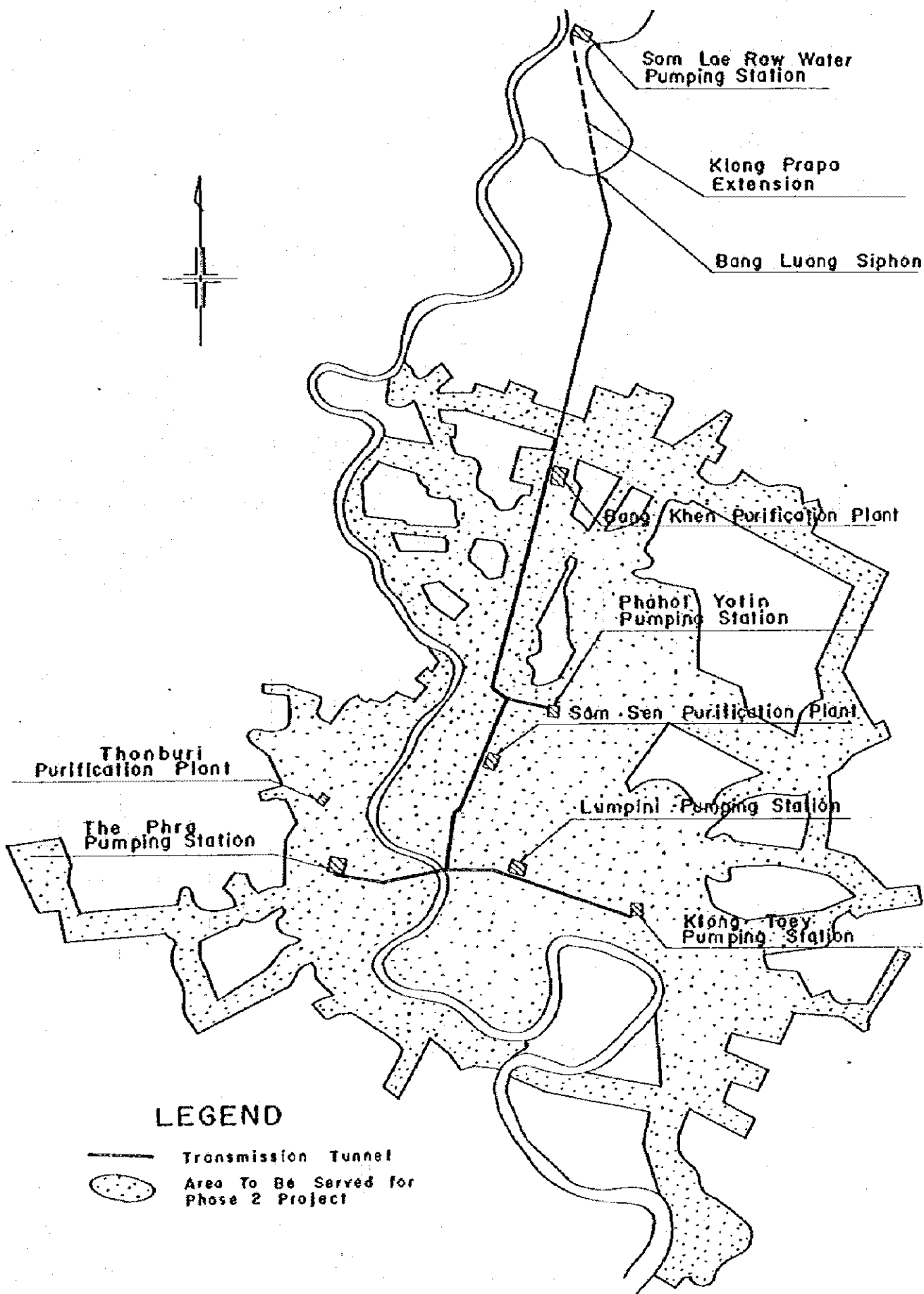


图 5.1 給 水 区 域

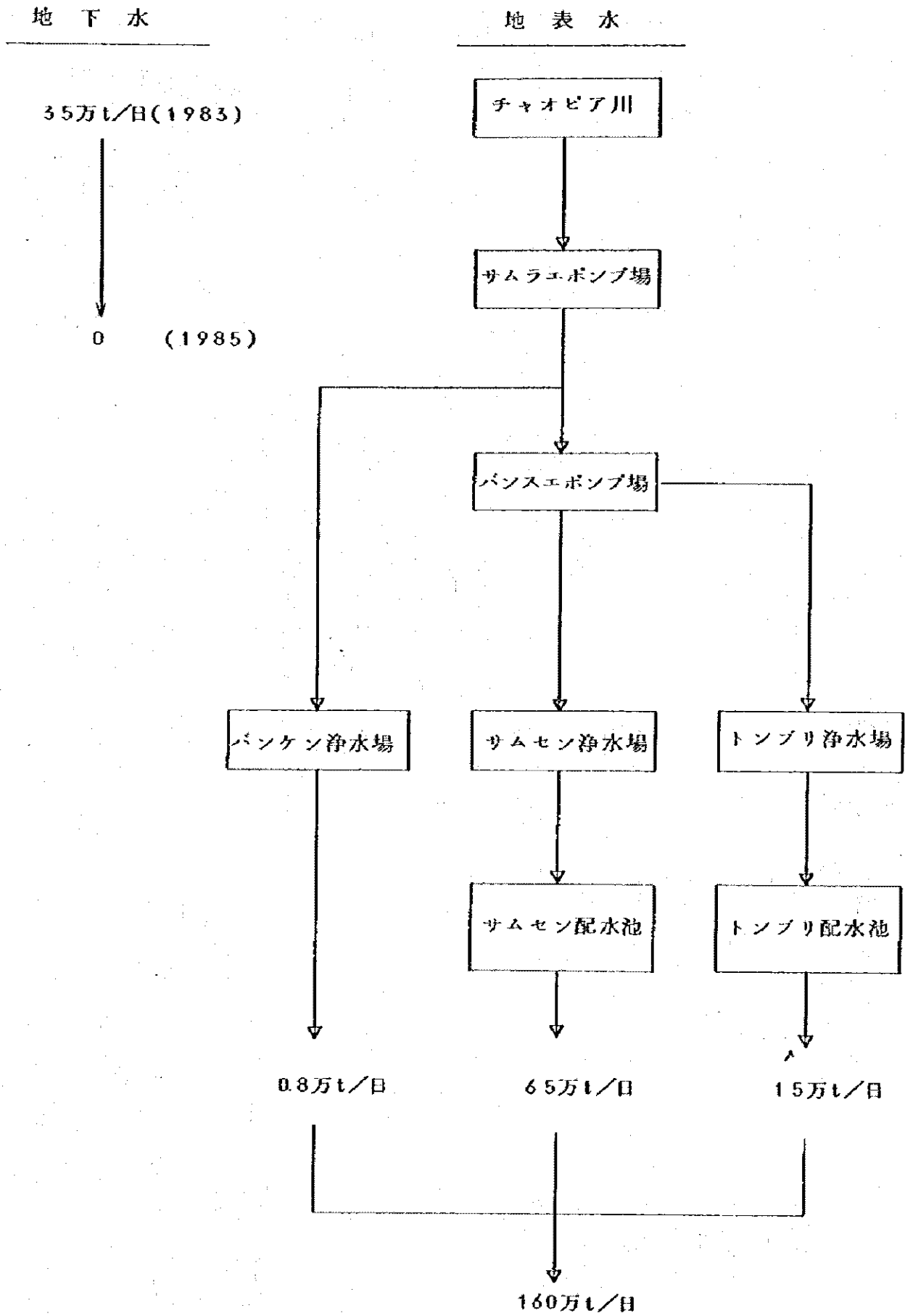


図 5.2 MWWA の給水系統

第6章 チャオピア川とクローン（運河）

6.1 チャオピア川

チャオピア川はタイ国を北から南へ流れ、その流域面積は177,000Km²に及ぶ。

バンコク市が位置する下流域の三角州は平担で河口から160Kmの地点までタイ湾の潮汐の影響を受ける。

チャオピア川の水は発電、灌漑、水道水源、漁業及び污水放流先等の多目的に使われている。

この20年ほどの間に、人口の増加や工業開発などによって下流域での汚染はひどくなり、特に乾期には溶存酸素濃度は0.2mg/l以下となり、年々ひどくなっている。

(a) 流 量

バンコクでの最小流量は4月から6月の間で、50m³/sec以下と観測されている。8月から12月にかけては通常1,000m³/secの流量があり最大流量は4,000m³/sec以上である。

(b) 潮 位 変 動

11月から1月にかけてタイ湾の潮位は平均潮位に対して大潮時の3.5mから小潮時の1.5mという変動巾をもつ。2月から4月までは変動巾は2.5mから1.8mと小さい。

(c) 断 面

CDMのレポートによればバンコクでのチャオピア川の最小巾は180m、水深20m以上である。

下流の湾から10Kmの地点では巾500m、河口で1,000mに拡がる。

(d) 水 質

環境庁は川の水温、DO、BOD、塩素イオン及び硝酸塩のモニタリングを行なっている。

水 温

水温は24℃から34℃で、最低水温はタイ国の冬といわれる時期の2月に観測され、最高水温は乾気の終りに当り、水量が少なく最も暑い4月に観測されている。

DO濃度

DO濃度は図6.1に示すとおりで川の流量によって変動する。ラマVI世橋とメモリアル橋の間での測定では流量が約200m³/secになるとDOは3mg/l~4mg/lに急速に落ち、更に流下するにしたがって増加する。このDO変動はバンコク市からの家庭や工場からの排水による有機

物の同化作用と再ぼっ気と海水の侵入による酸素供給によるものと考えられる。たとえばプラバ・ダエン地点に於る例では流量が $800 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以上になると DO 濃度は $2 \text{ mg}/\ell$ 以上に保たれている。

AIT が 1978 年に調査した結果によれば、メモリアル橋附近での 1 月から 4 月の期間の DO 濃度は $0 \sim 5.3 \text{ mg}/\ell$ を示しているが、 $2 \text{ mg}/\ell$ 以上を示すことは少い。

BOD 濃度

バンコクの中心地での BOD 濃度は $1.1 \text{ mg}/\ell$ から $7.9 \text{ mg}/\ell$ と測定された (図 6.1)、BOD 負荷とその同化作用が DO 濃度の低下の原因となり、BOD 負荷は低流量時には水生生物保存のための限界点に達する。

塩素イオン濃度

下流域での塩素イオン濃度は表 6.1 に示すとおりで、これは 1978 年の乾期に NEB と AIT が測定したものである。河口での河川水は標準海水の 50%、また、バンコク港 (河口から 25 ~ 30 Km 地点) では 15% の塩素イオン濃度を含む。

ラマワ世橋とメモリアル橋の間で塩素イオン濃度は上流のそれらよりもやや高い (表 6.1)、これは乾期に於ては河口から 50 Km の地点まで海水の侵入があることを示している。

硝酸塩濃度

硝酸塩濃度はメモリアル橋地点では 0 から $2.6 \text{ mg}/\ell$ である。これは汚水から生じるアンモニアの硝化と脱窒作用が起っていることを示している。前者は DO の低下を起し、後者は有機物 (BOD) の嫌気分解によって起る不快なにおいを緩衝する作業をもつ。

DO と硝酸塩の不足はこの緩衝作用が限界点に近づいていることを示している。

6.2 クローン

デルタ地帯の下流部には多くのクローンがあり、そのいくつかは自然のものであるが大部分は人工のものである。ほとんどのクローンは航行、灌漑、排水などに貢献している。

バンコクの中心地のクローンは (巾 1 m から 30 m まで種々のサイズのものがある) すべての雨水を受入れチャオピア川まで運ぶ役目をしている。クローンの流れは満潮時にはチャオピア川の逆流水の影響を受ける。クローンのあるものには土のうやゲート、水門などが設置され、水位

の調整を行なっている。

既存の主要なクローンは本来灌漑局の管轄下にあるが市内の小クローンはBMAが管理している。

バンコクを中心地のクローンは汚水によってひどく汚染されている。

(a) 汚染調査

計画区域内のクローンの汚染に関するデータを集めるために、1980年の3月から9月にかけてBDSの水質試験室によって採水と化学分析が行なわれた。

試験項目は生物化学的酸素要求量(BOD)、溶存酸素(DO)、大腸菌群、及び硫化水素(H₂S)である。BODは汚水の放流によって生じる有機汚染のうちの酸化可能物質の含有尺度となる。

DOは有機物質の同化作用と水生生物の残存の可能性を測る尺度となる。

大腸菌群は糞便による汚染の尺度で、飲料、洗濯、浴場その他に使用される水にかかわる保健衛生上の危険性をはかる。

H₂Sは汚水受入れにより生ずる極度の汚染を示すものであり、悪臭原因物質の一つである。

調査結果の詳細は付録Hに示す。

表6.1 乾期に於けるチャオピア川の水質

区間番号	河口からの距離	水 質 (1978年)					摘 要
		水 温	DO (mg/l)	BOD ₅ ²⁰ (mg/l)	Cl (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	
1	75-83	—	—	—	—	—	
2	71-75	—	3.9	3.1	12	20	
3	65-71	—	3.3	1.6	12	18	
4	61-65	—	3.0	2.3	13	19	
5	55-61	30.7	1.6	2.4	20	11	ラマIV世橋
6	50-55	30.6	1.6	2.7	27	0.8	
7	45-50	30.6	0.9	3.4	42	0.6	メモリアル橋
8	40-45	30.5	0.7	3.5	121	0.5	
9	35-40	30.5	0.9	2.9	548	0.6	
10	30-35	30.5	0.9	2.7	1,295	0.7	
11	25-30	30.5	0.8	2.9	2,630	0.6	バンコク港
12	20-25	30.5	1.1	2.8	3,379	0.4	
13	15-20	30.5	1.2	2.3	4,783	0.5	プラバデェン
14	10-15	30.5	1.9	2.2	6,419	0.2	サムット プラカン
15	5-10	30.5	2.7	2.4	8,229	0.1	
16	0-5	—	4.2	1.7	9,810	0.4	河 □

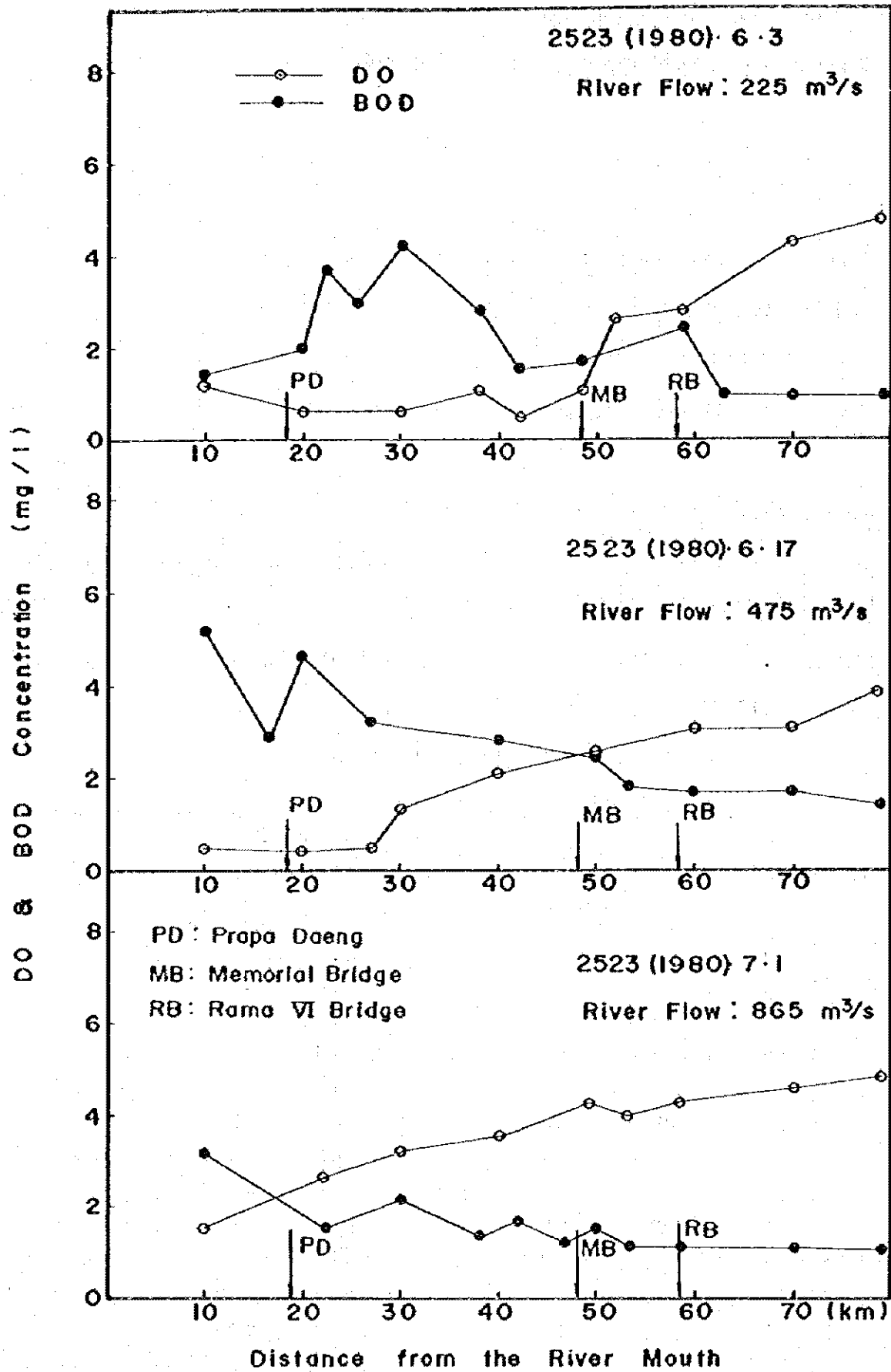


図 6·1 チヤオピア川の DO 及び BOD 濃度

(b) 現況水質汚染

調査したクローンの中でもバンコクを中心地のクローンの状態は最悪であった。これらは、クローンバンラムポーやクローンブレムプラチャコンを通してのフラッシュ時以外は、調査全期間を通じてDO濃度は0mg/lであった。クローンラジャボビットでは平均BOD濃度154mg/lで大腸菌群は100万/100ml以上であった。この他のワッテブタイド、オンアン、マハナック、パドンクルンカセム、サムセン、サンセブなどのクローンも最悪の水質状態にある。これらのクローンでは、嫌気性条件特有の悪臭を発し、色は黒色となっている。人体に有毒で構造物を腐食する硫化水素はしばしば高濃度となる。硫化水素に対する苦情はクローンの水をポンプアップする時にしばしば聞かれる。

クローンロードのBODは比較的低い。これはこのクローンが、チャオピア川の水でフラッシュされるからである。しかしながら、チャオピア川の溶存酸素がほぼ限界に達しているので、河川水でのフラッシュが理想的な手段とはいえなくなっている。

トンプリ側の小さなクローンも汚水によって汚染されている。しかし大きなクローンは潮によるフラッシュで比較的きれいである。

ただしチャオピア川の流量が小さいときはDO濃度0mg/lということもある。

第 7 章 人 口、用 途 地 域、交 通

人口と用途地域は下水道計画の基本となるもので、特に汚水流出量を予測する上で重要である。

そこで現況と将来の人口及び用途地域の予測を経済企画庁、内務省、水道局及び都市計画局等から得た情報を基に行なった。また交通事情も下水道のルート選びや、工事の面で重要な意味をもつものである。

7.1 人 口

(a) タイ国の人口

1941年以來8回の国勢調査が行なわれ、最も最近では1980年に行なわれている。しかし1980年の結果はまだ整理中であり、1970年の結果が最も新しいものである。地方行政庁(内務省)が住民登録票を基に表7.1に示すような人口予測を行なっている。

表 7.1 タイ国とバンコクの人口

年	タイ国の人口 (1000人)	年 間 伸 率 (%)	バンコクの人口 (1,000人)	タイ国人口に 対 する 率
1970	34,397	—	2,972	8.6
1972	38,359	5.6	3,169	8.3
1973	39,950	4.1	3,967	9.9
1974	41,334	3.4	4,130	10.0
1975	42,391	2.5	4,350	10.3
1976	43,214	1.9	4,546	10.5
1977	44,273	2.4	4,743	10.7

タイ国の将来人口は経済企画庁が「第4次社会経済開発計画(1977~1981)」の中で予測している。

第4次計画の目的は、国民人口の伸びを計画の当初年間2.5%、計画の最終年次で2.1%に減じることを目的としている。政府の代表者から成る人口問題検討会が表7.2に示すような人口予測を

行なっている。これは第4次計画の人口の伸びを、1981年で2.1%に減じるという方針にのっ
とっている。

表 7.2 タイ国の予測人口

年	人 口 (1,000人)	年 間 伸 率 (%)
1980	46,455.0	2.33
1995	51,301.5	2.00
1990	55,344.6	1.53
1995	59,579.2	1.49
2000	93,771.0	1.37

(b) バンコクの人口

1970年の人口調査の結果と住民登録は、市域の拡大につれてこの10年間に、バンコクの人口が68%も増えていることを物語っている。表7.3はバンコクの人口変動を示すものである。

表 7.3 バンコクの人口変動

年	市 域 (Km ²)	人 口 (人)	年 間 伸 率 (%)
1970	874.116	2,971,753	—
1971	874.116	3,045,300	—
1972	1,032.897	3,169,091	—
1973	1,558.405	3,967,081	—
1974	1,558.405	4,129,609	—
1975	1,558.405	4,349,494	—
1976	1,568.737	4,545,608	—
1977	1,568.737	4,742,774	4.3
1978	1,568.737	4,870,509	2.7
1979	1,568.737	4,999,515	2.6

表 7.4 に示すような将来人口予測が、1978年に MWVA によって行なわれている。

表 7.4 パンコクの予測人口

年	MWVAの予測人口 (1,000人)	年間伸率 (%)
1980	5,173.8	—
1985	5,887.9	2.6
1990	6,628.2	2.4
1995	7,325.4	2.0
2000	7,890.5	1.5

(c) 計画区域内の人口

パンコクの予測人口を基にして計画区域内の人口を予測し、これを過去の傾向と用途地域を考慮して各地区に配分した。

2000年の計画区域の全人口は表 7.5 と図 7.1 に示すように 560 万人、各地区毎の人口は表 7.6 に示すとおりである。

表 7.5 計画区域の人口

年	人 口 (1,000)	年間伸率 (%)
1980	4,040	—
1985	4,430	1.9
1990	4,820	1.7
1995	5,210	1.6
2000	5,600	1.5

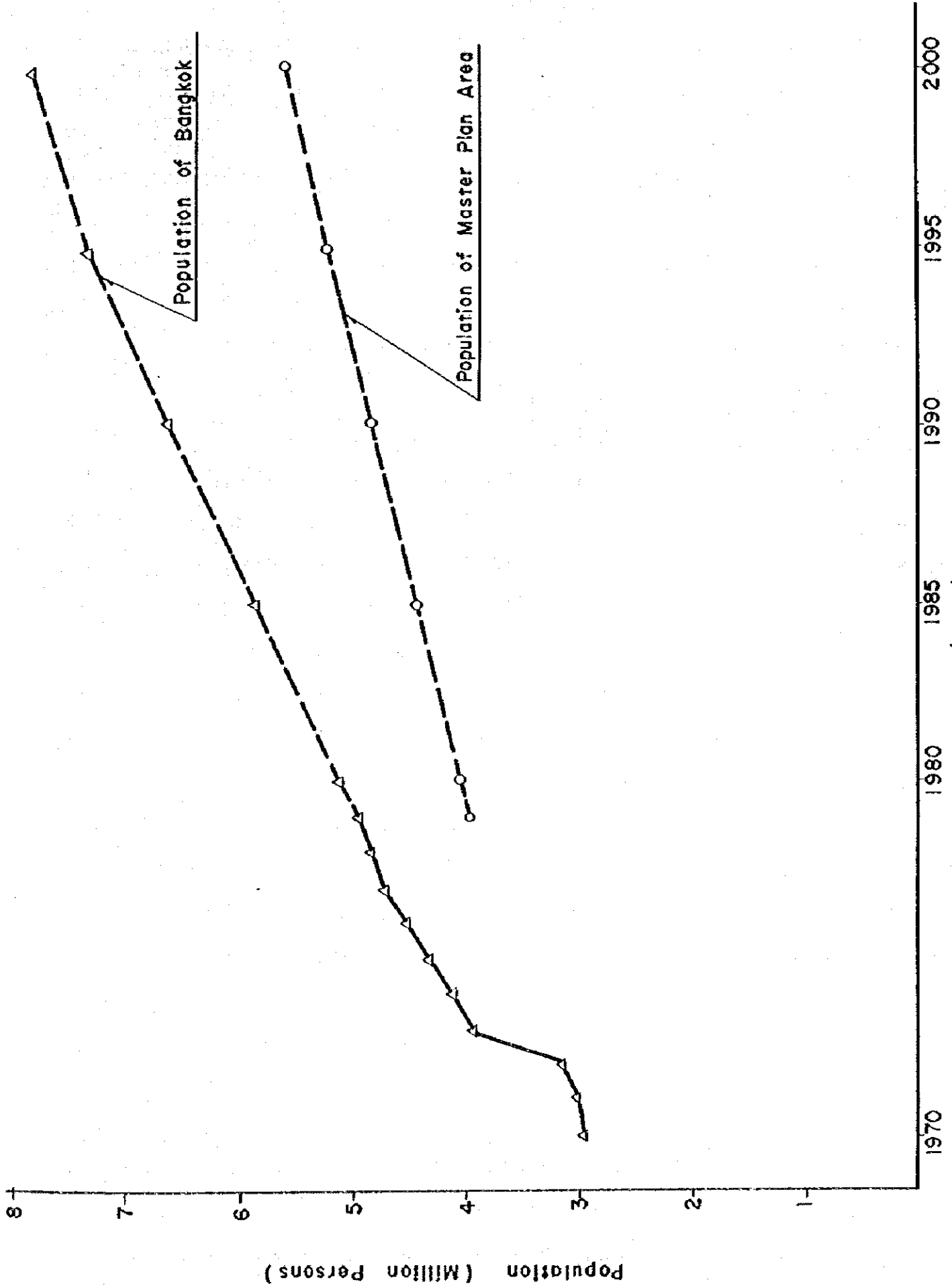


图 7.1 人口予测

表 7.6 計画区域内の地区毎の人口と人口密度

字 名	面 積 (ha)	1979年		2000年	
		人 口 (人)	人口密度 (人/ha)	人 口 (人)	人口密度 (人/ha)
1. プラナコン	476	124,854	262	108,000	227
2. ボンブラップ	248	194,299	783	161,000	649
3. バツンワン	790	233,050	295	233,000	295
4. サンバンタワン	122	78,151	640	67,000	549
5. バンラク	385	126,487	328	134,000	348
6. ヤンナワ	2,512	375,213	149	502,000	200
7. ドウツット	2,347	462,210	196	586,000	250
8. バヤタイ	1,686	514,177	304	590,000	350
9. フェイクワン	2,402	195,112	81	480,000	250
10. プラカノン	10,497	447,953	43	840,000	80
11. バンケン	3,220	148,606	46	289,000	90
12. バンカピ	5,915	145,783	25	525,000	90
13. トンブリ	826	256,740	310	289,000	350
14. クロンサン	523	140,943	269	104,000	200
15. バンコクノイ	2,257	378,817	123	456,000	200
16. バンコクヤイ	605	100,051	165	121,000	200
17. バンクンチャン	385	8,188	21	34,000	90
18. ラットブラナ	904	35,305	39	81,000	90
計	36,100	3,965,939	—	5,600,000	—

7.2 用途地域

バンコクの用途地域は住居、商業、工業及び公共用地の4つに分類される。中心地区は歴史的にも古く、ビジネス及び商業活動の中心として高度に開発され、市のみならず国の行政、経済の中心といえる。この中心市街地をとりまく区域は住居地域として利用され、放射状に発展を続けている。現況の用途地域は図7.2に示すとおりである。

BMAの都市計画部及び内務省の都市計画局は1990年を目標とした「大バンコク計画」(リッチフィールド)を見直し将来用途地域を予測した。これは未だ公認はされていないが将来予測の基本とはなるであろう。(図7.3)

図からわかるように市街地開発について多少の改革は見られるものの、旧市街地(中心地)は高人口密度の商業と住居地域の混合型として残るものと予測されている。バンラク地区は整然と区画されたビジネス街である。王宮、官庁ビル、軍施設、史蹟、国際機関などがある公共用地の大部分は現在のまま残される。

市の発展拡張は週辺地域へ広がる高速道路やチャオピア川に沿って続いている。最近の発展傾向は道路と川沿いに北方へ強い。他の地区よりもやや標高が高いという利点でナカンパトム地区の発展がめざましい。港や川に近く工業開発に適しているという理由で南方のサムランカ地区への発展も年々進んでいる。東方への発展も進んでいるがその進み具合はこの地に定期的起る洪水問題の解決にかかっている。

用途地域分けを次に示すように提唱する。

(a) 住居地域

住居地域を低密度、中密度、高密度の3クラスに分類する。

低密度地域は市街地の周辺の人口密度70~100人/haの地域で、土地付一戸建住居が大部分をなす。

中密度地域は人口密度100~250人/haで、中心市街地の周辺の地域で粗末な家並と庭付きアパートが多い地域である。

高密度地域は250人/ha以上の人口密度を有する市街地の中心部で、高層アパートと密集住居から成る地域である。

(b) 商業地域

商業地域は中心市街地商業、郊外商業、近隣商業の3つに分類される。中心市街地商業地域はクローンパドクランカセムとクローンロードに挟まれた古くからの市街地とアンブールバンラクのバンコク駅の東側に広がる地区に分けられる。郊外商業地域は郊外に開発され

た(もしくは計画されている)さまざまなショッピングセンターをさす。近隣商業地域は図でははっきり表わせないが、住居地域内にある商業地域である。

(c) 公共用地

公共用地は公共施設のために利用される用地と定義付けられる。これには官庁ビル、軍施設、宮殿、駅、国際機関用事務所などの用地である。

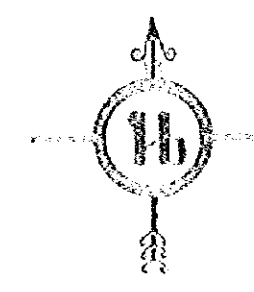
(b) 工業用地

工業用地には既存と計画の工場用地が含まれる。

7.3 交 通

国内の交通機関には飛行機、舟、鉄道及び道路がある。このうち飛行機、舟及び鉄道は用途地域と人口分布に密接な関係がある。道路システムは下水道管ルートを選定に直接関連する。

市街化区域内では道路システムはほぼ完成している。一方郊外には多数の計画道路があり、そのいくつかは建設中である。図7.4は主要道路網を示したものである。高人口密度と商業活動のために市街地は終日交通量が多い。だから下水道管は建設工事中に交通の障害にならないようなルートとしなければならない。



LEGEND








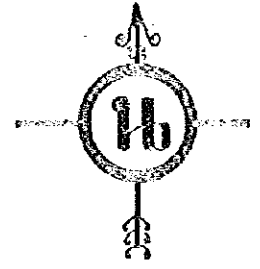







-  Housing Area
-  Commercial Area
-  Industry Area
-  Public Area
-  Park Area
-  Public Facility Area
-  Green Area



图 7.2 現況用途地域



LEGEND

-  Housing Area (High Density)
-  Housing Area (Medium Density)
-  Commercial Area
-  Public Area
-  Park Area
-  Green Area
-  Industry Area

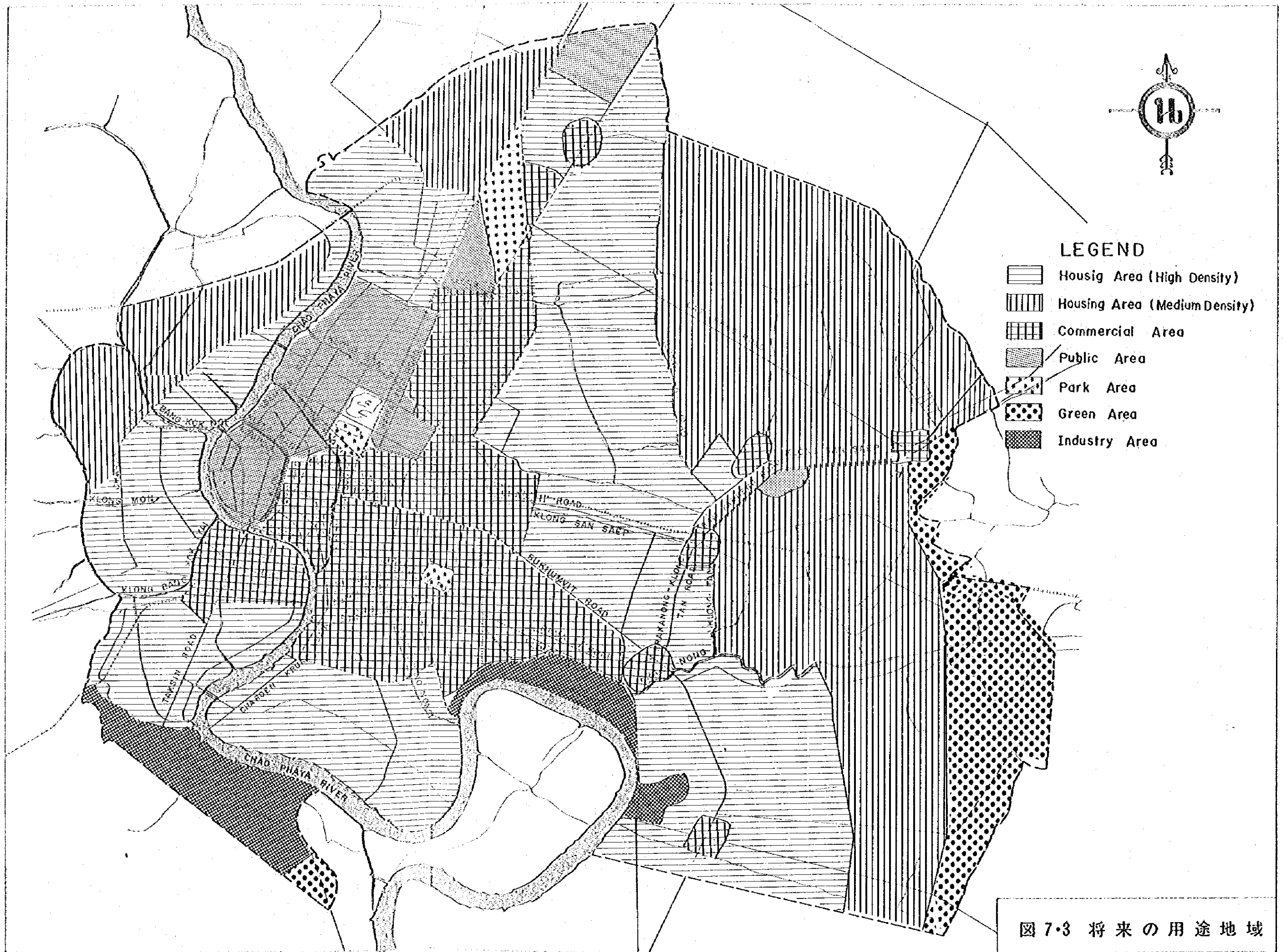


図 7・3 将来の用途地域

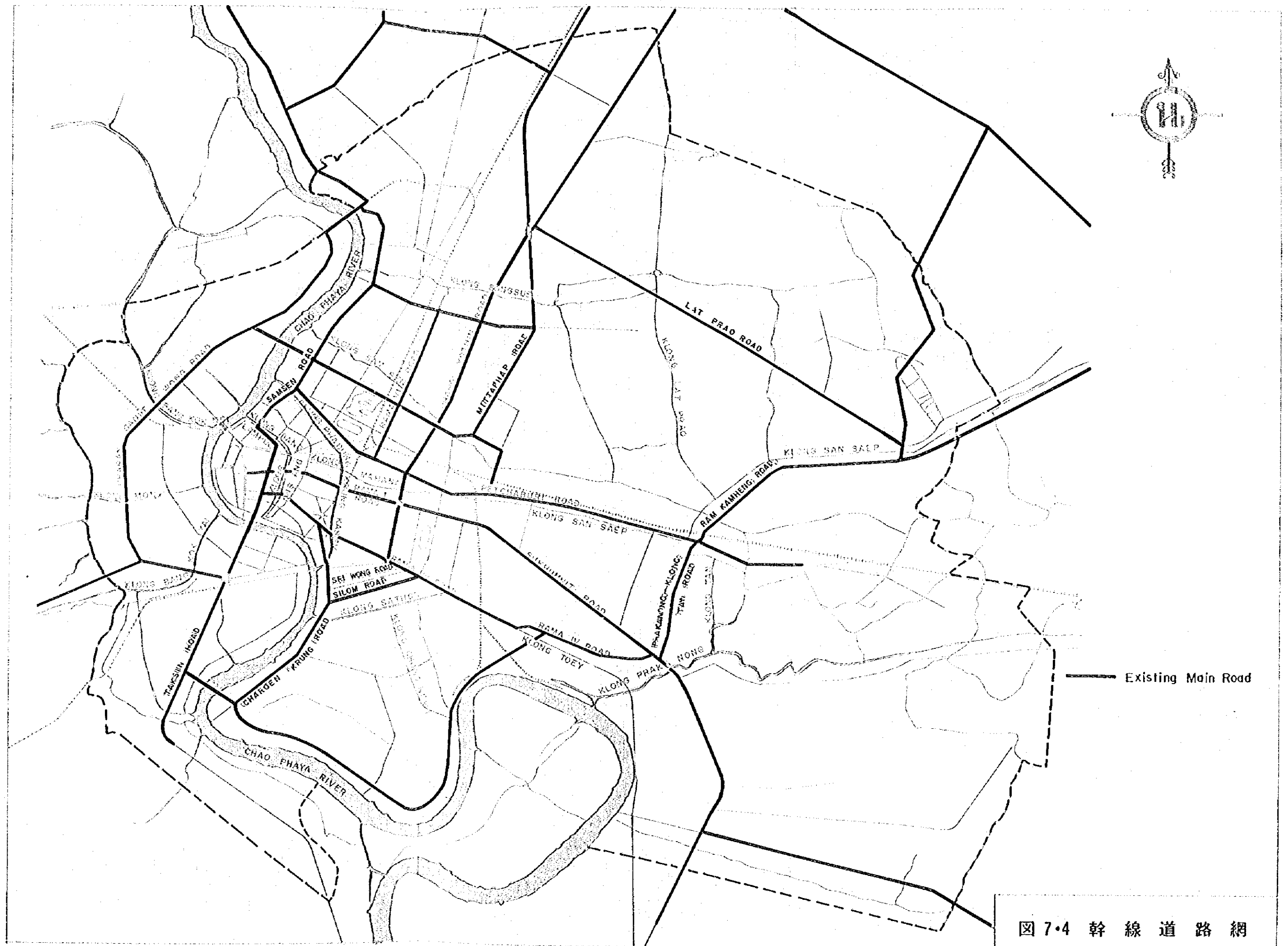


图 7.4 幹線道路網

第 8 章 汚 水 の 量 と 質

汚水の収集・処理施設の設計にとって種々の発生源からの汚水量と汚水水質は計画の初めに決めておかなければならない最も基本的な要素の一つである。

このレポートでは近隣商業と事務所街を含む住居地域からの汚水を「家庭汚水」と呼ぶこととし、中心市街地の商業地域からの汚水を「商業汚水」と呼ぶこととした。「工場汚水」は工場から出る汚水で「浸透水」は管のジョイントや割れ目などから入る地下水や誤接などによる流入水である。

8.1 家庭汚水と商業汚水

(a) 1人当り排出汚水量と水質の現況

現況の汚水量と水質に関するデータを得るためにフェイカンとワンプラバ両地区で1980年に調査を行なった。フェイカンは住居地区で、バンコクで最も進んだ下水道システムを持っている。このフェイカンの住宅団地と下水道システムは住宅建設局が建設したものである。ワンプラバはバンコクに於る典型的な中心市街地の商業地区で、雨水排水施設と各戸に浄化槽が備わっている。

調査結果から現況の家庭汚水と商業汚水の量及びBOD濃度は表8.1に示したように推定した。

表 8.1 現況(1980)1人当り汚水量

	住 居 地 域	商 業 地 域	計
1人当り汚水量(ℓ/日/人)	184	50*	234
BOD (mg/ℓ)	260	260	260
1人当りBOD負荷(g/日/人)	48	13*	61

* は1人当りの換算値

(b) 将来の家庭汚水と商業汚水

汚水量は水使用量で決まる。計画区域内の将来汚水量は水道局が1977年に完成させた給水計画を基にして推定できる。

水道局による給水計画は第5章の表5.1に示すとおりである。

将来の家庭と商業汚水量は表8.2に示すように推定した。

表 8.2 計画区域内の将来汚水量と BOD 負荷量

(x 1,000)

年	家 庭		商 業		計			
	流 量	BOD*	流 量	BOD*	流 量		BOD*	
	(m^3 /日)	(Kg/日)	(m^3 /日)	(Kg/日)	(m^3 /日)	(ℓ /日/人)	(Kg/日)	(g/1人)
1980	743	193	202	53	945	234	246	61
1985	842	219	217	56	1,059	239	275	62
1990	950	246	226	59	1,176	244	305	63
1995	1,032	268	240	62	1,272	244	330	63
2000	1,126	293	252	66	1,378	246	359	64

* BOD濃度を260mg/lと推定

8.2 工場排水量

都市計画部(BMA)と都市計画局(内務省)の都市域分散計画によってサムットプラカン、ラットプラナ、クローントエイ、バングポー、ラットクラベン、ナワナコン及びランシットの各工場団地が開発されている。これらの団地のほとんどは計画区域外にある。新しくバンコク及びその周辺地区に建設される工場はこれらの団地内に造られ、家内工業を含めた旧市街地内にある工場も団地内に移設されることが期待されている。

水質汚濁防止の観点から工場排水の放流は「工場法(1969)」を基に工業省によって取締られている。工場排水は表8.3に示すような放流基準を満足しなければ放流できないことになっている。事実、工業省は基準に反して有害汚水を排水した工場にその閉鎖を命じたことがある。

このような状況のもとで、計画区域内に点在する工場は下水道システムが完成する前に、彼ら自身の処理施設を持つことになることが予想される。一方、計画区域内に点在する小規模家内工業はスペースや財政的な問題で彼ら自身の処理施設を持つことは不可能と思われる。

工業省のデータ(表8.4)によればアユタヤからバンコクを経てサムットプラカンまでのチャオピア川沿いには248の主要工場があり、その10%が計画区域内にある。そして工場から排出されるBOD負荷量の約52.4%が工場法の取締りによる工場自身の処理施設で除去されている。

計画区域内の主要工場と工業省等によって推定されたBOD負荷量を表8.5に示す。

表 8.3 工場排水放流基準（工業省 1970）

項 目	基 準 限 度	摘 要
pH	5-9	
過マンガン酸塩値	60 mg/l	
溶解性固形物	2,000 mg/l	
イ オ ウ	1 mg/l	H ₂ Sとして
シ ア ン	0.2 mg/l	HCNとして
重 金 属	1 mg/l	Zn, Cr, As, Ag, Cu, Hg, Cd, Ba, Se, Pb, 及び Ni
タ ー ル	ナ シ	
油 脂 類	ナ シ	
Formaldehyde	1 mg/l	
フェノールとクレゾール	1 mg/l	
遊離塩素	1 mg/l	
BOD	20 mg/l or 60 mg/l	基準は担当者が決定するが 60 mg/l を越えては ならない。
水 温	40℃	
色とにおい	不快でない程度	

表 8.4 アユタヤとサムトプラカン間のチャオピア川
沿いにある主要工場の業種、数、BOD負荷

業 種	工 場 数	BOD 負 荷		独自処理による 除 却 率 (%)
		原 水 (Kg/日)	放 流 水 (Kg/日)	
蒸留酒製造業	5	68,000	36,030	47.0
醸 造 所	2	10,932	5,813	10.2
製 紙	12	31,875	27,995	12.2
染 色	26	2,833	1,203	57.5
飲 料	11	—	330	95.4
植 物 油	10	548	524	4.5
そ の 他	182	50,000	4,500	91.0
計	248	168,590	70,595	52.4

計画区域内工場排水の流量とBOD負荷はそれぞれ50,000m³/日と15,000kg/日と推定されこれらは約13ℓ/日/人と4g/日/人に相当するものとみられる。

各種小規模家内工場は計画区域内に約10,000戸存在するものとみられている。これらの工場から排出される汚水量と負荷は、家庭汚水と分離して推定することは不可能なので、家庭汚水に含めて検討する。その量と質からして家庭汚水と合併処理することが除去効率の面でも経済性の面でも有利であろう。

しかしながら可燃性物質、オイルやグリース、沈降性物質、有毒物、及びpHの低いまたは高い水などを含む汚水は前処理をして許容できる濃度にし、下水へ放流するようにすべきである。なぜならそれらの有害物質は下水道システムの維持管理に支障をきたすからである。

8.3 浸透水等

浸透水等の量が下水管、ポンプ場及び処理施設等の付加的容量増加を招き余分な運転費を増やすことになる。したがって管のジョイントは地下水の浸透をできるだけ防ぐようなものとする。既存の管を利用する場合には亀裂の入った管、ゆるんだジョイント、漏水のある人孔などは補修する。

浸透水の量は集水区域の地形、使用する管とそのジョイントの形、既存管の状況等を考慮して決定する。準幹線以下の小口径管については管種に関係なく71m³/日/Km程度が普通とされる。また、管径や工事の功拙によって24~95m³/日/Km(ASCE-WPCF Manual, 1974)という説もある。

管の延長を200m/haと仮定するとこの値は4.8~19m³/日/haとなる。日本の下水道施設設計指針によれば浸透水等は設計汚水量の10~20%とされている。

これはピーク流量に対して3.8~7.6m³/日/haに相当する。

バンコクでは地下水が高いことや既設管を利用していくことなどを考え合わせて、日本の指針の最高値である7.6m³/日/haを採用する。

8.4 設計流量とBOD負荷

表8.2に示した2000年の値を基に設計流量とBOD負荷量を計算し表8.6に示した。

家庭汚水(近隣商業と事務所汚水を含む)は1人当り汚水量で計算する。

商業汚水は図8.1に示す商業地域について見込む。

工場排水は、小規模工場排水は近隣商業汚水に含めることとし、工業省がリストアップしている

工場はこの下水道計画に含めないものとする。

表 8.5 計画流量と BOD 負荷 (2000 年)

家 庭 汚 水		商 業 汚 水		浸 透 水 等
流 量 (ℓ/日/人)	BOD 負 荷 (g/日/人)	流 量* (m ³ /日/ha)	BOD 負 荷 (Kg/日/ha)	流 量 (m ³ /日/ha)
201	52	116	30	7.6

* 日平均流量

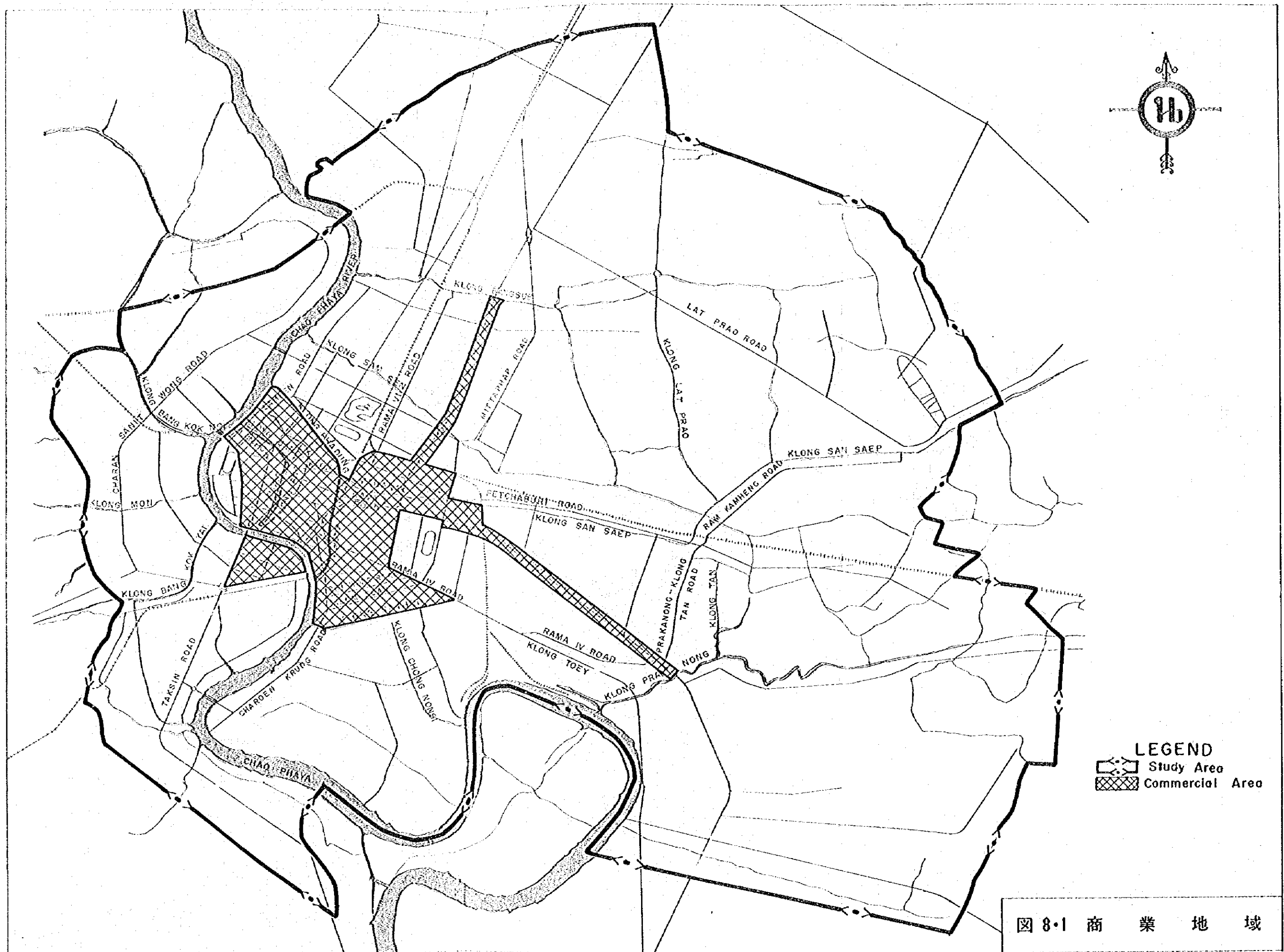


图 8.1 商 業 地 域

第 9 章 設 計 基 準

9.1 設 計 年 次

下水道計画は 2,000 年における土地利用、人口、汚水量を基に行なう。

9.2 管 渠

(a) 最 小 口 径

公共下水道汚水管の最小口径は 200 ㎜、取付管は 150 ㎜とする。

(b) 設 計 流 量

汚水量の変化は、1 日を通じて、午前 2 時から午前 6 時の間は、流量が少なくそして朝や夕方集中的にピークが起きている。

汚水管の設計は、2,000 年におけるピーク流量で行なう。バンコクにおけるピーク流量と日平均汚水量の関係は CDM によって推定されており、これを図 9.1 に示す。

諸外国における、日平均量に対するピーク流量の比率を図 9.2 に示す。これらの結果より CDM が推定したものは適当と考えられる。

(c) 流 速 公 式

次式に示す、マンニング公式を採用する。

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

ここで、V：流速 (m/sec)

n：粗度係数 (表 9.1 を参照)

R：径深 (m)

S：勾配

管種と粗度係数

表 9.1 管種と粗度係数

管 種	粗 度 係 数
アスベストパイプ	0.013
陶 管	0.013
プラスチックパイプ	0.010
コンクリートパイプ	0.015

(d) 流 速

管渠内の流速は、最小流速を 0.6 m/sec とし最大流速を 3.0 m/sec とする。

(e) 勾 配

各管径毎の必要自己掃流流速に対する最小勾配を表 9.2 に示す。

表 9.2 各管径毎の必要自己掃流流速に対する最小勾配

管 径 (mm)	流量 (m^3/sec)	必 要 勾 配
200 (A・S・P)	0.019	0.00320
200 (P・P)	0.019	0.00190
300 (C・P)	0.043	0.00256
400 (")	0.076	0.00175
500 (")	0.118	0.00130
600 (")	0.170	0.00102
800 (")	0.302	0.00069
1,000 (")	0.471	0.00051
1,200 (")	0.679	0.00040
1,500 (")	1.061	0.00030
1,800 (")	1.527	0.00023
2,000 (")	1.885	0.00020
2,400 (")	2.714	0.00016
2,800 (")	3.695	0.00013
3,000 (")	4.241	0.00012
3,400 (")	5.447	0.00010

注) A・S・P : アスベストパイプ

P・P : プラスチックパイプ

C・P : コンクリートパイプ

(f) 硫化物対策

硫化物による侵食の対策として管渠の設計および建設に対し、以下の事を考慮する必要がある。

- 設計流速は約 0.60 m/sec 以上とする。
- 小口径には、陶管やプラスチックパイプを、中口径には、管厚の大きいコンクリートパイプを、又大口径には、耐食ライニング材を施す。

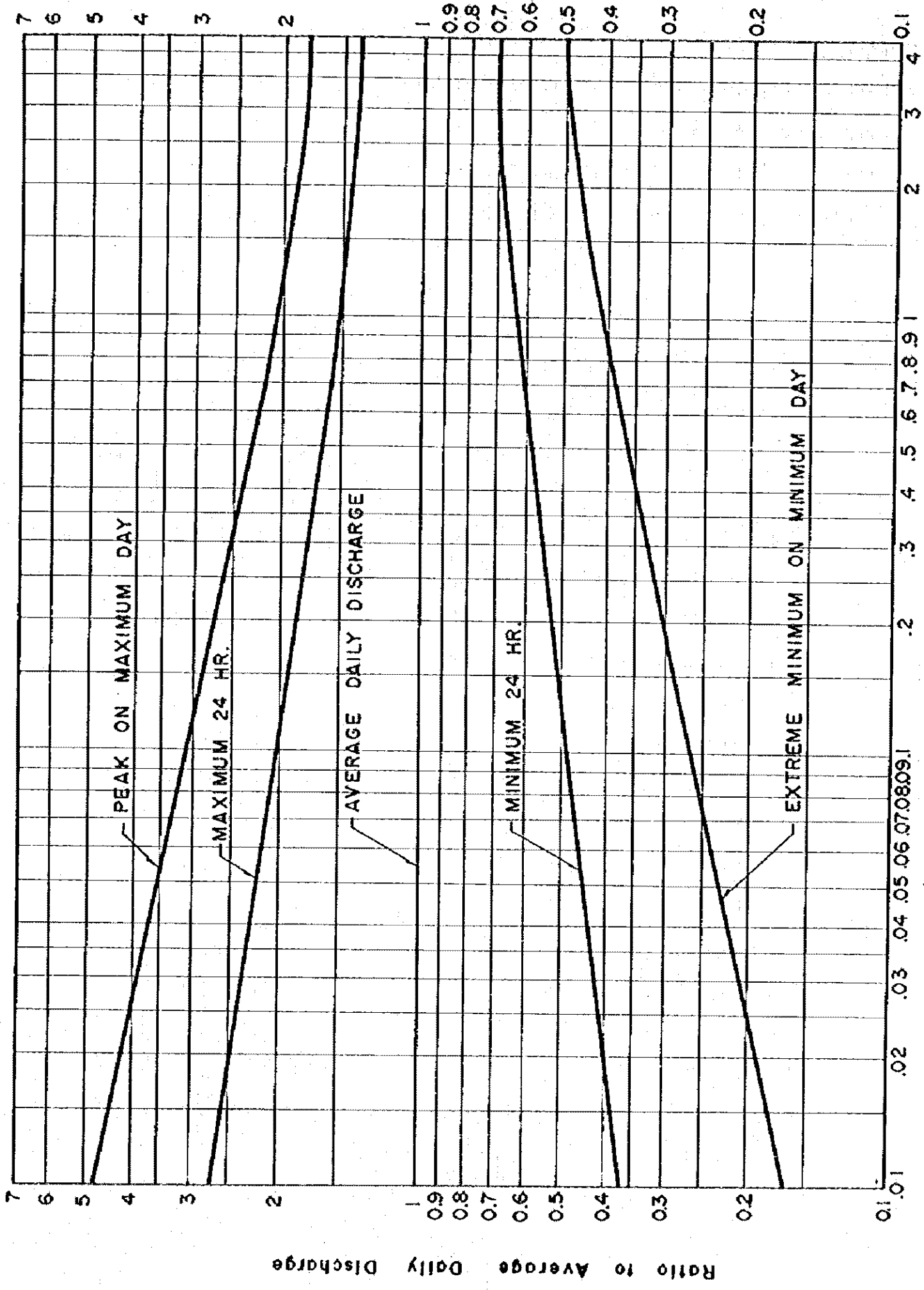


图 9.1 污水量变动曲线
Average Daily Discharge of Sanitary Wastewater (m^3/day)

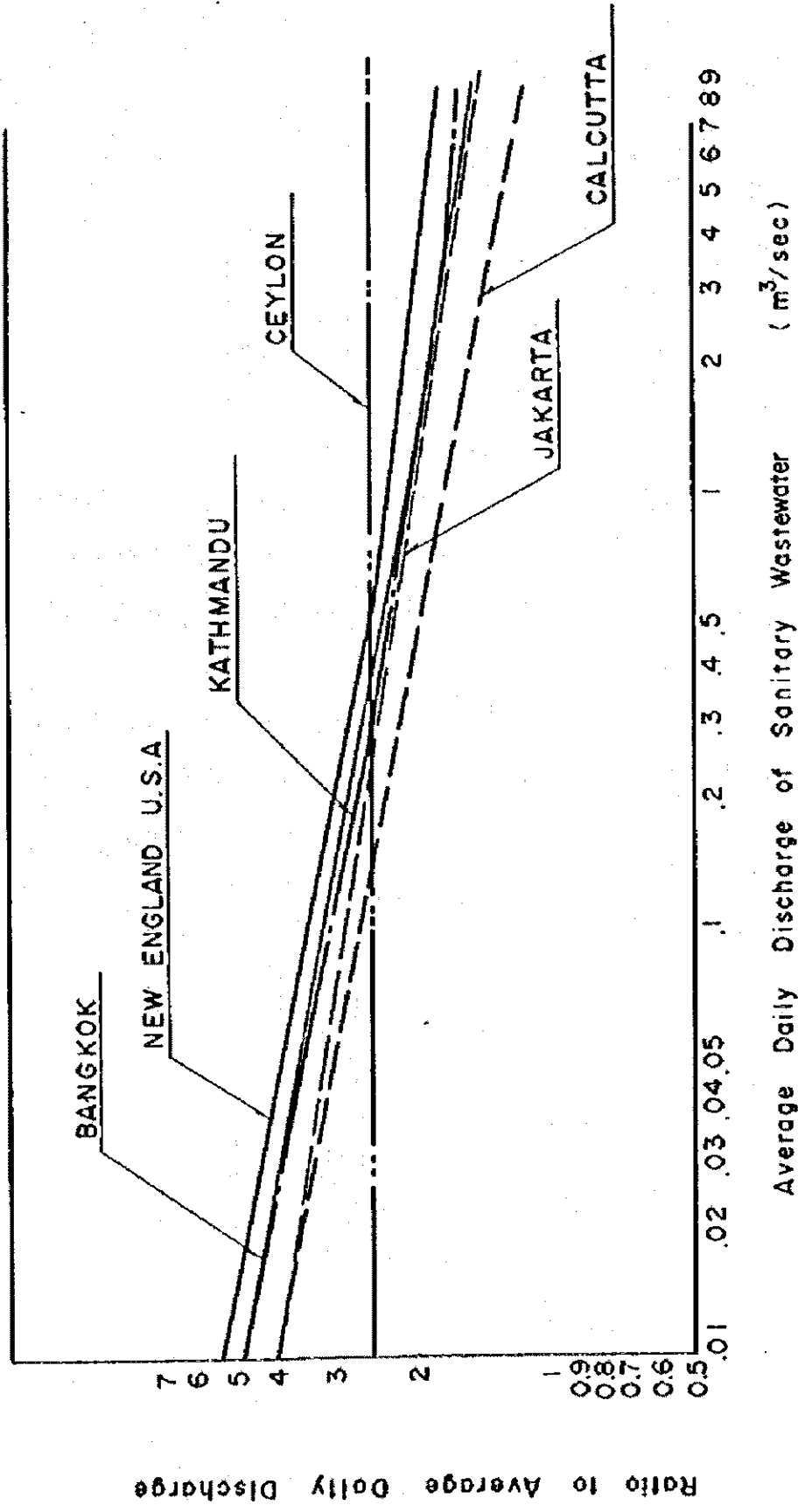


図 9.2 月平均ピーク流量

9.3 マンホール

マンホールは、管渠の接合部、断面や勾配の変化部に設置する。マンホールの設置最大区間距離は次のとおりとする。

管 径 (mm)	最大マンホール区間距離 (m)
200 ~ 500	60
600 ~ 800	90
1,000 ~ 1,500	120
1,650 ~	200

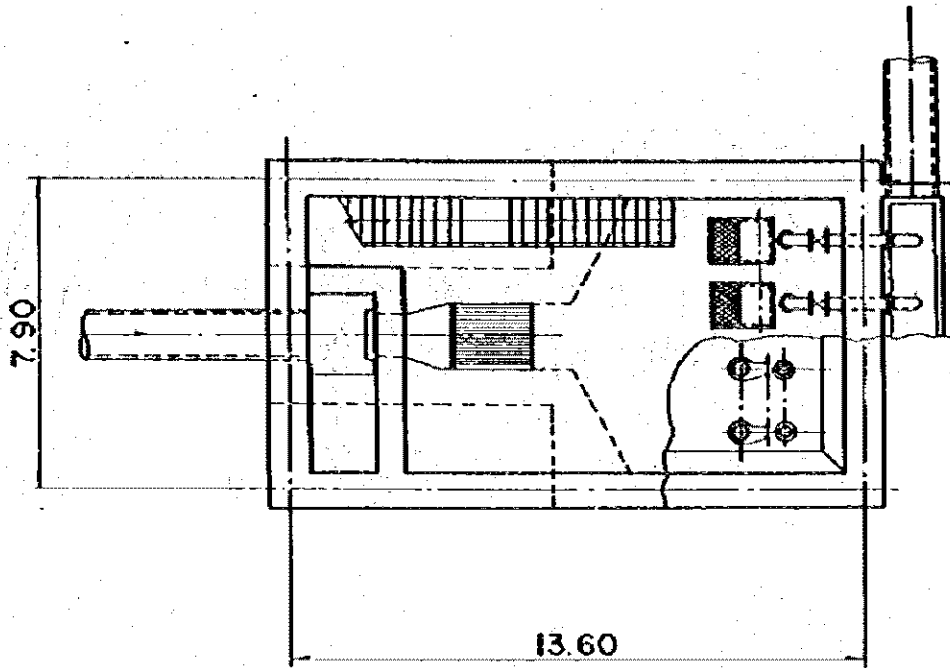
9.4 ポンプ場

ポンプ場容量は、ピーク流量を基本とする。なぜなら管路施設はピーク流量を運びうるように設計されているからである。ポンプ場のポンプやモーターは、管理が容易なものを設置する。構造物は最終的な規模で計画し、ポンプ及びその付属機器及び電気設備は建設段階を考慮しながら設置を計画する。

バースクリーンは通常ポンプ保護のため揚水する前に設置する。分流汚水ポンプ場には、沈砂設備は必要がない。この理由は、分流式汚水施設には、砂の流入が少ないからである。その上、沈砂設備は高価であり又、臭いや除砂の管理が難しい。適当なポンプを計画し建設すれば、羽根車の取換えは、沈砂設備の設置、管理費より安い。

代表的なポンプ場配置図を図 9.3 及び 9.4 に示す。

Floor Plan



Section

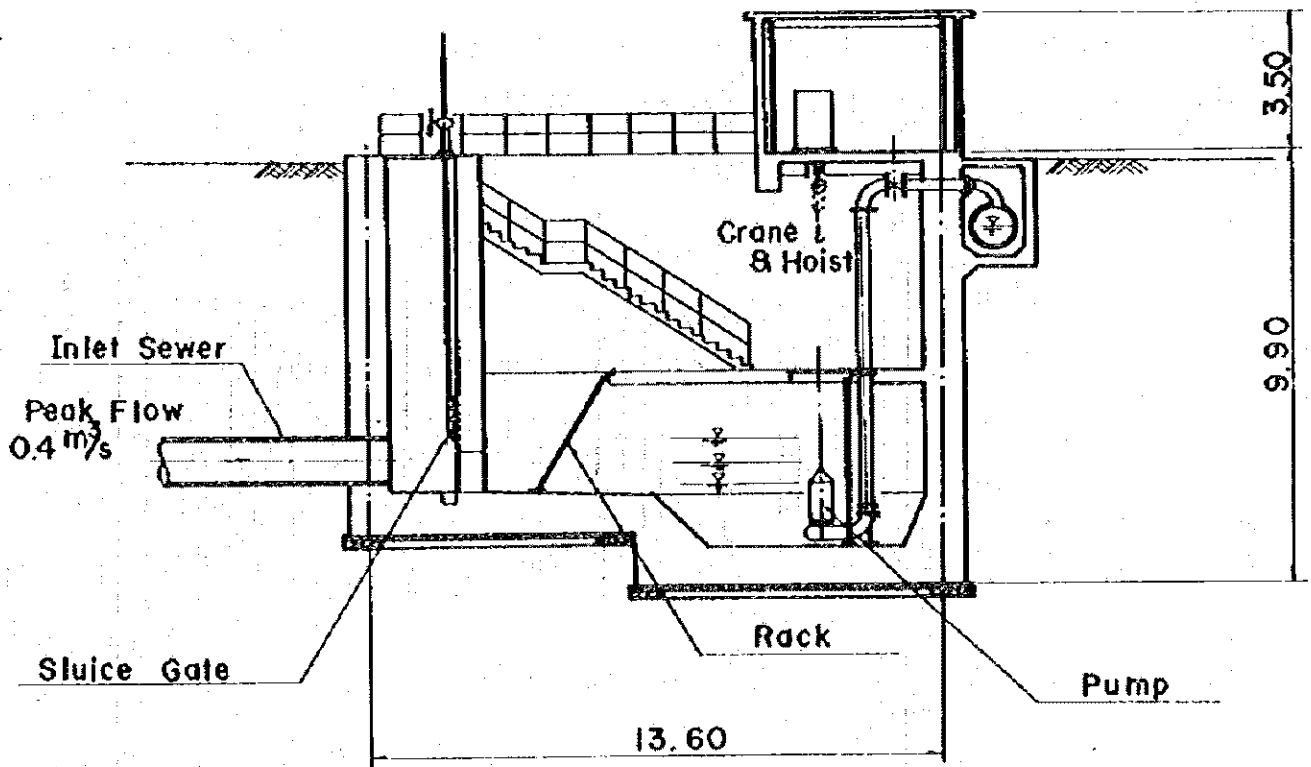


図 9・3 汚水ポンプ場構造図 (その1)

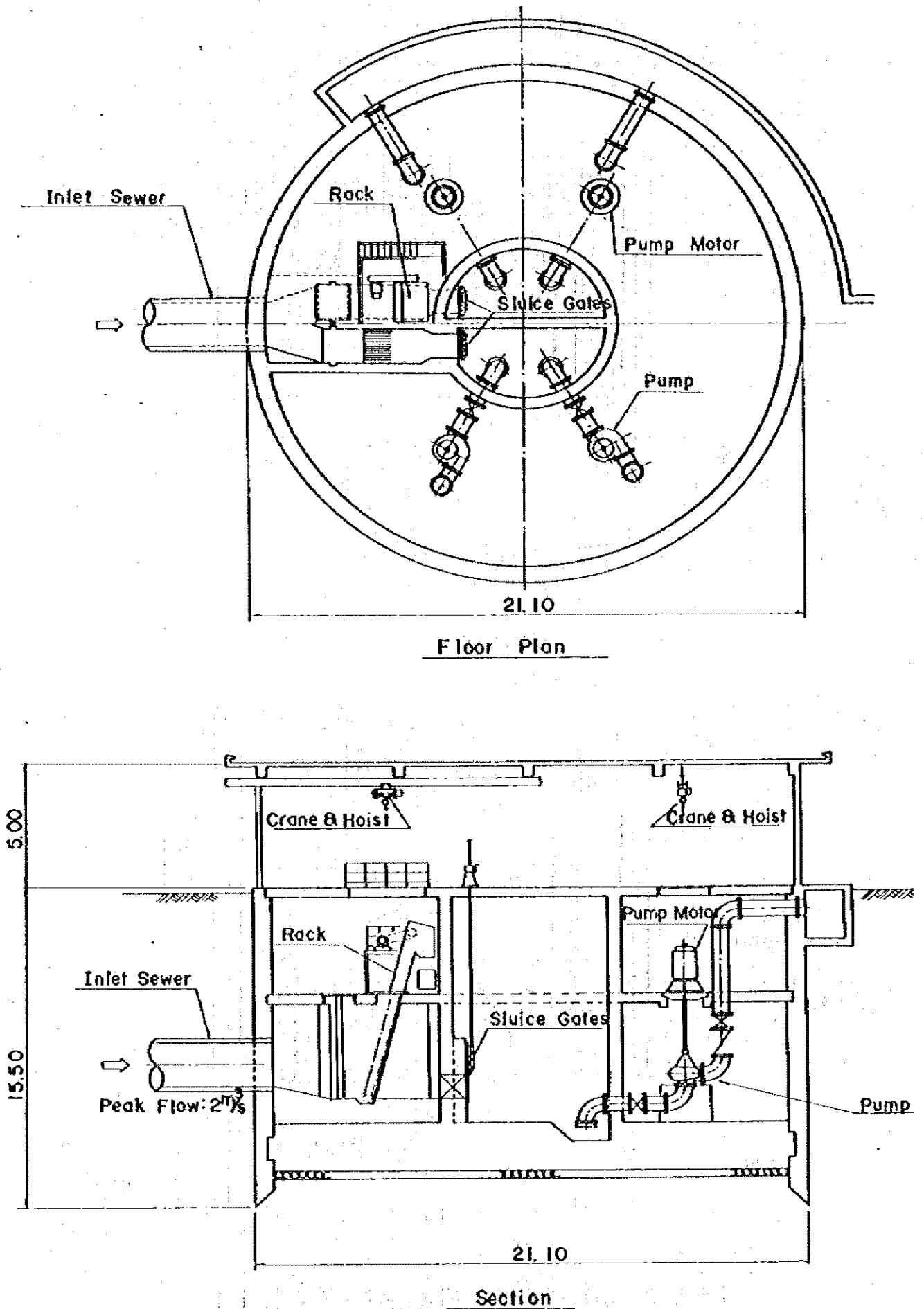


図 9・4 汚水ポンプ場構造図 (その 2)

第 10 章 合流式と分流式

10.1 総 説

水質汚濁防止対策としては、分流式が有効であることは明白である。しかしながら以下の状況下では、合流式の方が分流式より有効である。

- (a) 污水管と雨水管を布設すべきスペースが十分でないとき。
- (b) 雨天時において、受け入れ水域が汚濁量を許容出来るとき。
- (c) 雨水および雑排水を受け入れている既存排水管渠が合流管として利用出来るとき。

この章では、バンコク市における分流式の長所・欠点を評価する。そこで、以下の点が考えられる。

- (a) 分流式下水道と合流式下水道の違い
- (b) 費用比較
- (c) 越流下水量と遮集容量
- (d) 他の要素から見た下水道方式の選択

10.2 合流式と分流式の長所・欠点

合流式において、雨天時の合流下水量を全量処理する事は、非常に大きな容量となるため、処理施設へは、全量流入させない。従って合流下水道の一部を処理施設へ、その他は、直接河川や他の水域へ放流するものである。

越流水は、比較的有機物質濃度の高い汚水と、低い濃度の雨水の混合である。バンコクのように、もし汚水が比較的大きな雨水量に希釈される場合、受け入れ水域の汚染影響は小さいと考えられる。バンコクでは、降雨強度が高く、希釈する雨水量が比較的大きい。

分流式は、し尿や、家庭排水、商業排水、工場排水、事務所排水を収集し、又少量の雨水および地表水をも流入する。

この方式は、地下水や地表水のわずかな希釈を伴う汚水を収集し、その全量を汚濁物の除去のため処理するものである。

他の方式としては汚水がある地区では雨水管によって又、その他の地区では污水管によって集める分流式と合流式の組合せがある。

この方式の長所と欠点は、合流式の場合と同じであるが、汚水が既設管に流入し、常に近傍水域を汚染している地区では、特に有効である。

既設管からの汚水を遮集管を用いて収集する事によって、晴天時汚水を最終処分地まで導く事が出来る。また、分流汚水管の費用なしで、水路から汚水を排除できる。これに加えて、部分的な分流、合流式は地域の状況や開発計画段階で枝線を布設する事が困難な場合非常に有効である。さらに、合流式とは異なり、部分的な合流方式は地域の状況が変化したり、枝線等の建設が財政的に可能になった場合、完全分流式に転換出来る。

10.3 方式選択の基本的な考え方

バンコクにおける最適な排除方式の決定にあたり、下水処理方法、降雨特性、地形、水利用、生活様式、その他自然現象等を考慮する。

方式を選択するために以下に述べる評価を行なった。

- (a) バンコクの排除方式を選択するとき影響する基本的要因は、CDMによって策定されたマスタープランにも指摘されている様に、既存排水施設がある事である。既存の水路、河川が改修されれば、雨水流出量に対しては十分に排水出来るため、新しく大きな断面の管渠を布設するという合流式は適当でない。一般的に、雨水排水施設を有する都市では、合流式は受け入れがたい。
- (b) 中心地区において、既存排水施設からし尿を除く汚水を含めた雨水が直接河川や水路へ流出している。これは、不十分な合流式と考えられ、これら施設を分流式に転換することは、少なくともさしあたりは現実的でないと思われる。
- (c) バンコクの水質汚濁現況調査では、チャオピア川や水路は、汚水によってひどく汚染されている事を示している。そこで、分流式にすることにより、現況の水質汚濁を改善でき、又、環境改善の基となるであろう。
- (d) バンコクの交通状況から、特に中心地区において、管渠の工事中は交通障害や活動への障害が引き起されるであろう。この様な点では、合流式の建設がすぐれている。
- (e) 一般的に、合流式の最大の欠点は、雨天時に放流水域へ未処理の下水が越流するため、汚染を引き起すことである。しかしながらバンコクの場合、雨天時は下水管へ流入する汚水は多量の雨水に希釈される。従って、越流下水による河川、水路への汚濁影響は小さいと思われる。
遮集容量を晴天時汚水1倍量のときは、汚水量の約2.7%、6倍量のときは約0.7%が越流する。この差はわずか2%である。(付録Bを参照)
- (f) バンコクの地下水位は、非常に高く雨天時は地表と1m位の間にある。このことは、深い幹線の建設を非常に難しくするであろう。

(g) 他の要因としては、人口集中地区における下水管建設の必要性とプロジェクトの財源確保等が排除方式の選択に大きく影響すると考えられる。

10.4 費用比較

一般的に、分流式の方が合流式より有利であるが、費用面では、地域の状況により異なる。そこで費用比較をバンコクの地域状況を考慮して行なう。

分流式と合流式を比較するとき、以下の事を考慮する。

1) 分流式では、汚水管と雨水管の両方が必要である。

2) 合流式では、管網は1系統であるが、家庭下水の取付けを考慮するため、しばしば、雨水管の深さより深くなる事がある。

(a) モデルスタディー

費用比較するために、バンコクの中心地区を例にとり行なう。(付録Cを参照)

結果を表10.1に示す。

表10.1 モデル地区による費用比較

案	条 件	建設費(百万バーツ)
1	分流式：既設管があり、これら全てを分流式雨水渠として利用する。	303
2	分流式：既設管がない	1,695
3	合流式：既設管があり、これらを合流管として利用する	191
4	合流式：既設管がない	1,738

注) モデル地区面積は900 haである

遮集容量は晴天時汚水の1倍量とする。

費用比較の結果：

2案と4案の建設費を比べると、合流式が分流式より高い事を示している。しかしながらこれらの差は小さい。もし、雨水の放流先である水路がなく、分流式で大断面の水路を必要としたときは、合流式より費用が高くなる。従って、費用面から一概には、どちらがす

ぐれているとは言えない。分流式と合流式の有利性は、地区により又状況により異なると考えられる。

最も費用がかからないのは、3案の様に、既設管を合流管として利用し、遮集管のみを建設する場合である。その次は、1案の様な既設管を雨水管として利用し、污水施設を建設する場合である。

(b) CDMによる比較

CDMが策定したマスタープラン報告書では、代表地区としてConstruction-Government地区、Sathorn Triangle地区、Pathum Wan地区、Bonkai地区、Bang Kapi地区そしてThonburi地区を選び費用比較を行っている。

以上の6地区における分流式、合流式での建設費用を表10.2に示す。

表10.2 CDMによる費用比較

地 区	建設費(百万バーツ)		1968年価格
	分流式	合流式	合流式に対する分流式の比率
			(%)
1. Construction-Government	464.0	532.5	115
2. Sathorn Triangle	229.5	184.9	81
3. Pathum Wan	306.5	498.0	163
4. Bonkai	4.5	9.4	210
5. Bang Kapi	242.8	312.0	129
6. Thonburi	126.6	168.3	132
計	1,373.9	1,705.1	124

費用比較の結果:

CDMの結果より、全体費用で合流式は分流式より約24%程高い。しかしながら、Sathorn Triangle地区では、合流式が分流式より安い。これは、とりもなおさず、分流式と合流式は地区によって有利性が異なる事を示している。

(c) 費用比較の結論

水路等が雨水排水に利用出来るところでは、分流式が合流式より経済的であり又、水質汚濁でも有利である。しかしながら、経済面から見ると、分流式污水管が出来るまで遮集管によっ

て汚水を流し既設管を有効に利用する事が望ましい。

10.5 結 論

既存排水施設の調査や種々の検討を基に、排除方式は基本的には分流式とする。しかし、中心地地区においては、分流式污水管が設置出来る時期まで、既設管を利用した暫定合流式とする事とする。

本計画では2000年次の設計水量で設計する。遮集容量は晴天時汚水の1倍量とし、これを処理施設まで流入させる。既設管は家庭からの雑排水を受け入れ、遮集管へ接続する。雨天時においては、遮集汚水以外は放流水域へ越流させる。

第11章 下水処理と処分

タイ国においては、スタビリゼーション Pond、エアレーテッドラグーン、オキシデーションデッチ、散水汚床、回転円板、長時間曝気および標準活性汚泥プロセス等の処理法が国や研究機関によって調査、研究され、工場排水および家庭下水処理のため工場や住宅団地に設置されている。

本章では、下水処理法と汚泥処分の必要性および各処理法の特性を検討し、本計画での最適な処理法を選択する。検討する事項は処理、維持管理および処理施設の必要敷地に関連する技術面と建設や維持管理の費用とする。検討に際しては次の点も考慮に入れる。

- (a) 放流水域の状況
- (b) 下水の特性
- (c) 処理施設位置の状況
- (d) 建設費、維持管理費
- (e) 維持管理の技術

11.1 放流水域

中心地区の下水は、通常未処理で、既存排水施設から水路へ排水されている。この結果、これらの水路は、非常に汚染され悪化している。もし、水路等へ放流する前に下水をカットできれば水路等の汚染は軽減されるであろう。しかし、カットした下水を未処理で放流するならばますます汚染が進むことになる。

厚生省による報告書では、発生する汚濁物質の50%は水路等排水施設に蓄積し、残りはチャオピア川に流出するとしている。この値は、下水道整備によって変わり、例えば、未処理で放流するとすれば100%、標準活性汚泥法のような処理をすれば10%の汚濁物質が流出する。水域の水質保全に下水処理が大きな役割をもつ事は明白である。処理の程度は、放流水による影響と計画区域内において最大効果を生ずる経済性とによって決定される。

第6章および付録Hに述べるとおり、1968年のCDMのレポートによればチャオピア川は、低水量時には、溶存酸素量がゼロに減少している一方、硝酸塩濃度はまだ充分であり、BODの増加量が100,000 kg/日以下では不快臭を発生しないとしている。しかし最近のNEBの調査によれば1978年3月に硝酸塩濃度が0を記録している。又、同レポートで

は、河川が不快な状態となる限界人口を3,500,000人としているのに対し、第7章で述べている様に1980年の計画区域内人口は4,040,000人に達している。

チャオピア川における水質管理計画のための数学モデルがNEBとAIT(1978年、1980年)によって作成されている。この計算プログラムには、BODとDO濃度および最適BOD負荷量の計算モデルが含まれている。しかしながら、このモデルは、まだ不完全なため、本計画に採用する事は出来ない。これは、このモデルの河川における水質変数の観測値調整が不十分なためである。

チャオピア川における下水道整備効果を評価するための水質解析は、付録Jに示すように、調査チームによって作成したモデルを利用して行なった。

予測水質を図1.1.1に示す。これによれば、2000年の汚水量に対し、何の手段も講じなければ嫌気性状態が河口にまで及び、下水道整備と工場排水のコントロールを行えば汚染はほとんどなくなる。

図1.1.1におけるケース2のDO曲線は、第2処理区の下水道整備効果により著しく汚染が軽減されている事を示している。このケースでは、処理施設からの流出水質はBOD 60 mg/lとしている。もし、第2処理区から未処理で放流されるなら、下流域は嫌気性状態で、不快な状態になると思われる。

付録Jに述べているように、特にインプットデータとしての現況汚濁負荷の詳細な調査が必要である。河川水質の比較は、チャオピア川の水質対策には汚水管理が必要である事を意味し、遮集汚水や収集汚水は、放流水域の不快状態を阻止するため放流する前に処理すべきで、下水道整備の初期段階では、放流水質BOD 60 mg/lが適当である。

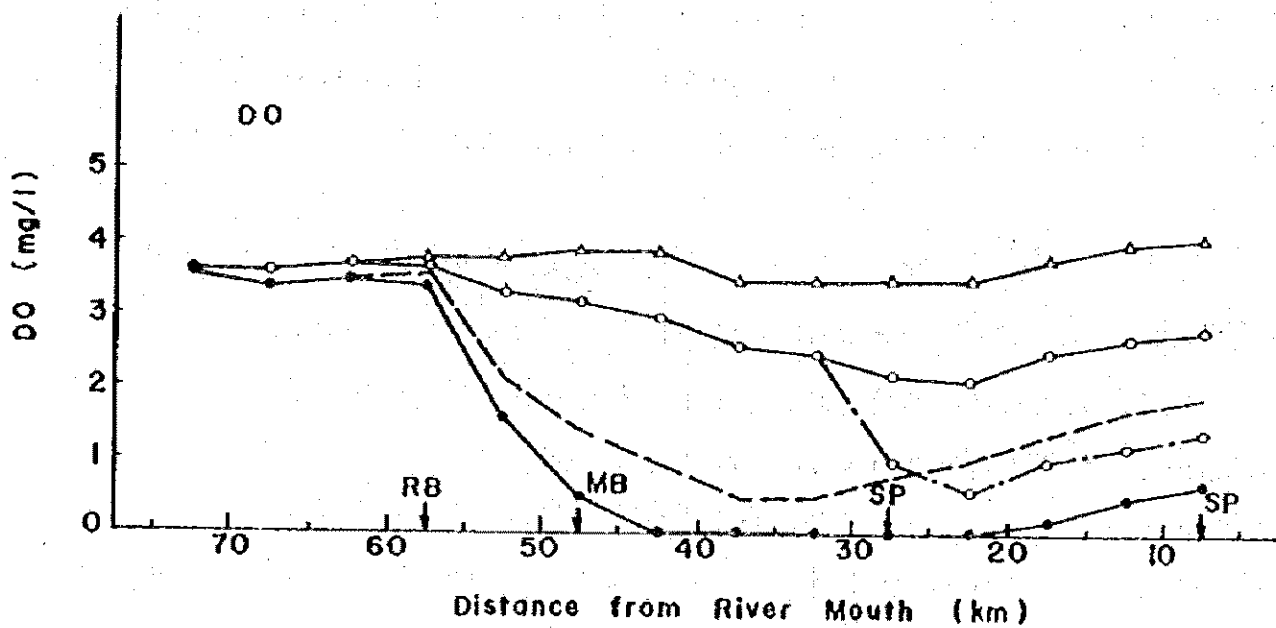
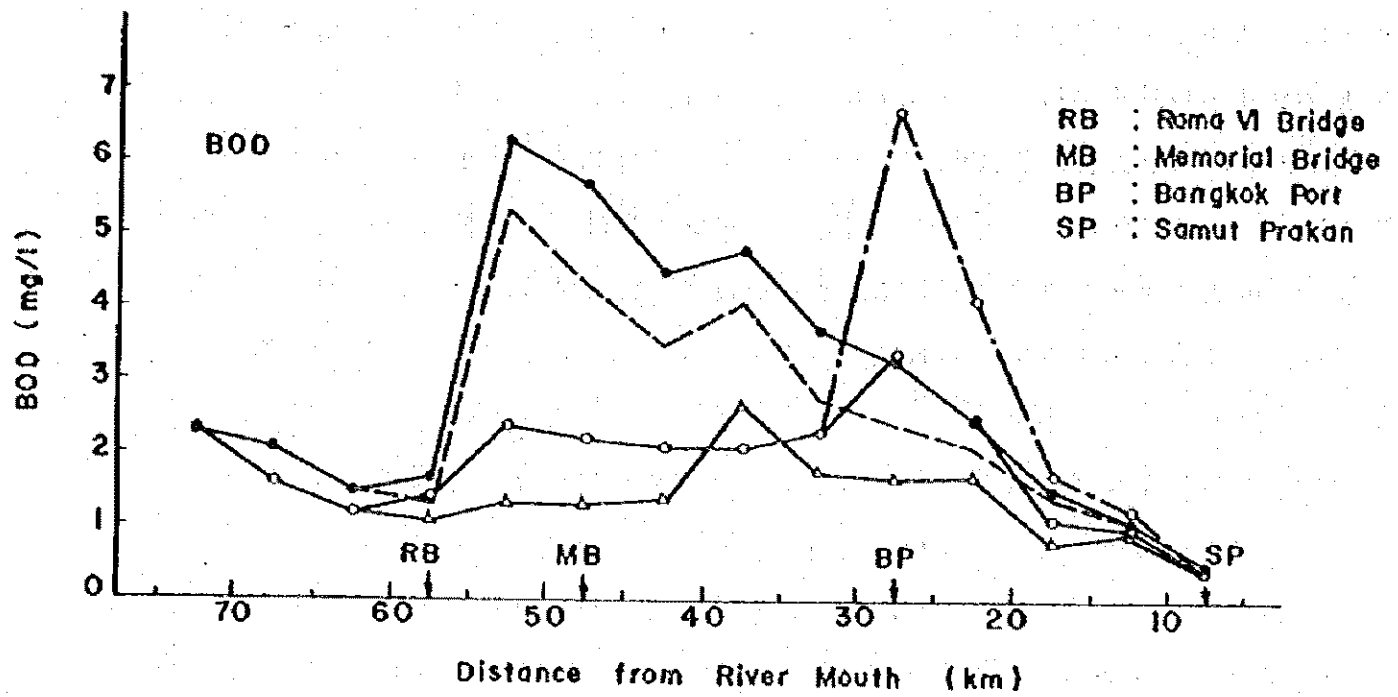


図 11.1 チャオピア川の子想水質

- Case 1 : No Measure (2543)
- Case 2 : Sewerage System Is Completed In Zone 2 (2543)
- ◇--- Case 2 : No Treatment In Case 2 (2543)
- △— Case 4 : Completion of Sanerage System (2543)
- Case 5 : Present 2523 (1980)