第2章　下水道基本計画策定上の基本方針及び対象区域共通条件

2.1　概　　要

調査対象区域内の町、衛生区において4つの下水道プロジェクトが実施済あるいは、作業中である。それ等は、アユタヤ、パトムタニ、ノンタブリ及びランシット地区である。ランシット地区における工場排水の処理場実施設計は1992年に完了しているが、その他の公共下水道プロジェクトは、現在フィージビリティスタディーの段階である。以下に示すのは下水道関連レポートである。

(1)　チャオピア川下流域水質汚濁防止基本計画
(2)　第1グループ区域下水道総合計画
(3)　ノンタブリ県洪水制御、雨水排水、下水道システム
(4)　パトムタニ町家庭排水処理プレ・フィージビリティー調査
(5)　アユタヤ町家庭排水処理プレ・フィージビリティー調査
(6)　ランシット地区下水処理場実施設計

計画・設計上の基本概念及び手法において、タイ国における関連機関が実施している下水道プロジェクトは同様なものとなっている。これらプロジェクトのほとんどは計画・設計段階にある。このようなプロジェクト着手前に設定あるいは検討されるべき事項について提案がなされた。

2.2　チャオピア川下流域における水質汚濁状況と将来見通し

現況の水質汚濁状況が8対象地区との関係から説明された。

対象区域から排された BOD負荷量と流出負荷量の関係を解析するために、乾季における河川に沿った BOD濃度が示された。小流域毎の総括を以下に示す。

－下　流　域：　バンブアントン及びランシットを含むバンコク都市圏近隣の開発区域は水質汚濁をひき起こしている。このことは、これらの地域近傍の水質基点（R_4）において環境基準が守られていないことから裏付けられる。なお、チャオピア川に流れ込むクローン、排水路の水質も悪化している。

－上・中流域：　水質基点における現況水質は、河川の浄化能力や比較的少ない汚濁負荷量の排出により、環境基準値を下まわっている。しかし、運河（クローン）や排水路の水質悪化が問題である。

第1部の検討結果から2011年における BOD負荷量と濃度の将来予測が示された。図2.1は BOD の負荷量と濃度の関係を示す。小流域毎の予測は以下のとおり。

(1)　チャオピア川

R_0 －R_1 ：　チャイナット及びその周辺からの汚濁負荷量の排出は、R_1 基点での水

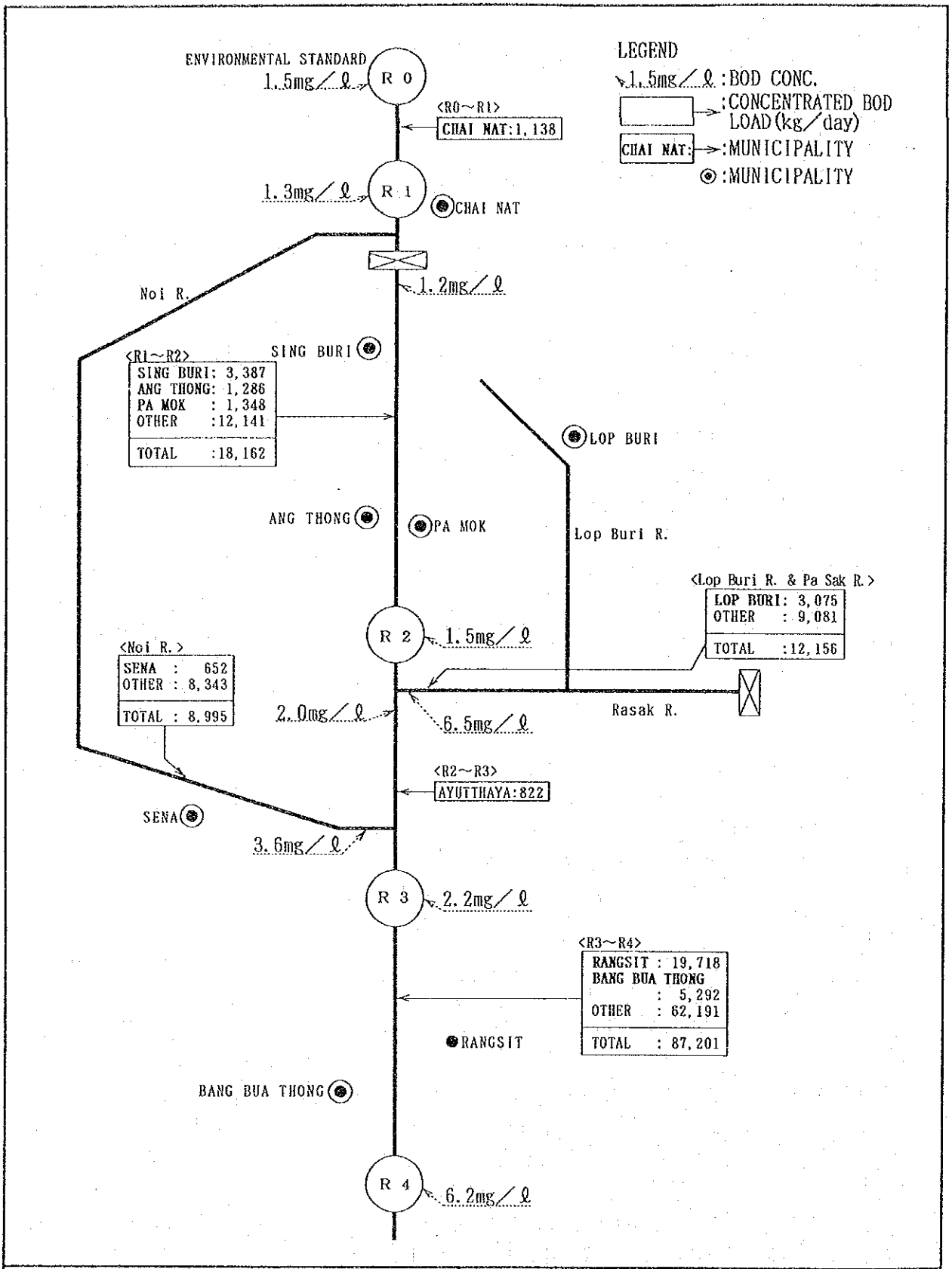


図2.1　流達 BOD負荷量と
予測 BOD水質との関係

質が環境基準値以下であることから、大きな影響を与えていない。

R_1 －R_2 ： R_1 －R_2 基点流域内での BOD流達負荷量の約40%をシンブリ、アントン及びパモック町が占めている。しかしR_2 基点における予測水質 1.5 mg／ℓ（環境基準値と同様）から水質汚濁への貢献は小さい。

R_3 －R_4 ： R_4 基点における BOD濃度は 6.2mg／ℓと予測され、環境基準値の3倍となっている。主要汚濁源として、バンコク都市圏拡張区域、ノンタブリ及びその近隣町、衛生区から排出される汚水があげられる。

(2) ノイ川

セナ町が本流域内に立地している。しかし、他の流域内都市と比較して、水質汚濁に対する影響は小さい。

(3) クローン及び排水路

本川への影響はそれほど大きくないが、各都市からの排出汚水は、クローンや排水路に対して直接汚濁の原因となっている。

2.3 下水道基本計画策定上の設計条件、仮定及び基本事項

下水道基本計画策定要領に沿って、技術、財務、組織運営面を含み、主要検討項目別の条件、仮定、基本方針が示された。

本検討対象は汚水であり、適用される汚水収集方式と既存排水施設の有効利用において雨水排水計画は除かれた。

(1) 下水道整備及び衛生改善対象区域及び年次

PWDの現行方法を採用し、調査計画目的別の対象区域を以下のように設定した。

1) 調査対象区域－DTCP区域

2) 下水道基本計画区域－現況町／衛生区及び近い将来拡張区域

3) 下水道予備設計区域－現況町／衛生区内で投資効果があがり緊急性の高い地区

計画基本年次は目的に応じて以下のように決めた。

基本年次	1991年
中間計画年次	2001年
最終計画年次	2011年

基本計画の最終年次2011年における調査対象都市の面積、人口を表2.2に示す。

表2.2　下水道基本計画対象区域及び人口

Subject Area		Present Municipality/S.D		Study Area (DTCP Area)
Province	Municipality/S/D	Area (sqkm)	Population	Area (sqkm)
Chai Nat	Chai Nat	6.06	13,983	56.49
Sing Buri	Sing Buri	9.02	22,570	31.33
Lop Buri	Lop Buri	6.85	36,832	12.85
Ang Thong	Ang Thong	3.73	9,607	23.98
Ang Thong	Pa Mok	6.89	10,686	26.86
Ayutthaya	Sena	1.20	4,607	26.10
Pathumtani	Rang Sit	33.30	100,600	33.30
Non Thaburi	Bang Buathong	1.60	45,786	13.50
Total		68.65	244,671	224.41

Note: (1) Rang Sit area covers Prachatipat and Ku Khot Sanitary Districts

(2) 既存下水道、衛生施設及び洪水防御施設

市街地に設置されている既存排水施設は、雑排水、浄化槽からの越流水及び雨水を収集する役割を果している。収集排水は、近くのクローンあるいは小河川に放流されている。コンクリート製パイプは一般に道路と歩道の境界に沿って浅い土被りで布設されている。パイプの流下能力は、平坦な地形にあわせたパイプ勾配で設計されていることから、限られている。

家庭及びビルディングに設置されている注水式トイレは、浸透用パイプあるいは、同施設を付帯する浄化槽を備えている。現在浸透槽を備えた標準浄化槽が普及し始めている。汚水だめあるいは浄化槽からの汚泥除去は1～2年に1回の頻度で各都市あるいは民間会社のバキューム・カーによって行われている。収集汚泥は投棄、埋めたて、あるいはコンポスト処理されている。

特に雨季において、汚水だめあるいは浄化槽からの汚水越流が、土壌の浸透性が悪い地域において発生している。ここにおいて、越流パイプを設置する他、定期的な汚泥除去がなされなければならない。

洪水防御施設は RIDによってチャオピア川沿に建設されている。しかし、対象8都市のうち、パモックにおける本川沿及びセナの一部では、堤防が設置されていない。洪水制御用のポンプ施設がチャイナット及びシンブリ町に設置されているが、20年以上も運転されていない。

現在のこのような状況は、浸水の可能性をはらんでおり前述のポンプ施設の維持管理が必要となる。

(3) 現況及び将来の水供給

第1部第8章において、将来の家庭及び工業用水に関して詳細な検討がなされた。対象区域内の市街地部においては、 MWAの給水区域内に属するバンブアトン町を除き、PWAによって給水されている。これ等の水道水源は表流水あるいは地下水である。この他農村部に、小規模給水システムが補助的に存在する。

市街地部における土地取得費用が高いため、工業地区は町の外で開発されているのが現状である。従ってランシット地区を除き、他の対象区域内では工場用水を考慮しないこととした。しかし、家内工業による用水は営業用水の一部として全対象地域に勘案した。

(4) 下水道基本計画のためのフレーム値及び土地利用

設計汚水量の算出のために、公共下水道に受け入れる汚水源別のフレーム値が必要となる。ここで家庭排水及びランシット地区に限った工場排水が設計対象となる。また工業化され、人口集中が顕著なランシット地区においては、実態にあうように未登録人口を勘案することとした。表2.3は各都市別の下水道基本計画面積及び設計人口を示す。

現況土地利用は6つの種類に分けられる。DTCPによって作成された2005年を対象とした土地利用計画が本計画対象年次2011にスライド利用された。土地利用別平均人口密度は、2つのグループ毎に設定された。

(5) 汚水収集方式

汚水収集システムの計画、設計は分流式か合流式の選択によって異なる。対象区域内には現在分流汚水管渠は布設されていない。各都市の所轄下において、雨水排水システムが市街地に建設され管理されている。し尿は発生地で処分されており、台所、フロからの雑排水は、パイプにより雨水排水渠に放流されている。汚水収集システムの計画、設計上考慮されるべき主要項目は以下のとおりである。

1) 建設費を最小化するため既存排水施設の有効利用
2) 収集システムの段階的改善
3) 上記(2)を勘案し、関連公共施設の利用

技術及び社会経済的局面における検討、さらにJICAティームとタイ側との協議の結果、全対象区域に対して合流式を適用することとした。この下水道システムを補って、し尿の発生地処理が適確になされなくてはならない。さらに図2.2に示すように、将来の改善策として、浄化槽からの越流水は遮集渠に取り込まれるべきである。これ等は、合流式収集方式の段階的改善を示すものである。

(6) 主要下水道施設の配置概念

合流式下水道において、原則として20ha以上の集水区域を有する遮集管を幹線と見なす。10ha以上の集水面積を有する準幹線が幹線に接属される。遮集幹線ルートは、自然

表2.3　下水道基本計画対象人口及び面積

Project Area	Area & Population	Present Munici./SD	Future Exp. Area	Sewerage M/P Area
1. Chai Nat	Area (km^2)	6.06	0.84	6.90
	Pop. in 1991	13,983	-	-
	Pop. in 2011	19,765	2,035	21,800
2. Sing Buri	Area (km^2)	9.02	2.89	11.91
	Pop. in 1991	22,570	-	-
	Pop. in 2011	35,973	5,727	41,700
3. Lop Buri	Area (km^2)	6.85	3.38	10.23
	Pop. in 1991	36,832	-	-
	Pop. in 2011	49,320	11,980	61,300
4. Ang Thong	Area (km^2)	3.73	1.45	5.18
	Pop. in 1991	9,607	-	-
	Pop. in 2011	10,686	2,814	13,500
5. Pa Mok	Area (km^2)	6.89	0.24	7.13
		(12.000)		
	Pop. in 1991	10,686	-	-
	Pop. in 2011	12,857	443	13,300
6. Sena	Area (km^2)	1.20	0.79	1.99
	Pop. in 1991	4,607	-	-
	Pop. in 2011	7,790	1,610	9,400
7. Rang Sit Prachatipat	Area (km^2)	33.30	0	33.30
	Pop. in 1991	100,600	-	-
	Pop. in 2011	154,000	-	154,000
8. Bang Bua Thong	Area (km^2)	1.60	11.90	13.50
	Pop. in 1991	45,786	-	-
	Pop. in 2011	76,600	-	79,600
Total	Area (km^2)	68.65	21.49	90.14
	Pop. in 1991	244,671	0	0
	Pop. in 2011	369,991	24,609	394,600

1) Present population out of the municipality area is estimated based on the current population density (20 persons/ha) and assumed to be constant through the future

2) Population in Rang Sit area is estimated in consideration of non-registered population (30% of registered population)

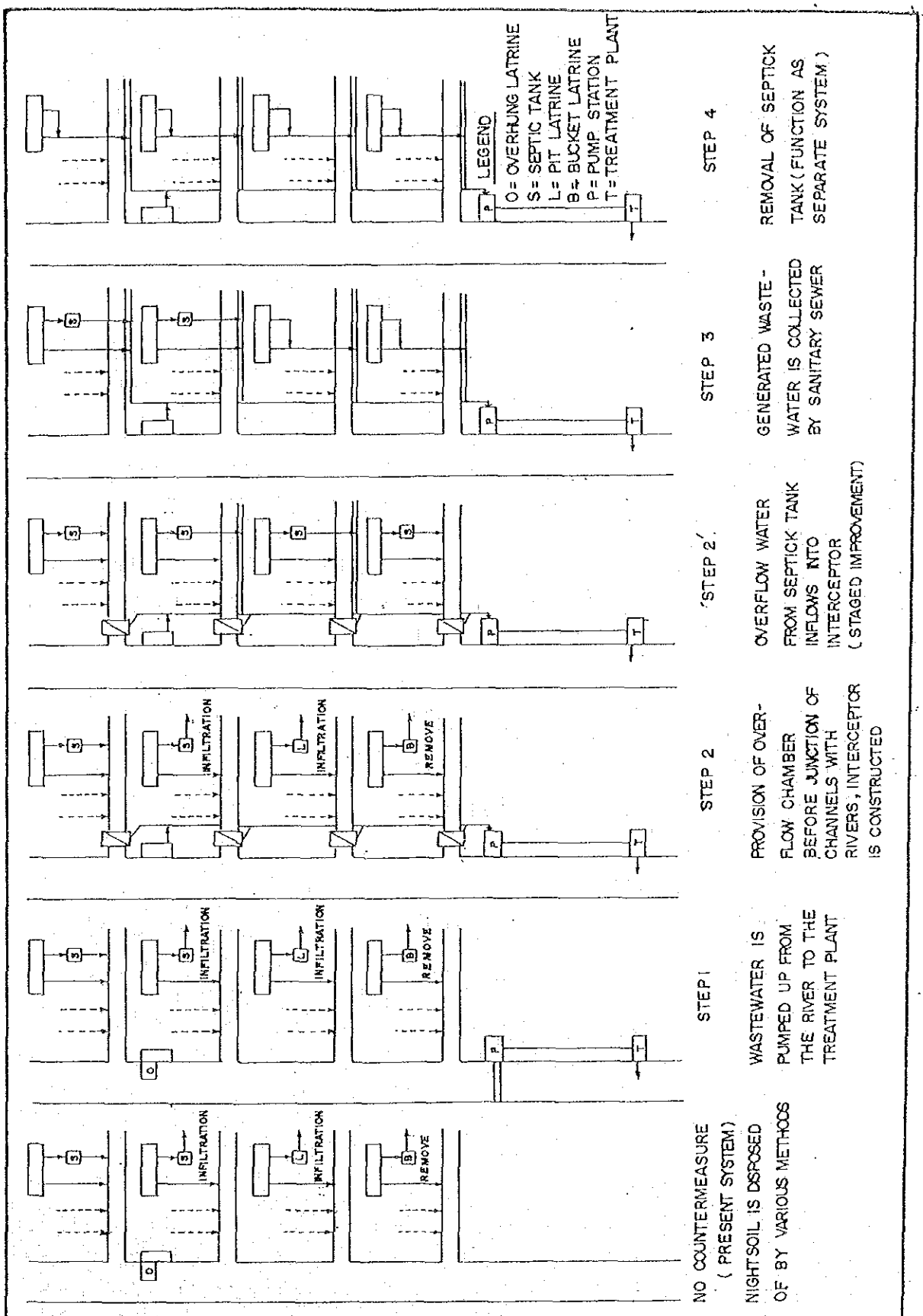


図2.2　合流式下水道の段階的改善

流下が可能であり、既存排水施設の有効利用を図るべく選定する。またこのルートは、雨天時雨水吐きを通して越流がスムースにできるように、河川／クローン沿に計画されるべきである。パイプの布設は、既存道路下に行うものとする。

中継ポンプ場は、管渠土被りが5mを越える場合に設けるものとする。ポンプ場のタイプは、流量によって、マンホールタイプ（5㎥／分以下）あるいは通常のタイプ（5㎥／分を越える場合）とする。

下水処理場の位置は、次の事項を勘案して決定する。

- 処理場流入遮集管渠の深さは、処理施設設計上問題がないように配慮する
- 処理水の放流先水路を確認する
- 環境影響を生じないように配慮する

また処理場は、下水道整備区域内に設けるのが望ましい。以上の事項を考慮の上、土地取得に注意を払い、各都市担当者と協議の結果、位置の決定を行った。

汚水及び汚泥処理方式

下水道基本計画において、現実的な処理方式を決定するため、現地調査を伴い、タイ国における汚水・汚泥処理処分の実状を検討した。既存下水処理場に共通する設計、O&M上の問題点が明らかにされ、まとめられた。

タイ国において、使われている主要な下水処理方式は活性汚泥法、回転円盤接触法、酸化池、オキシデーションディッチ及びエアレーテッドラグーンである。次のような条件が処理方式の最終選定において考慮された。

1) 処理水放流先の状況
2) 汚水の性状
3) 処理場位置における条件
4) 建設及びO&M費用
5) O&Mにおける技術上の必要事項

全対象区域を2つのグループに分け、可能な処理方式の選択を行った。

1) Aグループ　：　上、中流域における小規模で中級処理
2) Bグループ　：　下流域における大規模で高級処理

(7) 8都市共通技術設計基準

容量計算

排出汚水量は給水量の80%と仮定する。雑排水、トイレ用水から成る家庭給水量原単位は、第1部における検討結果を用いた。ランシット地区においては、既存工場と排出汚水量の現況を調査した。

日最大、時間最大家庭汚水量を算出するため、PWDの基準、MWA及びPWA の経験を勘

案し、日平均汚水量に対する割合について検討した。

設計汚水量の算定にあたり、タイ国における現行手続きに従って、日平均汚水量の20%を地下水として見込んだ。

遮集渠容量は、経済性、水質汚濁防止に対する効果を勘案して、最も現実的なものを設定した。JICAスタディーティームと PWDスタッフとの協議を通じて、遮集渠容量は、乾季時間最大汚水量の3倍とした。

活性汚泥法採用処理施設を除き、日平均汚水量が処理場計画に使用された。このことは、選択された処理方式に対して比較的長い滞留時間を適用するからである。

乾期におけるポンプ場の設計容量は時間最大汚水量を採用する。雨期においては時間最大の3倍量とする。

流入汚水水質及び処理水水質を以下のように設定した。

項　目	BOD	SS
流　入	200mg/ℓ	170mg/ℓ
放流Aグループ	40mg/ℓ以下	40mg/ℓ以下
放流Bグループ	20mg/ℓ以下	30mg/ℓ以下

水理計算

中小サイズのパイプ設計に使用されるマニング公式が採用された。管渠勾配は、次のような最小流速を確保するように決定される。

- 分流式汚水渠　：　60cm／秒
- 雨水渠及び合流渠　：　80cm／秒

パイプの浸食を防ぐため最大流速は3.0m／秒を越えないものとする。

下水道施設の構造設計

遮集渠、マンホール、雨水吐き室、伏せ越、ポンプ場及び下水処理場の設計基準及び条件について検討が行われた。下水処理場については、幾つかの処理方式を含む。

(8) 建設資機材及び建設方法

建設資機材及び建設手法を決定するため、自然条件、機器類の調達可能性に関する情報収集・検討が行われた。コンクリートパイプが管渠建設に使用される。ポンプ場建設に係る代替案が示された。

(9) 下水道施設の維持管理

主要下水道施設の維持管理について、事前対策を含み検討がなされた。適用される下水収集方式及び下水道システムのグレドにおいて、既存排水システムの拡張と改善の必要性が強調された。

(10) 積　　算

建設費

タイ国において実施された下水道プロジェクトにおける積算方式に従って、建設費が算出された。費用関数が管渠システム、下水処理場について作成された。このための基礎データはタイ国関連機関から収集したものである。表2.4は2011年の設計汚水量に対応する建設費である。

維持管理費

タイ国における実績が調査され、大規模ポンプ場及び処理場に関する費用関数が作成された。表2.5は計算結果を総括したのものである。

(11) 組織及び財務検討

組織及び規制

タイ国政府は、経済成長によってもたらされた環境悪化（水・大気等）について次第に強く認識するようになった。政府は、その環境について第7次5ヶ年計画（1992-96）の中で述べると共に、経済開発と環境保護のバランスを継続的に保つことを目標としている。

本分野における中央・地方両政府組織の改善の必要性がJICAティームによって提案された。これは、現在の組織が、増大する下水道の必要性に対応するには十分に整っているとは言えないからである。下水道整備・促進には、広範囲にわたる専門知識、十分な財源の確保及び中央・地方両政府の相互協力による努力が必要である。タイ国における下水道事業は、初期段階にあることから、関連情報の収集、技術者訓練、関連セクター及びレベルに対する情報伝播を推進しなければならない。これ等の努力は海外にまで広げる必要がある。他国における経験を吸収し、持続的開発を進めなければならない。

内務省の所轄下にある PWDは科学技術環境省と共に全国下水道事業の担当部局として位置づけられる。 PWDの中の衛生工学部は、現在スタッフ数は限られているが、21の下水道プロジェクトについて計画、設計、実施作業を行っている。下水道事業オフィス（OSW）が1993年、政府推進のセクター強化の上から設立された。しかしスタッフの配属については、現在進行中である。スタディーティームは新しい組織に関する提案を行った。すなわち下水道分野における組織運営改善について、次のような提案がなされた。

表2.4　下水道施設建設費

（単位：百万バーツ）

	Chai Nat Muni.	Sing Buri Municipality			Lop Buri Muni.	Ang Thong Municipality			Pa Mok Municipality		
		Sing Buri East	Sing Buri West	Sub Total		Ang T. East	Ang T. West	Sub Total	Pa Mok East	Pa Mok West	Sub Total
1. Direct Cost											
1) Main Sewer	111.70	111.20	89.50	200.70	151.70	55.31	35.79	91.10	78.70	64.60	143.30
2) Pumping Station	4.70	12.10	8.90	21.00	57.20	4.86	3.14	8.00	--	--	--
3) Treatment Plant	8.91	4.53	20.17	24.70	38.06	3.31	2.15	5.46	2.86	2.41	5.27
Total of Direct Cost	125.31	127.83	118.57	246.40	246.96	63.48	41.08	104.56	81.56	67.01	148.57
2. Contingencies (Direct Cost x 20%)	25.06	25.60	23.70	49.30	49.40	12.70	8.20	20.90	16.30	13.40	29.70
Total of Construction Cost (1.+2.)	150.37	153.43	142.27	295.70	296.36	76.18	49.28	125.46	97.86	80.41	178.27
3. Engineering & Construction Supervision (Total of Construction Cost x 17%)	25.56	26.10	24.20	50.30	50.40	13.00	8.40	21.40	16.60	13.70	30.30
4. Land Acquisition											
1) Pumping Station	0.09	0.13	0.10	0.23	0.24	0.05	0.04	0.09	--	--	--
2) Treatment Plant	14.25	6.00	4.99	10.99	25.16	4.13	2.67	6.80	3.51	3.23	6.74
Total of Land Acquisition	14.34	6.13	5.09	11.22	25.40	4.18	2.71	6.89	3.51	3.23	6.74
Total of Project Cost	190.30	185.66	171.56	357.22	372.16	93.36	60.39	153.75	117.97	97.34	215.31

（単位：百万バーツ）

	Sena Muni.	Rangsit Area			Bang Bua Thong Municipality				
					Bang Bua Thong North			Bang Bua Thong South	
		Prelim. Area	Other Area	Sub Total	Prelim. Area	Other Area	Sub Total		Sub Total
1. Direct Cost									
1) Main Sewer	52.80	167.30	261.20	248.50	65.30	44.00	109.30	136.20	245.50
2) Pumping Station	--	58.50	91.30	149.80	13.40	9.10	22.50	30.00	52.50
3) Treatment Plant	3.77	233.74	365.01	598.75	108.30	72.96	181.26	47.71	228.97
Total of Direct Cost	56.57	459.54	717.51	1,177.05	187.00	126.06	313.06	213.91	526.97
2. Contingencies (Direct Cost x 20%)	11.30	91.90	143.50	235.40	37.40	25.20	62.60	42.80	105.40
Total of Construction Cost (1.+2.)	67.87	551.44	861.01	1,412.45	224.40	151.26	375.66	256.71	632.37
3. Engineering & Construction Supervision (Total of Construction Cost x 17%)	11.50	93.70	146.40	240.10	38.10	25.70	63.80	43.60	107.40
4. Land Acquisition									
1) Pumping Station	--	0.42	0.65	1.07	0.09	0.06	0.15	0.21	0.36
2) Treatment Plant	5.43	36.62	57.13	93.75	89.69	60.31	150.00	7.03	157.03
Total of Land Acquisition	5.43	37.04	57.78	94.82	89.78	60.37	150.15	7.24	157.39
Total of Project Cost	84.80	682.18	1,065.19	1,747.37	352.28	237.33	589.61	307.55	897.16

表2.5　年間維持管理費

（単位：千バーツ）

	Chai Nat Muni.	Sing Buri Municipality			Lop Buri Muni.	Ang Thong Municipality			Pa Mok Municipality		
		Sing Buri East	Sing Buri West	Sub Total		Ang T. East	Ang T. West	Sub Total	Pa Mok East	Pa Mok West	Sub Total
1) Main Sewer	632	657	483	1,140	982	398	257	655	382	273	655
2) Pumping Station	190	559	411	970	2,850	213	137	350	--	--	--
3) Treatment Plant	130	70	630	700	1,070	55	35	90	50	40	90
Total of Annual O&M cost	952	1,286	1,524	2,810	4,902	666	429	1,095	432	313	745

（単位：百万バーツ）

	Sena Muni.	Rangsit Area			Bang Bua Thong Municipality				
					Bang Bua Thong North			Bang Bua Thong South	
		Prelim. Area	Other Area	Sub Total	Prelim. Area	Other Area	Sub Total		Sub Total
1) Main Sewer	181	506	791	1,297	301	203	504	674	1,178
2) Pumping Station	--	3,502	5,468	8,970	638	430	1,068	1,427	2,495
3) Treatment Plant	60	15,115	23,595	38,710	7,250	4,890	12,140	4,650	16,790
Total of Annual O&M cost	241	19,123	29,854	48,977	8,189	5,523	13,712	6,751	20,463

1)　PWD内の OSW強化

新しい部である OSWが設立された。下水道事業の増大に対処すべく組織化を図り、経験ある技術者を配属しなければならない。 OSWは、政策を担当する意図のもとに、構成メンバーの強化を図るよう提案される。地方政府が経済開発と調和した環境改善を図ることができるように、下水道事業に必要な指針と基準の策定が必要である。

2)　新組織の設立

下水道事業の増大に対処すべく、新しく設立された OSWの強化上、追加組織の必要性を提案する。それは、全国下水道公社であり、全国規模で実施される下水道事業のための技術的ニーズに対応するものである。この組織は内務省 PWDの所轄下に置くものとする。この結果、地方政府は、地方下水道公社を設立し、全国レベルとの組織化を図るべきである。

3)　トレーニングコース

現在のところ知識不足と限られた業務組織に起因して、国家・地方レベルの担当者に対する系統だったトレーニングプログラムは存在しない。十分に練られたトレーニングコースが国家・地方両レベルにおいて策定され、実施されるべきである。

4)　規制の再編成

タイ国では多くの環境規制が施行されている。しかし、下水道に係る組織・運営のための規則は十分であるとは言えない。そこで他国の例を参考として、効果的なシステムを開発する必要がある。

まず、NSWA及びLSWAを設立するために法・規制が整備されるべきである。これ等は下水道事業推進上、牽引的な役割を果すものと考えられる。次に規制において、監視体勢及び罰則の強化が必要となる。

財務検討

第７次５ヶ年経済計画において、下水道プロジェクトに関し、建設費及び土地取得費の75％を中央政府の負担、土地取得費の25％を各都市負担としている。各都市は、下水道料金、管渠接属費の徴収により維持管理費用を賄わなければならない。

中央政府にとって、プロジェクトの財源手配の方法として３つの選択の余地がある。中央政府財源あるいは、国内ローン（10％利子率、20年返却）、海外資金融資機関（多国間、世銀、 ADB及び２国間、ドイツ、アメリカ、日本）、最近創設された環境基金がそれ等である。この環境基金は、中央・地方政府にとって、無償・ローンの混合利用を可能としている。

一方各都市も、25％の土地取得費用の財源として２つの選択が可能である。これ等は、都市開発基金、無償あるいはローンによる環境基金である。

維持管理費は、下水道受益者によって賄われなければならない。全収入は、受益者数と料金体系によって決まる。2011年における家庭数と維持管理費より、表2.6に示すように各都市別の料金が計算された。

表2.6　維持管理費及び下水道料金

Municipality	No. of Household Users in 2011 (1)	O&M in 2011 (1000 baht) (2) (in 1993 prices)	Cost Covering Rate (baht/household (3) = (2)/(1)
Chai Nat	5,317	952	179
Sing Buri	10,170	2,810	276
Lop Buri	14,951	4,902	328
Ang Thong	3,292	1,095	333
Pa Mok	3,243	745	230
Sena	2,292	241	105
Rang Sit	37,560	48,977	1,304
Bang Bua Thong	19,414	20,463	1,054
Total	96,239	80,185	3,809
Average	12,029	10,023	833

しかし、維持管理費は1993年から2011年にかけて、平均5.7％のインフレ率において増加するものと考えられ、料金への影響が予測される。但し家庭の収入も同率で増加することが期待される。

提案された下水道料金は、各都市の社会経済条件を反映した自己財源手配の原則による。この原則は独立採算性、すなわち各都市別の独自下水道料金体系を表わすものである。この検討にあたり、各都市の処理量と O&M費用から単位水量当りの処理費を算出した。最小費用は、チャイナットの0.44バーツ/m³、最大費用はバンブアトンの2.02バーツ/m³である。表2.7は各都市別処理費用を示す。

表2.7　都市別汚水処理単価

	O&M Cost (1000 baht/yr) (1)	Treatment Cap. (cum/day) (2)	Treatment Cost (baht/cum) (3)
Chai Nat	952	5,900	0.44
Sing Buri	2,810	11,200	0.69
Lop Buri	4,902	16,500	0.81
Ang Thong	1,095	3,700	0.81
Pa Mok	745	3,700	0.55
Sena	241	2,600	0.25
Rangsit	48,977	75,000	1.79
B.B. Thong	20,463	25,700	2.18

Col. (1) : In 1991 prices
Col. (2) : Treatment capacity (cum/day)
Col. (3) : Unit treatment cost = col (1)/[col(2)/365]

前述したように、各都市は土地取得費用の25%分を負担しなければならない。表2.8は各都市別の投資負担の程度を示すものである。都市施設投資額に対するこの負担割合はアントンの12% からチャイナットの294.2%の範囲にある。

表2.8　都市別歳入と土地取得費用負担割合

（単位：百万バーツ）

Municipality	Total Revenue (1)	Central Support (2)	Total Expen. (3)	Invest Expen. (4)	25% Land Cost (5)	Land/Inv % Share (6)
Chai Nat	24.5	10.0	22.1	1.2	3.6	294.2
Sing Buri	33.8	7.8	30.3	4.0	3.4	84.4
Lop Buri	52.1	4.2	89.6	13.4	3.4	25.2
Ang Thong	23.1	10.1	22.8	7.9	1.7	21.8
Pa Mok	27.3	16.9	25.4	15.9	1.7	10.5
Sena	35.5	7.6	30.1	3.7	1.4	37.8
Rang Sit	26.7	2.6	19.1	12.2	4.9	40.0
B.B. Thong	41.3	12.9	38.7	16.8	3.8	22.5

Source: Revenue and expenditures were obtained from each Muncipality Budget Office, 1993

25% の土地取得費用負担の他にO&M 費用の徴収も都市の責任である。各都市が直面すると考えられる問題は 1) 現実的な下水道料金体系の設定と 2) 高い下水道料金徴収率の確保である。なお 2) は徴収予定額に対する実際の収集額割合である。料金徴収率が悪い場合には、都市の一般財政から補填するかあるいは、料金の値上げが必要となる。

異なる下水道料金の試算において、各都市とも 3 つの収入グループを設定した。高所得10%、中所得20% 及び低所得階層70% がそれである。これ等グループ間の下水道料金割合が、低、中、高所得において、1.0 、1.3 及び2.0 と仮定された。この根拠は、将来の給水量原単位を各々150 、200 、300 ℓ／日と設定したことによる。表2.9 は、2011年における各家庭の負担率を示すものである。

表2.9　2011年における下水道料金

Location	O&M cost 1000 Baht (1)	Household Users (2)	Min. Rate for Cost Covering Baht (3)	Afford (%) (3)/96571 (4)
Chai Nat	952	5,317	154	0.2
Sing Buri	2,810	10,170	238	0.2
Lop Buri	4,902	14,951	282	0.3
Ang Thong	1,095	3,292	286	0.3
Pa Mok	745	3,243	198	0.2
Sena	241	2,292	90	0.1
Rang Sit	47,247	37,560	1,084	1.1
B.B. Thong	17,583	19,414	780	0.8

各都市別2011年、一軒当り下水道料金負担率を低所得者層を対象にみると、ランシットの1.31% を除き、他は1%未満となっている。従って全額面からは各都市とも下水道料金（維持管理費に限る）の受益者負担が可能である。

(12) 経済分析及びプロジェクトの妥当性

適確な下水道システムの布設は、都市における住民の健康に対して、有益なものである。基本計画で示されたように、下水道の普及による便益は次の 3 項目に分類される。

1) 河川水質の改善
2) 住民の健康・衛生上の改善
3) 土地価値の向上

特筆すべき便益はチャオピア川及び他の水路における水質改善である。下水道プロジェクトは、また住民の健康、衛生改善、特に水系伝染病の減少による医療費の削減を可能ならしめる。表2.10は対象流域内水質基点における、下水道整備が行われた場合の2011年時点予測水質を示す。この表から、R_4 基点においては、環境基準との比較において厳しいが、かなりの水質改善が期待される。

表2.10　下水道整備による水質改善

Water Quality Checking Point	Environmental Quality Standard (BOD mg/l)	Projected Water Quality	
		w/o sewerage system	with sewerage system
R1	1.5	1.3	1.3
R2	1.5	1.5	1.0
R3	2.0	2.2	1.9
R4	2.0	6.2	2.3

水系伝染病に起因する医療費の削減に伴う便益が検討された。その費用は、水系伝染病と治療費との直接的な関係から定量化された。検討にあたり、医療費として次の3項目を考慮した。

- 治療費
- 入院費
- 通院費

具体的には次の3項目を直接検討データとした。

a)　1人当り入院治療費
b)　1人当り通院費
c)　1人当り病気損失費

a) 及び b) の治療費は1991年実績で 232.6バーツ、一方同年における病気損失費用は99.4バーツであった。

下水道整備対象8都市における1991年及び2026年の年間治療費は、各々 870万、1290万バーツと計算された。そして土地コストの値上がりに起因する経済便益の定量化が企てられた。その結果対象区域における平均土地コストは、17,545,000バーツと見積られた。

土地コストは1996年から2000年まで15%、2001年から2011年まで 7.5%各々上昇するものと仮定した。土地コスト上昇のうち15%が下水道整備によってもたらされるものと仮定した。このことは1996年から2000年までの間に26億 5,800万バーツの土地価格上昇を示すものである（17,545×2.01－17,545）×0.15=2,658 百万バーツ）。また2001年から2005年の間で11億 4,280万バーツ（17,720×1.43－17,720）×0.15= 1,142.8百万バーツ）が算出された。

下水道整備によってもたらされる土地コストの上昇及び個人の医療費の削減により経済便益が10%を越える試算結果が得られた。このことは経済面において、プロジェクトの妥当性を示すものである。ここで他の便益である地下水汚染、住宅団地、商業開発については考慮外とした。

(13) 中間対応策

将来の下水道システムを念頭に置いて、効果的かつ最小投資を図るべく中間対応策が提案された。下水道基本計画の定期的なレビューとアップデイトも重要なことである。

現況における水質汚濁問題及び将来条件を勘案して、対策案が次のように提案された。

- し尿処理施設の改善と汚泥除去の定期的実施
- ごみ収集処理の改善
- 排水施設の増設を伴なう雑排水収集処理
- 工場排水の規制
- クローン、排水路の浚渫
- 既存処理施設の適確な管理と新規住宅団地における処理施設の建設

(14) 実施計画

多額の工事金額の必要性を勘案し、2011年に到る段階的下水道システム建設が提案された。各下水道システム毎に優先度の高い地域が選ばれ、次のような一般的実施計画の概要が示された。

建設段階	期　間	優先度勘案事業
第1ステージ	1991－1995	準備作業及び施設設計
第2ステージ	1996－2001	第1優先区域での建設
第3ステージ	2002－2006	第2優先区域での建設
第4ステージ	2007－2011	残りの区域での建設

(15) 下水道事業による環境影響とその対策

下水道事業に起因する自然、都市に対する影響が明らかにされた。

基本計画において提案された汚水、汚泥処理方法を勘案して、悪臭、害虫、放流水質を含む影響について評価し、対策が述べられた。表2.11は、考えられる環境影響と現実対処策を示す。

表2.11 環境影響と対策

Actions Affecting Environmental Resources and Valves	Damage to Environment	Recommended Feasible Protection Measures
A.Problems Related to Siting of Facilities		
1.Interference with other utilities/ Street, traffic/blocking of access to buildings	1.Nuisances/disturbances to public	1.Alignment of sewer routes to minimize interference with other utilities
2.Nuisance hazards to neighboring areas	2.Nuisances/hazards to worker and neighbors	2.Careful planning/design/O & M and adequate buffer areas
3.Inadequate resettlement provisions	3.Social inequities	3.Adequate planning and budgeting
4.Impairment of historical/cultural movements/areas	4.Loss or impairment of these values	4.Careful planning and offsetting measures
B.Problems During Design Stage		
1.Overflow/bypassing hazards	1.Pollution and flooding	1.Proper design/O & M and operation monitoring
2.Inadequate management of industrial wastewater discharge	2.Damage to sewers/treatment plants	2.Careful planning/design and operation monitoring
3.Hazards of sulfide corrosion	3. - do -	3. - do -
4.Odors and noise from treatment process or sludge disposal operations	4.Nuisance to public	4.Site treatment works only near compatible land use Select appropriate technology Include odor control and low-noise equipment
C.Problems During Construction Stage		
1.Silt runoff from construction operations	1.Soil erosion, damage to water quality /land values	1.Proper resurfacing and construction monitoring
2.Dust/odors/fumes	2.Hazards to workers and nearby residents	2.Appropriate controls
3.Prolonged periods of sewer construction	3.Traffic congestion/blocking of access to buildings	3.Careful construction scheduling
4.Noise and vibrations	4.Hazards to workers or nearby residents	4.Appropriate controls
D.Problems During Operation Stage		
1.Hazards to health/safety of workers	1.	1.Careful O & M and operation monitoring
a) Toxic gases in sewers and hazardous materials in sewage	a) Serious/health/safety hazards	a) Careful O & M program with of emergencies
b) Communicable disease hazards	b) - do -	b) Careful O & M program and monitoring
c) Sewer trench cave-in monitoring	c) - do -	c) - do -
2.Inadequate operation stage monitoring	2.O & M likely to depreciate	2.Losses in overall system functioning
3.Overflow from sewers	3.Nuisance/public health hazard	3.Routinely, inspect sewers for illegal connections and obstructions Clean sewers as required Provide monitoring system with alarms for pump station failure Educate public to prevent disposal of solid waste in sewers

(16) DTCP区域における衛生改善に関する提案

農村地域における住民の健康と衛生改善も重要である。そこで給水及び衛生施設の改善が必要となる。ここでは、し尿処理処分に係る汚水について述べられた。

段階的し尿処理施設の改善について検討された。一般に農村部で使用されている換気付改造型汚水だめは住民の収入増と呼応して、水封式注水トイレに改善されるべきである。現在標準仕様として普及し始めている浄化槽についても、将来越流水の下水道への取り込みが必要となる。さらに定期的な汚泥引き抜きと管理が必要である。

運営面において、住民との対話を含み都市住民による下水道事業への参画が重要となる。また教育面での対策と共に中央・地方政府による支援の必要性は言うまでもない。

第3章　対象都市別下水道基本計画

前章で検討された共通条件及び仮定の基に、8都市各々における下水道基本計画が策定された。

計画の背景をなす、地形、社会経済条件、既存施設等を含み、対象都市を一括して下水道基本計画がまとめられた。但し下水道システム、コスト及び実施計画は各都市別に示してある。

3.1　対象区域の概要

対象8都市はチャオピア川に沿ってチャイナットから、ノンタブリに到る区間に位置している。これ等地域の地勢は概して平坦であり、洪水防御施設が設置されている区域においてすら、強雨時には浸水にみまわれる。交通手段として、水路及び陸路が利用されている。またチャオピア川には幾つかの橋がかけられている。

家内性工業が、対象地域全域にわたって分布している。そして少なくとも各都市1ヶ所づつのト畜場、フレッシュマーケットが存在する。電気の供給は対象区域のほとんどが網羅されている。表3.1は地形、交通手段、社会経済状況を含む各地区の概要を示す。

3.2　既存の下水、衛生及び洪水防御施設

既存下水道施設

排水施設は市街地部に限られて設置されており、現在、雨水、雑排水及び注水式トイレからの越流水を収集する管渠としての役割を果している。収集汚水は近くの河川あるいはクローンに最終的に放流されている。表3.2は各地域の既存排水施設の概要を示す。

既存衛生施設

ゴミ収集サービスは、通常各都市政府によって行われている。しかし適確なゴミ処分が行われておらず、排水管の閉塞が洪水問題をもひき起こしている。表3.3は各地域の既存衛生施設の概要を示す。浄化槽あるいは汚水だめによる発生地処分がし尿処理の実態である。

表3.1　対象区域内関連情報

Area/ Municipality	Topography	Means of Transportation	Industries	Utility Services	Electric Power Supply	Telephone Service
1. Chai Nat	Plain Plateau	Land River bridge	Food & drinks, furniture, equipment repair shop & printing	1 Slaughterhouse 2 Fresh markets	Covers 99.37% of DTCP area	
2. Sing Buri	Flat terrain	Land	Food & beverages, car or motorcycle repair shops	1 Slaughterhouse 2 fresh markets 5 irrigation projects	By PEA covering quite a wide area	2,010 telophone lines plus limitted lines for long distance call
3. Lop Buri	Plain in the west and mostly mountainous terrain in the other parts	Land	Agricultural product, fishery, livestock raising	13 hotels 5 fresh markets 1 slaughterhouse	Covers all district areas	4 telephone centers with about 6,000 units
4. Ang Thong	Flat terrain	Land River bridge	Agriculture, livestock raising, freshwater fishery	3 fresh markets 1 slaughterhouse 18 schools	Supplied by the local electricity office	
5. Pa Mok	Flat terrain	Land River	Labor for production and construction, agriculture, fishery, brick manufacturing	1. Slaughterhouse		
6. Sena	Flat terrain	Land River	Jewelery factories, repair shops	2 hotels 2 fresh markets 1 slaughterhouses	Distributed through a local office	1,024 telephones
7. Rangsit Area Khu Khot S.D. & Prachatipat S.D.	Flat terrain	Land	Beverage shop, tailoring, mechanical works	1 Fresh market 17 public roads 11 housing projects 2 slaughterhouses	1,200 households; increase of users served per year	11,000 telephones
8. Bang Bua Thong	Flat terrain	Land		1 Slaughterhouse 1 fresh market	Supplied by EGAT in Bangkok	

表3.2　既存排水施設の概要

Municipality	Size (mm)		Length (m)	Type	Drainage Area (ha)
Chai Nat	dia	1,000	5,100	RC. Pipe	45.8
	dia	600	4,150	RC. Pipe	42.4
	dia	500	1,250	RC. Pipe	8.6
	dia	400	2,550	RC. Pipe	19.4
Total			13,050		116.2
Sing Buri	dia	600	12,700	RC. Pipe	121.3
	dia	800	250	RC. Pipe	1.6
	dia	400	5,250	RC. Pipe	43.6
Total			18,150		166.5
Lop Buri	dia	1,000	2,800	RC. Pipe	39.6
	dia	800	2,400	RC. Pipe	26.5
	dia	600	5,350	RC. Pipe	69.6
Total			10,550		135.7
Ang Thong	dia	1,200	10	RC. Pipe	0.9
	dia	1,000	110	RC. Pipe	2.0
	dia	800	450	RC. Pipe	3.6
	dia	600	8,150	RC. Pipe	78.5
	dia	400	1,200	RC. Pipe	8.8
	width	500	580	U-shaped ditch	6.3
Total			10,500		100.1
Sena	dia	400-1,000	6,470	RC. Pipe	45.0
Pa Mok	dia	300	484	RC. Pipe	2.5
	dia	600	4,016	RC. Pipe	62.0
	dia	800	752	RC. Pipe	10.5
Total			5,252		75.0
Rang Sit	dia	400	400	RC. Pipe	5.0
	dia	600	43,900	RC. Pipe	785.0
	dia	800	10,100	RC. Pipe	150.0
	dia	1,000	650	RC. Pipe	7.0
	dia	1,500	20,100	RC. Pipe	467.0
Total			75,150		1,414.0
B.B. Thong	dia	400	130	RC. Pipe	--
	dia	600	5,491	RC. Pipe	--
Total			5,621		56.2

表3.3　ゴミ収集サービスの現況

Area/Municipality	No. of Truck	Unit Capacity	Collection Volume	No. of Collection Per Day	Dumping Site	Area	Disposal Method	Municipality Service Percentage
1) Chai Nat	2		80 m3/d		Klao Phong Tambol Thapha	67 rai	Burning or Burying	53 %
2) Sing Buri	4	55 m3	110 m3/d	8 times	4 km away from the municipality	12 rai	landfill & Partial burning	
3) Lop Buri	7	10～15 m3	200 m3/d		Tambol Tale chubsorn, 2km away from the municipality	11.75 rai	Drying & burning	
4) Ang Thong	1		10 m3	3 times	Plain along Ang Thong Pa Mok road	3 rai	almost full to its capacity	
5) Pa Mok	1		5 ton/d	2～3 times	Sout-western part of the municipality	2.5 rai	Burning bad location	
6) Sena	2	10 m3	200～300m3/d	5～6 times	5 km from the municipality	4 rai	Burning	
7) Rang Sit Area a) Khu Khot S.D.	1 vacuum truck and 6 trucks		150 ton/d			80 rai		
b) Pracnalipat S.D	5		4o ton/d			12 rai		
8) Bang Bua Thong			100 ton/d			4 rai		

On site treatment and disposal of nightsoil is common either provided by septic tank or cesspool

洪水防御施設

洪水防御施設は RIDによってチャオピア川沿に建設されている。しかし8都市のうち、パモック及びセナの一部においてチャオピア川沿の堤防はない。洪水制御用のポンプ施設はチャイナット及びシンブリにおいてのみ設置されている。但し20年以上も運転されていない。

3.3　水　　道

現況における給水は PWA, MWA 及び都市によって賄われている。表3.4は現況の給水状況を示す。1人当りの給水量はパモックの 113ℓ／人・日からロッププリの 280ℓ／人・日の範囲にある。将来、2011年における給水量原単位は、ランシット及びバンブアトンが 360ℓ／人・日、他の区域 280ℓ／人・日と予測された。

表3.4　対象区域内給水状況

Province	Municipality / Sanitary District	Water Supply Agency	Population in Service Area	Population Served	Annual Water Sales (m^3/year)	No. of Connections	Consumption Rate lpcd
1. Chai Nat	1. Muang Chai Nat Mun.	PWA	14,500	10,960	714,650	2,739	179
2. Sing Buri	1. Muang Sing Buri Mun.	PWA	20,800	17,030	927,044	3,785	149
	2. Thon Sa Mo S.D	PWA	10,200				
3. Lop Buri	1. Muang Lop Buri Mun. and Military	PWA	-	-	10,219,627 * (4,580,000)	8,903	* (280)
4. Ang Thong	1. Muang Ang Thong Mun. and Surroundings	PWA	25,810	13,490	780,835	2,698	159
	2. Pa Mok Mun.	PWA					
	3. Sanchao Rong Thong S.D	PWA	10,900	4,360	179,682	872	113
5. Ayutthaya	1. Sena Mun.	PWA	13,600	6,680	487,311	1,671	200
6. Pathum T.	1. Rangsit Area S.Ds **	PWA	95,540	60,590	4,008,395	10,096	181
7. Nontha-buri	1. Muang Nonthaburi Mun.	MWA	258,037		66,094,544	110,413	226
	2. Pak Kret Mun.	MWA	107,347				
	3. Bang Bua Thong Mun.	MWA	35,342				

Note: * For Lop Buri, annual water sales in parenthesis is the figure excluding the use at military camp sites (more than 50% of total sales), then, the domestic consumption Rate is 280 lpcd.

** There are 4 S.Ds.

3.4　2011年における下水道システム

対象8都市（7町、2衛生区）において11の下水道処理区が設定された。各々2処理区がシンブリ及びパモックに適用された。これはチャオピア川によって町が分断されていることが主要因である。またバンブアトンにおいては、下水処理場用地確保上、2処理区が必要となった。

下水処理場の維持管理に必要なスタッフ数を表3.5に示す。これらの人数は、下水処理場の規模によるものである。なお事業実施計画、組織、運営については前章にまとめられている。

表3.5　下水処理場維持管理人数

Municipaliry/S.D	Tratment Plant	Design Capacity (m3/d)	Operators Requirement	For each municipality
Chai Nat	T.P.	5,900	13	13
Sing Buri	East T.P.	3,100	11	
	West T.P.	8,200	16	27
Lop Buri	T.P.	16,500	21	21
Ang Thong	T.P.	3,700	11	11
Pa Mok	East T.P.	2,000	8	
	West T.P.	1,700	8	16
Sena	T.P.	2,600	9	9
Rangsit	T.P.	75,000	50	50
Bang Bua Thong	North T.P.	23,600	30	
	South T.P.	7,900	15	45

表3.6は対象都市の下水収集施設、表3.7は設計容量、処理方式、使用可能土地面積及び建設、維持管理費を含む処理場関連情報を示す。

各都市の下水道システム及び処理場配置図を以下に添付した。なお、酸化池が計画されているプロジェクトにおいては、フィージビリティースタディーの時点において、流入下水水質を見直し、嫌気性池の取捨と仕上げ池の必要性について検討を行う必要がある。但し本計画による処理場の必要面積はいづれの場合もほとんど変わらない。

表3.6　下水収集施設

ITEM		CHAI NAT	SING BURI	LOP BURI	ANG THONG	PA MOK	SENA	RANGSIT	BANG BUA THONG
Interceptor (Type & Dia. mm)	RCP 300	4,750	8,700	4,420	6,660	3,615	1,258	3,460	6,175
	RCP 400	1,320	1,000	3,810	1,090	5,430	1,050	1,585	4,280
	RCP 500	1,560	1,630	1,350	----	820	----	760	2,005
	RCP 600	1,850	2,860	150	2,030	----	590	1,634	2,412
	RCP 800	590	2,693	3,430	----	----	----	2,190	2,090
	RCP 1,000	----	----	1,335	----	----	----	4,930	1,240
	RCP 1,200	----	----	250	----	----	----	2,613	50
	RCP 1,500	----	----	----	----	----	----	1,790	----
	RCB 1,600 x 1,600	----	----	----	----	----	----	2,370	----
	Total (m)	10,070	16,883	14,745	9,780	9,865	2,898	21,332	18,252
Manhole	NO. 1	238	350	224	242	266	75	183	329
	NO. 2	19	13	42	3	----	3	68	55
	NO. 3	3	25	30	----	----	----	61	35
	NO. 4	----	----	3	----	----	----	69	3
	Special	----	3	12	----	----	----	9	3
	Total	260	401	311	245	266	78	390	425
Pump Station	less than 5m³	0.78	0.72 4.56 0.66 0.78	4.50 1.50 3.66 0.90	2.16 2.16 2.34 4.62 2.10	2.76 2.34 4.62	2.16 1.44	3.96 2.94 2.16	2.10 3.72 1.86 1.02
	more than 5m³	9.12	8.76 21.90	33.60 14.52 5.52	11.82	----		105.84 123.54 12.42 46.02 52.02 68.70	12.84 43.56 5.52 12.90
	Number	2	6	7	6	3	2	9	8
Siphon (Type & Length)	Dia. (mm)	----	----	(1-1B) RC 300 x 2 x 60	----	----	----	RC 1,000 x 2 x 71m RC 800 x 2 x 57m RC 800 x 2 x 43m RC 300 x 2 x 54m RC 400 x 2 x 40m	(1-3A) RC 400 x 2 x 38 m
	Length (m)			(1-5) RC 600 x 2 x 45					
	Number	----	----	2	----	----	----	5	1
River Crossing	Length (m)	----	----	(5-2B) SP 200 x 130 m (6-2B) SP 200 x 2 x 130 m	(1-5B) SP 200 x 210 m	----	(1-1C) SP 200 x 80 m	----	----
	Number	----	----	2	1	----	1	----	----

表3.7　下水処理場の建設及び維持管理費

Name of Treatment Plant	Design Capacity (m^3/day)	Initially Projected Land Area by Local Government (ha)	Treatment Plant		Required Land Area (ha)	Project Cost (Million Baht)			Annual O&M Cost (Million Baht)
			Treatment Method *	Sludge Dewatering **		Construction Cost	Land Acquisition	Sub−Total	
Chai Nat	5,900	11.0	SP	DB	7.60	8.91	14.25	23.16	0.13
Sing Buri East	3,000	6.5	SP	DB	4.80	4.53	6.00	10.53	0.07
Sing Buri West	8,200	4.5	AL	DB	4.70	20.17	4.99	25.16	0.63
Lop Buri	16,500	3.8	AL	DB	8.05	38.06	25.16	63.22	1.07
Ang Thong	3,700	6.0	SP	DB	5.44	5.46	6.80	12.26	0.09
Pa Mok East	2,000	10.0	SP	DB	3.74	2.86	3.51	6.37	0.05
Pa Mok West	1,700	20.0	SP	DB	3.44	2.41	3.23	5.64	0.04
Sena	2,600	6.7	SP	DB	4.34	3.77	5.43	9.20	0.06
Rang Sit	75,000	11.9	AS	DU	7.50	598.75	93.75	692.50	38.71
B.B.Thong N.	23,600	3.2	AS	DU	3.00	181.26	150.00	331.26	12.14
B.B.Thong S.	7,900	9.0	OD	DB	2.25	47.71	7.03	54.64	4.65

Note * : SP: Stabilization Pond
AL: Aerated Laggon
OD: Oxidation Ditch
AS: Activated Sludge

Note **: DB: Drying Bed
DU: Dewatering Unit

DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991	Target Year 2011
Area (Km^2)	6.06 (Municipality)	6.90 (Sewerage Service)
Population (persons)	13,983 (Municipality)	21,800 (Sewrage Service Area)
Unit Wastewater (lpcd)	144	224
Unit Domestic	112	160
Unit Business	32	64
Unit BOD Load (gpcd)	45.2	48.3
Unit Domestic	39.1	40.6
Unit Business	6.1	7.7
Total Wastewater Quantity (m^3/d)	2,307	4,883
Total Wastewater BOD (kg/d)	724	1,053

Table Wastewater Collection Facilities

Interceptor			Manhole		Pump Station	
Dia. by Material (mm)		Length (m)	Kind	Number	Less than 5 m^3/m Capacity (m^3/m)	More than 5m^3/m Capacity (m^3/m)
RCP	300	4,750	No.1	238	No.2 0.78	No.1 9.12
RCP	400	1,320	No.2	19		
RCP	500	1,560	No.3	3	Total 1	1
RCP	600	1,850	No.4	-		
RCP	800	590	Special	-		
Total		10,700	Total	260		

Note : RCP; Reinforced Concrete Pipe

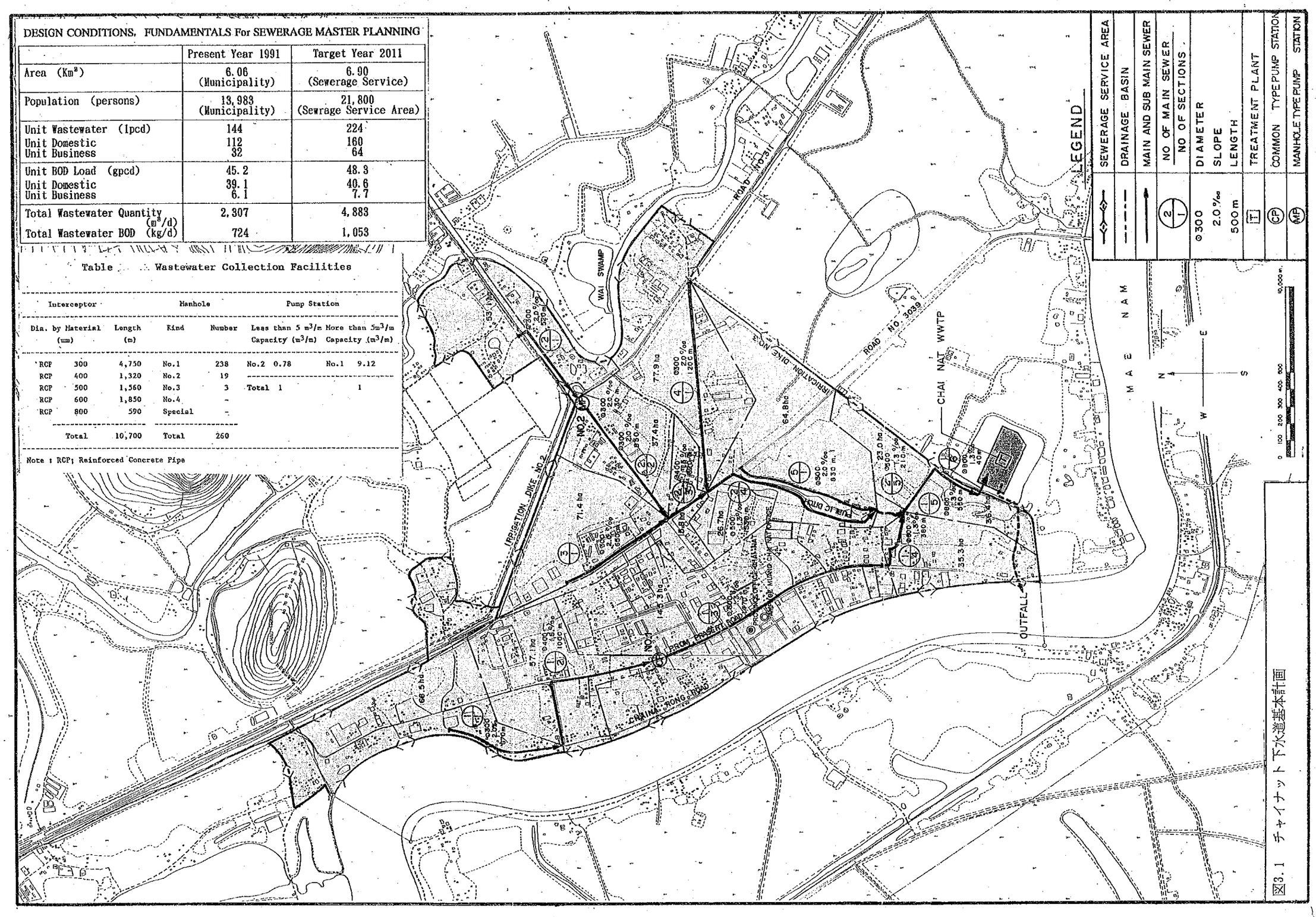


図3.1 チャイナット下水道基本計画

Wastewater Treatment Plant

Wastewater Treatment method	Stabilization Pond System
Plant Space Area (ha)	7.6
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	5,900
Discharge Point	Chao Phraya River

Main Facilitie's

1)	Inflow Pump	Submerged Pump
	(Dry Season)	ø200m/mx3.0m^3/minx7.6^{m}Hx2units
	(Wet Season)	ø250m/mx6.0m^3/minx7.6^{m}Hx2units
2)	Grit Chamber	Constructed with R.C. Size 0.8^{m}Wx6.5^{m}Lx0.6^{m}Dx2units (1 unit for dry weather)
3)	Anaerobic Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 60^{m}Wx80^{m}Lx4.0^{m}Dx2units Retention Time 5 days
4)	Facultative Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 70^{m}Wx120^{m}Lx2.0^{m}Dx2units Retention Time 5 days
5)	Maturation Pond	Constructed with R.C. Dimension 63^{m}Wx83^{m}Lx1.5^{m}Dx4units Retention Time 5 days
6)	Drying Bed	Dimension 6^{m}x8^{m}x4units Detention Time 15 days

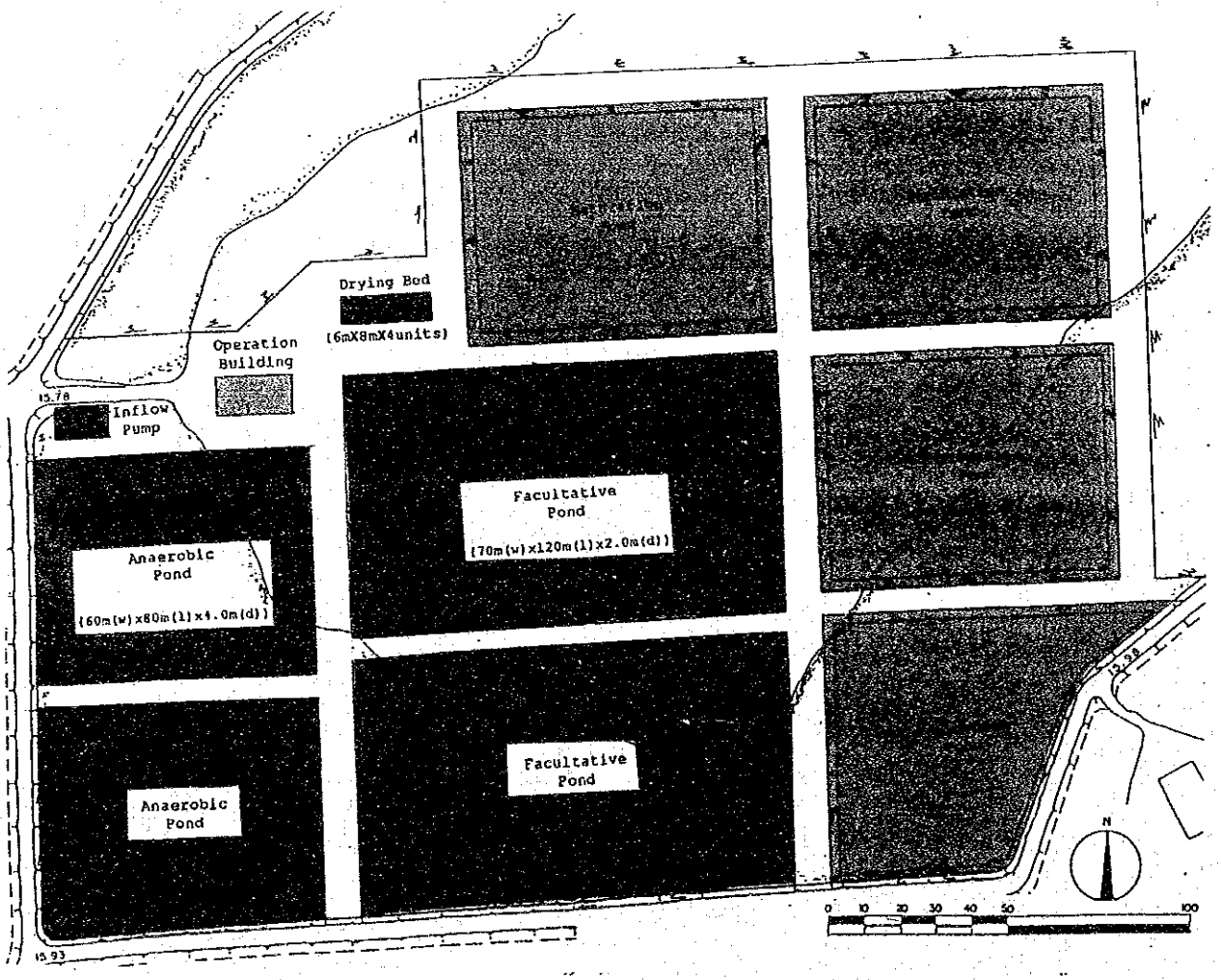


図3.2　チャイナット下水処理場施設配置図

Wastewater Treatment Plant

Wastewater Treatment method	Stabilization Pond System
Plant Space Area (ha)	7.6
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	5,900
Discharge Point	Chao Phraya River

Main Facilitie's

1)	Inflow Pump	Submerged Pump
	(Dry Season)	ø200m/mx3.0m^3/minx7.6^{m}Hx2units
	(Wet Season)	ø250m/mx6.0m^3/minx7.6^{m}Hx2units
2)	Grit Chamber	Constructed with R.C. Size 0.8^{m}Wx6.5^{m}Lx0.6^{m}Dx2units (1 unit for dry weather)
3)	Anaerobic Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 60^{m}Wx80^{m}Lx4.0^{m}Dx2units Retention Time 5 days
4)	Facultative Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 70^{m}Wx120^{m}Lx2.0^{m}Dx2units Retention Time 5 days
5)	Maturation Pond	Constructed with R.C. Dimension 63^{m}Wx83^{m}Lx1.5^{m}Dx4units Retention Time 5 days
6)	Drying Bed	Dimension 6^{m}x8^{m}x4units Detention Time 15 days

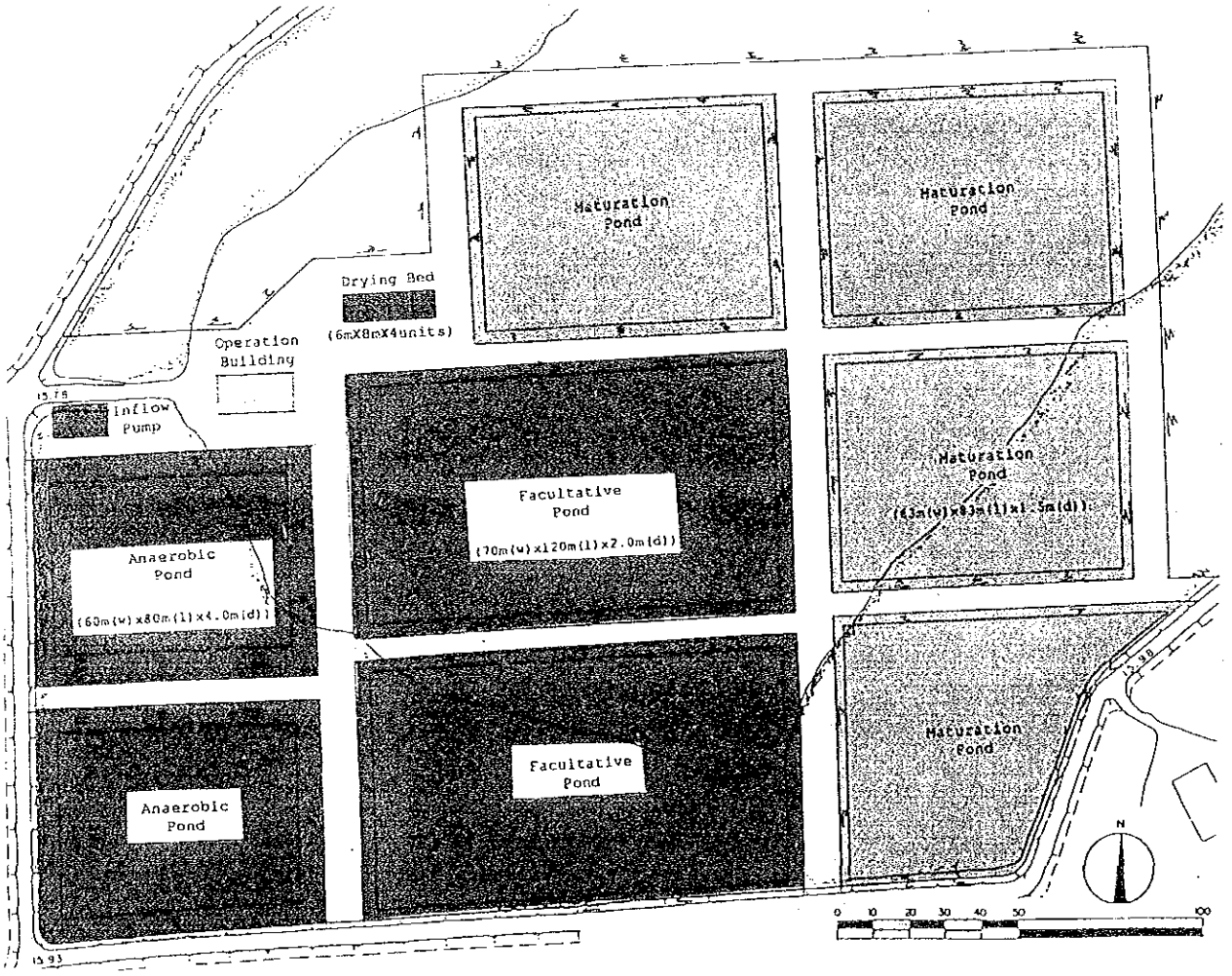


図3．2　チャイナット下水処理場施設配置図

DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991			Target Year 2011		
	East Area	West Area	Total	East Area	West Area	Total
Area (Km^2)	4.17	4.85	9.02	6.859	5.051	11.91
Population (persons)	6,120	16,450	22,570	11,300	30,400	41,700
Unit Wastewater (lpcd) Unit Domestic Unit Business	112 32			160 64		
Unit BOD Load (gpcd) Unit Domestic Unit Business	39.1 6.1			40.6 7.7		
Total Wastewater Quantity (m^3/d)	1,106	2,976	4,082	2,531	6,810	9,341
Total Wastewater BOD (kg/d)	346.6	932.4	1,279	545.8	1,468.1	2,013.9

Table Wastewater Collection Facilities

Interceptor			Manhole		Pump Station	
Dia. by Material (mm)		Length (m)	Kind	Number	Less than 5 m^3/m Capacity (m^3/m)	More than 5 m^3/m Capacity (m^3/s)
RCP	300	8,700	No.1	350	No.1 0.72	No.3 8.76
RCP	400	1,000	No.2	19	No.2 4.56	No.6 21.90
RCP	500	1,630	No.3	35	No.4 0.66	
RCP	600	2,860	No.4	-	No.5 0.78	
RCP	800	2,693	Special	3		
Total		16,883	Total	401	Total	

Note : RCP; Reinforced Concrete Pipe

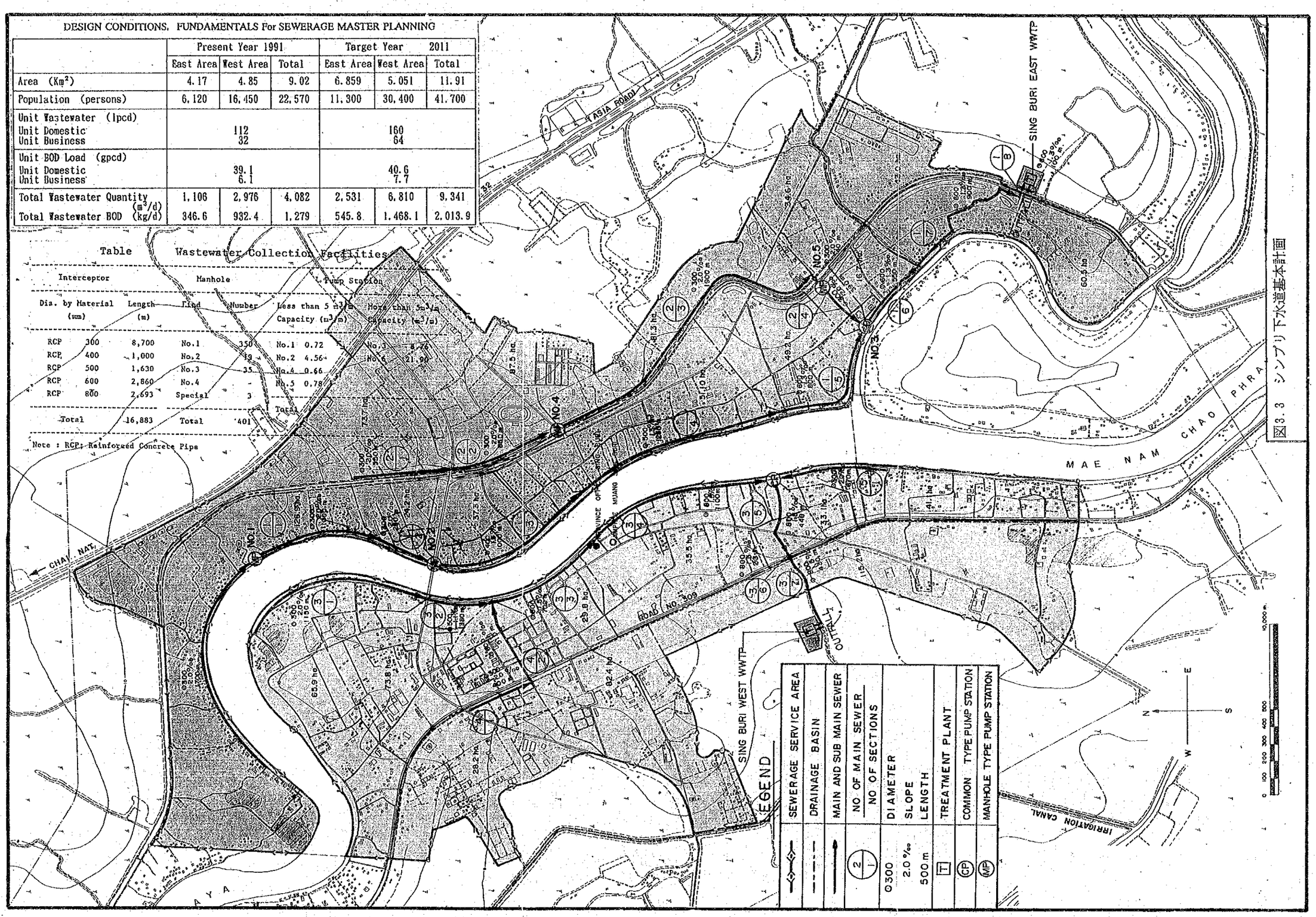


図3.3 シンブリ下水道基本計画

DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991			Target Year 2011		
	East Area	West Area	Total	East Area	West Area	Total
Area (Km^2)	4.17	4.85	9.02	6.859	5.051	11.91
Population (persons)	6,120	16,450	22,570	11,300	30,400	41,700
Unit Wastewater (lpcd) Unit Domestic Unit Business	112 32			160 64		
Unit BOD Load (gpcd) Unit Domestic Unit Business	39.1 6.1			40.6 7.7		
Total Wastewater Quantity (m^3/d)	1,106	2,976	4,082	2,531	6,810	9,341
Total Wastewater BOD (kg/d)	346.6	932.4	1,279	545.8	1,468.1	2,013.9

Table Wastewater Collection Facilities

Interceptor			Manhole		Pump Station			
Dia. by Material (mm)		Length (m)	Kind	Number	Less than 5 m^3/m Capacity (m^3/m)		More than 5 m^3/m Capacity (m^3/m)	
RCP	300	8,700	No.1	350	No.1	0.72	No.3	8.76
RCP	400	1,000	No.2	19	No.2	4.56	No.6	21.90
RCP	500	1,630	No.3	35	No.4	0.66		
RCP	600	2,860	No.4	-	No.5	0.78		
RCP	800	2,693	Special	3				
					Total			
Total		16,883	Total	401				

Note : RCP; Reinforced Concrete Pipe

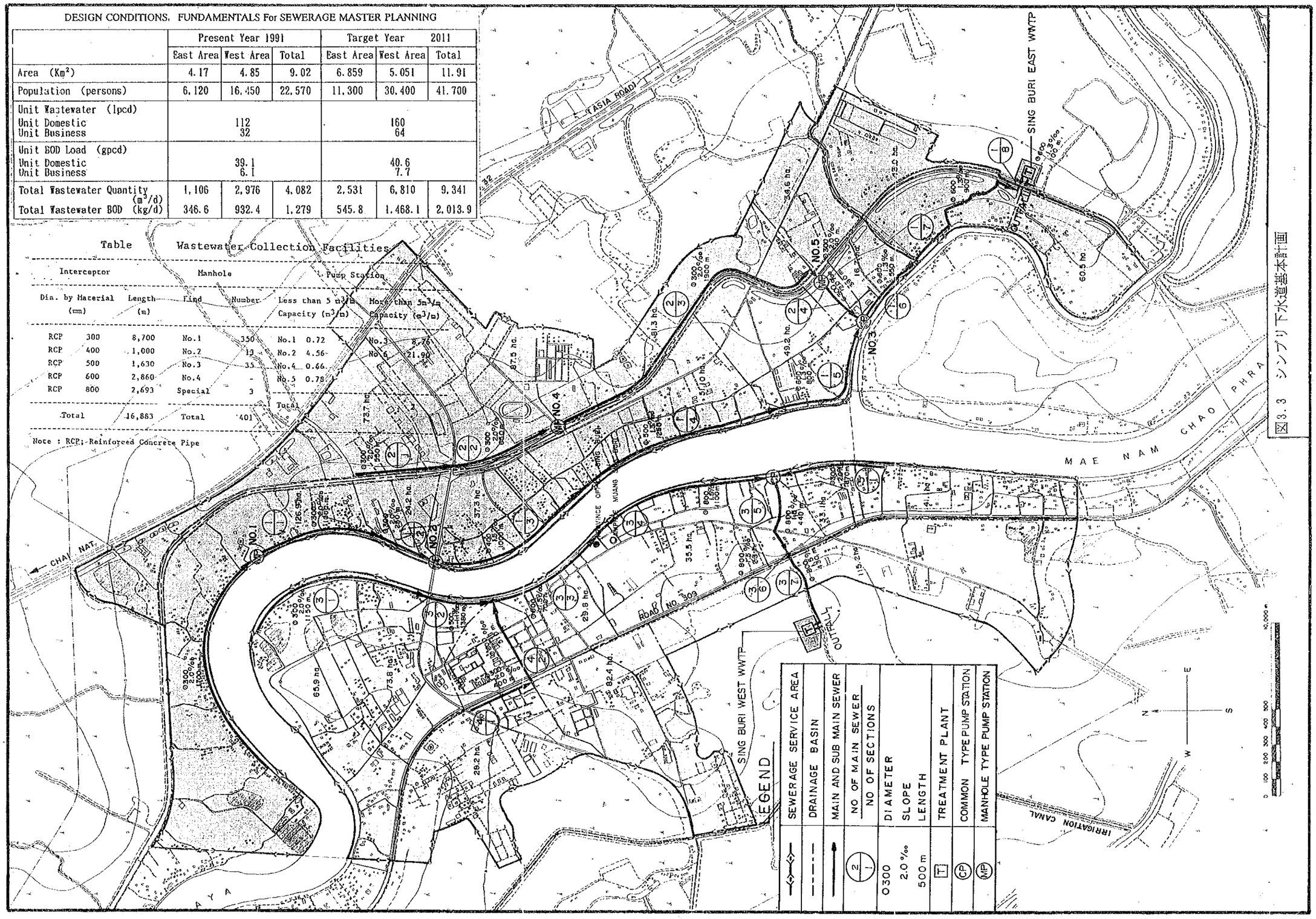


図3.3 シンブリ下水道基本計画

Wastewater Treatmentplant

	East T.P.	West T.P.
Wastewater Treatment method	Stabilization Pond System	Aerated Lagoon System
Plant Space Area (ha)	4.8	9.85
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	3,000	8,200
Discharge Point	Irrigation Canal	Khlong

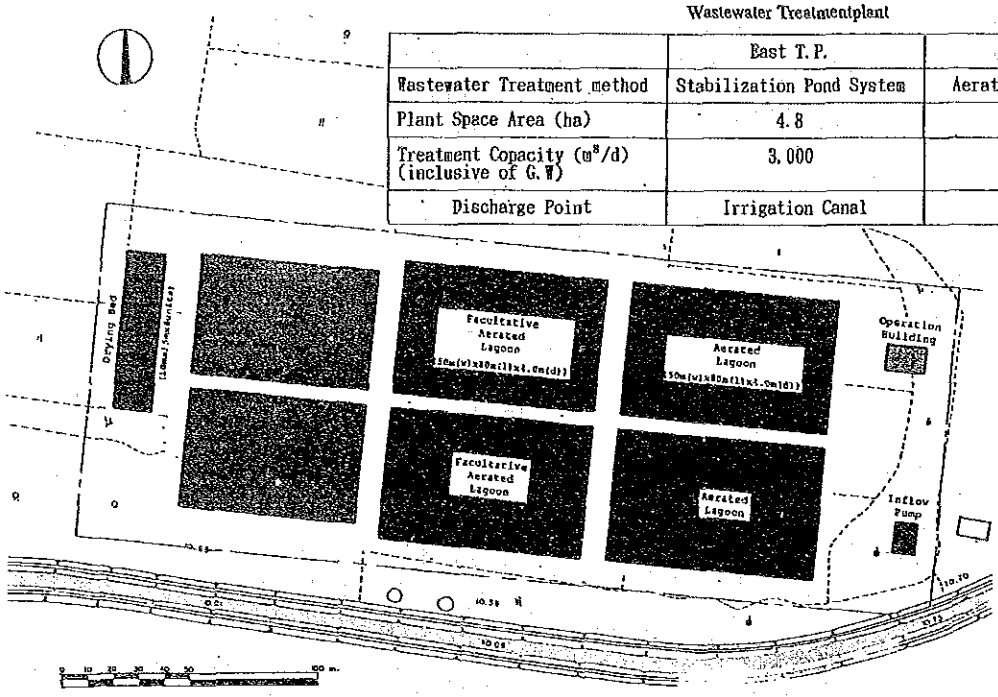
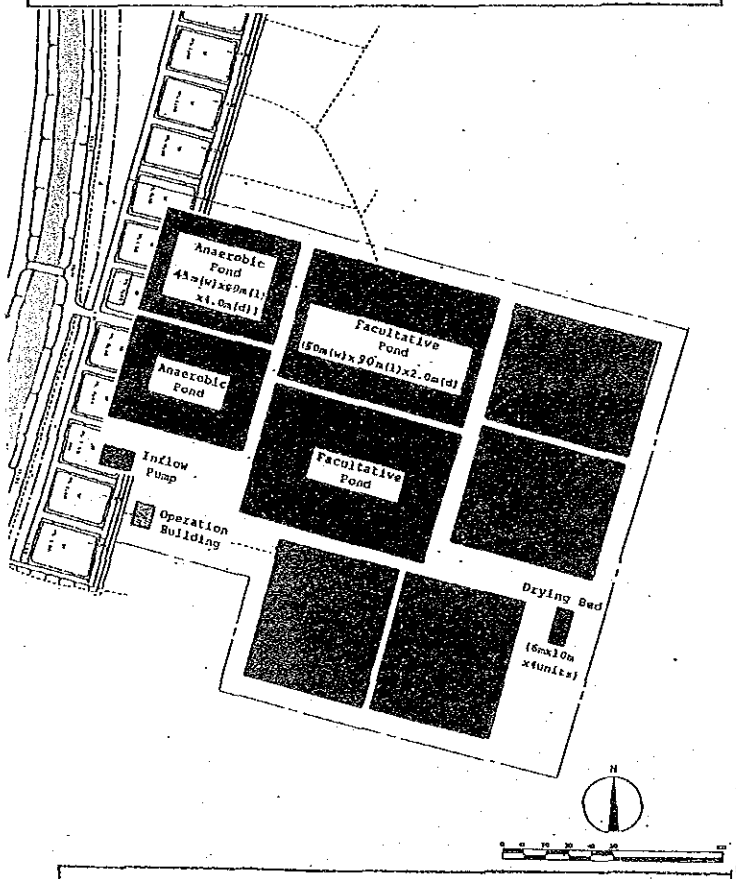


図3.4(b) シンブリ西部下水処理場施設配置図

Main Facilitie's

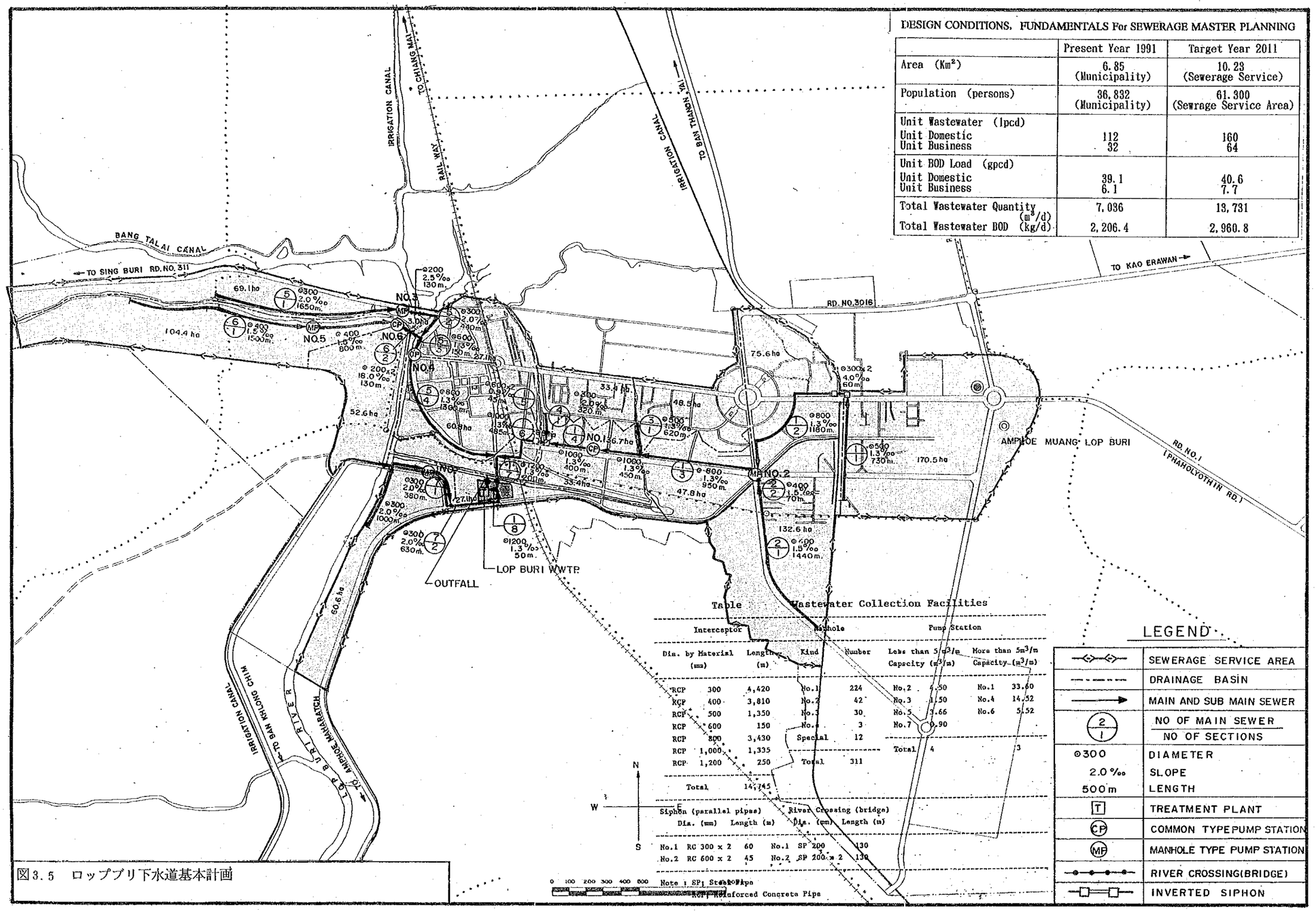
	West T.P.
1)Inflow Pump	Submerged Pump
(Dry Season)	ϕ200m/m×4.15m^3/min×4.8"H×2units
(Wet Season)	ϕ300m/m×8.4m^3/min×4.8"H×2units
2)Grit Chamber	Constructed with R.C.
	Size
	1.0"W×7.5"L×0.6"D×2units
	(1unit for dry weather)
3)Aerated Lagoon	Enbankment protected by masonry
	Dimension
	50"W×80"L×4.0"D×2units
	Retention Time 3 days
4)Facultative Aerated Lagoon	Enbankment protected by masonry
	Dimension
	50"W×80"L×4.0"D×2units
	Retention Time 3 days
5)Polishing Pond	Enbankment protected by masonry
	Dimension
	45"W×70"L×1.5"D×2units
	Retention Time 1 days
6)Drying Bed	Dimension
	10"×15"×6units
	Detention Time 15 days



Mai Facilitie's

	East T.P.
1)Inflow Pump	Submerged Pump
(Dry Season)	ϕ150m/m×1.6m^3/min×8.5"H×2units
(Wet Season)	ϕ200m/m×3.2m^3/min×8.5"H×2units
2)Grit Chamber	Constructed with R.C.
	Size
	0.6"W×5.0"L×0.6"D×2units
	(1unit for dry weather)
3)Anaerobic Pond	Enbankment protected by masonry
	Dimension
	45"W×60"L×4.0"D×2units
	Retention Time 5 days
4)Facultative Pond	Enbankment protected by masonry
	Dimension
	50"W×90"L×2.0"D×2units
	Retention Time 5 days
5)Maturation Pond	Enbankment protected by masonry
	Dimension
	40"W×75"L×1.5"D×4units
	Retention Time 5 days
6)Drying Bed	Dimension
	6"×10"×4units
	Detention Time 15 days

図3.4(a) シンブリ東部下水処理場施設配置図



DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991	Target Year 2011
Area (Km²)	6.85 (Municipality)	10.23 (Sewerage Service)
Population (persons)	36,832 (Municipality)	61.300 (Sewrage Service Area)
Unit Wastewater (lpcd)		
Unit Domestic	112	160
Unit Business	32	64
Unit BOD Load (gpcd)		
Unit Domestic	39.1	40.6
Unit Business	6.1	7.7
Total Wastewater Quantity (m³/d)	7,036	13,731
Total Wastewater BOD (kg/d)	2,206.4	2,960.8

Table Wastewater Collection Facilities

Interceptor			Manhole		Pump Station			
Dia. by Material (mm)		Length (m)	Kind	Number	Less than 5 m³/m Capacity (m³/m)		More than 5m³/m Capacity (m³/m)	
RCP	300	4,420	No.1	224	No.2	4.50	No.1	33.60
RCP	400	3,810	No.2	42	No.3	1.50	No.4	14.52
RCP	500	1,350	No.3	30	No.5	3.66	No.6	5.52
RCP	600	150	No.4	3	No.7	0.90		
RCP	800	3,430	Special	12				
RCP	1,000	1,335			Total	4		3
RCP	1,200	250	Total	311				
Total		14,745						

Siphon (parallel pipes)			River Crossing (bridge)		
	Dia. (mm)	Length (m)		Dia. (mm)	Length (m)
No.1	RC 300 x 2	60	No.1	SP 200	130
No.2	RC 600 x 2	45	No.2	SP 200 x 2	130

LEGEND

	SEWERAGE SERVICE AREA
	DRAINAGE BASIN
	MAIN AND SUB MAIN SEWER
2/1	NO OF MAIN SEWER / NO OF SECTIONS
⊘300	DIAMETER
2.0 ‰	SLOPE
500 m	LENGTH
T	TREATMENT PLANT
CP	COMMON TYPE PUMP STATION
MP	MANHOLE TYPE PUMP STATION
	RIVER CROSSING(BRIDGE)
	INVERTED SIPHON

図3.5 ロップブリ下水道基本計画

Wastewater Treatmentplant

Wastewater Treatment method	Aerated Lagoon System
Plant Space Area (ha)	8.05
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	16,500
Discharge Point	Khlong

Main Facilitie's

1) Inflow Pump
(Dry Season) Submerged Pump ϕ300m/m×8.4m^3/min×6.2"H×2units
(Wet Season) ϕ400m/m×16.8m^3/min×6.2"H×2units

2) Grit Chamber
Constructed with R.C.
Size
1.0"W×7.5"L×0.6"D×4units
(2units for dry weather)

3) Aerated Lagoon
Enbankment protected by masonry
Dimension
50"W×81"L×4.0"D×4units
Retention Time 3 days

4) Facultative Aerated Lagoon
Enbankment protected by masonry
Dimension
50"W×81"L×4.0"D×4units
Retention Time 3 days

5) Polishing Pond
Enbankment protected by masonry
Dimension
45"W×71"L×1.5"D×4units
Retention Time 1.0 days

6) Drying Bed
Dimension
5"×8"×40units
Detention Time 15 days

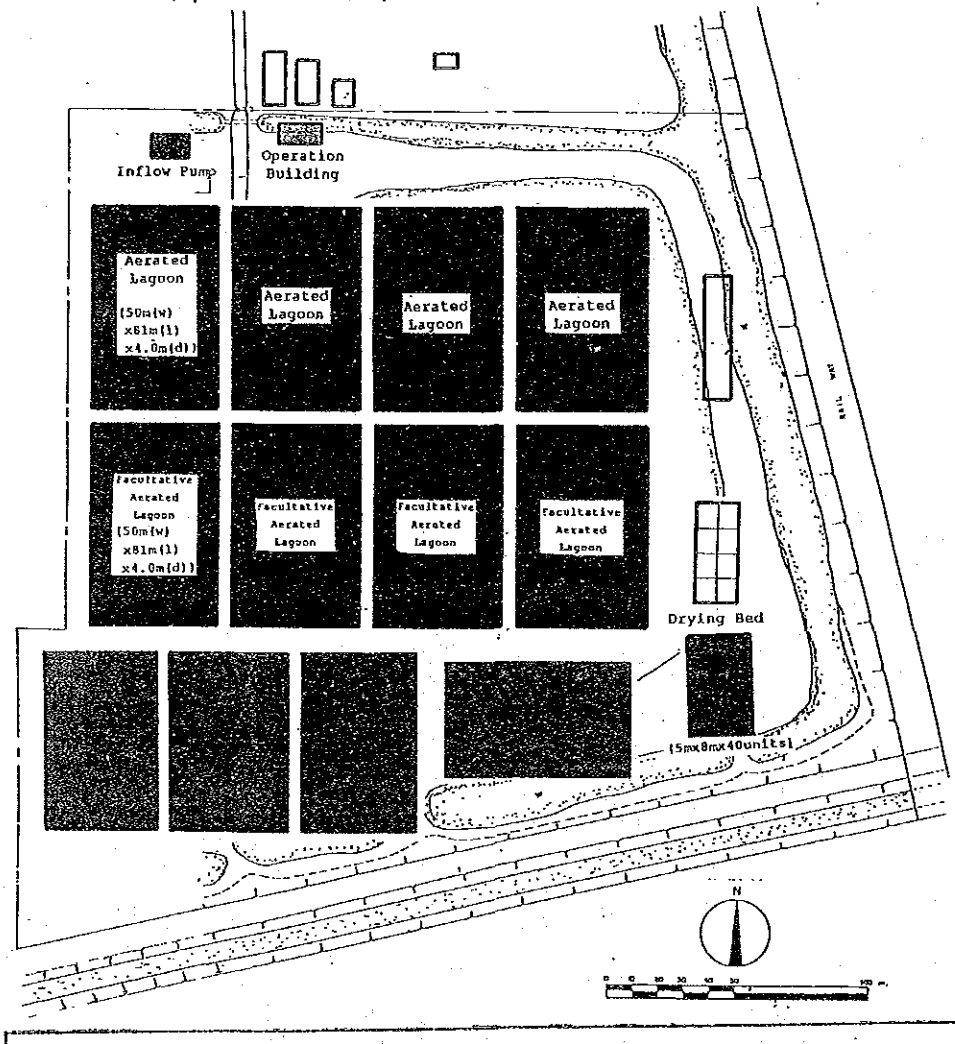


図3.6　ロッブブリ下水処理場施設配置図

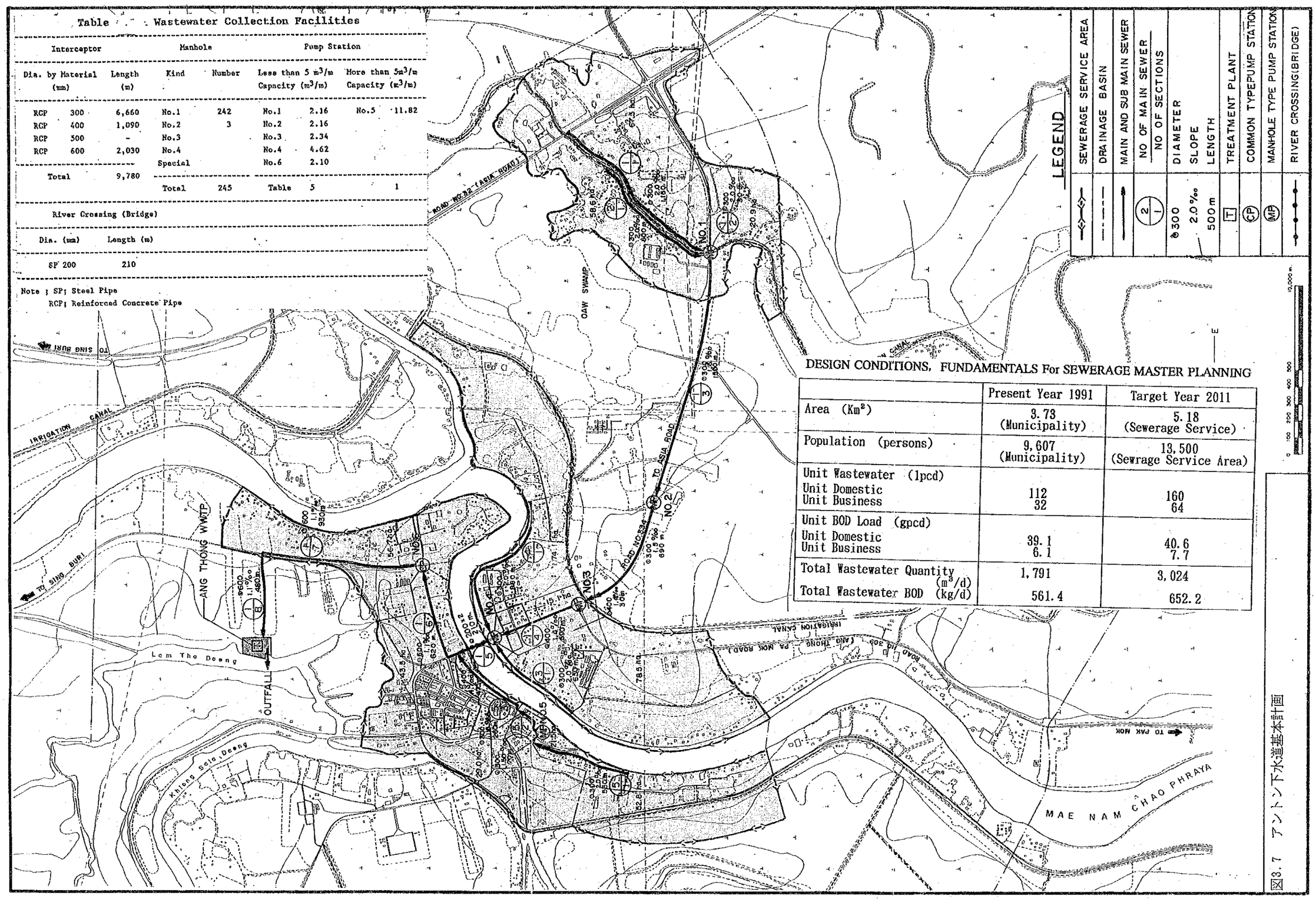
Table Wastewater Collection Facilities

Interceptor			Manhole		Pump Station			
Dia. by Material (mm)		Length (m)	Kind	Number	Less than 5 m^3/m Capacity (m^3/m)		More than $5m^3/m$ Capacity (m^3/m)	
RCP	300	6,660	No.1	242	No.1	2.16	No.5	11.82
RCP	400	1,090	No.2	3	No.2	2.16		
RCP	500	-	No.3		No.3	2.34		
RCP	600	2,030	No.4		No.4	4.62		
			Special		No.6	2.10		
Total		9,780						
			Total	245	Table	5		1

River Crossing (Bridge)

Dia. (mm)	Length (m)
SP 200	210

Note ; SP; Steel Pipe
RCP; Reinforced Concrete Pipe



DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991	Target Year 2011
Area (Km^2)	3.73 (Municipality)	5.18 (Sewerage Service)
Population (persons)	9,607 (Municipality)	13,500 (Sewrage Service Area)
Unit Wastewater (lpcd)		
Unit Domestic	112	160
Unit Business	32	64
Unit BOD Load (gpcd)		
Unit Domestic	39.1	40.6
Unit Business	6.1	7.7
Total Wastewater Quantity (m^3/d)	1,791	3,024
Total Wastewater BOD (kg/d)	561.4	652.2

図3.7 アントン下水道基本計画

Wastewater Treatment Plant

Wastewater Treatment method	Stabilization Pond System
Plant Space Area (ha)	5.44
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	3,700
Discharge Point	Khlong Lam Tha Daeng

Main Facilitie's

1)	Inflow Pump	Submerged Pump
	(Dry Season)	ø150m/mx1.9m^3/minx4.8^{m}Hx2units
	(Wet Season)	ø200m/mx3.8m^3/minx4.8^{m}Hx2units
2)	Grit Chamber	Constructed with R.C. Size 0.6^{m}Wx5.5^{m}Lx0.6^{m}Dx2units (1 unit for dry weather)
3)	Anaerobic Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 50^{m}Wx62^{m}Lx4.0^{m}Dx2units Retention Time 5 days
4)	Facultative Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 60^{m}Wx88^{m}Lx2.0^{m}Dx2units Retention Time 5 days
5)	Maturation Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 50^{m}Wx71^{m}Lx1.5^{m}Dx4units Retention Time 5 days
6)	Drying Bed	Dimension 4^{m}x6^{m}x4units Detention Time 15 days

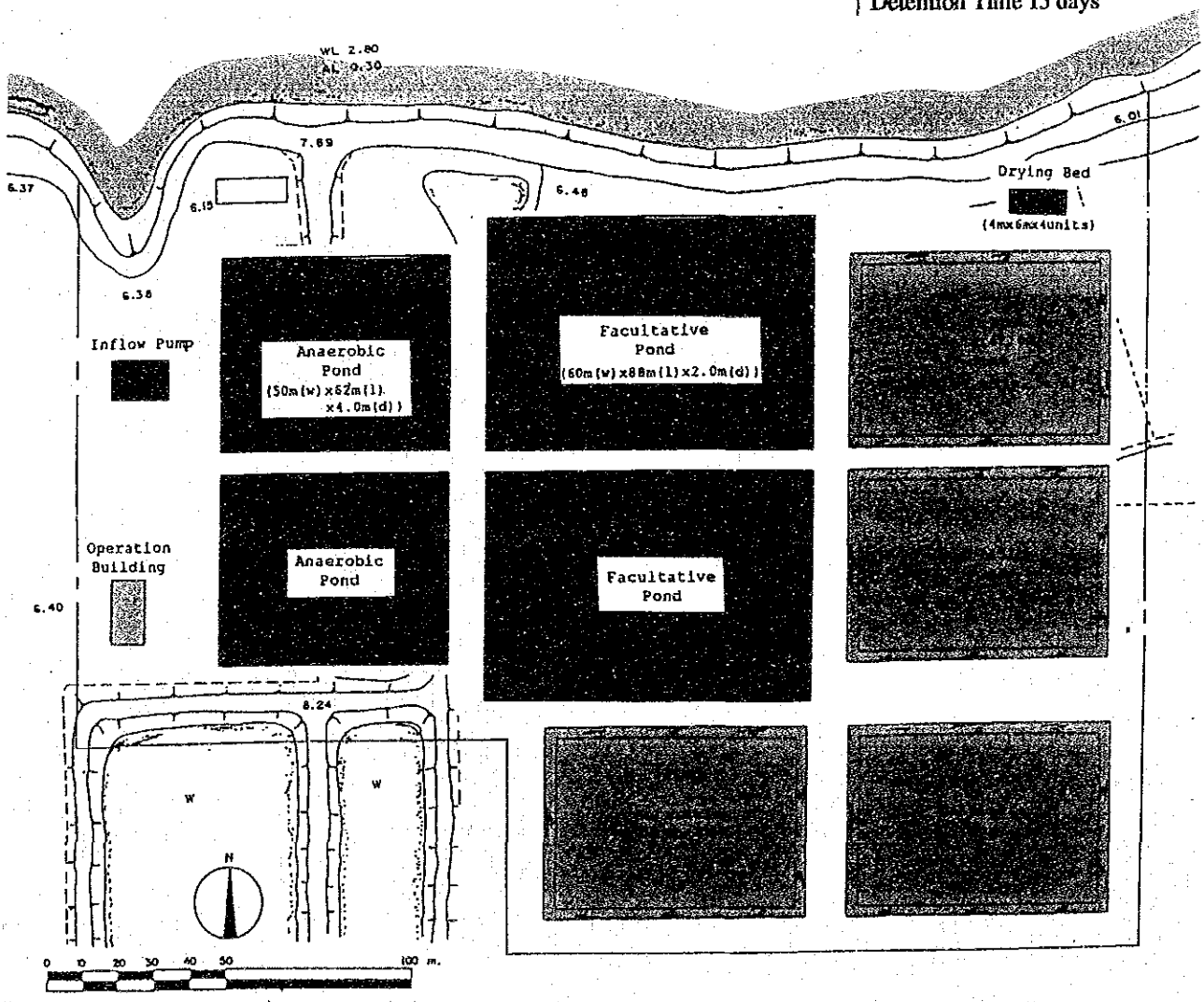


図3.8　アントン下水処理場施設配置図

Wastewater Treatment Plant

Wastewater Treatment method	Stabilization Pond System
Plant Space Area (ha)	5.44
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	3,700
Discharge Point	Khlong Lam Tha Daeng

Main Facilitie's

1) Inflow Pump	Submerged Pump
(Dry Season)	ø150m/mx1.9m³/minx4.8ᵐHx2units
(Wet Season)	ø200m/mx3.8m³/minx4.8ᵐHx2units
2) Grit Chamber	Constructed with R.C. Size 0.6ᵐWx5.5ᵐLx0.6ᵐDx2units (1 unit for dry weather)
3) Anaerobic Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 50ᵐWx62ᵐLx4.0ᵐDx2units Retention Time 5 days
4) Facultative Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 60ᵐWx88ᵐLx2.0ᵐDx2units Retention Time 5 days
5) Maturation Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 50ᵐWx71ᵐLx1.5ᵐDx4units Retention Time 5 days
6) Drying Bed	Dimension 4ᵐx6ᵐx4units Detention Time 15 days

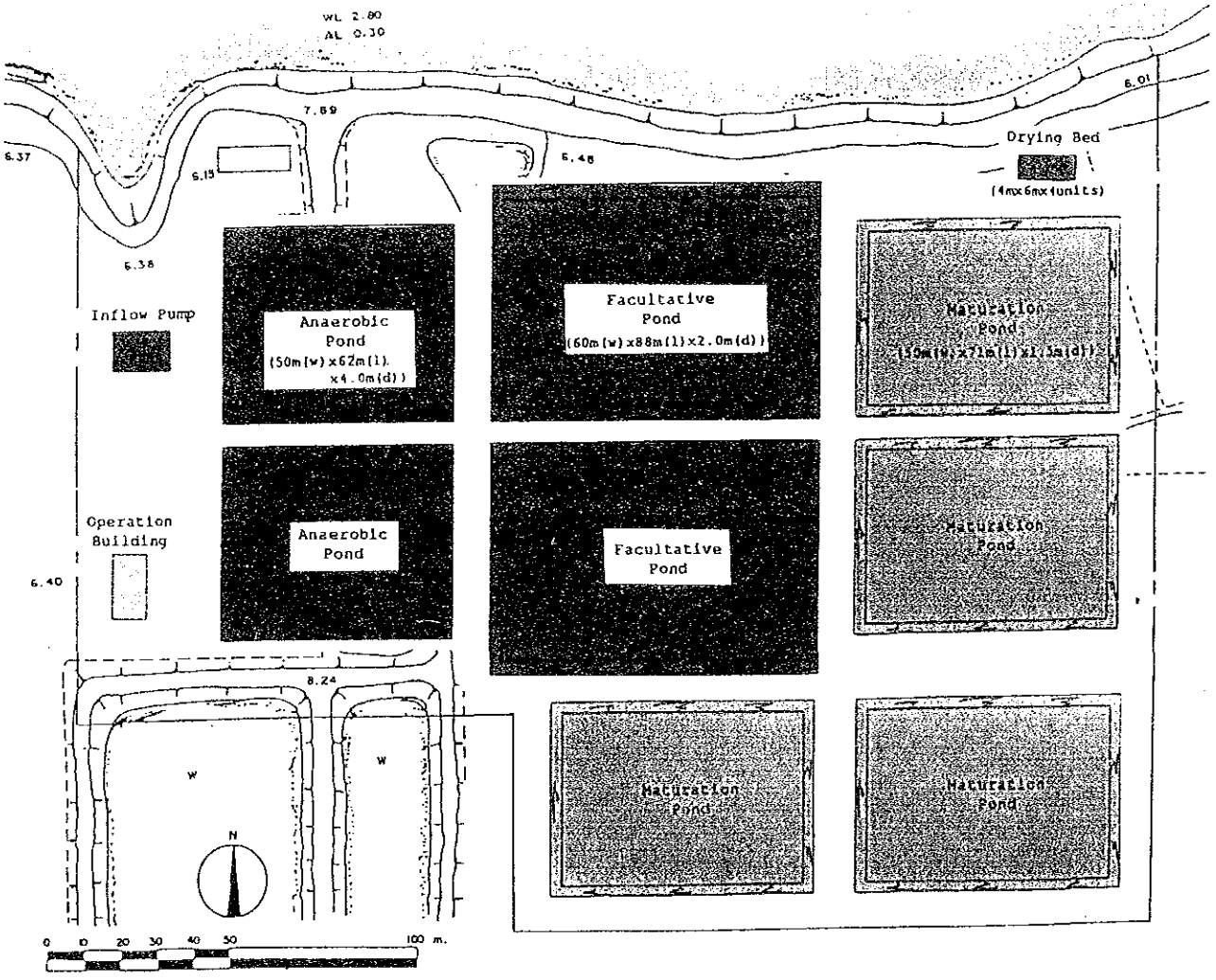


図3.8　アントン下水処理場施設配置図

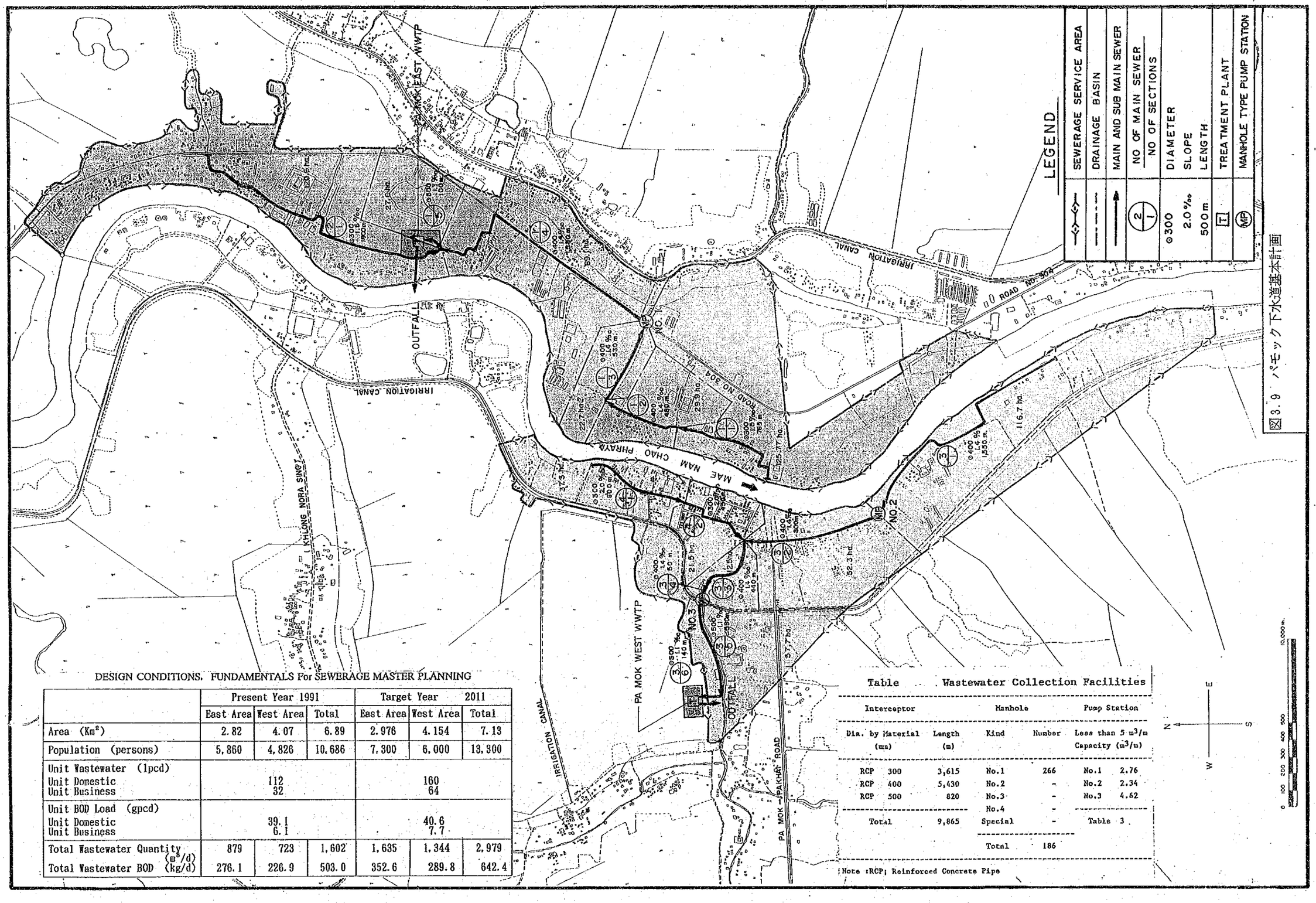


図3.9 パモック下水道基本計画

DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991			Target Year 2011		
	East Area	West Area	Total	East Area	West Area	Total
Area (Km^2)	2.82	4.07	6.89	2.976	4.154	7.13
Population (persons)	5,860	4,826	10,686	7,300	6,000	13,300
Unit Wastewater (lpcd)						
Unit Domestic		112			160	
Unit Business		32			64	
Unit BOD Load (gpcd)						
Unit Domestic		39.1			40.6	
Unit Business		6.1			7.7	
Total Wastewater Quantity (m^3/d)	879	723	1,602	1,635	1,344	2,979
Total Wastewater BOD (kg/d)	276.1	226.9	503.0	352.6	289.8	642.4

Table . . . Wastewater Collection Facilities

Interceptor			Manhole		Pump Station	
Dia. by Material (mm)		Length (m)	Kind	Number	Less than 5 m^3/m Capacity (m^3/m)	
RCP	300	3,615	No.1	266	No.1	2.76
RCP	400	5,430	No.2	-	No.2	2.34
RCP	500	820	No.3	-	No.3	4.62
			No.4	-		
Total		9,865	Special	-	Table 3	
			Total	186		

Note :RCP; Reinforced Concrete Pipe

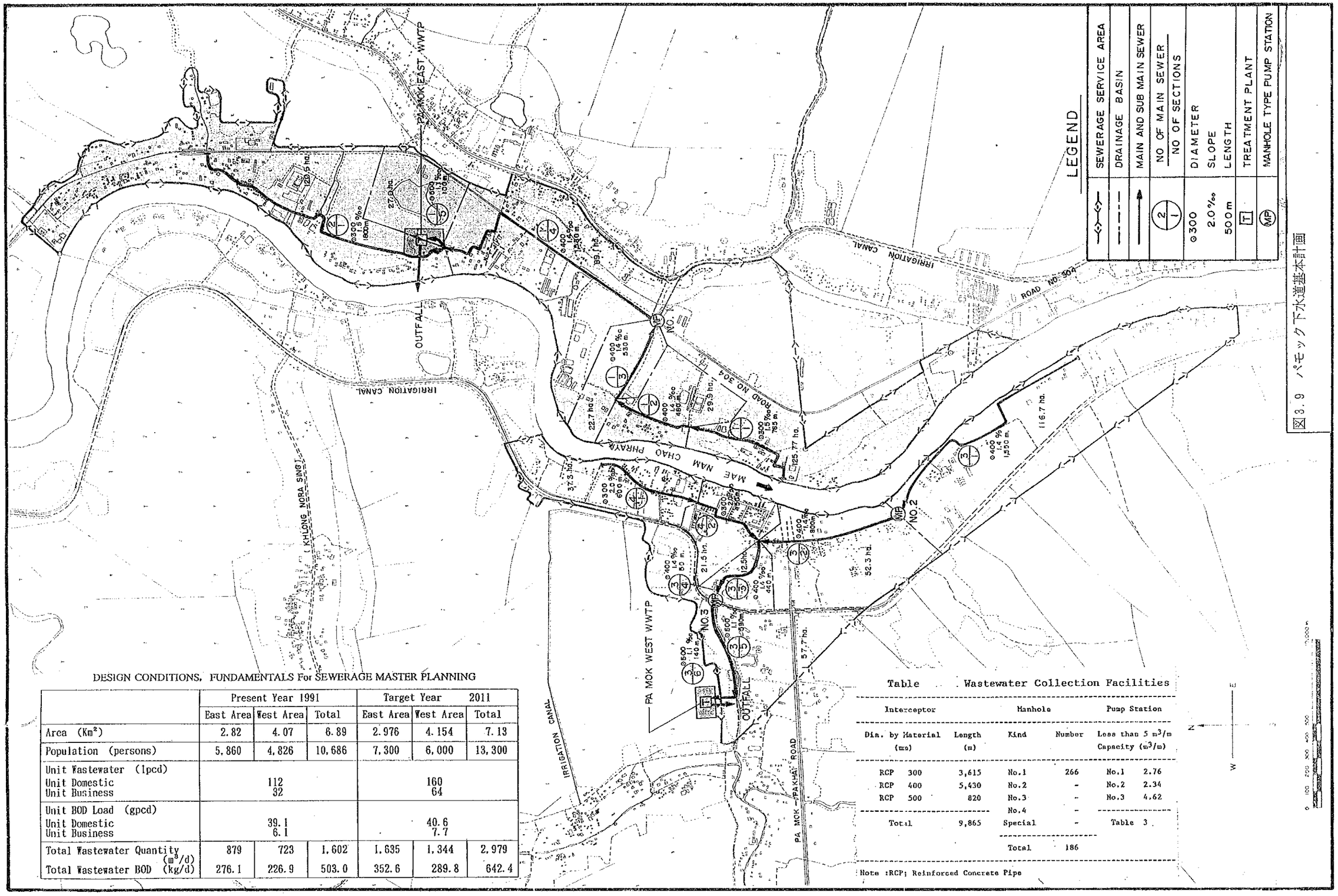


図 3.9 パモック下水道基本計画

DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991			Target Year 2011		
	East Area	West Area	Total	East Area	West Area	Total
Area (Km^2)	2.82	4.07	6.89	2.976	4.154	7.13
Population (persons)	5,860	4,826	10,686	7,300	6,000	13,300
Unit Wastewater (lpcd) Unit Domestic Unit Business	112 32			160 64		
Unit BOD Load (gpcd) Unit Domestic Unit Business	39.1 6.1			40.6 7.7		
Total Wastewater Quantity (m^3/d)	879	723	1,602	1,635	1,344	2,979
Total Wastewater BOD (kg/d)	276.1	226.9	503.0	352.6	289.8	642.4

Table . Wastewater Collection Facilities

Interceptor			Manhole		Pump Station	
Dia. by Material (mm)		Length (m)	Kind	Number	Less than 5 m^3/m Capacity (m^3/m)	
RCP	300	3,615	No.1	266	No.1	2.76
RCP	400	5,430	No.2	-	No.2	2.34
RCP	500	820	No.3	-	No.3	4.62
			No.4	-		
Total		9,865	Special	-	Table 3	
			Total	186		

Note :RCP; Reinforced Concrete Pipe

Wastewater Treatment Plant

Wastewater Treatment method	Stabilization Pond System	
	East T.P.	West T.P.
Plant Space Area (ha)	3.74	3.44
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	2,000	1,700
Discharge Point	Chao Phraya River	Khlong

Main Facilitie's

East T.P.

1) Inflow Pump	Submerged Pump
(Dry Season)	ø150m/mx1.1m^3/minx7.6^{m}Hx2units
(Wet Season)	ø150m/mx2.1m^3/minx7.6^{m}Hx2units
2) Grit Chamber	Constructed with R.C. Size 0.6^{m}Wx3.0^{m}Lx0.6^{m}Dx2units (1 unit for dry weather)
3) Anaerobic Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 35^{m}Wx53^{m}Lx4.0^{m}Dx2units Retention Time 5 days
4) Facultative Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 45^{m}Wx67^{m}Lx2.0^{m}Dx2units Retention Time 5 days
5) Maturation Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 40^{m}Wx50^{m}Lx1.5^{m}Dx4units Retention Time 5 days
6) Drying Bed	Dimension 5^{m}x6^{m}x2units Detention Time 15 days

Main Facilitie's

West T.P.

1) Inflow Pump	Submerged Pump
(Dry Season)	ø150m/mx0.9m^3/minx4.9^{m}Hx2units
(Wet Season)	ø200m/mx1.75m^3/minx4.9^{m}Hx2units
2) Grit Chamber	Constructed with R.C. Size 0.6^{m}Wx3.0^{m}Lx0.6^{m}Dx2units (1 unit for dry weather)
3) Anaerobic Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 35^{m}Wx47^{m}Lx4.0^{m}Dx2units Retention Time 5.1 days
4) Facultative Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 40^{m}Wx65^{m}Lx2.0^{m}Dx2units Retention Time 5 days
5) Maturation Pond	Enbankment protected by masonry Dimension 35^{m}Wx50^{m}Lx1.5^{m}Dx4units Retention Time 5.1 days
6) Drying Bed	Dimension 4^{m}x6^{m}x2units Detention Time 15 days

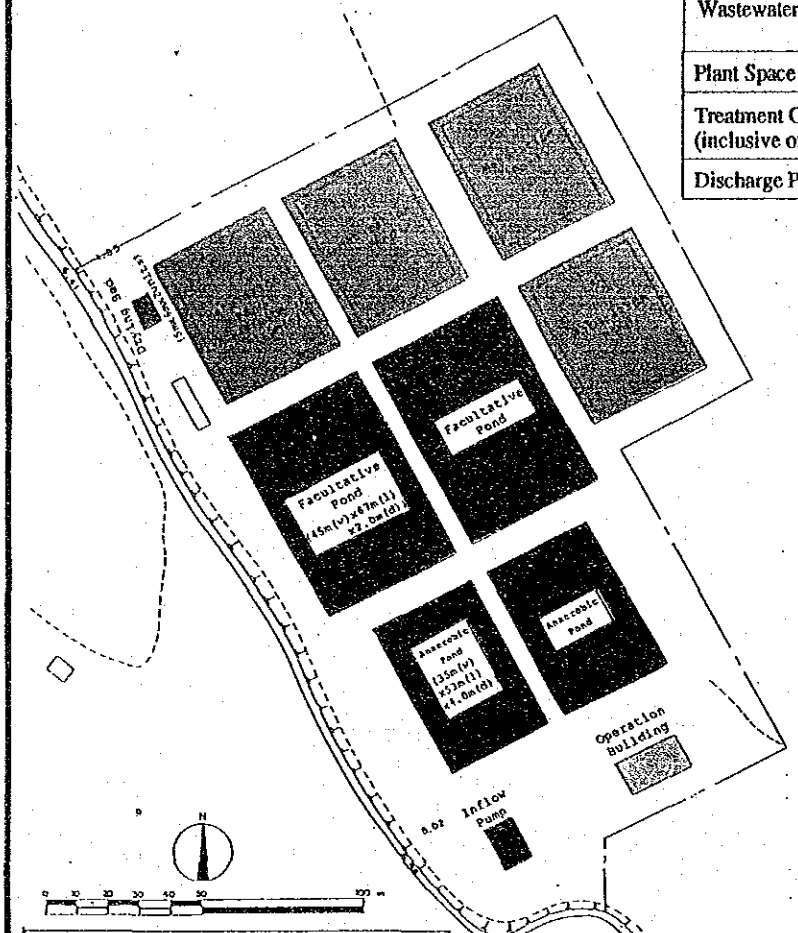


図3.10(a) パモック東部下水処理場施設配置図

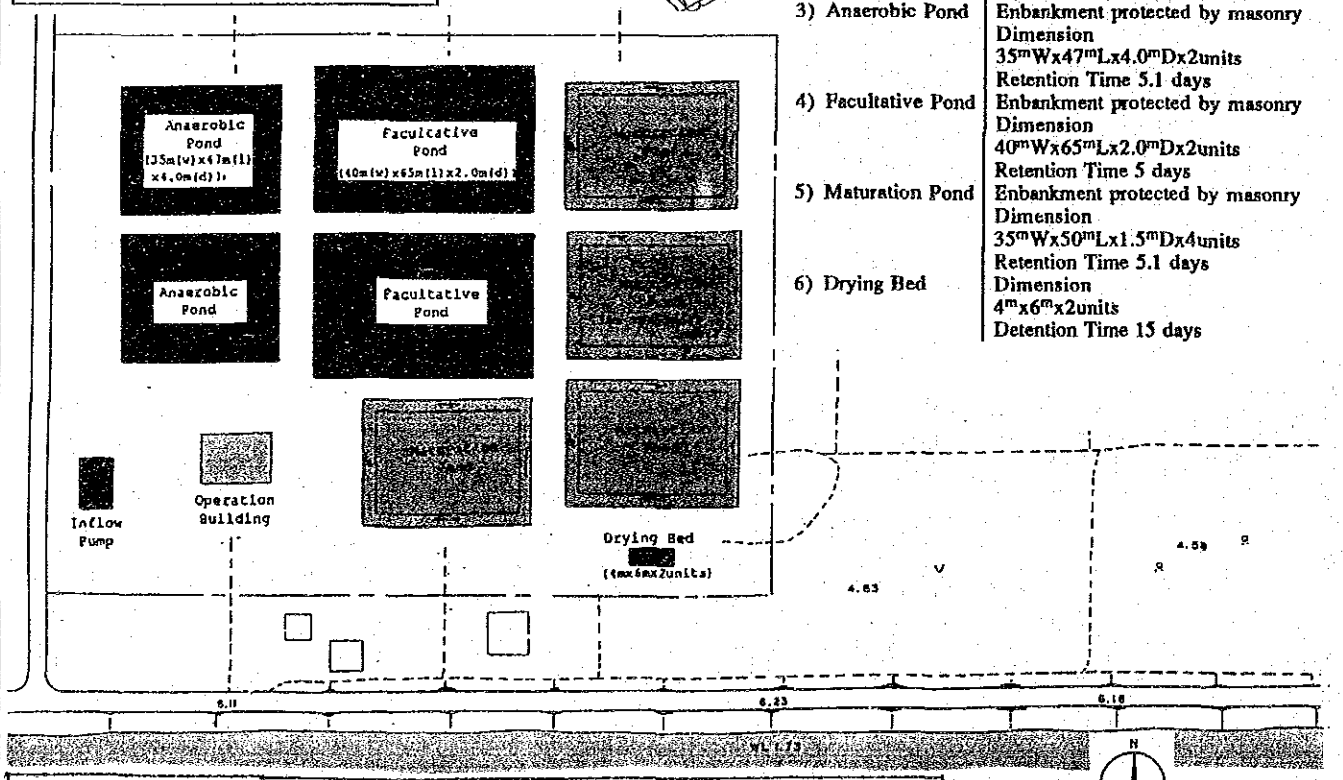


図3.10(b) パモック西部下水処理場施設配置図

Wastewater Treatment Plant

Wastewater Treatment method	Stabilization Pond System	
	East T.P.	West T.P.
Plant Space Area (ha)	3.74	3.44
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	2,000	1,700
Discharge Point	Chao Phraya River	Khlong

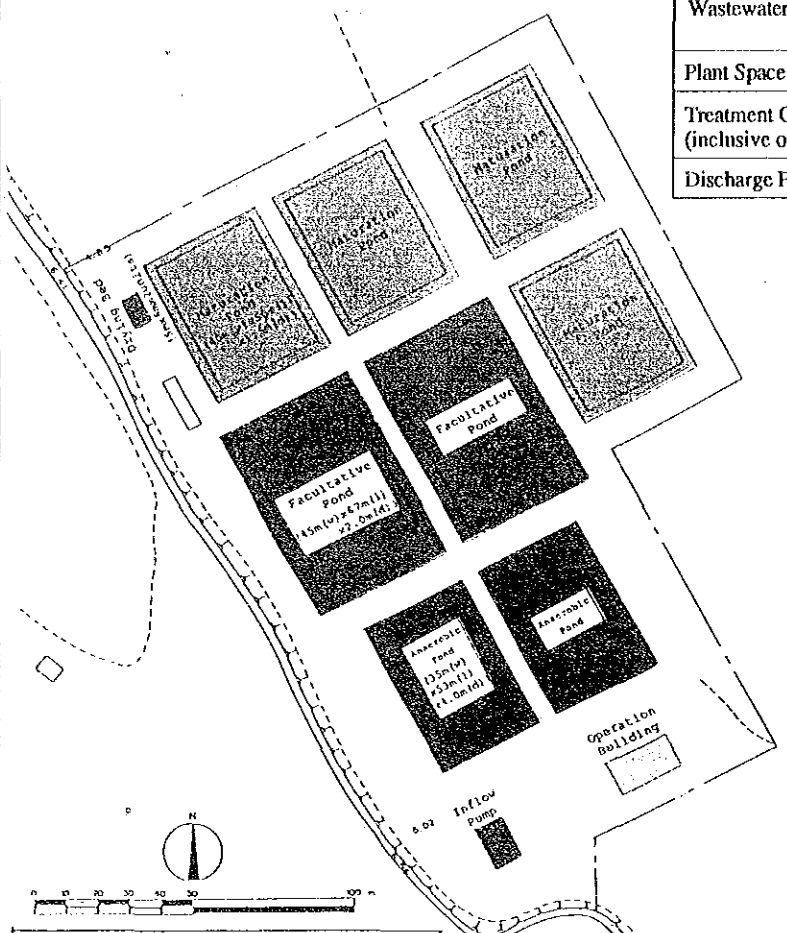


図3.10(a) パモック東部
下水処理場施設配置図

Main Facilitie's

East T.P.

1) Inflow Pump
(Dry Season) Submerged Pump
(Wet Season) ø150m/mx1.1m^3/minx7.6^{m}Hx2units
ø150m/mx2.1m^3/minx7.6^{m}Hx2units
2) Grit Chamber Constructed with R.C.
Size
0.6^{m}Wx3.0^{m}Lx0.6^{m}Dx2units
(1 unit for dry weather)
3) Anaerobic Pond Enbankment protected by masonry
Dimension
35^{m}Wx53^{m}Lx4.0^{m}Dx2units
Retention Time 5 days
4) Facultative Pond Enbankment protected by masonry
Dimension
45^{m}Wx67^{m}Lx2.0^{m}Dx2units
Retention Time 5 days
5) Maturation Pond Enbankment protected by masonry
Dimension
40^{m}Wx50^{m}Lx1.5^{m}Dx4units
Retention Time 5 days
6) Drying Bed Dimension
5^{m}x6^{m}x2units
Detention Time 15 days

Main Facilitie's

West T.P.

1) Inflow Pump
(Dry Season) Submerged Pump
(Wet Season) ø150m/mx0.9m^3/minx4.9^{m}Hx2units
ø200m/mx1.75m^3/minx4.9^{m}Hx2units
2) Grit Chamber Constructed with R.C.
Size
0.6^{m}Wx3.0^{m}Lx0.6^{m}Dx2units
(1 unit for dry weather)
3) Anaerobic Pond Enbankment protected by masonry
Dimension
35^{m}Wx47^{m}Lx4.0^{m}Dx2units
Retention Time 5.1 days
4) Facultative Pond Enbankment protected by masonry
Dimension
40^{m}Wx65^{m}Lx2.0^{m}Dx2units
Retention Time 5 days
5) Maturation Pond Enbankment protected by masonry
Dimension
35^{m}Wx50^{m}Lx1.5^{m}Dx4units
Retention Time 5.1 days
6) Drying Bed Dimension
4^{m}x6^{m}x2units
Detention Time 15 days

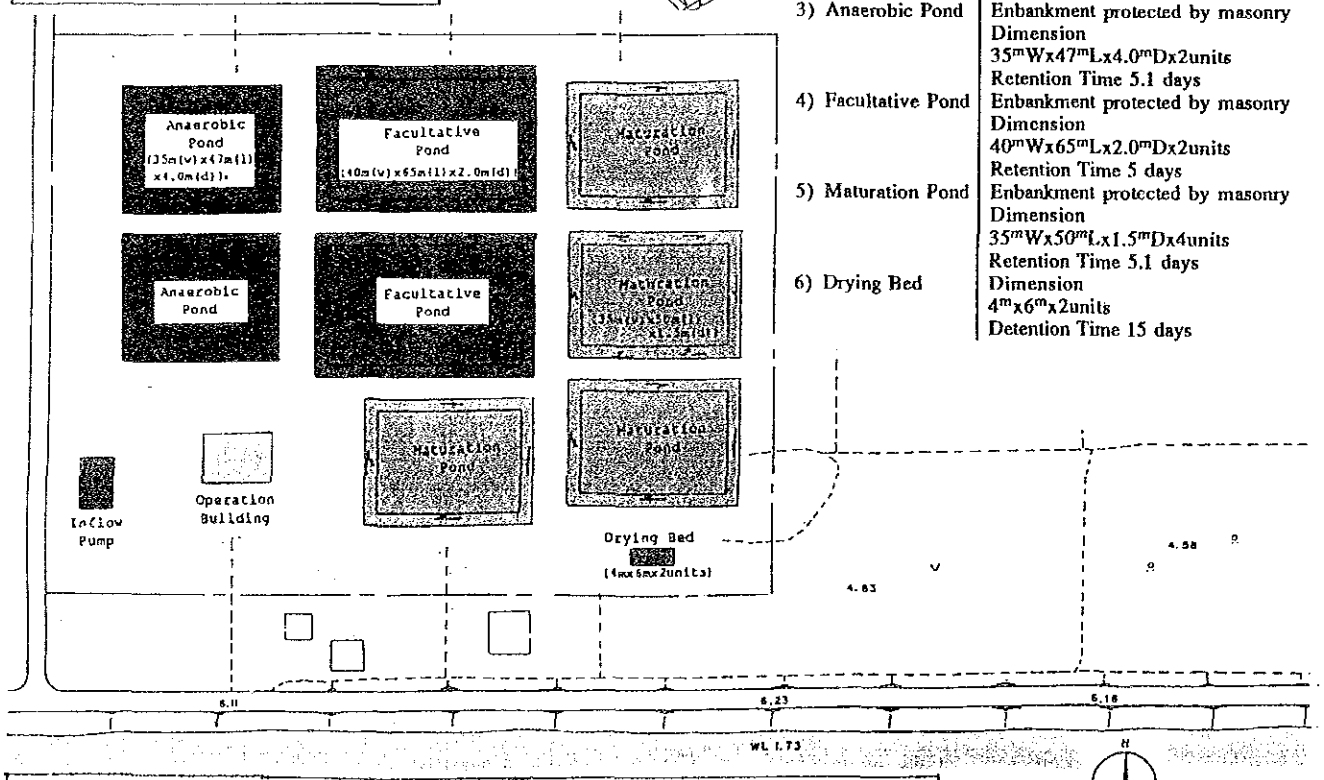


図3.10(b) パモック西部下水処理場施設配置図