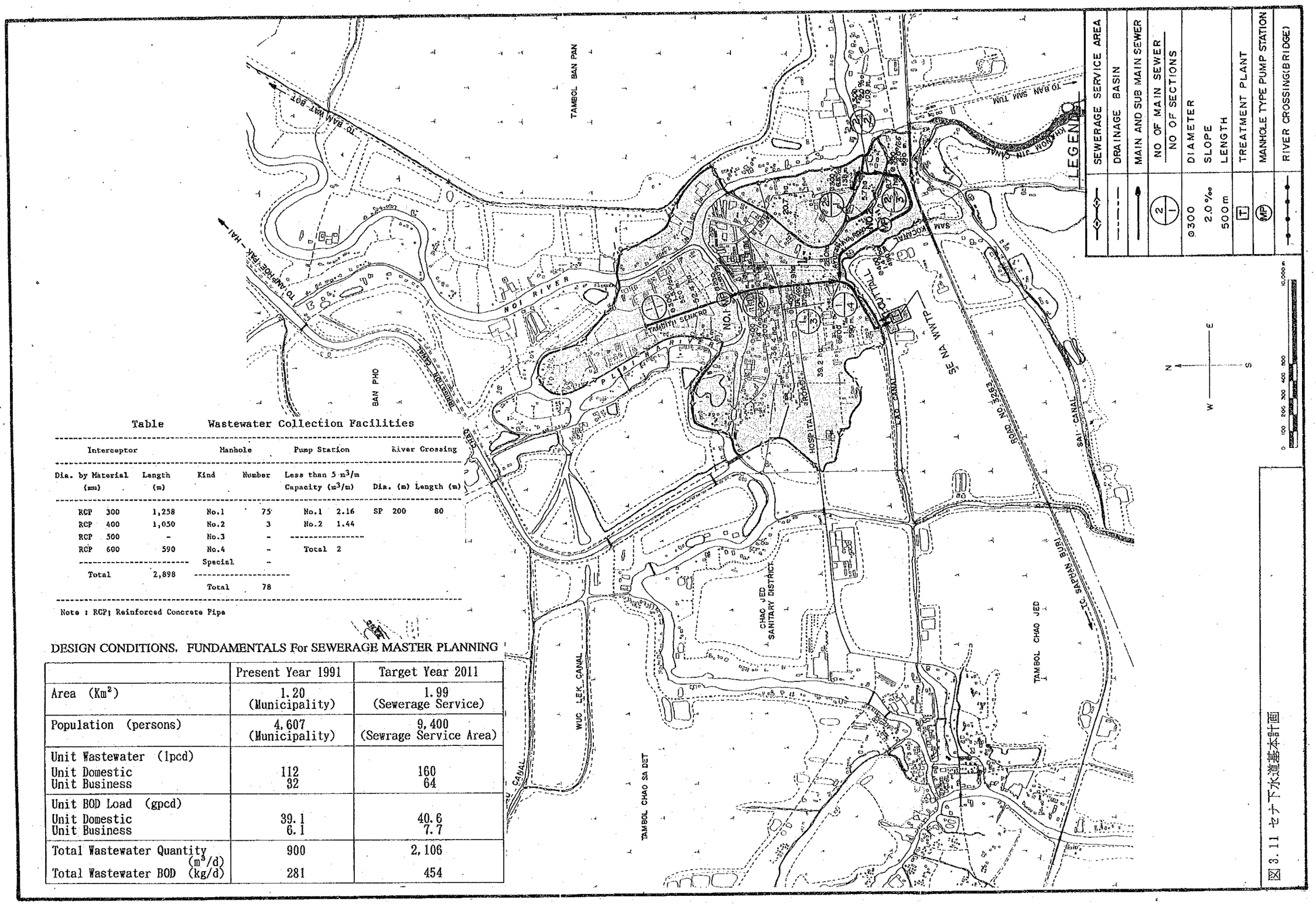


Table Wastewater Collection Facilities

Interceptor			Manhole		Pump Station		River Crossing	
Dia. by Material (mm)		Length (m)	Kind	Number	Less than 5 m^3/m Capacity (m^3/m)		Dia. (m)	Length (m)
RCP	300	1,258	No.1	75	No.1	2.16	SP 200	80
RCP	400	1,050	No.2	3	No.2	1.44		
RCP	500	-	No.3	-				
RCP	600	590	No.4	-	Total	2		
			Special	-				
Total		2,898						
			Total	78				

Note : RCP; Reinforced Concrete Pipe

DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991	Target Year 2011
Area (Km^2)	1.20 (Municipality)	1.99 (Sewerage Service)
Population (persons)	4,607 (Municipality)	9,400 (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)	900	2,106
Total Wastewater BOD (kg/d)	281	454

図 3.11 セナ下水道基本計画

Wastewater Treatmentplant

Wastewater Treatment method	Stabilization Pond System
Plant Space Area (ha)	4.34
Treatment Copacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	2,600
Discharge Point	Samko Canal

Main Facilitie's

1) Inflow Pump	Submerged Pump
(Dry Season)	ϕ150m/m×1.4m^3/min×6.2^{m}H×2units
(Wet Season)	ϕ200m/m×2.65m^3/min×6.2^{m}H×2units
2) Grit Chamber	Constructed with R.C.
	Size
	0.6^{m}W×4.0^{m}L×0.6^{m}D×2units
	(1unit for dry weather)
3) Anaerobic Pond	Enbankment protected by masonry
	Dimension
	40^{m}W×57.5^{m}L×4.0^{m}D×2units
	Retention Time 5 days
4) Facultative Pond	Enbankment protected by masonry
	Dimension
	50^{m}W×75^{m}L×2.0^{m}D×2units
	Retention Time 5 days
5) Maturation Pond	Enbankment protected by masonry
	Dimension
	40^{m}W×65^{m}L×1.5^{m}D×4units
	Retention Time 5.1 days
6) Drying Bed	Dimension
	4^m×5^m×4units
	Detention Time 15 days

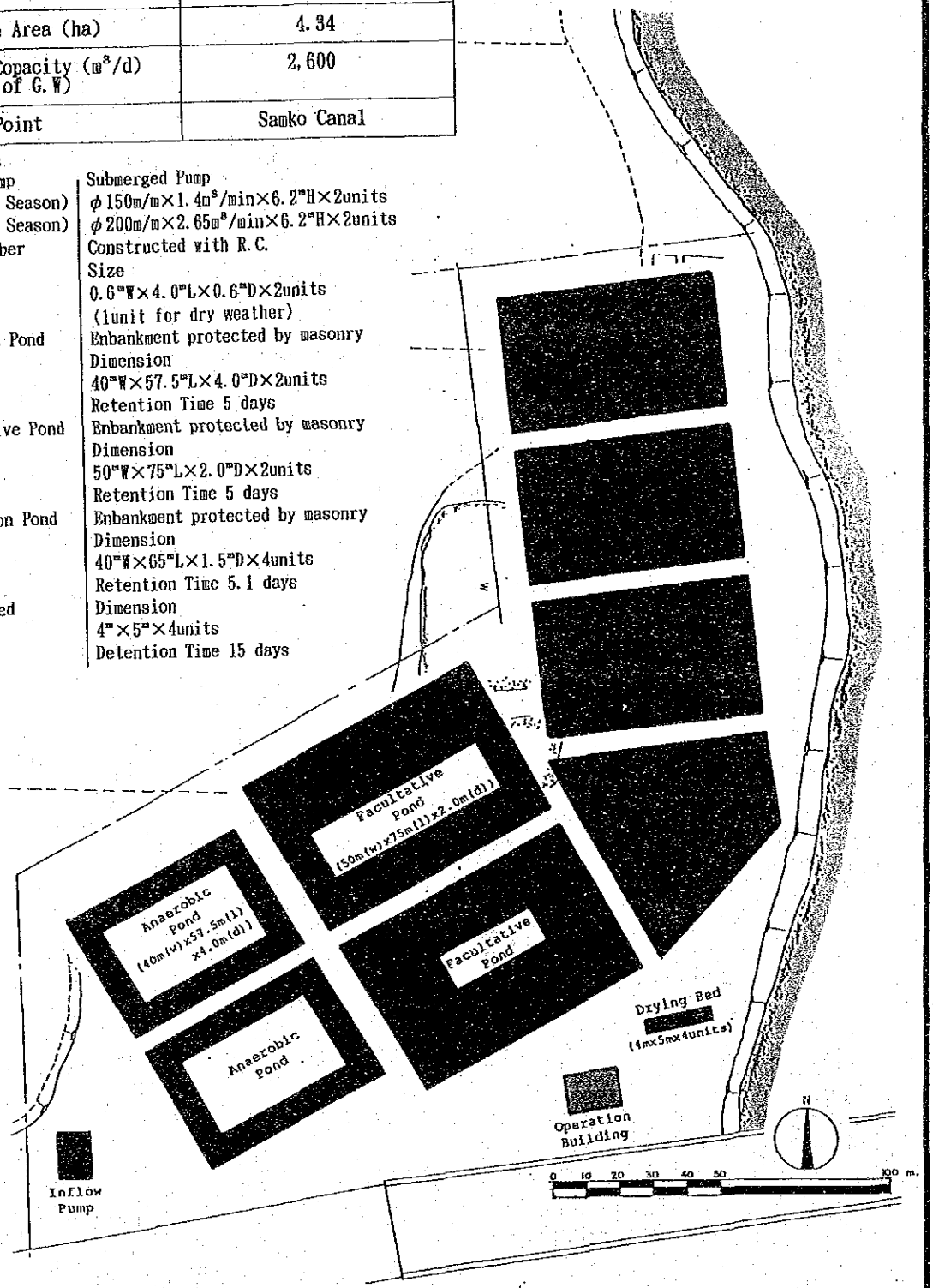


図3.12 セナ下水処理場施設配置図

Wastewater Treatment Plant

Wastewater Treatment Method : Stabilization Pond System

Plant Space Area : [illegible] 4.34

Treatment Capacity : [illegible]/d 2,660
inclusive of [illegible]

Discharge Point : Sarko Canal

Main Facilities

[illegible] Screen : Screened [illegible]
Dry Season : [illegible]
Rainy Season : [illegible]

Grit Chamber : Constructed with R.C.
Size
[illegible]

[illegible] : Embankment protected by [illegible]
Inlet [illegible]
[illegible]
Retention time [illegible] days

[illegible] : Embankment protected by [illegible]
Inlet [illegible]
[illegible]
Retention time [illegible] days

[illegible] : Embankment protected by [illegible]
Inlet [illegible]
[illegible]
Retention time [illegible] days

[illegible]
[illegible]
Inlet [illegible]
[illegible] days

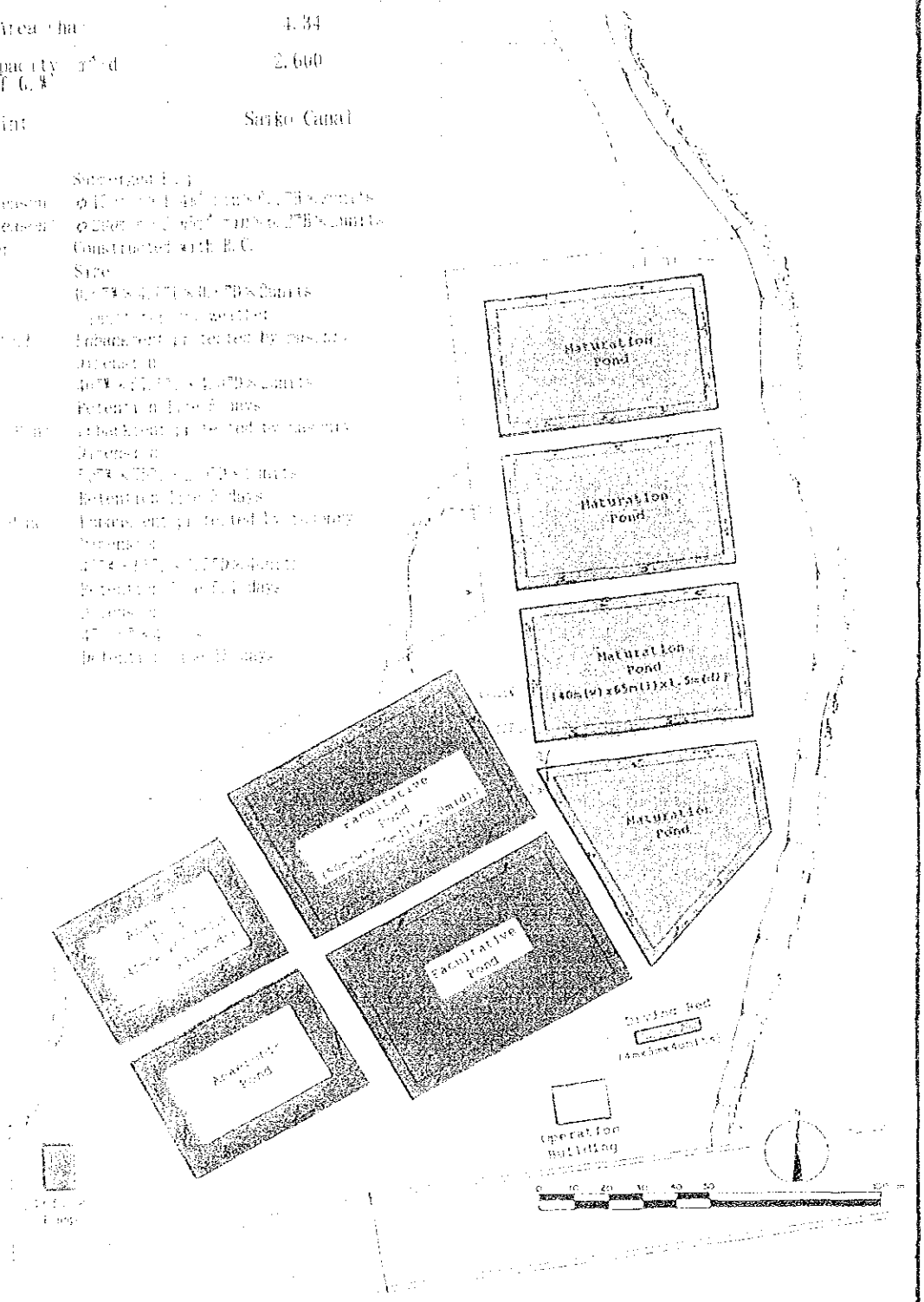
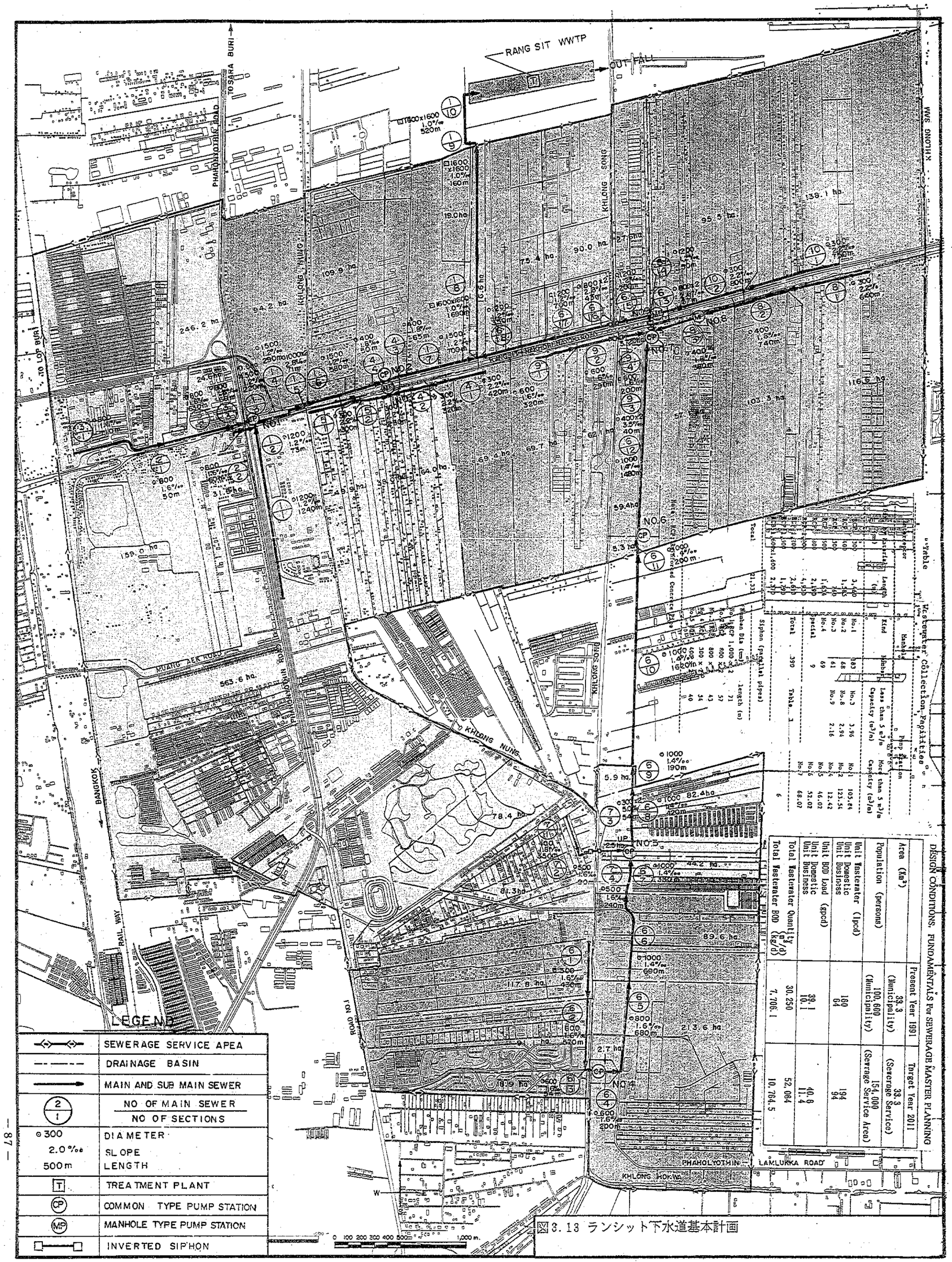


Fig. 12 [illegible]


RANG SIT WWTP
OUT FALL
TO SARA BURI
PHAHONYOTHIN ROAD
KHLONG SONG
KHLONG NUNG
KHLONG SONG
KHLONG NUNG
KHLONG SONG
KHLONG NUNG
KHLONG NUNG
KHLONG NUN

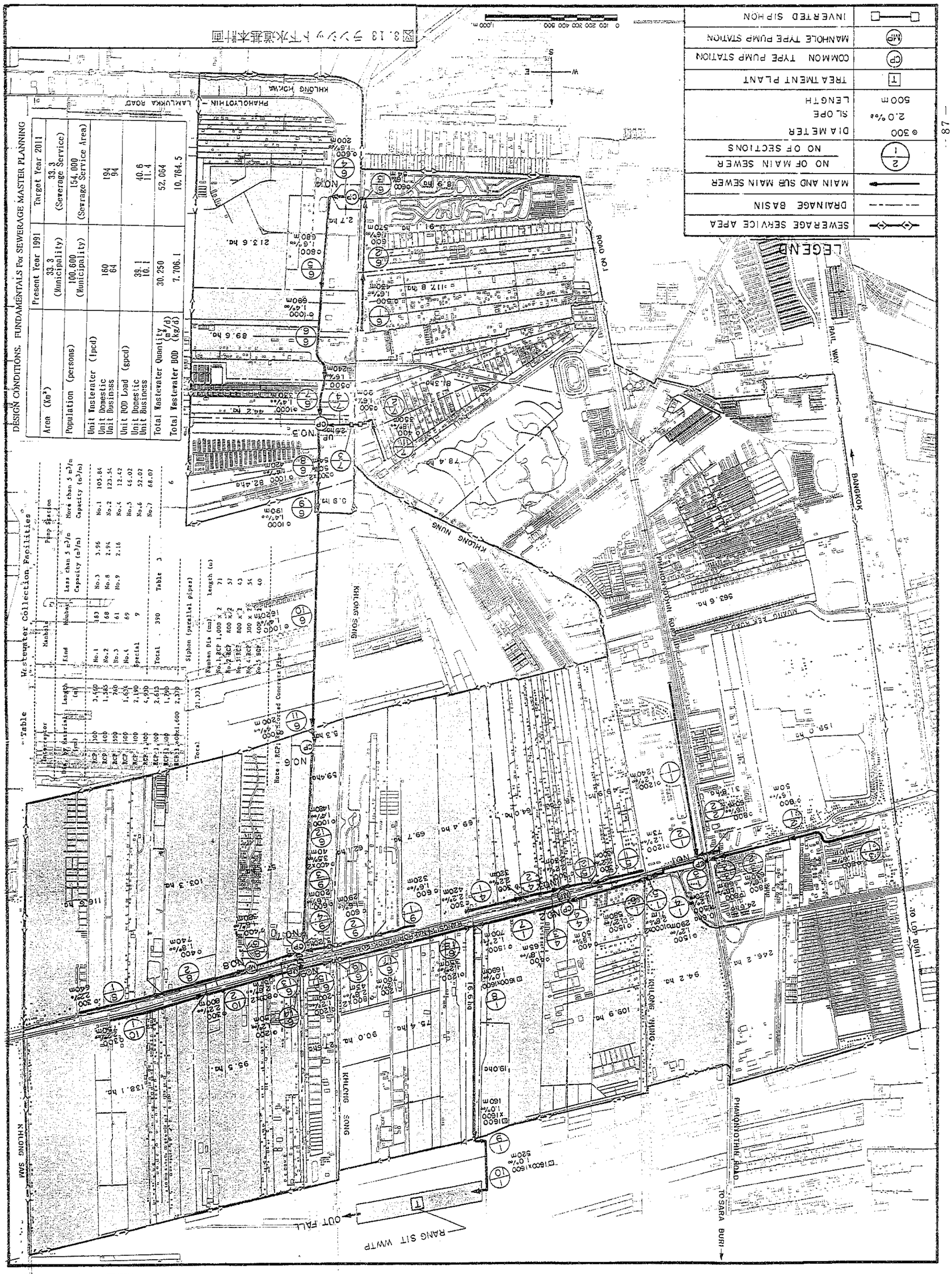


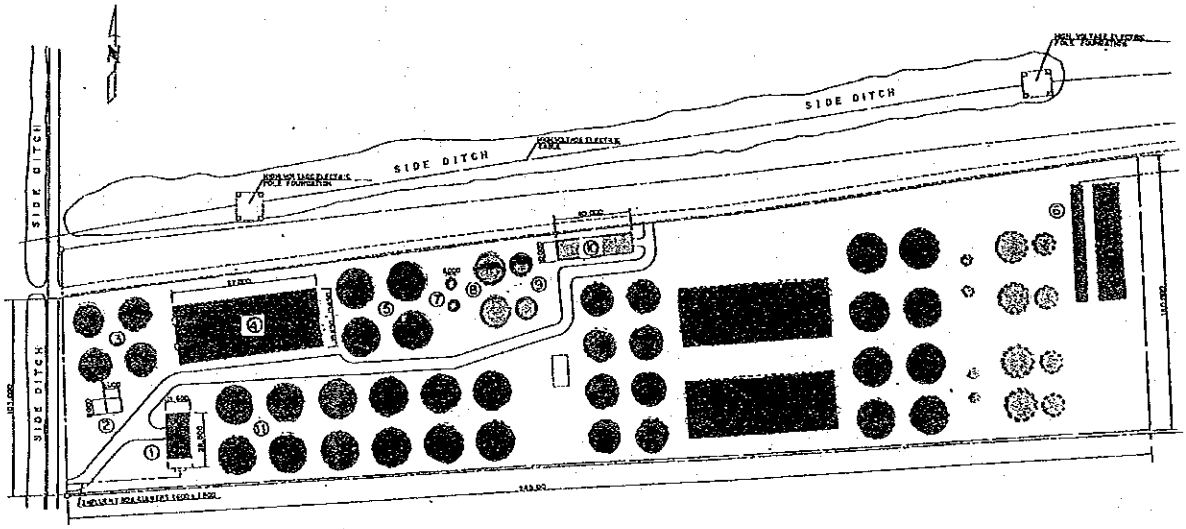
図8.13 ランランク下水道基本計画

Wastewater Treatmentplant

Wastewater Treatment method	Conventional Activated Sludge System
Plant Space Area (ha)	7.5
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	75,000
Discharge Point	Khlong Song

Main Facilitie's

1) Inflow Pump	Submerged Pump
(Dry Season)	ϕ350m/m×11.6m^3/min×7.3"H×2units
	ϕ500m/m×23.2m^3/min×7.3"H×2units
(Wet Season)	ϕ800m/m×66.9m^3/min×7.3"H×2units
2) Grit Chamber	Constructed with R.C.
	Size
	1.6"W×11"L×0.7"D×6units
	(3units for dry weather)
3) Primary Sedimentation Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	ϕ16.0"×4.0"D×12units
	Retention Time 3.1 hr.
4) Aeration Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	15"W×75"L×3"D×6units
	Retention Time 5.9 hr.
5) Secondary Sedimentation Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	ϕ18.5"×2.5"D×12units
	Retention Time 2.6 hr.
6) Chloriration Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	2"W×180"L×2"D×3units
	Contact Time 10 min.
7) Sludge Thickener	Constructed with R.C.
	Dimension
	ϕ6.0"×4"D×6units
	Thickening Time 12.2 hr.
8) Anaerobic Digention Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	ϕ17"×5"D×6units
	ϕ12"×5"D×6units
	Digestion Time 1st stage 20 days
	2nd stage 10 days
9) Mechanical dewatering	Centrifugal dehydrator
	8~10m^3/hr - 2 units
	15~18m^3/hr - 2 units



NOTE

① Inflow Pump Station & Operation Room
② Distribution Tank
③ Primary Sedimentation Tank
④ Aeration Tank
⑤ Final Sedimentation Tank
⑥ Disinfection Tank
⑦ Gravity Thickener
⑧ Digestion Tank (1st)
⑨ Digestion Tank (2nd)
⑩ Dewatering House
⑪ Sedimentation Tank for Storm Water

図3.14 ランシット下水処理場施設配置図

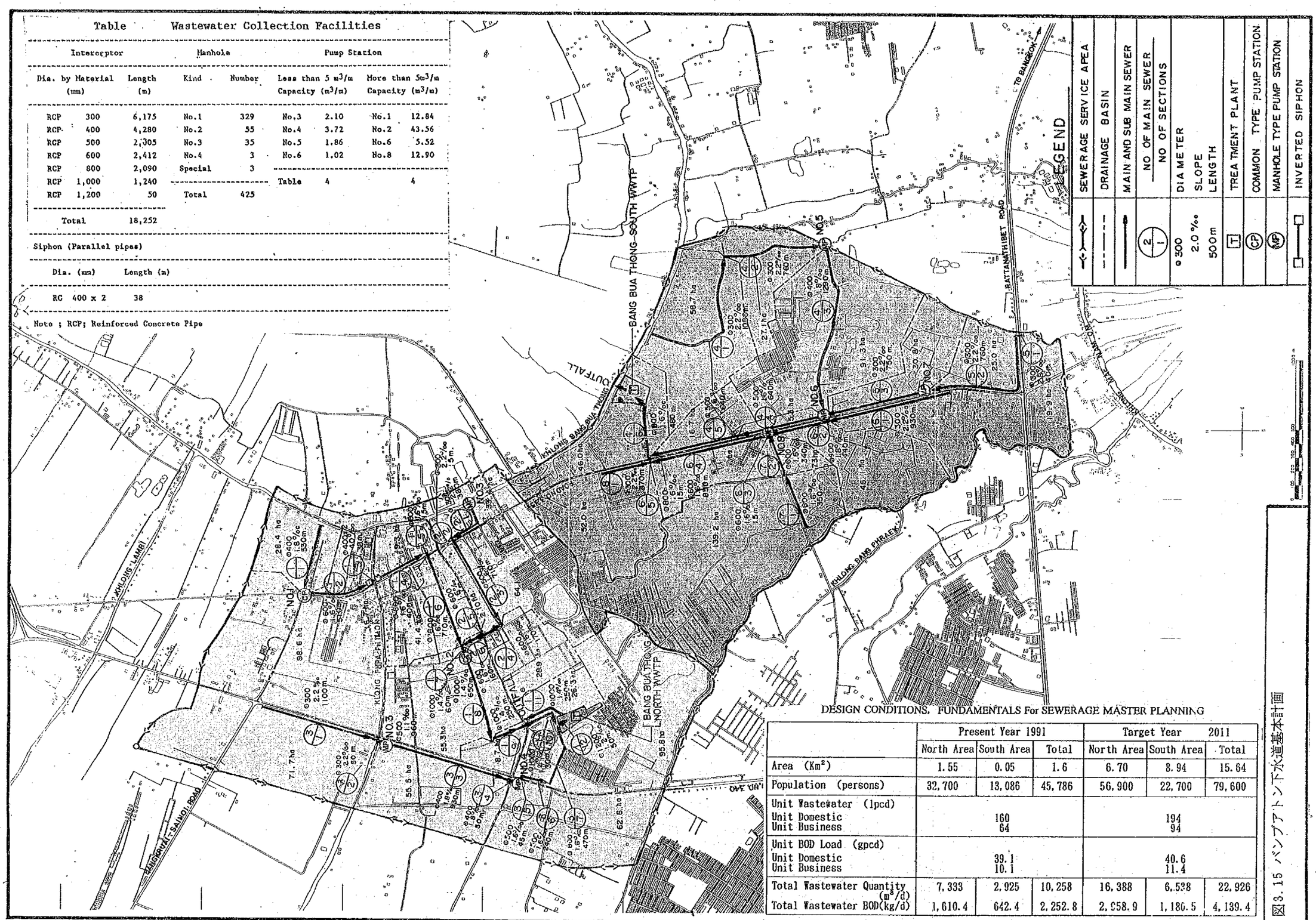
Table Wastewater Collection Facilities

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	6,175	No.1	329	No.3	2.10	No.1	12.84
RCP	400	4,280	No.2	55	No.4	3.72	No.2	43.56
RCP	500	2,305	No.3	35	No.5	1.86	No.6	5.52
RCP	600	2,412	No.4	3	No.6	1.02	No.8	12.90
RCP	800	2,090	Special	3				
RCP	1,000	1,240			Table	4		4
RCP	1,200	50	Total	425				
Total		18,252						

Siphon (Parallel pipes)

Dia. (mm)	Length (m)
RC 400 x 2	38

Note ; RCP; Reinforced Concrete Pipe



DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991			Target Year 2011		
	North Area	South Area	Total	North Area	South Area	Total
Area (Km^2)	1.55	0.05	1.6	6.70	8.94	15.64
Population (persons)	32,700	13,086	45,786	56,900	22,700	79,600
Unit Wastewater (lpcd)						
Unit Domestic		160			194	
Unit Business		64			94	
Unit BOD Load (gpcd)						
Unit Domestic		39.1			40.6	
Unit Business		10.1			11.4	
Total Wastewater Quantity (m^3/d)	7,333	2,925	10,258	16,388	6,538	22,926
Total Wastewater BOD(kg/d)	1,610.4	642.4	2,252.8	2,958.9	1,180.5	4,139.4

図3.15 バンブアトン下水道基本計画

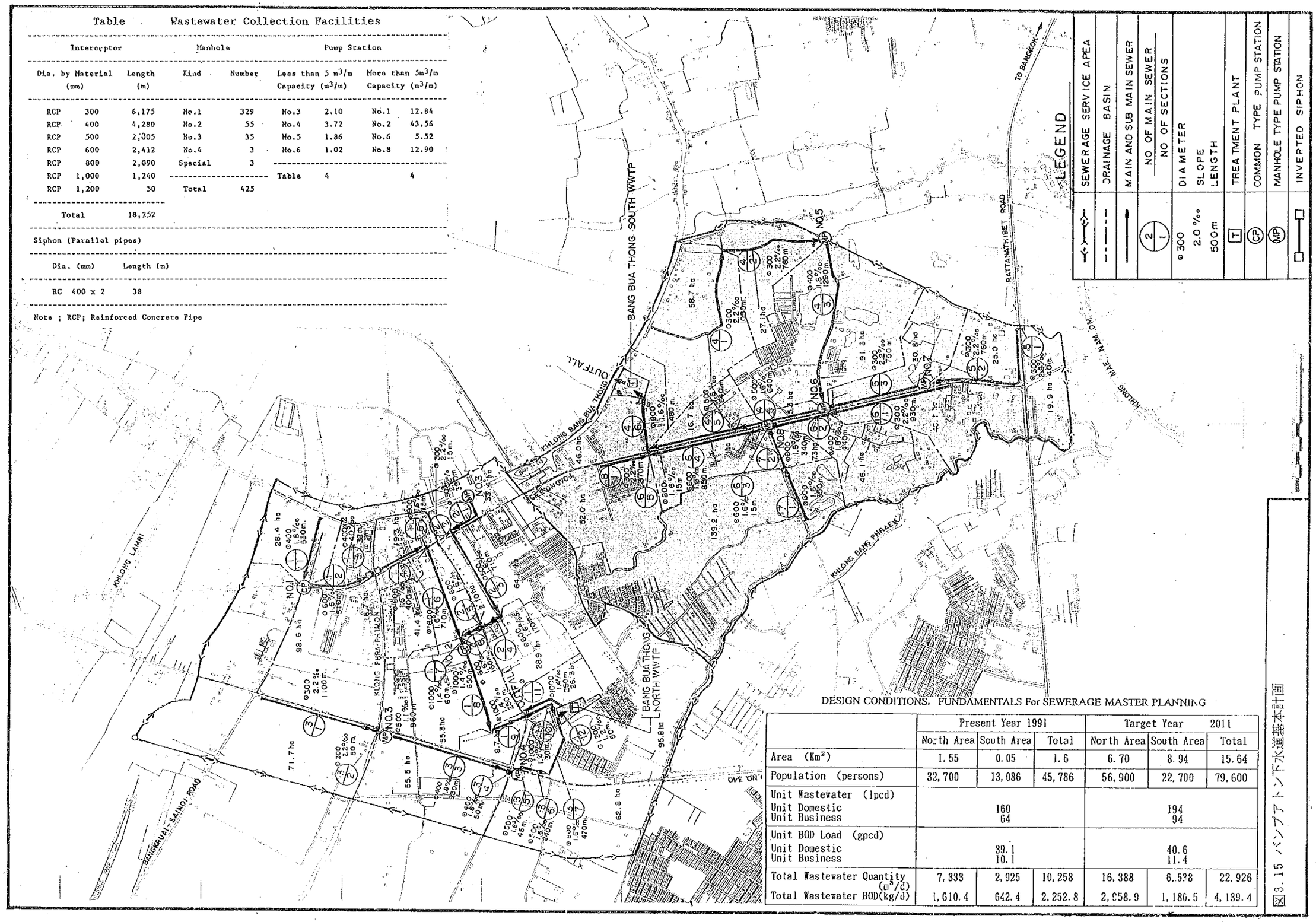
Table Wastewater Collection Facilities

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	6,175	No.1	329	No.3	2.10	No.1	12.84
RCP	400	4,280	No.2	55	No.4	3.72	No.2	43.56
RCP	500	2,305	No.3	35	No.5	1.86	No.6	5.52
RCP	600	2,412	No.4	3	No.6	1.02	No.8	12.90
RCP	800	2,090	Special	3				
RCP	1,000	1,240			Table	4		4
RCP	1,200	50	Total	425				
Total		18,252						

Siphon (Parallel pipes)

Dia. (mm)	Length (m)
RC 400 x 2	38

Note ; RCP; Reinforced Concrete Pipe



DESIGN CONDITIONS, FUNDAMENTALS For SEWERAGE MASTER PLANNING

	Present Year 1991			Target Year 2011		
	North Area	South Area	Total	North Area	South Area	Total
Area (Km^2)	1.55	0.05	1.6	6.70	8.94	15.64
Population (persons)	32,700	13,086	45,786	56,900	22,700	79,600
Unit Wastewater (lpcd) Unit Domestic Unit Business	160 64			194 94		
Unit BOD Load (gpcd) Unit Domestic Unit Business	39.1 10.1			40.6 11.4		
Total Wastewater Quantity (m^3/d)	7,333	2,925	10,258	16,388	6,538	22,926
Total Wastewater BOD(kg/d)	1,610.4	642.4	2,252.8	2,958.9	1,180.5	4,139.4

図3.15 バンブアトン下水道基本計画

Wastewater Treatmentplant

	North T.P.	South T.P.
Wastewater Treatment method	Conventional Activated Sludge System	Oxidation Ditch System
Plant Space Area (ha)	3.0	2.25
Treatment Capacity (m^3/d) (inclusive of G.W)	23,600	7,900
Discharge Point	Khlong Bang Kluai	Khlong Bang Bua Thong

Main Facilitie's North T.P.

1) Inflow Pump	Submerged Pump
(Dry Season)	φ250m/m×4.9m^3/min×8.0"H×2units
	φ350m/m×11.5m^3/min×8.0"H×1units
(Wet Season)	φ450m/m×21.4m^3/min×8.0"H×2units
2) Grit Chamber	Constructed with R.C.
	1.0"W×9"L×0.4"D×2units
	(2units for dry weather)
	1.4"W×9"L×0.4"D×2units
3) Primary Sedimentation Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	φ15.0"4.0"D×4units
	Sedimentation Time 2.2 hr.
4) Aeration Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	12"W×36"L×3"D×4units
	Retention Time 5.3 hr.
5) Secondary Sedimentation Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	φ17"×2.5"D×4units
	Sedimentation Time 2.3 hr.
6) Chloriration Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	2"W×60"L×1.5"D×3units
	Contact Time 8 min.

Main Facilitie's South T.P.

1) Inflow Pump	Submerged Pump
(Dry Season)	φ200m/m×4.0m^3/min×7.0"H×2units
	φ300m/m×8.0m^3/min×7.0"H×2units
2) Grit Chamber	Constructed with R.C.
	1.0"W×7.5"L×0.6"D×2units
	(1unit for dry weather)
3) Oxidation Ditch	Constructed with R.C.
	Dimension
	4"W×100"L×2.5"D×4units
	Aeration Time 12.2 hours
4) Final Sedimentation Tank	Constructed with R.C.
	Dimension
	φ13"×2.6"D×4units
	Retention Time 4.2 hours
5) Drying Bed	Dimension
	12"×15"×10units
	Detention Time 15 days

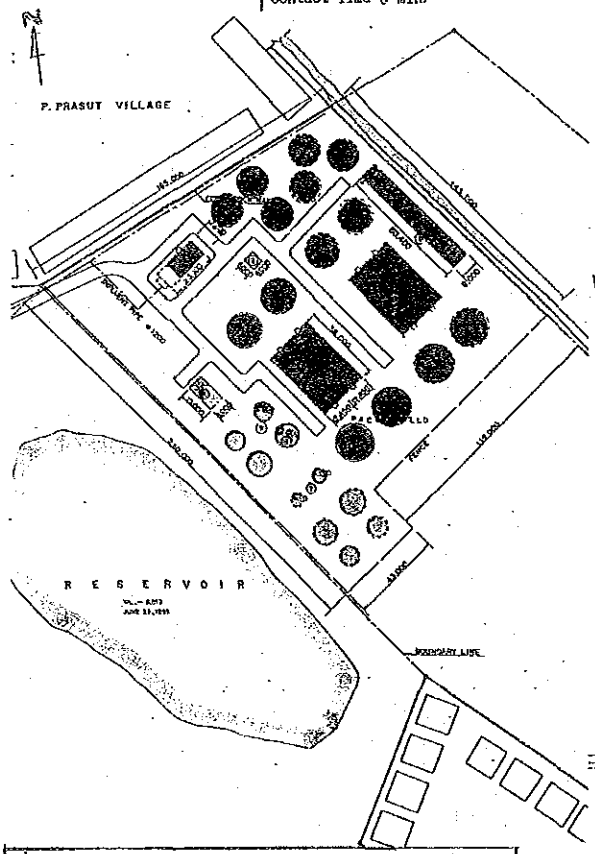


図3.16(a) バンブアトン北部下水処理場施設配置図

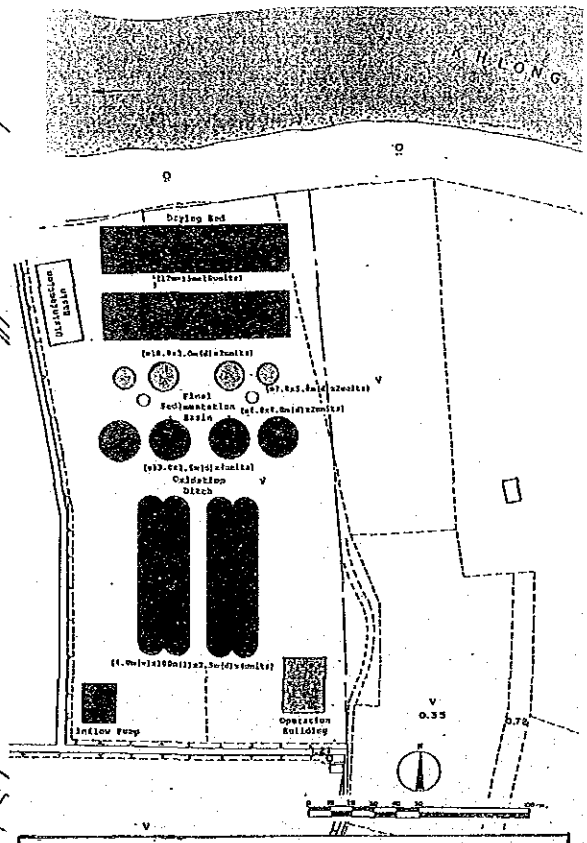


図3.16(b) バンブアトン南部下水処理場施設配置図

第3部 ― ランシット地区及びバンブアトン町下水道予備設計

第1章　序文

調査対象8都市のうち、予備設計対象地域としてランシット地区及びバンブアトン町が選定された。この結果は、チャオピア川下流域における効果的な水質汚濁防止を図る上での優先度を勘案したものである。詳細検討結果は第1部水質汚濁防止計画に示されている。

第1ステージの下水道予備設計は2001年を計画年次とし、第2部において策定された下水道基本計画の文脈において作成された。なお基本計画に含まれる情報・検討結果の重複を避ける配慮をしたが、必要に応じて、総括を示した。

この設計に必要な詳細情報は、第3次現地調査によって収集され、下水幹線ルートに沿った地形測量、既存排水パイプ及び処理場予定地における土質調査を伴うものであった。

第2章　ランシット地区

2.1　第1ステージ下水道整備対象区域

基本計画において詳述されたように、第1ステージ下水道整備対象区域が、現在の土地利用状況、特に高人口密集により問題を生じている区域に対処すべく選定された。対象区域はプラチャティパット及びクコット衛生区内の 1,288haで、各々基本計画区域の西部・南部に位置している。ここにおいて予備設計が作成された。設計対象区域は関連行政区域の約70%を占める。

さらにランシット地区には民間により開発された14住宅団地が存在する。このうち9団地が本設計区域内に立地している。現況団地内総人口は約 8,200人であり、将来計画人口約13,000が予定されている。

2.2　既存衛生・下水道施設

現況下水道システムは、発生地処理し尿処理施設、水路及びクローンから成っている。住宅団地下水処理施設のほとんどは、良い運転管理状態にはない。クローンは一般に浅く、平均1～2m程度であり、ゴミの堆積と水の滞流が見られる。クローン沿に小さな吐き口が多く設置されている。しかし雑草におおわれ、管理が行われていないようである。

2.3　人　　口

対象区域内人口は、1991年現在41,000人である。計画年次2001年予備設計計画人口は、62,830と推算された。

2.4　汚水量及び汚水水質

予備設計対象汚水量は、家庭排水・営業排水及び地下水量を見込んで計算された。
家庭、営業排水は、1人当りの原単位を基礎とした。設計汚水量と BOD負荷量は以下のとおり。

排　水　源	汚水量（m³／日）	BOD 負荷量（Kg／日）
家　　庭	9,097	2,500
営　　業	4,525	540
工　　場	4,174	1,457
地　下　水	3,559	－
合　　計	21,355	4,497

2.5　設計基準

下水道設計基準は、第２部　基本計画　第２章セクション　3.9にまとめられている。

2.6　下水収集システム

合流式が採用され遮集幹線及びポンプ場は2011年を目標年次として設計された。

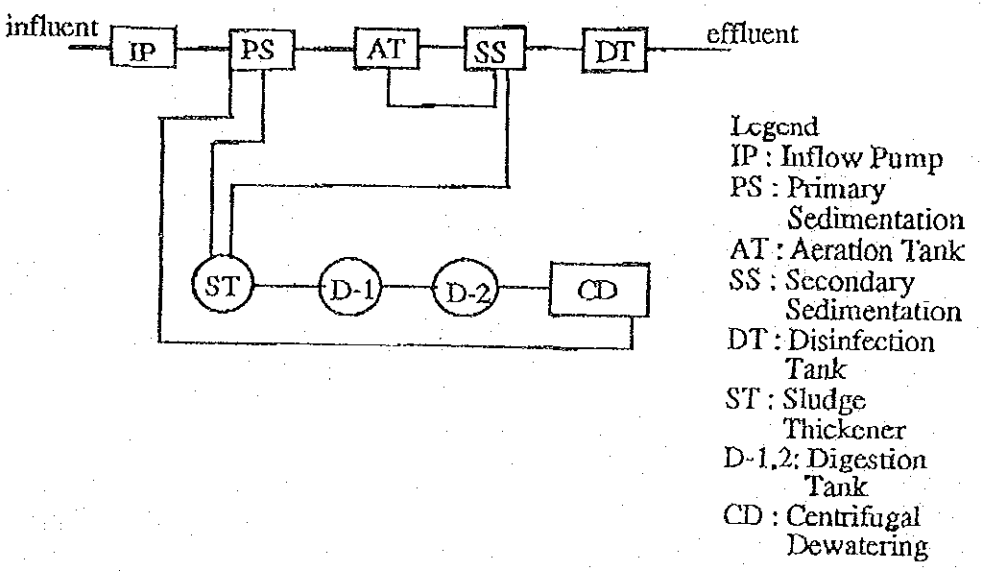
道路拡張計画、クローンの改善、建設計画は、現在みあたらない。そこで既存の公道に遮集幹線を布設することとする。またクローン沿の道路は建設・維持管理に必要なスペース確保が困難なことより、できるだけ避けるように配慮する。ポンプ場位置は土地取得上から決定される。６ケ所のポンプ場及び４ケ所の伏越施設が設計された。下水道システムは図2.6.1示すとおりである。

2.7　下水及び汚泥処理システム

下水処理場位置は、クロンルアン衛生区クロンヌン町である。この位置はクローンランシットから約２㎞離れており、現在民間所有の空地となっている。この用地に隣接して衛生区が所有するゴミ捨て場がある。

下水量及びその水質／負荷量については、前章にまとめられている。活性汚泥法が採用され、図2.7.1にその処理プロセスが示されている。

図2.7.1　下水処理プロセス



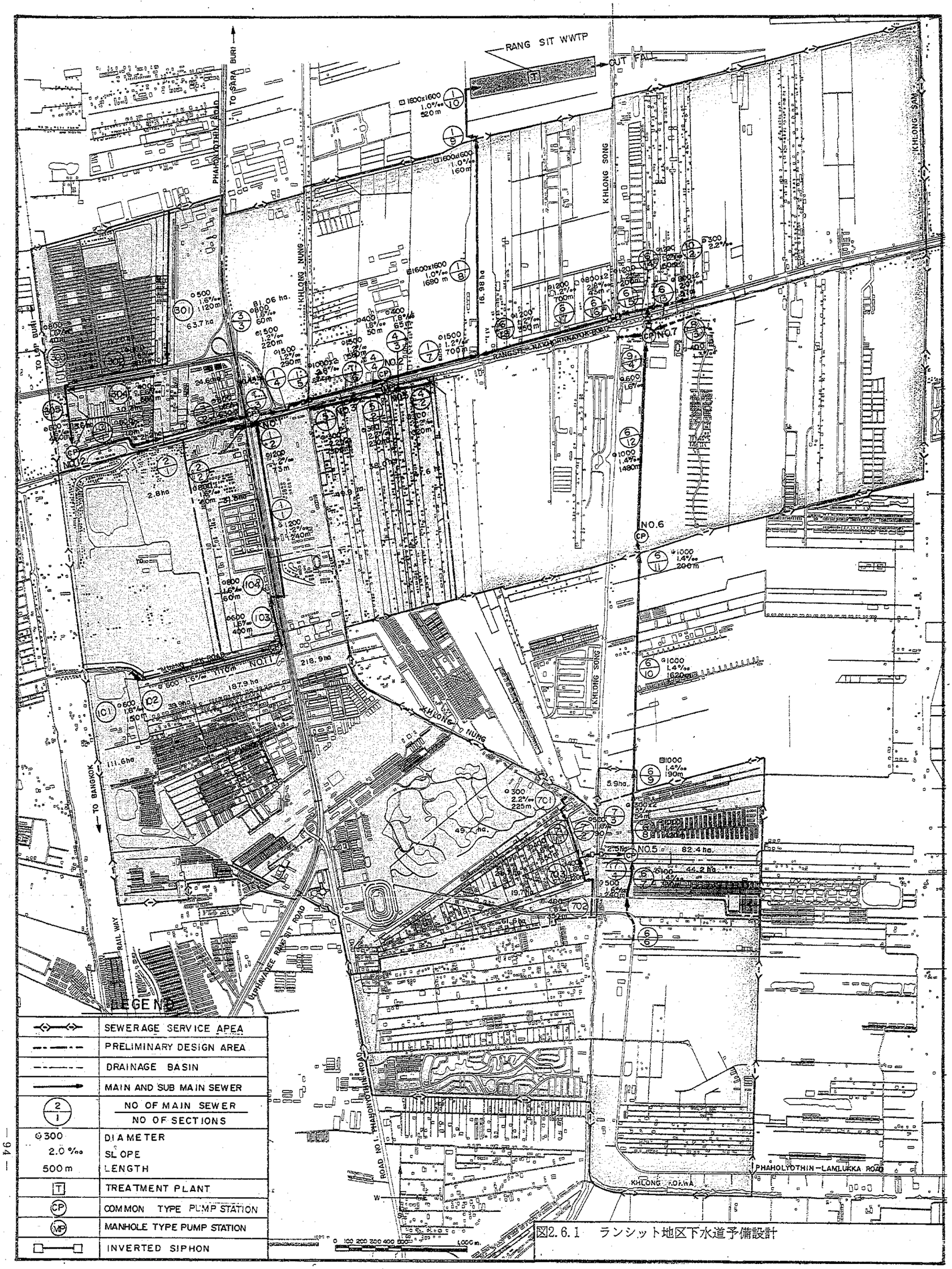


図2.6.1　ランシット地区下水道予備設計

設計流入水質は、 BOD 175mg／ℓ、SS 150mg／ℓと仮定された。設計下水量の算定にあたり、下水道整備対象区域内の汚水は一括処理し、経済面での節約を図る上から、９つの住宅団地汚水も含むこととした。下水道予備設計上の設計水量は以下のとおり。

下　　水	2001年（㎥／日）	2011年（㎥／日）
日平均	21,350	62,500
日最大	25,700	75,000
時間最大	33,300	97,500
雨天時流量	100,000	292,500

処理効率について、以下のように設定された。

項　目	最初沈澱池	最終沈澱池
ＢＯＤ	30.0%	83.7%
ＳＳ	35.0%	69.2%

処理水質は、BOD 20mg／ℓ、 SS 30mg／ℓに設定されている。汚泥処理は、汚泥濃縮槽、嫌気性消化タンク、機械脱水によるものとする。2011年を対象とした最終目標年次には、６系列合計容量75,000㎥／日の処理施設が計画された。このうち２系列、各系列容量12,500㎥／日が第１ステージの施設として建設される。処理場配置及び水位関係が図2.7.2及び図2.7.3に示されている。

設計時と施設運転時において、流入水質・水量の違いが生じた場合の対策が次の事項を含んで提案された。

— 低濃度流入水質
　流入ポンプ室、エアレーションタンク間にバイパス設置し、最初沈澱池を通さない。
— 溶存酸素
　流入下水の溶存酸素不足が予測され、この場合、最初沈澱池流入前に30～60分の前エアレーション
— 低流入濃度、設計流量を下まわる下水量
　最初沈澱池バイパス後、長時間曝気の応用

2.8　建設計画及び施設の維持管理

(1) 建　　設

下水道施設の建設方法については基本計画で述べられた。遮集渠、雨水吐き室、伏越施設について以下のように総括した。

遮　集　渠　：　開削によるが、２m以上の堀削においては、シートパイル使用。
雨水吐き室　：　公道下に設ける。住宅団地からの汚水収集には統合された管渠を計画

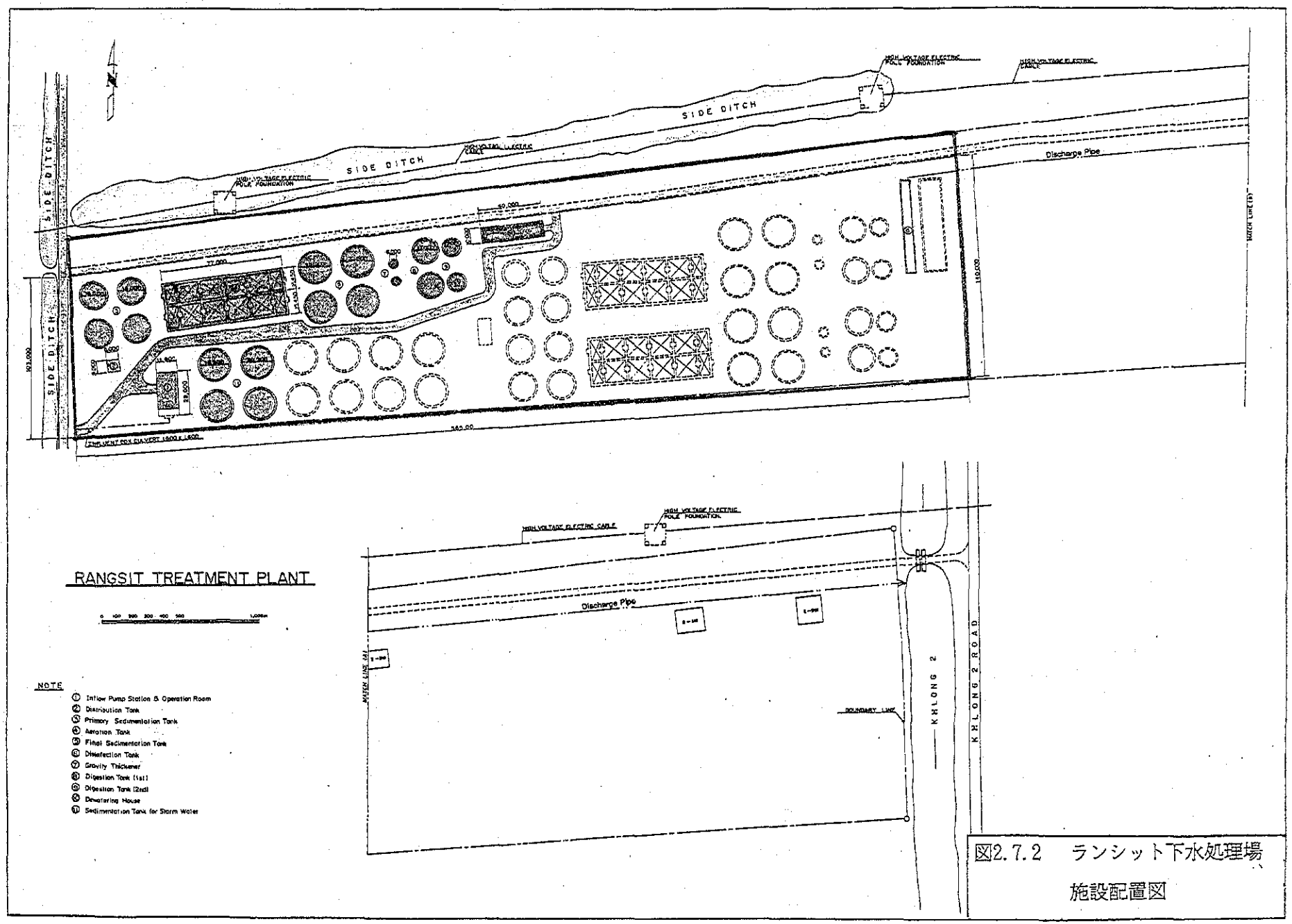


図2.7.2　ランシット下水処理場
施設配置図

HYDRAULIC PROFILE

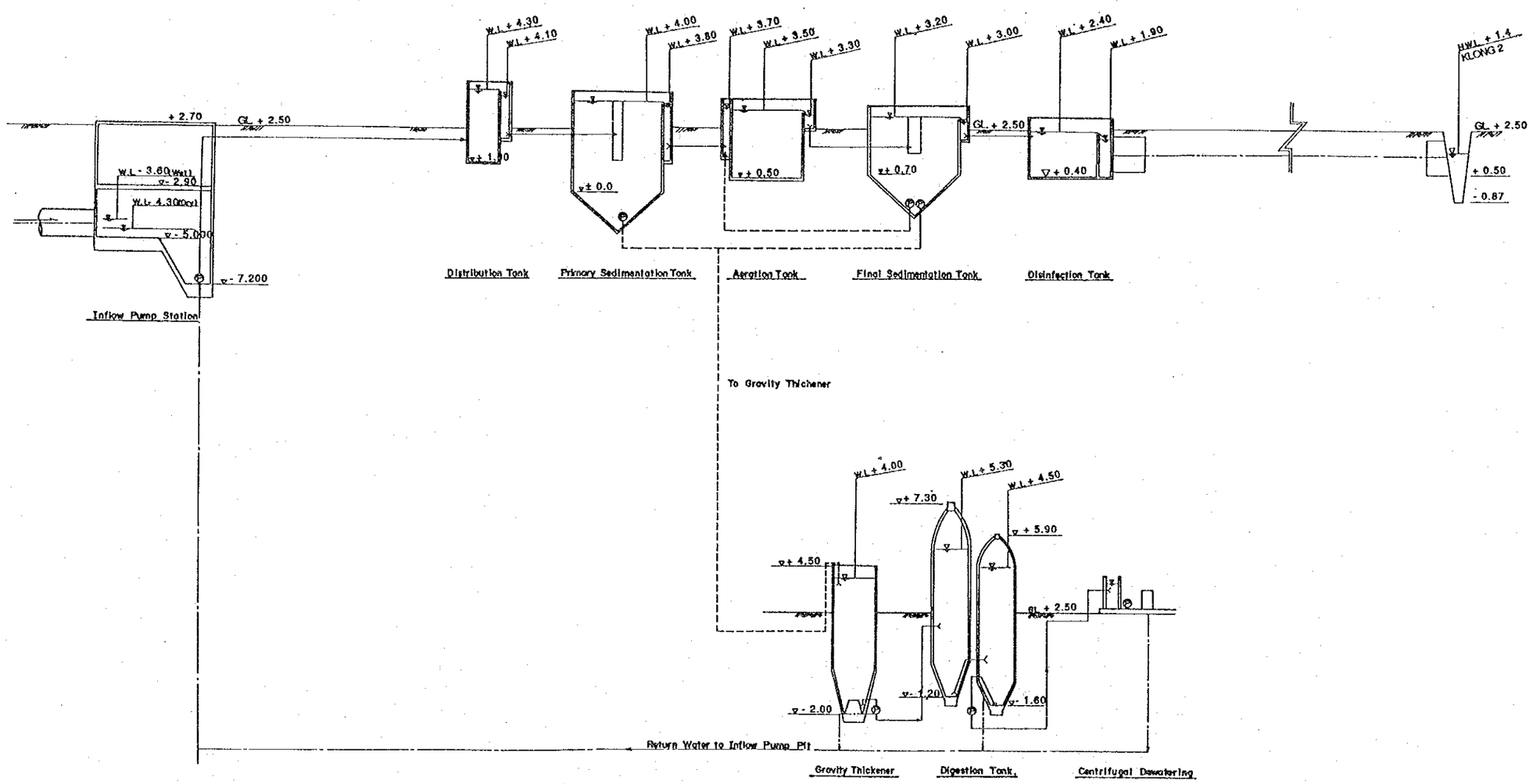


図2.7.3　ランシット下水処理場
水位関係図

する。

伏　　越　：　上・下流に伏越室を設け、２条管を布設する。伏越室の深さが５ｍを越える場合、排水ポンプを設置する。上流側伏越室には、圧抜き蓋を設ける。

ポンプ場　：　周辺地盤高を考慮して位置決定。必要に応じて約15mの杭を考慮する。大規模ポンプ場には、４セットの水中モーターポンプ及び75㎜メッシュ、バースクリーンを設置。少なくとも２セットのポンプ施設が必要。中央監視システムの適用を行うが、発電機は設置しない。

建設時に考えられる環境問題を最少にするため、建設方法に注意すると共に住民からの協力を得られるように配慮する。道路・水上交通、住宅団地に対し影響を及ぼさないように、あらゆる対策がとられねばならない。片側通行等の対策が必要となる。また工事は、できるだけ昼間に行うようにする。

(2)　維持管理

1)遮集管渠及びポンプ場

下水管渠ルートに沿って定期的な監視が行われる。伏越施設及び放流渠の管理と定期的な雨水吐き室の清掃。無断下水管の接続についての調査。ゴミ、下水の的確な処理・処分に関する教育の普及。

2)下水処理場

悪臭、騒音防止のための対策と監視。放流先の状況と処理場能力を勘案した処理水制御。定期的なデータ収集と下水道料金の収集努力。

2.9　積算及び投資計画

建設費は、直接建設費・間接費・予備費（直接費の20%）及び技術料（予備費を含む建設費の17%）から成る。

税金を含む直接費は、遮集渠・ポンプ場・処理場建設を含む。機械・電気機器を除き、ほとんどの建設資機材は、タイ国において調達可能である。基本計画において、資機材の単価をまとめた。外貨交換率は、現況値を採用した。建設費をまとめたのが表2.9.1である。

2001年における年間維持管理費は以下のとおり。

表2.9.1　下水道施設建設費（1993年単価）

（単位：百万バーツ）

Description	Domestic Portion	Foreign Portion	Total
1. Direct Cost			
1.1 Collection System			
(1)Interceptor	229.0	-	229.0
(2)Manhole	6.0	-	6.0
(3)Overflow Chamber	0.4	-	0.4
(4)Inverted Siphon	9.2	0.9	10.1
(5)Pump Station	42.2	60.2	102.4
Sub-Total	286.8	61.7	347.9
1.2 Treatment Plant			
(1)Civil & Architec. Facilities	61.5	-	61.5
(2)Mechanical Facility (3)Electrical Facility	-	187.6	187.6
Sub-Total	61.5	187.6	249.1
Total of item 1	348.3	248.7	597.0
2. Contingency	69.7	49.7	119.4
3. Total of Construction Cost (1 + 2)	418.0	298.4	716.4
4. Engineering Cost	121.8	-	121.8
5. Land Acquisition Cost	76.9	-	76.9
Grand Total	616.7	298.4	915.1

Note : 1.1(1) includes maintenance equipment / car
1.2(2) includes P.S monitoring facility

項　　目	費用（× 1,000バーツ）
1. 遮集渠及び付帯設備	847
2. ポンプ場	
(1) 人件費	116
(2) 維持管理費	6,062
3. 下水処理場	
(1) 人件費	736
(2) 維持管理費	14,724
計	22,485

建設投資は、図2.9.1に示す実施スケジュールに沿って行われ、年次別の内訳は表2.9.2に示すとおりである。

図2.9.1　第1ステージ事業実施スケジュール

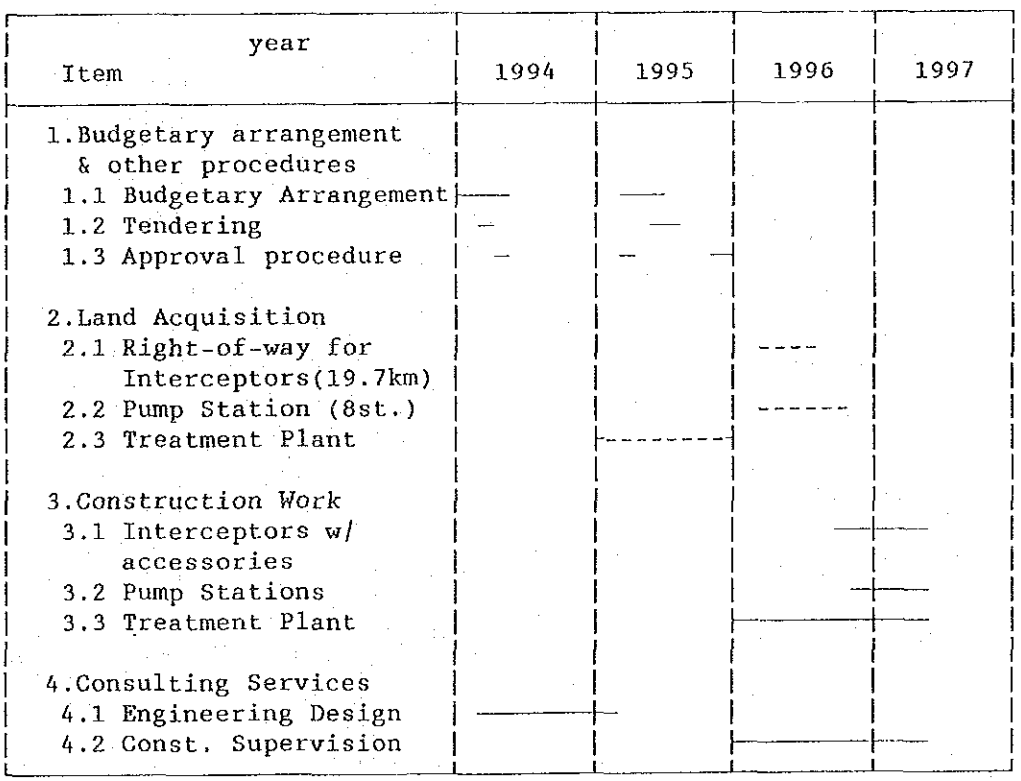


表2.9.2　第1ステージ事業投資計画

（単位：千バーツ）

Year / Item	1994			1995			1996			1997			Total		
	Dom.	Foreign	Total	Dom.	Foreign	Total	Dom.	Foreign	Total	Dom.	Foreign	Total	Dom.	Foreign	Total
1. Interceptors W/Accessories							73.4	0.3	73.7	171.2	0.6	171.8	244.6	0.9	245.5
2. Pump Stations							12.7	18.1	30.8	29.5	42.1	71.6	42.2	60.2	102.4
3. Treatment Plant							30.8	93.8	124.6	30.7	93.8	124.5	61.5	187.6	249.1
Sub−Total (item 1−3)							116.9	112.2	229.1	231.4	136.5	367.9	348.3	248.7	597.0
4. Contingency							23.4	22.4	45.8	46.2	27.3	73.5	69.7	49.7	119.4
5. Consulting Fee															
(1) Detailed Design	82.3		82.3	9.1		9.1							91.4		91.4
(2) Supervision							15.2		15.2	15.2		15.2	30.4		30.4
6. Land Acquisition				75.9		75.9	1.0		1.0				76.9		76.9
Sub−Total (item 4−6)	82.3		82.3	85.0		85.0	39.6	22.4	62.0	61.4	27.3	88.7	268.4	49.7	318.1
Total	82.3		82.3	85.0		85.0	156.5	134.6	291.1	292.8	163.8	456.6	616.7	298.4	915.1

Note : Dom.; Domestic portion
Foreign; Foreign portion
Procurement of maintenance car is included in item 1.
Laboratory equipment is considered in item 3.

2.10 組織・運営・制度

(1) 国家レベル

1) PWD及び OSWの強化

全国下水道整備事業実施のため、新しいオフィス、 OSWが1993年 PWDの内部に設立された。しかし現在、 SEDスタッフが固形廃棄物処理、し尿処理、排水及び下水道を担当している。

SEDには、 119人が配属されているが下水道関係は7人に過ぎない。

OSWは設立されたばかりで、スタッフ配置が現在進められている。将来の OSWのスタッフとして50人規模が提案された。そして方針決定、国と地方レベルの調整にその業務をしぼる必要があり、できるだけ早く、この主旨に沿ったスタッフ配置が望まれる。現実的にはすみやかに主要スタッフを決め、2年程度のうちに徐々にスタッフを増強することが考えられる。

2)NSWAの設立

下水道事業のニーズは将来にわたって増加すると考えられる。歴史的及び社会的背景からタイ国において、下水道事業に携わる技術者の数は限られている。解決策の1つとしては、 PWD(OSW) と綿密な関連の基に中央政府外に新組織を設立することである。この組織は、MWA あるいは PWAと同様な発想におけるものであり、仮名としてNSWA、国家下水道公社と称する。NSWAは、下水道計画専門家・設計者・機械・電気技術者等を抱えるものとする。この組織が、3年以内に設立されることが望ましく、それまでの間は、OSWが、下水道事業の実施上、主要な役割を果すことになる。

3)制　　度

タイ国における大気・水等に関する環境制御法、規制は総合的に設定されている。しかし、これ等の法規を住民の福祉上、いかに現実化するかが問題である。規制があっても監視能力がなければ無意味である。ここにおいて規制の励行を図ることが重要である。また、効果的なトレーニング、教育上の配慮も必要となる。下水道法の施行と、国家及び地方下水道公社法の発布が望まれる。

(2) 対象区域

1)地方下水道公社の設立(LSWA)

ランシットにおいて下水道公社の設立が提案された。LSWAは衛生区内の関連部局に較べ下水道事業に、より集中できるものと考えられる。LSWAは、経験豊富なマネジャーにより管理され、衛生区内の衛生セクションとの連絡を図るものである。

第1ステージ(1994-1997) において運営上の準備を行うべきである。スタッフ数は15人が計上され、最終目標年次には33人まで増員されることになる。

2)トレーニング

国家レベルにおいて提案された下水道公社(NSWA)が地方でのトレーニングを主催する。各都市別トレーニング関係者の人数が限られるので、中央に集めてトレーニングを実施

することが望ましい。NSWAに、下記のコースを含み各種トレーニングコースを準備することになる。

a）管理者コース

i）財務管理

ii）システム管理

iii）データ管理

b）技術者コース

i）処理場オペレーター

ii）ポンプ場オペレーター

iii）管渠維持管理

NSWA及びLSWAに最初配属されたスタッフは、1997年末までに各々該当するトレーニングコースに参加するべきである。

2.11 財務検討

(1) 中央政府

中央政府の資金負担分は受益家庭から直接徴収されるものではないが、ここでは受益者負担換算を試みた。なお調査対象であるランシット地区及びバンブアトン町についてまとめて検討を行った。ランシット地区の総事業費は、1993年価格で 915.1（百万バーツ）であり、可能な外貨部分が 298.4（百万バーツ）、内貨部分が 616.7（百万バーツ）となる。バンブアトン地区については、総事業費 459.3（百万バーツ）で内訳は、外貨部分 121.4（百万バーツ）、内貨部分 338.1（百万バーツ）である。ローン利用を想定した２つのケースが検討された。

a) ケース１：30%は外国ローン、70%は自己調達資金

土地取得費用の分担について、中央政府施策として現況から将来にわたって、中央政府は土地取得コストの75%（170.55百万バーツ）を負担し、残りの25%分は地方政府が負担することとなっている。資本の機会費用の観点から、FIRR（財務的内部収益率）は10～12%で、資本コストはこの中で使用されている資本コストよりも高くあるべきである。試算では11.8%となっており、資本の機会費用を反映している。実質のローンコストは１受益家庭利用者換算において、1999年では 893バーツであり、2024年には 510バーツと減少する。

b) ケース２：30%は外国ローン、70%は国内ローンによる資金調達

2011年において、 143,556バーツ（低所得層の所得額）を基準にして考えると、ローンの負担額は所得の 2.8%となる。従ってプロジェクトコストの全額をローンで組む場合には、１家庭利用者当りの負担額は高すぎ、その額の支払いは困難となるであろう。

(2) 現金の流れとO&M コスト及び土地取得コストの家庭利用者による負担

土地取得コスト（25%に該当するコスト）の全額をローンで組む場合、そのうちの50%を外国ローン、残りの50%を国内ローンにて資金調達するものとする。ローンの返済条件は期間25年で５年間すえおき、利子率は７%とする。分岐点における１家庭利用者当りのコストは1999年で 109バーツ、2024年には63バーツとなる。しかし、実質負担額は、1999年 437バ

ーツで、2024年には254 バーツとなる。この理由はFIRRを適正に維持するために必要なレベルが要求されるからである。財務的内部収益率(FIRR)は試算では7.4 %となり7%（資本コスト）より高く、市場の資本コスト（12%）よりも低い数値である。但し全額ローンとせずに、中央政府からの補助金や無償資金協力が得られれば、家庭利用者への負担額は減少する。

(3) 支払い可能範囲

ランシットは商工業都市であり、その1家庭当りの年間所得は2011年には430,670 バーツに達するものと予想される。しかしこれは平均値であって、低所得者層の家庭所得はこの1/3 程度と推定される（143,556 バーツ）。ランシットの場合、家庭利用者の相対コストは、1999年で437 バーツ、所得額の0.3 %となる。一方、中央政府のプロジェクト・ローン・コスト（ケース1の場合）を直接の受益者である住民が負担した場合は、1家庭利用者当りの費用は、1999年で 1,330バーツ、2024年で 764バーツとなる。

(4) 提言

原則として、家庭利用者の負担率は所得の1%又はそれ以下にするのが現実的である。ランシットの所得が2011年に150,000 バーツに達すれば、平均負担は問題でないと考えられる。

(5) 財務感応度分析

ローン額が決まれば、現金の流れは家庭利用者から得られる収入による。料金徴収率（請求額と集金額の比率）を80%とした場合、一般的にFIRRは試算の値より低くなる。
3つのシナリオでは、料金徴収率が80%の場合、FIRRは 5.5%となり、徴収率が70%、60%の場合、FIRRはそれぞれ 4.4%、 3.2%となる。

2.12 プロジェクト便益

(1) 経済便益

下水道システムの設置は、地方都市に大きな経済的便益をもたらす。便益は、マスタープランで提言しているように、3つのカテゴリーに分類される。①水質改善、②健康、衛生の改善、③土地価格上昇による経済効果、④生活水準の向上である。

①チャオピア川の水質改善

下水道プロジェクトの実施により、チャオピア川の水質改善が期待できる。特に設定された水質基点のうち、水質汚濁が進んでいるR 4地点での水質改善が可能となる。

②健康と衛生便益

水関連の病気とその治療費との関係で数量化を試みた。費用として3つの要因を考慮した。

a) 入院費用、 b) 通院費用、 c) 健康持続による収入増

検討結果として、a)と b) の合計が1991年で232.6 バーツ、 c) の収入増は99.4バーツとなった。3項目の合計で1994年3.7 （百万バーツ）、2024年では5.3 （百万バーツ）が推算された。

③土地価格の上昇

下水道施設による土地価格の上昇が試算された。土地価格の平均は1993年で46,605（百

万バーツ）である。試算にあたり、1993年から2000年までの上昇率を年率５％と仮定し、その上昇価格分の５％が下水プロジェクトによるものと考えた。

(2) 経済的妥当性

マスタープランにおいて、下水プロジェクトによる便益を定性的にまとめた。ここでは定量的試算を、土地価格上昇分と個人の健康便益にしぼって行った。この試算では、EIRRは31％となった。但し感応度分析で示すように、その前提となる条件の変化により、EIRRの値が変化することから一つの試算の域を出ない。前述の便益の他水質悪化は、このプロジェクトなしには進行するであろうし、更にこのプロジェクト実施の遅れは、将来の建設費増を余儀なくさせる。

(3) 経済的感応度分析

試算結果のEIRRは31％と高いが、その要因として土地価格とその上昇率があげられる。例えば土地取引が50％に減少した場合、経済的内部収益率(EIRR)は31％から6.8 ％に急減し、また33％に落ちた場合には、6.7 ％、最悪のシナリオで25％までに落ちた場合は、-2.2％となる。

第3章　バンブアトン町

3.1　第1ステージ下水道整備対象区域

下水道基本計画において設定された2処理区のうちバンブアトン北部 438haが、その高い人口密度から、選択された。行政上、対象地区はピモル・ラチ3及び5の村、サノロイの一部とバンブアトン2を包含する。基本計画区域内に存在する7つの住宅団地のうち4団地が第1ステージ区域内に立地し、住宅団地内人口を除く第1ステージ区域内人口は、13,973人である。

3.2　対象区域内の既存衛生・下水道施設

市街化地区において、クローンプロ・ピルモに接続された排水施設が存在する。し尿の発生地処理が一般である。幾つかの住宅団地は下水処理場を有しているが、ほとんどの施設において維持管理に問題がある。主要なクローンは、クローンバンブアトンに接続するクローンピラ・ピモン及びクローンバンクルアルである。これらのクロンは浅く、水が停滞し、ゴミが推積しており維持管理が行われていない。

3.3　人　　口

現況登録人口（住宅団地内人口除く）は、関連行政区内で14,802、設計区域で13,973人となっている。住宅団地内人口を含む設計区域内人口は18,643人である。設計年次2001年における人口は、1992年と2011年人口を比例補間して求めた。計画人口は32,110人である。

3.4　下水量及び下水々質

収集・処理されるべき汚水量及び BOD負荷量が、家庭・営業排水及び地下水を見込んで計算された。家庭及び営業排水の算定には1人当たりの原単位を用いた。設計区域内の汚水量及び BOD負荷量は以下のとおり。

排水源	汚水量（㎥／日）	BOD負荷量（㎥／日）
家　庭	5,009	1,278
営　業	2,517	302
地下水	1,505	-
合　計	9,031	1,580

3.5　設計基準：下水道施設設計基準は、第2部　下水道基本計画においてまとめられている。

3.6　下水収集システム

合流式が採用され、対象年次を2011年とした遮集幹線及びポンプ場設計がなされた。

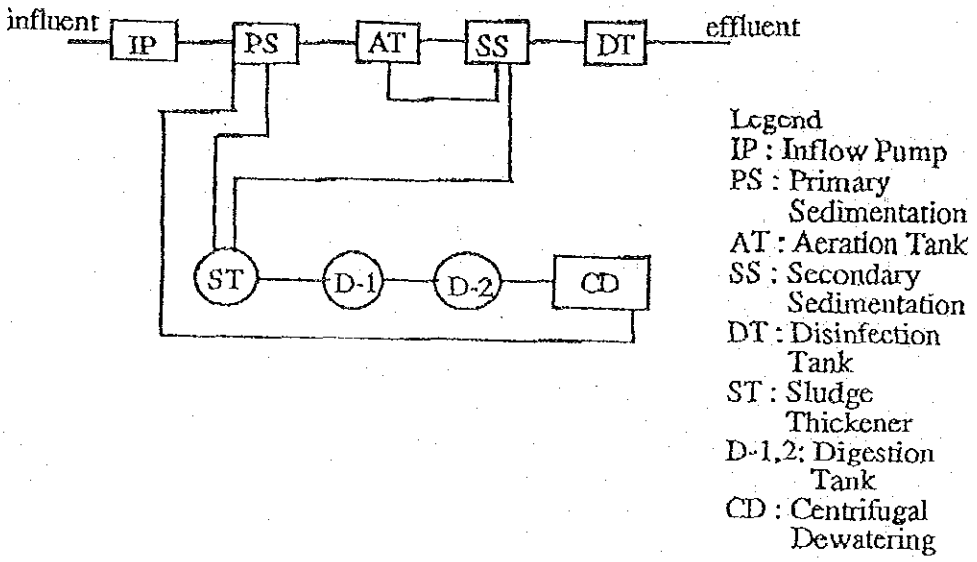
道路、河川、水路に関する拡張・改善計画がないので遮集渠のルートとして既存の公道を利用することとした。そしてクローン沿のルートは、建設、維持管理上必要となる土地取得上の困難さから、できるだけ避けるよう配慮した。さらにポンプ場の用地は、土地取得上から決定した。２つのポンプ場と１つの伏越施設が設計された。下水道計画の概要を図3.6.1に示す。

3.7　下水及び汚泥処理

下水処理場予定地は、ピモル・ラチァ５村、チョルラダ住宅団地の後背地に位置する。現在ここは農地として利用されている。

下水量及び水質は、前章で検討された。活性汚泥法が採用され、その処理プロセスが図3.7.1に示されている。

図3.7.1　下水処理プロセス



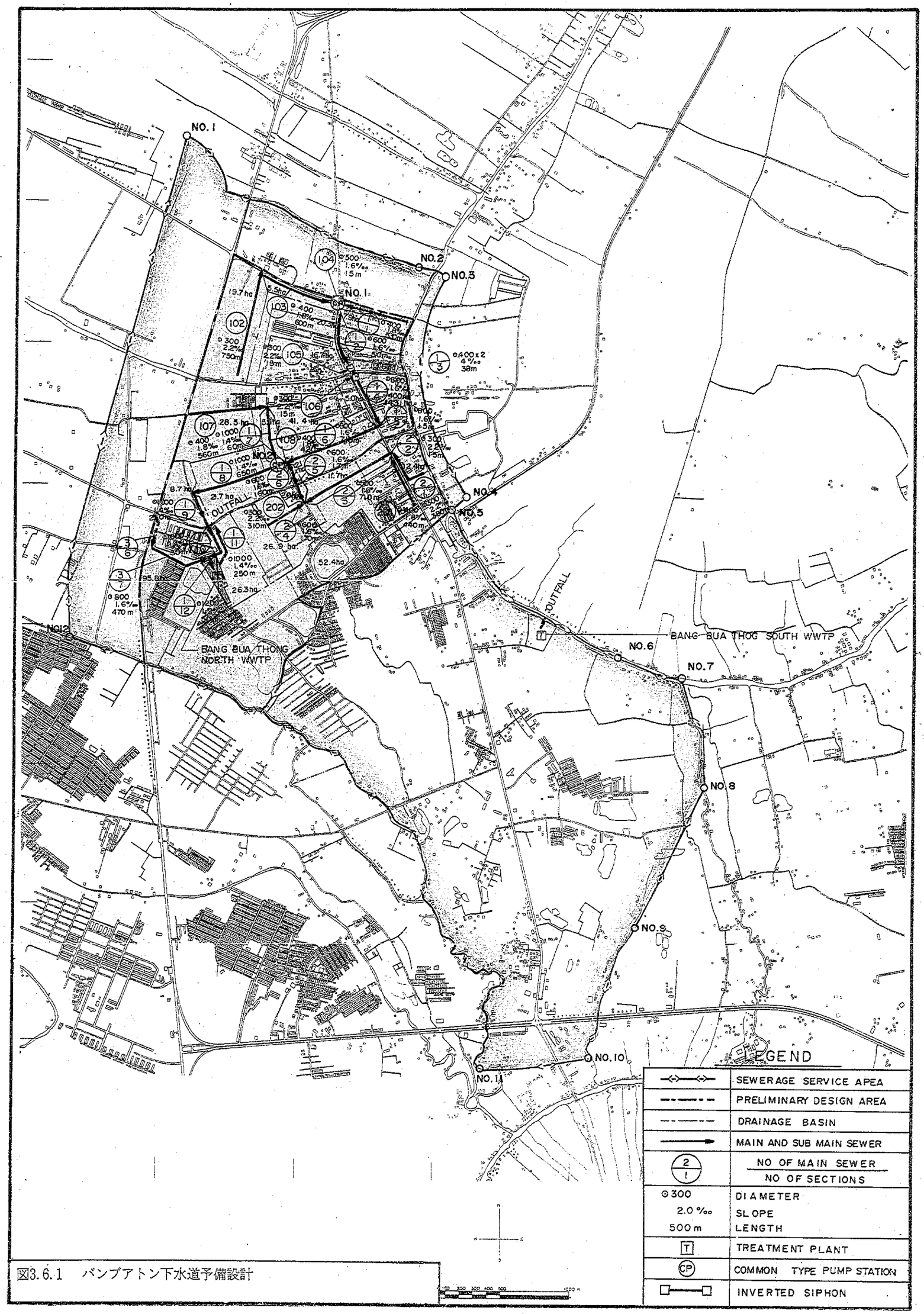


図3.6.1　バンブアトン下水道予備設計

設計流入水質は BOD 180mg／ℓ、SS 150mg／ℓと設定され、設計水量は以下のように計画れた。

汚水量	2001年（㎥／日）	2011年（㎥／日）
日平均	9,100	19,700
日最大	10,900	23,600
時間最大	14,200	30,700
雨天時流量	42,600	92,100

処理効率について次のような仮定がなされた。

項目	最初沈殿池	最終沈殿池
BOD	30.0%	81.0%
SS	35.0%	69.2%

処理水水質を、BOD 20mg／ℓ、 SS 30mg／ℓと設定した。汚泥処理として、濃縮タンク、嫌気性消化タンク、機械脱水が考慮された。2011年次における処理水量23,600㎥／日を対象として4系列の処理施設が計画され、そのうちの2系列が各々 5,900㎥／日の容量を有し、第1ステージプロジェクトとして設計された。処理施設の配置及び水位関係図が各々図3.7.2及び図3.7.3に示されている。

3.8 建設計画及び施設の維持管理

下水道施設の建設方法については、基本計画において示されている。ここでは遮集渠、雨水吐き室及び伏越についてまとめた。

遮集渠 ： 開削によるが、2m以上の堀削においてはシートパイル使用。

雨水吐き室 ： 公道下に設ける。住宅団地からの汚水収集には、統合された管渠を計画する。

伏越 ： 上・下流に伏越室を設け、2条管を布設する。伏越室の深さが5mを越える場合、排水ポンプを設置する。上流側伏越室には、圧抜き蓋を設ける。

ポンプ場 ： 周辺地盤高を考慮して位置を決定。必要に応じて約15mの基礎杭を考慮する。大規模ポンプ場には、4セットの水中モーターポンプ及び75㎜メッシュ、バースクリーを設置。少なくとも2セットのポンプ施設が必要。中央監視システムの適用を行うが、発電機は設置しない。建設時に考えられる環境問題を最少にするための対策については、第2章ランシット地区に述べられたものと同様である。維持管理についてもランシット地区での記述参考のこと。

3.9 積算及び投資計画

第2章ランシットにおいて述べた手続きによった。電気・機械を除き、ほとんどの建設資機

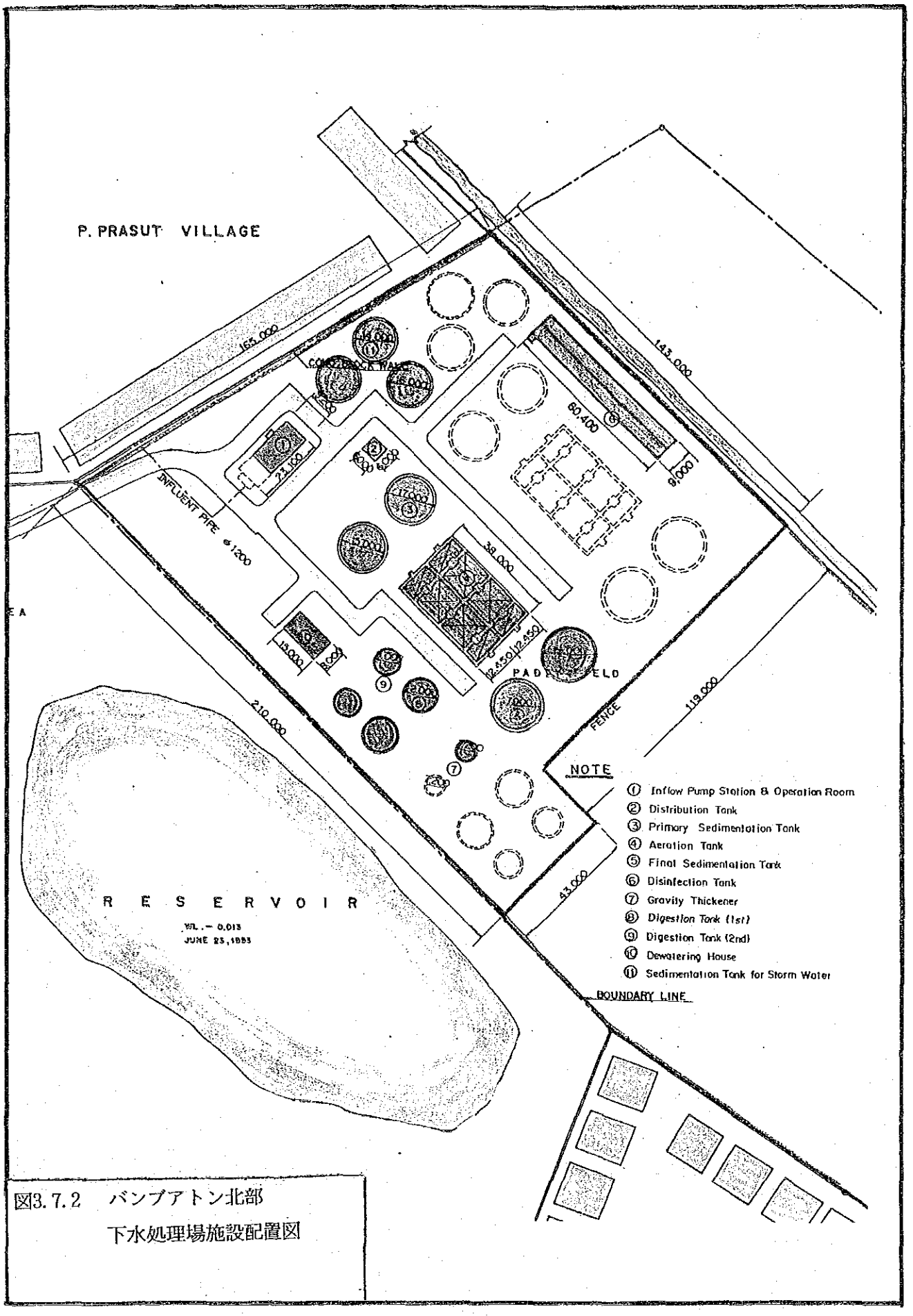


図3.7.2　バンブアトン北部
下水処理場施設配置図

HYDRAULIC PROFILE

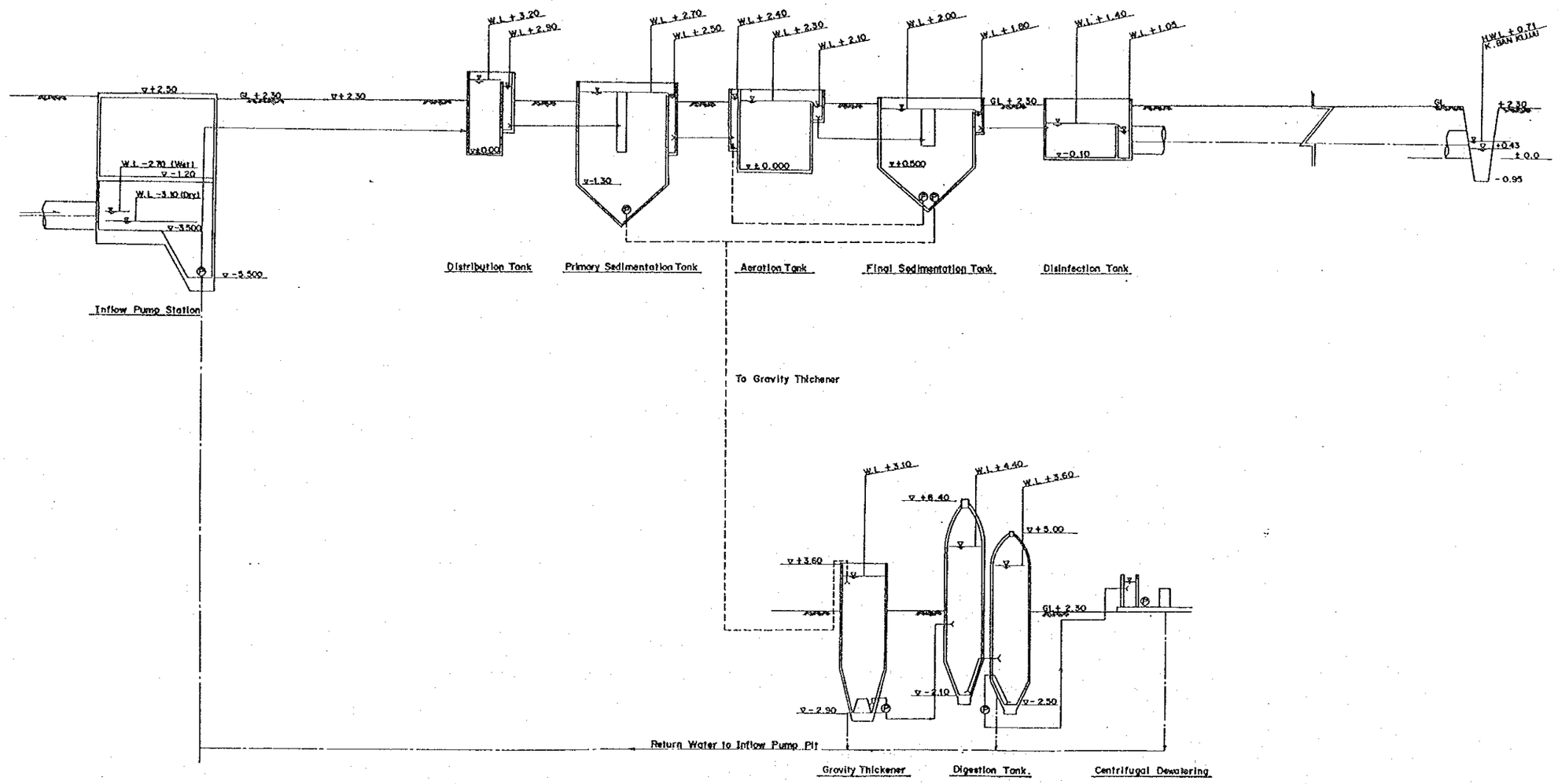


図3.7.3　バンブアトン北部
下水処理場水位関係図

表3.9.1　下水道施設建設費（1993年単価）

Description	Domestic Portion	Foreign Portion	Total
1. Direct Cost			
1.1 Collection System			
(1)Interceptor	74.3	-	74.3
(2)Manhole	2.8	-	2.8
(3)Overflow Chamber	0.4	-	0.4
(4)Inverted Siphon	1.1	0.2	1.3
(5)Pump Station	9.4	11.4	20.8
Sub-Total	88.0	11.6	99.6
1.2 Treatment Plant			
(1)Civil & Architec. Facilities	30.9	-	30.9
(2)Mechanical Facility (3)Electrical Facility	-	89.6	89.6
Sub-Total	30.9	89.6	120.5
Total of item 1	118.9	101.2	220.1
2. Contingency	23.8	20.2	44.0
3. Total of Construction Cost (1 + 2)	142.7	121.4	264.1
4. Engineering Cost	44.9	-	44.9
5. Land Acquisition Cost	150.5	-	150.5
Grand Total	338.1	121.4	459.5

Note : 1.1(1) includes maintenance equipment / car
1.2(2) includes P.S monitoring facility

材は、タイ国において調達が可能である。表3.9.1は1993年単価に基づくプロジェクトコストを示す。年間維持管理費を以下に示す。

項　　目	費用（× 1,000バーツ）
1.遮集渠及び付帯設備	366
2.ポンプ場	
(1)人件費	116
(2)維持管理費	1,289
3.下水処理場	
(1)人件費	737
(2)維持管理費	7,192
合　　計	9,700

図3.9.1の実施スケジュールに沿って、プロジェクト投資計画が表3.9.2のように示された。

3.10 組織・運営・制度

(1) 地方水道公社(LSWA)の設立

町の下水関連セクションに較べ組織的に強化された地方下水道公社をバンブアトンに設立されることが望ましい。但し、この組織は町の担当部局と緊密な関係を保持することとする。以上の提案はランシット地区と同様である。

(2) トレーニング

国家レベルにおいて、管理者、オペレーターを対象としたトレーニングの実施が必要である。NSWAは、ラッシット地区において述べたように、各種トレーニングコースを企画すべきである。下水道施設は1998年に供用開始予定である。そこでLSWAの最初の配属スタッフは、1997年末までにトレーニングを受けるべきである。

3.11 財務検討

(1) 中央政府

予算措置についてランシット及びバンブアトンを併せて検討を行った。その内容については「2.11 財務検討」を参照。

(2) 現金の流れとO&M コスト及び土地取得コストの家庭利用者による負担

土地取得コスト（25%に該当するコスト）の全額をローンで組む場合、そのうちの50%を外国ローン、残りの50%を国内ローンにて資金調達するものとする。ローンの返済条件は期間25年で5年間すえおき、利子率は7%とする。分岐点における1家庭利用者当りのコスト

図3.9.1　第１ステージ事業・実施スケジュール

year Item	1994	1995	1996	1997
1.Budgetary arrangement & other procedures				
1.1 Budgetary Arrangement				
1.2 Tendering				
1.3 Approval procedure				
2.Land Acquisition				
2.1 Right-of-way for Interceptors(19.7km)				
2.2 Pump Station (8st.)				
2.3 Treatment Plant				
3.Construction Work				
3.1 Interceptors w/ accessories				
3.2 Pump Stations				
3.3 Treatment Plant				
4.Consulting Services				
4.1 Engineering Design				
4.2 Const. Supervision				

表3.9.2　第1ステージ事業投資計画

（単位：千バーツ）

Year	1994			1995			1996			1997			Total		
Item	Dom.	Foreign	Total	Dom.	Foreign	Total	Dom.	Foreign	Total	Dom.	Foreign	Total	Dom.	Foreign	Total
1. Interceptors W/Accessories							31.4	0.1	31.5	47.2	0.1	47.3	78.6	0.2	78.8
2. Pump Stations							2.8	3.4	6.2	6.6	8.0	14.6	9.4	11.4	20.8
3. Treatment Plant							21.6	62.7	84.3	9.3	26.9	36.2	30.9	89.6	120.5
Sub−Total (item 1−3)							55.8	66.2	122.0	63.1	35.0	98.1	118.9	101.2	220.1
4. Contingency							11.2	13.2	24.4	12.6	7.0	19.6	23.8	20.2	44.0
5. Consulting Fee															
(1) Detailed Design	30.3		30.3	3.4		3.4							33.7		33.7
(2) Supervision							7.8		7.8	3.4		3.4	11.2		11.2
6. Land Acquisition				150.0		150.0	0.5		0.5				150.5		150.5
Sub−Total (item 4−6)	30.3		30.3	153.4		153.4	19.5	13.2	32.7	16.0	7.0	23.0	219.2	20.2	239.4
Total	30.3		30.3	153.4		153.4	75.3	79.4	154.7	79.1	42.0	121.1	338.1	121.4	459.5

Note : Dom.; Domestic portion
Foreign; Foreign portion
Procurement of maintenance car is included in item 1.
Laboratory equipment is considered in item 3.

は1999年で 236バーツ、2024年には131 バーツとなる。しかし、実質負担額は、1999年 482バーツで、2024年には267 バーツとなる。この理由はFIRRを適正に維持するために必要なレベルが要求されるからである。FIRRは試算では8.7 %となり７%（資本コスト）より高く、市場の資本コスト（12%）よりも低い数値である。但し全額ローンとせずに、中央政府からの補助金や無償資金協力が得られれば、家庭利用者への負担額は減少する。

(3) 支払い可能範囲

バンブアトンは産業化が進められており、その１家庭当りの年間所得は2011年には430,670バーツに達するものと予想される。しかしこれは平均値であって、低所得者層の家庭所得はこの1/3 程度と推定される（143,556 バーツ）。バンブアトンの場合、家庭利用者の相対コストは、1999年で482 バーツ、所得額の0.3 %となる。一方中央政府のプロジェクト・ローン・コストを直接受益者である住民が負担した場合は、１家庭利用者当りの費用は、1999年で1,375 バーツ、2024年で 777バーツとなる。

(4) 提言

原則として、家庭利用者の負担率は所得の１%又はそれ以下にするのが現実的である。バンブアトンの所得が2011年に150,000 バーツに達すれば、平均負担は問題ないと考えられる。

(5) 財務感応度分析

ローン額が決まれば、現金の流れは家庭利用者から得られる収入による。料金徴収率（請求額と集金額の比率）を80%とした場合、一般的にFIRRは試算の値より低くなる。
３つのシナリオでは、料金徴収率が80%の場合、FIRRは 6.7%となり、徴収率が70%、60%の場合、FIRRはそれぞれ 5.5%、 4.3%となる。

2.12 プロジェクト便益

(1) 経済便益

下水道の整備は、地方都市に大きな経済的便益をもたらす。便益は、マスタープランで提言しているように、次の３つのカテゴリーに分類される。①水質改善、②健康、衛生の改善、③土地価格上昇による経済効果、④生活水準の向上である。

①チャオピア川の水質改善

下水道プロジェクトの実施により、チャオピア川の水質改善が期待できる。特に設定された水質基点のうち、水質汚濁が進んでいるＲ４地点での水質改善が可能となる。

②健康と衛生便益

水関連の病気とその治療費との関係で数量化を試みた。費用として３つの要因を考慮した。

a) 入院費用
b) 通院費用
c) 健康持続による収入増

検討結果として、 a) と b) の合計が1991年で232.6 バーツ、 c) の収入増は99.4バーツとなった。

3項目の合計で1994年1.7 （百万バーツ）、2024年では2.5 （百万バーツ）が推算された。

③土地価格の上昇

下水道施設による土地価格の上昇が試算された。土地価格の平均は1993年で27,585（百万バーツ）である。試算にあたり1993年から2000年までの上昇率を年率5％と仮定し、その上昇価格分の5％が下水プロジェクトによるものと考えた。

(2) 経済的妥当性

マスタープランにおいて、下水プロジェクトによる便益を定性的にまとめた。ここでは、定量的試算を、土地価格上昇分と個人の健康便益にしぼって行った。この試算では、EIRRは48％となった。但し感応度分析で示すように、その前提となる条件の変化により、EIRRの値が変化することから、一つの試算の域を出ない。前述の便益の他水質悪化は、このプロジェクトなしには進行するであろうし、更に、このプロジェクトの実施の遅れは、将来の建設費増を余儀なくさせる。

(3) 経済的感応度分析

試算結果のEIRRは48.1％と高いが、その要因として土地価格とその上昇率があげられる。例えば土地取引が50％に減少した場合、EIRRは48.1％から12.5％に急減し、また33％に落ちた場合には、4.9 ％、最悪のシナリオで25％までに落ちた場合は、1.3 ％となる。

JICA