

フィリピン共和国

マニラ西首都圏下水にかかる  
情報収集・確認調査

ファイナルレポート  
(第1巻 メインレポート)

平成28年9月  
(2016年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社  
株式会社コーエイ総合研究所

フピ事
CR(3)
16-005

フィリピン共和国

マニラ西首都圏下水にかかる  
情報収集・確認調査

ファイナルレポート  
(第1巻 メインレポート)

平成28年9月  
(2016年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社  
株式会社コーエイ総合研究所



## ファイナルレポート構成

	<b>第1巻(メインレポート)</b>
■	第1章 序章
	第2章 上下水道事業に係る制度
	第3章 マニラ西首都圏および調査対象地域における下水道・衛生サービス
	第4章 最新の用地情報およびデータ
	第5章 調査地域における下水道システムの計画
	第6章 経済財務分析
	第7章 環境社会配慮
	第8章 結論
	<b>第2巻(図面集)</b>
□	図面集-1 下水処理場レイアウト
	図面集-2 下水道計画図
	図面集-3 ポンプ場

フィリピン国  
マニラ西首都圏下水にかかる情報収集・確認調査  
ファイナルレポート  
(第1巻 メインレポート)

目次

	<u>項</u>
<b>第1章 序章</b>	
1.1 調査の背景 .....	1-1
1.2 調査の目的 .....	1-2
1.3 調査の範囲 .....	1-3
1.4 調査対象地域 .....	1-4
1.4.1 Las Pinas 市 .....	1-4
1.4.2 Imus 市 .....	1-4
1.4.3 Kawit 町 .....	1-5
1.5 マニラ西首都圏の自然・地形条件 .....	1-5
1.5.1 気候 .....	1-5
1.5.2 地形状況 .....	1-7
1.5.3 地理地質 .....	1-7
1.5.4 水域 .....	1-8
1.5.5 洪水記録 .....	1-13
1.6 人口予測 .....	1-14
1.7 マニラ西首都圏の経済、政治、社会環境状況 .....	1-16
1.7.1 経済、政治状況 .....	1-16
1.7.2 社会環境状況 .....	1-17
1.8 関連法令、規制、公共計画と基準 .....	1-17
1.8.1 法令 .....	1-17
1.8.2 規制 .....	1-17
1.8.3 公共計画 .....	1-19
1.8.4 基準 .....	1-20
<b>第2章 上下水道事業に関連する制度</b>	
2.1 マニラ西首都圏における民間事業者の状況 .....	2-1

2.2	コンセッション契約の概要	2-2
2.2.1	運営形態	2-2
2.2.2	契約の骨子	2-3
2.3	上水道・衛生料金	2-4
2.3.1	現在の上水道・衛生料金および経緯	2-4
2.3.2	上下水道サービスの料金設定方法	2-7
2.3.3	2013年料金改定時の問題	2-8

### 第3章 マニラ西首都圏および調査対象地域における下水道・衛生サービス

3.1	既存下水道・衛生サービスの概要	3-1
3.1.1	現在および将来の下水道・衛生施設普及率	3-1
3.1.2	既存下水道・衛生施設の状況	3-1
3.2	現在の下水道システムおよび衛生サービスの事業計画	3-4
3.2.1	下水道システムの施設計画	3-4
3.2.2	将来の下水道および衛生プロジェクト	3-4
3.3	調査地域の下水道施設建設における主要な課題	3-6
3.3.1	関連事業における一般的課題	3-6
3.3.2	合流式下水道システムの課題	3-7
3.3.3	放流水質の課題	3-8
3.3.4	汚泥処理の課題	3-8
3.3.5	増加する施設の運営維持管理における課題	3-9
3.4	調査地域における下水道システムおよび衛生サービスの既存計画	3-9
3.4.1	Las Piñas 市	3-10
3.4.2	Imus 市	3-10
3.4.3	Kawit 町	3-11
3.4.4	調査地域の下水道システムと衛生サービスの既存計画における主要な課題	3-11

### 第4章 最新の用地情報およびデータ

4.1	下水処理場の候補地選定	4-1
4.1.1	下水処理場の候補地選定の方針	4-1
4.1.2	候補地の選定	4-2
4.2	各自治体の候補地周辺の現況	4-3
4.2.1	Las Piñas 市	4-3
4.2.2	Imus 市	4-5
4.2.3	Kawit 町	4-8
4.3	各候補地の現況情報	4-11
4.3.1	Las Piñas 市	4-11
4.3.2	Imus 市	4-14
4.3.3	Kawit 町	4-19

## 第5章 調査地域における下水道システムの計画

5.1	基本的な指標のレビュー	5-1
5.1.1	汚水量および下水処理場容量	5-1
5.1.2	流入・放流水質	5-1
5.2	マニラ西首都圏で適用可能な下水道技術	5-4
5.2.1	マニラ首都圏で適用する下水道技術および製品のスクリーニング	5-4
5.2.2	下水管渠	5-8
5.2.3	下水処理	5-8
5.2.4	汚泥処理	5-17
5.2.5	運転維持管理	5-22
5.3	下水道システムの検討における方針と条件	5-27
5.3.1	対象地域における下水道計画の方針	5-27
5.3.2	施設配置計画における下水処理および汚泥処理方式の組み合わせ	5-28
5.3.3	初期費用、維持管理費用の計算方法と結果	5-28
5.4	Las Piñas 市における下水道計画	5-35
5.4.1	下水処理場候補地	5-35
5.4.2	下水処理水の放流先	5-35
5.4.3	計画下水処理場容量	5-36
5.4.4	下水道システムケーススタディのオプション	5-36
5.4.5	下水道システムケーススタディ結果	5-37
5.4.6	下水幹線	5-44
5.4.7	遮集管、雨水吐き並びにマンホール	5-51
5.4.8	ポンプ場	5-58
5.5	Imus 市における下水道計画	5-70
5.5.1	下水処理場候補地	5-70
5.5.2	下水処理水の放流先	5-70
5.5.3	計画下水処理場容量	5-71
5.5.4	下水道システムケーススタディのオプション	5-71
5.5.5	下水道システムケーススタディ結果	5-72
5.5.6	下水幹線	5-88
5.5.7	遮集管、雨水吐き並びにマンホール	5-92
5.5.8	ポンプ場	5-100
5.6	Kawit 町における下水道計画	5-103
5.6.1	下水処理場候補地	5-103
5.6.2	下水処理水の放流先	5-103
5.6.3	計画下水処理場容量	5-104
5.6.4	下水道システムケーススタディのオプション	5-104
5.6.5	下水道システムケーススタディ結果	5-104
5.6.6	下水幹線	5-111
5.6.7	遮集管、雨水吐き並びにマンホール	5-112

5.6.8	ポンプ場.....	5-116
5.7	LCCの計算方法と結果.....	5-119
5.8	各地域における有望オプション.....	5-123
5.8.1	Las Piñas市.....	5-123
5.8.2	Imus市.....	5-123
5.8.3	Kawit町.....	5-123
5.9	再生利用水.....	5-124
5.9.1	処理水再利用.....	5-124
5.9.2	汚泥再利用.....	5-129
<b>第6章 経済財務分析</b>		
6.1	マニラッド社の財務状況.....	6-1
6.1.1	損益計算書の評価.....	6-2
6.1.2	貸借対照表の評価.....	6-3
6.2	事業に活用できる資金源.....	6-4
6.2.1	建設のための現在の資金源.....	6-4
6.2.2	ODA借款の資金調達スキームの比較.....	6-4
6.3	事業の財務分析.....	6-6
6.3.1	前提条件.....	6-6
6.3.2	財務費用.....	6-7
6.3.3	収入予測.....	6-7
6.3.4	財務分析の結果.....	6-8
6.4	事業の経済分析.....	6-10
6.4.1	前提条件.....	6-10
6.4.2	経済費用.....	6-10
6.4.3	経済便益.....	6-11
6.4.4	経済分析の結果.....	6-13
6.4.5	感度分析.....	6-13
<b>第7章 環境社会配慮</b>		
7.1	フィリピンの環境管理制度.....	7-1
7.1.1	環境に関する法的枠組み.....	7-1
7.1.2	環境管理組織制度.....	7-2
7.1.3	フィリピン環境影響評価制度(PEISS).....	7-3
7.2	フィリピンにおける用地取得及び住民移転制度.....	7-11
7.2.1	用地取得及び住民移転に関する法的枠組.....	7-11
7.3	環境社会配慮に関するその他のガイドライン.....	7-13
7.3.1	環境社会セーフガード・フレームワーク(ESSF).....	7-13
7.3.2	JICA環境社会配慮ガイドライン.....	7-15
7.3.3	フィリピン開発銀行(DBP)の環境政策及び要求事項.....	7-16
7.4	環境及び社会状況.....	7-17



7.5	初期環境影響調査 (IEE) .....	7-18
7.5.1	事業構成及び用地 .....	7-18
7.5.2	ゼロ・オプション(事業を実施しない) .....	7-20
7.5.3	スコーピング .....	7-20
7.5.4	環境及び社会状況調査の TOR(案) .....	7-23
7.5.5	留意点 .....	7-24
7.5.6	環境チェックリスト (JICA ガイドライン No. 15 汚水事業).....	7-28

## 第8章 結論

8.1	対象地域の下水道システム .....	8-1
8.1.1	集水区域の統合 .....	8-1
8.1.2	高度処理プロセス .....	8-1
8.1.3	有望な下水処理法のオプション .....	8-2
8.2	優先プロジェクトにおけるプロジェクト評価 .....	8-4
8.2.1	経済分析結果 .....	8-4
8.2.2	財務分析結果 .....	8-4
8.2.3	資金調達 .....	8-5
8.2.4	料金改定の現況 .....	8-5
8.3	マイニラッド社による次の展開 .....	8-6

## 表リスト

表 1.5.1	マニラ首都圏の気候（1971～2000）	1-7
表 1.5.2	地表水と沿岸・海洋水域の現在の分類	1-8
表 1.5.3	対象地域の河川の概要	1-9
表 1.5.4	対象地域における主な河川の DO 結果	1-11
表 1.5.5	Summary of BOD Results for the Main Rivers	1-11
表 1.5.6	対象地域の河口におけるマニラ湾の水質	1-12
表 1.5.7	対象地域の周囲のビーチにおけるマニラ湾の水質	1-13
表 1.8.1	DPWH による進行中の水インフラ事業	1-18
表 1.8.2	マイニラッド社の新下水道基準一覧	1-20
表 1.8.3	各分類の流出水水質基準（DAO 35）	1-21
表 1.8.4	マイニラッド社の新下水道基準における流入水基準	1-21
表 1.8.5	マイニラッド社の新下水道基準における流出水基準	1-22
表 2.1.1	マイニラッド社の概要	2-1
表 2.3.1	マイニラッド社の上下水道料金（2016年5月時点）	2-4
表 2.3.2	2015年の利用者分類における料金請求水量および収益	2-5
表 2.3.3	2015における料金種類ごとの収益	2-6
表 2.3.4	料金設定方法	2-7
表 2.3.5	マイニラッド社および MWSS のビジネスプランの違い	2-8
表 2.3.6	マニラウォーター社および MWSS の提案したビジネスプランの違い	2-9
表 2.3.7	マイニラッド社およびマニラウォーター社による仲裁結果	2-9
表 3.1.1	下水道・衛生施設目標普及率	3-1
表 3.1.2	既存の下水システム	3-2
表 3.2.1	2016年8月時点で進行中のプロジェクト	3-4
表 3.2.2	現行のおよび将来的な下水道および衛生プロジェクト	3-6
表 3.3.1	プロジェクトエリアにおける下水道開発プロジェクトの課題	3-7
表 3.4.1	フィージビリティ調査報告書における Las Piñas 市の計画の下水道システム	3-10
表 3.4.2	既存フィージビリティ調査報告書における Imus 市の計画の下水道システム	3-11
表 3.4.3	既存フィージビリティ調査報告書における Kawit 町の計画の下水道システム	3-11
表 4.1.1	選定された候補地	4-2
表 4.2.1	Las Piñas における下水処理場建設の費用計算に適用した土地価格	4-5
表 4.2.2	Imus 市における下水処理場建設の費用計算に適用した土地価格	4-8
表 4.2.3	候補地 K-2 および K-3 に適用される主な建築規制	4-9
表 4.2.4	Kawit 町における下水処理場建設の費用計算に適用した土地価格	4-10
表 4.3.1	候補地 L-A の土地情報	4-11
表 4.3.2	候補地 L-C の土地情報	4-12
表 4.3.3	候補地 L-22 の土地情報	4-13

表 4.3.4	候補地 C-2 の土地情報	4-14
表 4.3.5	候補地 C-3 の土地情報	4-15
表 4.3.6	候補地 C-4 の土地情報	4-16
表 4.3.7	候補地 C-A の土地情報	4-17
表 4.3.8	候補地 C-B の土地情報	4-18
表 4.3.9	候補地 K-2 の土地情報	4-19
表 4.3.10	候補地 K-3 の土地情報	4-20
表 5.1.1	Las Piñas 市の基本パラメータ	5-2
表 5.1.2	Imus 市および Kawit 町の基本的パラメータ	5-3
表 5.2.1	下水道技術の分類および選定	5-5
表 5.2.2	適応可能な下水道技術のスクリーニング	5-6
表 5.2.3	調査地域における適用可能な下水道技術	5-7
表 5.2.4	下水処理法の事前比較	5-14
表 5.2.5	汚泥処理法の比較	5-18
表 5.3.1	下水処理プロセスのオプション	5-28
表 5.3.2	汚泥処理プロセスのオプション	5-28
表 5.3.3	比較検討オプションおよび各概算費用 (CAS)	5-33
表 5.3.4	比較検討オプションおよび各概算費用 (MBR)	5-34
表 5.3.5	比較検討オプションおよび各概算費用 (SBR)	5-35
表 5.3.6	比較検討オプションおよび各概算費用 (MBBR)	5-36
表 5.4.1	CAS の場合の可能なオプション	5-39
表 5.4.2	MBR の場合の可能なオプション	5-39
表 5.4.3	SBR の場合の可能なオプション	5-39
表 5.4.4	MBBR の場合の可能なオプション	5-39
表 5.4.5	管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量 (Las Piñas 市 3 流域の統合)	5-40
表 5.4.6	管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量 (Las Piñas 市 L-22 流域、L-A 流域、L-C 流域上流域の統合)	5-42
表 5.4.7	管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量 (Las Piñas 市 L-22 流域、L-A 流域の統合)	5-42
表 5.4.8	管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量 (Las Piñas 市 3 流域の統合なし)	5-43
表 5.4.9	管路の最小流速	5-43
表 5.4.10	Las Piñas 市各オプションにおける管路数量	5-44
表 5.4.11	非開削工法の一般的分類	5-45
表 5.4.12	Las Piñas 市雨水吐口数概要	5-46
表 5.4.13	Las Piñas 市における必要マンホール数 (CAS-LP-1 での例)	5-51
表 5.4.14	Type of Pumping Station	5-51
表 5.4.15	ポンプ配置間隔と仕様 (Type-1)	5-52
表 5.4.16	ポンプ配置間隔と仕様 (Type-2)	5-52
表 5.4.17	Las Piñas 市 L-22 流域におけるポンプ場 (CAS-LP-1 の例)	5-53
表 5.4.18	Las Piñas 市 L-A 流域におけるポンプ場 (CAS-LP-1 の例)	5-53

表 5.4.19	Las Piñas 市 L-C 流域におけるポンプ場(CAS-LP-1 の例) .....	5-55
表 5.4.20	Las Piñas 市全体でのポンプ場要約 (CAS-LP-1 の例) .....	5-56
表 5.4.21	Las Piñas 市内の F/S 提案ポンプ場用地の確認結果.....	5-56
表 5.4.22	Las Piñas 市内大規模ポンプ場の候補地.....	5-60
表 5.5.1	CAS の場合の可能なオプション.....	5-65
表 5.5.2	MBR の場合の可能なオプション.....	5-66
表 5.5.3	SBR の場合の可能なオプション.....	5-66
表 5.5.4	MBBR の場合の可能なオプション.....	5-66
表 5.5.5	管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量(Imus 市 3 流域の統合) .....	5-67
表 5.5.6	管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量(Imus 市内 IC 流域を IA または IB 流域に統合).....	5-68
表 5.5.7	管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量 (Imus 市 3 流域の統合なし).....	5-69
表 5.5.8	Imus 市各オプションにおける管路数量 .....	5-70
表 5.5.9	Imus 市雨水吐口数概要 .....	5-71
表 5.5.10	Imus 市で必要となるマンホール数 (CAS-IMS-1 の例).....	5-74
表 5.5.11	Imus 市におけるマイニラッドサービスエリア外の推定人口.....	5-75
表 5.5.12	Imus 市における必要ポンプ場 (CAS-IMS-1 の例).....	5-78
表 5.5.13	Imus 市内大規模ポンプ場の候補地 .....	5-79
表 5.6.1	CAS の場合の可能なオプション.....	5-82
表 5.6.2	MBR の場合の可能なオプション.....	5-83
表 5.6.3	SBR の場合の可能なオプション.....	5-83
表 5.6.4	MBBR の場合の可能なオプション.....	5-83
表 5.6.5	Kawit 町における下水道計画.....	5-84
表 5.6.6	Kawit 町各オプションにおける管路数量.....	5-85
表 5.6.7	Kawit 町雨水吐口数概要.....	5-85
表 5.6.8	Kawit 町で必要となるマンホール数.....	5-89
表 5.6.9	Kawit 町におけるポンプ場 (CAS-KWT-1).....	5-90
表 5.6.10	List of Pumping Station in Kawit Town (MBR-KWT-1).....	5-90
表 5.7.1	LCC 計算の条件.....	5-92
表 5.7.2	LCC 計算結果.....	5-93
表 5.8.1	各調査地域の有望オプション (消化プロセスを含む下水道システム) .....	5-96
表 5.8.2	各調査地域の有望オプション (消化プロセスのない下水道システム) .....	5-97
表 5.9.1	アンケートの調査結果.....	5-102
表 5.9.2	ろ過水の適用 (CAS) .....	5-103
表 5.9.3	フィルターろ過水の適用 (CAS) .....	5-104
表 5.9.4	10,000 m <sup>3</sup> /日における各下水処理プロセスの発生電力 .....	5-106
表 6.1.1	マニラッド社とマニラウォーター社の財務情報 (単価: 百万ペソ) ..	6-1
表 6.1.2	2015 年のマニラッド社の利子負担負債概要 .....	6-3
表 6.2.1	ODA 借款による財務スキームの比較.....	6-5
表 6.3.1	建設費用の配分計画 .....	6-7

表 6.3.2	環境料金と下水道料金の平均料金 .....	6-8
表 6.3.3	事業地域の水需要予測 .....	6-8
表 6.3.4	下水道事業に関連する収入予測 .....	6-8
表 6.3.5	財務分析の結果 .....	6-9
表 6.4.1	分析で考慮された経済便益と経済費用 .....	6-10
表 6.4.2	健康への効果算定の前提条件 .....	6-11
表 6.4.3	首都圏（NCR）及びフィリピン国全体の衛生関連疾患の罹患率 .....	6-12
表 6.4.4	経済分析の結果 .....	6-13
表 6.4.5	感度分析結果のまとめ .....	6-14
表 7.1.1	環境に関する政策及び法的枠組み .....	7-1
表 7.1.2	環境分野における国際協定及び条約 .....	7-2
表 7.1.3	EIA に関する政策及び法規 .....	7-3
表 7.1.4	ECP の種類と ECA の分類 .....	7-5
表 7.1.5	PEISS における事業分類 .....	7-7
表 7.1.6	ECC/CNC 文書とプロセス及び意思決定組織 .....	7-8
表 7.1.7	ECC 承認機関及び期限 .....	7-9
表 7.1.8	PEISS における下水道システム事業の適応範囲 .....	7-9
表 7.2.1	用地取得及び住民移転に関する基本政策及び基本法 .....	7-11
表 7.2.2	用地取得及び住民移転に関する他の法規 .....	7-12
表 7.3.1	環境社会セーフガードに適用される政策 .....	7-13
表 7.3.2	JICA ガイドランによる事業カテゴリ .....	7-15
表 7.3.3	DBP の環境政策 .....	7-16
表 7.3.4	衛生分野事業における DBP の環境要求事項 .....	7-16
表 7.4.1	環境及び社会状況把握レビュー項目 .....	7-17
表 7.5.1	事業構成 .....	7-18
表 7.5.2	STP 用地の環境社会状況(Las Pinas) .....	7-18
表 7.5.3	用地の環境社会状況 (Imus) .....	7-19
表 7.5.4	用地の環境社会状況 (Kawit) .....	7-19
表 7.5.5	対象各市の事業に関する予備的スコーピング結果 .....	7-20
表 7.5.6	環境及び社会状況調査の TOR 案 .....	7-23
表 7.5.7	悪臭基準概要 .....	7-25
表 7.5.8	マイニラッド社の環境管理制度 .....	7-27
表 7.5.9	下水道システム事業における環境社会配慮上の留意点 .....	7-28

## 図リスト

図 1.5.1	月平均気候状況 .....	1-6
図 1.5.2	河川の位置 .....	1-10
図 1.5.3	サンプル採取場所 .....	1-12
図 1.5.4	サンプルの採取場所 .....	1-12

図 1.5.5	台風 Ondoy による最大浸水深	1-13
図 1.5.6	Cavite 州の洪水ハザードマップ	1-14
図 2.2.1	コンセッション契約における水ビジネス運用の枠組み	2-2
図 2.2.2	マイニラッド社の組織図	2-2
図 2.3.1	2015 年の利用者分類ごとの料金請求水量	2-5
図 2.3.2	2015 年の利用者分類ごとの収益	2-5
図 2.3.3	2015 年における料金種類ごとの請求水量	2-6
図 2.3.4	マイニラッド社およびマニラウォーター社の平均水道料金の傾向	2-7
図 3.1.1	主な既存の下水集水域	3-2
図 3.1.2	収集システム	3-3
図 3.1.3	雨水吐き室のスクリーン	3-3
図 3.1.4	南腐敗槽汚泥処理場	3-4
図 3.2.1	Parañaque 下水処理場のイメージ図	3-4
図 3.2.2	腐敗槽汚泥処理場の処理過程（南腐敗槽汚泥処理場）	3-5
図 3.2.3	腐敗槽汚泥処理場のサービスエリア	3-6
図 3.3.1	交通渋滞	3-7
図 3.3.2	マンホールでの清掃作業	3-7
図 3.3.3	汚泥運搬	3-7
図 3.4.1	フィージビリティ調査報告書における下水処理場および幹線管路計画	3-10
図 4.1.1	マイニラッド社の事業候補地の土地収用手順	4-1
図 4.1.2	候補地の位置図	4-3
図 4.2.1	Las Piñas 市の土地利用計画	4-4
図 4.2.2	台風 Ondoy (2009)による最大浸水水位の分布	4-4
図 4.2.3	Las Piñas 市内の候補地の地価の変動傾向	4-5
図 4.2.4	Imus 市の土地利用計画	4-6
図 4.2.5	Imus 市の洪水ハザードマップ	4-7
図 4.2.6	Imus 市内の候補地の地価の変動傾向	4-7
図 4.2.7	Kawit 町の土地利用計画	4-8
図 4.2.8	台風 Habagat による Cavite 州の浸水被害状況	4-9
図 4.2.9	Kawit 町内の候補地の地価の変動傾向	4-10
図 5.2.1	長距離および急曲線推進工法	5-8
図 5.2.2	適用可能な処理プロセス	5-9
図 5.2.3	調整池の上の土地を活用して建設された処理場	5-9
図 5.2.4	深層式 CAS 法のイメージ図	5-10
図 5.2.5	SBR 法のサイクル	5-10
図 5.2.6	PTF 法の過程	5-11
図 5.2.7	PTF 法の流出水の水質	5-11
図 5.2.8	膜分離活性汚泥法適用のイメージ図	5-12
図 5.2.9	担体流動システムのイメージ図	5-12
図 5.2.10	省エネ送風機	5-15
図 5.2.11	省エネ散気装置	5-16
図 5.2.12	省エネ散気装置(エアレータ方式)	5-16

図 5.2.13	消化による汚泥量の削減のイメージ図	5-19
図 5.2.14	消化過程のイメージ図	5-20
図 5.2.15	腐敗槽汚泥管理のイメージ図	5-21
図 5.2.16	省エネ型脱水機（ヴァリュート型）	5-21
図 5.2.17	省エネ型脱水機（その他の種類）	5-22
図 5.2.18	管路自動洗浄装置	5-23
図 5.2.19	渦流式水面制御装置	5-24
図 5.2.20	SCADA および DCS のイメージ図	5-24
図 5.2.21	浄水施設における DCS の例	5-25
図 5.2.22	アセットマネジメントシステム	5-25
図 5.2.23	下水道システムに適用する光ファイバセンサ	5-26
図 5.3.1	集水区域統合のイメージ図	5-27
図 5.4.1	Las Piñas 市における下水処理水放流先	5-37
図 5.4.2	Las Piñas 市の下水道システムのケーススタディのオプション	5-38
図 5.4.3	Alabang-Zapote Road と Quirino Avenue の交通渋滞	5-41
図 5.4.4	立坑ヤードの配置例（泥水式推進工法の場合）	5-46
図 5.4.5	Las Piñas 市雨水吐口位置	5-47
図 5.4.6	Existing Drainage in Las Piñas 市	5-49
図 5.4.7	Typical Image of Overflow Chamber	5-50
図 5.4.8	Detailed Structure of Overflow Chamber	5-50
図 5.4.9	Typical Image of Storm Water Overflow	5-50
図 5.4.10	PS-2(F/S)の現在の用地状況	5-57
図 5.4.11	PS-4 (F/S) の現在の用地状況	5-58
図 5.4.12	PS-6 (F/S) の現在の用地状況	5-59
図 5.4.13	PS-C (追加)の候補地	5-60
図 5.4.14	PS-C (追加)の候補地	5-61
図 5.4.15	Las Piñas 市内の MERALCO 高圧送電線	5-62
図 5.5.1	Imus 市における下水処理水放流先	5-63
図 5.5.2	Imus 市における下水道システムのケーススタディのオプション	5-65
図 5.5.3	Imus 市雨水吐口位置	5-72
図 5.5.4	Imus 市既存排水路	5-73
図 5.5.5	マニラッドサービスエリア外の地域	5-76
図 5.5.6	マニラッドサービスエリア外の地域	5-77
図 5.5.7	Imus 市 PS-F ポンプ場の候補地位置	5-79
図 5.5.8	Imus 市 PS-F ポンプ場の候補地現状	5-80
図 5.5.9	Imus 市内の MERALCO 高圧送電線	5-80
図 5.6.1	Kawit 町における下水処理水の放流先	5-81
図 5.6.2	Kawit 町における下水道システムのケーススタディのオプション	5-82
図 5.6.3	Kawit 町雨水吐口位置	5-86
図 5.6.4	Kawit 町既存排水路	5-87
図 5.6.5	Kawit 町排水路未整備地域	5-88
図 5.6.6	Kawit 町排水路未整備地域写真	5-88

図 5.6.7	Kawit 町内の MERALCO 高圧送電線 .....	5-91
図 5.7.1	Las Piñas 市の下水道システムの LCC .....	5-94
図 5.7.2	Imus 市の下水道システムの LCC.....	5-94
図 5.7.3	Kawit 町の下水道システムの LCC.....	5-95
図 5.9.1	カビテ特別経済区 (CEZ) の位置図.....	5-100
図 5.9.2	カビテ特別経済区の企業内訳 .....	5-100
図 5.9.3	アンケート用紙 .....	5-101
図 5.9.4	適用可能で効率的な汚泥再利用 .....	5-104
図 5.8.5	消化ガス発電のイメージ図 .....	5-105
図 6.1.1	マニラッド社のサービス地域における生産水量、請求水量、無収水率の 推移 .....	6-2
図 6.3.1	Las Pinas 市の事業の収入と費用のバランス .....	6-9
図 6.3.2	Imus 市の事業の収入と費用のバランス .....	6-9
図 6.3.3	Kawit 町の事業の収入と費用のバランス.....	6-9
図 7.1.1	EIA プロセスのフローチャート .....	7-6
図 7.1.2	事業分類概略図 .....	7-7
図 7.5.1	配管と計装図 .....	7-27

## 巻末資料

Appendix 1	Information and Data of River
Appendix 2	Existing STP Effluent Data
Appendix 3	Company Interview on Sewerage Technologies and Business Activities
Appendix 4	Condition and Dimension List of STP Facilities for Each Option
Appendix 5	Preliminary Quantity List of Sewer Facilities for Each Option
Appendix 6	Comparative Study on STP Options
Appendix 7	Information and Data of Existing Outfall
Appendix 8	Information and Data of Existing Drainage
Appendix 9	Calculation of Life Cycle Cost for Each Alternative Scheme
Appendix 10	Projection of Water Demand and Revenue related to Sewerage Service
Appendix 11	Revenue and Cost Comparison related to Sewerage Services of the Project
Appendix 12	Economic Analysis of the Project
Appendix 13	List of Philippines International Agreements on Environment and Natural Resources
Appendix 14	Overview of Stages of the EIA Process
Appendix 15	Online Application for CNC/ECC/CMR
Appendix 16	Examples of the JICA Environmental and Social Considerations Procedures by Category



Appendix 17 Environmental and Social Conditions in Three Cities

Appendix 18 Environmental Checklist

### 略語集

ABS	Acrylonitrile-Butadiene-Styrene	エービーエス（樹脂）
ACD	Activated Carbon Deodorizer	活性炭脱臭
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADR	Appropriate Discount Rate	適切な割引率
AMSL	Above Mean Sea Level	平均海面高
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation	アジア太平洋経済協力会議
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
ASP	Activated Sludge Process	活性汚泥法
B/C	Benefit Cost Ratio	費用便益比
BIR	Bureau of Internal Revenue	内国歳入庁
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物学的酸素要求量
BOI	Board of Investment	投資委員会
CA	Concession Agreement	コンセッション契約
CAPEX	Capital Expenditure	設備投資
CAR	Certification Authorizing Registration	売主が登記したときの税務署の権利移転の許可証
CAS	Conventional Activated Sludge	標準活性汚泥法
CCA	Climate Change Adaptation	気候変動への適応
CEZ	Cavite Economic Zone	カビテ特別経済区
CIT	Corporate Income Tax	法人所得税
CLUP	Comprehensive Land Use Plan	総合土地利用計画
CMD	Cubic Meter per Day	立方メートル／日
CNC	Certificate of Non-Coverage	非該当証明書
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CPI	Consumer Price Index	消費者物価指数
CSO	Combined Sewer Overflow	雨天時越流水
CTS	Contract to Sell	売買契約書
DBP	Development Bank of Philippines	フィリピン開発銀行
DCRA	Debt and Capital Restructuring Agreement	負債・資本再構築契約
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
DILG	Department of Interior and Local Government	内務・地方政務省
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
DOAS	Deed of Absolute Sale	売買証書
DOF	Department of Finance	財務省
DOH	Department of Health	保健省
DPWH	Department of Public Works and Highway	公共事業道路省
ECA	Environmentally Critical Area	環境脆弱地域
ECC	Environmental Compliance Certificate	環境適合認証書
ECP	Environmentally Critical Project	環境影響懸念事業
EDP	Environmental Development Project	環境開発事業

EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EIS	Environmental Impact Statement	環境影響報告書
EMB	Environmental Management Bureau	環境管理局
ESSF	Environmental and Social Safeguards Framework	環境社会セーフガード枠組み
FBAS	Fixed-bed Biofilm Activated Sludge	固定層活性汚泥法
FCDA	Foreign Currency Differential Adjustment	外貨変動調整
FHSIS	Field Health Service Information System	統合保健情報システム
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
FY	Financial Year	会計年度
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GFIs	Government Financial Institutions	政府金融機関
GHS	Globally Harmonized System	世界調和システム
HDD	Horizontal Directional Drilling	誘導式水平ドリル
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査書
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IP	Investment Plan 2008-2037	投資計画
ITTO	International Tropical Timber Organization	国際熱帯木材機関
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独) 国際協力機構
JPY	Japanese Yen	日本円
LBP	Land Bank of Philippines	フィリピン土地銀行
LCC	Life Cycle Cost	ライフサイクルコスト
LGU	Local Government Unit	地方自治体
LWUA	Local Water Utilities Administration	地方水道公社
MBR	Membrane Bio Reactor	膜分離活性汚泥法
MBBR	Moving Bed Biofilm Reactor	担体流動システム
MGB	Mines and Geosciences Bureau	鉱山地球科学局
MLD	Million Litter per Day	毎日百万リットル
MP	Master Plan	全体計画
MPIC	Metro-Pacific Investment Corporation	メトロ・パシフィック・インベストメンツ社
MPN	Most Probable Number	最確数
MWCI	Manila Water Company, Inc.	マニラウォーター社
MWSI	Maynilad Water Service, Inc.	マイニラッド社
MWSS	Metropolitan Waterworks and Sewerage System	マニラ首都圏上下水道供給公社
NEDA	National Economic and Development Authority	フィリピン国経済開発機構
NIPAS	National Integrated Protected Areas System	国家総合保護地域制度
NPCC	National Pollution Control Commission	公害規制委員会
NPV	Net Present Value	純現在価値
NRW	Non Revenue Water	無収水
NSO	National Statistics Office	国家統計局

O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
OD	Oxidation Ditch	オキシデーションディッチ法
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OPEX	Operating Expense	運営費
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical, and Astronomical Services Administration	フィリピン気象天文庁
PCU	Platinum Cobalt Units	プラチナ・コバルト・ユニ ット
PEISS	Philippine Environmental Impact Statement System	環境影響報告書システム
PEZA	Philippine Economic Zone Authority	フィリピン経済区庁
PHP	Philippine Peso	フィリピンペソ
PM	Permanent Magnet	永久磁石
PMU	Project Management Unit	プロジェクトマネジメント ユニット
PNSDW	Philippine National Standards for Drinking Water	フィリピン国家飲料水水質 基準
RPF	Resettlement Policy Framework	移転政策の枠組み
P/S	Pumping Station	ポンプ場
PTF	Pre-treated Trickling Filtration	前ろ過散水ろ床法
PVC	Polyvinyl Chloride	塩化ビニル
RA	Republic Act	共和国法令
RO	Regulatory Office	規制事務所
ROW	Right of Way	敷設用地
SBR	Sequencing Batch Reactor	回分式活性汚泥法
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	制御監視情報収集装置
SDS	Safety Data Sheet	安全データシート
SMR	Self-monitoring Report	セルフモニタリング報告書
SS	Suspended Solids	浮遊物質
STF	Sludge Treatment Facilities	汚泥処理施設
STP	Sewage Treatment Plant	下水処理場
TCA	Transitional and Clarificatory Agreement	暫定・明示協定
TCT	Transfer Certificate of Title	所有権移譲証明書
TN	Total Nitrogen	全リン
TOR	Terms of Reference	業務指示書
TP	Total Phosphorus	全リン
TSL	Two Step Loan	ツー・ステップ・ローン
TSS	Total Suspended Solids	浮遊物質
UN	United Nations	国際連合
UV	Ultraviolet	紫外線
VAT	Value Added Tax	付加価値税
WB	World Bank	世界銀行
WTF	Water Treatment Facilities	水処理施設

## 第1章 序章

### 1.1 調査の背景

マニラ首都圏は、フィリピン共和国の首都圏であり、世界最大の首都の一つである。上下水道サービス（以下、水サービスと呼ぶ）は、マニラ首都圏上下水道供給公社（Metropolitan Waterworks and Sewerage System; MWSS）によって、公共事業道路省（Department of Public Works and Highway ;DPWH）の管理の下に、行われている。しかしながら、1990年代に、首都の水サービスは、首都開発に対して大きく遅れ、深刻な問題を引き起こした。そのため、水サービスは1997年に民営化され、西区域と東区域に区分された。この民営化は、国際金融公社（IFC）の支援の下、フィリピン政府によって行われた。現在、西区域は、マニラ首都圏下水・衛生環境改善事業（以下、本事業と呼ぶ）の対象であり、

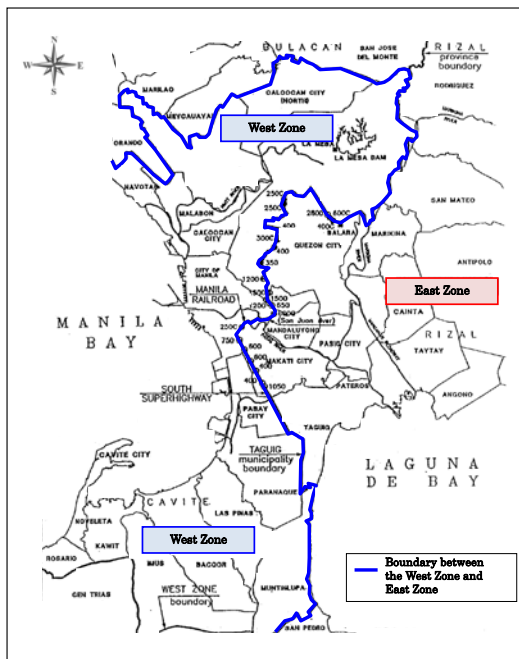


図 1.1.1 コンセッショナーのサービスエリア

マイニラッドウォーターサービス社（マイニラッド社、または MWSI）によってサービスが行われている。東区域においては、マニラウォーター社（マニラウォーター社または MWCI）が MWSS とのコンセッション契約の下にサービスを行っている。

民営化後、マニラ首都圏の給水サービス普及率は、95%である。しかしながら、下水道普及率は、2015 年末時点で約 14%と低い。ほとんどの家庭からの下水は、浄化槽の処理能力が低く、未処理で公共の水域に排出される。下水道普及率の低さは、マニラ湾等の公共水域における汚染に影響を及ぼしている。

下水道への社会からの要望に対応して、マイニラッド社は2017年から2022年にかけて、15の下水道事業を行う予定である。それらのうちの下水道事業が行われる Las Piñas 市、Imus 市、および Kawit 町は、本調査の対象地域である。

国際協力機構（JICA）は、マニラ首都圏下水・衛生環境改善事業第2期準備調査（2010.7-2011.7）において、マイニラッド社によって開発される Parañaque-Las Piñas 貯水池の下水道システムのフィージビリティ調査を行った。

JICA は、また Parañaque 下水道開発事業における技術援助（2012.11-2012.12）において、上記の準備調査において作成された既存のフィージビリティ調査のレビューおよび更新を行った。更新済みの準備調査は、環境開発事業（EDP）の下で資金調達される Parañaque 下水道システムの第1期を通じて最終化される。

2015年7月に開催されたセミナーにおいて、マイニラッド社は下水処理場の土地買収における土地の最小化に寄与する技術に興味を示した。

今回のマニラ西首都圏の下水道システムに関する情報収集調査（以下、本調査）において、水理的、地理的および社会環境的データを含めた情報を収集することによって、民間の事業者が開発する下水道システムのコストを最適化し、買収する土地を最小化するため、マニラ首都圏の状況に適応可能な革新的かつ適切な下水処理技術を導入する可能性が模索されている。それによって、Parañaque 下水道システムと同様のスキームの実施を検討する。

本調査で収集されたデータは、プロジェクトの確定に係る関係者によって使用される。

## 1.2 調査の目的

マイニラッド社は、コンセッション契約に従って、下水道普及率を2016年までに27%、2021年までに58%に到達させることを目標としている。全53の下水処理場が建設される予定であるが、土地買収の遅れにより、実際の進捗は開発予定より遅れている。

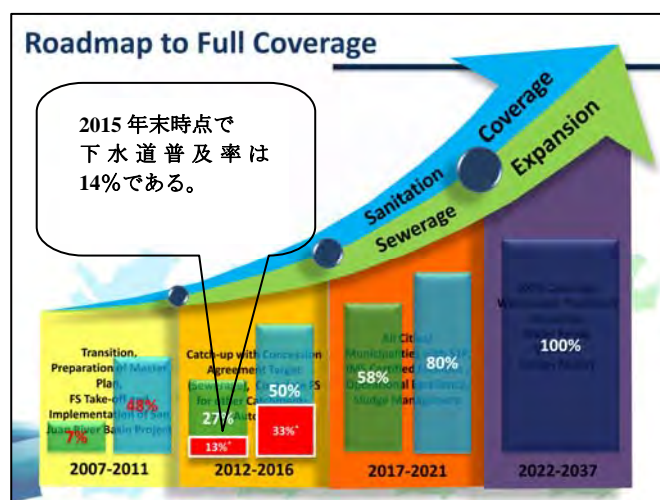


図 1.2.1 マニラッド下水道改善計画

加えて、いくつかの下水道プロジェクトの工事の遅延によっ

て、マイニラッド社の目標の普及率への到達が難しくなっている。結果的に2015年において、下水道普及率は14%にとどまっている。

遅延の主な原因は、土地高騰、交通渋滞、人口密度の高く狭い場所での工事の難しさによる土地買収関連問題である。

本調査の目的は、上記の背景を考慮して、マニラ首都圏の状況に適応可能な革新的な技術の下水道プランを選定してオプションとして提示することである。各オプションにおいて、必要な下水処理場の数、処理能力、管路計画、初期および管理コスト、ライフサイクルコスト評価をメリット、デメリットとともに提示する。

また、外部機関を含めた可能な資金調達スキームも提示する。

## 1.3 調査の範囲

本調査の範囲は下記の通りである。

- ・ マイニラッド社および JICA が行ったフィービリティ調査報告書等の既存の文書のレビュー
- ・ 対象地域における下水処理場の候補地の選定
- ・ 対象地域における地理、水理、食事記録、河口、開発計画、都市計画、規制、環境条件等に関するデータおよび情報収集
- ・ 対象地域における適応可能な下水道技術に関する下水道システムのケーススタディ
- ・ LCC 計算
- ・ 環境および社会的考慮
- ・ 経済および金融分析
- ・ 可能な資金調達スキームの選定

#### 1.4 調査対象地域

本調査の対象地域は、図 1.4.1 の位置図に示すようにマニラ首都圏の西区域である。対象地域は、マニラ首都圏の都市および市町村と、Cavite の市町村から成る。本調査地域の東側に、コルディエラ山脈、南東にバエ湖、北に中央ルソン、南に南タガログ地方がある。対象地域は、住宅地、工業地帯、商業地帯、農業地帯、および公有林を含んでいる。



図 1.4.1 マニラッド下水道開発計画

マニラ西首都圏は、大規模な交通機関、住宅、公共施設、通信施設、電気供給施設および娯楽施設等の施設とサービスが充実した地域である。また Olongapo 市の Subic 湾および Batangas 市には世界水準の海港があり、Angeles 市には Clark 国際空港がある。政府は、道路網および鉄道交通システムを首都内に統合することを予定している。またマニラ西首都圏には、世界水準の商業センターがある。

自然物理的条件および社会環境条件は、第 1.5 節および 1.6 節にてそれぞれ記載する。

##### 1.4.1 Las Piñas 市

###### (1) 概要

Las Piñas は、正式には Las Piñas 市 (フィリピン語: *Lungsod ng Las Piñas*) と呼ばれ、フィリピン国の首都圏の市である。2010 年の人口調査によると、人口は、552,573 人で

ある。

Las Piñas は、北東に Parañaque 、南東に Muntinlupa 、西および南西に Bacoor と接しており、北西にマニラ湾がある。土地の半分は住宅地であり、残りの半分は商業、工業および公的機関の目的に使用されている。現在の自然地理学的には、マニラ湾、沿岸部、Guadalupe 平原の3つの地域からなる。

## (2) 地域特性

Las Piñas 市は、約 3,298.6 ヘクタールの広さがあり、マニラ首都圏の6倍の大きさである。埋立地に位置する島を含む20のバラングイを管轄する2つの議会区域があり、議会区域1は、マニラ湾に接する市の北側を網羅し、議会区域2は南のバラングイを網羅する。

### 1.4.2 Imus 市

#### (1) 概要

Imus 市は正式にはフィリピン国 Cavite 州の州都である。前身の地方自治体が、2012年7月30日の住民投票後、市に正式に変更された。2010年の Imus 市地方自治体(LGU) 税収を基にすると、前身の町は、Cavite 州の第一級市に区分され、2010年の人口調査では301,624人である。

マニラ首都圏から19kmの場所にある Imus 市は、スペインに対するフィリピン独立革命におけるカティプナンの勝利の土地である。1896年9月3日に Imus の戦い、1898年5月28日に Alapan の戦いが行われ、最初のフィリピンの旗が Imus に打ち建てられたことから、「フィリピンの旗の都市」として知られている。Imus では上記の戦勝は毎年祝われており、Imus 歴史博物館は、独立革命の様子を歴史的に再現して展示している。

#### (2) 地域特性

Imus 市は、6,470 ヘクタール (64.70 km<sup>2</sup>) の広さを持ち、Cavite 州 1,427.06 km<sup>2</sup> の約6.8%である。Cavite 州のほぼ長方形の内陸都市は、北に Kawit および Noveleta と境界を接し、西に General Trias、東に Bacoor 市、および南に Dasmariñas 市がある。

市は、マニラの21km南にあり、マニラ首都圏の近郊に位置している。マニラ首都圏の継続的な拡張に伴い、Imus 市は大マニラ圏に現在は含まれており、大マニラ圏は、南側にある Lipa 市に到達する勢いである。

### 1.4.3 Kawit 町

Kawit 町の面積は 1,340 ヘクタール (13.40 km<sup>2</sup>) であり、Cavite 州 1,427.06 km<sup>2</sup> の約1.0%の広さである。

Kawit 町は、Cavite 州の北に位置しており、北に Cavite 市および Bacoor 湾、東に Bacoor 市を接している。西側の境界に Noveleta があり、Imus 市は南側に位置している。マニラ首都圏から 25 km の場所にあり、Bacoor 湾を越えて Cavite 市から約 4km の場所に位置する。

## 1.5 マニラ西首都圏の自然・地形条件

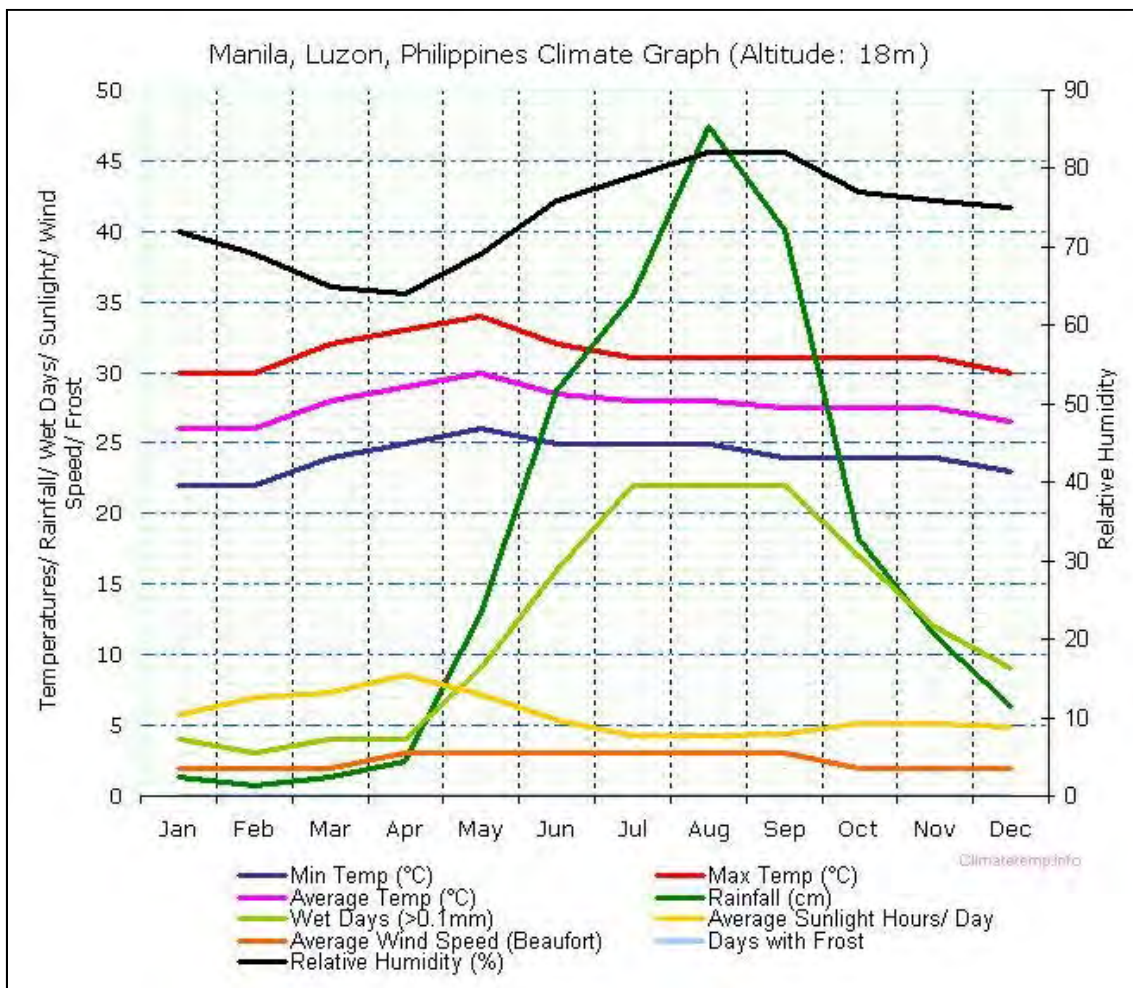
### 1.5.1 気候

フィリピンは、熱帯海洋性気候である。相対的に気温、湿度が高く、多雨である。フィリピン気象天文局（PAGASA）によるフィリピン気候区分を基にすると、本調査地域の気候は 11 月～4 月まで乾季、残りの月が雨季となるタイプ 1 に属している。台風は、フィリピンの気候および天候に大きな影響を及ぼしている。大量の降雨、湿度および曇天が台風によりもたらされる。台風は通常、Mindanao 島と同じ緯度にある太平洋の Marianas および Caroline 島の地域から発生する。台風の進路は北西方向に進む。

PAGASA のサイエンス・ガーデン・ステーションから入手した気候学データを基に、本調査地域の気候状況を、図 1.5.1 に示す。図 1.5.1 は、1981 年～2010 年までに記録されたデータを基に平均気候状況をまとめている。

最高気温は 5 月、最低気温は 1 月に記録された。平均気温は 5 月が 29.7℃ および 1 月が 25.7℃ である。30 年間の年平均気温は、27.7℃ である。最も湿度の低い月は 4 月であり、平均値は 67% である。最も湿度が高い月は、8 月および 9 月であり、平均値は 84% である。1981 年～2010 年までの月平均湿度は、78% である。





出典：PAGASA サイエンスガーデンステーション、記録期間：1981～2010

図 1.5.1 月平均気候状況

マニラ首都圏における年間降雨は、2,201 mm であり、年平均気温は 28.1 °C である。乾季は、11 月から 4 月までであり、残りの月は雨季である。1981 年～2010 年までの月平均湿度は 78% である。台風季節は、6 月から 9 月までであり、町の一部で洪水を起こす。

表 1.5.1 マニラ首都圏の気候（1971～2000）

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
平均最高気温°C	29.5	30.5	32.1	33.5	33.2	32.2	31.1	30.6	30.9	30.9	30.7	29.7	31.24
平均気温°C (°F)	26.5	27.2	28.5	29.9	30.0	29.2	28.5	28.1	28.2	28.2	27.1	26.2	28.13
平均最低気温°C (°F)	18.5	20.8	25.9	26.2	26.7	26.2	25.8	25.5	25.5	25.5	24.9	23.9	24.62
降雨量 mm (inch)	19.0	7.9	11.1	21.4	165.2	265.0	419.6	486.1	330.3	270.9	129.3	75.4	2,201.2

出典：PAGASA: The Philippine Atmospheric、Geophysical、and Astronomical Services Administration

## 1.5.2 地形状況

マニラ西首都圏は、沼沢地の地峡部にあり、平均海水高の 10 メートルの高度に位置している。Bacoor、Kawit、Noveleta および Rosario は、非常に土地が低く、地盤高は平均海水高から 0～2m である。Quezon 市地域に向かって尾根と低地が交互に広がっている地形である。町の東側に急勾配があり、Marikina 川および West valley 断層に並行している。

北の Caloocan の地形は緩やかな勾配であり、3%～18%の範囲の傾斜地のなだらかに起伏した地形である。この地形は、北および中央地域の特徴であり、南西の境界に向かって南側の平原に変化していく。最も高い高度は平均海水高から 120m 高く、Tala Estate や Pangarap 村が位置している。

## 1.5.3 地理地質

### (1) 地理

マニラ首都圏は、マニラと以前の首都である Quezon 市を含めて、16 の市と 1 つの町から成っている。住宅地域、工業地域、公的機関地域および農業地域および公有林を有している。

マニラ首都圏の東には、コルディリエラ山脈、南にバエ湖、北に中央ルソン、南に南タガログ地方がある。マニラ西首都圏は、大規模な交通機関、住宅、公共施設、通信施設、電気供給施設および娯楽施設のある施設とサービスが充実した地域である。また Olongapo 市の Subic 湾および Batangas 市には世界水準の海港があり、Angeles 市には Clark 国際空港がある。

政府は、道路網および鉄道交通システムを首都内に統合することを予定している。またマニラ西首都圏には、世界水準の商業センターがある。

### (2) 地質

鉱山地球科学局（MGB）によると、マニラ首都圏および近郊の地盤は沖積鉱床の沈殿物、碎屑性岩集合体、泥石、砂石、火砕性沈殿物から成る。マニラ首都圏の東側の地盤

は、玄武岩、斑れい岩等から成るオフィオライト複合体である。

近年の沖積鉱床の沈殿物は、層を成していない小石や巨岩、砂、シルト、泥（ALAT 礫岩）および火砕流堆積物（ディリマン凝灰岩）から成る。それらは、マニラ三角州平野および Marikina Valley 沖積平野に沿って堆積している。堆積物の厚さは、マニラ三角州平野の沿岸部における 50m から Marikina 地方の 130m、Cainta-Pasig 地方の 200m 以上に及ぶ。

更新世グアダルペ層においては、堆積物の大部分が水レイドであると考えられている。約 100 メートルの厚さの ALAT 礫岩は、大規模なコングロマリット、シルト泥岩、および凝灰質砂岩で構成されている。ディリマン凝灰岩は、1300m～2000m の厚さで、中粒の凝灰質砂岩、きめの細かいガラス質凝灰岩、溶接火山角礫岩で構成されている。ALAT 礫岩とディリマン凝灰岩は、Bulacan から北へ延び、南の Cavite 南まで到達する更新世グアダルペ層を形成している。

#### 1.5.4 水域

##### (1) フィリピンの水域の分類

地表水は安全品質と良好な状態を維持するために用途に応じて分類される。水質を維持するために、下記の 22 の用途に応じて水域分類を改訂する必要がある。表 1.5.2 に、地表水と沿岸・海洋水域の現行および改訂した分類を示す。

表 1.5.2 地表水と沿岸・海洋水域の現在の分類

分類	用途
<b>内陸地表水</b>	
分類 AA	Public Water Supply Class I. This class is intended primarily for waters having watersheds which are uninhabited and otherwise protected and which require only approved disinfection in order to meet the Philippine National Standards for Drinking Water (PNSDW)
分類 A	Public Water Supply Class II. For sources of water supply that will require complete treatment (coagulation, sedimentation, filtration and disinfection) in order to meet the PNSDW
分類 B	Recreational Water Class I. For primary contact recreation such as bathing, swimming, skin diving, etc. (particularly those designated for tourism purposes)
分類 C	1) Fishery Water. For the propagation and growth of fish and other aquatic resources 2) Recreational Water Class II (e.g., boating, etc.) 3) Industrial Water Supply Class I (For manufacturing processes after treatment)
分類 D	1) For agriculture, irrigation, livestock watering, etc. 2) Industrial Water Supply Class II (e.g., cooling, etc.) 3) Other inland waters, by their quality, belong to this classification
<b>海洋水</b>	
分類 SA	1) Waters suitable for the propagation, survival, and harvesting of shellfish for commercial purposes 2) Tourist zones and national marine parks and reserves established under the Presidential Proclamation No. 1801; existing laws and/or declared as such by appropriate government agencies 3) Coral reef parks and reserves designated by law and concerned authorities
分類 SB	1) Recreational Water Class I (Areas regularly used by the public for bathing, swimming, skin diving, etc.) 2) Fishery Water Class I (Spawning areas for <i>Chanos chanos</i> or "Bangus" and similar species)
分類 SC	1) Recreational Water Class II (e.g., boating, etc.) 2) Fishery Water Class II (Commercial and sustenance fishing)

分類	用途
	3) Marshes and/or mangrove areas declared as fish and wildlife sanctuaries
分類 SD	1) Industrial Water Supply Class II (e.g., cooling, etc.) ; 2) Other coastal and marine waters, by their quality, belong to this classification

出典 : : DAO No. 1990 – 34, Revised Water Usage and Classification Water Quality Criteria Amending Section Nos.

(2) 河川

1) 位置

対象地域の河川の位置を図 1.5.2 に示す。また、主な河川とその支流および小川の概要は、表 1.5.3 に示す。各河川の詳細情報は、添付 1 に記載する。

表 1.5.3 対象地域の河川の概要

Main River	Longest Length (km)	Number of Tributaries	Catchment Area (ha)	
			City/Municipality	Catchment Area Inside Municipal Boundary (ha)
Parañaque River	13.24	23	Las Piñas	582.98
Las Piñas River	13.38	16	Las Piñas	1,846.24
Zapote River	19.35	28	Las Piñas	878.03
Imus River	18.20	109	Imus	4,276.87
			Kawit	145.66
San Juan River	18.01	79	Kawit	1,571.63
			Imus	945.79

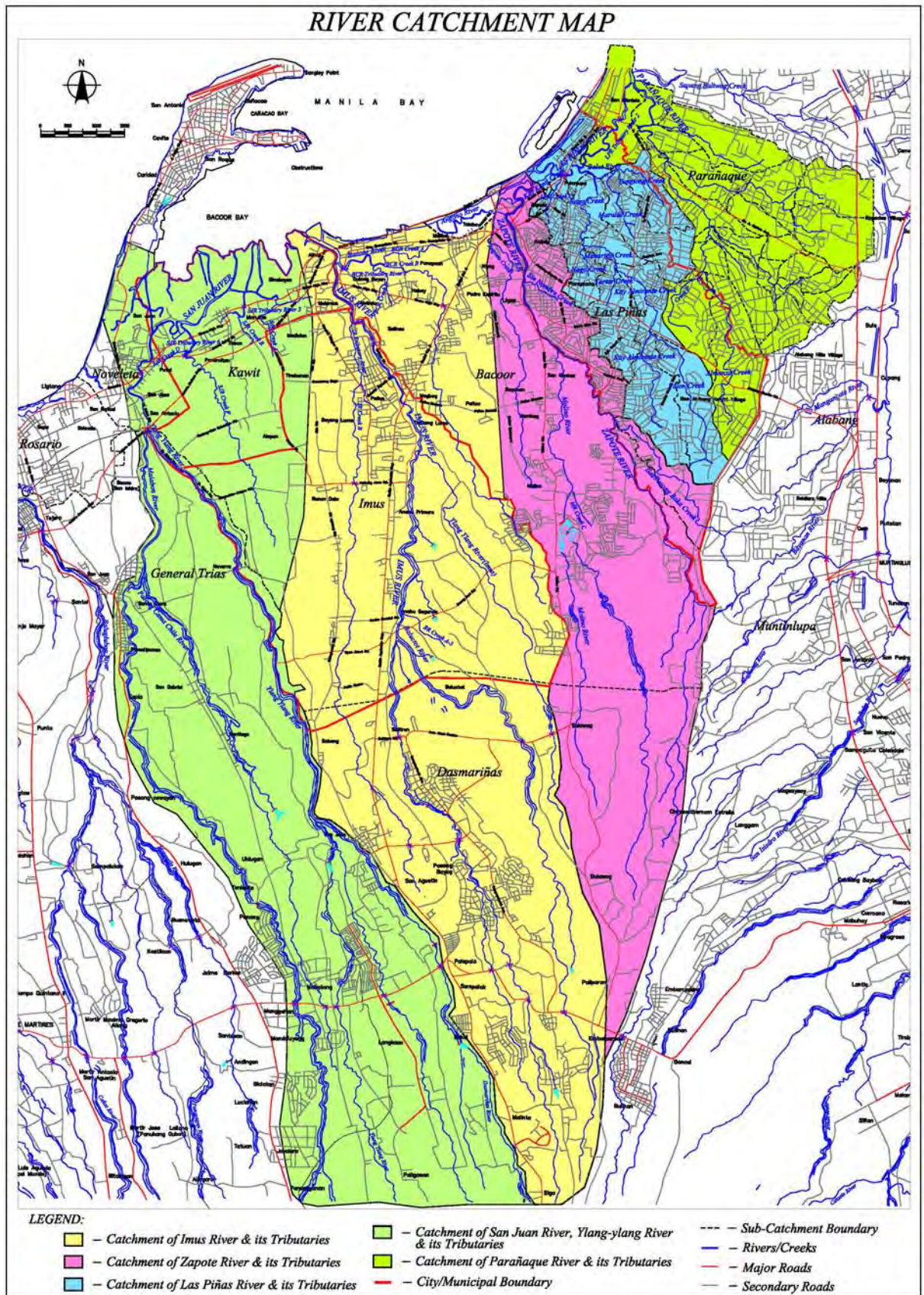


図 1.5.2 河川の位置

2) 水質

表 1.5.4 および 1.5.5 は、2003 年から 2015 年に環境管理局（EMB）によって確認された対象地域を含む河川のモニタリング結果を示す。評価結果によると、すべての川の溶存酸素（DO）レベルが 2008 年に 2003 年から大幅に改善していることが明らかとなった。マニラ湾に流れ込む全ての河川は、環境天然資源省（DENR）基準において、溶存酸素（DO）および生物化学的酸素要求量（BOD）の両方とも基準を満たしていない。

表 1.5.4 対象地域における主な河川の DO 結果

地域	水域	分類	平均 DO (mg/L)				2015 年合格/ 不合格	接続する河川/ 湾
			2003	2006	2008	2015		
NCR	Marikina 川	C	3.1	2.2	2.6	N/A	不合格	Pasig 川
	San Juan 川	C	2.4	1.1	1.9	5.0	不合格	Pasig 川
	Parañaque 川	C	2.5	1.6	1.6	N/A	不合格	Manila 湾
	Pasig 川	C	3.1	2.5	3.2	N/A	不合格	Manila 湾
IV-A	Imus 川	C	3.0	4.7	4.1	5.3	不合格	Manila 湾
	Ylang-Ylang 川	C	4.5	5.1	4.0	4.7	不合格	Manila 湾
	Rio Grande 川	C	N/A	N/A	N/A	5.25	不合格	Manila 湾

Note: Blank means no available data. Dissolved oxygen is an indicator of how well the water can support aquatic life. DO criteria standard is 5.0 mg/L (minimum) for Class 'AA to C' and 3.0 mg/L (minimum) for Class D.

Bold-faced number means that it failed to reach the criteria standard.

出典：: Compendium of Basic ENR Statistics for Operations and Management (Second Edition) (2000-2008)、DENR (2011)、Annual Accomplishment Report of Manila Bay Unit CY 2015、Environmental Management Bureau、DENR Compound

表 1.5.5 Summary of BOD Results for the Main Rivers

地域	水域	分類	平均 BOD (mg/L)				合格/不合格	接続する河川/ 湾
			2003	2006	2008	2015		
NCR	Marikina 川	C	18.2	15.0	18.2	N/A	不合格	Pasig 川
	San Juan 川	C	54.8	33.4	44.2	64.79	不合格	Pasig 川
	Parañaque 川	C	42.0	41.0	38.2	60.23	不合格	Manila 湾
	Pasig 川	C	10.7	13.6	20.5	N/A	不合格	Manila 湾
IV-A	Imus 川	C	8.0	9.1	11.1	11.98	不合格	Manila 湾
	Ylang-Ylang 川	C	24.4	8.7	63.76	119.31	不合格	Manila 湾
	Rio Grande 川	C	N/A	N/A	N/A	7.43	不合格	

Note: Blank means no available data. BOD criteria standard is 5.0 mg/L (maximum) for Class 'A' and 'B'、7.0 mg/L (maximum) for Class 'C' and 10.0 mg/L (maximum) for Class 'D'.

Bold-faced number means that it failed to reach the criteria standard.

出典：: Compendium of Basic ENR Statistics for Operations and Management (Second Edition) (2000-2008)、DENR (2011)、Annual Accomplishment Report of Manila Bay Unit CY 2015、Environmental Management Bureau、DENR Compound

(3) 海洋

対象地域の河口におけるマニラ湾の水質を表 1.5.6 に示す。



出典：： JICA Study Team based on the Annual Accomplishment Report of Manila Bay Unit CY 2015、  
 Environmental Management Bureau、 DENR Compound

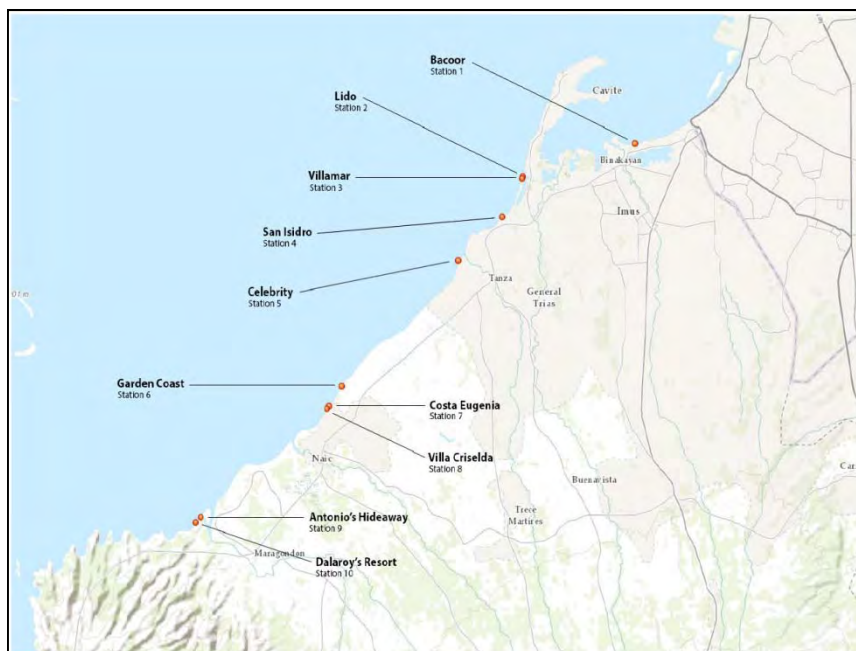
図 1.5.3 サンプル採取場所

表 1.5.6 対象地域の河口におけるマニラ湾の水質

地域	河口	分類	平均 (mg/L)				
			DO	NH3	PO4	TSS	大腸菌
IV-A	Imus River	C	8.33	1.31	1.00	18.07	42、614.53
	Ylang-Ylang River	C	5.11	0.44	0.87	42.96	55、024.15

出典：： JICA Study Team based on the Annual Accomplishment Report of Manila Bay Unit CY 2015、  
 Environmental Management Bureau、 DENR Compound

また、対象地域の周囲のビーチにおけるマニラ湾の水質を表 1.5.7 に示す。



出典： JICA Study Team based on the Annual Accomplishment Report of Manila Bay Unit CY 2015、  
 Environmental Management Bureau、 DENR Compound

図 1.5.4 サンプルの採取場所

表 1.5.7 対象地域の周囲のビーチにおけるマニラ湾の水質

Station	Total Coliform (Geomean)	Fecal Coliform (Geomean)	DO	pH
1	112445.77	57259.23	2.14	7.57
2	2090.11	1362.35	6.23	8.03
3	1907.63	903.39	6.30	8.05
4	58347.75	37353.62	6.29	7.96
5	83765.71	67527.53	6.34	8.00
6	1615.58	1038.38	6.46	8.01
7	2335.65	1611.42	6.52	8.11
8	2987.58	1715.02	6.54	7.95
9	311.67	192.65	6.26	8.12
10	209.94	111.39	6.29	8.15
DAO No. 34 (Class SB)	1000 MPN/100mL	200 MPN/100mL	5.0 mg/L	6.5-8.5

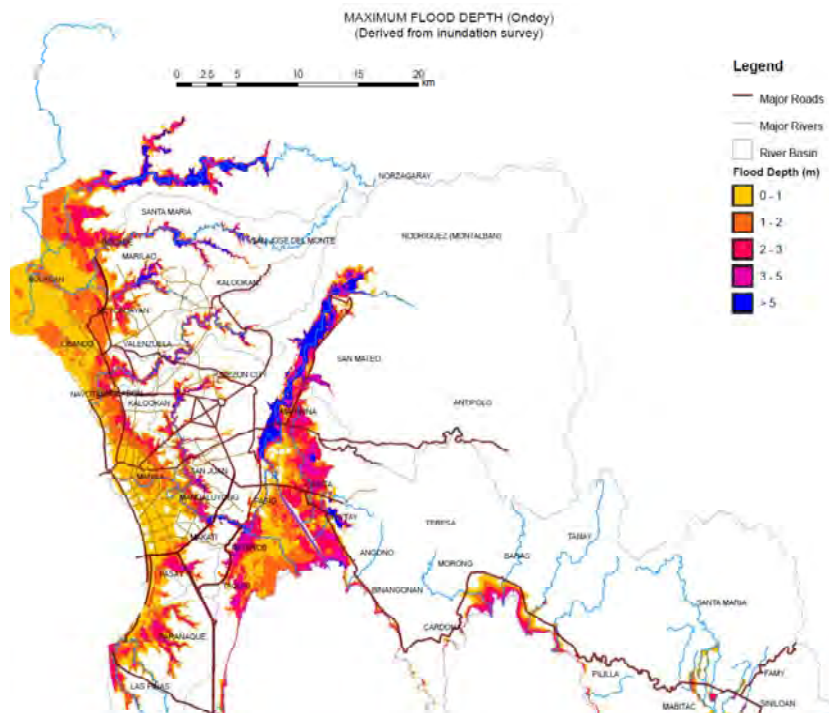
出典: JICA Study Team based on the Annual Accomplishment Report of Manila Bay Unit CY 2015, Environmental Management Bureau, DENR Compound

平均値は、DAO 34 (クラス SB) による規制値を超えている。

### 1.5.5 洪水記録

西マニラでの潮の変動による洪水への影響はない。しかしながら、水路、排水口、および排水パイプが、ごみとプラスチックで詰まっているため、大雨および Marikina 川沿いの台風の発生時に、洪水がいくつかの場所で発生する可能性がある。

世界銀行 (WB) は、図 1.5.5 に示すように、台風 Ondoy によって引き起こされる最大浸水深を示した浸水マップを作成した。



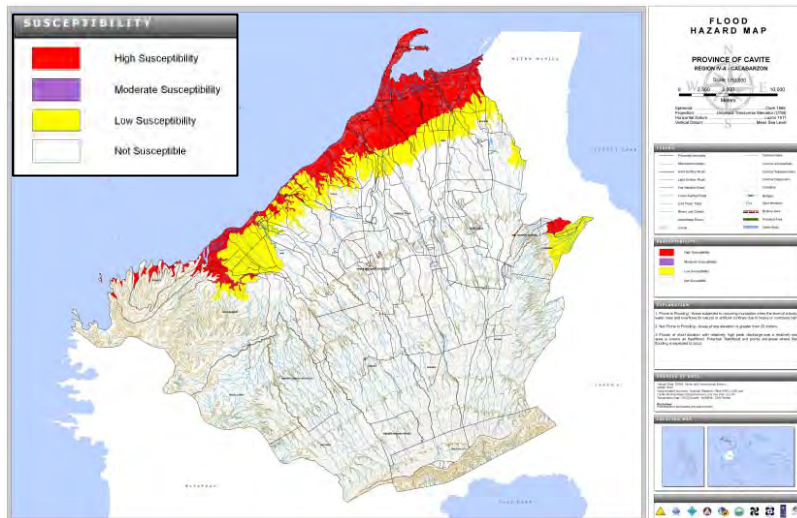
出典: Metro Manila Flood Management Master Plan (2012), WB

図 1.5.5 台風 Ondoy による最大浸水深

2008 年に JICA が実施した調査によると、洪水は、Cavite の低地の町で発生している。図 1.5.6 に、Cavite の洪水ハザードマップを示す。Kawit 町と Imus 市を含む Cavite の海



岸線に沿った市町村が、洪水を非常に受けやすい地域であることが示されている。



出典: Provincial Disaster Risk Reduction and Management Plan 2011-2016, Cavite Province

図 1.5.6 Cavite 州の洪水ハザードマップ

## 1.6 人口予測

国勢調査 2010 に基づき、マイニラッド社から提供された人口推計を表 1.6.1 に示す。また年間増加率を、表 1.6.2 に示す。

表 1.6.1 人口予測

City/Municipality (West Zone)	Population Projection																														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
<b>Overall</b>	9,148,177	9,238,593	9,324,689	9,433,663	9,536,103	9,641,496	9,740,053	9,840,924	9,943,940	10,049,020	10,156,124	10,264,217	10,341,852	10,437,026	10,533,743	10,632,019	10,712,772	10,794,674	10,877,737	10,961,979	11,047,418	11,114,992	11,183,442	11,252,783	11,323,030	11,394,197	11,446,438	11,498,335	11,552,899	11,607,741	11,662,073
<b>NCR</b>	7,984,378	8,049,596	8,116,935	8,190,673	8,265,031	8,341,439	8,409,329	8,478,590	8,549,051	8,620,590	8,693,201	8,752,686	8,812,857	8,873,691	8,935,177	8,997,207	9,044,956	9,092,967	9,141,397	9,190,196	9,238,354	9,273,968	9,308,782	9,343,796	9,378,012	9,414,430	9,434,724	9,455,100	9,475,557	9,496,097	9,516,718
<b>Manila</b>	1,496,400	1,494,568	1,493,043	1,491,875	1,491,122	1,490,549	1,490,134	1,479,844	1,479,630	1,479,477	1,479,368	1,479,289	1,479,232	1,479,191	1,479,162	1,479,140	1,479,125	1,479,114	1,479,106	1,479,100	1,479,096	1,479,093	1,479,091	1,479,090	1,479,089	1,479,088	1,479,087	1,479,087	1,479,087	1,479,086	1,479,086
<b>Quezon City</b>	1,744,493	1,767,493	1,790,776	1,814,375	1,838,286	1,862,512	1,883,249	1,904,214	1,925,414	1,946,849	1,968,524	1,989,213	2,004,062	2,022,071	2,040,242	2,058,576	2,072,526	2,086,571	2,100,711	2,114,947	2,129,280	2,139,240	2,149,246	2,159,239	2,169,339	2,179,546	2,184,988	2,190,443	2,195,911	2,201,393	2,206,899
<b>Caloocan</b>	1,513,521	1,528,535	1,543,698	1,559,011	1,574,476	1,590,094	1,605,469	1,620,993	1,636,667	1,652,492	1,668,470	1,680,980	1,693,583	1,706,281	1,719,075	1,731,964	1,741,609	1,751,308	1,761,062	1,770,869	1,780,731	1,786,653	1,792,396	1,799,160	1,805,945	1,811,551	1,814,303	1,817,060	1,819,821	1,822,586	1,825,355
<b>Malabon</b>	351,161	346,739	344,539	342,716	341,325	340,431	339,752	339,200	338,917	338,665	338,465	338,355	338,262	338,195	338,147	338,112	338,087	338,069	338,056	338,046	338,040	338,036	338,031	338,029	338,027	338,026	338,025	338,024	338,024	338,023	338,023
<b>Navotas</b>	249,942	252,841	255,774	258,741	261,743	264,779	267,102	269,446	271,810	274,195	276,600	278,444	280,300	282,169	284,050	285,943	287,316	288,666	290,082	291,474	292,874	293,674	294,477	295,282	296,089	296,898	297,053	297,208	297,364	297,519	297,674
<b>Valenzuela</b>	576,729	583,710	590,777	597,928	605,167	612,492	618,055	623,667	629,331	635,046	640,813	645,268	649,754	654,271	658,819	663,399	666,760	670,137	673,531	676,942	680,371	682,395	684,425	686,461	688,504	690,552	691,149	691,747	692,345	692,944	693,544
<b>Las Piñas</b>	556,965	565,387	573,937	582,616	591,426	600,370	608,253	616,240	624,331	632,529	640,834	647,831	654,904	662,054	669,292	676,599	681,970	687,394	692,861	698,371	703,925	708,025	712,148	716,295	720,466	724,662	727,280	729,908	732,546	735,193	737,849
<b>Makati</b>	57,142	56,426	55,837	55,389	55,102	54,885	54,727	54,618	54,538	54,480	54,439	54,409	54,388	54,372	54,361	54,353	54,348	54,343	54,340	54,338	54,337	54,336	54,335	54,334	54,334	54,334	54,333	54,333	54,333	54,333	54,333
<b>Muntinlupa</b>	461,439	469,250	477,194	485,271	493,486	501,839	508,839	515,936	523,132	530,428	537,827	544,118	550,482	556,921	563,436	570,026	575,553	581,134	586,769	592,459	598,203	602,688	607,207	611,760	616,346	620,967	624,210	627,404	630,747	634,041	637,352
<b>Parañaque</b>	595,937	606,526	617,303	628,272	639,435	650,797	661,619	672,622	683,807	695,178	706,738	716,782	726,968	737,300	747,778	758,405	766,884	775,458	784,127	792,894	801,758	808,894	816,093	823,357	830,685	838,078	843,588	849,093	854,655	860,253	865,888
<b>Pasay City</b>	380,629	388,129	396,058	394,478	383,462	382,690	382,131	381,741	381,455	381,250	381,103	380,992	380,921	380,866	380,827	380,798	380,778	380,763	380,752	380,745	380,739	380,735	380,732	380,730	380,729	380,728	380,727	380,726	380,726	380,726	380,726
<b>CAVITE</b>	1,164,799	1,189,908	1,215,954	1,242,990	1,271,072	1,300,057	1,330,724	1,362,345	1,394,909	1,428,430	1,462,923	1,498,531	1,528,995	1,563,334	1,598,566	1,634,712	1,667,816	1,701,687	1,736,340	1,771,793	1,808,064	1,844,024	1,874,660	1,908,987	1,944,018	1,979,767	2,011,713	2,044,234	2,077,341	2,111,045	2,145,355
<b>Bacoor</b>	538,716	552,721	567,087	581,828	596,951	612,468	629,174	646,336	663,966	682,076	700,681	719,239	736,237	754,666	773,597	792,982	810,700	829,814	847,333	866,265	885,620	903,169	921,066	939,317	957,930	976,912	993,847	1,011,075	1,028,601	1,046,432	1,064,571
<b>Cavite City</b>	100,401	99,682	99,087	98,633	98,341	98,119	97,959	97,847	97,765	97,706	97,664	97,634	97,612	97,596	97,585	97,577	97,571	97,567	97,564	97,561	97,560	97,559	97,558	97,557	97,557	97,557	97,556	97,556	97,556	97,556	97,556
<b>Imus</b>	313,042	322,036	331,289	340,807	350,598	360,671	371,612	382,894	394,499	406,465	418,795	430,513	442,558	454,941	467,670	480,755	492,939	505,226	517,326	530,944	544,290	558,529	569,044	581,841	594,925	608,303	620,405	632,748	645,336	658,175	671,289
<b>Kawit</b>	78,597	80,835	83,136	85,503	87,938	90,441	92,583	94,776	97,021	99,319	101,671	103,863	106,102	108,390	110,726	113,114	115,256	117,438	119,662	121,928	124,237	126,287	128,370	130,488	132,641	134,830	136,699	138,595	140,516	142,464	144,440
<b>Noveleta</b>	42,202	43,358	44,545	45,764	47,017	48,305	49,470	50,662	51,894	53,135	54,416	55,611	56,832	58,080	59,355	60,659	61,830	63,023	64,240	65,480	66,744	67,668	69,010	70,172	71,354	72,555	73,596	74,651	75,722	76,808	77,909
<b>Rosario</b>	91,839	91,277	90,811	90,455	90,226	90,052	89,926	89,839	89,774	89,728	89,695	89,671	89,654	89,642	89,633	89,626	89,622	89,618	89,616	89,614	89,613	89,612	89,611	89,611	89,611	89,610	89,610	89,610	89,610	89,610	89,610

表 1.6.2 年間増加率

City/Municipality (West Zone)	Annual Growth Rate									
	1990-1995	1995-2000	2000-2007	2007-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030	2030-2035	2035-2040
<b>Overall</b>	4.06%	1.28%	2.32%	1.27%	1.05%	1.05%	0.92%	0.77%	0.62%	0.47%
<b>NCR</b>	3.73%	1.08%	2.12%	0.91%	0.88%	0.83%	0.69%	0.53%	0.38%	0.22%
<b>Manila</b>	0.66%	-0.98%	0.76%	-0.14%	-0.08%	-0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Quezon City</b>	3.57%	3.01%	3.48%	1.16%	1.32%	1.11%	0.90%	0.68%	0.47%	0.25%
<b>Caloocan</b>	6.03%	2.85%	2.28%	2.60%	0.99%	0.97%	0.75%	0.56%	0.34%	0.15%
<b>Malabon</b>	4.41%	-0.50%	1.02%	-0.96%	-0.62%	-0.11%	-0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Navotas</b>	4.09%	0.12%	0.90%	0.51%	1.16%	0.88%	0.67%	0.48%	0.27%	0.05%
<b>Valenzuela</b>	5.14%	2.12%	2.29%	0.38%	1.21%	0.91%	0.70%	0.51%	0.30%	0.09%
<b>Las Piñas</b>	6.81%	2.74%	1.71%	1.25%	1.51%	1.31%	1.09%	0.80%	0.58%	0.36%
<b>Makati</b>	1.33%	-2.75%	0.69%	-2.00%	-0.80%	-0.16%	-0.03%	-0.01%	0.00%	0.00%
<b>Muntinlupa</b>	7.51%	-1.05%	2.57%	0.51%	1.69%	1.39%	1.17%	0.97%	0.75%	0.52%
<b>Parañaque</b>	4.89%	2.83%	2.99%	2.09%	1.78%	1.66%	1.42%	1.12%	0.89%	0.66%
<b>Pasay City</b>	2.10%	-2.78%	1.85%	-0.89%	-0.41%	-0.08%	-0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>CAVITE</b>	7.60%	3.13%	3.96%	4.01%	2.22%	2.39%	2.25%	2.04%	1.83%	1.62%
<b>Bacoor</b>	9.45%	4.04%	5.38%	5.65%	2.60%	2.73%	2.51%	2.23%	1.98%	1.73%
<b>Cavite City</b>	0.22%	1.41%	0.73%	-1.12%	-0.46%	-0.09%	-0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Imus</b>	14.00%	1.96%	3.76%	6.01%	2.87%	3.03%	2.80%	2.51%	2.25%	1.99%
<b>Kawit</b>	3.60%	1.94%	2.85%	0.78%	2.85%	2.37%	2.16%	1.89%	1.65%	1.39%
<b>Noveleta</b>	6.00%	3.20%	3.00%	1.98%	2.74%	2.41%	2.20%	1.93%	1.68%	1.43%
<b>Rosario</b>	3.56%	6.37%	3.58%	-0.70%	-0.39%	-0.08%	-0.02%	0.00%	0.00%	0.00%

## 1.7 マニラ西首都圏における経済、政治、社会環境状況

### 1.7.1 経済・政治状況

#### (1) 経済状況

国際通貨基金（IMF）によると、フィリピンの国内総生産（GDP）は2013年に2720億ドルであった。一人当たりGDPは世界平均の約25%未満である2,790ドルである。

基本的にフィリピンは農業国であり、他の東南アジアの新興国と同じく、総人口の約40%が第一次産業に従事している。フィリピンは亜熱帯地域に位置している為、様々な種類の作物、特にサトウキビ、ココナツ、コプラ、マニラ麻、（主に葉巻のため）タバコ、およびバナナの生産が可能である。

多くのフィリピン人労働者が世界中で働いており、フィリピンは1960年代のマルコス政権以来、労働力の輸出国として考えられてきた。今や海外で働くフィリピン人労働者からの海外送金の総額は、国に貴重な外貨をもたらす直接投資を超え、経済全体が海外での労働収入に過度に依存している。

IMFのデータによると、近年の経済成長率は、2007年は7.3%、2008年は4.6%、2009年は0.9%、2010年は7.6%、2011年は3.7%であり、2009年のリーマン・ブラザーズの破綻に伴う急落を除いて、比較的安定している。また1980年代から1990年代初頭までの期間と比較して景気は大幅に回復した。

マニラ経済は非常に多様であり、様々な分野を網羅している。マニラ市にはフィリピンの海の玄関口として機能する優れた港、マニラ港がある。製造業に関しては、化学製品、織物、衣類、電子デバイスの製造が盛んである。また、食品、飲料、タバコなどの製品も行われている。

植民地および独裁政権の時代に一部の特権階級が経済を独占し、その下で確立された農園システム（プランテーション）の影響が依然残っており、マニラ首都圏の産業は、少数の家族経営の複合企業によって支配されている。San Miguel ビール会社の親会社であるSan Miguel社、不動産開発に成功しているAyala社、また砂糖プランテーションから不動産開発まで事業を多角化しているAraneta家やOrtigas家が有名である。

#### (2) 政治状況

市や自治体は、いくつかのバラングイから構成されている。バラングイはフィリピンの最小行政単位であると考えられている。市や町のような地域はLGUと呼ばれ、内務省と地方政府（DILG）がLGUを管轄している。

### 1.7.2 社会環境状況

他の東南アジア諸国と比較すると、人口が急速に増加しており、都市部に集中している。現在、フィリピンは、特にマニラ首都圏において、大気汚染、都市部の河川、湖、沼の水質汚染、廃棄物の増加、廃棄物の処分に伴う環境汚染、および自然破壊などの深刻な

環境問題に直面しており、これらの問題を喫緊に解決する必要がある。

一方、農場と山村の水質は、農薬、化学肥料、鉱山排水、および森林伐採等により劣化している。海洋の汚染は、汚水の排出、産業廃水、鉱山廃水、船舶の燃料流出、森林破壊、農地からの土壌流出に起因して、過去 10 年間に急速に進んでいる。

河川、湖沼、海洋の水の汚染を防止し、水質を向上させるためには、排水基準を強化し、地域内の企業が厳密に排水基準と規制を遵守することが非常に重要である。環境関連法は、再び整備されてきており、1992 年から議会で環境関連の法案が多く提出、検討されている。提出法案のいくつかは新たな環境基本法と同等であるが、経済成長および発展が環境保全の促進より重要であると考える議員が大多数であるため、議会を通過していない。

## 1.8 関連法令、規制、公共計画と基準

### 1.8.1 法令

#### (1) 法令

本事業に関連する環境法令は第 7 章に記述する。

### 1.8.2 規制

#### (1) 本事業に関する環境規制

本事業に関連する環境規制は第 7 章に記述する。

#### (2) DPWH による進行中の水インフラ事業

対象の 3 つの LGU では、水分野における以下のインフラプロジェクトが、DPWH によって行われている。

表 1.8.1 DPWH による進行中の水インフラ事業

プロジェクト概要	プロジェクト費 (Php '000)	スケジュール	状況
<b>Las Piñas 市</b>			
Improvement/Clearing and Desilting of the Zapote River (Phase II)	44, 245	Start Date: 8/6/2015 Target Completion: 3/2/2016	2%
Construction of Slope Protection at Kay Almirante Creek, Brgy. Talon 2, Las Piñas City	17, 486	Start Date: 4/29/2015 Target Completion: 8/31/2015	52%
Zapote River Drive Project: Improvements Leading to the River Drive in Brgy. Pamplona and Talon	10, 504	Start Date: 9/18/2015 Target Completion: 3/30/2016	98%
Flood Control Projects based on the Flood Management Master Plan for Metro manila and Surrounding Areas - Improvement/Clearing and Desilting including Right of Way (ROW) of the Zapote River from Alido Bridge towards Manila Bay, Zapote, Las Piñas City	43, 675	Start Date: 6/9/2014 Target Completion: 12/20/2014	80%
Flood Control Projects based on the Flood Management Master Plan for Metro manila and Surrounding Areas - Improvement/Clearing and Desilting including ROW of the Las Piñas River, Quirino Avenue towards Manila Bay, Zapote, Las Piñas City	43, 402	Start Date: 6/9/2014 Target Completion: 12/20/2014	82%
<b>Imus 市</b>			
Revetment along the Imus River, Brgy. Manggahan, Kawit, Cavite	36, 021	Start Date: 8/25/2015 Target Completion: 5/20/2016	92%
西 River Bank Stabilization Project along the Imus River (Phase III) 、Cavite	18, 032	Start Date: 7/5/2015 Target Completion: 5/29/2016	88%
Rehabilitation/Improvement of Drainage System, Malagasang Section, Cavite 3rd LD - Rehabilitation/Improvement of Drainage System, Imus River, Malagasang Section, Cavite 3rd Phase II (西 Side)	13, 524	Start Date: 9/8/2015 Target Completion: 5/5/2016	23%
Rehabilitation/Improvement of Drainage System along Daang Hari Road, Imus Section, Cavite	45, 631	Start Date: 8/2/2014 Target Completion: 5/27/2016	91%
Rehabilitation/Improvement of Drainage System, Malagasang Section, Cavite 3rd LD - Rehabilitation/Improvement of Drainage System, Imus River, Malagasang Section, Cavite 3rd Phase I (東 Side)	13, 524	Start Date: 5/15/2014 Target Completion: 5/7/2016	43%
Widening of Malagasang including ROW and Drainage System	14, 165	Start Date: 3/1/2013 Target Completion: 5/29/2016	93%
<b>Kawit 町</b>			
Construction/Rehabilitation of Flood Control Structure in Brgy. San Sebastian, Kawit, Cavite	23, 397	Start Date: 9/19/2015 Target Completion: 5/15/2016	90%
Construction of the San Juan River, including ROW Acquisition, (Phase 17) Brgy. Marulas, Kaingan, Poblacion Wakas, Kawit, Cavite	18, 581	Start Date: 4/7/2015 Target Completion: 5/28/2016	77%
Construction of Flood Control Projects, Cavite 1st LD - Construction of Flood Control in San Juan River, Brgy. Marulas, Kaingan, Poblacion	12, 575	Start Date: 2/8/2014 Target Completion: 5/6/2016	95%

Note: as of April 30, 2016

出典： Department of Public Works and Highways (DPWH)

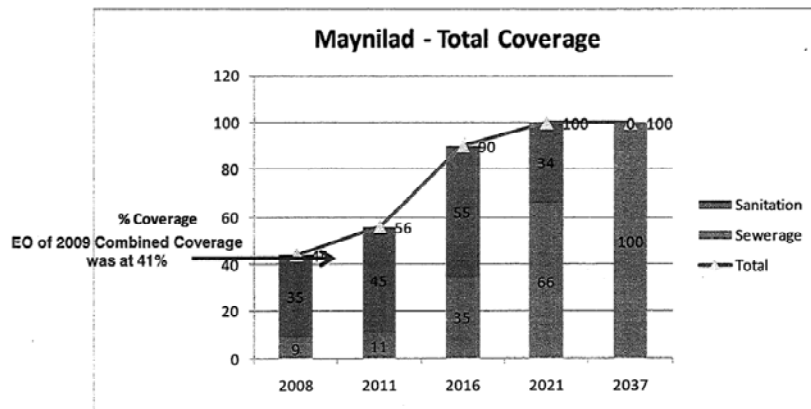
### 1.8.3 公共計画

#### (1) マイニラッド社下水道および公衆衛生マスタープラン（2010年1月改訂）

コンセッション契約（CA）およびトランジショナル・クラリファクトリー契約（TCA）に準拠し、マイニラッド社は2008年に行われた料金引上げ期間の要件の一部として、規制庁（RO）に事業計画を提出した。2008年9月事業計画（ビジネスプラン）は、さらに改良され、最終的に2008年12月に承認された。

新しいスポンサー（DMCI-MPIC）の指示の下で作成されたビジネスプランは、サービス改善の実現的なレベルを示し、最終的には2016年までの目標の上下水道普及率に到達し、2008年～2012年の第2期引上げ期間のマイニラッド社が行う投資に対応させることを目標としている。また、増加する投資、適切な料金設定、および最適な資金調達スキームを通じたマイニラッド社の財政的実行可能性を考慮して、サービスレベルのさらなる向上の必要性とのバランスを慎重に示している。

マイニラッド社は現在、ビジネスプラン2018として計画を更新している（詳細は、第6章で説明する）。



出典：：Maynilad Sewerage and Sanitation Master Plan（Revised, January 2010）

図 1.8.1 マイニラッド社下水道および公衆衛生マスタープラン（2010年1月改訂）

しかしながら、第1.2節で述べたように、2015年の実際の普及率は、マスタープランの計画普及率の35%に対し、13%である。

## 1.8.4 基準

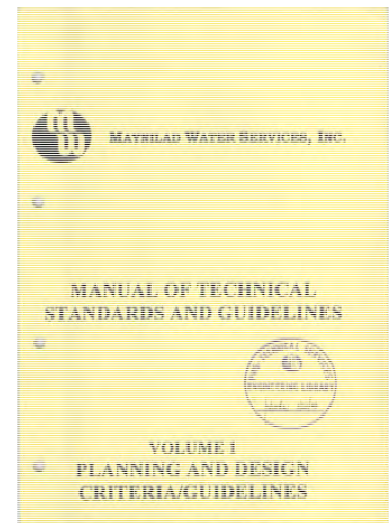
### (1) 下水施設の設計、企画、建設基準

#### 1) 現行の基準

マイニラッド社は独自の基準を策定しており、それに従って計画を進める予定であった。しかし現行の基準には詳細の記載がなく、使用される技術が古いため、適用または運用が限定される可能性がある。

#### 2) 新基準

したがって、2015年から2016年を通じて、マイニラッド社は下水処理の改善（技術仕様書、工事、運用・管理の実行および入札（コンサルタントや建設会社）、標準図面等の計画と設計）のための実用的な新基準を策定中であり、2018年から実用化の予定である。マイニラッド社の新下水道基準は、既存の基準に記載されていない高度な技術について記述する予定であり、新基準に記載のない技術は、原則的には採用を行わないとマイニラッド社は説明している。



出典：マイニラッド

図 1.8.2 現行のマニラッド下水道建設基準

表 1.8.2 マイニラッド社の新下水道基準一覧

VOLUME	DESCRIPTION
1	Guidelines and Standards for the Design of STP
2	Guidelines and Standards for the Commissioning and Testing of STP
3	Guidelines and Standards for the Design of Conveyance System
4	Guidelines and Standards for the Commissioning and Testing of Conveyance System
5	Performance Specifications for the Design of STP
6	Performance Specifications for the Design of Conveyance System
7	Standard Drawings for STP
8	Standard Drawings for Conveyance System
9	Technical Specifications for STP and Conveyance System
10	Standard Terms of Reference for STP and Conveyance System Projects

出典：マイニラッド

### (2) 水質基準

水質基準（DAO34）及び排水基準（DAO35）が改訂され、1990年に発行された。2010年3月には、DENRはマニラ湾への流出水は、通常の沿岸水域の分類のクラスSCではなく、保護水域の分類のクラスSBとして分類されるとの命令を出した。クラスSB保護水域、クラスSC沿岸海域、およびクラスSC内水への流出水の許容範囲を、表1.8.3に示す。本基準の下では、調査地域における流出水の品質は、クラスSBを遵守する必

要がある。

表 1.8.3 各分類の流出水水質基準 (DAO 35)

パラメータ	放流先分類		
	保護水域 (分類 SB)	沿岸水域 (分類 SC)	内水 (分類 SC)
Color	100 PCU	-	150 PCU
Temperature (max. rise in °C in RBW)	3	3	3
pH	6.0 – 9.0	6.0 – 9.0	6.5 – 9.0
Chemical Oxygen Demand (COD)	60 mg/L	200 mg/L	100 mg/L
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	30 mg/L	100 mg/L	50 mg/L
Total Suspended Solids (TSS)	50 mg/L	150 mg/L	70 mg/L

Note: PCU means “Platinum Cobalt Units”, MPN means “most probable number”

Inland water means an interior body of water or watercourse such as lakes, reservoir, rivers, streams, creeks, etc. that has beneficial usage other than public water supply or primary contact recreation. Tidal affected rivers or streams are considered inland waters for purposes of the standards.

出典：Department of Environment and Natural Resource: (DENR) of 1990

また、新しい排水基準は現在 DENR の承認待ちであり、何ヶ月も進展がない状態である。新基準では、窒素やリンの許容濃度も導入される予定であり、新しい排水基準が正式に公開されると、全ての新しい下水処理施設は、新たな要件を満たす必要がある。クラス SB

においては、窒素の値は 20 未満 mg/L、リンは 1.0 未満 mg/L 以下にする必要がある。マイニラッド社の新しい下水道基準における排水基準は、上記の条件を満たしている。新基準で指定された流入水および流出水の水質基準をそれぞれ表 1.8.4、表 1.8.5 に示す。

表 1.8.4 マイニラッド社の新下水道基準における流入水基準

Parameter	Units	Minimum Values	Maximum Values
BOD <sub>5</sub>	mg/L	70	240
TSS	mg/L	70	210
COD	mg/L	140	470
Oil and Grease	mg/L	20	60
Total Coliform	MPN per 100 mL	10x10 <sup>7</sup>	50x10 <sup>8</sup>
TP	mg/L	3.7	8
TN	mg/L	34.6	46
pH			6-9
Temperature	°C	25	29
NO <sub>3</sub>	mg/L	0.1	2.7
NH <sub>4</sub>	mg/L	41.3	45

\* - BOD<sub>5</sub> shall include dissolved and suspended pollutants taken at 20°C.

出典: マイニラッド



表 1.8.5 マイニラッド社の新下水道基準における流出水基準

Parameter	Unit	Parameter Maximum Value
TSS	mg/L	30
BOD <sub>5</sub> at 20°C ( <i>dissolved and suspended</i> )	mg/L	30
COD	mg/L	60
Oil and Grease	mg/L	5
pH	-	6.5 – 9.0
Total coliform	MPN per 100 mL	10,000
Sludge	%DS	Not less than 20% dry solids
*NO <sub>3</sub>	mg/L	14
*NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.5
*Phosphate	mg/L	1

出典: マイニラッド

(3) マイニラッド社の新基準における適用可能な処理技術

新基準においては、二次処理は、好気性生物学処理を介して行われる。設計および導入設置において、特に流出水基準の要件を満たしている場合、下記の処理方法が許容されることが考えられる。

- 1) 活性汚泥法 (ASP)
- 2) 回分式活性汚泥法 (SBR)
- 3) 担体流動法 (MBBR)
- 4) 膜分離活性汚泥法 (MBR)
- 5) 固定床生物膜活性汚泥法 (FBAS)

第5章で本調査における下水道システムのケーススタディに適用される処理方法について記述する。

## 第2章 水事業に関連する制度

### 2.1 マニラ西首都圏における民間事業者の状況

上下水道サービスの二つの合弁企業は、1997年のコンセッション制度の下で設立された。一つは西区のマイニラッド社であり、もう一つは東区のマニラウォーター社である。

運用開始後、マイニラッド社は、料金設定およびその他の契約事項に関するマニラ首都圏上下水道供給公社（MWSS）との議論を通じて、2007年に国内2社から成る新しい合弁会社に変更された。表2.1.1にマイニラッド社の現在の概要を示す。

Table 2.1.1 マイニラッド社の概要

	Maynilad Area (West Zone)
<b>1. Profile</b>	
Name	Maynilad Water Service, Inc. (MWSI)
Shareholders	- Metro-Pacific Investment Corporation (MPIC) 5.19% Maynilad Water Holding Company (MWHCI) 92.85% - (MPIC 51.27%, DMCI Holdings Inc. 27.19%, Marubeni Corporation 21.54%) - Employee Stock Option Plan (ESOP) 1.96%
<b>2. Service Area (2014)</b>	
	(17 cities and municipalities)
Service Area	540 km <sup>2</sup>
Population in Service Area	9,500 1,000 persons
<b>3. Financial Status</b>	
Assets	81,353 million PhP
Operating Revenue	19,098 million PhP
Costs and Expenses	7,245 million PhP
Net Income	9,551 million PhP
<b>4. Service Status</b>	
Served Population	8.4 million persons
Service Connection	1,265,625 nos
Average Billed Volume	1,319 1,000 m <sup>3</sup> /day
Water Supply Coverage Ratio	93.7 %
Sewerage Coverage Ratio	14.1 %

Source: マイニラッド社 Annual Report and Website

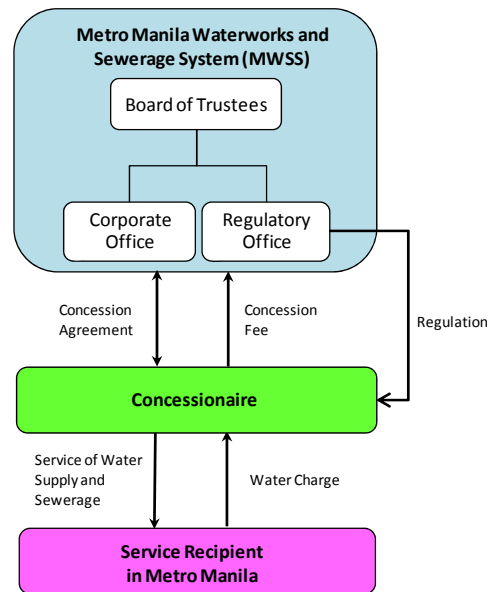
## 2.2 コンセッション契約の概要

### 2.2.1 運営形態

図 2.2.1 に、1997 年 2 月 21 日に締結された MWSS とマイニラッド社間のコンセッション契約における水ビジネス運営の一般的な枠組みの構造を示す。コンセッション契約の下で、マイニラッド社は、サービスエリアに上下水道の水サービスを提供し、利用者からのサービス料金を徴収する。マイニラッド社は MWSS にコンセッション料を支払う。

図に示すように、MWSS は、原水送水システム等の MWSS の有する資産の管理・運営を含めた運営責任を有する一方で、MWSS の規制庁がコンセッショネア 2 社が契約を履行していることを監視、確認する。

現在のマイニラッド社の組織図を、図 2.2.2 に示す。



Source: JICA Study Team

図 2.2.1 コンセッション契約における水ビジネス運用の枠組み

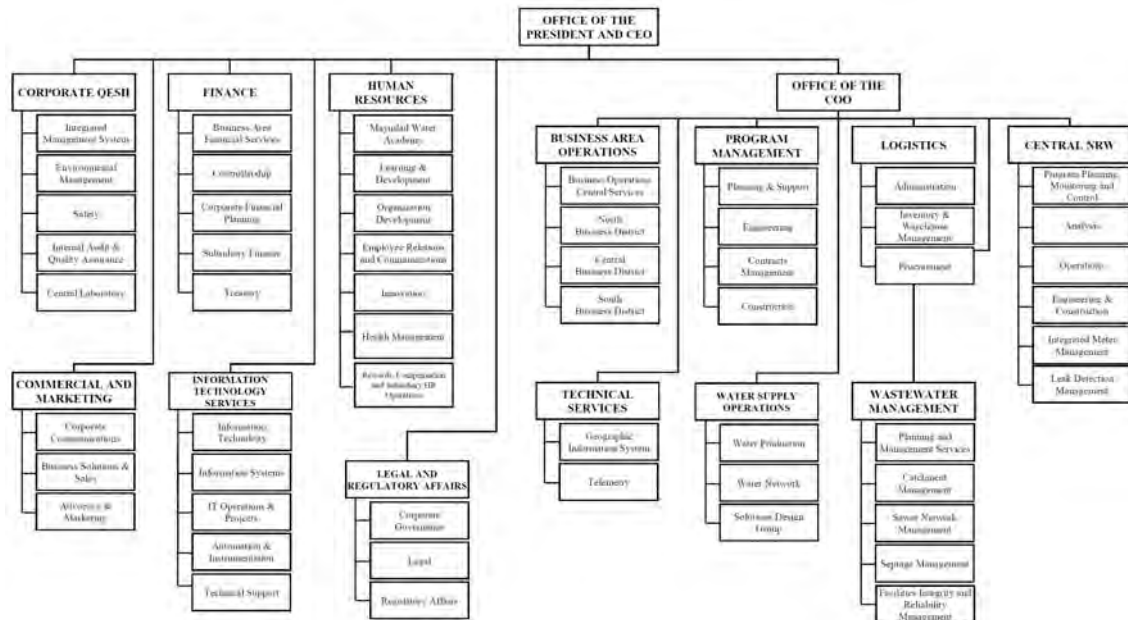


図 2.2.2 マイニラッド社の組織図

## 2.2.2 契約の骨子

CA には、a) マイニラッド社によって提供されるサービス b) マイニラッド社が果たすべきサービス義務、および c) MWSS とマイニラッド社それぞれの責任が規定されている。主な契約内容を下記に記す。

### (1) コンセッション契約の期間

マイニラッド社は、1997年8月1日から2022年5月6日までの25年間のサービスを提供するための権利を受けている。その後、2010年にコンセッションの期間がさらに15年間延長された。

### (2) マイニラッド社の権利及び義務

コンセッション契約の下、マイニラッド社は下記の権利と義務を有している。1) 目標年において、人口における規定のサービス普及率を満たすのに十分な接続を行う、2) サービスエリアに接続された全ての利用者への継続的な24時間の水供給を確保する、3) 未処理水および他の汚染物質の侵入に対してシステムを保護するのに十分なレベルで水の供給を確保する、4) フィリピン国家飲料水水質基準 (PNSDW) を満たす、5) 全ての利用者に下水道サービスを提供する、6) 国家および地方の環境法や基準に従う、7) 浄化槽の清掃サービスを提供する。また、コンセッション契約では、上下水道サービスの普及率、24時間対応のサービスエリアの割合等、主要なサービスレベル指標の目標義務値を規定している。

### (3) コンセッションフィー

マイニラッド社は、MWSS にコンセッションフィーを支払う必要がある。コンセッションフィーが、適切に支払われない場合は、未払い金相当のUSドルが履行保証金として引き落とされ、未払い金は罰金の対象となる。

### (4) 金利の調整

マイニラッド社は、コンセッション契約において、利用者に標準税率を課すことができる。料金については、第2.3節にて説明する。

### (5) 水源

コンセッション契約の下、水利権および既存の水理許可および MWSS に発行される新たな水理許可をマイニラッド社に譲渡する。

### (6) Penalties

マイニラッド社が義務を履行しない場合は、MWSS は、マイニラッド社が義務履行の

ために負うコストの25%を請求することができる。

## 2.3 上水道・衛生料金

### 2.3.1 現在の上水道・衛生料金および経緯

#### (1) 現在の水道料金

2016年5月時点におけるマイニラッド社のサービスエリアでの水道料金を表2.3.1に示す。

表 2.3.1 マイニラッド社の上下水道料金（2016年5月時点）

User Category	Residential	Semi-Business	Business Group I	Business Group II	
<b>1. Water Charge</b>					
A. Basic Charge	Less than 10 m <sup>3</sup> (PHP/month)	84.70	-	-	
	First 10 m <sup>3</sup> (PHP/month)	144.37	144.37	656.07	
	10 - 20 m <sup>3</sup> (PHP/m <sup>3</sup> )	17.63	29.58	65.92	71.45
	20 - 40 m <sup>3</sup> (PHP/m <sup>3</sup> )	33.52	36.46		
	40 - 100 m <sup>3</sup> (PHP/m <sup>3</sup> )	44.02 - 53.77	46.23 - 56.26	66.10	71.90
	100 - 200 m <sup>3</sup> (PHP/m <sup>3</sup> )	56.23 - 58.74	58.74 - 61.22		
	more than 200 m <sup>3</sup> (PHP/m <sup>3</sup> )	61.22	63.62	66.30 - 73.41	72.46 - 86.62
B. Foreign Currency Differential Adjustment (FCDA)	0.21% of A. Basic Charge (1st quarter of 2016)				
<b>2. Environmental and Sewerage Charges</b>					
A. Environmental Charge	20% of Charge 1				
B. Sewerage Charge	None		20% of Charge 1 (only for connected users)		
<b>3. Maintenance Service Charge</b>	1.5 - 50 PHP/month based on meter size				
<b>4. Value Added Tax (VAT)</b>	12% of Charges 1, 2, 3.				

Source: マイニラッド社

利用者の支払う料金の内訳は、主に水道料金、環境および下水道料金、運営管理サービス料、付加価値税である。利用者は住居、半事業、商業および工業の4つの種類に分類される。

水道料金は、水使用量を削減するため、消費量の多い利用者はより高い割合で料金が請求される。このシステムは逦増料金制と呼ばれて、世界中で採用されている。貧困層の負担を軽減するため、月の使用量が10 m<sup>3</sup>より少ない家庭においては、通常の料金の144.37フィリピンペソの40%である84.70フィリピンペソのみ請求される。事業IおよびIIに分類される利用者は、住居および半事業のユーザーの約2~3倍の料金となる。

下水道および環境料金は、水道料金に対して一定の割合を乗じて算出される。環境料金は、水道料金の20%が全利用者に、また下水道料金は事業IおよびIIのみに利用者に課される。

下記の表と図に、利用者分類および料金の種類における上下水道料金の概要を示す。

表 2.3.2 2015 年の利用者分類における料金請求水量および収益

利用者分類	請求水量		収益	
	千 m <sup>3</sup>	%	PHP 百万	%
住居	350,949	73	9,270	50
半事業	36,984	8	1,293	7
商業	71,616	15	5,907	32
産業	21,985	5	1,967	11
合計	481,533	100	18,436	100

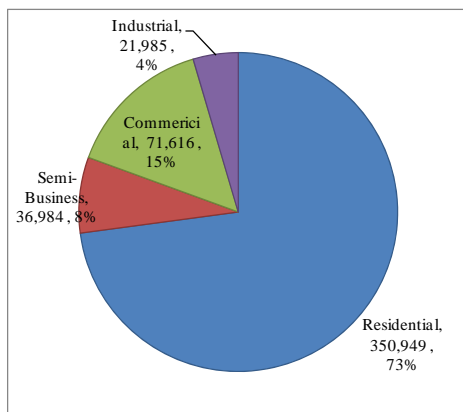


図 2.3.1 2015 年の利用者分類ごとの料金請求水量

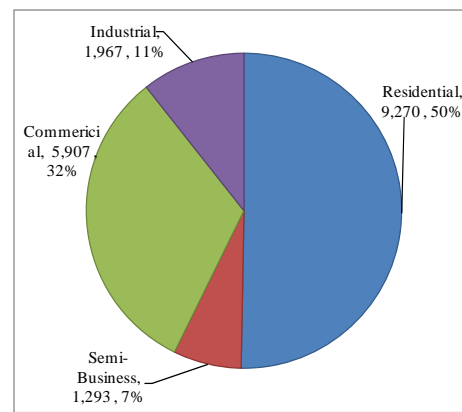


図 2.3.2 2015 年の利用者分類ごとの収益

住居に分類される利用者は 2015 年の料金請求水量の約 73% である。2015 年において住居の利用者から得る収益は全体収益の 50% である。商業および工業分類からの内部調整金がかかなりの額に上ることを示しており、消費の少ない利用者に低い料金が、商業、工業の利用者にはより高い料金が課されていることが分かる。

表 2.3.3 2015 における料金種類ごとの収益

利用者分類	収益	
	百万 PHP	比率%
水道料金	15,059	82
環境料金	3,071	17
下水道料金	306	2
合計	18,436	100

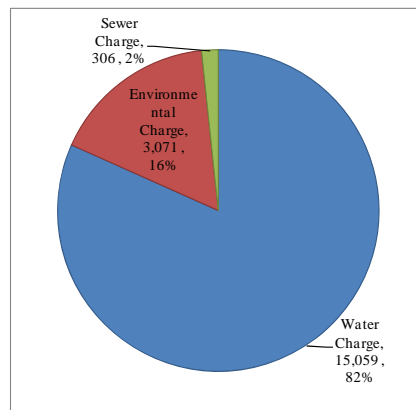


図 2.3.3 2015 年における料金種類ごとの請求水量

2015 年における料金の種類を確認すると、水道料金は全体収益の 82%、環境料金が 16%、下水道料金が 2%である。下水道料金の収益は 3.06 億フィリピンペソであり、下水道接続を行っている事業者から徴収された。

## (2) 過去の水道料金の傾向

過去の水道料金の傾向を、図 2.3.4 に示す。この料金は、環境料金、運営管理料および付加価値税を含んでいるが、下水道料金は含んでいない。2013 年以降の最近のデータは、料金設定に関する MWSS およびマイニラッド社で行われた仲裁裁判の影響で公式には発表されていない。1997 年から始まったコンセッション方式後、マイニラッド社の料金はマニラウォーター社より高く設定されている。

コンセッション権が、最も低い徴収料金を提案した入札者に付与されたことで、1997 年のコンセッション方式が開始の際に、料金は一旦値下げされた。しかし、アジア金融危機の影響を受けて事業者の財務状況が悪化し、マイニラッド社および MWSS との協議後、負債・資本再構築契約が結ばれ、MWSS 規制庁は、事業者の財務状況の立て直しの為、料金の値上げを認めた。

1997 年における料金を、比較の為に図に示す。マイニラッド社の料金は、2012 年には当初の料金の 238%まで値上がりしている。

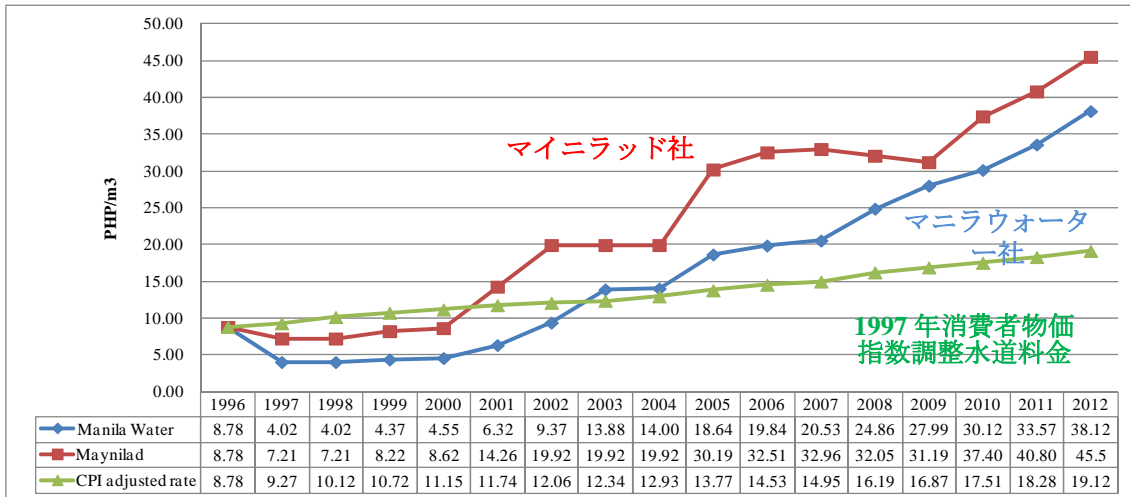


図 2.3.4 マイニラッド社およびマニラウォーター社の平均水道料金の傾向

### 2.3.2 上下水道サービスの料金設定方法

コンセッション契約に従い、上下水道料金は表 2.3.4 に示す下記の 3 つの方法によって設定される。

表 2.3.4 料金設定方法

方法	頻度	目的
i) 料金改定	5年ごと	コンセッション期間が長いため、サービスプランと料金が5年ごとに見直される。MWSSによって過去のサービス業績および将来計画の確認が行われる。
ii) 料金調整	毎年	水道料金は自動的に国家統計局（NSO）による消費者物価指数（CPI）を基に物価上昇を考慮して調整される。
iii) 特別料金調整	必要に応じて	事業者の制御できない特別な事由によって、調整が行われる。コンセッション契約の中で特別な場合が規定されている。T

“i) 料金改定は、事業者がコンセッション契約が終了するまでに運用コスト、投資コスト、資本コストのリカバリーを行うために上下水道料金を決定する方法である。

料金改定において、マイニラッド社は過去5年の業績および次の5年間における詳細な事業計画、残るコンセッション期間における運営費および設備投資費の更新計画に関する書類を MWSS に提出する。過去および将来のキャッシュフローは蓄積されて、水ビジネスの一般的な資本コストを示す適切な割引率（ADR）によって割り引かれる。料金は、過去および現在のキャッシュフローの純現在価値をゼロとして計算される。MWSS 規制庁は、提出された書類を精査して、マイニラッド社との協議後、次の5年間における料金を決定する。

“ii) 料金調整は、物価の上昇を観察するために国家統計局によって提供される人口統計



を基に毎年実施される。

“iii) 特別料金調整は、関連法、規制の変更等のコンセッション契約に記載されている状況においてのみ適用される。

### 2.3.3 2013年料金改定時の問題

#### (1) 2013年の料金改定の経緯

2016年現在において、2013年～2017年の料金決定を行う料金改定プロセスはまだ完了していない。

2012年5月にマイニラッド社は、「ビジネスプラン 2013」を MWSS に提出した。その後、マイニラッド社は MWSS からのフィードバックを受けて、ビジネスプランを更新し2012年9月と2013年3月に再提出した。MWSS の意見を考慮して、マイニラッド社は提案の料金設定を、徐々に値下げした。

マイニラッド社および MWSS が示したビジネスプランの概要を表 2.3.5 に示す。

表 2.3.5 マイニラッド社および MWSS のビジネスプランの違い

プランの改訂	マイニラッド社 (第1回)	MWSS	マイニラッド社 (第2回)	マイニラッド社 (第3回)
	2012年3月	2012年9月	2012年9月	2013年5月
Open Cash Position	- PHP 82.9 billion	- PHP 60.2 billion	- PHP 74.1 billion	- PHP 67.2 billion
ADR	8.95%	7.35%	7.89%	7.89%
Future CAPEX	PHP 269.5 billion	PHP 226.3 billion	PHP 269.5 billion	PHP 269.5 billion
Rate Adjustment	+ PHP 10.51/ m <sup>3</sup>	- PHP 1.46/ m <sup>3</sup>	+ PHP 8.58/ m <sup>3</sup>	+ PHP 4.06/ m <sup>3</sup>

Source: Annual Report and Financial Statements 2013, MWSS

同時に、メトロ・マニラの東区において上下水道サービスを運営するマニラウォーター社も、MWSS と料金改定交渉の過程にある。マニラウォーター社および MWSS との交渉の経緯を表 2.3.6 に示す。

表 2.3.6 マニラウォーター社および MWSS の提案したビジネスプランの違い

プランの改訂	マニラウォーター社 (第1回)	MWSS	マニラウォーター社 (仲裁)
	2012年3月	2012年9月	2013年9月
Open Cash Position	- PHP 41.1 billion	- PHP 17.2 billion	- PHP 30.8 billion
ADR	8.95%	7.35%	7.89%
Future CAPEX	PHP 216.4 billion	PHP 112.1 billion	PHP 187.2 billion
Rate Adjustment	+ PHP 5.83/ m <sup>3</sup>	- PHP 7.24/ m <sup>3</sup>	+ PHP 3.60/ m <sup>3</sup>

Source: Annual Report and Financial Statements 2013, MWSS

(2) 2013 年料金改定における仲裁の概要

マイニラッド社およびマニラウォーター社は、MWSS と合意に至らず、コンセッション契約の第 12.4 条項に従って仲裁裁判を行った。

2014 年 12 月および 2015 年 4 月に 2 つの仲裁裁判はそれぞれ終了し、マイニラッド社の提案は認められたが、マニラウォーター社の提案した料金は値下げとなった。

表 2.3.7 マイニラッド社およびマニラウォーター社による仲裁結果

	マイニラッド社	マニラウォーター社
開始日	2013年10月	2013年9月
裁定日	2014年12月	2015年4月
結果	+ PHP 4.06/m <sup>3</sup> (マイニラッド社の要求通り)	OCP: PHP 28.1 CAPEX: PHP 199.6 billion ADR: 7.61% - PHP 2.77/ m <sup>3</sup>
	<u>Includes</u> corporate income tax (CIT) in the expenditure	<u>Excludes</u> corporate income tax (CTI) from the expenditure

Source: Compiled by the JICA Study Team

コンセッション契約において、「仲裁裁判の裁定」は「最終的かつ拘束力がある」と定義され、料金改定は裁定に従って実施される。仲裁結果によると、マイニラッド社の法人所得税は支出に含まれ、マニラウォーター社の場合は支出から除外されることとなった。この違いにおいて、マイニラッド社の場合は約 3/m<sup>3</sup> フィリピンペソの値下げが適用されることとなった。

コンセッション契約に反して、マイニラッド社は料金の値下げを拒否し、フィリピン政府に財務省を通じて要望書を提出し、料金改定の遅れによる 2013 年からの収益の損失の補てんを求めた。

マイニラッド社はシンガポールで行われる新たな仲裁裁判に入り、2016 年から開始されて 2017 年に裁定が下される予定である。

現在、マイニラッド社は「ビジネスプラン 2018」を作成中であり、2018 年～2022 年の料金決定の為、2017 年中に提出予定である。

## 第3章 マニラ西首都圏および調査対象地域における下水道・衛生サービス

### 3.1 既存下水道・衛生サービスの概要

#### 3.1.1 現在および将来の下水道・衛生施設普及率

現在および将来の下水道・衛生施設目標普及率を表 3.1.1 に示す。

2015 年時点でマイニラッド社のサービスエリアにおける下水道普及率は 13%である。これは、マニラ首都圏の人口増加および経済的成長を鑑みても、適切な生活環境を得るには不十分である。

マイニラッド社によって衛生サービスは運営されており、バキュームカーによって家庭の浄化槽から汚泥の汲み上げが行われる。サービス普及率は、浄化槽から汚泥の汲みとりが行われた世帯数を基に計算される。2015 年において、現在の衛生サービス普及率は 33%である。

表 3.1.1 T 下水道・衛生施設目標普及率

項目	現在	目標値			
	2016	2011	2016	2021	2037
下水道	13%	7%	27%	58%	100%
衛生施設	33%	48%	50%	80%	100%

Source: JICA Study Team

#### 3.1.2 既存下水道・衛生施設の状況

##### (1) 既存下水道

分流式下水道に比べて、合流式下水道は、汚染の削減、建設費の経済性、住民への影響において利点があり、マイニラッド社のサービスエリアにおいては合流式下水道が適用されている。

下水処理においては、環境天然資源省（DENR）の基準を越える流出水が検出されている。2015 年 12 月における直近の分析結果によると、最大生物学的酸素要求量は 8 mg/L であり、平均化学的酸素要求量は 22.3 mg/L、平均浮遊物質は 10.1 mg/L、オイルおよびグリースは 1.0 mg/L、大腸菌は 681.7 MPN/100 mL である。流出水のデータは添付 8 に記す。



Source: Maynilad Wastewater Plan and Program, July 10, 2015

図 3.1.1 主な既存の下水集水域

表 3.1.2 既存の下水システム

Wastewater Facility (STP)	Technology	Design Capacity (CMD)	Date of Operation	Sludge Technology
Tondo Sewage Pumping Station	Grit Removal & Aeration System	432,000	1904/2005*	-
Paco STP	Moving Bed Bioreactor	410	2013	-
Dagat-dagatan STP	Waste Stabilization Pond	26,000	1981/2005*	-
Alabang STP	Conventional Activated Sludge	10,000	1983/2009 (turned over to MWSI)	-
Congressional	Sequencing Batch Reactor	567	2011	-
Legal	Sequencing Batch Reactor	409	2012	-
Grant	Sequencing Batch Reactor	621	2012	-
Baesa	STM Aerotor	390	2011	-
San Antonio	Moving Bed Bioreactor	3,310	2013	-
Del Monte	Moving Bed Bioreactor	3,510	2013	-
Paltok	Moving Bed Bioreactor	4,900	2013	Filter Press
Tandang Sora	STM Aerotor	1,200	2013	-
Bahay Toro	Conventional Activated Sludge	13,400	2014	Filter Press
Samson	STM Aerotor	1,900	2015	-
Tatalon	Sequencing Batch Reactor	8,100	2013	Belt Press
Bagbag	Sequencing Batch Reactor	10,400	2014	Belt Filter Press
Kapiligan	Moving Bed Bioreactor	6,000	2015	Belt Filter Press
Talayan	Conventional Activated Sludge	15,400	2015	Belt Press
Project 7STP	Sequencing Batch Reactor	2,400	2013	-

## (2) 既存の管路システム

マニラ西首都圏において、合流式下水道（図 3.1.2）が Makati 市を除いてすべての地域で採用されている。日本の合流式下水道とは異なり、マニラ西首都圏で採用されている合流式下水道は、既存の排水路の上にマンホールを設置することにより、し尿等を除く台所等からの汚水をポンプ場および処理プラントに流す。

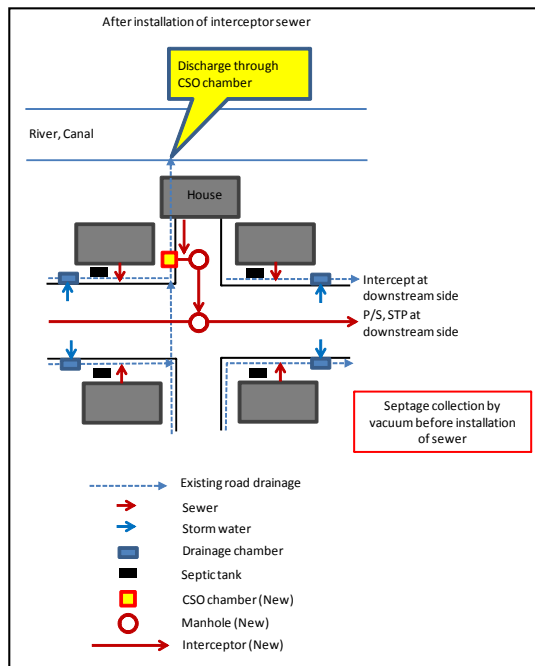


図 3.1.2 収集システム

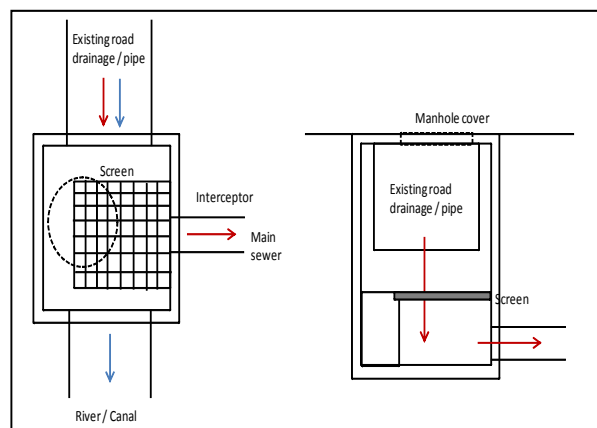


Figure 3.1.3 雨水吐き室のスクリーン

マニラ西首都圏の下水道に流れるごみの量が多いため、簡単なスクリーンが図 3.1.3 に示すように雨天時越流水対策としてマンホールに設置されている。しかし、雨天時に公共水域に流れるごみの量は多量であり、下水道がごみによって詰まる事態が発生している。

## (3) 既存衛生システム

マイニラッド社は、衛生サービスを下水道に接続していない顧客に提供している。バキュームカーを使用して汚泥を取り除き、収集された汚泥は Dagat-dagatan 腐敗槽汚泥処理場および南腐敗槽汚泥処理場に送られる。

腐敗槽汚泥処理場における処理システムは、しきおよび砂を取り除く受け入れユニット、調整槽、ポリマー投与システム、スクリュープレス脱水システム、バイオフィルターによるガスおよび臭気処理システムから構成される。



図 3.1.4 南腐敗槽汚泥処理場

### 3.2 現在の下水道システムおよび衛生サービスの事業計画

#### 3.2.1 下水道システムの施設計画

現在進行中のプロジェクトを表 3.2.1 に示す。

表 3.2.1 2016年8月時点で進行中のプロジェクト

No.	Name of Wastewater Treatment Plant	Wastewater Treatment Process	Design Capacity (CMD)
1	Pasay STP	CAS	46,000
2	Muntinlupa - Cupang	CAS	46,000
3	Muntinlupa - Tunasan	CAS	20,000
4	Paranaque	CAS	76,000
5	Valenzuela	CAS	60,000

Source: Maynilad

Parañaque 下水処理場 (STP) は、二段階円借款の下、日本のコントラクターによって現在建設中である。



Figure 3.2.1 Parañaque 下水処理場のイメージ図

#### 3.2.2 将来の下水道および衛生プロジェクト

表 3.2.2 に、将来的に完成する下水道および衛生施設の機能を示す。下水道および衛生サービスの基本的なコンセプトは下記に記す。

##### (1) 収集システム

収集システムは、コストが安く建設期間が短い合流式下水道が計画されている。河川や海に流されていた下水を新しく設置する遮集管によって下水処理場まで運ぶ。

(2) ポンプ場 (P/S)

マニラ中心部に7つの既存のポンプ場がある。将来的には、大規模なポンプ場と小規模なマンホールポンプが、Valenzuela に建設される予定である。またポンプ場とマンホールポンプは Pasay、Parañaque および Cavite にも必要となる。一般的に、広い地域では、集中型の下水道システムの為にポンプ場の数が多く必要となる。

(3) 下水処理場

全部で53施設の下水処理場が計画されている。2009年のマイニラッド社マスタープランにおいては、より多くの数の処理施設が検討されたが、その後のフィージビリティ調査によって計画が変更され、施設数が削減された。これにより運営管理および土地問題への取り組みが容易になった。

(4) 腐敗槽汚泥処理場

投資計画 2008～2037 およびマスタープラン 2009 において、マイニラッド社は、2021年までに60%の衛生サービス普及率に到達し、その後、2037年までに全地域で下水道システムを完成させ、衛生サービス自体を減少させてゼロにすることを目標としている。目標到達の為に、2つの腐敗槽汚泥処理場が計画されている。

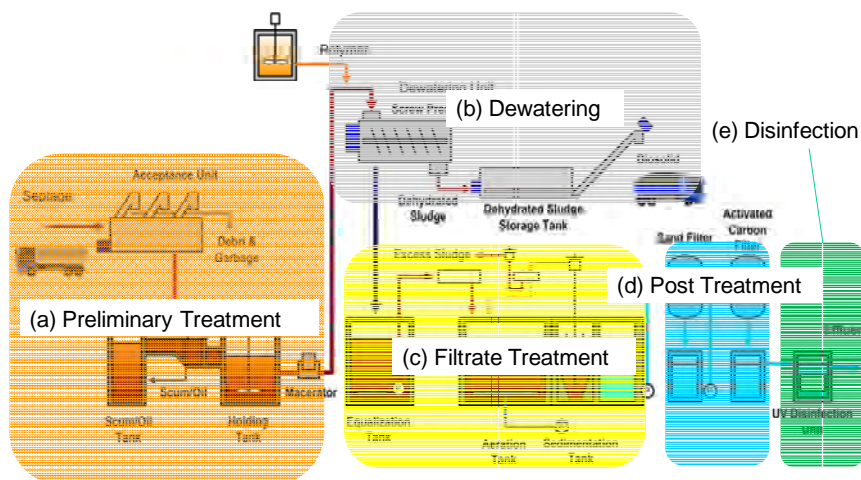
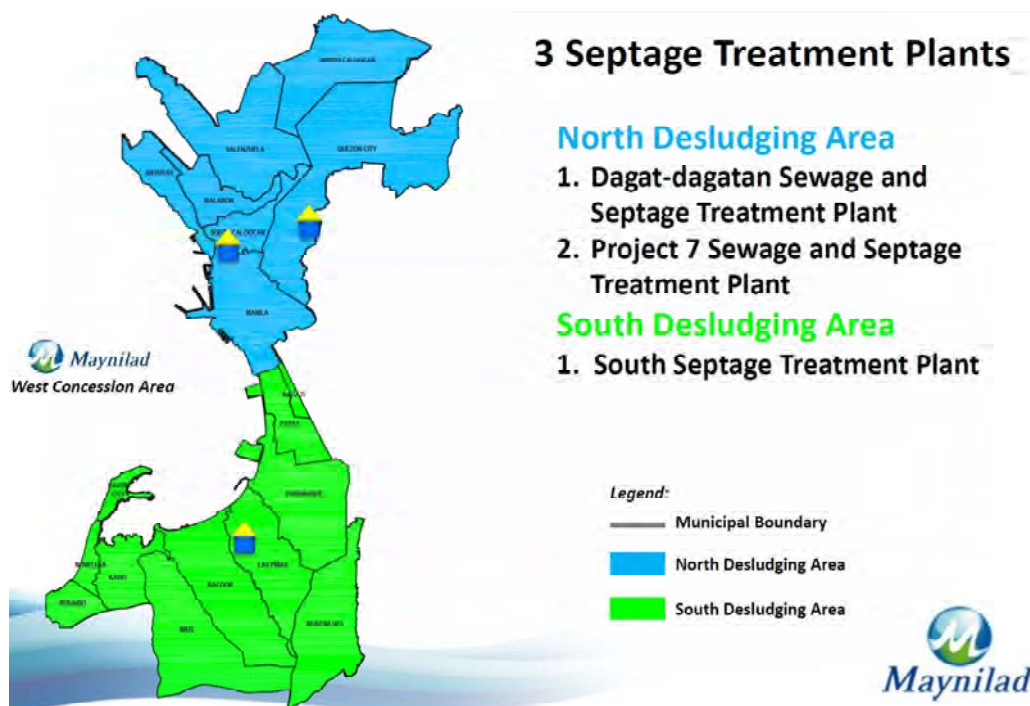


図 3.2.2 腐敗槽汚泥処理場の処理過程 (南腐敗槽汚泥処理場)

腐敗槽汚泥処理場開発計画は、現在コミッション契約の下に運営されている南腐敗槽汚泥処理場を含む2つの腐敗槽汚泥処理場の建設のみとなるよう変更された。浄化槽から収集される実際の汚泥量が見通しより少ないことが予想されるためである。表 3.2.2 に示すように、目標の衛生普及率は小さくなる。

表 3.2.2 現行のおよび将来的な下水道および衛生プロジェクト

施設の種類	2012～2016	2017～2022	2023～2027	2028～2032	2033～2037
下水処理場	6 処理場 409,000m <sup>3</sup> /日	15 処理場 595,000m <sup>3</sup> /日	10 処理場 497,000m <sup>3</sup> /日	7 処理場 356,000m <sup>3</sup> /日	4 処理場 280,000m <sup>3</sup> /日
腐敗槽汚泥処理場	2 処理場 490 m <sup>3</sup> /日	-	-	-	-



Source: Maynilad Wastewater Plan and Program, July 10, 2015

図 3.2.3 腐敗槽汚泥処理場のサービスエリア

### 3.3 調査地域の下水道施設建設における主要な課題

#### 3.3.1 関連事業における一般的課題

マニラ西首都圏における下水道システムの開発は、第1章に記載するスケジュールより遅れている。下水道システム開発プロジェクトの迅速な遂行のために下記の問題を解決する必要がある。



表 3.3.1 プロジェクトエリアにおける下水道開発プロジェクトの課題

課題	必要な対応
<b>下水処理場</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Land acquisition is difficult due to increase in land price value</li> <li>Availability of land in urban area is less.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>To find alternative sites</li> <li>Study on the treatment method to construct in smaller site</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>There is always traffic jam in urban area due to narrow and congestion roads</li> <li>Sewer pipe installation works by open-cut method lead to traffic congestion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adoption of a non-open cut method</li> <li>Adoption of technologies for shortening the construction period</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>In some areas, manual pipe cleaning work is required everyday due to loads of garbage and sands inflow from the drainage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation of equipment for automatic cleaning</li> <li>Employment of additional O&amp;M staffs</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rapid sewerage facilities development is required along with population increase due to rapid economic growth.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adoption of combined sewer system</li> </ul>
<b>運営管理</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>High electricity cost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adoption of energy saving equipment and facilities</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Difficulty in securing skilled O&amp;M staffs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adoption of facilities requiring simple O&amp;M</li> </ul>
<b>環境</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Manila Bay is highly polluted and the effluent standards will be strengthened in the near future</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Study on the adoption of advanced treatment process</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Shortage of disposal site for generated sludge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduction of sludge volume</li> <li>Sludge recycling (composting)</li> </ul>
<b>財務</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Financial shortage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation of appropriate sewerage system considering the life cycle cost</li> <li>Equalization of financial source for facility development and O&amp;M</li> </ul>



図 3.3.1 交通渋滞



図 3.3.2 マンホールでの清掃作業



図 3.3.3 汚泥運搬

### 3.3.2 合流式下水道システムの課題

合流式下水道の根本的な課題の一つに、雨天時の雨水と一緒に汚染物質が河川や海に流れ込む事が挙げられる。

マイニラッド社は、汚染物質を削減する対策を研究し、現在の状況に適した対策を取ることが求められている。

日本における雨天時越流水対策技術における最も重要な特徴として、低コスト、簡単な運営管理、動力を使用しないことが挙げられる。

日本で使用されている雨天時越流水対策は、マイニラッド社においても検討可能な対策となり得る。

### 3.3.3 放流水質の課題

第 1.8.4 節で記載したように、2010 年 3 月において、環境天然資源省から、マニラ湾に流れる流出水は、通常の沿岸水域である分類 SC ではなく、保護水域の分類 SB になる

との命令が出された。

そのため、マイニラッド社はマニラ湾に排出する流出水の水質の改善を余儀なくされた。また新しい基準において、窒素およびリンの許容濃度も検討される。新しい基準が公式に発表され次第、新しく設計される処理施設は新要件を満たす必要がある。

既存の下水処理場は新しい基準に従うように改善する必要がある。

### 3.3.4 汚泥処理の課題

#### (1) 増加する発生汚泥

下水道システムの拡大に伴い、汚泥量は急速に増えることが予想される。

今後 1、2 年の間では汚泥量は増加しないが、下水道の発達に伴い汚泥量が増加することは確実である。このまま問題が放置されれば、社会的および環境的問題を招くことが予想される。さらに一貫した汚泥処理が行われないことによって投資や廃棄コストも増加する。

#### (2) 総合的な汚泥管理計画

汚泥処理にはいくつかの過程がある。将来の汚泥処理システムを示す調査とは別に、サービス全体における総合的な汚泥管理計画の検討（必要な投資、管理システムの開発スケジュール等）が必要である。計画策定の為、将来的な汚泥量、汚泥の成分、施設の場所、投資額、実施スケジュールを検討する必要がある。また、発生汚泥の処理および廃棄のため、再利用製品の受入れが可能な企業との協議を含む調査が必要となる。

詳細については第 5.6.2 節で述べる。

### 3.3.5 増加する施設の運営維持管理における課題

2037 年までに 56 の新しい下水処理施設が建設予定であるが、下水道網の運営管理の必要性も増大する。

稼働開始後は、下水処理場は運営管理や復旧工事の間でも運転し続け、また流出水基準を常に満たす必要がある。マイニラッド社は、既存の下水道および衛生施設において運営管理業務を行っているが、将来的に下記の問題に直面する可能性がある。

- ✓ 処理施設の運営管理の作業量は、今後 10 年で大幅に増えることが予想される。さらに、将来的な汚泥および腐敗汚泥処理に関する作業も現在より大幅に増える予定である。これにより大量の追加人員が必要になる。
- ✓ 合流式下水道は分流式下水道に比べて、天候等に影響されるため、流入水量および水質に幅があり複雑である。
- ✓ 流出水基準が変更され、窒素やリンの除去が求められると、高度処理のプロセスが

必要になり、運転作業がより複雑になる。

運転管理における上記の問題に対処するため、監視および運転システムの自動化が求められる。ウェブカメラを使用した遠隔監視システムおよび効率的な運転管理作業のためのシステム計画が検討されている。施設の数が急速に増えることを考えると、制御管理情報収集装置のような運転管理の効率的で集中型システムが必要である。

### 3.4 調査地域における下水道システムおよび衛生サービスの既存計画

Las Piñas 市における下水道システムは、「マニラ首都圏西地区上下水道整備事業準備調査フェーズ2」によって計画されている。また、Imus 市および Kawit 町の下水道システムは、「3 河川システムのフィージビリティ調査」によって計画されている。

下水処理場の場所および処理能力、幹線管路は図 3.4.1 に示す。

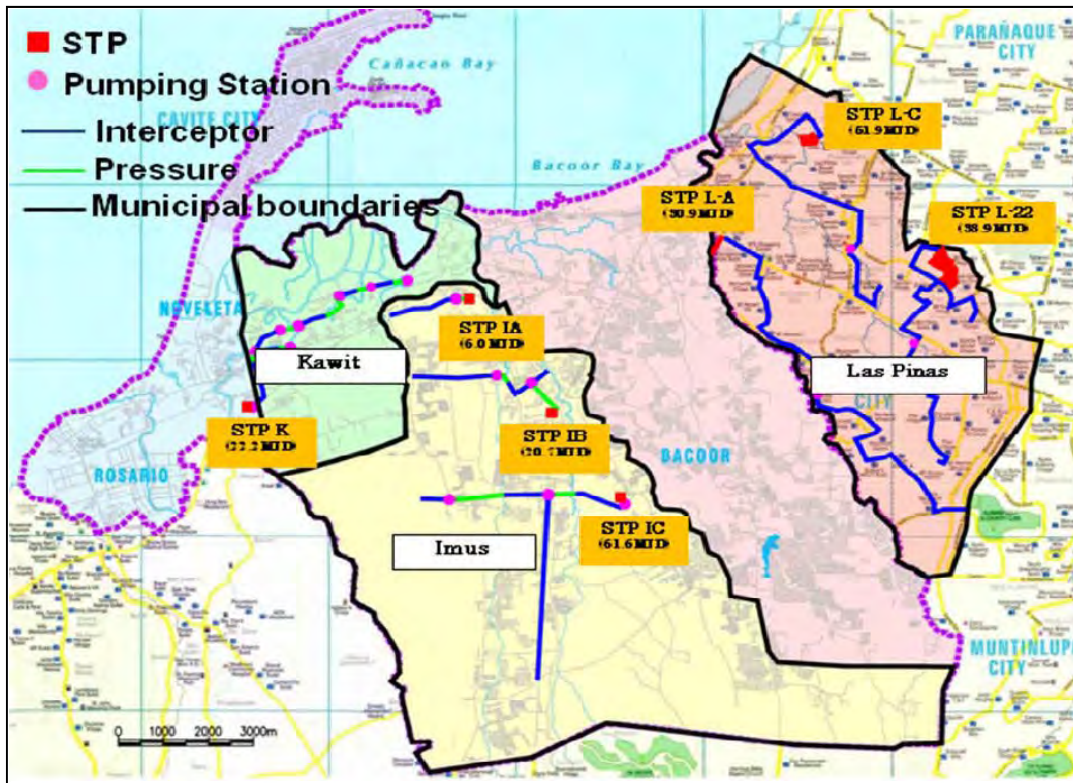


図 3.4.1 フィージビリティ調査報告書における下水処理場および幹線管路計画

### 3.4.1 Las Piñas 市

フィージビリティ調査報告書における Las Piñas 市の計画の下水道システムを表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 フィージビリティ調査報告書における Las Piñas 市の計画の下水道システム

対象地域	下水処理場		汚泥	下水管		ポンプ場	建設費 (百万ペソ)	完成年
	容量 (MLD)	処理法	プロセス	直径 (mm)	長さ (km)	容量 (m <sup>3</sup> /s)		
Las Piñas 市	38.9 (L-22)	OD	濃縮	75-1350	25.3	0.277 (PS-6)	2,726	2021
	30.9 (L-A)	SBR	濃縮	75-700	26.3	0.319 (PS-2)	2,597	2021
	51.9 (L-C)	OD	濃縮	75-1350	37.3	0.227 (PS-4)	3,756	2025

Note1: The completion year of Imus and Kawit is not mentioned in the F/S; Maynilad plan is referred.

Note2: OD: Oxidation Ditch, SBR: Sequencing Batch Reactor

Source: JICA Study Team based on existing F/S report

### 3.4.2 Imus 市

フィージビリティ調査報告書における Imus 市の計画の下水道システムを表 3.4.2 に示す。

表 3.4.2 既存フィージビリティ調査報告書における Imus 市の計画の下水道システム

対象地域	下水処理場		汚泥 プロセス	下水管渠		ポンプ場 容量 (m <sup>3</sup> /s)	建設費 (百万ペソ)	完成年
	容量 (MLD)	処理法		直径 (mm)	長さ (km)			
Imus 市	6.0 (IA)	SBR	消化	300-500	1.6	0.047 (PS Ia) 0.100 (PS IA)	3,279	2022
	20.7 (IB)	SBR	消化	300-700	3.9	0.135 (PS IC) 0.308 (PS Ie) 0.347 (PS IB)		2022
	61.6 (IC)	SBR	消化	400-1400	8.2	0.207 (PS Ih) 0.858 (PS F) 1.003 (PS IC)		2037

Source: JICA Study Team based on existing F/S report

### 3.4.3 Kawit 町

既存フィージビリティ調査報告書における Kawit 町の計画の下水道システムを表 3.4.3 に示す。

表 3.4.3 既存フィージビリティ調査報告書における Kawit 町の計画の下水道システム

対象地域	下水処理場		汚泥 プロセス	下水管渠		ポンプ場 容量 (m <sup>3</sup> /s)	建設費 (百万ペソ)	完成年
	容量 (MLD)	処理法		直径 (mm)	長さ (km)			
Kawit	22.2	SBR	消化	300-900	5.5	0.099 (PS Kc) 0.210 (PS Ka1) 0.378 (PS Ka2) 0.378 (PS K)	1,100	2022

Source: JICA Study Team based on existing F/S report

### 3.4.4 調査地域の下水道システムと衛生サービスの既存計画における主要な課題

フィージビリティ調査報告書に記載された計画において検討されるべき主要な課題を下記に記す。

- ✓ 第 1.8.4 節に記載したように、調査地域に適用される流出水基準は、分類 SC (海洋水域 : BOD 100mg/L) から分類 SB (保護水域 : 30mg/L) に変更される予定である。また、将来的に下水処理場に適用するために高度処理法を検討する必要がある。
- ✓ 回分式活性汚泥法、エアレーション、沈殿、処理水の排出が、同じ処理槽で行われる。合流式下水道の流入水の増減に対応するため、エアレーション時間と沈殿時間を調整する必要がある。結果的に、標準活性汚泥法 (CAS) に比べてより高い運営管理技術が求められる。標準活性汚泥法を含めた他の処理方法、膜分離活性汚泥法が選択肢として検討される。
- ✓ フィージビリティ調査報告書では、Las Piñas 市におけるオキシデーションディッチ法 (OD) が提案されている。しかし、他の処理法に比べて広大な面積が必要となる OD 法は、都市部では通常採用されない。また、マイニラッド社の新下水道ガイドラインにおいては OD 法は推奨されていない。
- ✓ 調査地域における下水管の最大直径は 1,400 mm であり、開削工法によって幹線道

路の下に埋設される予定である。しかし、特に交通量が多い場所での工事においては、非開削工法も検討する必要がある。

- ✓ Imus 市および Kawit 町での提案のポンプ場は、土地確保の必要性やマンホールポンプ場として道路の下に建設可能かどうか等の検討はされていない。設計フローおよび建設可能な土地の検討を行う必要がある。
- ✓ 下水処理場の推定建設費用は、マイニラッド社の過去のプロジェクトの実際の費用より高い。調査による費用の見直しが必要である。

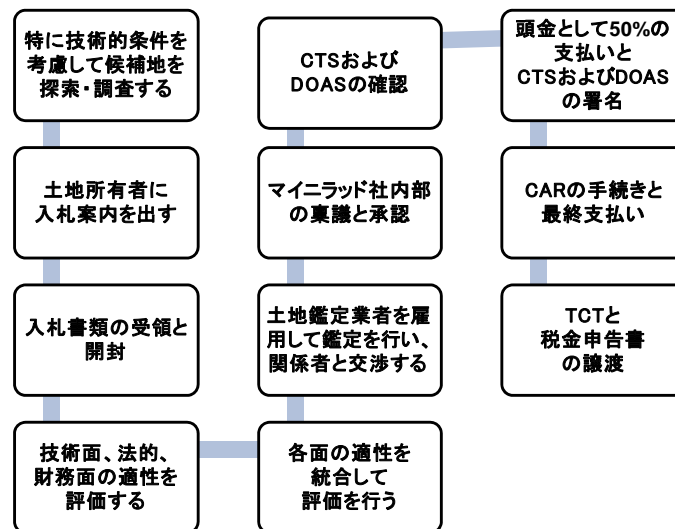
## 第4章プロジェクト候補地の現況情報

本章では、まず本調査で選定したプロジェクト候補地の選定プロセスを記載する。続いて各候補地周辺の土地利用、建築規制、洪水情報、土地価格について現況を記載する。最後に、各候補地の基本情報について現況を整理する。

### 4.1 下水処理場の候補地選定

#### 4.1.1 下水処理場の候補地選定の方針

マイニラッド社は Las Piñas 市、Imus 市、Kawit 町に新設する下水処理場の候補地を既に検討している状況である。マイニラッド社が事業候補地の土地収用を実施する際の手順を図 4.1.1 に示す。この候補地の選定は、下水処理場としての立地の技術的適性、法規制、経済性の各面も考慮するが、近年の3都市においては土地自体の利用可能性が低く、早期の土地収用を望むマイニラッド社は土地の利用可能性に選定条件の重点を置いている。実際、3都市において下水処理場に適した立地の未利用地は見つかるものの、これらの土地の大半には既存の開発計画が存在するか、もしくは土地所有者が下水処理場よりも採算性の良い住宅や商業施設等の開発計画への投資を望むため、その場合の土地の収用は難しい状況にある。



備考：

- CTS (Contract to Sell)：売買契約書。DOAS の署名前に土地の売主とマイニラッド社が署名する、販売条件を全て規定した契約書

- DOAS (Deed of Absolute Sale)：売買証書。土地所有権を売主からマイニラッド社に譲渡するために交わす証書。

- CAR (Certification Authorizing Registration)：売主が登記したときの税務署の権利移転の許可証。

- TCT (Transfer Certificate of Title)：所有権移譲証明書。

出典：マイニラッド社

図 4.1.1 マイニラッド社の事業候補地の土地収用手順

マイニラッド社が既に候補地選定を進めている状況、マイニラッド社の土地収用の手順、および早期に土地収用の可能な土地が少ない状況を踏まえて、本調査ではマイニラッド社と協議・合意の上で、候補地選定のための条件を以下のように設定した。

- 1) マイニラッド社が既に土地収用済み、もしくは図 4.1.1 に示す土地収用の手順を進めている土地であること
- 2) 下水処理場に適切な立地（放流河川への距離、アクセス道路の幅、標高、土地の形状・大きさ等）であること
- 3) 政府による開発計画がないこと
- 4) 法規制的に下水処理場が建設可能であること

#### 4.1.2 候補地の選定

マイニラッド社と共同で収集した情報、既存のフィージビリティ調査（F/S）報告書、および 4.1.1 項に上述した条件から Las Piñas 市に 3、Imus 市に 5、Kawit 町に 2、合計 10 の候補地を選定した（表 4.1.1 および図 4.1.2）。各候補地の詳細な情報を次項以降に記載する。

表 4.1.1 選定された候補地

所属自治体	通し番号	面積(ha)	備考	
Las Piñas	L-A	2.50	- 既存の F/S 報告書*にも記載あり。 - 上記報告書と同じ通し番号を付けた。	
	L-C	7.00		
	L-22	19.00		
Imus	C-2	1.80		
	C-3	2.35		
	C-4	15.22		
	C-A	1.38		
	C-B	5.60		
Kawit	K-2	0.95		- 既存の F/S 報告書*には記載なし。
	K-3	1.59		- 今回新たな通し番号を付けた。

備考\*: 既存の F/S 報告書: “Preparatory Survey for Metro Manila Sewerage and Sanitation Improvement Project Phase 2, JICA, 2011”および“Three-River System Feasibility Study (Volume 4 Cavite Catchment), Maynilad, 2011”。

出典: JICA 調査団





出典：JICA 調査団（Google Earth Pro を使用）

図 4.1.2 候補地の位置図

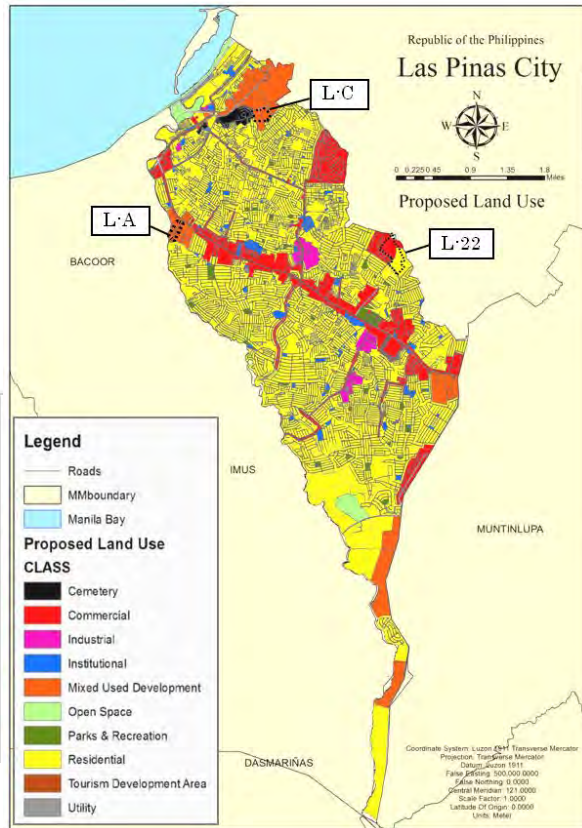
## 4.2 各自治体の候補地周辺の現況

### 4.2.1 Las Piñas 市

#### (1) 土地利用計画および建築規制

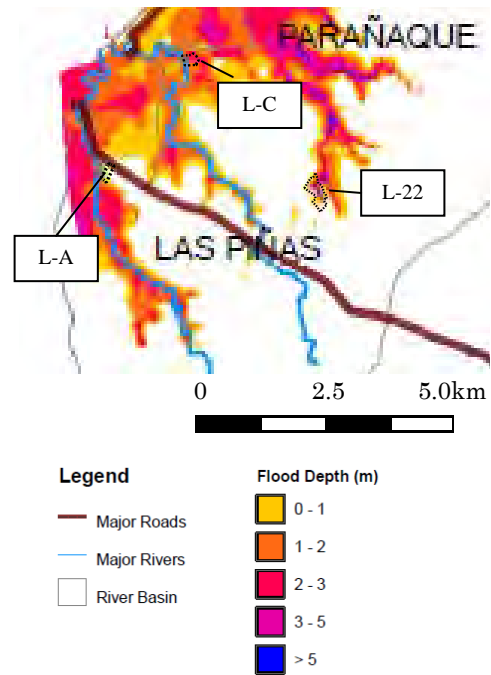
大統領令 No.841（2009）により、全ての地方自治体は既存の総合土地利用計画（CLUP: Comprehensive Land Use Plan）の実施方法と実績の評価を行い、見直し・更新を行うことが義務付けられている。Las Piñas 市は 2016-2025 を対象年とした CLUP を策定しており、この中に各地域の土地の用途区分を分類した将来土地利用計画が含まれる（図 4.2.1）。

Las Piñas 市では基本的にこの将来土地利用計画および土地利用規制条例（2011）により、用途区分ごとに土地の用途、および高さや建蔽率等の建築条件が規制されている。L-A および L-C は複合利用開発地区に、L-22 は住宅地区と商業地区にまたがって立地している。ただし下水処理場を含む特殊な土地利用は、例外として Las Piñas 市の都市計画局が検討の上で適切な用途区分・建築条件を設けることとしている。このため今回選定した Las Piñas 市の候補地の建築条件は現況の土地利用計画からではなく、都市計画局により今後決定される。



出典：CLUP(2016-2025)、Las Piñas 市

図 4.2.1 Las Piñas 市の土地利用計画



出典：the Metro Manila Flood Management Master Plan (2012)、世界銀行

図 4.2.2 台風 Ondoy (2009)による最大浸水水位の分布

## (2) 洪水

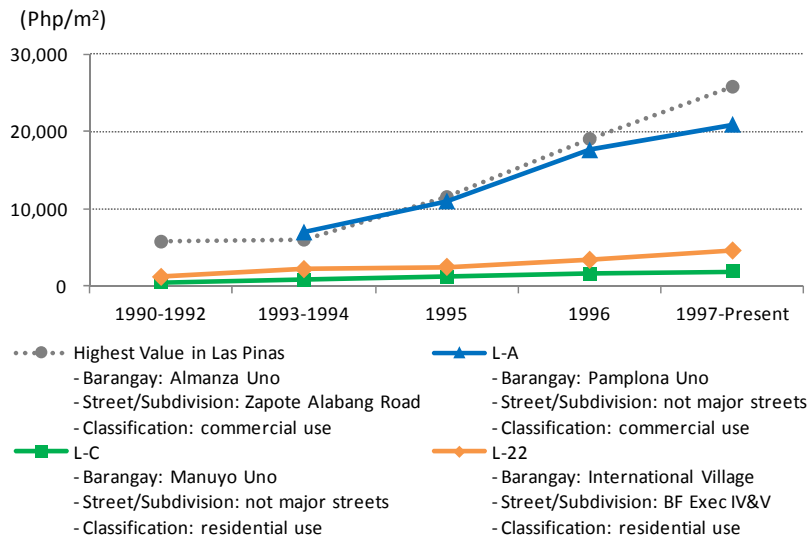
上述の CLUP では、Las Piñas 市の最も洪水の被害を受けやすい地域として海岸沿いの地域、特にバラングイ Manuyo Dos が指定されている。一方で Las Piñas 市内の 3 候補地は中程度に洪水の影響を受けやすい地域として指定されている。

近年の主要な洪水被害である台風 Ondoy (2009 年) による洪水時の最大浸水水位を図 4.2.2 に示す。L-A は 0-1m、L-C は 1-2m、L-22 は 0-2m の範囲で最大浸水水位を記録した。

## (3) 土地価格

各地方自治体では、地域ごとの地価が公表されており、この値は内国歳入庁の長官により決定または更新がなされる。地価は土地に関連する税金の計算に使われる一方で、土地の市場価格の価格決定にも影響を与える。図 4.2.3 に示すように Las Piñas 市内の地価が上がり続けていることから、土地の市場価格も上昇傾向にあることがわかる。

本報告書で後述する処理場の費用計算において、以下の理由からこの内国歳入庁の公表する地価の 2 倍の価格を土地の市場価格として適用した。



備考：1990-1992年のL-Aの地価は当時公表されていなかったために示していない。  
出典：内国歳入庁

図 4.2.3 Las Piñas 市内の候補地の地価の変動傾向

- 実際の取引価格は、場所だけでなく買い手と売り手の特別な事情も関係するため、何かしらの指標を用いて予測することが現実的であった。
- マイニラッド社もまだ土地価格の鑑定を行っていない状況であった。
- JICA 調査団は候補地と類似の立地条件を持つ土地の市場価格を得るために 20 以上の民間不動産業者をインタビューしたが、候補地と類似した立地の土地が少なく、十分に参考可能となる情報は得られなかった。
- 都市計画局および民間開発業者へのインタビューにより、一般的に地価の約 2 倍の価格が市場価格の予測に用いられるとの助言を得た。

各候補地の下水処理場建設の費用計算に適用した土地価格を表 4.2.1 に示す。L-A はマイニラッド社によって取得済みのため、土地取得にかかる費用は不要とした。

表 4.2.1 Las Piñas における下水処理場建設の費用計算に適用した土地価格

候補地	費用計算に適用した土地価格 (PHP/m <sup>2</sup> )	計算方法
L-C	3,800	地価 (PHP 1,900/m <sup>2</sup> ) の 2 倍
L-22	9,200	地価 (PHP 4,600/m <sup>2</sup> ) の 2 倍

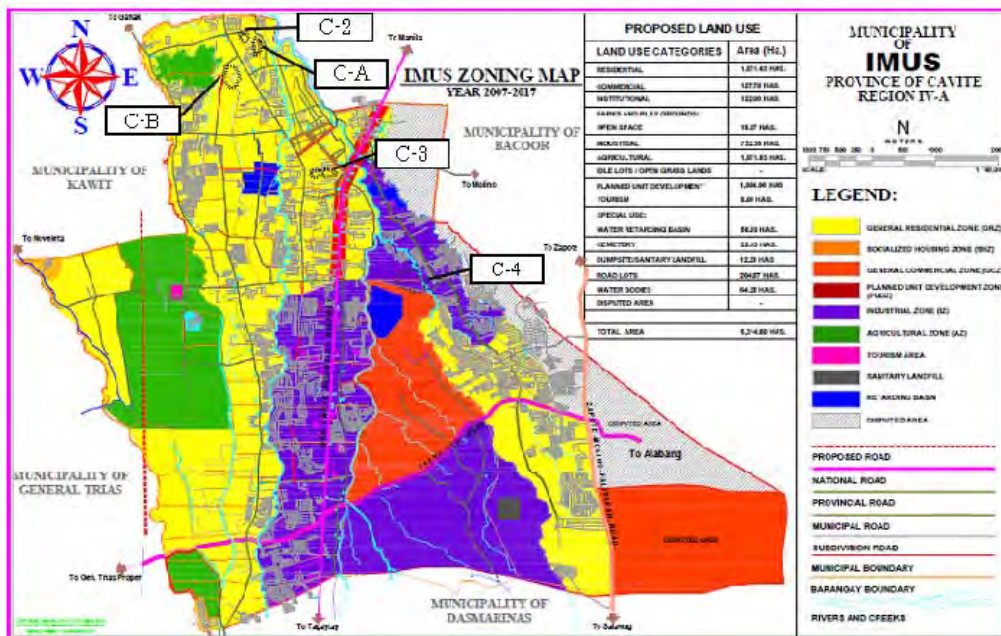
出典：JICA 調査団

## 4.2.2 Imus 市

### (1) 土地利用計画および建築規制

Imus 市の土地利用は同市の CLUP(2007-2016)により図 4.2.4 のように計画されている。上記した Las Piñas 市と同様に、Imus 市もこの土地利用計画および同市の土地利用規制条例により、用途区分ごとに土地の用途や建築条件が規制されている。また Imus 市の候補地 C-2、C-3、C-A、C-B は住居地域に、C-4 は工業地域に立地しているものの、下

水処理場を含む特殊な土地利用は、例外として Imus 市の都市計画局が検討の上で適切な用途区分・建築条件を設けることとしている。このため今回選定した Imus 市の候補地の建築条件は現況の土地利用計画からではなく、都市計画局により今後決定される。

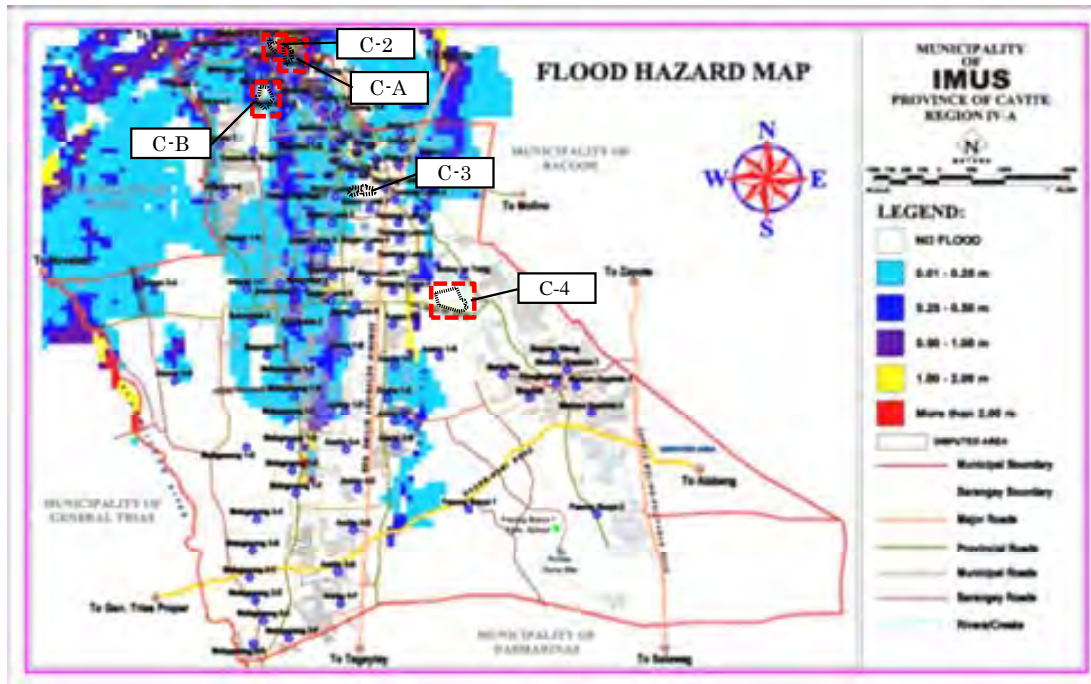


出典：CLUP（2007-2016）、Imus 市

図 4.2.4 Imus 市の土地利用計画

## (2) 洪水

Imus 市の CLUP の洪水ハザードマップでは、同市北部の地域や河川の近くの地域において大きな洪水の被害が出ると予想されている（図 4.2.5）。C-2 および C-A では約 0.25-0.50 m、C-B では 0.01-0.25 m の浸水が予想される一方で、C-3 および C-4 は浸水の可能性が低い地域に立地している。



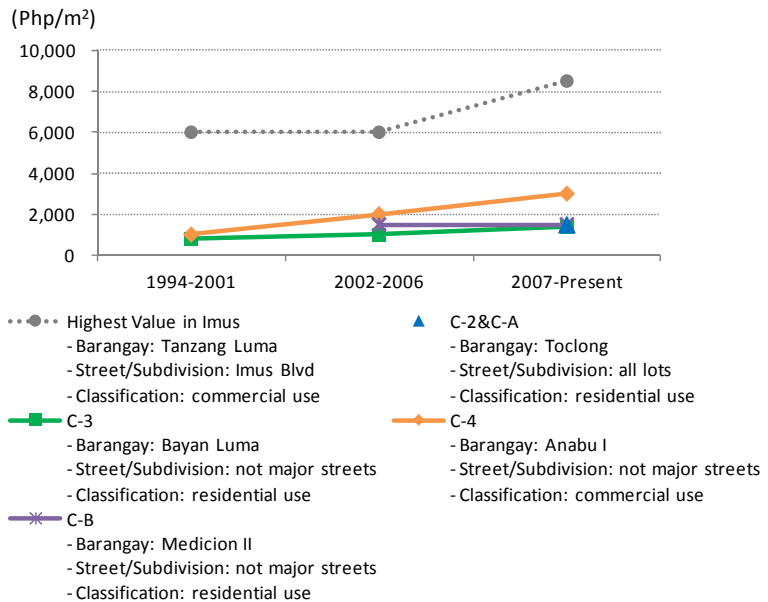
出典：CLUP(2007-2016)、Imus 市

図 4.2.5 Imus 市の洪水ハザードマップ

### (3) 土地価格

Imus 市の地価は図 4.2.6 に示すように上昇傾向にある。

下水処理場建設の費用計算（後述）に適用する土地価格は、基本的に Las Pinas 市と同様に地価の 2 倍の価格を設定する。ただし C-B については、現在水田として利用されており追加の造成コスト分の不利を考慮してその分の値段を差し引いて設定した。各候補地の下水処理場建設の費用計算に適用した土地価格を表 4.2.2 に示す。



備考：1994-2006 年の C-2 および C-A、1994-2001 年の C-B の地価は当時公表されていなかったために示していない。

図 4.2.6 Imus 市内の候補地の地価の変動傾向

表 4.2.2 Imus 市における下水処理場建設の費用計算に適用した土地価格

候補地	費用計算に適用した土地価格 (PHP/m <sup>2</sup> )	計算方法
C-2	3,000	地価 (PHP 1,500/m <sup>2</sup> ) の 2 倍
C-3	2,750	地価 (PHP 1,375/m <sup>2</sup> ) の 2 倍
C-4	6,000	地価 (PHP 3,000/m <sup>2</sup> ) の 2 倍
C-A	3,000	地価 (PHP 1,500/m <sup>2</sup> ) の 2 倍
C-B	2,000	地価 (PHP 1,500/m <sup>2</sup> ) の 2 倍の値段から造成コスト分の値段 (PHP 1,000/m <sup>2</sup> ) を差し引いた値 (現在水田として利用されており造成コスト分の不利を考慮)

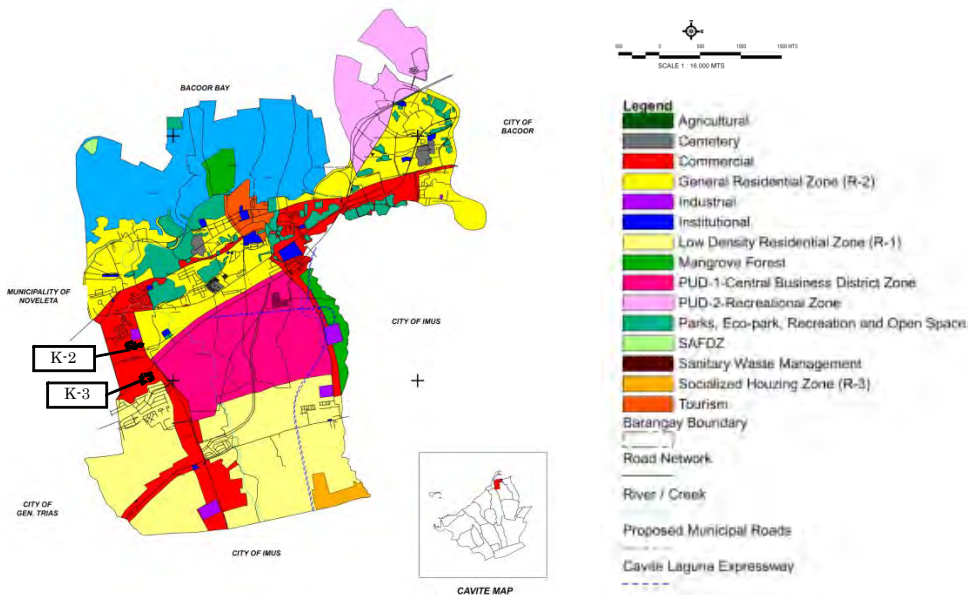
出典：JICA 調査団

### 4.2.3 Kawit 町

#### (1) 土地利用計画および建築規制

Kawit 町の土地利用は同町の CLUP (2012-2022) により図 4.2.7 のように計画されている。上記した 2 市と同様に、Kawit 町もこの土地利用計画および同町の土地利用規制条例により、用途区分ごとに土地の用途や建築条件が規制されている。

上述の 2 市とは異なり、Kawit 町で下水処理場を建設する場合は商業地域、工業地域、公的地域、計画単位開発地域のいずれかに立地させることにされている。Kawit 町の土地利用規制条例および国家建築規則に規定されている、商業地域に立地している K-2 および K-3 の主な建築規制を表 4.2.3 に示す。



出典：CLUP (2012-2022)、Kawit 町

図 4.2.7 Kawit 町の土地利用計画

表 4.2.3 候補地 K-2 および K-3 に適用される主な建築規制

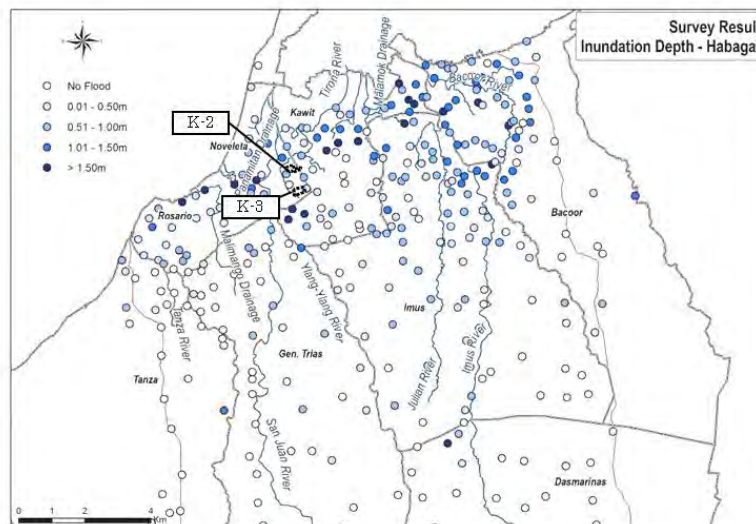
項目	規制内容
最高建物高さ	16 m または 5 階まで
道路からの最小セットバック	5 m
建蔽率	75%

出典： The Comprehensive Zoning Ordinance of the Municipality of Kawit and P.D. 1096 - National Building Code and its Implementing Rules and Regulations

## (2) 洪水

Cavite 州がまとめた防災計画（Provincial Disaster Risk Reduction and Management Plan 2011-2016 of Cavite Province）によると、Kawit 町全体が洪水の影響を非常に受けやすい地域に分類されている。近年では、2006 年の台風 Milenyo により Kawit 町の 23 バランガイ全てが 0.9-2.4m の浸水被害を受けた。また 2013 年には台風 Habagat により激しさを増した南西モンスーンがこれも 23 バランガイ全体に洪水を引き起こした。

台風 Habagat による Cavite 州の浸水被害状況を図 4.2.8 に示す。K-2 および K-3 は最大で 1.0m の浸水被害を受けた。



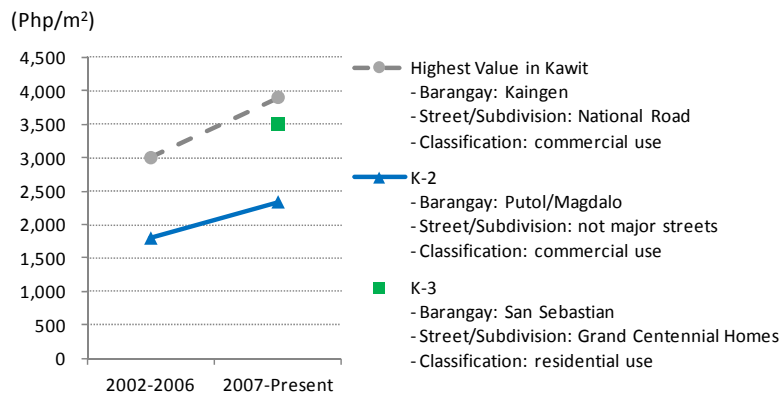
出典： Draft Final Report of Industrial Area (Cavite Province) Flood Management Projects (JICA)のインタビュー調査

図 4.2.8 台風 Habagat による Cavite 州の浸水被害状況

## (3) 土地価格

Kawit 町の地価は図 4.2.9 に示すように上昇傾向にある。

下水処理場建設の費用計算（後述）に適用する土地価格は、上述の 2 市と同様に地価の 2 倍の価格を設定する。各候補地の下水処理場建設の費用計算に適用した土地価格を表 4.2.4 に示す。



備考：2002-2006年のK-3の地価は当時公表されていなかったために示していない。

出典：内国歳入庁

図 4.2.9 Kawit 町内の候補地の地価の変動傾向

表 4.2.4 Kawit 町における下水処理場建設の費用計算に適用した土地価格

候補地	費用計算に適用した土地価格 (PHP/m <sup>2</sup> )	計算方法
K-2	4,680	地価 (PHP 2,340/m <sup>2</sup> ) の2倍
K-3	7,000	地価 (PHP 3,500/m <sup>2</sup> ) の2倍

出典：JICA 調査団



### 4.3 各候補地の現況情報

本項では各候補地の現況情報を記載する。

#### 4.3.1 Las Piñas 市

##### (1) 候補地 L-A

表 4.3.1 に候補地 L-A の土地情報を示す。

表 4.3.1 候補地 L-A の土地情報

(1) 面積	2.50 ha
(2) 土地利用	- マイニラッド社の建設資材が敷地中に置かれている。 - Las Piñas 市に委託された不法投棄監視スタッフの事務所として仮設建築物がある。
(3) 接続道路	2本の接続道路（両接続道路とも幅 5.5 m あり、Alabang - Zapote Road（幅 14 m）に接続する）
(4) 放流河川	Zapote 川
(5) 土地所有者	マイニラッド社
(6) 住民	なし
(7) 土地価格	取引価格：PHP 15,000/m <sup>2</sup> (2013)
(8) 用地取得進捗	- マイニラッド社により取得済み - 仮設建築物があるものの、開発前に撤去することにマイニラッド社と Las Piñas 市は合意済み
(9) 洪水	- 中程度に洪水の影響を受けやすい地域に立地 - 2009 年の台風 Ondoy で最大浸水水位 0-1m の被害
(10) 建築規制	都市計画局の判断により決定



候補地周辺図（図中の数字は以下の写真の番号に対応）



1. 接続道路 1



2. 接続道路 2



3. 敷地内の様子



4. 敷地内の様子

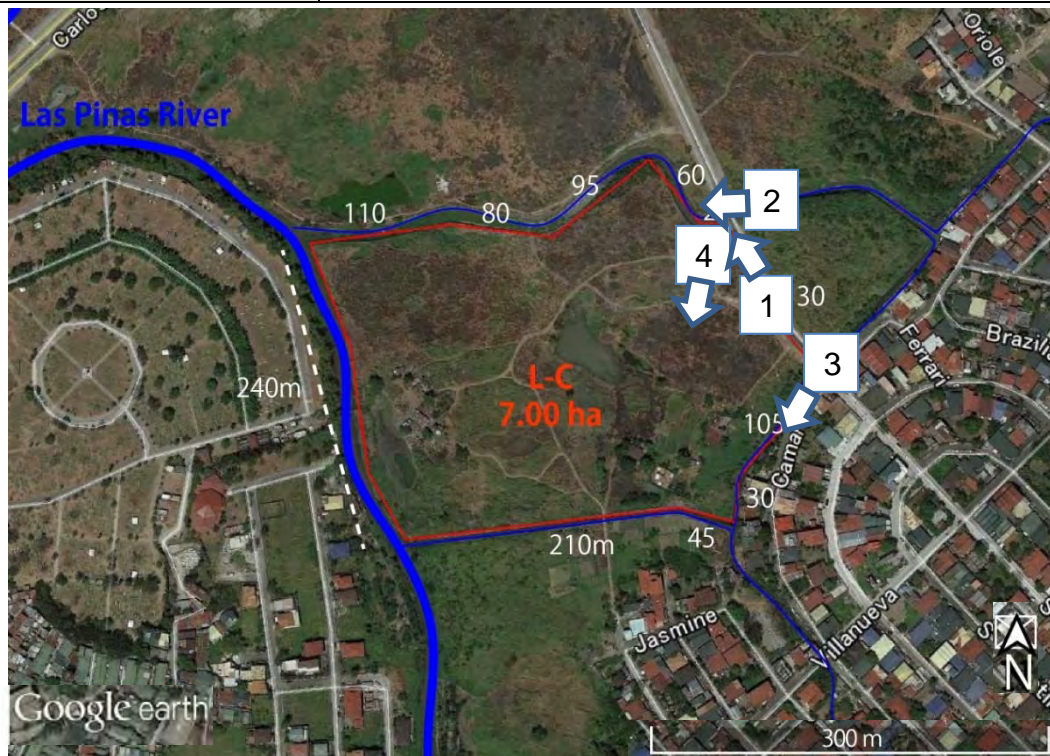
出典：JICA 調査団

(2) 候補地 L-C

表 4.3.2 に候補地 L-C の土地情報を示す。

表 4.3.2 候補地 L-C の土地情報

(1) 面積	7.00 ha
(2) 土地利用	未利用地
(3) 接続道路	S. Marquez Road (幅 5.5 m)
(4) 放流河川	Las Piñas River またはその他接続する排水路
(5) 土地所有者	- Adelfa Properties - Adela and Maxima Ferrer
(6) 住民	なし
(7) 土地価格	- 地価 : PHP 1,900/m <sup>2</sup> , - 下水処理場建設の費用計算に適用する土地価格: PHP 3,800/m <sup>2</sup>
(8) 用地取得進捗	マイニラッド社により技術面、法的、財務面での適正評価を実施中
(9) 洪水	- 中程度に洪水の影響を受けやすい地域に立地 - 2009 年の台風 Ondoy で最大浸水水位 1-2m の被害 - 海岸まで 1.2km しかなく、Las Piñas River や排水路に囲まれているため、洪水対策を検討する必要あり。
(10) 建築規制	都市計画局の判断により決定



候補地周辺図 (図中の数字は以下の写真の番号に対応)



1. 接続道路

2. 放流河川

3. 放流河川

4. 敷地内の様子

出典：JICA 調査団

(3) 候補地 L-22

表 4.3.3 に候補地 L-22 の土地情報を示す。

表 4.3.3 候補地 L-22 の土地情報

(1) 面積	19.00 ha
(2) 土地利用	- 北側: 仮設住宅が散在 - 中間部: 畑 - 南側: 未利用地
(3) 接続道路	Tropical Avenue (幅 7.0 m)
(4) 放流河川	Almanza Creek
(5) 土地所有者 r	- Home Insurance & Guaranty Corp. - Aguirre, Tomas B. - Land Bank of the Philippines - Lucas, Rufino S. and Debbie N Sps - BF Homes Inc. - Sauler, Amando R.
(6) 住民	北側の仮設住宅に不法居住あり
(7) 土地価格	- 地価: PHP 4,600/m <sup>2</sup> , - 下水処理場建設の費用計算に適用する土地価格: PHP 9,200/m <sup>2</sup>
(8) 用地取得進捗	- マイニラッド社により技術面、法的、財務面での適正評価を実施中 - 土地所有者の希望土地取引価格が上昇する可能性が高い
(9) 洪水	- 中程度に洪水の影響を受けやすい地域に立地 - 2009年の台風 Ondoy で最大浸水水位 0-2m の被害
(10) 建築規制	都市計画局の判断により決定



候補地周辺図 (図中の数字は以下の写真の番号に対応)



1. 接続道路



2. 敷地内の様子

出典: JICA 調査団

### 4.3.2 Imus 市

#### (1) 候補地 C-2

表 4.3.4 に候補地 C-2 の土地情報を示す。

表 4.3.4 候補地 C-2 の土地情報

(1) 面積	1.80 ha
(2) 土地利用	未利用地
(3) 接続道路	Toclong II Street (幅 4.0 m)
(4) 放流河川	近接の排水路および敷地東端から東方 330m の Imus River
(5) 土地所有者	民間所有者
(6) 住民	なし
(7) 土地価格	- 地価 : PHP 1,500/m <sup>2</sup> , - 下水処理場建設の費用計算に適用する土地価格 : PHP 3,000/m <sup>2</sup>
(8) 用地取得進捗	マイニラッド社により技術面、法的、財務面での適正評価を実施中
(9) 洪水	大規模な台風の際に最大 0.25-0.50m の浸水被害を受ける可能性あり
(10) 建築規制	都市計画局の判断により決定



候補地周辺図 (図中の数字は以下の写真の番号に対応)



出典 : JICA 調査団

(2) 候補地 C-3

表 4.3.5 に候補地 C-3 の土地情報を示す。

表 4.3.5 候補地 C-3 の土地情報

(1) 面積	2.35 ha
(2) 土地利用	未利用地
(3) 接続道路	Nueno Avenue (幅 10m) を経由して接続道路 1 (幅 5.0 m)、接続道路 2 (幅 3.5 m) に接続する。
(4) 放流河川	敷地東端より東方 320m の Imus River
(5) 土地所有者	民間所有者
(6) 住民	なし
(7) 土地価格	- 地価：PHP 1,375/m <sup>2</sup> - 下水処理場建設の費用計算に適用する土地価格：PHP 2,750/m <sup>2</sup>
(8) 用地取得進捗	マイニラッド社により技術面、法的、財務面での適正評価を実施中
(9) 洪水	洪水による被害は受けにくい地域に立地
(10) 建築規制	都市計画局の判断により決定



候補地周辺図 (図中の数字は以下の写真の番号に対応)



1. 接続道路 1



2. 接続道路 2



3. 敷地内の様子



4. 敷地内の様子

出典：JICA 調査団

(3) Site C-4

表 4.3.6 に候補地 C-4 の土地情報を示す。

表 4.3.6 候補地 C-4 の土地情報

(1) 面積	15.22 ha
(2) 土地利用	畑および放牧地
(3) 接続道路	Patindig Araw Road (幅 6.0 m)
(4) 放流河川	近接の排水路
(5) 土地所有者	民間所有者
(6) 住民	なし
(7) 土地価格	- 地価：PHP 3,000/m <sup>2</sup> - 下水処理場建設の費用計算に適用する土地価格：PHP 6,000/m <sup>2</sup>
(8) 用地取得進捗	マイニラッド社により技術面、法的、財務面での適正評価を実施中
(9) 洪水	洪水による被害は受けにくい地域に立地
(10) 建築規制	都市計画局の判断により決定



候補地周辺図 (図中の数字は以下の写真の番号に対応)



出典：JICA 調査団

(4) 候補地 C-A

表 4.3.7 に候補地 C-A の土地情報を示す。

表 4.3.7 候補地 C-A の土地情報

(1) 面積	1.38 ha
(2) 土地利用	- 東側の接続道路付近: 2つの仮設住宅あり。土地所有者と合意のもと、不法居住を監視するために世帯が居住している。 - それ以外: 未利用地
(3) 接続道路	Toclong II Street (幅 5.0 m)
(4) 放流河川	近接の排水路および敷地東端から東方 150m の Imus River
(5) 土地所有者	Magdalena P. Esguerra
(6) 住民	上記のとおり、東側の接続道路付近に不法居住あり
(7) 土地価格	- 地価: PHP 1,500/m <sup>2</sup> - 下水処理場建設の費用計算に適用する土地価格: PHP 3,000/m <sup>2</sup>
(8) 用地取得進捗	- マイニラッド社内部での適正評価を済ませ、土地の鑑定中 - 敷地内に 2つの仮設住宅があるものの、開発前に撤去することにマイニラッド社と土地所有者の間で合意済み
(9) 洪水	大規模な台風の際に最大 0.25-0.50m の浸水被害を受ける可能性あり
(10) 建築規制	都市計画局の判断により決定



候補地周辺図 (図中の数字は以下の写真の番号に対応)



出典: JICA 調査団

(5) 候補地 C-B

表 4.3.8 に候補地 C-B の土地情報を示す。

表 4.3.8 候補地 C-B の土地情報

(1) 面積	5.60 ha
(2) 土地利用	水田利用されており、道路よりも標高が低い。
(3) 接続道路	General Yengco Street (幅 5.5 m) を経由して接続道路 1 (幅 3.0 m) および接続道路 2 (幅 5.0 m) に接続する
(4) 放流河川	敷地に接する排水路および敷地の端から 560 m 東方の Imus River
(5) 土地所有者	MT Virata Realty
(6) 住民	なし
(7) 土地価格	- 地価 : PHP 1,500/m <sup>2</sup> - 下水処理場建設の費用計算に適用する土地価格 : PHP 2,000/m <sup>2</sup>
(8) 用地取得進捗	マイニラッド社内部での適正評価を済ませ、土地の鑑定中
(9) 洪水	大規模な台風の際に最大 0.01-0.25m の浸水被害を受ける可能性あり
(10) 建築規制	都市計画局の判断により決定



候補地周辺図 (図中の数字は以下の写真の番号に対応)



1. 接続道路 1

2. 接続道路 2

3. 接続道路 2

4. 敷地内の様子

出典 : JICA 調査団



### 4.3.3 Kawit 町

#### (1) 候補地 K-2

表 4.3.9 に候補地 K-2 の土地情報を示す。

表 4.3.9 候補地 K-2 の土地情報

(1) 面積	0.95 ha
(2) 土地利用	未利用地
(3) 接続道路	Kalayaan Road (幅 5.5 m)
(4) 放流河川	敷地の西端から 330m 西方の排水路
(5) 土地所有者	地権者なし
(6) 住民	なし
(7) 土地価格	- 地価：PHP 2,340/m <sup>2</sup> - 下水処理場建設の費用計算に適用する土地価格：PHP 4,680/m <sup>2</sup>
(8) 用地取得進捗	マイニラッド社により技術面、法的、財務面での適正評価を実施中
(9) 洪水	- 洪水の被害を受けやすい地域に立地 - 大規模な台風の際に最大 1m の浸水被害を受ける可能性あり
(10) 建築規制	- 最高建物高さ：16 m または 5 階まで - 道路からの最小セットバック：5 m - 建蔽率：75%



候補地周辺図 (図中の数字は以下の写真の番号に対応)



1. 接続道路



2. 敷地内の様子



3. 敷地内の様子

出典：JICA 調査団

(2) 候補地 K-3

表 4.3.10 に候補地 K-3 の土地情報を示す。

表 4.3.10 候補地 K-3 の土地情報

(1) 面積	1.59 ha
(2) 土地利用	- 東側（接続道路付近）：2つの小さい倉庫 - それ以外：未利用地
(3) 接続道路	Antero Soriano Highway（幅 14 m）
(4) 放流河川	敷地の西端から 350 m 西方の排水路
(5) 土地所有者 r	Joventino Olaes
(6) 住民	なし
(7) 土地価格	- 地価：PHP 3,500/m <sup>2</sup> - 下水処理場建設の費用計算に適用する土地価格：PHP 7,000/m <sup>2</sup>
(8) 用地取得進捗	- マイニラッド社内部での適正評価を済ませ、土地の鑑定中 - 敷地内に2つの小さい倉庫があるものの、開発前に撤去することにマイニラッド社と土地所有者の間で合意済み
(9) 洪水	- 洪水の被害を受けやすい地域に立地 - 大規模な台風の際に最大 1m の浸水被害を受ける可能性あり
(10) 建築規制	- 最高建物高さ：16 m または 5 階まで - 道路からの最小セットバック：5 m - 建蔽率：75%



候補地周辺図（図中の数字は以下の写真の番号に対応）



1. 接続道路



2. 敷地内の様子



3. 敷地内の様子

出典：JICA 調査団

## 第5章 調査地域における下水道システムの計画

### 5.1 基本的な指標のレビュー

本調査において、対象地域における下水道システムの基本的な設計パラメータを確認する。本調査における確認結果を表 5.1.1 および表 5.1.2 に示す。

#### 5.1.1 汚水量および下水処理場容量

マイニラッド社から提供された最新の人口予測および水消費量を基に、汚水量を変更した。加えて、既存の調査には含まれていなかった商業汚水および地下水浸透も検討に入れて汚水量を計算した。

既存のフィージビリティ調査から変更された Las Piñas 市の下水処理場の処理能力は 113,200 m<sup>3</sup>/日であり、Imus 市は 93,600 m<sup>3</sup>/日であり、Kawit 町は 22,000 m<sup>3</sup>/日である。

#### 5.1.2 流入・放流水質

流入水および流出水の水質の設計値は、環境天然資源省（DENR）の環境基準を網羅するマイニラッド社の新下水道ガイドラインに準拠する必要がある。2016 年 8 月時点で現在建設中の Paranaque 下水処理場は、新ガイドラインの設計値に従って設計されている。

新ガイドラインにおいては、窒素とリンの除去について厳しく規定されている。そのため、高度処理法がマイニラッド社のサービス地域において検討されており、高度処理に適さない下水処理法は本調査における比較検討の対象にはならない。

表 5.1.1 Las Piñas 市の基本パラメータ

No.	Parameter	Unit	Existing F/S Report				Reviewed				Reference Source/Note
			Pa1+Lb1 L-22	La1 L-A	La2+Lb2 L-C	Total	Pa1+Lb1 L-22	La1 L-A	La2+Lb2 L-C	Total	
<b>A</b>	<b>General</b>										
1	Catchment Area	ha	1,125.65	965.31	1,279.90	3,370.86	1,125.65	965.31	1,279.90	<b>3,370.86</b>	F/S, JICA T/A 2012
2	Population 2037	capita	216,165	171,392	288,520	676,077	233,377	185,039	311,493	<b>729,908</b>	Latest water demand by Maynilad, each catchment same proportion with existing JICA F/S
3	Water Consumption 2037	lpcd	186	186	186	186	160	160	160	<b>160</b>	Latest water demand by Maynilad
4	Water Demand 2037										Latest water demand by Maynilad
	Domestic	MLD	40.2	31.9	53.7	125.8	37.340	29.606	49.839	<b>116.785</b>	
	Non-Domestic	MLD	-	-	-	7	1.978	1.568	2.640	<b>6.187</b>	Proportion based on domestic water demand
	Return Factor	%	80	80	80	80	80	80	80	<b>80</b>	F/S, JICA T/A 2012
5	Domestic Flow per capita 2037	lpcd	149	149	149	149	128	128	128	<b>128</b>	From latest water demand, JICA T/A 2012
	Daily average domestic flow 2037	m3/d	32,209	25,537	42,989	100,735	29,872	23,685	39,871	<b>93,428</b>	From latest water demand, JICA T/A 2012
6	Industrial and Commercial Flows 2037	m3/d	Not included				1,583	1,255	2,112	<b>4,949</b>	From latest water demand
7	Groundwater infiltration (GWI)	%	15	15	15	15	15	15	15	<b>15</b>	F/S, JICA T/A 2012
		m3/d	Assume included in 5 above				4,718	3,741	6,297	<b>14,757</b>	From latest water demand, JICA T/A 2012
8	Average Dry Weather Flow (ADWF)	m3/d	32,209	25,537	42,989	100,735	36,173	28,681	48,281	<b>113,134</b>	From latest water demand, JICA T/A 2012 Domestic + Non-domestic + GWI
9	Daily Maximum Dry Weather Flow 2037	m3/d	38,910	30,851	51,934	121,694	42,464	33,669	56,677	<b>132,810</b>	From latest water demand, JICA T/A 2012 (Domestic + Non-domestic) x 1.2 + GWI
10	Peak Flow/Flow to conveyance system	m3/d	70,037	55,531	93,480	219,049	61,337	48,632	81,867	<b>191,836</b>	From latest water demand, JICA T/A 2012
		m3/sec	0.8106	0.6427	1.0820	2.5353	0.7099	0.5629	0.9475	<b>2.2203</b>	(Domestic + Non-domestic) x 1.2 x 1.5 + GWI
<b>B</b>	<b>STP</b>										
11	Planned Capacity	m3/day	38,910	30,851	51,934	121,694	36,200	28,700	48,300	<b>113,200</b>	
12	Influent Water Quality										
	BOD5	mg/L	200	200	200	200	200	200	200		Maynilad New Guideline, Paranaque, F/S, JICA T/A 2012
	TSS	mg/L	200	200	200	200	200	200	200		Maynilad New Guideline, F/S, JICA T/A 2012
	TN	mg/L	-	-	-	-	40	40	40		Maynilad New Guideline
	TP	mg/L	-	-	-	-	5	5	5		Maynilad New Guideline
	pH	-	-	-	-	-	6-9	6-9	6-9		Maynilad New Guideline
13	Effluent Water Quality										
	BOD5	mg/L	50	50	50	50	30	30	30		Maynilad New Guideline
	TSS	mg/L	70	70	70	70	30	30	30		Maynilad New Guideline
	NO3 (Future)	mg/L	-	-	-	-	14	14	14		Maynilad New Guideline
	Phosphate (Future)	mg/L	-	-	-	-	1	1	1		Maynilad New Guideline

Note) JICA T/A Team 2012: Technical Assistance of Paranaque Sewerage System Development Project [Technical Assistance of Loan Account] Site Works Report, Dec 2012, JICA/Nippon Koei

表 5.1.2 Imus 市および Kawit 町の基本的パラメータ

No.	Parameter	Unit	Existing F/S Report				Reviewed					Reference Source/Note	
			Imus				Kawit	Imus					Kawit
			IA	IB	IC	Total	K	IA	IB	IC	Total		K
<b>A</b>	<b>General</b>												
1	Catchment Area	ha	655	2,276	6,572	9,502	1,340	655	2,276	6,572	9,502	1,340	F/S Appendix B Design Flow
2	Population 2037	capita	37,278	129,616	374,284	541,178	146,061	43,586	151,548	437,615	632,748	138,595	Latest water demand by Maynilad, each catchment same proportion with existing Maynilad F/S
3	Water Consumption 2037	lpcd	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	Latest water demand by Maynilad
4	Water Demand 2037												Latest water demand by Maynilad
	Domestic	MLD	6.0	20.7	59.9	86.6	23.4	6.974	24.248	70.018	101.240	22.175	
	Non-Domestic	MLD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.021	0.071	0.206	0.298	1.640	Proportion based on domestic water demand
5	Return Factor (Sewage Generation)	%	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	F/S, JICA T/A Team 2012
	Domestic Flow per capita 2037	lpcd	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	From latest water demand, JICA T/A Team 2012
	Daily Average Domestic Flow 2037	m3/d	4,772	16,591	47,908	69,271	18,696	5,579	19,398	56,015	80,992	17,740	Ditto
6	Industrial and Commercial Factor per domestic flow	%	12	12	12	12	12	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	Industrial and Commercial Flows 2037	m3/d	573	1,991	5,749	8,312	2,243	16	57	165	239	1,312	From latest water demand
7	Groundwater infiltration (GWI)	%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15	15	15	15	15	JICA T/A Team 2012
		m3/d	614	2,135	6,164	8,913	1,257	839	2,918	8,427	12,185	2,858	From latest water demand, JICA T/A Team 2012
8	Average Dry Weather Flow (ADWF)	m3/d	5,958	20,716	59,822	86,496	22,196	6,435	22,374	64,607	93,415	21,910	From latest water demand, JICA T/A Team 2012 Domestic + Non-domestic + GWI
9	Daily Maximum Dry Weather Flow 2037	m3/d	5,958	20,716	59,822	86,496	22,196	7,554	26,265	75,843	109,661	25,720	From latest water demand, JICA T/A Team 2012 (Domestic + Non-domestic) x 1.2 + GWI
10	Peak Flow/Flow to conveyance system/Full Flow to Treatment (FFT)	m3/d	8,630	30,007	86,650	125,288	32,666	10,911	37,938	109,550	158,399	37,152	From latest water demand, JICA T/A Team 2012
		lps	99.89	347.31	1,002.90	1,450.09	378.08	126.28	439.09	1,267.94	1,833.32	429.99	(Domestic + Non-domestic) x 1.2 x 1.5 + GWI
<b>B</b>	<b>STP</b>												
11	STP Capacity	m3/d	6,000	20,700	61,600	88,300	22,200	6,500	22,400	64,700	93,600	22,000	To be considered in the study
12	Influent Water Quality												
	BOD5	mg/L	125	125	125	125	125	200	200	200	200	200	Maynilad New Guideline, Paranaque, F/S, JICA T/A 2012
	TSS	mg/L	40	40	40	40	40	200	200	200	200	200	Maynilad New Guideline, F/S, JICA T/A 2012
	TN	mg/L	43	43	43	43	43	40	40	40	40	40	Maynilad New Guideline
	TP	mg/L	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	Maynilad New Guideline
	pH		-	-	-	-	-	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	Maynilad New Guideline
13	Effluent Water Quality Standard												
	BOD5	mg/L	50	50	50	50	50	30	30	30	30	30	Maynilad Effluent Standard
	TSS	mg/L	70	70	70	70	70	30	30	30	30	30	Maynilad Effluent Standard
	NO3 (Future)	mg/L	-	-	-	-	-	14	14	14	14	14	Maynilad Effluent Standard
	Phosphate (Future)	mg/L	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	Maynilad Effluent Standard

Note) JICA T/A Team 2012: Technical Assistance of Paranaque Sewerage System Development Project 【Technical Assistance of Loan Account】 Site Works Report, Dec 2012, JICA/Nippon Koei

## 5.2 マニラ西首都圏で適用可能な下水道技術

### 5.2.1 マニラ首都圏で適用する下水道技術および製品のスクリーニング

第 3.3.1 章に記載したように、調査地域の下水道システムの発展にはいくつかの課題がある。

下水道システムの普及が進むと同時に、下水道技術も発展している。現在の下水道普及率の状況、課題およびニーズを考慮して、マニラ西首都圏における適切な技術を選択する必要がある。

表 5.2.2 に示すように、最新の下水道技術を調査し、効果的な技術および製品を導入するためのスクリーニング調査が行われた。ポンプシステムを含んだ管路システム、水処理システム、汚泥処理システム、運営管理における下水道技術が比較調査された。

#### (1) ニーズ

マニラ西首都圏における下水道システムの状況および課題の調査後、マイニラッド社へ下水道技術におけるニーズの聞き取りを行った。調査チームは、聞き取り調査結果に基づいて、ニーズや背景が明確であるかどうかの観点から以下の3つのレベルで優先順位付けを行った。

- A：ニーズおよび背景が明確である
- B：興味のみを示している
- C：上記に適さない

#### (2) 現在の適応性（短期的観点）

調査チームは、緊急の課題を解決できるかどうか、現時点での導入に効果的な技術かどうかの観点から各技術を評価した。

マイニラッド社のサービス地域のパイロット施設で採用されている技術は、高く評価されている。

- A：既に施設およびパイロット施設で採用されている技術
- B：既存の課題を解決し、有効であると考えられる技術
- C：導入には時期尚早であると考えられる技術

#### (3) 将来的な適応性（長期的観点）

調査チームは、今後の課題を解決できるかどうか、また今後不可欠な技術となるかどうかの観点から各技術を評価した。

- A：今後の下水道の改善のために不可欠であると考えられる技術
- B：今後考えられる問題を解決する可能性のある技術

C：可能性はあるが、特定の仕様や条件に依存するために適用性が限られている技術

表 5.2.1 下水道技術の分類および選定

Items		Classification Method		
		A	B	C
1.Needs	Whether or not the needs and backgrounds are clear. (mainly according to the results of interview)	The needs and backgrounds are clear.	There are only interest and concerns.	Not applicable to the cases mentioned in the left.
2. Current Adaptability (Short-term)	Whether or not the technology is effective to introduce at present.	The technology has already been adopted in the existing facility (including a pilot plant).	The technology has a potential to resolve the urgent issues and is considered as effective.	The technology is considered too early to adopt.
3. Future Adaptability (Long-term)	Whether or not the technology is effective to introduce in the future.	The technology is considered as indispensable for the future improvement of sewerage system.	The technology has a potential to resolve the conceivable issues in the future.	The technology has a potential to be introduced, however, the application should be limited because it totally depends on the specific specification or conditions of each case.

Selection results	Sewerage technologies have been evaluated according to the criteria described in the right, considering the above mentioned three points (needs, current adaptability and future adaptability).	A	B	C
		A technology which has more than 1 A for the 3 items shall be considered as the most potential technology to be adopted.	A technology which has more than 2 B for the 3 items shall be considered as the next candidate technology to be adopted.	Other technologies not mentioned in the left. The priority is low at present.

各技術において上記3項目の評価後、1つ以上のAの評価を得た技術を採用可能性がある技術として製品のスクリーニングを行った。

表 5.2.2 適応可能な下水道技術のスクリーニング

Classification	Facility	Sewerage Technology	West Metro Manila				Remarks	
			Needs	Current Adaptability	Future Adaptability	Selection Result		
1. Pipeline System	1) Pipeline	a) Trench-less Method (Long distance pipe-jacking method, Shield method, Hume concrete pipe for curved pipe-jacking method, etc.)	A	A	A	A	Pipe-jacking method (not Japanese company) has been applied for a part of the area.	
		b) Pipe rehabilitation method (SPR, etc.)	C	C	B	C	Needed for future.	
	2) Manhole	a) Manhole anti-floating measures at the time of liquefaction	C	C	C	C	No particular needs found.	
		b) High performance manhole iron cover	C	B	B	B	Can be applied. However, no particular needs found.	
	3) Pump	b) Gate pump (low water level operation)	C	C	C	C	Needed when a simple drainage pump is required.	
4) Collection system	a) Vacuum sewerage system	C	C	C	C	Not recommended as maintenance and management are time consuming.		
2. Wastewater Treatment System	1) Whole treatment plant	a) Pre-treated Trickling Filtration method (PTF method)	B	A	B	B	Advanced treatment needs to be supported in future.	
		b) Membrane Separation Bioreactor (MBR)	A	A	A	A	Manila Water Company, Inc. has used the MBR produced by a foreign company.	
		c) Compact MBR + RO System	B	B	C	B	It is questionable whether reuse of treated water is required, since the water supply coverage is high.	
		d) Deep type Conventional Activated Sludge process (CAS method)	A	A	A	A	Japanese CAS method has been used.	
	2) Primary treatment facility	a) Plastic trash screen (scurmer)	C	C	B	C	High corrosion resistance and long life.	
		b) Vacuum sand lifting device	C	C	B	C	Easy maintenance because there is no moving part in water.	
	3) Reactor	a) Energy-saving blower	A	B	A	A	These are general-purpose equipment and can be utilized at the existing treatment plants.	
		b) Energy-saving type diffuser (Ultra-fine air bubble)	A	B	A	A		
		c) Energy-saving type diffuser (Aerator type)	A	B	A	A		
	4) Sedimentation Tank	e) Mixer for reactor	C	B	C	B	No specific technology as a Japanese product.	
		a) Fin chain sludge scraper	C	C	C	C		
		b) Long life chain	C	C	C	C		
	5) Disinfection Facility	c) Scum collection/separation system	C	C	C	C	No specific technology as a Japanese product.	
		a) UV disinfection device	C	C	C	C		
	6) Advanced treatment	b) Ozone	C	C	C	C	No specific technology as a Japanese product.	
a) Upward stream type high-speed fiber filter media filter		C	C	C	C			
7) Odor removal	a) Dry type ozone deodorizing equipment	C	C	C	C	No particular needs found.		
	a) Energy-saving dehydrator (volute-type)	A	A	A	A	Already used in Manila and Cebu cities.		
(3) Sludge Treatment System	1) Dehydrator	b) Energy-saving dehydrator (double screw type, pressing rotary outer cylinder type, etc.)	A	B	A	A	competing technology with a volute type which has already been used.	
		c) Sludge dehydration power generation	C	C	B	C	The usage is limited and not enough records.	
		d) Polymer	C	C	B	C	The usage is limited and not enough records.	
		e) Deodorizing material	C	C	B	C	No specific technology as a Japanese product.	
		2) Drying	a) Composting	B	B	B	B	Introduction is not realistic in terms of profitability unless there is a public aid.
	3) Thickening	a) Differential speed rotation screw sludge concentration machine	B	B	B	B	There is a need to reduce the amount of sludge.	
	4) Digestion	a) Digestion gas power generation	B	C	C	C	It is not so effective to use at a small scale treatment plant.	
		b) Digestion tank mixer	C	C	C	C		
		c) High efficiency gas collection type sludge digestion device	C	C	C	C		
	5) Incineration	a) Energy-saving type sludge incinerator (Supercharging fluidized bed furnace, circular fluidized bed type, etc.)	B	C	B	B	It is possible to apply depending on the future improvement of the legal system. In this regard, however, a master plan for a sludge treatment plant is mandatory.	
		b) Sludge derived solid fuel	C	C	B	C		
	(4) Maintenance and Management System	1) Pipeline	a) Pipeline auto cleaning device (Flash Gate)	A	A	A	A	Maynilad is currently performing a verification test.
			b) Pipeline cleaning vehicle	C	C	B	C	It is possible to apply to the existing treatment plant as this is general-purpose equipment.
		2) Manhole	a) Improved technology for confluence (Vortex flow type water surface control device)	C	C	A	B	Structural modification of diversion manhole is required. It has been adopted overseas.
		3) Treatment plant/pump station	a) DCS system (SCADA)	A	B	B	A	Foreign-made systems have been introduced and it is necessary to differentiate from them. Some Japanese companies have already made presentations to Maynilad.
4) Overall		a) Asset Management system	B	B	A	A	This will be needed for water supply system at first.	
		b) Sewer Optical Fiber Network	A	A	A	A	It will contribute to ease of operation and maintenance work	

Note: Highlighted cell: Selected technology



表 5.2.2 の結果を基に、調査地域における適用可能な下水処理法および下水道技術を表 5.2.3 に示す。

表 5.2.3 調査地域における適用可能な下水道技術

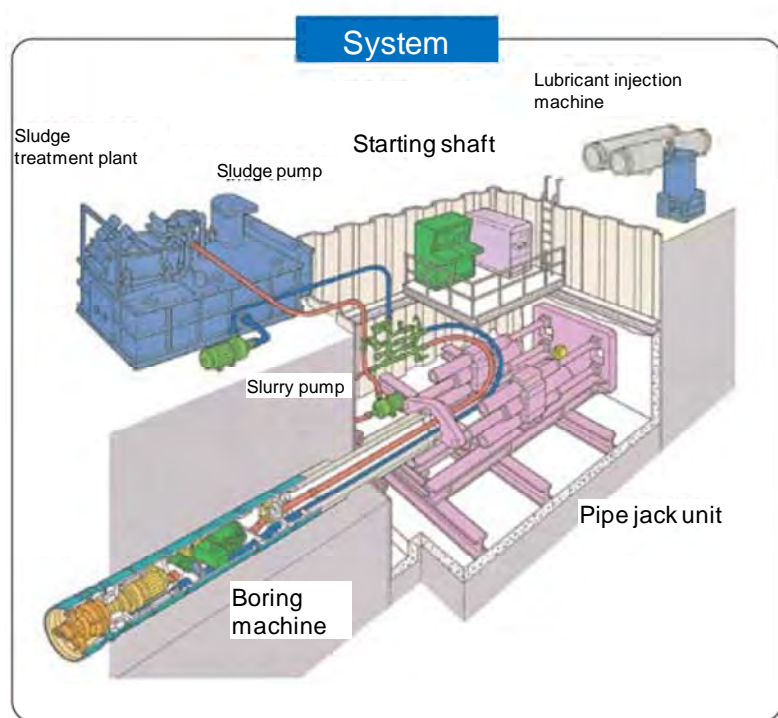
課題	効果的な技術	適用可能な下水道技術
<b>1. 管渠</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 現在の下水道普及率は 13%であることを考慮すると、迅速な下水道システムの整備が必要である。</li> <li>➤ 市街地での開削法による官許設置が難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民への影響が少ない非開削法（推進工法およびシールド工法）</li> </ul>	(1) 推進工法（長距離および曲線）
<b>2. 下水処理施設</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 下水処理施設の土地が限られる。</li> <li>➤ 大規模な土地が不足。</li> <li>➤ 厳しい排水基準への対応（高度処理）</li> <li>➤ 高額な電気代</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 簡単な運営管理によるコンパクトな処理システム</li> <li>➤ 高度処理に適用可能な技術</li> </ul>	1) 深層式標準活性汚泥法(CAS) 2) 回分式活性汚泥法(SBR) 3) 前ろ過散水ろ床法(PTF)* 4) 膜分離活性汚泥法 5) 担体流動システム(MBBR) 6) その他の設備（省エネ機器）
<b>3. 汚泥処理施設</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 汚泥処分場の不足</li> <li>➤ 浄化槽からの未処理汚泥の漏れ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 汚泥量の削減および再利用の技術</li> </ul>	(1) 省エネ dehydrator (2) 再利用技術（コンポスト技術、消化ガス発電、建築資材への活用）
<b>(3) 運営管理</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 合流式下水道への砂およびごみの流入による管渠の詰まりおよび故障</li> <li>➤ 公共水域へのごみの排出</li> <li>➤ 運営管理人員の不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 自動運転管理の技術</li> <li>➤ 下水道施設情報のデータベースのアセットマネジメント技術</li> </ul>	(1) 管路自動洗浄装置(フラッシュゲート) (2) 渦流式水面制御装置 (3) SCADA システム (4) アセットマネジメントシステム (5) 下水道光ファイバネットワークシステム

出典：調査団

## 5.2.2 下水管渠

### (1) 推進工法（長距離を含む）

処理区域の拡大のためには、新規管路敷設が不可欠となるが、交通渋滞の激しいマニラ首都圏において、長期間にわたり交通規制が必要となる開削工法の適用が困難であることは、先行している水道配管工事がそれを実証している。マニラッド社、マニラウォーター社とも、すでに非開



削工法での管路敷設工事を採

図 5.2.1 長距離および急曲線推進工法

用しており、現地業者によって口径 1,700mm 程度まで行われている。また最近では、マニラにて非開削技術国際学会がセミナーを実施するなど、非開削工法の注目度は高い。

本邦が強みとする長距離・曲線推進技術は、必要な立坑の数を減らすとともに、管路敷設ルート自由度を高めることから、利用可能な土地が限られているマニラ首都圏においては有望性の高い技術であると考えられる。

## 5.2.3 下水処理

### (1) 適用可能な処理プロセス

第 1.8.4 節に記載したように、流入水および流出水の水質基準はマニラッド社の新下水道ガイドラインに準拠する必要があり、基本的に下記の処理プロセスが採用される。

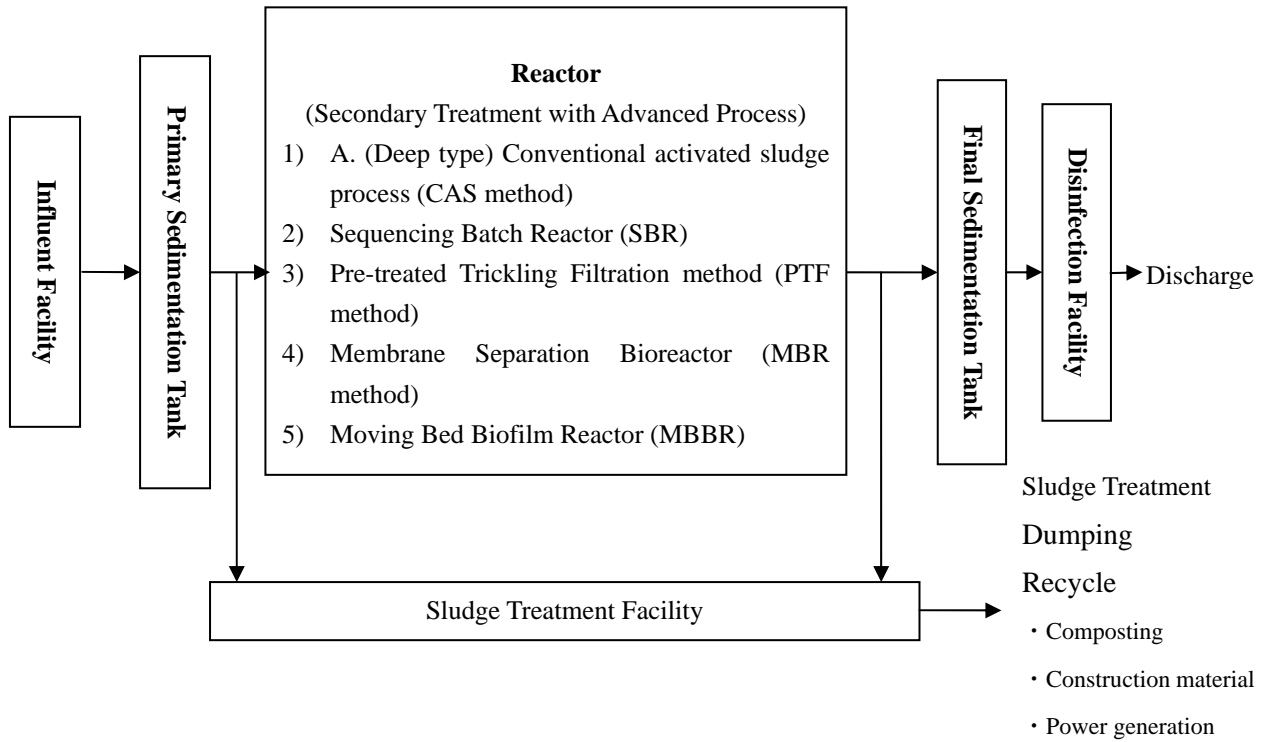


図 5.2.2 適用可能な処理プロセス

1) 深層式標準活性汚泥法（CAS 法）

既存の処理場は、利用可能な土地スペースが限られていること、また時間がかかる用地買収は極力行わないようにするため、さまざまな土地を活用して建設されている。そのため、遊水地の上部に建設された処理場や、水槽類を全て地下式として、その上部に管理棟を設けた処理場などがある。

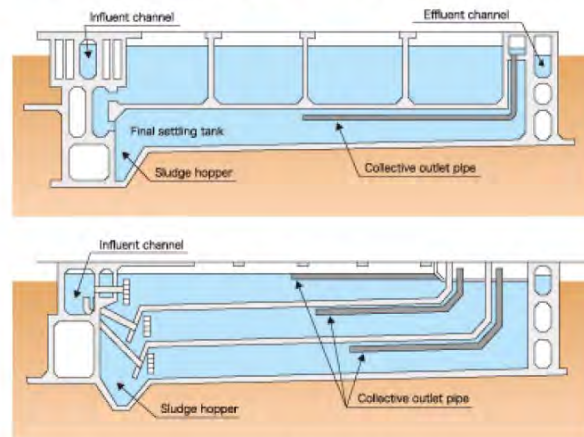


図 5.2.3 調整池の上の土地を活用して建設された処理場

Source : excerpt from MWSS presentation materials

階層式沈殿池や深層式反応槽などを用いる深層式標準活性汚泥法は、1960年代に大阪市で開発・採用をされてきた方式であり、本邦企業によって既にマニラ首都圏西部において実施され、高い評価を得ている。マニララッド社はさらなる土地の有効利用として処理場の上スペースの活用にも関心を持っている。

### Examples of Multi-story Wastewater Treatment Facility



Area required for wastewater treatment ( $m^2/m^3$ )  
Japanese Average :  $0.8 (m^2/m^3)$     Osaka City :  $0.27 (m^2/m^3)$

Source : Excerpt from MLIT and UAE infrastructure seminar materials

図 5.2.4 深層式 CAS 法のイメージ図

なお、今後求められる高度処理化に向けては、増設可能なスペースを建設時より確保することで対応している。

#### 2) 回分式活性汚泥法 (SBR 法)

SBR 法は、調整、エアレーション、沈殿が同じタンクで行われる。図 5.2.5 に示すように、SBR 法には 1) 流入 2) エアレーション、3) 沈殿、4) 排出、および 5) 休止の 5 つの段階がある。

汚泥の廃棄は通常、沈殿時に行われる。SBR 法では、最大汚水量を処理できるように、汚水が投入されると調整槽のように機能する。しさを取り除くスクリーンを通過後、流出水は反応槽に移される。反応槽が満水になると、標準化性汚泥法のように機能する。生物処理完了後、エアレーションおよび攪拌は停止され、処理水が取り除かれる。必要な土地面積が小さくて済むことから、SBR 法は、有効活用できる土地が限られている地域にとって有効である。また、必要であれば、窒素やリンの除去を行うようにサイクルを潮汐できる。

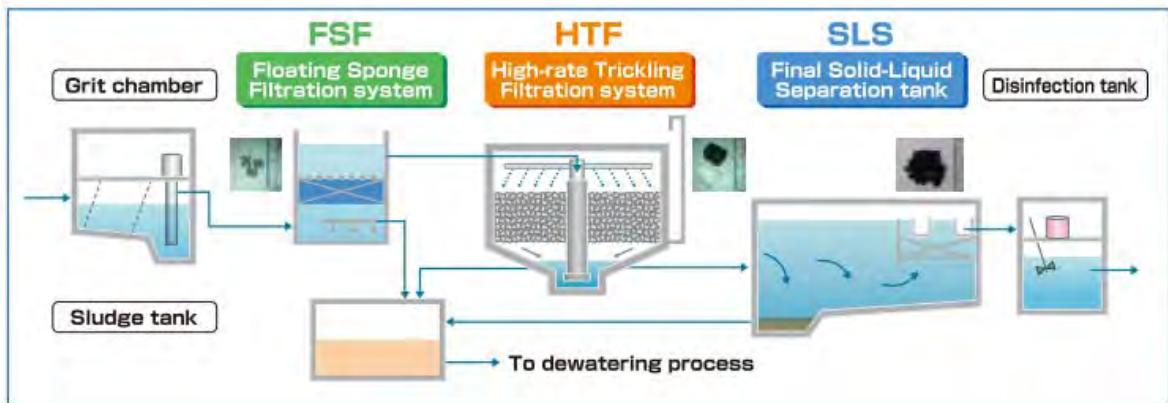


Source: JICA Study Team

図 5.2.5 SBR 法のサイクル

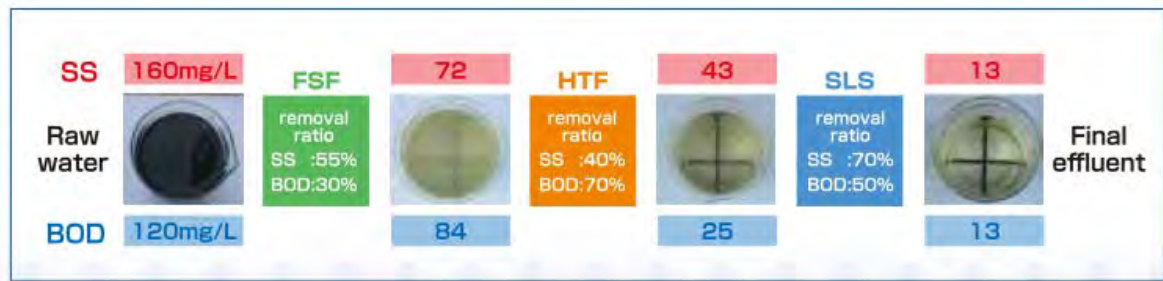
#### 3) 前ろ過散水ろ床法 (PTF 法)

前ろ過散水ろ床法は、ASEAN (東南アジア諸国連合) 諸国をターゲットとして開発された処理方式であり、従来方式に比べて消費電力が小さくて済む利点がある。



Source : Manufacture's brochure

図 5.2.6 PTF 法の過程



Source : Manufacturer's brochure

図 5.2.7 PTF 法の流出水の水質

フィリピンにおける処理場の建設現場や電力の状況を考えると、PTF法は非常に有効な方法であるが、高度処理（窒素およびリンの除去）は対応できず、その為、マイニラッド社の新下水道ガイドラインにも適応しない。将来的にマニラ首都圏において、PTF法を適用させるためには、技術改良が必須である。

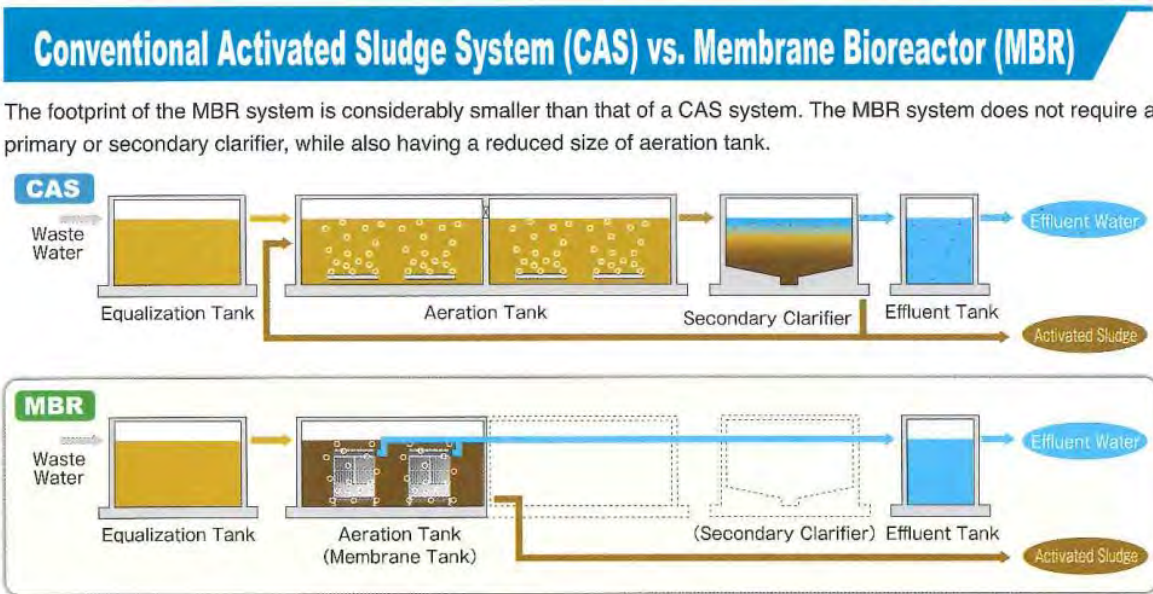
そのため、本調査においては PTF 法は選択肢から除外する。

#### 4) 膜分離活性汚泥法 (MBR 法)

省スペースでコンパクトな処理方法、かつ高度処理が可能な技術が処理場計画に求められる。MBR 法はその両方の要件を満たす方法である。

MBR 法では、反応槽内に膜ユニットを設けるものであり、最終沈殿池は不要となる。最初沈殿池は必須ではないため、大幅にスペースを削減可能である。

MBR 法は、既存の処理場における処理プロセスを高度化する上で有効であり、処理水の水質を改善し排出基準を満たすように、既存処理場を改修できる方法である。



Source : Manufacturer's brochure

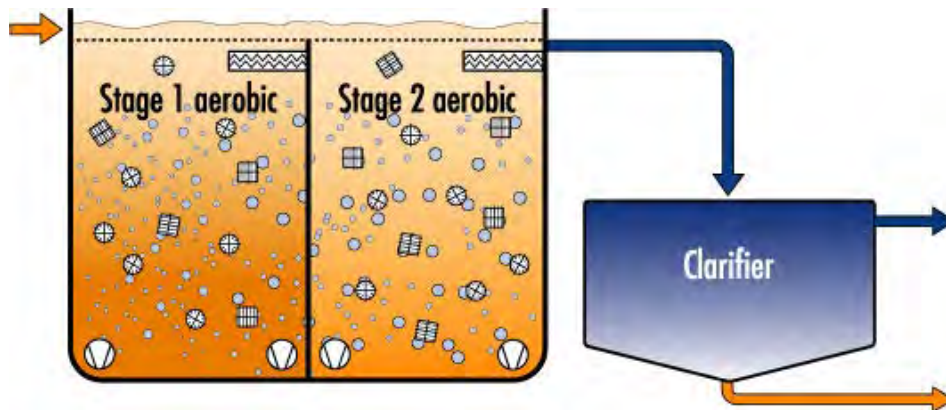
図 5.2.8 膜分離活性汚泥法適用のイメージ図

MBR 法はコンパクトかつ高度処理に対応可能である技術であるが、送風機の容量が大きいと電力消費量も多くなり、膜ユニットの清掃および交換の為、運営管理費も高くなる。

運転管理方法は各膜ユニットで異なるため、計画段階から運営管理段階まで詳細な技術サポートが必要になる。

#### 5) 担体流動システム (MBBR)

担体流動システムは、プラスチック製の担体で反応槽を満たし、表面に微生物で覆ったバイオフィルムを培養する。反応槽は、BOD 除去のための好気性条件または脱窒のための無酸素条件下において作動させる。作動中、担体は好気性反応槽の中で散気装置によって注入された空気の気泡によって常に循環される。図 5.2.9 に標準的な MBBR システムのイメージ図を示す。



Source : Manufacturer's brochure

図 5.2.9 担体流動システムのイメージ図

表 5.2.4 に、本調査における対象地域の施設レイアウトプランを検討し上記の下水処理法における事前比較調査を示す。

比較検討調査によって、下記の処理方法が選択される。

表 5.2.4 下水処理法の事前比較

No.	Subject	Wastewater Treatment Method					
		CAS (deep type)	PTF	MBR	SBR	OD	MBBR
1	Applicability to Combined Sewage	Although applicable with standard process layout, construction of primary treatment facility is a requirement in Maynilad Standard	Although applicable with standard process layout, construction of primary treatment facility is a requirement in Maynilad Standard	Primary treatment facility is required in addition to standard process layout.	Primary treatment facility is required in addition to standard process layout.	Primary treatment facility is required in addition to standard process layout.	Although applicable with standard process layout, construction of primary treatment facility is a requirement in Maynilad Standard
2	Applicability to Advanced Treatment	Applicable	No actual operation case, the treatment process is under study by supplier as future technology.	Applicable	Applicable, but treatment capacity is halved.	Applicable, but treatment capacity is halved.	Applicable
3	Operation Skill	Fair	Easy	Fair	Skilled technique required	Easy	Fair
4	Applicability of Japanese Technology/Products	Partially applicable	Japanese treatment technology	Partially applicable	Partially applicable up on any specific requirement	Partially applicable	Partially applicable up on any specific requirement
5	Generated Sludge Volume (ratio to CAS)	1	0.8	0.65	0.9	0.75	1.1
6	Unit Energy Consumption (kWh/m <sup>3</sup> )	0.4	0.15	0.7	0.45	0.9	0.3
7	Required Land Area for Typical Layout	Small to Middle	Small to Middle	Small	Middle	Large	Small to Middle
8	<b>First Screening</b>	<b>Further comparison</b>	Not adopted considering no establishment of advanced treatment technology	<b>Further comparison</b>	<b>Further comparison</b>	Not adopted due to the reasons below. - land availability is a critical constraint, - not taken up in Maynilad guideline	<b>Further comparison</b>

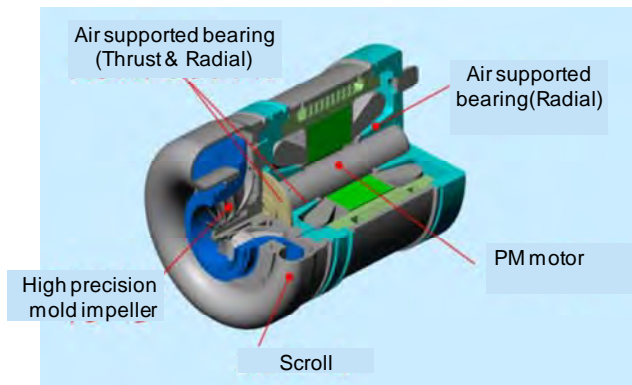
出典：調査団



(2) その他の設備（省エネ設備）

1) 省エネ型送風機

反応槽に用いられる送風機の使用電力は、下水処理場全体の2割程度を占めると言われている。そのため、省エネ型送風機は、機械損失のない空気浮上式軸受けや、インバータ制御に適した永久磁石（PM）モータを採用するなどして、従来型よりも約10～15%の省エネを実現している。



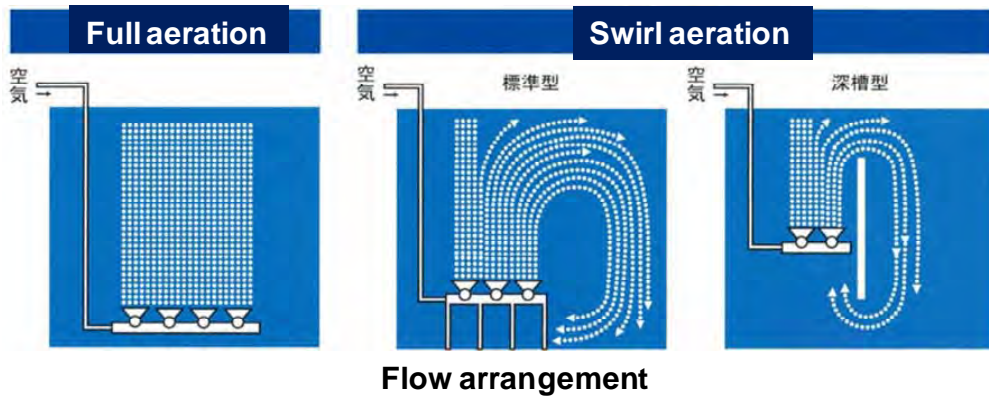
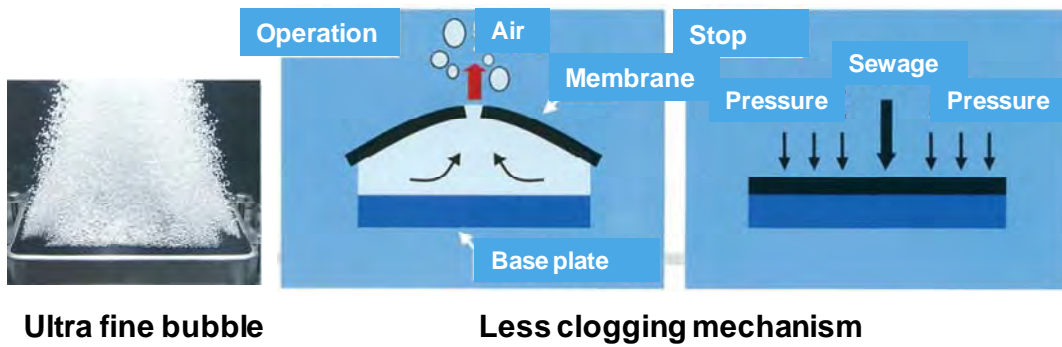
< Appearance of blower package >

Source : Manufacturer's brochure

図 5.2.10 省エネ送風機

2) 省エネ型散気装置（超微細気泡）

特殊な膜素材を使用して超微細気泡を発生させる散気装置は、従来型と比べて酸素移動効率が高く、また圧力損失も小さいことから、送風機の省エネにとって有効である。超微細気泡散気板の導入によって、送風機の消費電力を約20%削減できるという試算もある。



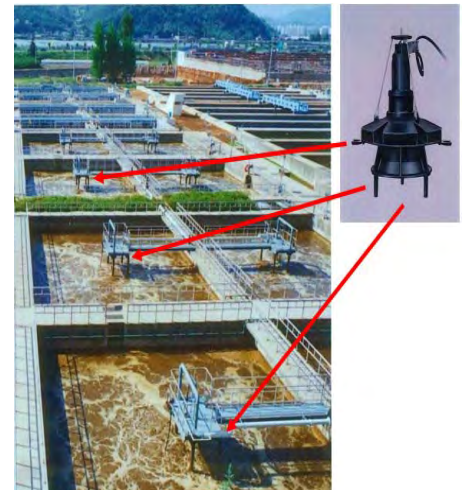
Source : Manufacturer's brochure

図 5.2.11 省エネ散気装置

3) 省エネ散気システム (エアレータ方式)

本システムは、送風機からの空気を機械式曝気装置 (エアレータ) で破碎して微細化し、水槽内を攪拌させるものである。空気供給源である送風機と攪拌装置との動力源を分けているため、負荷変動への追従が容易で、消費電力を少なくするような最適運転が可能である。

エアレータのメンテナンス時には、反応槽の水を抜くことなく、引き上げることができ、予備機への交換も容易であることから、運営管理性にも優れている。



## 5.2.4 汚泥処理

### (1) 適用可能な処理法

汚泥の処理および処分について、適切な一次処理技術を選択する為に検討する必要がある。汚泥は、生物処理工程中の余剰汚泥によって発生する。

匂い防止の為にできるだけ早く、汚泥を安定化し、脱水し、埋立地で適切に処分する必要がある。

汚泥処理法には下記のオプションが適用される。

オプション 1: 濃縮+脱水

オプション 2: 濃縮+ 消化+脱水

オプション 3: 濃縮+消化+脱水+ 乾燥 (床)

オプション 4: 濃縮+脱水+ 焼却

表 5.2.5 に、本調査の対象地域の施設に適したオプションを選ぶため、上記に記した汚泥処理法の比較調査を示す。

表 5.2.5 汚泥処理法の比較

No.	Subject	Applicable Treatment Process			
		Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
		Thickening + Dewatering	Thickening + Digestion + Dewatering	Thickening + Digestion + Dewatering + Drying (bed)	Thickening + Dewatering + Incineration
1	Outline of Treatment Process	To enhance the efficiency of the treatment process by thickening and to reduce the dewatered sludge volume	To enhance the organic dissolution, to further reduce the dewatered sludge volume and to improve its stabilization by introducing anaerobic digestion process	To enhance the reduction of dewatered sludge volume and its stabilization by introducing sludge drying bed to the Option 2 process	To reduce drastically the dewatered sludge volume by introducing incineration process to the Option 1 process
2	General Features of Process	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possible to reduce the final disposal (land fill) cost</li> <li>- Since the dewatered sludge contains a large quantity of undissolved organic, it is volatile and generates odor.</li> <li>- Countermeasure for odor is required</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possible to reduce solid waste volume in digested sludge and improve the volatility</li> <li>- This method has an advantage from hygienic aspect due to the disinfection effect.</li> <li>- Generated digested gas can be used for multipurpose.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possible to reduce the final disposal (land fill) cost</li> <li>- Possible to drastically reduce solid waste volume in digested sludge by drying bed and improve the volatility</li> <li>- This method has an advantage from hygienic aspect due to the disinfection effect. .</li> <li>- Generated digested gas can be used for multipurpose.</li> <li>- There is a risk to cause environmental problems due to odor of generated gas during sludge drying in the plant premises.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possible to reduce the final disposal (land fill) cost</li> <li>- Possible to extremely reduce solid waste volume.,</li> <li>- Recycle use of incinerated ash is difficult, but the volume is extremely reduced and the inorganic ash can be retained by cementing for long term without environmental risk. .</li> </ul>
3	Required Land Area	The required area is quite small and not a constraint in considering the entire plant layout.	The land required for digestion process is comparatively large and it should be considered in land	Large areas are required for the digestion process and the sludge drying bed, respectively.	The land increment for incineration does not affect the entire plant layout.
4	Construction Cost	Low cost; the treatment process is simple and the number of structures and equipment is less.	Middle cost; the treatment process is complicated and numbers of structures and equipment are required.	High cost; the treatment process is complicated and numbers of structures and equipment are required.	High cost; the structures and equipment for incineration is expensive.
5	O & M Cost	Low cost; low energy consumption in the process of treatment	Higher than Option 1; the energy consumption is higher than Option 1, the cost difference can be slightly compensated by use of digestion gas for inside STP.	Higher than Option 1; the energy consumption is higher than Option 1, the cost difference can be slightly compensated by use of digestion gas for inside STP.	High cost; the energy consumption in the process of incineration is huge.
6	Screening	Selected as an alternative method in consideration of the entire plant layout including sewer treatment and sludge treatment.	Selected as an alternative method in consideration of the entire plant layout including sewer treatment and sludge treatment.	Not selected as necessity of large land area is a critical issue of this option. .	Not selected, the incineration plan at each STP site should be on the basis of an integrated sludge management plan for the entire service area.

出典：調査団

焼却を含むオプション4は、汚泥量を減らすことが可能だが、第3.3.4節に記したように多様さ地域だけではなく地域全体の効率的な処理のため、サービス地域全体における汚泥の総合管理計画における調査が本調査とは別に必要となる。

全体の地域に関する長期的な視点が無く、限られた地域のみにおいて計画が行われて問題が残された場合は、社会環境問題に繋がる可能性がある。

よって、本調査では、オプション1および2が個別の下水処理場に適応可能とし、既存の下水処理場においては、第5.4.5節および第5.6.5節において施設レイアウトを検討して選択する。

### 1) 濃縮

第1次沈殿から生じ、余剰活性汚泥と混合した汚泥は、約1%の固形物濃度である。

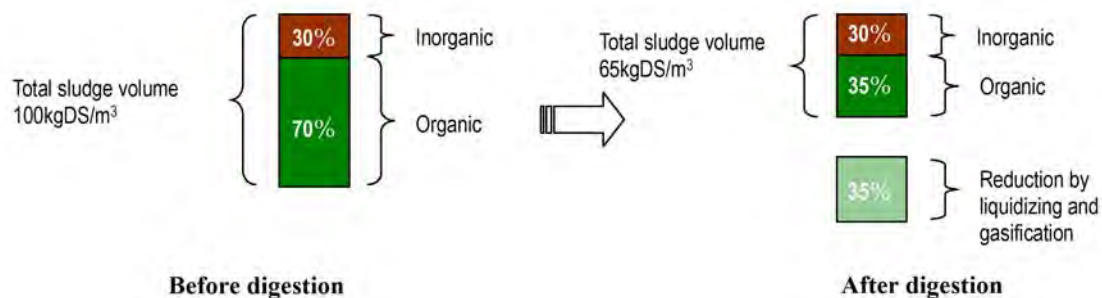
汚泥は機械式脱水の前に3~5%の濃度に濃縮される。余剰活性汚泥は重力沈降が困難であるため、大規模は下水処理場では分離濃縮を適用する。

### 2) 消化

下水汚泥は下記の目的によって消化される。

#### 汚泥量の削減

消化において、汚泥中の有機物は好気性細菌によって分解され安定化される。結果的に汚泥量が約35%削減される。下記の図は、消化による汚泥量の削減のイメージ図である。



出典：調査団

Note: Stabilization of sludge

図 5.2.12 消化による汚泥量の削減のイメージ図

汚泥は、(1)病原体を削減し、(2)臭気を取り除き、(3)腐敗の可能性を排除することによって安定化される。加えて、安定化は、汚泥量の削減、ガス（メタン）の製造および汚泥の脱水性の向上の為にされる。

#### 臭気の削減

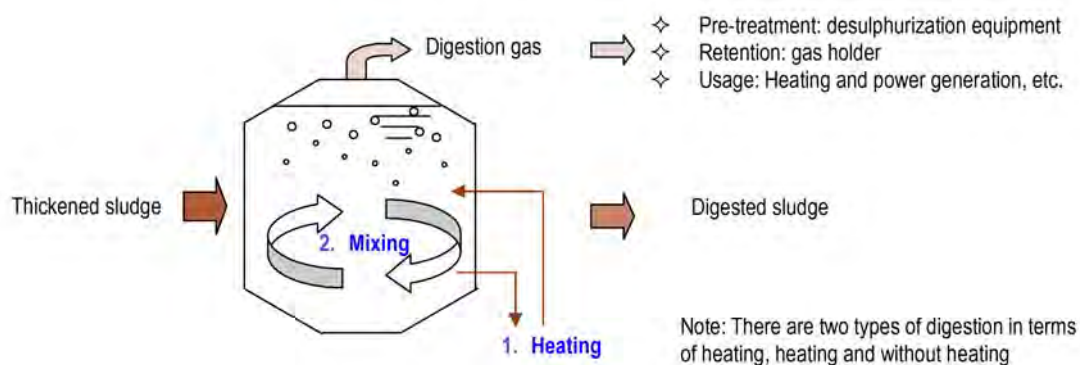
臭気の発生源となるのは消化によって大幅に削減される。下記の汚泥処理法によって臭気発生が抑制される。

#### 後に続く処理段階への緩衝効果

消化反応槽は、投入される汚泥堆積の 30 日～90 日に相当する容量が必要である。

下記の緩衝効果が汚泥処理システムにおいて期待される。

- 後に続く汚泥処理における事故への緩衝効果
- 脱水工程における下水の性質や流入量の変動に応じて次工程への汚泥負荷を調整する貯留設備。



出典：調査団

図 5.2.13 消化過程のイメージ図

### 3) 脱水

濃縮汚泥や脱水汚泥の含水率は、通常 96%～98%である。脱水は、含水率を約 80%に低減し、取り扱いが容易になるようなケーキの形に汚泥を変換するプロセスである。同時に、汚泥量を削減する。脱水汚泥を農地に使用する場合は、安全性および安定性の観点から、消化プロセスと組み合わせることが好ましい。

(2) その他の設備（省エネ装置）

1) 省エネ型脱水機（ヴァリユート型）

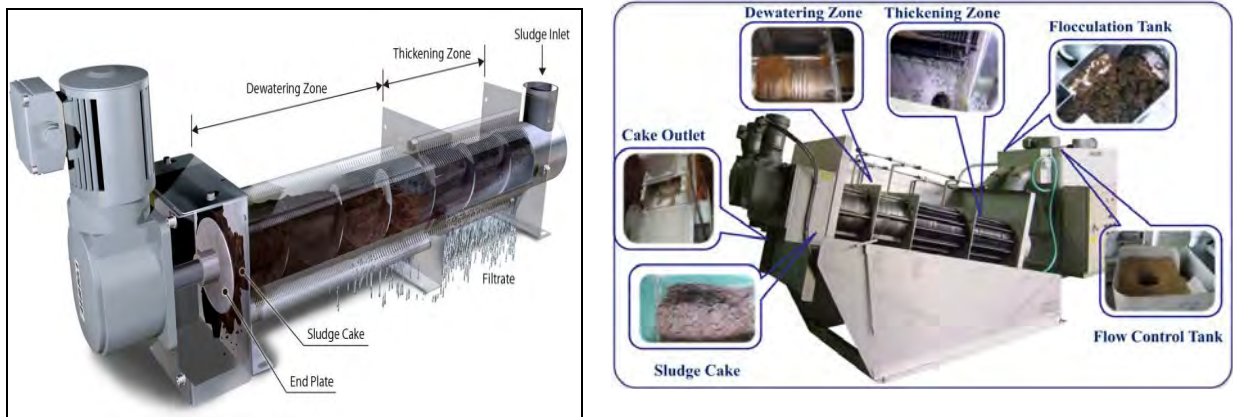
マニラ首都圏での腐敗槽汚泥管理は、図 5.2.10 のようにバキュームカーによってし尿を収集し、汚泥処理場を集めて脱水、排水は処理し、汚泥は乾燥させてコンポスト化している。腐敗槽汚泥管理において、汚泥脱水機は中心的な役割を持つ機器である。



Source : Maynilad

図 5.2.14 腐敗槽汚泥管理のイメージ図

汚泥処理システムにおいて適用可能性の高い技術は省エネ型脱水機であり、マニラッド社ではすでに図 5.2.16 に示すスクリープレス式の高性能脱水機であるヴァリユート型脱水機をパイロットプラントとして採用している。



Source : Manufacture's presentation material

図 5.2.15 省エネ型脱水機（ヴァリユート型）

ヴァリユート型脱水機はコンパクトで高性能、様々な脱水ニーズに対応できる汎用性の高い機器で、以下の特性を持つ。

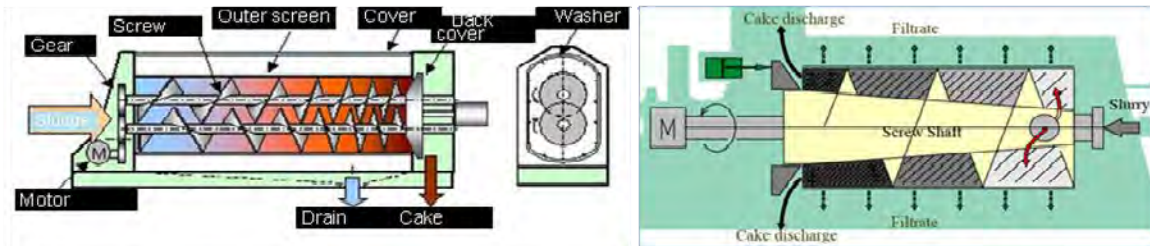
- 目詰まりしない
- メンテナンスしやすい

- OD 反応タンク直接脱水
- 省エネルギー
- 濃縮貯蓄槽不要
- 24 時間連続無人運転

汚泥処理スペースが限られ、かつ電気代が高い比国では非常に有効な技術と言える。なお、初期コストは欧米の類似品よりも高いため、ライフサイクルコスト (LCC) の低さをコンセッションア各社に十分にアピールする必要がある。

## 2) 省エネ型脱水機 (その他の種類)

省エネ型脱水機には、二軸スクリー型や圧入式外筒外転型など、脱水機構の異なるものもある。適用に際しては、具体的な設計条件に応じて省エネ効果や運営管理性など比較検討が必要であり、ヴァリュート型脱水機と同様に、十分な根拠資料を基に低 LCC を十分にアピールする必要がある。



<二軸スクリー型>

<圧入式外筒外転型>

Source : Manufacture's presentation material

図 5.2.16 省エネ型脱水機 (その他の種類)

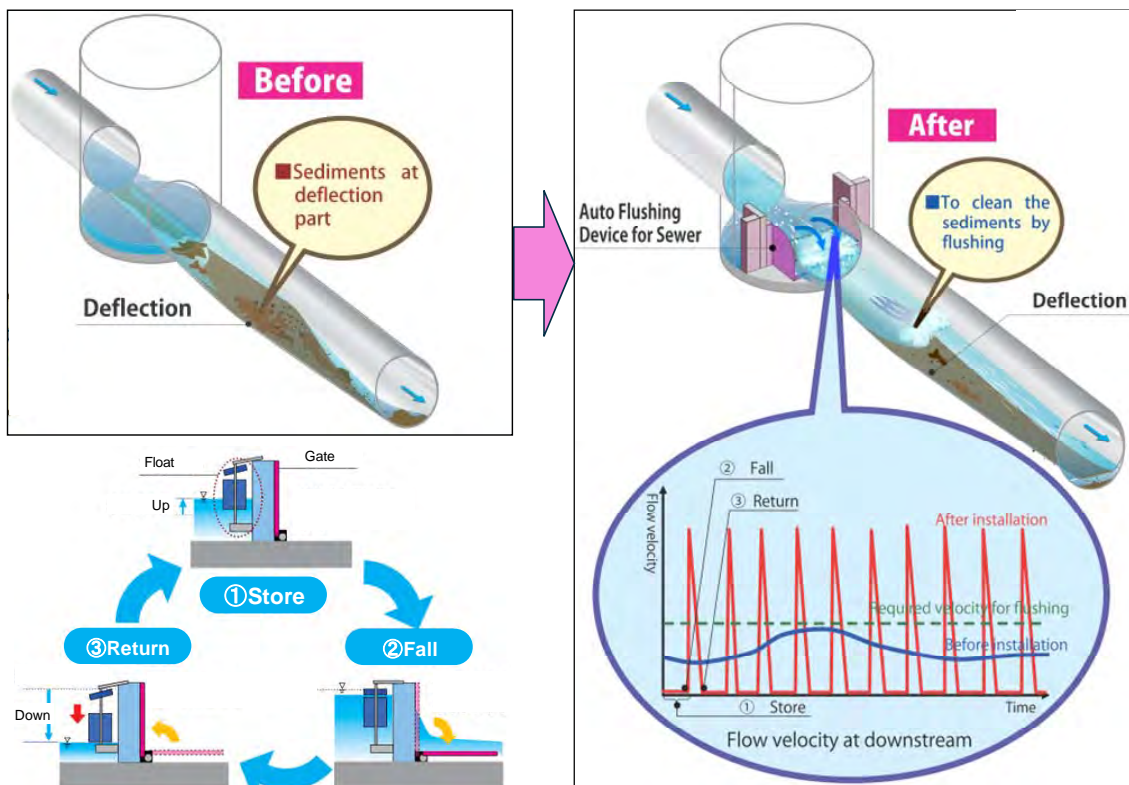
## 5.2.5 運転運営管理

### (1) 管路自動洗浄装置 (フラッシュゲート)

合流式下水道を採用しているマニラ首都圏では下水管への雨天時の土砂やシルトの流入による管路の閉塞等の懸念がある。また、晴天時には下水道接続率が低いことにも関連し、堆積した土砂を流下させるだけの水量および流速が不足している。そのため、通常、高圧洗浄車およびバキュームカー等によって定期的な運営管理を行っているが、その数は限定的である上に、道路幅の狭いエリアでは、これら車両の進入が困難であり、かつ交通渋滞の原因にもなっている。このような下水管路の運営管理に対して、管路の自動洗浄装置が有望である。

本装置は、フロートにより自動開閉するゲートで上流部に一時的に汚水を溜め、ゲート自動開後の十分な流速での掃流によって、汚水を堆積物とともに下流に流すものである。





Source : Manufacture's presentation material

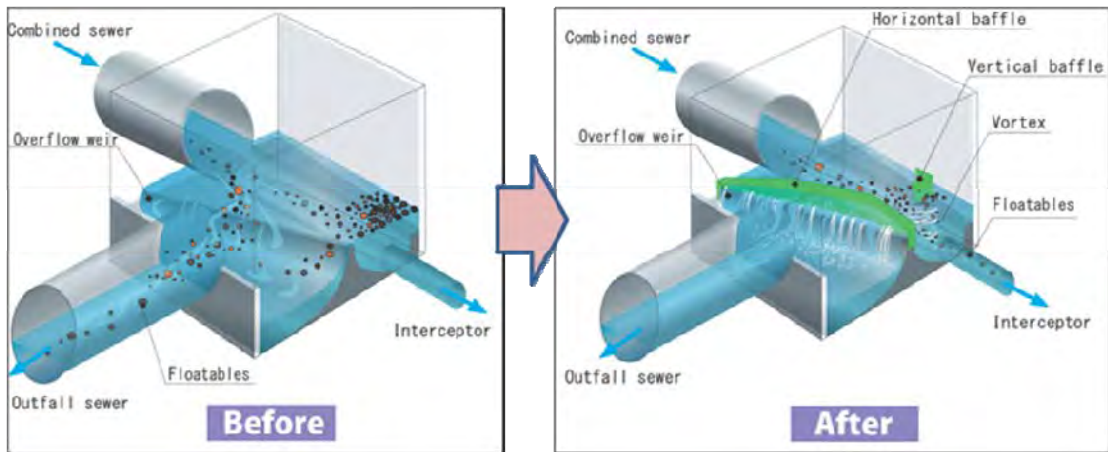
図 5.2.17 管路自動洗浄装置

## (2) 渦流式水面制御装置

マニラ首都圏では合流式下水道が主流であるが、分水人孔の遮集管の流下能力は小さく、雨天時のゴミを含む下水は、余剰水量として放流され公共水域の汚染につながっている。下水道の普及とともに、これらの問題への取り組みが必要になると考えられ、合流改善技術である渦流式水面制御装置は有望であると思われる。

本技術は、合流式雨水管渠の越流水に含まれるゴミを、制御板と呼ぶ板の設置により遮集管手前付近に発生した渦により取り込み、無動力で処理場に流下させることで、公共水域の汚染の軽減に貢献する。

ただし CSO の分水方法が堰構造であることが設置の前提であるため、人孔構造上注意が必要である。



Source : Manufacture's presentation material

図 5.2.18 渦流式水面制御装置

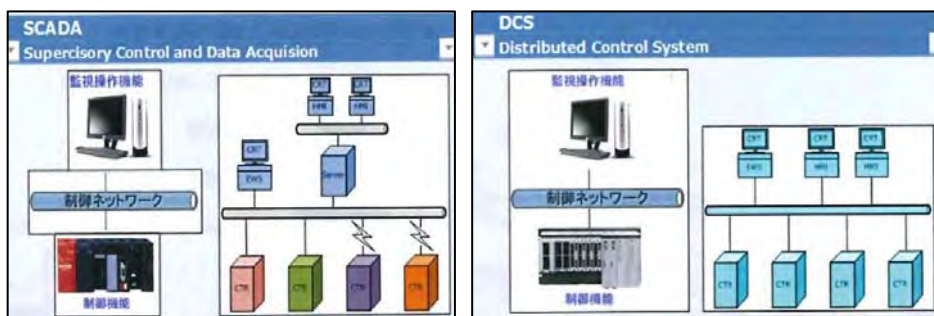
### (3) SCADA システム

上水道の分野では、全施設の集中監視ができる SCADA が導入されている。

下水道においても、今後増加する処理場を中央にて集中監視できる信頼性の高い SCADA システムが必要とされ、導入されると思われる。

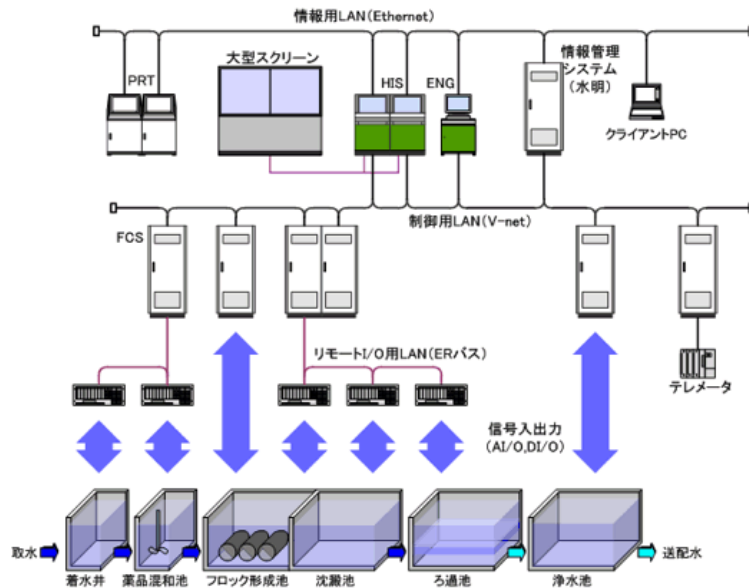
SCADA は、汎用製品を組合せてシステムを構築するため、現地企業が安価に行うことができる反面、システムが大規模になるほど信頼性の確保が難しい。

一方、SCADA の一種である DCS は、高速データ処理が可能でバックアップ機能を備えた専用機器を用いるため、機器点数の多い大規模施設においても非常に高い信頼性を得ることができる。そのため、DCS は発電所や工場プラントなど高い信頼性が求められる分野においては一般的である。



Source : Manufacture's presentation material

図 5.2.19 SCADA および DCS のイメージ図



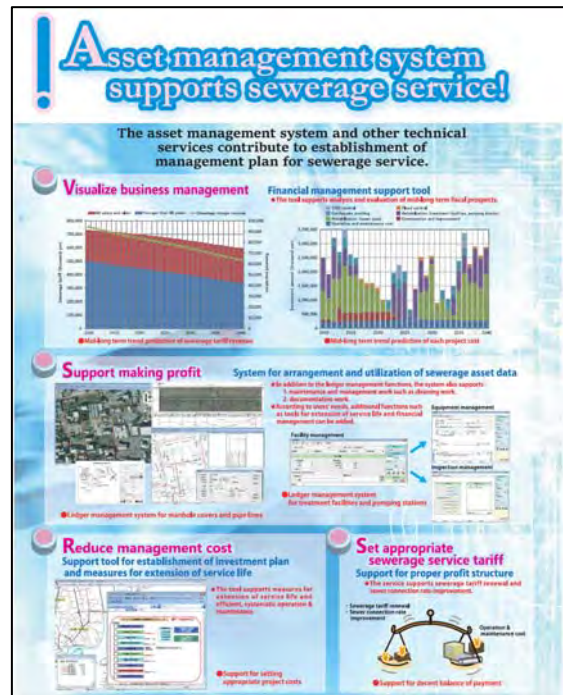
Source : Manufacture's homepage

図 5.2.20 浄水施設における DCS の例

(4) アセットマネジメントシステム

アセットマネジメントシステムは、事業運営、計画、財務、運営管理に関わる課題を見える化し、上下水道の健全経営を支援するためのツールである。2037年のコンセッションア期間中、先行して整備されている上水施設の運営管理と並行して下水道整備を進めていくため、中長期視点での収支計画が求められる。また、適正な時期に、適正な水道料金の設定も必要である。マニラド社では、アセットマネジメントシステムの必要性を認識しており、既に本邦企業のプレゼンを受けている。

アセットマネジメントがその効果を発揮するまでに時間はかかるが、中長期的な視点で、まずは台帳整備を進めていくことが望ましい。



Source : Manufacture's presentation material

図 5.2.21 アセットマネジメントシステム

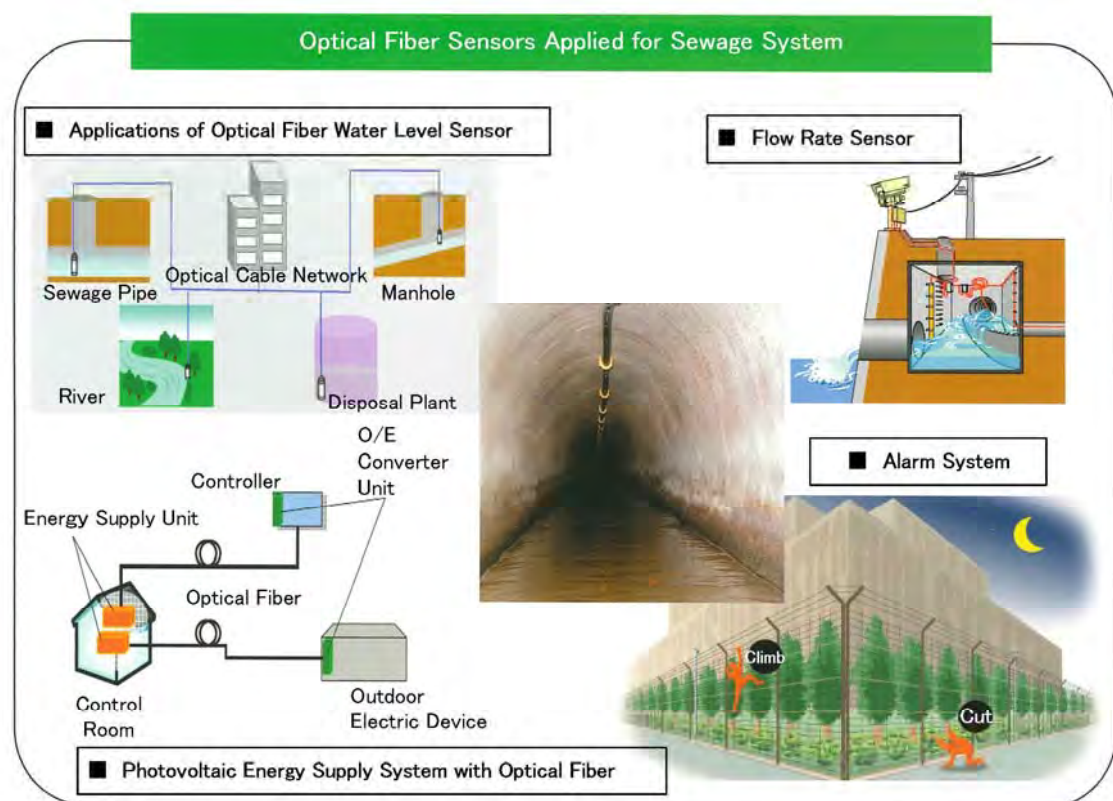
(5) 下水道光ファイバネットワークシステム

光ファイバ通信ケーブルには電流を必要としないので、ケーブルを下水管に敷設することができる。

下水道への設置のメリットは、下水道が地下にある点である。空中配線に比べ、地下ケーブルは都会の景観を損ねず、地震や火災などの災害に対して非常に耐性がある。下水道に設置した光ファイバにより、緊急時に安全な通信を確保し、下水道施設の安定した制御と管理を行うことができる。

下水道への敷設の主な目的は、行政サービスの向上に貢献し、高度な情報技術を使用し、低コストでより効率的に下水道施設を管理することである。焦点となるキーポイントを以下に記す。

- 1) 行政サービスの高度化
- 2) 管理コストの節約
- 3) 情報の転送および意思決定速度や精度の向上
- 4) 作業効率の向上
- 5) 情報の開示に基づく明瞭な管理



Source: Japan Sewer Optical Fiber Technological Association

図 5.2.22 下水道システムに適用する光ファイバセンサ

### 5.3 下水道システムの検討における方針と条件

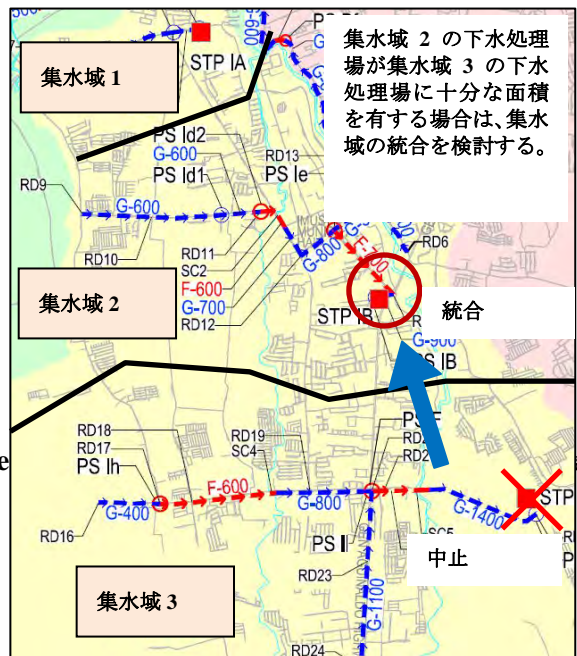
#### 5.3.1 対象地域における下水道計画の方針

対象地域の地価がマニラの近年の経済成長に伴い高騰している。そのため、下水処理場のための比較的大きな土地を取得することがより困難になっている。これは下水道普及率が計画より低下している理由の一つである。

したがって、本調査では下記の方針に従って下水道システムを各対象地域について検討する必要がある。

- ✓ 土地がある場合は、できるだけ大きい処理場の建設を計画する必要がある。土地の大きさが対象地域の下水処理量に対応できる処理場の建設に足りない場合は、他の土地に残りの量に対応する別の処理場を作る必要がある。
- ✓ 土地が取得されてない場合は、最も下流にある候補地においてできるだけ大きい処理場を計画する必要がある。土地の大きさが対象地域の下水処理量に対応できる処理場の建設に足りない場合は、次に下流に位置する候補地において残りの量に対応する別の処理場を作る必要がある。
- ✓ 上記の問題を考慮すると、集水区域を統合する事により処理場の数を削減することが優先事項である。
- ✓ 処理プロセスを組み合わせるケーススタディを行い、下記の項目を含めた結果を提示する。
  - 下水処理場レイアウト計画
  - 建設費用
  - ライフサイクルコスト
  - 利点および欠点

Figure



Source : JICA Study Team

図 5.3.1 集水区域統合のイメージ図

ケーススタディでは、特定の計画を推奨せず、結果のみを提示する。

#### 5.3.2 施設配置計画における下水処理および汚泥処理方式の組み合わせ

第 5.2.2 節、5.2.3 節で記したように、下水処理および汚泥処理のプロセスのオプションを各候補地ごとに下記に検討する。

(1) 下水処理プロセス

表 5.3.1 下水処理プロセスのオプション

1	深層式標準活性汚泥法 (CAS) *
2	回分式活性汚泥法 (SBR)
3	膜分離活性汚泥法 (MBR)
4	担体流動システム (MBBR)

\*ここでいう CAS とは窒素とリンが除去可能な高度処理 A2O 法 (嫌気・無酸素・好気法) のことを指す。

(2) 汚泥処理プロセス

表 5.3.2 汚泥処理プロセスのオプション

1	濃縮 + 脱水
2	濃縮+ 消化 +脱水

候補地における下水道システムの比較調査を上記の下水処理および汚泥処理プロセスの組み合わせによって行う。

効率的な運営管理の為、Las Piñas 市、Imus 市、Kawit 町の対象地域における下水処理プロセスは同じである。

### 5.3.3 初期費用、運営管理費用の計算方法と結果

(1) 下水処理場

1) 初期費用 (下水処理施設および汚泥処理施設)

4種類の処理法ごとに以下に示す基本方針で初期費用を算定した。この建設費は「消化プロセス」を含む。付録4に示す各オプションの下水処理場施設の条件を基に費用は算定される。

a) CAS

初期費用を処理施設、汚泥処理施設、土木・建築それぞれ、マニラッド社の実績平均単価 (単位水処理量当たり単価) を基に算定した。ただし、参考として日本の費用関数 (建設費-処理水量の関数) と比べてその妥当性を検証した。(傾向は同じだが、マニラッドの実績値の方が処理量増加に対する単位処理量当たりの建設費の減少度合いがやや少ない。)

• 採用値

- ✓ Las Piñas 市 (113,200 m<sup>3</sup>/day) : Php18,100/m<sup>3</sup>
- ✓ Imus 市 (93,600 m<sup>3</sup>/day) : Php18,500/m<sup>3</sup>
- ✓ Kawit 町 (22,500 m<sup>3</sup>/day) : Php22,000/m<sup>3</sup>

なお、Parañaque (76,000 m<sup>3</sup>/day、CAS) の実績値では、Php18,900/ m<sup>3</sup>となっている。

MBR

メーカーヒアリングによる水処理施設、汚泥処理施設、及び土木・建築のコスト情報を基本的に使用する。

## SBR

マニラッド社実績平均単価（1万トン前後で平均23,000 Php/m<sup>3</sup>）を基に、処理施設、汚泥処理施設、土木・建築コストを計算した。

## MBBR

同方式は、基本的にCASに対して担体を追加した処理方式と考える。

水処理施設、汚泥処理施設、土木・建築それぞれ、日本の費用関数を用いて、CAS建設費に対するMBBRの追加コスト比率を算定し、CASの建設費にその比率で上載せしめて算定した。

### 2) 初期費用（その他）

その他、以下のコスト算定を行い初期費用として計上した。

a) 水処理施設及び汚泥処理施設の機械設備・電機設備費と土木・建築費の割合建設費に対し、メーカーヒアリングによる比率を参考として、以下とした。

- ✓ Las Piñas市（総容量 113,200 m<sup>3</sup>/day）：75%：25%
- ✓ Imus市（総容量 93,600 m<sup>3</sup>/day）：75%：25%
- ✓ Kawit町（総容量 22,500 m<sup>3</sup>/day）：70%：25%

### b) 敷地造成工事費

他プロジェクトの検討結果を参考に、土地の現況を考慮して以下の通りとした。

- ✓ Las Piñas市、Imus市（C-A、C-2、C-3）Kawit町  
0.3m 深表層切り土 + 0.8m 盛り土：Php6,000,000/ha
- ✓ Imus市（C-B）  
0.3m 深表層切り土 + 0.7m 開削 + 1.5m 盛り土：Php13,700,000/ha

### c) 土留め工事費

処理場建設に際し、掘削工事のための土留め工事費を以下のように設定した。

- ✓ 深層式 CAS  
土留め長さ x 深さ 15m：Php21,250/m<sup>2</sup>（¥50,000/m<sup>2</sup>）
- ✓ MBR、SBR、MBBR  
土留め長さ x 深さ 7.5m：Php21,250/m<sup>2</sup>（¥50,000/m<sup>2</sup>）

### d) 土地購入費

マニラッドより入手の市場価格を使用した。ただし、Imus市のC-B候補地については、マニラッド資料に含まれていないため、近隣のC-A、C-3（共に住宅地）の価格（Php3,000/m<sup>2</sup>及びPhp2,750/m<sup>2</sup>）と、C-Bサイトが現在水田であることから、Php2,000/m<sup>2</sup>と仮定した。

### 3) 運営管理費

#### a) 電力費

4種類の処理法ごとに以下に示す一般的な単位水処理量当たりのエネルギー消費量値を使用する。

- ✓ CAS: 0.4 Kwh/m<sup>3</sup>
- ✓ MBR: 0.45 Kwh/m<sup>3</sup>
- ✓ SBR: 0.45 Kwh/m<sup>3</sup>
- ✓ MBBR: 0.3 Kwh/m<sup>3</sup>

なお、Parañaque (CAS, 76,000 m<sup>3</sup>/day)の実績から計算すると、約0.2 Kwh/m<sup>3</sup> であるが、ここで採用されているベルトプレス脱水方式は、電力消費量が非常に少ないため、CAS については一般的な上記の値を使用した。

また、同じく Parañaque の実績より、電力単価は 7.1Php/Kwh とし、水処理量当たりの電力量 (Php/m<sup>3</sup>) を算出した。

#### b) 薬品費

対象項目としては、マニラッドでは消毒にUV を使用するため、消毒剤は除いて脱水添加剤のみ計上した。ただし、MBR では膜の洗浄用薬剤が含まれている。よって、CAS, SBR, MBBR に関しては、CAS でのコスト (Parañaqueの実績) と同じとして、単位水処理量当たりの薬品費 (Php/m<sup>3</sup>) を算定。また、MBR に関しては、メーカー提供の各薬剤使用量に単価を乗じて算定した。単価に関しては、日本での単価の半分と想定した。

(Parañaque の実績に含まれる、ポリマーの単価が日本の単価の約 40%であったため。)

#### c) 汚泥処理費

汚泥処理費は、汚泥発生量に応じて増減する。また汚泥発生量は、水処理量が同じでも処理方式により異なる。以上より、Parañaque (CAS) の実績コストを基に、処理方式ごとの汚泥発生量の違い (CAS での汚泥発生量との比率) で其々の方式での単位水処理量当たりの汚泥処理費 (Php/m<sup>3</sup>) を算出した。CAS での汚泥発生量を1.0 とした場合の他の方式の汚泥発生量は以下の通りである。

- ✓ CAS: 1.0 → Php 0.107/m<sup>3</sup> (Parañaque 実際の記録)
- ✓ MBR: 0.65 → Php 0.070/m<sup>3</sup>
- ✓ SBR: 0.9 → Php 0.096/m<sup>3</sup>
- ✓ MBBR: 1.15 → Php 0.123/m<sup>3</sup>

#### d) 人件費

処理方の違いによる人件費の大きな違いはないので、Parañaque (CAS) の (処理量ー建設コスト) の傾向と人件費実績を用いて、処理水量に応じた年間人件費 (百万Php/年) として算定した。

#### e) 維持および修理費

日本では一般に、処理方式に依らず、その年間費用が機・電費の8%程度とされているが、マニラでのケースとしてはやや低めの6%とし、年間費用 (百万 Php/年) として算定した。ただし、MBR とMBBR に関しては以下の追加費用を計上した。

MBR : メーカー提供データより、膜設備の交換費用 (10 年に一回を1年当たりに均した費用)

MBBR : 担体の補填費用として、担体初期コストの8%を毎年の補填費として加える。担体のみの初期コストは、初期建設費におけるCAS とMBBR の差分とする。



## (2) 管路施設

### 1) 初期費用

#### a) 下水管渠

フィージビリティ調査報告書をベースにしながら、各下水処理場オプションに対して必要となる下水管渠を設定した。各オプションでの施設数量は Appendix-5 に示す。下水管渠に対する単価は以下のように設定した。

- 自然流下管ではマイニラッド社から提供された高密度ポリエチレン管（HDPE 管）の単価を使用した。HDPE 管は近年マイニラッド社が最も採用している管種である。提供された管径が 350mm から 900mm のみだったため 1000mm 以上の管径は提供された管径と単価から推定した。
- $\phi$  300mm 以下の管は HDPE 管でなく小口径に適した ABS 管や塩ビ管等を使用する可能性が高いため、Cavite F/S 単価をそのまま使用した。
- 圧送管は鋼管を使うことに変わりがため、Cavite F/S 単価を使用した。
- 推進管は過去のマニラ西首都圏有償勘定案件（2012 年、JICA）で設定した単価を使用した。高すぎる恐れもあり、実績値との比較検討を試みた。ベトナムで実施された推進工事の実績と比較して単価が同等であったため、そのまま使用することとした。

#### b) ポンプ場

ポンプ場の積算単価は以下のように設定した。

- 5.4.8 項のタイプ 1 と 2 に相当するマンホールポンプ場は、ピーク汚水量 1: 0-100 lps, 2: 100-200 lps, 3: 200-400 lps, 4: 400-600 lps に分類した。各規模の単価は Cavite F/S 報告書と同等とした。
- ポンプ場用地を伴う大型ポンプ場（タイプ 3）の建設費は Cavite F/S 単価（今回の 3 台常用 + 1 台予備の計 4 台に相当するものとして  $\phi$  200x5.5m<sup>3</sup>/mx15kwx4Units で PHP22,006,000）をベースに、ポンプ規模に関連する揚呈、流量共に反映している消費電力ベースで比例計算した。
- 大型ポンプ場は基本的に下水処理場用地内に建設することとした。

### 2) 運営管理費

#### a) ポンプ場電力費

ポンプ場の電力費は以下の通り設定した。

- 消費電力量の算定式は上述の通りである。ポンプ揚呈により大きく影響を受けるため、Imus の概略計算から得られた数値を Cavite F/S 報告書での電力費と比較し、揚呈を調整することとした。
- 処理場と同じく Parañaque の実績より、電力単価は 7.1Php/Kwh を使用した。

b) 人件費

下水管渠の維持管理に必要な人件費は処理場の人件費に含まれるものとした。

ポンプ場の維持管理に係る人件費はポンプ場の運営管理費に含まれるものとした。

c) 維持修繕費

i) 管渠

- マニラッドには維持管理費を設定する上での決まった数値は存在しない。初期費への割り掛け値としては他の発展途上国での ODA プロジェクトでの例と比較し 0.5%とした。
- これに管路清掃費、補修費、修繕積立金を含むものとする。
- 人件費は処理場とポンプ場の人件費に含まれるものとした。

ii) ポンプ場

処理場と同様に機電が中心の施設として、同様に建設費の 6%がかかるものとした。

(3) 積算

各オプションの概算費用を表 5.3.3 に示す。

表 5.3.3 比較検討オプションおよび各概算費用 (CAS)

I. CAS									Initial Cost														Construction Cost (Tax excluded) (Php million) (10)=(8)+(9)		
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)	Land Cost		STP Cost							Collection Facility Cost							
									Land unit price (Php./m <sup>2</sup> ) (6)	Land Cost (Php million) (7)	Land foundation works (Php) (8)	Required Length for Temp. Retaining (m) (9)	Temporary Soil Retaining (Php million) (10)	STP-Civil and Building (Php million) (11)	STP-water treatment (Php million) (12)	STP-sludge treatment (Php million) (13)	STP-total cost of main layout (Php million) (14)	Total of STP, incl. land by site (Php million) (15)	Total of STP, incl. land (Php million) (16)	Pipeline (Php million) (17)	Pipeline without pipe jacking (million Php) (18)	Pump Station (Php million) (19)	Total of Collection facility for catchment (Php million) (9') (20)	Total of Collection facility (Php million) (9) (21)	
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	CAS-LP-1	CAS with Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	acquired	0.00	41,800	0.00	15.30	520	165.75	512.23	1,055.59	481.10	2,048.92	2,229.97	2,229.97	3,668.90	2,940.02	168.04	3,836.93	3,836.93	6,066.90
			L-C	no STP	7.00	not required	-	-	3,800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAS-LP-2	CAS without Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	acquired	0.00	41,800	0.00	15.30	520	165.75	486.62	1,055.59	481.10	2,023.31	2,204.36	2,204.36	3,668.90	2,940.02	168.04	3,836.93	3,836.93	6,041.29
			L-C	no STP	7.00	not required	-	-	3,800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	CAS-IMS-1	CAS with Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	3,000	65.40	13.08	430	137.06	432.90	847.00	451.70	1,731.60	1,947.14	1,947.14	1,566.01	1,566.01	137.06	1,703.07	1,703.07	3,650.21
			C-3	no STP	4.35	not required	-	-	2,750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAS-IMS-2	CAS without Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	1.90	check area	2.18	3,000	65.40	13.08	410	130.69	411.26	847.00	451.70	1,709.96	1,919.12	1,919.12	1,566.01	1,566.01	137.06	1,703.07	1,703.07	3,622.19
			C-3	no STP	4.35	not required	-	-	2,750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAS-IMS-3	CAS with Digestion Process	CAS-IMS-4	CAS without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.34	2.34	2,000	46.80	32.06	430	137.06	432.90	847.00	451.70	1,731.60	1,947.52	1,947.52	1,537.30	1,537.30	134.12	1,671.42	1,671.42	3,618.94
				C-B	93,600	5.60	1.74	1.74	2,000	34.80	23.84	410	130.69	411.26	847.00	451.70	1,709.96	1,899.28	1,899.28	1,537.30	1,537.30	134.12	1,671.42	1,671.42	3,570.70
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	CAS-KWT-1	CAS with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.20	1.59	7,000	111.30	9.54	370	117.94	145.20	201.30	137.50	484.00	722.78	722.78	258.99	258.99	49.00	308.00	308.00	1,030.77	
			K-3	22,000	1.59	0.90	0.90	7,000	63.00	5.40	340	108.38	137.94	201.30	137.50	484.00	660.78	660.78	258.99	258.99	49.00	308.00	308.00	968.77	

I. CAS									O & M Cost														LCC (Php million)
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)	STP Cost					Collection Facility Cost				Total O&M Cost for Catchment (Php million/year)	Total O&M Cost (Php million/year)				
									Energy Cost (Php million /year)	Chemical Cost (Php million /year)	Sludge Disposal Cost (Php million /year)	Manpower Cost (Php million /year)	Maintenance Cost (Php million /year)	Total of STP (Php million /year)	Total of STPs (Php million /year)	Energy Cost for Pumping Stations (Php million /year)	Maintenance Cost for Sewer and P/S (Php million /year)			Total of Collection Facility for catchment (Php million /year)	Total of Collection Facility (Php million /year)		
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	CAS-LP-1	CAS with Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	acquired	0.00	117.34	2.97	4.42	11.31	92.20	228.25	228.25	14.88	28.43	43.31	43.31	271.56	271.56	6,402	
			L-C	no STP	7.00	not required	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAS-LP-2	CAS without Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	acquired	0.00	117.34	2.97	4.42	11.31	92.20	228.25	228.25	14.88	28.43	43.31	43.31	271.56	271.56	6,149	
			L-C	no STP	7.00	not required	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	CAS-IMS-1	CAS with Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	97.03	2.46	3.66	9.56	77.92	190.62	190.62	4.69	16.05	20.74	20.74	211.37	211.37	4,043	
			C-3	no STP	4.35	not required	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAS-IMS-2	CAS without Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	1.90	check area	2.18	97.03	2.46	3.66	9.56	77.92	190.62	190.62	4.69	16.05	20.74	20.74	211.37	211.37	3,874	
			C-3	no STP	4.35	not required	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAS-IMS-3	CAS with Digestion Process	CAS-IMS-4	CAS without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.34	2.34	97.03	2.46	3.66	9.56	77.92	190.62	190.62	4.58	15.73	20.32	20.32	210.94	210.94	4,015	
				C-B	93,600	5.60	1.74	1.74	97.03	2.46	3.66	9.56	77.92	190.62	190.62	4.58	15.73	20.32	20.32	210.94	210.94	3,831	
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	CAS-KWT-1	CAS with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.20	1.59	22.81	0.58	0.86	2.67	20.33	47.24	47.24	2.35	4.24	6.59	6.59	53.83	53.83	1,050		
			K-3	22,000	1.59	0.90	0.90	22.81	0.58	0.86	2.67	20.33	47.24	47.24	2.35	4.24	6.59	6.59	53.83	53.83	978		

出典：調査団

表 5.3.4 比較検討オプションおよび各概算費用(MBR)

2. MBR									Initial Cost														Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)		
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)	Land Cost		STP Construction Cost (million Php)								Collection Facility Cost						
									Land unit price (Php./m <sup>2</sup> ) (6)	Land Cost (million Php) (7)	Land foundation works (Php) (8)	Required Length for Temp. Retaining (m) (9)	Temporary Soil Retaining (million Php) (10)	STP-Civil and Building (million Php) (11)	STP-water treatment (million Php) (12)	STP-sludge treatment (million Php) (13)	STP-total cost of main layout (million Php) (14)	Total of STP, incl. land by site (million Php) (8)	Total of STP, incl. land (million Php) (8)	Pipeline (million Php) (15)	Pipeline without pipe jacking (million Php) (16)	Pump Station (million Php) (17)		Total of Collection facility for catchment (Php million) (9)	Total of Collection facility (million Php) (9)
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBR-LP-1	MBR with Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	acquired	0.00	41,800	0.00	15.30	360	57.38	668.71	1,671.78	445.81	2,786.30	2,858.98	2,858.98	3,668.90	2,940.02	168.04	3,836.93	3,836.93	6,695.91
	MBR-LP-2	MBR without Digestion Process	L-A	113,200	3.25	1.95	acquired	0.00	41,800	0.00	11.70	360	57.38	635.28	1,671.78	445.81	2,752.86	2,821.94	2,821.94	3,668.90	2,940.02	168.04	3,836.93	3,836.93	6,658.87
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBR-IMS-1	MBR with Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	3,000	65.40	13.08	340	54.19	637.68	1,567.62	451.69	2,656.99	2,789.65	2,789.65	1,566.01	1,566.01	137.06	1,703.07	1,703.07	4,492.73
	MBR-IMS-2	MBR without Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	1.96	check area	2.18	3,000	65.40	13.08	340	54.19	605.79	1,567.62	451.69	2,625.10	2,757.77	2,757.77	1,566.01	1,566.01	137.06	1,703.07	1,703.07	4,460.84
	MBR-IMS-3	MBR with Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.05		2.05	2,000	41.00	28.09	300	47.81	637.68	1,567.62	451.69	2,656.99	2,773.88	2,773.88	1,537.30	1,537.30	134.12	1,671.42	1,671.42	4,445.31
	MBR-IMS-4	MBR without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	1.67		1.67	2,000	33.40	22.88	300	47.81	605.79	1,567.62	451.69	2,625.10	2,729.20	2,729.20	1,537.30	1,537.30	134.12	1,671.42	1,671.42	4,400.62
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBR-KWT-1	MBR with Digestion Process	K-2	22,000	0.95	0.91		0.95	4,680	44.46	5.70	220	35.06	259.08	474.98	129.54	863.60	948.82	948.82	200.17	200.17	47.34	247.51	247.51	1,196.33
	MBR-KWT-2	MBR without Digestion Process	K-2	22,000	0.95	0.91		0.95	4,680	44.46	5.70	220	35.06	246.13	474.98	129.54	850.65	935.87	935.87	200.17	200.17	47.34	247.51	247.51	1,183.38
	MBR-KWT-3	MBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.04		1.04	7,000	72.80	6.24	240	38.25	259.08	474.98	129.54	863.60	980.89	980.89	258.99	258.99	49.00	308.00	308.00	1,288.89
	MBR-KWT-4	MBR without Digestion Process	K-3	22,000	1.59	0.81		0.81	7,000	56.70	4.86	240	38.25	246.13	474.98	129.54	850.65	950.46	950.46	258.99	258.99	49.00	308.00	308.00	1,258.45

2. MBR									O & M Cost												LCC (million Php)	
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)	STP Cost					Collection Facility Cost				Total O&M Cost for Catchment (Php million/year)	Total O&M Cost (Php million/year)			
									Energy Cost (Php million /year) (6)	Chemical Cost (Php million /year) (7)	Sludge Disposal Cost (Php million /year) (8)	Manpower Cost (Php million /year) (9)	Maintenance Cost (Php million /year) (10)	Total of STP (Php million /year) (11)	Total of STPs (Php million /year) (12)	Energy Cost for Pumping Stations (Php million /year) (13)	Maintenance Cost for Sewer and P/S (Php million /year) (14)			Total of Collection Facility for catchment (Php million /year) (15)		Total of Collection Facility (Php million /year) (16)
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBR-LP-1	MBR with Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	acquired	0.00	132.01	40.54	2.89	11.31	156.07	342.82	342.82	14.88	28.43	43.31	43.31	386.13	386.13	7,544
	MBR-LP-2	MBR without Digestion Process	L-A	113,200	3.25	1.95	acquired	0.00	132.01	40.54	2.89	11.31	156.07	342.82	342.82	14.88	28.43	43.31	43.31	386.13	386.13	7,351
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBR-IMS-1	MBR with Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	109.15	33.10	2.39	9.56	146.03	300.23	300.23	4.69	16.05	20.74	20.74	320.98	320.98	5,330
	MBR-IMS-2	MBR without Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	1.96	check area	2.18	109.15	33.10	2.39	9.56	146.03	300.23	300.23	4.69	16.05	20.74	20.74	320.98	320.98	5,216
	MBR-IMS-3	MBR with Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.05		2.05	109.15	33.10	2.39	9.56	146.03	300.23	300.23	4.58	15.73	20.32	20.32	320.55	320.55	5,289
	MBR-IMS-4	MBR without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	1.67		1.67	109.15	33.10	2.39	9.56	146.03	300.23	300.23	4.58	15.73	20.32	20.32	320.55	320.55	5,166
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBR-KWT-1	MBR with Digestion Process	K-2	22,000	0.95	0.91		0.95	26.80	8.75	0.56	2.67	43.38	82.16	82.16	2.34	3.84	6.18	6.18	88.34	88.34	1,369
	MBR-KWT-2	MBR without Digestion Process	K-2	22,000	0.95	0.91		0.95	26.80	8.75	0.56	2.67	43.38	82.16	82.16	2.34	3.84	6.18	6.18	88.34	88.34	1,349
	MBR-KWT-3	MBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.04		1.04	26.80	8.75	0.56	2.67	43.38	82.16	82.16	2.35	4.24	6.59	6.59	88.75	88.75	1,439
	MBR-KWT-4	MBR without Digestion Process	K-3	22,000	1.59	0.81		0.81	26.80	8.75	0.56	2.67	43.38	82.16	82.16	2.35	4.24	6.59	6.59	88.75	88.75	1,407

出典：調査団

表 5.3.5 比較検討オプションおよび各概算費用(SBR)

3. SBR									Initial Cost														Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)			
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)	Land Cost		STP Construction Cost (million Php)								Collection Facility Cost							
									Land unit price (Php./m <sup>2</sup> ) (6)	Land Cost (million Php) (7)	Land foundation works (Php) (11)	Required Length for Temp. Retaining (m) (12)	Temporary Soil Retaining (million Php) (13)	STP-Civil and Building (million Php) (14)	STP-water treatment (million Php) (15)	STP-sludge treatment (million Php) (16)	STP-total cost of main layout (million Php) (17)	Total of STP, incl. land by site (million Php) (8)	Total of STPs, incl. land (million Php) (8)	Pipeline (million Php) (18)	Pipeline without pipe jacking (million Php) (19)	Pump Station (million Php) (20)		Total of Collection facility for catchment (Php million) (9)	Total of Collection facility (million Php) (9)	
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	SBR-LP-1	SBR with Digestion Process	L-A	56,600	3.25	2.55	acquired	0.00	41,800	0.00	15.30	560	89.25	283.00	632.52	216.48	1,132.00	1,236.55	2,598.92	2,225.44	1,787.86	86.45	2,311.89	3,284.71	5,883.63	
	SBR-LP-2	SBR without Digestion Process	L-A	56,600	7.00	2.99	acquired	2.99	3,800	113.62	17.94	620	98.81	283.00	632.52	216.48	1,132.00	1,362.37	2,547.20	912.49	912.49	60.33	972.82	3,403.94	5,951.13	
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	SBR-IMS-1	WTF	C-2	57,800	1.80	1.75		1.80	3,000	54.00	10.80	580	92.44	289.00	615.96	251.04	1,156.00	1,313.24	2,232.91	927.77	927.77	75.52	1,003.29	1,576.74	3,809.65	
		STF with Digestion Process	C-A	(57,800)	2.18 (1.38)	0.77	check area	0.77	3,000	23.10	4.62	0	0.00					27.72								
		SBR with Digestion Process	C-3	35,800	4.35	1.90		1.90	2,750	52.25	11.40	480	76.50	187.95	408.36	155.49	751.80	891.95		536.85	536.85	36.60	573.45			
	SBR-IMS-2	WTF	C-2	57,800	1.80	1.75		1.80	3,000	54.00	10.80	580	92.44	274.55	615.96	251.04	1,141.55	1,298.79	2,190.90	927.77	927.77	75.52	1,003.29	1,576.74	3,767.64	
		STF without Digestion Process	C-A	(57,800)	2.18 (1.38)	0.34	check area	0.34	3,000	10.20	2.04	0	0.00				12.24									
		SBR without Digestion Process	C-3	35,800	4.35	1.82		1.82	2,750	50.05	10.92	480	76.50	178.55	408.36	155.49	742.40	879.87		536.85	536.85	36.60	573.45			
	SBR-IMS-3	SBR with Digestion Process	C-A	50,000	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	3,000	65.40	13.08	420	66.94	262.50	570.34	217.16	1,050.00	1,195.42	2,275.99	913.39	913.39	84.32	997.71	1,590.03	3,866.02	
			C-3	43,600	4.35	2.07		2.07	2,750	56.93	12.42	600	95.63	228.90	497.34	189.36	915.60	1,080.57		552.79	552.79	39.53	592.33			
	SBR-IMS-4	SBR without Digestion Process	C-A	57,800	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	3,000	65.40	13.08	460	73.31	288.28	659.31	251.04	1,198.63	1,350.42	2,230.29	962.03	962.03	87.25	1,049.28	1,622.73	3,853.02	
			C-3	35,800	4.35	1.82		1.82	2,750	50.05	10.92	480	76.50	178.55	408.36	155.49	742.40	879.87		536.85	536.85	36.60	573.45			
	SBR-IMS-5	SBR with Digestion Process	C-B	93,600	5.60	3.27		3.27	2,000	65.40	44.80	560	89.25	444.60	927.28	406.52	1,778.40	1,977.85	1,977.85	1,537.30	1,537.30	134.12	1,671.42	1,671.42	3,649.27	
		SBR without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	3.21		3.21	2,000	64.20	43.98	560	89.25	422.37	927.28	406.52	1,756.17	1,953.60	1,953.60	1,537.30	1,537.30	134.12	1,671.42	1,671.42	3,625.02	
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	SBR-KWT-1	SBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.40		1.59	7,000	111.30	9.54	340	54.19	145.20	215.01	123.80	484.00	659.03	659.03	258.99	258.99	49.00	308.00	308.00	967.02	
	SBR-KWT-2	SBR without Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.29		1.59	7,000	111.30	9.54	340	54.19	137.94	215.01	123.80	476.74	651.77	651.77	258.99	258.99	49.00	308.00	308.00	959.76	

3. SBR									O & M Cost														LCC (million Php)
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)	STP Cost					Collection Facility Cost					Total O&M Cost for Catchment (Php million/year)	Total O&M Cost (Php million/year)			
									Energy Cost (Php million /year) (10)	Chemical Cost (Php million /year) (11)	Sludge Disposal Cost (Php million /year) (12)	Manpower Cost (Php million /year) (13)	Maintenance Cost (Php million /year) (14)	Total of STP (Php million /year) (15)	Total of STPs (Php million /year) (16)	Energy Cost for Pumping Stations (Php million /year) (17)	Maintenance Cost for Sewer and P/S (Php million /year) (18)	Total of Collection Facility for catchment (Php million /year) (19)			Total of Collection Facility (Php million /year) (20)		
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	SBR-LP-1	SBR with Digestion Process	L-A	56,600	3.25	2.55	acquired	0.00	66.01	1.49	1.98	6.06	50.94	126.48	252.95	8.56	16.31	24.87	37.22	151.35	290.18	6,058	
			L-C	56,600	7.00	2.99		2.99	66.01	1.49	1.98	6.06	50.94	126.48			4.17	8.18	12.35		138.83		
SBR-LP-2	SBR without Digestion Process		L-A	64,900	3.25	2.55	acquired	0.00	75.68	1.71	2.27	6.84	58.41	144.92	252.95	8.88	17.20	26.07	37.23	170.99	290.18	5,978	
			L-C	48,300	7.00	2.53		2.53	56.33	1.27	1.69	5.28	43.47	108.04			3.50	7.65	11.15		119.19		
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	SBR-IMS-1	WTF	C-2	57,800	1.80	1.75		1.80	67.40	1.52	2.03	6.19	52.02	129.16	210.89	2.77	9.17	11.94	18.58	141.10	229.47	4,145	
		STF with Digestion Process	C-A	(57,800)	2.18 (1.38)	0.77	check area	0.77												0.00			
		SBR with Digestion Process	C-3	35,800	4.35	1.90		1.90	41.75	0.94	1.25	3.95	33.83	81.73			1.76	4.88	6.64		88.37		
	SBR-IMS-2	WTF	C-2	57,800	1.80	1.75		1.80	67.40	1.52	2.03	6.19	52.02	129.16	210.89	2.77	9.17	11.94	18.58	141.10	229.47	4,001	
		STF without Digestion Process	C-A	(57,800)	2.18 (1.38)	0.34	check area	0.34												0.00			
		SBR without Digestion Process	C-3	35,800	4.35	1.82		1.82	41.75	0.94	1.25	3.95	33.83	81.73			1.76	4.88	6.64		88.37		
	SBR-IMS-3	SBR with Digestion Process	C-A	50,000	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	58.31	1.31	1.75	5.41	47.25	114.03	213.52	3.15	9.63	12.78	19.81	126.81	233.33	4,212	
			C-3	43,600	4.35	2.07		2.07	50.85	1.15	1.53	4.77	41.20	99.49			1.90	5.14	7.04		106.52		
	SBR-IMS-4	SBR without Digestion Process	C-A	57,800	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	67.40	1.52	2.03	6.19	54.62	131.76	213.49	3.25	10.05	13.29	19.94	145.05	233.42	4,089	
			C-3	35,800	4.35	1.82		1.82	41.75	0.94	1.25	3.95	33.83	81.73			1.76	4.88	6.64		88.37		
	SBR-IMS-5	SBR with Digestion Process	C-B	93,600	5.60	3.27		3.27	109.15	2.46	3.28	9.56	80.03	204.48	204.48	4.58	15.73	20.32	20.32	224.80	224.80	4,104	
		SBR without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	3.21		3.21	109.15	2.46	3.28	9.56	80.03	204.48	204.48	4.58	15.73	20.32	20.32	224.80	224.80	3,936	
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	SBR-KWT-1	SBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.40		1.59	25.66	0.58	0.77	2.67	20.33	50.00	50.00	2.35	4.24	6.59	6.59	56.59	56.59	1,015	
			SBR-KWT-2	SBR without Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.29		1.59	25.66	0.58	0.77	2.67	20.33	50.00	50.00	2.35	4.24	6.59	6.59	56.59	56.59

Note:  
WTF: Water Treatment Facilities, STF: Sludge Treatment Facilities  
出典：調査団

表 5.3.6 比較検討オプションおよび各概算費用(MBBR)

4. MBBR									Initial Cost														Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)				
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)	Land Cost		STP Construction Cost (million Php)								Collection Facility Cost								
									Land unit price (Php./m <sup>2</sup> ) (6)	Land Cost (million Php) (7)	Land foundation works (Php) (8)	Required Length for Temp. Retaining (m) (9)	Temporary Soil Retaining (million Php) (10)	STP-Civil and Building (million Php) (11)	STP-water treatment (million Php) (12)	STP-sludge treatment (million Php) (13)	STP-total cost of main layout (million Php) (14)	Total of STP, incl. land by site (million Php) (15)	Total of STPs, incl. land (million Php) (16)	Pipeline (million Php) (17)	Pipeline without pipe jacking (million Php) (18)	Pump Station (million Php) (19)	Total of Collection facility for catchment (Php million) (20)	Total of Collection facility (million Php) (21)			
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBBR-LP-1	MBBR with Digestion Process	L-A	80,000	3.25	2.55	acquired	0.00	41,800	0.00	15.30	520	82.88	450.00	1,010.02	339.98	1,800.00	1,898.18	2,807.24	2,480.50	1,928.26	105.52	2,586.02	3,497.63	6,304.87		
			L-C	33,200	7.00	1.32		1.32	3,800	50.16	7.92	340	54.19	199.20	456.51	141.09	796.80	909.07		872.95	912.49	38.66	911.61				
	MBBR-LP-2	MBBR without Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	acquired	0.00	41,800	0.00	15.30	620	98.81	594.16	1,395.22	481.07	2,470.45	2,584.56	2,584.56	3,668.90	2,940.02	168.04	3,836.93	3,836.93	6,421.49		
			L-C	no STP	7.00	not required		-	3,800	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-			-	-
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBBR-IMS-1	WTF	C-2	33,200	1.80	1.23		1.23	3,000	36.90	7.38	320	51.00	199.20	437.39	160.21	796.80	892.08	2,451.85	871.11	871.11	63.78	934.90	1,600.66	4,052.51		
		STF with Digestion Process	C-A	(33,200)	2.18 (1.38)	0.72	check area	0.72	3,000	21.60	4.32	0	0.00					25.92									
		MBBR with Digestion Process	C-3	60,400	4.35	2.06		2.44	2,750	67.10	14.64	660	105.19	336.73	718.71	291.48	1,346.92	1,533.85			567.55	567.55	98.22			665.77	
	MBBR-IMS-2	WTF	C-2	33,200	1.80	1.23		1.23	3,000	36.90	7.38	320	51.00	189.24	437.39	160.21	786.84	882.12	2,387.24	871.11	871.11	63.78	934.90	1,600.66	3,987.90		
		STF without Digestion Process	C-A	(33,200)	2.18 (1.38)	0.34	check area	0.34	3,000	10.20	2.04	0	0.00					12.24									
		MBBR without Digestion Process	C-3	60,400	4.35	1.91		1.91	2,750	52.53	11.46	620	98.81	319.89	718.71	291.48	1,330.08	1,492.88			567.55	567.55	98.22			665.77	
	MBBR-IMS-3	MBBR with Digestion Process	C-A	65,000	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	3,000	65.40	13.08	400	63.75	373.75	807.58	313.67	1,495.00	1,637.23	2,420.36	992.81	992.81	106.33	1,099.13	1,670.82	4,091.19		
			C-3	28,600	4.35	1.27		1.27	2,750	34.93	7.62	340	54.19	171.60	376.78	138.02	686.40	783.13		542.43	542.43	29.26	571.69				
	MBBR-IMS-4	MBBR without Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	3,000	65.40	13.08	440	70.13	493.51	1,106.75	451.69	2,051.95	2,200.55	2,200.55	1,566.01	1,566.01	137.06	1,703.07	1,703.07	3,903.62		
			C-3	no STP	4.35	not required		-	2,750	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-			-	-
			C-B	93,600	5.60	2.71		2.71	2,000	54.20	37.13	460	73.31	519.48	1,106.75	451.69	2,077.92	2,242.56		1,537.30	1,537.30	134.12	1,703.07			1,671.42	3,913.98
	MBBR-IMS-6	MBBR without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.58		2.58	2,000	51.60	35.35	460	73.31	493.51	1,106.75	451.69	2,051.95	2,212.20	2,212.20	1,537.30	1,537.30	134.12	1,703.07	1,671.42	3,883.63		
C-3			no STP	4.35	not required		-	2,750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-			-	
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBBR-KWT-1	MBBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.36		1.59	7,000	111.30	9.54	300	47.81	165.00	247.45	137.55	550.00	718.65	718.65	258.99	258.99	49.00	308.00	308.00	1026.65		
			L-C	22,000	1.59	0.99		0.99	7,000	69.30	5.94	300	47.81	156.75	247.45	137.55	541.75	664.80		664.80	258.99	258.99	49.00			308.00	308.00

4. MBBR									O & M Cost														LCC (million Php)			
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)	STP Cost					Collection Facility Cost					Total O&M Cost for Catchment (Php million/year)	Total O&M Cost (Php million/year)						
									Energy Cost (Php million /year)	Chemical Cost (Php million /year)	Sludge Disposal Cost (Php million /year)	Manpower Cost (Php million /year)	Maintenance Cost (Php million /year)	Total of STP (Php million /year)	Total of STPs (Php million /year)	Energy Cost for Pumping Stations (Php million /year)	Maintenance Cost for Sewer and P/S (Php million /year)	Total of Collection Facility for catchment (Php million /year)			Total of Collection Facility (Php million /year)					
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBBR-LP-1	MBBR with Digestion Process	L-A	80,000	3.25	2.55	acquired	0.00	62.20	2.10	3.59	8.26	108.07	184.22	261.07	9.91	18.73	28.65	38.00	212.86	299.07	6,717				
			L-C	33,200	7.00	1.32		1.32	25.81	0.87	1.49	3.83	44.85	76.85		2.67	6.68	9.36		86.21						
	MBBR-LP-2	MBBR without Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	acquired	0.00	88.01	2.97	5.08	11.31	148.64	256.01	256.01	14.88	28.43	43.31	43.31	299.32	299.32	6,875				
			L-C	no STP	7.00	not required		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-			-	-	-	-
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBBR-IMS-1	WTF	C-2	33,200	1.80	1.23		1.23	25.81	0.87	1.49	3.83	44.04	76.05	213.90	2.32	8.18	10.50	22.89	86.55	236.79	4,520				
		STF with Digestion Process	C-A	(33,200)	2.18 (1.38)	0.72	check area	0.72	46.96	1.59	2.71	6.47	80.13	137.85		3.66	8.73	12.39		150.24						
		MBBR with Digestion Process	C-3	60,400	4.35	2.06		2.44	46.96	1.59	2.71	6.47	80.13	137.85		3.66	8.73	12.39		150.24						
	MBBR-IMS-2	WTF	C-2	33,200	1.80	1.23		1.23	25.81	0.87	1.49	3.83	44.04	76.05	213.90	2.32	8.18	10.50	22.89	86.55	236.79	4,308				
		STF without Digestion Process	C-A	(33,200)	2.18 (1.38)	0.34	check area	0.34	46.96	1.59	2.71	6.47	80.13	137.85		3.66	8.73	12.39		150.24						
		MBBR without Digestion Process	C-3	60,400	4.35	1.91		1.91	46.96	1.59	2.71	6.47	80.13	137.85		3.66	8.73	12.39		150.24						
	MBBR-IMS-3	MBBR with Digestion Process	C-A	65,000	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	50.53	1.71	2.92	6.85	87.41	149.42	215.50	3.20	11.34	14.54	20.53	163.97	236.03	4,548				
			C-3	28,600	4.35	1.27		1.27	22.24	0.75	1.28	3.35	38.46	66.08		1.52	4.47	5.99		72.06						
	MBBR-IMS-4	MBBR without Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	2.18	check area	2.18	72.77	2.46	2.92	9.56	121.21	208.92	208.92	4.69	16.05	20.74	20.74	229.66	229.66	4,373				
			C-3	no STP	4.35	not required		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-			-	-	-	-
			C-B	93,600	5.60	2.71		2.71	72.77	2.46	4.20	9.56	121.21	210.20		210.20	4.58	15.73		20.32			20.32	230.52	230.52	4,422
	MBBR-IMS-6	MBBR without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.58		2.58	72.77	2.46	4.20	9.56	121.21	210.20	210.20	4.58	15.73	20.32	20.32	230.52	230.52	4,311				
C-3			no STP	4.35	not required		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-			-	-	-	
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBBR-KWT-1	MBBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.36		1.59	17.10	0.58	0.99	2.67	27.75	49.09	49.09	2.35	4.24	6.59	6.59	55.68	55.68	1,070				
			L-C	22,000	1.59	0.99		0.99	17.10	0.58	0.99	2.67	27.75	49.09		49.09	2.35	4.24		6.59			6.59	55.68	55.68	1,024

Note:  
WTF: Water Treatment Facilities, STF: Sludge Treatment Facilities  
出典: 調査団

## 5.4 Las Piñas 市における下水道計画

### 5.4.1 下水処理場候補地

第4章で記したように、Las Piñas 市における下水処理場候補地は下記の通りである。

L-A : 3.25 ヘクタール、L-C : 7.00 ヘクタール、 L-22 : 19.00 ヘクタール

### 5.4.2 下水処理水の放流先

Las Piñas 市における下水処理水の放流先を図 5.4.1 に示す。

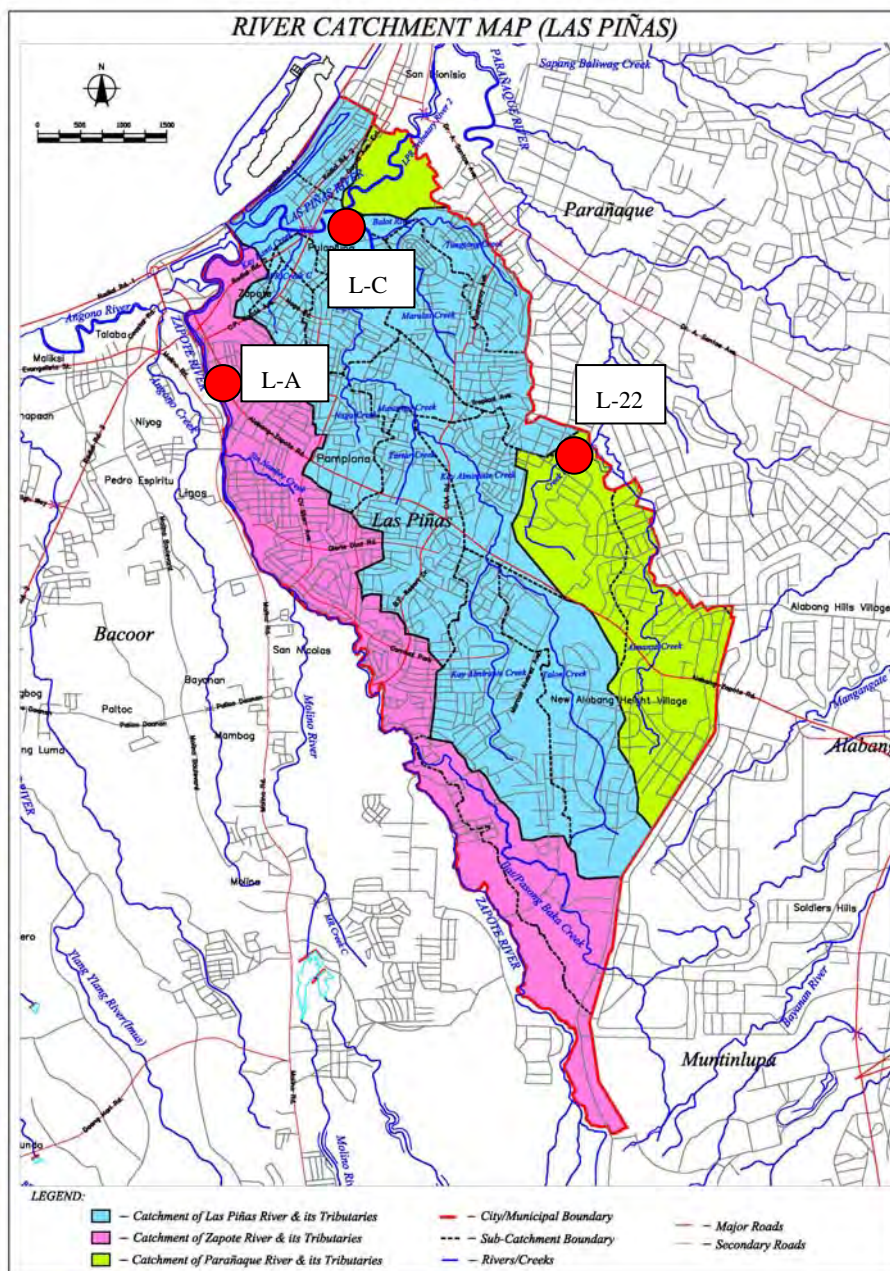


図 5.4.1 Las Piñas 市における下水処理水放流先

### 5.4.3 計画下水処理場容量

Las Piñas 市における計画下水処理場容量は、第 5.1 節で示したように、113,200 m<sup>3</sup>/日である。

### 5.4.4 下水道システムケーススタディのオプション

第 5.3.1 節で説明した方針に基づいて下記のようにケーススタディのオプションを検討した。

- L-A は、マイニラッド社によって取得されている。そのため、最大可能容量の下水処理場が L-A に計画されている。
- 全容量に対応する下水処理場が L-A に建設できない場合は、Las Piñas 市において下流に位置する L-C に別の下水処理場を計画する。
- L-22 の下水処理場は、L-A および L-C 両方の下水処理場の容量が必要量より十分でない場合の唯一のオプションとなる。
- 各処理プロセスのケーススタディは、前述した条件で行う必要がある。



図 5.4.2 Las Piñas 市の下水道システムのケーススタディのオプション



### 5.4.5 下水道システムケーススタディ結果

下記にケーススタディ結果を記す。

#### (1) CAS (2 オプション)

表 5.4.1 CAS の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	CAS-LP-1	CAS with Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	Acquired	0.00
			L-C	no STP	7.00	not required	Not acquired	-
	CAS-LP-2	CAS without Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	Acquired	0.00
			L-C	no STP	7.00	not required	Not acquired	-

#### (2) MBR (2 オプション)

表 5.4.2 MBR の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBR-LP-1	MBR with Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	Acquired	0.00
	MBR-LP-2	MBR without Digestion Process	L-A	113,200	3.25	1.95	Acquired	0.00

#### (3) SBR (2 オプション)

表 5.4.3 SBR の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	SBR-LP-1	SBR with Digestion Process	L-A	56,600	3.25	2.55	Acquired	0.00
			L-C	56,600	7.00	2.99	Not acquired	2.99
	SBR-LP-2	SBR without Digestion Process	L-A	64,900	3.25	2.55	Acquired	0.00
			L-C	48,300	7.00	2.53	Not acquired	2.53

#### (4) MBBR (2 オプション)

表 5.4.4 MBBR の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Las Pinas (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBBR-LP-1	MBBR with Digestion Process	L-A	80,000	3.25	2.55	Acquired	0.00
			L-C	33,200	7.00	1.32	Not acquired	1.32
	MBBR-LP-2	MBBR without Digestion Process	L-A	113,200	3.25	2.55	Acquired	0.00
			L-C	no STP	7.00	not required	Not acquired	-

付録6の表 1.1～1.6に各オプションにおける候補地の下水処理場のレイアウトプランを示す。表の各オプションの下水道システムについては第 5.4.6～5.4.8 節に述べる。

## 5.4.6 下水幹線

### (1) 下水管流量の設定条件

5.1.1 項と表 5.1.1、5.1.2 に示す通り、以下の下水が管渠に流入するものとした。

- 家庭污水
- 工場、商業污水
- 地下水

家庭污水はマイニラッド社に提供された 2037 年の水使用量を基にした。工場、少々汚水も同様にマイニラッド社データを基にした。

地下水については対象都市における実績値等のデータが存在しない。従って有償勘定案件（2012 年、JICA）での設定値である 15%を使用することとし、マイニラッド社とも合意した。

### (2) 検討ケース

#### 1) F/S で提案された 3 流域の統合 (L-A 処理場: 113,200 m<sup>3</sup>/日)

本ケースに該当する処理場オプション、計画人口及び汚水量は下表のとおりである。

表 5.4.5 管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量 (Las Piñas 市 3 流域の統合)

STP Option	Catchment	Destination	Area	Population	Average Dry Weather Flow at STP (m <sup>3</sup> /day)	Peak Flow to Conveyance System at STP	
			(ha)	(capita)		(m <sup>3</sup> /day)	(m <sup>3</sup> /sec)
CAS-LP-1 CAS-LP-2 MBR-LP-1 MBR-LP-2 MBBR-LP-2	L-A L-22 L-C	L-A	3,370.86	729,908	113,200	192,000	2.22

出典：調査団

本ケースの計画コンセプトは以下の通りである。

- Alabang-Zapote Road 下に追加の幹線（延長：3,900m）を布設し、L-22 流域の全量汚水と L-C 流域の上流側汚水を L-A 処理場へ流下させる。
- F/S 提案の L-22 処理場の地域が低地のため、上記追加幹線に下水を送るため、追加のマンホールポンプ場（MP-A: ピーク流量約 28,000 m<sup>3</sup>/日）が必要となる。
- 追加幹線での遮集に伴い、L-C 流域内の遮集点から下流側の F/S 提案幹線の管径は小さくした。
- 同じく市の幹線道路である Quirino Avenue（約 1,200m）、Alabang-Zapote Road(海側)（約 1,000m）下に L-C の下流側下水を L-A へ送る幹線（計 2,200m）を布設するものとする。
- L-C 流域から L-A 処理場へ下水を送るため、追加幹線の付近に中継ポンプ場が必要

となる。

- 追加2路線と重複する路線上のF/S路線は数量から差し引いた。
- F/SでのL-C処理場付近の管路は、L-CからL-A方向へ逆方向に流下することになる。追加路線までの流量は減るため、F/S提案処理場→追加路線起点までの管径を調整。
- Alabang-Zapote Road、Quirino Avenue共に現地踏査（図5.4.3参照）より交通量が非常に大きいことが確認されている。長距離推進工法で布設することを提案する。



出典：調査団

図 5.4.3 Alabang-Zapote Road と Quirino Avenue の交通渋滞

2) L-22 流域、L-A 流域、L-C 流域上流域の統合

本ケースの計画条件を下表に示す。

表 5.4.6 管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量 (Las Piñas 市 L-22 流域、L-A 流域、L-C 流域上流域の統合)

STP Option	Catchment	Destination	Assumed Area	Population	Average Dry Weather Flow at STP	Peak Flow to Conveyance System at STP	
			(ha)			(capita)	(m <sup>3</sup> /day)
MBBR-LP-1	L-A L-22 Part of L-C	L-A	2,490.76	515,715	80,000	136,000	1.57
	Part of L-C	L-C	880.10	214,193	33,200	56,300	0.65

出典：調査団

本ケースの計画コンセプトは以下の通りである。

- 上記 1) と同様に L-22 から L-A へ送るための幹線と追加ポンプ場を追加。
- 上記 1) と同様、L-C 上流域は追加幹線で遮集
- L-C の下流域は全て L-C 処理場へ送る。1) と同様に追加幹線から下流の路線は管径を調整。

3) L-22 流域、L-A 流域の統合

All the options corresponding to this case are shown in following 表.

表 5.4.7 管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量(Las Piñas 市 L-22 流域、L-A 流域の統合)

STP Option	Catchment	Destination	Assumed Area	Population	Average Dry Weather Flow at STP	Peak Flow to Conveyance System at STP	
			(ha)			(capita)	(m <sup>3</sup> /day)
SBR-LP-1	L-A Part of L-22	L-A	1,832.91	364,915	56,600	95,900	1.11
	L-C Part of L-22	L-C	1,537.95	364,993	56,600	95,900	1.11
SBR-LP-2	L-A L-22	L-A	2,090.96	418,415	64,900	110,000	1.27
	L-C	L-C	1,279.90	311,493	48,300	81,900	0.95

出典：調査団

- 上記 1), 2) と同様に L-22 から L-A へ送るための幹線と追加ポンプ場を追加。
- L-C 上流域を追加幹線で遮集せず、F/S 提案通りに追加幹線とクロスする形で L-C 処理場へ。
- 追加幹線の管径は SBR-LP-1,2 での L-22→L-A への流下汚水量から設定。SBR-LP-1 では L-22 流域の一部から L-C 流域へ流下することとなる。

4) 統合なしの 3 流域 (F/S ベース)

下表に示す通り、本ケースは既存 F/S と同じ計画である。ただし、マイニラッド社提供の水需要予測データに基づき、計画数値は更新した。

表 5.4.8 管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画  
人口・汚水量(Las Piñas 市 3 流域の統合なし)

STP Option	Catchment	Destination	Assumed Area	Population	Average Dry Weather Flow at STP	Peak Flow to Conveyance System at STP	
			(ha)			(m <sup>3</sup> /day)	(m <sup>3</sup> /day)
SBR-LP-0	L-22	L-22	1,125.65	233,377	36,200	61,300	0.71
	L-A	L-A	965.31	185,039	28,700	48,600	0.56
	L-C	L-C	1,279.90	311,493	48,300	81,900	0.95

出典：調査団

- 管渠計画コンセプトは F/S と同じであるが、計画人口の変更に基づく流量変更に伴い、管径の調整を行った。

### (3) 幹線の計画条件

マイニラッド社の設計指針および不足分の一部は日本の下水道施設計画設計指針で補足する形で以下の通りの計画条件とした。

管渠形状: 円形

最小流速: 下表に示す

表 5.4.9 管路の最小流速

Diameter (mm)	Less than 300	300 – 900	More than 900
Velocity (m/s)	0.75	0.80	1.00

出典：マイニラッド

最大流速: 2.4 m/s

余裕率: ピーク流量に対し 100%

管材: 高密度ポリエチレン (HDPE)

粗度係数: 0.010

ただし、全ての管に対し 100%の余裕率は過大な計画となってしまうため、日本の設計指針を参考にφ700mm以上の管は50%とした。

### (4) 各オプションに対する管路計画の数量概要

下表に各オプションに対する管路計画の数量の概要を示す。

表 5.4.10 Las Piñas 市各オプションにおける管路数量

No.	Diameter (mm)	Material (assumed)	Sewer Length (m)														
			CAS-LP-1				MBBR-LP-1				SBR-LP-1			SBR-LP-2			SBR-LP-0
Option			L-A	L-A	L-C	Total	L-A	L-C	Total	L-A	L-C	Total	L-22	L-A	L-C	Total	
(1) Open Cut																	
1	150	PVC	17,030	9,450	7,580	17,030	9,450	7,580	17,030	9,450	7,580	17,030	3,180	6,270	7,580	17,030	
2	200	PVC	10,560	4,850	5,710	10,560	4,850	5,050	9,900	4,850	5,050	9,900	3,320	1,530	5,050	9,900	
3	250	PVC	6,340	2,450	3,890	6,340	2,450	3,790	6,240	2,450	3,790	6,240	1,650	800	3,790	6,240	
4	300	PVC	7,880	4,880	3,000	7,880	4,880	3,000	7,880	4,880	3,000	7,880	2,170	2,710	3,000	7,880	
5	350	HDPE	4,460	2,160	1,950	4,110	2,160	1,950	4,110	2,160	1,950	4,110	1,590	570	1,950	4,110	
6	400	HDPE	4,720	1,020	3,660	4,680	1,020	3,360	4,380	1,020	3,360	4,380	1,020	0	3,360	4,380	
7	450	HDPE	3,280	2,980	200	3,180	2,980	200	3,180	2,980	200	3,180	1,480	1,500	200	3,180	
8	500	HDPE	2,450	2,450	300	2,750	2,450	300	2,750	2,450	300	2,750	1,260	1,190	300	2,750	
9	600	HDPE	2,500	1,470	1,430	2,900	1,470	1,610	3,080	1,470	1,610	3,080	1,170	300	1,610	3,080	
10	700	HDPE	10,590	8,260	1,780	10,040	8,260	2,660	10,920	8,260	2,660	10,920	3,530	4,730	2,660	10,920	
11	800	HDPE	1,100	1,100	680	1,780	1,100	680	1,780	1,100	680	1,780	0	2,000	680	2,680	
12	900	HDPE	2,090	1,410	1,800	3,210	1,410	1,800	3,210	1,410	1,800	3,210	1,410	0	1,800	3,210	
13	1000	HDPE	0	0	200	200	0	200	200	0	200	200	0	0	200	200	
14	1100	HDPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
(2) Pipe Jacking																	
15	1000	RC PVCL	2,200	0	0	0	3,900	0	3,900	0	0	0	0	0	0	0	
16	1100	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	3,900	0	3,900	0	0	0	0	
17	1200	RC PVCL	3,900	3,900	0	3,900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total			79,100	46,380	32,180	78,560	46,380	32,180	78,560	46,380	32,180	78,560	21,780	21,600	32,180	75,560	

出典：調査団

(5) 非開削工法に関して

上記の通り、追加幹線に対しては非開削工法で布設することを推奨する。その主な理由は以下の通りである。

- Alabang-Zapote Road と Quirino Avenue は交通量の多い幹線道路である。開削工法による布設は道路および周辺環境への影響が非常に大きい。
- Paranaque 市での類似ケースより、非開削工法による計画で Las Piñas 市長による道路掘削許可を得やすいと想定される。開削により道路掘削許可が下りない場合、プロジェクトの遅延につながる。

1) 非開削工法の選定と推奨

非開削工法として多くの工法がある。その例は以下の通りである。

1. 中大口径推進工法
2. 小口径推進工法
3. 特殊推進工法
4. シールド工法
5. HDD 工法

上記 1、2 共に長距離に対応可能だが、一般に中大口径の方が信頼性が高い。

表 5.4.11 非開削工法の一般的分類

(1) Large and medium diameter (Dia. 800 to 3000 mm)	1) Open type	i) Hand shield type
	2) Closed type	i) Slurry type
		ii) Earth pressure balance type
(2) Small diameter propulsion (or small diameter jacking method) (Dia. 700 mm or smaller)	1) High load-carrying (High strength pipe)	i) Press fitting type
		ii) Slurry type
		iii) High density slurry type
	2) Low load-carrying (Low strength pipe)	i) Press fitting type
		ii) Slurry type
		iii) High density slurry type
	3) Steel casing pipe method	i) Auger type
(3) Special type jacking method	1) Box type jacking method	
	2) Lateral jacking (Dia. 100 to 250 mm)	
(4) Shield tunneling method	Both open and closed types are applicable	
(5) Horizontal directional drilling (HDD)	Open type is applicable, pull pipes from arrival shaft	

出典：調査団

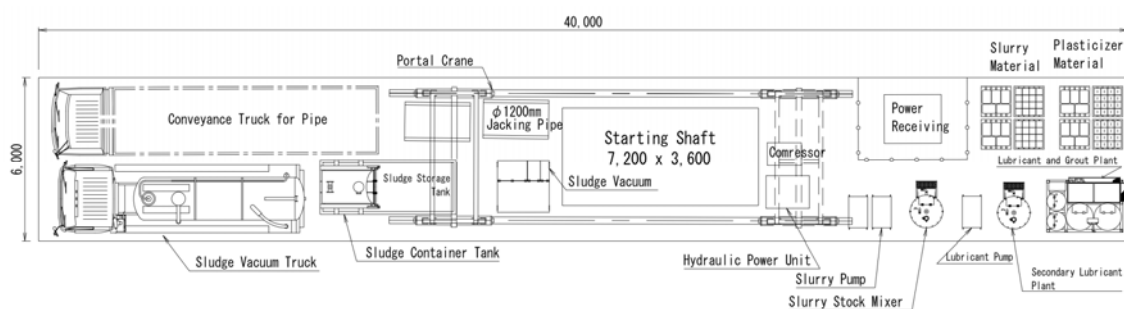
数ある非開削工法の内、下記理由により中大口径長距離推進工法を推奨する。この内、泥水式が最も一般的である。

- 従来型の推進工法は最長でも 100m 程度であるが、長距離推進工法であれば 400m 程度を保証できる。これにより立坑の数が減らせ、延長が長い推奨路線では工期、コストにとってメリットが大きい。
- 泥水式では昼夜間施工が可能であるため、さらに工期の短縮が期待できる。
- シールド工法は推進工法に比べて割高となる。また、φ1000-2000 に対応可能なミニシールド工法に関しては本邦企業による海外施工実績がない。
- マイナラッドは非開削としてはこれまで簡便な HDD 工法を採用してきているが、同工法では施工精度が低く、所定の設計勾配を確保できない路線の発生が懸念される。

推進工法の導入に当たっては、近傍のボーリング調査に基づいて工種の選定や立坑位置等の設計をすることが望ましい。

## 2) 作業ヤード

推進工法は発進立坑付近において概して 200~250 m<sup>2</sup> (泥水式の場合) の作業ヤードを必要とし、到達立坑ではこれより小さい。一般的作業ヤードの配置図を図 5.4.4 に示す。長距離推進工法においても同様であり、径が 1000mm 以下の場合はさらに小さくすることも可能である。



出典：調査団

図 5.4.4 立坑ヤードの配置例（泥水式推進工法の場合）

### 5.4.7 遮集管、雨水吐き並びにマンホール

#### (1) 雨水吐口

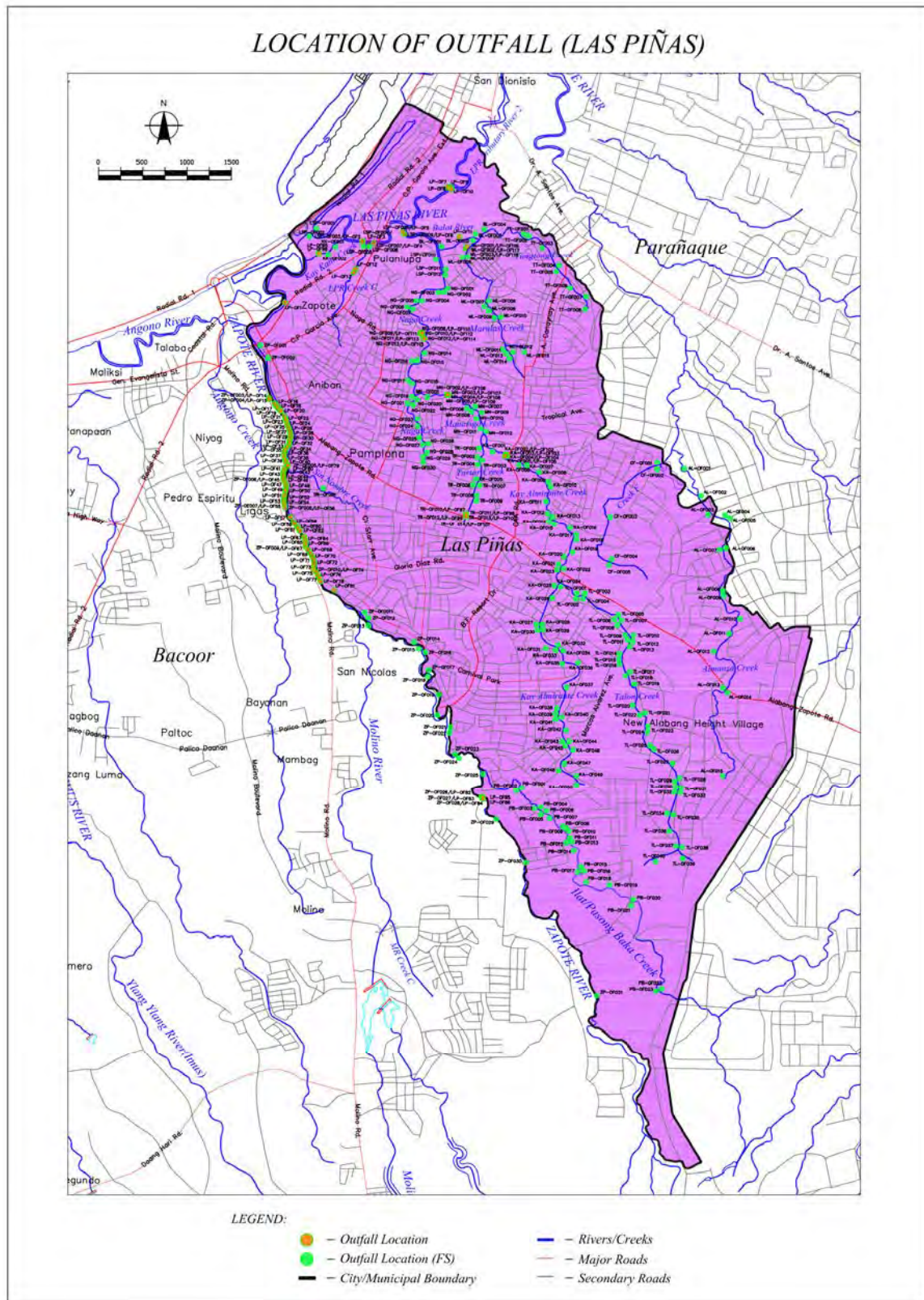
本調査期間中に Las Piñas 市での雨水吐口位置を現場踏査にて確認し、F/S 報告書の情報から更新した。下表に河川、排水路毎に集計した吐き口数を示す。

表 5.4.12 Las Piñas 市雨水吐口数概要

River/Creek Name	Number of Outfall Location				
	F/S 2011	Surveyed Location 2016			Total 2016
		Total	Same with F/S	Additional	
Almanza Creek	15	0	0	0	15
Balot River	4	1	0	1	5
IC Creek C/Pasong Baka Creek	23	0	0	0	23
Kay Almirante Creek	50	4	4	0	50
Kay Kanti Creek	2	2	0	2	4
Las Pinas River	12	5	5	0	12
LPR Creek C	0	2	0	2	2
LPR Tributary-2	0	4	0	4	4
Manarigo Creek	12	4	4	0	12
Marulas Creek	15	3	3	0	15
Naga Creek	30	6	6	0	30
Sin Nombre Creek	1	2	0	2	3
Talon	40	0	0	0	40
Tartar	14	5	5	0	14
Tungtong Creek	8	0	0	0	8
Zapote River	31	72	11	61	92
Creek F	5	0	0	0	5
Total	262	110	38	72	334

出典：調査団





出典：調査団

図 5.4.5 Las Piñas 市雨水吐口位置

## (2) 排水路

マイニラッド社、Las Piñas 市共に排水路の路線図等詳細データを有していない。従って、雨水吐口の方角から河川、排水路付近の道路側溝における排水の流れを図 5.4.6 に示すのみとした。

また、Las Piñas 市は将来の排水路の新設や拡張計画を有していない。新設道路が建設される際に道路側溝が合わせて建設されるのみである。

## (3) 遮集管

F/S レポートにて詳細な遮集管計画が掲載されているため、本調査では遮集管の計画は行わないものとした。ただし、雨水吐口で示したように F/S 当時よりも吐口数は増加している。詳細設計においては本調査で得られた追加の吐口付近に遮集人孔を築造し、人口から幹線までを接続する追加遮集管を含めた数量を算出する必要がある。

マイニラッド社設計基準に基づく、遮集管の設計条件は以下の通りである。

形状:	円形管
最小管径:	200mm (排水路) (家屋からの直接遮集では 150mm)

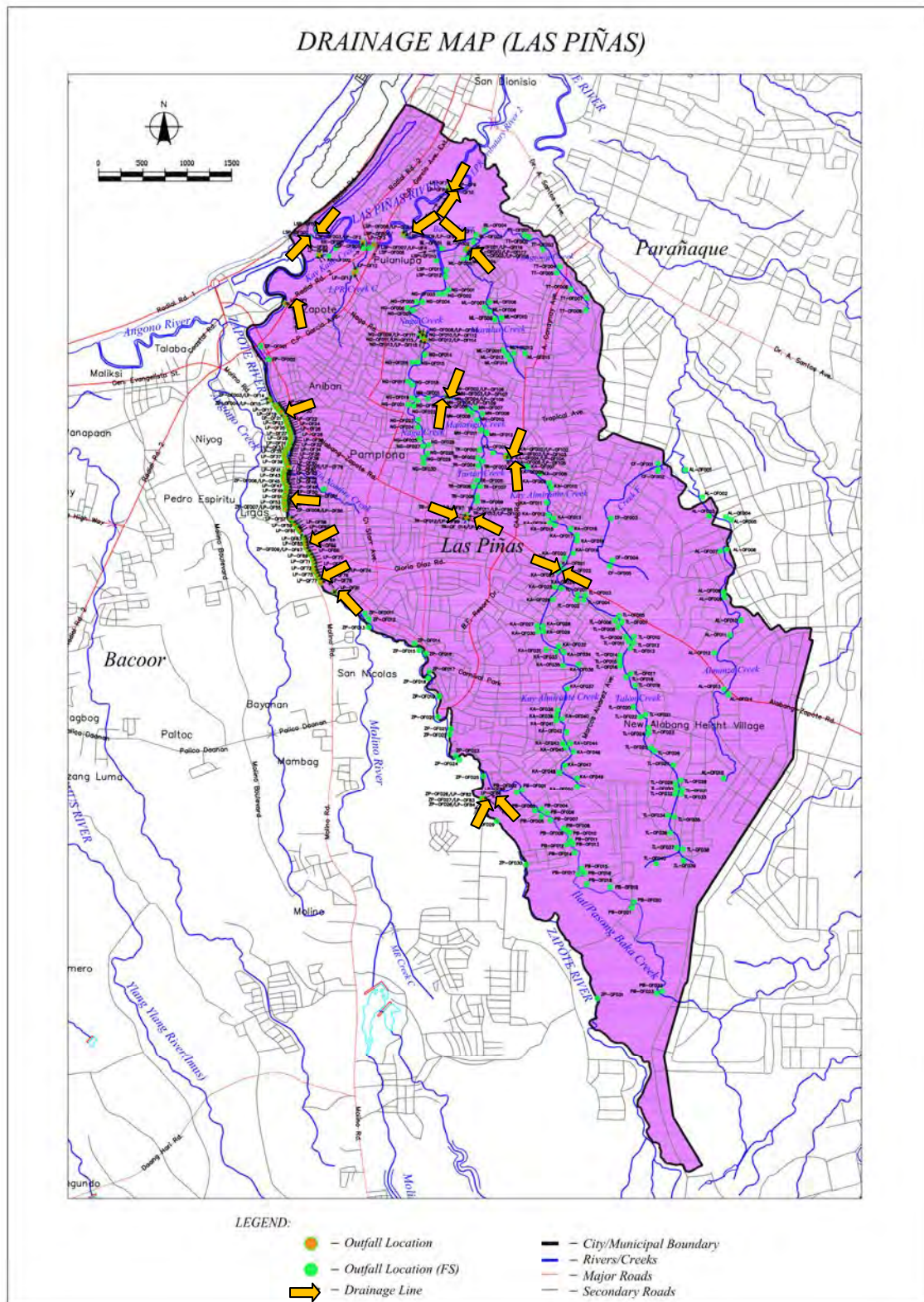
## (4) 分水人孔

### 1) 分水人孔数

雨水吐口数と同じ数の分水人孔が必要となる。市内の開発と共に吐口数はさらに増えていくため、詳細設計段階またはそれ以後にあっても必要な分水人孔を計画し、築造する必要がある。

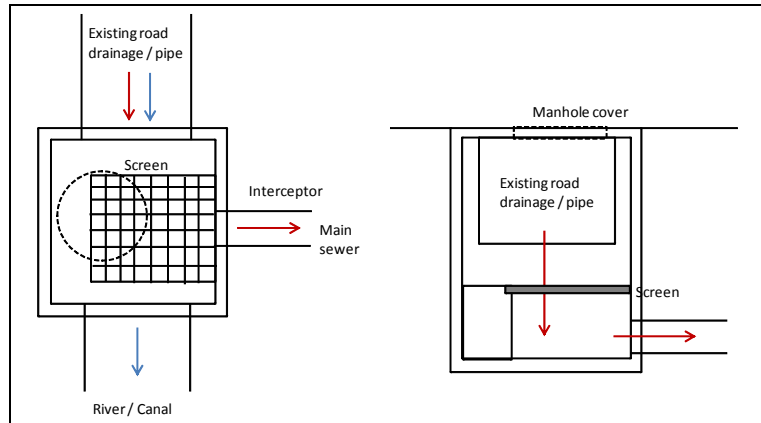
### 2) マイニラッド社の分水人孔形状

一般的な形状のイメージ図を図 5.4.7、5.4.9 に、詳細構造図例を図 5.4.8 に示す。



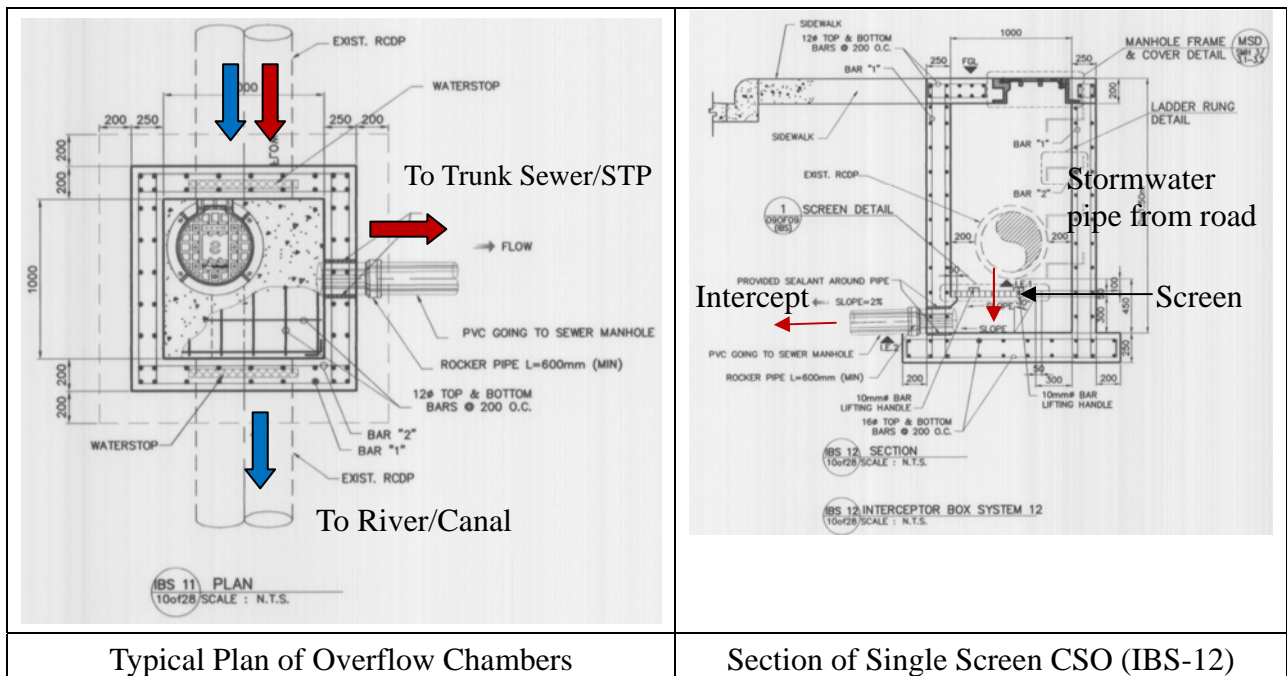
出典：調査団

図 5.4.6 Existing Drainage in Las Piñas 市



出典：調査団

図 5.4.7 Typical Image of Overflow Chamber

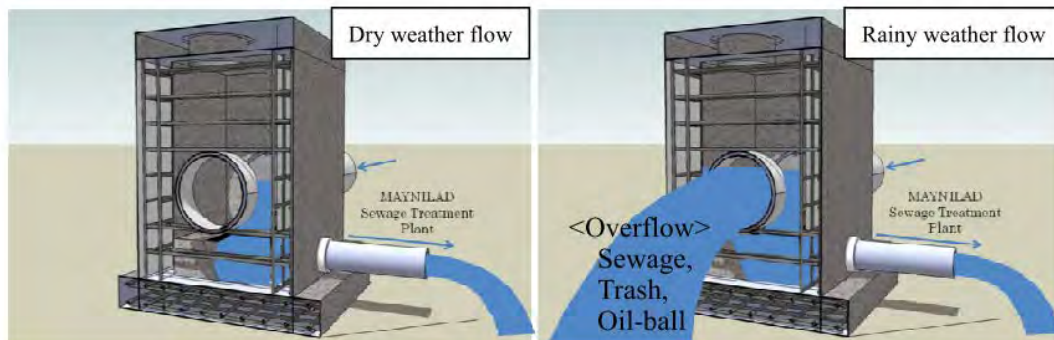


Typical Plan of Overflow Chambers

Section of Single Screen CSO (BS-12)

出典: マイニラッド

図 5.4.8 Detailed Structure of Overflow Chamber



出典: Maynilad's Compliance to Clean Water Act 2011

図 5.4.9 Typical Image of Storm Water Overflow

### 3) 合流式下水道雨天時越流水 (CSO)対策施設の提案

5.2.4 項で示した渦流式水面制御装置が簡便な対策施設の一例である。しかしながら本装置が効果を発現するには図 5.2.19 で示したような越流堰が分水人孔内に必要となる。

マイニラッド社は下水道に流入する夾雑物等の影響により雨天時等に下水管が閉塞することを恐れており、越流堰構造には消極的である（従い図 5.4.7 に示すようなスクリーンを設置している）。しかしながら、遮集管径が大きい箇所では越流堰方式の分水人孔を設置し、併せて本装置を導入することも、CSO 対策として雨天時に汚濁負荷や夾雑物が公共用水域へ流出する量を抑制する上での一手である。

### (5) マンホール

Las Piñas 市において各流域内に必要となるマンホールの概算数量を表 5.4.9 に示す。

表 5.4.13 Las Piñas 市における必要マンホール数  
(CAS-LP-1 での例)

Internal Dia. (cm)	Sewer Dia. (mm)	Number of Manhole			
		L-22	L-A	L-C	Total
120	200-800	340	345	498	1,183
150	900-1100	12	0	24	36
180	1200	0	33	0	33

出典：調査団、下水道施設計画・設計指針と解説（2009年）

## 5.4.8 ポンプ場

### (1) ポンプ場の計画コンセプト

#### 1) ポンプ場の分類

ポンプ場の計画コンセプトを以下に示す。

- F/S で提案されたポンプ場は基本的に必要であるものとした。
- ポンプの容量はピーク流量をベースに算定した。
- ポンプ場を表 5.4.14 に示す通りに分類した。マイニラッド社へのインタビューに基づき、ポンプ場計画における留意事項は以下の通りである。
  - ・ いずれのポンプ場も 1 台の予備ポンプが必要となる。（マイニラッド基準）
  - ・ マンホールポンプ場の規模は交通への影響を最小限にするため幅 3m 以下が望ましい。

表 5.4.14 Type of Pumping Station

No.	Category	Peak Flow (m <sup>3</sup> /day)	Number of Pump		
			Duty	Standby	Total
Type-1	Small Scale Manhole Pumping Station under the road	Max 9,000	1	1	2

Type-2	Large Scale Manhole Pumping Station under the road	4,500 – 40,000	2	1	3
Type-3	Pumping Station with onground pump house	More than 40,000	3	1	4

出典：調査団

- Type-1 と Type-2 のマンホールポンプ場は流量に基づきさらに 3 つのレンジ（ピーク流量 0-100 lps, 100-200 lps, 200-400 lps)に分類した。
- P 大型の Type-3 ポンプ場についてはポンプ口径（mm）、ピーク流量(m<sup>3</sup>/min)、出力(kW)を設定した。
- ポンプ口径はマイニラッド基準による流速 2.4m/秒以下から設定した。
- これら 3 タイプの一般的ポンプ場レイアウトを図面集(PS-1 to 3)に示した。

2) ポンプ場の仕様

a) マンホールポンプ場の一般的仕様

ポンプ井の最大内径: 3m

ポンプ種別: 水中ポンプ（ノンクログ型）

b) Type-1: 小規模マンホールポンプ場

- 日本での実績からケーシング形状を直径 1,500mm、または 1,500×1,500mm の正方形とする。
- ポンプ口径と揚水量は以下に示すポンプ仕様から推定する。

表 5.4.15 ポンプ配置間隔と仕様(Type-1)

Dia. (mm)	Interval between Pumps (mm)	Head (m)	Output (kW)	Capacity (m <sup>3</sup> /min)
Less than 100mm	500mm	5-20	1-7.5	1.0~3.0
150mm	600mm	5-30	5.5-22	3.0~6.0

出典：調査団

- 揚水量はポンプ吐出量から、概ね 1,500~9,000m<sup>3</sup>/日程度と推定できる。

c) Type-2: 大規模マンホールポンプ場

- マニラでの実績からケーシング形状を 3,000×3,000mm の正方形とする。
- ポンプ口径と揚水量は以下に示すポンプ仕様から推定する。
- 揚水量はポンプ吐出量から、概ね 4,500~29,000m<sup>3</sup>/d 程度と推定できる。

表 5.4.16 ポンプ配置間隔と仕様(Type-2)

Dia. (mm)	Interval between Pumps (mm)	Head (m)	Output (kW)	Capacity (m <sup>3</sup> /min)
200mm	800-900 mm (3 pumps)	5~20	7.5-18.5	3.0~9.0
250mm	800-950 mm (3 pumps)	5~40	15-55	3.0~9.0
300mm	950-1,150 mm (2 pumps)	5~30	15-55	4.0~20.0

出典：調査団

a) Type-3: 建屋を伴う大規模ポンプ場

- ピーク流量が 40,000 m<sup>3</sup>/日以上以上のポンプ場ではこのタイプとした。または使用できる用地が存在する場合には 29,000 m<sup>3</sup>/日以上とした。
- 概して、この規模のポンプ場は処理場用地内に築造するものとする。

(2) 必要なポンプ場

F/S レポートをベースとし、F/S 流域毎のポンプ場の数と規模を計画した。

1) L-22 流域

L-22 流域で必要となるポンプ場を下表に示す。

表 5.4.17 Las Piñas 市 L-22 流域におけるポンプ場(CAS-LP-1 の例)

No.	Name	Flow		Type	Pump				Total Output (kW)
		(lps)	(m <sup>3</sup> /min)		Capacity (m <sup>3</sup> /min)	Output (kW)	Duty (nos.)	SB (nos.)	
	Pa1								
	Manhole Pump								
1	MP40	31.36	1.88	3	1.9	3.0	1	1	3.04
2	MP41	104.09	6.25	3	6.3	9.1	1	1	9.06
3	MP42	3.56	0.21	3	0.3	0.3	1	1	0.33
4	MP43	5.75	0.35	3	0.4	0.6	1	1	0.64
5	MP47	18.23	1.09	3	1.1	1.7	1	1	1.72
6	MP-A	325.78	19.55	2	9.8	11.5	2	1	22.90
	Lb1								
	Manhole Pump								
7	MP12	30.95	1.86	3	1.9	1.7	1	1	1.70
8	MP13	32.65	1.96	3	2.0	2.0	1	1	1.98
9	MP14	19.14	1.15	3	1.2	1.2	1	1	1.18
10	MP15	75.28	4.52	3	4.6	3.9	1	1	3.90
11	MP16	27.70	1.66	3	1.7	1.3	1	1	1.30
12	MP17	158.73	9.52	2	4.8	3.8	2	1	7.52
13	MP18	15.51	0.93	3	1.0	0.9	1	1	0.87
14	MP19	5.50	0.33	3	0.4	0.8	1	1	0.83
15	MP20	3.92	0.24	3	0.3	0.3	1	1	0.26
16	MP21	4.09	0.25	3	0.3	0.8	1	1	0.76
	Pumping Station								
1	PS-6	284.07	17.04	2	8.6	6.6	2	1	13.12

Notes:

Type 1: with pump house, Type 2: manhole P/S under road (large), Type 3: manhole P/S under road (small)

出典：調査団

2) L-A 流域

L-A 流域で必要なポンプ場を下表に示す。

表 5.4.18 Las Piñas 市 L-A 流域におけるポンプ場 (CAS-LP-1 の例)

No.	Name	Flow		Type	Pump				Total Output (kW)
		(lps)	(m <sup>3</sup> /min)		Capacity (m <sup>3</sup> /min)	Output (kW)	Duty (nos.)	SB (nos.)	
	La1								

Manhole Pump									
1	MP1	28.41	1.70	3	1.8	1.9	1	1	1.94
2	MP2	167.89	10.07	2	5.1	6.6	2	1	13.23
3	MP3	90.10	5.41	3	5.5	5.1	1	1	5.13
4	MP4	1.17	0.07	3	0.1	0.2	1	1	0.18
5	MP5	4.52	0.27	3	0.3	0.5	1	1	0.55
6	MP6	63.56	3.81	3	3.9	3.4	1	1	3.35
7	MP7	11.77	0.71	3	0.8	0.9	1	1	0.90
8	MP8	6.10	0.37	3	0.4	0.6	1	1	0.60
9	MP9	2.59	0.16	3	0.2	0.3	1	1	0.25
10	MP10	51.93	3.12	3	3.2	3.7	1	1	3.69
11	MP11	54.74	3.28	3	3.3	3.7	1	1	3.74
Pumping Station in F/S									
1	PS-3	271.94	16.32	2	8.2	8.4	2	1	16.89
2	PS-2	351.34	21.08	1	7.1	9.0	3	1	27.08
3	PS-A		133.33	1	44.5	61.9	3	1	185.72

Notes:

Type 1: with pump house, Type 2: manhole P/S under road (large), Type 3: manhole P/S under road (small)

出典：調査団



3) L-C 流域

L-C 流域に必要なポンプ場を下表に示す。

表 5.4.19 Las Piñas 市 L-C 流域におけるポンプ場(CAS-LP-1 の例)

No.	Name	Flow		Type	Pump				Total Output (kW)
		(lps)	(m <sup>3</sup> /min)		Capacity (m <sup>3</sup> /min)	Output (kW)	Duty (nos.)	SB (nos.)	
	La2								
	No P/S								
	Lb2								
1	MP22	10.83	0.65	3	0.7	0.5	1	1	0.54
2	MP23	7.85	0.47	3	0.5	0.6	1	1	0.59
3	MP24	0.88	0.05	3	0.1	0.1	1	1	0.11
4	MP25	11.33	0.68	3	0.7	0.7	1	1	0.66
5	MP26	33.76	2.03	3	2.1	1.8	1	1	1.83
6	MP27	54.08	3.25	3	3.3	2.6	1	1	2.56
7	MP28	2.86	0.17	3	0.2	0.2	1	1	0.18
8	MP29	14.81	0.89	3	0.9	1.3	1	1	1.29
9	MP30	4.72	0.28	3	0.3	1.0	1	1	1.04
10	MP31	13.95	0.84	3	0.9	0.7	1	1	0.74
11	MP32	44.66	2.68	3	2.7	5.0	1	1	4.96
12	MP33	12.68	0.76	3	0.8	0.8	1	1	0.84
13	MP34	30.32	1.82	3	1.9	3.0	1	1	3.02
14	MP35	25.57	1.53	3	1.6	1.4	1	1	1.42
15	MP36	9.76	0.59	3	0.6	0.7	1	1	0.72
16	MP37	13.78	0.83	3	0.9	0.7	1	1	0.74
17	MP38	4.34	0.26	3	0.3	0.4	1	1	0.41
18	MP39	2.17	0.13	3	0.2	0.3	1	1	0.33
19	PS-C	947.92	56.88	1	19.0	25.0	3	1	75.04

出典：調査団

4) Las Piñas 市におけるポンプ場要約

Las Piñas 市全域でのポンプ場数と総出力を下表に示す。

表 5.4.20 Las Piñas 市全体でのポンプ場要約 (CAS-LP-1 の例)

Catchment	Nos.	Total Output (kW)
L-22 (to L-A)		
1) Manhole Pump Station (small)	14	27.6
2) Manhole Pump Station (large)	3	43.5
Sub-total	17	71.1
L-A		
1) Manhole Pump Station (small)	10	20.3
2) Manhole Pump Station (large)	2	30.1
3) Pumping Station (with pump house)	2	212.8
Sub-total	14	263.3
L-C (to L-A)		
1) Manhole Pump Station	18	22.0
3) Pumping Station (with pump house)	1	75.0
Sub-total	19	97.0
Las Piñas Total		
1) Manhole Pump Station (small)	42	69.9
2) Manhole Pump Station (large)	5	73.7
3) Pumping Station (with pump house)	3	287.8
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>431.4</b>

出典：調査団

(3) ポンプ場候補地

1) F/S (2011) で提案された大規模ポンプ場の用地状況

2011 年の F/S で提案されたポンプ場用地の現在の状況を表に示す。

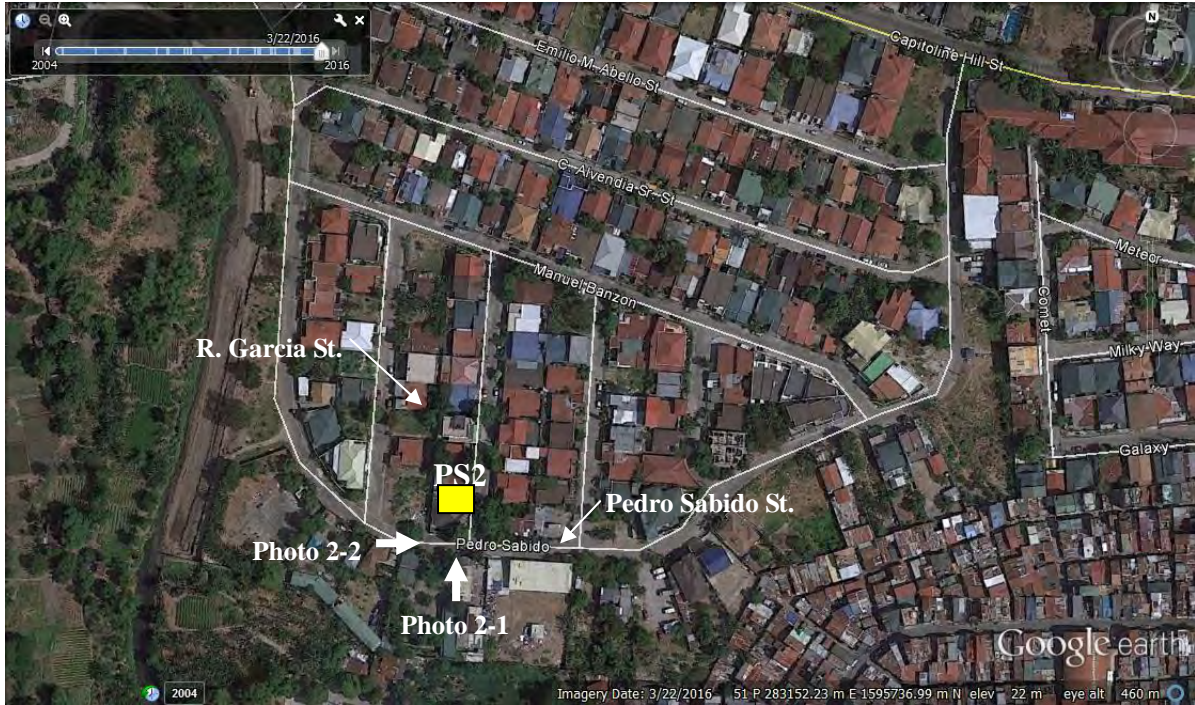
表 5.4.21 Las Piñas 市内の F/S 提案ポンプ場用地の確認結果

No.	Pumping Station	Catchment	Barangay	Area (m <sup>2</sup> )	Status
1	PS-2	L-A	Talon Dos	544	Vacant
2	PS-4	L-C	Pulang Lupa Dos	2,040	Gas Station
3	PS-6	L-22	Talon Singko	1,988	Open but paved

出典：調査団

b) L-A 流域の PS-2

Site Location



Site Photos

Photo 2-1



Photo 2-2



Site Condition

Coordinates: N 14-25-29.71 E 120-59-16.25

Current Land Use: Vacant lot (private) with some stock piled soil material. The site is located inside BF Resort Village

Tenant: None

Access to Site: Through Marcos Alvarez Ave., Apollo II St., Apollo III St., Capitoline Hill St., and Pedro Sabido St.

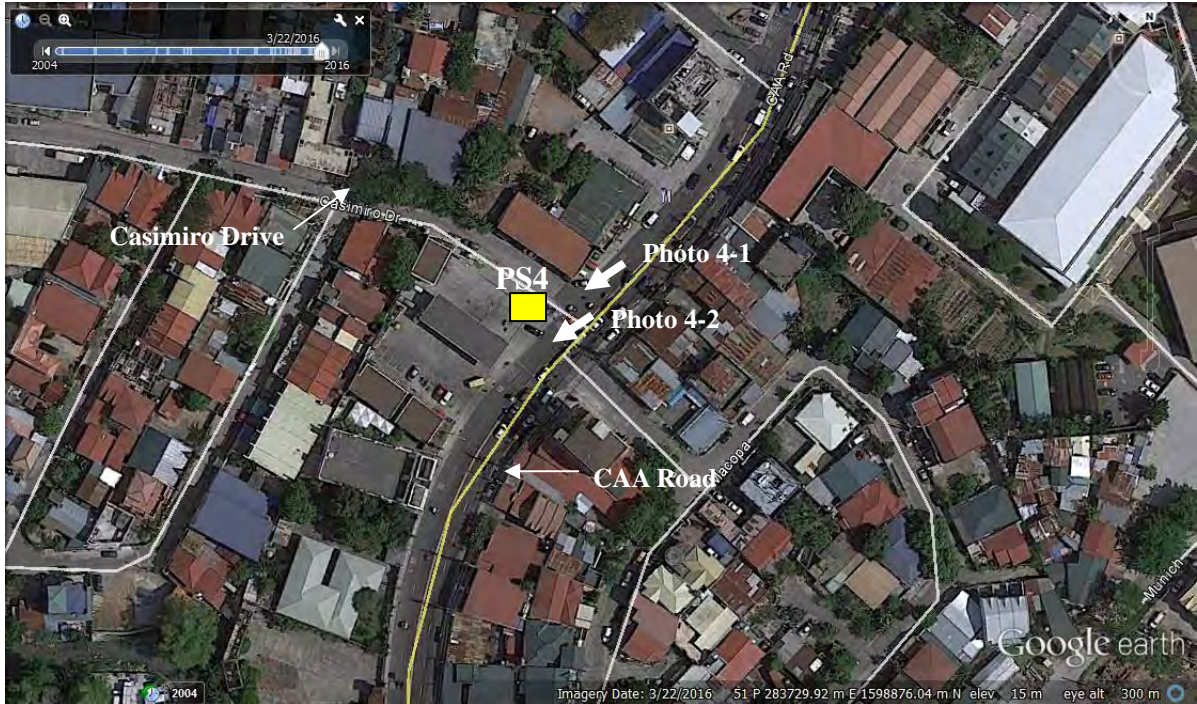
出典：調査団

図 5.4.10 PS-2(F/S)の現在の用地状況

b) L-C 流域の PS-4

図 5.4.11 に示すように、PS-4 用地を取得することは極めて難しい。PS-4 の規模より、マンホールポンプ場でも対応可と考える。

Site Location



Site Photos

Photo 4-1



Photo 4-2



Site Condition

Location: N 14-27-14.68 E 120-59-36.24

Current Land Use: Commercial

Tenant: Total Gas Station

Access to Site: Through CAA Road from Alabang-Zapote Road

出典：調査団

図 5.4.11 PS-4 (F/S) の現在の用地状況

c) L-22 流域の PS-6

図 5.4.12 に示す通り、PS-6 用地の取得は難しい。同ポンプ場もマンホールポンプ場で対応可と考える。

Site Location



Site Photos

Photo 6-1



Photo 6-2



Site Condition

Coordinates: N 14-25-58.16 E 120-00-17.92

Current Land Use: Vacant lot (private) beside Zen Garden

Tenant: None

Access to Site: Through Marcos Alvarez Avenue from Alabang-Zapote Road

出典：調査団

図 5.4.12 PS-6 (F/S) の現在の用地状況

2) 各オプションにおけるポンプ場の候補地

F/S レポートでの主要ポンプ場と流域統合に伴い必要となる新規のポンプ場を下表に示す。

表 5.4.22 Las Piñas 市内大規模ポンプ場の候補地

No.	Option	Pumping Station	Type	Location	Area (m <sup>2</sup> )	Status
1	F/S etc.	PS-2	1	Barangay Talon Dos	544	Vacant
2	F/S etc.	PS-4	2	Barangay Pulang Lupa Dos	-	(To be MPS)
3	F/S etc.	PS-6	2	Barangay Talong Singko	-	(To be MPS)
4	CAS-LP-1 etc.	PS-A	1	Inside STP L-A	N/A	Purchased
5	CAS LP-1 etc.	MP-A	2	Manhole pumping station	-	-
6	CAS-LP-1 etc.	PS-C	1			
6-1				North side of Radial Road 2	1,070	Vacant
6-2				South side of Carlos P. Garcia Avenue Extension	1,280	Vacant
6-3				North side of Carlos P. Garcia Avenue Extension	2,020	Vacant (temporary building for DPWH project exist)

Notes:

Type 1: with pump house, Type 2: manhole P/S under road (large), Type 3: manhole P/S under road (small)

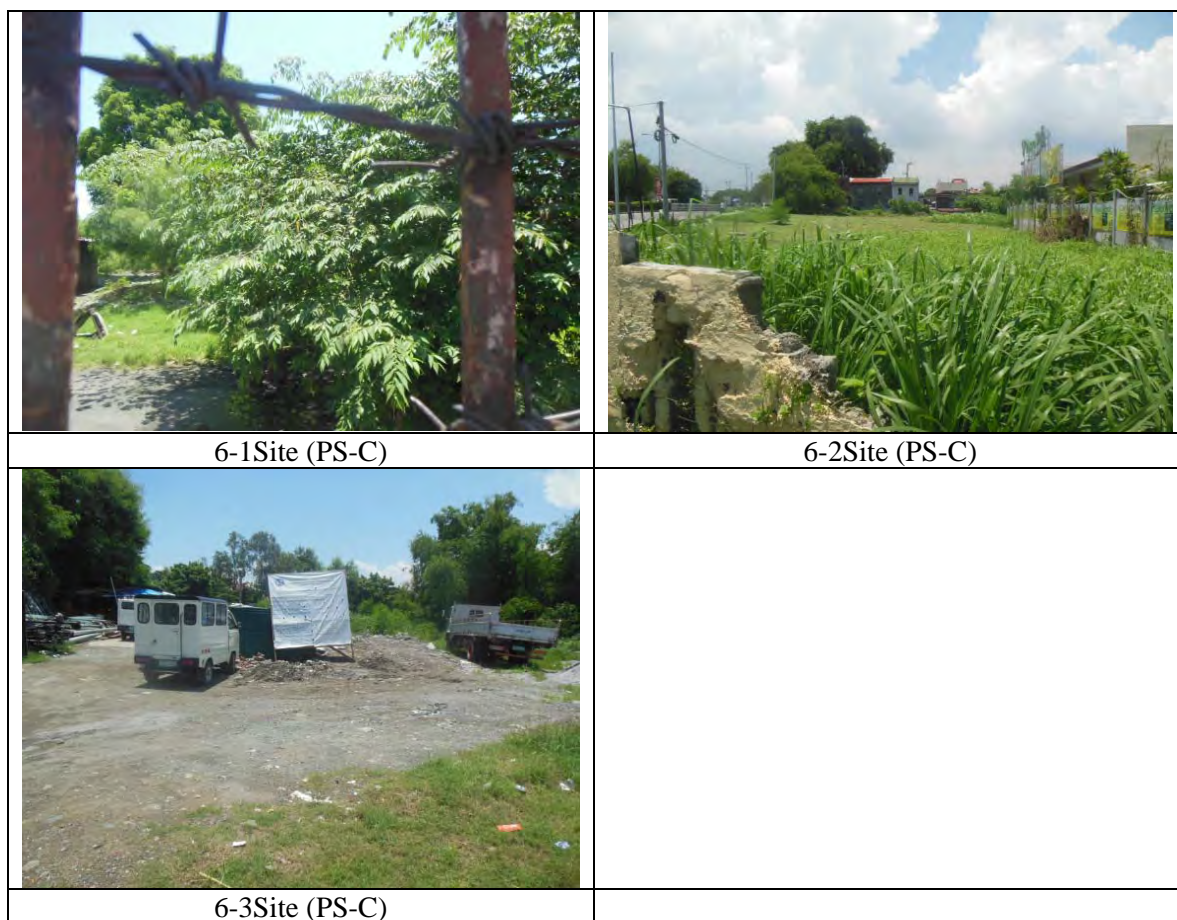
出典：調査団

本調査で新規に提案する、L-C から L-A へ下水を送る際に必要となる PS-C ポンプ場の候補地（Quirino Avenue 付近）位置図と写真を図 5.4.13 と 5.4.14 に示す。



出典：調査団 on Google Earth

図 5.4.12 PS-C (追加)の候補地

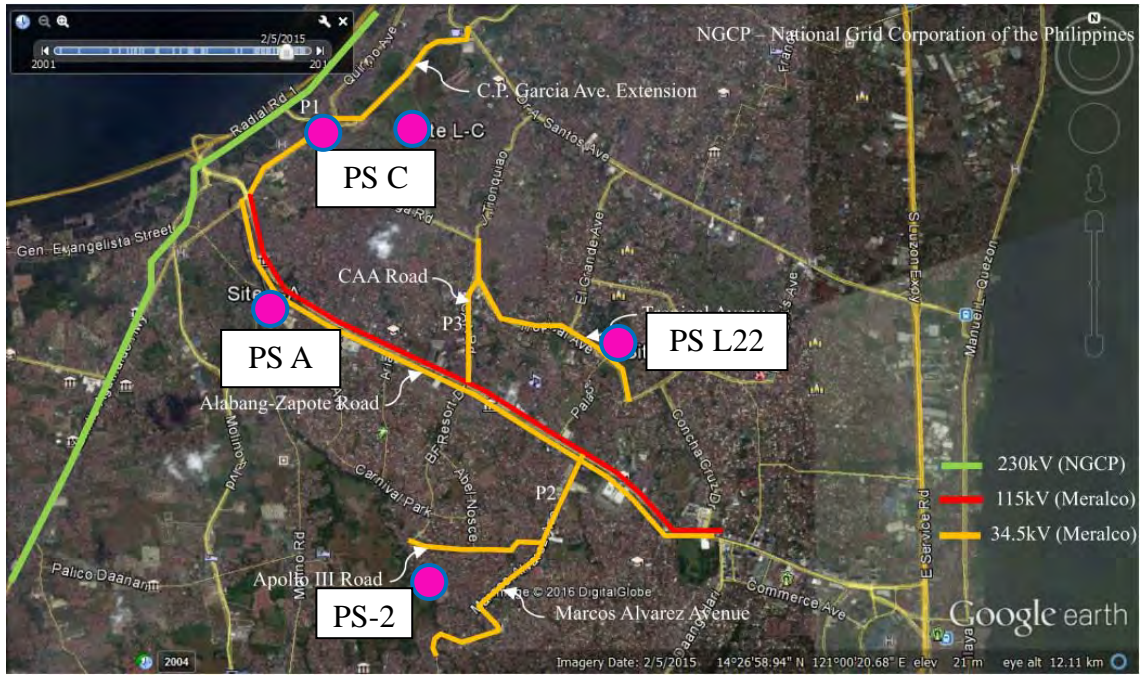


出典：調査団 on Google Earth

図 5.4.13 PS-C (追加)の候補地

(4) ポンプ場への電気供給源

今回調査で追加提案する PS-A, PS-2, PS-C, PS-22 への電気供給源を図 5.4.15 に示す。  
 MERALCO の高圧送電線が近くを通過しているので、電気の供給は問題ない。



出典：調査団 based on interview to MERALCO

図 5.4.14 Las Piñas 市内の MERALCO 高圧送電線



## 5.5 Imus 市における下水道計画

### 5.5.1 下水処理場候補地

第4章に示したように Imus 市の候補地は下記の通りである。

C-2 : 1.80 ヘクタール、C-A : 2.18 ヘクタール (1.38 ヘクタール)、C-B : 5.60 ヘクタール、C-3 : 4.35 ヘクタール、C-4 : 15.22 ヘクタール

### 5.5.2 下水処理水の放流先

Imus 市における下水処理水の放流先を図 5.5.1 に示す。

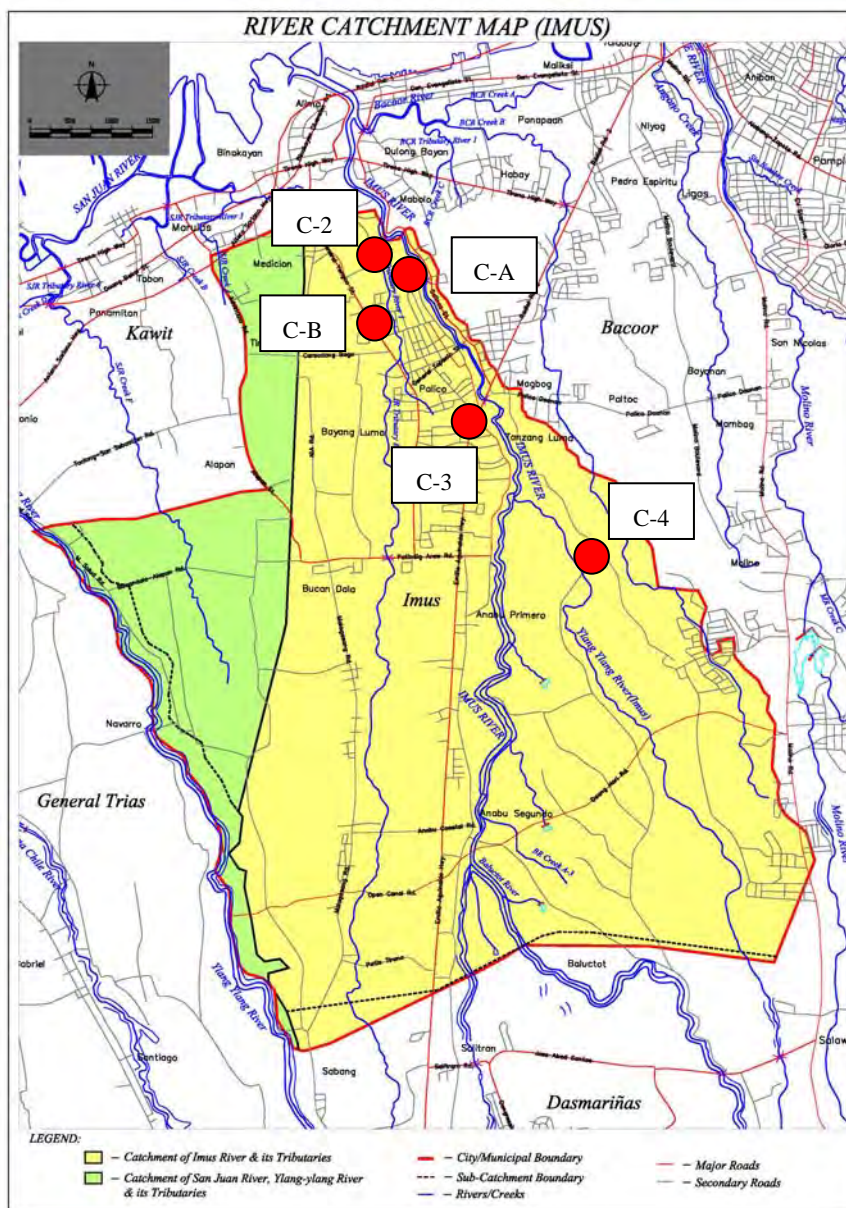


図 5.5.1 Imus 市における下水処理水放流先

### 5.5.3 計画下水処理場容量

第 5.1 節で記したように Imus 市の計画下水処理場容量は 93,600 m<sup>3</sup>/日である。

### 5.5.4 下水道システムケーススタディのオプション

第 5.3.1 節に述べた方針を基にケーススタディのオプションを検討する。

- Imus 市においては下水処理場の土地取得は行われていない。
- そのため、下水処理場は Imus 市の下流に位置する C-2 および C-A に計画する。
- しかし、C-2 を横切る道路はかなり狭く、汚泥の運搬は住民に影響を与える可能性がある。よって、汚泥処理施設を C-2 に建設する。
- C-2 および C-A の下水処理場容量が必要容量に足りない場合は、C-3 に別の下水処理場を計画する。C-B、C-2、C-A の組み合わせは、互いに近過ぎるため、検討対象にならない。
- C-B も下水処理場計画の候補となる。必要容量を有する下水処理場の建設に土地が十分でない場合は、C-3 に別の処理場を計画する。
- C-4 における下水処理場は、下流に十分な容量の処理場が確保できない場合の最後のオプションとなる。
- 各処理プロセスのケーススタディは前述の条件において検討する。



出典：調査団

図 5.5.2 Imus 市における下水道システムのケーススタディのオプション

### 5.5.5 下水道システムケーススタディ結果

下記に下水道システムケーススタディ結果を記す。

#### (1) CAS (4 オプション)

表 5.5.1 CAS の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	CAS-IMS-1	CAS with Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	2.18	Not aquired	2.18
			C-3	no STP	4.35	not required	Not aquired	-
	CAS-IMS-2	CAS without Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	1.90	Not aquired	2.18
			C-3	no STP	4.35	not required	Not aquired	-
CAS-IMS-3	CAS with Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.34	Not aquired	2.34	
			93,600	5.60	1.74	Not aquired	1.74	

(2) MBR (4 オプション)

表 5.5.2 MBR の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBR-IMS-1	MBR with Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	2.18	Not aquired	2.18
	MBR-IMS-2	MBR without Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	1.96	Not aquired	2.18
	MBR-IMS-3	MBR with Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.05	Not aquired	2.05
	MBR-IMS-4	MBR without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	1.67	Not aquired	1.67

(3) SBR (6 オプション)

表 5.5.3 SBR の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	SBR-IMS-1	WTF	C-2	57,800	1.80	1.75	Not aquired	1.80
		STF with Digestion Process	C-A	(57,800)	2.18 (1.38)	0.77	Not aquired	0.77
		SBR with Digestion Process	C-3	35,800	4.35	1.90	Not aquired	1.90
	SBR-IMS-2	WTF	C-2	57,800	1.80	1.75	Not aquired	1.80
		STF without Digestion Process	C-A	(57,800)	2.18 (1.38)	0.34	Not aquired	0.34
		SBR without Digestion Process	C-3	35,800	4.35	1.82	Not aquired	1.82
	SBR-IMS-3	SBR with Digestion Process	C-A	50,000	2.18 (1.38)	2.18	Not aquired	2.18
			C-3	43,600	4.35	2.07	Not aquired	2.07
	SBR-IMS-4	SBR without Digestion Process	C-A	57,800	2.18 (1.38)	2.18	Not aquired	2.18
			C-3	35,800	4.35	1.82	Not aquired	1.82
	SBR-IMS-5	SBR with Digestion Process	C-B	93,600	5.60	3.27	Not aquired	3.27
	SBR-IMS-6	SBR without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	3.21	Not aquired	3.21

(4) MBBR (6 オプション)

表 5.5.4 MBBR の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Imus (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBBR-IMS-1	WTF	C-2	33,200	1.80	1.23	Not aquired	1.23
		STF with Digestion Process	C-A	(33,200)	2.18 (1.38)	0.72	Not aquired	0.72
		MBBR with Digestion Process	C-3	60,400	4.35	2.06	Not aquired	2.44
	MBBR-IMS-2	WTF	C-2	33,200	1.80	1.23	Not aquired	1.23
		STF without Digestion Process	C-A	(33,200)	2.18 (1.38)	0.34	Not aquired	0.34
		MBBR without Digestion Process	C-3	60,400	4.35	1.91	Not aquired	1.91
	MBBR-IMS-3	MBBR with Digestion Process	C-A	65,000	2.18 (1.38)	2.18	Not aquired	2.18
			C-3	28,600	4.35	1.27	Not aquired	1.27
	MBBR-IMS-4	MBBR without Digestion Process	C-A	93,600	2.18 (1.38)	2.18	Not aquired	2.18
			C-3	no STP	4.35	not required	Not aquired	-
	MBBR-IMS-5	MBBR with Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.71	Not aquired	2.71
	MBBR-IMS-6	MBBR without Digestion Process	C-B	93,600	5.60	2.58	Not aquired	2.58

付録 6 の表 2.1~2.14 に各オプションにおける候補地の下水処理場のレイアウトプランを示す。表の各オプションの下水道システムについては第 5.5.6~5.5.8 節に述べる。

### 5.5.5 下水幹線

#### (1) 下水管流量の設定条件

Imus 市における下水管流量の設定条件は 5.4.6 項に示した Las Piñas 市での場合と同様である。

#### (2) 検討オプション

##### 1) F/S で提案された 3 流域の統合 (93,600 m<sup>3</sup>/日)

本ケースに該当する処理場オプション、計画人口及び汚水量は下表のとおりである。

表 5.5.5 管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・  
汚水量(Imus 市 3 流域の統合)

STP Option	Catchment	Destination	Area	Population	Average Dry Weather Flow at STP (m <sup>3</sup> /day)	Peak Flow to Conveyance System at STP	
			(ha)	(capita)		(m <sup>3</sup> /day)	(m <sup>3</sup> /sec)
CAS-IMS-1 CAS-IMS-2 MBR-IMS-1 MBR-IMS-2 MBBR-IMS-4	IA IB IC	C-A	9,502	632,748	93,600	158,000	1.83
CAS-IMS-3 CAS-IMS-4 MBR-IMS-3 MBR-IMS-4 SBR-IMS-5 SBR-IMS-6 MBBR-IMS-5 MBBR-IMS-6	IA IB IC	C-B	9,502	632,748	93,600	158,000	1.83

出典：調査団

本ケースの計画コンセプトは以下の通りである。

- 市を南北に突っ切る幹線道路である General Yengco Street の下に上流側 IC 流域から下流側 IA 流域までをつなぐ追加幹線 (IC→IB:2.1km、IB→IA : 1.8km) を布設。本道路は海沿い道路と比べ比較的渋滞がないため、開削で布設とした。
- STP IA 用地が異なる部分は、F/S での C2 用地または IA 幹線からの距離を CAD ファイル上で算定し、数量に反映した。

2) IC 流域下水の IA、IB 流域への流下

本ケースに該当する全てのオプションを下表に示す。

表 5.5.6 管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・  
汚水量(Imus 市内 IC 流域を IA または IB 流域に統合)

STP Option	Catchment	Destination	Area	Population	Average Dry Weather Flow at STP (m <sup>3</sup> /day)	Peak Flow to Conveyance System at STP	
			(ha)	(capita)		(m <sup>3</sup> /day)	(m <sup>3</sup> /sec)
SBR-IMS-1 SBR-IMS-2	IA	C-2	5,869	390,833	57,800	97,800	1.13
	Part of IB Part of IC						
	Part of IB Part of IC	C-3	3,633	241,915	35,800	60,600	0.70
SBR-IMS-3	IA	C-A	5,076	338,033	50,000	84,600	0.98
	Part of IB Part of IC						
	Part of IB Part of IC	C-3	4,426	294,715	43,600	73,800	0.85
SBR-IMS-4	IA	C-A	5,869	390,833	57,800	97,800	1.13
	Part of IB Part of IC						
	Part of IB Part of IC	C-3	3,633	241,915	35,800	60,600	0.70
MBBR-IMS-1 MBBR-IMS-2	IA	C-2	3,367	390,833	33,200	56,100	0.65
	Part of IB Part of IC						
	Part of IB Part of IC	C-3	6,135	241,915	60,400	102,000	1.18
MBBR-IMS-3	IA	C-A	3,367	390,833	65,000	110,000	1.27
	Part of IB Part of IC						
	Part of IB Part of IC	C-3	6,135	241,915	28,600	48,300	0.56

出典：調査団

本ケースの計画コンセプトは以下の通りである。

- 全ての流量配分ケースで、IC 流域から IB 流域への流下量、IB 流域から IA 流域への流下量を算定した。これを各流域流量計算表に反映し、管径で各オプションの違いを表現した。
- STP IA 用地が C2 の場合は、IA 流域幹線まで追加幹線で流下。C-A 用地の場合は幹線道路から外れ、C-A 用地で IA 幹線と合流。C-B 用地の場合は IC、IB から上記道路下を通して C-B まで流下。IA 幹線は General Yengco Street を少し上る形で C-B 用地まで接続させた。このため、C2 用地の場合は IB 流域幹線から流下分の追加幹線を数量では IA 流域として計上し、C-A、C-B 用地の場合は IA 幹線とは独立しているため IB 流域として追加路線分一式を計上した。

3) IA, IB, IC 流域の統合なし (F/S ベース)

本ケースでの計画諸元を表 5.5.7 に示す。

表 5.5.7 管渠計画に対する該当処理場オプションと流域・計画人口・汚水量 (Imus 市 3 流域の統合なし)

STP Option	Catchment	Destination	Assumed Area	Population	Average Dry Weather Flow at STP	Peak Flow to Conveyance System at STP	
			(ha)			(m <sup>3</sup> /day)	(m <sup>3</sup> /day)
SBR-IMS-0	IA	C2	655	43,586	6,500	10,900	0.13
	IB	C3	2,276	151,548	22,400	37,900	0.44
	IC	C4	6,572	437,615	64,700	110,000	1.27

出典：調査団

本ケースの計画コンセプトは以下の通りである。

- STP IA 用地は F/S と同様に C2 としたため、F/S と基本的に数量は同じであるが、F/S レポートで積算根拠がなかったことにより、Imus, Kawit を含む Cavite F/S レポートと数量算出方法を統一した。

### (3) 幹線の計画条件

幹線の計画条件は 5.4.6 項に示した Las Piñas 市と同様である。

### (4) 各オプションに対する管路計画の数量概要

表 5.5.8 に各オプションに対する管路計画の数量の概要を示す。

表 5.5.8 Imus 市各オプションにおける管路数量

No.	Diameter (mm)	Material (assumed)	Sewer Length (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			CAS-IMS-1		CAS-IMS-3		SBR-IMS-1&2			SBR-IMS-3			SBR-IMS-4			MBBR-IMS-1&2			MBBR-IMS-3			SBR-IMS-0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Option			IA	IA	IA	IB	Total	IA	IB	Total	IA	IB	Total	IA	IB	Total	IA	IB	Total	IA	IB	IC	Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Catchment			C-A	C-B	C-2	C-3	-	C-A	C-3	-	C-A	C-3	-	C-2	C-3	-	C-A	C-3	-	C-2	C-3	C-4	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
STP Site			C-A	C-B	C-2	C-3	-	C-A	C-3	-	C-A	C-3	-	C-2	C-3	-	C-A	C-3	-	C-2	C-3	C-4	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Peak Flow at STP (m <sup>3</sup> /day)			158,000	158,000	97,800	60,600	158,400	84,600	73,800	158,400	97,800	60,600	158,400	56,100	102,000	158,100	110,000	48,300	158,300	10,900	37,900	110,000	158,800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
(1) Open Cut																								1	200	PVC	4,585	4,585	4,585	0	4,585	4,585	0	4,585	4,585	0	4,585	4,585	0	4,585	4,585	0	4,585	0	0	4,585	4,585	2	300	PVC	300	300	0	300	300	0	300	300	0	300	300	0	300	300	0	300	300	0	300	0	300	300	3	400	HDPE	3,070	3,070	3,070	0	3,070	3,070	0	3,070	3,070	0	3,070	3,070	0	3,070	3,070	0	3,070	1,270	0	450	1,720	4	400 Discharge	HDPE	610	610	610	0	610	610	0	610	610	0	610	610	0	610	610	0	610	610	0	0	610	5	500	HDPE	973	843	243	0	243	973	0	973	973	0	973	243	0	243	973	0	973	270	0	0	270	6	600	HDPE	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	0	1,700	7	700	HDPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	0	310	8	700 Discharge	HDPE	600	600	0	600	600	0	600	600	0	600	600	0	600	600	0	600	600	0	600	0	600	9	800	HDPE	943	943	580	363	943	580	0	580	580	363	943	2,650	0	2,650	580	363	943	0	363	1,114	1,477	10	900	HDPE	235	235	0	235	235	0	0	0	235	235	0	310	310	0	235	235	0	235	0	0	235	11	1000	HDPE	0	0	2,070	0	2,070	1,710	673	2,383	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1100	HDPE	4,312	4,312	4,312	310	4,622	4,312	235	4,547	6,022	310	6,332	4,312	363	4,675	4,312	0	4,312	0	0	3,778	3,778	13	1100 Discharge	HDPE	100	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	0	0	100	100	14	1200	HDPE	2,410	2,410	0	2,100	2,100	0	2,100	2,100	0	2,100	2,100	0	2,335	2,335	1,710	2,410	4,120	0	0	0	0	14	1400	HDPE	1,710	1,550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,250	1,250	(2) Pipe Jacking																								15	1000	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1100	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1200	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Total			21,548	21,258	15,570	5,608	21,178	15,940	5,608	21,548	15,940	5,608	21,548	15,570	5,608	21,178	15,940	5,608	21,548	2,150	3,508	11,277	16,935
1	200	PVC	4,585	4,585	4,585	0	4,585	4,585	0	4,585	4,585	0	4,585	4,585	0	4,585	4,585	0	4,585	0	0	4,585	4,585																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2	300	PVC	300	300	0	300	300	0	300	300	0	300	300	0	300	300	0	300	300	0	300	0	300	300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
3	400	HDPE	3,070	3,070	3,070	0	3,070	3,070	0	3,070	3,070	0	3,070	3,070	0	3,070	3,070	0	3,070	1,270	0	450	1,720																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4	400 Discharge	HDPE	610	610	610	0	610	610	0	610	610	0	610	610	0	610	610	0	610	610	0	0	610																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5	500	HDPE	973	843	243	0	243	973	0	973	973	0	973	243	0	243	973	0	973	270	0	0	270																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6	600	HDPE	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	1,700	0	1,700	0	1,700																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7	700	HDPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	0	310																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8	700 Discharge	HDPE	600	600	0	600	600	0	600	600	0	600	600	0	600	600	0	600	600	0	600	0	600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
9	800	HDPE	943	943	580	363	943	580	0	580	580	363	943	2,650	0	2,650	580	363	943	0	363	1,114	1,477																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
10	900	HDPE	235	235	0	235	235	0	0	0	235	235	0	310	310	0	235	235	0	235	0	0	235																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
11	1000	HDPE	0	0	2,070	0	2,070	1,710	673	2,383	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
12	1100	HDPE	4,312	4,312	4,312	310	4,622	4,312	235	4,547	6,022	310	6,332	4,312	363	4,675	4,312	0	4,312	0	0	3,778	3,778																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
13	1100 Discharge	HDPE	100	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	0	0	100	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
14	1200	HDPE	2,410	2,410	0	2,100	2,100	0	2,100	2,100	0	2,100	2,100	0	2,335	2,335	1,710	2,410	4,120	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
14	1400	HDPE	1,710	1,550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,250	1,250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
(2) Pipe Jacking																								15	1000	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1100	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1200	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Total			21,548	21,258	15,570	5,608	21,178	15,940	5,608	21,548	15,940	5,608	21,548	15,570	5,608	21,178	15,940	5,608	21,548	2,150	3,508	11,277	16,935																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
15	1000	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
16	1100	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
17	1200	RC PVCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Total			21,548	21,258	15,570	5,608	21,178	15,940	5,608	21,548	15,940	5,608	21,548	15,570	5,608	21,178	15,940	5,608	21,548	2,150	3,508	11,277	16,935																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	



## 5.5.6 遮集管、雨水吐き並びにマンホール

### (1) 雨水吐口

本調査期間中に Imus 市での雨水吐口位置を現場踏査にて確認し、F/S 報告書の情報から更新した。下表に河川、排水路毎に集計した吐き口数を、図 5.5.3 に位置図を示す。

表 5.5.9 Imus 市雨水吐口数概要

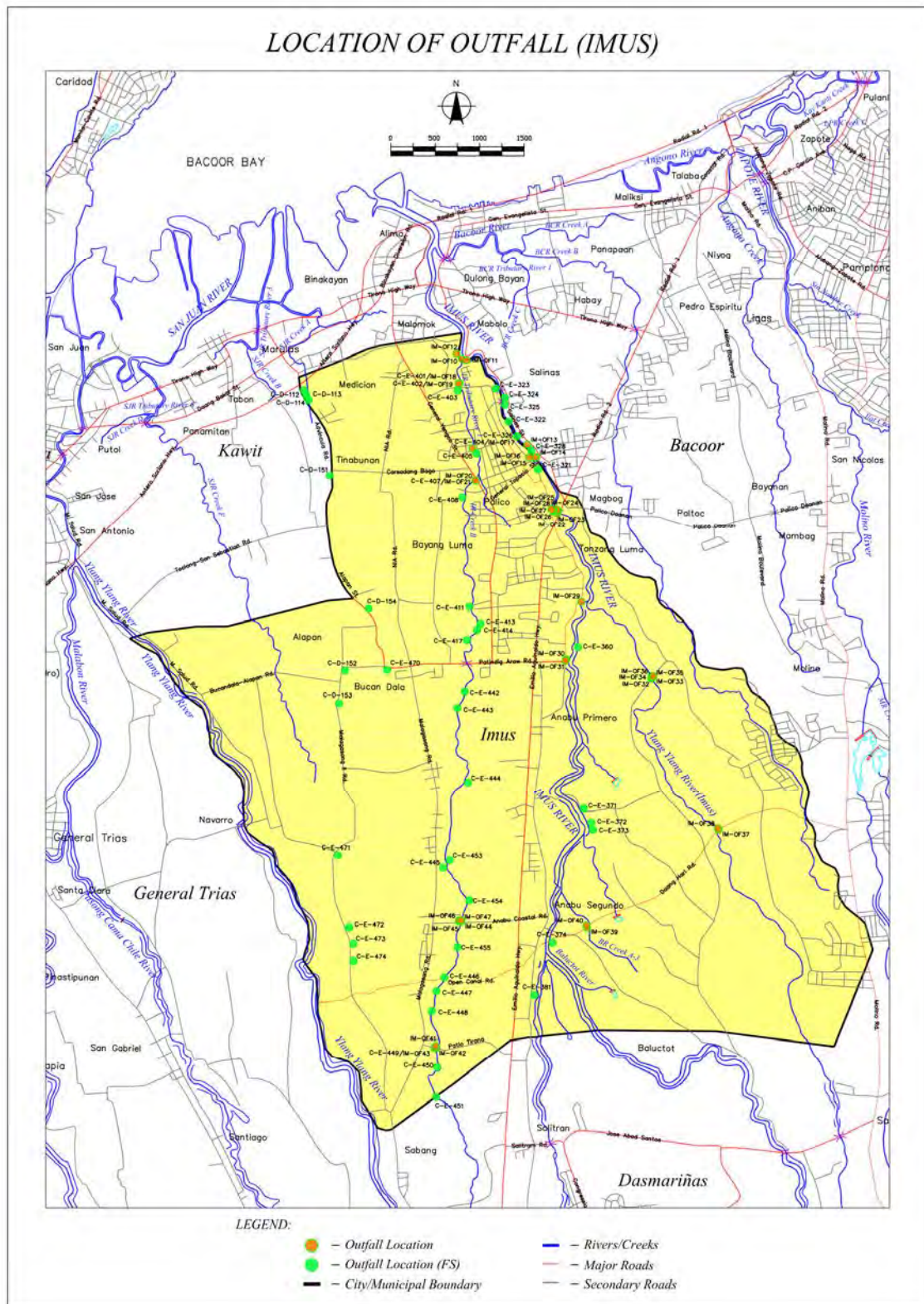
River/Creek Name	Number of Outfall Location				
	F/S 2011	Surveyed Location 2016			Total 2016
		Total	Same with F/S	Additional	
Along Alapan Street	1	0	0	0	1
Along Advincula Road	4	0	0	0	4
Along Malagasang II Road	6	0	0	0	6
Along Patindig Araw Road	1	0	0	0	1
IR Creek L	0	2	0	2	2
Imus River	13	17	0	17	30
IR Creek B	19	9	2	7	26
IR Tributary River 1	5	3	3	0	5
Ylang-ylang River	0	7	0	7	7
Total	49	38	5	33	82

出典：調査団

### (2) 排水路

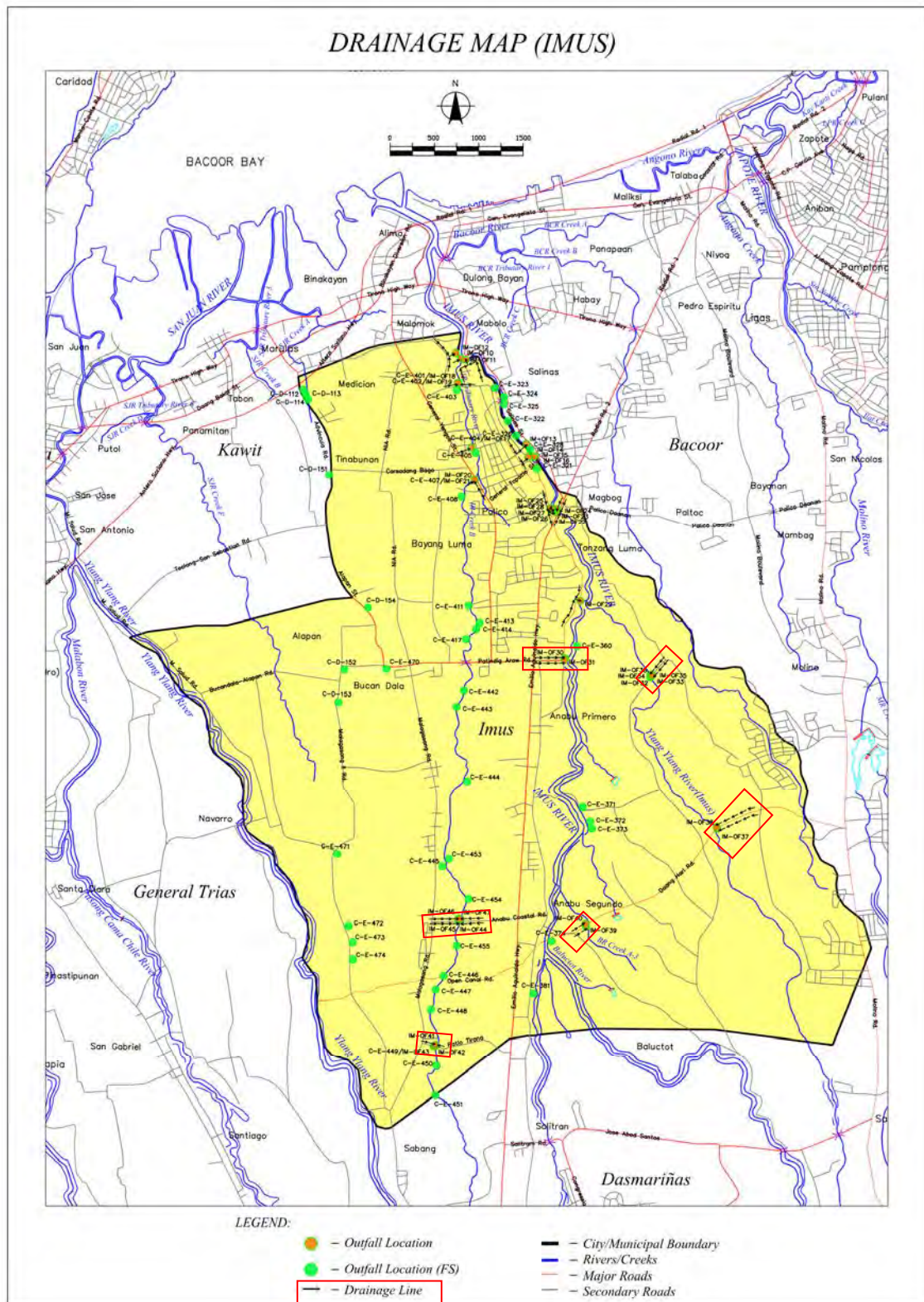
マイニラッド社、Imus 市共に排水路の路線図等詳細データを有していない。従って、雨水吐口の方向から河川、排水路付近の道路側溝における排水の流れを図 5.5.4 に示すのみとした。

また、Imus 市は将来の排水路の新設や拡張計画を有していない。新設道路が建設される際に道路側溝が合わせて建設されるのみである。



出典：調査団

図 5.5.3 Imus 市雨水吐口位置



出典：調査団

図 5.5.4 Imus 市既存排水路

### (3) 遮集管

F/S レポートでは遮集管計画の詳細は存在せず、各処理分区（遮集箇所）で発生する下水量のみが算定されている。従って、φ200mm、総延長 L=4,585m を活用した。

遮集管計画における設計条件は 5.4.7 に示した Las Pinas 市での場合と同様である。

詳細設計において本調査で新たに発見された雨水吐口を網羅した形で遮集管計画を立案する必要がある。

### (4) 分水人孔

必要となる分水人孔の構造は 5.4.7 項で示したものと同様である。雨水吐口数と同じ数の分水人孔が必要となる。

### (5) マンホール

マンホールの計画に当たっての設計条件は 5.4.7 項に準ずる。必要となるマンホール数の概算数量を下表に示す。

表 5.5.10 Imus 市で必要となるマンホール数 (CAS-IMS-1 の例)

Internal Dia.(cm)	Sewer Dia.(mm)	Number of Manhole			
		IA	IB	IC	Total
120	200-800	44	50	121	215
150	900-1100	0	2	37	39
180	1200	0	21	0	21
220	1400	15	0	0	15

出典：調査団、「下水道施設計画設計指針と解説」（2009、日本下水道協会）

### (6) マイニラッドによる上下水道サービスエリア外の地域

Imus 市においては現時点でマイニラッドによる上下水道サービスが実施されていない地域が存在する。（図 5.5.5、図 5.5.6 参照）これら地域では浅井戸からの手押しポンプや深井戸からの小型ポンプによるくみ上げで水を賄っている。また、当該エリア内には Lancaster New City という民間ディベロッパーが開発した住宅地が存在しており、同地域では上水道システムを有しており、下水処理に関してはコミュニティプラントを有している。

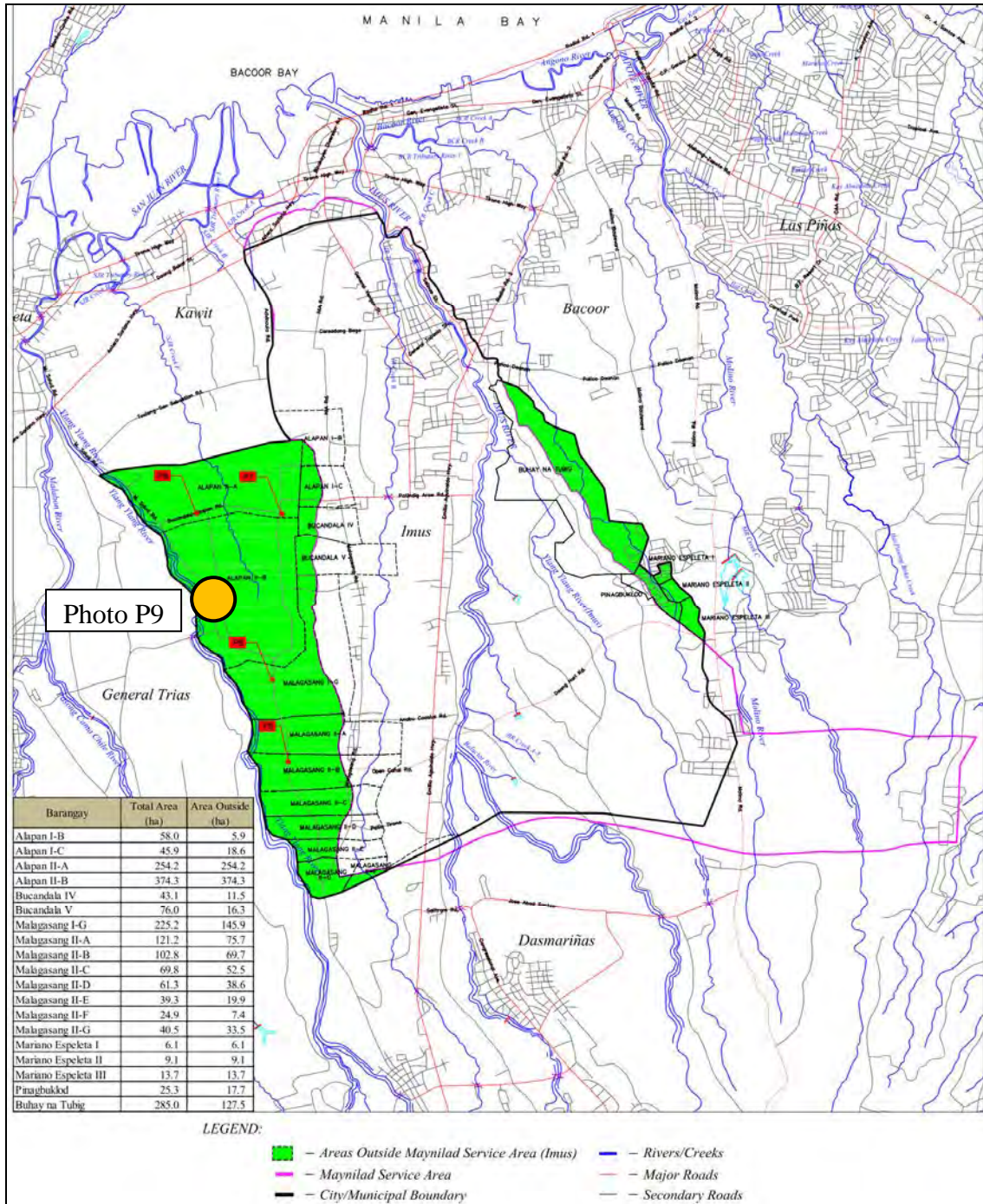
この地域に関する公式なデータは存在しないため、Census 人口データと地域範囲の概略面積を基にサービスエリア外の人口を推定した（表 5.5.25）しかしながら、サービスエリア外の地域は所属する Barangay の中でも特に過疎の地域であるため、実質は表 5.5.25 に示した人口よりも小さいものと想定される。

表 5.5.11 Imus 市におけるマイニラッドサービスエリア外の推定人口

Barangay	Total Area (sq.m)	Area Outside (sq.m)	Percentage of Area Outside	Population (based on 2010 Census)	Assumed Population outside Maynilad service
Alapan I-B	579,611.43	59,371.78	10.2%	6,266	642
Alapan I-C	458,574.35	185,822.79	40.5%	5,308	2,151
Alapan II-A	2,541,562.58	2,541,562.58	100.0%	2,878	2,878
Alapan II-B	3,742,533.44	3,742,533.44	100.0%	1,626	1,626
Bucandala IV	431,249.09	114,576.25	26.6%	2,636	700
Bucandala V	759,652.73	162,796.24	21.4%	3,816	818
Malagasang I-G	2,251,876.46	1,458,980.21	64.8%	3,191	2,067
Malagasang II-A	1,212,271.10	756,884.69	62.4%	9,581	5,982
Malagasang II-B	1,027,621.49	696,602.39	67.8%	10,072	6,828
Malagasang II-C	698,252.47	524,906.89	75.2%	2,232	1,678
Malagasang II-D	612,802.64	385,531.65	62.9%	2,177	1,370
Malagasang II-E	392,596.39	199,231.66	50.7%	1,207	613
Malagasang II-F	249,278.27	74,073.73	29.7%	1,068	317
Malagasang II-G	405,188.71	335,325.11	82.8%	2,492	2,062
Mariano Espeleta I	61,405.09	61,405.09	100.0%	1,349	1,349
Mariano Espeleta II	91,388.12	91,388.12	100.0%	1,335	1,335
Mariano Espeleta III	136,778.59	136,778.59	100.0%	2,043	2,043
Pinagbuklod	253,158.46	176,890.71	69.9%	1,792	1,252
Buhay na Tubig	2,849,833.22	1,275,335.19	44.8%	23,118	10,346
Total				84,187	46,056

出典：調査団

現時点ではサービスエリア外ではあるが、マイニラッド社へのインタビューでは将来的には Imus 市の全域にサービスエリアを拡大する意向を持っており、上水道については当該地域へ接続する管は既に布設され、各戸接続が始まれば給水が開始される予定である。



出典：調査団

図 5.5.5 マニラッドサービスエリア外の地域

	
<p>P5 (Barangay Malagasang II-B, Imus)</p>	<p>P6 (Barangay Malagasang I-G, Imus)</p>
	
<p>P7 (Barangay Alapan II-A, Imus)</p>	<p>P8 (Barangay Alapan II-A, Imus)</p>
	
<p>P9 (Housing Area in Lancaster New City)</p>	<p>P10 (Example of colony in Barangay Alapan II-B)</p>

出典：調査団

図 5.5.6 マニララッドサービスエリア外の地域

### 5.5.7 ポンプ場

#### (1) ポンプ場の計画コンセプト

ポンプ場の計画コンセプトは 5.4.8 項に示した Las Pinas 市と同様である。

#### (2) 必要なポンプ場

C-A 用地を使用し、Imus 市の下水全量を 1 箇所で処理する際に必要となる主要ポンプ場を下表に示す。大規模ポンプ場 (type-3) 1 箇所とマンホールポンプ場 (type-1, 2) 5 箇所が必要となる。

表 5.5.12 Imus 市における必要ポンプ場 (CAS-IMS-1 の例)

No.	Name	Flow		Type	Pump				Total Output (kW)
		(lps)	(m <sup>3</sup> /min)		Capacity (m <sup>3</sup> /min)	Output (kW)	Duty (nos.)	SB (nos.)	
<b>IA</b>									
1	PS Ia	62.34	3.74	3	3.8	3.7	1	1	3.7
2	PS IA	1,835.69	110.14	1	36.8	47.2	3	1	141.6
<b>IB</b>									
1	PS IC	170.01	10.20	2	5.2	5.4	2	1	10.7
2	PS Ie	388.62	23.32	2	11.7	12.7	2	1	25.4
<b>IC</b>									
1	PS Ih	260.86	15.65	2	7.9	8.6	2	1	17.1
2	PS F	182.77	10.97	2	5.5	3.9	2	1	7.7

Notes:

Type 1: with pump house, Type 2: manhole P/S under road (large), Type 3: manhole P/S under road (small)

出典：調査団

#### (3) ポンプ場候補地

##### 1) F/S レポート (2011) で提案された大規模ポンプ場の用地

F/S レポートでは用地買収を伴う大規模ポンプ場の情報は存在しない。

##### 2) 各オプションにおけるポンプ場の候補地

F/S レポートでの主要ポンプ場と流域統合に伴い必要となる新規のポンプ場を表 5.5.27 に示す。



表 5.5.13 Imus 市内大規模ポンプ場の候補地

No.	Option	Pumping Station	Type	Location	Area (m <sup>2</sup> )	Status
1	CAS-IMS-1 etc.	PS-IA	1	Inside STP	N/A	To be purchased
2	CAS-IMS-1 etc.	PS-Ic	2	Manhole pump	-	
3	CAS-IMS-1 etc.	PS-Ie	2	Manhole pump	-	
4	SBR-IMS-1 etc.	PS-IB	1	Inside STP	N/A	(To be purchased in case of F/S option)
5	CAS-IMS-1 etc.	PS-Ih	2	Manhole pump	-	
6	CAS-IMS-1 etc.	PS-F	2	(Manhole pump)	-	
6-1				South side of Patindig Araw Road	94	Vacant
6-2				North side of Patindig Araw Road	300	Vacant but one ruin to be demolished exists
7	F/S (SBR-IMS-0)	PS-IC	1	Inside STP	N/A	(To be purchased in case of F/S option)

Notes:

Type 1: with pump house, Type 2: manhole P/S under road (large), Type 3: manhole P/S under road (small)

Areas were confirmed on Google Earth

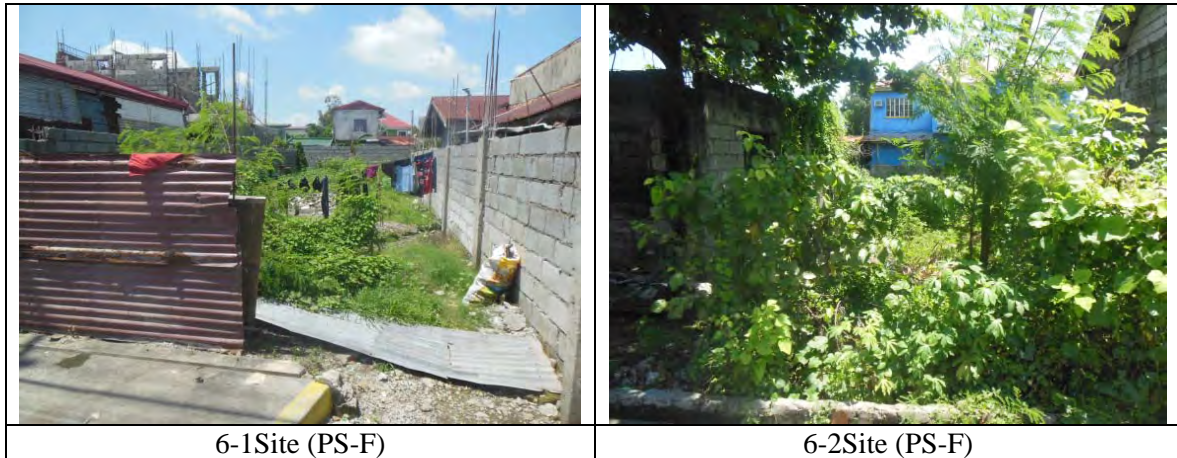
出典：調査団

上述の通り処理場内に建設される終末ポンプ場以外はマンホールポンプ場でも対応可能だが、IC 流域で追加幹線に下水を送る際に必要となる PS-F ポンプ場は比較的大規模であるため、その候補地を検討した。候補地は図 5.5.7、5.5.8 に示す 2 箇所が考えられる。



出典：調査団 on Google Earth

図 5.5.7 Imus 市 PS-F ポンプ場の候補地位置

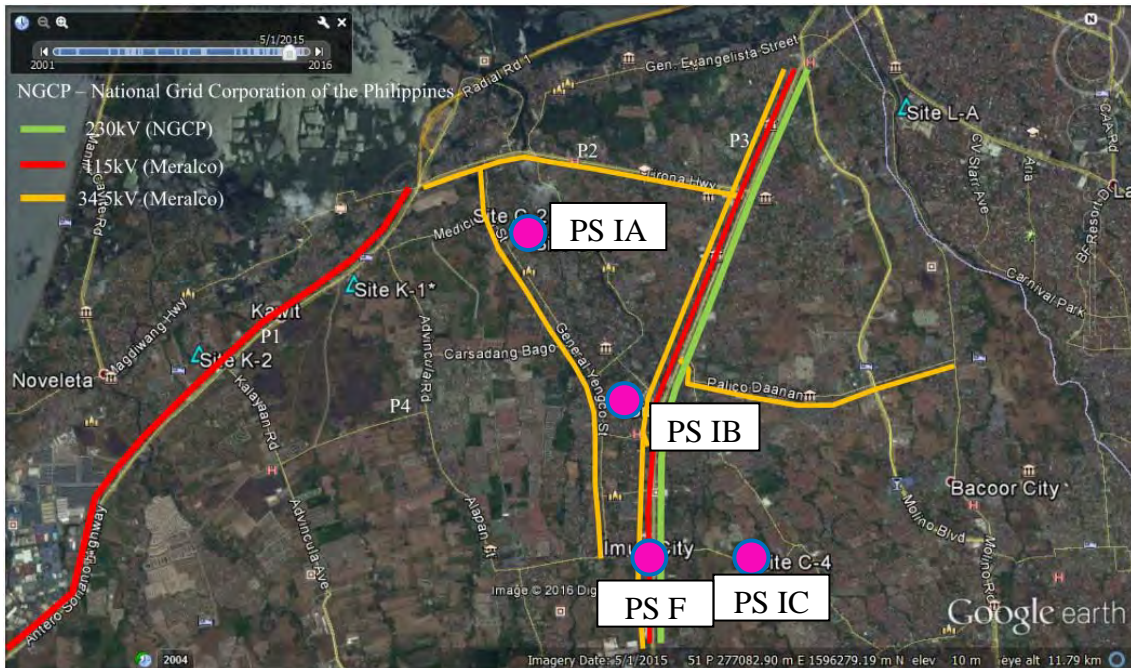


出典：調査団

図 5.5.8 Imus 市 PS-F ポンプ場の候補地現状

(4) ポンプ場への電気供給源

全オプションの中で比較的大規模となる PS-IA, PS-IB, PS-F, PS-IC への電気供給源を図 5.5.9 に示す。MERALCO の高圧送電線が近くを通過しているので、短距離の専用線を引くことで電気の供給は問題ない。



出典：調査団 based on interview to MERALCO

図 5.5.9 Imus 市内の MERALCO 高圧送電線

## 5.6 Kawit 町における下水道計画

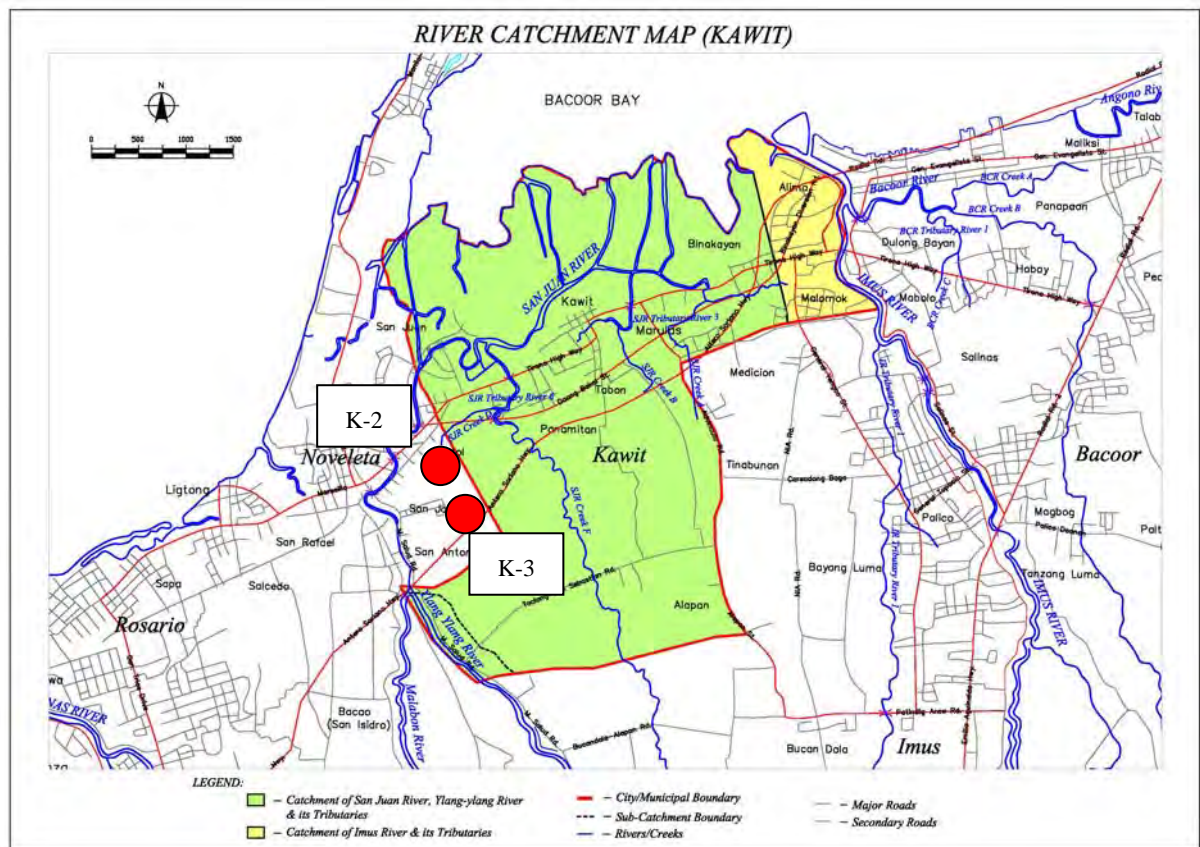
### 5.6.1 下水処理場候補地

第4章に記したように Kawit 町における候補地を下記に示す。

K-2 : 0.95 ヘクタール、K-3 : 1.59 ヘクタール

### 5.6.2 下水処理水の放流先

Kawit 町における下水処理水の放流先を図 5.6.1 に示す。



出典：調査団

図 5.6.1 Kawit 町における下水処理水の放流先

### 5.6.3 計画下水処理場容量

第 5.1 節で示したように Kawit 町の計画下水処理場容量は 22,000 m<sup>3</sup>/日である。

### 5.6.4 下水道システムケーススタディのオプション

第 5.3.1 節に述べた条件を基にケーススタディのオプションを検討する。

- Kawit 町における下水処理場の土地取得は行われていない。
- K-2 または K-3 において下水処理場を計画する。  
(マイニラッド社で Kawit 町において計画されている下水処理場は一つである。)
- 各処理プロセスのケーススタディは前述の条件において検討する。



図 5.6.2 Kawit 町における下水道システムのケーススタディのオプション

### 5.6.5 下水道システムケーススタディ結果

下記に下水道システムのケーススタディの結果を示す。

#### (1) CAS (2 オプション)

表 5.6.1 CAS の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	CAS-KWT-1	CAS with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.20	Not aquired	1.59
	CAS-KWT-2	CAS without Digestion Process	K-3	22,000	1.59	0.90	Not aquired	0.90

(2) MBR (4 オプション)

表 5.6.2 MBR の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBR-KWT-1	MBR with Digestion Process	K-2	22,000	0.95	0.91	Not acired	0.95
	MBR-KWT-2	MBR without Digestion Process	K-2	22,000	0.95	0.91	Not acired	0.95
	MBR-KWT-3	MBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.04	Not acired	1.04
	MBR-KWT-4	MBR without Digestion Process	K-3	22,000	1.59	0.81	Not acired	0.81

(3) SBR (2 オプション)

表 5.6.3 SBR の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	SBR-KWT-1	SBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.40	Not acired	1.59
	SBR-KWT-2	SBR without Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.29	Not acired	1.59

(4) MBBR (2 オプション)

表 5.6.4 MBBR の場合の可能なオプション

Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Available Land Area (ha) (2)	Required Land Area (ha) (3)	Land Status (4)	Land acquired/to be acquired (ha) (5)
Kawit (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBBR-KWT-1	MBBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.59	1.36	Not acired	1.59
	MBBR-KWT-2	MBBR without Digestion Process	K-3	22,000	1.59	0.99	Not acired	0.99

付録6の表3.1～3.5に各オプションにおける候補地の下水処理場のレイアウトプランを示す。表の各オプションの下水道システムについては第5.6.6～5.6.8節に述べる。

### 5.6.6 下水幹線

#### (1) 下水管流量の設定条件

Kawit 町における下水管流量の設定条件は 5.4.6 項に示した Las Piñas 市での場合と同様である。

#### (2) 検討オプション

Kawit 町については管路計画として終末処理場の用地のみが異なる 1 ケースが存在する。用地毎に該当する処理場オプション、計画人口及び汚水量は下表のとおりである。

表 5.6.5 Kawit 町における下水道計画

STP Option	Catchment	Destination	Area	Population	Average Dry Weather Flow at STP (m <sup>3</sup> /day)	Peak Flow to Conveyance System at STP	
			(ha)	(capita)		(m <sup>3</sup> /day)	(m <sup>3</sup> /sec)
CAS-KWT-1 CAS-KWT-2 MBR-KWT-3 MBR-KWT-4 SBR-KWT-1 SBR-KWT-2 MBBR-KWT-1 MBBR-KWT-2	K	K-3	1,340	138,595	22,000	37,200	0.43
CAS-KWT-1 CAS-KWT-2	K	K-2	1,340	138,595	22,000	37,200	0.43

出典：調査団

本ケースの計画コンセプトは以下の通りである。

- 1 流域のみのため、流域統合はなし。(全て 22,000m<sup>3</sup>/日)
- 処理場候補地は K-3 と K-2 の 2 箇所あるため、それぞれで幹線末端部分の延長を CAD 上で算定し反映した。(K-3 は F/S 用地から延長に大きな変化はないが、K-2 については一部系統替えが必要となる。)

#### (3) 幹線の計画条件

幹線の計画条件は 5.4.6 項に示した Las Piñas 市と同様である。

#### (4) 各オプションに対する管路計画の数量概要

表 5.6.11 に各オプションに対する管路計画の数量の概要を示す。

表 5.6.6 Kawit 町各オプションにおける管路数量

No.	Diameter (mm)	Material (Preliminary)	Sewer Length (m)		
			CAS-KWT-1	MBR-KWT-1	F/S
Option			CAS-KWT-1	MBR-KWT-1	F/S
Catchment			K	K	K
STP Site			K-3	K-2	C6
Peak Flow at STP (m3/day)			37,200	37,200	37,200
(1) Open Cut					
1	200	PVC	1,590	1,590	1,590
2	300	PVC	0	0	0
3	400	HDPE	0	0	820
4	500	HDPE	1,186	822	580
5	600	HDPE	0	0	1,050
6	700	HDPE	1,196	1,560	0
7	800	HDPE	0	0	0
8	900	HDPE	1,300	500	1,250
Total			5,272	4,472	5,290

出典：調査団

## 5.6.6 遮集管、雨水吐き並びにマンホール

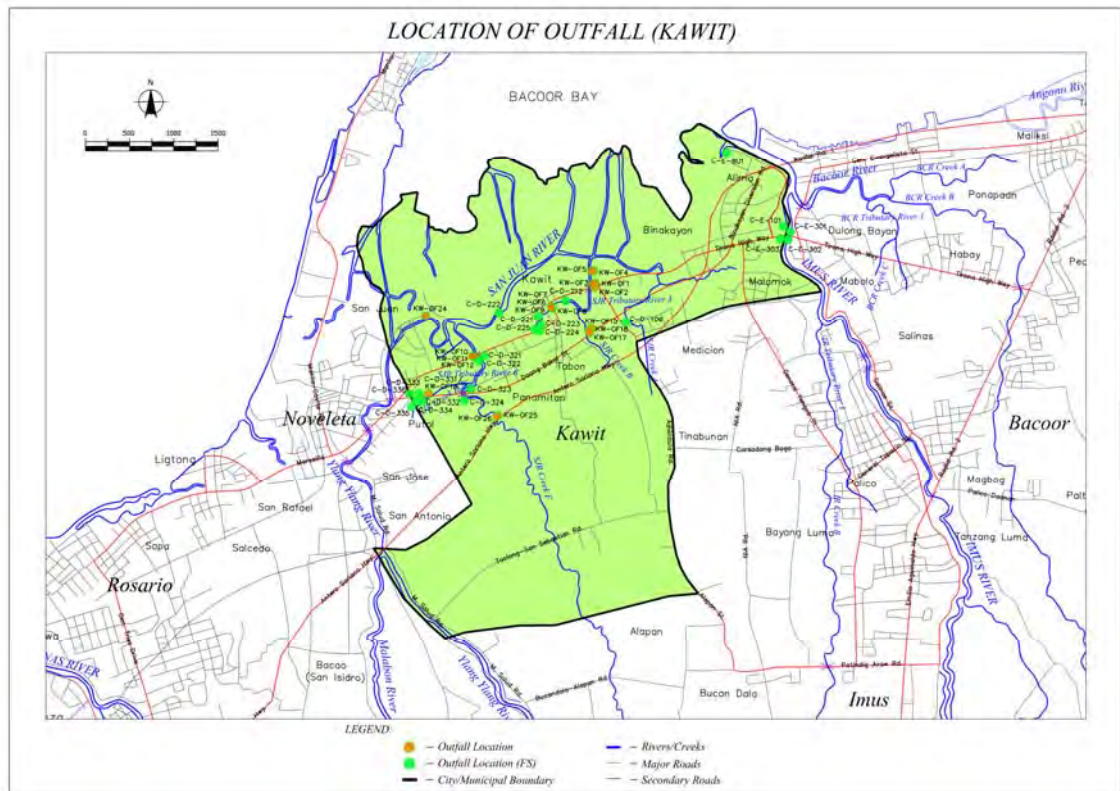
### (1) 雨水吐口

本調査期間中に Kawit 町での雨水吐口位置を現場踏査にて確認し、F/S 報告書の情報から更新した。下表に河川、排水路毎に集計した吐き口数を、図 5.6.3 に位置図を示す。

表 5.6.7 Kawit 町雨水吐口数概要

River/Creek Name	Number of Outfall Location				
	F/S 2011	Surveyed Location 2016			Total 2016
		Total	Same with F/S	Additional	
Imus River	5	0	0	0	5
San Juan River	1	1	0	1	2
SJR Creek A	1	0	0	0	1
SJR Creek B	0	3	0	3	3
SJR Creek D	6	1	1	0	6
SJR Creek F	2	2	0	2	4
SJR Tributary River 3	5	9	0	9	14
SJR Tributary River 6	2	3	0	3	5
Total	22	19	1	18	40

出典：調査団



出典：調査団

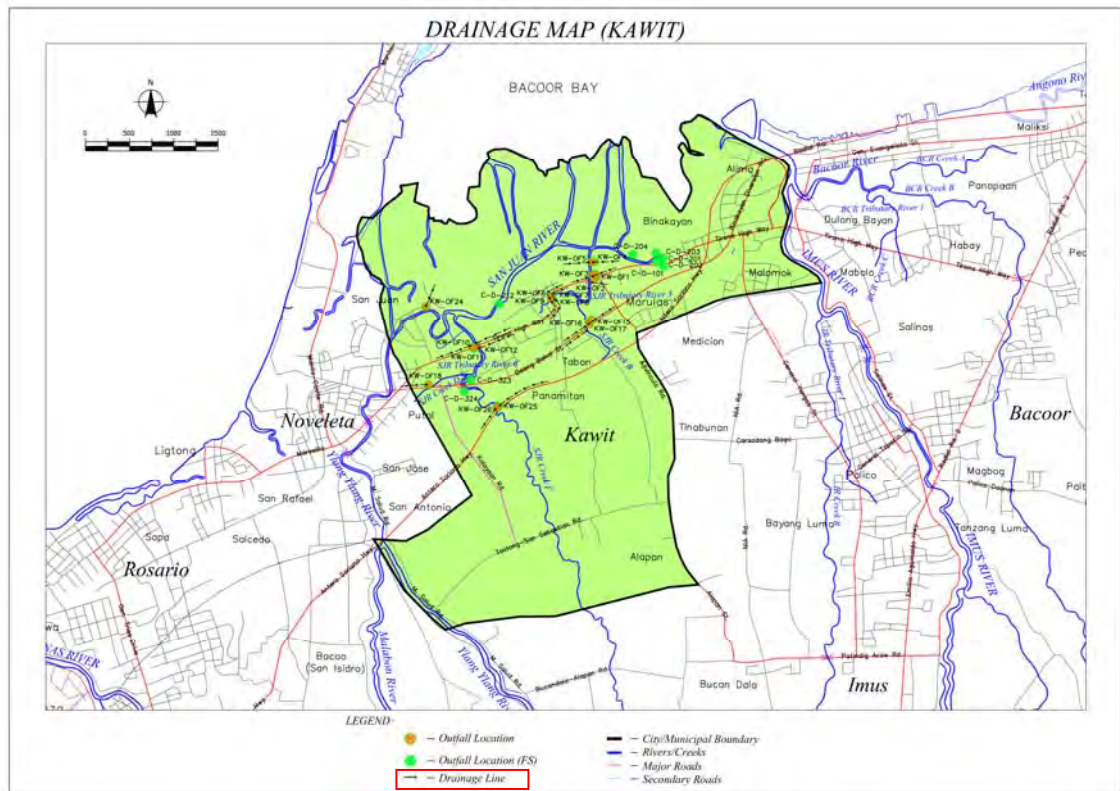
図 5.6.3 Kawit 町雨水吐口位置

(2) 排水路

マイニラッド社、Kawit 町共に排水路の路線図等詳細データを有していない。従って、雨水吐口の方から河川、排水路付近の道路側溝における排水の流下方向を図 5.6.4 に示すのみとした。

また、Imus 市は将来の排水路の新設や拡張計画を有していない。新設道路が建設される際に道路側溝が合わせて建設されるのみである。



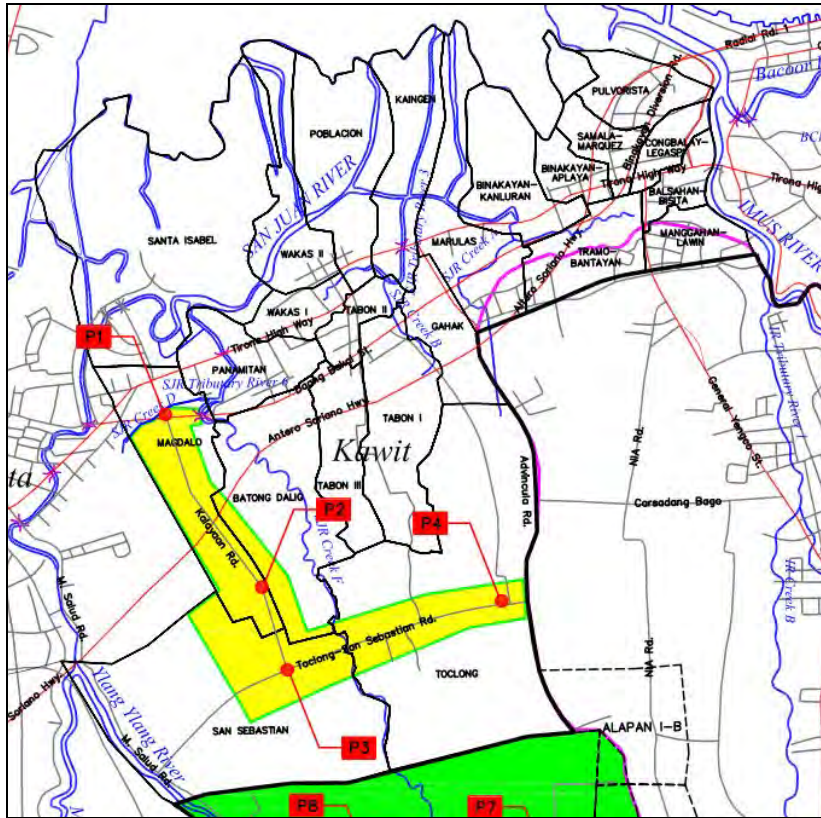


出典：調査団

図 5.6.4 Kawit 町既存排水路

### (3) 排水路の未設置地域

Kawit 町内には図 5.6.5、5.6.6 で示す通り道路側溝を含む排水路が建設されていない地域が存在する。マイニラッドが排水路からの遮集システムを採用している限りは、Kawit 町による排水路の整備を待つ必要がある。あるいは本地区区についてのみは分流式下水道システムを採用することも一案である。



出典：調査団

図 5.6.5 Kawit 町排水路未整備地域



出典：調査団

図 5.6.6 Kawit 町排水路未整備地域写真

#### (4) 遮集管

F/S レポートでは遮集管計画の詳細は存在せず、各処理分区（遮集箇所）で発生する下水水量のみが算定されている。従って、遮集管の積算においてはφ200mm、総延長L=1,590mを活用した。

遮集管計画における設計条件は5.4.7に示したLas Pinas市での場合と同様である。

詳細設計において本調査で新たに発見された雨水吐口を網羅した形で遮集管計画を立案する必要がある。

#### (5) 分水人孔

必要となる分水人孔の構造は5.4.7項で示したものと同様である。雨水吐口数と同じ数の分水人孔を設置し、河川・排水路への下水の直接放流を遮集する必要がある。

#### (6) マンホール

マンホールの計画に当たっての設計条件は5.4.7項に準ずる。必要となるマンホール数の概算数量を下表に示す。

表 5.6.8 Kawit 町で必要となるマンホール数  
(CAS-KWT-1 の例)

Internal Dia.(cm)	Sewer Dia. (mm)	Number
120	200-800	67
150	900-1100	11

出典：調査団、「下水道施設計画設計指針と解説」  
(2009、日本下水道協会)

### 5.6.7 ポンプ場

#### (1) ポンプ場の計画コンセプト

ポンプ場の計画コンセプトは5.4.8項に示したLas Pinas市と同様である。

#### (2) 必要なポンプ場

##### 1) K-3 用地へ下水を送るケース

K-3 用地を使用し、Kawit 町の下水全量を1箇所処理する際に必要となる主要ポンプ場を下表に示す。

表 5.6.9 Kawit 町におけるポンプ場 (CAS-KWT-1)

No.	Name	Peak Flow		Type	Number of Pumps		Pump Capacity (m <sup>3</sup> /min)	Output (kW)	Total Output (kW)
		(lps)	(m <sup>3</sup> /min)		Duty	Standby			
1	PS Kd	65.0	5.615	3	1	1	4	4.3	4.3
2	KS Kc	111.8	9.662	2	2	1	4	3.3	6.6
3	KS Kb	235.9	20.384	2	2	1	8	10.4	20.9
4	PS Ka3	235.9	20.384	2	2	1	8	9.0	17.9
5	PS Ka1	235.9	20.384	2	2	1	8	8.3	16.6
6	PS Ki	68.5	5.921	3	1	1	5	5.6	5.6
7	PS Ka2	300.1	25.926	2	2	1	10	10.9	21.7
8	PS K	425.0	36.722	1/2	2	1	13	<b>16.3</b>	<b>32.6</b>

Notes:

Type 1: with pump house, Type 2: manhole P/S under road (large), Type 3: manhole P/S under road (small)

出典：調査団

2) K-2 用地へ下水を送るケース

K-2 用地を処理場として使用し、Kawit 町の下水量を 1 箇所処理する際に必要となる主要ポンプ場を下表に示す。

表 5.6.10 List of Pumping Station in Kawit Town (MBR-KWT-1)

No.	Name	Peak Flow		Type	Number of Pumps		Pump Capacity (m <sup>3</sup> /min)	Output (kW)	Total Output (kW)
		(lps)	(m <sup>3</sup> /min)		Duty	Standby			
1	PS Kd	65.0	5.615	3	1	1	4	4.3	4.3
2	KS Kc	111.8	9.662	2	2	1	4	3.3	6.6
3	KS Kb	235.9	20.384	2	2	1	8	10.4	20.9
4	PS Ka3	235.9	20.384	2	2	1	8	9.0	17.9
5	PS Ka1	235.9	20.384	2	2	1	8	8.3	16.6
6	PS Ki	68.5	5.921	3	1	1	5	5.6	5.6
7	PS Ka2	300.1	25.926	2	2	1	10	10.9	21.7
8	PS K	425.0	36.722	1/2	2	1	13	<b>15.9</b>	<b>31.8</b>

Notes:

Type 1: with pump house, Type 2: manhole P/S under road (large), Type 3: manhole P/S under road (small)

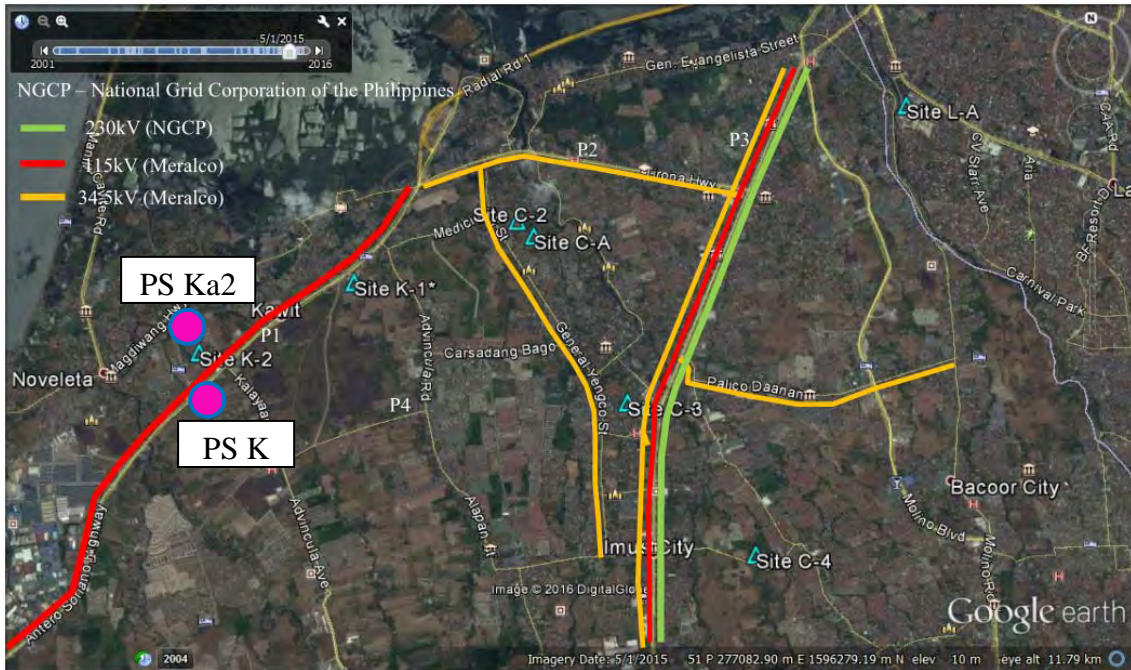
出典：調査団

(3) ポンプ場候補地

F/S レポートでは用地買収を伴う大規模ポンプ場の情報は存在しない。ポンプ場容量の検証の結果、用地買収は必要ない。

(4) ポンプ場への電気供給源

比較的大規模となる PS-K, PS-Ka2 への電気供給源を図 5.6.7 に示す。MERALCO の高圧送電線が近くを通過しているため、短距離の専用線を引くことで電気の供給は問題ない。



出典：調査団 based on interview to MERALCO

図 5.6.7 Kawit 町内の MERALCO 高圧送電線

## 5.7 LCC の計算方法と結果

長期的な財務面から適切な処理方法を選択するため、処理方法のライフサイクルコスト（LCC）を算定する。

マイニラッド社の新しい下水処理場の入札過程において、入札企業は一定の条件を基にした LCC 値を提出することが求められる。提出した LCC 値は、コントラクターを選考する重要な指標として利用される。LCC の計算は、入札過程において使用した条件と同じ条件で行う。

表 5.7.1 に使用した条件を示す。

表 5.7.1 LCC 計算の条件

因子	条件
評価期間	19 年（1～4 年の建設期間及び 15 年間の運営管理期間）
施設の耐用年数	15 years (no residual value at final year)
割引率	7.89%（マイニラッド社ビジネスプラン 2013）
価格	2016 年 7 月時点
インフレーション	考慮しない
建設費	第 5.3.3 節にて算定
建設費支出	建設期間は各スキーム、1～3.5 年として算定する。建設は、運営期間の直前に完了する。コストは、建設期間の毎年において同じ額が失出される。
運営管理費	固定費 + (変動費/処理量)
処理量	運営期間の初年度の計画容量の 50% 数値は毎年 3.33% 増加して、運営期間の 15 年目に計画容量の 100% に達する。

出典：調査団

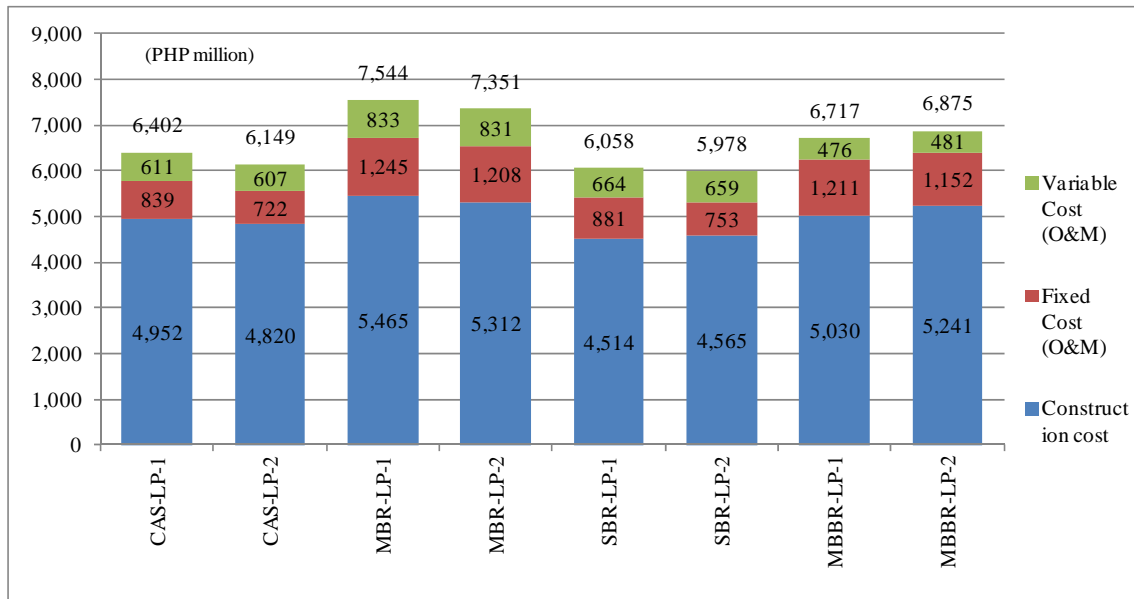
第 5.6 節に示す各ケースにおいて計算を行った。詳細な計算シートは表 5.3.3 を参照。各市の LCC 値の結果は表 5.7.2 および図 5.7.1～3 に示す。

表 5.7.2 LCC 計算結果

(PHP 百万)

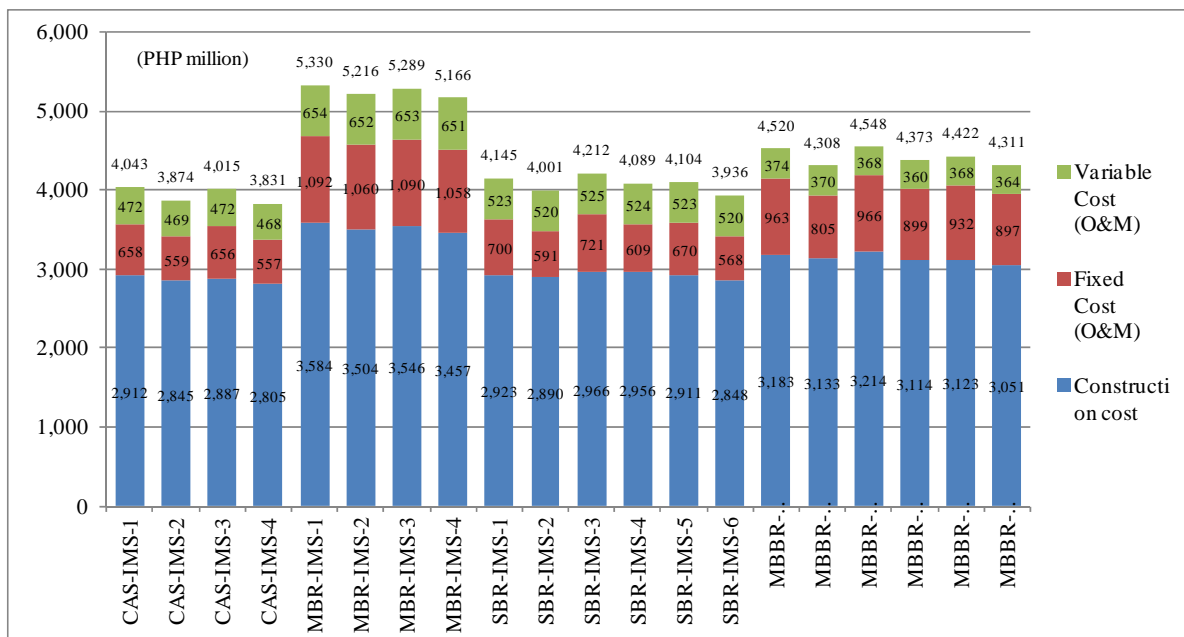
地域	スキーム	ライフサイクルコスト 7.89%割引 (PHP 百万)			
		建設費	運営管理費		合計
			固定費	変動費	
Las Piñas	CAS-LP-1	4,952	839	611	6,402
	CAS-LP-2	4,820	722	607	6,149
	MBR-LP-1	5,465	1,245	833	7,544
	MBR-LP-2	5,312	1,208	831	7,351
	SBR-LP-1	4,514	881	664	6,058
	SBR-LP-2	4,565	753	659	5,978
	MBBR-LP-1	5,030	1,211	476	6,717
	MBBR-LP-2	5,241	1,152	481	6,875
Imus	CAS-IMS-1	2,912	658	472	4,043
	CAS-IMS-2	2,845	559	469	3,874
	CAS-IMS-3	2,887	656	472	4,015
	CAS-IMS-4	2,805	557	468	3,831
	MBR-IMS-1	3,584	1,092	654	5,330
	MBR-IMS-2	3,504	1,060	652	5,216
	MBR-IMS-3	3,546	1,090	653	5,289
	MBR-IMS-4	3,457	1,058	651	5,166
	SBR-IMS-1	2,923	700	523	4,145
	SBR-IMS-2	2,890	591	520	4,001
	SBR-IMS-3	2,966	721	525	4,212
	SBR-IMS-4	2,956	609	524	4,089
	SBR-IMS-5	2,911	670	523	4,104
	SBR-IMS-6	2,848	568	520	3,936
	MBBR-IMS-1	3,183	963	374	4,520
	MBBR-IMS-2	3,133	805	370	4,308
	MBBR-IMS-3	3,214	966	368	4,548
	MBBR-IMS-4	3,114	899	360	4,373
	MBBR-IMS-5	3,123	932	368	4,422
	MBBR-IMS-6	3,051	897	364	4,311
Kawit	CAS-KWT-1	761	173	116	1,050
	CAS-KWT-2	715	147	116	978
	MBR-KWT-1	883	317	168	1,369
	MBR-KWT-2	873	308	168	1,349
	MBR-KWT-3	951	320	168	1,439
	MBR-KWT-4	929	311	168	1,407
	SBR-KWT-1	714	173	129	1,015
	SBR-KWT-2	708	147	128	984
	MBBR-KWT-1	758	220	92	1,070
	MBBR-KWT-2	718	214	91	1,024

出典：調査団



出典：調査団

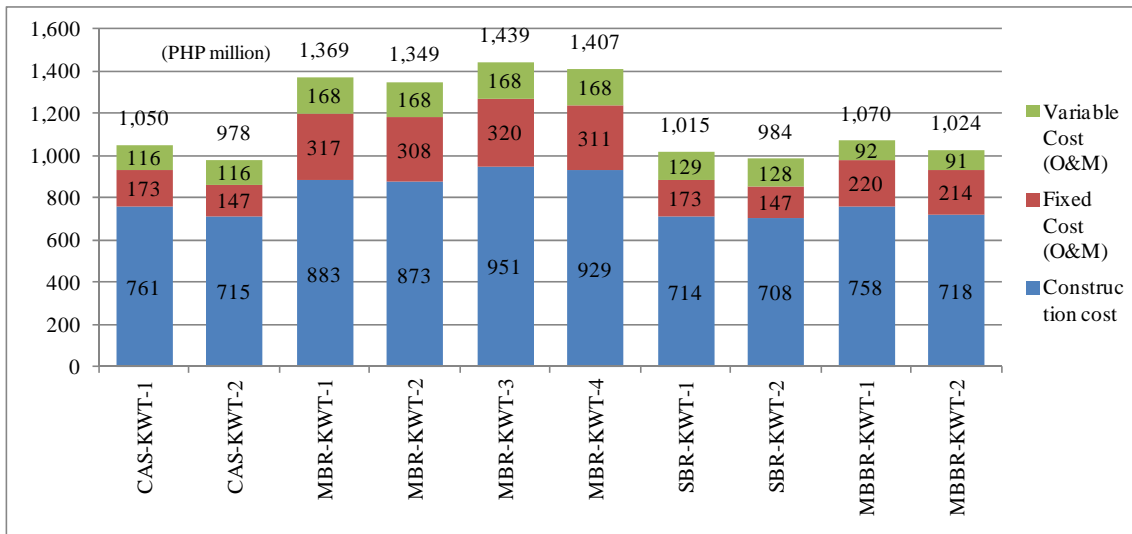
図 5.7.1 Las Piñas 市の下水道システムの LCC



出典：調査団

図 5.7.2 Imus 市の下水道システムの LCC





出典：調査団

図 5.7.3 Kawit 町の下水道システムの LCC

## 5.8 各地域における有望オプション

表 5.8.1 に各対象地域の消化プロセスを含む下水道システムの有望オプションをハイライト表示で示す。表 5.8.2 に、各調査地域の消化システムのない有望オプションを示す。

表 5.8.1 各調査地域の有望オプション (消化プロセスを含む下水道システム)

Las Pinas						Initial Cost				STP Cost			Collection Facility Cost	Total O&M Cost (million Php/year)	LCC (million Php)
						Land Cost	STP Cost	Collection Facility Cost	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)						
Treatment Process (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Required Land Area (ha) (3)	Land Cost (million Php) (7)	Total of STP, incl. land (million Php) (8)	Total of Collection facility (million Php) (9)	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)	Total of STPs (million Php /year)	Total of Collection Facility (million Php /year)	Total O&M Cost (million Php/year)	LCC (million Php)		
CAS (113,200m <sup>3</sup> /day)	CAS-LP-1	CAS with Digestion Process	L-A	113,200	2.55	0.00	2,229.97	3,836.93	6,066.90	228.25	43.31	271.56	6,402		
MBR (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBR-LP-1	MBR with Digestion Process	L-A	113,200	2.55	0.00	2,858.98	3,836.93	6,695.91	342.82	43.31	386.13	7,544		
SBR (113,200m <sup>3</sup> /day)	SBR-LP-1	SBR with Digestion Process	L-A	56,600	2.55	0.00	2,598.92	3,284.71	5,883.63	252.95	37.22	290.18	6,058		
			L-C	56,600	2.99	113.62									
MBBR (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBBR-LP-1	MBBR with Digestion Process	L-A	80,000	2.55	0.00	2,807.24	3,497.63	6,304.87	225.01	38.00	263.01	6,717		
			L-C	33,200	1.32	50.16									

Imus						Initial Cost				STP Cost			Collection Facility Cost	Total O&M Cost (million Php/year)	LCC (million Php)
						Land Cost	STP Cost	Collection Facility Cost	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)						
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Required Land Area (ha) (3)	Land Cost (million Php) (7)	Total of STP, incl. land (million Php) (8)	Total of Collection facility (million Php) (9)	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)	Total of STPs (million Php /year)	Total of Collection Facility (million Php /year)	Total O&M Cost (million Php/year)	LCC (million Php)		
CAS (93,600m <sup>3</sup> /day)	CAS-IMS-1	CAS with Digestion Process	C-A	93,600	2.18	65.40	1,947.14	1,703.07	3,650.21	190.62	20.74	211.37	4,043		
	CAS-IMS-3	CAS with Digestion Process	C-B	93,600	2.34	46.80	1,947.52	1,671.42	3,618.94	190.62	20.32	210.94	4,015		
MBR (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBR-IMS-1	MBR with Digestion Process	C-A	93,600	2.18	65.40	2,789.65	1,703.07	4,492.73	300.23	20.74	320.98	5,330		
	MBR-IMS-3	MBR with Digestion Process	C-B	93,600	2.05	41.00	2,773.88	1,671.42	4,445.31	300.23	20.32	320.55	5,289		
SBR (93,600m <sup>3</sup> /day)	SBR-IMS-1	SBR with Digestion Process	WTF	57,800	1.75	54.00	2,232.91	1,576.74	3,809.65	210.89	18.58	229.47	4,145		
			STF with Digestion Process	C-A	(57,800)	0.77								23.10	
			SBR with Digestion Process	C-3	35,800	1.90								52.25	
			C-A	50,000	2.18	65.40									
			C-3	43,600	2.07	56.93									
SBR-IMS-5	SBR with Digestion Process	C-B	93,600	3.27	65.40	1,977.85	1,671.42	3,649.27	204.48	20.32	224.80	4,104			
		WTF	C-2	33,200	1.23	36.90	2,451.85	1,600.66	4,052.51	186.20	22.89	209.08	4,520		
		STF with Digestion Process	C-A	(33,200)	0.72	21.60									
		MBBR with Digestion Process	C-3	60,400	2.06	67.10									
		C-A	65,000	2.18	65.40										
C-3	28,600	1.27	34.93												
MBBR (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBBR-IMS-3	MBBR with Digestion Process	C-A	65,000	2.18	65.40	2,420.36	1,670.82	4,091.19	187.79	20.53	208.33	4,548		
			C-3	28,600	1.27	34.93									
			C-B	93,600	2.71	54.20	2,242.56	1,671.42	3,913.98	210.20	20.32	230.52	4,422		

WTF: Water Treatment Facilities, STF: Sludge Treatment Facilities

Kawit						Initial Cost				STP Cost			Collection Facility Cost	Total O&M Cost (million Php/year)	LCC (million Php)
						Land Cost	STP Cost	Collection Facility Cost	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)						
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Required Land Area (ha) (3)	Land Cost (million Php) (7)	Total of STP, incl. land (million Php) (8)	Total of Collection facility (million Php) (9)	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)	Total of STPs (million Php /year)	Total of Collection Facility (million Php /year)	Total O&M Cost (million Php/year)	LCC (million Php)		
CAS (22,000m <sup>3</sup> /day)	CAS-KWT-1	CAS with Digestion Process	K-3	22,000	1.20	111.30	722.78	308.00	1,030.77	47.24	6.59	53.83	1,050		
MBR (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBR-KWT-1	MBR with Digestion Process	K-2	22,000	0.91	44.46	948.82	247.51	1,196.33	82.16	6.18	88.34	1,369		
	MBR-KWT-3	MBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.04	72.80	980.89	308.00	1,288.89	82.16	6.59	88.75	1,439		
SBR (22,000m <sup>3</sup> /day)	SBR-KWT-1	SBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.40	111.30	659.03	308.00	967.02	50.00	6.59	56.59	1,015		
MBBR (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBBR-KWT-1	MBBR with Digestion Process	K-3	22,000	1.36	111.30	718.65	308.00	1,026.65	49.09	6.59	55.68	1,070		

出典：調査団

表 5.8.2 各調査地域の有望オプション (消化プロセスのない下水道システム)

Las Piñas						Initial Cost				STP Cost			Collection Facility Cost	LCC (million Php)
						Land Cost	STP Cost	Collection Facility Cost	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)					
Treatment Process (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Required Land Area (ha) (3)	Land Cost (million Php) (7)	Total of STP, incl. land (million Php) (8)	Total of Collection facility (million Php) (9)	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)	Total of STPs (million Php /year)	Total of Collection Facility (million Php /year)	Total O&M Cost (million Php/year)	LCC (million Php)	
CAS (113,200m <sup>3</sup> /day)	CAS-LP-2	CAS without Digestion Process	L-A	113,200	2.55	0.00	2,204.36	3,836.93	6,041.29	228.25	43.31	271.56	6,149	
MBR (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBR-LP-2	MBR without Digestion Process	L-A	113,200	1.95	0.00	2,821.94	3,836.93	6,658.87	342.82	43.31	386.13	7,351	
SBR (113,200m <sup>3</sup> /day)	SBR-LP-2	SBR without Digestion Process	L-A	64,900	2.55	0.00	2,547.20	3,403.94	5,951.13	252.95	37.23	290.18	5,978	
			L-C	48,300	2.53	96.14								
MBBR (113,200m <sup>3</sup> /day)	MBBR-LP-2	MBBR without Digestion Process	L-A	113,200	2.55	0.00	2,584.56	3,836.93	6,421.49	219.95	43.31	263.26	6,875	

Imus						Initial Cost				STP Cost			Collection Facility Cost	LCC (million Php)
						Land Cost	STP Cost	Collection Facility Cost	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)					
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Required Land Area (ha) (3)	Land Cost (million Php) (7)	Total of STP, incl. land (million Php) (8)	Total of Collection facility (million Php) (9)	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)	Total of STPs (million Php /year)	Total of Collection Facility (million Php /year)	Total O&M Cost (million Php/year)	LCC (million Php)	
CAS (93,600m <sup>3</sup> /day)	CAS-IMS-2	CAS without Digestion Process	C-A	93,600	1.90	65.40	1,919.12	1,703.07	3,622.19	190.62	20.74	211.37	3,874	
	CAS-IMS-4	CAS without Digestion Process	C-B	93,600	1.74	34.80	1,899.28	1,671.42	3,570.70	190.62	20.32	210.94	3,831	
MBR (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBR-IMS-2	MBR without Digestion Process	C-A	93,600	1.96	65.40	2,757.77	1,703.07	4,460.84	300.23	20.74	320.98	5,216	
	MBR-IMS-4	MBR without Digestion Process	C-B	93,600	1.67	33.40	2,729.20	1,671.42	4,400.62	300.23	20.32	320.55	5,166	
SBR (93,600m <sup>3</sup> /day)	SBR-IMS-2	SBR without Digestion Process	WTF	57,800	1.75	54.00	2,190.90	1,576.74	3,767.64	210.89	18.58	229.47	4,001	
			STF without Digestion Process	C-A	(57,800)	0.34								10.20
			SBR without Digestion Process	C-3	35,800	1.82								50.05
	SBR-IMS-4	SBR without Digestion Process	C-A	57,800	2.18	65.40	2,230.29	1,622.73	3,853.02	213.49	19.94	233.42	4,089	
			C-3	35,800	1.82	50.05								
			C-B	93,600	3.21	64.20								1,953.60
MBBR (93,600m <sup>3</sup> /day)	MBBR-IMS-2	MBBR without Digestion Process	WTF	33,200	1.23	36.90	2,387.24	1,600.66	3,987.90	186.20	22.89	209.08	4,308	
			STF without Digestion Process	C-A	(33,200)	0.34								10.20
	MBBR-IMS-4	MBBR without Digestion Process	C-3	60,400	1.91	52.53	2,200.55	1,703.07	3,903.62	208.92	20.74	229.66	4,373	
			C-B	93,600	2.58	51.60								2,212.20

WTF: Water Treatment Facilities, STF: Sludge Treatment Facilities

Kawit						Initial Cost				STP Cost			Collection Facility Cost	LCC (million Php)
						Land Cost	STP Cost	Collection Facility Cost	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)					
Area Name (Required Capacity)	Option	Process	Site	Planned Capacity (m <sup>3</sup> /day) (1)	Required Land Area (ha) (3)	Land Cost (million Php) (7)	Total of STP, incl. land (million Php) (8)	Total of Collection facility (million Php) (9)	Construction Cost (Tax excluded) (million Php) (10)=(8)+(9)	Total of STPs (million Php /year)	Total of Collection Facility (million Php /year)	Total O&M Cost (million Php/year)	LCC (million Php)	
CAS (22,000m <sup>3</sup> /day)	CAS-KWT-2	CAS without Digestion Process	K-3	22,000	0.90	63.00	660.78	308.00	968.77	47.24	6.59	53.83	978	
MBR (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBR-KWT-2	MBR without Digestion Process	K-2	22,000	0.91	44.46	935.87	247.51	1,183.38	82.16	6.18	88.34	1,349	
	MBR-KWT-4	MBR without Digestion Process	K-3	22,000	0.81	56.70	950.46	308.00	1,258.45	82.16	6.59	88.75	1,407	
SBR (22,000m <sup>3</sup> /day)	SBR-KWT-2	SBR without Digestion Process	K-3	22,000	1.29	111.30	651.77	308.00	959.76	50.00	6.59	56.59	984	
MBBR (22,000m <sup>3</sup> /day)	MBBR-KWT-2	MBBR without Digestion Process	K-3	22,000	0.99	69.30	664.80	308.00	972.80	49.09	6.59	55.68	1,024	

出典：調査団

オプションは技術的な点および LCC の点から選択している。下記に選択の理由を示す。

### 5.8.1 Las Piñas 市

下記に理由から、有望なオプションは CAS-LP-1 となる。

- ✓ 必要な土地は既に取得済みの 1 箇所だけであり、土地買収の手続きが必要ない。
- ✓ CAS の LCC は、MBR および MBBR より大幅に低い。
- ✓ SBR の LCC は最も低いが、下水処理場が二つ必要になる。土地買収の手続きを考慮すると、1 か所である方が望ましい。
- ✓ SBR の場合は窒素除去において無酸素プロセスが必要であるため、CAS の運転業

務は SBR より容易である。

- ✓ 消化プロセスは発生汚泥の削減に役立つ。下水処理場容量が大規模であるため、消化プロセスは必要である。

### 5.8.2 Imus 市

下記の理由から、有望なオプションは CAS-IMS-3 となる。

- ✓ 必要な土地は C-B の 1 か所のみであり、候補地の中で最も下水処理場に適している。
- ✓ C-B は住宅地に位置していないため、環境への影響が少ない。
- ✓ 消化プロセスは発生汚泥の削減に役立つ。下水処理場容量が大規模であるため、消化プロセスは必要である。
- ✓ 消化プロセスを含むオプションの中で LCC が最も低い。

### 5.8.3 Kawit 町

下記の理由から、有望なオプションは CAS-KWT-1 および CAS KWT-2 となる。

- ✓ 必要な土地は 1 か所である。
- ✓ LCC が他のオプションより低い。
- ✓ 幹線道路が近いため、アクセスを考慮すると、K-3 は K-2 より適している。
- ✓ 消化プロセスは発生汚泥の削減に役立つが、下水処理場の規模が小さく、発生汚泥量も少ないため、消化プロセスはマイニラッド社の詳細計画および方針を基に考慮する。

CAS-LP-1、CAS-IMS-3 および CAS-KWT-1 について、経済分析を行う。

## 5.8 再生利用水

### 5.8.1 処理水再利用

再生水は、固形物および不純物の除去処理を行った下水であり、緑地や下水処理場の運営管理、商業および産業水、飲料水に使用される。再生水は、河川や海等の地表水に処理水を排出するより、水の保全と持続可能性に寄与する。

#### (1) 需要調査

中小規模の下水処理場からの再生水は、下水処理場の緑地や施設の運営管理に使用される。再生水の販売について、サービス地域全体における様々な技術的、財務的観点から事業としての実現可能性を確認するフィージビリティ調査が必要になるためである。現在、マイニラッド社はサービス地域における再生水の事業は行っていない。下水道普及率向上の為の下水道施設の拡張が最優先事項である。

しかし、調査チームは、カビテ特別経済区における簡単な調査を行い、再生水事業における現在の潜在的な需要を確認した。

#### 1) 調査方法

調査チームは下記のように調査を行った。

対象地域：カビテ特別経済区（図 5.9.1）

方法：アンケートおよび聞き取り調査（図 5.9.3）

利用可能なサンプル：20 企業

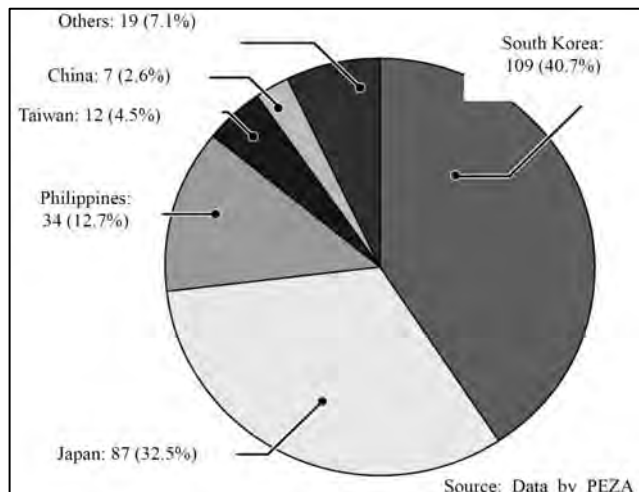


出典：調査団

図 5.8.1 カビテ特別経済区 (CEZ) の位置図

カビテ特別経済区 (CEZ) は、275 ヘクタールのカビテ州の Rosario 町および General Trias 町に囲まれる地域である。マニラから 30km ほど南に位置している。カビテ特別経済区は 5 段階を経て発展した。韓国、中国、台湾、アメリカ合衆国、日本等の多くの企業がカビテ特別経済区に事務所を持っている。2003 年 6 月時点でこれらの企業数は 242 であり、申請中や工場が建設中の企業を含む登録企業数は 268 である。

カビテ特別経済区に事務所を持つ企業の内訳は、韓国企業が最も多く 40.7% (109 企業)、続いて日本企業が 32.5% (87 企業)、フィリピン (34 企業、12.7%)、台湾 (12 企業 4.5%)、中国 (7 企業 2.6%) と続く (図-2 を参照) ハイテク企業および半導体企業の数が多い。



Source: JICA Cavite Export Processing Zone Development Project

図 5.8.2 カビテ特別経済区の企業内訳

本調査の一環として、簡単なアンケートと聞き取り調査をカビテ特別経済区を管理するフィリピン経済区庁を通じて企業に行った。

## 2) アンケートの内容

アンケートの内容は下記の通りである。

- ✓ 企業名
- ✓ 製品 Products manufactured / supplied
- ✓ 1日の水の消費量
- ✓ 再生水利用への興味
- ✓ 利用の目的
- ✓ 利用条件
- ✓ その他（要望、質問）

## 3) 調査結果

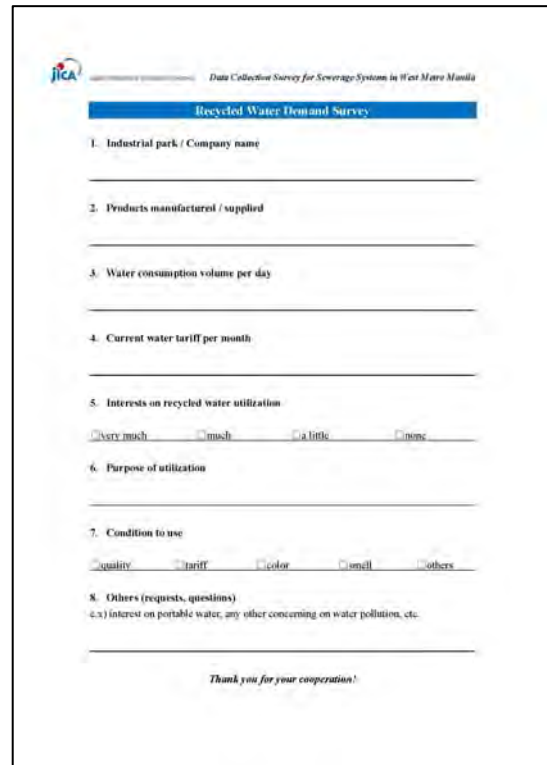
アンケートの調査結果を表 5.9.1 に示す。

調査結果により、企業は再生水の利用に一定の興味を示していることが分かった。しかし、以下の理由により現時点での実用化は尚

早であると考えられ、詳細な調査および計画がサービス地域全体において必要である。

- ✓ アンケートに回答のあった企業の再生水の水需要は、最大 130 m<sup>3</sup>/日である。給水設備の建設費および運営費を考慮し、フィージビリティ調査を通じて水道料金を設定する必要がある。
- ✓ いくつかの企業は精密機器を扱うため、処理施設の仕様は再生水の仕様および再生水の水質の詳細調査を行った後に決定する必要がある。

上記より、対象地域を含む処理場内のみで再生水を使用することが望ましい。



The image shows a survey form titled "Recycled Water Demand Survey" under the heading "Data Collection Survey for Sewerage System in West Metro Manila". The form includes the following sections:

1. Industrial park / Company name
2. Products manufactured / supplied
3. Water consumption volume per day
4. Current water tariff per month
5. Interests on recycled water utilization  
 Very much  much  a little  none
6. Purpose of utilization
7. Condition to use  
 quality  tariff  color  smell  others
8. Others (requests, questions)  
(e.g.) Interest on portable water, any other concerning on water pollution, etc.

At the bottom of the form, it says "Thank you for your cooperation!"

表 5.8.1 アンケートの調査結果

Survey Respondents	Number	Percentage
Companies in Cavite Economic Zones	20/56	36%

Q 1. Products Manufactured/Supplied		
Products/Services	Number	Percentage
Clothings/garments	2	10%
Metal fabrication (die casting products, precision metal parts, etc.)	3	15%
Warehousing/logistics	1	5%
Electronic parts/products (reel tapes, cable harness, ATM parts, etc.)	8	40%
Heavy Equipments (absorption chillers, soldering machines, etc.)	2	10%
Automotive parts (rubber products, windshields, etc.)	3	15%
Surface treatments/platings (magnet coatings, etc.)	1	5%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Q 2. Volume of Water Consumption per Day		
Volume of Water Consumption in Cubic Meter (m3)	Number	Percentage
1.0 and below	1	5%
1.1-40.0	13	65%
40.1-80.0	2	10%
80.1-120.0	2	10%
120.1 and above	1	5%
No Answer	1	5%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Q 3. Current Water Tariff per Month		
Amount of Water Tariff in Philippine Pesos (Php)	Number	Percentage
Php 101-3,000	4	20%
Php 3,001-6,000	1	5%
Php 6,001-9,000	1	5%
Php 9,001-12,000	4	20%
No Answer	10	50%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Q 4. Interest on Recycled Water Utilization		
Degree of Interest	Number	Percentage
Very Much	5	25%
Much	4	20%
A Little	6	30%
None	2	10%
No Answer	3	15%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Q 5. Purpose of Utilization		
Answers	Number	Percentage
To lessen water consumption and minimize/save cost	3	15%
To maximize water efficiency	1	5%
To clean water in 100% condition	1	5%
To use water in production (scrubber systems, cooling tower/pads)	5	25%
To use for domestic purposes (toilet, washing hands)	2	10%
To help save the environment	2	10%
No Answer	6	30%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Q 6. Condition to Use		
Considerations	Number	Percentage
Quality	10	50%
Tariff	2	10%
Color	0	0%
Smell	1	5%
Others	3	15%
No Answer	4	20%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Table 7. Other Requests/Questions		
Answers	Number	Percentage
"To have centralized water treatment facility in FCIE"	1	5%
"Will the use of recycled water lower down our water bills?"	1	5%
"Idea on the recovery of rainwater for possible utilization purposes"	1	5%
"Knowledge on portable water and status of the Philippines and other country on water pollution updates"	1	5%
"Other ways to further improve water conservation system"	1	5%
No Answer	15	75%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>



(2) 下水処理場の運営管理目的の再生水の利用

本調査において、第 5.9.1 節で述べたように下水処理場の運営管理に再生水を利用する。

下水の再生設備において、ろ過水は下水処理施設からの処理下水から生成される。

再生水には下記の 2 種類の用途がある。

- ろ過水：水質が高くない（反応槽の消泡水、脱臭施設の散布水等）。
- フィルターろ過水：水質が高い（施設の洗浄水、薬品の溶解水等）  
運営管理スタッフはフィルターろ過水に接する。

1) ろ過水

下水処理後の再生水を供給するシステムの概念および構成機器は下記のとおりである。

- a) 原水タンク、原水ポンプおよび自動ストレーナおよび管から成るストレーナによる  
下水の処理後の再生水の供給システム
- b) 原水ポンプおよび水中ポンプ
- c) 自動ストレーナ
- d) 管渠は、下水処理場および汚泥処理場にろ過水を運ぶために設置される。

表 5.8.2 ろ過水の適用 (CAS)

処理下水	処理レベル	再生水使用場所および処理下水の用途	
ろ過水	処理下水の高度処理は必要ない。不純物を取り除くみのプロセスであり、消毒は必要ない。	最初沈殿池	消泡水
		反応槽	消泡水
		最終沈殿池	消泡水
		汚泥濃縮	消泡水
		汚泥濃縮脱臭施設	散布水
		脱水脱臭施設	散布水

2) フィルターろ過水

下水処理後の再生水を供給するシステムの概念および構成機器は下記のとおりである。

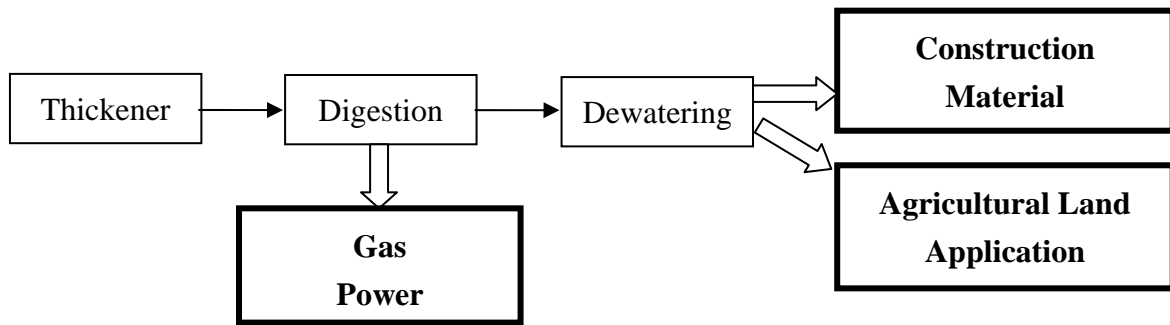
表 5.8.3 フィルターろ過水の適用 (CAS)

処理下水	処理レベル	再生水使用場所および処理下水の用途	
フィルターろ過水	高度処理が必要である。フィルターによるろ過および消毒のプロセスが必要である。	最初沈殿池	洗浄水
		反応槽	洗浄水
		最終沈殿池	洗浄水
		緑地	植物への水やり
		消毒施設	薬品の溶解水
		汚泥濃縮	洗浄水
		汚泥消化	洗浄水
		汚泥脱水機	洗浄水

5.8.2 汚泥再利用

(1) 適用可能で効率的な汚泥再利用

汚泥処理は、汚泥量を減少し（水分の削減）、安定化して、汚泥を再利用する目的で行われる。そのため、効率的な汚泥の再利用に焦点を当てて調査を行う必要がある。効率的な汚泥再利用方法として、1) 農地への適用、2) 消化ガスによる発電 3) 建築資材への適用等が考えられる。



出典：調査団

図 5.8.4 適用可能で効率的な汚泥再利用

濃縮された汚泥は消化タンクに運搬され、発生するメタンガスは電力に利用することができる。消化汚泥は脱水プロセスに送られる。

濃縮汚泥の残りの半分は、脱水処理が行われ、消化汚泥と一緒に脱水された後、乾燥されて、バイオマスやセメントのような建設資材として利用される。

### 1) 農地への適用

汚泥は、脱水汚泥、乾燥汚泥、堆肥など様々な形で再利用される。脱水汚泥および乾燥汚泥の安定性や安全性を高めるため、消化プロセスを行うことが望ましい。

### 2) 消化ガス発電

下水道汚泥ガス発電システムであり、消化タンクの濃縮汚泥から生成されたメタンガスを燃料とする。理論的には、バイオガスは燃料電池を使って直接電力に変換することができる。しかしこのプロセスは混合物のないガスと効果な燃料電池が必要であり、現時点では現実的ではない。発電機を利用したバイオガスの電力への変換はより現実的である。天然ガスとは対照的に、バイオガスは、高い圧縮率を有する燃焼用モータに用いることができる。

### 3) 建築資材への適用

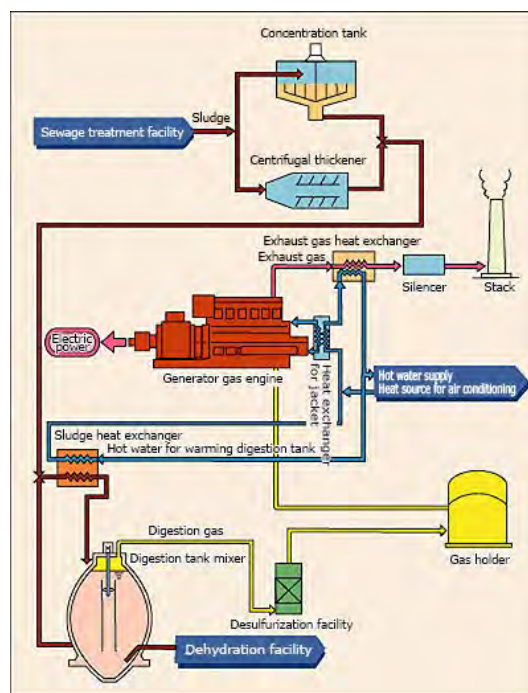
環境への懸念が高まる中で、下水管理に世界的な関心が集まっている。持続可能な建築資材への再生は、環境汚染の領域で下水廃棄物処理のオプションとなり得る。

近年、様々な種類の廃棄物が、持続可能な建築資材へ活用されている。脱水汚泥、焼却灰のセメント利用、土壌の安定化添加物等に適用されている。

一方、最終的な汚泥処理の現在の方法として、発生汚泥を脱水し、マイニラッド社のサービス地域で廃棄している。しかし、汚泥量が膨大であるため、処分場の確保が困難である。また、汚泥は雨水や地下水に溶解し異臭を発生させるため、農地への適用は不可能である。

嫌気性消化装置は下記の目的で設置される。1) 脱水装置の容量の削減、最終処分量の削減に伴う最終処分場の耐用年数の延長、2) 汚泥の安定化、3) 効率的なエネルギー活用。嫌気性消化装置は現在の問題を解決可能である。

汚泥焼却および溶融プロセスによる建設資材は、設備費が高額であり、置き場所が必要となるため現時点では適用できない。また営業ルートを開拓し、需要を確認する必要がある。



Source: Supplier's Technical Reference

図 5.8.5 消化ガス発電のイメージ図

現在、下水汚泥は脱水され、Dagat-Dagatan および Alabang 下水処理場から肥料製造の業者に引き取られている。

新しい処理場が建設されると、廃棄される汚泥量は大幅に増加することが予想される。そのため、マイニラッド社は 250 m<sup>3</sup>/日の容量の南し尿処理場を建設した。

Dagat-Dagatan 下水処理場は機械的に、Alabang 下水処理場は乾燥床によって脱水が行われ、廃棄ルートは引き続き利用される。

上記のことから、調査地域における効果的な汚泥の活用方法は、発電および農地利用目的の堆肥を使用できる汚泥消化プロセスを取り入れることである。

以下に 10,000 m<sup>3</sup>/日における各下水処理プロセスの発生電力を示す。

表 5.8.4 10,000 m<sup>3</sup>/日における各下水処理プロセスの発生電力

Treatment Process	Sludge Generation (kg)	Digestion Gas Generation (Nm <sup>3</sup> /day)	Power generation*1 (kwh)	Gas Generation with waste heat reuse*2 (kwh)
CAS	1,656	497	870	2,029
MBR	1,080	324	567	1,323
SBR	1,440	432	756	1,764
MBBR	1,872	562	984	2,295

\* 1: Power generating efficiency = 30%

\* 2: Power generating efficiency = 70%

2016 年 8 月時点で、現在建設中である Paranaque 下水処理場を鑑みると、消化ガスによる発電は将来的に行われる予定であり、発電設備のスペースが確保される。