

フィリピン共和国
マニラッド水道会社

フィリピン共和国
マニラ首都圏西地区上下水道整備事業準備調査
(PPPインフラ事業)

ファイナルレポート

平成 25 年 7 月
(2013 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社
丸紅株式会社
株式会社コーエイ総合研究所

| |
|--------|
| 民連 |
| JR(先) |
| 13-071 |

フィリピン共和国
マニラッド水道会社

フィリピン共和国
マニラ首都圏西地区上下水道整備事業準備調査
(PPPインフラ事業)

ファイナルレポート

平成 25 年 7 月
(2013 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社
丸紅株式会社
株式会社コーエイ総合研究所

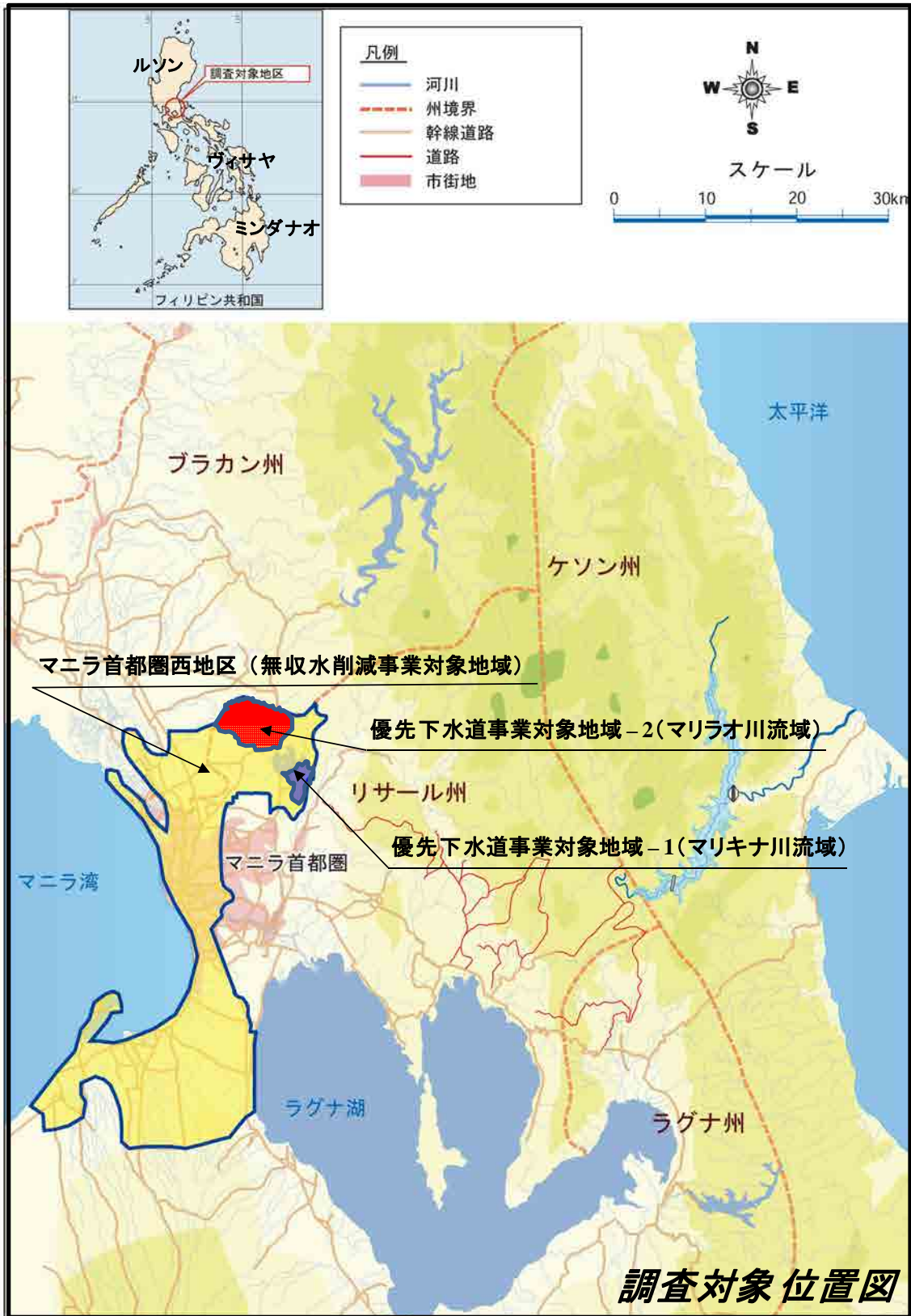
為替レート

USD 1.00 = JPY 92.07

PHP 1.00 = JPY 2.26

USD 1.00 = PHP 40.74

(2013年2月末時点)



調査対象位置図

フィリピン共和国
マニラ首都圏西地区上下水道整備事業準備調査
(PPP インフラ事業)

ファイナルレポート

目 次

第1章 序文

| | | |
|-------|------------------------|------|
| 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 | 1-2 |
| 1.4 | 調査対象地域 | 1-3 |
| 1.5 | 調査地域の自然・物理的条件..... | 1-5 |
| 1.5.1 | 調査地域の境界、地形、地質状況..... | 1-5 |
| 1.5.2 | 気候及び気象 | 1-6 |
| 1.5.3 | 降雨量 | 1-7 |
| 1.5.4 | 気候変動 | 1-8 |
| 1.5.5 | マニラ首都圏における自然環境条件..... | 1-9 |
| 1.6 | マニラ首都圏における社会環境条件..... | 1-12 |
| 1.6.1 | 社会経済条件 | 1-12 |
| 1.6.2 | マニラ首都圏における汚染・公害管理..... | 1-16 |
| 1.7 | 上下水道事業関連法規制 | 1-19 |
| 1.7.1 | 関係法令全般 | 1-19 |
| 1.7.2 | 環境影響評価制度 | 1-21 |
| 1.7.3 | 用地取得及び非自発的住民移転 | 1-24 |

第2章 調査地域における上下水道セクターの概要

| | | |
|-------|----------------------------------|------|
| 2.1 | 上下水道事業における PPP の役割..... | 2-1 |
| 2.1.1 | フィリピン国における上下水道機関に係る国家レベルの政策..... | 2-1 |
| 2.1.2 | フィリピン国の水道事業者及び関連機関..... | 2-2 |
| 2.1.3 | フィリピン国及びマニラ首都圏水セクターの歴史..... | 2-6 |
| 2.1.4 | フィリピン国における水セクターの概況..... | 2-9 |
| 2.2 | マニラ首都圏における上下水道セクターの枠組み..... | 2-11 |
| 2.2.1 | 官民の役割分担 | 2-11 |

第3章 提案事業の概要

| | | |
|-------|-------------------|-----|
| 3.1 | 優先下水道事業 | 3-1 |
| 3.1.1 | 下水道事業の概要 | 3-1 |
| 3.1.2 | 事業実施計画 | 3-3 |
| 3.1.3 | 事業費の算出 | 3-3 |
| 3.2 | 他の可能な日本側の協力 | 3-4 |
| 3.2.1 | PPP に対する JICA の方針 | 3-4 |
| 3.2.2 | JICA からの可能な資金 | 3-4 |
| 3.2.3 | PSIF の必要性 | 3-4 |
| 3.2.4 | JICA の技術協力プロジェクト | 3-5 |

第4章 無収水削減事業のフィージビリティ調査

| | | |
|-------|----------------------------------|------|
| 4.1 | 無収水削減事業に係る環境社会配慮 | 4-1 |
| 4.1.1 | 事業の概要 | 4-1 |
| 4.1.2 | 代替案の検討 | 4-1 |
| 4.1.3 | 地域の概要 | 4-2 |
| 4.1.4 | 過去の水供給改善事業に係る環境影響評価 | 4-2 |
| 4.1.5 | 環境社会影響に係る初期スコーピング | 4-3 |
| 4.1.6 | 影響予測及び緩和措置の提案 | 4-5 |
| 4.1.7 | 環境管理計画 (EMP) 及び環境モニタリング計画 (EMOP) | 4-7 |
| 4.1.8 | 情報公開 | 4-9 |
| 4.1.9 | 環境チェックリスト (案) | 4-10 |

第5章 優先下水道事業のフィージビリティ調査

| | | |
|--------|----------------|------|
| 5.1 | 下水道計画及び設計の基本検討 | 5-1 |
| 5.1.1 | 調査対象事業の選定 | 5-1 |
| 5.1.2 | 下水道計画の策定方針 | 5-4 |
| 5.1.3 | 対象流域の概要 | 5-7 |
| 5.1.4 | 人口統計 | 5-7 |
| 5.1.5 | 計画汚水量 | 5-7 |
| 5.1.6 | 遮集施設 | 5-11 |
| 5.1.7 | 管路施設 | 5-14 |
| 5.1.8 | 環境基準及び排出基準 | 5-22 |
| 5.1.9 | 下水処理 | 5-29 |
| 5.1.10 | 汚泥処理 | 5-35 |

| | | |
|--------|-------------------------------------|-------|
| 5.1.11 | 施工方法の検討 | 5-39 |
| 5.1.12 | 現地再委託調査 | 5-41 |
| 5.2 | マリキナ川流域の概略設計 | 5-45 |
| 5.2.1 | 事業の概要 | 5-45 |
| 5.2.2 | 需要予測 | 5-49 |
| 5.2.3 | マリキナ川流域の概略設計 | 5-52 |
| 5.2.4 | マリキナ川流域の設計に関する比較検討..... | 5-70 |
| 5.2.5 | 提案する設計オプションの詳細 | 5-74 |
| 5.3 | マリラオ川流域の概略設計 | 5-83 |
| 5.3.1 | 事業の概要 | 5-83 |
| 5.3.2 | 需要予測 | 5-86 |
| 5.3.3 | マリラオ川流域の概略設計 | 5-91 |
| 5.3.4 | マリラオ川流域の設計に関する比較検討..... | 5-113 |
| 5.3.5 | 提案する設計オプションの詳細 | 5-117 |
| 5.4 | 環境社会配慮 | 5-127 |
| 5.4.1 | 事業の概要 | 5-127 |
| 5.4.2 | 代替案検討 | 5-127 |
| 5.4.3 | 環境社会影響に係る初期スコーピング | 5-128 |
| 5.4.4 | 影響予測及び緩和措置の提案 | 5-130 |
| 5.4.5 | 環境管理計画（EMP）及び環境モニタリング計画（EMOP） | 5-133 |
| 5.4.6 | 住民参加 | 5-135 |
| 5.4.7 | 簡易住民移転計画書の策定 | 5-136 |
| 5.4.8 | 環境チェックリスト（案） | 5-141 |

図リスト

| | | |
|----------|--|------|
| 図 1.4.1 | 調査対象地域位置図..... | 1-4 |
| 図 1.5.1 | 月別平均気温..... | 1-6 |
| 図 1.5.2 | 月別平均湿度..... | 1-7 |
| 図 1.5.3 | 月別平均降雨量..... | 1-7 |
| 図 1.6.1 | 1960 年から 2010 年における首都圏における世帯数の増加傾向 | 1-13 |
| 図 1.6.2 | 飲料及び料理用の水供給源（2000 年現在） | 1-14 |
| 図 1.6.3 | トイレ施設の種類（2000 年現在） | 1-15 |
| 図 1.6.4 | マニラ首都圏における PM10 及び PM2.5 年間平均濃度..... | 1-18 |
| 図 1.7.1 | PEISS の実施フロー | 1-22 |
| 図 1.7.2 | EIA のスクリーニング及びグループ分け手順 | 1-23 |
| 図 2.1.1 | フィリピン国における水関連セクターの体制 | 2-3 |
| 図 2.1.2 | マニラド社に関わる主な出来事..... | 2-9 |
| 図 2.1.3 | フィリピン国における上水道サービスの普及状況 | 2-10 |
| 図 2.2.1 | マニラ首都圏における上下水道事業の制度的枠組み | 2-11 |
| 図 2.2.2 | マニラ首都圏上下水道の実施体制 | 2-12 |
| 図 3.1.1 | 本調査及び優先下水道事業の対象地域 | 3-1 |
| 図 3.2.1 | 無収水削減・配水網改善支援事業の要員計画・スケジュール（案） | 3-7 |
| 図 5.1.1 | 対象地域位置図..... | 5-2 |
| 図 5.1.2 | 優先下水道事業の事業方針比較検討案..... | 5-3 |
| 図 5.1.3 | 遮集施設の一般模式図..... | 5-12 |
| 図 5.1.4 | 水路からの汚水遮集例..... | 5-12 |
| 図 5.1.5 | 分水マンホールの構造例 1..... | 5-13 |
| 図 5.1.6 | 分水マンホールの構造例 2..... | 5-13 |
| 図 5.1.7 | 水面制御装置..... | 5-14 |
| 図 5.1.8 | 圧力管路の概要..... | 5-15 |
| 図 5.1.9 | 硫化水素の生成機構..... | 5-17 |
| 図 5.1.10 | マンホールの例..... | 5-17 |
| 図 5.1.11 | 一般的なマンホールの構造例 | 5-18 |
| 図 5.1.12 | 幹線管路のマンホール構造例 | 5-18 |
| 図 5.1.13 | 内蔵型チェックバルブ | 5-19 |
| 図 5.1.14 | 鋳鉄製フラップゲート | 5-19 |
| 図 5.1.15 | マンホールポンプの構造例 | 5-20 |

| | | |
|----------|---|------|
| 図 5.1.16 | 中規模ポンプ施設の構造例 (地下) | 5-20 |
| 図 5.1.17 | 大規模ポンプ施設の構造例 | 5-21 |
| 図 5.1.18 | 下水処理場における処理フロー | 5-29 |
| 図 5.1.19 | CAS 法の模式図 | 5-30 |
| 図 5.1.20 | SBR 法の処理プロセス | 5-32 |
| 図 5.1.21 | OD 法の模式図 | 5-32 |
| 図 5.1.22 | MBBR 法の模式図 | 5-33 |
| 図 5.1.23 | MBR 法の模式図 | 5-33 |
| 図 5.1.24 | 提案する水処理プロセス | 5-34 |
| 図 5.1.25 | 初期段階の汚泥処理 | 5-36 |
| 図 5.1.26 | 中期的な汚泥処理 | 5-37 |
| 図 5.1.27 | 長期的な汚泥処理 | 5-37 |
| 図 5.1.28 | 汚泥量の増加と汚泥管理の関係 | 5-38 |
| 図 5.2.1 | 対象地域、土地利用状況、小流域及び下水処理場候補地 | 5-45 |
| 図 5.2.2 | マリキナ断層の位置図 | 5-46 |
| 図 5.2.3 | 台風オンドイ接近時の浸水状況 | 5-47 |
| 図 5.2.4 | ケソン市における人口推移 (1975 年-2010 年) | 5-50 |
| 図 5.2.5 | 選定した管路ルート (マリキナ川流域オプション 1) | 5-55 |
| 図 5.2.6 | 選定した管路ルート (マリキナ川流域オプション 2) | 5-56 |
| 図 5.2.7 | 選定した管路ルート (マリキナ川流域オプション 3) | 5-57 |
| 図 5.2.8 | マリキナ川流域における遮集施設の設置位置 | 5-59 |
| 図 5.2.9 | パヤタス埋立て処分場及び商業施設の位置図 | 5-60 |
| 図 5.2.10 | マリキナ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 1) | 5-66 |
| 図 5.2.11 | マリキナ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 1A) | 5-67 |
| 図 5.2.12 | マリキナ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 2) | 5-68 |
| 図 5.2.13 | マリキナ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 3) | 5-69 |
| 図 5.2.14 | 下水処理場内ポンプ設備の配置図 (マリキナ川流域) | 5-78 |
| 図 5.2.15 | 基幹設備の単結線図 (マリキナ川流域) | 5-79 |
| 図 5.2.16 | 非基幹設備の単結線図 (マリキナ川流域) | 5-80 |
| 図 5.3.1 | 対象地域、土地利用、小流域及び下水処理場候補地 | 5-83 |
| 図 5.3.2 | カロオカン市における人口推移 (1975 年-2010 年) | 5-87 |
| 図 5.3.3 | 選定した管路ルート (マリラオ川流域オプション 1) | 5-93 |
| 図 5.3.4 | 選定した管路ルート (マリラオ川流域オプション 2) | 5-94 |
| 図 5.3.5 | 選定した管路ルート (マリラオ川流域オプション 3) | 5-95 |
| 図 5.3.6 | 選定した管路ルート (マリラオ川流域オプション 4) | 5-96 |
| 図 5.3.7 | マリラオ川流域における遮集施設の設置位置 | 5-98 |
| 図 5.3.8 | マリラオ川流域の商工業施設の位置図 | 5-99 |

| | | |
|----------|---|-------|
| 図 5.3.9 | マリラオ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 1) | 5-107 |
| 図 5.3.10 | マリラオ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 2) | 5-108 |
| 図 5.3.11 | マリラオ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 3A) | 5-109 |
| 図 5.3.12 | マリラオ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 3B) | 5-110 |
| 図 5.3.13 | マリラオ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 4A) | 5-111 |
| 図 5.3.14 | マリラオ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 4B) | 5-112 |
| 図 5.3.15 | 場内ポンプ設備配置図 (マリラオ川流域) | 5-121 |
| 図 5.3.16 | 基幹設備の単結線図 (マリラオ川流域) | 5-122 |
| 図 5.3.17 | 非基幹設備の単結線図 A (マリラオ川流域) | 5-123 |
| 図 5.3.18 | 非基幹設備の単結線図 B (マリラオ川流域) | 5-124 |

表リスト

| | | |
|---------|---|------|
| 表 1.5.1 | 気象データ | 1-8 |
| 表 1.5.2 | 季節的気温上昇(° C): 2020-2050 の中間排出シナリオ | 1-9 |
| 表 1.5.3 | 季節的降雨量変化(%): 2020-2050 の中間排出シナリオ | 1-9 |
| 表 1.5.4 | 異常事象の頻度: 2020-2050 の中間排出シナリオ | 1-9 |
| 表 1.5.5 | フィリピン国の土地分類 (2006 年) | 1-10 |
| 表 1.5.6 | マニラ首都圏における国家統合保護地域 | 1-10 |
| 表 1.6.1 | 調査地域における人口統計 | 1-12 |
| 表 1.6.2 | フィリピン国の家計収入・支出 (2009 年) | 1-13 |
| 表 1.6.3 | フィリピン国の健康指標 | 1-13 |
| 表 1.6.4 | 基本的及び機能的識字率 (10-64 歳の世帯者対象) | 1-14 |
| 表 1.6.5 | 2010 年における職業及び産業 | 1-15 |
| 表 1.6.6 | 主要 19 河川における DO 測定結果 | 1-16 |
| 表 1.6.7 | 主要 19 河川における BOD 測定結果 | 1-17 |
| 表 1.6.8 | マニラ首都圏における TSP 濃度平均値 2000-2008 (ug/Ncm) | 1-18 |
| 表 1.6.9 | 廃棄物の推定発生量 (2007 年及び 2010 年、百万トン/年) | 1-18 |
| 表 1.7.1 | 環境社会配慮に係る一般的な関係法令 | 1-20 |
| 表 1.7.2 | 上下水道事業に関わる関係法令 | 1-21 |
| 表 1.7.3 | 用地取得及び非自発的住民移転に係る関係法令 | 1-24 |
| 表 1.7.4 | 水管理事業における用地取得及び非自発的住民移転に係るマニュアル及び 方針 | 1-25 |
| 表 2.1.1 | 国家目標とマニラッド社の目標・実績 | 2-2 |
| 表 2.1.2 | フィリピン国における主な水関連組織の役割 | 2-4 |
| 表 2.1.3 | 1997 年に MWSS と契約したコンセッションネア | 2-7 |
| 表 2.1.4 | フィリピン国における上水道サービスレベルの定義 | 2-10 |
| 表 3.1.1 | 優先下水道事業の概要 | 3-2 |
| 表 3.1.2 | 優先下水道事業の費用 | 3-3 |
| 表 4.1.1 | 水供給対策に係る事業の比較検討 | 4-2 |
| 表 4.1.2 | 無収水削減プログラムにおける環境社会配慮のスコージング | 4-4 |
| 表 4.1.3 | 無収水削減計画に係る環境影響評価項目 | 4-6 |
| 表 4.1.4 | 影響予測及び緩和措置 | 4-6 |
| 表 4.1.5 | 環境管理計画 | 4-8 |
| 表 4.1.6 | 環境モニタリング計画 | 4-9 |

| | | |
|----------|---|------|
| 表 5.1.1 | 各処理流域の特徴..... | 5-1 |
| 表 5.1.2 | 代替案の比較検討結果..... | 5-3 |
| 表 5.1.3 | 段階的下水道整備の概要..... | 5-6 |
| 表 5.1.4 | 2010 年センサス調査結果..... | 5-7 |
| 表 5.1.5 | 本調査で採用する人口予測結果..... | 5-7 |
| 表 5.1.6 | ビジネスプラン 2013 (2012 年 3 月時点) における人口及び水需要予測..... | 5-8 |
| 表 5.1.7 | 本調査で用いる一人一日あたりの水使用量..... | 5-8 |
| 表 5.1.8 | マニラド社の設計指針における最小勾配..... | 5-10 |
| 表 5.1.9 | 本調査で採用する最小勾配..... | 5-10 |
| 表 5.1.10 | 自然流下管路の特徴..... | 5-15 |
| 表 5.1.11 | 圧力管路の特徴..... | 5-15 |
| 表 5.1.12 | 管材の特徴及び適性..... | 5-16 |
| 表 5.1.13 | マンホールの内径..... | 5-17 |
| 表 5.1.14 | 矩形マンホールの内径 (1,500 mm 以上の管路) | 5-18 |
| 表 5.1.15 | ポンプ場設計における検討事項..... | 5-21 |
| 表 5.1.16 | 下水道処理施設からの排出物に関する法令による規定..... | 5-22 |
| 表 5.1.17 | 水域のカテゴリー分類..... | 5-23 |
| 表 5.1.18 | 淡水域における水質基準 (淡水域の美観及び酸素要求量に係る慣例的項目 または汚染物質) | 5-24 |
| 表 5.1.19 | 淡水域における有毒・有害な物質の水質基準 (公衆衛生) | 5-25 |
| 表 5.1.20 | 排水基準: 有毒・有害物質 (健康に対して最大許容値) | 5-25 |
| 表 5.1.21 | 排水基準値: 慣例的または他の汚染物質 (保護水域カテゴリー I 及び II 並び に陸水域クラス C) | 5-26 |
| 表 5.1.22 | 下水道事業に必要な環境関連許認可等..... | 5-27 |
| 表 5.1.23 | カテゴリー別の排水基準 (DAO 35) | 5-28 |
| 表 5.1.24 | 将来導入予定の新排水基準..... | 5-28 |
| 表 5.1.25 | CAS 法を基にした汚水処理方法..... | 5-31 |
| 表 5.1.26 | 処理方式の比較検討..... | 5-34 |
| 表 5.1.27 | 汚泥の処理・処分方法..... | 5-35 |
| 表 5.1.28 | 開削工法及び非開削工法の比較..... | 5-40 |
| 表 5.1.29 | 土質調査の概要..... | 5-42 |
| 表 5.1.30 | 水質調査の概要..... | 5-44 |
| 表 5.2.1 | ケソン市の土地利用区分..... | 5-48 |
| 表 5.2.2 | マリキナ川流域における処理場候補地の特徴..... | 5-49 |
| 表 5.2.3 | マリキナ川流域の人口及び世帯数..... | 5-49 |
| 表 5.2.4 | ケソン市の人口変動指標..... | 5-50 |
| 表 5.2.5 | マリキナ川流域の人口予測..... | 5-51 |

| | | |
|----------|---|-------|
| 表 5.2.6 | マリキナ川流域（ケソン市）の水需要予測..... | 5-51 |
| 表 5.2.7 | 汚水量の予測..... | 5-52 |
| 表 5.2.8 | 管径及び施工方法（開削工法、非開削工法）別管路延長（マリキナ川流域）..... | 5-53 |
| 表 5.2.9 | 適用した管種（マリキナ川流域）..... | 5-54 |
| 表 5.2.10 | マリキナ川流域の管渠埋設深..... | 5-58 |
| 表 5.2.11 | マリキナ川流域におけるポンプ施設..... | 5-58 |
| 表 5.2.12 | マリキナ川流域の水質調査結果（2012年8月）..... | 5-61 |
| 表 5.2.13 | マリキナ川流域における下水処理場の設計諸元..... | 5-61 |
| 表 5.2.14 | 前処理施設の設計諸元及び設計値（マリキナ川流域）..... | 5-62 |
| 表 5.2.15 | 水処理施設の設計諸元及び設計値（マリキナ川流域）..... | 5-63 |
| 表 5.2.16 | 消毒施設の設計諸元及び設計値（マリキナ川流域）..... | 5-63 |
| 表 5.2.17 | 汚泥処理施設の設計諸元及び設計値（マリキナ川流域）..... | 5-64 |
| 表 5.2.18 | 各オプションの設計概要（マリキナ川流域）..... | 5-70 |
| 表 5.2.19 | マリキナ川流域における処理場候補地の環境影響に関する検討及び評価..... | 5-72 |
| 表 5.2.20 | 概算建設費及び維持管理費の比較（マリキナ川流域）..... | 5-73 |
| 表 5.2.21 | 設計案の評価結果（マリキナ川流域）..... | 5-74 |
| 表 5.2.22 | 管径、管種、施工方法別管路延長（オプション3）..... | 5-74 |
| 表 5.2.23 | 土木・建築施設リスト及び設計数量（マリキナ川流域）..... | 5-75 |
| 表 5.2.24 | 機器リスト及び仕様（マリキナ川流域）..... | 5-76 |
| 表 5.2.25 | 基幹設備の必要電力量（マリキナ川流域）..... | 5-81 |
| 表 5.2.26 | 非基幹設備の必要電力量（マリキナ川流域）..... | 5-81 |
| 表 5.3.1 | 2001年及び2003年におけるカロオカン市（北部）の土地利用区分..... | 5-85 |
| 表 5.3.2 | マリラオ川流域における処理場候補地の特徴..... | 5-85 |
| 表 5.3.3 | マリラオ川流域の人口及び世帯数..... | 5-86 |
| 表 5.3.4 | カロオカン市の人口変動指標..... | 5-87 |
| 表 5.3.5 | マリラオ川流域の人口予測（1/2）..... | 5-88 |
| 表 5.3.6 | マリラオ川流域の人口予測（2/2）..... | 5-89 |
| 表 5.3.7 | マリラオ川流域の水需要予測..... | 5-89 |
| 表 5.3.8 | 汚水量の予測..... | 5-90 |
| 表 5.3.9 | 管径及び施工方法（開削工法、非開削工法）別管路延長（マリラオ川流域）..... | 5-91 |
| 表 5.3.10 | 適用した管材（マリラオ川流域）..... | 5-92 |
| 表 5.3.11 | マリラオ川流域の管渠埋設深..... | 5-97 |
| 表 5.3.12 | マリラオ川流域におけるポンプ施設..... | 5-97 |
| 表 5.3.13 | マリラオ川流域の水質調査結果（2012年8月）..... | 5-100 |
| 表 5.3.14 | マリラオ川流域における下水処理場の設計諸元..... | 5-100 |
| 表 5.3.15 | 前処理施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション1、2）..... | 5-101 |
| 表 5.3.16 | 前処理施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション3、4）..... | 5-102 |

| | | |
|----------|-------------------------------------|-------|
| 表 5.3.17 | 水処理施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション 1、2） | 5-103 |
| 表 5.3.18 | 水処理施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション 3、4） | 5-103 |
| 表 5.3.19 | 消毒施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション 1、2） | 5-104 |
| 表 5.3.20 | 消毒施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション 3、4） | 5-104 |
| 表 5.3.21 | 汚泥処理施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション 1、2） | 5-105 |
| 表 5.3.22 | 汚泥処理施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション 3、4） | 5-105 |
| 表 5.3.23 | 各オプションの設計概要（マリラオ川流域） | 5-113 |
| 表 5.3.24 | マリラオ川流域における処理場候補地の環境影響に関する比較検討及び評価 | 5-115 |
| 表 5.2.25 | 概算建設費及び維持管理費の比較（マリラオ川流域） | 5-116 |
| 表 5.3.26 | 設計案の評価結果（マリラオ川流域） | 5-117 |
| 表 5.3.27 | 管径、管種及び施工方法別管路延長（オプション 1） | 5-117 |
| 表 5.3.28 | 土木・建築施設リスト及び設計数量（マリラオ川流域） | 5-118 |
| 表 5.3.29 | 機器リスト及び仕様（マリラオ川流域） | 5-119 |
| 表 5.3.30 | 基幹設備の必要電力量（マリラオ川流域） | 5-125 |
| 表 5.3.31 | 非基幹設備の必要電力量（マリラオ川流域） | 5-125 |
| 表 5.4.1 | 下水道処理事業にかかる環境社会影響のスコーピング案 | 5-128 |
| 表 5.4.2 | 下水道整備事業に係る環境影響評価項目 | 5-130 |
| 表 5.4.3 | 影響予測及び緩和措置 | 5-131 |
| 表 5.4.4 | 環境管理計画 | 5-133 |
| 表 5.4.5 | 環境モニタリング計画 | 5-135 |
| 表 5.4.6 | ESSF における RPF の概要 | 5-136 |
| 表 5.4.7 | MPWP における用地取得及び住民移転への対応 | 5-138 |

略語集

| 略語 | 日本語 | 英語 |
|-------|------------------------------|--|
| ACP | 石綿管 | Asbestos Cement Pipe |
| ADB | アジア開発銀行 | Asian Development Bank |
| ADR | 適正割引率 | Appropriate Discount Rate |
| AMSL | 海拔 | Above Mean Sea Level |
| ATRCC | 高度建設技術 | Advanced Technology Resources Construction Corporation |
| AWSOP | アンガット給水最適化事業 | Angat Water Supply Optimization Project |
| BA | 事業対象地域 | Business Area |
| BOD | 生物学的酸素要求量 | Biological Oxygen Demand |
| BOT | 建設・運転技術移転 | Build-Operate-Transfer |
| BWSA | バランガイ給水局 | Barangay Water Supply Association |
| CA | コンセッション契約 | Concession Agreement |
| Ca | カルシウム | Calcium |
| CAPEX | 資本的支出 | Capital Expenditures |
| CBO | 市民団体 | Community-Based Organization |
| CEO | 最高経営責任者 | Chief Executive Officer |
| CF | コンセッション料 | Concession Fee |
| CIP | 鋳鉄管 | Cast Iron Pipe |
| Cl | 塩素 | Chlorine |
| CMS | 毎秒立方メートル (m ³ /s) | Cubic Meter per Second |
| CNMD | 無収水中央管理部 | Central NRW Management Department |
| COD | 化学的酸素要求量 | Chemical Oxygen Demand |
| CP | コンクリート管 | Concrete Pipe |
| CPF | 共通目的施設 | Common Purpose Facilities |
| CSO | 雨天時越流水 | Combined Sewer Overflow |
| DAF | 気泡浮上分離法 | Dissolved Air Floatation |
| DCIP | ダクタイル鋳鉄管 | Ductile Iron Pipe |
| DENR | 環境天然資源省 | Department of Environment and Natural Resources |
| DMA | 従量課金地区 | District Metered Area |
| DO | 溶存酸素 | Dissolved Oxygen |
| DOF | 財務省 | Department of Finance |
| DOH | 健康省 | Department of Health |
| DPWH | 公共事業道路省 | Department of Public Works and Highway |
| EC | 電気伝導度 | Electric Conductivity |
| ECA | 被重大環境影響地域 | Environmentally Critical Area |
| ECC | 環境適合証明書 | Environmental Compliance Certificate |
| ECP | 重大環境影響事業 | Environmentally Critical Project |
| EIS | 環境影響評価書 | Environmental Impact Statement |
| EMB | 環境管理局 | Environmental Management Bureau |
| ENRO | 環境天然資源事務所 | Environment and Natural Resources Office |
| FRP | 繊維強化プラスチック管 | Fiber Reinforced Plastic Pipe |
| FS | フィージビリティ調査 | Feasibility Study |

| | | |
|-------|----------------|--|
| FTE | 正規職員 | Full Time Equivalent |
| GIS | 地理情報システム | Geographical Information System |
| GOP | フィリピン国政府 | Government of Philippines |
| HDPE | 高密度ポリエチレン管 | High Density Polyethylene Pipe |
| IMS | 集中経営情報システム | Integrated Management System |
| IP | 投資計画 | Investment Plan |
| ISO | 国際標準化機構 | International Organization for Standardization |
| IT | 情報技術 | Information Technology |
| JICA | (独) 国際協力機構 | Japan International Agency |
| km | キロメートル | kilometer |
| KPI | 主評価指標 | Key Performance Indicator |
| L | リットル | Litter |
| LGU | 地方自治体 | Local Government Unit |
| LLDA | ラグナ湾開発公社 | Laguna Lake Development Authority |
| LMTP | ラ・メサ浄水場 | La Mesa Treatment Plant |
| LWUA | 地方水道公社 | Local Water Utilities Administration |
| m | メートル | meter |
| MF | 浸透膜 | Micro Filter |
| MFRO | 逆浸透膜 | Micro Filter Reverse Osmosis |
| Mg | マグネシウム | Magnesium |
| MLD | 毎日百万リットル | Million Litter per Day |
| mm | ミリメートル | millimeter |
| Mn | マンガン | Manganese |
| MOA | 覚書 | Memorandum of Agreement |
| MP | 基本計画 | Master Plan |
| MPIC | メトロパシフィック社 | Metro-Pacific Investment Corporation |
| MPN | 最確値 | Most Probable Number |
| MSSP | マニラ第二期下水道事業 | Manila Second Sewerage Project |
| MSWDP | マニラ南部給水事業 | Manila South Water Distribution Project |
| MW | メガワット | Mega Watt |
| MWCI | マニラウォーター社 | Manila Water Company, Inc. |
| MWSI | マニラッド社 | Maynilad Water Service, Inc. |
| MWSS | マニラ首都圏上下水道供給公社 | Metropolitan Waterworks and Sewerage System |
| ND | 未検出 | Not Detected |
| NEDA | フィリピン国経済開発機構 | National Economic and Development Authority |
| NRW | 無収水 | Non-Revenue Water |
| NSO | 統計調整委員会 | National Statistics Office |
| NTU | 濁度 | Nephelometric Turbidity Units |
| NWRB | フィリピン国水資源評議会 | National Water Resources Board |
| O&M | 運転維持管理 | Operation and Maintenance |
| ODA | 政府開発援助 | Official Development Assistance |
| OHSAS | 労働衛生安全評価組織 | Occupational Health and Safety Assessment Series |
| OPEX | 維持管理支出 | Operational Expenditures |
| p/c | 接続当たり人数 | person per connection |
| PAWS | 上下水道事業評価 | Public Assessment of Water Services |

| | | |
|-------|--------------|--|
| PD | 大統領命令 | Presidential Decree |
| PE | ポリエチレン管 | Polyethylene Pipe |
| PFD | 工程系統図 | Process Flow Diagram |
| PHP | フィリピンペソ | Philippine Peso |
| PLC | プログラム制御装置 | Programmed Logical Controller |
| PNSDW | フィリピン国飲料水基準 | Philippine National Standards for Drinking Water |
| PO | 民間事業者 | Private Operator |
| PPP | 官民連携 | Public Private Partnership |
| PRV | 減圧バルブ | Pressure Reducing Valve |
| PS | ポンプ場 | Pumping Station |
| psi | 平方インチ当ポンド | Pond per Square Inch |
| PSIF | 海外投融資 | |
| PVC | 塩化ビニル管 | Polyvinyl Chloride Pipe |
| QA | 品質保証 | Quality Assurance |
| QC | 品質管理 | Quality Control |
| QESH | 品質環境・安全衛生事業部 | Quality Environment Safety and Health |
| RO | 上下水道事業管理機構 | Regulatory Office |
| ROW | 優先権 | Right of Way |
| RWDC | 地方水道開発会社 | Rural Waterworks Development Corporation |
| RWSA | 集落水道組合 | Rural Water Supply Association |
| SCADA | 制御監視情報収集装置 | Supervisory Control and Data Acquisition |
| SP | 鋼管 | Steel Pipe |
| SPC | 特別目的会社 | Special Purpose Company |
| SS | 懸濁物質 | Suspended Solids |
| STP | 下水処理場 | Sewage Treatment Plant |
| TATD | 人材開発教育部 | Talent Acquisition and Training Department |
| TDS | 総溶存物質 | Total Dissolved Solids |
| TSS | 総懸濁物質 | Total Suspended Solids |
| UK | 英国 | United Kingdom |
| UNDP | 国連開発プログラム | United Nations Development Program |
| UP | フィリピン大学 | University of the Philippines |
| VAT | 付加価値税 | Vale Added Tax |
| WB | 世界銀行 | World Bank |
| WD | 水道区 | Water District |
| WRC | 水規制委員会 | Water Regulatory Commission |
| WSP | 水道事業実施者 | Water Service Provider |
| WTP | 浄水場 | Water Treatment Plant |

第1章 序文

1.1 調査の背景

フィリピン国のマニラ首都圏は世界でも有数の規模を誇る大都市圏で、その上下水道は公共事業道路省管轄下にあるマニラ首都圏上下水道供給公社（Metropolitan Waterworks and Sewerage System: MWSS）により以前は運営・管理されてきた。しかし、1990年代に入り、上下水道の整備が同首都圏の発展に比べ大きく立ち遅れ、深刻な社会問題となった。この社会問題を解決するために、同首都圏の上下水道事業は国際金融会社（IFC）の支援を受け、中央政府の主導により東西2地区に分割され、1997年より民営化された。本調査の対象とする西地区はマニラッド水道会社（Maynilad Water Service, Inc.：以下“マニラッド社”）が、東地区はマニラウォーター社（Manila Water Company, Inc.：以下“マニラウォーター社”）が両者の監督期間となる MWSS とコンセッション契約を結び上下水道事業を運営している。

東地区のマニラウォーター社が高水準のサービスを提供している一方で、西地区のサービスは東地区に比べ低い水準にある。また西地区においては、2011年の年間無収水率が48%と依然として高く、逼迫する源水不足の解消と運転コスト削減のため更なる無収水削減が求められている。

一方、下水道は東西を問わず普及率が約10%（2011年末）と低い水準に有り、下水道の整備は喫緊の課題となっている。

近年、フィリピン国政府による上下水道整備は改善されてきており、それはフィリピン開発計画2011-2016（中期5カ年計画）においても市民への安全な水へのアクセスを可能にするように優先政治課題として取り上げている。更に、フィリピン国政府は環境天然資源省が中心となってマニラ湾など公共用水域の水質改善を下水の水質への制限や、水質環境基準の強化もあわせて進めている。

フィリピン国大統領は、歴大なインフラを緊急に整備する必要にあわせ、官民連携（Public-Private Partnership: PPP）を活用することに対し大きな期待を寄せている。そして、2010年に国家経済開発機構（National Economic and Development Authority（NEDA））の組織の下に PPP センターを設立することを決定した。このため、フィリピン国では下水道や無収水削減事業等のインフラ整備・改善に対し PPP を適用して実施しようとする需要が高まっている。

以上の状況の中で、日本政府および国際協力機構（JICA）は、貧困層の自立や生活環境の改善に対し支援することを重要な開発目標と設定し、安全な水へのアクセス改善を支援することを決定した。

このような状況下、JICA の PPP インフラ事業として2012年3月からマニラ首都圏西地区上下水道整備事業準備調査（以下“本調査”）が開始され、2013年6月14

日に最終報告書を JICA へ提出することとなっている。

1.2 調査の目的

上記の背景に基づき、本調査の目的を以下のように設定した。

- 無収水を削減することで、事業経営改善、水資源有効活用、適正な料金による安定した水供給実現に貢献する。
- 優先下水道施設を整備することで下水道普及率を向上させ、公衆衛生と公共用水域の水質改善に貢献する。
- 上下水道運転維持管理技術や事業経営ノウハウを活用して上下水道サービスの水準を改善することで、上下水道事業の持続可能性の工場と地域発展に貢献する。
- 貧困層への上下水道普及を促進することで、貧困地域の生活レベル向上に貢献する。
- 日本の官民が連携して技術的支援及び財務的支援を行うことで (PPP)、上記の目的を達成し、更に貧困層をはじめ市民の経済的負担の緩和に貢献する。

本調査は、上記の目的達成を可能ならしめるため、JICA の海外投融資 (PSIF) や円借款等の ODA 資金の活用や技術協力プログラム等によるノウハウ・技術移転を行うことを考慮し、適正な事業形成と実行可能性調査 (F/S) を実施するものである。

1.3 調査の範囲

本調査の範囲は、主として以下の 5 つの作業に大別される。

- A. 準備作業
 - 関連情報の収集とレビュー
 - 調査の基本方針、方法、作業工程及び作業のフローを策定
 - インセプションレポートの作成
 - インセプションレポートの説明・議論
- B. マニラ首都圏西地区上下水道事業の持続可能性調査
 - 現状と背景の確認およびプロジェクトの必要性の確認
 - 上下水道の需要予測と供給計画
 - 上下水道事業の運営と維持管理についての確認と提案
 - マニラッドの事業計画とその実施能力についての確認と評価
 - 無収水削減と事業経営に係る改善プログラムの提案
- C. 優先下水道事業の予備設計
 - 既存関連資料・報告書のレビュー

- 優先下水道事業の選定
- 下水道システムと主要設備の予備計画および設計

D. 提案プロジェクトの実行可能性・評価についての検討

- 環境と社会への影響に係る予備検討
- プロジェクトのコスト積算
- 提案プロジェクトの実施計画策定
- 経済・財務分析
- リスク分析・評価
- JICA による円借款・PSIF あるいは技術協力プロジェクトを実施することの必要性和妥当性を含み、包括的なプロジェクト評価

E. 報告書作成

- インセプションレポート、インテリムレポート、ドラフトファイナルレポート、ファイナルレポートの作成

1.4 調査対象地域

本調査の対象地域はフィリピン国マニラ首都圏西地区であり、その位置図を図1.4.1に示す。

調査地域はマニラ首都圏の市町村の大半を含み、カビテ地区の一部の市町村を含む。調査地域の東側にはコルディレラ山地が、南東側にはラグナ湖が、北側にはルソン中央部が、そして南側には南部タガログ地域がそれぞれ位置する。土地利用区分としては、住宅、工業、各種公共施設および農業の各用地が、更に未区分の公的森林用地が含まれる。

調査地域は、公共交通機関の施設及びサービス、住宅および商業施設、通信施設、電力供給設備、そして公共娯楽施設などが立地する区域に位置している。更に、設備の整った港湾施設および国際空港が供用されており、バタンガス市およびオロンガポ市のスービック湾に国際的なレベルの港湾施設がそれらの補助施設として機能している。フィリピン国政府は、統合化された道路網や大量輸送を可能にする鉄道システムを首都圏内に構築することを構想している。更に、世界的な規模のモールや商業施設を併せ持っている。

自然・物理条件、社会・経済条件、社会・環境条件等は1.5節および1.6節に記述する。



出典：JICA調査団

図1.4.1 調査対象地域位置図

1.5 調査地域の自然・物理的条件

1.5.1 調査地域の境界、地形、地質状況

2010年4月23日に、マニラッド社と MWSS はコンセッション契約を15年延長し、2037年まで上下水道サービスを首都圏西地区において提供することに合意した。西地区はカロオカン、ラスピニヤス、マラボン、マニラ、モンテンルパ、ナボタス、パサイ、パラニヤケ、バレンズエラ、ケソン市の一部、マカティ市の一部、カビテ市、ロサリオ市町村、イムス、ノベレッタ、バコール、そしてカビテのカウイットを含んでいる。

(1) 調査地域境界

上水道、特に無収水削減事業 F/S の対象地域は西地区全体におよび、優先下水道事業 F/S の対象地域はケソン市北部に位置するマリキナ川流域とカロオカン市北部のマリラオ川流域に限定される。

(2) 地形

調査地域の大半は平均海水面 (AMSL) から 10 m 程度の湿地帯ないし低地であり、バコールの市町村、カウイット、ノベレッタ、およびロサリオは AMSL から 0-2 m 程度の極端な低地である。マニラからケソン市の方向 (北東) へ向かって地形は尾根と谷が交互に現れる形状を示す。ケソン市の東側は急傾斜地が顕著であり、それはマリキナ川と西部断層谷に沿っている。

カロオカン市 (北部) の地形の特徴は、3 - 18% の勾配の斜面を持つ緩急入り混じった起伏のある地勢である。この地勢は北部と中央部で顕著であり、南部に向かって徐々に平坦な地形に変化し、南西部の地域境界へと続いている。最高部は 120 m MSL であり、パンガラップ村のタラ住宅地にその最高点がある。

(3) 地質

鉱山地質科学局 (MGB) によれば、マニラ首都圏及びその周辺の地質構成は、まず最上部に第 4 紀の沖積堆積物が分布し、その下に碎屑性の集塊岩、泥岩、そして砂岩 (アラット集塊岩)、更にその下に火砕流堆積物 (ディリマン凝灰岩) が分布する。マニラ首都圏の東側には、玄武岩、輝緑岩、斑レイ岩からなるアンガット・オフィオライト累層群が分布する。

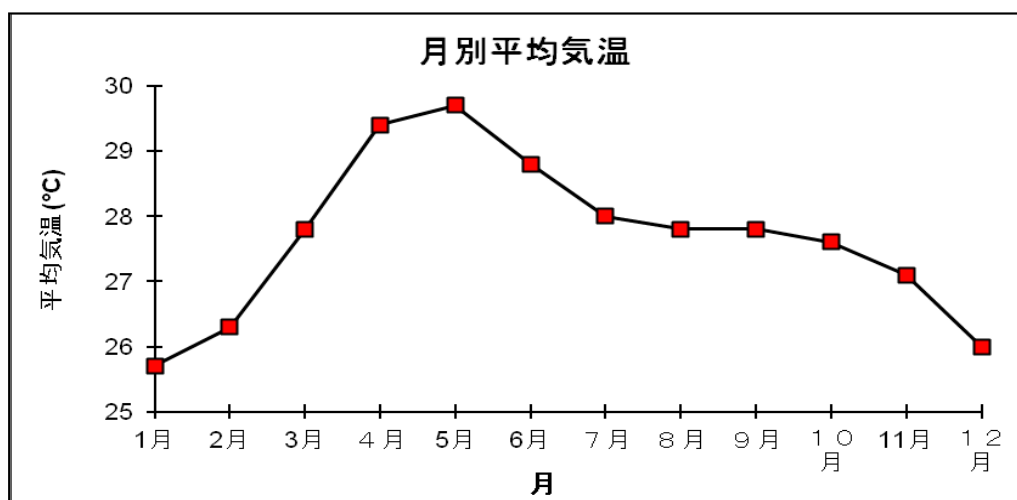
第 4 紀沖積堆積物は、未固結で粒度分布の悪い大小の石、古い岩石からなる巨石、砂、シルト、泥からなる。これらの堆積物はマニラ湾デルタ地帯やマリキナ川の渓谷沖積平地に分布する。沖積堆積物の厚さはマニラ湾デルタ地帯の海岸沿いで 50 m、マリキナ川沿いで 130 m を超え、カインタ〜パッシング地域においては 200 m に達するところもある。

更新世のガダルーペ層は、水中堆積物と考えられている。100 m 厚さをもつアラット集塊岩は、塊状集塊岩、強風化シルト質泥岩、及び凝灰質砂岩からなる。ディリマン凝灰岩は、1,300~2,000 m の厚さがあり、細粒ガラス質凝灰岩と火山性溶結角礫岩からなり、中に細粒から中粒の凝灰質砂岩を付随的に含んでいる。アラット集塊岩とディリマン凝灰岩は、更新世のガダルーペ層の一部と考えられており、それらは北部のブラカンから南部のカビテまで連続して分布している。

1.5.2 気候及び気象

フィリピン国は熱帯海洋性気候であり、気温・湿度が比較的高く、降雨量が豊富である。PAGASA の修正コロナス気候区分によれば、調査地域の気候は Type 1 に分類され、11 月から翌年 4 月までは乾期、その他の期間は雨期である。台風はフィリピン国の気候および気象に大きな影響を与えている。降雨量、湿度、そして雲量の多くは台風の影響によるものである。台風は太平洋のマリアナ及びカロリン諸島の海域で発生し、その緯度はミンダナオに近い。台風は一般的に北西方向に移動する。

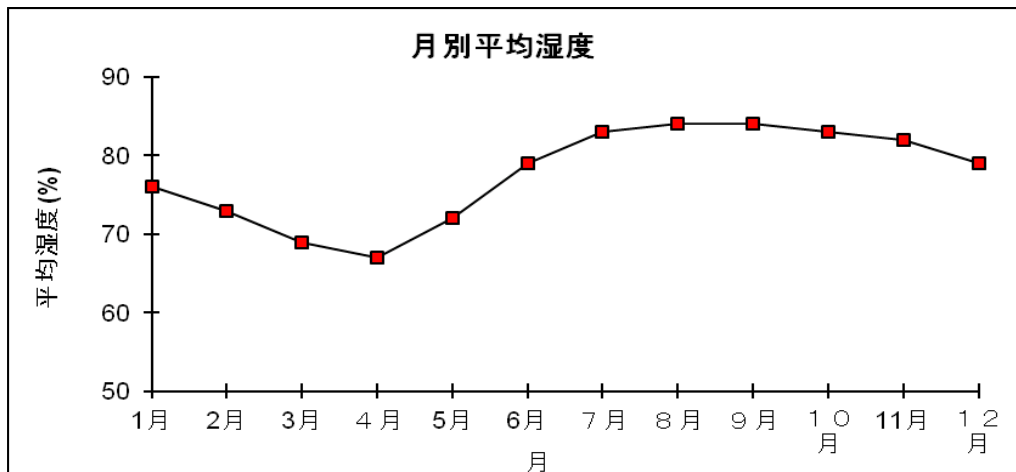
ケソン市のサイエンスガーデン気象台からの気候・気象情報は、調査地域のそれとほぼ一致するものである。図 1.5.1 および 1.5.2 に、1981 年から 2010 年までの平均気温および湿度の概要を示す。



出典：サイエンスガーデン観測所（PAGASA、ケソン市、記録期間：1981年～2010年）

図 1.5.1 月別平均気温

最も気温の高い月は 5 月、気温の低い月は 1 月であり、それぞれ 29.7°C、25.7°C である。30 年間の年間平均気温は 27.7°C である。記録によれば、湿度の最も低い月は 4 月であり、約 67% である。一方湿度の高い月は、8 月と 9 月であり、平均約 84% である。1981 年から 2010 年までの月平均湿度は 78% である。

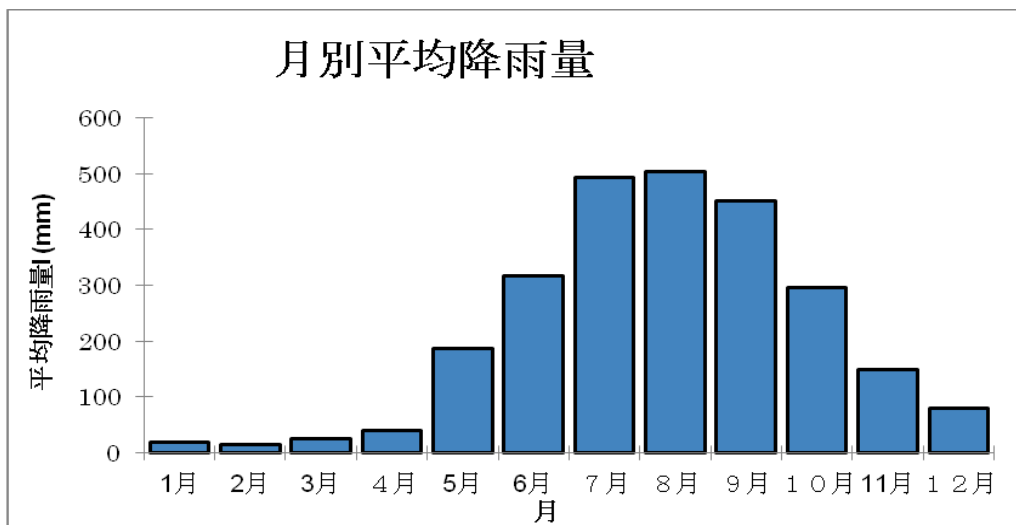


出典：サイエンスガーデン観測所（PAGASA、ケソン市、記録期間：1981年～2010）

図 1.5.2 月別平均湿度

1.5.3 降雨量

サイエンスガーデン観測所のデータは、1981年から2010年までの降雨記録である。図 1.5.3 に、その記録に基づく月平均降雨量を示す。



出典：サイエンスガーデン観測所（PAGASA、ケソン市、記録期間：1981年～2010）

図 1.5.3 月別平均降雨量

表 1.5.1 気象データ

| 月 | 降雨量 (mm) | 降雨日数 | 気温 (°C) | 相対湿度 (%) |
|-----|-------------|------|------------|-------------|
| 1月 | 18.5 | 4 | 25.7 | 76 |
| 2月 | 14.6 | 3 | 26.3 | 73 |
| 3月 | 24.8 | 4 | 27.8 | 69 |
| 4月 | 40.4 | 5 | 29.4 | 67 |
| 5月 | 186.7 | 12 | 29.7 | 72 |
| 6月 | 316.5 | 18 | 28.8 | 79 |
| 7月 | 493.3 | 22 | 28.0 | 83 |
| 8月 | 504.2 | 23 | 27.8 | 84 |
| 9月 | 451.2 | 22 | 27.8 | 84 |
| 10月 | 296.6 | 18 | 27.6 | 83 |
| 11月 | 148.8 | 14 | 27.1 | 82 |
| 12月 | 78.7 | 8 | 26.0 | 79 |
| 合計 | 2,574.3 | 153 | - | - |
| 平均 | - | - | 27.7 | 78 |

出典：サイエンスガーデン観測所 (PAGASA、ケソン市、記録期間：1981年－2010)

表 1.5.1 に示すように年間平均降雨量は 2,574.3 mm である。月別では、最大の降雨量は 8 月であり、平均 504.2 mm である。一方、最小の降雨量は 2 月であり、平均 14.6 mm である。

1.5.4 気候変動

PAGASA の報告書によれば、気候変動シナリオは、将来発生し得る気候の特性を想定するものであり、複数の気候モデルを用いてシナリオは策定されている。これらは、地球規模のものから地域的な気候モデルまで、気候システムを数学的に表現し、地球的・地域的な気候を規定する物理的・動的変動過程をシミュレーションするものである。一方で、将来的な温暖化ガス排出の動向は不確実である。地球上の先進国や開発途上国の今後の開発の動向は、人口動態、技術への関与の程度、経済発展、エネルギー使用量、とられる方針・政策などの要素により大きく変わる可能性がある。更に、温室効果ガス排出削減についても、各国による交渉の結果により大きく変わる可能性があるためである。

2020 年と 2050 年において推定される季節的気温上昇、季節的降雨量変化、異常事象の発生頻度に関して、平均的排出シナリオに基づき解析した結果を、表 1.5.2、1.5.3 及び 1.5.4 にそれぞれ示す。

各表を用いて、2020 年と 2050 年における各地域の季節的平均気温・降雨量の数値を求めるためには、将来推定値は実測値に変動予測値を加えて算出することとなる。

例えば、マニラ首都圏における、2020 年の推定値は：

- a. DJFの平均気温 = (26.1°C+1.0°C) = 27.1°C;

- b. DJFの降雨量 = {107.5 mm+107.5(-12.8%) mm} = (107.5-13.8) mm or 93.7 mm;
- c. ケソン市の $T_{max}>35^{\circ}\text{C}$ の日数: 2006-2035の期間 (中央年: 2020) = 1,984;
- d. ケソン市の非降雨日数: 2006-2035の期間 (中央年: 2020) = 6,302;
- e. ケソン市の降雨日数: 降雨量 > 300 mm: 2006-2035の期間(中央年: 2020) = 8.

注) J, F, M, A, M, J, J, A, S, O, N, D: 1月から12月までに対応する。

表 1.5.2 季節的気温上昇($^{\circ}\text{C}$): 2020-2050 の中間排出シナリオ

| 月別 | 観測基準データ (1971-2000), $^{\circ}\text{C}$ | | | | 2020 の気候変動 (2006-2035), $^{\circ}\text{C}$ | | | | 2050 の気候変動 (2036-2065), $^{\circ}\text{C}$ | | | |
|--------|--|------|------|------|---|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|
| | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON |
| マニラ首都圏 | 26.1 | 28.8 | 28.0 | 27.4 | 1.0 | 1.1 | 0.9 | 1.0 | 2.0 | 2.1 | 1.8 | 1.9 |

出典: JICA 調査団

表 1.5.3 季節的降雨量変化(%): 2020-2050 の中間排出シナリオ

| 月別 | 観測基準データ (1971-2000), mm | | | | 2020 の気候変動 (2006-2035), % | | | | 2050 の気候変動 (2036-2065), % | | | |
|--------|----------------------------|-------|---------|-------|------------------------------|-------|-----|-----|------------------------------|-------|------|-----|
| | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON |
| マニラ首都圏 | 107.5 | 198.5 | 1,170.2 | 758.7 | -12.8 | -33.3 | 8.5 | 0.0 | -17.3 | -38.5 | 21.3 | 3.7 |

出典: JICA 調査団

表 1.5.4 異常事象の頻度: 2020-2050 の中間排出シナリオ

| 観測所 | 通算日数 $T_{max}>35^{\circ}\text{C}$ | | | 非降雨日 | | | 降雨日数 降雨量 > 200 mm | | |
|-----------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|------|------|
| | 観測データ (1971-2000) | 2020 | 2050 | 観測データ | 2020 | 2050 | 観測データ | 2020 | 2050 |
| | 湊地区 | 299 | 1,176 | 2,118 | 7,380 | 6,445 | 6,382 | 12 | 12 |
| サイエンスガーデン | 1,095 | 1,984 | 3,126 | 7,476 | 6,302 | 6,220 | 9 | 13 | 17 |

出典: JICA 調査団

1.5.5 マニラ首都圏における自然環境条件

(1) 森林の現況

フィリピン国内及びマニラ首都圏内における土地区分上の森林地の面積を表 1.5.5に示す。マニラ首都圏がわずか24%であるのに対し、フィリピン全土では約50%以上が森林区域に区分される。土地区分上の数字であるため、実際の森林面積はこれよりも少ない。

表 1.5.5 フィリピン国の土地分類 (2006 年)

| | | フィリピン国 | | マニラ首都圏 | |
|------|---------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
| | | 面積 (km ²) | 合計に対する割合 | 面積 (km ²) | 合計に対する割合 |
| 合計 | | 30,000,000 | 100.0% | 63,600 | 100.0% |
| 土地分類 | 譲渡可能地 | 14,207,582 | 47.4% | 48,232 | 75.8% |
| | 森林地 | 15,792,418 | 52.6% | 15,368 | 24.2% |
| | 未分類森林地 | 753,427 | 2.5% | 14,740 | 23.2% |
| | 分類森林地 | 15,038,991 | 50.1% | 628 | 1.0% |
| | 造林地 | 3,222,358 | 10.7% | | 0.0% |
| | 人工保護林 | 10,090,897 | 33.6% | 237 | 0.4% |
| | 国立公園/動物及び野鳥保護区/ 原生自然地域 | 1,342,579 | 4.5% | 59 | 0.1% |
| | 民間保留地 | 126,130 | 0.4% | | 0.0% |
| | 軍用地 | 165,946 | 0.6% | | 0.0% |
| | 養魚池 | 91,077 | 0.3% | 332 | 0.5% |

出典: フィリピン国統計調整委員会

(2) 保護区域

1) 国家統合保護地域システム (NIPAS)

NIPAS法は、希少かつ危険にさらされている動植物種が生息する顕著な地域ならびに生物学的に重要な公用地の保護を目的とし、フィリピン国内の保護区の設定及び管理について規定している。また、同法では厳正自然保護区、自然公園、天然モニュメント、野生生物保護区、景勝保全地・海岸保全地、資源保護区、自然生物区及びその他の分類項目で202の地域を指定している。マニラ首都圏にはNIPAS法に基づく指定地域1つが存在する。

表 1.5.6 マニラ首都圏における国家統合保護地域

| 保護区の名前 | 位置 | 制定 | 面積 (ha.) |
|--|----------------------|----------|----------|
| ケソン・メモリアル国立公園 (ニノイ・アキノ公園及び野生生物センター) | ケソン大通り ディリマン、ケソン市 | Proc.723 | 22.7 |

出典: 環境天然自然省 保護区・野生生物局

2) ラムサール条約登録湿地

Agusan Marsh 鳥獣保護区 (Mindanao), Naujan Lake 国立公園 (Oriental Mindoro), Olango Island 鳥獣保護区 (Cebu), 及び Tubbataha Reefs 海浜国立公園(Sulu Sea)の4つの国際的に重要な湿地が存在する。これらの湿地は水鳥の重要な生息地であり、ラムサール条約に登録されている。これらの4つの湿地は本事業検討地域の外部に位置する。

3) 重要鳥類生息地 (IBAs)

IBAsプログラムは国際的な鳥類保護組織であるバード・ライフ・インターナショナルにより全世界で展開している事業である。フィリピンには約117の地域が選定されており、このうちの114の地域が世界的に絶滅の危機にある種が生息している。これらの23の地域は特別な地域として指定されている。IBAに指定されている地域はいずれも本事業調査範囲の外に位置する。

1.6 マニラ首都圏における社会環境条件

1.6.1 社会経済条件

(1) 本調査の対象地域

上水道事業（無収水対策事業）調査地域はマニラ首都圏西地区とし、マニラ、ケソン、カロオカン、マラボン、ナボタス、バレンズエラ、ラスピニャス、モンテンルパ、パラニャケ、パサイ及びカビテの11の都市である。カビテを除く10都市は地域区分上のマニラ首都圏に位置する。

下水道事業の調査地域は、ケソン市北部に位置するマリキナ川流域、カロオカン市（北部）に位置するマリラオ川流域である。

(2) 人口

マニラ首都圏西地区における人口、面積、人口密度を表1.6.1に示す。マニラ及びパサイの人口は2007年から2010年にかけて減少している。

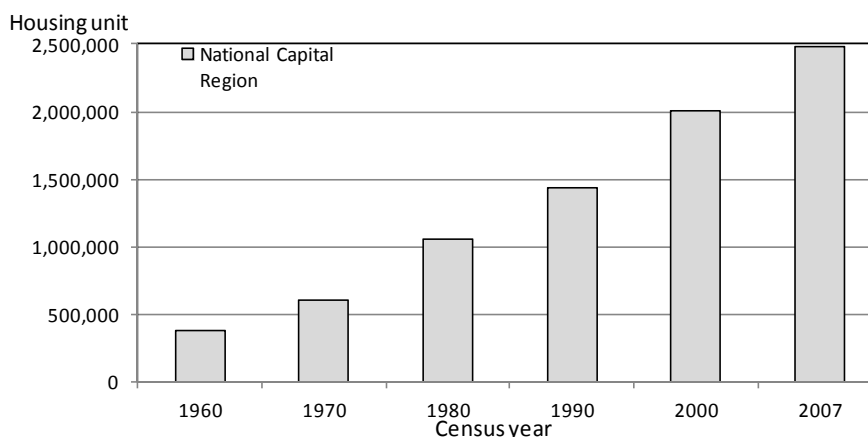
表 1.6.1 調査地域における人口統計

| 市町名称 | 2010年人口統計 | 2007年人口統計 | | | |
|---------|---------------|---------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------|
| | 人口 (2010年) | 人口 (2007年) | 面積 (km ²) | 人口密度 (人/km ² 、2007) | バランガイ の数 |
| フィリピン全土 | 92,337,852 | 88,546,087 | 343,448.3 | 258 | 42,027 |
| マニラ首都圏 | 11,855,975 | 11,547,959 | 619.5 | 18,641 | 1,706 |
| マニラ | 1,652,171 | 1,660,714 | 25 | 66,482 | 897 |
| ケソン市 | 2,761,720 | 2,679,450 | 171.7 | 15,605 | 142 |
| カロオカン市 | 1,489,040 | 1,381,610 | 55.8 | 24,760 | 188 |
| マラボン | 353,337 | 363,681 | 15.7 | 23,150 | 21 |
| ナボタス | 249,131 | 245,344 | 8.9 | 27,443 | 14 |
| バレンズエラ | 575,356 | 568,928 | 47 | 12,100 | 33 |
| ラスピニャス | 552,573 | 532,330 | 32.7 | 16,284 | 20 |
| モンテンルパ | 459,941 | 452,943 | 39.8 | 11,395 | 9 |
| パラニャケ | 588,126 | 552,660 | 46.6 | 11,867 | 16 |
| パサイ | 392,869 | 403,064 | 14 | 28,852 | 201 |
| カビテ | 2,987,891 | 2,856,765 | 1,574.2 | 1,815 | 829 |

出典：人口統計 2007年, 2010年, フィリピン国統計調整委員会

(3) 世帯数

図1.6.1に首都圏地域における1960年から2007年の世帯数の傾向を示す。2007年の世帯数は1960年と比較して6.5倍となり約250万人に達している。世帯人数の平均は1世帯当たり4.4人である。



出典：人口センサス 2007年 フィリピン国統計調整委員会

図 1.6.1 1960年から2010年における首都圏NCRにおける世帯数の増加傾向

表1.6.2に2009年の平均的な家計の収入及び支出を示す。NCRの家族の年間収入は356,000ペソ(PHP)であり、フィリピン全体の平均値よりも高い。

表 1.6.2 フィリピン国の家計収入・支出 (2009年)

| 家計の収入及び支出 | 2009年 | |
|--------------------|---------|--------|
| | フィリピン全体 | マニラ首都圏 |
| 年間平均家計収入 (1000PHP) | 206 | 356 |
| 年間平均家計支出 (1000PHP) | 176 | 309 |
| 年間平均家計貯蓄 (1000PHP) | 31 | 47 |

出典: 2009年家計調査 フィリピン国統計調整委員会

(4) 健康

フィリピン国の健康指標を表1.6.3に示す。乳児死亡率、5歳児以下死亡率、子供死亡率及び母親死亡率は緩やかな減少傾向にある。

表 1.6.3 フィリピン国の健康指標

| 指標 | 2000年 | 2005年 | 2008年 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| 出生率 (女性当たりの出産数) | 3.5 | 3.3* | - |
| 人口1,000人あたり普通出生率 | 23.1 | 20.1 | - |
| 人口1,000人あたり普通死亡率 | 4.8 | 5.1 | - |
| 15-19歳の女性1,000人あたり妊娠率 | 53 | 54 | - |
| 新生児1,000人あたり乳児死亡率 | 35 | 29 | 25 |
| 新生児1,000人あたり5歳児以下死亡率 | 48 | 40 | 34 |
| 出産100,000人あたり母体死亡率 | 172 | 162 | - |
| HIV, 陽性反応 | 123 | 210 | 342 |

備考: *2006年

出典: フィリピン健康システム調査 (The Philippines Health System Review)

(5) 教育

表1.6.4に2003年現在の10歳から64歳の識字率を示す。基本的・機能的な読み書きの能力に関して、女性は男性より優れている傾向を示している。

表 1.6.4 基本的及び機能的識字率（10-64歳の世帯者対象）

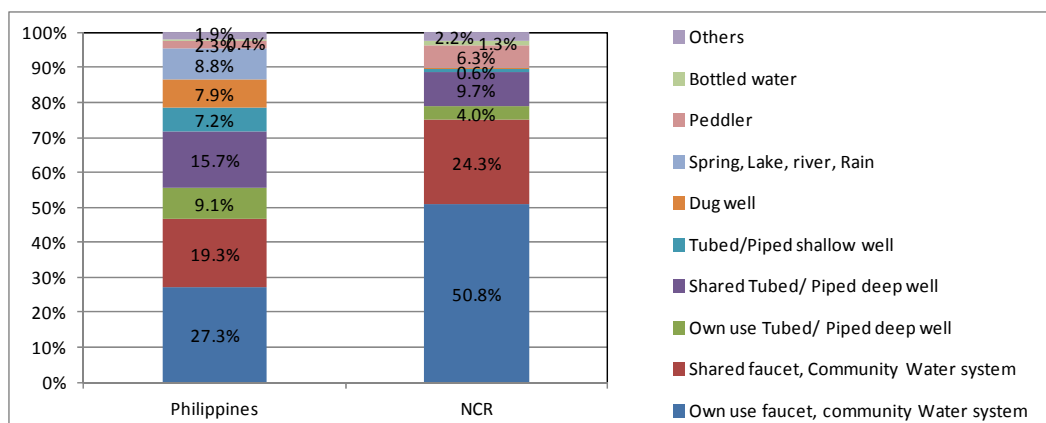
| 地域 | 基本的な識字能力保有率 Basic Literacy Rate * | | | 機能的な識字能力保有率 Functional Literacy Rate ** | | |
|---------|--------------------------------------|------|------|--|------|------|
| | 全体 | 女性 | 男性 | 全体 | 女性 | 男性 |
| フィリピン全国 | 93.4 | 94.3 | 92.6 | 84.1 | 86.3 | 81.9 |
| マニラ首都圏 | 99.0 | 99.1 | 98.9 | 94.6 | 95.2 | 94.0 |

*Basic Literacy Rate -10-64 才で読む、書く、単純なメッセージ（言語または方言）が理解することができる人の割合

** Functional Literacy Rate -読む、書く、計算および／または、理解することができる人の割合
 出典、2003 FLEMMS, National Statistics Office and Department of Education

(6) 水供給及びトイレ設備

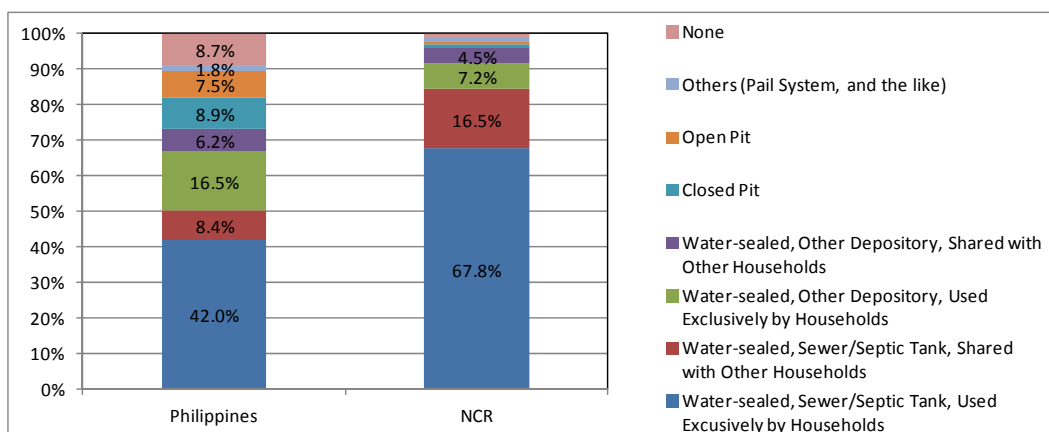
フィリピン国全体及びマニラ首都圏の飲料及び料理のための主要な水供給源を図1.6.2に示す。NCRの家庭では各家庭の蛇口（コミュニティ給水システム）からの取水が50%であるのに対して、フィリピン国全体では27%にすぎない。



出典：フィリピン国統計調整委員会

図 1.6.2 飲料及び料理用の水供給源（2000年現在）

フィリピン国及びマニラ首都圏におけるトイレ設備事情を図1.6.3に示す。マニラ首都圏の84%の世帯では水洗または汚水槽（浄化槽）付のトイレが普及しているが、フィリピン国全体では47%に過ぎない。



出典: フィリピン国統計調整委員会

図 1.6.3 トイレ施設の種類 (2000年現在)

(7) 職業及び産業

職業及び産業の2010年現在の設立数を表1.6.5に示す。「自動車及び自動二輪車の卸売・小売及び修理・販売」の категорияが全数の47%を占め、主要な職業及び産業となっている。

表 1.6.5 2010年における職業及び産業

| | 職業及び産業の区分 | 施設数 | |
|----|-------------------------|---------|---------|
| | | フィリピン国 | マニラ首都圏 |
| 1 | 農林水産業 | 5,096 | 227 |
| 2 | 鉱業 | 559 | 170 |
| 3 | 製造業 | 112,766 | 21,742 |
| 4 | 電力・ガス産業 | 768 | 130 |
| 5 | 上下水道業 | 1,055 | 187 |
| 6 | 建設業 | 2,972 | 1,453 |
| 7 | 自動車及び自動二輪車の卸売・小売及び修理・販売 | 383,723 | 93,209 |
| 8 | 運送業 | 6,220 | 2,734 |
| 9 | 宿泊・飲食業 | 105,105 | 27,394 |
| 10 | 通信情報業 | 19,805 | 5,098 |
| 11 | 金融・保険業 | 28,593 | 7,964 |
| 12 | 不動産業 | 6,476 | 3,357 |
| 13 | 科学・技術サービス業 | 18,365 | 7,300 |
| 14 | 事務サポートサービス | 18,754 | 9,017 |
| 15 | 教育産業 | 15,199 | 4,413 |
| 16 | 健康・社会活動 | 30,858 | 11,100 |
| 17 | 芸能・娯楽産業 | 12,758 | 2,188 |
| 18 | その他 | 49,758 | 15,595 |
| | 合計 | 818,830 | 213,278 |

出典: 2011年施設リスト (初期報告)

(8) 交通

マニラ首都圏の道路網は環状及び放射状の主要道路で形成されている。マニラ首都圏には1本のMRTと2本のLRTが大容量交通システムとして利用されているが、鉄

道網が整備途中であるため移動手段としては道路が最も主要なインフラである。主要道路では走行台数が道路容量を超過し、深刻な渋滞を起こす原因となっている。市民が利用する一般的な車両は、ジプニー、バス、トラック、トライシクル（三輪車バイクタクシー）及びタクシーがある。ジプニーは都市の公共輸送機関として最も利用されている交通手段である。

(9) 文化財及び文化

国際連合教育科学文化機関（UNESCO）により3つの文化遺産と2つの自然遺産が世界文化遺産として登録されている。このうちのひとつであるバロック様式の教会がマニラ首都圏に存在する。フィリピン政府は、文化と芸術のための国家委員（NCCA）を通じ、文化的な重要性和特徴的な建築から文化的国宝と認定された37の教会の修復作業を開始した。このうちのLa Inmaculada Concepción と Nuestra Señora de los Desamparadosがマニラ首都圏に存在する。

1.6.2 マニラ首都圏における汚染・公害管理

(1) 水質

環境管理局（EMB）が指定している19の主要河川のモニタリング結果は表1.6.6及び表1.6.7に示すとおりである。2008年に溶存酸素量（DO）及び生物学的酸素要求量（BOD）の環境基準を共に達している川はAnayan川とSapangdaku川の2河川のみであった。また、マニラ湾に流入する河川は全て環境基準に達していなかった。

表 1.6.6 主要 19 河川における DO 測定結果

| 地域 | 河川名 | 分類 | DO 平均 (mg/L) | | | 2008 年結果 に対する合否 | 接続する河川/湾 |
|------|----------------------|----|--------------|------|------|--------------------|-----------------------|
| | | | 2003 | 2006 | 2008 | | |
| NCR | Marikina River | C | 3.1 | 2.2 | 2.6 | 否 | Pasig River |
| | San Juan River | C | 2.4 | 1.1 | 1.9 | 否 | Pasig River |
| | Paranaque River | C | 2.5 | 1.6 | 1.6 | 否 | Manila Bay |
| | Pasig River | C | 3.1 | 2.5 | 3.2 | 否 | Manila Bay |
| CAR | Balili River | A | 4.6 | 6.9 | 4.6 | 否 | Naguilian River |
| III | Meycauayan River | C | | 0.0 | 2.5 | 否 | Manila Bay |
| | Marilao River | A | 0.8 | 1.0 | 2.4 | 否 | Manila Bay |
| | Bocaue River | C | 1.9 | 1.9 | 5.0 | 否 | Manila Bay |
| IV-A | Imus River | C | 3.0 | 4.7 | 4.1 | 否 | Manila Bay |
| | Ylang-Ylang River | C | 4.5 | 5.1 | 4.0 | 否 | Manila Bay |
| IV-B | Mogpong River | C | 4.9 | 7.9 | | | Calacanan Bay |
| | Calacan River | C | 7.3 | 2.2 | 3.1 | 否 | Calapan Bay |
| V | Anayan River | D | 5.6 | 6.7 | 6.5 | 合 | Bico River |
| | Malaguit River | C | 4.6 | 6.3 | 7.4 | 合 | Malaguit Bay |
| | Panique River | C | 2.7 | 7.9 | 6.9 | 合 | Balawing Cove |
| VI | Iloilo River | C | 4.2 | 5.3 | 4.5 | 否 | Iloilo Strait |
| VII | Luyang River | C | | 7.5 | 6.9 | 合 | Coastal Water of Cebu |
| | Sapangdaku River | C | | 7.6 | 6.9 | 合 | Tanon Strait |
| X | Cagayan de Oro River | A | 8.6 | | 8.1 | 合 | Macajalar Bay |

備考: 空白はデータ無を示す。DO は水生生物の指標として用いられる。Class AA から C の河川では 5.0 mg/L (中間値)、Class C の水域では 3.0 mg/L (中間値)が基準となっている。

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), 環境天然資源省 (DENR) (2011 年)

表 1.6.7 主要 19 河川における BOD 測定結果

| 地域 | 河川名 | 分類 | BOD 平均 (mg/L) | | | 2008 年結果 に対する合否 | 接続する 河川/湾 |
|------|----------------------|----|---------------|-------|-------|--------------------|-----------------------|
| | | | 2003 | 2006 | 2008 | | |
| NCR | Marikina River | C | 18.2 | 15.0 | 18.2 | 否 | Pasig River |
| | San Juan River | C | 54.8 | 33.4 | 44.2 | 否 | Pasig River |
| | Paranaque River | C | 42.0 | 41.0 | 38.2 | 否 | Manila Bay |
| | Pasig River | C | 10.7 | 13.6 | 20.5 | 否 | Manila Bay |
| CAR | Balili River | - | | 23.3 | 37.4 | 否 | Naguilian River |
| III | Meycauyan River | C | 38.2 | 144.1 | 35.6 | 否 | Manila Bay |
| | Marilao River | A | 32.3 | 21.9 | 11.1 | 否 | Manila Bay |
| | Bocau River | C | 12.2 | 7.2 | 11.8 | 否 | Manila Bay |
| IV-A | Imus River | C | 8.0 | 9.1 | 11.1 | 否 | Manila Bay |
| | Ylang-Ylang River | C | 24.4 | 8.7 | 63.76 | 否 | Manila Bay |
| IV-B | Mogpong River | C | | | | | Calcancan Bay |
| | Calapan River | C | | 5.1 | 3.8 | 合 | Calapan Bay |
| V | Anayan River | D | 8.9 | 1.5 | 2.8 | 合 | Bico River |
| | Malaguit River | C | | 2.3 | | | Malaguit Bay |
| | Panique River | C | | 1.5 | | | Balawing Cove |
| VI | Iloilo River | C | 2.4 | 2.1 | 4.4 | 否 | Iloilo Strait |
| VII | Luyang River | C | | 1.1 | 1.4 | 合 | Coastal Water of Cebu |
| | Sapangdaku River | C | | 0.7 | 1.1 | 合 | Tanon Strait |
| X | Cagayan de Oro River | A | 1.2 | | | | Macajalar Bay |

備考: 空白はデータ無を示す。BOD の基準値は、Class A と B は 5.0 mg/L (最大)、Class C では 7.0 mg/L (最大)、Class D では 10.0 mg/L (最大) となっている。

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)

(2) 大気質

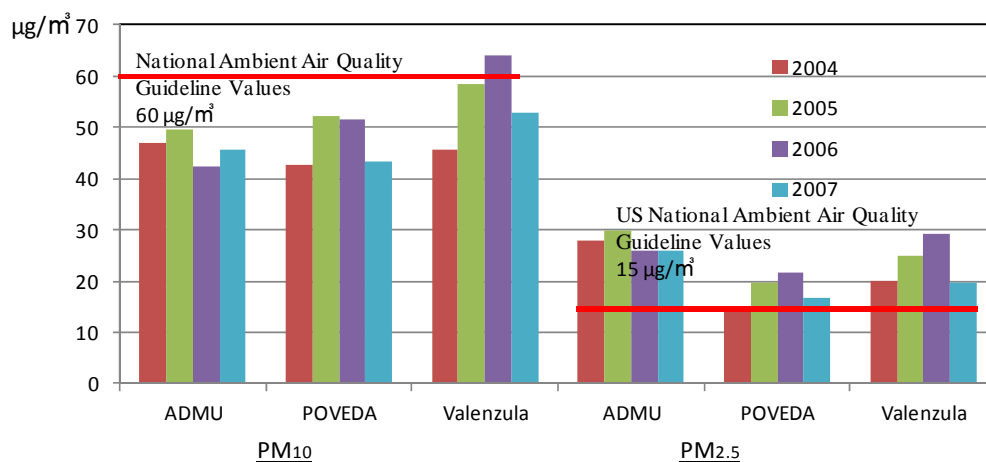
マニラ首都圏における大気質観測モニタリング結果によると、総浮遊粒子状物質 (TSP) に関しては、表1.6.8に示すように、2003年の平均が162 ug/Ncmから2008年には138 ug/Ncmに改善してきている。改善してきてはいるものの、TSPの長期評価の基準値90 ug/Ncmを超過している。また、図1.6.4に示すように、PM10の年間平均値は長期評価の基準値60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を満足しているが、PM2.5の年間平均値はUSEPA 長期評価の基準値15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を満足していない。

表 1.6.8 マニラ首都圏における TSP 濃度平均値 2000-2008 (ug/Ncm)

| モニタリング地点 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| EDSA NPO | 215 | 133 | 149 | 157 | 165 | 163 | 138 | 125 | 144 |
| EDSA East Avenue | 169 | 205 | 167 | 179 | 170 | 129 | 104 | 102 | 107 |
| Ateneo | 86 | 94 | 93 | 83 | 105 | 87 | 72 | 65 | 74 |
| Valenzuela | 214 | 222 | 206 | 247 | 206 | 152 | 157 | 146 | 156 |
| Makati City | 129 | 157 | 157 | 198 | 211 | 183 | 153 | 146 | 134 |
| Pasig | 129 | 110 | 90 | 101 | 109 | 106 | 90 | 92 | 85 |
| Las Piñas | 91 | 73 | 80 | - | - | - | - | - | - |
| EDSA Congressional Ave | 359 | 227 | 206 | - | - | - | - | - | - |
| Mandaluyong | 147 | 132 | 145 | 136 | 133 | 124 | 121 | 134 | 125 |
| Manila | - | 171 | 143 | 180 | 134 | 138 | 111 | 110 | 138 |
| Pasay | - | 136 | 166 | 178 | 135 | 134 | 159 | 140 | |
| Marikina | - | - | - | - | - | - | - | - | 138 |
| EDSA MRT | - | - | - | - | 236 | 323 | 316 | 257 | 282 |
| 平均値 | 171 | 151 | 146 | 162 | 160 | 154 | 142 | 132 | 138 |

備考: - 無効

出典: Compendium of Basic ENR Statistics for Operations and Management (第二回編集) (2000-2008), DENR (2011)



出典: 大気環境報告書 (2005-2007)、DENR-EMB

図 1.6.4 マニラ首都圏における PM10 及び PM2.5 年間平均濃度

(3) 廃棄物

表 1.6.9に示すように、マニラ首都圏の2010年の一般廃棄物の発生量は3.14 百万トンであり、フィリピン国全体に占める地域別発生量としては最大で、2007年から年平均3.26%で増加している。

表 1.6.9 廃棄物の推定発生量 (2007年及び2010年、百万トン/年)

| 地域 | 廃棄物発生量 (2007年) | 廃棄物発生量 (2010年) | フィリピン全体に占める割合 (2010年) | 2007年-2010年の増加率 (年平均%) |
|--------|----------------|----------------|-----------------------|------------------------|
| マニラ首都圏 | 2.86 | 3.14 | 22.97 | 3.26 |

出典: National State of the Brown Environment Report (2005-2007), DENR-EMB (2009年)

1.7 上下水道事業関連法規制

1.7.1 関係法令全般

マニラ首都圏における上下水道事業の関連法規制は、環境関連、水利権関連、保健・衛生関連、投資関連の4分野に大別される。

環境関連法規制としては、主に環境影響評価システム (EISS)、フィリピン水質浄化法、ラグナ湖開発公社による規制が挙げられる。環境影響評価システムは、社会・経済の成長と環境保護の両立を図るべく、1978年に大統領令第1586号によって制定された。フィリピン水質浄化法は、特に下水料金徴収システムと下水排水の許認可について規定している。フィリピン水質浄化法は全地域の水質管理に適用されるが、主たる目的は環境汚染源の削減にある。ラグナ湖開発公社は、ラグナ湖周辺地域における開発を承認する権限をもつ公的機関で、当該地域の開発に関するプロジェクトの承認、プロジェクトを進めるにあたり必要となる許可証の発行や法的手続きの実行、ラグナ湖からの取水やラグナ湖に影響を与えるようなプロジェクトの水利用に対する許可証の発行、ラグナ湖の水質管理、プロジェクトに関連し必要な手数料徴収などを管轄する。

フィリピン水道法は、1) 水資源の開発とその合理的な利用を達成するための基本原則とフレームワークの確立、2) 水資源の利用者と所有者の権利と義務の範囲の定義、3) 水資源の所有、使用、開発、保護などを規定する基本法の採択を目的に1976年に制定された。

フィリピン衛生法とも呼ばれる大統領令第856号は、国民の健康の維持と促進を目的に1975年に制定され、フィリピン保健省 (DOH) が管轄している。DOH が定める上水水質基準は、1) 微生物学的水質基準、2) 化学的および物理的水質基準、3) 放射線基準、の3つの基準を設定している。

投資に関しては、投資優先計画で指定された経済活動の優先分野における投資促進の名目の下、投資法が1987年に制定され、免税措置やその他の優遇措置などを具体的に規定している。尚、2011年7月5日にフィリピン大統領によって承認された大統領令覚書 (Memorandum Order No. 20) では、投資優先分野として下水処理システムの開発やフィリピン水質浄化法で指定された水質汚染物除去技術などが含まれている。

その他、マニラ首都圏上下水道事業に関する法規制としては、MWSS 憲章、共和国法第8041号、コンセッション契約が挙げられる。MWSS 憲章と呼ばれる共和国法第6234号は、1971年に制定され、リサール地区とカビテ地区を含むマニラ首都圏において上下水道事業を管轄する MWSS がもつ権限の範囲について規定している。国家水危機法と呼ばれる共和国法第8041号は、全国的な水不足の危機に緊急且つ効果的に対処するために1995年に制定され、水危機に対する具体的措置の制定に加え、上下水道に関する運営、改善、回収、補修、組織再編等を要求している。コ

コンセッション契約は、MWSS と事業者との間で 1997 年 2 月 21 日に締結された。MWSS の権限と機能は、理事会が行使する。上下水道事業の経営、管理、維持などの機能は事業者であるマニラッド社とマニラ・ウォーター社へ委託され、事業の監督機能は、新設された MWSS の監督局 (MWSS-RO) へ移管された。MWSS-RO は、コンセッション契約に基づき事業者を監督し、必要に応じてコンセッション契約の改定手続きなどを行う。

表1.7.1に施工前、施工中及び供用時における環境社会配慮に係る一般的な法令を示す。また、表1.7.2に上下水道事業に関わる関係法令を示す。

表 1.7.1 環境社会配慮に係る一般的な関係法令

| 法令 | 制定 | 法令名・内容 |
|--------------------|------|------------------------|
| 基本方針 | | |
| 大統領令第1152号 | 1977 | フィリピン国環境法典 |
| 政令第192号 | 1987 | 環境天然資源省の組織改編 |
| 自然環境 | | |
| 大統領令第705号 | 1975 | 改正森林法 |
| 大統領令第1067号 | 1976 | 水源法典 |
| 共和国法第9147号 | 2001 | 野生生物資源保護管理法 |
| 公害管理 | | |
| 大統領法令第984号 | 1976 | 公害管理法 |
| 共和国法第9275号 | 2004 | 水質浄化法、排出許可取得 |
| 共和国法第8749号 | 1999 | 大気汚染防止法、ジェネレータ操作許可 |
| 共和国法第9003号 | 2001 | 生物学的固形廃棄物管理法 |
| 共和国法第6969号 | 1990 | 危険物質及び有害・放射性廃棄物法 |
| 共和国法第 856号 | 1975 | 衛生法 |
| 環境天然資源省省令第1992-26号 | 1992 | 公害防止管理者 |
| 環境天然資源省省令第2003-27号 | 2003 | セルフ・モニタリング規定 |
| 環境基準 | | |
| 環境天然資源省省令第1990-34号 | 1990 | 公共水域水質基準 |
| 環境天然資源省省令第1990-35号 | 1990 | 排水水基準 |
| 健康省省令第2007-0012号 | 2007 | 飲料水基準 |
| 環境天然資源省省令第2000-81号 | 2000 | 大気環境基準、排ガス基準 |
| 国家公害管理委員規則1978 | 1978 | 騒音基準 |
| 環境影響アセスメントシステム | | |
| 大統領令第1586号 | 1978 | 環境影響アセスメントシステムの導入 |
| 環境天然資源省省令第2003-30号 | 2003 | 環境影響アセスメントシステムの実施規定 |
| 用地取得/非自発的住民移転 | | |
| 大統領令第1533号 | 1978 | 補償算定の規制 |
| 共和国法第7279号 | 1992 | 都市開発及び住宅造成法 |
| 共和国法第8974号 | 2000 | 公共用地取得推進法または共和国法第8974号 |

備考: 1 DAO; DENR (Department of Environment and Natural Resources) Administrative Order

2 DPWH; Department of Public Works and Highways

3 NPCC; National Pollution Control Commission

4 DOH AO; Department of Health Administrative Oder

出典: マニラッド社 (環境マネジメント部)

表 1.7.2 上下水道事業に関わる関係法令

| 法令 | 制定 | 法令名・内容 |
|------------------------|------|--|
| 共和国法第 4850 号 | 1978 | ラグナ湖開発公社による、ラグナ湖の水質管理、同湖からの取水に関する各種許認可証の発行、手数料等について規定。 |
| フィリピン水道法 | 1976 | 水資源の利用者と所有者の権利・義務の範囲を定義し、水資源の所有、仕様、開発、保護などを規定。 |
| 共和国法第 6234 | 1971 | MWSS 憲章。リサール地区及びカビテ地区を含むマニラ首都圏の上下水道事業における、MWSS が持つ権限の範囲を規定。 |
| 共和国法第 8041 号 | 1995 | 全国的な水不足の機器に緊急且つ効果的に対処する為に、水危機に対する具体的措置の制定に加え、上下水道事業の運営、改善、補修、組織再編等を規定。 |
| Memorandum Order No.20 | 2011 | 下水処理システムの開発や、フィリピン水質浄化法で指定された水質汚染物除去技術等を投資優先分野に指定。 |

出典：JICA 調査団

1.7.2 環境影響評価制度

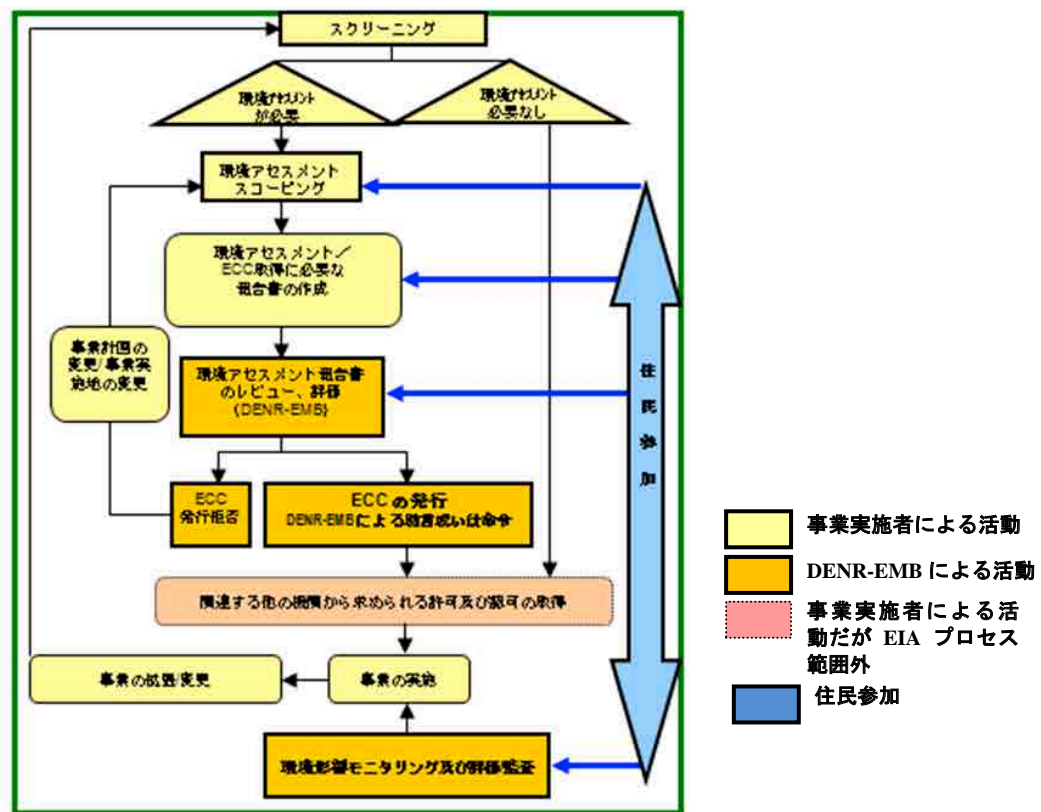
(1) 環境適合証明書 (ECC)

フィリピン国の環境影響報告書システム (PEISS) では、重大な環境への影響を及ぼす恐れがある新たな事業に対して、事業実施前にDENRからECCの取得を義務付けている。DENRは事業者から提出される環境影響評価報告書に基づき、ECCの申請内容を審査する。PEISSに該当しない事業については、DENRから非該当証明書 (CNC) を取得しなければならない。

(2) フィリピン環境影響報告書システム (PEISS)

1) PEISS 手続き

図1.7.1に環境アセスメントの実施フローを示す。事業者は、改訂版プロセスマニュアルのスクリーニングチェックリスト (ECRSC) を用いて、事業の環境アセスメントの必要性及びEMBに提出すべき報告書等を確認する。環境アセスメントが必要となる事業は、1) スコーピング、2) 環境アセスメントの実施、3) 報告書の審査、の3段階で環境アセスメントを実施する。

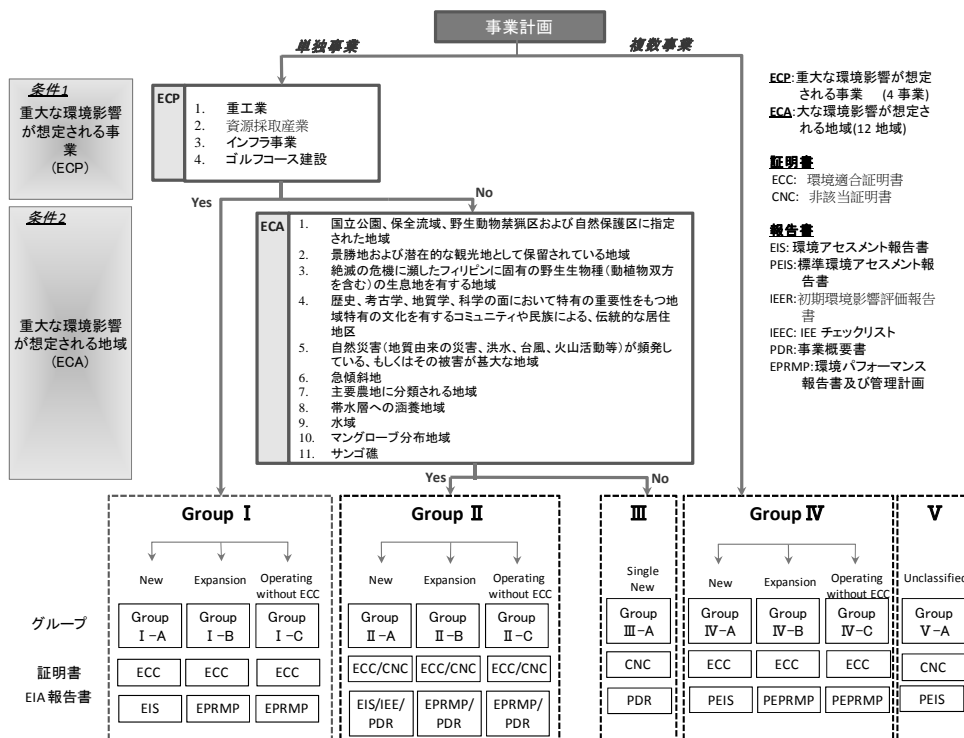


出典: 改訂版プロセスマニュアル (Revised Procedural Manual for DAO 2003-30) (2008年)

図 1.7.1 PEISS の実施フロー

2) スクリーニング

図1.7.2に、改訂版プロセスマニュアルに基づくEIAのスクリーニング及びグループ仕分けの手順を示す。PEISSでは、重大な環境影響が想定される事業 (ECP) 及び重大な環境影響が想定される地域 (ECA) における事業が環境アセスメント実施の対象となる。4種のECP及び12のECAについてはPP No.2146及びPP No.803で規定されている。さらに、これら事業実施場所に応じてEMBにより、ECAへの関与について審議される。対象事業は5つの主要なグループとそれぞれにつき3つのサブグループに分類される。



出典：改訂版プロセスマニュアル（2008年）に基づき調査団作成

図 1.7.2 EIA のスクリーニング及びグループ分け手順

3) EIA 報告書の種類

上記で示したEIA対象事業は事業の種類、位置、規模などのいくつかの潜在的な影響要因に応じた手続きを求められる。求められる報告書には以下の7種類がある。

1) 環境影響評価書 (EIS)、2) 複合プログラムに適応されるEIS (PEIS)、3) 初期環境影響評価報告書 (IEER)、4) 初期環境影響評価チェックリスト (IEEC)、5) 事業説明書 (PDR)、6) 環境パフォーマンス報告書及び管理計画 (EPRMP)、及び7) 複合プログラムに適応される環境パフォーマンス報告書 (PEPRMP)、である。

(3) 対象事業のEIAの評価

マニラ首都圏西地区上下水道整備計画は、改訂版プロセスマニュアルにおける環境向上・緩和事業として、「グループII-A (ECA内におけるNECP事業)」に該当する。マニララッド社の環境マネジメント部門の実績による判断では、計画地は頻繁に自然災害（地理学的災害、洪水、台風、火山など）により被災する地域、または、その影響が大きい地域に該当する一方で、本事業は規制（例：大気汚染防止法または水質汚濁防止法）に基づく事業活動であるため、汚染制御装置または類似した施設を提供することが要求され、フィリピン国の法律のもとに定められるEIA証明書を取得しなければならない。

従って、事業実施者であるマニララッド社は、事業実施前にフィリピン国の法令に基づくEIA手続きとしてEICを提出してECCの取得が必要となる。

(4) JICA ガイドラインに基づくカテゴリ区分

国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（以下、「JICAガイドライン」とする）に基づくカテゴリAに分類されるプロジェクトは、原則として、1) 影響を及ぼしやすい分野の事業（輸送機関など）、2) 影響を及ぼしやすい特性を持つ事業及び、3) 影響を受けやすい地域あるいはその近傍に立地する事業、が含まれる。さらに大規模な非自発的移転が生じる場合にも、カテゴリAに分類される。環境や社会への望ましくない影響が、カテゴリAに比して小さいと考えられる協力事業は、カテゴリBに分類される。上記ガイドラインに基づき、マニラ首都圏西地区上下水道整備事業は、カテゴリBに分類される。大規模な下水道及び水処理施設ではなく、JICAガイドラインに基づく影響を受けやすい地域や影響を及ぼしやすい特性がないと想定されるため、環境への著しい影響は生じないものと考えられる。

1.7.3 用地取得及び非自発的住民移転

(1) フィリピン国における用地取得及び非自発的住民移転に係る法令及び方針

フィリピン国における用地取得及び非自発的住民移転に係る法令及び方針を表 1.7.3 に示す。

表 1.7.3 用地取得及び非自発的住民移転に係る関係法令

| 法令名 | 内容 |
|--|---|
| 行政命令 No.1035 (Executive Order No. 1035 of 1985) | インフラや他の事業のために個人の不動産または権利を取得するための手順とガイドラインが政府により早急に提供される。 |
| フィリピン国憲法 (The Philippine Constitution of 1987) | 土地及び移転に関わる基本的な方針は以下の通りである。 -私有財産権を認めると同時に公共目的での取得権を認めている。(Article III, Section 9) -私有財産は公正な補償及び住民協議なくして公共目的のため取用されることはない、と規定されている。(Article VIII, Section 9); -都市部貧困層の居住権を認め、事前の協議なく人権を無視した強制退去を禁止している。(Article VIII, Section 10) |
| 共和国法第 7160 号 (Republic Act No. 7160): 地方自治法 (Local Government Code of 1991) | 地方自治単位 (LGU) が公的な使用、目的または、貧困者や土地を所有しない人々の生活と利益のために地方自治体の取得権・手続きを規定している。 |
| 共和国法第 7279 号 (RA No.7279) : 都市開発住宅法 (Urban Development and Housing Act of 1992 : UDHA) | 民間部門と協力し、広範囲で継続的な都市開発及び住宅開発を進める方針を示す。市街化区域において、移住地域で恵まれなくて家がない市民に対し、手頃なコスト、基本サービスと雇用の機会を与え、適切な住宅を利用可能にすることで彼らの生活状況の質を高めることを目標としている。プログラムは、優先開発地区、ゾーン改善地区、スラム改善地区を含む都市化地域及び都市化可能地域をカバーしている。 |

| 法令名 | 内容 |
|---|---|
| 共和国法第 8974 号:公共用地取得促進法 (Republic Act No. 8974: An Act to Facilitate the Acquisition of Right-of-Way 2000) | 本法令は、私有地を国家公共事業に供する場合の用地取得を促進する法令で、合法的な土地所有者からの用地取得については金銭による補償を中心に行うことが規定されている。不法居住民の移転については、国家住宅庁 (National Housing Authority) が地方自治体 (LGU) 住宅都市開発評議会 (Housing and Urban Development Coordinating Council) その他の政府機関と連携しながら、移転地の提供をすることが規定されている。同年に実施細則が規定されている。(私有地の取得手続のガイドラインである行政令第 1035 号 (Executive Order No.1035) (1985 年) の改定版。) |

出典：JICA 調査団

(2) マニラッド社の上下水道事業における用地取得及び非自発的住民移転に係るマニュアル

表 1.7.4 に水管理事業における用地取得及び非自発的住民移転に係るマニュアル及び方針を示す。世界銀行のマニラ首都圏下水道整備事業のために作成されたマニラ首都圏下水道整備事業 2012 環境社会セーフガード枠組み (ESSF) がある。

表 1.7.4 水管理事業における用地取得及び非自発的住民移転に係るマニュアル及び方針

| マニュアル・方針 | 内容 |
|---|--|
| マニラ首都圏下水道整備事業のための ESSF (フィリピン土地銀行、2012 年) | ESSF は世界銀行のマニラ首都圏下水道整備事業のために作成された国内関連法及び世界銀行のセーフガード・ポリシーに対応している。プロジェクトのセーフガード要求事項は、国家ガイドラインに基づいており、政府または世界銀行の求めるセーフガードのどちらかに必要条件で妥協することなく、サブ・プロジェクトに対して必要とされる文書を合理化するための要求事項である。 |
| 用地取得、住民移転及び回復方針 (マニラッド社、2006 年) | 効果的な土地取得の方法に関する方針とガイドラインを示す。土地取得、移住とリハビリテーション・プロセスに関与しているすべての人々に、この方針は適用される。 |

出典：JICA 調査団

(3) 対象事業における用地取得及び住民移転計画

ESSF の移転政策の枠組み (RPF) は、世界銀行のセーフガード指針 (OP4.12) とフィリピン国内の関係法令との間に生じるギャップを対処するために MWMP 事業を対象として準備されている。本事業による用地取得及び影響を受ける者が確認された場合には、マニラッドは事業実施者として、事業実施前に ESSF 及び JICA ガイドラインに準じた手続きが求められる。

第2章 調査地域における上下水道セクターの概要

2.1 上下水道事業における PPP の役割

2.1.1 フィリピン国における上下水道機関に係る国家レベルの政策

上下水道供給事業の開発に係る国家政策は、調査地域内の上下水道事業者にとって基本的な指針を示すものである。フィリピン政府は、2011 年末にフィリピン開発計画 2011-2016 (5 カ年計画) を発行した。これは国家経済開発庁 (NEDA) が発行元であり、あらゆる産業部門の政策策定および開発事業実施の指針となるものである。それゆえ、5 カ年計画はフィリピン国における社会開発関連部門はそれを重要な基本指針として参照している。その基本方針は以下のとおりである。

- 1) 5 カ年計画で達成すべきビジョン：
 - 今後 6 年間に迅速かつ持続的な年率 7-8% の経済成長
 - 同経済成長により、大量の雇用の確保
 - 同経済成長により、国連で採択されたミレニアム開発目標 (MDG s) の達成を含む貧困の削減、等である。
- 2) 5 カ年計画の主要戦略：
 - インフラ整備に対する集中的な投資の実施、
 - 透明で責任ある政府の実現、
 - 人材教育・開発と改善された社会的なサービスの提供、
 - 競争的な環境下での雇用の創出、等である。
- 3) 国連によりリストアップされたミレニアム開発目標の指標のひとつで、マニラッド社の事業に直接適用できるものとして、第 7 章—環境の持続性確保、が挙げられる。
 - その中で、2015 年までに、安全な飲料水および基本的な衛生施設を継続的に利用できない人々の割合を半減する。この判断指標として“良好な飲料用水源を継続して利用できる人口の割合”を挙げている。

また、同開発計画は、上下水道サービスについて以下のビジョンを示している。

- 1) 上水道
 - 国連報告書を考慮し、フィリピン開発計画 2011-2016 が全国向けに作成されたものである。
 - 5 カ年計画の第 8 章：社会開発、第 8.8 節：健康、栄養及び人口、では、安全な水の継続的利用が可能な人口の割合に関する目標が以下の表 2.1.1 に示されている。

表 2.1.1 国家目標とマニラッド社の目標・実績

| Proportion of Population with access to safe water | 基準年実績 2008 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--|---------------|------|------|------|-------|-------|
| 国の目標 | 82.3% | 84% | 85% | 86% | 86.9% | 89% |
| マニラッド社（目標） | | 86% | 88% | 91% | 93% | 95.1% |
| マニラッド社（実績） | 82% | 96% | | | | |

出典：フィリピン開発計画（2011-2016）及びビジネスプラン 2013

上表に見られるように、マニラッド社の実績は 2008 年において、国家目標よりわずかに 0.3 % 低かったが、2012 年においては国家目標を 12 % 超過する運営が行われた。マニラッドの 2012 年実績は 2016 年目標を既に達成しているといえる。

2) 衛生および下水道

5 年計画は排水および排出基準に関する具体的な目標値を州や市ごとに明示していない。しかし、第 10 章：環境と天然資源の保存、保護および改修、の中でマニラ湾に関し以下の具体的な注記がある。

- 最高裁判所は 2008 年に政府に対し命令を発し、流路・水路の浄化を義務付けた。特に、マニラ湾へ流入する水路の水質を改善し、湾内の水質を“SB”基準を満足すること、としている。

しかし、時間的制限は明示されていない。また、マニラ湾はたくさんの汚染源からの汚染物質を受け入れており、例えば、工業排水、豪雨に伴う自然汚染物質、周辺各州からの下水排水等、があるため、マニラッド社自体にとって達成すべき目標が立てられないというのが実態である。しかし、マニラッド社の積極的な下水処理施設の建設は、マニラ湾の水質改善に大いに寄与している。関連諸機関・関連会社は、“5 年計画”で規定されたマニラ湾の“SB”基準達成へ向けて、マニラッド社と同様な改善への貢献が求められている。

3) 今後の対応

現在のところ、マニラッドの上下水道サービスは、“5 年計画”における政策目標に沿った、あるいはそれ以上の実績をあげている。しかし、マニラッドは今後も改定されるであろう“5 年計画”を尊重し、マニラッド社の経営方針を示すビジネスプラン策定（5 年毎作成）の指針とする必要がある。

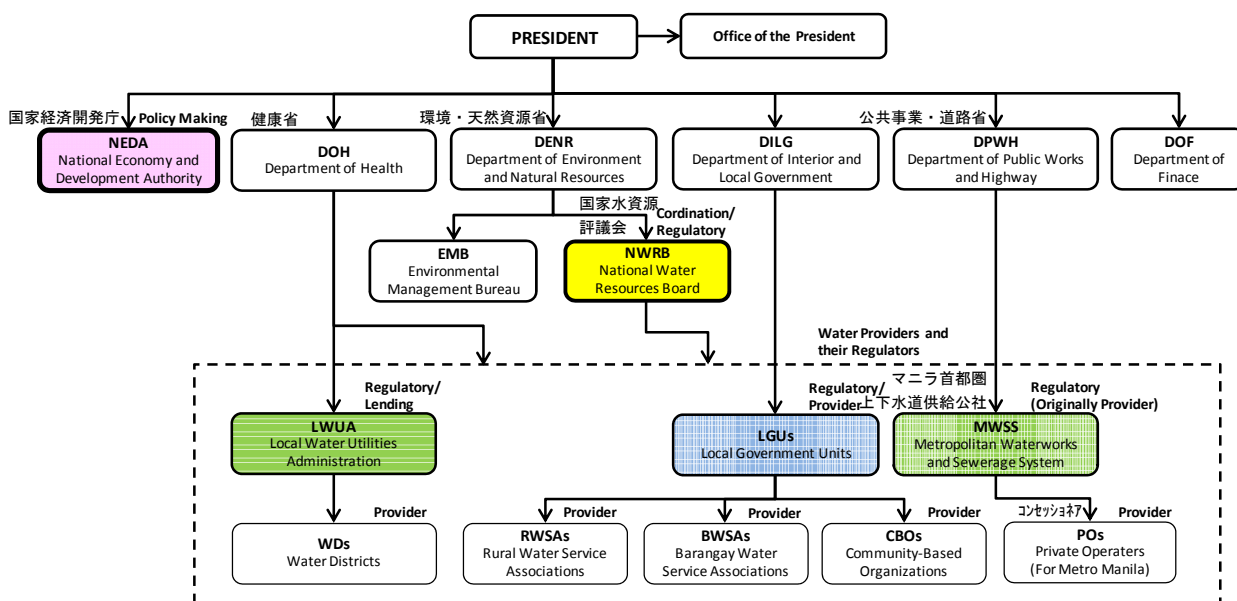
2.1.2 フィリピン国の水道事業者及び関連機関

フィリピン国で最初の水道システムが稼働したのは、同国がスペイン統治下にあった 1978 年のことである。それ以来水セクターに係る組織体制は幾度も改編がなされており、その結果、水セクターの運営・管理体制は、様々な位置付けにある事業実施者と複数の行政機関の関与により輻輳している。

フィリピン国で水道事業を実施している組織は大きく地方自治体（Local Government

Units : LGUs)、マニラ首都圏上下水道供給公社 (Metropolitan Waterworks and Sewerage System : MWSS)、水道区 (Water Districts : WDs)、地方コミュニティ (Community-Based Organizations : CBPs)、及び民間事業者 (Private Operators : POs) に分類される。また、MWSS は既に上下水道事業を民間事業者に委託しているため、「水道事業者」から除外されることもある。

図 2.1.1 は、フィリピン国水セクターの体制を簡略化したものである。また、各関連組織の名称と主な役割を表 2.1.2 に整理する。



出典：JICA 調査団

図 2.1.1 フィリピン国における水関連セクターの体制

表 2.1.2 フィリピン国における主な水関連組織の役割

| 関連組織 | | 役割及びマニラッド社の上下水道事業との関係 |
|-------|---|---|
| NEDA | 国家経済開発庁：National Economic and Development Authority | <ul style="list-style-type: none"> - 上下水道セクターを含む国家の中長期開発計画や投資計画を策定する。 - 計画された開発計画や投資計画の実施状況をモニターする。 - マニラッド社の上下水道事業もまた NEDA が策定する中長期の開発計画や投資計画に準拠したものである必要がある。 - JICA や世銀など国際的援助機関による支援事業(例えば、マニラ首都圏の ODA による下水道事業など)は NEDA によって評価され、その実施の可否が判断される。 |
| DOH | 健康省：Department of Health | <ul style="list-style-type: none"> - 飲用水の水質基準を策定する。 - 汚染された水など環境に関連して引き起こされる疾病の防除に向けた対策を検討、実施する。 - マニラッド社の水道水も DOH の定める水質基準を順守しなくてはならない。そのため、マニラッド社は市導水の水質モニタリング結果を DOH に提出している。 |
| LWUA | 地方水道公社：Local Water Utilities Administration | <ul style="list-style-type: none"> - 「水道区」による水道事業をモニタリングする。 - 「水道区」への財政支援を行う。 - 要請に応じ、LGU その他の水道事業者に対し技術面、運営面の支援を行う。 |
| WDs | 水道区：Water Districts | <ul style="list-style-type: none"> - マニラ首都圏外の主に市街化された地域で水道事業を行う。 |
| DENR | 環境天然資源省：Department of Environment and Natural Resources | <ul style="list-style-type: none"> - 環境汚染に関わる法規制を公布する。 - 地下水利用の規制やモニタリングを行う。 - 各戸、事業主、下水処理場等からの排水を規制、モニタリングする。 - マニラッド社が運転する下水処理場からの放流水質は、DENR による基準を満足しなければならない。 |
| EMB | 環境管理局：Environmental Management Bureau | <ul style="list-style-type: none"> - 水環境、大気、土壌、放射能等に関する環境基準を策定する。 - 事業実施に係る EIA の承認や環境許可 (environmental compliance certificates) を発行する。 - マニラッド社の事業も EMB が管轄している環境関連手続きを踏まなくてはならない。 |
| NWRB | 国家水資源評議会：National Water Resources Board | <ul style="list-style-type: none"> - 水源開発に係る政策を策定する。 - 国内の各水道事業者が実施する水源開発事業を監督したり、事業者間の水源に係る利害の調整を行う。 |
| DILG | 内務・自治省：Department of Interior and Local Government | <ul style="list-style-type: none"> - LGU が実施する上下水道事業を支援する。 |
| LGUs | 地方自治体：Local Government Units | <ul style="list-style-type: none"> - 管轄地域において上下水道サービスを提供する。 - RWSA、BWSA、CBO の水道事業を監督、支援する。灌漑、電力、道路など公共インフラの整備を促進する。 |
| RWSAs | 集落水道組合：Rural Water Supply Associations | <ul style="list-style-type: none"> - LGU のもとで地方の水道サービスを行う。 |
| BWSAs | バランガイ水道組合：Barangay Water Supply Associations | <ul style="list-style-type: none"> - LGU のもとでバランガイへの水道サービスを行う。 |

| | | |
|------|--|--|
| CBOs | コミュニティ水道組合： Community-Based Organizations | - 特別な水道事業体を有さない地域で水道サービスを行う。 |
| DPWH | 公共事業・道路省：Department of Public Works and Highway | - 要請に応じ、LGU に対し技術的支援を行う。 - マニラッド社の監督者 (regulator) である MWSS の管轄官庁である。 |
| MWSS | マニラ首都圏上下水道供給公社： Metropolitan Waterworks and Sewerage System | - 従来の役割：マニラ首都圏において上下水道の整備と運営を行う。 - 現在の役割：コンセッション契約に基づき、マニラッド社及びマニラ・ウォーター社の上下水道事業を監視、指導する。 |
| Pos | 民間上下水道事業者：Private Operators (For Metro Manila) | - (マニラッド社及びマニラ・ウォーター社)：マニラ首都圏にて上下水道事業を実施する。 |
| DOF | 財務省：Department of Finance | - 上下水道セクターを財政面で支援する。 - マニラ首都圏の下水道事業など、他国や国際援助機関から提案された支援事業、ODA 事業を財政、財務面で評価し、政府保証付与の妥当性を判断する。 |

*：斜体の記述は各組織とマニラッド社による上下水道事業の主な関係を示す。

出典：フィリピン国上下水道セクター・ロードマップ (NEDA, Philippine Water Supply Sector Roadmap 2nd Edition)

2.1.3 フィリピン国及びマニラ首都圏水セクターの歴史

(1) 都市水道サービスの始まり (1965年以前)

1878年に開始されたマニラの上水道サービスは、当初 16,000 m³/日の規模で給水人口は 30 万人程度であった。その後、給水量は 1920 年代のイポダム (Ipo Dam) の開発により 20 万 m³/日まで拡大し、給水人口は 1954 年に 90 万人に達した。1955 年、中央政府は国家上下水道局 (National Waterworks and Sewerage Authority) を設立し、首都圏の水道施設を管理させるとともに、当時地方自治体 (LGU) が建設・運営していた首都圏外の水道事業についても管轄させた。

(2) 様々な事業実施組織の設立 (1965年から1986年：マルコス政権時代)

1971年、中央政府は国家上下水道局を廃止し、新たに MWSS を設置して首都圏の上下水道サービスにあたらせた。それとともに、いったんは中央に移管された地方の上下水道も再び LGU の体制下に戻された。

しかし、LGU は十分な事業運営ができなかったため、中央政府は 1973 年に地方上下水道事業の構造改革に乗り出した。この構造改革では、LGU からある程度独立した権限をもつ公社 (WD) を地域ごとに設立し、上下水道の運営を行わせた。また、地方水道公社 (LWUA) を国家経済開発庁 (NEDA) 管轄下に設立し、全国の WD を技術的に支援するとともに、資金の貸し付けなど財務的支援も行った。LWUA は、首都圏外の中でも市街化が進んだ地域を管轄したが、農村部などの水道事業は、新設された地方水道開発公社 (Rural Waterworks Development Corporation : RWDC) が管轄し、施設の建設、運転、維持管理を行った。しかし、全国全ての上下水道事業が WD や RWDC に速やかに移管されたわけではなく、多くの事業が依然として LGU の手に残ったままであった。

また、この時期には水資源の利害関係を調整する国家的な組織の必要性が認識され、1976年に環境天然資源省 (DENR) 傘下に国家水資源評議会 (NWRB) が新設された。

(3) 地方分権化 (1986年から1992年：初代アキノ政権時代)

1986年に政権を取ったアキノ大統領は、複雑化した水セクターの仕組みの簡素化と地方分権化を図った。そのために RWDC が解体され、LWUA が首都圏外の全地域を管轄することとなった。また、1991年に地方自治法 (Local Government Code) が発布され、地方の上下水道事業の実施体が LGU であることを明確に規定した。しかし、LGU から独立した権限をもつ WD が解体されなかったため、LWUA の地方水道への影響力は強く残ったままであった。

(4) マニラ首都圏上下水道の民営化 (1992年から1998年：ラモス政権時代)

マニラ首都圏の都市化が急速に進む中、MWSS の上水道施設整備は都市の発展から次第に遅れていった。水道普及率は 30% に留まり、多くの地域で給水時間は 1 日 16 時間未満、

無収水率は60%以上で下水道も一部のわずかな地域にしか普及しておらず、上下水道インフラの不備は社会問題化し始めた。MWSS は中央政府からの補助、他国政府 ODA、国際援助機関からの貸付を受けていたが慢性的な財政難にあり、上水道施設の拡張や質の改善が十分に進められなかった。

これを受け、中央政府は1994年より首都圏上下水道民営化の検討を開始した。この検討には国際金融公社(IFC)の働きかけもあり、最終的に民間事業者とMWSSがコンセッション契約を結ぶ部分民営化方式が採用された。また、競争によりサービスの改善が促進されるよう、東西の2地域に分けて民営化を図ることも決定された。その後、関連法制度の整備を経て行われた入札では、表2.1.3のように比国企業と外国企業によるコンソーシアムが東西それぞれで事業権を得た。

コンセッション契約は、1997年2月21日に締結された。事業期間は2022年までの25年間であった。(なお、コンセッション期間は2008年に15年延長され、現在は2037年までである。)

表 2.1.3 1997年にMWSSと契約したコンセッションネア

| | 西地区 | 東地区 |
|-------------------|--|---|
| 会社名 | マニラッド水道会社 (Maynilad Water Services, Inc.) | マニラウォーター水道会社 (Manila Water Company, Inc.) |
| コンソーシアムの構成と株式保有比率 | Benpres Holdings Corporation (Philippines): 60% Lyonnais des Eaux (France): 40% | Ayala Corporation (Philippines): 55% United Utilities (UK): 20% Bechtel Corporation (USA): 15% Mitsubishi Corporation (Japan): 10% |

出典：水道事業の民営化（2003年、日本水道ジャーナル）

注：表中の%は株式保有率

(5) 1998年以降の上下水道セクター

上下水道セクターの組織を改編する取り組みは1998年も行われているが、必ずしも十分な成果を挙げてはいない。例えば、NEDAは1998年に全国の民間水道事業者を一元的に監督する組織（Water Regulatory Commission : WRC）の設立を提案したが、まだ実現していない。また、2002年に中央政府は、地方水道を監督するLWUAの機能をNWRBに移した。これは、LWUAが地方水道の財政支援と（料金体系の承認も含め）監督の両方を担う体制を改善しようとしたものであるが機能せず、2010年に管轄権限は再びLWUAに戻された。なお、地方水道の監督権限がNWEBにあった2008年、LWUAの管轄官庁はNEDAから保健省(MOH)に変更された。これは、水道サービスが人々の健康に直結する問題であるとの認識から生まれた措置であった。

(6) マニラッド社の破たん企業更生手続きの開始（2005年）

民営化の初年、フィリピン国はアジア通貨危機による深刻な通貨安に見舞われ、フィリピンペソは米ドルに対して約半額にまで落ち込んだ。マニラッド社はMWSSが抱えていた900百万米ドルの対外債務のうち90%をコンセッション契約に基づき引き継いでいた

め、この通貨危機により多大な財務負担を強いられた。コンセッション契約では為替変動に応じて上下水道料金を調整する仕組（Currency Exchange Rate Adjustment : CERA）があったがこのようなペソの暴落を吸収できるほどの効果はなかった。さらに、マニラ首都圏ではエルニーニョ現象による渇水で取水可能性が40%低下し、料金収入減少がマニラッドの財務難に追い打ちをかけた。

そのような苦境の中、マニラウォーター社とマニラッド社は1998年3月に料金の値上げをMWSSに嘆願した。しかし、MWSSはエルニーニョ現象をコンセッショネアが自己責任で対処すべき通常自然現象であると主張し、わずかな額の料金値上げしか認められなかった。

マニラッド社の財務状況は悪化する一方であった。1996年に1米ドル26ペソであった為替レートが50ペソまで暴落した2000年末時点で、同社の経常赤字は27億ペソまで膨らんだ。そのような厳しい外部経済環境によりマニラッド社はインフラの整備を十分に行えず、57.4%とされていた1997年の無収水率は2000年に67%まで悪化した。

2002年1月、MWSSは従来のCERAに追加する為替変動調整の仕組み（Foreign Currency Differential Adjustment : FCDA）の導入を承認した。これは、CERAと同様に、為替変動による支出増（または減）を水道ユーザーに転嫁（配分）する仕組みである。しかし、マニラッド社の財務状況は既にFCDAでは改善されないほど悪化しており、遂にはコンセッションフィーの支払いを停止した。滞納したコンセッションフィーは2004年末の時点で100億ペソに上った。

2005年4月、経営不振によりサービス義務を履行できなくなったマニラッド社は、負債、及び資本の再建を取り決めたMWSS、マニラッド社の債権者団、及び株主との契約（Debt Capital and Restructuring Agreement : DCRA）に署名し、会社更生手続きを開始した。DCRAの資本再建に関する条項は、主に株主からの預り金の帳簿からの消去、及び減資（Benpres Holdings 社持分59.0%の消去）等が取り決められた。

また、DCRAの第24章では、マニラッド社の株主であるスエズ・グループ、及び債権者団の承認を条件として、MWSSにマニラッド社株式の83.97%の引受、又は、競争入札を通じた第三者へ売却する権利を認めていた。2005年9月、MWSSの委員会にて、マニラッド社の競争入札による再建計画が決議された。

(7) マニラッド社の再民営化と2007年のDMWC傘下での会社更生計画からの脱却

2006年、マニラッド社の再民営化入札の為にDMCI Holdings (DMCI社) と Metro Pacific Investments Corporation (MPIC社) が50%ずつ出資して設立されたDMCI-MPIC Water Company (DMWC社) は、MWSSと（権利義務の）委任・引受契約（Assignment and Assumption Agreement）を締結し、マニラッド社がDCRA上の債務を返済し、会社更生計画の早期脱却を目的として、資金援助を行うことを約した。現在DMWC社は45%をDMCI社に、55%をMPIC社に保有されている。

入札の結果、2007年1月にDMWC社は総額503.9百万米ドルにてマニラッド社の新たな株主となった（マニラッド社の発行済株式の83.79%を、DMWC社が買い取った）。

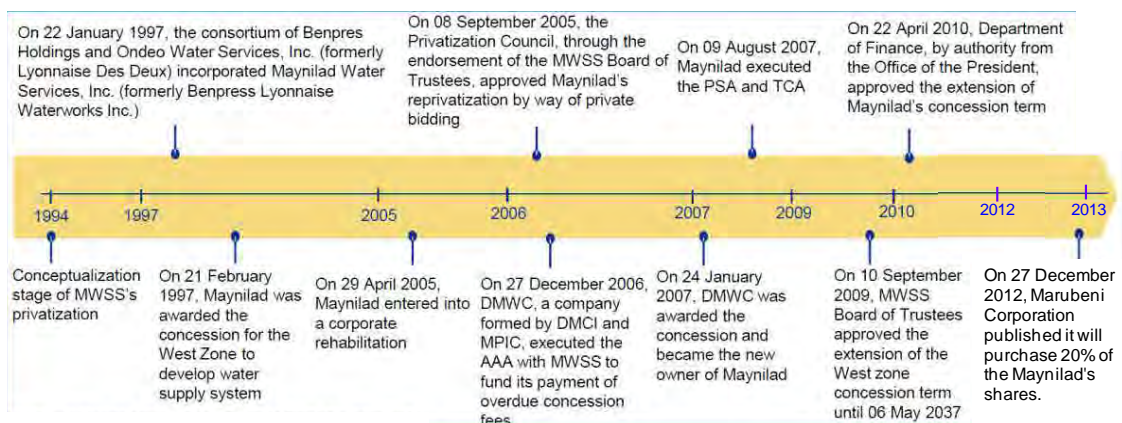
2007年8月、マニラッド社と債権者団との間にて、ローンの期前返済に関する契約（Prepayment and Settlement Agreement：PSA）が締結された。PSAによれば、マニラッド社は会社更生計画を脱却するにあたり、205.1百万米ドルと12億フィリピンペソに上る負債を返済する必要がある、又、175.4百万フィリピンペソに上るその他費用を工事請負業者等と精算する必要があった。

ちょうど一年後、マニラッド社は全ての負債の返済と精算を終え、2013年まで予定されていた会社更生計画から早期に脱却した。

(8) 丸紅のマニラッド社への出資（2012年）

2012年12月、日本の商社・丸紅株はマニラッド社の株式20%を取得すると発表した。報道によると、その取引額は約400億円（200億ペソ）とのことである。

図2.1.2にマニラッド社に関わるこれまでの主な出来事を整理する。また、図2.13にマニラッド社の会社形態を示す。



出典：JICA 調査団

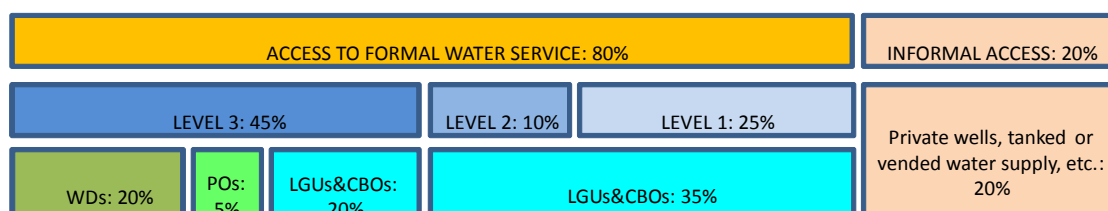
図 2.1.2 マニラッド社に関わる主な出来事

2.1.4 フィリピン国における水セクターの概況

本章第2.1.2節で述べたように、フィリピン国には多くの上水道事業者がおり、その数は5,000または6,000にも及ぶが、セクター全体を総括する仕組みや体制が整っていないため、上下水道の整備状況について信頼できる統計や情報はない。これまでLWUA、内務自治省（DILG）、統計局（NSO）が個別に統計資料を公表しているが、資料のあいだで齟齬がある。図2.1.3は、そのような状況でありながら既存の資料をもとに世銀がまとめた比国内の水道整備状況である。図中で使用されている整備レベルの指標は表2.1.4に示す。

図2.1.3によると、フィリピン国では2005年の時点で約80%の人々が公式な水道サービスを利用している状況にあるが、個別接続の水道ネットワークを使用しているのは45%で

ある。2008年にDILGが発表した小規模水道の事業評価報告書”Benchmarking Performance of Small Town Water Supply”によると、ほとんどのWSPはではその管内の接続率が60%程度ということであり、実際に水道を利用している人は50%程度の可能性がある。また、同報告書によると、WSPの多くは24時間給水を達成しておらず漏水も多いことから、フィリピン国の水道事情は未だ発展途上の状況にある。



出典：フィリピン国上水道セクター・ロードマップ（NEDA, Philippine Water Supply Sector Roadmap 2nd Edition）及び”Meeting Infrastructure Challenges”（世銀、2005年）

“Service Level”の定義：表 2.1.3 参照

図 2.1.3 フィリピン国における上水道サービスの普及状況

表 2.1.4 フィリピン国における上水道サービスレベルの定義

| Level | Definition | Description |
|---------|--------------------------------------|---|
| Level 1 | Point source | A protected well or a developed spring with an outlet but without a distribution system as it is generally adaptable for rural areas where the houses are thinly scattered serving an average of 15 households with people having to fetch water from up to 250 m distance. |
| Level 2 | Communal faucet system or stand post | A piped system with communal or public faucets usually serving 4–6 households within 25 m distance |
| Level 3 | Waterworks system | A fully reticulated system with individual house connections based on a daily water demand of more than 100 L/person |

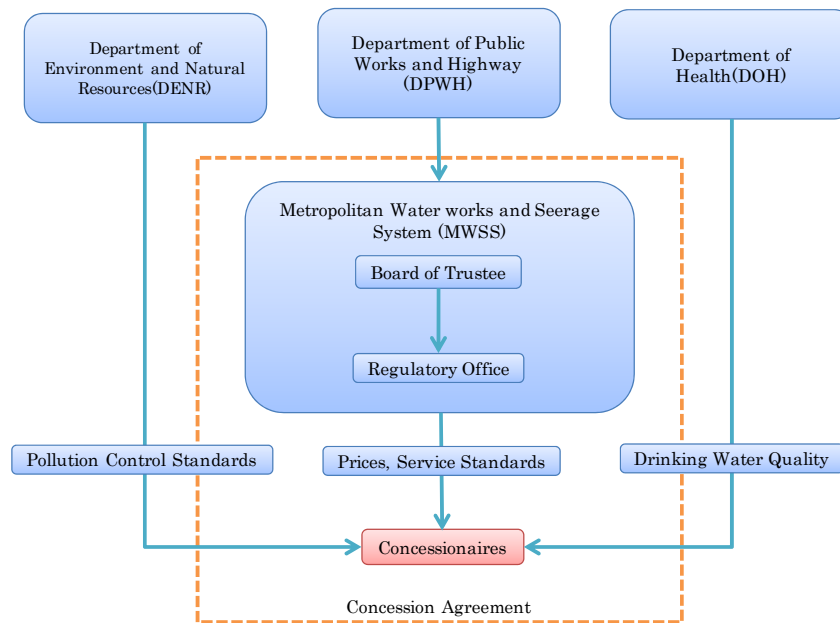
出典：“NEDA Board Resolution No. 12, Series of 1995”

2.2 マニラ首都圏における上下水道セクターの枠組み

2.2.1 官民の役割分担

MWSS とのコンセッション契約 (Concession Agreement : CA) によると、コンセッションネアは、MWSS 内に設置された上下水道事業管理機構 (Regulatory Office : RO) の監督下であり、RO の運営費はコンセッションネアが支払うコンセッションフィーで賄われる。RO には技術監査部、法務監査部、財務監査部、品質監査部の4つの部門からなり、その業務内容は、1) コンセッション契約に基づく両コンセッションネアのモニタリング、2) 料金設定、3) コンセッションネアに対する技術・財務に係る監査、4) サービス水準に係る基準の設定、5) 料金設定や各種監査を支援する外部コンサルタント等の選定・契約、などである。ただし、上下水道に係る基準・法令等については RO ではなく、DENR や DOH など政府機関が管轄している。

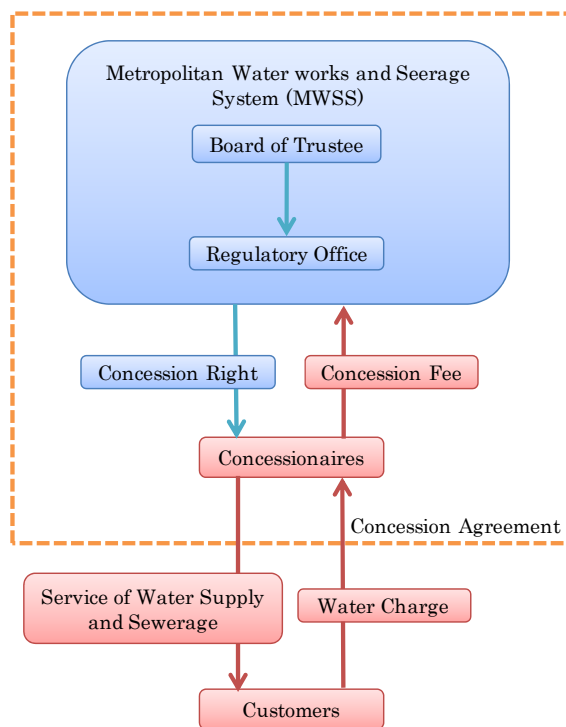
図 2.2.1 にマニラ首都圏における制度的枠組みを示す。



出典：JICA 調査団

図 2.2.1 マニラ首都圏における上下水道事業の制度的枠組み

次に、CA に基づくマニラ首都圏受下水道事業の実施体制を図 2.2.2 に示す。マニララッド社は、コンセッションネアとしてマニラ首都圏西地区における上下水道サービスの提供と料金の請求・回収を行う権利を持ち、その一方で MWSS へのコンセッションフィーの支払い義務を課せられている。



出典：JICA 調査団

図 2.2.2 マニラ首都圏上下水道の実施体制

第3章 提案事業の概要

3.1 優先下水道事業

3.1.1 下水道事業の概要

優先下水道として、2つの流域の事業を提案した。1つは、マリキナ川流域、もう1つは、マリラオ川流域である。図3.1.1に本調査及び優先下水道事業の対象地域を示す。

マリキナ川流域は、ケソン市の北東部に位置している。マリキナ川流域の概要は5.2節で述べる。一方、マリラオ川流域はマニラ首都圏の最北部であるカロオカン市（北部）に位置している。マリラオ川流域の概要は、5.3節で述べる。優先下水道事業の概要を表3.1.1に示す。



出典： JICA 調査団（Google Earth Pro を基に作成）

図 3.1.1 本調査及び優先下水道事業の対象地域

表 3.1.1 優先下水道事業の概要

| 施設 | 設計諸元 | 計画値(2037年) | |
|-------|------------------------------|-------------|---------|
| | | マリキナ川流域 | マリラオ川流域 |
| 下水処理場 | 下水処理場の位置 | 候補地 3 | 候補地 1 |
| | 用地面積 (ha) | 3.3 | 5.5 |
| | 計画日最大汚水量 (m ³ /日) | 56,000 | 151,000 |
| | 下水処理方法 | 標準活性汚泥法 | |
| | 汚泥処理方法 | 重力濃縮 - 機械脱水 | |
| | 計画放流基準 | クラス SB | |
| | 計画対象地域 (ha) | 831 | 2,619 |
| | 計画人口 | 294,000 | 846,000 |

| 流域 | 管径 (mm) | マリキナ川(オプション3) | | マリラオ川(オプション1) | |
|---------------|------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | | 開削工法 (m) | 非開削工法 (m) | 開削工法 (m) | 非開削工法 (m) |
| 管渠 (自然流下式) | 200 | 930 | 775 | 1,450 | 3,590 |
| | 250 | 312 | 45 | 1,615 | 3,080 |
| | 300 | 1,363 | 350 | 2,350 | 3,095 |
| | 350 | 884 | 240 | 170 | 1,490 |
| | 400 | 2,437 | 650 | 2,165 | 3,705 |
| | 450 | 830 | 40 | - | 70 |
| | 500 | 195 | 95 | 1,745 | 4,460 |
| | 600 | 216 | 130 | 645 | 1,540 |
| | 700 | 331 | - | 675 | 2,455 |
| | 800 | - | 816 | 530 | 2,015 |
| | 900 | 1,513 | 1,138 | - | 1,380 |
| | 1000 | - | 552 | 365 | 1,190 |
| | 1100 | - | 2,605 | 650 | 2,990 |
| | 1200 | - | 656 | 630 | 3,105 |
| | 1350 | - | - | - | 1,335 |
| | 1500 | - | - | - | - |
| | 1650 | - | - | - | - |
| 1800 | - | - | - | 550 | |
| 1900 | - | - | - | - | |
| 2000 | - | - | - | - | |
| 2100 | - | - | - | 60 | |
| 小計 | | 9,011 | 8,092 | 12,990 | 36,110 |
| 合計 | | | 17,103 | | 49,100 |

| 施設 | | マリキナ川流域 (オプション3) | マリラオ川流域 (オプション1) |
|-------|-------|---------------------|---------------------|
| ポンプ施設 | マンホール | - | 1 |
| | 中規模 | - | 6 |
| | 大規模 | - | 6 |
| | 合計 | - | 13 |

| 施設 | マリキナ川流域 (オプション3) | マリラオ川流域 (オプション1) |
|-------|---------------------|---------------------|
| マンホール | 216 | 612 |
| 遮集施設 | 60 | 128 |

出典：JICA 調査団

3.1.2 事業実施計画

2つの事業のうち、MWSSの指導により、マリキナ川の水質改善が早急の課題とされているため、マリキナ川流域の事業を優先とした。同じく、マリキナ川流域を有するマニラウォーター社では、既に下水道整備を行っている。よって、マニラッド社においても、マリキナ川流域における下水道事業に早急に着手する必要があると、2017年から2021年までの期間に下水道事業を行うこととした。

一方、マリラオ川流域の対象地域は、約2,620 ha、管路延長は約49 kmに及ぶ。マリラオ川流域の下水道事業は、規模が比較的大きいため、2期に事業を分けて実施することとした。第1期事業は、2019年から2024年、第2期事業は、2024年から2028年とした。

3.1.3 事業費の算出

下水道施設の建設は、下水処理場の建設と管路施設の建設とに区分した。表3.1.2に、各流域の概算事業を示す。下水処理場の建設は、用地造成、土木工事、機械・電気工事、場内設備工事、及び流入管渠の建設を計上した。一方、管路施設の建設は、開削工法による管渠敷設、非開削工法による管渠敷設、ポンプ施設、マンホール及び遮集施設の建設を計上した。マリキナ川流域の事業費は、約162億円（約72億ペソ）、マリラオ川流域の事業費は、約503億円（約223億ペソ）である。事業費には、物価上昇、物理的予備費、コンサルティングサービス、用地取得、事業管理、金利、及びコミットメントチャージ、その他税金を含んでいる。

表 3.1.2 優先下水道事業の概算事業費

| 流域 | マリキナ川 | | マリラオ川 | | 費目 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | (百万円) | (百万ペソ) | (百万円) | (百万ペソ) | |
| 下水処理場 | 3,957 | 1,751 | 9,459 | 4,185 | - 用地造成 - 土木工事 - 機械・電気工事 - 場内設備工事 - 流入管渠の建設 |
| 管路施設 | 4,778 | 2,114 | 17,356 | 7,657 | - 管渠敷設（開削工法） - 管渠敷設（非開削工法） - マンホールの建設 - 遮集施設の建設 - ポンプ施設の建設 |
| その他事業費 | 7,453 | 3,298 | 23,515 | 10,428 | - 物価上昇 - 物理的予備費 - コンサルティングサービス - 用地取得 - 事業管理 - 付加価値税（VAT） - 輸入税 - 金利 - コミットメントチャージ |
| 合計 | 16,188 | 7,163 | 50,330 | 22,270 | |

出典：JICA 調査団

3.2 他の可能な日本側の協力

3.2.1 PPP に対する JICA の方針

PPP の基本的な位置づけとしては、開発途上国における持続的な発展と経済成長にとって民間企業の参加が重要かつ必要である、ということであるそれは、ODA だけで達成できるものではなく、民間企業の参加によってより良く達成されるものである。また、ODA と民間企業との連携が、途上国の発展にとって不可欠なものである。

それゆえ、JICA の PPP に対する基本方針では、途上国、民間企業及び JICA が win-win-win の関係になることを目指しており、そのために民間企業、民間ビジネスとの連携を強化し、途上国における民間企業の効果的・効率的な活動環境を整備・支援することをスピード感を持って行おうとするものである。

3.2.2 JICA からの可能な資金

マニラッド社にとって有用と考えられる JICA からの可能な資金調達方法は2種類ある。一つは、途上国の政府に貸し付けられる「円借款」、もう一つは、途上国での開発プロジェクトを実施しようとする民間セクターに貸付けられる「PSIF」である。JICA は、マニラッド社が必要条件を満足することを前提として、無収水削減事業に PSIF、優先下水道事業に円借款を、それぞれ検討している。

プロジェクトの収益性に関連して、提案事業が 1) 財務的に実行可能であり、2) 商業銀行に対し補助的かつ触媒的な効果をもつものとして JICA からの資金を必要とし、3) 更に当該国の経済・社会開発に貢献することが期待される場合に、JICA の PSIF が適用可能と考えられる。

JICA が円借款を行う対象となる事業の基本要件は、以下である。

- 1) 途上国の貧困削減、福祉の向上、経済発展等に寄与することを目指すもの。
- 2) 途上国の政府あるいは政府関係機関に対し、あるいはそれらを通して貸与されるもの。
- 3) JICA のカテゴリ分類基準に従い、対象国への貸与が妥当とされるもの。

優先下水道事業は、上記要件を満足すると考えられる。よって、マニラッド社は JICA へ円借款の供与を要請することが可能と考えられる。その場合、MWSS を通して貸付を受ける、あるいは、LBP などの政府金融機関を通して貸付を受ける必要がある。マニラッド社が円借款を受けることができれば、下水道事業は収益性に劣るため、マニラッド社の財務体質を改善する好機となると考えられるとともに、下水道整備の促進が可能となる。

3.2.3 PSIF の必要性

調査団は、提案する無収水削減事業において、PSIF の供与を JICA へ要請することが以下の理由から必要と考える。

- 無収水削減事業の資本 IRR は、民間金融機関からの融資（12.3%）の場合、自己資本コスト（14.3%）を下回る。更に、その IRR は将来のフィジカル・ロス（PL）とコマーシャル・ロス（CL）の割合に敏感であり、その割合は現時点での予測から乖離する傾向がある。PL および CL 率が 1% 変化すると、IRR は 9.7% に低下する。
- 低い資本 IRR は、限られた水源を活用するために PL 削減が必要であり、PL 削減のために大きな資本投下が必要となるためである。PL 削減がマニラド社にもたらす便益は小さい。
- 無収水削減目標は、この 10 年間で増加する水需要を満足するために加速されてきた。しかし、水源開発に責任を持つ MWSS が計画された水源開発を実施してきたとすれば、無収水削減目標を加速させることは必ずしも必要ではなかったと考えられるが、実態は異なっている。
- 無収水削減事業は、十分な給水を行うことが社会的に求められているひとつの結果である。しかし、実際には商業金融機関のローンを用いた場合に財務的妥当性のギャップがあり、そのギャップは拡大していくリスクが大きい。
- 更に、無収水削減事業が予定通り実施されない可能性は依然としてあり、事業の実施が遅延した場合、資金調達が間に合わず資金不足を生ずるケースが考えられる。
- PSIF は、そのギャップを埋めるものとして、またリスクを軽減するものとして期待される。PSIF は Base Case の場合、資本 IRR は 21.7% に改善される。
- JICA の技術協力プロジェクトは、プロジェクトの健全な実施のために、資金供与と合わせ、協調して供与されることが望ましい。

3.2.4 JICA の技術協力プロジェクト

(1) 考えられる支援分野

無収水削減事業、及び優先下水道事業を効率的・効果的に実施するために、JICA の技術協力プロジェクトを出融資と併せて要請することが考えられる。同技術協力は、各種の技術スキームを供与することが可能である。例えば、各種専門家の派遣、各種分野の研修生の受け入れ、技術機器・材料の供与などがあり、これらは民間企業・ビジネスにとって必須の経営方針策定、組織・制度の改善、要員の能力向上等に資するものである。これらにより、無収水削減事業、下水道事業、更にはマニラド社全体の経営改善に役立つと考えられる。上記した円借款や PSIF の貸付の基本要件を満足する場合、技術協力プロジェクトについても、JICA から供与が可能と考えられる。

JICA の支援が可能な分野としては以下が考えられる。

- 配水網の改善、特に費用対効果のある、また容易な操作による水圧管理（これは

効果的な無収水削減に貢献すると考えられる。)

- 下水処理方法（下水処理場はマニラ首都圏西地区で今後増加し続け、その処理方法、運転方法の改善が求められる。）
- 合流式下水道の水質管理（例：合流汚水の流出抑制（CSO）。日本はこの分野で優秀な経験と技術を保持している。）

(2) 無収水削減・配水網改善に係る支援プログラムの提案

上で挙げた支援分野のうち、特に、マニラッド社が最も積極的に取り組んでいる無収水削減（及び配水網の改善）事業について、我が国の技術を活用して PSIF の効果をより高めるために考えられる支援プログラムを、以下のように提案する。

1) 名称：マニラ首都圏西地区 無収水削減・配水網改善支援事業

2) 期間：12ヶ月

3) 目的：

マニラ首都圏西地区の市民生活改善と同地域の持続的発展に貢献するため、同地域で水道事業を運営しているマニラッド社に対し、無収水削減と配水網改善に係る我が国が得意とする技術・ノウハウを移転する。

4) 内容：

a. 漏水調査、漏水補修に係る支援

我が国の経験と対象地域の現状を踏まえ、漏水調査の実施体制、実施頻度、使用する機材、機材の適正な使用方法等について、より効率的な手法をマニラッドに提案し、必要な技術・ノウハウを移転する。また、漏水補修の実施体制と補修工法や方法についても、現状の問題点を把握したうえでより良い手法の提案と技術・ノウハウの移転を行う。技術・ノウハウの移転にあたっては、特定の配水ブロックを対象としたパイロット事業を行う。

b. メーター管理及び料金徴収に係る支援

上記 a.と同様に、現地の問題点を把握したうえで、メーターの機材選定、管理手法、メーターの読み取りから料金回収までの料金徴収手続きについて、我が国の技術・ノウハウを紹介する。

c. 配水網モニタリングシステムの高度化に係る支援

配水網の水圧管理や異常の早期発見が無収水削減に効果的であることを踏まえ、自動監視制御システム（Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA）の計画と導入に係るノウハウの移転を行う。マニラッド社は SCADA のパイロット事業を実施しているものの本格的導入に至っていないことから、導入にあたって同社が認識している課題を把握したうえで、システムの計画に必要な検討を支援する。

d. 災害に強い配水網構築に向けた支援

マニラ首都圏は地震や洪水など自然災害が発生しやすい地域であることから、我が国の経験と技術を活用し、管路の耐震化・液状化対策、主要施設の浸水対策など災害に強い配水網構築に向けた技術・ノウハウの移転を行う。技術・ノウハウの移転の結果として、マニラッド社が災害に強い配水網構築に向けた設計ガイドラインを策定することを想定する。

e. 上記 a から d に係る本邦研修

上記の技術支援項目について、マニラッド社の技術者が我が国の技術・ノウハウを体験し導入することを目的とし、我が国自治体(1か所)を受け入れ先として本邦研修を行う。マニラッド社の無収水削減部門及び施設設計部門の中からそれぞれ10人(幹部一人、中堅技術者五人、若手技術者四人)を目途に2週間程度を想定する。

以下の要員配置及びスケジュールを想定する。本邦研修は無収水削減と配水網改善の二つのプログラムに分けて実施する。一連の現地活動が終了した後はその成果をとりまとめた活動報告書を作成する。

| 要員 | 月 | | | | | | | | | | | | MM | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 総括/上水道運営 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 7.0 |
| 無収水管理 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 5.5 |
| 漏水調査・補修 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 4.5 |
| 配水網計画 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 5.0 |
| 配水網管理(運転制御) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 5.0 |
| 配水網管理(SCADA) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 3.5 |
| コーディネーター | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 7.0 |
| 合計 | | | | | | | | | | | | | | 37.5 |
| (本邦研修) | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | - |

■ : 国内作業
■ : 現地作業

出典: JICA 調査団

図 3.2.1 無収水削減・配水網改善支援事業の要員計画・スケジュール (案)

第4章 無収水削減事業のフィージビリティ調査

4.1 無収水削減事業に係る環境社会配慮

4.1.1 事業の概要

本事業では以下の現地作業が含まれる。

- DAMs をセットアップするため新しいパイプ、バルブ及びメーターの設置を含む既存排水管ネットワークの再確認
- 漏水箇所の確定及び修理作業
- 既存配管、サービス連結部、水量メーターの付け替え

一般的には、配水管が付け替えられる際には既存の配管は取り除かれることなく、取り替え区間の両端のバルブのみ閉める。既存の連結部も新たな配水管に取り付けられ、既存の連結部は閉められる。無収水削減管理における現在の基本方針としては、住民移転及び用地取得を生じさせない。

4.1.2 代替案の検討

(1) 無対策

準備調査における代替案検討としては、“(水供給システムへの) 対策あり”と”対策なし”に分けられる。今回の調査において、“対策なし”の場合は、配水条件、システム及び設備は現状維持とし、水供給対策を実施しない場合を想定する。以下に示すとおり、“対策なし”の案においては負の影響が生じるのは明らかである。

- 間もなく水の需要量が供給量を上回ることが想定されるため、多くの消費者にとって、飲料水の確保が困難になる。
- 安全で衛生的な水の確保が困難になると、公衆衛生レベルが低下し、不衛生な水への接触により、病人が発生する。

(2) 代替案比較

将来の水供給に対応可能な対策は“新たな水資源開発”と”既存の給水システムの改善”である。“新たな水資源開発”の比較案においては、ダム事業と海水または汽水の淡水化事業の2つのオプションがある。表 4.1.1 に水供給対策に係る代替案検討を示す。

新たな水資源開発は将来の大きな需要に対しては適切な対応であるが、事業実施には長時間を費やし、高額な工事費用が必要となる。その上、大規模土地取得と住民移転の可能性があるため、プロジェクトの完成を延ばす可能性、または、時として実行不可能にすることもありうる。「新しい水資源の開発」(海水または汽水の淡水化) のオプションは大規模移住を必要としないかもしれないが、建設コスト及び O&M コストは非常に大きくなる。

さらに、淡水化プラントの高いエネルギー消費は、このオプションの重要な環境問題となる。

一方、無収水削減プログラムとして計画している既存の施設の改善は、早急に実施でき、ダム事業オプションほど多くの投資と住民移転を必要としない。さらに、新しい水資源の開発は、大量の生産された水が流通ネットワークで失われているという状況下では効果的または理にかなったプロジェクトにはならない。

上記代替案検討の結果、無収水削減プログラムは十分な水を確保するために優先する計画として評価される。

表 4.1.1 水供給対策に係る事業の比較検討

| 比較事業 | 新たな水資源開発 | 既存給水システムの改善 |
|------------------|--|------------------|
| | -ダム事業 -海水及び汽水の淡水化事業 | -無収水率削減管理 |
| 自然環境 | -大規模な森林伐採の可能性 (ダム事業) -淡水プラント稼働による燃料消費 (淡水化事業) | -大規模な樹林伐採はない |
| 社会環境 | -大規模な住民移転及び用地取得の可能性 | -住民移転及び用地取得は生じない |
| 事業費用 | 高額 | 低額 |
| 第一段階の水供給対策としての評価 | ○ | ◎ |

出典：JICA 調査団

4.1.3 地域の概要

現在の調査地域の環境条件に関しては 1.5 節及び 1.6 節で詳述している。無収水削減事業の調査地域は、マニラ首都圏西地区のほぼ大部分であり、配水ネットワークは設置済みである。既存の配水管は住宅地、工業地、商業地域に配管されているため、掘削する範囲内に、先住民及びコミュニティ並びに生物学的に貴重な地域や保護区は存在しない。大部分の配水管は市街道路の下に埋設されている。

4.1.4 過去の水供給改善事業に係る環境影響評価

(1) 水供給改善事業 (WSSRP)

マニラッド社は 2006 年にそのサービスを改善し責務を遂行するために 10 年開発計画 (2006 年~2015 年) を提案した。水供給サービス改善事業 (Water Supply Services Recovery Project : WSSRP) と名付けられたその事業は首都圏の 9 市 2 町及び Cavite 県の 1 市 5 町を含む合計 540 km² を対象とした。WSSRP は以下の 3 つの事業からなる。

1) ラ・メサ浄水上施設の改善

- 処理施設能力の改善及び最大化
- 処理水質の改善

- 操作の効率と確実性の改善
 - 許容可能な汚泥処理
- 2) 主要配管の改善と再構成
- 既存主要配管に隣接して新しい主要配管の設置
 - 無収水削減区域の第二・第三配管の改善
 - 水圧ゾーンまたは地区メーターゾーン (District Metered Zone : DMZ)の測定
 - ポンプ室の改善
 - 道具・機材の調達及びレーニンの実施
- 3) ムンティンルパ市 New Bilibid の貯水池の新設
- (2) WSSRP に係る EIA
- WSSRP は環境天然資源省 (DENR) から環境適合証明書 (ECC) を取得するために、環境影響評価 (EIA)、環境行動報告及び管理計画 (EPRMP) が必要とされた。2006年9月6日~7日に現地視察が行われ、ムンティンルパ市貯水池予定地の一次データ取得が2006年9月11日に実施された。ステークホルダー会議は2回開催され、9月20日に事業計画について、10月27日にEIAの内容について説明された。二次データの取得は2006年9月から10月に実施され、事業のすべての側面に対して環境影響評価が実施された。影響に対する緩和措置と拡張戦略が提案された。WSSRPに係るEPRMPは2006年9月にDENRに提出され、2007年6月にECCがDENRから発行された。
- (3) WSSRP と無収水対策事業
- WSSRP の3つの事業内容のうち、「2) 主要配管の改善と再構成」が本調査の無収水対策事業に適用される。ビジネスプラン2013における無収水削減事業の計画内容は当初のWSSRPから見直されていることもあり、マニラッド社は、WSSRPの補足ECCに係る文章をDENRに提出した。DENRはこれを認め、マニラッド社に補足ECCのためには、提案する修正/拡張計画の内容及び詳細を提出することを求めている。

4.1.5 環境社会影響に係る初期スコーピング

施工前、施工中及び供用後における自然及び社会環境への潜在的影響に関し、スコーピングリストを使用して初期段階調査を行った。結果を表4.1.2に示す。

表 4.1.2 無収水削減プログラムにおける環境社会配慮のスコージピング

| 項目 | 施工前 / 施工中 | 供用後 | 概要 |
|--------------------|-----------|-----|---|
| 汚染管理 | | | |
| 1. 大気汚染 | B- | D | 工事の実施による建設機械の稼働及び工事周辺の二次的な交通渋滞に伴う大気質への影響が考えられる。 |
| 2. 水質汚濁 | B- | D | 掘削工事による工事ヤードからの濁水の発生による影響が考えられる。 |
| 3. 土壌汚染 | D | D | 土壌汚染を発生させる事業内容・活動はない。 |
| 4. 廃棄物 | B- | D | 工事中の建設廃棄物の発生が考えられる。 |
| 5. 騒音及び振動 | B- | D | 工事の実施による建設機械の稼働に伴う騒音及び振動の影響が考えられる。 |
| 6. 地盤沈下 | D | D | 既存の配管を付け替える掘削工事のみであり、地盤沈下を発生させる事業内容・活動はない。 |
| 7. 悪臭 | D | D | 悪臭を発生させる事業内容・活動はない。 |
| 8. 底質 | D | D | 底質への負の影響を生じる事業内容・活動はない。 |
| 自然環境 | | | |
| 9. 地形・地質 | D | D | 市街道路に埋設される既存配水管にそって配水管を付け替える作業であるため、地形・地質に著しい影響を与えるような事業ではない。 |
| 10. 土壌浸食 | D | D | 市街道路に埋設される既存配水管にそって配水管を付け替える作業であるため、土壌浸食を発生させる事業ではない。 |
| 11. 植物 | D | D | 大部分の既設配管は都市部地域の道路に埋設されており、保護すべき植物相への負の影響は生じない。 |
| 12. 動物 | D | D | 大部分の工事区域は都心部地域の道路に埋設されており、保護すべき植物相への負の影響は生じない。 |
| 13. 地下水 | D | D | 事業範囲内及びその周辺の地下水に影響を与える事業計画・活動はない。 |
| 14. 水文環境(河川・湖など) | D | D | 事業範囲内及びその周辺の水文環境に影響を与える事業計画・活動はない。 |
| 15. 沿岸域 | D | D | 事業範囲内及びその周辺の沿岸域の環境に影響を与えることはない。 |
| 16. 海洋 | D | D | 事業範囲内及びその周辺の海洋条件に影響を与えることはない。 |
| 17. 自然・生態学的保護区 | D | D | 事業は既に改変された都市部地域であり、改変区域に生態学的保護区は存在しないため、負の影響は想定されない。 |
| 社会環境 | | | |
| 18. 非自発的住民移転 | D | D | 既に改変された市街道路に埋設される既存配水管にそって配水管を付け替える作業であるため、非自発的住民に点は生じない。 |
| 19. 地域経済(雇用、生活など) | D | B+ | 配水管の漏水箇所を改修するため、継続的に安全な水を提供できるため、地域経済に有効な影響を与えると考えられる。 |
| 20. 水利権 | D | D | 事業の実施により、水利用または水利権に影響を与えるものではない。 |
| 21. 土地利用及び地元資源の活用 | D | D | 配水管の付け替えは、既存の道路下に埋設されている配水管に沿って行われるため、土地利用に影響を与えるものではない。 |
| 22. 社会的慣行及びコミュニティ | D | D | 配水管の付け替えは、既存の道路下に埋設されている配水管に沿って行われるため、事業により地域コミュニティを分断するようなことはない。 |
| 23. 既存社会インフラ及びサービス | B- | A+ | 工事期間中の一時的なものではあるが、工事の実施に伴い工事区域周辺の既存道路の渋滞が考えられる。既存の配水管を改修するため、供用時には水供給サービスの改善が見込まれる。 |
| 24. 貧困層、先住民族、少数民族 | D | D | 配水管の付け替えは、既存の道路下に埋設されている配水管に沿って行われるため、貧困層、先住民族、少数民族に影響を与えるような事業内容・活動はない。 |

| 項目 | 施工前 / 施工中 | 供用後 | 概要 |
|--------------------------|-----------|-----|---|
| 25. 被害と便益の偏在 | D | D | 事業の目的は水供給サービスの改善にあるため、被害と便益の偏在を与える事業内容・活動はない。 |
| 26. 地域の利害紛争 | D | D | 事業の目的は水供給サービスの改善にあるため、地域の利害紛争を生じさせる事業内容・活動はない。 |
| 27. ジェンダー・子供の権利 | D | D | 事業の目的は水供給サービスの改善にあるため、負の影響を与える事業内容・活動はない。 |
| 28. 文化的遺産 | D | D | 配水管の付け替えは、既存の道路下に埋設されている配水管に沿って行われるため、文化的遺産に影響を与えるような事業内容・活動はない。 |
| 29. 景観 | D | D | 配水管の付け替えは、既存の道路下に埋設されている配水管に沿って行われるため、景観に影響を与えることはない。 |
| 30. 有害な感染症 (HIV/AIDS など) | D | D | 漏水箇所の配管付け替え工事は、都市地域での通常の維持管理工事の一つである。労働者のキャンプを準備するような大規模工事ではないため、HIV・AIDSなどの感染症が発生する可能性はない。 |
| 31. 公衆衛生 | B- | D | 工事中は工事区域からの、排水、廃棄物、粉塵により公衆衛生は悪化する。 |
| 32. 労働環境(労働安全含む) | B- | D | 工事中の建設機械の稼働により労働時の危険性が高くなる。 |
| その他 | | | |
| 33. 事故・災害 | D | D | 漏水箇所の配管付け替え工事は通常の維持管理工事の一つであるため、事業の実施により特に異例な事故や災害が生じることはない。 |
| 34. 気象 | D | D | 事業の実施により局地的な気象に著しい影響を与えることはない。 |
| 35. 地球温暖化 | B- | B+ | 工事期間中の一時的なものではあるが、建設機械の稼働及び工事区域周辺の二次的な工事渋滞により温室効果ガスの増加が考えられる。供用時においては、無駄なポンプアップが不要となり、水供給ができることから温室効果ガスの低減効果が考えられる。 |

備考: * 「ジェンダー」及び「子供の権利」に関しては社会環境の全ての側面に関連する。

A+/-: 著しく効果的な/否定的な影響が想定される

B+/-: 効果的な/否定的な影響が想定される

C+/-: 効果的な/否定的な影響かは不明である (追加的な検討が必要であり、検討を踏まえて影響を確定する必要がある)

D: 影響は想定されない。

出典: JICA 調査団

4.1.6 影響予測及び緩和措置の提案

(1) 環境社会配慮の検討内容

環境社会配慮の検討内容は、1) 表 4.1.3 に示すスコーピング項目の事業実施による影響を予測、2) 緩和措置の検討、3) 環境管理計画及びモニタリング計画の提案、4) 情報公開の提案 とする。

表 4.1.3 無収水削減計画に係る環境影響評価項目

| 区分 | 検討項目 | 施工前/施工中 | 供用時 |
|------|----------------|---------|-----|
| 汚染管理 | 大気汚染 | ✓ | |
| | 水質汚濁 | ✓ | |
| | 廃棄物 | ✓ | |
| | 騒音・振動 | ✓ | |
| 社会環境 | 既存社会インフラ及びサービス | ✓ | |
| | 公衆衛生 | ✓ | |
| | 労働環境(労働安全含む) | ✓ | |
| その他 | 地球温暖化 | ✓ | |

出典：JICA 調査団

(2) 影響予測及び緩和措置の提案

事業計画、工事手法、公表されている土地利用、自然環境、社会経済、統計資料をもとに収集された二次データに基づき定性的に予測を行った。

影響予測及び緩和措置の提案を表4.1.4に示す。環境社会配慮に対する主な負の影響は施工中に限られると予測された。工事活動に伴う大気汚染、騒音・振動、水質汚濁、廃棄物の発生、水道管付け替え工事中の工事箇所周辺の交通渋滞が考えられる。これらの負の影響に対して適切かつ効果的な緩和措置を提案する。

表 4.1.4 影響予測及び緩和措置

| S. No | 影響項目 | 影響要因 | 想定される潜在的影響 | 提案する緩和措置 |
|-------|------|---------------------------------------|--|--|
| 施工中 | | | | |
| 1. | 大気汚染 | - 工事の実施による建設機械の稼働及び掘削作業による粉塵の発生 | - 工事区域内に限られた範囲での短期間の負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 粉塵飛散防止のため地表への定期的な散水を行う。 - 定期的な建設機械・設備のメンテナンスを行う。 |
| 2. | 水質汚濁 | - 掘削作業 - 工事現場でのメンテナンスや修理に伴う油や燃料の漏れ | - 掘削作業は浸食/シルトの沈積を誘発して、水路を妨げるかもしれない。 - 水路の詰まりは、雨季の氾濫を招く。 - 掘削場所は泥池を形成する。 - 工事区域近傍に限られた範囲での短期間の負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 工事現場の整理整頓及び清掃を徹底する。 - 掘削箇所からの水を最寄りの水路に排出する際には制御トラップを設ける(例：シルトトラップやキャッチピット等)。 - 油を使用する際には十分な注意を払う。 - 豪雨時季の掘削工事は回避する。 |
| 3. | 廃棄物 | - 配管交換工事のための掘削作業 | - 掘削による掘削土及び建設廃棄物の発生 - 負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 工事現場の整理整頓・清掃を徹底する。 - 廃棄物の量を最小限にするために、付け替えする既存の排水管は埋設したままとする。 - 実用可能であれば、掘削土壌は埋め戻し土として再利用する。 - 事前に廃棄物処理計画を作成し、これに従って工事を行う。掘削土及び建設廃棄物の処理場を特定する。 |

| S. No | 影響項目 | 影響要因 | 想定される潜在的影響 | 提案する緩和措置 |
|-------|----------------|------------------------------------|--|--|
| 4 | 騒音・振動 | - 工事の実施による建設作業、建設機械の稼働に伴う騒音及び振動の発生 | - 音源近くで騒音・振動の影響が考えられる。 - 工事区域近傍に限られた範囲での短期間の負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 定期的な建設機械・車両のメンテナンスの実施、特に騒音レベルを低減するための消音器やマフラーの設置状況を確認する。 - 騒音・振動を発生させる建設機械の集中稼働が想定される際には地域住民へ周知する。 - 夜間工事が発生する際には地域の関係機関から許認可を得る。 - 夜間工事が発生する際には騒音・振動の大きな作業を控える。 |
| 5. | 既存社会インフラ及びサービス | - 掘削工事及び他の工事活動 | - 建設作業時には道路用地を占有するため、通行可能道路幅を狭くし、交通渋滞を発生させる。 - 工事区域周辺での短期間の負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 掘削工事前に交通許可や他の関係許可を得る。 - 交通管理計画を準備し地元自治体及び関連機関からの承諾を得る。 - 迂回ルート (必要な場合) は、地元の交通管理者または barangay に承認を得る。迂回路の周知は印刷や放送、可能であれば電子媒体等により十分に理解できるように市民に周知する。 - 資材搬入はオフピーク時とする。 - 交通量の多いハイウェイでは、ラッシュアワーを避けるか夜間作業とする。 |
| 6. | 公衆衛生 | - 工事現場からの粉塵、騒音、排水による公衆衛生の悪化 | - 負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 公害管理の緩和措置の徹底 - 仮設トイレを設置する。 |
| 7. | 労働環境 (労働安全含む) | - 掘削工事及び他の工事活動 | - 作業員、歩行者及び走行車両の事故の危険性がある。 - 負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 安全関連道具を設置(安全ヘルメット、耳栓、手袋、安全靴)する。 - 応急処置室、安全道具、警報機を設置する。 - 建設現場周辺のフェンス及び警告標識を設置 |
| 8. | 地球温暖化 | - 建設機械の稼働に伴い温室効果ガスが発生する。 | - 負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 定期的な建設機械・設備のメンテナンスを行う。 - 建設機械オペレータ及び運転手に対する教育を実施する。 |

出典：JICA 調査団

4.1.7 環境管理計画 (EMP) 及び環境モニタリング計画 (EMOP)

環境管理計画 (EMP) 及び環境モニタリング計画 (EMOP) は、事業実施者が DENR 要求事項及び他の環境法令を順守するために策定される。JICA ガイドラインにおいても環境管理計画及び環境モニタリング計画を策定することを要求している。

(1) 環境管理計画 (EMP)

事業実施に伴う環境への負の影響が想定される影響要因に対してその影響を緩和するた

めの活動計画（環境管理計画）を、表 4.1.5 に示す。

表 4.1.5 環境管理計画

| 活動/環境影響 | 緩和/増進 | 責任機関 | 費用 |
|---|--|---|--------|
| 施工前 | | | |
| 施工前協議 | 施工前にはマニラッド社の代表者と環境管理及びモニタリング計画を含んだ工事計画についての協議を実施 | 工事請負者 | 追加費用なし |
| 施工中 | | | |
| 粉塵の発生 | - 粉塵飛散防止のための定期的な散水 - 定期的な建設機械・設備のメンテナンス | 工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |
| 騒音・振動 | - 定期的な建設機械・車両のメンテナンスの実施、特に騒音レベルを低減するための消音器やマフラーの設置状況の確認 - 騒音・振動を発生させる建設機械の集中稼働が想定される際には地域住民への周知 - 夜間工事が発生する際には地域の関係機関から許認可を得る - 夜間工事が発生する際には騒音・振動の大きな作業を控える。 | 工事請負者 工事請負者 マニラッド社 /工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |
| 工事現場からの排水 | - 工事現場の整理整頓及び清掃の徹底 - 掘削箇所からの水を最寄りの水路に排出する際には制御トラップを設ける(例：シルトトラップやキャッチピット等) - 油を使用する際には十分な注意を払う - 豪雨時季の掘削工事は回避する | 工事請負者 工事請負者 工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |
| 廃棄物の発生 | - 工事現場の整理整頓・清掃の徹底 - 廃棄物の量を最小限にするために、付け替えする既存の排水管は埋設したままとする。 - 実用可能であれば、掘削土壌は埋め戻し土として再利用する。 - 事前に廃棄物処理計画を作成する。 | 工事請負者 工事請負者 工事請負者 マニラッド社 /工事請負者 | 追加費用なし |
| 工事用車両の走行に伴う交通渋滞 道路掘削工事による道路幅員の減少/閉鎖による交通渋滞 | - 掘削工事前に交通許可や他の関係許可を得る - 交通管理計画を準備し地元自治体及び関連機関からの承諾を得る - 迂回ルートが必要な場合は、地元の交通管理者またはbarangayに承認を得る。工事内容、作業期間、迂回期間、迂回路の周知は印刷や放送、可能であれば電子媒体等により十分に理解できるように周知する - 交通量の多いハイウェイでは夜間またはラッシュアワーを避けた作業時間とする。 | 工事請負者 マニラッド社 /工事請負者 工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |
| 掘削箇所における事故 | - 安全関連道具の設置(安全ヘルメット、耳栓、手袋、安全靴) - 応急処置室、安全道具、警報機の設置 - 建設現場周辺のフェンスの設置、危険サインを含む効果的な警告標識を設置 | 工事請負者 工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |

出典：JICA 調査団

(2) 環境モニタリング計画

環境モニタリング計画（EMOP）は、事業実施による潜在的な負の影響に対するモニタリングの基本的な事項を示すものである。環境モニタリングから得られる情報は、順応的管理を通じて、環境への影響を緩和及び軽減し、事業の便益を増大することに用いることが出来る。環境モニタリングにより、予期しなかった環境社会状況の確認と、適切な制御、管理及び緩和策のために機会を得る。

無収水削減事業における主な工事内容は、故障または古いパイプ、サービス連結部及び水量メーターの付け替え、新しいバルブとメーターを設置することである。必要掘削深さは1.0 mから2.5 m、幅が1.0 mから2.0 m程度であり、大規模で特別な工事ではない。従って、定期的な監督業務をEMOPとして提案する。定期的な査察実施期間において、工事中及び運用中に環境影響緩和策が確実に実施されているかの確認を行う。この作業は、日常の活動を含む、一般的な運用活動/維持活動として行われる。

表 4.1.6 環境モニタリング計画

| 項目 | 場所 | 方法 | 頻度 | 責任機関 | 費用 |
|-----------------------------|------|--|----------|--------|--------|
| 工事中 | | | | | |
| 建設廃棄物 | 工事箇所 | - 設計内容に応じた廃棄場所の視察 | - 廃棄物輸送時 | 工事請負者 | 工事費に含む |
| 雨水流出水の観察 | 工事箇所 | - 現地視察及び排水溝のチェック | - 降雨時 | 工事請負者 | 工事費に含む |
| 建設機械のメンテナンス状況及び工事ヤード内の状況の観察 | 工事箇所 | - 緩和措置の実施状況のチェック - 担当者への聞き取り及び現場での確認による | - 毎月 | 工事請負者 | 工事費に含む |
| 環境モニタリング実施状況の確認 | 工事箇所 | - 環境管理部門による工事請負者のモニタリング実施状況の確認 | - 毎月 | マニラッド社 | 追加費用なし |

出典：JICA 調査団

4.1.8 情報公開

WSSRPのEIAにおいて、ステークホルダー協議が2回開催された。詳細な配水管の修理作業箇所は漏水箇所確認調査及び診断によって確定されるため、事業の早い段階で事業スケジュールを知らせることは不可能である。給水事業のサービス範囲は、マニラ首都圏西地区であり、消費者は重要なステークホルダーの一つである。全ての消費者に対して同時期かつ迅速に無収水削減事業の活動内容を情報提供する点においては、詳細な事業スケジュールが確定した段階でマニラッド社のウェブサイトを通じた周知を提案する。工事の実施前には、工事期間、手法を含めた工事スケジュールについて各自治体へ連絡が必要である。

工事中は工事請負業者が工事内容に関する苦情に対処する責任を請け負う。マニラッド社には消費者対応部の公開苦情窓口があり、供用時における全ての苦情に対処する。

4.1.9 環境チェックリスト (案)

無収水削減事業準備調査の環境社会配慮調査の過程において得られた重要事項を環境チェックリスト(案)として整理した。環境チェックリストは、JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010 年 4 月) に基づく No.14 上水道事業に係るチェックリストを使用した。

第5章 優先下水道事業のフィージビリティ調査

5.1 下水道計画及び設計の基本検討

優先下水道事業のフィージビリティ調査は、1) 既往調査及びビジネスプラン 2013 のレビュー、2) 優先地区の選定、3) 概略設計の実施、4) フィージビリティの検討と提案事業の評価、の主に4項目で構成される。

5.1.1 調査対象事業の選定

(1) 処理流域の設定

マニラッド社は、各地域に下水処理場を少なくとも1つ設置する方針であり、現状でF/Sが実施されていない3地域（ケソン市北部、カロオカン市（北部）、及びバレンズエラ市東部）が、マニラッド社によって選定されている優先地域である。これらの3地域から本調査における下水道事業の対象地域を選定するため、下水の処理区域を設定した、処理流域は、マニラッド社のGISグループから入手した地形図を用いて作成した。この3地域においては、主要河川に沿って4つの処理流域（マリラオ川流域、マイカウアヤン川流域、マリキナ川流域及びトゥルヤハン川流域）に分けられる。各流域の人口、人口密度、都市化等の特徴を表5.1.1に示す。また、調査対象地域の位置を図5.1.1に示す。

表 5.1.1 各処理流域の特徴*¹

| 流域 | 人口 | 面積 (ha) | 人口 密度 (人/ha) | 水質* ¹ BOD (mg/l) | 都市化 |
|---------|-----------|------------|--------------------|-----------------------------------|--------------|
| マリラオ | 1,104,000 | 2,450 | 451 | 約130 | 中度、宅地 |
| マイカウアヤン | 682,000 | 2,700 | 253 | N/A | 低度、宅地及び商業地 |
| マリキナ | 865,000 | 870 | 994 | N/A | 高度、宅地 |
| トゥルヤハン | 731,000 | 3,370 | 217 | 約110 | 低/中度、宅地及び商業地 |

注：*¹ 水質データは2012年2月のサンプリング調査による

出典：JICA 調査団

下水収集システムは、基本的に上記処理流域に基づいて計画する。従って、隣接する行政区で発生した汚水を輸送し、下水処理場で処理する場合も考えられる。



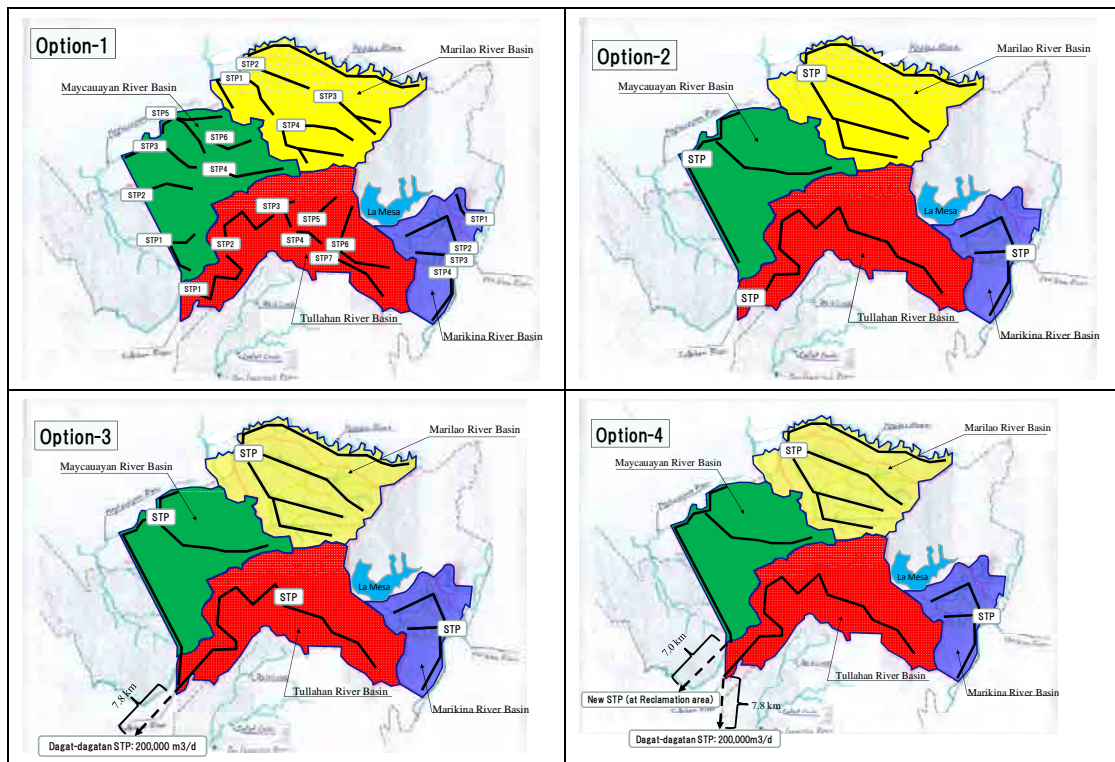
出典：JICA 調査団（Google Earth Pro を用いて作成）

図 5.1.1 対象地域位置図

(2) 下水道事業方針の比較検討

本調査における下水道事業の方針を選定するため、比較検討を行った。比較検討は、数か所の大規模処理場、多数の小規模処理場、既存のダガットダガタン下水処理場の利用を考慮し、4つの代替案を検討した。検討した代替案を図 5.1.2 に示す。

- オプション 1：
多数の小規模下水処理場により下水道システムを構築した場合。
- オプション 2：
数箇所の大規模処理場により下水道システムを構築した場合。
- オプション 3：
数箇所の下水処理場及び既存のダガットダガタン下水処理場を利用した下水道システムを構築した場合。
- オプション-4：
数箇所の大規模下水処理場、既存のダガットダガタン下水処理場の利用、及び海岸沿いの埋立地に処理場を設置し、下水道システムを構築した場合。



出典：JICA 調査団

図 5.1.2 優先下水道事業の事業方針比較検討案

1) 比較検討の条件

上記代替案の比較検討において、設定した条件は次の通りである。

- 目標年次：2037年
- 計画汚水量:：一人一日当給水量 (160 LPCD) x 80% + 地下水浸透量(15%)
- 処理場の処理容量：晴天時計画日最大汚水量
- 下水道管渠の排水能力：晴天時計画時間最大汚水量
- ポンプ設備の排水能力：本比較検討では考慮しない。

2) 比較検討結果

上記代替案において、建設費、維持管理費、処理場用地の有無、用地収用費用等を検討した結果を表 5.1.2 に示す。

表 5.1.2 代替案の比較検討結果

| 代替案 | 建設費 (百万円) | 維持管理費 (百万円) | 土地収用費 (百万円) | 処理場用地 の有無 | 検討 結果 |
|--------|--------------|----------------|----------------|--------------|----------|
| オプション1 | 73,000 | 1,710 | 5,850 | 不明 | 4 |
| オプション2 | 61,900 | 1,450 | 5,770 | 不明 | 1 |
| オプション3 | 64,300 | 1,510 | 3,790 | 不明 | 2 |
| オプション4 | 65,500 | 1,450 | 4,100 | 不明 | 3 |

出典：JICA 調査団

(3) 優先下水道事業の選定

上記に示した各流域の特徴、下水道事業方針の検討、及びマニラッド社との協議の結果、本調査においては、マリキナ川流域及びマリラオ川流域を優先地域と選定した。下水道事業の方針として、オプション2を選定した。選定の理由は次の通りである。

- マニラ湾の水質改善が求められており、マニラ湾に流入する主要河川の水質改善の必要性が高い。
- マニラッド社は、マリキナ川の水質改善を早急に着手するよう MWSS から要求されている。マリキナ川は、マニラウォーター社の管轄エリアにも関わる河川であるが、マニラウォーター社では既に事業に着手している。そのため、マニラッド社においても、マリキナ川流域のフィージビリティ調査を早急に実施する必要がある。
- 顧客、住民に対するマニラッド社の社会的配慮を示すため、マニラッド社は出来るだけ早急に、各行政区に少なくとも処理場を1箇所建設する意向がある。
- 事業規模及び本調査期間を考慮し、4流域のうち、対象地域は2流域で実施することが適切であると判断した。
- カロオカン市（北部）では、これまで F/S が実施されておらず、早期に F/S を実施する必要がある。
- 上記及び表 5.1.1 に示す各流域の下水道整備の現状、都市化の状況およびマニラッド社の方針から、マリキナ川及びマリラオ川流域の優先度が高いと判断した。
- 既存のダガットダガタン下水処理場を利用するオプション3及び4においては、本調査対象地域から距離があるため、適切でないと判断した。

5.1.2 下水道計画の策定方針

(1) 優先下水道事業の実施方針

1) 集約型下水処理システム

これまでのマニラッド社の下水道事業においては、小規模の下水処理システムが計画されていた。しかしながら、このような分散型の下水道システムでは、多くの小規模下水処理場と用地取得が必要とされる。マニラ首都圏では、急速な人口増加により用地の取得が困難になっており、下水道の維持管理も膨大になる。このような理由から、分散型よりも集約型の下水道システムがより望ましく効率的である。

2) 人口集中地域への対応

下水管路のルートは、効果的に下水を収集するため、人口が集中する地域が優先とする。下水道幹線においては、下水道システムの拡張に対応できる流下能力を持つよう設計する必要がある。

3) 早期の普及拡大

マニラッド社は、MWSS と 2036 年までにマニラ首都圏西地区の下水道普及率を 100%へ引き上げるようコンセッション契約を結んでいる。マニラ首都圏西地区における下水道普及率は、2011 年現在でわずか 9%であり、目標の達成に向けて早急に事業を進める必要がある。マニラ湾の水質改善が求められている現在では、特に、マリキナ川のような主要な公共用水域の水質改善は優先して検討している。そのため、既存の排水施設を活用したインターセプター下水道（合流式下水道）の整備による早急な下水道普及率の拡大が必要である。

4) 高度処理導入の検討

近い将来に発効される新しい水質基準に沿ってマニラ湾の水質を改善するため、窒素およびリンを除去する高度処理が必要である。しかしながら、現在建設中あるいは計画中の下水処理場を高度処理に対応させることは時間的に長期を要することが考えられる。このため、本調査においては、高度処理に対応可能な下水処理方式の選定を検討する必要がある。

5) 下水道事業の必要性

以上の理由から、早急に下水道事業を実施する必要があり、特にマリキナ川及びマリラオ川流域の下水道整備を早急に着手する必要がある。これらの地区では人口が急増しており、利用可能な下水処理場用地も限られてきている。マニラ湾の水質改善に加え、マニラウォーター社の下水道事業に追いつくため、下水道事業を推進していく必要がある。


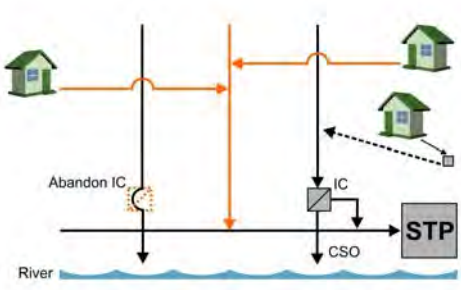
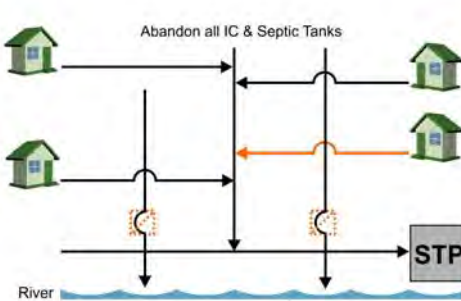
(2) 目標年次

目標年次は、マニラッド社と MWSS とのコンセッション契約期限となっている 2037 年までの 25 年間とした。しかしながら、2037 年以降も下水道事業を継続して推進していくことは重要である。

(3) 段階的下水道整備

マニラ首都圏においては、既存施設をいかに有効活用するかが、下水道事業の発展に大きく影響する。そこで、初期の下水道整備ではインターセプター方式により整備し、優先地域から段階的に分流式下水道へ移行していくことが望ましい。段階的下水道整備の概要を表 5.1.3 に示す。

表 5.1.3 段階的下水道整備の概要

| 模式図 | 概要 |
|---|---|
|  | <p>初期の下水道整備</p> <ul style="list-style-type: none"> - 既存の排水施設に下水道システムを接続し、分水人孔で雨水とともに汚水収集する。分水人孔では、計画下水量を遮集し、遮集管（インターセプター管）を通して処理場まで輸送する。従って、初期の下水道整備では、主要なインターセプター管及び処理場の建設が必要である。 |
|  | <p>中期の下水道整備</p> <ul style="list-style-type: none"> - 枝線管路及び優先度の高い箇所から各戸接続を行う。 - 一部のインターセプター下水道は段階的に分流式に移行する。 - 分流式下水道に移行した地域では、新設した污水管に接続され、腐敗槽の利用を廃止する。 - 下水処理場は、下水道システムの普及に基づいて、増築を行う。 |
|  | <p>長期の下水道整備</p> <ul style="list-style-type: none"> - インターセプター下水道はから分流式下水道への移行を完了させる。 - 家庭等から排出される汚水は、全て下水道に接続し、下水処理場で処理されるようになる。 |

出典：JICA 調査団

(4) その他の検討事項

事業の実施が長期にわたること、及び財政面において長期の事業実施においては不確定要素が多く予想は難しいが、下水道整備事業へ影響を及ぼす要因として次の事項が考えられる。

1) 生活様式の変化

生活様式の変化によって水需要が増大し、処理すべき汚水量も増加することが考えられる。一方で、水資源の節約が浸透することにより、水の使用量が減少することも考えられる。

2) 下水道施設の維持管理と改築更新

不適切な維持管理、及び改築更新の不備が生じると、不明水等による下水道への流入量の増大に繋がる。それにより、下水処理場の処理能力不足が生じる可能性がある。

5.1.3 対象流域の概要

流域内の処理分区は、水理学的条件、既存の排水施設及び道路状況を考慮して設定する必要がある。

(1) 水理学的条件

水の流れは高低差によって生じるため、合流式下水道の流域の設定においては、地形図及び地形測量調査を行い、地理的条件を把握する必要がある。

(2) 既存排水施設及び道路状況

既存の排水施設は地理地形条件を踏まえて道路下に設置されていることが通常であることから、処理分区の設定においては、これらの状況を把握することも必要である。

5.1.6 人口統計

ビジネスプラン 2013 では、2013 年から 2037 年までのケソン市及びカロオカン市の人口予測が示されている。しかしながら、国家統計局が発行した 2010 年のセンサス調査結果に基づき、人口予測を更新することが必要となった。表 5.1.4 にケソン市及びカロオカン市のセンサス調査結果を示す。1990 年から 2010 年までの人口増加率は、ケソン市で 2.55%、カロオカン市で 3.3.9%となっている。マニラッド社では、このセンサス調査結果を基に人口予測を見直しており、本調査ではマニラッド社との協議により、表 5.1.5 に示す人口予測を用いることとした。

表 5.1.4 2010 年センサス調査結果

| 国/地域/高度都市 | 総人口 | | | 人口増加率 | | |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1990年 5月1日 | 2000年 5月1日 | 2010年 5月1日 | 1990 -2000 | 2000 -2010 | 1990 -2010 |
| フィリピン全体 | 60,703,810 | 76,506,928 | 92,337,852 | 2.34 | 1.90 | 2.12 |
| 首都圏 (NCR) | 7,948,392 | 9,932,560 | 11,855,975 | 2.25 | 1.78 | 2.02 |
| カロオカン市 | 763,415 | 1,177,604 | 1,489,040 | 4.43 | 2.37 | 3.39 |
| ケソン市 | 1,669,776 | 2,173,831 | 2,761,720 | 2.67 | 2.42 | 2.55 |

出典：1990年、2000年、2010年のセンサス調査に基づくフィリピンの国、地域及び高度都市の人口及び人口増加率

表 5.1.5 本調査で採用する人口予測結果

| 都市 | 人口予測 | | | | | |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2013 | 2017 | 2022 | 2027 | 2030 | 2037 |
| ケソン市 | 1,958,034 | 2,054,986 | 2,162,739 | 2,251,782 | 2,297,872 | 2,363,877 |
| カロオカン市 | 1,559,011 | 1,620,993 | 1,693,583 | 1,751,308 | 1,780,731 | 1,817,060 |

出典：マニラッド社

5.1.5 計画汚水量

汚水量は、生活汚水量、商業汚水量、工業汚水量及び浸入汚水量に区分される。

(1) 日平均汚水量

下水の水質は乾期に悪化するため、下水処理場では、乾期における下水の水質に対応した処理方式を採用する必要がある。晴天時日平均汚水量は、下水処理場の安定した運転において基本となる水量であり、水使用量に基づいて算定する。

1) 生活用水使用量

ビジネスプラン 2013 (2012年3月時点)における、ケソン市及びカロオカン市の人口、水道普及率、水需要予測は表 5.1.6 の通りであった。

表 5.1.6 ビジネスプラン 2013 (2012年3月時点)における人口及び水需要予測

| 都市 | 2037年の人口 | 2037年の水道普及率 | 2037年の水需要予測 (MLD) | 一人一人当の水使用量 (LPCD) |
|--------|-----------|-------------|-------------------|-------------------|
| ケソン市 | 2,253,660 | 100% | 429 | 190 |
| カロオカン市 | 1,724,450 | 100% | 320 | 186 |

出典：ビジネスプラン 2013 (2012年3月時点)

本調査では、マニラッド社の見直しに基づく表 5.1.5 に示す人口予測を適用しており、有収水量を基に算出した一人一日当たりの水使用量は表 5.1.7 に示すように算定している。よって、一人一日当たりの水使用量についてはマニラッド社の見直しに基づき、表 5.1.7 に示す値を採用した。

表 5.1.7 本調査で用いる一人一日あたりの水使用量

| 都市 | 一人一日当の水使用量 (LPCD) | | | | | |
|--------|-------------------|------|------|------|------|------|
| | 2013 | 2017 | 2022 | 2027 | 2030 | 2037 |
| ケソン市 | 129 | 134 | 145 | 160 | 160 | 160 |
| カロオカン市 | 126 | 131 | 142 | 160 | 160 | 160 |

出典：マニラッド社

2) 商業用水使用量

商業用水需要予測は、フィリピン大学 (UP) が実施した調査において予測が行われている。この調査では、LGU ごとに予測が行われている。北部カロオカンの水使用量については、UP の調査結果と、カロオカン市南部及び北部の有収水量を基に、2037年の水需要予測を 10.88 MLD (km²) と推定した。一方、ケソン市の水需要予測については、UP の調査結果から 108.903 MLD (km²) とした。

汚水量の算出では、各市の単位面積当たりの営業水量に汚水の集水域ごとの面積を乗じて算出し、生活汚水量に加算する。

3) 工業用水量

工場からの排水は、マニラッド社の施設では処理は行わないため考慮しないこととした。

4) 地下水の浸透

地下水の浸透は、下水道管路施設の接続不良及び劣化によるものに起因することが多いが、浸透量を予測することは困難である。また、乾期に発生する地下水の低下も影響する。このように地下水浸透では、多くの不確定要素が存在するため、本調査では、発生する汚水量（生活汚水量及び営業汚水量）の15%を地下浸透水量として見込むこととした。

5) 下水転換率

下水転換率は、世界保健機構（WHO）のガイドライン「A Guideline to the Development of On-site Sanitation」において、90%程度と推定されている。また、一般的には、80%から95%の範囲とされている。マニララッド社の過去のフィージビリティ調査では、80%を使用しており、WHOの推定や過去の事例を考慮して、下水道転換率は80%とすることとした。

6) 晴天時日平均汚水量の算定式

晴天時日平均汚水量は、下記の通り算定した。

$$\begin{aligned} \text{晴天時日平均汚水量} &= (\text{生活水使用量} + \text{営業水使用量}) \times 80\% + \text{地下浸透量} \\ \text{地下浸透量} &= (\text{生活水使用量} + \text{営業水使用量}) \times 80\% \times 15\% \end{aligned}$$

(2) 管路施設の設計諸元

管路施設においては、晴天時時間最大汚水量で設計を行う。

$$\begin{aligned} \text{設計汚水量} = \text{時間最大汚水量} &= 1.8 \times \text{晴天時日平均汚水量} + \text{地下浸透量} \\ \text{晴天時日平均汚水量} &= (\text{生活水使用量} + \text{営業水使用量}) \times 80\% \end{aligned}$$

その他の設計諸元は、以下の通りである。

1) 流量計算公式

流量計算では、次の公式が用いられている。

- ▶ マニング式
- ▶ クッター式
- ▶ ヘーゼン・ウィリアムズ式

本調査においては、マニング式を採用することとした。マニング式は、次の通りである。

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

ここで、

V: 流速 (m/s)

n: 粗度係数 (=0.013)

R: 径深

I: 管路勾配

粗度係数については、より条件の厳しい0.013（コンクリート管）とした。

2) 最小勾配

マニラッド社設計指針に示されている最小勾配は、表 5.1.8 に示す通りである。

表 5.1.8 マニラッド社の設計指針における最小勾配

| 管径 (mm) | 200 | 300 | 450 | 600 | 750 | 900 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| 最小勾配 (‰) | 4.00 | 2.20 | 1.20 | 0.80 | 0.58 | 0.46 |

出典：Manual of Technical Standard and Guidelines, 2003（マニラッド社設計指針）

しかしながら、マニラッド社設計指針の中では、表 5.1.8 に示す勾配よりも大きい勾配が望ましいということが記載されている。よって、本調査では、表 5.1.9 に示す管径の逆数（1/管径（mm））を最小勾配とすることとした。

表 5.1.9 本調査で採用する最小勾配

| 管径 (mm) | 200 | 300 | 500 | 700 | 1000 | 1500 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| 最小勾配 (‰) | 5.00 | 3.33 | 2.00 | 1.43 | 1.00 | 0.67 |

出典：JICA 調査団

3) 最小及び最大流速

最小流速は、最小勾配を満たすよう設計する必要がある。また、管路内に汚物等が堆積しないよう設定する必要がある。一方、最大流速は、管路に損傷を与えないように考慮しなければならない。よって、インターセプター下水道で雨水の一部も収集することから、最小及び最大流速は、次の通り設定した。

最小流速：0.8 m/s

最大流速：3.0 m/s

4) 水深

管路施設は、汚水を遅延なく輸送することが必要である。マニラッド社設計指針では、18 インチ（約 460 mm）以上の管路においては管径の 75% 水深、18 インチ未満の管路では、50% 水深を満たすことが示されている。しかし、本調査で検討しているインターセプター下水道は将来的に分流式に移行する計画であり、余剰に水深を確保することはコストの増大に繋がる。よって、水深は次の通り設定することとした。

250 mm 以下：管径の 50%

400 mm 未満：管径の 60%

500 mm 未満：管径の 70%

500 mm 以上：管径の 75%

5) 土被り

管頂までの埋設深（土被り）は、既存の排水設備の設置状況、道路状況、交通量及び道路の舗装厚を考慮し、効果的に汚水を収集できるように設定しなければならない。マニラド社設計指針では、管径が 600 mm から 3,000 mm の管路においては、最小土被りは 2.0 m とされている。よって、本調査では、マニラド社設計指針を踏襲することとする。ただし、インターセプター下水道では、既存の排水設備から汚水を遮集するため、適切な深さに埋設することが必要である。

最小土被り : 2.0 m

6) マンホール間隔

マニラド社設計指針及び日本の下水道設計指針（日本下水道協会）との比較により、マンホール間隔は、次の通り設定した。

| | |
|-------------------|------------|
| 管径 (D) < 350 mm | : 75 m 以下 |
| 350 ≤ D < 500 mm | : 100 m 以下 |
| 500 ≤ D < 1000 mm | : 150 m 以下 |
| 1000 mm ≤ D | : 200 m 以下 |

5.1.6 遮集施設

(1) 遮集施設の目的

遮集施設の目的は、既存の排水施設から汚水を収集し、公共用水域への汚濁負荷量（特に乾期）を軽減することである。

(2) 遮集施設の配置

遮集施設は、既存の排水路から晴天時時間最大汚水量を遮集し、下水処理場へ輸送して汚水を処理するために配置される。一般に、遮集施設は維持管理を容易にするため可能な限り自然流下方式を採用する。低地から汚水を輸送する場合はポンプ施設が必要であり、圧送式で輸送する場合と、汚水をいったん汲み上げて自然流下で輸送する場合が考えられる。下水道管渠は、土質状況を考慮した上で適切な深さに埋設する必要がある。ポンプ施設は出来るだけ数が多くならないよう留意し、配置を検討する。

(3) 基本的要件

遮集構造物は、砂や固形物を効果的に収集及び除去できるよう配置する必要がある。遮集構造物に求められる機能は、夾雑物及び砂の除去、降雨時の越流量の制御である。

1) ゴミ対策及びスクリーニング

遮集した汚水は、スクリーンを通して夾雑物及び固形物を除去し、固形物の滞留や下水道施設の損傷を防ぐ必要がある。沈砂池の手前に手動式のスクリーンを設置する。スクリーンは、通常の下水道施設の運転の支障を与えることなく、容易に脱着が可能なものとする。また、遮集施設は、ゴミ等の固形物質が排水路を通して公共用水域に排出されないよう、効果的に収集する位置に配置する。

2) 固形物質の除去

砂等の固形物質は、排水システム中に雨水とともに流入している。収集された汚水中の固形物は、下水処理場まで輸送して除去することが理想的である。しかしながら、経年的に下水道管路内に滞留し、乾期の降雨がない時期に人工的に除去する等の対策が必要となる。そのため、遮集施設の定期的な清掃や、固形物を除去する設備を設置することが望ましい。

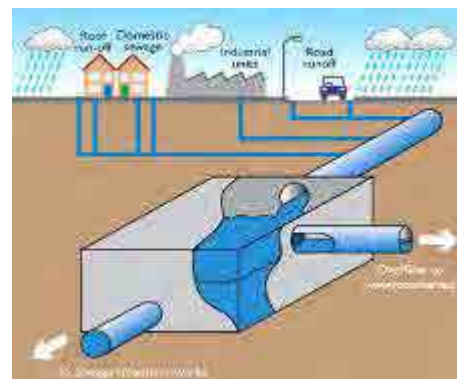
3) 越流量の制御

分水マンホールの放流管渠は分水地点及びその上流地域の内水氾濫を防ぐために、適切な放流能力を有する径、構造とする必要がある。

(4) 汚水の遮集方法

1) 一般的な遮集方法

遮集施設は、既存の排水路の近傍（歩道等）の浅い位置に設置する。下水処理場へ接続する遮集管は、自然流下で汚水を収集できるように、遮集施設よりも低い位置に設置する。図 5.1.3 に一般的な遮集施設の模式図を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1.3 遮集施設の一般模式図

2) 既存水路からの遮集

調査団が実施した現地踏査の結果から、排水路が整備されていない上流地域等において、既存水路からの遮集が必要であると考えられる地点が確認された。また、現在は水路に沿って不法居住者が張り付いている。このような地域では、汚水の流入地点を把握し、その手前で遮集施設を設置する必要があるが、不法居住者の数等を考慮すると建設が困難となることが考えられる。さらに、水路の護岸、河床等の整備も必要になる可能性がある。そこで、既存の水路か



出典 JICA 調査団

図 5.1.4 水路からの汚水遮集例

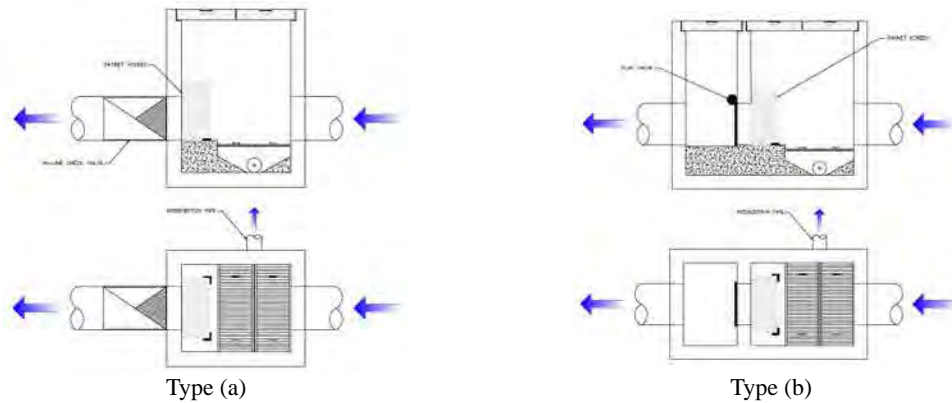
ら直接遮集する方法が効果的と考えられる。図 5.1.4 に、水路からの遮集例を示す。乾期の汚水を遮集するため、河床に堰を設置し、自然流下により汚水を流入口に誘導して遮集する。ゴミ等の流入を防ぐため、流入口にはスクリーンを設置する。雨期の水路の流下能力を確保するため、流入口は流れを妨げないよう、低い位置に設置する。

(5) 分水マンホールの構造

分水マンホールは、2つのタイプが考えられる。一つは既存の排水路と遮集管が平行に設置される場合、もう一つは垂直に設置される場合である。マニラ首都圏では、多くのごみが水路に流入しており、遮集施設の配置については十分検討する必要がある。

1) 構造案 1 - 遮集管が既存水路と垂直の場合

構造案 1 は、図 5.1.5 に示すように、遮集管と既存水路を垂直に設置する場合である。この場合は、遮集管の流入の前に籠状のスクリーンを設置し、管路が閉塞しない様にする必要がある。堰の設置も案として考えられる。

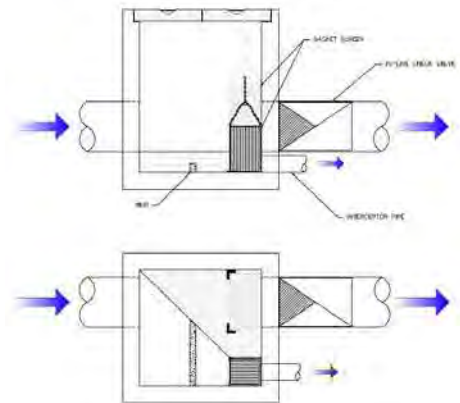


出典：JICA 調査団

図 5.1.5 分水マンホールの構造例 1

2) 構造案 2 - 遮集管が既存水路と平行の場合

構造案 2 は、遮集管と既存の排水路を平行に設置する場合である。図 5.1.6 に遮集施設の構造例を示す。堰を含む構造とした場合は、流れを妨げてしまい上流部で浸水を引き起こす可能性が考えられる。グレーチング蓋は、広いものとし、乾期の汚水を遮集することが出来るよう設置する。また、適切に清掃を行うことも必要である。



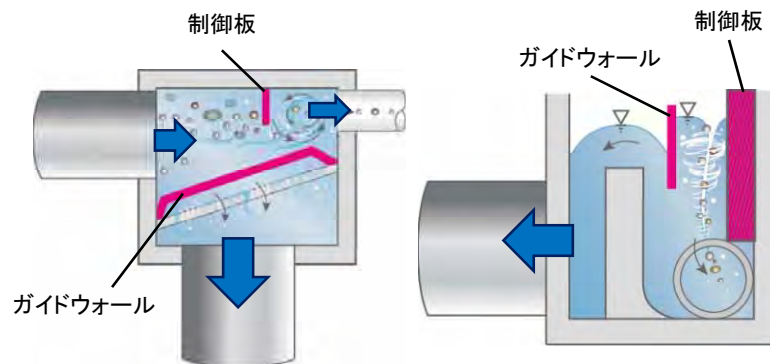
出典：JICA 調査団

図 5.1.6 分水マンホールの構造例 2

3) 遮集施設の対策案

遮集施設の中に堆積した固形物が、雨天時に越流し、公共用水域の汚濁に繋がる恐れが考えられる。そこで、スクリーンを必要としない分水マンホールの越流水対策として、図 5.1.7 に示す水面制御装置が挙げられる。水面制御装置は、ガイドウォールと制御板と呼ばれる 2 枚の鋼板を既存の分水マンホールに設置するものである。ガイドウォールは、既存の堰の手前に適切な間隔をあけて設置し、水面に浮遊している夾雑物を遮集管の方へ誘導する。一方、ガイドウォールは、遮集管の手前で渦流（下降流）を発生させるような位置に設置し、浮遊している夾雑物を遮集管へ流入させる。

水面制御装置の特徴は、2 つの板のみで構成されている点である。電力も必要なく構造もシンプルであり、スクリーンの設置も省略できることから、維持管理は非常に容易である。マニラ首都圏においては、汚濁物質の流出が深刻な問題であり、汚濁物質の流出防止の点において、水面制御装置は効果的であると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 5.1.7 水面制御装置

5.1.7 管路施設

管路施設は、遮集施設で遮集した汚水を下水処理場まで輸送する。流下方式は、重力による自然流下管路と、ポンプ等の圧力による圧力管路に分類され、地形状況、建設材料、維持管理性、費用等を考慮して選定する。

(1) 自然流下管路

自然流下管路は、管路施設の大部分を占めている。ポンプ設備等を必要としないため、経済的であり、維持管理も容易である。表 5.1.10 に自然流下管路の特徴を示す。

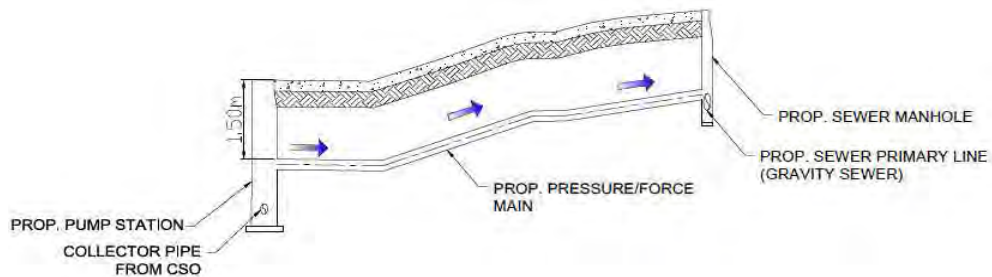
表 5.1.10 自然流下管路の特徴

| 長所 | 短所 |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - ポンプ施設が基本的に不要。 - 管路の接続が容易。 - 維持管理が容易。 - 維持管理費が小さい。 | <ul style="list-style-type: none"> - 下流部の管径が大きくなる。 - 土被りが大きくなる。 - 地形の制約を受ける。 - 埋設深が深くなる場合には、ポンプ設備が必要となる。 - 段差等がある場合は、硫化水素が発生し、管路の劣化の原因となる。 - マンホールの数が多くなる。 |

出典：JICA 調査団

(2) 圧力管路

圧力管路は、ポンプ等による圧力を利用して、下水を輸送する管路システムである。ポンプ場やリフト場に設置されたポンプ設備等は、自然流下管路と組み合わせで用いられるが、内圧や圧力損失等を考慮する必要がある、自然流下管路とは異なる流量計算が必要である。また、圧力管路の維持管理は、自然流下管路よりも困難となる場合が多い。しかしながら、圧力管路は、満管流であるため、硫化水素による腐食は、自然流下管路に比べて小さい。図 5.1.8 に圧力管路の概要を、表 5.1.11 に圧力管路の特徴をそれぞれ示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1.8 圧力管路の概要

表 5.1.11 圧力管路の特徴

| 長所 | 短所 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - 管径を小さくできる。 - 硫化水素による腐食は、自然流下管路よりも小さい。 - 地形条件による制約が小さい。 - 比較的工期が短縮できる。 | <ul style="list-style-type: none"> - ポンプ等の設備が必要である。 - 維持管理が難しい。 - 管路の接続に制約がある。 - 仕切弁や空気弁等の付帯設備が必要となる。 |

出典：JICA 調査団

(3) 管種及び腐食

1) 管種

管種としては、コンクリート管が一般的である。しかしながら、コンクリート管は硫化水素による腐食に対して弱く、また、圧力管路としても適していない。よっ

て、管材は、管路システムの流下方式、管路の布設環境等を考慮して選定する必要がある。表 5.1.12 に下水道管に用いられる主な材料の特徴を示す。

表 5.1.12 管材の特徴及び適性

| 材料 | 特徴 | 適性 |
|---|--|--|
| 鉄筋 コンクリート (RCP) | <ul style="list-style-type: none"> - RCP は、製法上、セメントの締固めを振動によるもの（バイコン）と遠心力によるもの（ヒューム管）に 2 分される。 - バイコンは、現場打ちや特殊形状に対応しやすい。 - ヒューム管は、品質が良い。 - 硫化水素により劣化しやすいため、防食等の劣化対策が必要である。 | <ul style="list-style-type: none"> 【施工方法】 - 開削工法 - 推進工法 - シールド工法 - 現場打ち 【管路システム】 - 自然流下 |
| 塩化ビニル (PVC) | <ul style="list-style-type: none"> - PVC は、軽量で施工性に優れているが、地震等の振動に弱い。 - PVC は、圧力管としては適さない。 | <ul style="list-style-type: none"> 【施工方法】 - 開削工法 【管路システム】 - 自然流下 - 圧力式 |
| 陶管 (CP) | <ul style="list-style-type: none"> - CP は、酸やアルカリに強く耐食性があるが、荷重に対して弱い。 - 運搬や施工時に破損しないよう注意が必要である。 - CP は、汚泥焼却灰等のリサイクル先として利用できる。 | <ul style="list-style-type: none"> 【施工方法】 - 開削工法 - 推進工法 【管路システム】 - 自然流下 |
| 繊維強化 プラスチック (FRP) | <ul style="list-style-type: none"> - FRP は、自然流下の大口徑管路として一般的に用いられる。 - ガラス繊維、不飽和ポリエステル樹脂、骨材を主原料とする。 - 内外面をガラス繊維強化槽とし、中間層を樹脂モルタルにした複合管である。 - 機械強度、耐食性、施工性に優れている。 | <ul style="list-style-type: none"> 【施工方法】 - 開削工法 【管路システム】 - 自然流下 |
| レジン コンクリート (REC) | <ul style="list-style-type: none"> - REC は、ヒューム管のセメントを不飽和ポリエステル樹脂に変えたもので、耐酸性、耐摩耗性、耐震性に優れている。 - 軽量で施工性が良いため、工期短縮ができる。 - 価格は高い。 | <ul style="list-style-type: none"> 【施工方法】 - 開削工法 - 推進工法 【管路システム】 - 自然流下 |
| ポリエチレン(PE) 及び 高密度 ポリエチレン (HDPE) | <ul style="list-style-type: none"> - PE は、可とう性、施工性、耐摩耗性に優れている。 - 地盤沈下、寒冷地、流速が早くなる場所に有利であり、圧力管としても適用できる。 - 価格は高いが、耐用年数は長い。 | <ul style="list-style-type: none"> 【施工方法】 - 開削工法 - 推進工法 【管路システム】 - 自然流下 - 圧力式 |
| ダクタイル 鋳鉄 (DCIP) | <ul style="list-style-type: none"> - DCIP は、一般に圧力管として用いられる。 - 耐圧性、耐食性に優れ、高強度で靱性に富んだ可とう性管である。 - 腐食や電食に対する耐用年数は、約 20 年から 25 年程度である。 | <ul style="list-style-type: none"> 【施工方法】 - 開削工法 - 推進工法 【管路システム】 - 圧力式 |
| 鋼管 (SP) | <ul style="list-style-type: none"> - SP は、規格とサイズが多い。 - 水密性が高く、強度、靱性、伸び等に優れた可とう性管である。 - 一般に圧力管として用いられる。 | <ul style="list-style-type: none"> 【施工方法】 - 開削工法 - 推進工法 - シールド工法 【管路システム】 - 自然流下 - 圧力式 |

出典：JICA 調査団

2) 管路の腐食

下水道においては、自然流下及び圧力式のどちらにおいても、図 5.1.9 に示すような硫化水素による腐食が発生する。圧力管路においては、満管時と全く流量がない状態となる場合がある。下水が管路内に滞留し嫌気状態となると、下水中の硫化物が硫黄還元細菌により還元され、硫化水素が発生する。この硫化水素は、好気状態において硫黄酸化細菌により酸化され、管路内の結露と結合し硫酸を生成する。よって、下水道管路においては、防食剤の塗布等の硫化水素対策も検討する必要がある。



出典：JICA 調査団

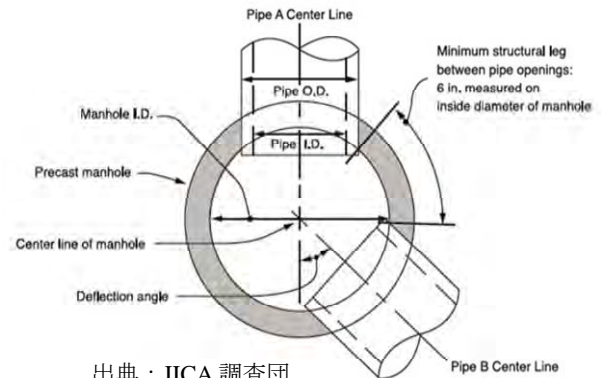
図 5.1.9 硫化水素の生成機構

(4) マンホール

マンホールは、管路施設の調査、清掃、補修を行うために設置し、管径、方向、管種が変化する地点や管路の合流点等、適切な位置、間隔で設置する必要がある。

1) マンホールの大きさ

マンホールは、管路の調査や清掃等において、作業に不都合が生じない程度の大きさを確保する必要がある。マンホールの内径は一般に 900 mm を最小とし、流出管渠の大きさを考慮して、1,800 mm 程度の大きさまでとする。マンホールの蓋（開口部）は、管路へ不自由なくアクセス可能な大きさで設計し、少なくとも 600 mm 程度を確保する必要がある。



出典：JICA 調査団

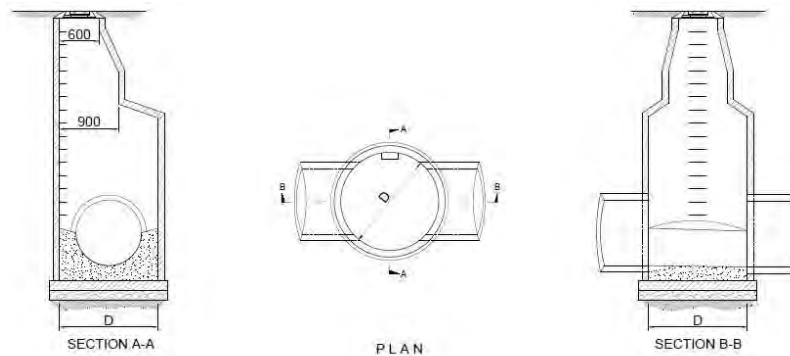
図 5.1.10 マンホールの例

マンホールの配置や大きさは、下水道管の径に応じて 2 種類に分類される。管径が 1,500 mm までの管路については、円形の工場で作製されたマンホールが望ましく、建設時において、公共への影響も少ない。マンホールの上部は、600 mm から 900 mm のスペースを確保し、作業員が進入しやすいような構造とする。下部については、幅、高さともに、作業員の作業性を損なわないよう十分にスペースを確保する必要がある。マンホールの内径を図 5.1.10 及び表 5.1.13 に、一般的な構造を図 5.1.11 に示す。

表 5.1.13 マンホールの内径

| 最大管径 (偏角：45° 未満) | 最大管径 (偏角：45° ~90°) | マンホールの内径 (D) |
|---------------------|------------------------|-----------------|
| 600 mm | 450mm | 900 mm |
| 900mm | 600 mm | 1200 mm |
| 1200 mm | 800 mm | 1500 mm |
| 1500 mm | 900 mm | 1800 mm |

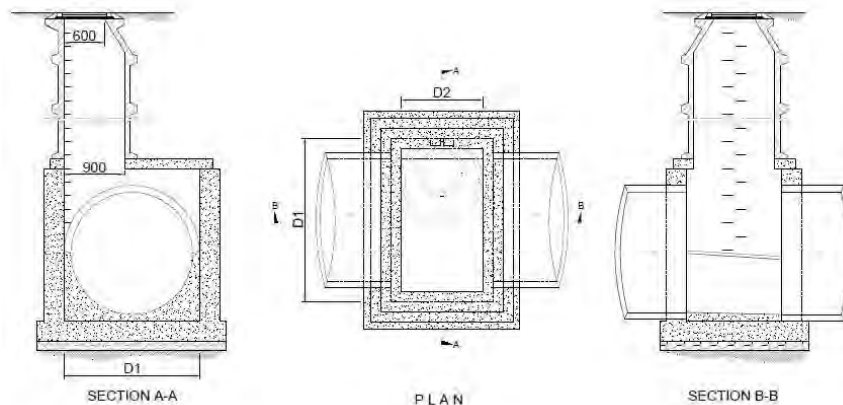
出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.1.11 一般的なマンホールの構造例

1,500 mm 以上の幹線管路については、図 5.1.12 に示す、日本の設計基準に準じた底部が矩形のマンホールを提案する。この形の特徴は、多くの用地を必要とすることなく、十分な作業スペースを確保できることである。表 5.1.14 に、マンホールの内寸を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1.12 幹線管路のマンホール構造例

表 5.1.14 矩形マンホールの内径 (1,500 mm 以上の管路)

| 管径 | D1 | D2 |
|------------------|---------|---------|
| 1500mm<D≤1800 mm | 2100 mm | 1200 mm |
| 1800mm<D≤2200 mm | 2600 mm | 1200 mm |
| 2200mm<D≤2400 mm | 3000 mm | 1200 mm |

出典：JICA 調査団

2) マンホールの位置

マンホールは、管路の合流点、管径、管種、及び方向が変化する点に設置する必要がある。また、低地に設置すると雨水等の表流水がマンホールを通じて下水道へ流入し、処理能力の低下に繋がる可能性があるため、設置の方法について検討が必要である。

3) 分水マンホールからの放流

遮集施設は、雨天時に計画汚水量を超える雨水を河川等へ放流する施設を有している。しかしながら、放流先の水位が上昇すると、河川等の水位が上昇し逆流して下水道へ流入してくるため、铸铁製のフラップゲートの設置を検討する必要がある。しかしながら、フラップゲートの設置は、維持管理の手間も増やす結果になる場合もある。また、フラップゲートは盗まれる場合もあることが問題である。設置にあたっては、スペースも限られており、作業も難しくなることが考えられる。よって、放流口の対策としては、図 5.1.13 及び 5.1.14 に示すようなゲートの設置が考えられる。



出典：JICA 調査団

図 5.1.13 内蔵型チェックバルブ



出典：JICA 調査団

図 5.1.14 铸铁製フラップゲート

(5) ポンプ施設

1) ポンプ施設の必要性

遮集管は、既存の排水路から汚水を収集することが出来るよう、十分な深さに布設する必要がある。特に自然流下管路においては、管路延長が長くなるほど埋設深さが深くなるため、適切な箇所ではポンプ施設を配置し、管路の埋設深さを浅くして維持管理を容易にすることが必要である。しかしながら、ポンプ設備の設置は、建設費及び維持管理費の増大に繋がるため、ポンプの数は最小限とするよう配慮が必要である。

2) ポンプ施設の種類

ポンプ施設は、目的によってポンプ場とリフト場の大きく 2 つに分類される。ポンプ場は、汚水の位置エネルギーを確保するだけでなく、導水勾配の上昇を目的としている。一方、リフト場は、自然流下管路に付随して、埋設深が一定の深さに達した場合に設置し、埋設深さを浅くする施設である。この場合、汚水はポンプによって地表近くまで汲み上げられ、その後汚水は、再び自然流下により輸送される。

これらのポンプ設備の建設方法は、地下の場合と地上の場合の 2 種類である。本

調査では、3種類のポンプ施設を検討した。

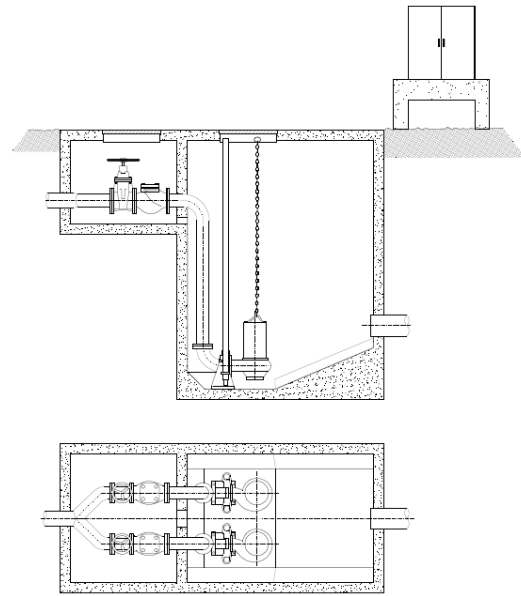
a) マンホールポンプ及び中規模ポンプ施設

マンホールポンプは、流量が $4,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 程度の比較的流量が少ない箇所で適用する。最小のマンホール径は、1.5 m から 2.0 m 程度が望ましい。円形の構造は、水面積が小さく、砂等の固形物の堆積に対して問題が少ない。図 5.1.15 にマンホールポンプ (円形) の一般的な構造を示す。マンホールポンプの特徴は、構造がコンパクトであることであり、用地が制限されている箇所においても設置が可能である。

一方、四角形のマンホールポンプや中規模のポンプ施設は、 $40,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 程度の流量に対応が可能である。このタイプでは、一定の水位に達した際にポンプが適切に稼働すること、幅が道路下に収まる 3.5 m 程度となることが条件である。ポンプ池の底は、泥が堆積しないよう勾配を設けることが必要である。図 5.1.16 に中規模地下ポンプ施設の構造例を示す。

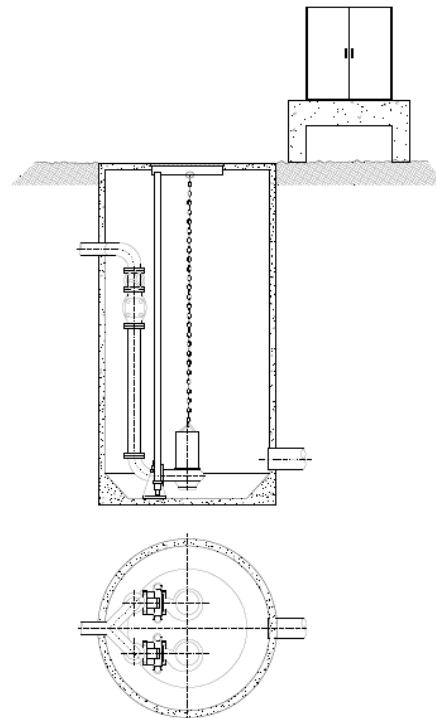
b) 大規模ポンプ施設

$40,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 程度以上の流量がある場合は、地上にポンプ場を設置する必要があると考えられる。この場合、水路の幅は 3.5 m 以上であり、道路の幅以上の用地が必要となる。また、土砂等の固形物が大量に流入することが考えられ、スクリーンや沈砂設備がポンプ池の前に必要である。地上構造物には、電力供給設備や制御装置、作業室等を設置する。図 5.1.17 に大規模ポンプ場の構造例を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1.15 中規模ポンプ施設の構造例 (地下)



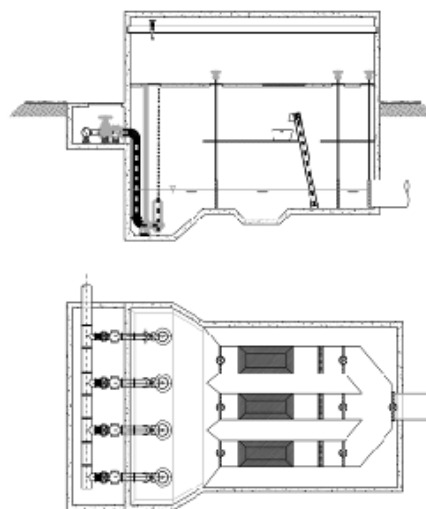
出典：JICA 調査団

図 5.1.16 マンホールポンプの構造例

3) ポンプ施設の設計諸元

ポンプ施設の設計諸元及び検討事項を表 5.1.15 に示す。ポンプ場やリフト場の設計においては、多くの事項について検討が必要である。ポンプ場の設計流量は、時間最大汚水量である。また、周辺環境や作業環境に配慮した臭気対策、ポンプ施設内の換気が必要である。さらには、硫化水素対策として、防食剤のライニングが必要となる。

ポンプ施設には計画汚水量の排水能力を有した、少なくとも2つ以上のポンプを配置する。これは、ポンプの故障等により排水機能を損なうのを防ぐためであり、一つは代替設備として確保しておく。一般的には、3台以上のポンプユニットを設置し、そのうち1台を予備とする。



出典：JICA 調査団

図 5.1.17 大規模ポンプ施設の構造例

表 5.1.15 ポンプ場設計における検討事項

| 設計諸元 | 選定 | 備考 |
|---------------|----------------------------------|--|
| 運転条件 | 雨季、乾季、洪水（短時間／長時間） | 通常、雨水吐き室で排出する。 |
| ポンプの位置 | 地上または地下 | 都市部においては、景観を考慮する必要があると考えられる。 |
| 流量：Q | 平均、最小、最大、将来のピーク流量 | 将来のピーク流量を考慮し、ポンプの能力を設定する。 |
| ポンプの構造 | 雨天時／晴天時ピット、または水中 | 大規模ポンプ場では、雨天時／晴天時ピットの設置が考えられる。 |
| ポンプ数／運転操作 | 運転台数／予備台数、運転サイクル、ポンプ井の容積 | 平均流量に対する最大滞留時間は30分程度。1時間10回の運転間隔（最小6回～最大15回） |
| 水圧 | バイパス、余裕、拡張、越流 | 導水路の配置 |
| 砂等の除去 | 沈砂設備 | 砂等の除去設備を必要に応じて設置する。 |
| 夾雑物除去 | スクリーン設備、圧縮機、破砕機 | スクリーン等を用いて、夾雑物を除去する。 |
| 臭気対策 | 生物脱臭、活性炭等 | 活性炭をまず添加して、生物による脱臭を行う。 |
| 電力及び予備電源 | 3層電源、スイッチ、ディーゼル発電機 | 小規模ポンプ場では、予備電源の設置は義務ではないが、汚水を処理できる施設の確保が必要。 |
| モニタリング及び管理 | 遠隔操作、または手動 | 遠隔操作については、下水処理場での監視が可能。 |
| 浸水対策 | 設備の配置高さ、臭気管理 | 浸水実績データを基に計画洪水位を設定する。 |
| 運転・維持管理及びアクセス | 現場確認、計画更新期間、吊上げ設備（Aフレーム、機械式クレーン） | 監督員による点検、清掃、維持管理。 |

出典：JICA 調査団

5.1.8 環境基準及び排出基準

(1) 下水処理施設からの排出に関する環境関連法令

下水道事業者は、環境保全の観点から、表 5.1.16 に示す環境関連法令を遵守する必要がある。下水道処理施設の事業活動に伴う施設からの排出ガス及び排出水は、国の規定する排出ガスまたは排出水の基準を遵守しなければならない。

表 5.1.16 下水道処理施設からの排出物に関する法令による規定

| 下水処理場 | 関係法令 | 内容 |
|--------------------|---|---|
| 排出水 | PA 9275 / 水質浄化法 (DAO 第 34 号 及び第 35 号) PD 981 / 公害防止法 (DAO 第 1992-26 号) | 排出水は改定水質基準 1990 及び改定排出水基準の遵守。 |
| 廃棄物 | PA 9275 / 水質浄化法 (DAO 第 34 号 及び第 35 号) PD 856 / 衛生法 | 農業省は土壌水分管部局を通じ、栄養分、重金属及び病原体のための許容値の確定。 |
| 処理残留物* | PA9003 / 生物学的廃棄物管理法 (DAO 2001-34) | 処分の適合性と埋め立てによるごみ処理への輸送。 |
| 排気ガス (大気汚染物質**) | PA 8749 – 大気浄化法 (DAO 第 2000-81 号) 1978 NPCC 規則 PD 981 / 公害防止法 (DAO 第 1992-26 号) | 大気及び騒音に関する環境基準の遵守。 公害防止管理者の設置及び自己モニタリング報告書の提出。 |

備考：PA：大統領法令、PD：大統領令、DAO：環境天然資源省省令

*：残渣(例：油分)

**：大気汚染物質(例：ジェネレータからの粒子状物質、一酸化炭素、二酸化硫黄、窒素酸化物)、悪臭(メタン)及び騒音

出典：JICA 調査団

1) 水質基準

水質基準は、水域の利用目的に基づく水質階級分類に応じて水域中の物質等の許容値並びに水域への排出水の規制値を適切に定めている。

a) フィリピン国における水域の階級区分

フィリピン国では、河川、湖、沿岸域において、環境天然資源省 (DENR) は水資源の利水目的や水質汚濁の現状を勘案し、カテゴリーの分類を行っている。表 5.1.17 に現在のカテゴリー分類を示す。分類は、淡水、海域について、それぞれ行われている。

表 5.1.17 水域のカテゴリー分類

| 分類 | 適用 |
|------------|---|
| 淡水域 | |
| クラス AA | 上水道 1 級： この等級は第一に、正式に定められた方法によって消毒・滅菌のみでフィリピン飲料水国家基準（Philippine National Standards for Drinking Water : PNSDW）に適合するものをいう。ただし、人が住んでいないもしくは保護地域になっている流域にある水源に限る。 |
| クラス A | 上水道 2 級： PSNDW に適合するためには、完全な処理（凝集、沈殿、濾過、消毒）を必要とする水源、 |
| クラス B | レクリエーション用水 1 級： 主に、水浴び、水泳、スキューバダイビングなどのレクリエーション用（特に観光目的とされているレクリエーション）に供されるもの。 |
| クラス C | 1) 魚類及びその他の水産資源の繁殖・成長を目的とした水産 2) レクリエーション用水 2 級（ボートなど） 3) 工業用水 1 級（処理後に製造過程に利用される） |
| クラス D | 1) 農業、灌漑、畜産用 2) 工業用水 2 級（冷却など） 3) その他の淡水 |
| 海域 | |
| クラス SA | 1) 商業目的の貝類の繁殖・生存・捕獲に適した水 2) 関係法律・機関によって指定された国立海公園及び保護地域 3) 関係法律・機関によって指定された珊瑚礁公園及び保護地域 |
| クラス SB | 1) 主にレクリエーション（水浴び、水泳、スキューバダイビング等）用に、関係法律・機関によって指定された観光地域や保護地域 2) レクリエーション用水 1 級（水浴び、水泳、スキューバダイビングなどのために通常は公衆によって利用される地域） 3) 水産 1 級（ <i>Chanos chanos</i> 別名 <i>Bangus</i> とその他同種の産卵場） |
| クラス SC | 1) レクリエーション用水 2 級（ボートなど） 2) 水産 2 級（商業及び生計漁業） 3) 魚類と野生生物サンクチュアリーに指定された湿地、マングローブ |
| クラス SD | 1) 工業用水 2 級（冷却など） 2) その他の沿岸水及び海水 |

出典：DENR 省令第 1990 - 34 号 改定水利用及び水質基準の改定 第 68 節及び 69 節、1997 NPCC 規則第 3 章

b) 淡水の水質基準

淡水域におけるカテゴリー別水質基準を表 5.1.18 及び 5.1.19 に示す。

表 5.1.18 淡水域における水質基準
(淡水域の美観及び酸素要求量に係る慣例的項目または汚染物質)

| 項目 | 単位 | クラス AA | クラス A | クラス B | クラス C | クラス D ^(b) |
|------------------------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------------------|
| 色 | PCU | 15 | 50 | (c) | (c) | (c) |
| 温度 ^(d) | °C 上昇 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| pH | mg/L | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6.0-9.0 |
| 溶存酸素 ^(e) | % satn | 70 | 70 | 70 | 60 | 40 |
| (最小値) | mg/L | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 |
| 生物的酸素要求量 (5日間、20°C) | mg/L | 1 | 5 | 5 | 7(10) | 7(15) |
| 全浮遊物質 | mg/L | 25 | 50 | (f) | (g) | (h) |
| 全蒸発残留物 | mg/L | 500(i) | 1000(i) | - | - | 1000(i) |
| 界面活性剤(MBAS) | mg/L | nil | 0.2(0.5) | 0.3(0.5) | 0.5 | - |
| 油分 | mg/L | nil | 1 | 1 | 2 | 5 |
| 窒素 (硝酸塩) | mg/L | 1.0 | 10 | nr | 10(j) | - |
| リン (リン酸塩) | mg/L | nil | 0.1(k) | 0.2(k) | 0.4(k) | - |
| フェノール類 | mg/L | nil | 0.02 | 0,005(l) | 0.002(l) | - |
| 大腸菌群 | MPM/100mL | 50(m) | 1,000(m) | 1,000(m) | 5,000(m) | - |
| 糞便性大腸菌群 | MPM/100mL | 20(m) | 100(m) | 200(m) | | - |
| 塩素 (塩化物) | mg/L | 250 | 250 | - | 350 | - |
| 銅 | mg/L | 1.0 | 1.0 | - | 0.05(o) | - |

(a) 特に説明のない限り年間平均値を示す。括弧内の数字は、最大値を示す。
(b) 灌漑目的として、SARの最大値は18を超過してはならず、最低値は8とする。ホウ素は、0.75mg/Lを超過してはならない。
(c) 不自然な原因からの異常な変色でないこと
(d) 毎月の平均温度に対して許容内の温度上昇。温度上昇の測定は、混合している水流部で1ヵ月間にわたって記録される日最大値の平均値から判定する。
(e) 水質サンプリングは午前9時から午後4時とする。
(f) 30%以上の増加は不可
(g) 30 mg/L以上の増加は不可
(h) 60 mg/L以上の増加は不可
(i) 自然界の測定濃度がこれよりも高い場合は適用されない。自然界測定値をベースラインとする。
(j) 湖または貯水池と同様な止水域に適用
(k) 湖または貯水池に適用されるとき、リンとしてのリン酸塩濃度は平均で0.05mg/Lかつ最高で0.1mg/Lを超過してはならない。
(l) 魚の匂いまたは味に影響を与える濃度であってはならない
(m) 3ヵ月間に大腸菌生物で最も見込みがある数の幾何平均値を示し、同期間の間にされるサンプルの20パーセント値は規制値を超過してはならない。
(n) Chanoschanos及び他の類似種の産卵地域として
(o) 溶解銅に対する規制
nil 明らかに低濃度及び既存の装置では測定できない範囲
--- 現状では不要と考えられる
nr - 推奨値が準備されていない

出典：DENR 省令第 1990 - 34 号 改定水利用及び水質基準の改定 第 68 節及び 69 節、1997 NPCC 規則第 3 章

表 5.1.19 淡水域における有毒・有害な物質の水質基準(公衆衛生)

| 項目 | 単位 | クラス AA | クラス A | クラス B | クラス C | クラス D ^(b) |
|---|------|--------|-------|-------|-------|----------------------|
| ヒ素 (i) | mg/L | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.01 |
| カドミウム (i) | mg/L | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.05 |
| 六価クロム (i) | mg/L | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | --- |
| シアン化合物 | mg/L | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | --- |
| 銅 (i) | mg/L | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | --- |
| 総水銀 (i) | mg/L | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| 有機リン酸系 | mg/L | nil | nil | nil | nil | nil |
| アルドリシ | mg/L | 0.001 | 0.001 | | | |
| DDT | mg/L | 0.05 | 0.05 | | | |
| ディルドリン | mg/L | 0.001 | 0.001 | | | |
| ヘプタクロル | mg/L | nil | nil | | | |
| リンデン | mg/L | 0.004 | 0.004 | | | |
| トキサフェン | mg/L | 0.005 | 0.005 | | | |
| メトキシクロル | mg/L | 0.10 | 0.10 | | | |
| クロルデン | mg/L | 0.003 | 0.003 | | | |
| エンドリン | mg/L | nil | nil | | | |
| PCB | mg/L | 0.001 | 0.001 | | | |
| 備考: 1. 有機リン化合物と塩素化炭化水素の規制値は、暫定値を示す。バリウム、コバルト、フッ化物、鉄、リチウム、マンガン、ニッケル、セレン、銀及びバナジウムについて考慮される。 2. 備考は表5.13.3参照 | | | | | | |

出典：DENR 省令第 1990 - 34 号 改定水利用及び水質基準の改定 第 68 節及び 69 節、1997 NPCC 規則第 3 章

3) 排水基準

排水基準は、表 5.1.20、表 5.1.21 に示すように水域のカテゴリー別に DENR が設定している。

表 5.1.20 排水基準: 有毒・有害物質 (健康に対して最大許容値)

| パラメータ | 単位 | 保護水域 | | 淡水域 | 海水域 | |
|---|------|-----------------------------|-------------------------------|-------|-----------|-----------|
| | | カテゴリーI (クラス AA 及び SA) | カテゴリーII (クラス A、B 及び SB) | クラス C | クラス SC | クラス SD |
| ヒ素 | mg/L | ^(b) | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 |
| カドミウム | mg/L | ^(b) | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.2 |
| クロム | mg/L | ^(b) | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.5 |
| 六価シアン | mg/L | ^(b) | 0.1 | 0.2 | 0.2 | - |
| 銅 | mg/L | ^(b) | 0.1 | 0.3 | 0.5 | - |
| 総水銀 | mg/L | ^(b) | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.01 |
| PCB | mg/L | ^(b) | 0.003 | 0.003 | 0.003 | - |
| ホルムアルデヒド | mg/L | ^(b) | 1.0 | 1.0 | 1.0 | - |
| (a) 特に説明のない限り最大値を示し、これを超過してはならない。 (b) 下水及び、または工場からの排水は禁止または認められない。 | | | | | | |

出典：DENR 省令第 1990 - 35 号

表 5.1.21 排水基準値:慣例的または他の汚染物質
 (保護水域カテゴリーI 及び II 並びに陸水域クラス C)

| パラメータ | 単位 | 保護水域 | | 淡水域 | | 海水域 | クラス SD 及び他の沿岸域 |
|----------------------------|---------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| | | カテゴリー I (クラス AA 及び SA) | カテゴリー II (クラス A、 B 及び SB) | クラス C ^(a) | クラス D | クラス SC | クラス 分類なし |
| 色 | PCU | (b) | 100 | 150 ^(c) | - | - | - |
| 温度 | °C 上昇 | (b) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| pH | | (b) | 6.0-9.0 | 6.5-9.0 | 6.0-9.0 | 6.0-9.0 | 5.0-9.0 |
| 化学的酸素要求量 | mg/L | (b) | 60 | 100 | 200 | 200 | 200 |
| 沈殿性物質(1-時間) | mg/L | (b) | 0.3 | 0.5 | - | - | - |
| 生物的酸素要求量 (5-days, 20°C) | mg/L | (b) | 30 | 50 | 120 | 100 | 120 |
| 全浮遊物質 | mg/L | (b) | 50 | 70 | 150 | 150 | (d) |
| 全蒸発残留物 | mg/L | (b) | 1,000 | - | 1,500 ^(e) | - | - |
| 界面活性剤 (MBAS) | mg/L | (b) | 2.0 | 5.0 | - | 10 | - |
| 油分 | mg/L | (b) | 5.0 | 5.0 | - | 10 | 15 |
| フェノール類 | mg/L | (b) | 0.05 | 0.1 | - | 0.5 ^(f) | 1.0 |
| 大腸菌群数 | MPN/10 0mL | (b) | 3,000 | 10,000 | (g) | - | - |

(a) 特に説明の、全ての制限値は 90% 値で評価する。排出者がその廃水品質のモニタリングを毎日実施する場合に限り適用される。この場合でなければ、最大値が年に一度超過してはならない値を示す。
 (b) 下水及び、または工場からの排水は禁止または認められない。
 (c) 排水によって、混合域の外の受水に異常な変色が生じない
 (d) 30 mg/L を超えるの増加は不可 (乾期)
 (e) 廃水が灌漑のための単独の水供給源の場合、古い事業場で 1,500mg/L、新しい事業場で 1,000mg/L を最大許容値とする。
 (f) 魚の匂いまたは味に影響を与える濃度であってはならない
 (g) 廃水が生鮮野菜と果物収穫のために使用される場合、糞便性大腸菌群は 500 MPN/100mL 未満とする。

出典 : DENR 省令第 1990 - 35 号

2) 下水処理施設に関わる許認可

下水道事業を開始するにあたり、環境関係法令に基づく許認可等を得る必要がある。一般的な環境に関する許認可を表 5.1.22 に示す。

表 5.1.22 下水道事業に必要な環境関連許認可等

| 法的許認可/ 連絡 | 主担当部局 | 備考 | 事業段階 | | |
|------------------|--|---|------------|-----|-----|
| | | | 工事前 計画時 | 工事中 | 供用時 |
| 環境適合証明書 | DENR-環境管理局 (DENR-EMB) | フィリピン環境影響報告書システム (PD1586) | ● | | |
| 水使用許可 | 水資源理事会 (NWRB) | 地下または地上水の使用(RD1067) | ● | | |
| 森林伐採許可 | DENR-地方森林管理局 | フィリピン森林法 (PD 705)に基づき、樹木伐採の許可 | | ● | |
| ココナッツ伐採許可 | フィリピンココナッツ機関 (PCA) | ココナッツを伐採する際の許可 (RA 8048) | | ● | |
| LLDA 承認 | ラグナ湖開発機関 (LLDA) | LLDA 管轄区域内においては、全ての処理施設の建設前に LLDA 承認が必要 | ● | ● | ● |
| 消防許可、廃棄物処理、事業許可等 | 地方自治体 (LGU) | 立地場所に応じた必要な許認可 | ● | | |
| 適合証明書 | エネルギー管理委員会(ERC) | 電力工業改正法(RA 9136 or EPIRA)及びエネルギー管理委員 (ERC) ガイドラインに基づき事業場の設立の際にはERCからの適合証明書 (COC)が必要 | ● | | ● |
| 立地許可 | マニラ首都圏開発局 (MMDA) | 交通管理等 | ● | | ● |
| ジェネレータ取扱許可 | エネルギー管理委員会(ERC) | STP 内でのジェネレータの設置使用許可 (PA 9136) | | | ● |
| | DENR | ジェネレータを設置する全ての施設は大気浄化法の届出が必要(RA 8749) | | | |
| 排水水許可 | ラグナ湖開発機関、 DENR-環境管理局 (マニラ首都圏または地域 IV-A) (処理場の場所による) | 排水水の発生する事業は排水許可を取得する (RA9275)。排水許可の有効期間は3年 | | | ● |
| 危険物発生者 ID | DENR-環境管理局 (DENR-EMB) | 危険物を発生する事業者は危険物発生者の ID が必要(RA6969)。マニラッド社は危険廃棄物の輸送が認められており、登録された車両のみが運搬可能である。 | | | ● |
| 汚泥許可 | 肥料農薬公社 (FPA) | 汚泥を灌漑や農業への再利用する際に承認が必要 | | | ● |
| 自己モニタリング報告書 | DENR-環境管理局 (DENR-EMB) | 常時稼働の事業場は自己モニタリング報告書の提出が義務付けられている (DAO 2003-27, DAO No.1992-26) | | | ● |
| 運搬 | 公共事業道路省 (DPWH) | 特に STP 施設の運搬時 | ● | | ● |
| 地震データ | フィリピン火山・地震学学会 (PHILVOCS) | 地震による影響を事前に把握したい際の問い合わせ | ● | | ● |
| 雨量データ | フィリピン気象天文庁(PAGASA) | 降雨や気象データの収集 | ● | | ● |

出典：JICA 調査団

(2) 排水基準

1990年に水質基準の改定（DENR 行政命令 No. 34）及び排水基準の改定（DENR 行政命令 No. 35）が発令された。2010年3月には、マニラ湾への排水基準に関して、従来沿岸水域のカテゴリーに適用されていたクラス SC に替えて、保護水域に適用されるクラス SB にすることが DENR より発令された。クラス SB、沿岸水域クラス SC、及び内陸水クラス SC の排水許容限度を、表 5.3.23 に示す。現行法において、調査対象地域内の水域は、内陸水域クラス SC として分類されている。

表 5.1.23 カテゴリー別の排水基準（DAO 35）

| 項目 | 放流水の分類 | | |
|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | 保護水域 (クラス SB) | 沿岸水域 (クラス SC) | 内陸水 (クラス SC) |
| 色度 | 100 PCU | - | 150 PCU |
| 許容温度上昇 (°C) | 3 | 3 | 3 |
| pH | 6.0 - 9.0 | 6.0 - 9.0 | 6.5 - 9.0 |
| 化学的酸素要求量 (COD) | 60 mg/L | 200 mg/L | 100 mg/L |
| 生物化学的酸素要求量 (BOD) | 30 mg/L | 100 mg/L | 50 mg/L |
| 総懸濁物質濃度 (TSS) | 50 mg/L | 150 mg/L | 70 mg/L |
| 大腸菌群数 (100 mL 中) | 3,000 MPN | - | 10,000 MPN |

備考：PCU は白金-コバルトスケールを表し、MPN は最確数を表す。

内陸水は、上水道や親水施設以外の目的で有効利用される湖沼、貯水池、河川、小川などの水源や水路の水域を表す。潮の影響を受ける河川や小川は、規格としては内陸水であるとされる。

出典：DENR、1990年

また、現在は排水基準を見直す動きもあり、新排水基準は、現在 DENR による承認を待っている状態である。新基準では、窒素とリンの濃度が追加される予定である。新排水基準が正式に施行されると、新規の下水処理施設全てが新基準を満たす必要があり、窒素及びリン除去への対応が必要とされる。新排水基準を表 5.1.24 に示す。

表 5.1.24 将来導入予定の新排水基準

| 項目 | DAO 35 | | Draft DAO 2008 |
|------------------|------------------|-----------|----------------|
| | 保護水域 (クラス SB) | クラス SB | クラス SC |
| 色度 | 100 PCU | 100 PCU | 150 PCU |
| 許容温度上昇 (°C) | 3 | 3 | 3 |
| pH | 6.0 - 9.0 | 6.5 - 9.0 | 6.0 - 9.0 |
| 化学的酸素要求量 (COD) | 60 mg/L | 60 mg/L | 200 mg/L |
| 生物化学的酸素要求量 (BOD) | 30 mg/L | 30 mg/L | 100 mg/L |
| 総懸濁物質濃度 (TSS) | 50 mg/L | 70 mg/L | 100 mg/L |
| 大腸菌群数 (100 mL 中) | 3,000 MPN | 3,000 MPN | 10,000 MPN |
| 窒素 | - | 20 mg/L | 20 mg/L |
| リン | - | 1 mg/L | 1 mg/L |

備考：PCU は白金-コバルトスケールを表し、MPN は最確数を表す。

出典：DAO 35 and Draft DAO2008

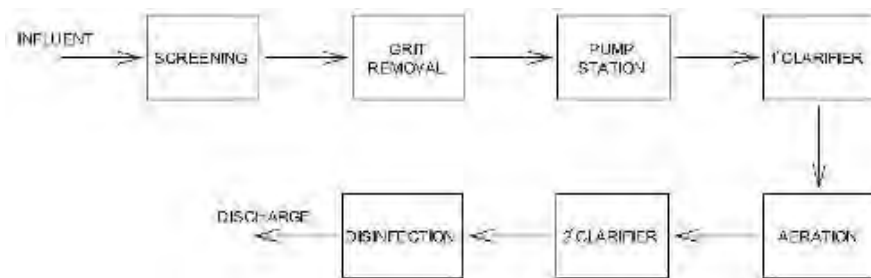
(3) 処理水質の提案

上述した現在の基準から、下水処理場の設計においては、表 5.1.23 に示すクラス SC の適用が必要である。また、将来的に発行される新基準においても同じカテゴリーに分類されている。しかしながら、2037 年を目標とする本調査においては、クラス SB を適用することが合理的であり、下水処理場の基本設計における窒素およびリンの除去については、将来的に導入することが望ましい。2010 年に発行された DENR 基本合意書 No. 2010-08 では、「…最高裁判決に準拠し、マニラ湾の水質はクラス SB を満足すること。」と記載されている。

5.1.9 下水処理

(1) 前処理

前処理は、流入水中の粗い固形物の除去を行い、流入ポンプ等の設備の運転に支障とならないように行われる。図 5.1.18 に下水処理場における処理フローを示す。前処理は、スクリーンとし渣の除去が主な目的である。整流設備は必要によって設置される。



出典：JICA 調査団

図 5.1.18 下水処理場における処理フロー

(2) 一次処理

一次処理では、円形または長方形の沈殿池において、SS を約 60% 除去する。また、BOD 除去率は、30% 程度である。最初沈殿池は、嫌気性下の脱窒反応で窒素ガスが発生しないよう、下水と汚泥の滞留時間を調整している。汚泥については、汚泥掻寄せ機で掻き集められ、連続的に引抜きが行われる。

供用開始直後は、乾期であっても濃度の薄い汚水が流入すると考えられる。活性汚泥法で (CAS 法) 汚水を効率的に処理するため、BOD はある程度確保しておく必要がある。東南アジア諸国や中国で採用されているような、流入水を直接反応槽へ流入させる方法 (ステップ流入) を導入することも検討が必要である。回分式活性汚泥法 (SBR 法) による二次処理では、最初沈殿池を省略するため、流量調整池を設けている。

最初沈殿池は、雨水が流入する場合、特に雨期において、汚水を含む初期雨水中

に砂等の固形物が大量に含まれる。よって、これらの粗い固形物を一次処理（沈殿）するために必要な設備である。

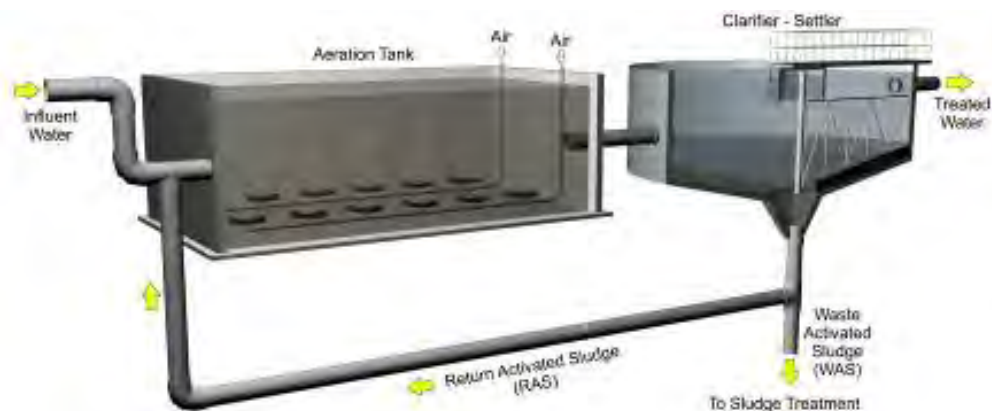
(3) 二次処理

生物学的二次処理では、図 5.1.18 に示したようなエアレーションを行い、活性汚泥を用いた処理方法が一般的である。通常は、反応槽の底部に散気装置を設置する。処理効率は、気泡が微細な程向上する。反応槽は計画日最大汚水量で設計し、流入汚水と、生物処理を維持するために最終沈殿池からの返送汚泥が投入される。最終沈殿池で沈殿した汚泥は、最初沈殿池と同様に掻寄せ機を用いて回収される。また、最終沈殿池を省略できる方法として、膜を用いた処理方法がある。二次処理では、以下のような処理方法が挙げられる。

- CAS 法
- SBR 法
- オキシデーションディッチ法（OD 法）
- 移動床式生物膜リアクター（MBBR 法）
- 膜分離活性汚泥法（MBR 法）

1) CAS 法

CAS 法は、最も一般的な生物処理方法であり、効率的に BOD 等の有機物及び固形物（SS）を除去することができる。活性汚泥は、有機物を分解し増殖する。そのため、汚泥濃度（MLSS）の管理が必要であり、汚泥が増加した分は引抜きが必要である。また、反応槽の前段に嫌気槽及び無酸素槽を設置すると窒素やリンの除去も可能となり、処理プロセスの変更に対応しやすい。また、負荷量の変動にも対応しやすく、雨期と乾期に分かれているマニラ首都圏においては、適している処理プロセスである。図 5.1.19 に CAS 法の模式図を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1.19 CAS 法の模式図

2) 活性汚泥変法

マニラ首都圏では、既存及び現在建設中の下水処理場は、主に CAS 法と SBR 法である。また、それらの多くは SBR 法である。CAS 法は、効率的な処理プロセスであるが、いくつかの課題もある。例えば、返送汚泥は反応タンクの前段に投入されるため、必要酸素量が大きくなる場合である。

このような CAS 法の課題を改善するために、CAS 法を基にした活性汚泥変法が考案されている。一般的な汚水処理方法を表 5.1.25 に示す。

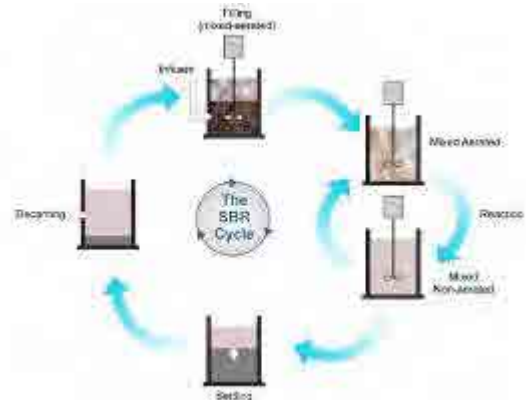
表 5.1.25 CAS 法を基にした汚水処理方法

| No. | 処理方法 | 概要 | 備考 |
|-----|-------------------------|--|------------------------------------|
| 1 | テーバード エアレーション | 処理フローは、CAS法に同じ。違いは、エアレーションタンクの入り口で後段よりも多くの空気量を必要とするため、ディフューザーの配置である。長所は、建設コスト・維持管理コストの削減および過曝気によって硝化菌が増殖することを防止できることである。 | 生物学的硝化脱窒 (BNR) のための運転変更の余地がない。 |
| 2 | ステップ流 入式活性汚 泥法 | 必要酸素量が不均一となるCAS法の課題を解決するために導入された。流入下水はエアレーションタンクの複数の部屋に投入され、返送汚泥は、前段に投入される。 | マニラッド社で適用可能で、生物学的硝化脱窒法に変更可能である。 |
| 3 | 完全混合型 活性汚泥法 | 下水と返送汚泥を、反応タンクの中で、殆ど即時に混合する。ショックロードに強く、エアレーションタンク内で均一な必要酸素量を維持する。 | CAS法の完全混合型施設である。 |
| 4 | コンタクト スタビリゼ ーション法 | 活性汚泥の吸着作用をしたもの。処理の過程で、2段階の反応である、即ち、活性汚泥が、浮遊性・溶解性物質を吸着し、その後、分解・安定化させる。 | BNR への改善は、複雑である。 |
| 5 | 長時間エア レーション 法 | 活性汚泥は長時間、曝気され、内生呼吸段階を維持する。ショックロードに強く、汚泥発生量が少ない。小規模処理場に適する。 | マニラッド社で適用可能なBNRの典型的な方法である。 |
| 6 | ハイレート 法 | エアレーションタンク内の滞留時間が短く、F/M比が高い。活性汚泥の成長速度が速い。高濃度下水の前処理に利用される。放流水の水質基準が厳しい場合には適用不可である。 | 新排水基準は、窒素除去を規定するので、マニラッド社では適用できない。 |
| 7 | OD法 | 円形または楕円形の水路で構成される処理プロセス。機械式エアレーターによって、曝気・混合・攪拌される。間欠または連続曝気の長時間エアレーション法で運転される。 | BNRが可能である。 |
| 8 | クラウド プロセス | 窒素分の不足する下水に適用するために開発されたプロセス。長所は、低濃度窒素除去とMLSSの沈降性を改善する。 | マニラッド社では適用できない。都市排水は十分な窒素分と有機分を含む。 |
| 9 | 酸素活性汚 泥法 | 空気の代わりに純酸素を利用し、酸素移動効率を高めた。反応タンクは覆蓋され、酸素を循環利用する。 | O&Mコストが高く、経済的でない。 |
| 10 | SBR法 | 単槽で間欠運転の活性汚泥法である。運転モードは、下水流入ー生物反応ー沈殿ー排水ー待機モードで運転される。 | 必要な用地面積が小さく、マニラッド社でも実績がある。 |

出典：JICA 調査団

3) SBR 法

SBR 法は、下水流入から排水までを間欠的に運転する活性汚泥法であり、MLSS の均一化、曝気、沈殿、排水を 1 つのタンクで行う。図 5.1.20 に SBR 法の処理プロセスを示す。汚泥の引抜きは、沈殿プロセス中に行われる。SBR 法では、下水流入時は、水量・水質のピーク変動を緩和する調整タンクの役割を果たす。タンクが満たされると曝気プロセスに移行するため、連続的な流入が行われなくなる。一定時間の曝気が行われた後に沈殿プロセスへと移行し、上澄みの処理水を排水する。水処理の中で発生する余剰汚泥は、どのプロセスにおいても排出が可能である。このように、1 つのタンクですべての処理プロセスが行われるため、用地取得が困難な地域で適用が可能である。また、窒素・リン除去に関しては運転サイクルを調整することで容易に対応が可能である。



出典：JICA 調査団

図 5.1.20 SBR 法の処理プロセス

4) OD 法

OD 法は、円形または楕円形の無終端水路の反応槽を有する簡素で効率的な活性汚泥法である。OD 法では、反応槽は CAS 法よりも浅く、SRT (汚泥滞留時間) が長い。よって、運転方法は長時間エアレーション法と類似している。汚泥は、反応槽内で MLSS として保持される。最終沈殿池が必要であり、放流に際して再曝気が必要となる場合がある。図 5.1.21 に OD 法の模式図を示す。



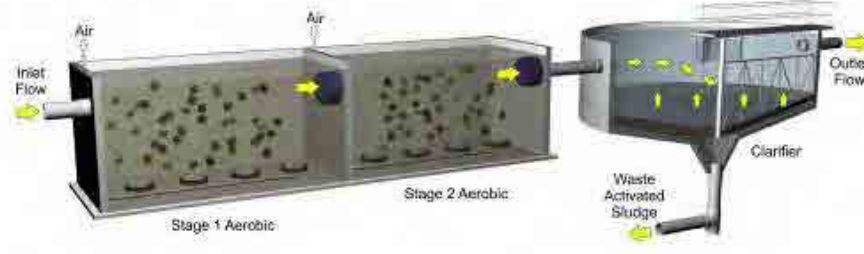
出典：JICA 調査団

図 5.1.21 OD 法の模式図

5) MBBR 法

MBBR 法の特徴は、生物膜中に多量の微生物を保持する担体を使用することである。反応槽は、BOD を除去及び硝化反応を促進するために好気状態とし、脱窒反応で窒素を除去する際は無酸素状態で運転する。担体は、運転中は継続して槽内を循環している。好気槽ではこの循環が酸素移動効率を向上させる。また、無酸素槽で

は、水中攪拌機により循環を行う。担体の投入量は、反応槽の容積の約 70%程度とする。図 5.1.22 に MBBR 法の模式図を示す。

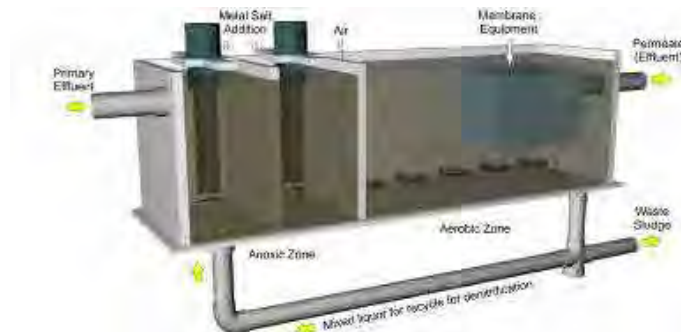


出典：JICA 調査団

図 5.1.22 MBBR 法の模式図

6) MBR 法

MBR 法は、浸漬型の膜を利用した単一槽の完全混合型活性汚泥法である。MBR 法では、汚水をポンプの吸引力を利用して連続的に生物膜を通過させ、処理を行う。SBR 法と同様に、MLSS が槽内に保持されるので、最終沈殿池が省略できる。また、膜ユニットは反応槽内に設置されるので、ろ過プロセスに要する用地や施設の設置が必要ない。また、生物学的窒素除去を図るため、無酸素槽（脱窒層）を設ける。図 5.1.23 に MBR 法の模式図を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1.23 MBR 法の模式図

(4) 消毒

消毒は、放流先へ処理水を放流する前に行う。消毒方法には、一般的で安価な塩素消毒のほか、UV（紫外線）消毒やオゾン消毒等の方法があるが、費用が高い。

(5) 下水処理方法の提案

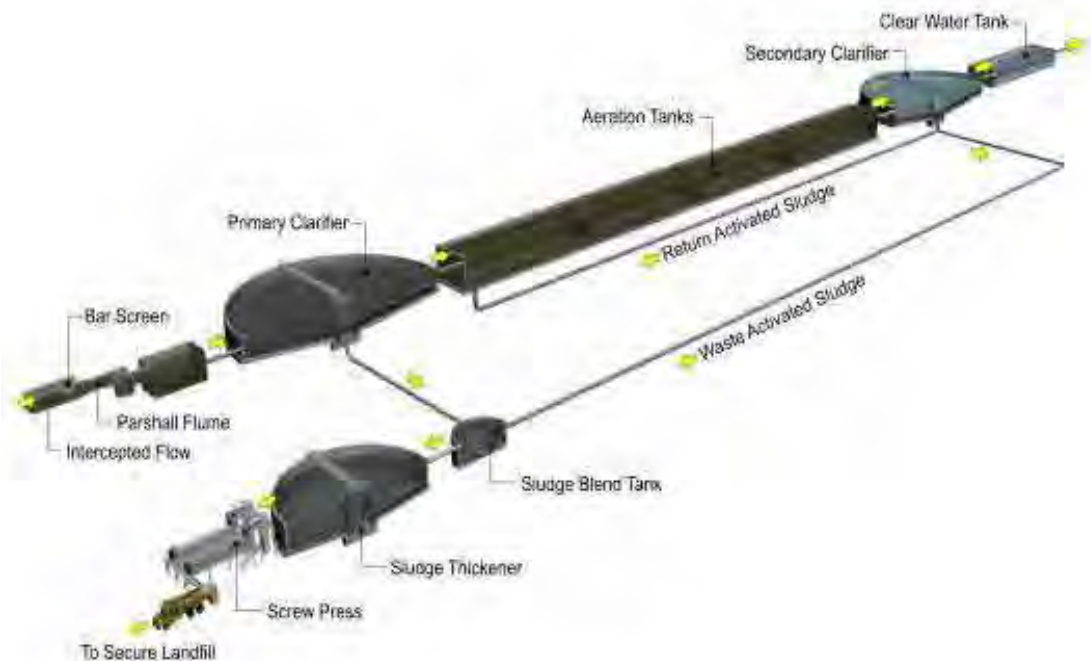
上述した水処理法のうち、CAS 法、BBR 法、OD 法について、経済性、用地面積、将来の水質基準への対応、環境影響等を考慮し、下水処理プロセスについて処理方式の選定を行った。比較検討結果を表 5.1.26 に示す。放流基準は、クラス SB とするが、窒素及びリン除去については段階的に対応していく方針とする。本フィージビ

リティ調査においては、汚濁負荷量の変動に対する適正、将来的な窒素及びリン除去への対応、用地面積を考慮して、CAS法を採用することとした。図 5.1.24 に提案する処理プロセスを示す。

表 5.1.26 処理方式の比較検討

| 処理方式 | CAS | SMR | OD |
|----------------|------------------|------------------------------------|--------------|
| 窒素・リン除去除去 | 施設の改装により対応可能 | サイクルによる。 2サイクル：○ 4サイクル：× | 滞留時間が長いため、可能 |
| 用地 | 省スペース化が可能 | 2サイクルでは広い用地が必要だが、4サイクルでは、省スペース化が可能 | 広い用地が必要 |
| 水理学的滞留時間 (HRT) | 12 時間 | 24 時間 (2 サイクル) 12 時間 (4 サイクル) | 36 時間 |
| 大規模処理場への適用 | 適 | 適 | 不適 |
| 小規模処理場への適用 | 負荷変動が大きくなるため、不適。 | 負荷変動が大きい場合でも対応できるため、適。 | 小規模な水処理に最適。 |
| 改築の容易性 | 容易 | 代替施設の確保が難しい | 容易 |
| 判定 | ○ | △ | × |

出典 JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.1.24 提案する水処理プロセス

5.1.10 汚泥処理

(1) 汚泥処理の方法

汚泥の処理処分方法は、環境に影響を与える可能性もあることから、重要な検討事項である。汚泥は、水処理プロセスの中で余剰汚泥として発生する。臭気等の悪影響を防止するため、汚泥を安定化させ、脱水を行って減量した後、埋立てやコンポスト化等、適切に処分する必要がある。表 5.1.27 に汚泥処理処分方法を示す。

表 5.1.27 汚泥の処理・処分方法

| 汚泥処理・処分方法 | 運転方法・目的 |
|-------------|---|
| 汚泥濃縮 | 汚泥を濃縮し、消化や脱水が進行しやすいようにする。重力濃縮、機械濃縮等がある。 |
| 嫌気性消化／好気性消化 | 嫌気性または好気性状態で汚泥を消化（有機物を除去）し、汚泥の安定化を図る。 |
| 機械脱水 | 汚泥中の水分まで取り除き（含水率：80%程度）、汚泥の減量化を図る。ベルトプレスまたは遠心脱水機を用いる。 |
| 天日乾燥 | 太陽光による自然乾燥で含水率を 10%から 20%にし、汚泥量を 5 分の 1 程度まで減量化する。 |
| 温室乾燥 | 温室での乾燥を促進して含水率を 10%から 20%にし、汚泥量を 5 分の 1 程度まで減量化する。 |
| コンポスト化 | 汚泥の安定化、減量化を行い、堆肥等として再利用する。 |
| 機械乾燥 | 機械で乾燥を促進して含水率を 10%から 20%にし、汚泥量を 5 分の 1 程度まで減量化する。 |

出典：JICA 調査団

1) 汚泥濃縮

生汚泥および余剰汚泥の混合汚泥は、通常、固形分 1%（含水率 99%）である。機械脱水の前段として、固形分 3～5%まで濃縮する。余剰汚泥は濃縮しにくいので、大規模処理場では、生汚泥と余剰汚泥を分けて濃縮する分離濃縮を採用している場合もある。汚泥の濃縮方法は、重力式と機械式に大きく分けられる。重力濃縮では、一般に円形の沈殿池に類似した濃縮槽で行い、中央部に汚泥掻寄せ機を設置する。機械濃縮では、溶存空気を利用した浮上濃縮、遠心濃縮、ベルトプレス等の方法がある。この場合、濃縮を促進させるため、ポリマー、硫酸第 1 鉄を凝集剤として添加する。

2) 嫌気性及び好気性消化

汚泥を消化する目的は、嫌気性または好気性状態で有機物を分解し、汚泥を安定化させることである。有機物の分解は、コンポスト化や焼却によっても進行するが、消化を行うことで有機物の分解が効率的に進行する。消化を嫌気性で行うか、好気性で行うかは汚泥の処分方法によっても異なるため十分検討が必要である。好気性消化は、主に小規模処理場で採用されてきたが、曝気が必要なため高コストである。しかしながら、汚泥中の有機物は嫌気性消化と同等である。嫌気性消化は大規模処理場で採用され、処理過程の中で生成する消化ガスを取り出し、場内の熱源として

再利用することも可能である。

3) 機械脱水

脱水を行い、汚泥を減量化することで、運搬費の削減が可能となる。脱水設備は、凝集剤と定期的な保守・点検を必要とする。脱水機の機種は、汚泥脱水の効率と維持管理性を検討して選定する。

4) 天日乾燥

天日乾燥は、土壌の改良剤や汚泥燃料等、汚泥の利用に有効である。臭気・水分を取り除き減量化することで、運搬等の扱いも容易となる。天日乾燥は、乾燥した地域で有効であるが、湿度の高い地域では、温室乾燥や機械乾燥が有効である。

5) コンポスト化

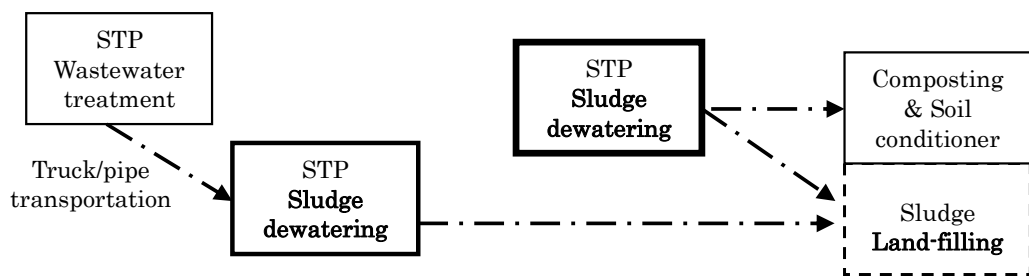
コンポスト化は、天日乾燥や温室乾燥等で進行する。乾燥させた汚泥を集積することで好熱細菌が寄生し、病原菌の殺菌や不活性化を促進する。その結果、汚泥が安定化しコンポストとして再利用が可能となる。

(2) 段階的汚泥処理

汚泥処理は、下水道サービスの拡張、水処理の向上を考慮し、環境配慮と併せて段階的に整備を行う必要がある。

1) 初期の汚泥処理

図 5.1.25 に示すように、個々の処理場に汚泥脱水施設を設置する。汚泥は環境基準を満足することを確認した上で、埋立てを行う。

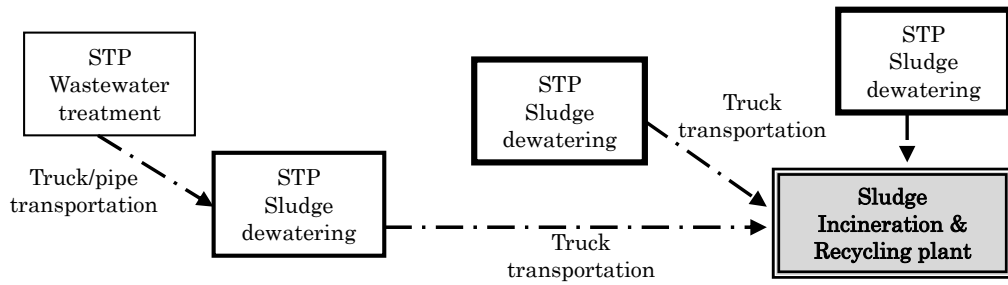


出典 JICA 調査団

図 5.1.25 初期段階の汚泥処理

2) 中期的な汚泥処理

下水道の普及が進むと、汚水、汚泥の量が増加し、埋立用地の確保も困難となってくる。よって、図 5.1.26 に示すように、汚泥再利用施設を設置し、脱水汚泥はリサイクルする。

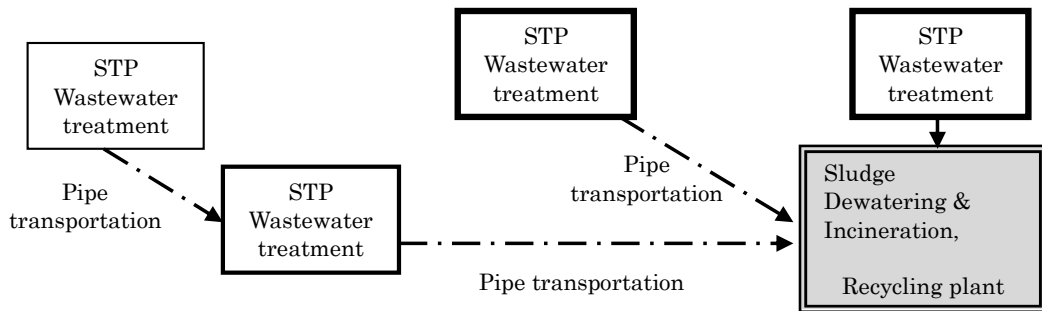


出典：JICA 調査団

図 5.1.26 中期的な汚泥処理

3) 長期的な汚泥処理

汚水量が増加するにつれて、図 5.1.27 に示すように汚水処理量が増え、生成する汚泥量も増加する。環境への影響も懸念されることから、脱水汚泥の埋立用地も制限される。よって、汚泥のリサイクルや減量を行う必要が生じる。脱水施設は、費用、環境配慮、処理効率の向上を考慮して、管路を通して汚泥処理場へ輸送し処理するよう変更する。



出典：JICA 調査団

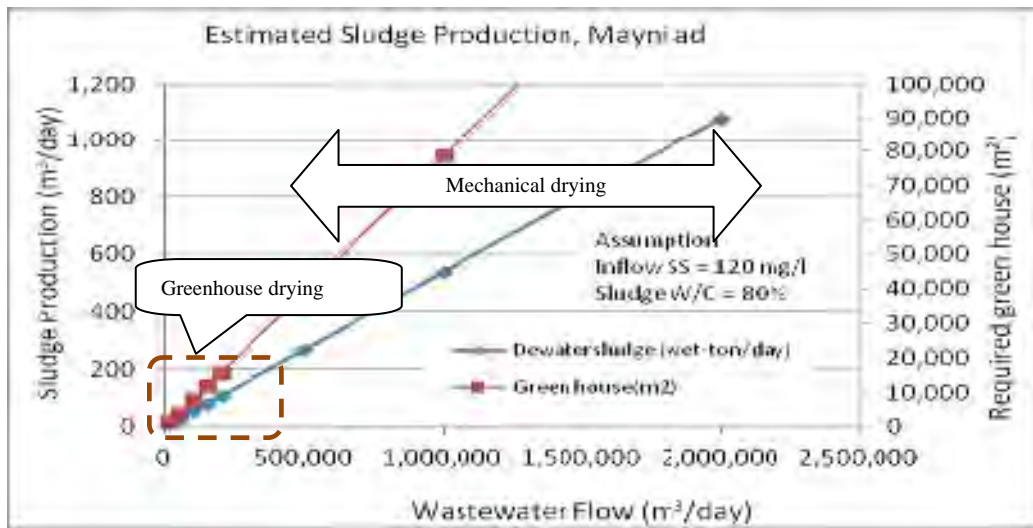
図 5.1.27 長期的な汚泥処理

4) 段階的汚泥処理の整理

段階的汚泥処理は、次の方針とすることが望ましい。

- 初期段階：汚泥脱水 → 乾燥／コンポスト化 → 埋立て
- 中・長期：汚泥脱水 → 乾燥／コンポスト化 → 汚泥利用

図 5.1.28 に汚泥量の増加と汚泥管理の関係を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1.28 汚泥量の増加と汚泥管理の関係

(3) 汚泥処理及び処分についての提案

汚泥処理は、汚泥混合、濃縮及び脱水まで行うこととする。

1) 汚泥混合

最初及び最終沈殿池からの余剰汚泥は、ポンプによって引抜かれ汚泥混合槽へ輸送される。輸送された汚泥は、濃縮効率を向上させるため、汚泥が均等になるよう混合が必要である。混合時間は 1 時間程度であり、その後濃縮槽へ輸送される。混合槽では、攪拌機等の設備の設置が必要で、運転時には、希釈水、pH 調整材等の薬品類も必要である。

2) 汚泥濃縮

円形の濃縮槽による重力濃縮を行う。濃縮槽に輸送された汚泥は、濃縮槽の上層では液相、中層部では汚泥が水分と混合している相、そして下層に濃縮汚泥相の 3 つの相に分けられる。濃縮汚泥相では、汚泥の固形分が堆積している。汚泥中の水分は、一部取り除かれ、薬品の添加により濃縮槽の上層へと移動する。濃縮後の上澄みは、最初沈殿池に返送され、濃縮汚泥は、底部から引き抜かれ脱水施設へと輸送される。

3) 汚泥脱水

機械による脱水を行い、汚泥の水分を取り除く。脱水ケーキは、埋立て処分やコンポスト化、トラックによる処分場への輸送が行われる。

4) 汚泥の処分

汚泥は、CAS 法等の汚水処理の過程により生成するが、処理・処分においては適

切に行う必要がある。汚泥の処分方法としては、埋立て、土壌利用等考えられるが、その際には、環境に影響が及ぶことがないように、汚泥の性質を把握した上で、適切に取り扱う必要がある。

5.1.11 施工方法の検討

(1) 管路施設の建設

下水道管路の建設方法は、開削工法と非開削工法のどちらかである。施工方法の選定においては、管径、埋設深、土質、地下水位、他の地下埋設物等、交通状況等を総合的に考慮する必要がある。表 5.1.28 に開削工法と非開削工法の比較を示す。

1) 開削工法

開削工法は、排水路や下水道の布設において、特に埋設深が浅い場合に一般的に用いられる工法である。本調査の対象地域においても一部の区間は、開削工法による施工が適用される。しかしながら、開削時には土留め等の作業、材料が必要となる。また、地下水位が高い場合には、施工が困難となり、地下水を排水しながら施工する必要がある。また、開削により、通信、電気、ガス等の地下埋設物を損傷させるリスクも存在するため、地下埋設物の状況について、十分把握しておくことが重要である。開削工法は、非開削工法に比べて容易で安価であるが、スペースがない箇所や交通量が多い箇所では適さない。

2) 非開削工法

非開削工法は、開削工法が適さない箇所で適用され、埋設深さが深い場合、地下水がある場合の施工においても有利である。非開削工法では、推進工法とシールド工法があり、シールド工法は、主に管径 2,000 mm 以上の大口径管路の布設に適用される。

表 5.1.28 開削工法及び非開削工法の比較

| 工法 | 開削工法 | 非開削工法 | |
|----------|--|---|--|
| | | 推進工法 | シールド工法 |
| 概要 | <ul style="list-style-type: none"> - 人力あるいは機械により掘削した溝に管を布設し、埋め戻しを行う。 - 最も安価で容易な工法であるが、埋設深さが深い場合、非経済的である。 - 土留工や支保工が必要である。 - 全て地上作業となる。 - 最適な埋設深さは 6 m 程度までが妥当である。 | <ul style="list-style-type: none"> - 発進立坑から到達立坑までの間を掘進しながら二次製品の管体を布設する。 - 立坑箇所掘削が必要となる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 推進工法と同様に立坑を作業基地としてトンネルを築造する。 - トンネル先端部に設置したシールド機を用いて、トンネル本体となるセグメントを組立てながら土中を掘進する。 - 長距離施工や大断面施工に適している。 |
| 適用管径 | <ul style="list-style-type: none"> - 3,000 mm 以下 | <ul style="list-style-type: none"> - 150 mm – 3,000 mm | <ul style="list-style-type: none"> - 1,350 mm – 10,000 mm 以上 - 日本の実績では 14 m まで |
| 適用延長 | <ul style="list-style-type: none"> - 制限なし | <ul style="list-style-type: none"> - 一工程で約 1,000 m まで (一般的には 150 m to 500 m.) | <ul style="list-style-type: none"> - 一工程で 2,000 m まで (特殊マシンの使用によりさらに長距離施工も可能) |
| 施工費用 | <ul style="list-style-type: none"> - 埋設深が浅い場合には最も安価。 | <ul style="list-style-type: none"> - 埋設深さが深い場合、開削工法よりも安価となる。 - 地盤が軟弱あるいは地下水位が高い場合、地盤改良が必要となり高価になる。 - 一般的に同条件下においては、2,000 mm まではシールド工法よりも安価である。 | <ul style="list-style-type: none"> - 一般的に開削工法及び推進工法よりも高価である。 |
| 周辺環境への影響 | <ul style="list-style-type: none"> - 交通量が多い箇所での施工の場合、周辺環境への影響が非常に大きい。 - 掘削作業に伴う騒音・振動等が発生するため、周辺への影響が大きい。 | <ul style="list-style-type: none"> - 掘削は立坑箇所に限られるため、道路交通への影響を抑えることができる。 - 掘削に伴う騒音・振動は、立坑箇所に限られる。 - 地盤が軟弱な箇所の施工の場合、地盤沈下の原因となる場合がある。 | <ul style="list-style-type: none"> - 掘削は立坑箇所に限られるため、道路交通への影響を抑えることができる。 - 掘削に伴う騒音・振動は、立坑箇所に限られる。 - 地盤が軟弱な箇所の施工の場合、地盤沈下の原因となる場合がある。 |
| 施工性 | <ul style="list-style-type: none"> - 最も簡易な工法である。 - 施工後に土質が部分的に変わっていたり、埋設物が新たに見つかったりした場合に対応がしやすい。 - 地下水位が掘削深さよりも高い場合、地下水位を下げることは困難であり、施工環境が悪くなる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 掘削量は管布設工法の中で最小である。 - 立坑及び作業ヤード面積は、シールド工法に比べて小さい。 - 施工開始後に土質が部分的に変わっていたり、障害となる埋設物があつたりする場合は、対応が難しい。 | <ul style="list-style-type: none"> - 掘削土量は推進工法に比べて多い。 - 立坑及びプラントに必要な面積は推進工法よりも大きい。 - 施工開始後に土質が部分的に変わっていたり、障害となる埋設物があつたりする場合は、対応が難しい。 - 長距離掘進及び曲線部掘進が可能である。 |
| 工期 | <ul style="list-style-type: none"> - 大規模な埋設物の撤去・復旧がなければ、一般的に他の工法よりも工期は短い。 | <ul style="list-style-type: none"> - 二次製品の管材を使用するため、シールド工法よりも工期は短い。 | <ul style="list-style-type: none"> - 推進工法よりも工期は長い。 |
| その他 | <ul style="list-style-type: none"> - 下水管布設箇所が新設道路の場合、開削工法は許可されない場合がある。 - 河川横断や移設が困難な構造物がある場合、適用できない。 | <ul style="list-style-type: none"> - 管径 800 mm 未満の推進工法は、小口径推進工法と呼ばれる。 - 管径 700 mm 以上に適用される推進工法は、開放型と密閉型に分類され、密閉型は泥水式、土圧式、泥土圧式に分類される。 | <ul style="list-style-type: none"> - シールド工法は開放型と密閉型に分類される。 - 開放型は手掘式と機械式に分類される。 - 密閉型は、泥水式、土圧式、泥土圧式に分類される。 |

出典：JICA 調査団

(2) 下水処理場及びポンプ施設の建設

ポンプ施設と同様に下水処理場の建設において、想定される施工性の問題に対応するため、一般的な技術的手法を活用する。また、地盤条件を適切に判断することは、下水処理場及びポンプ施設の建設を行う際には非常に重要である。

カロオカン市（北部；マリラオ川流域）の地層は、きめの細かいガラス質凝灰岩、凝灰岩と火山質角礫岩、中粒砂岩で構成されている。よって、地盤改良、掘削等において特殊な施工要件は想定されないが、候補地の位置や河川水位との関係から盛土等の対応が必要になる場合が考えられる。

詳細は、5.2 節で述べるが、マリキナ川流域はマリキナ川の近くに位置している。地層は、上層部はシルトや砂利、碎屑性堆積物で構成されており、第四紀沖積層とグアダルペ層の境界付近となっている。この地域での下水処理場建設では、設計段階において地盤調査を詳細に行い、コンクリート杭の打設や先行載荷等、基礎地盤の強化を行う必要がある。また、候補地がマリキナ断層の近くに位置しているため、設計時には、耐震強度を満足する設計を行う必要も考えられる。耐震対策として、管路施設では、マンホールと管路の継手部の可とう化、マンホール浮上抑制が、処理場では、耐震構造の検討、代替施設・設備確保、最低限の処理機能（消毒＋沈殿）の確保、等が挙げられる。

5.1.12 現地再委託調査

現地再委託調査として、地形測量調査、土質調査、水質調査を行った。各調査の概要を以下に示す。

(1) 地形測量調査

1) 調査の目的

地形測量調査の目的は、下水処理場候補地の境界に地形の確認、管路ルート of 測量、既存排水路からの放流地点の確認である。

2) 調査の概要

地形測量調査の概要は、次の通りである。

- 管路ルート of 測量調査（約70 km：2流域の合計延長）
- 既存排水路からの放流地点の確認
- 河川横断部の測量、及び排水管の有無、位置の確認
- 下水処理場候補地の測量調査

3) 調査の方法

a) 座標及び標高

座標及び標高は、フィリピン国の地図及び地理情報局（NAMRIA）が採用してい

る基準に基づくこととする。調査にあたっては、最新の GPS 座標及び標高に関する情報を入手し、測量結果と照合する。

b) 水平位置の確認

水平位置の確認は、トラバース測量の精度を高めるため必要である。水平位置については、既存の情報 (BLLMs) を利用し、測量結果の精度確認を行う。

c) 鉛直位置の確認

鉛直位置の確認は、NARIA が有する水準点を基に行う。

d) 測量調査の精度

測量調査及び地形図の作成の前に、以下の対応を行い測量調査の精度確認を行う。

- GPS 観測との誤差の確認：100mm - 2ppm x L (ここで、L：基準長 (m))
- 水平位置の誤差：1:5,000
- 水準測量の誤差：20 mm \sqrt{L} (ここで、L：水準測量延長 (km))

(2) 土質調査

1) 調査の目的

土質調査の目的は、下水処理場、ポンプ施設及び管路施設の設計及び建設において必要な土質状況の把握と、土質に関する設計指標を把握することである。土質調査及び土質試験は、下水道施設の建設方法の検討において重要であり、費用の大小に関わっている。管路施設については、開削工法及び非開削工法の選定における判断指標とする。

2) 調査概要

土質調査では、ボーリング調査と室内試験を行った。表 5.1.29 に土質調査の概要を示す。

表 5.1.29 土質調査の概要

| 内容 | 項目 | 数量 |
|------------|-----------|-------|
| 1. ボーリング調査 | ボーリング | 3 箇所 |
| | 土質試料採取 | 43 試料 |
| | 地下水位調査 | 3 箇所 |
| 2. 現地試験 | 標準貫入試験 | 63 試料 |
| 3. 室内試験 | 含水率 | 43 試料 |
| | 粒度分析 | 43 試料 |
| | アッターベルグ限界 | 43 試料 |
| | 土質分類 | 43 試料 |
| | 比重 | 43 試料 |

出典：JICA 調査団

3) 調査方法

a) ボーリング調査

ボーリング調査は、マリキナ川流域で2箇所、マリラオ川流域で1箇所の合計3か所で実施した。ボーリングの深さは、20 m、15 m（以上、マリキナ川流域）、25 m（マリラオ川流域）とした。

b) 地下水位調査

地下水位は、ボーリング孔を利用し、水面までの深さを測定して確認する。地下水位測定は、ボーリング後 12 時間程度経過した時点で、水面が安定した後に測定する。

c) 標準貫入試験（ASTM D1586）

標準貫入試験は、地表から深さ1 mごとにハンマーを用いて試料を30 cm打ち込むまでの回数（N値）を測定する。打撃回数が50回を超える場合は、N値50以上とする。

d) 室内試験

室内試験の目的は、土質の物理特性を把握するために実施する。実施した試験は、次の通りである。

| | |
|-------------|------------|
| ➤ 含水率 | ASTM D2216 |
| ➤ 粒度分析 | ASTM D422 |
| ➤ アッターベルグ限界 | ASTM D4318 |
| ➤ 土質分類 | ASTM D2487 |
| ➤ 比重 | ASTM D854 |

(3) 水質調査

1) 調査の目的

水質調査の目的は、河川や水路の水質を把握し、処理場の流入水質を設定する指標とすることである。

2) 調査の概要

水質調査は、マリキナ川流域で4地点、マリラオ川流域で6地点、合計10地点で実施した。表 5.1.30 に水質調査の概要を示す。

表 5.1.30 水質調査の概要

| 内容 | 項目 | 数量 |
|-------------|-----------|-------|
| 1. 試料サンプリング | マリキナ川流域 | 4 地点 |
| | マリラオ川流域 | 6 地点 |
| 2. 水質試験 | pH (現地測定) | 30 試料 |
| | 気温 (現地測定) | 30 試料 |
| | DO (現地測定) | 30 試料 |
| | BOD | 30 試料 |
| | COD | 30 試料 |
| | SS | 30 試料 |
| | 硝酸性窒素 | 30 試料 |
| | アンモニア性窒素 | 30 試料 |

出典：JICA 調査団

3) 調査の方法

a) 試料サンプリング

試料サンプリングは、それぞれの地点において日を変えて3回（1日1回、3日間）行った。また、サンプリングの時間は、午前7時から9時の間に実施し、水深が2.5 m より浅い河川では、河川の中央部で試料を採取した。幅の広い河川においては、河川の両岸からそれぞれ、試料を採取した。

b) 水質試験

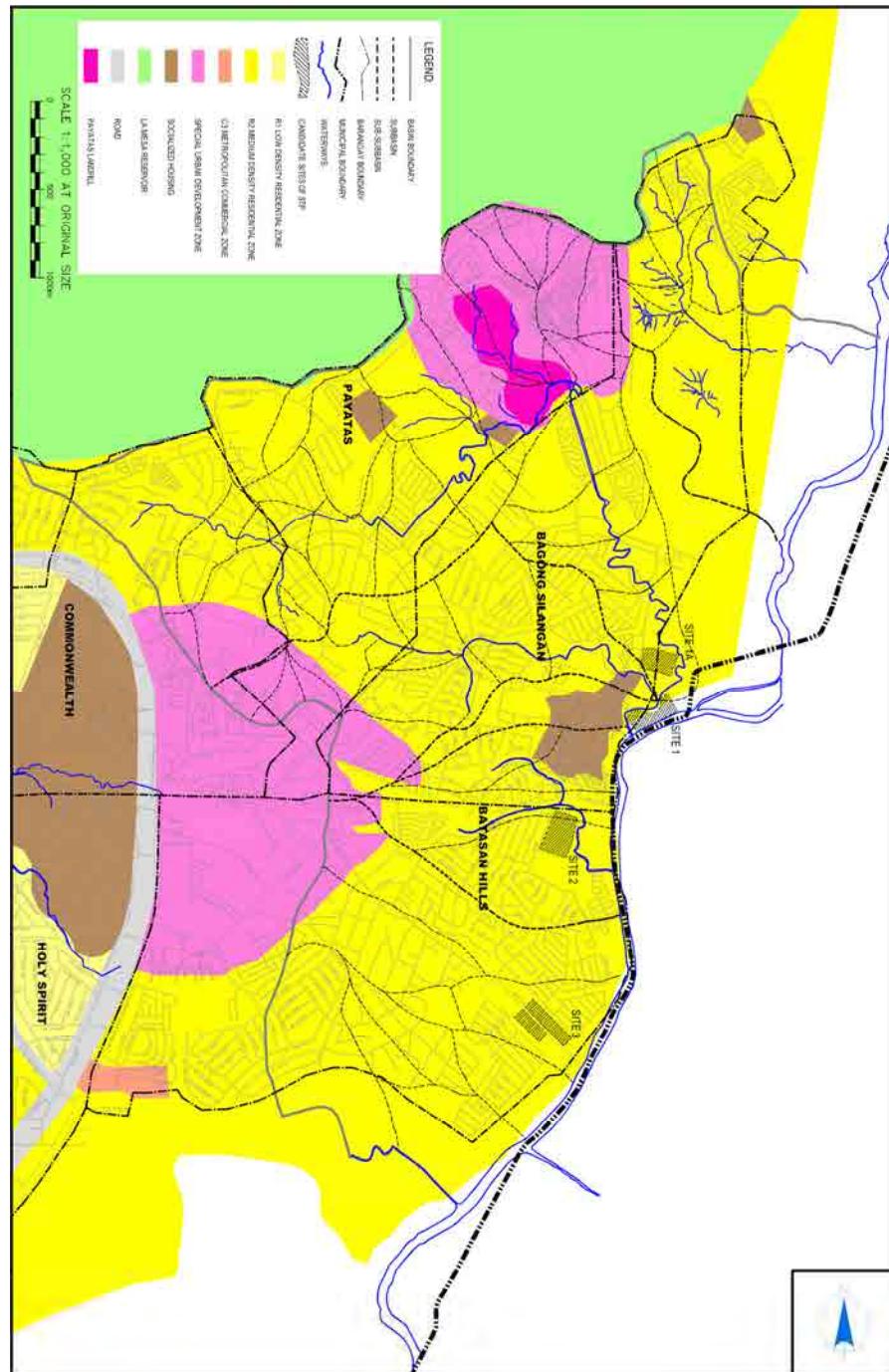
表5.1.30に示した項目の試験結果は、汚水処理方法及び処理プロセスの検討を行うための指標とする。これらの項目は、一般的な水質試験法に基づいて試験を行った。

5.2 マリキナ川流域の概略設計

5.2.1 事業の概要

(1) マリキナ川流域の概要

マリキナ川流域は、ラ・メサ貯水池の南側に位置し、全域がケソン市に含まれる。
 図 5.2.1 に対象地域、土地利用状況、小流域および下水処理場候補地を示す。



出典：JICA 調査団（土地利用図はケソン市から入手した情報を編集）

図 5.2.1 対象地域、土地利用状況、小流域及び下水処理場候補地

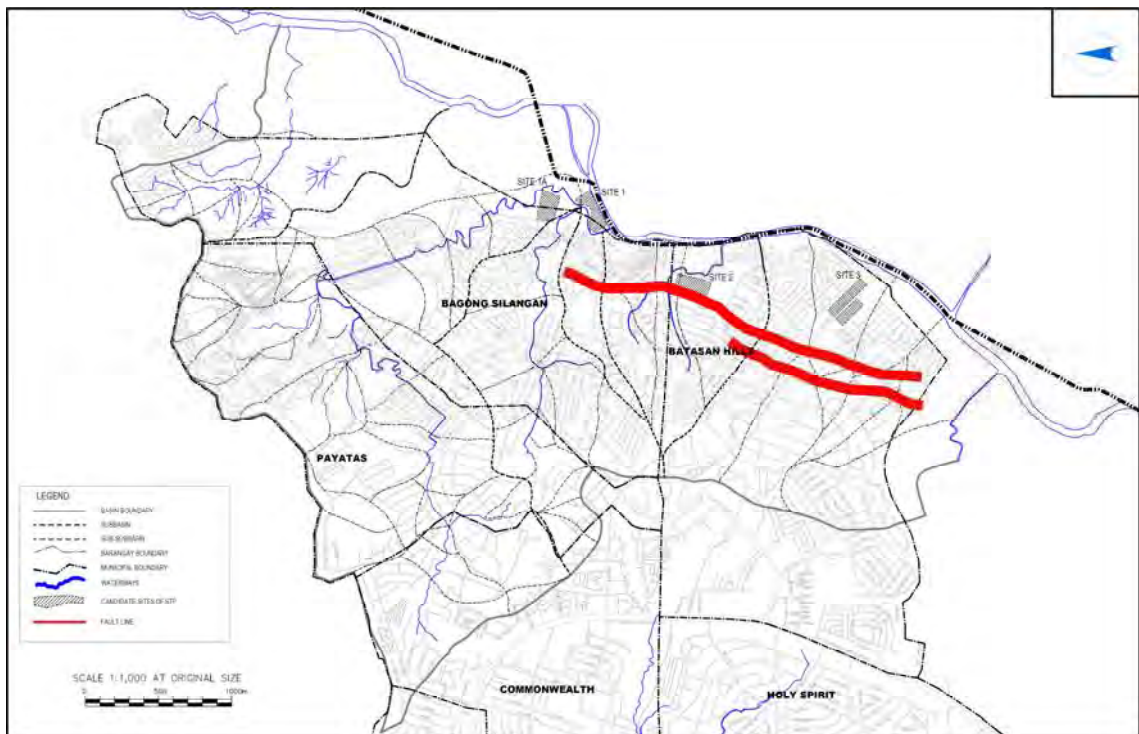
1) 対象地域

マリキナ川流域の対象地域は、ケソン市のコモンウェルス地区、パヤタス地区、バゴンシランガン地区、バタサンヒルズ地区である。

2) 地形及び土質の状況

マリキナ川流域は、第四紀沖積層または更新世の時代に堆積した地層で構成されており、不均一な礫岩、砂、シルト、粘土層がマリキナ平野に沿って広がっている。この沖積層の層厚は約 130 m から 200 m である。また、厚さ 1,300 m から 2,000 m に及ぶ更新世に形成された凝灰岩の層は、主に粒子が細かいガラス質となっており、下層部では微粒土や中粒土で構成されている砂岩を含む火山質角礫岩を形成している。マリキナ川の東側には、マリキナ断層が走っており、パヤタス地区、バゴンシランガン地区等のケソン北東部の行政界付近を通っている。図 5.2.2 にマリキナ断層の位置を示す。このように断層が存在する地域で下水道事業を行う場合は、建設基準及び規制等と整合を図り、耐震性を考慮した設計が要求される。

ケソン市の地形は、多くの地域が尾根と低地で構成されており、起伏が大きい。ケソン市南部は低地となっているが、北部地域の大半は起伏が続いており、ラ・メサのような貯水池が形成されている。また、マリキナ川沿いのマリキナ断層に沿った地域は、勾配が急な地形となっている。

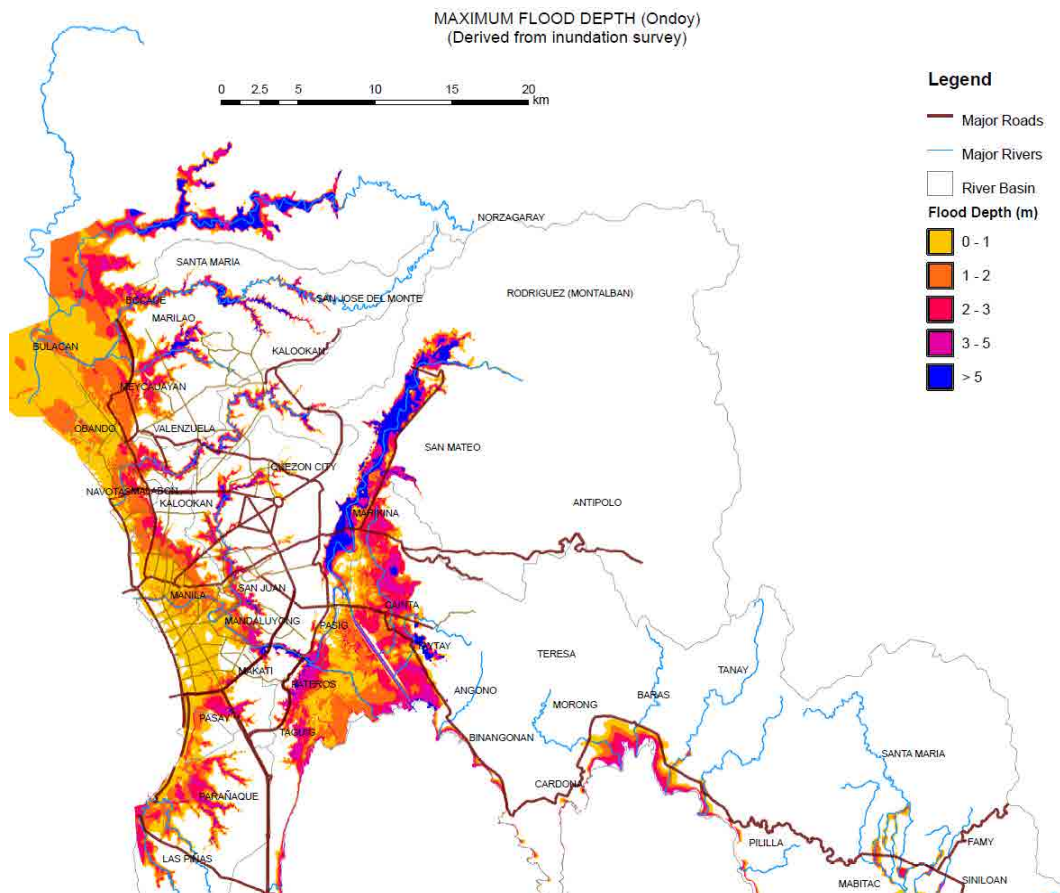


出典：フィリピン火山地震研究所を基に JICA 調査団作成

図 5.2.2 マリキナ断層の位置図

3) 浸水状況

マリキナ川流域は、標高も高く海域からも離れた場所に位置するため、潮汐による浸水は発生しない。しかしながら、雨期等の降雨時や台風の接近時には河川及び水路が氾濫し、排水路の能力不足等によって流域内の至る所で浸水が発生している。世界銀行が行った調査において、台風オンドイが接近した際の浸水状況図が図 5.2.3 に示すように作成されている。また、本調査において実施した住民へのヒアリングでは、台風オンドイが接近した際の浸水高さは 6 m から 9 m に及んだという証言も得られた。



出典：マニラ首都圏浸水防除マスタープラン（世界銀行、2012年）

図 5.2.3 台風オンドイ接近時の浸水状況

4) 河川水位

ナンカ川観測所において 2006 年から 2011 年に観測された河川水位データを確認した。ナンカ川観測所は、マリキナ川流域の南端に位置するバタサン・サンマテオ橋の下流約 1 km の地点に設置されている。観測結果による低水位は、15.75 m、高水位は 22.47 m（ともに AMSL）であった。

5) 既存の排水システム

人口が集中する地域、サブディビジョン、道路に沿って鉄筋コンクリートの管渠あるいは矩形渠（ボックスカルバート）が水路や河川に向かって布設されている。これらの排水施設は、一部の劣化や排水能力不足のために浸水が発生する地域を除き、概ね機能している。マリキナ川流域では、全ての水路、河川がマリキナ川に流入しており、最終的にパッシング川と合流する。

既存の排水路については、ケソン市役所から一部の情報を入手することができたが、十分に管理されておらず、正確に現状を把握するには至らなかった。また、マニラッド社においても排水施設の管理は行っておらず、既存資料のみでは確かな情報が得られなかった。よって、管路設計において適切な遮集地点を選定するため、地形測量調査の中で排水地点の確認をすることとした。

6) 土地利用

現状の土地利用区分を表 5.2.1 に示す。ケソン市の土地利用計画は、条例（No. SP-1369, S-2004 及び No. SP-918, S-2000）に基づいて策定されている。マリキナ川流域の土地利用計画ではほとんどが住宅地となっている。

表 5.2.1 ケソン市の土地利用区分

| 区分 | 面積(ha.) | 割合(%) |
|-----------|-----------|-------|
| 住宅地 | 8,502.82 | 56.29 |
| 商業地 | 255.87 | 1.70 |
| 工業地域 | 870.80 | 5.76 |
| 公用地 | 725.58 | 4.80 |
| 軍用地 | 226.50 | 1.50 |
| 公園・娯楽施設 | 161.05 | 1.07 |
| 空き地 | 1,759.88 | 11.65 |
| 河川・水路 | 138.00 | 0.91 |
| (ラ・メサ貯留池) | 2,465.50 | 16.32 |
| 合計 | 15,106.00 | 100 |

出典：ケソン市役所

(2) 事業の概要

1) 処理区の設定

処理区の設定は、マニラッド社の GIS グループから入手した標高図、既設の排水路及び道路状況を考慮して設定した。処理区の設定においては、ケソン市役所から入手した排水システムの情報は不十分であったため、測量調査において確認した放流地点の結果を利用した。

2) 下水処理場の候補地

マリキナ川流域においては、地形条件から、流域の汚水を効率的に集集できる下水処理場を1箇所とすることとした。下水処理場の候補地は、図 5.2.1 に示した通り、土地が空いている場所を4箇所選定した。各候補地の特徴を表 5.2.2 に示す。

表 5.2.2 マリキナ川流域における処理場候補地の特徴

| 候補地 | 面積 (ha) | 特徴 |
|--------|---------|---|
| 候補地 1 | 2.4 | <ul style="list-style-type: none"> - 候補地の中で、最も北側に位置している - 流域の中で、マリキナ川の上流に位置している。 - 管路施設は、地形勾配に逆らって布設する必要がある。 - ポンプ施設が必要と考えられる。 - マリキナ川に近傍に位置するため、相当量の盛土が必要である。 |
| 候補地 1A | 2.3 | <ul style="list-style-type: none"> - 候補地 1 に近く、候補地 1 に比べてマリキナ川から離れた場所に位置する。 |
| 候補地 2 | 3.4 | <ul style="list-style-type: none"> - 流域の中央部に位置している。 - 河川の標高に比べて土地の標高は高く、盛土は必要でない。 - 住宅地の真ん中に位置している。 |
| 候補地 3 | 3.3 | <ul style="list-style-type: none"> - 流域の南端、マリキナ川の下流側に位置している。 - マリキナ川に近いが、河川的位置よりも標高が高い場所にあるため、盛土はあまり必要でない。 |

出典：JICA 調査団

3) 管路施設

管路施設は、それぞれの下水処理場候補地に対して概略設計を行った。管路のルートは、土地収用を避けるため、公用の道路及び空き地を選定した。また、地形測量調査の結果を基に、遮集施設及びポンプ施設の必要性と位置について概略設計を行った。

5.2.2 需要予測

(1) 人口統計

1) 人口及び世帯数

マリキナ川流域の人口及び世帯数を表 5.2.3 に示す。

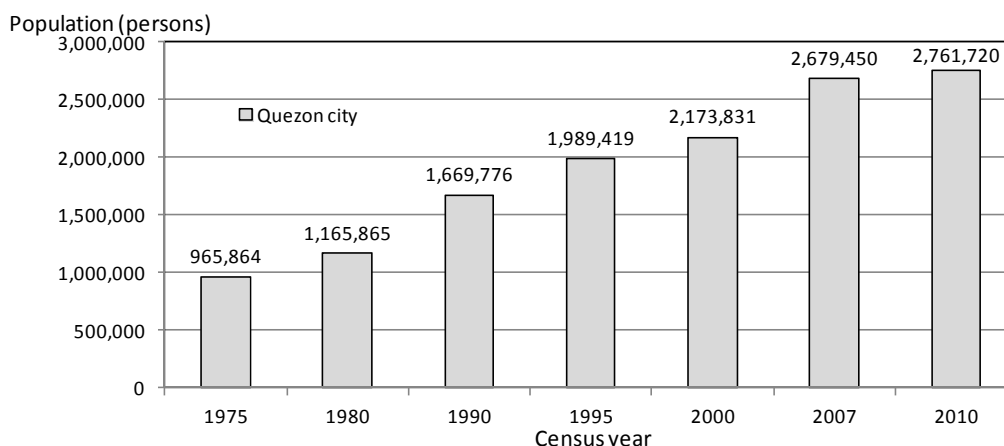
表 5.2.3 マリキナ川流域の人口及び世帯数

| 州/市/町/バラングイ | 2007年センサス | | | | 2010年センサス | | |
|-------------------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|-----|---------|
| | 人口 | 世帯数に基づく人口 | 世帯数 | 平均世帯構成 | 人口 | | |
| ケソン市 (マリキナ川流域) | 1 | コモンウェルス | 172,834 | 172,790 | 38,198 | 4.5 | 186,543 |
| | 2 | パヤタス | 17,001 | 116,791 | 24,193 | 4.8 | 119,053 |
| | 3 | バゴンシラン | 73,612 | 73,592 | 15,176 | 4.8 | 78,222 |
| | 4 | バタサンヒルズ | 148,624 | 148,553 | 31,667 | 4.7 | 150,764 |
| | 合計 | | 412,071 | 511,726 | 109,234 | 4.7 | 534,582 |

出典：2007年及び2010年センサス調査（マニラ首都圏、フィリピン国統計調整委員会）

2) 人口推移

図 5.2.4 に 1975 年から 2010 年におけるケソン市の人口を示す。2010 年の人口は、約 2.76 百万人であり、1975 年と比較すると 2.4 倍の人口となっている。



出典：2007年及び2010年センサス調査（マニラ首都圏、フィリピン国統計調整委員会）

図 5.2.4 ケソン市における人口の推移（1975年－2010年）

3) 出生率及び死亡率

表 5.2.4 に 2007 年度におけるケソン市の人口変動指標を示す。出生率は 1,000 人あたり 15.7 人である。

表 5.2.4 ケソン市の人口変動指標

| 指標 | 数値 |
|-------------|--------|
| 出生率 (CBR) | 15.7* |
| 死亡率 (CDR) | 4.0* |
| 幼児死亡率 (IMR) | 21.5** |
| 妊婦死亡率 (MMR) | 0.7** |

* 1,000 人当たりの数値, ** 該当者 1,000 人当たり

出典：Field Health Service Information Annual 2007, National Epidemiology Center, Department of Health

(2) 人口予測

2010 年の人口センサス調査において、各バラングイの人口が示されている。2013 年から 2037 年までの人口は、マニララッド社のビジネスプラン 2013 で推定されている人口予測を用いる。しかしながら、各バラングイの人口予測は行われていない。そこで、各バラングイの人口予測は、ケソン市の予測における増加率を基に推定した。ケソン市の人口増加率は、2013 年から 2027 年までは 4.7%、2028 年から 2037 年までは 2.5%である。表 5.2.5 にマリキナ川流域の人口予測を示す。2037 年の人口予測は、約 29.4 万人である。

表 5.2.5 マリキナ川流域の人口予測

| 流域 | バランガイ | 面積 (ha) | 人口予測 | | | | | | | |
|-------------|----------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| マリキナ川 流域 | コモンウェルス | 95.3 | 53,792 | 54,501 | 55,219 | 55,834 | 56,455 | 57,063 | 57,671 | 58,278 |
| | バヤタス | 226.9 | 88,163 | 89,325 | 90,503 | 91,510 | 92,529 | 93,525 | 94,521 | 95,517 |
| | バゴンシランガン | 264.6 | 36,456 | 36,936 | 37,423 | 37,839 | 38,261 | 38,673 | 39,085 | 39,496 |
| | バタサンヒルズ | 244.4 | 65,197 | 66,056 | 66,927 | 67,672 | 68,425 | 69,162 | 69,899 | 70,635 |
| | 合計 | 831.2 | 243,608 | 246,818 | 250,071 | 252,855 | 255,670 | 258,422 | 261,175 | 263,927 |

| 流域 | バランガイ | 人口予測 | | | | | | | | | |
|-------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | |
| マリキナ川 流域 | コモンウェルス | 58,886 | 59,415 | 59,923 | 60,430 | 60,938 | 61,445 | 61,861 | 62,284 | 62,706 | |
| | バヤタス | 96,514 | 97,381 | 98,212 | 99,044 | 99,876 | 100,707 | 101,390 | 102,081 | 102,773 | |
| | バゴンシランガン | 39,908 | 40,267 | 40,611 | 40,955 | 41,299 | 41,643 | 41,925 | 42,211 | 42,497 | |
| | バタサンヒルズ | 71,372 | 72,013 | 72,628 | 73,243 | 73,858 | 74,474 | 74,978 | 75,490 | 76,001 | |
| | 合計 | 266,680 | 269,076 | 271,374 | 273,672 | 275,971 | 278,269 | 280,154 | 282,066 | 283,977 | |

| River Basin | Barangy | 人口予測 | | | | | | | |
|----------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
| マリキナ川 流域 | コモンウェルス | 63,128 | 63,423 | 63,694 | 63,965 | 64,237 | 64,508 | 64,779 | 64,892 |
| | バヤタス | 103,465 | 103,949 | 104,393 | 104,838 | 105,283 | 105,727 | 106,172 | 106,438 |
| | バゴンシランガン | 42,783 | 42,983 | 43,167 | 43,351 | 43,535 | 43,718 | 43,902 | 43,957 |
| | バタサンヒルズ | 76,513 | 76,871 | 77,200 | 77,528 | 77,857 | 78,186 | 78,515 | 78,707 |
| | 合計 | 285,889 | 287,225 | 288,454 | 289,682 | 290,911 | 292,140 | 293,368 | 293,994 |

出典：JICA 調査団（ビジネスプラン 2013 年の人口予測を基に推定）

(3) 水需要予測

5.1.5 節に示したように、水需要予測は、生活用水と商業用水についてマニラッド社検討している。マリキナ川流域（ケソン市）の水需要予測を表 5.2.6 に示す。この予測は、マニラッド社が有収水量を基に推定した数値である。

表 5.2.6 マリキナ川流域（ケソン市）の水需要予測

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 生活用水 (LPCD) | 129 | 131 | 132 | 133 | 134 | 137 | 140 | 143 | 145 |
| 商業用水 (MLD) | 30.7 | 32.3 | 34.0 | 36.1 | 38.1 | 40.1 | 42.1 | 44.1 | 46.8 |

| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 生活用水 (LPCD) | 148 | 151 | 154 | 157 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 商業用水 (MLD) | 49.4 | 52.1 | 54.7 | 57.4 | 60.9 | 64.4 | 67.8 | 71.3 | 74.8 |

| | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 生活用水 (LPCD) | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 商業用水 (MLD) | 79.4 | 84.0 | 88.6 | 93.2 | 97.8 | 103.3 | 108.9 |

出典：ビジネスプラン 2013

(4) 汚水量の予測

人口予測及び水需要予測に基づき、汚水量の予測を行った。結果を表 5.2.7 に示す。ここで、下水転換率は 80% とし、地下水等の浸入を汚水量の 15% 見込んでいる。

表 5.2.7 汚水量の予測

| 年 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 対象人口 | 243,608 | 246,818 | 250,071 | 252,855 | 255,670 | 258,422 | 261,175 | 263,927 | 266,680 |
| 生活用水需要 (LPCD) | 129 | 131 | 132 | 133 | 134 | 137 | 140 | 143 | 145 |
| 商業用水需要 (MLD) | 30.7 | 32.3 | 34.0 | 36.1 | 38.1 | 40.1 | 42.1 | 44.1 | 46.8 |
| 生活汚水量 (m ³ /日) | 25,140 | 25,867 | 26,408 | 26,904 | 27,408 | 28,323 | 29,252 | 30,193 | 30,935 |
| 商業汚水量 (m ³ /日) | 1,188 | 1,251 | 1,318 | 1,396 | 1,475 | 1,553 | 1,631 | 1,709 | 1,812 |
| 日平均汚水量 (m ³ /日) | 26,329 | 27,118 | 27,725 | 28,300 | 28,882 | 29,876 | 30,883 | 31,903 | 32,747 |
| 地下水等の浸入汚水量 (m ³ /日) | 3,949 | 4,068 | 4,159 | 4,245 | 4,332 | 4,481 | 4,632 | 4,785 | 4,912 |
| 計画日最大汚水量 (m ³ /日) | 30,300 | 31,200 | 31,900 | 32,500 | 33,200 | 34,400 | 35,500 | 36,700 | 37,700 |
| 計画日最大汚水量 (m ³ /日) | 35,500 | 36,600 | 37,400 | 38,200 | 39,000 | 40,300 | 41,700 | 43,100 | 44,200 |
| 計画時間最大汚水量 (m ³ /日) | 51,300 | 52,900 | 54,100 | 55,200 | 56,300 | 58,300 | 60,200 | 62,200 | 63,900 |

| 年 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 対象人口 | 269,076 | 271,374 | 273,672 | 275,971 | 278,269 | 280,154 | 282,066 | 283,977 | 285,889 |
| 生活用水需要 (LPCD) | 148 | 151 | 154 | 157 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 商業用水需要 (MLD) | 49.4 | 52.1 | 54.7 | 57.4 | 60.9 | 64.4 | 67.8 | 71.3 | 74.8 |
| 生活汚水量 (m ³ /日) | 31,859 | 32,782 | 33,716 | 34,662 | 35,618 | 35,860 | 36,104 | 36,349 | 36,594 |
| 商業汚水量 (m ³ /日) | 1,915 | 2,017 | 2,120 | 2,223 | 2,358 | 2,493 | 2,627 | 2,762 | 2,897 |
| 日平均汚水量 (m ³ /日) | 33,773 | 34,799 | 35,836 | 36,885 | 37,976 | 38,352 | 38,732 | 39,111 | 39,491 |
| 地下水等の浸入汚水量 (m ³ /日) | 5,066 | 5,220 | 5,375 | 5,533 | 5,696 | 5,753 | 5,810 | 5,867 | 5,924 |
| 計画日最大汚水量 (m ³ /日) | 38,800 | 40,000 | 41,200 | 42,400 | 43,700 | 44,100 | 44,500 | 45,000 | 45,400 |
| 計画日最大汚水量 (m ³ /日) | 45,600 | 47,000 | 48,400 | 49,800 | 51,300 | 51,800 | 52,300 | 52,800 | 53,300 |
| 計画時間最大汚水量 (m ³ /日) | 65,900 | 67,900 | 69,900 | 71,900 | 74,100 | 74,800 | 75,500 | 76,300 | 77,000 |

| 年 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 対象人口 | 287,225 | 288,454 | 289,682 | 290,911 | 292,140 | 293,368 | 293,994 |
| 生活用水需要 (LPCD) | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 商業用水需要 (MLD) | 79.4 | 84.0 | 88.6 | 93.2 | 97.8 | 103.3 | 108.9 |
| 生活汚水量 (m ³ /日) | 36,765 | 36,922 | 37,079 | 37,237 | 37,394 | 37,551 | 37,631 |
| 商業汚水量 (m ³ /日) | 3,075 | 3,253 | 3,431 | 3,609 | 3,787 | 4,002 | 4,309 |
| 日平均汚水量 (m ³ /日) | 39,840 | 40,175 | 40,510 | 40,845 | 41,180 | 41,553 | 41,940 |
| 地下水等の浸入汚水量 (m ³ /日) | 5,976 | 6,026 | 6,077 | 6,127 | 6,177 | 6,233 | 6,291 |
| 計画日最大汚水量 (m ³ /日) | 45,800 | 46,200 | 46,600 | 47,000 | 47,400 | 47,800 | 48,200 |
| 計画日最大汚水量 (m ³ /日) | 53,800 | 54,200 | 54,700 | 55,100 | 55,600 | 56,100 | 56,600 |
| 計画時間最大汚水量 (m ³ /日) | 77,700 | 78,300 | 79,000 | 79,600 | 80,300 | 81,000 | 81,800 |

出典：JICA 調査団

なお、各年の商業用汚水量は、次のように算出した。

$$\text{営業水量} = \text{対象地域面積 (ha)} \times \text{営業水需要 (MLD)} \div \text{ケソン市面積 (km}^2\text{)} \times 10$$

$$\text{営業汚水量} = \text{営業水量} \times 0.8$$

ここで、

対象地域面積：831.2 ha

営業水需要：各年の営業水需要量

ケソン市面積：171.7 km²

※「10」を乗じた面積の単位を統一するため、0.8は下水転換率

5.2.3 マリキナ河流域の概略設計

(1) 管路施設の概略設計

5.1.5 節に示した設計諸元を基に、管路施設の概略設計を行った。管路施設においては次の通り設計を行った。

- 管路ルート
- 下水道管渠：管径、延長、勾配、流速、水深、埋設深、管材、施工方法
- ポンプ施設：設置位置、ポンプ能力
- 遮集施設：設置位置、設置数
- マンホール：設置位置、設置数

1) 管径及び施工方法別管路延長

マリキナ川流域の下水処理場候補地それぞれについて、下水道管渠の設計を行った。表 5.2.8 に、設計した管径及び施工方法（開削工法、非開削工法）別管路延長を示す。

表 5.2.8 管径及び施工方法（開削工法、非開削工法）別管路延長（マリキナ川流域）

| 下水処理場 | | オプション1 | | オプション2 | | オプション3 | |
|--------------------|------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | | 候補地 1 | | 候補地 2 | | 候補地 3 | |
| 管渠 | | 開削工法 (m) | 非開削工法 (m) | 開削工法 (m) | 非開削工法 (m) | 開削工法 (m) | 非開削工法 (m) |
| 管径 (mm) (自然流下式) | 200 | 950 | 700 | 950 | 700 | 930 | 775 |
| | 250 | 380 | 196 | 380 | 196 | 312 | 45 |
| | 300 | 1,155 | 560 | 1,155 | 560 | 1,363 | 350 |
| | 350 | 814 | 310 | 814 | 310 | 884 | 240 |
| | 400 | 2,100 | 679 | 2,125 | 360 | 2,437 | 650 |
| | 450 | 830 | 40 | 830 | 40 | 830 | 40 |
| | 500 | 515 | 407 | 515 | 407 | 195 | 95 |
| | 600 | 46 | 232 | 46 | 232 | 216 | 130 |
| | 700 | 331 | 1,460 | 331 | 1,190 | 331 | - |
| | 800 | 465 | 1,741 | 315 | 501 | - | 816 |
| | 900 | 2,071 | 580 | 2,071 | 580 | 1,513 | 1,138 |
| | 1000 | - | 258 | - | 552 | - | 552 |
| 1100 | 735 | - | - | 1,415 | - | 2,605 | |
| 1200 | - | 50 | - | 50 | - | 656 | |
| 小計 | | 10,392 | 7,213 | 9,532 | 7,093 | 9,011 | 8,092 |
| 管径 (mm) (圧送式) | 100 | - | 370 | - | 370 | - | - |
| 小計 | | - | 370 | - | 370 | - | - |
| 合計 | | 17,975 | | 16,995 | | 17,103 | |

出典：JICA 調査団

2) 管種

表 5.2.9 にマリキナ川流域の設計において選定した管種を示す。基本的に、自然流下方式とし、鉄筋コンクリート管（RC）を採用した。ただし、地形勾配が急で、管路勾配及び流速が大きくなる箇所については、RC では管路が損傷することが考えられるため、ポリエチレン管（PE）を採用した。また、マニラッド社では、これまでのプロジェクトにおいて塩化ビニル管（PVC）を使用している。よって、450 mm までの小口径管路については、維持管理についても経験があるため、PVC を採用した。圧力管については、耐用年数が長い高密度ポリエチレン管（HDPE）を採用した。

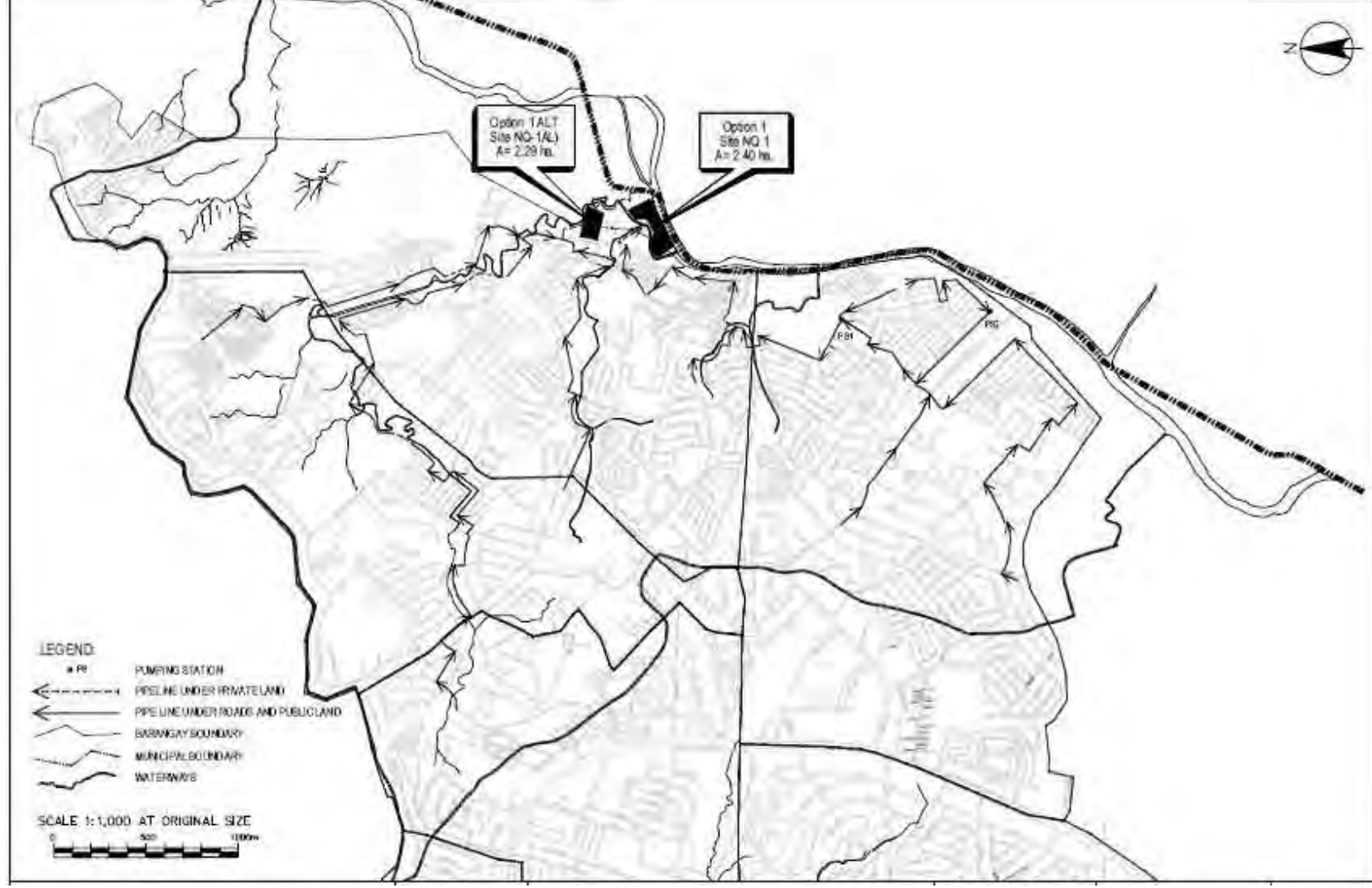
表 5.2.9 適用した管種 (マリキナ川流域)

| 管材 | 流下方式 | 施工方法 | 備考 |
|------|-------|-----------|------------------------------------|
| RC | 自然流下式 | 開削及び非開削工法 | - 基本的に適用 |
| PVC | 自然流下式 | 開削工法 | - 450 mm 以下の小口径管渠 |
| PE | 自然流下式 | 開削及び非開削工法 | - 流速が 2.0 m ³ /s の急勾配管渠 |
| HDPE | 圧力式 | 開削及び非開削工法 | - 維持管理が難しい。 - 耐摩耗性に優れ、耐用年数が長い。 |

出典：JICA 調査団

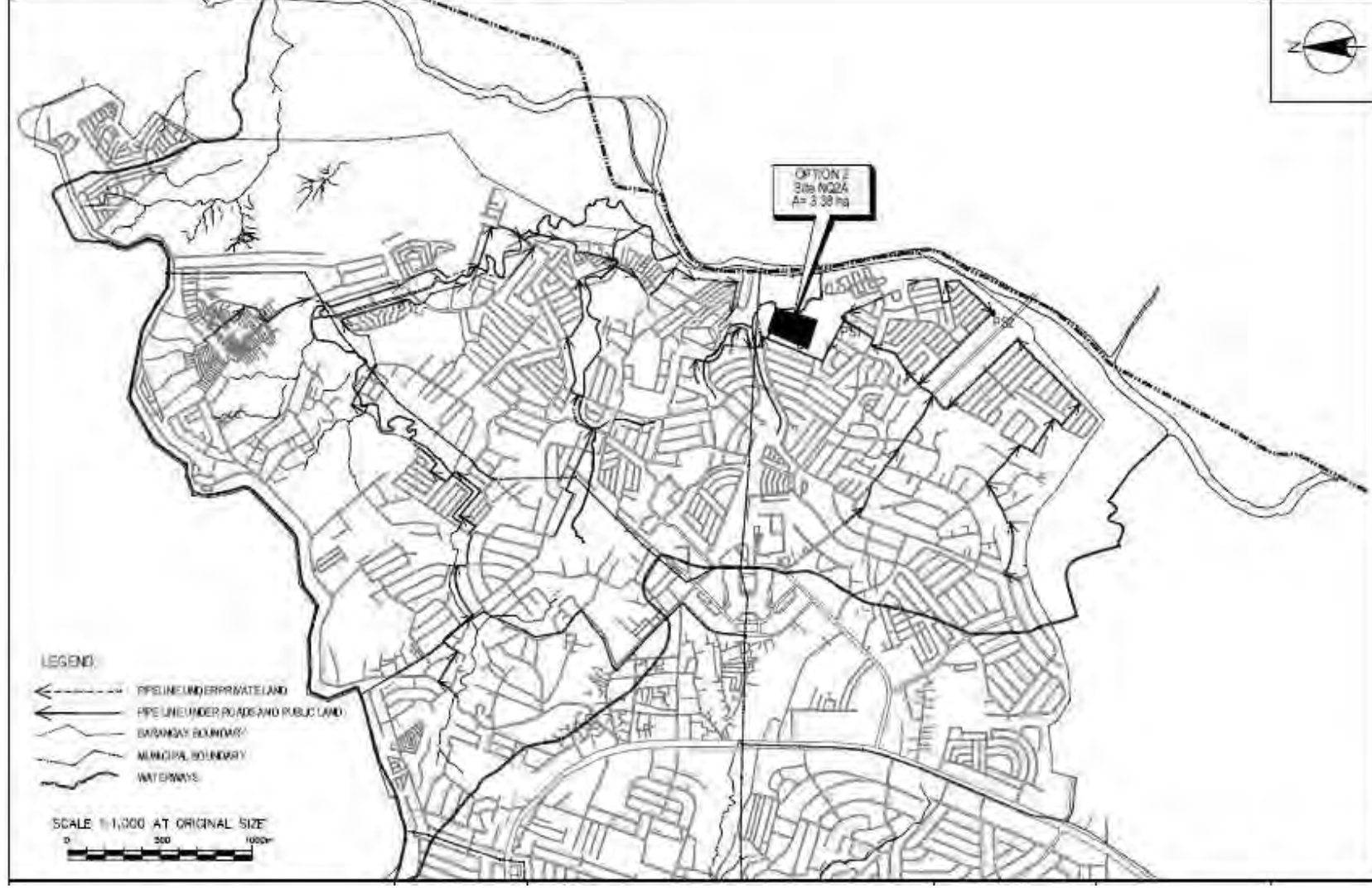
3) 管路ルート

管路のルートは、基本的に公共の道路または空き地を選定し、水路及び河川に沿って配置した。また、既存の排水路からの放流地点調査を基に、汚水を効果的に遮集するようルートを選定した。管路ルートは、下流部の一部を除き、どの下水処理場候補地へ接続する場合においても、ほぼ同じとなるように選定した。図 5.2.5 から 5.2.7 に設計した管路ルートを示す。



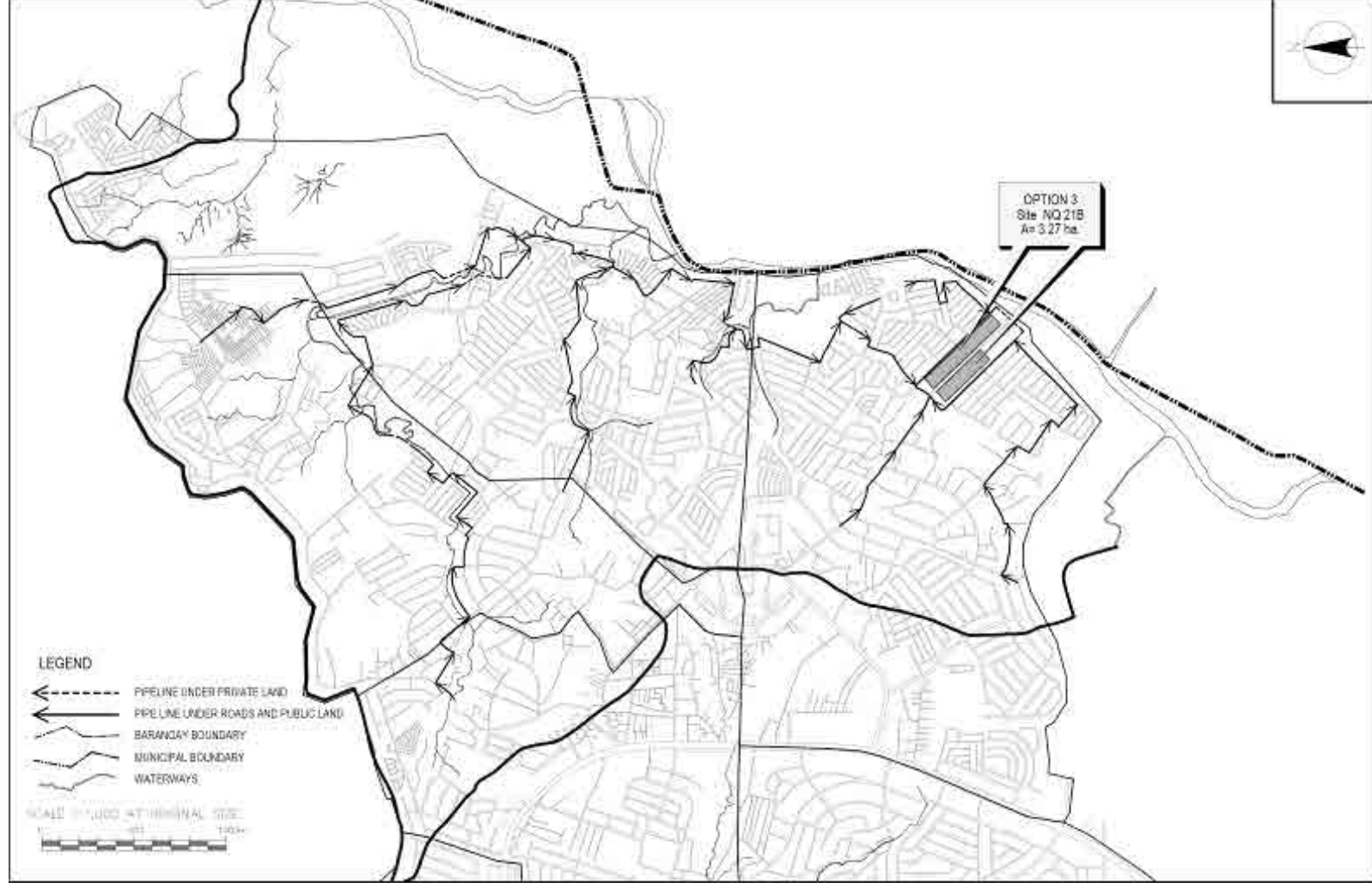
出典：JICA 調査団

図 5.2.5 選定した管路ルート（マリキナ川流域オプション1）



出典：JICA 調査団

図 5.2.6 選定した管路ルート (マリキナ川流域オプション2)



出典：JICA 調査団

図 5.2.7 選定した管路ルート (マリキナ川流域オプション 3)

4) 埋設深

5.1.5 節に示したように、最小土被りは 2.0 m としているが、既存の排水路から汚水を収集するために適切な深さに下水道管を布設する必要がある。よって、下水道の起点は遮集点にあたるため、埋設位置が深くなる可能性がある。また、これまでのマニラド社の下水道事業においては、維持管理の容易さから最大土被りは 5 m から 7 m 程度とし、開削工法による整備を進めてきた。しかしながら、マリキナ川流域の地形は起伏が大きく、一部の管渠については、非開削工法による施工が必要である。管渠の埋設位置が深くなると、ポンプ施設の数減らすことができ、管路施設の維持管理は主に管渠の清掃等のみとなる。表 5.2.8 に示したように、マリキナ川流域においては、非開削工法による布設は全体の約 40% である。設計した埋設深を表 5.2.10 に示す。最小及び最大土被りはどのオプションも変わらないが、オプション 3 は、地形勾配に沿って管路を埋設できるため、平均深さが浅くなる。

表 5.2.10 マリキナ川流域の管渠埋設深

| | 範囲 (m) | 平均 (m) |
|---------|------------|--------|
| オプション 1 | 2.0 ~ 23.6 | 8.3 |
| オプション 2 | 2.0 ~ 23.6 | 8.2 |
| オプション 3 | 2.0 ~ 23.6 | 7.5 |

出典：JICA 調査団

5) ポンプ施設

ポンプ施設は、オプション 1 及び 2 について、2 箇所のポンプ施設を検討した。表 5.2.11 に設計したポンプ施設の概要を示す。ポンプ施設の位置は、図 5.2.7 から 5.2.9 に示した管路ルートの中に示している。なお、オプション 3 については、ポンプ施設は必要ないと判断し、検討しなかった。

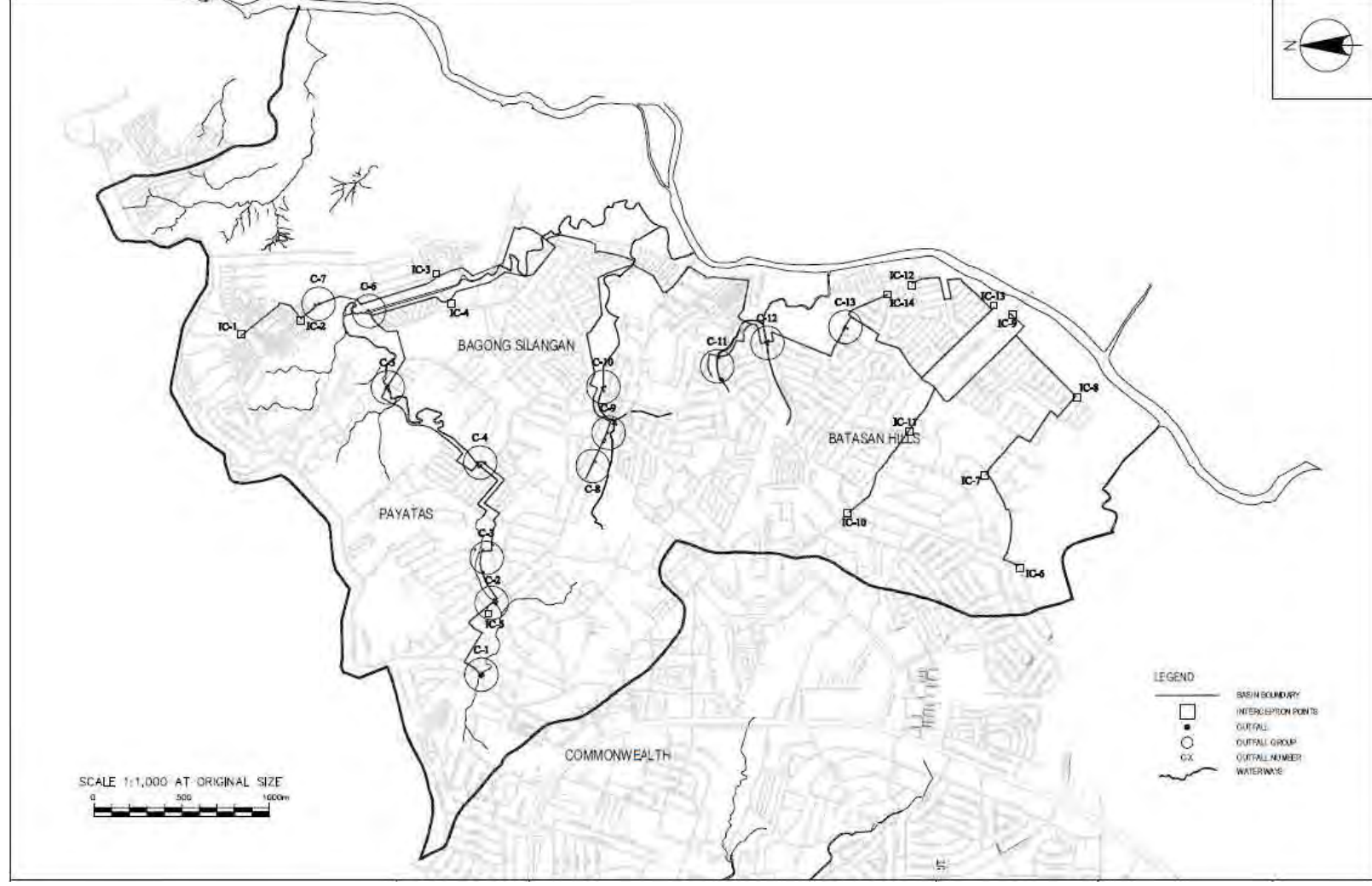
表 5.2.11 マリキナ川流域におけるポンプ施設

| | 設計流量 (m ³ /s) | 揚程 (m) | ポンプ施設の 種類 | 必要電力 (kW/ポンプ) | 稼働基数/予 備基数 |
|-----|-----------------------------|-----------|--------------|------------------|---------------|
| PS1 | 0.215 | 11.0 | 中規模 | 22 | 2 / 1 |
| PS2 | 0.131 | 2.3 | マンホール | 7.5 | 1 / 1 |

出典：JICA 調査団

6) 遮集施設

遮集施設の位置及び設置数は、各オプションにおいて同じとした。マリキナ川流域においては、60 基の遮集施設を設計した。遮集施設の設置位置を図 5.2.8 に示す。遮集施設の位置は、既設排水路の放流地点を踏まえて決定し、水路あるいは河川に放流される直前で遮集することとした。



出典 JICA 調査団

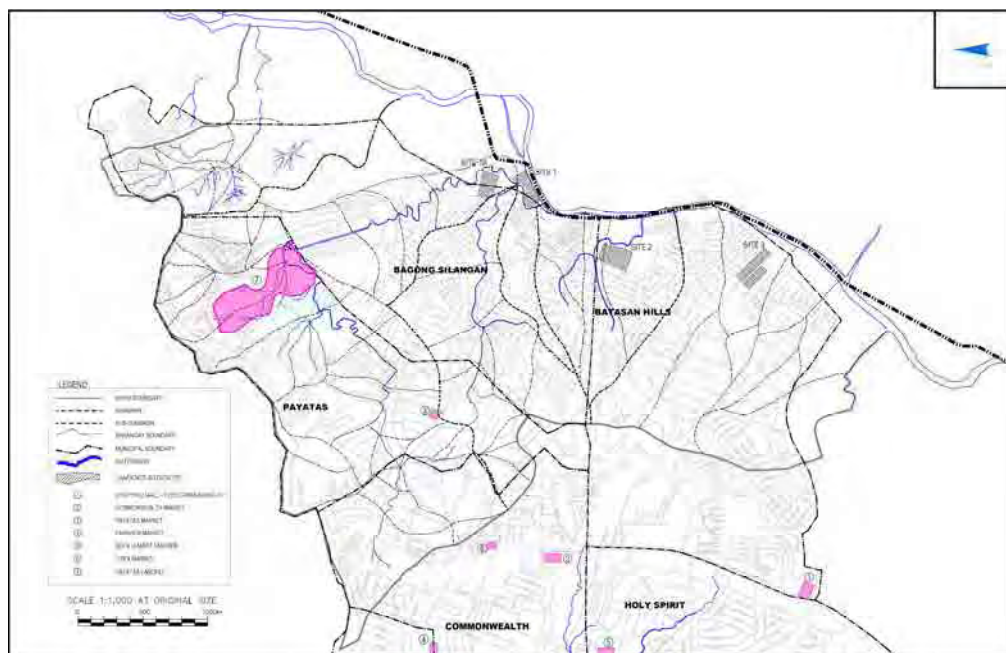
図 5.2.8 マリキナ川流域における遮集施設の設置位置

(2) 汚濁負荷

1) 汚染源

2037年の日最大汚水量を算出した結果、マリキナ川流域では、家庭からの汚水が37,000 m³/日、商業施設からの汚水が4,300 m³/日と予測された。これらは2037年の晴天時日平均汚水量に対して、それぞれ78%、9%に相当する（地下水等の浸入は13%）。

対象地域の現地踏査を行ったところ、黒ずんだ汚水や、青、ピンクの色がついた排水が流下している水路が散見された。しかしながら、工業排水についてはDENRが管理しているため、マニラド社では下水処理場の支障が出ないように流入水質をモニタリングし、水質が悪化した場合に指導するのみである。よって、工場排水については、適切に処理し排出基準を満足するよう、DENR及びEMBがモニタリングを行い、適切に管理する必要がある。マリキナ川流域では、図5.2.1に示すように特別開発地域がある。特にパヤタス地区に廃棄物の埋立て処分場が立地しており、重金属を含む浸出水の流出が懸念されるが、これらの浸出水を下水処理場で処理することは難しい。したがって、埋立て処分場の監理を適切に行い、下水中へ浸出水が流入しないよう対応することが必要である。この他は、工場はほとんどないが、商業施設が点在する。図5.2.9にパヤタス埋立て処分場及び商業施設の位置を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.2.9 パヤタス埋立て処分場及び商業施設の位置図

2) マリキナ川流域の水質

表 5.2.12 にマリキナ川流域で実施した水質調査の結果を示す。マリキナ川流域の水質は、パヤタス処分場の浸出水が流入していると考えられるサンプリング地点 3

を除き、汚濁物質の濃度は薄い。BOD に関しては、放流基準のクラス SB の基準値を下回っている。汚水を遮集する際には、パヤタス処分場からの流出水を下水道に流入させないことが望ましく、下水処理場の負荷を大きくしないようにすることが必要である。

表 5.2.12 マリキナ川流域の水質調査結果 (2012 年 8 月)

| 測定項目 | 地点 1 | 地点 2 | 地点 3 | 地点 4 | 最大値 | 最小値 |
|-------------------------|------|------|-------|------|-------|------|
| pH | 7.3 | 7.2 | 7.6 | 7.3 | 7.9 | 6.8 |
| 水温 (°C) | 25.7 | 25.1 | 26.9 | 26.1 | 28.9 | 24.7 |
| DO (ppm) | 1.8 | 1.1 | 0.2 | 2.8 | 2.9 | 0.2 |
| BOD ₅ (mg/L) | 17.7 | 21.0 | 147.7 | 8.3 | 204.0 | 5.0 |
| COD (mg/L) | 32.7 | 45.7 | 227.7 | 14.0 | 324.0 | 8.0 |
| SS (ml/L) | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 0.6 | 1.2 | 0.1 |
| 硝酸性窒素 (mg/L) | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| アンモニア性窒素 (mg/L) | 12.2 | 12.5 | 95.1 | 6.2 | 126.8 | 3.4 |

備考：各地点の数値は平均値を示す。最大値及び最小値は、全ての試料の最大値及び最小値を示す。

出典：JICA 調査団

3) 流入水質の設定

水質調査の結果から、下水処理場への流入水質は、BOD が 20 mg/L から 175 mg/L (中央値：120 mg/L)、SS が 200 mg/L と想定される。COD、全窒素 (T-N) 及び前リン (T-P) については、それぞれ、235 mg/L、60 mg/L、6 mg/L と想定した。

(3) 下水処理場の概略設計

1) 下水処理場の設計諸元

マリキナ川流域の処理場候補地すべてについて、下水処理場の概略設計及び施設配置図の作成を行った。本調査においては、水処理方法は CAS 法、污泥処理は重力濃縮及び機械脱水のプロセスを採用した。また、放流水質基準は、クラス SB の基準値を満足することとした。なお、T-N 及び T-P の除去については、段階的に導入することとする。表 5.2.13 にマリキナ川流域における下水処理場の設計諸元を示す。

表 5.2.13 マリキナ川流域における下水処理場の設計諸元

| 下水処理場の設計 | オプション 1 | オプション 1A | オプション 2 | オプション 3 |
|--------------|---|----------|---------|---------|
| 下水処理場の位置 | 候補地 1 | 候補地 1A | 候補地 2 | 候補地 3 |
| 用地面積 (ha) | 2.4 | 2.3 | 3.4 | 3.3 |
| 計画処理水量 (MLD) | 56 | 56 | 56 | 56 |
| 水処理方法 | 標準活性汚泥法 (CAS法) | | | |
| 污泥処理方法 | 重力濃縮—機械脱水 | | | |
| 計画流入水質 | BOD: 120 mg/L COD: 235 mg/L SS: 200 mg/L T-N: 60 mg/L T-P: 6 mg/L | | | |
| 計画放流水質 | クラス SB BOD: 30 mg/L COD: 60 mg/L SS: 50 mg/L | | | |

出典：JICA 調査団

2) 下水処理場の概略設計

a) 盛土の必要性

候補地 1 はマリキナ川沿いに位置しており、土地の造成とともに盛土が必要である。一方、候補地 2 及び 3 については、マリキナ川の水位よりも標高が高いため、盛土は必要ないと考えられるが、オプション 3 の河川側の用地は、多少の盛土が必要となる可能性がある。

b) 前処理施設

前処理施設では、スクリーン、流入ポンプ施設、導水路、沈砂池で構成される。前処理つ説の設計諸元及び設計値を表 5.2.14 に示す。

表 5.2.14 前処理施設の設計諸元及び設計値 (マリキナ川流域)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity |
|-----------------------|----------------|---|---|
| Preliminary Treatment | Bar Screens | Assumed velocity | 0.9 m/s |
| | | Clear area thru rack opening | 0.53 m ² |
| | | Clear width opening | 0.7 m |
| | | Number of duty bar racks, mechanical bar screen | 2 units |
| | | Stand-by bar racks, manual bar screen | 1 unit |
| | | Slope from vertical, degrees | 15 - 45 degree |
| | Influent PS | Retention time | 3 minutes |
| | | Total volume | 173 m ³ |
| | | Number of tank | 2 tanks |
| | | Volume per tan | 86 m ³ |
| | | Side water depth | 4 m |
| | | Area per tank | 21.5 m ² |
| | Parshall Flume | Length and width of tank | 4.65 m |
| | | Number of duty parshall flume | 2 units |
| | | Stand-by parshall flume | 1 unit |
| | | Upstream channel depth | 230 mm |
| | | Upstream channel width | 845 mm |
| | | Throat width | 305 mm |
| | | Downstream channel width | 610 mm |
| | | Flume length | 2,870 mm |
| | Grit Chamber | Downstream channel depth | 990 mm |
| | | Surface load | 1,800 m ³ /m ² /d |
| | | Settling velocity | 0.2 m/s |
| | | Number of duty grit chamber | 2 chambers |
| | | Stand-by grit chamber | 1 chamber |
| | | Width | 1.0 m |
| Length | | 14.7 m | |
| Water depth | 1.55 m | | |

出典：JICA 調査団

c) 水処理施設

水処理施設は、最初沈殿池、反応槽及び最終沈殿池で構成される。反応槽に関しては、将来 T-N 及び T-P の除去が必要となった場合には、槽の前段（好気槽の前）に嫌気槽、無酸素槽を設ける。水処理施設の設計諸元及び設計値を表 5.2.15 に示す。

表 5.2.15 水処理施設の設計諸元及び設計値 (マリキナ川流域)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity |
|------------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| Sewage Treatment | Primary Clarifier | Overflow rate | 40 m ³ /m ² /d |
| | | Liquid depth | 3 m |
| | | Surface area, m ² | 1,400 m ² |
| | | Diameter | 30 m |
| | | Number of tanks | 2 tanks |
| | | Detention time | 1.8 hours |
| | Aeration Tank | Aeration time | 5 hours |
| | | Total tank volume | 11,460 m ³ |
| | | Number of tanks | 2 tanks |
| | | Area per tank, m ² | 1,150 m ² |
| | | Length x width | 50 m x 23 m |
| | Anaerobic Tank and Aerobic Tank (future design for T-N and T-P removal) | Aeration time | 3 hours |
| | | Total tank volume | 6,875 m ³ |
| | | Number of tanks | 1 tanks |
| | | Area per tank | 1,375 m ² |
| | Secondary Clarifier | Length x width | 60 m x 23 m |
| | | Hydraulic loading rate | 20 m ³ /m ² /d |
| | | Liquid depth | 3 m |
| | | Surface area | 2,820 m ² |
| | | Total Tank Volume | 8,430 m ³ |
| Number of tanks | | 4 tanks | |
| Area per tank | | 705 m ² | |
| Diameter | 30 m | | |

出典：JICA 調査団

d) 消毒施設

処理水を放流する前に、消毒が必要である。消毒は一般的に用いられる塩素消毒を採用する。消毒施設の設計諸元及び設計値を表 5.2.16 に示す。

表 5.2.16 消毒施設の設計諸元及び設計値 (マリキナ川流域)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity |
|--------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| Disinfection | Disinfection Tank | Contact Time | 15 minutes |
| | | Total Volume Required | 880 m ³ |
| | | Total Area Required | 295 m ² |
| | | Number of Tanks | 2 tanks |
| | | Length x width | 17 m x 9 m |
| | | Side water depth | 3 m |

出典：JICA 調査団

e) 汚泥処理施設

最初及び最終沈殿池からの汚泥は、汚泥混合槽で均一化し、重力濃縮槽で汚泥を濃縮する。濃縮された汚泥は、汚泥ポンプで脱水施設へ輸送され、汚泥の脱水を行う。表 5.2.17 に汚泥処理施設の設計諸元及び設計値を示す。

表 5.2.17 汚泥処理施設の設計諸元及び設計値 (マリキナ川流域)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity |
|------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Sludge Treatment | Sludge Blending Tank | Typical hydraulic loading | 9.8 m ³ /m ² /d |
| | | Total sludge flow | 836 m ³ /d |
| | | Blending period | 2 hours |
| | | Area of sludge blending tank | 23 m ² |
| | | Number of tanks | 2 tanks |
| | | Side water depth | 3 m |
| | | Diameter | 3.8 m |
| | Sludge Thickening Tank | Hydraulic loading | 47 kg/m ² /d |
| | | Total surface area | 170 m ² |
| | | Number of tanks | 2 tanks |
| | | Area per tank | 85 m ² |
| | | Side water depth | 3.5 m |
| | Sludge Dewatering Machine | Duty screw press machine | 2 units |
| | | Stand-by screw press machine | 1 unit |
| | | Thickened sludge | 12,240 kg/d |
| | | Flow | 49 m ³ /d |
| | | Sludge cake | 20% |
| | Solids capture | 95% | |

出典：JICA 調査団

3) 下水処理場の運転に必要な電力量

下水処理及び汚泥処理に必要な機械設備を踏まえ、下水処理場の運転に必要な電力量の設計を行った。機械設備の規格は処理量に応じて設定し、それら設定した機械設備について必要な電力量を算定した。適用できる電圧は、230 ボルトまたは 460 ボルトである。また、周波数は 60 Hz の交流電源である。

4) その他の場内施設

下水処理場の運転管理を行うため、以下の施設が必要である。

a) 事務室

下水処理場の管理者（マニララッド社の社員）が作業を粉うため、事務室が必要であり、20 名ほどの作業員が作業すると設定して、2 階建て（12 m×8 m）の施設を設定した。

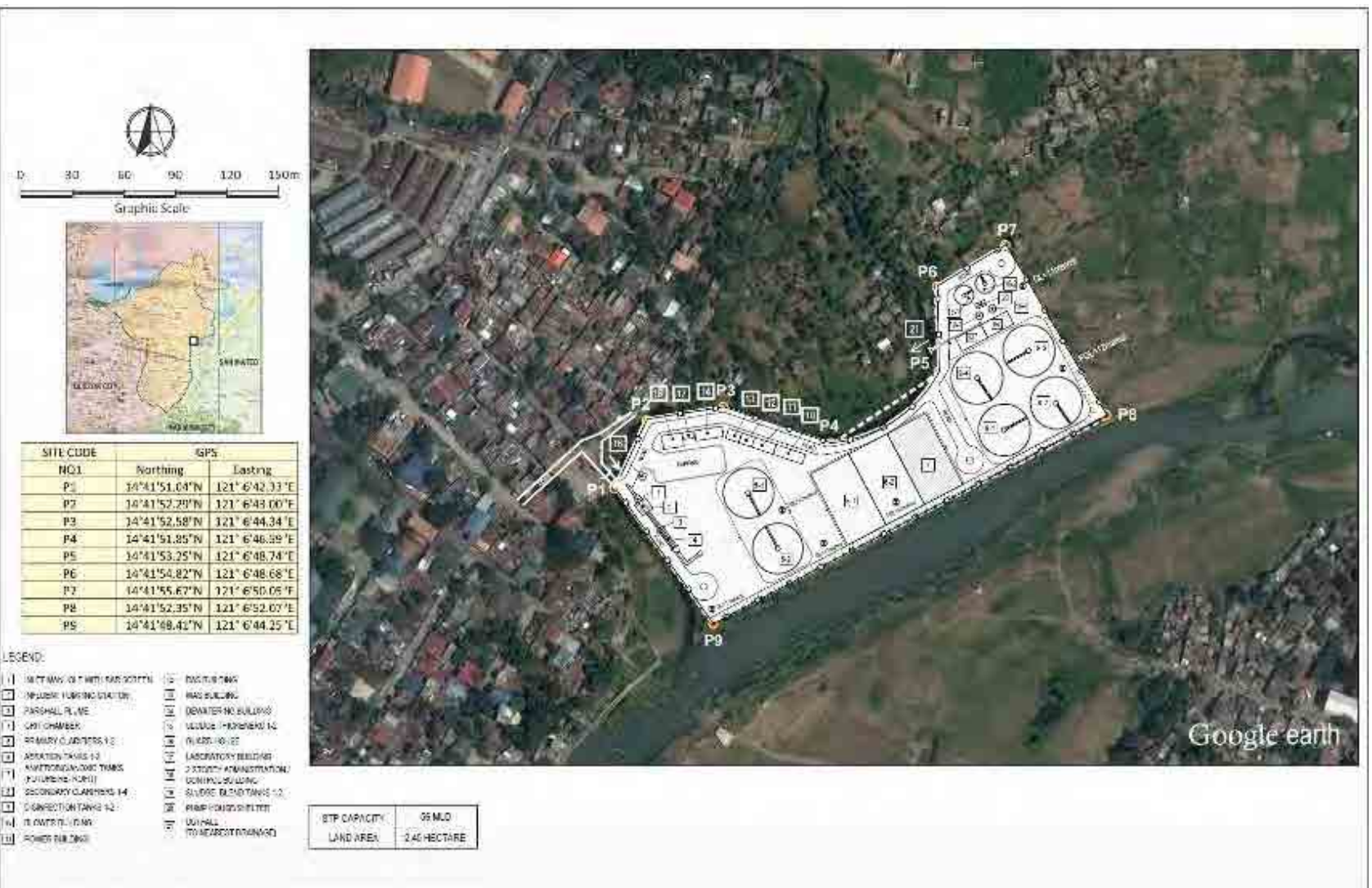
b) 水質試験室

流入水質及び放流水質のモニタリングを行うため、水質試験室が必要である。水質試験室は、6 m×4 m の施設を設定した。

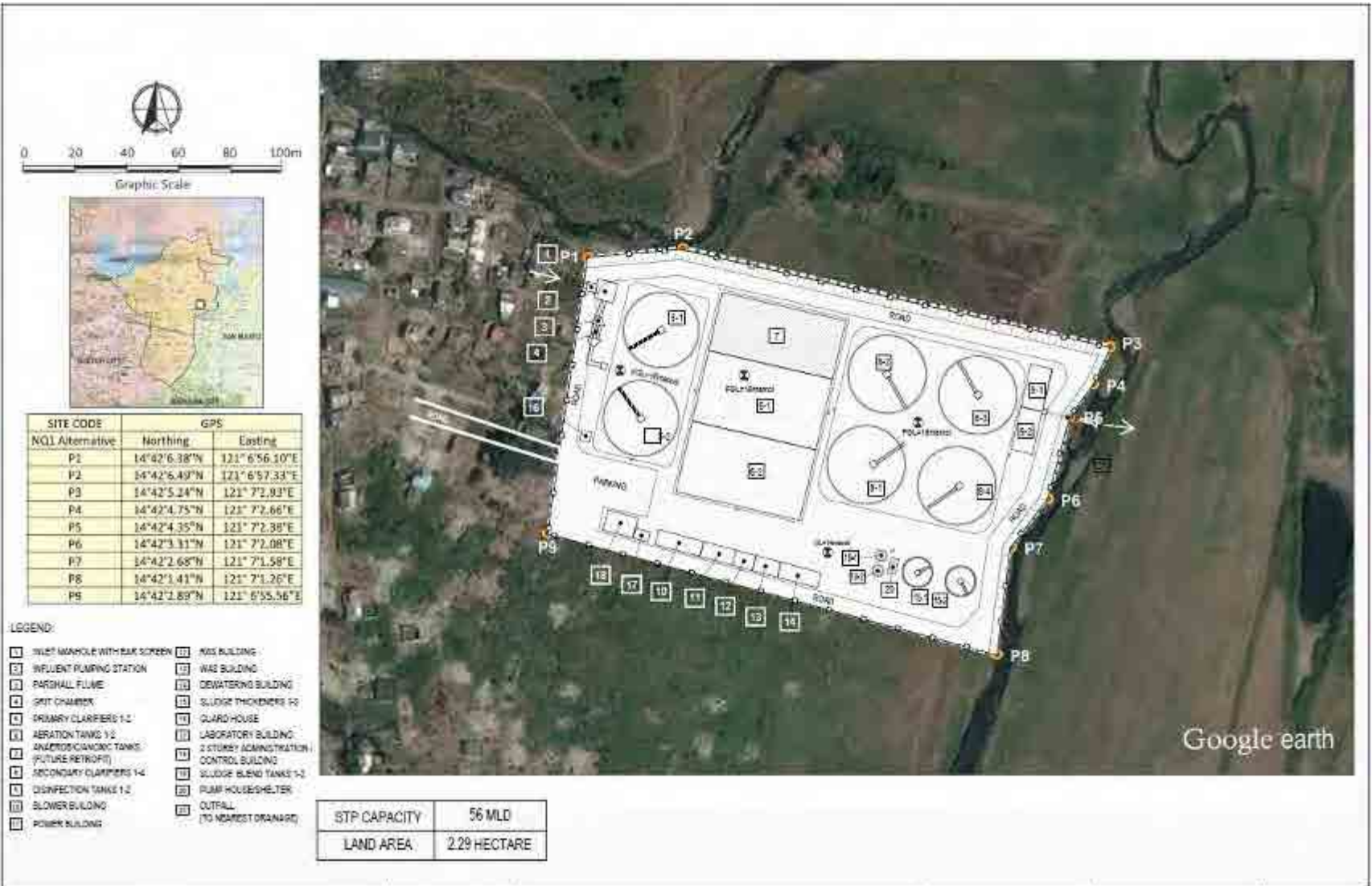
c) 機電室

場内の機械設備に制御装置、自家発電装置及び緊急時に必要なポンプ等の機械設備を設置・保管する施設が必要であり、13 m×6 m の施設を設定した。

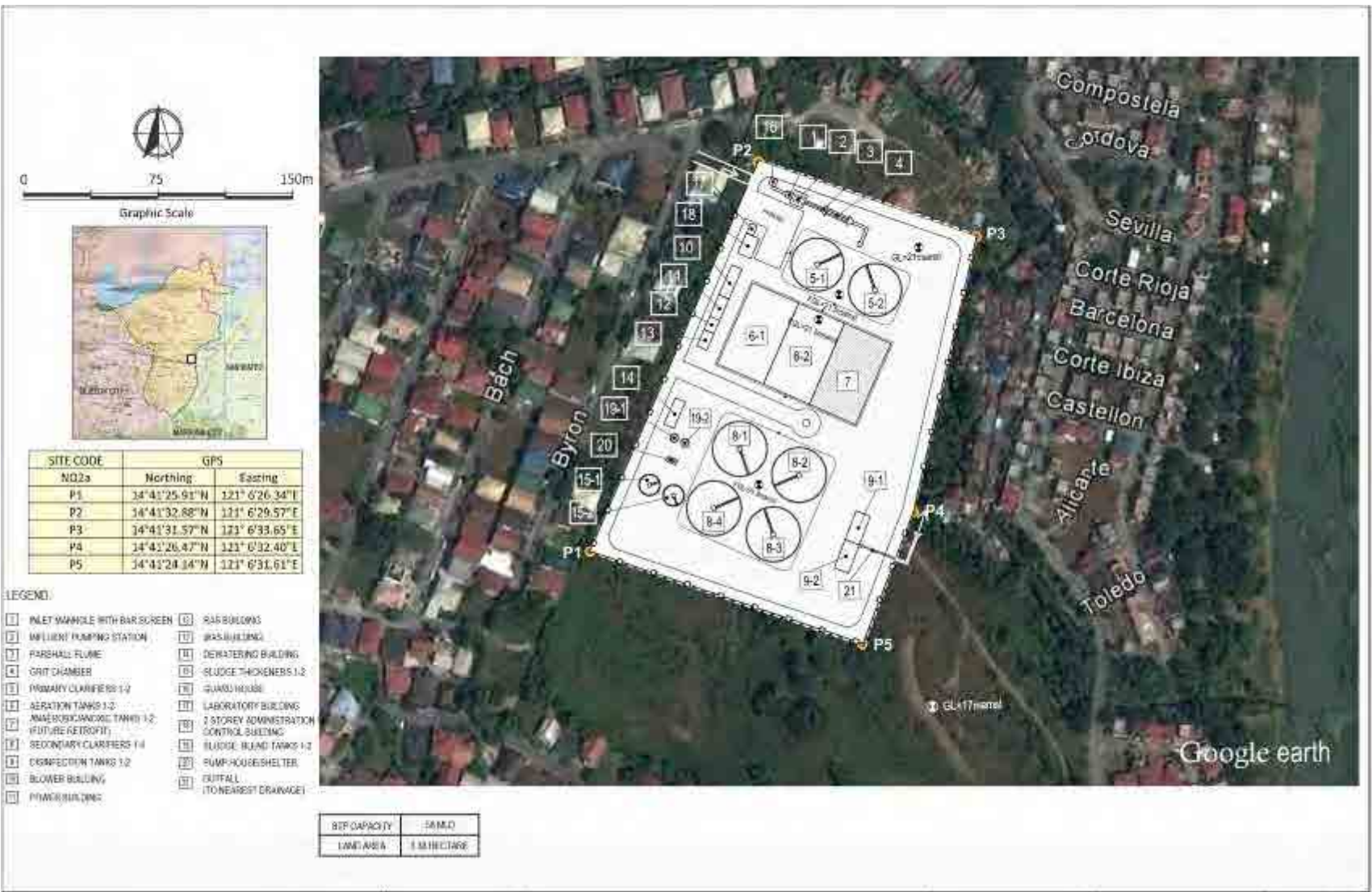
- d) ブロワー室
ブロワー室は、28 m x 6 m の施設を設定した。
 - e) 返送汚泥棟
返送汚泥棟は、8 m x 6 m の施設を設定し、返送汚泥を輸送するポンプ等を配置する。
 - f) 余剰汚泥棟
余剰汚泥棟は、10 m x 6 m の施設を設定し、余剰汚泥を汚泥混合槽へ輸送するポンプ設備等を設置する。
 - g) 汚泥脱水棟
汚泥脱水棟は、16 m x 6 m の施設を設定し、汚泥脱水装置等を設置する。
- (4) 下水処理場の施設配置図
図 5.2.10 から 5.2.13 に各処理場候補地の施設配置図を示す。



出典 JICA 調査団
図 5.2.10 マニラキナ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプショーン 1)



出典：JICA 調査団
図 5.2.11 マリキナ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 1A)



出典：JICA 調査団
図 5.2.12 マリキナ川流域における下水処理場の施設配置図 (オナシヨソ2)



出典：JICA 調査団
図 5.2.13 マリキナ川流域における下水処理場の施設配置図 (オナシヨソ 3)

5.2.4 マリキナ川流域の設計に関する比較検討

本調査においては、各下水処理場候補地について、管路施設及び下水処理場の概略設計を行った。この理由は次の通りである。

- ▶ マリキナ川流域の下水道事業は、2017年以降に実施する予定である。
- ▶ 現状では、下水処理場の候補地を絞り込むことが出来ない。
- ▶ 設計案の比較検討は、下水処理場の位置のみでなく、建設及び維持管理費、環境影響等を総合的に考慮して判断する必要がある、全てについて概略設計を行うことが必要である。

本節では、下水道事業の実施計画、事業費の算出及び経済財務分析を行うにあたり、実行可能性の高い設計案を選定する。

(1) 概略設計の整理

表 5.2.18 に各オプションの設計概要を示す。

表 5.2.18 各オプションの設計概要 (マリキナ川流域)

| 項目 | 単位 | オプション1 | オプション2 | オプション3 |
|------------------|-------------------|--------|--------|--------|
| A. 下水処理場 | | | | |
| 処理場候補地 | - | 候補地1 | 候補地2 | 候補地3 |
| 処理場用地面積 | ha | 2.4 | 3.4 | 3.3 |
| 処理水量 | m ³ /日 | 56,000 | 56,000 | 56,000 |
| B. 管路施設 | | | | |
| (1) 開削工法 | m | 10,392 | 9,532 | 9,011 |
| 1) RCP | m | 7,093 | 6,233 | 5,622 |
| 2) PVC | m | 3,113 | 3,113 | 2,993 |
| 3) PE | m | 186 | 186 | 396 |
| 4) HDPE | m | 0 | 0 | 0 |
| (2) 非開削工法 (推進工法) | m | 7,583 | 7,463 | 8,092 |
| 1) RCP | m | 6,183 | 6,093 | 7,272 |
| 2) PVC | m | 0 | 0 | 0 |
| 3) PE | m | 1030 | 1030 | 820 |
| 4) HDPE | m | 370 | 370 | 0 |
| (3) 平均管径 | mm | 560 | 570 | 630 |
| (4) 平均埋設深 | m | 8.3 | 8.2 | 7.5 |
| (5) 遮集施設 | 箇所 | 60 | 60 | 60 |
| (6) マンホール | 箇所 | 225 | 216 | 216 |
| (7) ポンプ施設 | 箇所 | 2 | 2 | 0 |
| 1) 大規模ポンプ施設 | 箇所 | 0 | 0 | 0 |
| 2) 中規模ポンプ施設 | 箇所 | 1 | 1 | 0 |
| 3) マンホールポンプ | 箇所 | 1 | 1 | 0 |

出典：JICA 調査団

(2) 設計案の比較検討

1) 処理場候補地

マリキナ川流域の処理場候補地は、マリキナ川の近傍の3箇所である。マリキナ川に対して、オプション1は上流側、オプション2は中流部、そしてオプション3は下流側にそれぞれ位置している。

汚水収集の点においては、オプション3は、流域内で標高が一番低く、自然流下

による収集が可能である。よって、中継ポンプ施設は必要としない。一方、オプション1及び2においては、地形勾配に逆らって管渠を布設する結果、2か所のポンプ施設が必要となり維持管理の手間も増える。

下水処理場の建設の点においては、オプション1はマリキナ川に面した位置にあり、下水処理場の浸水を防ぎ下水処理の機能を確保するため、相当量の盛土が必要である。また、この地域には、道路や電気があまり整備されておらず、資機材の運搬を行うための新たな道路用地の取得や道路建設が必要とされる。一方、オプション3は、大通りに面しており、資機材を運搬する大型車両も通行可能である。

なお、DPWHが世銀とともに「マニラ首都圏洪水マスタープラン」を調査しているという情報もあり、オプション1の近傍およびオプション3の南側のマリキナ川に面した地域は、遊水池となる可能性も考えられる。

2) 管路施設の建設

管路施設の設計では、開削工法及び非開削工法の布設延長は、どのオプションもほとんど同じである。しかしながら、マンホール数と平均埋設深においては、オプション3が最も有利である。管路施設については、オプション間の差異は下水処理場に比べてほとんどない。

3) 環境影響

オプション1の場合、下水処理場候補地の周辺には住宅や構造物はほとんどない。河川沿いの現況から、台風等による土砂流出や浸水の痕跡が確認され、詳細設計を行う際は、土質特性の把握及び河川水位の確認を行う必要がある。また、候補地周辺には樹木があるが、処理場の建設による伐採が生じる可能性がある。また、候補地1の代替用地として、候補地1Aを選定したが、マリキナ川から離れている点を除き、用地の特徴は候補地1とほぼ同じである。

オプション2の場合は、候補地の北側に構造物があり、まずはこの構造物について確認する必要がある。樹木も多く、伐採が発生する可能性がある。この候補地は、標高は高いものの住宅地の真ん中に位置するため、この位置に建設する場合は、近隣住民や開発者等の理解を十分に得る必要がある。

オプション3の場合は、土地所有者が選任した管理者が候補地に駐在しており、埋め戻し材量や、仮設構造物が候補地の東端部に保管されている。

表 5.2.19 に環境社会影響に関する比較検討結果を示す。評価方法は、「優」、「良」、「可」の3段階とし、下水処理場の建設による環境社会影響を定性的に評価した。

表 5.2.19 マリキナ川流域における処理場候補地の環境影響に関する検討及び評価

| 候補地 | 面積 (ha) | 土地利用 | 現地の状況 (2012年7月現在) | 環境に関する留意点 | 評価 | | |
|---------|------------|---|---|--|-----------------------|--------------------|--------------|
| | | | | | 土地 収用・ 住民 移転 | 交 通へ の影 響 | 環 境影 響 |
| 1 | 3.5 | <ul style="list-style-type: none"> 水牛(carabao)が草地に放牧されていた。 河川の洪水による土壌浸食の進行が確認された。 サイト近くまでのアクセス路が確認されなかった |  | <ul style="list-style-type: none"> 住民移転なし 樹木伐採(約 0.7ha) 頻繁な洪水及び浸食痕跡あり 個人所有地を取得する必要あり アクセス困難 | 優 | 可 | 良 |
| 1A | 1.5 | <ul style="list-style-type: none"> 畑利用 台風による痕跡を確認 近くまでのアクセス路は細街路 |  | <ul style="list-style-type: none"> 住民移転なし 樹木伐採なし 頻繁な洪水及び浸食痕跡あり 個人所有地を取得する必要あり | 優 | 可 | 優 |
| 2 | 6.3 | <ul style="list-style-type: none"> 周囲は住居地域 河川敷よりも高い地盤 土地所収者が調停中のため、コンクリート壁により全体を囲まれている 生活者はいない |  | <ul style="list-style-type: none"> 住民移転なし 建築構造物(1軒)が存在するが生活はしていない。 樹木伐採(約 0.6ha) 個人所有地を取得する必要あり | 良 | 良 | 良 |
| 3 北側 | 1.5 | <ul style="list-style-type: none"> 平らな空き地 建設発生土仮置き場とされた |  | <ul style="list-style-type: none"> Caretake1名に影響が生じるかもしれない 樹木伐採(0.1ha未済) 個人所有地を取得する必要あり 建築構造物2つ | 良 | 優 | 良 |
| 3 南側 | 1.5 | <ul style="list-style-type: none"> 草地の空き地 |  | <ul style="list-style-type: none"> 樹木伐採(約0.1ha) 個人所有地を取得する必要あり | | | |

出典：JICA 調査団

4) 概算建設費用及び維持管理費用

各設計案の比較検討を行うために推算した概算費用について整理する。表 5.2.20 に各オプションの費用を示す。建設費用は、下水処理場建設と管路施設とに分類した。また、維持管理費については、人件費と変動費を検討し、15年間に要する費用を算出した。しかしながら、ここでの算出した費用は、下水道施設に要する費用のみであり、アクセス道路の建設等の附帯作業等に要する費用は考慮していない。よって、下水道施設の費用比較では、オプション1が最も安価であるが、この他に、アクセス道路等の用地取得及び建設費用等が別途必要となる。なお、アクセス道路の概算費用は、約400万ペソ（延長約1km、幅：4m、1mあたりの単価4,000ペソと想定）である。

表 5.2.20 概算建設費及び維持管理費の比較（マリキナ川流域）

| 下水処理場 | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 項目 | オプション1 | オプション2 | オプション3 |
| | PHP | PHP | PHP |
| 造成工事 | 173,033,000 | 102,708,000 | 130,589,000 |
| 土木工事 | 1,136,631,000 | 1,136,631,000 | 1,136,631,000 |
| 機械・電気設備工事 | 332,819,000 | 332,819,000 | 336,194,000 |
| 付帯施設工事 | 28,840,000 | 28,840,000 | 28,840,000 |
| 小計 | 1,671,323,000 | 1,600,998,000 | 1,632,254,000 |
| 管路施設 | | | |
| 項目 | オプション1 | オプション2 | オプション3 |
| | PHP | PHP | PHP |
| 開削工法 | 758,699,000 | 685,794,000 | 690,764,000 |
| 非開削工法 | 823,806,000 | 996,264,000 | 1,255,993,000 |
| 遮集施設 | 12,870,000 | 12,870,000 | 12,870,000 |
| マンホール | 81,292,000 | 83,775,000 | 96,717,000 |
| ポンプ場 | 16,114,000 | 16,114,000 | - |
| 小計 | 1,692,781,000 | 1,794,817,000 | 2,056,344,000 |
| 維持管理費および用地取得費 | | | |
| 項目 | オプション1 | オプション2 | オプション3 |
| | PHP | PHP | PHP |
| 人件費(1m ³ あたり) | 2.27 | 2.27 | 2.27 |
| 変動費(電力、薬品等) | 3.08 | 3.08 | 3.08 |
| 1m ³ あたりの維持管理費 | 5.35 | 5.35 | 5.35 |
| 1日当たりの維持管理費 | 300,000 | 300,000 | 300,000 |
| 1年あたりの維持管理費 | 109,500,000 | 109,500,000 | 109,500,000 |
| 15年間の維持管理費 | 1,642,500,000 | 1,642,500,000 | 1,642,500,000 |
| 土地収用費用 | 177,600,000 | 251,600,000 | 654,000,000 |
| 小計 | 1,820,100,000 | 1,894,100,000 | 2,296,500,000 |
| 総計 | 5,184,204,000 | 5,289,915,000 | 5,985,098,000 |

※アクセス道路(オプション1)の建設費は、約400万ペソ。

出典：JICA 調査団

(3) マリキナ川流域における下水道事業についての提案

各設計案についての評価は、施工性、環境影響及び概算費用等を定性評価し、

提案する設計案について総合的に評価を行った。表 5.2.21 に評価結果を示す。マリキナ川流域においては、オプション 3 を推奨する下水道事業として提案する。

表 5.2.21 設計案の評価結果 (マリキナ川流域)

| | オプション 1 | オプション 2 | オプション 3 |
|-------------|-----------------------------------|--|--|
| 下水処理場の建設 | 可 (盛土、浸水リスクがある) | 良 (盛土の必要がない) | 良 (基本的に盛土必要ないが、マリキナ川側は必要の場合が考えられる) |
| 管路施設の建設 | 良 (管路は深くなるが、管径を小さくすることができる) | 良 (管路は深くなるが、管径を小さくすることができる) | 良 (ポンプ施設は不要で、勾配に沿った配置になるため埋設深が浅くなる) |
| 環境影響 | 可 (周辺に住宅地はないが、農地が点在する) | 可 (処理場が住宅地の内部に位置する) | 良 (住宅地の近傍ではあるが、住民移転はほとんどない) |
| 建設費及び維持管理費 | 可 (最も安価であるが、道路・電気工事が必要となる) | 良 (オプション3に比べて安価で、道路・電気工事も必要ない) | 可 (管径が大きいため、建設費が高くなる) |
| 用地取用費用 | 優 (最も安価である) | 可 (オプション3よりも安価だが、住宅地のため取得時に価格が高騰する可能性がある) | 可 (最も高価である) |
| 下水処理場へのアクセス | 可 (十分なアクセス道路、電気がない) | 良 (住宅地内でいくつかのゲートを通る必要がある) | 優 (幹線道路沿いに立地している) |
| その他必要事項 | アクセス道路の整備・用地取得 電力供給設備の整備が必要である | 住民やデベロッパの承認が必要である | 特になし |
| 総合評価 | 可 | 可 | 良 |

出典：JICA 調査団

5.2.5 提案する設計オプションの詳細

(1) 管路施設

1) 管径、管種、施工方法別管路延長

表 5.2.22 に管径、管種、施工方法別の管路延長を示す。

表 5.2.22 管径、管種、施工方法別管路延長 (オプション 3)

| オプション 3 | | | | | | | |
|---------|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 処理場位置 | | 候補地 3 | | | | | |
| 管渠 | 管径 (mm) (自然流下式) | RC | | PE | | PVC | |
| | | 開削工法 (m) | 非開削工法 (m) | 開削工法 (m) | 非開削工法 (m) | 開削工法 (m) | 非開削工法 (m) |
| | 200 | 100 | 775 | - | - | 830 | - |
| | 250 | - | 45 | - | - | 312 | - |
| | 300 | - | 140 | 140 | 210 | 1,223 | - |
| | 350 | - | - | 256 | 240 | 628 | - |
| | 400 | 2,437 | 280 | - | 370 | - | - |
| | 450 | 830 | 40 | - | - | - | - |
| | 500 | 195 | 95 | - | - | - | - |
| | 600 | 216 | 130 | - | - | - | - |
| | 700 | 331 | - | - | - | - | - |
| | 800 | - | 816 | - | - | - | - |
| | 900 | 1,513 | 1,138 | - | - | - | - |
| | 1000 | - | 552 | - | - | - | - |
| 1100 | - | 2,605 | - | - | - | - | |
| 1200 | - | 656 | - | - | - | - | |
| 小計 | | 5,622 | 7,272 | 396 | 820 | 2,993 | - |
| 合計 | | 12,894 | | 1,216 | | 2,993 | |
| 総計 | | | | | | | 17,103 |

出典：JICA 調査団

2) 管路平面図及び断面図

提案するオプション3の設計について、管路の平面及び縦断図を作成した。これらの図は、本報告書に別冊添付する図面集に示す。

3) ポンプ施設

提案するオプション3の設計では、ポンプ施設は必要としない。

(2) 下水処理場

1) 土木・建築施設

表 5.2.23 に下水処理場における土木・建築施設のリスト及び設計数量を示す。下水処理場の処理容量は 56,000 m³/日 (2037 年の計画日最大汚水量) である。水処理方法は、CAS 法を、汚泥処理は、濃縮及び脱水を採用した。施設配置図は、図 5.2.10 に示している。

表 5.2.23 土木・建築施設リスト及び設計数量 (マリキナ川流域)

| 1. Facilities | | | |
|---|----------------|----------|----------------------|
| Treatment Facilities / Support Facilities | Unit | Quantity | Remarks |
| 1-1. Treatment Facilities | | | |
| Bar Rack Chamber | m ³ | 4.6 | 3 Units |
| Parshall Flume | m ³ | 11.6 | 3 Units |
| Grit Chambers | m ³ | 101 | 3 Units |
| Influent Pumping Station | m ³ | 202 | 2 Units |
| Primary Clarifiers | m ³ | 5,060 | 2 Units |
| Aeration Tanks | m ³ | 13,119 | 2 Units |
| Anaerobic/Anoxic Tank | m ³ | 7,871 | 1 Unit |
| Secondary Clarifiers | m ³ | 10,120 | 4 Units |
| Sludge Blending Tanks | m ³ | 83.6 | 2 Units |
| Thickener Tanks | m ³ | 699 | 2 Units |
| Disinfection Tank | m ³ | 1,054 | 2 Units |
| 1-2. Support Facilities | | | |
| Administration/Control/Workshop Building | m ³ | 192 | 12 m x 8 m x 2 floor |
| Laboratory Building | m ³ | 24 | 6 m x 4 m |
| Guard House | m ³ | 16 | 4 m x 4 m |
| RAS Building | m ³ | 48 | 8 m x 6 m |
| WAS Building | m ³ | 60 | 10 m x 6 m |
| Blower Building | m ⁴ | 108 | 28 m x 6 m |
| Power House & Genset Building | m ⁵ | 78 | 13 m x 6 m |
| Dewatering Building | m ⁵ | 96 | 16 m x 6 m |
| Pump House/Shelter | m ⁵ | 18 | 6 m x 3 m |
| Parking Area | m ⁵ | 200 | |

出典：JICA 調査団

2) 機械・電気設備

掻寄せ機やポンプ等の機械設備は、水処理及び汚泥処理の中で、汚泥の収集や輸送するために必要とされる。機械設備の規格数量等は、施設設計に基づいて行われ、

適切な運転を行う設備を選定する。電気設備については、機械設備の仕様や規格を確認し、運転に必要な電力量の算出、電力供給及び制御スキーム等を設定した。表 5.2.24 に機器リスト及び仕様を示す。

表 5.2.24 機器リスト及び仕様（マリキナ川流域）

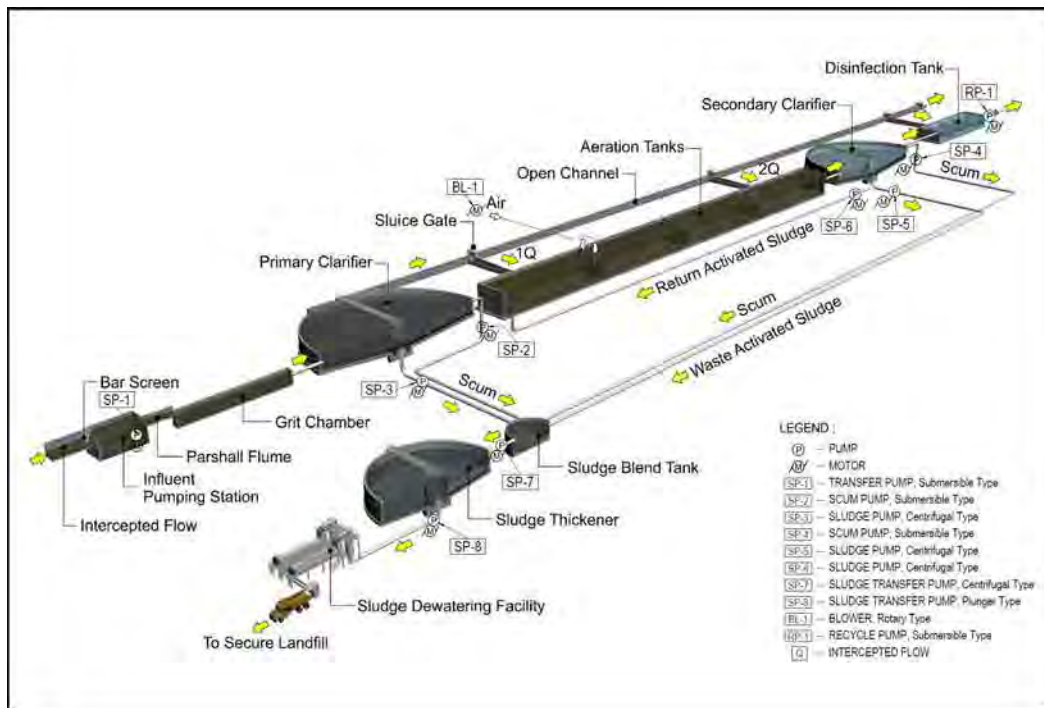
| 2. Mechanical and Electrical Equipments | | | |
|--|------|----------|--|
| Facilities / Equipments | Unit | Quantity | Remarks |
| 2-1. Bar Rack Chamber | | | |
| Bar Rack (Duty, mechanical type) | unit | 2 | Bar rack chamber |
| Bar Rack (Stand by, manual type) | unit | 1 | |
| 2-2. Influent PS | | | |
| Transfer Pump (Submersible non-clog type) | | | Flow capacity: 3500 m ³ /hr, Pumps: 583.3 m ³ /hr, TDH: 30 m, Motor: 100 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-1A, SP-1B, SP-1C, SP-1D, SP-1E, SP-1F (Duty) | unit | 6 | |
| SP-2A, SP-2B (Stand by) | unit | 2 | |
| 2-3. Primary Clarifier | | | |
| Travelling Scraper (with skimmer and motor drive unit) | | | Motor: 3 HP, 230 v-3 ph-60 Hz |
| CDU-1 | unit | 1 | |
| CDU-2 | unit | 1 | |
| Scum Pumps (submersible non-clog type) | | | Flow capacity: 0.23 m ³ /hr, TDH: 10 m, Motor: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| SP-2A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-2B (Stand by) | unit | 1 | |
| Sludge Pumps (centrifugal end-suction non-clog type) | | | For WAS building Flow capacity: 1.28 m ³ /min, TDH: 10 m, Motor: 5 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-3A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-3B (Stand by) | unit | 1 | |
| 2-4. Aeration Tank | | | |
| Blower Power | | | Requirement capacity: 193.8 m ³ /min Motor: 100 HP, 460 v- 3 ph- 60 Hz |
| BL-1A, BL-1B, BL-1C (Duty) | unit | 3 | |
| BL-1D (Stand by) | unit | 1 | |
| Fine Bubble Membrane Diffusers | unit | 3,287 | |
| 2-5. Secondary Clarifier | | | |
| Travelling Scraper (with skimmer and motor drive unit) | | | Motor: 3 HP, 230 v-3 ph-60 Hz |
| CDU-4 | unit | 1 | |
| CDU-5 | unit | 1 | |
| CDU-6 | unit | 1 | |
| CDU-7 | unit | 1 | |
| Scum Pumps (submersible non-clog type) | | | Flow capacity: 0.23 m ³ /hr, TDH: 10 m Motor: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| SP-4A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-4B (Stand by) | unit | 1 | |
| Sludge Pumps (centrifugal end-suction non-clog type) | | | For WAS building Flow capacity: 1.22 m ³ /hr, TDH: 10 m, Motor: 5 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-5A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-5B (Stand by) | unit | 1 | |
| Sludge Pumps (centrifugal end-suction non-clog type) | | | For RAS building Flow capacity: 583 m ³ /hr, TDH: 10 m, Motor: 40 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-6A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-6B (Stand by) | unit | 1 | |
| 2-6. Sludge Blending Tanks | | | |
| Sludge Transfer Pumps | | | Flow capacity: 1.64 m ³ /min, TDH: 10 m, Motor: 7.5 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-7A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-7B (Stand by) | unit | 1 | |
| Sludge Blend Mixer | | | Motor: 1.5 HP, 230 v-3 ph-60 Hz |
| SBM-1 (Duty) | unit | 1 | |
| SBM-2 (Stand by) | unit | 1 | |

| Facilities / Equipments | Unit | Quantity | Remarks |
|---|------|----------|--|
| 2-7. Sludge Thickener Tanks | | | |
| Sludge Transfer Pumps | | | |
| SP-8A (Duty) | unit | 1 | Flow capacity: 1.64 m ³ /min, TDH: 10 m, Motor: 7.5 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-8B (Stand by) | unit | 1 | |
| Sludge Thickener Tank | | | |
| TDU-1 (Duty) | unit | 1 | Motor: 1.5 HP, 230 v-3 ph-60 Hz |
| TDU-2 (Stand by) | unit | 1 | |
| 2-8. Disinfection Tank | | | |
| Recycle Pump (RP-1A, RP-1B) | unit | 2 | Pump capacity: 583.33 m ³ /hr (25% of treated wastewater), TDH: 20 m, Motor: 75 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| 2-9. Sludge Dewatering Facility | | | |
| Screw Press Dewatering Machine with screw conveyor | unit | 2 | Thickened sludge: 32,876 kg/day, Flow capacity: 133 m ³ /day Sludge cake: 20%, Solid capture: 95% |
| UREA Feed Pump (UP-1A, UP-1B) | unit | 2 | Capacity: 0 - 150 L/H, Discharge Pressure=3 kg/cm ² , Power: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| Polymer Dosing Pump (PP-1A, PP-1B) | unit | 2 | Capacity= 10-20 L/H, Discharge Pressure=3 kg/cm ² , Power: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| Polymer Tank Mixer (PM-1) | unit | 1 | Velocity gradient= 50 s ⁻¹ , Power: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| Drain Pump (DP-1A, DP-1B) | unit | 2 | TDH: 10 m, Motor: 3 HP, 230v-3 ph-60 Hz |
| 2-10. Administrative Building | | | |
| Transfer Pump for domestic water, submersible type (TP-1A, TP-1B) | unit | 2 | Flow capacity: 0.19 m ³ /min, TDH: 25 m, Motor: 2HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| 2-11. Electrical Equipment | | | |
| Wires and Conduits | lot | 1 | |
| MCC for STP | lot | 1 | |
| Distribution Panels | lot | 1 | |
| 1 MVA, 34.5 KV or 13.8 KVA - 460 v, 3 Ph, 60 Hz Pad Mounted Type | lot | 1 | |
| 500 KVA rating, 3 Ph, 60 Hz, 460 v primary - 230 v secondary | set | 1 | |
| 250 KVA, 3 ph, 60 hz, 460 v Primary- 230 v Secondary, | set | 1 | |
| 75 KVA, 3 ph, 60 hz, 460 v Primary- 230 v Secondary, | set | 1 | |

出典：JICA 調査団

a) 場内ポンプ設備の配置図

図 5.2.14 に場内ポンプ設備の配置図を示す。

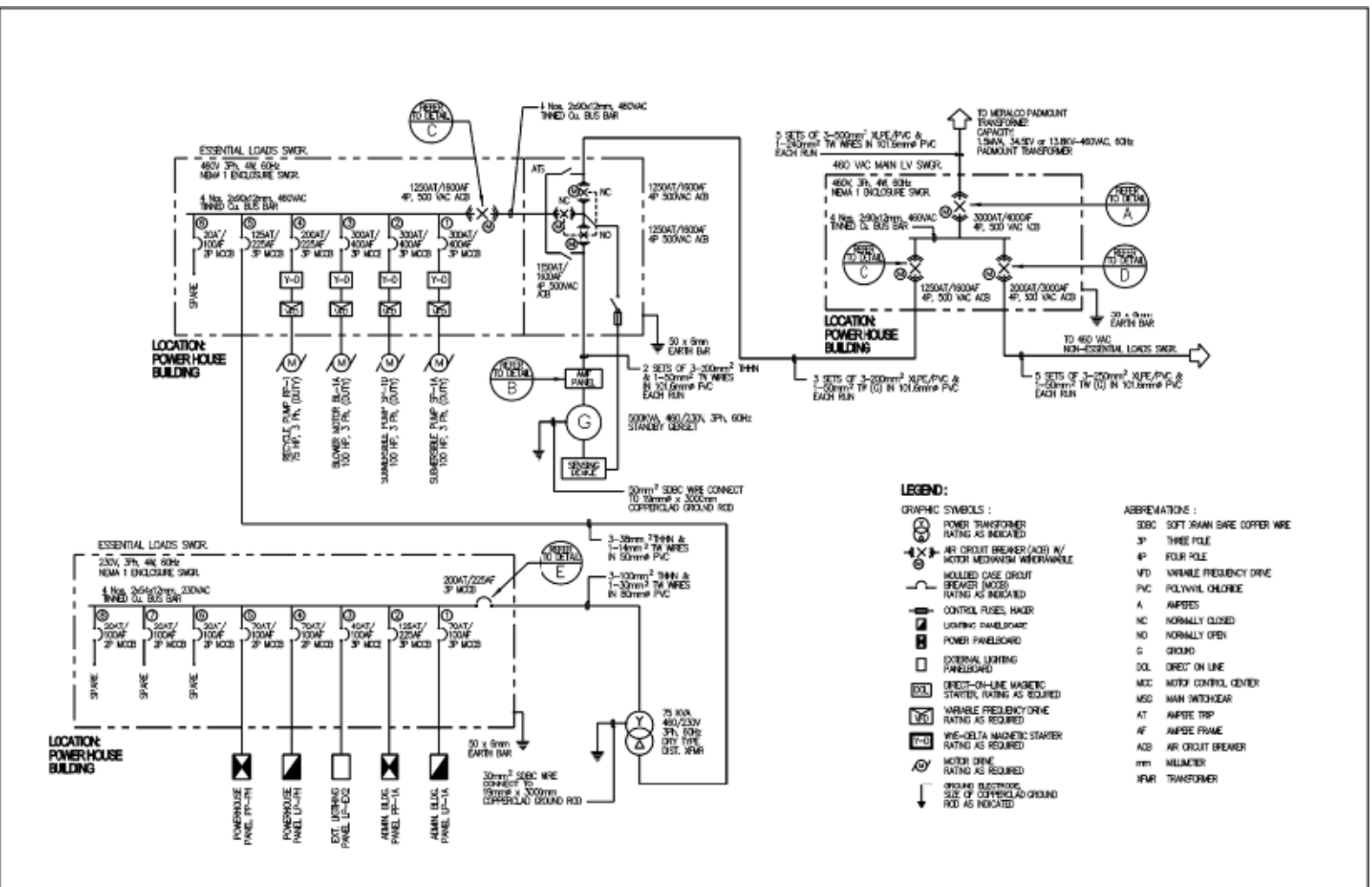


出典：JICA 調査団

図 5.2.14 下水処理場内ポンプ設備の配置図 (マリキナ川流域)

b) 下水処理場への電力供給

下水処理場への電力供給は、460 VAC の単結線とし、電力会社から供給される電力を電源とする。図 5.2.15 に基幹設備の単結線図を示す。このシステムでは、機械設備と連動した自動制御装置を組み込み、電力が供給されない場合においても、500 kVA の電力をディーゼル自家発電機で賄うシステムとした。また、同様の単結線図を非基幹設備について、図 5.2.16 に示すように設計を行った



出典：JICA 調査団
図 5.2.15 基幹設備の単結線図 (マリキナ川流域)

c) 負荷量計算

設計電力負荷量は、基幹設備及び非基幹設備についてそれぞれ算出した。表 5.2.25 及び 5.2.26 にそれぞれの計算書を示す。必要な合計電力量は、約 1,500 kVA (基幹設備：500 kVA、非基幹設備：1,000 kVA) である。

表 5.2.25 基幹設備の必要電力量 (マリキナ川流域)

| Load Schedule: 460 VAC Outgoing Feeders Panel | | | | | | | | | | | | | Site 3 : Plinth Mounted, Nema 1 Encl. | | | Volts: 460 | | | PHASE 3 | | |
|---|------------------------------|------|------------|----------|----------|-------|-------|--------|------------|-----|------|------------------|---------------------------------------|--------------|--|------------|--|--|---------|--|--|
| ESSENTIAL LOADS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ckt. No. | CONNECTED LOAD | QTY. | VA LOAD | AC Volts | AMPERAGE | | | | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE | | | | | | | |
| | | | | | AB | BC | CA | 3Ø | AT | AF | POLE | | | | | | | | | | |
| 1 | Submersible Pump, SP-1A | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 2 | Submersible Pump, SP-1D | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 3 | Blower Motor, BL-1A | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 4 | Recycle Pump, RP-1 | 1 | 76,567.00 | 460 | | | | 96.10 | 200 | 225 | 3P | 3-80 mm² THHN | 1-22 mm² TW | 63 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 5 | 75 KVA 460-230 V Transformer | 1 | 39,262.50 | 460 | 64.82 | 64.19 | 49.19 | | 225 | 225 | 3P | 3-100.0 mm² THHN | 1-30.0 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 6 | SPARE | 1 | 3,984.00 | 460 | | | | 5.00 | 20 | 100 | 3P | - | - | - | | | | | | | |
| TOTAL | | | 420,984 | | 64.82 | 64.19 | 49.19 | 479.10 | | | | | | | | | | | | | |

| Load Schedule: 230 VAC Outgoing Feeders Panel | | | | | | | | | | | | | Site 3 : Plinth Mounted, Nema 1 Encl. | | | Volts: 230 | | | PHASE 3 | | |
|---|-----------------------------|------|-----------|----------|----------|--------|-------|----|------------|-----|------|-----------------|---------------------------------------|--------------|--|------------|--|--|---------|--|--|
| ESSENTIAL LOADS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ckt. No. | CONNECTED LOAD | QTY. | VA LOAD | AC Volts | AMPERAGE | | | | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE | | | | | | | |
| | | | | | AB | BC | CA | 3Ø | AT | AF | POLE | | | | | | | | | | |
| 1 | Admin Building, Panel LP-1A | 1 | 13,342.00 | 230 | 21.50 | 23.00 | 22.25 | | 70 | 100 | 3P | 3-22.0 mm² THHN | 1-8.0 mm² TW | 40 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 2 | Admin Building, Panel PP-1A | 1 | 20,353.00 | 230 | 32.04 | 30.05 | 27.07 | | 125 | 225 | 3P | 3-38.0 mm² THHN | 1-14.0 mm² TW | 50 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 3 | External Lighting, LP-EX2 | 1 | 13,226.00 | 230 | 19.20 | 19.20 | 19.20 | | 40 | 100 | 3P | 3-8.0 mm² THHN | 1-8.0 mm² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 4 | Powerhouse Bldg., LP-PH | 1 | 12,434.00 | 230 | 18.41 | 17.63 | 15.46 | | 70 | 100 | 3P | 3-14.0 mm² THHN | 1-8.0 mm² TW | 32 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 5 | Powerhouse Bldg., PP-PH | 1 | 15,720.00 | 230 | 33.50 | 33.50 | 10.00 | | 70 | 100 | 3P | 3-14.0 mm² THHN | 1-8.0 mm² TW | 32 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 6 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | 5.00 | | | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | | | | | | | |
| 7 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | | 5.00 | | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | | | | | | | |
| 8 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | | | 5.00 | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | | | | | | | |
| TOTAL | | | 78,525 | | 129.65 | 128.38 | 98.98 | | | | | | | | | | | | | | |

出典：JICA 調査団

表 5.2.26 非基幹設備の必要電力量 (マリキナ川流域)

| Load Schedule: 460 VAC Outgoing Feeders Panel | | | | | | | | | | | | | Site 3 | | | Concrete Plinth Mounted, Nema 1 Encl. | | | Volts: 460 | | | PHASE 3 | | |
|---|-------------------------------|------|--------------|----------|----------|-------|-------|----------|------------|-----|------|-------------------|--------------|--------------|--|---------------------------------------|--|--|------------|--|--|---------|--|--|
| NON-ESSENTIAL LOADS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ckt. No. | CONNECTED LOAD | QTY. | VA LOAD | AC Volts | AMPERAGE | | | | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE | | | | | | | | | | |
| | | | | | AB | BC | CA | 3Ø | AT | AF | POLE | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Submersible Pump, SP-1B | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 2 | Submersible Pump, SP-1C | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 3 | Submersible Pump, SP-1E | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 4 | Submersible Pump, SP-1F | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 5 | Submersible Pump, SP-1G | 1 | (100,390.00) | 460 | | | | (126.00) | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 6 | Submersible Pump, SP-1H | 1 | (100,390.00) | 460 | | | | (126.00) | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 7 | Blower Motor, BL-1B | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 8 | Blower Motor, BL-1C | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 9 | Blower Motor, BL-2 | 1 | (100,390.00) | 460 | | | | (126.00) | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm² THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 10 | Recycle Pump, RP-2 | 1 | 76,567.00 | 460 | | | | 96.10 | 200 | 225 | 3P | 3-80 mm² THHN | 1-22 mm² TW | 63 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 11 | Sludge Pump RAS, SP-6 | 1 | 41,829.00 | 460 | | | | 52.50 | 100 | 100 | 3P | 3-30 mm² THHN | 1-8.0 mm² TW | 40 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 12 | Sludge Pump RAS, SP-6 | 1 | (41,829.00) | 460 | | | | (52.50) | 100 | 100 | 3P | 3-30 mm² THHN | 1-8.0 mm² TW | 40 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 13 | Sludge Pump WAS, SP-3 | 1 | 6,294.00 | 460 | | | | 7.90 | 20 | 100 | 3P | 3-3.5 mm² THHN | 1-2.0 mm² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 14 | Sludge Pump WAS, SP-3 | 1 | (6,294.00) | 460 | | | | (7.90) | 20 | 100 | 3P | 3-3.5 mm² THHN | 1-2.0 mm² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 15 | Sludge Pump WAS, SP-5 | 1 | 6,294.00 | 460 | | | | 7.90 | 20 | 100 | 3P | 3-3.5 mm² THHN | 1-2.0 mm² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 16 | Sludge Pump WAS, SP-5 | 1 | (6,294.00) | 460 | | | | (7.90) | 20 | 100 | 3P | 3-3.5 mm² THHN | 1-2.0 mm² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 17 | Sludge Transfer Pump, SP-7 | 1 | 9,003.00 | 460 | | | | 11.30 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm² THHN | 1-3.5 mm² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 18 | Sludge Transfer Pump, SP-7 | 1 | (9,003.00) | 460 | | | | (11.30) | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm² THHN | 1-3.5 mm² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 19 | Sludge Transfer Pump, SP-8 | 1 | 9,003.00 | 460 | | | | 11.30 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm² THHN | 1-3.5 mm² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 20 | Sludge Transfer Pump, SP-8 | 1 | (9,003.00) | 460 | | | | (11.30) | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm² THHN | 1-3.5 mm² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 21 | Screw Press Machine, SPM-1 | 1 | 21,831.00 | 460 | | | | 27.40 | 60 | 100 | 3P | 3-8.0 mm² THHN | 1-5.5 mm² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 22 | Screw Press Machine, SPM-1 | 1 | (21,831.00) | 460 | | | | (27.40) | 60 | 100 | 3P | 3-8.0 mm² THHN | 1-5.5 mm² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 23 | Screw Conveyor Machine, SCM-1 | 1 | 11,553.00 | 460 | | | | 14.50 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm² THHN | 1-3.5 mm² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 24 | Screw Conveyor Machine, SCM-1 | 1 | (11,553.00) | 460 | | | | (14.50) | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm² THHN | 1-3.5 mm² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 25 | SPARE | 1 | 3,984.00 | 460 | | | | 5.00 | 20 | 100 | 3P | - | - | - | | | | | | | | | | |
| 26 | SPARE | 1 | 3,984.00 | 460 | | | | 5.00 | 20 | 100 | 3P | - | - | - | | | | | | | | | | |
| 27 | SPARE | 1 | 3,984.00 | 460 | | | | 5.00 | 20 | 100 | 3P | - | - | - | | | | | | | | | | |
| 28 | 250 KVA, 460-230V Transformer | 1 | 68,128.50 | 460 | 55.92 | 56.30 | 52.15 | 50.24 | 300 | 400 | 3P | 2(3-100 mm²) THHN | 1-30 mm² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | 864,795 | | 55.92 | 56.30 | 52.15 | 1,050.14 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Load Schedule: 230 VAC Outgoing Feeders Panel | | | | | | | | | | | | | | Site 3 | | | Concrete Plinth Mounted, Nema 1 Encl. | | | Volts: 230 | | | PHASE: 3 | | |
|---|------------------------------|------|-------------------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|-----|------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------|--|---------------------------------------|--|--|------------|--|--|----------|--|--|
| Ckt. No. | NON-ESSENTIAL LOADS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CONNECTED LOAD | QTY. | VA LOAD | AC Volts | AMPERAGE | | | | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE | | | | | | | | | | | |
| | | | | | AB | BC | CA | 3Ø | AT | AF | POLE | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Drain Pump, DP-1 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 2 | Drain Pump, DP-1 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 3 | Clarifier Drive Unit, CDU-1 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 4 | Clarifier Drive Unit, CDU-2 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 5 | Clarifier Drive Unit, CDU-3 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 6 | Clarifier Drive Unit, CDU-4 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 7 | Clarifier Drive Unit, CDU-5 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 8 | Clarifier Drive Unit, CDU-6 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 9 | Thickener Drive Unit, TDU-1 | 1 | 2,055.00 | 230 | | | | 5.16 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 10 | Thickener Drive Unit, TDU-1 | 1 | 2,055.00 | 230 | | | | 5.16 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 11 | Sludge Blend Mixer, SBM-1 | 1 | 2,055.00 | 230 | | | | 5.16 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 12 | Sludge Blend Mixer, SBM-1 | 1 | 2,055.00 | 230 | | | | 5.16 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | | |
| 13 | Urea Feed Pump, UP-1 | 1 | 855.000 | 230 | 3.72 | | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 14 | Urea Feed Pump, UP-1 | 1 | 855.000 | 230 | | 3.72 | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 15 | Polymer Dosing Pump, PP-1 | 1 | 855.000 | 230 | | | 3.72 | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 16 | Polymer Dosing Pump, PP-1 | 1 | 855.000 | 230 | 3.72 | | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 17 | Polymer Tank Mixer, PM-1 | 1 | 855.000 | 230 | | 3.72 | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 18 | Scum Pump, SP-4A | 1 | 855.000 | 230 | | | 3.72 | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 19 | Scum Pump, SP-4B | 1 | (855.00) | 230 | | (3.72) | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 20 | Scum Pump, SP-4C | 1 | 855.000 | 230 | | 3.72 | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 21 | Scum Pump, SP-4D | 1 | (855.00) | 230 | | | (3.72) | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 22 | Scum Pump, SP-2A | 1 | 855.000 | 230 | 3.72 | | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 23 | Scum Pump, SP-2B | 1 | (855.00) | 230 | | (3.72) | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 24 | Admin Building, Panel LP-1 | 1 | 19,440.00 | 230 | 22.50 | 24.00 | 23.25 | | | 100 | 100 | 3P | 3-30.0 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 40 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 25 | Admin Building, Panel PP-1 | 1 | 21,428.00 | 230 | 33.73 | 31.64 | 28.50 | | | 175 | 225 | 3P | 3-38.0 mm ² THHN | 1-14.0 mm ² TW | 63 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 26 | Laboratory Bldg., LP-LAB 1 | 1 | 12,468.00 | 230 | 20.25 | 21.60 | 20.92 | | | 175 | 225 | 3P | 3-60.0 mm ² THHN | 1-14.0 mm ² TW | 50 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 27 | External Lighting, LP-EX | 1 | 13,226.00 | 230 | 19.20 | 19.20 | 19.20 | | | 70 | 100 | 3P | 3-22.0 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 40 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 28 | Blower Building, LP-BL | 1 | 7,609.00 | 230 | 13.29 | 13.29 | 8.60 | | | 40 | 100 | 3P | 3-8.0 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 29 | RAS Building, LP-RAS | 1 | 7,609.00 | 230 | 13.29 | 13.29 | 8.60 | | | 40 | 100 | 3P | 3-8.0 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 30 | WAS Building, LP-WAS | 1 | 7,609.00 | 230 | 13.29 | 13.29 | 8.60 | | | 40 | 100 | 3P | 3-8.0 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 31 | Dewatering Building, LP-DEWA | 1 | 7,609.00 | 230 | 13.29 | 13.29 | 8.60 | | | 40 | 100 | 3P | 3-8.0 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | | | | |
| 32 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | 5.00 | | | | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | | | | | | | | | | |
| 33 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | | 5.00 | | | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | | | | | | | | | | |
| 34 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | | | 5.00 | | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | | | | | | | | | | |
| | TOTAL | | 136,257.00 | | 146.71 | 147.47 | 125.11 | 100.48 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

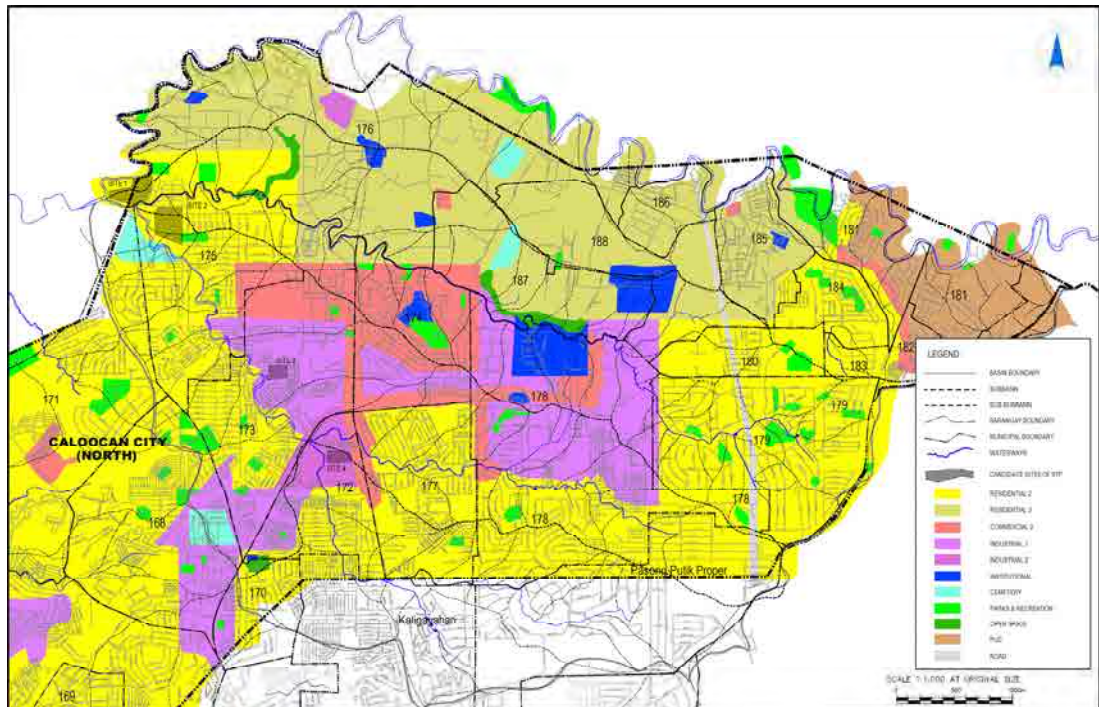
出典：JICA 調査団

5.3 マリラオ川流域の概略設計

5.3.1 事業の概要

(1) マリラオ川流域の概要

マリラオ川流域は、主にカロオカン市（北部）に位置しており、ケソン市の一部の地域も含まれる。マリラオ川流域の対象地域、土地利用図、小流域及び市下水処理場の候補地を図 5.3.1 に示す。



出典：JICA 調査団（土地利用は、総合土地利用計画報告書（カロオカン市、1995-2020）を参照）

図 5.3.1 対象地域、土地利用、小流域及び下水処理場候補地

1) 対象地域

カロオカン市（北部）の 20 のバラングイ及び、ケソン市の 2 つのバラングイ（カリガヤハン、パソンプティプロパー）の一部である。

2) 地理地形及び土質の状況

マリラオ川流域の地層は、下層部の礫岩と、上層部の凝灰岩とに大きく 2 つに分類される。礫岩は、シルト質の泥岩や凝灰質の砂岩を含んだ層が形成されている。一方、凝灰岩は薄灰色で、層状に分布した粒子の細かいガラス質凝灰岩や、火山性角礫岩の層を形成している。土質調査の結果から、地下 3 m から 16 m までは、風化した凝灰岩の層を形成している。また、16 m から 25 m の層では、シルト、粘土及び砂の混合層を形成している。

カロオカン市（北部）の面積のうち 58.5% (2.323 ha) が起伏の激しい地形となっており、地形勾配は 3% から 18% である。この傾向は、カロオカン市（北部）の北

部や中央部で顕著であり、北西部や南部に向かう程、勾配は緩やかとなり、比較的平坦な地形となっている。標高は、高いところで 120 m、低いところで 25 m（ともに AMSL）程度である。管路ルートでの測量調査の結果からも、カロオカン市（北部）の地形は起伏が激しいことが確認された。この流域では一般に、東部の標高が高く西側に向かう程標高は低くなっているが、マリキナ川流域と比べて、勾配が一定ではない。

3) 浸水状況

近隣住民へのヒアリングから、マリラオ川流域の浸水高さは、河川水位を基準として、1.5 m から 3.0 m 程度であるという情報が得られた。下水処理場の設計においては、浸水状況を考慮する必要がある。一方で、図 5.2.2 に示したように、世界銀行が実施した調査では、台風オンドイ時の浸水位は 3 m から 5 m という結果が得られている。本調査においては、より安全側を採用することとし、3 m から 5 m の浸水を想定し、設計を行うこととする。

4) 河川水位

マリラオ川流域においては、有力な河川水位に関する情報は得られなかった。よって、世界銀行の調査に基づき、河川水位は、地盤高の 3 m から 5 m 低い位置とすることとした。

5) 既存の排水システム

マリラオ川流域では、主要水路であるマタリク川とカマリン川、そしてサバンアラト川及びその支流が流れている。これらの河川は、カロオカン市（北部）とマイカウアヤン市及びブラカン市との行政界となっているマリラオ川と合流する。マリラオ川流域では、一部の浸水が発生する地域を除いて、これら河川を含めた排水が効果的に行われている。

人口集中地域やサブディビジョン、通りに沿って鉄筋コンクリートの管渠あるいは矩形渠が川や水路に向かって布設されている。しかしながら、ケソン市と同様に、カロオカン市（北部）の排水施設についても管理は不十分であり、正確な情報は不明である。よって、マリラオ川流域においても、地形測量調査において、排水地点の調査を行った。

6) 土地利用

2003 年 7 月に行われた定例議会において、カロオカン市は、土地利用等に関する総合区画条例を制定した。表 5.3.1 に 2001 年及び 2003 年のカロオカン市（北部）の土地利用区分を示している。2003 年修正において、住宅地は、2001 年の 65.4% から 60.1% に減少している。一方、商業用地及び工業用地は、それぞれ、1.2% から 7.7%、4.3% から 17.2% に増加している。本調査においては、将来の土地利用計画図は入手

できなかったが、人口が集中する地域は、主要道路沿いであることが想定された。

表 5.3.1 2001年及び2003年におけるカロオカン市（北部）の土地利用区分

| 土地利用 | 土地利用区分 (2001年) | | 土地利用区分 (2003年修正版) | | 増減 | 増減率 (%) |
|---------|----------------|--------|-------------------|--------|----------|----------|
| | 面積 (ha) | 割合 (%) | 面積 (ha) | 割合 (%) | | |
| 住宅地 | 2,597.10 | 65.4% | 2,387.32 | 60.1% | (209.78) | -8.1% |
| 商業用地 | 47.72 | 1.2% | 307.66 | 7.7% | 259.94 | 544.7% |
| 工業用地 | 171.45 | 4.3% | 683.03 | 17.2% | 511.59 | 298.4% |
| 公共用地 | 64.97 | 1.6% | 73.95 | 1.9% | 8.98 | 13.8% |
| 公共施設 | 57.70 | 1.5% | 1.78 | 2.1% | 24.08 | 41.7% |
| 農工業用地 | 9.78 | 0.2% | - | 0.0% | (9.78) | -100.0% |
| 基地 | 30.34 | 0.8% | 32.35 | 0.8% | 2.00 | 6.6% |
| 公園・娯楽施設 | 9.77 | 0.2% | 125.90 | 3.2% | 116.12 | 1,188.1% |
| 空き地 | - | 0.0% | 125.08 | 3.1% | 125.08 | 0.0% |
| 空き地 | 982.07 | 24.7% | - | 0.0% | (982.07) | -100.0% |
| 計画用地 | - | 0.0% | 153.84 | 3.9% | 153.84 | 0.0% |
| 合計 | 3,970.90 | 100.0% | 3,970.90 | 100.0% | 0.00 | - |

出典：総合土地利用計画報告書（カロオカン市、1995-2020）

(2) 事業概要

1) 処理区の設定

処理区は、マニラッド社の GIS グループから入手した地形図、既存の排水路及び道路状況を考慮して設定した。カロオカン市から入手した排水路の情報は不十分であるため、マリラオ川流域においても排水路の放流地点調査を行った。

2) 下水処理場候補地

マリラオ川流域においては、下水処理場の候補地として4箇所を選定した。これらの候補地は、現在は空き地である。不動産の価格は変動が大きく、事業を実施する時点では他の候補地が利用できる可能性もある。表 5.3.2 に各候補地の特徴を示す。

表 5.3.2 マリラオ川流域における処理場候補地の特徴

| 候補地 | 面積 (ha) | 特徴 |
|--------|---------|---|
| 候補地 1 | 5.5 | - 流域内の水路及び河川が合流する最下流部に位置する。 - 汚水の収集も容易である。 - この用地は2つの行政区にわかれ、土地所有者も2人いる。 |
| 候補地 2. | 5.6 | - 用地面積は、候補地の中で最大である。 - 流域内の水路及び河川が合流する最下流部に位置する。 - カロオカン市（北部）の行政区域内に位置する。 |
| 候補地 3 | 1.9 | - 流域の中央部に位置する。 - 流域の汚水を処理するには用内が狭く、別の下水処理場と併設する必要がある。 |
| 候補地 4 | 1.9 | - 流域の中央部に位置する。 - 流域の汚水を処理するには用内が狭く、別の下水処理場と併設する必要がある。 |

出典：JICA 調査団

2) 管路施設

管路施設は、それぞれの下水処理場候補地に対して概略設計を行った。管路のル

ートは、公共の道路または空き地を選定した。また、地形側慮調査の結果を基に、遮集施設及びポンプ施設の位置、設置数等について概略設計を行った。

5.3.2 需要予測

(1) 人口統計

1) 人口及び世帯数

表 5.3.3 にマリラオ川流域の人口及び世帯数を示す。

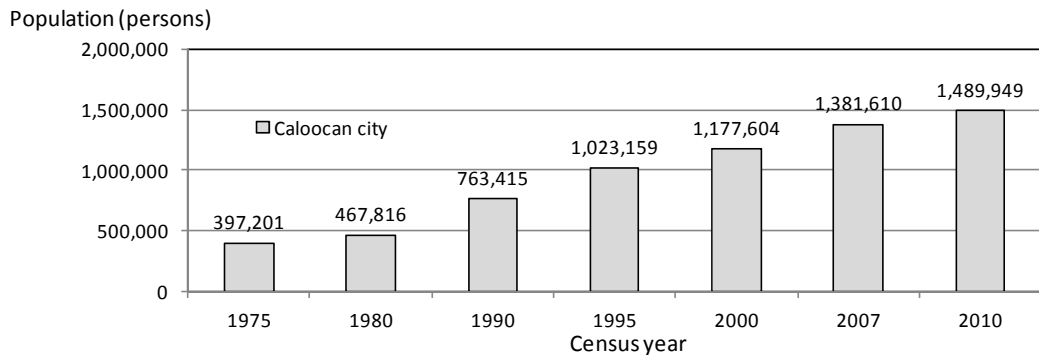
表 5.3.3 マリラオ川流域の人口及び世帯数

| 州/市/町/バラングイ | | | 2007年センサス | | | | 2010年センサス |
|----------------|----|-----------|-----------|-----------|---------|--------|-----------|
| | | | 人口 | 世帯数に基づく人口 | 世帯数 | 平均世帯構成 | 人口 |
| カロオカン市 (北部) | 1 | バラングイ 168 | 24,913 | 24,873 | 6,078 | 4.1 | 27,736 |
| | 2 | バラングイ 170 | 9,177 | 9,177 | 1,996 | 4.6 | 9,593 |
| | 3 | バラングイ 171 | 65,223 | 65,223 | 14,407 | 4.5 | 80,931 |
| | 4 | バラングイ 172 | 19,393 | 19,372 | 4,047 | 4.8 | 20,509 |
| | 5 | バラングイ 173 | 12,793 | 12,793 | 2,871 | 4.5 | 15,024 |
| | 6 | バラングイ 174 | 18,083 | 18,083 | 3,889 | 4.6 | 19,052 |
| | 7 | バラングイ 175 | 49,995 | 49,808 | 11,064 | 4.5 | 52,779 |
| | 8 | バラングイ 176 | 221,874 | 221,874 | 46,890 | 4.7 | 243,890 |
| | 9 | バラングイ 177 | 66,741 | 66,733 | 14,337 | 4.7 | 75,548 |
| | 10 | バラングイ 178 | 85,851 | 85,851 | 18,083 | 4.7 | 97,068 |
| | 11 | バラングイ 179 | 30,511 | 30,472 | 6,368 | 4.8 | 31,825 |
| | 12 | バラングイ 180 | 9,231 | 9,231 | 2,031 | 4.5 | 14,120 |
| | 13 | バラングイ 181 | 20,064 | 20,064 | 4,376 | 4.6 | 23,924 |
| | 14 | バラングイ 182 | 10,505 | 10,505 | 2,195 | 4.8 | 9,729 |
| | 15 | バラングイ 183 | 3,668 | 3,658 | 811 | 4.5 | 3,640 |
| | 16 | バラングイ 184 | 2,363 | 2,363 | 534 | 4.4 | 2,677 |
| | 17 | バラングイ 185 | 23,956 | 23,956 | 5,107 | 4.7 | 26,309 |
| | 18 | バラングイ 186 | 16,375 | 16,285 | 3,832 | 4.2 | 18,168 |
| | 19 | バラングイ 187 | 17,358 | 17,314 | 3,647 | 4.7 | 20,040 |
| | 20 | バラングイ 188 | 22,397 | 22,389 | 4,474 | 5.0 | 24,567 |
| | | カロオカン市小計 | 730,471 | 730,024 | 157,037 | 4.6 | 817,129 |
| ケソン市 | 21 | カリガヤハン | 44,018 | 43,974 | 9,255 | 4.8 | 48,433 |
| | 22 | パソグティグロパー | 28,848 | 28,743 | 5,993 | 4.8 | 31,931 |
| | | ケソン市小計 | 72,866 | 72,717 | 15,248 | 4.8 | 80,364 |
| | | 合計 | 803,337 | 802,741 | 172,285 | 4.7 | 897,493 |

出典：2007年及び2010年センサス調査（マニラ首都圏、フィリピン国統計調整委員会）

2) 人口推移

図 5.3.2 に 1975 年から 2010 年におけるカロオカン市の人口推移を示す。2010 年の人口は、約 1.5 百万人であり、1975 年の 3.8 倍となっている。



出典：2007年及び2010年センサス調査（マニラ首都圏、フィリピン国統計調整委員会）

図 5.3.2 カロオカン市における人口推移（1975年－2010年）

3) 出生率及び死亡率

表 5.3.4 にカロオカン市の人口変動指標を示す。出生率は、人口 1,000 人あたり 23.84 人である。

表 5.3.4 カロオカン市の人口変動指標

| 指標 | 数値 |
|-------------|--------|
| 出生率 (CBR) | 23.84* |
| 死亡率 (CDR) | 3.02* |
| 幼児死亡率 (IMR) | 2.50** |
| 妊婦死亡率 (MMR) | 0.09** |

* 1,000 人当たりの数値, ** 該当者 1,000 人当たり

出典：Caloocan City Citizen's Chapter 2011

(2) 人口予測

2010 年の人口センサス調査において、各バラングイの人口が示されている。2013 年から 2037 年までの人口は、ビジネスプラン 2013 に推定している人口予測を用いた。しかしながら、各バラングイの人口予測は行われていない。よって、カロオカン市の人口増加率を用いて、各バラングイの人口予測を行った。人口増加率は、2013 年から 2027 年までは 4.1%、2028 年から 2037 年までは 1.9% である。表 5.3.5 及び 5.3.6 にマリラオ川流域の人口予測を示す。

表 5.3.5 マリラオ川流域の人口予測 (1/2)

| 流域 | バラングアイ | Area (ha) | 人口予測 | | | | | | | |
|-------------|------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| マリラオ川流域 | バラングアイ 168 | 32.0 | 4,413 | 4,456 | 4,501 | 4,544 | 4,588 | 4,630 | 4,673 | 4,715 |
| | バラングアイ 170 | 25.7 | 4,339 | 4,382 | 4,425 | 4,468 | 4,511 | 4,553 | 4,595 | 4,637 |
| | バラングアイ 171 | 19.3 | 4,283 | 4,325 | 4,368 | 4,410 | 4,453 | 4,494 | 4,536 | 4,577 |
| | バラングアイ 172 | 70.6 | 16,298 | 16,459 | 16,622 | 16,783 | 16,945 | 17,102 | 17,259 | 17,415 |
| | バラングアイ 173 | 198.5 | 15,730 | 15,886 | 16,044 | 16,199 | 16,355 | 16,507 | 16,658 | 16,809 |
| | バラングアイ 174 | 111.0 | 17,982 | 18,160 | 18,340 | 18,518 | 18,696 | 18,870 | 19,043 | 19,216 |
| | バラングアイ 175 | 175.2 | 50,226 | 50,724 | 51,227 | 51,723 | 52,222 | 52,706 | 53,189 | 53,672 |
| | バラングアイ 176 | 365.2 | 232,798 | 235,108 | 237,440 | 239,735 | 242,054 | 244,293 | 246,532 | 248,772 |
| | バラングアイ 177 | 118.5 | 68,623 | 69,304 | 69,992 | 70,668 | 71,352 | 72,012 | 72,672 | 73,332 |
| | バラングアイ 178 | 292.2 | 84,510 | 85,348 | 86,195 | 87,028 | 87,870 | 88,682 | 89,496 | 90,309 |
| | バラングアイ 179 | 185.0 | 29,838 | 30,134 | 30,434 | 30,727 | 31,025 | 31,312 | 31,599 | 31,886 |
| | バラングアイ 180 | 57.3 | 14,784 | 14,930 | 15,078 | 15,224 | 15,371 | 15,513 | 15,656 | 15,798 |
| | バラングアイ 181 | 73.4 | 25,048 | 25,297 | 25,548 | 25,795 | 26,044 | 26,285 | 26,526 | 26,767 |
| | バラングアイ 182 | 58.7 | 10,186 | 10,287 | 10,389 | 10,490 | 10,591 | 10,689 | 10,787 | 10,885 |
| | バラングアイ 183 | 70.5 | 3,811 | 3,849 | 3,887 | 3,925 | 3,963 | 3,999 | 4,036 | 4,073 |
| | バラングアイ 184 | 27.2 | 2,803 | 2,831 | 2,859 | 2,886 | 2,914 | 2,941 | 2,968 | 2,995 |
| | バラングアイ 185 | 70.3 | 27,545 | 27,819 | 28,094 | 28,366 | 28,640 | 28,905 | 29,170 | 29,435 |
| | バラングアイ 186 | 38.6 | 19,022 | 19,210 | 19,401 | 19,589 | 19,778 | 19,961 | 20,144 | 20,327 |
| | バラングアイ 187 | 113.4 | 18,415 | 18,598 | 18,782 | 18,964 | 19,147 | 19,325 | 19,502 | 19,678 |
| | バラングアイ 188 | 134.4 | 25,721 | 25,977 | 26,234 | 26,488 | 26,744 | 26,991 | 27,239 | 27,486 |
| 小計 1 | 2237.0 | 676,374 | 683,085 | 689,860 | 696,532 | 703,264 | 709,771 | 716,278 | 722,784 | |
| カリガヤハン | 116.5 | 24,590 | 24,817 | 25,063 | 25,305 | 25,807 | 26,085 | 26,363 | 26,640 | |
| パソンプティックプロバ | 165.0 | 23,058 | 23,271 | 23,502 | 23,729 | 24,199 | 24,460 | 24,720 | 24,981 | |
| 小計 2 | 281.5 | 47,647 | 48,088 | 48,565 | 49,035 | 50,006 | 50,545 | 51,083 | 51,621 | |
| 合計 | 2,518.5 | 724,021 | 731,172 | 738,425 | 745,566 | 753,270 | 760,315 | 767,361 | 774,405 | |

| 流域 | バラングアイ | 人口予測 | | | | | | | | |
|-------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
| マリラオ川流域 | バラングアイ 168 | 4,758 | 4,793 | 4,828 | 4,861 | 4,895 | 4,929 | 4,957 | 4,985 | 5,012 |
| | バラングアイ 170 | 4,679 | 4,714 | 4,747 | 4,780 | 4,814 | 4,847 | 4,874 | 4,901 | 4,929 |
| | バラングアイ 171 | 4,618 | 4,653 | 4,686 | 4,718 | 4,751 | 4,784 | 4,811 | 4,838 | 4,865 |
| | バラングアイ 172 | 17,573 | 17,704 | 17,830 | 17,955 | 18,080 | 18,206 | 18,307 | 18,410 | 18,512 |
| | バラングアイ 173 | 16,961 | 17,088 | 17,209 | 17,330 | 17,451 | 17,572 | 17,670 | 17,769 | 17,868 |
| | バラングアイ 174 | 19,389 | 19,534 | 19,673 | 19,811 | 19,950 | 20,088 | 20,200 | 20,313 | 20,426 |
| | バラングアイ 175 | 54,155 | 54,561 | 54,948 | 55,335 | 55,722 | 56,108 | 56,421 | 56,737 | 57,052 |
| | バラングアイ 176 | 251,011 | 252,893 | 254,686 | 256,478 | 258,272 | 260,064 | 261,513 | 262,977 | 264,442 |
| | バラングアイ 177 | 73,992 | 74,547 | 75,076 | 75,604 | 76,132 | 76,661 | 77,087 | 77,520 | 77,952 |
| | バラングアイ 178 | 91,121 | 91,805 | 92,456 | 93,106 | 93,757 | 94,408 | 94,934 | 95,465 | 95,997 |
| | バラングアイ 179 | 32,173 | 32,414 | 32,644 | 32,874 | 33,103 | 33,333 | 33,519 | 33,707 | 33,895 |
| | バラングアイ 180 | 15,940 | 16,060 | 16,173 | 16,287 | 16,401 | 16,515 | 16,607 | 16,700 | 16,793 |
| | バラングアイ 181 | 27,008 | 27,210 | 27,403 | 27,596 | 27,789 | 27,982 | 28,138 | 28,295 | 28,453 |
| | バラングアイ 182 | 10,983 | 11,065 | 11,144 | 11,222 | 11,301 | 11,379 | 11,443 | 11,507 | 11,571 |
| | バラングアイ 183 | 4,109 | 4,140 | 4,169 | 4,199 | 4,228 | 4,257 | 4,281 | 4,305 | 4,329 |
| | バラングアイ 184 | 3,022 | 3,045 | 3,066 | 3,088 | 3,109 | 3,131 | 3,149 | 3,166 | 3,184 |
| | バラングアイ 185 | 29,700 | 29,923 | 30,135 | 30,347 | 30,559 | 30,771 | 30,943 | 31,116 | 31,289 |
| | バラングアイ 186 | 20,510 | 20,664 | 20,810 | 20,957 | 21,103 | 21,250 | 21,368 | 21,488 | 21,607 |
| | バラングアイ 187 | 19,856 | 20,005 | 20,146 | 20,288 | 20,430 | 20,572 | 20,687 | 20,803 | 20,918 |
| | バラングアイ 188 | 27,734 | 27,942 | 28,140 | 28,338 | 28,536 | 28,734 | 28,894 | 29,056 | 29,218 |
| 小計 1 | 729,290 | 734,759 | 739,967 | 745,175 | 750,384 | 755,593 | 759,803 | 764,057 | 768,313 | |
| カリガヤハン | 26,919 | 27,160 | 27,392 | 27,624 | 27,856 | 28,088 | 28,278 | 28,471 | 28,665 | |
| パソンプティックプロバ | 25,241 | 25,468 | 25,686 | 25,903 | 26,121 | 26,339 | 26,517 | 26,698 | 26,879 | |
| 小計 2 | 52,160 | 52,629 | 53,078 | 53,527 | 53,977 | 54,427 | 54,795 | 55,169 | 55,544 | |
| 合計 | 781,450 | 787,388 | 793,045 | 798,702 | 804,361 | 810,019 | 814,598 | 819,226 | 823,857 | |

出典：JICA 調査団

表 5.3.6 マリラオ川流域の人口予測 (2/2)

| 流域 | バランガイ | 人口予測 | | | | | | | |
|------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
| マリラオ川流域 | バランガイ 168 | 5,040 | 5,057 | 5,073 | 5,089 | 5,104 | 5,120 | 5,135 | 5,145 |
| | バランガイ 170 | 4,956 | 4,973 | 4,988 | 5,003 | 5,019 | 5,034 | 5,049 | 5,058 |
| | バランガイ 171 | 4,892 | 4,909 | 4,924 | 4,939 | 4,954 | 4,969 | 4,984 | 4,994 |
| | バランガイ 172 | 18,615 | 18,679 | 18,736 | 18,794 | 18,851 | 18,908 | 18,966 | 19,003 |
| | バランガイ 173 | 17,967 | 18,029 | 18,084 | 18,140 | 18,195 | 18,250 | 18,306 | 18,352 |
| | バランガイ 174 | 20,539 | 20,609 | 20,673 | 20,737 | 20,800 | 20,863 | 20,927 | 20,966 |
| | バランガイ 175 | 57,369 | 57,566 | 57,743 | 57,919 | 58,097 | 58,273 | 58,450 | 58,555 |
| | バランガイ 176 | 265,906 | 266,821 | 267,640 | 268,460 | 269,279 | 270,100 | 270,919 | 271,365 |
| | バランガイ 177 | 78,383 | 78,653 | 78,894 | 79,136 | 79,377 | 79,619 | 79,861 | 80,001 |
| | バランガイ 178 | 96,529 | 96,861 | 97,158 | 97,456 | 97,754 | 98,051 | 98,348 | 98,526 |
| | バランガイ 179 | 34,082 | 34,199 | 34,304 | 34,410 | 34,514 | 34,619 | 34,725 | 34,792 |
| | バランガイ 180 | 16,886 | 16,944 | 16,996 | 17,048 | 17,100 | 17,152 | 17,204 | 17,231 |
| | バランガイ 181 | 28,611 | 28,709 | 28,797 | 28,885 | 28,973 | 29,062 | 29,150 | 29,197 |
| | バランガイ 182 | 11,635 | 11,675 | 11,711 | 11,747 | 11,782 | 11,818 | 11,854 | 11,872 |
| | バランガイ 183 | 4,353 | 4,368 | 4,381 | 4,395 | 4,408 | 4,422 | 4,435 | 4,442 |
| | バランガイ 184 | 3,201 | 3,212 | 3,222 | 3,232 | 3,242 | 3,252 | 3,262 | 3,268 |
| | バランガイ 185 | 31,463 | 31,571 | 31,668 | 31,765 | 31,862 | 31,959 | 32,056 | 32,109 |
| | バランガイ 186 | 21,727 | 21,802 | 21,869 | 21,936 | 22,003 | 22,070 | 22,137 | 22,175 |
| | バランガイ 187 | 21,034 | 21,106 | 21,171 | 21,236 | 21,301 | 21,366 | 21,430 | 21,470 |
| | バランガイ 188 | 29,379 | 29,480 | 29,571 | 29,662 | 29,752 | 29,843 | 29,933 | 29,983 |
| 小計 1 | 772,567 | 775,223 | 777,604 | 779,988 | 782,367 | 784,750 | 787,132 | 788,504 | |
| カリガヤハン | 28,857 | 28,992 | 29,116 | 29,240 | 29,364 | 29,488 | 29,612 | 29,701 | |
| パソンプティクプロパ | 27,060 | 27,186 | 27,302 | 27,419 | 27,535 | 27,651 | 27,767 | 27,850 | |
| 小計 2 | 55,917 | 56,179 | 56,418 | 56,659 | 56,899 | 57,139 | 57,380 | 57,551 | |
| 合計 | 828,484 | 831,402 | 834,023 | 836,647 | 839,267 | 841,889 | 844,512 | 846,055 | |

出典：JICA 調査団

(3) 水需要予測

5.1.5 節に示したように、水需要予測は、生活用水と商業用水についてマニラッド社が検討している。マリラオ川流域の水需要予測を表 5.3.7 に示す。この予測は、マニラッド社が有収水量を基に推定した数値である。なお、ケソン市に位置するカリガヤハン及びパソンプティクプロパについては、表 5.3.7 に示したケソン市の水需要予測を用いる。

表 5.3.7 マリラオ川流域の水需要予測

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 生活用水需要(ケソン市、LPCD) | 129 | 131 | 132 | 133 | 134 | 137 | 140 | 143 | 145 |
| 生活用水需要(カロオカン市、LPCD) | 126 | 126 | 126 | 126 | 131 | 131 | 131 | 131 | 142 |
| 商業用水需要(ケソン市、MLD) | 30.7 | 32.3 | 34.0 | 36.1 | 38.1 | 40.1 | 42.1 | 44.1 | 46.8 |
| 商業用水需要(カロオカン市、MLD) | 3.1 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | 4.2 | 4.4 | 4.7 |

| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 生活用水需要(ケソン市、LPCD) | 148 | 151 | 154 | 157 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 生活用水需要(カロオカン市、LPCD) | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 商業用水需要(ケソン市、MLD) | 49.4 | 52.1 | 54.7 | 57.4 | 60.9 | 64.4 | 67.8 | 71.3 | 74.8 |
| 商業用水需要(カロオカン市、MLD) | 4.9 | 5.2 | 5.5 | 5.7 | 6.1 | 6.4 | 6.8 | 7.1 | 7.5 |

| | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
|---------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 生活用水需要(ケソン市、LPCD) | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 生活用水需要(カロオカン市、LPCD) | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 商業用水需要(ケソン市、MLD) | 79.4 | 84.0 | 88.6 | 93.2 | 97.8 | 103.3 | 108.9 |
| 商業用水需要(カロオカン市、MLD) | 7.9 | 8.4 | 8.9 | 9.3 | 9.8 | 10.3 | 10.9 |

出典：ビジネスプラン 2013

(4) 汚水量の予測

人口予測及び水需要予測に基づき、汚水量の予測を行った。結果を表 5.3.8 に示す。ここで、下水転換率は 80% とし、地下水等の浸入を汚水量の 15% 見込んでいる。

表 5.3.8 汚水量の予測

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 対象人口(カロオカン市) | 676,374 | 683,085 | 689,860 | 696,532 | 703,264 | 709,771 | 716,278 | 722,784 | 729,290 |
| 対象人口(ケン市) | 47,647 | 48,088 | 48,565 | 49,035 | 50,006 | 50,545 | 51,083 | 51,621 | 52,160 |
| 生活用水需要(カロオカン市、LPCD) | 126 | 126 | 126 | 126 | 131 | 131 | 131 | 131 | 142 |
| 生活用水需要(ケン市、LPCD) | 129 | 131 | 132 | 133 | 134 | 137 | 140 | 143 | 145 |
| 商業用水需要(カロオカン市、MLD) | 3.1 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | 4.2 | 4.4 | 4.7 |
| 商業用水需要(ケン市、MLD) | 30.7 | 32.3 | 34.0 | 36.1 | 38.1 | 40.1 | 42.1 | 44.1 | 46.8 |
| 生活汚水量(m ³ /日) | 73,096 | 73,895 | 74,666 | 75,428 | 79,063 | 79,924 | 80,787 | 81,653 | 88,898 |
| 商業汚水量(m ³ /日) | 1,091 | 1,149 | 1,210 | 1,282 | 1,353 | 1,425 | 1,497 | 1,569 | 1,663 |
| 日平均汚水量(m ³ /日) | 74,187 | 75,043 | 75,876 | 76,709 | 80,416 | 81,349 | 82,284 | 83,222 | 90,561 |
| 地下水等の浸入汚水量(m ³ /日) | 11,128 | 11,256 | 11,381 | 11,506 | 12,062 | 12,202 | 12,343 | 12,483 | 13,584 |
| 計画日最大汚水量(m³/日) | 85,300 | 86,300 | 87,300 | 88,200 | 92,500 | 93,600 | 94,600 | 95,700 | 104,100 |
| 計画日最大汚水量(m³/日) | 100,200 | 101,300 | 102,400 | 103,600 | 108,600 | 109,800 | 111,100 | 112,300 | 122,300 |
| 計画時間最大汚水量(m³/日) | 144,700 | 146,300 | 148,000 | 149,600 | 156,800 | 158,600 | 160,500 | 162,300 | 176,600 |

| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 対象人口(カロオカン市) | 734,759 | 739,967 | 745,175 | 750,384 | 755,593 | 759,803 | 764,057 | 768,313 | 772,567 |
| 対象人口(ケン市) | 52,160 | 52,629 | 53,078 | 53,527 | 53,977 | 54,427 | 54,795 | 55,169 | 55,917 |
| 生活用水需要(カロオカン市、LPCD) | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 生活用水需要(ケン市、LPCD) | 148 | 151 | 154 | 157 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 商業用水需要(カロオカン市、MLD) | 4.9 | 5.2 | 5.5 | 5.7 | 6.1 | 6.4 | 6.8 | 7.1 | 7.5 |
| 商業用水需要(ケン市、MLD) | 49.4 | 52.1 | 54.7 | 57.4 | 60.9 | 64.4 | 67.8 | 71.3 | 74.8 |
| 生活汚水量(m ³ /日) | 89,644 | 90,418 | 91,191 | 91,967 | 92,744 | 104,221 | 104,813 | 105,406 | 106,046 |
| 商業汚水量(m ³ /日) | 1,757 | 1,852 | 1,946 | 2,040 | 2,164 | 2,288 | 2,412 | 2,535 | 2,659 |
| 日平均汚水量(m ³ /日) | 91,402 | 92,269 | 93,137 | 94,007 | 94,908 | 106,509 | 107,225 | 107,941 | 108,705 |
| 地下水等の浸入汚水量(m ³ /日) | 13,710 | 13,840 | 13,971 | 14,101 | 14,236 | 15,976 | 16,084 | 16,191 | 16,306 |
| 計画日最大汚水量(m³/日) | 105,100 | 106,100 | 107,100 | 108,100 | 109,100 | 122,500 | 123,300 | 124,100 | 125,000 |
| 計画日最大汚水量(m³/日) | 123,400 | 124,600 | 125,700 | 126,900 | 128,100 | 143,800 | 144,800 | 145,700 | 146,800 |
| 計画時間最大汚水量(m³/日) | 178,200 | 179,900 | 181,600 | 183,300 | 185,100 | 207,700 | 209,100 | 210,500 | 212,000 |

| | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 対象人口(カロオカン市) | 775,223 | 777,604 | 779,988 | 782,367 | 784,750 | 787,132 | 788,504 |
| 対象人口(ケン市) | 56,179 | 56,418 | 56,659 | 56,899 | 57,139 | 57,380 | 57,551 |
| 生活用水需要(カロオカン市、LPCD) | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 生活用水需要(ケン市、LPCD) | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 商業用水需要(カロオカン市、MLD) | 7.9 | 8.4 | 8.9 | 9.3 | 9.8 | 10.3 | 10.9 |
| 商業用水需要(ケン市、MLD) | 79.4 | 84.0 | 88.6 | 93.2 | 97.8 | 103.3 | 108.9 |
| 生活汚水量(m ³ /日) | 106,419 | 106,755 | 107,091 | 107,426 | 107,762 | 108,098 | 108,295 |
| 商業汚水量(m ³ /日) | 2,822 | 2,986 | 3,149 | 3,312 | 3,475 | 3,673 | 3,871 |
| 日平均汚水量(m ³ /日) | 109,242 | 109,741 | 110,240 | 110,738 | 111,237 | 111,771 | 112,166 |
| 地下水等の浸入汚水量(m ³ /日) | 16,386 | 16,461 | 16,536 | 16,611 | 16,686 | 16,766 | 16,825 |
| 計画日最大汚水量(m³/日) | 125,600 | 126,200 | 126,800 | 127,300 | 127,900 | 128,500 | 129,000 |
| 計画日最大汚水量(m³/日) | 147,500 | 148,100 | 148,800 | 149,500 | 150,200 | 150,900 | 151,400 |
| 計画時間最大汚水量(m³/日) | 213,000 | 214,000 | 215,000 | 215,900 | 216,900 | 218,000 | 218,700 |

出典：JICA 調査団

なお、各年の商業用汚水量は、次のように算出した。

$$\begin{aligned} \text{営業水量} &= \text{対象地域面積 (ha)} \times \text{営業水需要 (MLD)} \div \text{ケソン市面積 (km}^2\text{)} \times 10 \\ \text{営業汚水量} &= \text{営業水量} \times 0.8 \end{aligned}$$

ここで、

対象地域面積 : 2,237 ha

営業水需要 : 各年の営業水需要量

ケソン市面積 : 55.8 km²

※ 「10」 を乗じたのは面積の単位を統一するため、0.8 は下水転換率

5.3.3 マリラオ川流域の概略設計

(1) 管路施設の概略設計

1) 管径、延長及び施工方法

マリラオ川流域の各下水処理場候補地について、管路施設の設計を行った。表 5.3.9 に設計した管径及び施工方法（開削工法、非開削工法）別管路延長を示す。

表 5.3.9 管径及び施工方法（開削工法、非開削工法）別管路延長（マリラオ川流域）

| 下水処理場の位置 | | オプション1 | | オプション2 | | オプション3 | | オプション4 | |
|--------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 候補地1 | | 候補地2 | | 候補地1、3 | | 候補地1、4 | |
| 管渠 | | 開削工法 | 非開削工法 | 開削工法 | 非開削工法 | 開削工法 | 非開削工法 | 開削工法 | 非開削工法 |
| 管径 (mm) (自然流下式) | 200 | 1,450 | 3,590 | 1,450 | 3,590 | 1,595 | 4,130 | 1,450 | 3,590 |
| | 250 | 1,615 | 3,080 | 2,010 | 2,880 | 1,615 | 3,080 | 1,785 | 2,900 |
| | 300 | 2,350 | 3,095 | 2,110 | 3,130 | 2,280 | 2,935 | 2,180 | 3,895 |
| | 350 | 170 | 1,490 | 170 | 1,485 | 170 | 1,490 | 820 | 2,490 |
| | 400 | 2,165 | 3,705 | 2,225 | 4,000 | 2,920 | 4,635 | 2,165 | 3,840 |
| | 450 | - | 70 | - | 70 | - | 70 | - | 450 |
| | 500 | 1,745 | 4,460 | 1,745 | 4,455 | 1,745 | 4,325 | 2,370 | 4,570 |
| | 600 | 645 | 1,540 | 645 | 1,415 | 645 | 2,135 | 1,055 | 1,540 |
| | 700 | 675 | 2,455 | 675 | 2,450 | 675 | 2,455 | 675 | 3,055 |
| | 800 | 530 | 2,015 | 530 | 2,020 | 530 | 2,015 | 530 | 2,015 |
| | 900 | - | 1,380 | - | 1,385 | - | 1,380 | - | 810 |
| | 1000 | 365 | 1,190 | 365 | 1,190 | 370 | 1,185 | 365 | 1,350 |
| | 1100 | 650 | 2,990 | 665 | 2,975 | 510 | 2,305 | 60 | 1,310 |
| | 1200 | 630 | 3,105 | 630 | 3,105 | - | 2,480 | - | 2,480 |
| | 1350 | - | 1,335 | - | 1,070 | - | 1,285 | - | 1,290 |
| | 1500 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1650 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1800 | - | 550 | - | 345 | - | 60 | - | 60 | |
| 1900 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2000 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2100 | - | 60 | - | 80 | - | - | - | - | |
| 小計 | | 12,990 | 36,110 | 13,220 | 35,645 | 13,055 | 35,965 | 13,455 | 35,645 |
| 合計 | | 49,100 | | 48,865 | | 49,020 | | 49,100 | |

出典：JICA 調査団

2) 管種

表 5.3.10 にマリラオ川流域で選定した管種を示す。マリキナ川流域と同様に、自然流下方式を基本とし、鉄筋コンクリート管（RC）を採用した。また、マニラッド社ではこれまで塩化ビニル管（PVC）を採用してきた実績があるため、450 mm までの小口径管路については、PVC を採用した。

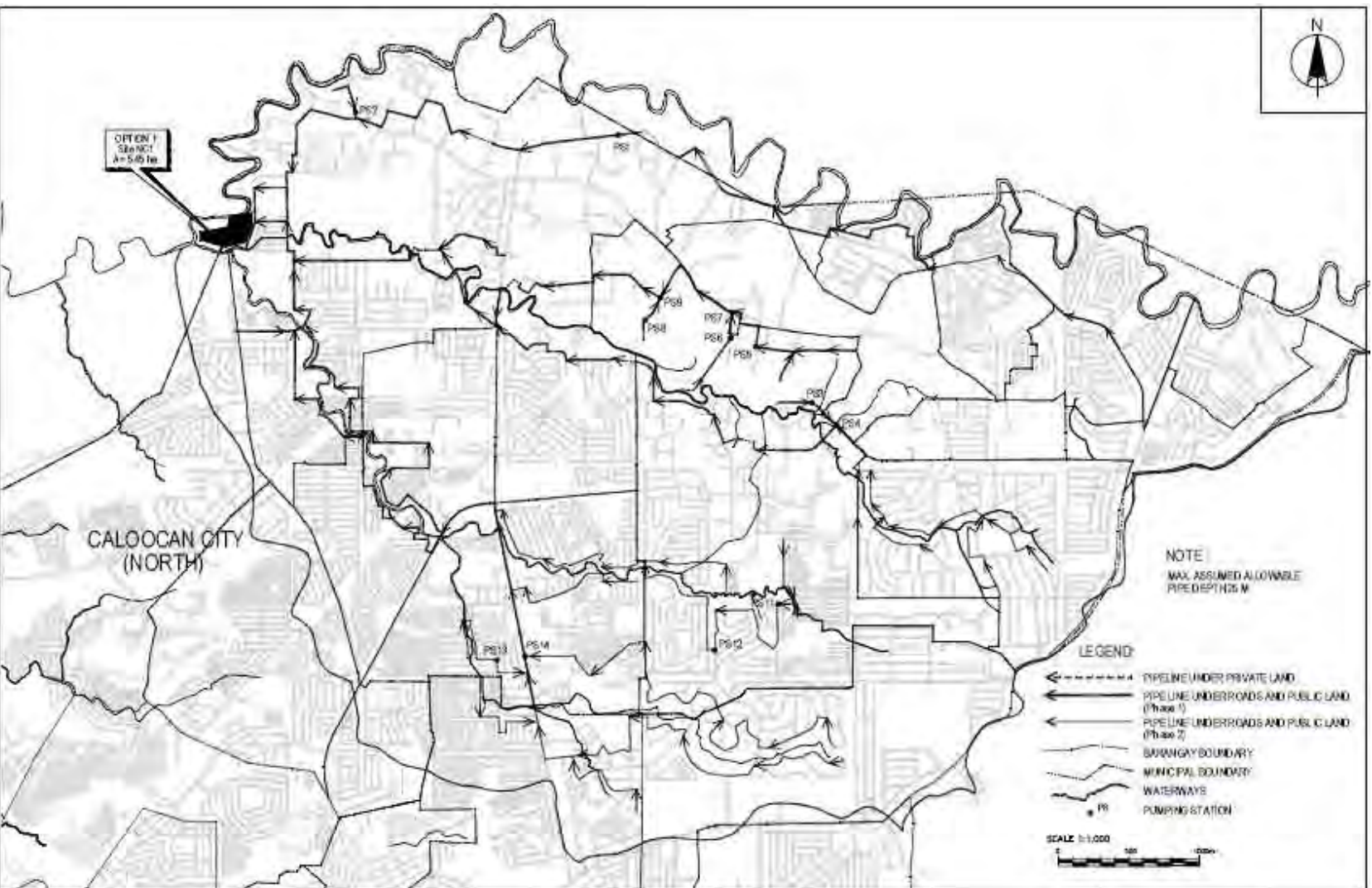
表 5.3.10 適用した管材 (マリラオ川流域)

| 管材 | 流下方式 | 施工方法 | 備考 |
|-----|-------|-----------|-------------------|
| RC | 自然流下式 | 開削及び非開削工法 | - 大部分で適用。 |
| PVC | 自然流下式 | 開削工法 | - 450 mm 以下の小口径管渠 |

出典 JICA 調査団

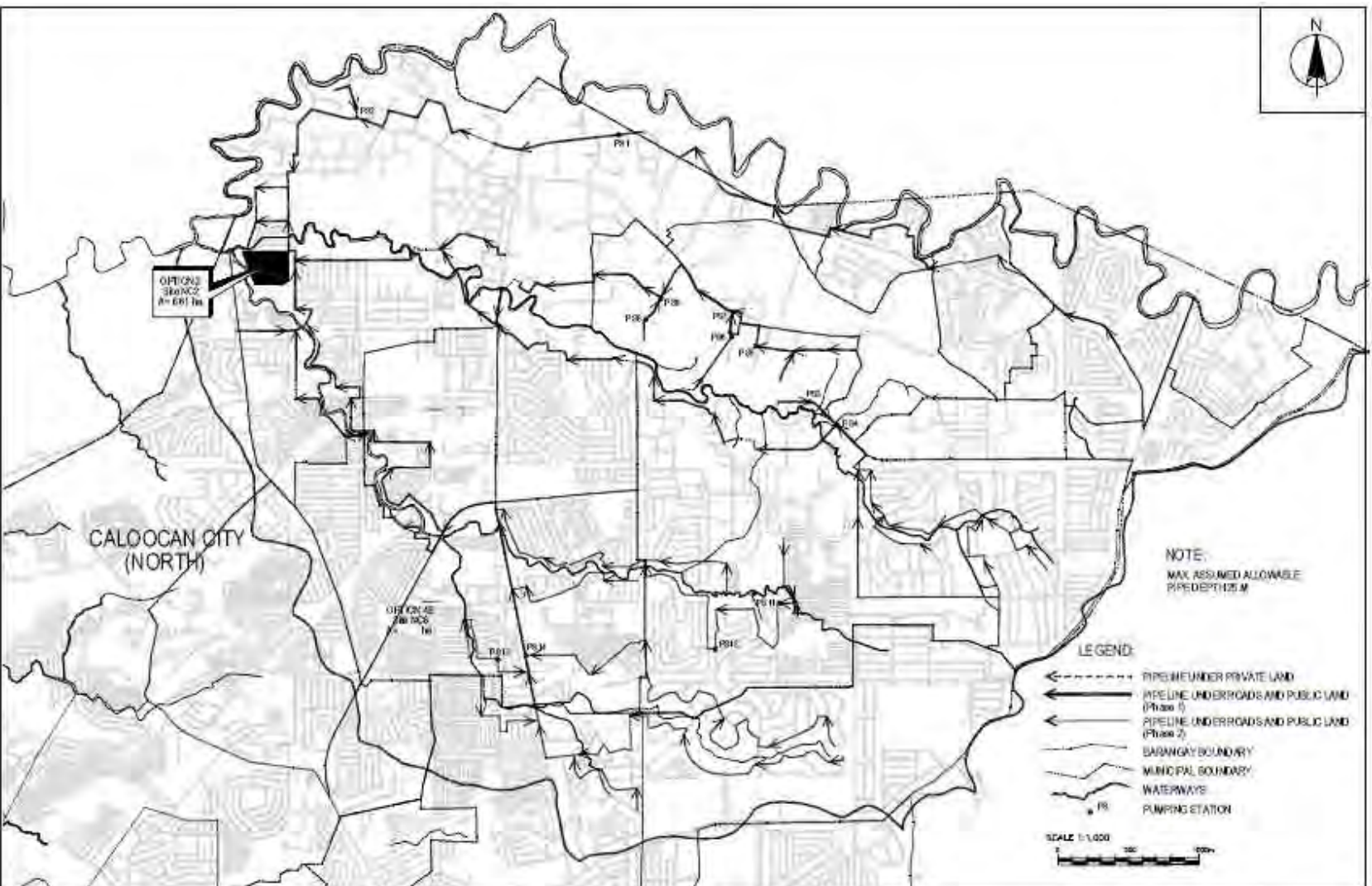
3) 管路のルート

図 5.3.3 から 5.3.6 に設計した管路ルートを示す。マリキナ川流域と同様に、公共の道路または空き地を選定し、水路及び河川に沿って配置することとした。



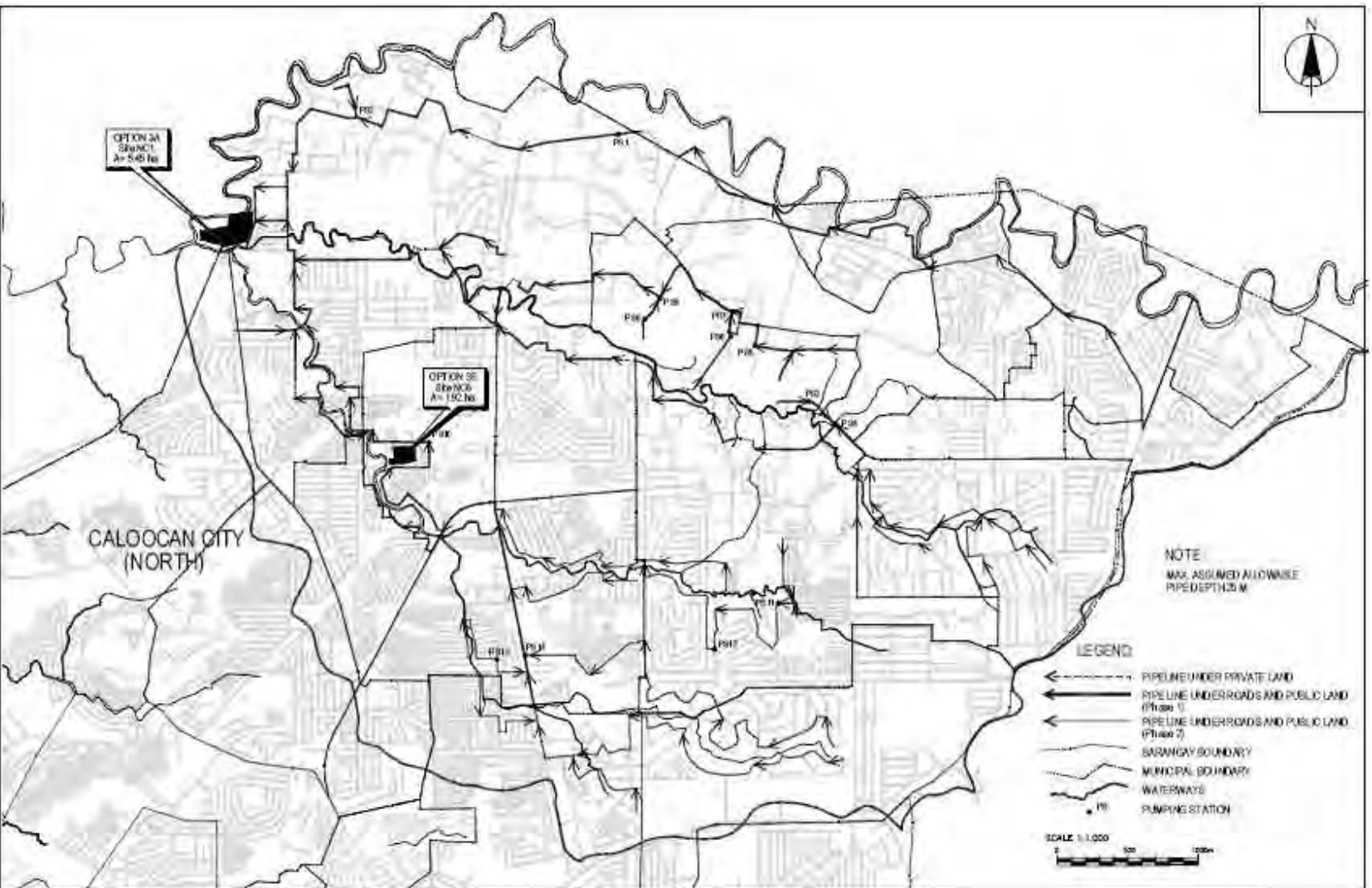
出典：JICA 調査団

図 5.3.3 選定した管路ルート（バララオ川流域オプション1）



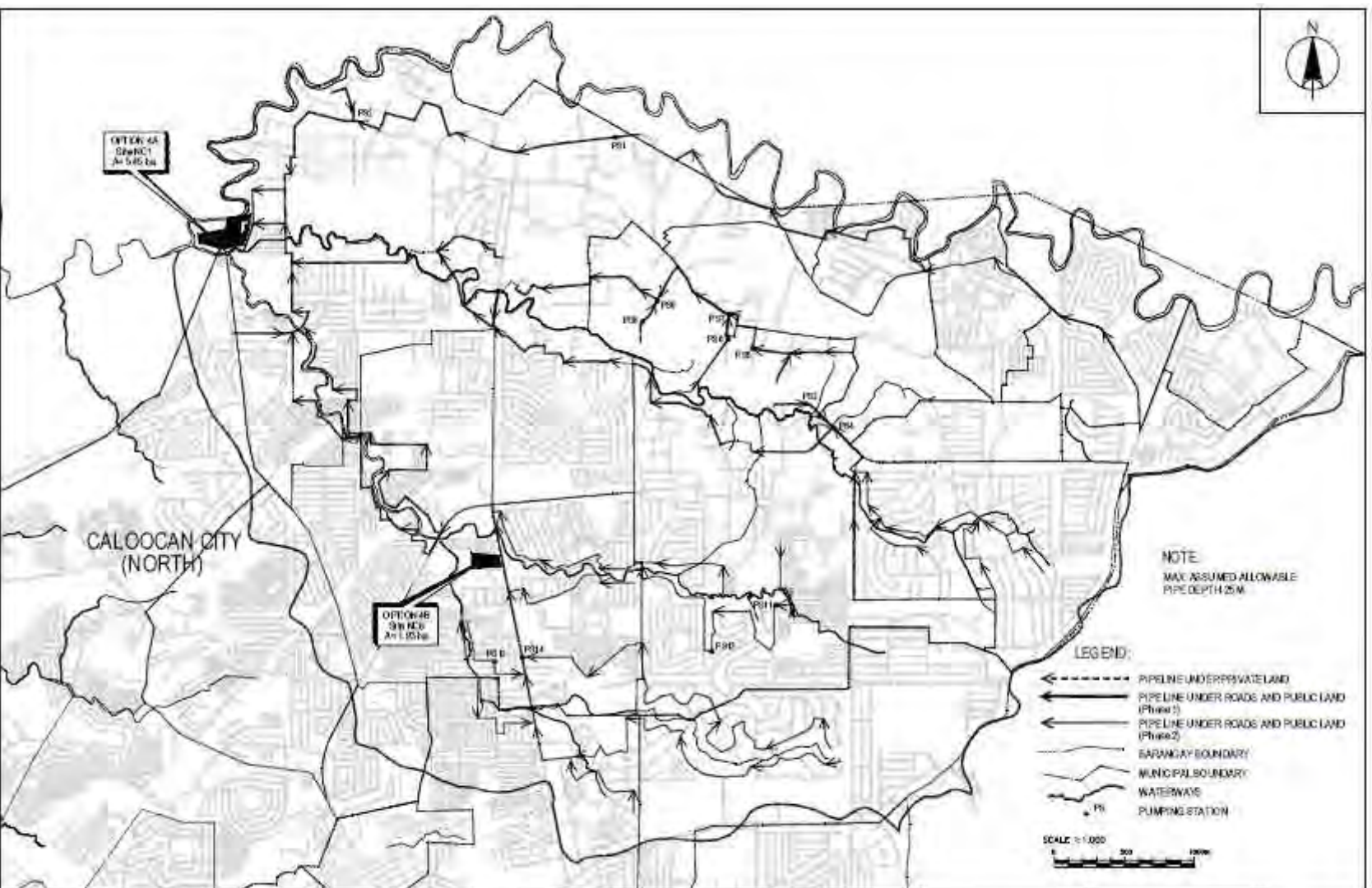
出典：JICA 調査団

図 5.3.4 選定した管路ルート (バララオ川流域オプション 2)



出典：JICA 調査団

図 5.3.5 選定した管路ルート (バララオ川流域オプシヨン 3)



出典：JICA 調査団

図 5.3.6 選定した管路ルート（バララオ川流域オプシヨン 4）

4) 埋設深

マリラオ川流域の地形は起伏が激しい。よって、尾根となっている個所への管路の布設は深くなる傾向がある。また、起伏が大きいので、場所によってはポンプ施設の設置が非効率になる場合も生じる。マリラオ川流域では、表 5.3.9 に示すように、管路の約 70% を非開削工法による施工とした。設計した管路の埋設深を表 5.3.11 に示す。マリキナ川流域と異なり、流下方向はどのオプションも同じであるため、平均埋設深のオプション間の差異はない。

表 5.3.11 マリラオ川流域の管渠埋設深

| | 範囲 (m) | 平均 (m) |
|---------|------------|--------|
| オプション 1 | 2.1 ~ 22.5 | 8.7 |
| オプション 2 | 2.1 ~ 20.0 | 8.7 |
| オプション 3 | 2.2 ~ 22.5 | 8.7 |
| オプション 4 | 2.2 ~ 22.4 | 8.6 |

出典：JICA 調査団

5) ポンプ施設

マリラオ川流域においては、どのオプションもポンプ施設が必要である。表 5.3.12 に設計したポンプ施設の概要を示す。ポンプ施設の位置は、図 5.3.3 から 5.3.6 に示した管路ルートの中に示している。オプション 3 については、PS10 が必要となる。

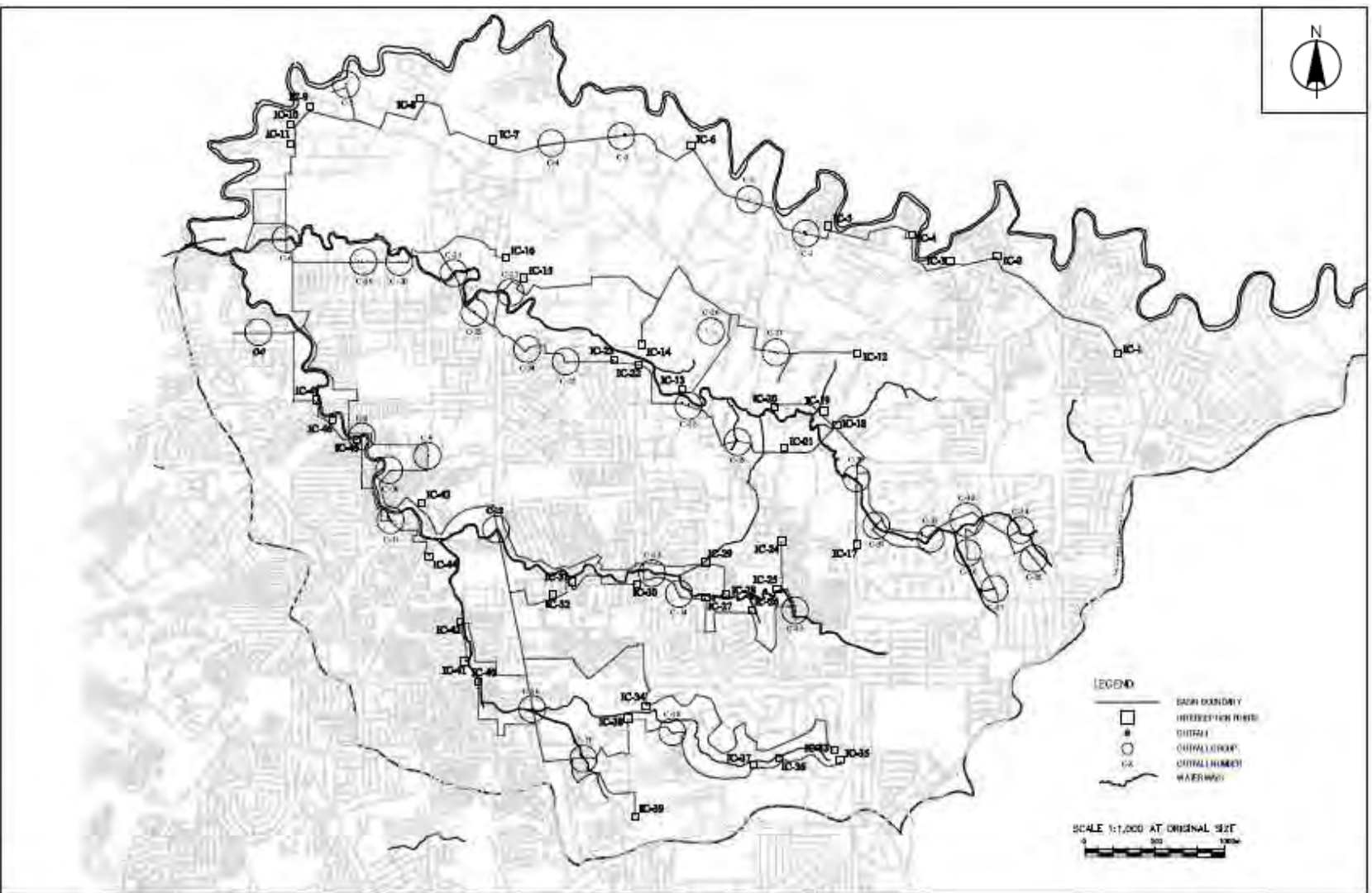
表 5.3.12 マリラオ川流域におけるポンプ施設

| | 設計流量 (m ³ /s) | 揚程 (m) | ポンプ施設 の種類 | 必要電力 (kW/ポンプ) | 稼働基数/予 備基数 | 備考 |
|------|-----------------------------|-----------|--------------|------------------|---------------|----------|
| PS1 | 0.577 | 6.0 | 大規模 | 55 | 3/1 | |
| PS2 | 0.024 | 8.0 | 中規模 | 22 | 2/1 | |
| PS3 | 0.007 | 10.0 | マンホール | 7.5 | 1/1 | |
| PS4 | 0.200 | 5.3 | 中規模 | 22 | 2/1 | |
| PS5 | 0.015 | 6.0 | マンホール | 7.5 | 1/1 | |
| PS6 | 0.023 | 5.0 | マンホール | 7.5 | 1/1 | |
| PS7 | 0.038 | 5.0 | マンホール | 7.5 | 1/1 | |
| PS8 | 0.015 | 12.0 | マンホール | 7.5 | 1/1 | |
| PS9 | 0.056 | 10.0 | 中規模 | 22 | 2/1 | |
| PS10 | 0.006 | 5.0 | マンホール | 7.5 | 1/1 | オプション3のみ |
| PS11 | 0.061 | 5.0 | 中規模 | 22 | 2/1 | |
| PS12 | 0.072 | 5.0 | 中規模 | 22 | 2/1 | |
| PS13 | 0.033 | 4.0 | マンホール | 7.5 | 1/1 | |
| PS14 | 0.340 | 10.0 | 中規模 | 22 | 2/1 | |

出典：JICA 調査団

6) 遮集施設

遮集施設の位置及び設置数は、各オプションにおいて同じである。マリラオ川流域においては、128 基の遮集施設を設計した。遮集施設の設置位置を図 5.3.7 に示す。



出典：JICA 調査団

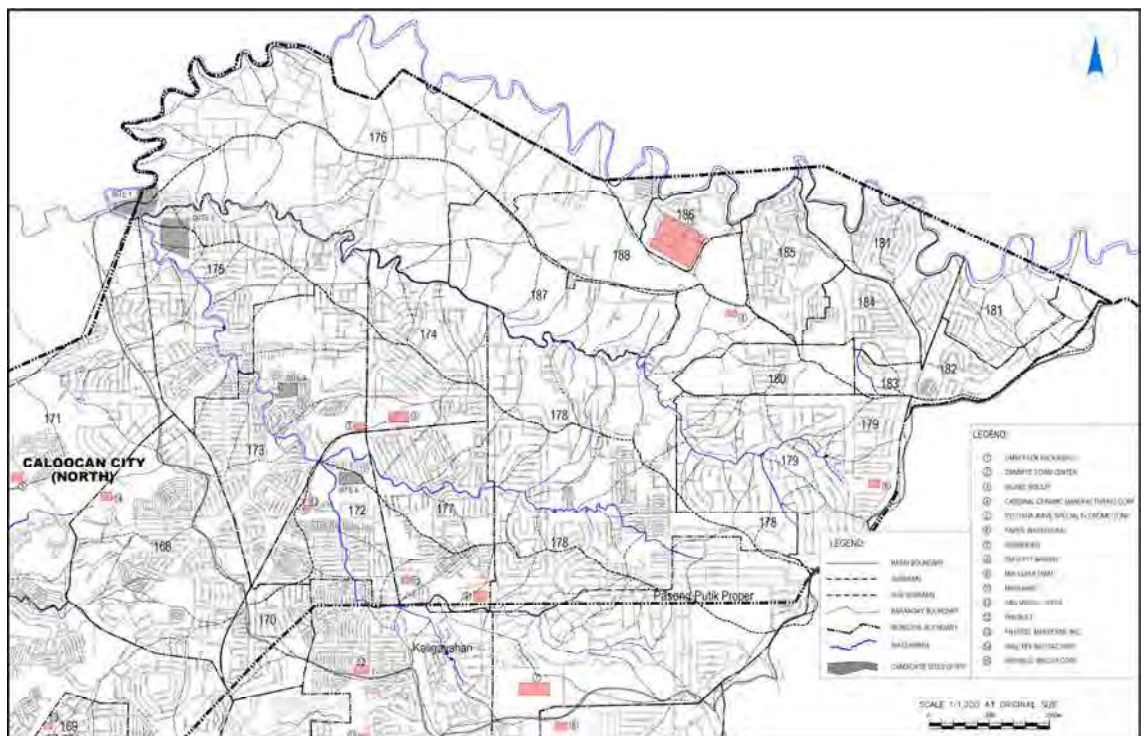
図 5.3.7 マニラオ川流域における遮集施設の設置位置

(2) 汚濁負荷

1) 汚染源

2037年の日最大汚水量を算出した結果、マリラオ川流域では、家庭からの汚水が108,300 m³/日、商業施設からの汚水が3,900 m³/日と予測された。これらは、2037年の晴天時日最大汚水量に対して、それぞれ84%、3%に相当する（地下水等の浸入は13%）。

対象地域の現地踏査を行ったところ、マリキナ川流域と同様に、黒ずんだ汚水や、青、ピンクの色がついた排水が流下している水路が散見された。工業排水についてはDENRが管理しているため、マニラッド社では下水処理場の支障が出ないように流入水質をモニタリングし、水質が悪化した場合に指導するのみである。よって、工場排水については、適切に処理し排出基準を満足するよう、DENR及びEMBがモニタリングを行い、適切に管理する必要がある。図5.3.8にマリラオ川流域立地している商工業施設の位置を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.3.8 マリラオ川流域の商工業施設の位置図

2) マリラオ川流域の水質

表 5.3.13 にマリラオ川流域で実施した水質調査結果を示す。マリラオ川流域の水質は、平均的に汚濁物質の濃度は薄い。しかしながら、大規模なマーケットが立地している地域に近い地点 3 では、BOD の平均値は低いものの、全体の最大値を記録している。

表 5.3.13 マリラオ川流域の水質調査結果 (2012年8月)

| 測定項目 | 地点 1 | 地点 2 | 地点 3 | 地点 4 | 地点 5 | 地点 6 | 最大 | 最小 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|------|
| pH | 7.6 | 7.4 | 7.7 | 7.7 | 7.6 | 7.4 | 7.9 | 6.8 |
| 水温 (°C) | 26.2 | 26.2 | 27.1 | 26.5 | 26.4 | 26.1 | 27.1 | 25.5 |
| DO (ppm) | 2.3 | 1.0 | 3.0 | 2.5 | 1.6 | 2.0 | 4.2 | 0.3 |
| BOD ₅ (mg/L) | 19.0 | 48.7 | 13.7 | 26.7 | 17.7 | 64.7 | 102.0 | 8.0 |
| COD (mg/L) | 35.7 | 71.3 | 24.7 | 59.3 | 30.0 | 115.7 | 168.0 | 19.0 |
| SS, (ml/L) | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 0.3 | 1.5 | 3.5 | 0.2 |
| 硝酸性窒素 (mg/L) | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| アンモニア性窒素 (mg/L) | 9.4 | 18.8 | 17.5 | 13.6 | 13.3 | 10.8 | 35.9 | 2.2 |

備考：各地点の数値は平均値を示す。最大値及び最小値は、全ての試料の最大値及び最小値を示す。

出典：JICA 調査団

3) 流入水質の設定

水質調査の結果から、下水処理場へ流入する汚水の水質は、BODが20 mg/Lから175 mg/L (中央値：120 mg/L)、SSが200 mg/Lと想定される。COD, 全窒素 (T-N) 及び全リン (T-P) については、それぞれ、235 mg/L、60 mg/L、6 mg/Lと想定した。

(3) 下水処理場の概略設計

1) 下水処理場の設計諸元

マリラオ川流域の全ての処理場候補地について、下水処理場の概略設計及び施設配置図の作成を行った。マリキナ川流域と同様に、水処理方法はCAS法、汚泥処理は重力濃縮と機械脱水を採用した。また、放流水質基準はクラスSBの基準とし、T-N及びT-Pの除去は、段階的に導入する。表5.3.14にマリラオ川流域における下水処理場の設計諸元を示す。

表 5.3.14 マリラオ川流域における下水処理場の設計諸元

| 下水処理場の設計 | オプション1 | オプション2 | オプション3 | | オプション4 | |
|--------------|---|--------|--------|------|--------|------|
| 下水処理場の位置 | 候補地1 | 候補地2 | 候補地1 | 候補地3 | 候補地1 | 候補地4 |
| 用地面積 (ha) | 5.5 | 6.6 | 5.5 | 1.9 | 5.5 | 1.9 |
| 計画処理水量 (MLD) | 151 | 151 | 112 | 39 | 115 | 36 |
| 水処理方法 | 標準活性汚泥法 (CAS法) | | | | | |
| 汚泥処理方法 | 重力濃縮 - 機械脱水 | | | | | |
| 計画流入水質 | BOD: 120 mg/L COD: 235 mg/L SS: 200 mg/L T-N: 60 mg/L T-P: 6 mg/L | | | | | |
| 計画放流水質 | クラスSB BOD: 30 mg/L COD: 60 mg/L SS: 50 mg/L | | | | | |

出典：JICA 調査団

2) 下水処理場の概略設計

a) 盛土の必要性

候補地 1 及び 2 は、マリラオ川流域の水路河川が合流する最下流域に位置している。標高は 30 m から 40 m であり、河川水位よりも相当に高い場所に位置している。よって、大規模な盛土は必要としない。一方、候補地 3 及び 4 は流域の中央部に位置している。標高は、40 m から 50 m であるが、河川水位と地盤高の差はそれほど大きくない。よって、浸水防除のための盛土等が必要となる場合が考えられる。

b) 前処理施設

前処理施設は、スクリーン、流入ポンプ施設、導水路、沈砂池で構成される。前処理施設の設計諸元及び設計値を表 5.3.15 及び 5.3.16 に示す。

表 5.3.15 前処理施設の設計諸元及び設計値 (マリラオ川流域、オプション 1、2)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity |
|-----------------------|----------------|---|---|
| Preliminary Treatment | Bar Screens | Assumed velocity | 0.9 m/s |
| | | Clear area thru rack opening | 0.53 m ² |
| | | Clear width opening | 1.7 m |
| | | Number of duty bar racks, mechanical bar screen | 2 units |
| | | Stand-by bar racks, manual bar screen | 1 unit |
| | | Slope from vertical, degrees | 15 - 45 degree |
| | Influent PS | Retention time | 3 minutes |
| | | Total volume | 472 m ³ |
| | | Number of tank | 2 tanks |
| | | Volume per tan | 236 m ³ |
| | | Side water depth | 4 m |
| | | Area per tank | 58.98 m ² |
| | | Length and width of tank | 7.68 m |
| | Parshall Flume | Number of duty parshall flume | 2 units |
| | | Stand-by parshall flume | 1 unit |
| | | Upstream channel depth | 230 mm |
| | | Upstream channel width | 1570 mm |
| | | Throat width | 915 mm |
| | | Downstream channel width | 1,220 mm |
| | | Flume length | 2,870 mm |
| | | Downstream channel depth | 990 mm |
| | Grit Chamber | Surface load | 1,800 m ³ /m ² /d |
| | | Settling velocity | 0.2 m/s |
| | | Number of duty grit chamber | 3 chambers |
| | | Stand-by grit chamber | 1 chamber |
| | | Width | 1.4 m |
| | | Length | 20 m |
| | | Water depth | 2.1 m |

出典：JICA 調査団

表 5.3.16 前処理施設の設計諸元及び設計値 (マリラオ川流域、オプション3、4)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity | | | |
|-----------------------|----------------|---|---|---|---|---|
| | | | Option 3 | | Option 4 | |
| | | | Site 1 | Site 3 | Site 1 | Site 4 |
| Preliminary Treatment | Bar Screens | Assumed velocity | 0.9 m/s | 0.9 m/s | 0.9 m/s | 0.9 m/s |
| | | Clear area thru rack opening | 1.08 m ² | 0.38 m ² | 1.11 m ² | 0.35 m ² |
| | | Clear width opening | 0.95 m | 0.4 m | 0.95 m | 0.40 m |
| | | Number of duty bar racks, mechanical bar screen | 2 units | 2 units | 2 units | 2 units |
| | | Stand-by bar racks, manual bar screen | 1 unit | 1 unit | 1 unit | 1 unit |
| | | Slope from vertical, degrees | 15 - 45 degree | 15 - 45 degree | 15 - 45 degree | 15 - 45 degree |
| | Influent PS | Retention time | 3 minutes | 3 minutes | 3 minutes | 3 minutes |
| | | Total volume | 350 m ³ | 122 m ³ | 359 m ³ | 113 m ³ |
| | | Number of tank | 2 tanks | 2 tanks | 2 tanks | 2 tanks |
| | | Volume per tan | 175 m ³ | 61 m ³ | 180 m ³ | 56 m ³ |
| | | Side water depth | 4 m | 4 m | 4 m | 4 m |
| | | Area per tank | 43.75 m ² | 15.23 m ² | 44.92 m ² | 14.06 m ² |
| | Parshall Flume | Length and width of tank | 6.61 m | 3.90 m | 6.70 m | 3.75 m |
| | | Number of duty parshall flume | 2 units | 2 units | 2 units | 2 units |
| | | Stand-by parshall flume | 1 unit | 1 unit | 1 unit | 1 unit |
| | | Upstream channel depth | 230 mm | 230 mm | 230 mm | 230 mm |
| | | Upstream channel width | 1570 mm | 845 mm | 1570 mm | 845 mm |
| | | Throat width | 915 mm | 305 mm | 915 mm | 305 mm |
| | Grit Chamber | Downstream channel width | 1,220 mm | 610 mm | 1,220 mm | 610 mm |
| | | Flume length | 3,169 mm | 2,870 mm | 3,169 mm | 2,870 mm |
| | | Downstream channel depth | 990 mm | 990 mm | 990 mm | 990 mm |
| | | Surface load | 1,800 m ³ /m ² /d | 1,800 m ³ /m ² /d | 1,800 m ³ /m ² /d | 1,800 m ³ /m ² /d |
| | | Settling velocity | 0.2 m/s | 0.2 m/s | 0.2 m/s | 0.2 m/s |
| | | Number of duty grit chamber | 3 chambers | 2 chambers | 3 chambers | 2 chambers |
| | Grit Chamber | Stand-by grit chamber | 1 chamber | 1 chamber | 1 chamber | 1 chamber |
| | | Width | 2.08 m | 0.87 m | 2.11 m | 0.83 m |
| | | Length | 44.54m | 12.40 m | 45.14m | 11.90 m |
| | | Water depth | 1.80 m | 1.3 m | 1.85 m | 1.25 m |

出典：JICA 調査団

c) 水処理施設

水処理施設は、最初沈殿池、反応槽及び最終沈殿池で構成される。反応槽に関しては、将来 T-N 及び T-P の除去が必要となった場合には、槽の前段（好気槽の前）に嫌気槽、無酸素槽を設ける。水処理施設の設計諸元及び設計値を表 5.3.17 及び 5.3.18 に示す。

表 5.3.17 水処理施設の設計諸元及び設計値 (マリラオ川流域、オプション 1、2)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity |
|------------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| Sewage Treatment | Primary Clarifier | Overflow rate | 40 m ³ /m ² /d |
| | | Liquid depth | 3 m |
| | | Surface area, m ² | 3,775 m ² |
| | | Diameter | 34 m |
| | | Number of tanks | 4 tanks |
| | | Detention time | 1.8 hours |
| | Aeration Tank | Aeration time | 5 hours |
| | | Total tank volume | 31,460 m ³ |
| | | Number of tanks | 4 tanks |
| | | Area per tank, m ² | 7,865 m ² |
| | | Length x width | 51 m x 31 m |
| | Anaerobic Tank and Aerobic Tank (future design for T-N and T-P removal) | Aeration time | 3 hours |
| | | Total tank volume | 18,875 m ³ |
| | | Number of tanks | 3 tanks |
| | | Area per tank | 6,290 m ² |
| | Secondary Clarifier | Length x width | 50 m x 25 m |
| | | Hydraulic loading rate | 20 m ³ /m ² /d |
| | | Liquid depth | 3 m |
| | | Surface area | 7,550 m ² |
| | | Total Tank Volume | 22,650 m ³ |
| Number of tanks | | 8 tanks | |
| Area per tank | | 945 m ² | |
| Diameter | 35 m | | |

出典：JICA 調査団

表 5.3.18 水処理施設の設計諸元及び設計値 (マリラオ川流域、オプション 3、4)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity | | | |
|------------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | | Option 3 | | Option 4 | |
| | | | Site 1 | Site 3 | Site 1 | Site 4 |
| Sewage Treatment | Primary Clarifier | Overflow rate | 40 m ³ /m ² /d | 40 m ³ /m ² /d | 40 m ³ /m ² /d | 40 m ³ /m ² /d |
| | | Liquid depth | 3 m | 3 m | 3 m | 3 m |
| | | Surface area, m ² | 2,800 m ² | 9755 m ² | 2,875 m ² | 900 m ² |
| | | Diameter | 30 m | 25 m | 30 m | 25 m |
| | | Number of tanks | 4 tanks | 2 tanks | 4 tanks | 2 tanks |
| | | Detention time | 1.8 hours | 1.8 hours | 1.8 hours | 1.8 hours |
| | Aeration Tank | Aeration time | 5 hours | 5 hours | 5 hours | 5 hours |
| | | Total tank volume | 23,333 m ³ | 8,125 m ³ | 23,958 m ³ | 7,500 m ³ |
| | | Number of tanks | 4 tanks | 2 tanks | 4 tanks | 2 tanks |
| | | Area per tank, m ² | 1,167 m ² | 813 m ² | 1,198 m ² | 750 m ² |
| | | Length x width | 50 m x 23.50m | 50 m x 16 m | 50 m x 24 m | 50 m x 15 m |
| | Anaerobic Tank and Aerobic Tank (future design for T-N and T-P removal) | Aeration time | 3 hours | 3 hours | 3 hours | 3 hours |
| | | Total tank volume | 14,000 m ³ | 4,875 m ³ | 14,375 m ³ | 4,500 m ³ |
| | | Number of tanks | 2 tanks | 1 tanks | 2 tanks | 1 tank |
| | | Area per tank | 1,400 m ² | 975 m ² | 1,438 m ² | 900 m ² |
| | Secondary Clarifier | Length x width | 50 m x 28 m | 50 m x 20 m | 50 m x 28.75m | 50 m x 18 m |
| | | Hydraulic loading rate | 20 m ³ /m ² /d | 20 m ³ /m ² /d | 20 m ³ /m ² /d | 20 m ³ /m ² /d |
| | | Liquid depth | 3 m | 3 m | 3 m | 3 m |
| | | Surface area | 5,600 m ² | 1,950 m ² | 5,750 m ² | 1,800 m ² |
| | | Total Tank Volume | 16,800 m ³ | 5,850 m ³ | 17,250 m ³ | 5,400 m ³ |
| Number of tanks | | 6 tanks | 2 tanks | 6 tanks | 2 tanks | |
| Area per tank | | 933 m ² | 975 m ² | 958 m ² | 900 m ² | |
| Diameter | 34 m | 35 m | 35 m | 34 m | | |

出典：JICA 調査団

d) 消毒施設

処理水を河川に放流する前に、消毒が必要である。消毒は一般的に用いられる塩素消毒を採用する。消毒施設の設計諸元及び設計値を表 5.2.19 及び 5.3.20 に示す。

表 5.3.19 消毒施設の設計諸元及び設計値 (マリラオ川流域、オプション 1、2)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity |
|--------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| Disinfection | Disinfection Tank | Contact Time | 15 minutes |
| | | Total Volume Required | 2,540 m ³ |
| | | Total Area Required | 790 m ² |
| | | Number of Tanks | 2 tanks |
| | | Length x width | 28 m x 14 m |
| | | Side water depth | 3 m |

出典：JICA 調査団

表 5.3.20 消毒施設の設計諸元及び設計値 (マリラオ川流域、オプション 3、4)

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity | | | |
|--------------|-------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | | | Option 3 | | Option 4 | |
| | | | Site 1 | Site 3 | Site 1 | Site 4 |
| Disinfection | Disinfection Tank | Contact Time | 15 minutes | 15 minutes | 15 minutes | 15 minutes |
| | | Total Volume Required | 1,750 m ³ | 609 m ³ | 1,797 m ³ | 563 m ³ |
| | | Total Area Required | 583 m ² | 203 m ² | 599 m ² | 188 m ² |
| | | Number of Tanks | 2 tanks | 2 tanks | 2 tanks | 2 tanks |
| | | Length x width | 24 m x 12 m | 14.3m x 7.1 m | 24 m x 12 m | 13.7 m x 6.9 m |
| | | Side water depth | 3 m | 3 m | 3 m | 3 m |

出典：JICA 調査団

e) 汚泥処理施設

最初及び最終沈殿池からの汚泥は、汚泥混合槽で均一化し、重力濃縮槽で汚泥を濃縮する。濃縮された汚泥は、汚泥ポンプで脱水施設へ輸送され、汚泥の脱水を行う。表 5.3.21 及び 5.3.22 に汚泥処理施設の設計諸元及び設計値を示す。

表 5.3.21 汚泥処理施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション 1、2）

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity |
|------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Sludge Treatment | Sludge Blending Tank | Typical hydraulic loading | 9.8 m ³ /m ² /d |
| | | Total sludge flow | 3,435 m ³ /d |
| | | Blending period | 1 hours |
| | | Area of sludge blending tank | 48 m ² |
| | | Number of tanks | 2 tanks |
| | | Side water depth | 3 m |
| | | Diameter | 7.8 m |
| | Sludge Thickening Tank | Hydraulic loading | 47 kg/m ² /d |
| | | Total surface area | 700 m ² |
| | | Number of tanks | 2 tanks |
| | | Area per tank | 350 m ² |
| | | Side water depth | 3.5 m |
| | Sludge Dewatering Machine | Diameter | 21.1 m |
| | | Duty screw press machine | 2 units |
| | | Stand-by screw press machine | 1 unit |
| | | Thickened sludge | 32,880 kg/d |
| | | Flow | 133 m ³ /d |
| | | Sludge cake | 20% |
| Solids capture | 95% | | |

出典：JICA 調査団

表 5.3.22 汚泥処理施設の設計諸元及び設計値（マリラオ川流域、オプション 3、4）

| Process | Facilities | Design Parameter | Quantity | | | |
|------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | Option 3 | | Option 4 | |
| | | | Site 1 | Site 3 | Site 1 | Site 4 |
| Sludge Treatment | Sludge Blending Tank | Typical hydraulic loading | 9.8 m ³ /m ² /d | 9.8 m ³ /m ² /d | 9.8 m ³ /m ² /d | 9.8 m ³ /m ² /d |
| | | Total sludge flow | 24,385 m ³ /d | 8,491 m ³ /d | 25,038 m ³ /d | 7,837.92 m ³ /d |
| | | Blending period | 2 hours | 2 hours | 2 hours | 2 hours |
| | | Area of sludge blending tank | 35.38 m ² | 8.05 m ² | 36.33m ² | 7.43 m ² |
| | | Number of tanks | 2 tanks | 2 tanks | 2 tanks | 2 tanks |
| | | Side water depth | 3 m | 3 m | 3 m | 3 m |
| | | Diameter | 6.71 m | 3.20 m | 6.8 m | 3.08 m |
| | Sludge Thickening Tank | Hydraulic loading | 47 kg/m ² /d | 47 kg/m ² /d | 47 kg/m ² /d | 47 kg/m ² /d |
| | | Total surface area | 520 m ² | 118 m ² | 534 m ² | 109 m ² |
| | | Number of tanks | 2 tanks | 2 tanks | 2 tanks | 2 tanks |
| | | Area per tank | 260 m ² | 59 m ² | 267 m ² | 55 m ² |
| | | Side water depth | 3.5 m | 3.5 m | 3.5 m | 3.5 m |
| | | Diameter | 18.20 m | 9 m | 18.44 m | 8 m |
| | Sludge Dewatering Machine | Duty screw press machine | 2 units | 2 units | 2 units | 2 units |
| | | Stand-by screw press machine | 1 unit | 1 unit | 1 unit | 1 unit |
| | | Thickened sludge | 24,385 kg/d | 8,491 m ³ /d | 25,038 kg/d | 7,837.92kg/d |
| | | Flow | 98 m ³ /d | 34 m ³ /d | 101 m ³ /d | 32 m ³ /d |
| | | Sludge cake | 20% | 20% | 20% | 20% |
| Solids capture | | 95% | 95% | 95% | 95% | |

出典：JICA 調査団

3) 下水処理場の運転に必要な電力量

下水処理及び汚泥処理に必要な機械設備を踏まえ、下水処理場の運転に必要な電力量の設計を行った。機械設備の規格は処理量に応じて設定し、それら設定した機械設備について必要な電力量を算定した。適用できる電圧は、230 ボルトまたは 460 ボルトである。また、周波数は 60 Hz の交流電源である。

4) その他の場内施設

下水処理場の運転管理を行うため、以下の施設が必要である。

a) 事務室

下水処理場の管理者（マニラッド社の社員）が作業を行うための事務室が必要であり、20名ほどの作業員が作業すると設定して、2階建て（12 m×8 m）の施設を設定した。

b) 水質試験室

流入水質及び放流水質のモニタリングを行うため、水質試験室が必要である。水質試験室は、6 m×4 mの施設を設定した。

c) 機電室

場内の機械設備に制御装置、自家発電装置及び緊急時に必要なポンプ等の機械設備を設置・保管する施設が必要であり、13 m×6 mの施設を設定した。

d) ブロワー室

ブロワー室は、28 m x 6 mの施設を設定した。

e) 返送汚泥棟

返送汚泥棟は、8 m x 6 mの施設を設定し、返送汚泥を輸送するポンプ等を配置する。

f) 余剰汚泥棟

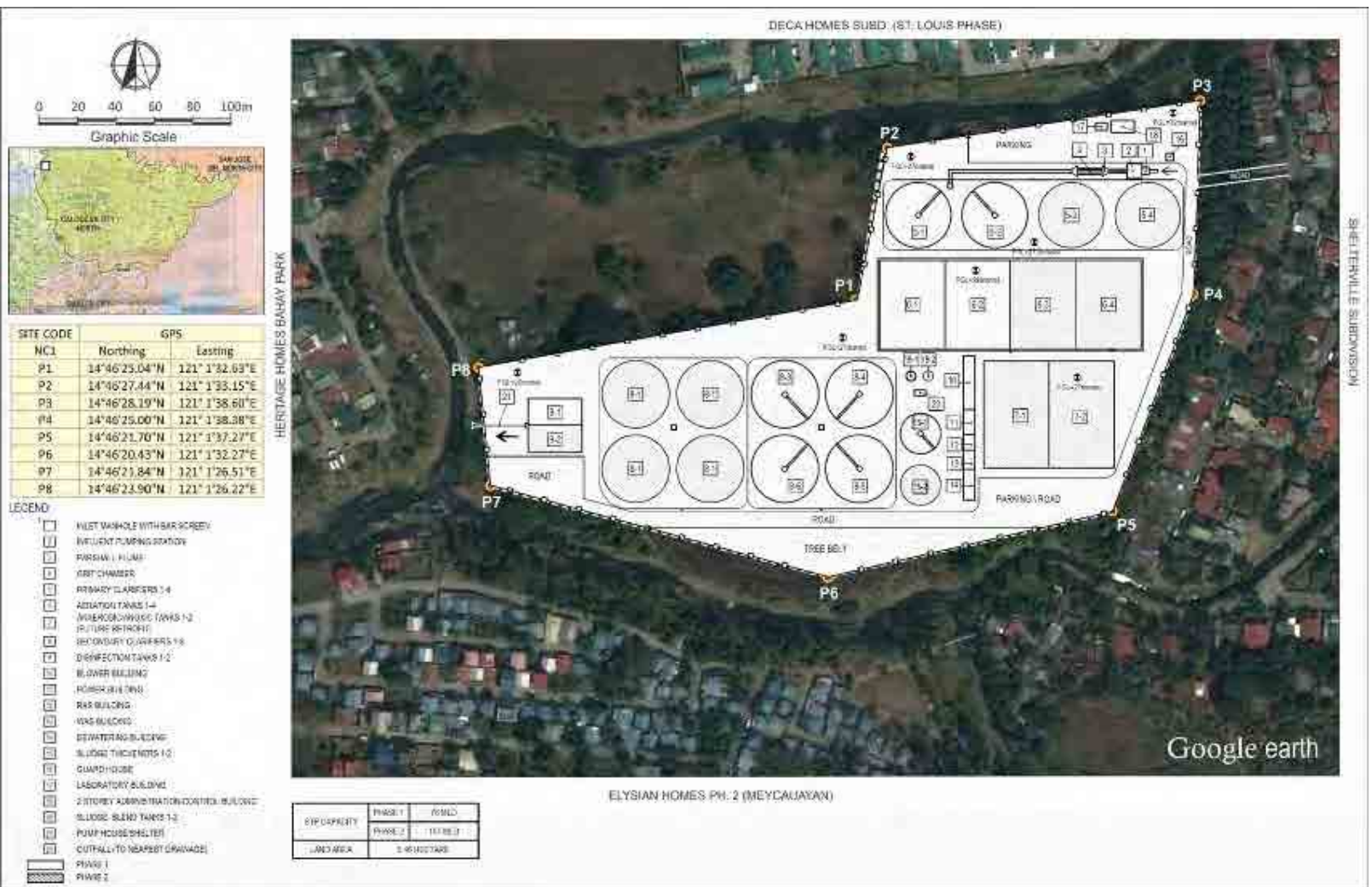
余剰汚泥棟は、10 m x 6 mの施設を設定し、余剰汚泥を汚泥混合槽へ輸送するポンプ設備等を設置する。

g) 汚泥脱水棟

汚泥脱水棟は、16 m x 6 mの施設を設定し、汚泥脱水装置等を設置する。

(4) 下水処理場の施設配置図

図 5.3.9 から 5.3.14 に各処理場候補地の施設配置図を示す。

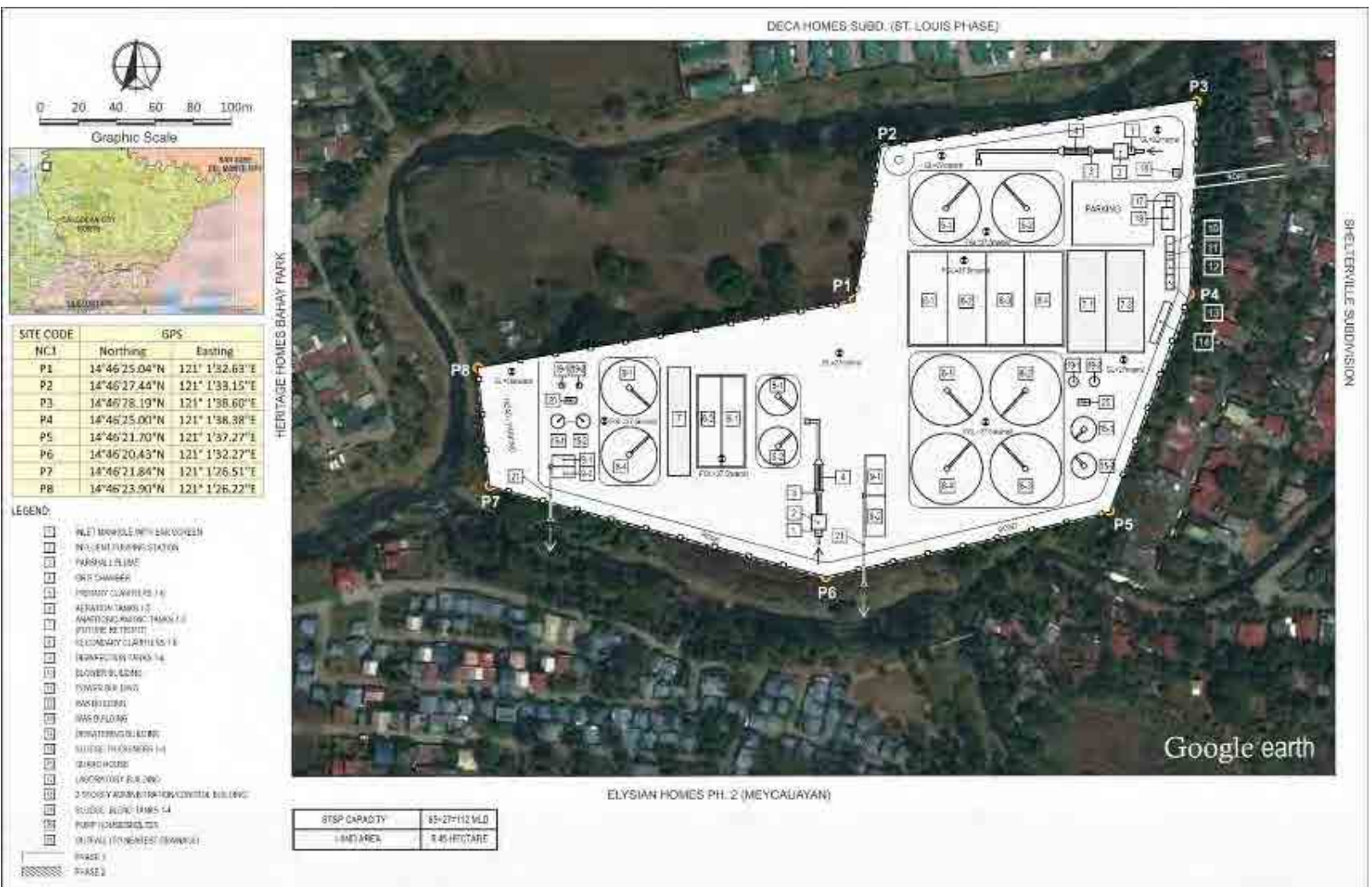


出典：JICA 調査団

図 5.3.9 マニラオカ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション1)

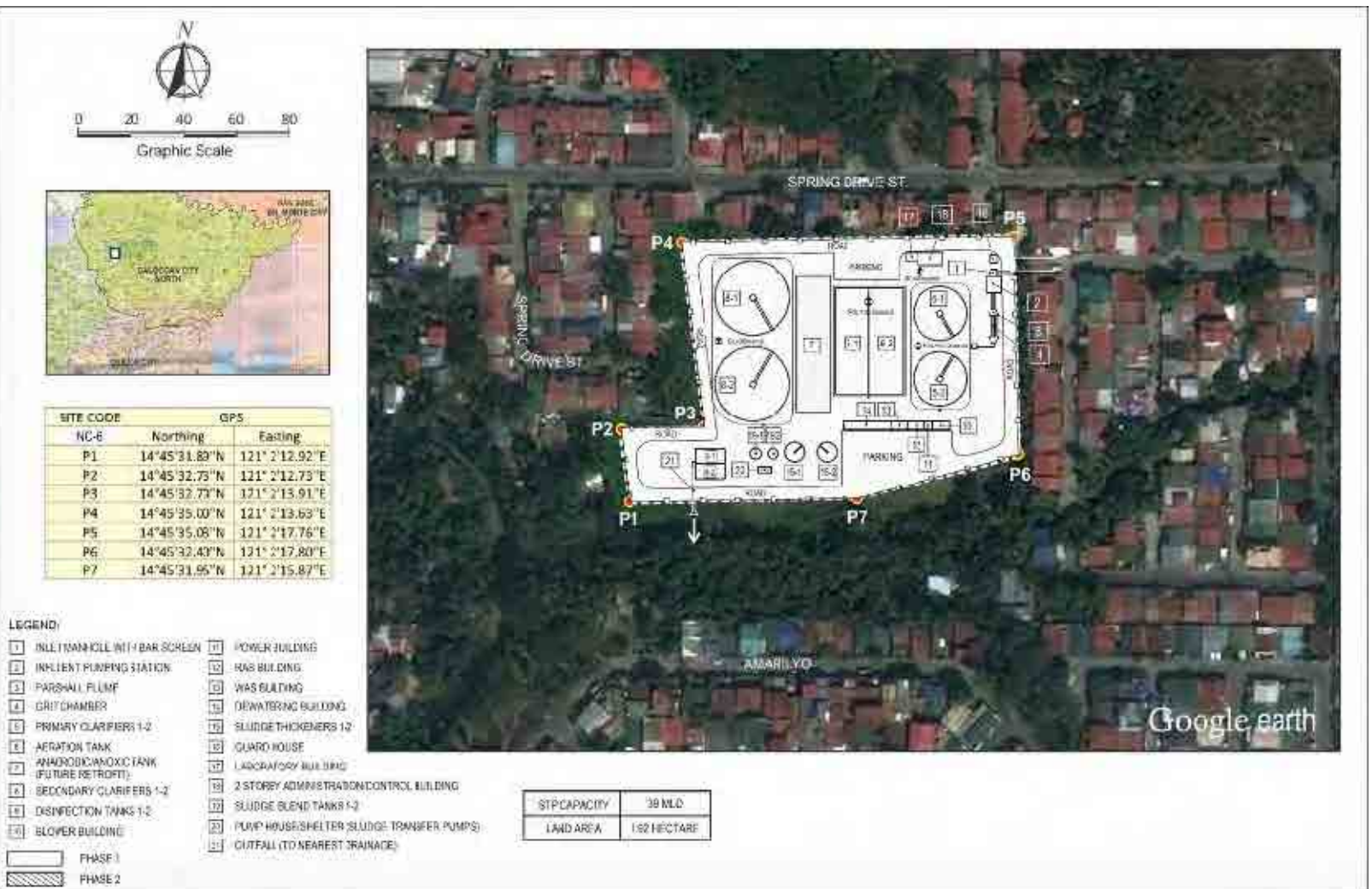


出典：JICA 調査団
図 5.3.10 マニラオリ川流域における下水処理場の施設配置図 (オナシヨソ2)

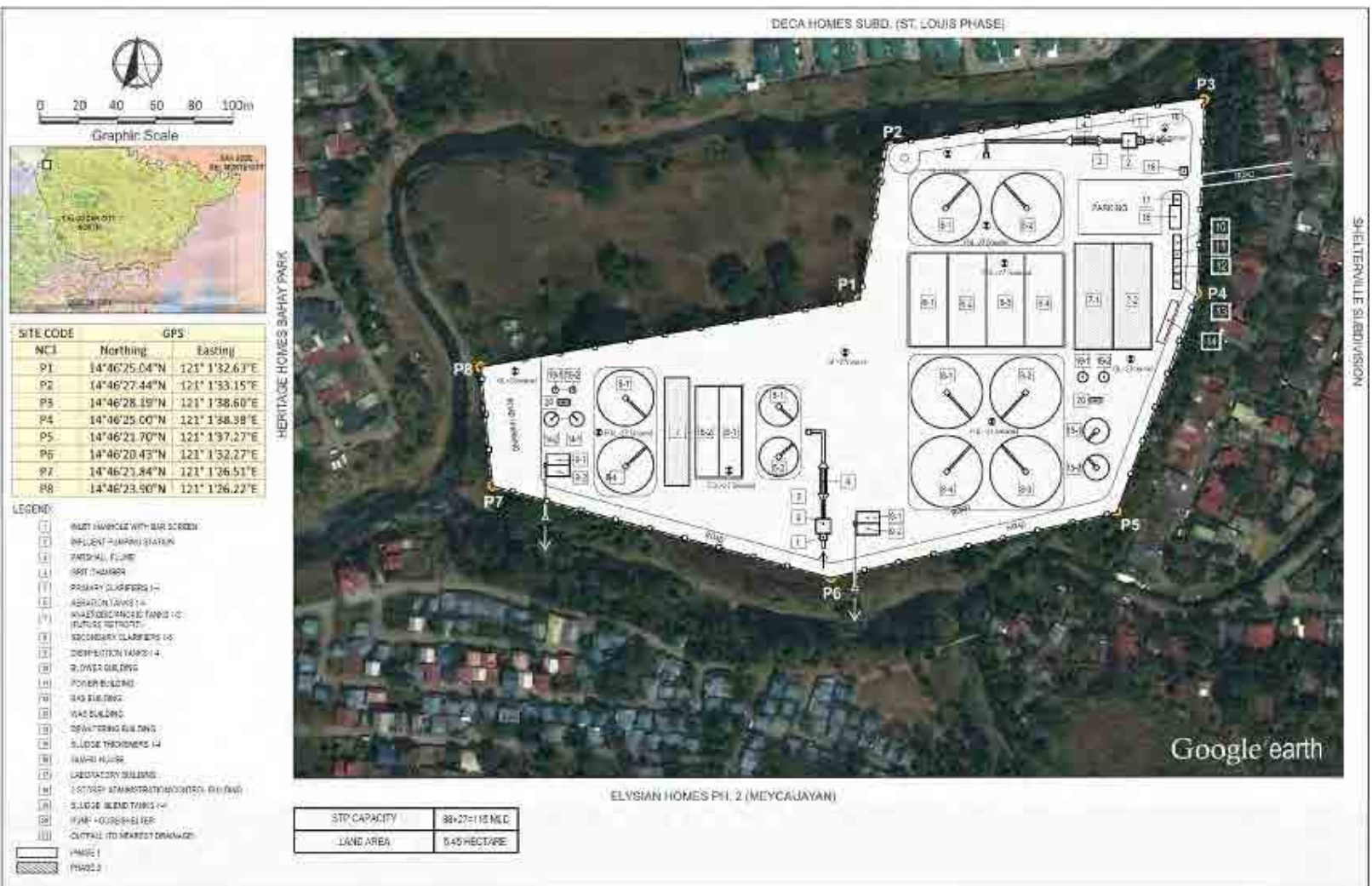


出典：JICA 調査団

図 5.3.11 マニラオ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプシヨン 3A)

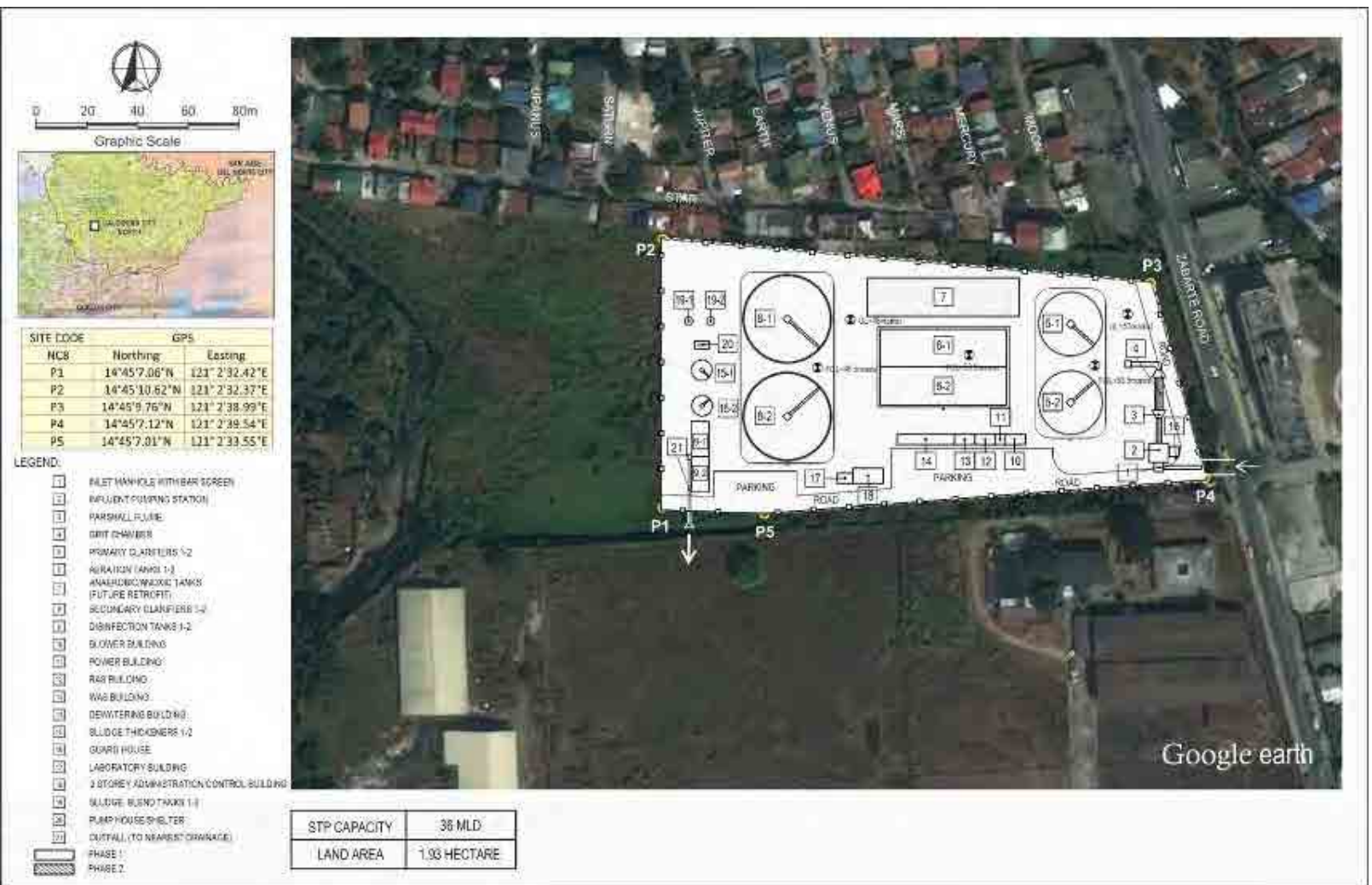


出典：JICA 調査団
図 5.3.12 ヲリヲオ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプシヨソ 3B)



出典：JICA 調査団

図 5.3.13 ヲリヲ川流域における下水処理場の施設配置図 (オプション 4A)



出典：JICA 調査団

図 5.3.14 ヲリラオ川流域における下水処理場の施設配置図 (オナシヨシ 4B)

5.3.4 マリラオ川流域の設計に関する比較検討

本調査においては、各下水処理場候補地について、管路施設及び下水処理場の概略設計を行った。この理由は次の通りである。

- ▶ マリラオ川流域の下水道事業は、2020年以降に実施予定である。
- ▶ 現状では、下水処理場の候補地を絞り込むことが出来ない。
- ▶ 設計案の比較検討は、下水処理場の位置のみでなく、建設及び維持管理費、環境影響等を総合的に考慮して判断する必要があるため、全てについて、概略設計を行うことが望ましい。

本節では、下水道事業の実施計画、事業費の算出及び経済財務分析を行うに当たり、実行可能性の高い設計案を選定する。

(1) 概略設計の整理

表 5.3.23 に各オプションの設計概要を示す。

表 5.3.23 各オプションの設計概要（マリラオ川流域）

| 項目 | 単位 | オプション1 | オプション2 | オプション3 | オプション4 | | |
|-----------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A. 下水処理場 | | | | | | | |
| 処理場候補地 | - | 候補地 1 | 候補地 2 | 候補地 1 | 候補地 3 | 候補地 1 | 候補地 4 |
| 処理場用地面積 | ha | 5.5 | 5.6 | 5.5 | 1.9 | 5.5 | 1.9 |
| 処理水量 | MLD | 151 | 151 | 112 | 39 | 115 | 36 |
| B. 管路施設 | | | | | | | |
| (1) 開削工法 | m | 12,990 | 13,220 | 13,055 | 13,455 | | |
| 1) RCP | m | 8,040 | 8,045 | 8,105 | 8,505 | | |
| 2) PVC | m | 4,950 | 5,175 | 4,950 | 4,950 | | |
| (2) 非開削工法（推進工法） | m | 36,110 | 35,645 | 35,965 | 35,645 | | |
| 1) RCP | m | 36,110 | 35,645 | 35,965 | 35,645 | | |
| 2) PVC | m | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| (3) 平均管径 | mm | 600 | 590 | 550 | 530 | | |
| (4) 平均埋設深 | m | 8.7 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | | |
| (5) 遮集施設 | units | 128 | 128 | 128 | 128 | | |
| (6) マンホール | units | 600 | 599 | 612 | 617 | | |
| (7) ポンプ施設 | units | 13 | 13 | 14 | 12 | | |
| 1) 大規模ポンプ施設 | units | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 2) 中規模ポンプ施設 | units | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3) マンホールポンプ | units | 7 | 7 | 8 | 7 | | |

出典：JICA 調査団

(2) 設計案の比較検討

1) 処理場候補地

オプション1、2については、下水処理場は1箇所とした。これらの候補地は、流域内の水路や河川が合流する流域の最下流部に位置している。また、これらの地域では、将来的に宅地化の計画があるが、現状では空き地が広がっている状況であり、周辺の人口も少ない。アクセス道路もあるため、建設作業の効率は良い。さらに地盤高も河川より相当高いため、盛土はあまり必要としない。

一方、オプション 3、4（候補地 3、4）については、用地が少し狭いため、これらの他にもう 1 箇所の下水処理場を設置する必要がある。本設計では、候補地 1 をもう 1 箇所の処理場として設定した。候補地 3、4 は、流域の中央部に位置し、この位置で、処理流域を 2 分することも可能である。しかしながら、候補地 3 は、住宅地に位置しておりアクセス道路もやや狭い。一方、候補地 4 は通りに面しており、アクセスはしやすい。

2) 管路施設の建設

設計した管路延長、ポンプ施設、マンホール数及び遮集施設の位置はどのオプションもほとんど同じである。しかしながら、オプション 3 と 4 は、処理流域を 2 分することができることから、布設するマンホール数は多少増えるが、管路の径を縮小することができる点が有利である。マリラオ川流域において管路の布設時に懸念されることは、地盤が固く施工性があまり良くない点である。

3) 環境影響

オプション 1 の場合は、候補地に管理人の建屋が 3 つあることを確認した。また、この候補地では、約 3.4 ha の樹木の伐採が、下水処理場の建設により生じる可能性がある。また、将来的には住宅地開発が進む予定となっている。

オプション 2 の場合は、住民はいないが 0.9 ha 程の畑が見受けられる。

オプション 3 の場合は、候補地 3 に管理人の建屋があり、住宅地に位置している。

オプション 4 の場合は、候補地 4 の端に管理人の建屋があり、面している道路は交通量が多い。

表 5.3.24 にマリラオ川流域における処理場候補地の環境社会配慮に関する比較検討結果を示す。評価方法は、定性による三段階評価とした。

表 5.3.24 マリラオ川流域における処理場候補地の環境影響に関する比較検討及び評価

| 候補地 | 面積 (ha) | 土地利用 | 現地の状況 (2012年7月現在) | 環境に関する留意点 | 評価 | | |
|-----|------------|--|---|---|-----------|--------|------|
| | | | | | 土地収用・住民移転 | 交通への影響 | 環境影響 |
| 1 | 6.8 | <ul style="list-style-type: none"> 河川で囲まれている。 住居地域との間には樹林地がある。 |  | <ul style="list-style-type: none"> Caretaker 3世帯が影響を受けるかもしれない。 樹木伐採(約3.4ha) 個人所有地を取得する必要あり | 良 | 良 | 可 |
| 2 | 9 | <ul style="list-style-type: none"> 住居地域及び墓地に接している 傾斜地 |  | <ul style="list-style-type: none"> 住民移転なし 樹木伐採(約0.9ha) 個人所有地を取得する必要あり | 良 | 良 | 可 |
| 3 | 2.1 | <ul style="list-style-type: none"> 傾斜地 水田 |  | <ul style="list-style-type: none"> Caretaker 1世帯が影響を受けるかもしれない。 樹木伐採(約0.4ha) 個人所有地を取得する必要あり | 可 | 良 | 可 |
| 4 | 3.1 | <ul style="list-style-type: none"> 傾斜地 コンクリートブロック壁に囲まれている |  | <ul style="list-style-type: none"> Caretaker 1世帯が影響を受けるかもしれない。 樹木伐採(約0.6ha) 個人所有地を取得する必要あり | 良 | 優 | 良 |

出典：JICA 調査団

4) 概算建設費用及び維持管理費用

費用算出についての詳細は 5.6 節で示す。ここでは、各設計案の比較検討を行うために算定した概略費用について整理する。表 5.3.25 に各オプションの費用を示す。建設費用は、下水処理場建設と管路施設とに分類した。また、維持管理費については、人件費と変動費を検討し、15年間に要する費用を算出した。結果として、オプション4が最も安価、オプション3が最も高価となった。しかしながら、費用につ

いては土地収用費用を除き、オプションによる大きな差異は見られない。

表 5.2.25 概算建設費及び維持管理費の比較（マリラオ川流域）

| 下水処理場 | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 項目 | オプション 1 | オプション 2 | オプション 3 | オプション 4 |
| | PHP | PHP | PHP | PHP |
| 造成工事 | 159,500,000 | 199,677,000 | 217,428,000 | 217,655,000 |
| 土木工事 | 3,089,810,000 | 3,089,810,000 | 3,052,106,000 | 3,069,072,000 |
| 機械・電気設備工事 | 673,479,000 | 673,479,000 | 1,023,454,000 | 1,016,425,000 |
| 付帯施設工事 | 28,840,000 | 28,840,000 | 57,679,000 | 57,679,000 |
| 小計 | 3,951,629,000 | 3,991,806,000 | 4,350,667,000 | 4,360,831,000 |
| 管路施設 | | | | |
| 項目 | オプション 1 | オプション 2 | オプション 3 | オプション 4 |
| | PHP | PHP | PHP | PHP |
| 開削工法 | 2,943,891,000 | 2,962,344,000 | 2,946,075,000 | 2,934,939,000 |
| 非開削工法 | 3,068,733,000 | 2,879,202,000 | 2,590,253,000 | 2,323,955,000 |
| 遮集施設 | 27,457,000 | 27,457,000 | 27,457,000 | 27,457,000 |
| マンホール | 251,272,000 | 216,417,000 | 221,114,000 | 222,920,000 |
| ポンプ場 | 76,555,000 | 76,555,000 | 78,459,000 | 74,650,000 |
| 小計 | 6,367,908,000 | 6,161,975,000 | 5,863,358,000 | 5,583,921,000 |
| 維持管理費および用地取得費 | | | | |
| 項目 | オプション 1 | オプション 2 | オプション 3 | オプション 4 |
| | PHP | PHP | PHP | PHP |
| 人件費(1m ³ あたり) | 1.72 | 1.72 | 1.72 | 1.72 |
| 変動費(電力、薬品等) | 3.08 | 3.08 | 3.08 | 3.08 |
| 1m ³ あたりの維持管理費 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.80 |
| 1日当たりの維持管理費 | 270,000 | 270,000 | 270,000 | 270,000 |
| 1年あたりの維持管理費 | 98,550,000 | 98,550,000 | 98,550,000 | 98,550,000 |
| 15年間の維持管理費 | 1,478,250,000 | 1,478,250,000 | 1,478,250,000 | 1,478,250,000 |
| 土地収用費用 | 264,000,000 | 462,700,000 | 465,600,000 | 466,650,000 |
| 小計 | 1,742,250,000 | 1,940,950,000 | 1,943,850,000 | 1,944,900,000 |
| 総計 | 12,061,787,000 | 12,094,731,000 | 12,157,875,000 | 11,889,652,000 |

出典：JICA 調査団

(3) マリラオ川流域における下水道事業についての提案

各設計案については、施工性、環境影響及び概算費用等を定性的に評価し、提それらを総合的に評価した。表 5.3.26 に評価結果を示す。マリラオ川流域においては、オプション 1 を推奨する下水道事業として提案する。

表 5.3.26 設計案の評価結果 (マリラオ川流域)

| | オプション 1 | オプション 2 | オプション 3 | オプション 4 |
|-------------|---|----------------------------|---|---|
| 下水処理場の建設 | 良 (十分な用地がある) | 良 (十分な用地がある) | 可 (住宅地なので、建設までの手続きに時間を要する) | 可 (河川に面しており豪雨時に浸水の恐れがある) |
| 管路施設の建設 | 可 (処理場が1箇所なので、管径が大きくなる) | 可 (処理場が1箇所なので、管径が大きくなる) | 良 (処理場が2箇所なので管径を地策することが可。また、フェーズ分けも容易) | 良 (処理場が2箇所なので管径を地策することが可。また、フェーズ分けも容易) |
| 環境影響 | 可 (樹木伐採、少数の住民移転が必要) | 可 (樹木伐採、少数の住民移転が必要) | 可 (住宅地に位置するので、臭気等が懸念される。) | 良 (環境影響はほとんどない) |
| 建設費及び維持管理費 | 可 (事業量が多いので費用はかかるが、オプションによる金額の差はほとんどないため、同評価とした) | | | |
| 用地収用費用 | 優 (1箇所済むので比較的安価) | 可 (オプション1と同様、しかし単価が高い) | 可 (2箇所の用地が必要) | 可 (2箇所の用地が必要) |
| 下水処理場へのアクセス | 良 (道路の幅も比較的大きく、周辺は空き地も多いためアクセスは良好) | 可 (周辺の道路がやや狭い) | 可 (住宅地に位置し、道路も比較的狭い) | 良 (幹線道路沿いでアクセスが良い) |
| その他必要事項 | 特になし | 特になし | 特になし | 特になし |
| 総合評価 | 良 | 可 | 可 | 可 |

出典：JICA 調査団

5.3.5 提案する設計オプションの詳細

(1) 管路施設

1) 管径、管種及び施工方法別管路延長
表 5.3.27 に管径、管種及び施工方法別の管路延長を示す。

表 5.3.27 管径、管種及び施工方法別管路延長 (オプション 1)

| オプション 1 | | | | | |
|----------|----------------------|-------|--------|-------|--------|
| 下水処理場の位置 | | 候補地 1 | | | |
| 管渠 | 管径 r (mm) (自然流下式) | RC | | PVC | |
| | | 開削工法 | 非開削工法 | 開削工法 | 非開削工法 |
| | 200 | 105 | 3,590 | 1,345 | - |
| | 250 | 250 | 3,080 | 1,365 | - |
| | 300 | 170 | 3,095 | 2,180 | - |
| | 350 | 110 | 1,490 | 60 | - |
| | 400 | 2,165 | 3,705 | - | - |
| | 450 | - | 70 | - | - |
| | 500 | 1,745 | 4,460 | - | - |
| | 600 | 645 | 1,540 | - | - |
| | 700 | 675 | 2,455 | - | - |
| | 800 | 530 | 2,015 | - | - |
| | 900 | - | 1,380 | - | - |
| | 1000 | 365 | 1,190 | - | - |
| | 1100 | 650 | 2,990 | - | - |
| | 1200 | 630 | 3,105 | - | - |
| | 1350 | - | 1,335 | - | - |
| | 1500 | - | - | - | - |
| | 1650 | - | - | - | - |
| | 1800 | - | 550 | - | - |
| | 1900 | - | - | - | - |
| | 2000 | - | - | - | - |
| | 2100 | - | 60 | - | - |
| 小計 | | 8,040 | 36,110 | 4,950 | - |
| 合計 | | | 44,150 | | 4,950 |
| 総計 | | | | | 49,100 |

出典：JICA 調査団

2) 管路平面図及び断面図

提案するオプション 1 の設計について、管路の平面及び縦断面図を作成した。これらの図は、本報告書に別冊添付する図面集に示す。

3) PSs

表 5.3.12 に示したように、オプション 1 のポンプ施設は 13 箇所である。ポンプ施設の設置位置は図 5.3.3 に示している。

(2) 下水処理場

1) 土木・建築施設

表 5.3.28 に、下水処理場における土木・建築施設のリスト及び設計数量を示す。下水処理場の処理容量は 151,000 m³/日 (2037 年の日最大汚水量) である。水処理方法は CAS 法を、汚泥処理は濃縮及び脱水を採用した。施設配置図は、図 5.3.9 に示している。

表 5.3.28 土木・建築施設リスト及び設計数量 (マリラオ川流域)

| 1. Treatment and Support Facilities | | | |
|---|----------------|----------|----------------------|
| Treatment Facilities / Support Facilities | Unit | Quantity | Remarks |
| 1-1. Treatment Facilities | | | |
| Bar Rack Chamber | m ³ | 31.9 | 3 Units |
| Parshall Flume | m ³ | 23.8 | 3 Units |
| Grit Chambers | m ³ | 299 | 4 Units |
| Influent Pumping Station | m ³ | 543 | 2 Units |
| Primary Clarifiers | m ³ | 13,590 | 4 Units |
| Aeration Tanks | m ³ | 35,233 | 4 Units |
| Anaerobic/Anoxic Tank | m ³ | 21,140 | 3 Unit |
| Secondary Clarifiers | m ³ | 27,180 | 8 Units |
| Sludge Blending Tanks | m ³ | 343 | 2 Units |
| Thickener Tanks | m ³ | 2,874 | 2 Units |
| Disinfection Tank | m ³ | 2,831 | 2 Units |
| 1-2. Support Facilities | | | |
| Administration/Control/Workshop Building | m ³ | 192 | 12 m x 8 m x 2 floor |
| Laboratory Building | m ³ | 24 | 6 m x 4 m |
| Guard House | m ³ | 16 | 4 m x 4 m |
| RAS Building | m ³ | 48 | 8 m x 6 m |
| WAS Building | m ³ | 60 | 10 m x 6 m |
| Blower Building | m ⁴ | 108 | 28 m x 6 m |
| Power House & Genset Building | m ⁵ | 78 | 13 m x 6 m |
| Dewatering Building | m ⁵ | 96 | 16 m x 6 m |
| Pump House/Shelter | m ⁵ | 18 | 6 m x 3 m |
| Parking Area | m ⁵ | 200 | |

出典：JICA 調査団

2) 機械・電気設備

掻寄せ機やポンプ等の機械設備は、水処理及び汚泥処理の中で、汚泥の収集や輸送するために必要とされる。機械設備の規格数量等は、施設設計に基づいて行われ、適切な運転を行う設備を選定する。電気設備については、機械設備の仕様や規格を確認し、運転に必要な電力量の算出、電力供給及び制御スキーム等を設定した。表 5.3.29 に機器リスト及び仕様を示す。

表 5.3.29 機器リスト及び仕様 (マリラオ川流域)

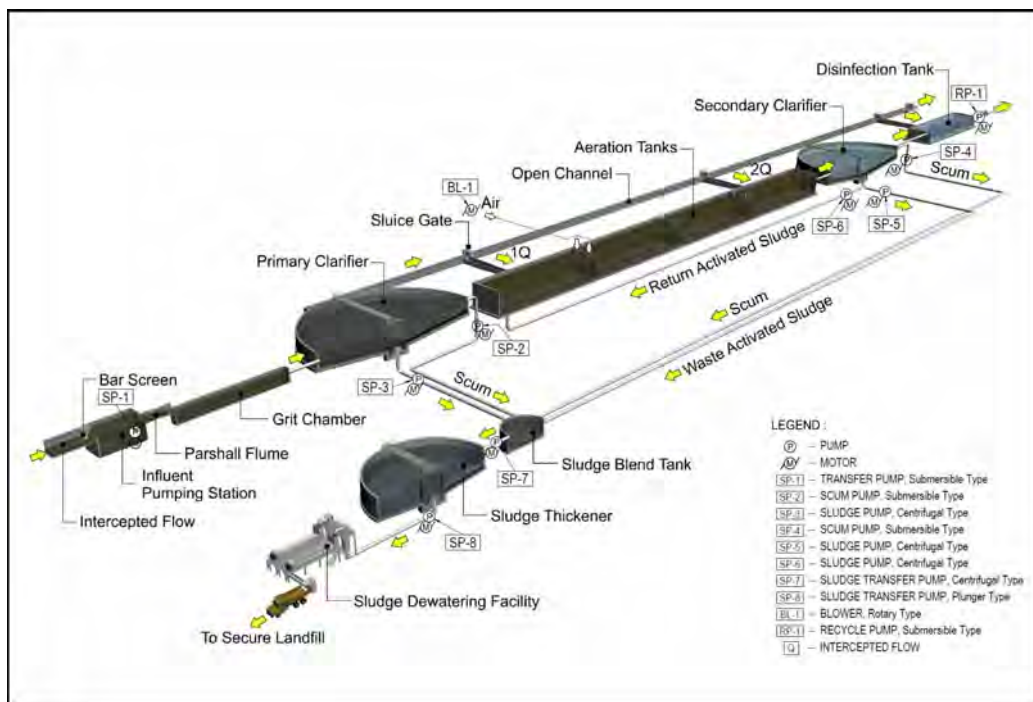
| 2. Mechanical and Electrical Equipment | | | |
|--|------|----------|---|
| Facilities / Equipments | Unit | Quantity | Remarks |
| 2-1. Bar Rack Chamber | | | |
| Bar Rack (Duty, mechanical type) | unit | 2 | Bar rack chamber |
| Bar Rack (Stand by, manual type) | unit | 1 | |
| 2-2. Influent PS | | | |
| Transfer Pump, Submersible non-clog type | | | Flow capacity: 9,437.5 m ³ /hr, Pumps: 674.1 m ³ /hr, TDH: 30 m, Motor: 100 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-1A, SP-1B, SP-1C, SP-1D (Duty) | unit | 4 | |
| SP-1E (Stand by) | unit | 1 | |
| SP-1F, SP-1G, SP-1H, SP-1I (Duty) | unit | 4 | |
| SP-1J (Stand by) | unit | 1 | |
| SP-1K, SP-1L, SP-1M, SP-1N, SP-1O, SP-1P (Duty) | unit | 6 | |
| 2-3. Primary Clarifier | | | |
| Travelling Scraper with skimmer and motor drive unit | | | Motor: 3 HP, 230 v-3 ph-60 Hz |
| CDU-1 | unit | 1 | |
| CDU-2 | unit | 1 | |
| CDU-3 | unit | 1 | |
| Scum Pumps, submersible non-clog type | | | Flow capacity: 0.64 m ³ /hr, TDH: 10 m, Motor: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| SP-2A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-2B (Stand by) | unit | 1 | |
| SP-2C (Duty) | unit | 1 | |
| Sludge Pumps, centrifugal end-suction non-clog type, | | | For WAS building Flow capacity: 3.28 m ³ /min, TDH: 10 m, Motor: 15 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-3A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-3B (Stand by) | unit | 1 | |
| 2-4. Aeration Tank | | | |
| Blower Power | | | Requirement capacity: 96.87 m ³ /min Motor: 125 HP, 460 v- 3 ph- 60 Hz |
| BL-1A, BL-1B, BL-1C, BL-1D, BL-1E, BL-1F (Duty) | unit | 6 | |
| BL-2 (Stand by) | unit | 1 | |
| BL-1G, BL-1H (Duty) | unit | 2 | |
| Fine Bubble Membrane Diffusers | unit | 9,026 | |
| 2-5. Secondary Clarifier | | | |
| Travelling Scraper with skimmer and motor drive unit | | | Motor: 3 HP, 230 v-3 ph-60 Hz |
| CDU-5 | unit | 1 | |
| CDU-6 | unit | 1 | |
| CDU-7 | unit | 1 | |
| CDU-8 | unit | 1 | |
| CDU-9 | unit | 1 | |
| CDU-10 | unit | 1 | |
| CDU-11 | unit | 1 | |
| Scum Pumps, submersible non-clog type | | | Flow capacity: 0.64 m ³ /hr, TDH: 10 m Motor: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| SP-4A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-4B (Stand by) | unit | 1 | |
| SP-4C (Duty) | unit | 1 | |
| Sludge Pumps, centrifugal end-suction non-clog type, | | | For WAS building Flow capacity: 2.63 m ³ /hr, TDH: 10 m, Motor: 15 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-5A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-5B (Stand by) | unit | 1 | |
| SP-5C (Duty) | unit | 1 | |
| Sludge Pumps, centrifugal end-suction non-clog type, | | | For RAS building Flow capacity: 786.5 m ³ /hr, TDH: 10 m, Motor: 50 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-6A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-6B (Stand by) | unit | 1 | |
| SP-6C (Duty) | unit | 1 | |
| SP-6D (Stand by) | unit | 1 | |

| Facilities / Equipments | Unit | Quantity | Remarks |
|---|------|----------|--|
| 2-6. Sludge Blending Tanks | | | |
| Sludge Transfer Pumps | | | Flow capacity: 4.43 m ³ /min, THD: 10 m Motor: 20 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-7A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-7B (Stand by) | unit | 1 | |
| Sludge Blend Mixer | | | Motor: 1.5 HP, 230 v-3 ph-60 Hz |
| SBM-1 (Duty) | unit | 1 | |
| SBM-2 (Stand by) | unit | 1 | |
| 2-7. Sludge Thickener Tanks | | | |
| Sludge Transfer Pumps | | | Flow capacity: 4.43 m ³ /min, TDH: 10 m, Motor: 20 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| SP-8A (Duty) | unit | 1 | |
| SP-8B (Stand by) | unit | 1 | |
| Sludge Thickener Tank Mortor Drive Unit | | | Motor: 1.5 HP, 230 v-3 ph-60 Hz |
| TDU-1 (Duty) | unit | 1 | |
| TDU-2 (Stand by) | unit | 1 | |
| 2-8. Disinfection Tank | | | |
| Recycle Pump (RP-1, RP-2, RP-3) | unit | 3 | Pump capacity: 1573 m ³ /hr (25% of treated wastewater), TDH: 20 m, Motor: 50 HP, 460 v-3 ph-60 Hz |
| 2-9. Sludge Dewatering Facility | | | |
| Screw Press Dewatering Machine with screw conveyor | unit | 2 | Thickened sludge: 32,876 kg/day, Flow capacity: 133 m ³ /day Sludge cake: 20%, Solid capture: 95% |
| UREA Feed Pump (UP-1) | unit | 2 | Capacity: 150 L/H, Discharge Pressure=3 kg/cm ² , Power: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| Polymer Dosing Pump (PP-1) | unit | 2 | Capacity: 10-20 L/H, Discharge Pressure: 3 kg/cm ² , Power: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| Polymer Tank Mixer (PM-1) | unit | 1 | Velocity gradient= 50 s ⁻¹ , Power: 0.5 HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| Drain Pump (DP-1) | unit | 2 | Capacity: 30 m ³ /hr TDH: 10 m, Motor: 3 HP, 230v-3 ph-60 Hz |
| 2-10. Administrative Building | | | |
| Transfer Pump for domestic water, submersible type (TP-1) | unit | 2 | Flow capacity: 0.19 m ³ /min, TDH: 25 m, Motor: 2HP, 230 v-1 ph-60 Hz |
| 2-11. Electrical Equipment | | | |
| Wires and Conduits | lot | 1 | |
| MCC for STP | lot | 1 | |
| Distribution Panels | lot | 1 | |
| 3 MVA, 34.5 KV or 13.8 KV - 460V, 3 Ph., 60 Hz Pad Mounted Type | lot | 1 | |
| 500 KVA rating, 3 Ph, 60 Hz, 460 v primary - 230 v secondary | set | 1 | |
| 150 KVA, 3 ph, 60 hz, 460 v Primary- 230 v Secondary, | set | 1 | |
| 75 KVA, 3 ph, 60 hz, 460 v Primary- 230 v Secondary, | set | 1 | |

出典：JICA 調査団

a) 場内ポンプ設備の配置図

図 5.3.15 に場内ポンプ設備の配置図を示す。

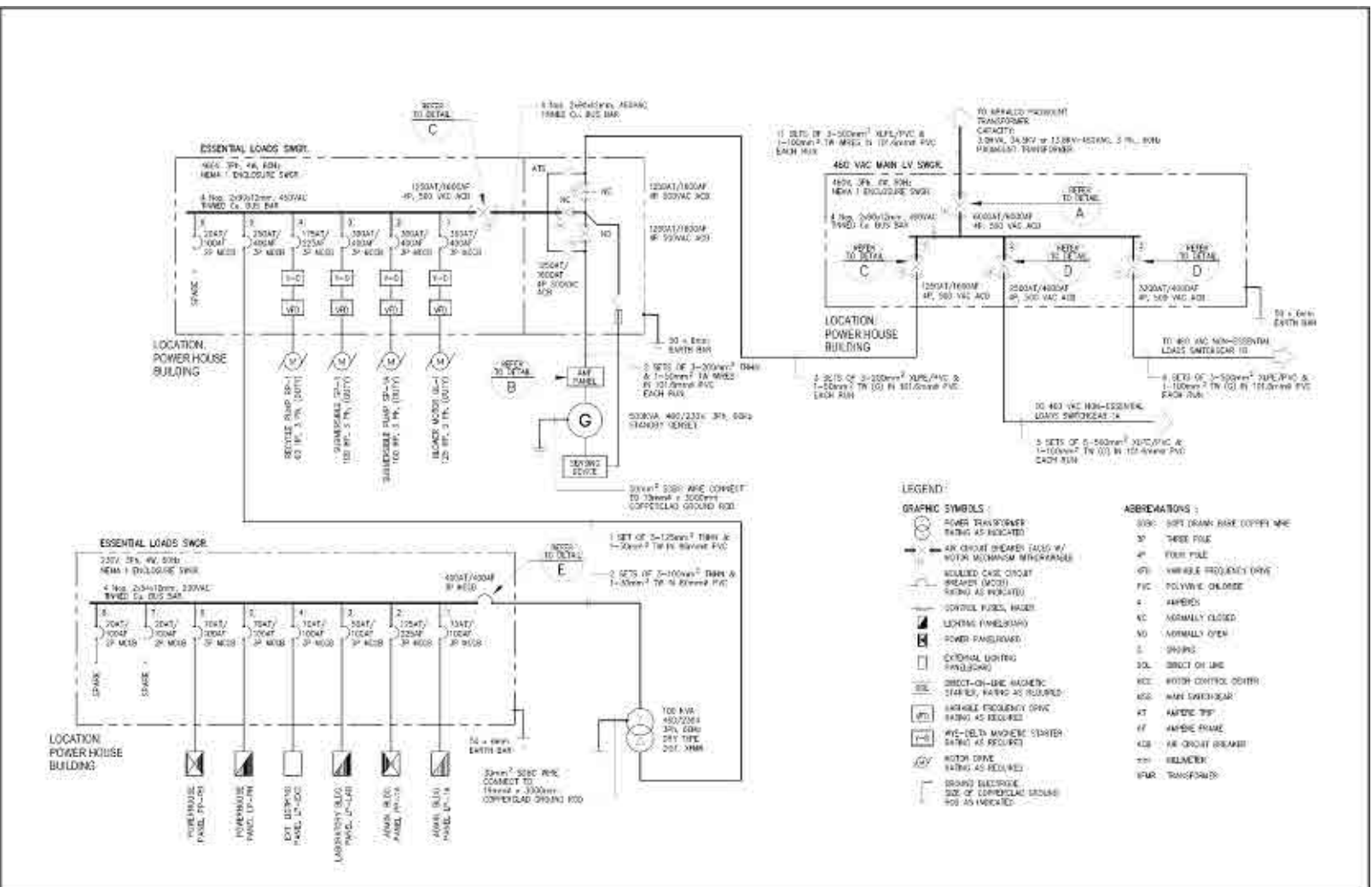


出典：JICA 調査団

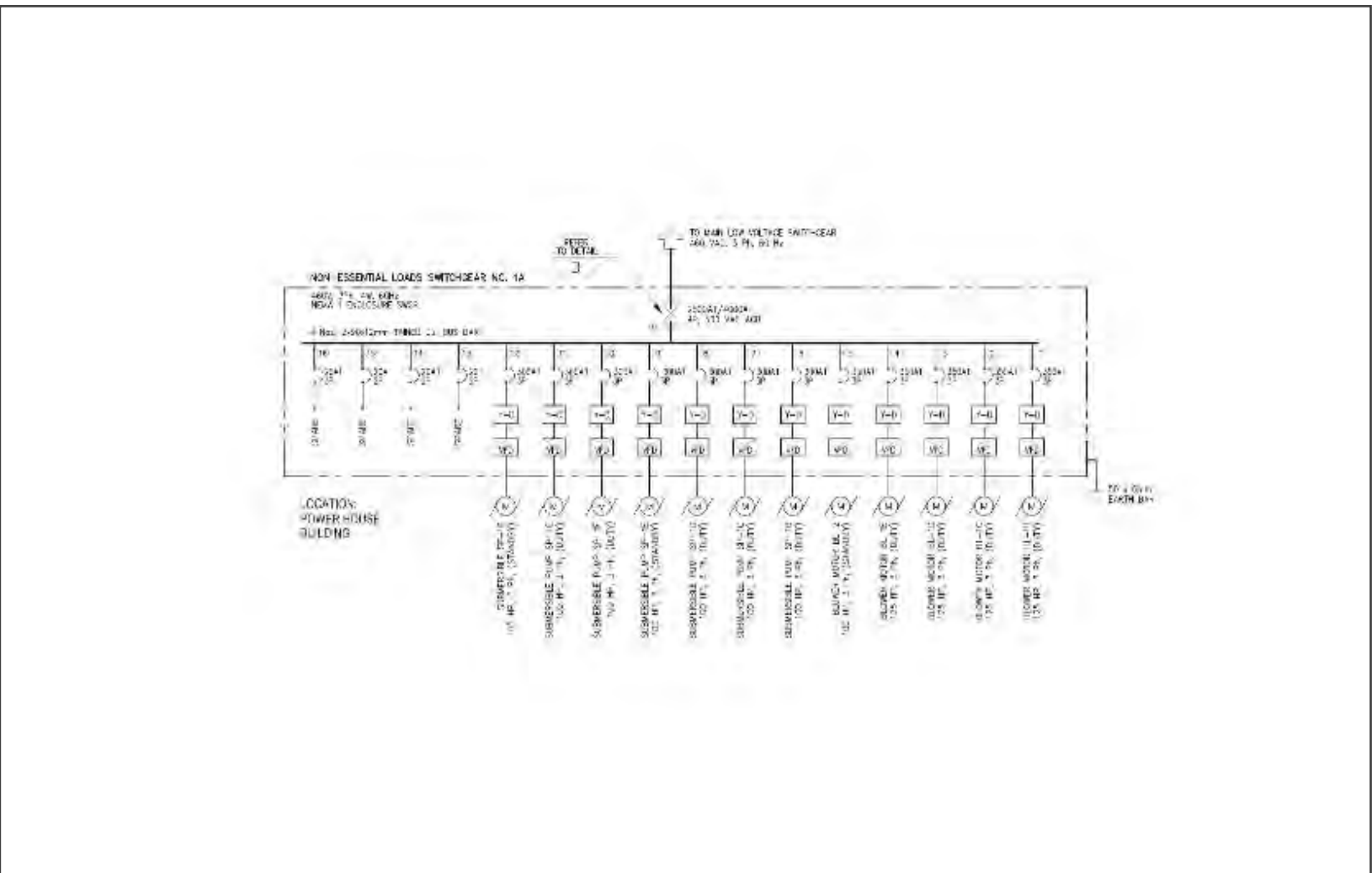
図 5.3.15 場内ポンプ設備配置図 (マリラオ川流域)

b) 下水処理場への電力供給

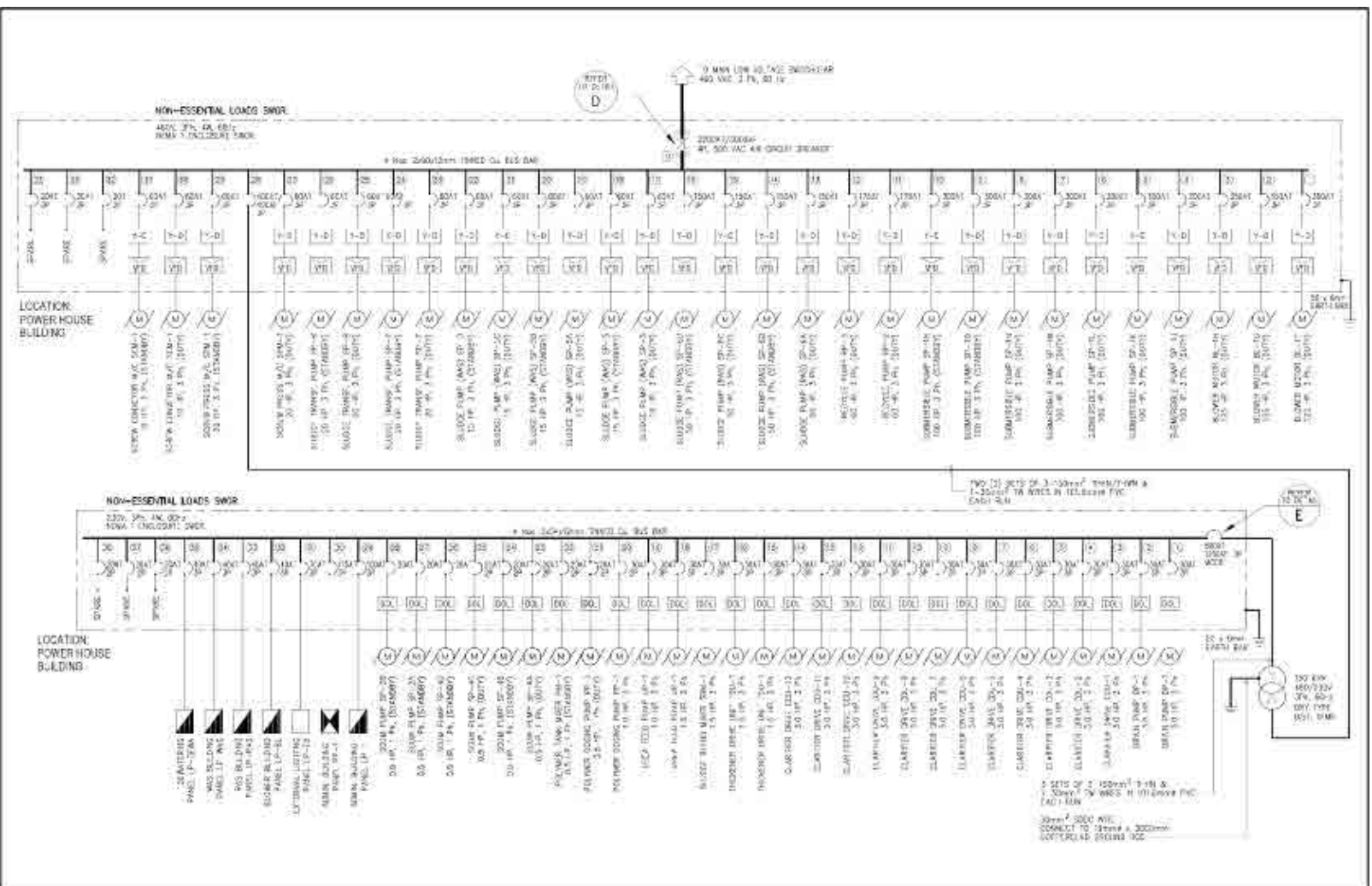
下水処理場への電力供給は、460 VAC の単結線とし、電力会社から供給される電力を電源とする。図 5.3.16 に基幹設備の単結線図を示す。500 kVA の電力をディーゼル自家発電機で賄うシステムとした。また、図 5.3.17 に非基幹設備の単結線図 A (460 VAC) を、図 5.3.18 に非基幹設備の単結線図 B (460 VAC) を示す。



出典：JICA 調査団
図 5.3.16 基幹設備の単結線図 (マニラオ川流域)



出典：JICA 調査団
図 5.3.17 非基幹設備の単結線図 A (マニラオコ川流域)



出典：JICA 調査団
図 5.3.18 非基幹設備の単結線図 B (マリナオ川流域)

c) 負荷量計算

設計電力負荷量は、基幹設備及び非基幹設備についてそれぞれ算出した。表 5.3.30 及び 5.3.31 に、それぞれの計算結果を示す。必要な合計電力量は、約 1,350 kVA（基幹設備：430 kVA、非基幹設備：921 kVA）である。

表 5.3.30 基幹設備の必要電力量（マリラオ川流域）

| Load Schedule: 460 VAC Outgoing Feeders Panel | | | | | | | | | | | | | Site 1 | Concrete Pedestal-Mounted, Nema 1 Encl. | Volts: 460 | PHASE 3 | | | | | |
|---|-----------------------------|------|------------|----------|----------|-------|-------|--------|------------|-------|--------|----------------------------|-------------------------|---|------------|------------|--|--|--------------|--------------|--------------|
| ESSENTIAL LOADS | | | | | | | | | | | | | AMPERAGE | | | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE |
| Ckt. No. | CONNECTED LOAD | QTY. | VA LOAD | AC Volts | AMPERAGE | | | 3Ø | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE | | | | | | | |
| | | | | | AB | BC | CA | | AT | AF | POLE | | | | | | | | | | |
| 1 | Submersible Pump, SP-1A | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 2 | Submersible Pump, SP-1D | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 3 | Blower Motor, BL-1A | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 4 | Recycle Pump, RP-1 | 1 | 76,567.00 | 460 | | | | 96.10 | 200 | 225 | 3P | 3-80 mm ² THHN | 1-22 mm ² TW | 63 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 5 | 50 KVA 460-230V Transformer | 1 | 16,120.00 | 460 | 35.31 | 25.90 | 32.35 | | 125 | 225 | 3P | 3-38 mm ² THHN | 1-14 mm ² TW | 50 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 6 | SPARE | 1 | 3,984.00 | 460 | | | | 5.00 | 20 | 100 | 3P | - | - | - | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | 35.31 | 25.90 | 32.35 | 479.10 | | | | | | | | | | |

| Load Schedule: 230 VAC Outgoing Feeders Panel | | | | | | | | | | | | | Site 1 | Concrete Pedestal-Mounted, Nema 1 Encl. | Volts: 230 | PHASE 3 | | | | | |
|---|----------------------------|------|-----------|----------|----------|-------|-------|-------|------------|-------|------|-----------------------------|---------------------------|---|------------|------------|--|--|--------------|--------------|--------------|
| ESSENTIAL LOADS | | | | | | | | | | | | | AMPERAGE | | | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE |
| Ckt. No. | CONNECTED LOAD | QTY. | VA LOAD | AC Volts | AMPERAGE | | | 3Ø | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE | | | | | | | |
| | | | | | AB | BC | CA | | AT | AF | POLE | | | | | | | | | | |
| 1 | Admin Building, Panel LP-1 | 1 | 7,188.00 | 230 | 17.25 | 18.40 | 17.85 | | 100 | 100 | 3P | 3-30.0 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 40 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 2 | Admin Building, Panel PP-1 | 1 | 14,975.00 | 230 | 38.78 | 18.80 | 32.25 | | 125 | 225 | 3P | 3-38.0 mm ² THHN | 1-14.0 mm ² TW | 50 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 3 | External Lighting, LP-EX | 1 | 6,627.00 | 230 | 9.6 | 9.60 | 9.60 | | 40 | 100 | 3P | 3-8.0 mm ² THHN | 1-5.5 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 4 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | 5.00 | | | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | | | | | | | |
| 5 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | | 5.00 | | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | | | | | | | |
| 6 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | | | 5.00 | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | 70.63 | 51.80 | 64.70 | | | | | | | | | | | |

出典：JICA 調査団

表 5.3.31 非基幹設備の必要電力量（マリラオ川流域）

| Load Schedule: 460 VAC Outgoing Feeders Panel | | | | | | | | | | | | | Site 1 | Concrete Pedestal-Mounted, Nema 1 Encl. | Volts: 460 | PHASE 3 | | | | | |
|---|----------------------------|------|--------------|----------|----------|----|----|----------|------------|-----|------|----------------------------|--------------------------|---|------------|------------|--|--|--------------|--------------|--------------|
| NON-ESSENTIAL LOADS | | | | | | | | | | | | | AMPERAGE | | | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE |
| Ckt. No. | CONNECTED LOAD | QTY. | VA LOAD | AC Volts | AMPERAGE | | | 3Ø | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE | | | | | | | |
| | | | | | AB | BC | CA | | AT | AF | POLE | | | | | | | | | | |
| 1 | Submersible Pump, SP-1B | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 2 | Submersible Pump, SP-1C | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 3 | Submersible Pump, SP-1E | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 4 | Submersible Pump, SP-1F | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 5 | Blower Motor, BL-1B | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 6 | Blower Motor, BL-1C | 1 | 100,390.00 | 460 | | | | 126.00 | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 7 | Blower Motor, BL-2 | 1 | (100,390.00) | 460 | | | | (126.00) | 300 | 400 | 3P | 3-125 mm ² THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 8 | Recycle Pump, RP-2 | 1 | 76,567.00 | 460 | | | | 96.10 | 200 | 225 | 3P | 3-80 mm ² THHN | 1-22 mm ² TW | 63 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 9 | Sludge Pump RAS, SP-6 | 1 | 41,829.00 | 460 | | | | 52.50 | 100 | 100 | 3P | 3-30 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 40 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 10 | Sludge Pump RAS, SP-6 | 1 | (41,829.00) | 460 | | | | (52.50) | 100 | 100 | 3P | 3-30 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 40 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 11 | Sludge Pump WAS, SP-3 | 1 | 6,294.00 | 460 | | | | 7.90 | 20 | 100 | 3P | 3-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 12 | Sludge Pump WAS, SP-3 | 1 | (6,294.00) | 460 | | | | (7.90) | 20 | 100 | 3P | 3-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 13 | Sludge Pump WAS, SP-5 | 1 | 6,294.00 | 460 | | | | 7.90 | 20 | 100 | 3P | 3-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 14 | Sludge Pump WAS, SP-5 | 1 | (6,294.00) | 460 | | | | (7.90) | 20 | 100 | 3P | 3-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 15 | Sludge Transfer Pump, SP-7 | 1 | 9,003.00 | 460 | | | | 11.30 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 16 | Sludge Transfer Pump, SP-7 | 1 | (9,003.00) | 460 | | | | (11.30) | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 17 | Sludge Transfer Pump, SP-8 | 1 | 9,003.00 | 460 | | | | 11.30 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 18 | Sludge Transfer Pump, SP-8 | 1 | (9,003.00) | 460 | | | | (11.30) | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | |
| 19 | Screw Press Machine, SPM-1 | 1 | 21,831.00 | 460 | | | | 27.40 | 60 | 100 | 3P | 3-8.0 mm ² THHN | 1-5.5 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | | | | | | | |

| Load Schedule: 460 VAC Outgoing Feeders Panel | | | | Site 1 | Concrete Pedestal-Mounted, Nema 1 Encl. | | | | | | | | Volts: 460 | PHASE: 3 | |
|---|-------------------------------|------|-------------|----------|---|---------|---------|---------|------------|-----|------|--------------------------------|---------------------------|--------------|--|
| NON-ESSENTIAL LOADS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ckt. No. | CONNECTED LOAD | QTY. | VA LOAD | AC Volts | AMPERAGE | | | | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE | |
| | | | | | AB | BC | CA | 3Ø | AT | AF | POLE | | | | |
| 20 | Screw Press Machine, SPM-1 | 1 | (21,831.00) | 460 | | | | (27.40) | 60 | 100 | 3P | 3-8.0 mm ² THHN | 1-5.5 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | |
| 21 | Screw Conveyor Machine, SCM-1 | 1 | 11,553.00 | 460 | | | | 14.50 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | |
| 22 | Screw Conveyor Machine, SCM-1 | 1 | (11,553.00) | 460 | | | | (14.30) | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 25 mm Ø PVC | |
| 23 | SPARE | 1 | 3,984.00 | 460 | | | | 5.00 | 20 | 100 | 3P | - | - | - | |
| 24 | SPARE | 1 | 3,984.00 | 460 | | | | 5.00 | 20 | 100 | 3P | - | - | - | |
| 25 | SPARE | 1 | 3,984.00 | 460 | | | | 5.00 | 20 | 100 | 3P | - | - | - | |
| 26 | 100 KVA, 460-230V Transformer | 1 | 41,596.00 | 460 | 40.18 | 39.64 | 37.82 | | 200 | 225 | 3P | 2(3-100 mm ²) THHN | 1-30 mm ² TW | 80 mm Ø PVC | |
| TOTAL | | | 838,262 | | 40.18 | 39.64 | 37.82 | 999.90 | | | | | | | |
| Load Schedule: 230 VAC Outgoing Feeders Panel | | | | NQ1A | Concrete Pedestal-Mounted, Nema 1 Encl. | | | | | | | | Volts: 230 | PHASE: 3 | |
| NON-ESSENTIAL LOADS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ckt. No. | CONNECTED LOAD | QTY. | VA LOAD | AC Volts | AMPERAGE | | | | PROTECTION | | | SERVICE WIRE | NEUTRAL WIRE | CONDUIT SIZE | |
| | | | | | AB | BC | CA | 3Ø | AT | AF | POLE | | | | |
| 1 | Drain Pump, DP-1 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 2 | Drain Pump, DP-1 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 3 | Clarifier Drive Unit, CDU-1 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 4 | Clarifier Drive Unit, CDU-2 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 5 | Clarifier Drive Unit, CDU-3 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 6 | Clarifier Drive Unit, CDU-4 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 7 | Clarifier Drive Unit, CDU-5 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 8 | Clarifier Drive Unit, CDU-6 | 1 | 3,976.00 | 230 | | | | 9.98 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 9 | Thickener Drive Unit, TDU-1 | 1 | 2,055.00 | 230 | | | | 5.16 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 10 | Thickener Drive Unit, TDU-1 | 1 | 2,055.00 | 230 | | | | 5.16 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 11 | Sludge Blend Mixer, SBM-1 | 1 | 2,055.00 | 230 | | | | 5.16 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 12 | Sludge Blend Mixer, SBM-1 | 1 | 2,055.00 | 230 | | | | 5.16 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 13 | Sludge Blend Mixer, SBM-2 | 1 | 2,055.00 | 230 | | | | 5.16 | 30 | 100 | 3P | 3-5.5 mm ² THHN | 1-3.5 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 14 | Urea Feed Pump, UP-1 | 1 | 855.000 | 230 | 3.72 | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 15 | Urea Feed Pump, UP-1 | 1 | 855.000 | 230 | | 3.72 | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 16 | Polymer Tank Mixer, PM-1 | 1 | 855.000 | 230 | | | 3.72 | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 17 | Scum Pump, SP-4A | 1 | 855.000 | 230 | 3.72 | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 18 | Scum Pump, SP-4B | 1 | (855.00) | 230 | | (.3.72) | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 19 | Scum Pump, SP-4C | 1 | 855.000 | 230 | | | 3.72 | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 20 | Scum Pump, SP-4D | 1 | (855.00) | 230 | (.3.72) | | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 21 | Scum Pump, SP-2A | 1 | 855.000 | 230 | | 3.72 | | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 22 | Scum Pump, SP-2B | 1 | (855.00) | 230 | | | (.3.72) | | 20 | 100 | 2P | 2-3.5 mm ² THHN | 1-2.0 mm ² TW | 20 mm Ø PVC | |
| 23 | Admin Building, Panel LP-1 | 1 | 6,250.00 | 230 | 15.00 | 16.00 | 15.50 | | 100 | 100 | 3P | 3-30.0 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 40 mm Ø PVC | |
| 24 | Admin Building, Panel PP-1 | 1 | 13,025.00 | 230 | 33.73 | 31.64 | 28.50 | | 175 | 225 | 3P | 3-80.0 mm ² THHN | 1-22.0 mm ² TW | 63 mm Ø PVC | |
| 25 | External Lighting, LP-EX | 1 | 13,254.00 | 230 | 19.20 | 19.20 | 19.20 | | 70 | 100 | 3P | 3-22.0 mm ² THHN | 1-8.0 mm ² TW | 40 mm Ø PVC | |
| 26 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | 5.00 | | | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | |
| 27 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | | 5.00 | | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | |
| 28 | SPARE | 1 | 1,150.00 | 230 | | | 5.00 | | 20 | 100 | 2P | - | - | - | |
| TOTAL | | | 83,192.00 | | 80.37 | 79.28 | 75.64 | 105.64 | | | | | | | |

出典：JICA 調査団

5.4 環境社会配慮

5.4.1 事業の概要

優先下水道整備事業は、マリキナ川流域及びマリラオ川流域を対象とし、下水道処理場及び管路施設（管渠、遮集施設及びポンプ施設）の整備を行う。下水道処理場の候補地は土地利用及び地理条件からいくつかの空地の中から選定した。ポンプ施設はできるだけ少なく小さなもの（例：マンホールタイプ）とし、民有地の改変を必要としない計画としている。また、新設する管渠は基本的には公道とし、開削及び非開削工法により設置する計画である。事業の詳細は5.2及び5.3節に示した通りである。また、環境影響評価に関連する法規については1.7.2に示す。

5.4.2 代替案検討

(1) 事業を実施しない場合

優先下水道事業の代替案検討としては、「事業を実施する場合」と「事業を実施しない場合」に分けられる。「事業を実施しない場合」は、現在の下水システムのまま何も対策をしない場合である。

フィリピンの主要な19河川のモニタリング結果によると、溶存酸素（DO）は2003年から2008年にかけて大幅に改善傾向を示した。しかしながら、マニラ湾に流入する全ての河川でDO及び生物的酸素要求量（BOD）の環境基準を満足していない。また、水質汚濁源については、2001年から2005年の水質汚濁物質インベントリー調査結果で、33%が家庭排水、29%が農業・畜産排水、27%が工場排水に起因すると推定している。また有機汚染物質の11%がノンポイント汚染源由来である。フィリピン国では下水道の普及率が非常に低いことが水質汚濁の大きな原因であり、国全体では、90%以上の下水が適切な処理が行われておらず、下水道が利用可能な国民は全体の10%に満たない。

このように家庭排水が水質汚濁の主な原因になっているのは明らかであるため、下水施設の対策なくしては公共用水の水質改善は不可能である。また、最高裁判所が決定したマニラ湾の水質改善に係る職務執行令を遵守するためには、マニラ首都圏の下水道普及率を上昇させることが特に重要となる。そのため、「事業を実施しない場合」は、該当しない

(2) 代替案検討

「事業を実施する場合」では、マリキナ川流域及びマリラオ川流域において、いくつかの候補地の中から施工性、環境影響及び費用の観点から代替案の検討を行い、総合的な判断により優先候補が選ばれた。環境社会配慮の観点からの提案事業の代替案検討結果は5.2.4節及び5.3.4節に示したとおりである。

5.4.3 環境社会影響に係る初期スコーピング

施工前、施工中及び供用後における自然及び社会環境への潜在的影響に関し、スコーピングリストを使用して初期段階調査を行った。結果を表5.4.1に示す。

表 5.4.1 下水道処理事業にかかる環境社会影響のスコーピング案

| 項目 | 施工前/ 施工中 | 供用後 | 概要 |
|---------------------------|-------------|-----|---|
| 汚染管理 | | | |
| 1. 大気汚染 | B- | B- | 工事中の一時的な期間に限られるが、工事の実施による建設機械の稼働及び工事周辺の二次的な交通渋滞に伴う大気質への影響が考えられる。 供用時には施設、ジェネレータの稼働、車両からの排ガスにより大気質への影響が考えられる。 |
| 2. 水質汚濁 | B- | A+ | 工事中の一時的な期間に限られるが、掘削工事による工事ヤードからの濁水の発生による影響が考えられる。 供用時には下水道処理施設の設置により公共用水の水質が改善される。 |
| 3. 土壌汚染 | D | D | 土壌汚染を発生させる事業内容・活動はない。 |
| 4. 廃棄物 | B- | B- | 工事中の建設廃棄物の発生が考えられる。 供用時には処理水の過程で汚泥の発生が考えられる。 |
| 5. 騒音及び振動 | B- | B- | 工事中の一時的な期間に限られるが、工事の実施による建設機械の稼働に伴う騒音及び振動の影響が考えられる。 供用時には施設、ジェネレータの稼働、車両からの騒音及び振動の影響が考えられる。 |
| 6. 地盤沈下 | D | D | 地盤沈下を発生させる事業内容・活動はない。 |
| 7. 悪臭 | D | B- | 工事中に悪臭を発生させる事業内容・活動はない。 供用時には下水及び汚泥からの悪臭が発生する可能性がある。 |
| 8. 底質 | D | B+ | 工事中に底質への負の影響を生じる事業内容・活動はない。 供用時には下水道処理施設の設置により公共用水の水質が改善されることで底生生物の生活基盤の改善となる可能性が考えられる。 |
| 自然環境 | | | |
| 9. 地形・地質 | D | D | 地形・地質に著しい影響を与えるような事業ではない。 |
| 10. 土壌浸食 | D | D | 候補地で土壌浸食の痕跡は確認されていない。そのため、土壌侵食の可能性は想定されない。 |
| 11. 植物 | B- | B+ | いくつかの候補地は樹林で覆われている。工事中の表面整備の際に、森林伐採の可能性が考えられる。 供用時は公共用水域の水質が改善される水生植物へは良好な影響を与える可能性がある。 |
| 12. 動物 | B- | B+ | いくつかの候補地は樹林で覆われている。候補地の大部分は改変済みの都市化した地域であり、保護区域には入っていないが、工事中の森林伐採により地域の生物多様性への影響が生じる可能性がある。 供用時は公共用水域の水質が改善される水生植物へは良好な影響を与える可能性がある。 |
| 13. 地下水 | D | D | 事業範囲内及びその周辺の地下水に影響を与える事業計画・活動はない。 |
| 14. 水文環境 (河川・湖など) | D | D | 各河川流域の既存の排水路からの排水は河川に流入する前に下水処理のために取水されるが、処理水は同じ河川に戻されるため、水文環境に影響を与えるものではない。 |
| 15. 沿岸域 | D | D | 事業範囲内及びその周辺の沿岸域の環境に影響を与えることはない。 |
| 16. 海洋 | D | D | 事業範囲内及びその周辺の海洋条件に影響を与えることはない。 |
| 17. 自然・生態 学的保護区 | D | D | 事業は既に改変された都市部地域であり、改変区域に生態学的保護区は存在しないため、負の影響は想定されない。 |
| 社会環境 | | | |
| 18. 非自発的住 民移転 | B- | D | 下水道処理施設の建設に伴い住民移転の可能性が考えられる。 |
| 19. 地域経済 (雇用、生活な ど) | B+ | B+ | 工事中には地域の住民に対して雇用の機会が与えられる。 下水道処理場が稼働後は河川の水質が改善されることにより、地域の住民の生活が改善されると考えられる。 |

| 項目 | 施工前/ 施工中 | 供用後 | 概要 |
|--------------------------|-------------|-----|--|
| 20. 水利権 | D | D | 処理水は集水域と同じ河川で排水するため、水利用または水利権に影響をあたえることはない。 |
| 21. 土地利用及び地元資源の活用 | D | D | 候補地は空き地であるため、土地利用に影響を与えるものではない。 |
| 22. 社会的慣行及びコミュニティ | D | D | 事業により地域コミュニティを分断するようなことはない。 |
| 23. 既存社会インフラ及びサービス | B- | B- | 工事中の一時的なものではあるが工事の実施による交通渋滞により、既存交通影響を与える可能性がある。 供用時の関連車両や搬出車両により住宅地域内の道路交通に影響を与える可能性がある。 |
| 24. 貧困層、先住民族、少数民族 | D | D | 貧困層、先住民族、少数民族に影響を与えるような事業内容・活動はない。 |
| 25. 被害と便益の偏在 | D | D | 事業の目的は公共水域の水質改善にあるため、被害と便益の偏在を与える事業内容・活動はない。 |
| 26. 地域の利害紛争 | D | D | 事業の目的は公共水域の水質改善にあるため、地域の利害紛争を生じさせる事業内容・活動はない。 |
| 27. ジェンダー・子供の権利 | D | D | 事業の目的は公共水域の水質改善にあるため、負の影響を与える事業内容・活動はない。 |
| 28. 文化的遺産 | D | D | 住宅地域内の空き地及び樹林に下水処理施設が建設されるため、文化的遺産に影響を与えるような事業内容・活動はない。 |
| 29. 景観 | D | B- | 住宅地域内の空き地及び樹林に下水処理施設が建設されるため、景観が変化する。 |
| 30. 有害な感染症 (HIV/AIDS など) | B- | D | 工事中の工事作業員の流入により HIV・AIDS などの感染症が発生する可能性がある。 |
| 31. 公衆衛生 | B- | B+ | 工事中は工事区域からの、排水、廃棄物、粉塵により公衆衛生は悪化する。 下水道処理場は水質改善する事業であるから供用時の公共用水域の水質は改善される。 |
| 32. 労働環境 (労働安全含む) | B- | B- | 工事中の建設機械の稼働により労働時の危険性が高くなる。 供用時においては、職業上の安全面において労働者の危険性が高くなる。 |
| その他 | | | |
| 33. 事故・災害 | D | D | 下水道処理施設の建設により特に異例な事故や災害が生じることはない。 |
| 34. 気象 | D | D | 事業の実施により局地的な気象に著しい影響を与えることはない。 |
| 35. 地球温暖化 | B- | B- | 工事期間中の一時的なものではあるが、建設機械の稼働及び工事区域周辺の二次的な工事渋滞により温室効果ガスの増加が考えられる。 供用時においては、ジェネレーター及びポンプの稼働、関係車両の走行が発生することから温室効果ガスの増加が考えられる。 |

備考: * 「ジェンダー」及び「子供の権利」に関しては社会環境の全ての側面に関連する。

A+/-: 著しく効果的な/否定的な影響が想定される

B+/-: 効果的な/否定的な影響が想定される

C+/-: 効果的な/否定的な影響かは不明である (追加的な検討が必要であり、検討を踏まえて影響を確定する必要がある)

D: 影響は想定されない。

出典: JICA 調査団

5.4.4 影響予測及び緩和措置の提案

(1) 環境社会配慮の検討内容

環境社会配慮の検討内容は、1) 表5.4.2に示すスコーピング項目の事業実施による影響の予測、2) 緩和措置の検討、3) 環境管理計画及びモニタリング計画の提案、4) 情報公開の提案、とする。

表 5.4.2 下水道整備事業に係る環境影響評価項目

| 区分 | 検討項目 | 施工前/ 施工中 | 供用時 |
|------|----------------|-------------|-----|
| 汚染管理 | 大気汚染 | ✓ | ✓ |
| | 水質汚濁 | ✓ | |
| | 廃棄物 | ✓ | ✓ |
| | 騒音・振動 | ✓ | ✓ |
| | 悪臭 | | ✓ |
| 自然環境 | 植物・動物 | ✓ | |
| 社会環境 | 非自発的住民移転 | ✓ | |
| | 既存社会インフラ及びサービス | ✓ | ✓ |
| | 景観 | | ✓ |
| | 公衆衛生 | ✓ | |
| | 労働環境(労働安全含む) | ✓ | ✓ |
| | HIV/AIDS等の感染症 | ✓ | |
| その他 | 地球温暖化 | ✓ | ✓ |

出典：JICA 調査団

(2) 影響予測及び緩和措置の提案

事業計画、工事手法、公表されている土地利用、自然環境、社会経済、統計資料をもとに収集された二次データに基づき定性的に予測を行った。影響予測及び緩和措置の提案を表5.4.3に示す。

表 5.4.3 影響予測及び緩和措置

| S.No | 影響項目 | 影響要因 | 想定される潜在的影響 | 提案する緩和措置 |
|------|----------------|---------------------------------------|--|--|
| 施工前 | | | | |
| 1. | 非自発的住民移転 | - 民有地における下水道処理場の開発 | - Care taker (地主から土地の安全管理を任されている人)の非自発的住民移転の可能性がある。 - 事業による影響者に恒久的な影響が生じる (最終的な設計に基づき非自発的住民移転が発生するか否かを確認する必要がある) | - 最終的な設計段階において、現地状況に基づき、施設配置計画を見直し、改変区域を縮小する。 - (必要に応じて) 配管のルートを見直す。 - 非自発的住民移転が確認された時にはJICAガイドラインに基づく住民移転計画書を作成する。 |
| 施工中 | | | | |
| 1. | 大気汚染 | - 工事の実施による建設機械の稼働及び掘削作業による粉塵の発生 | - 工事区域内に限られた範囲での短期間の負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 粉塵飛散防止のため地表への定期的な散水を行う。 - 定期的な建設機械・設備のメンテナンスを行う。 |
| 2. | 水質汚濁 | - 掘削作業 - 工事現場でのメンテナンスや修理に伴う油や燃料の漏れ | - 掘削作業は浸食/シルトの沈積を誘発して、水路を妨げるかもしれない。 - 水路の詰まりは、雨季の氾濫を招く。 - 掘削場所は泥池を形成する。 - 工事区域近傍に限られた範囲での短期間の負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 工事現場の整理整頓及び清掃を徹底する。 - 掘削箇所からの水を最寄りの水路に排出する際には制御トラップを設ける(例:シルトトラップやキャッチピット等)。 - 油を使用する際には十分な注意を払う。 - 豪雨時季の掘削工事は回避する |
| 3. | 廃棄物 | - 工事のための掘削作業 | - 掘削による掘削土及び建設廃棄物の発生 - 負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 工事現場の整理整頓・清掃を徹底する。 - 廃棄物の量を最小限にするために、非掘削工法を採用する。 - 実用可能であれば、掘削土壌は埋め戻し土として再利用する。 - 事前に廃棄物処理計画を作成し、これに従って工事を行う。 掘削土及び建設廃棄物の処理場を特定する。 |
| 4. | 騒音・振動 | - 工事の実施による建設作業、建設機械の稼働に伴う騒音及び振動の発生 | - 音源近くで騒音・振動の影響が考えられる。 - 工事区域近傍に限られた範囲での短期間の負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 定期的な建設機械・車両のメンテナンスの実施、特に騒音レベルを低減するための消音器やマフラーの設置状況を確認する。 - 騒音・振動を発生させる建設機械の集中稼働が想定される際には地域住民へ周知する。 - 夜間工事が発生する際には地域の関係機関から許認可を得る - 夜間工事が発生する際には騒音・振動の大きな作業を控える。 |
| 5. | 植物・動物 | - 工事準備において地表の樹木・植物の撤去 | - 合計2.4ha (マリキナ川サイトで2.2ha マリラオ川サイトで0.2ha)の植物が伐採される - 長期の負の影響 | - 可能な限り既存の樹木伐採を回避する。 - 伐採樹木の種類・本数を記録する。 - (もし影響木がある場合には) DENRから伐採許可を得る。 - 施設周辺に移設・植樹する。 |
| 6. | 既存社会インフラ及びサービス | - 掘削工事及び他の工事活動 | - 建設作業時には道路用地を占有するため、通行可能道路幅を狭くし、交通渋滞を発生させる。 - 工事区域周辺での短期間の負 | - 掘削工事前に交通許可や他の関係許可を得る。 - 交通管理計画を準備し地元自治体及び関連機関からの承諾を得る。 |

| S. No | 影響項目 | 影響要因 | 想定される潜在的影響 | 提案する緩和措置 |
|-------|----------------|-----------------------------|--|--|
| | | | の影響 (Minor) が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 迂回ルート (必要な場合) は、地元の交通管理者または、barangayに承認を得る。迂回路の周知は印刷や放送、可能であれば電子媒体等により十分に理解できるように市民に周知する。 - 資材搬入はオフピーク時とする。 - 交通量の多いハイウェイでは、ラッシュアワーを避けるか夜間作業とする。 |
| 7. | 公衆衛生 | - 工事現場からの粉塵、騒音、排水による公衆衛生の悪化 | - 負の影響 (Minor) が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 公害管理の緩和措置を徹底する。 - 仮設トイレを設置する。 |
| 8. | 労働環境(労働安全含む) | - 掘削工事及び他の工事活動 | <ul style="list-style-type: none"> - 作業員、歩行者及び走行車両の事故の危険性がある。 - 負の影響 (Minor) が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 安全関連道具を設置(安全ヘルメット、耳栓、手袋、安全靴) - 応急処置室、安全道具、警報機を設置する。 - 建設現場周辺フェンス及び警告標識を設置する。 |
| 9. | HIV/AIDS等の感染症 | - 工事労働者の流入 | - 労働者間で伝染病の感染の危険が増加する。 | - 啓発キャンペーンやHIV/AIDS、マラリヤ及びデングに関して教育する。 |
| 10 | 地球温暖化 | - 建設機械の稼働に伴い温室効果ガスが発生する。 | - 負の影響 (Minor) が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 定期的な建設機械・設備のメンテナンスを行う。 - 効率的な工事計画・重機の稼働計画を策定する。 - 建設機械オペレータ及び運転手に対する教育を実施する。 |
| 供用時 | | | | |
| 1. | 大気汚染 | - 施設の稼働による粉塵の発生 | - 継続的な負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 定期的な設備のメンテナンスを行う。 |
| 2. | 廃棄物 | - 処理施設からの汚泥の発生 | - 継続的な負の影響 (Minor) が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 有害廃棄物を分離する。 - 専門業者による処分前の場内で適切に管理する。 |
| 3. | 騒音・振動 | - 施設の稼働による騒音の発生 | - 発生源周辺で継続的な負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 定期的な設備のメンテナンスを行う。 |
| 4. | 悪臭 | - 処理施設からの汚泥の発生 | - 処理施設周辺で負の影響 (Minor) が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 悪臭除去装置を設置する。 - 定期的な設備のメンテナンスを行う。 |
| 5. | 既存社会インフラ及びサービス | - 施設の稼働に伴う関連車両による交通渋滞 | - 処理施設周辺で負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 施設入口に交通整理員を配置する。 |
| 6. | 景観 | - 施設周辺の景観の変化 | - 処理施設周辺で負の影響 (Minor) が考えられる。 | - 施設周辺の緩衝緑地を配置する。 |
| 7. | 労働環境(労働安全含む) | - 施設の稼働に伴う労働安全の危険性 | - 継続的な負の影響 (Minor) が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 各自に安全装具を配布 (PPE) - 化学物質の取り扱い専門者の教育を行う。 |
| 8. | 地球温暖化 | - 施設の稼働に伴う消費 | - 継続的な負の影響 (Minor) が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> - 定期的な設備のメンテナンスを行う。 - 施設オペレータ及び運転手に対する教育を実施する。 |

出典：JICA 調査団

5.4.5 環境管理計画 (EMP) 及び環境モニタリング計画 (EMOP)

(1) 環境管理計画 (EMP)

事業実施に伴う環境への負の影響が想定される影響要因に対してその影響を緩和するためのEMPを、表5.4.4に示す。

表 5.4.4 環境管理計画

| 活動/環境影響 | 緩和/増進 | 責任機関 | 費用 |
|---|---|--|-------------|
| A. 施工前 | | | |
| 住民移転 | - 最終的な設計段階において、現地状況に基づき、施設配置計画を見直し、変更区域を縮小する - 非自発的住民移転が確認された時には住民移転計画書を作成する。 | マニラッド社 WMD マニラッド社 COESH | 設計費に含む - |
| 樹木・植生の伐採 | - 可能な限り既存の樹木の伐採を少なくする - 伐採樹木の種類・本数を記録する - (もし影響木がある場合には) DENRから伐採許可を得る | マニラッド社 /工事請負者 工事請負者 マニラッド社 | 設計費に含む |
| 障害物撤去 | - 全ての地上構造物はマニラッド社に土地を譲渡する前に撤去する | 用地販売者 | - |
| 工事前協議 | - マニラッド社の代表者と環境管理及びモニタリング計画を含んだ工事計画についての工事前協議を実施 | 工事請負者 | 追加費用なし |
| B. 施工中 | | | |
| 粉塵の発生 | - 粉塵飛散防止のための定期的な散水 - 定期的な建設機械・設備のメンテナンス | 工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |
| 騒音・振動の発生 | - 定期的な建設機械・車両のメンテナンスの実施、特に騒音レベルを低減するための消音器やマフラーの設置状況の確認 - 騒音・振動を発生させる建設機械の集中稼働が想定される際には地域住民への周知 - 夜間工事が発生する際には地域の関係機関から許認可を得る - 夜間工事が発生する際には騒音・振動の大きな作業を控える。 | 工事請負者 工事請負者 マニラッド社 /工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |
| 工事現場からの排水 | - 工事現場の整理整頓及び清掃の徹底 - 掘削箇所からの水を最寄りの水路に排出する際には制御トラップを設ける(例：シルトトラップやキャッチビット等) - 油を使用する際には十分な注意を払う - 豪雨時季の掘削工事は回避する | 工事請負者 工事請負者 工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |
| 労働者の詰所からの排水 | - 衛生施設の提供(例：仮設トイレ) | 工事請負者 | 追加費用なし |
| 廃棄物の発生 | - 工事現場の整理整頓・清掃の徹底 - 廃棄物の量を最小限にするために、非掘削工法を採用する。 - 実用可能であれば、掘削土壌は埋め戻し土として再利用する。 - 事前に廃棄物処理計画を作成し、これに従って工事を行う。掘削土及び建設廃棄物の処理場を特定する。 | 工事請負者 工事請負者 工事請負者 マニラッド社 /工事請負者 | 追加費用なし |
| 工事用車両の走行に伴う交通渋滞 道路掘削工事による道路幅員の減少/閉鎖による交通渋滞 | - 掘削工事前に交通許可や他の関係許可を得る - 交通障害回避のために、非掘削工法を採用する。 - 交通管理計画を準備し地元自治体及び関連機関からの承諾を得る - 迂回ルートが必要な場合は、地元の交通管理者またはbarangayに承認を得る。工事内容、作業期間、迂回期間、迂回路の周知は印刷や放送、可能であれば電子媒体等により十分に理解できるように周知する - 交通量の多いハイウェイでは夜間またはラッシュ | 工事請負者 マニラッド社 /工事請負者 マニラッド社 /工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |

| 活動/環境影響 | 緩和/増進 | 責任機関 | 費用 |
|----------------------|---|-------------------------|---------|
| | ユアワーを避けた作業時間とする。 | 工事請負者 | |
| HIV/AIDs等の感染症の危険性の増加 | - 啓発キャンペーンやHIV/AIDs, マラリヤ及びデングに関する教育 | 工事請負者 | 追加費用なし |
| 掘削箇所における事故 | - 安全関連道具の設置(安全ヘルメット、耳栓、手袋、安全靴) - 応急処置室、安全道具、警報機の設置 - 建設現場周辺のフェンスの設置、危険サインを含む効果的な警告標識を設置 | 工事請負者 工事請負者 工事請負者 | 追加費用なし |
| 環境管理計画実施状況の確認 | - 工事業者が環境管理計画を適切に実施しているかを常時監視及びモニタリングする | マニラッド社 CQESH | 追加費用なし |
| C. 供用時 | | | |
| 排気ガス及び騒音の増加 | - 定期的な施設のメンテナンスの実施、 | マニラッド社 WMD | 操業費用に含む |
| 公共用水域への影響 | - 排水基準に適合するよう下水道処理施設を管理 | マニラッド社 WMD | 操業費用に含む |
| 危険物の発生 | - 有害廃棄物の分離 | マニラッド社 WMD | 操業費用に含む |
| 汚泥の発生 | - 専門業者による処分前の場内での適切な管理 | マニラッド社 WMD | 操業費用に含む |
| 関係車両の発生による交通渋滞 | - 交通整備員を入口に配備 | マニラッド社 WMD | 操業費用に含む |
| 景観の変化 | - 施設周辺の緩衝緑地の配置 | マニラッド社 WMD | 操業費用に含む |
| 施設の稼働に伴う労働安全の危険性 | - 各自に安全装具を配布 (PPE) - 化学物質の取り扱い専門者の教育 | マニラッド社 WMD | 操業費用に含む |

備考 CQESH: Corporate QESH(Quality, Environment, Safety and Health) Division

WMD: Wastewater Management Division

出典: JICA 調査団

(2) 環境モニタリング計画 (EMOP)

DENR Administrative Order 2003-30の要求事項に基づき、マニラッド社は環境モニタリング計画及びコンプライアンス・モニタリング報告書 (CMRs)をそれぞれ、工事着手前及び着手後半年ごとにDENRに提出する。

モニタリング報告書は、マニラッド社の環境管理者(Pollution Control Officer : PCO)が準備する。工事中は工事請負者に毎月報告書を提出させ、その内容を検証する。モニタリング報告書は、環境、健康、安全プログラムの実施を含む。提案するEMOPを表5.4.5に示す。

表 5.4.5 環境モニタリング計画

| 項目 | 場所 | 方法 | 頻度 | 責任機関 | 費用 |
|---|-----------|----------------|---------------------------|--------------------|---------|
| A. 施工前 | | | | | |
| 樹木調査 | 事業区域 | 木の種及び本数の確認 | 工事实施前 | 工事請負者 | 工事費用に含む |
| B. 施工中 | | | | | |
| TSP(総浮遊粒子状物質質量) | 事業区域 | 法令に基づく採取・分析 | 緩和措置を実施した状況で粉じんの発生が最大となる時 | 工事請負者 | 工事費用に含む |
| 雨水流水の確認 | 事業区域 | 現地視察及び排水溝のチェック | 降雨時 | 工事請負者 | 工事費用に含む |
| 表土及び廃棄物 | 事業区域 | 廃棄場所の確認 | 廃棄物輸送時 | 工事請負者 | 工事費用に含む |
| 騒音 | 事業区域 | 法令に基づき騒音計による測定 | 緩和措置を実施した状況で騒音の発生が最大となる時 | 工事請負者 | 工事費用に含む |
| 環境モニタリング計画の実施状況の確認 | 事業区域 | 定期点検 | 毎月 | マニラッド社 QESH | 工事費用に含む |
| C. 供用時 | | | | | |
| 二酸化窒素(NO ₂) | 発電機からの排ガス | 法令に基づく採取及び分析 | 毎年 | マニラッド社 CQESH | 操業費要に含む |
| 排水量(m ³ /day) | 排出箇所 | 読み取り | 毎日 | マニラッド社 WMD | 操業費要に含む |
| 排水水質(BOD, COD, TSS, 色, 温度, pH, 油分, 大腸菌) | 流入・排出箇所 | 室内分析 | 毎週 | マニラッド社 CQESH | 操業費要に含む |
| 騒音 | 下水道施設 | 法令に基づき騒音計で測定 | 毎年 | マニラッド社 CQESH | 操業費要に含む |
| 汚泥(量(m ³), 含水比, 重金属) | 下水道施設 | 室内分析 | 毎月 | マニラッド社 WMD | 操業費要に含む |
| 環境モニタリング計画の実施状況 | 事業区域 | 定期点検 | 毎月 | マニラッド社 WMD/QESH | 操業費要に含む |

備考 CQESH: Corporate QESH(Quality, Environment, Safety and Health) Division

WMD: Wastewater Management Division

出典: JICA 調査団

5.4.6 住民参加

住民説明会はフィリピン国の関係法令に基づき、事業実施区域の関係住民に対して環境影響評価の過程の中での実施が求められている。EMBが必要と判断した場合公聴会が開催される。

ステークホルダーの環境に係る懸念事項がEIAで考慮され、管理計画が作成されることを確実にするために、住民説明会は早い段階で開催することを提案する。EIAの過程で実施される全ての住民説明会及び公聴会の結果は、報告書として取りまとめられる。公聴会と住民説明会のための経過報告書は、EMB/EMB RDにより確認され、EIA報告書の一部となる。関係法令の背景と手順は、1.7.2.節で説明した通りである。

5.4.7 簡易住民移転計画書の策定

(1) マニラッド社の用地取得及び住民移転への対応

1) 世界銀行プロジェクトにおける対応

フィリピン土地銀行 (Land Bank of Philippines: LBP)、マニラッド社及びマニラウォーター社は、世界銀行の資金によるマニラ首都圏下水道管理事業 (MWMP) において、環境社会セーフガード枠組み (ESSF) を作成している。ESSFは、環境社会配慮に係る国内法と世界銀行のセーフガードポリシーに対応すべく枠組みとして整備された。そのドラフト版に関し、2010年10月には主要ステークホルダーによる意見交換会が開催され、webサイトを通じて一般にも公開され、2012年2月に最終化された。ESSFでは世界銀行セーフガードポリシー4.12と国内法に対応した住民移転計画書の枠組み (RPF) が作成されている。ESSFに基づくRPFの概要を表5.4.6に示す。

表 5.4.6 ESSF における RPF の概要

| 項目 | 説明 |
|--------------|--|
| 1. f RPF の目的 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ The scope and key objectives of the RPF include: <ul style="list-style-type: none"> • To establish clear procedures and methodologies for social screening, review, approval, and implementation of the Project; and • To specify appropriate roles and responsibilities, and outline the necessary reporting procedures, for managing and monitoring environmental and social concerns related to the projects. |
| 2.法制度 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ The key gaps between the local laws and regulations and provisions of the World Bank's Policy on Involuntary Resettlement (OP 4.12) include: <ul style="list-style-type: none"> • The Philippine Constitution, Article XIII, Section 10: Urban or rural poor dwellers shall not be evicted nor their dwellings demolished, except in accordance with the law and in a just humane manner. Focus is given on urban poor under the provisions of the Urban Development and Housing Act (UDHA). Limited assistance or protection is given to the rural poor unless they are tenured agricultural tenants. • R.A. No. 8974, Sections 8, 9, 10, and 13 provides compensation of affected properties based on fair market value. However, land donation is the first approach to the acquisition of private land. • Notwithstanding the ruling of the Supreme Court, none of the laws and regulations clearly provides for compensation at replacement cost. • Income restoration/rehabilitation assistance is available only for resettled beneficiaries of the government's socialized housing. • There is no policy for displaced vendors and employees of micro/small enterprises that have to shut down their business/to be relocated. ➤ The RPF includes specific provisions to ensure that compensation for affected lands and other assets is provided at replacement value to all the displaced persons (DPs) including those who may lose access to livelihood due to the project. In the unlikely event of physical displacement of 200 or more households due to the project, the government and non-government agencies will work closely and coordinate their efforts for livelihood restoration, and rehabilitation assistance in accordance with the provisions of the RPF, and in compliance with the provisions of the World Bank's OP 4.12. |
| 3. 補償方針 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ The RPF clarifies the DPs, principles of resettlement, key elements of the RPF, and eligibility criteria for entitlement to compensation, relocation, and rehabilitation assistance. ➤ DPs eligible for compensation and rehabilitation will include: (a) those who have formal legal rights to land or other assets; (b) those who initially do not have formal legal rights to land or other assets but have a claim to legal rights based upon the laws of the country; upon the possession of documents such as land tax receipts and residence certificates; or upon permission of local authorities to occupy or use the project affected plots; |

| 項目 | 説明 |
|-------------------------|---|
| | <p>and (c) those who have no recognizable legal right or claim to the land they are occupying.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ The general principles of compensations provided are: <ul style="list-style-type: none"> • Compensation at replacement cost for houses and other affected structures. • Compensation in terms of land for land of equal productive capacity acceptable to the DPs for agricultural land (where land is not available, compensation is to be provided in cash at replacement cost). • Replacement of premise/residential land of equal size acceptable to the DPs. • Transfer and subsistence allowance. ➤ Entitlements and compensation for the types of losses and DP categories shall be guided by the Resettlement Entitlement Matrix shown in the RPF. |
| 4. 組織体制 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ The social safeguard issues will be handled by the Environment Management Department (EMD). The Right of Way (ROW) Unit is responsible in locating/identifying land needed for the construction of project structures and facilities. Once a potential land area has been located, the Wastewater Management Division conducts community consultation to introduce the project to the community and gather their reactions. If the community accepts the concept of the project, the potential land area is listed and the ROW unit undertakes further investigation of the potential land and its landowner. |
| 5. 移転計画及び実施手続き | <ul style="list-style-type: none"> ➤ The key steps in the implementation of resettlement and land acquisition are as follows: <ul style="list-style-type: none"> • Where in a subproject OP 4.12 is triggered, Maynilad will carry out necessary studies (census, inventory of assets, etc.) and prepare necessary documents (Resettlement Action Plan (RAP)/Abbreviated Resettlement Action Plans (ARAP). • The scope and contents of the RAP or an ARAP will follow the provisions of the World Bank's OP 4.12 Annex A. • Each RAP, ARAP, and RCR will include detailed cost estimates for compensation and relocation of DPs disaggregated by category of DPs and types of impacts and assets lost. Cost estimates will make adequate provisions for contingencies. • Maynilad will provide funds in a timely manner to ensure that the implementation of involuntary resettlement activities is completed according to the schedule. ➤ Land acquisition for the projects will be carried out mainly through two modes of land acquisition depending upon the ownership of potential sites for the projects. <ul style="list-style-type: none"> • Involuntary Resettlement (Land Acquisition invoking OP 4.12); Land acquisition will trigger WB's OP 4.12. Maynilad would be required to conduct necessary field investigations/surveys in accordance with the provisions of the RPF for resettlement plan preparation and implementation. • Open Market Purchase – OP 4.12 is not triggered; Current procedures consisting of 'open market purchase' from the land owners, either through the brokers or in direct negotiations based on Willing Buyer-Willing Seller basis, are borne out of experiences from previous projects. However, where open market purchase fail, other forms of land acquisition will be considered. ➤ The RPF provides for compensation for land and other affected assets at replacement cost. To meet the above objectives, Maynilad will follow the valuation procedures for different types of affected assets. |
| 6. 住民参加、コンサルテーション及び苦情処理 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ The draft ESSF, incorporating RPF, was an object of public consultation with key institutional stakeholders on October 5, 2010. ➤ Documents to be disclosed include the ESSF incorporating RPF, social assessment, RAP or ARAP. These documents are made publicly available in public places accessible to project-affected-groups, NGOs, and other interested stakeholders through the World Bank InfoShop. Documents will also be posted in the websites of Maynilad. ➤ Maynilad has a Public Complaints Section in their Consumer Relations Department to address all complaints and grievances received from members of the public. |
| 7. 移転の実 | Land acquisition and relocation of affected households cannot commence until |

| 項目 | 説明 |
|---------------|---|
| 施 | the RAP or ARAP has been reviewed by the Borrower and the Bank. The RAP or an ARAP will include implementation schedule wherein all resettlement activities will be coordinated with the civil works schedule. Where the land has already been acquired, the construction activities will begin. |
| 8. 監督及びモニタリング | Maynilad will monitor resettlement implementation activities regularly to ensure that implementation of resettlement is carried out in accordance with the approved RAP or ARAP. Maynilad will submit a periodic Social and Environmental Compliance Report (SECR), which will include an Environmental Monitoring Plan (EMoP) and a Self-monitoring Report (SMR) on a semi-annual frequency. |

出典：Environmental and Social Safeguard Framework for the Metro Manila Waste Water Project, Feb 2012

マニラッド社は、取得用地の利用状況に応じ、移転が生じないが用地取得のみが生じる場合には用地取得報告書（Land Acquisition Report：LAR）、移転が伴う場合には簡易移転計画書（Abbreviated Resettlement Action Plan：ARAP）を作成している。2013年6月現在の世界銀行への報告状況は表5.4.7に示す通りであり、現在手続き中であるもの以外のものに関してはその報告に関し、世銀からの承認が得られている。

また、2つの用地取得報告書（No.1とNo.2）は、すでに会社ホームページでもアップロードされ、RPFに基づき、事業サイト、説明資料、説明会の記録及び用地交渉内容等が全て公開されている。

表 5.4.7 MPWP における用地取得及び住民移転への対応

| No. | 事業用地 | 報告書 | 状況(2013年6月現在) |
|-----|--------------------------|------|------------------------------|
| 1 | Talayan STP | LAR | Submitted and approved by WB |
| 2 | Pasay STP | LAR | Submitted and approved by WB |
| 3 | Valenzuela STP | LAR | Submitted and approved by WB |
| 4 | Muntinlupa STP (Cupang) | ARAP | Submitted and approved by WB |
| 5 | Muntinlupa STP (Tunasan) | ARAP | For submission |
| 6 | South Septage | LAR | For submission |

備考 LAR: Land Acquisition Report 用地取得報告書

A RAP: Abbreviated Resettlement Action Plan 簡易住民移転計画書

出典:マニラッド環境管理部門聞き取りにより JICA 調査団作成

マニラッド社には環境社会配慮を担当する部署として環境管理部門があり、用地取得及び住民移転が生じる場合には、この部署を中心に下水道計画部署等の社内関係部署と連携して対応している。

住民移転の可能性の確認

2) JICA ガイドラインに基づく用地取得及び住民移転計画作成の対応

マニラッドのMPWP実績から、1) マニラッド社は世界銀行セーフガードポリシーOP4.12に基づくESSFがあり、2) 適切な時期に世界銀行に承認を得られるレベルの内容となる用地取得報告書及び、または簡易RAP報告書が作成することができるという点が明らかとなった。さらに、実施体制及びその役割は、経験を通じて確立されている。

JICA環境社会配慮ガイドラインによると、JICA資金協力事業においては、住民移

転計画には、世界銀行のセーフガードポリシーのOP4.12 Annex Aに規定される内容が含まれることが望まれている。

以上を考慮し、今後、事業位置、取得用地規模、住民移転等が明確になった段階（詳細設計段階）で、マニラッド社がESSFのRPFに基づきLAR及び、またはRAPを適切な手続きにより作成することになる。従って、本設計レベル段階においてはLAR または簡易RAPに係る調査は実施しない。

(2) 優先下水道事業における住民移転の可能性の確認

下水処理場の施設の配置、用地の形状や規模に応じて、計画地内のcaretakerの仮設小屋や既存の建物の改変は回避できるものとする。管路ネットワーク中のポンプ施設はできる限り少なく、小さなもの（例：マンホールタイプ）を計画している。住民移転や私有地の改変を必要とするようなポンプ施設は想定していない。新規配管は、基本的には公道や公共スペースに開削または非開削工法により設置される。違法居住者が確認されるような場合には、土地利用状況に応じて迂回路または適切な工法の見直しを検討される。現段階ではこのような適切な緩和措置により、非自発的住民移転は回避されると考えている。

しかしながら、下水道処理施設の正確な範囲、施設配置は準備調査段階では最終化されていない。そのため、詳細設計時においてマニラッド社は、設計内容に応じて土地調査及び社会経済調査を通じて移転及び用地取得の規模を詳細に把握する必要がある。

(3) 優先下水道事業における簡易住民移転計画書の作成の留意点

小規模の非自発的住民移転及び／または用地取得の発生が確認された場合は、マニラッド社はESSF及びJICAガイドラインに基づき以下に示す1) から10) の内容を含む住民移転計画書の作成が必要となる。

1) 社会経済センサス及び生活環境調査

社会経済センサス調査では、特に事業実施に伴い影響を受ける人々の社会経済情報の収集を行う。調査項目は、人口、資産目録、土地利用、家計及び居住水準とする。

2) 住民移転者の補償

住民移転の必要性、規模・範囲を整理する。

- 移転を生じさせる事業コンポーネント、影響エリア
- 移転を回避・最小化するために検討された初期設計代替案
- 事業実施中に移転を可能な限り最小化するための方法

3) 補償・支援の具体策

資格と移転及び被影響住民の補償マトリクスがESSFの移転方針の枠組み（Resettlement Policy Framework：RPF）に示されている。それは世界銀行のセーフガードポリシーに従っている。ESSFのRPFは土地及びその他の影響を受ける資産に応じていくつかの補償手続きの考え方を提供している。マニラッド社はこれに従い、様々な補償手続きをする。一般的な補償の原則は以下の通り。

- 家屋と他の影響構造物のための補償
- 移転者が容認する等しい生産能力の農地のための土地に関する補償（土地が利用できない所では、補償は移転費用で現金支給される）
- 移転者が容認する同等の大きさの土地または住居用地の交換
- 移動費と生活手当
- 再取得価格調査を踏まえた、完全な再取得費用に基づく損失資産の補償手続

4) 生活再建対策ニーズ調査結果を踏まえた、移転前と比べ、受給権者の家計・生活水準を改善、少なくとも回復させるための生活再建対策

ESSFのRPFを参照しながら事業実施区域に応じた生活再建対策計画を作成する。

5) 苦情処理を担う組織の権限、及び苦情処理手続き

マニラッド社には消費関係部署に苦情処理窓口があり、全ての苦情・問い合わせを受け付けている。

6) 住民移転に責任を有する機関（実施機関、地方自治体、コンサルタント、NGO等）の特定、及びその責務

社会的セーフガードの問題は、環境マネジメント部（EMD）によって取り扱われる。ROWは、施設に必要な用地を見つけて/特定する。対象事業候補地として選定された場合、地域住民の意見を集めるために、下水管理部はコミュニティ協議を行う。地域住民がプロジェクト概念を受け入れる場合、詳細な調査が実施される。

7) 損失資産の補償支払完了後、物理的な移転を開始させる実施スケジュール

補償手続きは事業実施前までに終了しなければならない。マニラッド社は移転及び補償に係る週間または月間の実施スケジュールを用意すること。

8) 費用と財源

マニラッド社はESSFを実行するために、1) EIA、EMP、土地取得及び住民移転に関する必要な手段の準備、2) 住民説明会、3) 必要な許認可、トレーニング、EMP及びモニタリングの確実な実施、を行うための資金を用意する。

9) 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

社会的セーフガードに係る課題はマニラッド社の環境マネジメント部が対応する。

10) 初期設計、及び生計再建対策の代替案に係る住民協議結果

影響住民との協議の結果はマニラッドのウェブサイトにて公開される。

5.4.8 環境チェックリスト (案)

本調査における環境社会配慮調査において、得られた重要事項を環境チェックリスト (案) として整理した。環境チェックリストは、JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010年4月) に基づくNo.15 下水道事業に係るチェックリストを使用した。