

フィリピン共和国

ダバオ下水道整備に係る情報収集・確認調査

ファイナル・レポート

令和2年3月
(2020年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

フピ事
JR
19-010

フィリピン共和国

ダバオ下水道整備に係る情報収集・確認調査

ファイナル・レポート

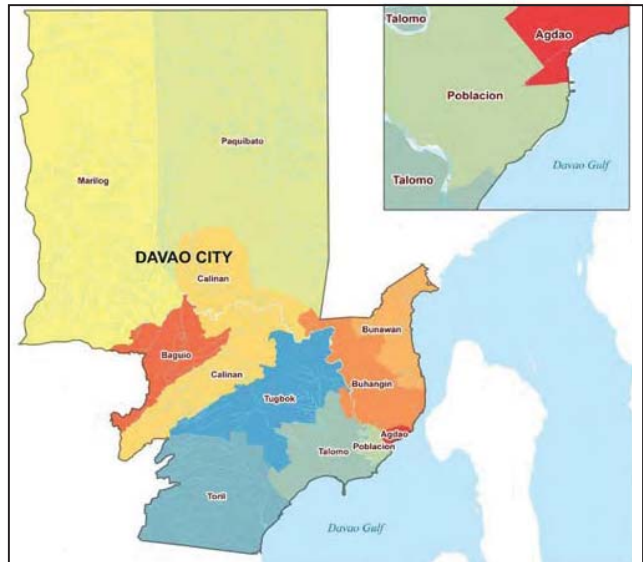
令和2年3月
(2020年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

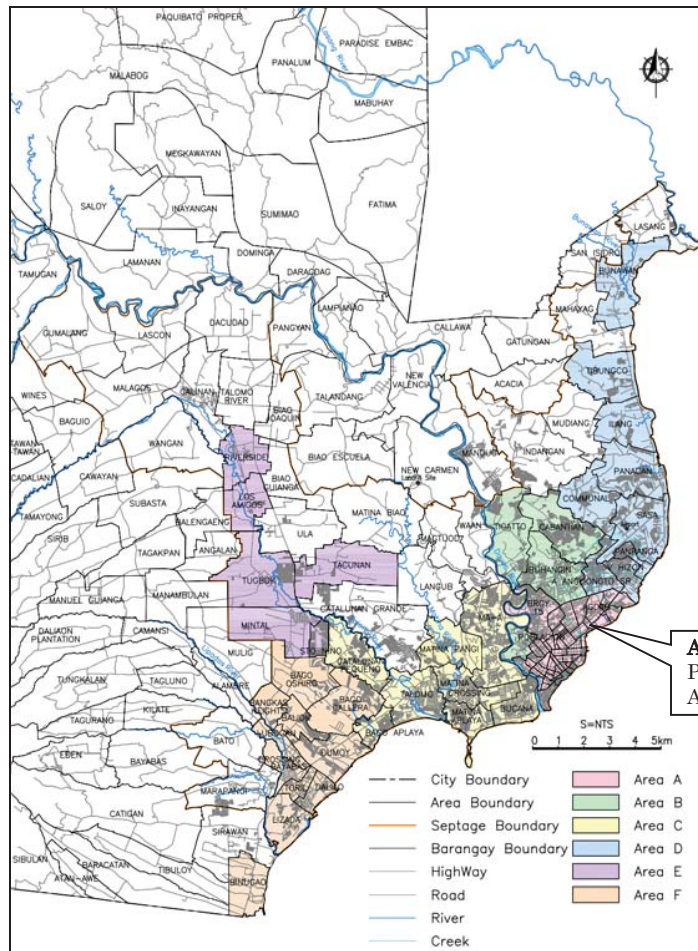
日本工営株式会社



フィリピン共和国



ダバオ市全域



下水道整備地区
調査位置図

フィリピン国
ダバオ下水道整備にかかる情報収集・確認調査

ファイナル・レポート

目次

項

第1章	序章および基礎情報の収集	1-1
1.1	序章.....	1-1
1.1.1	調査の目的.....	1-1
1.1.2	調査対象地域.....	1-1
1.2	ダバオ市の社会経済状況.....	1-1
1.2.1	社会経済状況.....	1-1
1.2.2	行政区分・人口動態.....	1-4
1.3	ダバオ市の既存計画.....	1-6
1.3.1	上位計画.....	1-6
1.3.2	開発計画.....	1-6
1.4	ダバオ市の地理的特性.....	1-6
1.4.1	気象.....	1-6
1.4.2	地形.....	1-7
1.4.3	地質.....	1-9
1.4.4	水文・水域.....	1-10
第2章	汚水汚泥管理にかかる関連政策等の状況	2-1
2.1	汚水汚泥管理関連政策・法規.....	2-1
2.1.1	政策.....	2-1
2.1.2	水関連法規制.....	2-3
2.1.3	水関連指針.....	2-5
2.2	汚水汚泥管理にかかる環境社会配慮法制度・許認可等.....	2-7
2.2.1	フィリピンにおける環境管理法制度.....	2-7
2.2.2	組織制度.....	2-7
2.2.3	フィリピン環境影響評価制度（PEISS：Philippine Environmental Impact Statement）.....	2-9
2.2.4	用地取得と住民移転制度.....	2-9
2.2.5	環境社会配慮に係るその他のガイドライン.....	2-10
2.2.6	基準.....	2-10
2.3	対象地域の水セクターにおける関連ドナー／プロジェクト動向.....	2-11

第3章	水セクターと汚泥管理の現状	3-1
3.1	浸水等の状況.....	3-1
3.2	水環境の現況.....	3-2
3.2.1	法規.....	3-2
3.2.2	水質モニタリング.....	3-3
3.3	汚水汚泥処理施設整備状況.....	3-9
3.3.1	下水道施設.....	3-9
3.3.2	セプティックタンクの状況.....	3-10
3.3.3	汚泥の引き抜き.....	3-13
3.3.4	汚泥処理施設.....	3-14
3.3.5	ダバオ市の汚泥性状.....	3-14
3.3.6	雑排水の排出.....	3-15
3.4	雨水排水網の整備状況・維持管理状況・整備計画.....	3-16
3.4.1	建設、運営、維持管理の体制.....	3-16
3.4.2	排水系統の整備状況.....	3-16
3.4.3	JICAによるダバオ市治水対策マスタープラン策定プロジェクト.....	3-21
3.5	廃棄物処分場の状況と計画.....	3-24
3.6	フィリピンとダバオ市における水セクター関連組織.....	3-27
3.7	DCWDの組織・財務・上水供給状況.....	3-28
3.7.1	組織.....	3-28
3.7.2	上水供給状況.....	3-30
3.7.3	DCWDの財務状況.....	3-34
3.8	ダバオ市政府の組織と財政状況.....	3-40
3.8.1	組織.....	3-40
3.8.2	ダバオ市の財務状況.....	3-41
3.9	衛生セクターの現状に関する課題.....	3-45
第4章	下水道整備と汚泥管理にかかる既存計画の整理	4-1
4.1	下水排出原単位の検討.....	4-1
4.2	計画フレームの検討.....	4-2
4.3	計画汚水量の検討.....	4-3
4.4	オフサイト・オンサイト処理区域の設定方針の検討.....	4-5
4.5	下水道施設計画に係る設計条件の検討.....	4-5
4.5.1	下水処理場.....	4-5
4.5.2	汚水収集施設の設計条件.....	4-7
4.5.3	IM4Dにおける実施スケジュールとコストの検証.....	4-13
4.6	汚泥管理プログラムの確認と現状.....	4-14
4.6.1	USAIDによる汚泥管理フィージビリティ調査プログラム.....	4-14
4.6.2	汚泥管理プログラムの現在の状況および課題.....	4-20
第5章	包括的な汚水汚泥管理計画検討のための情報収集	5-1
5.1	目標年次・BOD削減・河川水質目標の検討.....	5-1
5.1.1	目標年次.....	5-1
5.1.2	BODの削減.....	5-1

5.2	オンサイト、オフサイトの処理地域の提案.....	5-2
5.3	下水道整備と汚泥管理方式の比較、ならびに整備方針の提案.....	5-7
5.3.1	下水道整備と汚泥管理の比較.....	5-7
5.3.2	下水収集システムの比較.....	5-9
5.4	下水道整備地区における段階的汚水汚泥管理計画の検討.....	5-18
5.4.1	汚泥管理プログラムにおける修正されたスケジュール.....	5-18
5.4.2	各下水道整備地区における包括的な汚水汚泥プログラム.....	5-19
5.5	環境社会状況（初期的ベースラインデータ）調査.....	5-21
第6章	優先整備地区事業の検討にかかる情報収集.....	6-1
6.1	計画汚水量および計画水質の検討.....	6-1
6.2	下水処理施設整備候補地についての検討.....	6-2
6.3	下水処理場計画.....	6-11
6.3.1	水処理施設の検討.....	6-11
6.3.2	汚泥処理施設の検討.....	6-15
6.3.3	下水処理場内施設の配置計画.....	6-18
6.3.4	建設工事における留意点.....	6-24
6.3.5	マグサイサイ公園の景観改修.....	6-25
6.3.6	水処理施設の運転・維持管理.....	6-27
6.3.7	処理水再利用の可能性.....	6-31
6.4	汚水の収集方式の検討.....	6-32
6.4.1	全体方針.....	6-32
6.4.2	分流式下水道と暫定遮集システムの予備的地域区分.....	6-33
6.5	管路施設の検討.....	6-36
6.5.1	下水道幹線.....	6-36
6.5.2	下水道枝線および各戸接続.....	6-39
6.5.3	ポンプ場.....	6-41
6.6	事業費の試算及び事業計画の検討.....	6-41
6.6.1	初期費用.....	6-41
6.6.2	維持管理費.....	6-42
6.6.3	更新費用.....	6-44
6.6.4	実施スケジュール.....	6-44
6.7	優先整備地区(エリア A)事業の予備的財務分析.....	6-46
6.7.1	実施機関および資金スキーム検討.....	6-46
6.7.2	優先整備地区（エリア A）下水事業にかかる予備的財務分析事業費.....	6-52
6.8	プロジェクト実施体制の調査.....	6-59
6.9	予備的スコーピング及び環境社会配慮上の留意点.....	6-61
6.9.1	事業コンポーネントと用地.....	6-61
6.9.2	事業を実施しない帰結（Without Project）.....	6-62
6.9.3	予備的スコーピング.....	6-62
6.9.4	環境社会配慮調査の仕様書（TOR）素案.....	6-64
6.9.5	環境社会配慮上の留意点.....	6-65
6.9.6	環境チェックリスト（No. 15 下水処理事業）.....	6-78

第7章 優先整備地区下水道システムに関する段階的整備計画の検討 (フェーズ1事業).....	7-1
7.1 エリア Aにおけるフェーズ1整備地区の選定	7-1
7.2 フェーズ1地域における下水管の計画	7-4
7.2.1 下水管路施設の計画.....	7-4
7.2.2 下水道幹線.....	7-5
7.2.3 下水道枝線および各戸接続	7-6
7.2.4 暫定遮集の対象となる主要排水路.....	7-8
7.3 下水処理場の段階的整備計画.....	7-11
7.3.1 下水処理場の整備計画.....	7-11
7.3.2 下水処理場の運転維持管理	7-15
7.4 優先地区における段階的整備の方針	7-15
7.5 事業費の予備的積算と実施スケジュールの検討.....	7-17
7.5.1 初期費用.....	7-17
7.5.2 維持管理費	7-18
7.5.3 設備更新費	7-18
7.5.4 実施スケジュール.....	7-19
7.6 フェーズ1事業における財務分析	7-21
7.6.1 費用	7-21
7.6.2 有収水量.....	7-21
7.6.3 ケース設定	7-22
7.6.4 前提条件.....	7-22
7.6.5 財務分析結果	7-23
7.7 フェーズ1の環境社会配慮	7-26
第8章 協力準備調査のための予備的情報収集.....	8-1
8.1 優先整備地区終末処理場候補地に関する情報収集	8-1
8.2 地形・地質・水理・測量等基礎情報の収集・整理	8-1
8.2.1 地形情報.....	8-1
8.2.2 地質情報.....	8-1
8.2.3 洪水情報.....	8-2
8.2.4 潮位データ	8-5
8.2.5 土地利用情報	8-6
8.2.6 流出係数.....	8-6
8.3 汚水汚泥管理にかかる住民意識の確認	8-6
8.4 ダバオ市の下水道整備に活用可能な本邦下水道技術の概要	8-8
8.4.1 本邦下水道技術	8-8
8.4.2 下水管渠.....	8-9
8.4.3 水処理技術.....	8-10
8.4.4 汚泥処理技術	8-14
8.4.5 運転・維持管理	8-17

第9章	結論と協力準備調査への提案	9-1
9.1	対象地域における下水道システム	9-1
9.1.1	対象地域における下水道システム整備の必要性	9-1
9.1.2	膜分離活性汚泥法を活用した提案下水処理場	9-2
9.1.3	提案汚泥処理法	9-3
9.1.4	提案した下水収集方法と下水道整備	9-3
9.2	事業財務評価	9-4
9.2.1	資金調達スキーム	9-4
9.2.2	事業実施機関	9-4
9.2.3	事業の資金調達	9-4
9.3	次のステージでの作業内容の提案	9-5

表リスト

表 1.2.1 行政区分および人口（2000年、2010年、2015年）	1-4
表 1.2.2 地区ごとのダバオ市の面積と人口密度（2000年、2010年、2015年）	1-4
表 1.4.1 ダバオ市の気候（1981～2010年）	1-7
表 1.4.2 有効な使用方法における地表水の現行の分類	1-11
表 2.1.1 インフラ開発を加速する PDP 目標（水と衛生）	2-1
表 2.1.2 改正前後の NSSMP 助成金の比較	2-2
表 2.2.1 環境に係る国際条約及び規約	2-7
表 2.2.2 EMB 地域 XI 事務局の展望、使命及び政策（Vision, Mission 及び IMS Policy）	2-8
表 3.1.1 ダバオ市都市区域の浸水記録（2018）	3-2
表 3.2.1 各カテゴリーの排水水質基準（DAO 2016-08）	3-3
表 3.2.2 水質モニタリング指標	3-3
表 3.2.3 ダバオ市のレクリエーション水域および水質	3-4
表 3.2.4 ダバオ市大気質モニタリングネットワーク（DC AQMN）	3-4
表 3.2.5 ダバオ川下流における各指標の年間平均値	3-5
表 3.2.6 ダバオ湾の水質（2018）	3-6
表 3.2.7 2019年5月時点でのダバオ市内排水路の BOD 値	3-7
表 3.2.8 2019年5月時点の地下水（未処理水、原水）の地下水の大腸菌	3-7
表 3.2.9 2018年5月時点での地下水源の物理、化学分析（1/2）	3-8
表 3.2.10 2018年5月時点での地下水源の物理、化学分析（2/2）	3-8
表 3.3.1 ポブラシオン地区とアグダオ地区の既存の処理施設	3-9
表 3.3.2 民間企業の下水処理施設の例	3-9
表 3.3.3 セプティックタンクの所有率およびタンクへのアクセス可能率	3-11
表 3.3.4 セプティックタンク種別	3-12
表 3.3.5 セプティックタンクからの排水の流出点	3-12
表 3.3.6 ダバオ市の汚泥処理企業	3-13
表 3.3.7 セプティックタンクからの汚泥の引き抜き頻度	3-14
表 3.3.8 セプティックタンクからの汚泥除去の支払い	3-14
表 3.3.9 汚泥品質分析のサンプル数および対象のランガイ	3-15
表 3.3.10 DCWD による汚泥品質分析結果	3-15
表 3.4.1 関係機関によるダバオ市の排水溝工事の役割	3-16
表 3.4.2 ダバオ湾およびダバオ川へ排出される主な排水路およびカルバート	3-17
表 3.4.3 DPWH が実施した最近に完了、継続または計画された排水改善プロジェクト数	3-17
表 3.4.4 排水ポンプ場の建設（進行中）	3-18
表 3.4.5 市政府による排水工事予算	3-20
表 3.4.6 1998年基本計画における排水施設の確立年	3-20
表 3.4.7 DPWH による排水システムの計画洪水頻度	3-21
表 3.4.8 ポブラシオンおよびアグダオの排水施設	3-22

表 3.4.9	ポブラシオンおよびアグダオにおける既存の排水管の詰まり状況	3-22
表 3.6.1	水・衛生セクター関連組織と役割	3-27
表 3.7.1	関連部門および活動	3-30
表 3.7.2	上水給水システムの DCWD 水生産量 (2007-2012)	3-32
表 3.7.3	上水供給システムの施設(WSS)	3-32
表 3.7.4	Service Profile of DCWD in 2012-2016	3-33
表 3.7.5	Water Production for Agdao and ポブラシオン Districts, and Entire Service Area	3-33
表 3.7.6	DCWD 損益計算書および財務指標 (CY2015—CY2019)	3-36
表 3.7.7	DCWD 貸借対照表 (CY2015—CY2019)	3-37
表 3.7.8	DCWD 長期ローン借入状況	3-37
表 3.7.9	水道料金表	3-38
表 3.7.10	ダバオ地域および全国における全所得層、低所得層の平均月収 (加重平均) (PHP)	3-39
表 3.7.11	ダバオ市における全所得層、低所得層の平均月収 (加重平均) (PHP)	3-39
表 3.7.12	下水道サービスへの支払意思額調査結果	3-40
表 3.7.13	下水サービスへの推定支払意思額 (PHP/立米)	3-40
表 3.8.1	下水道整備に関するダバオ市政府の主要事務所 t	3-41
表 3.8.2	ダバオ市歳出入状況 (CY2014—CY2018)	3-42
表 3.8.3	ダバオ市貸借対照表 (CY2014—CY2018)	3-43
表 3.8.4	ダバオ市長期ローン借入状況	3-43
表 3.8.5	ダバオ市開発基金拠出先内訳	3-44
表 3.8.6	予算承認プロセス	3-45
表 4.1.1	IM4D における下水排出量原単位	4-1
表 4.1.2	本調査において修正された下水排出量	4-1
表 4.2.1	エリア A における水消費量実績	4-2
表 4.2.2	エリア B における水消費量実績	4-2
表 4.2.3	エリア C における水消費量実績	4-2
表 4.3.1	人口予測および改定された下水処理量 (エリア A)	4-3
表 4.3.2	人口予測および改定された下水処理量 (エリア B)	4-3
表 4.3.3	人口予測および改定された下水処理量 (エリア C)	4-3
表 4.3.4	人口予測および改定された下水処理量 (エリア D)	4-4
表 4.3.5	人口予測および改定された下水処理量 (エリア E)	4-4
表 4.3.6	人口予測および改定された下水処理量 (エリア F)	4-4
表 4.5.1	エリア A から F の提案処理容量	4-6
表 4.5.2	IM4D における遮集幹線と布設方法の概要	4-12
表 4.5.3	IM4D における下水収集システムの概要	4-12
表 4.5.4	IM4D における 2045 年までの 6 整備区域の整備実施計画	4-13
表 4.5.5	IM4D の下水道整備費用	4-13
表 4.6.1	SCA 汚泥管理フィージビリティ調査における人口予測	4-17
表 4.6.2	汚泥管理フィージビリティ調査におけるサービス接続予測	4-17
表 4.6.3	汚泥管理フィージビリティ調査における計画汚泥量	4-18
表 4.6.4	汚泥管理プログラムの資金計画	4-19

表 5.1.1 IM4D を基にした将来的な BOD 発生および削減量.....	5-1
表 5.2.1 エリア A における処理方針の提案.....	5-2
表 5.2.2 エリア B における処理方針の提案.....	5-3
表 5.2.3 エリア C における処理方針の提案.....	5-3
表 5.2.4 エリア D における処理方針の提案.....	5-4
表 5.2.5 エリア E における処理方針の提案.....	5-4
表 5.2.6 エリア F における処理方針の提案.....	5-5
表 5.2.7 下水道整備地域外の汚泥管理エリア.....	5-6
表 5.2.8 下水道整備、汚泥管理プログラム外のバランガイ.....	5-7
表 5.3.1 セプティックタンク、汚泥管理プログラム、下水道整備による水質改善効果の比較.....	5-8
表 5.3.2 推計 BOD 負荷と下水処理率の比較.....	5-9
表 5.3.3 下水収集システムの概略比較.....	5-10
表 5.3.4 下水道システムの予備的積算における項目と想定.....	5-14
表 5.3.5 分流式下水道と遮集式下水道における費用対効果 (B/C) の概略比較.....	5-15
表 5.3.6 下水収集システムの比較結果概要.....	5-16
表 5.4.1 汚泥管理プログラムにおける変更スケジュール (想定).....	5-19
表 5.4.2 エリア A における包括的な汚水汚泥管理の図.....	5-20
表 5.4.3 エリア B における包括的汚水汚泥管理.....	5-21
表 5.5.1 環境社会状況調査項目.....	5-21
表 6.1.1 エリア A における計画汚水量と処理容量.....	6-1
表 6.1.2 エリア A における下水処理場計画水質.....	6-2
表 6.2.1 エリア A における下水処理場の候補地.....	6-2
表 6.2.2 サッカー場およびダバオ川周辺の特徴.....	6-4
表 6.2.3 ダバオ川におけるボルトン橋周辺の土質状況.....	6-5
表 6.2.4 エリア A 処理場の 3 候補地比較.....	6-9
表 6.3.1 水処理方式の比較検討 (一次選定).....	6-12
表 6.3.2 水処理方式の比較検討 (二次選定).....	6-14
表 6.3.3 汚泥処理方式の比較検討.....	6-17
表 6.3.4 下水処理場施設配置比較検討.....	6-22
表 6.3.5 MBR の運転に関する留意点.....	6-27
表 6.3.6 バックアップ体制.....	6-28
表 6.3.7 各位の役職とその責務.....	6-30
表 6.4.1 エリア A における分流式および暫定遮集システムの区分.....	6-34
表 6.5.1 エリア A における下水道幹線延長 (要約).....	6-37
表 6.5.2 エリア A における下水道枝線延長 (要約).....	6-39
表 6.5.3 下水管接続工事における課題と想定される対応策.....	6-40
表 6.6.1 エリア A における下水道整備初期費用の予備的積算.....	6-43
表 6.6.2 エリア A における下水道維持管理費の予備的積算.....	6-43
表 6.6.3 エリア A における下水道施設更新費用の予備的積算.....	6-44
表 6.7.1 財務スキームオプション.....	6-46
表 6.7.2 ツーステップ・ローン(LBP から DCWD)財務コスト参考値.....	6-49
表 6.7.3 ツーステップ・ローン(LBP から LGU)財務コスト参考値.....	6-50

表 6.7.4 優先整備事業費	6-52
表 6.7.5 収入水量予測	6-53
表 6.7.6 各ケースにおける事業費負担割当	6-54
表 6.7.7 LGU の事業キャッシュフロー_ベースケース	6-55
表 6.7.8 ケース比較まとめ	6-56
表 6.7.9 各ケースにおける LGU、DCWD の財務負担	6-56
表 6.7.10 LGU にかかる財務負担内訳 (ケース 1)	6-57
表 6.7.11 収入水量推計 (A-F 地区)	6-58
表 6.9.1 事業コンポーネント (案)	6-61
表 6.9.2 WWTP 用地現況	6-61
表 6.9.3 ダバオ市における提案事業に対する予備的スコーピング (案)	6-62
表 6.9.4 環境社会配慮調査の仕様書 (TOR) 素案	6-64
表 7.1.1 ポブラシオンとアグダオにおける建物種別毎の DCWD 接続数	7-1
表 7.1.2 段階的整備のために比較検討した対象地区オプション	7-3
表 7.1.3 対象地区オプションの比較 (1/2)	7-4
表 7.1.4 対象地区オプションの比較 (2/2)	7-4
表 7.2.1 下水管路施設の段階的整備計画	7-5
表 7.2.2 フェーズ 1 事業における下水道幹線延長の概要	7-6
表 7.2.3 フェーズ 1 事業における下水道枝線延長の概要	7-6
表 7.2.4 フェーズ 1 事業における各戸接続数の概要	7-6
表 7.3.1 水処理施設におけるタンクと主要機器の段階的配置計画	7-12
表 7.3.2 汚泥処理施設における主要機器の段階的配置計画	7-12
表 7.5.1 フェーズ 1 下水道整備における初期費用の予備的積算	7-17
表 7.5.2 フェーズ 1 下水道施設における維持管理費の予備的積算	7-18
表 7.5.3 フェーズ 1 下水道設備の更新費の予備的積算	7-18
表 7.6.1 フェーズ 1 にかかる概算費用	7-21
表 7.6.2 フェーズ 1 事業における有収水量推計	7-21
表 7.6.3 各ケースにおける初期費用負担割合	7-22
表 7.6.4 事業キャッシュフロー (ベースケース)	7-23
表 7.6.5 ケース比較表 (フェーズ 1 事業)	7-24
表 7.6.6 各ケースにおける LGU および DCWD の財務負担	7-24
表 7.6.7 LGU 財務負担および内訳 (フェーズ 1 事業) ケース 1	7-25
表 8.2.1 ダバオ湾の海水位	8-5
表 8.2.2 ポブラシオン地区およびアグダオ地区における既存産業	8-6
表 8.3.1 家の中および周辺の衛生に関する HIS 回答者の評価	8-7
表 8.3.2 下水道への期待	8-7
表 8.3.3 下水道へ否定的な理由	8-7
表 8.3.4 環境改善へ期待する理由	8-8
表 8.4.1 本計画に適用可能な本邦下水道技術	8-8
表 8.4.2 浄化槽における流入および放流水質例 (BNR タイプ)	8-12
表 8.4.3 脱水機の比較表	8-15

図リスト

図 1.2.1 調査対象地図.....	1-2
図 1.2.2 行政区とバラングイ	1-5
図 1.4.1 フィリピンの気候地図	1-7
図 1.4.2 ダバオ市の標高地図	1-8
図 1.4.3 IM4D における下水道整備地域の地形図	1-10
図 2.2.1 DENR 組織図.....	2-7
図 2.2.2 EMB XI 地域局組織図.....	2-9
図 3.1.1 ダバオ市の浸水被害可能性マップ	3-1
図 3.3.1 セプティックタンクの種類.....	3-11
図 3.4.1 ポブラシオンとアグダオ地区における排水整備改善プロジェクト	3-18
図 3.4.2 タロモ地区の排水整備改善プロジェクト	3-19
図 3.4.3 ブハンギン地区の排水整備改善プロジェクト	3-19
図 3.4.4 ポブラシオンおよびアグダオにおける既存の排水管の詰まり状況.....	3-22
図 3.4.5 A 地域の排水施設一覧表 (ポブラシオンおよびアグダオ地区).....	3-23
図 3.6.1 水セクター関連組織 (フィリピン国、ダバオ市).....	3-27
図 3.7.1 DCWD 組織体制	3-29
図 3.7.2 DCWD 上水供給システム.....	3-31
図 3.7.3 ブースターポンプの配水システム.....	3-31
図 3.7.4 ダバオ市表流水供給プロジェクト	3-34
図 3.7.5 DCWD における水生産量、収入水量、無収水率.....	3-35
図 3.8.1 ダバオ市政府の一般的な組織図	3-41
図 3.9.1 ダバオ市における既存の下水排水課題を示す写真 (特に優先地域 A)	3-49
図 4.4.1 2045 年の人口密度および IM4D におけるオンサイト・オフサイト処理地域	4-5
図 4.5.1 合流式下水道の概要	4-7
図 4.5.2 遮集式下水道の概要	4-9
図 4.5.3 分流式下水道の概要	4-10
図 4.5.4 IM4D における汚水収集システム.....	4-12
図 4.6.1 SCA-1 における 5 地域の例.....	4-15
図 4.6.2 汚泥管理プログラムの対象バラングイ	4-16
図 4.6.3 機械化された汚泥処理プラント	4-19
図 4.6.4 2013 年の汚泥管理フィービリティ調査の汚泥処理プラントの候補地および現 在の候補地の 3 つのバラングイ	4-21
図 5.1.1 IM4D における将来的な BOD 発生および排出量.....	5-2
図 5.3.1 貯留管を用いた合流式下水道改善イメージ	5-13
図 5.3.2 その他の合流式下水道改善イメージ.....	5-13
図 5.3.3 総合的な合流式下水道改善イメージ.....	5-14
図 5.3.4 遮集式下水道と分流式下水道の累積的整備コスト.....	5-15

図 5.3.7 エリア A における総合的下水収集イメージ	5-18
図 6.2.1 エリア A 下水処理場の候補地	6-3
図 6.2.2 サンタアナ港計画	6-4
図 6.2.3 6月初旬時点の DCCR 計画	6-6
図 6.2.4 市と DPWH 間の合意を基にした DCCR およびサンタアナ港の最新計画	6-7
図 6.3.1 水処理施設の設置可能範囲	6-13
図 6.3.4 概略施設配置図	6-15
図 6.3.5 下水処理場処理フロー1	6-19
図 6.3.6 下水処理場処理フロー2	6-20
図 6.3.7 下水処理場処理フロー3	6-21
図 6.3.8 下水処理場概略配置図	6-23
図 6.3.9 吐口提案位置	6-24
図 6.3.10 下水処理場上部のレクリエーションスペースの例 (イメージ)	6-25
図 6.3.11 管理棟内の住民開放施設例	6-26
図 6.3.12 MBR のフロー図	6-27
図 6.3.13 推奨する運転・維持管理体制	6-28
図 6.4.1 汚水収集方式の全体方針イメージ	6-32
図 6.4.2 エリア A における分流式および遮集式下水道の地域区分	6-35
図 6.5.1 エリア A における下水道幹線	6-38
図 6.5.2 戸別接続イメージ	6-40
図 6.6.1 エリア A の予備的实施スケジュール	6-45
図 6.7.1 DPWH が実施機関として ODA ローンを活用する場合のスキーム図	6-47
図 6.7.2 DCWD が実施機関としてツーステップ・ローンを活用する場合のスキーム図	6-48
図 6.7.3 LGU が実施機関としてツーステップ・ローンを活用する場合のスキーム図	6-50
図 6.7.4 LGU が実施機関として MDFP を活用する場合のスキーム図	6-51
図 6.7.5 各ケースにおける LGU の事業ネット・キャッシュフロー (エリア A)	6-57
図 6.7.6 各ケースにおける DCWD の事業ネット・キャッシュフロー (エリア A)	6-58
図 6.8.1 建設中のプロジェクト実施体制 (案)	6-60
図 6.8.2 維持管理のプロジェクト実施体制 (案)	6-60
図 6.9.1 配管と計装図	6-68
図 6.9.2 下水処理汚泥利用におけるセメント工場の製造工程参考図	6-69
図 6.9.3 Holcim Davao 工場セメント製造工程図	6-70
図 6.9.4 カルメン廃棄物埋立処分場及び処分場内堆肥化施設	6-71
図 6.9.5 バランガイ Vicente Hizon SR の MRF における堆肥化活動	6-72
図 6.9.6 ダバオ市固形廃棄物発生源上位 5 位 (2012 年)	6-74
図 6.9.7 ダバオ市ホームページ上のコンタクト・ページとフェイスブック・ページ	6-78
図 7.1.1 エリア A の商業地区中心地	7-1
図 7.1.2 ポブラシオン地区北部の地形状況	7-2
図 7.1.3 オプション 0 からオプション 3 の境界線および対象地区	7-3
図 7.2.1 フェーズ 1 地区における下水道幹線図	7-7
図 7.2.2 ブカナ排水管およびマビニ排水管からの遮集位置	7-8

図 7.2.3 バランガイ・ブカナ（東）における排水管構造および地域状況.....	7-9
図 7.2.4 マビニ排水管からの遮集コンセプト.....	7-10
図 7.2.5 マビニ排水管（開水路部分）の一般構造図.....	7-10
図 7.2.6 フラップゲート例.....	7-11
図 7.3.1 下水処理場の段階的整備.....	7-14
図 7.3.2 推奨するフェーズ 1 下水処理場運転・維持管理体制.....	7-15
図 7.5.1 フェーズ 1 事業の予備的実施スケジュール.....	7-20
図 7.6.1 LGU を実施機関とした場合のスキーム図 (フェーズ 1 事業).....	7-21
図 7.6.2 各ケースにおける LGU 財務負担.....	7-25
図 7.6.3 各ケースにおける DCWD 財務負担.....	7-26
図 8.2.1 ポブラシオン地区の洪水ハザードマップ.....	8-2
図 8.2.2 アグダオ地区の洪水ハザードマップ.....	8-3
図 8.2.3 ポブラシオン地区の北に位置するマグサイサイ公園周辺の 5 年確率の洪水.....	8-4
図 8.2.4 2018 年のポブラシオン地区における洪水箇所.....	8-4
図 8.4.1 推進工法の概念図.....	8-9
図 8.4.2 長距離推進工法の概念図.....	8-10
図 8.4.3 CAS と MBR の水処理フロー比較概念図.....	8-11
図 8.4.4 中空糸膜ユニットの概念図.....	8-11
図 8.4.5 平膜ユニットの概念図.....	8-12
図 8.4.6 浄化槽概略図 (窒素・リン除去タイプ).....	8-13
図 8.4.7 省エネ型送風機.....	8-13
図 8.4.8 省エネ型散気装置 (超微細気泡).....	8-14
図 8.4.9 省エネ型脱水機 (多層渦巻きらせん状タイプ脱水機).....	8-15
図 8.4.10 インクラインドディスク型乾燥機の処理フロー.....	8-16
図 8.4.11 SCADA および DCS のイメージ.....	8-17

略語集

略語	原語	和訳
A2O	Anaerobic-Anoxic-Oxic	嫌気・無酸素・好気法
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AIP	Annual Investment Plan	年間投資計画
AP	Availability Payment	アベイラビリティ・ペイメント方式
ATP	Affordability to Pay	支払い可能額
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物学的酸素要求量
BOT	Build-Operation-Transfer	-
CAPEX	Capital Expenditure	設備投資
CAS	Conventional Activated Sludge	標準活性汚泥法
CENRO	(Davao) City Environment and Natural Resources Office	(ダバオ市) 環境・天然資源局
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CPDO	(Davao) City Planning and Development Office	(ダバオ市) 計画・開発局
DAO	DENR Administrative Order	DENR 行政命令
DBP	Development Bank of Philippines	フィリピン開発銀行
DBM	Department of Budget and Management	予算管理省
DCCR	Davao City Coastal Road	ダバオ市海岸道路
DCWD	Davao City Water District	ダバオ市水道区
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
DF/R	Draft Final Report	最終報告書 (案)
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
DOF	Department of Finance	財務省
DOH	Department of Health	保健省
DPWH	Department of Public Works and Highway	公共事業道路省
ECC	Environmental Compliance Certificate	環境遵守許可
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMB	Environmental Management Bureau	環境管理局
EMoP	Environmental Monitoring Plan	環境モニタリング計画
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
ESMP	Environment and Social Management Plan	環境社会管理計画
ESSF	Environmental and Social Safeguards Framework	環境社会セーフガード枠組み
F/R	Final Report	最終報告書
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
HIS	Household Interview Survey	世帯ヒアリング調査
HUCs	Highly Urbanized Cities	高度都市化市
IC/R	Inception Report	インセプション・レポート
IFAS	Integrated Fixed Film Activated Sludge	結合生物膜活性汚泥法
IM4D	Infrastructure Modernization for Davao (Davao City Infrastructure Development Plan and Capacity Building Project)	ダバオ市インフラ開発計画策定・管理能力向上プロジェクト

略語	原語	和訳
IRA	Internal Revenue Allotment	地方交付金
IT/R	Interim Report	インテリムレポート
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独) 国際協力機構
LBP	Land Bank of Philippines	フィリピン土地銀行
LGU	Local Government Unit	地方自治体
LIG	Low Income Group	低所得層
LWUA	Local Water Utilities Administration	地方水道公社
MBR	Membrane Bio Reactor	膜分離活性汚泥法
MBBR	Moving Bed Biofilm Reactor	担体流動システム
MDF	Municipal Development Fund	地方開発基金
MOA	Memorandum of Agreement	合意覚書
MP	Master Plan	全体計画
MPN	Most Probable Number	最確数
MSL	Mean Sea Level	平均海水面
MWSS	Metropolitan Waterworks and Sewerage System	マニラ首都圏上下水道供給公社
NEDA	National Economic and Development Authority	フィリピン国経済開発機構
NSSMP	National Sewerage and Septage Management Program	国家下水道・腐敗槽汚泥管理計画
O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical, and Astronomical Services Administration	フィリピン気象天文庁
PDP	Philippine Development Plan	フィリピン開発計画
PEISS	Philippine Environmental Impact Statement System	環境影響報告書システム
PHP	Philippine Peso	フィリピン・ペソ
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
P/S	Pumping Station	ポンプ場
PSIF	Private Sector Investment Finance	海外投融資
PTF	Pre-treated Trickling Filtration	前ろ過散水ろ床法
RA	Republic Act	共和国法令
SBR	Sequencing Batch Reactor	回分式活性汚泥法
SCA	Septage Collection Area	汚泥収集エリア
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	制御監視情報収集装置
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
SpTP	Septage Treatment Plant	汚泥（セプテージ）処理場
SS	Suspended Solids	浮遊物質
STF	Sludge Treatment Facility	汚泥処理施設
STP	Sewage Treatment Plant	下水処理場
T-N	Total Nitrogen	全窒素
T-P	Total Phosphorus	全リン
TSL	Two Step Loan	ツー・ステップ・ローン
TSS	Total Suspended Solids	全浮遊物質
USAID	US Agency for International Development	米国国際開発庁
WD	Water District	水道区
WQG	Water Quality Guideline	水質ガイドライン

略語	原語	和訳
WSS	Water Supply System	上水供給システム
WTE	Waste to Energy	廃棄物発電
WTF	Water Treatment Facility	水処理施設
WTP	Willingness to Pay	支払い意思額
WWTP	Wastewater Treatment Plant	下水処理場

第1章 序章および基礎情報の収集

本章では、調査報告書の概要およびダバオ市の基礎情報について記載する。

1.1 序章

1.1.1 調査の目的

下水道および汚泥処理技術が整備されていない主要都市であるダバオ市において、包括的下水道および汚泥処理計画また優先整備プロジェクト（優先地域における下水道整備プロジェクト）の実現可能性をするために基礎情報を収集する。

また優先整備地域の下水道施設の土地が限定されていること、市内中心部の下水道ネットワークの開発条件に鑑み、高度な日本の技術、開発政策、選択肢を導入する可能性を考慮する。

上記の情報と考察に基づき、国際協力機構（JICA）による円借款を含めた有望となる資金調達スキームが調査、構築された。

1.1.2 調査対象地域

調査対象地域はミンダナオ島にあるダバオ市である。土地全体には、住居、工業、学校、および農業用途の地域と、未分類の公有林が含まれる。ダバオ市インフラ開発計画および能力開発プロジェクト（以下「IM4D」と呼ぶ）（図 1.2.1 を参照）で提案された下水道整備地域の A～F 地域の調査を行う。包括的下水道および汚泥処理計画のため、USAID による汚泥管理プロジェクトのフィービリティ調査が提案された汚泥管理地域が調査された。

A 地域は、IM4D で提案された優先整備エリアである。本調査において、優先整備プロジェクトの計画のため、本地域を慎重に調査する。

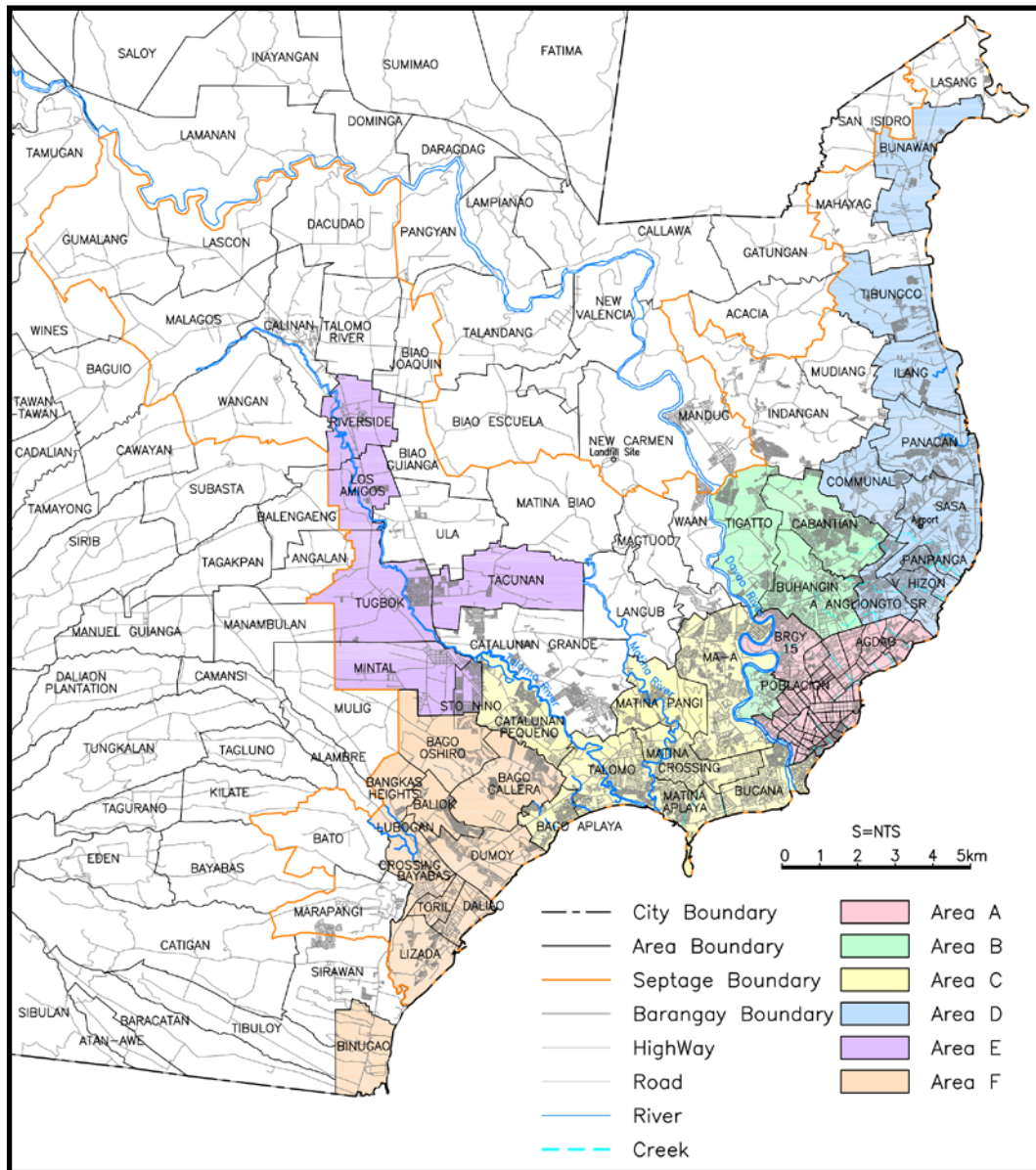
社会的および環境的条件と同様に、自然および物理的条件の詳細については、第 2 章で詳述する。

1.2 ダバオ市の社会経済状況

1.2.1 社会経済状況

(1) 人種

ダバオ市とそれに対応するダバオ地域の住民は、口語では *Davaoeños* として知られている。ほぼすべての地元の *Davaoeño* はビサヤ族であり（大半はセブアノ族で、残りはヒリガイノン族である）、その他の民族性の異なる他の集団はルマド族と総称され、残りの人口を構成している。インドネシア人、マレーシア人、中国人、韓国人、日本人、インド人などの非フィリピン人のアジア人が、ダバオ市に小規模なコミュニティを形成している。アメリカ人やヨーロッパ人などのアジア人以外の外国人もダバオ市に存在する。



出典：調査団

図 1.2.1 調査対象地図

(2) 言語

セブアノ語は、都市とその衛星都市および町で最も広く使用されている言語である。英語は学校教育で使用されており、さまざまな専門分野において使用する住民に広く理解されている。セブアノ語の他に、ジャンガン語、カラガン語、タガバワ語、マティグサルグ語、アタマノボ語、オーボ語など、都市固有の言語に加えて、チャバカノ語、ヒリガイノン語も広く使用されている。

(3) 宗教

ダバオ市の住民の大半はローマカトリック信者であり、人口の80%を占めている。イグレスシア・ニ・クリストやイエス奇跡十字軍などの他のキリスト教グループが、18%を占めている。残りの2パーセントは、主にイスラム教であり、非キリスト教信仰に属している。他の信仰として挙げられるのは、シーク教、ヒンズー教、仏教、アニミズム、ユダヤ教、および非宗教である。

(4) 経済

ダバオ市は、歳入においてミンダナオで最も豊かな都市であるため、「アジアの未来都市」と「ミンダナオの至宝」と呼ばれている。そのため、ブルネイ、インドネシア、マレーシア、フィリピン東アセアン成長地域（BIMP-EAGA）経済圏、または東南アジアの準地域経済協力イニシアチブで最大の都市として認識されている。

他地域と同様に、ダバオ市は市場志向型経済システムが運用されているが、消費者保護のために、いくつかの部門で基本的な製品の価格設定が規制されている。ダバオ市は、15年間（2006～2020年）の年間平均成長率が2.53%であり、世界の全都市で87位にランクされている。

(5) 産業

1) GRDP

2000年のダバオ市の地域総生産（GRDP）は、2014年の2,814億フィリピンペソから2016年の3,330億フィリピンペソまで、年平均9%近くの割合で着実に増加した。（付録1.1の表A1.1.1を参照）本地域の成長は主に、それぞれ36.7%と51.1%の粗付加価値（GVA）の割合を占める第二次産業およびサービス（第三次）産業によるものである。この期間、産業部門は平均で14.4%成長し、サービス部門は7.5%拡大した。ただし、2016年の主要産業（農業、漁業、林業）のマイナス1.3%の減収は、米、トウモロコシ、家畜、特に豚と牛、漁業の生産の減少によるものである。しかし、ダバオ地域全体の経済は安定したペースで成長していると言われている。

2) 登録資本金

2013年から2015年までの3年間で、市の事業局に毎年登録されている事業資本は、平均で年間1.4%増加した。2016年現在、総資本は1,760億フィリピンペソに達している。行政区レベルでは、ポブラシオン地区に商業活動が集中しており、トリル地区では産業活動の集中がより顕著である。2016年の広範な経済部門によって分類された資本化の詳細は付録1.1の表A1.1.2に示す。

3) 産業の特徴

a) 第一次産業（農業、漁業、林業）

ダバオ市の第一次産業の主な製品は、パイナップル、野菜、ドリアン、カカオ、コーヒー、バナナ、マンゴー、ザボン、魚、水産養殖等である。

b) 第二次産業（製造業、建設業等）

ダバオの第二次産業の主な製品は、食品加工（チョコレート、果物、野菜、ココナッツ、魚）、飲料、建設資材（セメント、鉄鋼圧延）等である。

c) 第三次産業（サービス業、貿易業等）

ダバオ市の第三次産業の主な商業活動の種類は、貿易と修理、不動産、レンタル業である。

1.2.2 行政区分・人口動態

表 1.2.1 と図 1.2.2 に示すように、ダバオ市は 11 の行政区と 3 つの議会区域にグループ化された 182 のバラングアイで構成されている。ダバオ市の総人口は 2015 年に 1,632,991 人であり、2010 年から 2015 年までの人口の年間平均成長率は 2.3%であった。バラングアイの詳細な行政区分、人口、および土地のデータは、付録 1.2 に示されている。

ダバオ市の面積と人口密度を表 1.2.2 に示す。ダバオは、244,000 ha（または 2,440 km²）の広大な面積を持ち、世界最大の都市である。面積の約 50%がプランテーションと熱帯雨林で占められている。ダバオ市の人口予測を付録 1.3 に示す。各地区の土地利用は、付録 1.4 に示す。

表 1.2.1 行政区分および人口（2000 年、2010 年、2015 年）

Congressional District	Administrative District	No. of Barangays	No. of HHs, 2015	Total Population by Census Year			Annual Ave. Growth(%)	
				2000	2010	2015	2000-2010	2010-2015
1	Poblacion	40	43,712	133,639	156,450	174,121	1.6	2.2
	Talomo	14	105,090	284,100	382,652	418,615	3.0	1.8
2	Agdao	11	25,673	91,397	99,406	102,267	0.8	0.6
	Buhangin	3	73,585	193,519	256,959	293,118	2.9	2.7
	Bunawan	9	38,185	97,641	103,615	152,102	0.6	8.0
3	Paquibato	13	11,237	35,270	39,698	44,763	1.2	2.4
	Baguio	8	8,503	24,379	30,384	33,873	2.2	2.2
	Calinan	19	23,115	67,077	81,844	92,075	2.0	2.4
	Marilog	12	13,105	42,736	45,125	52,201	0.5	3.0
	Toril	25	37,285	108,054	133,452	148,522	2.1	2.2
	Tugbok	18	30,460	69,304	91,622	121,334	2.8	5.8
Davao City		182	409,951	1,147,116	1,421,207	1,632,991	2.4	2.3

出典：IM4D based on Primary data from PSA and calculations for 2015 households used average household size of 4 persons.

表 1.2.2 地区ごとのダバオ市の面積と人口密度（2000 年、2010 年、2015 年）

Congressional District	Administrative District	Area (ha)	Population Densities (person/ha)		
			2000	2010	2015
1	ポブラシオ	1,138	117	168	172
	Talomo	8,916	32	43	47
2	アグダオ	593	154	168	172
	Buhangin	9,508	20	26	30
	Bunawan	6,694	15	15	23
3	Paquibato	66,242	0.5	0.6	0.7
	Baguio	19,023	1	2	2
	Calinan	23,236	3	4	4
	Marilog	63,800	0.7	0.7	0.9
	Toril	29,459	4	5	5
	Tugbok	15,391	5	6	8
Davao City		244,000	5	6	7
City of Manila ¹		43	369	385	415
Quezon City ¹		165	131	167	178

¹ Comparison with two highly urbanized cities in northern Philippines (in Luzon) is given here.

出典：IM4D based on PSA and CPDO of Davao City



出典: 調査団

図 1.2.2 行政区とバラングイ

1.3 ダバオ市の既存計画

1.3.1 上位計画

(1) ダバオ地域空間開発枠組み 2015-2045 および更新済み地域物理枠組み計画 XI

NEDA XI によって策定された地域レベルの空間計画として、2015～2045 年のダバオ地域空間開発枠組み (DRSDF) は、集中、接続性、脆弱性削減の国家空間戦略 (NSS) の原則に沿ったものとなっている。計画において、ダバオ地域は、南フィリピンの物流拠点として、レジリエンス、豊かな歴史、人間の成長と発展の場所として見なされている。さらに、この枠組みにおいてダバオ地域開発計画に基づくイニシアチブを追求できる空間を定義している。

1.3.2 開発計画

(1) 2045 年までのダバオ市インフラ開発計画および能力開発プロジェクト

本開発計画は、すべてのインフラ開発業務の基本計画となる。JICA が策定した 2045 年までの「ダバオのインフラ近代化 (IM4D)」と呼ばれる下水道整備を含んでいる。基本計画は 2018 年 6 月に発表された。このプランは、1) 土地開発、2) 輸送、3) 給水、4) 下水道、5) 固形物廃棄物のインフラ開発および改善業務で構成されている。

下水道整備基本計画の詳細については第 4 章で説明し、アグダオおよびポブラシオン地区の優先整備プロジェクトについては第 6 章で詳述する。

(2) 2030 年までの汚泥管理プログラム

「ダバオ市水道区およびフィリピン上下水道整備基金フォローアッププログラム：ダバオ市汚泥管理プロジェクト：フィージビリティ調査」は 2013 年 6 月に策定され、USAID により資金提供された。報告書では、2030 年までの汚泥管理プログラムは、主に DCWD のサービスエリアでセプティックタンクから腐敗槽汚泥を収集して処理するという趣旨である。その内容は 4.6 項で説明する。

1.4 ダバオ市の地理的特性

1.4.1 気象

フィリピンは熱帯の海洋性気候である。比較的高い温度、高い湿度、および豊富な降雨量の特徴がある。図 1.4.1 に示すように、フィリピン大気地球物理天文局 (PAGASA) のモデファイド・コロナ気候分類に基づいて、調査地域の気候はタイプ 4 に分類される。これは、降雨が年間を通じてほぼ均等に分布していることを意味する。このタイプはタイプ 2 に似ており、「乾期はなく、12 月から 2 月までの最大の雨期が非常に顕著である。乾期の月はない。3 月から 5 月までの期間に月間最低降水量が発生する。」



注: 1. Type I: dry from November to April
 2. Type III: dry for one to three months
 出典: PAGASA

図 1.4.1 フィリピンの気候地図

ダバオ市は熱帯雨林気候であり、気温の季節変動はほとんどない。表 1.4.1 に示すように、月間平均気温は常に 27°C を超え、月間平均降雨量は 100 ミリを上回った。

表 1.4.1 ダバオ市の気候 (1981~2010 年)

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Record high °C	35.0	36.7	36.7	37.0	37.3	35.2	35.6	36.0	35.1	35.6	36.2	35.0	37.3
Average high °C	30.8	31.2	32.2	33.0	32.6	31.8	31.5	31.7	31.9	32.3	32.1	31.4	31.9
Daily mean °C	27.1	27.3	27.9	28.6	28.6	28.0	27.7	27.9	27.9	28.1	28.0	27.5	27.9
Average low °C	23.3	23.3	23.6	24.2	24.6	24.2	23.9	24.0	23.9	23.9	23.9	23.7	23.9
Record low °C	17.0	16.1	17.4	19.1	20.2	20.3	20.0	18.5	20.0	19.2	19.1	16.2	16.1
Average rainfall mm	140.3	109.4	108.4	124.7	158.7	186.7	165.0	170.0	170.4	174.8	138.1	112.6	1,759.1
Average rainy days (≥ 0.1 mm)	14	12	11	11	16	18	16	15	15	16	16	14	174
Average relative humidity (%)	82	81	78	77	80	82	83	82	82	81	82	81	81

出典: PAGASA

1.4.2 地形

(1) 地理的条件

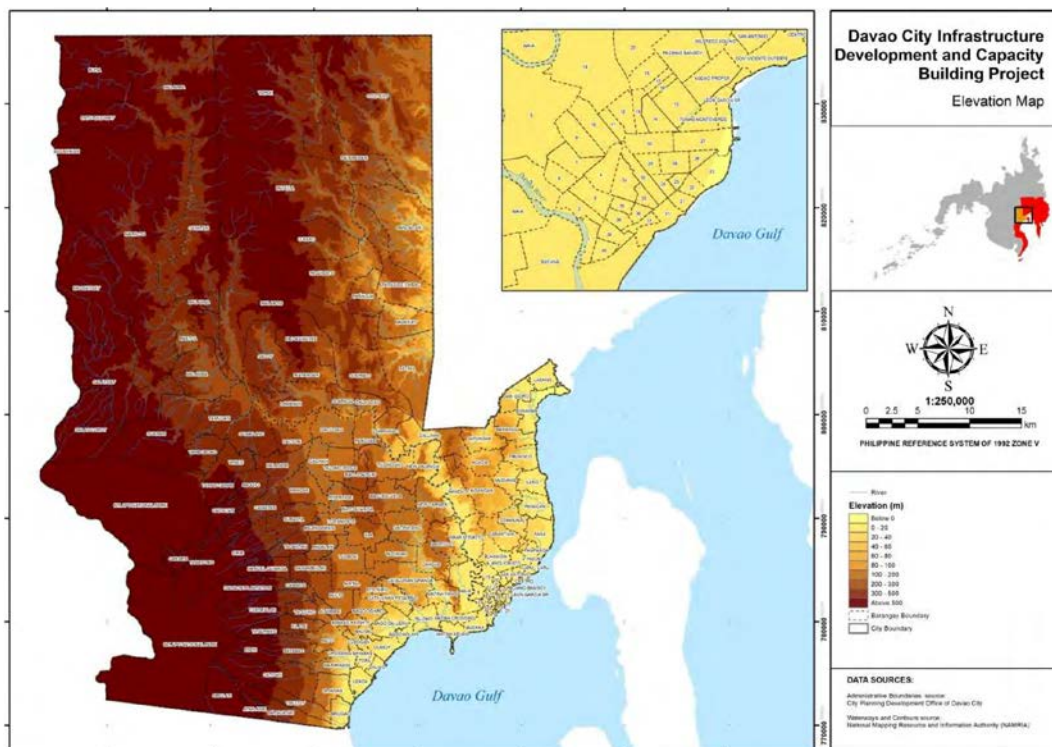
ダバオ市はマニラの南東に、約 946 km (588 マイル)、海上 971 km (524 NM) に位置する。ダバオ市はミンダナオ島南東部、ダバオ湾の北西海岸、サマル島の反対側に位置している。

ダバオ市の地理的特徴は、2つの非活動火山であるシブラン山 タロモ山、および半活性火山のアポ山を持つ丘陵地帯である。アポ山は国の最高峰でもあり、ダバオ市、北コタバト、ダバオデルスルの一部にまたがっている。

(2) ダバオ市全体の一般的な地形条件

本調査地域の地形データは、その土地が山と低地で構成されていることを示しており、北部を山脈が占め、アポ山に近い南西まで延びている。一方、都市の南東部は、都市化が拡大し続ける平坦な地域である。平らな地域は、サマル島とダバオ湾に面した海岸線に沿って分布している。

ダバオ市を構成する地形は、標高は0 m未満から1,385 mにまで及ぶ。図 1.4.2 に示すように、標高の高い地域は主に行政3区に、一部は行政2区にあたる。低標高地域は1区と2区の海岸線のバラングイに沿って分布している。



出典: IM4D based on NAMRIA data

図 1.4.2 ダバオ市の標高地図

(3) IM4D における下水道整備地域の地形条件

NAMRIA の地形図は、IM4D で提案されている下水道整備地域の大部分を網羅しており、図 1.4.3 に示されている。A 地区に属し、優先度が最も高い地域であるアグダオ地区とポブラシオン地区の地形条件は、土地が平坦で、標高が10 m未満であることを示している。エリアBに属するバラングイ・ブハンギンの南部も平坦で、標高は約10 mあり、北部は標高約100 mのティガット地区に向かって丘陵地がある。

C 地区に属するバラングイ・ブカナとマティナアプラヤは海のそばに位置する。この地域は平坦で、北側に向かって、標高は急速に上昇し、標高100 mに達する。C地区の北にあるバラングイ・マティーナパンギは、丘陵地帯にある。バラングイ・パンガンガ、ササ、パナカン、D地区に属する。D地区の南部の一部であるバラングイ・パンパンガは、標高10 m未満でほぼ平坦である。ただし、北に向かって低地は徐々に減少し、標高10 m未満の低地は

海辺地域に限定される。海辺の F 地区から内陸の E 地区まで、標高は急速に上昇し、E 地区のほとんどは標高が 100 m を超える。

1.4.3 地質

(1) ダバオ市の地質

ダバオ州の山岳斜面の大部分は、堆積岩と火山堆積物に覆われている。ダバオ川流域および他の山の川系の地形、アポ山および ティポロ山とその周辺は、主に火山活動、侵食プロセス、堆積作用、およびわずかな隆起によるものである。タロモ川はかつて東に向かって流れていたが、最近の火山活動と侵食により、南（ダバオ湾）に向かって流れるようになった。タロモ川本流の現在のコースの南および南東の古い河川は過去に火山活動の発生があったことを示している。ダバオ市には、クロム、銅、金、銀、鉛などの金属鉱物だけでなく、石灰岩、白粘土、モリブデン、リン酸塩、硫黄などの非金属鉱物も豊富に存在する。

(2) 地震

2013年12月4日に、ダバオ市における最大の地震が発生した。火山地震研究所 (PHIVOLCS) のウェブサイトによると、マグニチュード 5.7 の地震が、都市だけでなく、ダバオ地域を含む他の都市や市町村にも打撃を与えたとのことである。地震は、震源近くの地域に最小限の損害が発生する中程度（強度 V）と分類された。

the epicenter.



出典: NAMRIA

図 1.4.3 IM4D における下水道整備地域の地形図

1.4.4 水文・水域

(1) フィリピンの水域の分類

表流水は、その最適な使用法に従って、安全な品質と良好な状態を維持するために分類されている。表 1.4.2 は、表流水と沿岸水域および海水域の現在の分類を示している。

表 1.4.2 有効な使用方法における地表水の現行の分類

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

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

(2) 河川

ダバオ市には、付録 A の図 A1.5.1 に示すように、ダバオ川、タロモ川、リパダス川、マティーナ川、ブナワン川、ラサン川の 6 つの主要な河川が存在する。ダバオ市の北部はトゥガナイ川流域の一部であり、南部はシブラン流域の一部である。6 つの主要な河川のうち、A 地区にはダバオ川のみが流れている。

ダバオ川

ダバオ川は、北境界のダバオデルノルテ州とブキドノン州、西境界の北コタバト州、およびダバオ市の領土内の大部分の山岳地帯にある源流または水源から発生する。ダバオ川は南向きに流れ、ダバオ市の中央部を曲がりくねって流れ、最終的に東向きに流れ、市の南端のダバオ湾に注がれる。ダバオ川の集水域は、フィリピン南部のミンダナオ島で 3 番目に大きい河川流域であり、1,623 km² (627 平方マイル) 以上の面積を網羅しており、そのほとんどは高地に位置する。ダバオ川は、1997 年 5 月 20 日付の DENR Memorandum Circular No.97-08 により、上流はクラス A、下流はクラス B として正式に分類された。

ダバオ川 WQMA は、ダバオ市の 182 のバラングイのうち 43 のバラングイを網羅し、3 つの (1、2、および 3) 議会区域を横断している。

第2章 汚水汚泥管理にかかる関連政策等の状況

本章では、環境社会配慮等に関する下水および汚泥管理におけるフィリピンの政策、法規について詳述する。またダバオ市の関連ドナーによる過去の水セクタープロジェクトに関しても記述する。

2.1 汚水汚泥管理関連政策・法規

2.1.1 政策

1) フィリピン開発計画（PDP）2017年～2022年

国家経済開発局（NEDA）は、2017年から2022年までの6年間の開発計画を発表した。この計画は、すべての産業部門およびインフラ部門の政策決定および開発作業の実施に関する主要なガイドラインである。また、2030年の持続可能な開発目標（SDG）など、国の国際的な目標も考慮されている。

水資源に関して、下水道の全国的な普及率の低さ（4.4%）および、国家汚水汚泥管理プログラム（NSSMP）によるプロジェクトが実施されていないことが問題として提示された。表 2.1.1 に基本的な指標として水および衛生セクターの目標を示す。ただし、下水道の対象範囲の目標率は言及されていない。衛生状態を改善するための手段として、下記の項目において NSSMP の強化が挙げられている。1) 汚泥プロジェクトを含める、2) 都市化されていない都市や自治体へ資格を拡大する、3) 水道区（WD）がフィリピン開発計画（PDP）で言及された助成金を直接申請できるようにする。

表 2.1.1 インフラ開発を加速する PDP 目標（水と衛生）

Indicators	Baseline		End of Plan Target	
	Year	Value	Year	Value
Water and Sanitation				
Percentage of households (HHs) with access to safe water supply increase	2014	85.50	2022	95.16
Percentage of HHs with access to basic sanitation increase	2014	94.10	2022	97.46

出典: PDP 2017-2022 compiled by JICA Study Team

2) 国家汚水・汚泥管理プログラム（NSSMP）

国家汚水汚泥管理プログラム（NSSMP）は、フィリピンの都市部の水質を改善し、公衆衛生を保護するため、公共事業道路局（DPWH）によって策定され、2010年5月にNEDA理事会によって承認された。プログラム運用マニュアルが2013年3月に発行され、プログラムは2017年に修正された。

NSSMPは、水質と水資源に対する家庭下水の悪影響を最小限に抑えるため、ダバオ市を含む高

度都市化市 (HUC) に下水道および汚水処理サービスを提供することを求めている。マニラ首都圏以外の地域の NSSMP 目標の 1 つは「ターゲット 1」である。NSSMP の当初の計画では、すべての自治体が汚泥管理システムを導入することが計画されていた。2017 年の改正により、2020 年までに 17 の HUC は下水道を整備し、汚泥サービスの適用が他の HUC にも拡大された。下水道/汚泥サービスのプロジェクトの実施を担当する組織は、地方自治体 (LGU) および水道区 (WD) である。

プロジェクトを補助するために、DPWH は、NSSMP スキームに基づいて、プロジェクト実施者に政府からの 40% の助成金による資金援助を行っている。その後、2017 年の改正で助成金の割合は 50% に引き上げられた。改正前後の NSSMP 助成金の比較を下記に示す。

表 2.1.2 改正前後の NSSMP 助成金の比較

Item	Original Program 2010	Amendment 2017
Subsidy Coverage	40% of total project cost	50% of total project cost
Project Coverage	Sewerage Projects only	Sewerage and Septage Projects
Target Beneficiaries	17 HUCs outside Metro Manila	17 HUCs outside Metro Manila Non-HUCs 1st Class Municipalities

出典: DPWH

助成金の申請にあたっては、自治体が申請者であり、水道区は自治体の申請を補助する必要がある。

調査団は、DPSS にヒアリングを実施し、NSSMP の詳細を確認した。確認内容は下記の通りである。

- 申請規則において、自治体のみが NSSMP 助成金を受け取ることができる。基本的に、自治体が衛生プロジェクトの実施機関でなければならない。DPWH が助成金を水道区に直接支払う法的根拠はない。
- 水道区が実施において部分的な役割を果たすことにより NSSMP 助成金を必要とする場合、衛生プロジェクトのための自治体および水道区間の協力という基本理念のもとで自治体への資金を水道区に移転できる。
- 2019 年現在、ザンボアンガ市のみが下水道の助成金を受け取っている。コタバト市による申請はほぼ承認されている。助成金は、ザンボアンガの場合のように、段階的にプロジェクトに適用できる。NSSMP においては、最初の段階だけでなく、2 番目以降の段階にも適用可能である。
- NSSMP の予算に上限はないが、NSSMP 助成金申請は NEDA による最終承認を受ける必要がある。

ザンボアンガ市の事例に関して、NSSMP から 50%、ザンボアンガ市から 50% として計画していたが、助成金 (NSSMP) の支給遅延のため、ザンボアンガ市は CAPEX 全体を銀行からの融資で賄う予定である。

2.1.2 水関連法規制

(1) 国の法規および規制

1) 「1991年地方自治体法に関する法律」(共和国法 第7160号)

自治体法を規定する法律(RA7160)は1991年10月10日に公開された。この法律は、地方政府、地方自治体、バラングイを含むフィリピンの地方自治体の権限を、中央政府からの様々な役割の分散化する概念において規定したものである。インフラ開発に関しては、下記17節のように基本的なサービスと施設について法により規定されている。

したがって、地方自治体にはその地域における下水道整備の義務がある。

17節：基本的なサービスと施設

(a) 地方自治体は自立するよう努め、権力の行使を継続し、現在自治体に与えられている義務と機能を遂行しなければならない。また、本規範に基づいて委任された国家機関および事務所の機能および責任を果たすものとする。地方自治体ユニットも同様に、他の権限を行使し、必要、適切、またはここに列挙された基本的なサービスと施設の効率的かつ効果的な提供に責任を果たすものとする。

(b) 基本的なサービスと施設には、下記が含まれるが、これらに限定されない。

略

(2) 地方自治体

略

(viii)

自治体の住民のニーズに応えることを目的とした自治体の資金で賄われるインフラ施設である。下記を含むがこれらに限定されない。自治体の道路および橋。自公立小中学校の校舎およびその他の施設。診療所、保健センター、および保健サービスの実施に必要なその他の保健施設。共同灌漑、小規模な貯水プロジェクトおよび他の同様のプロジェクト。魚港 掘り抜き井戸、湧水開発、雨水収集器、給水システム。護岸、堤防、排水および下水道、および洪水制御。信号機と道路標識および同様の施設。

2) 「2004年フィリピン浄水法(CWA)」(共和国法 第9275号)

2004年の浄水法は、産業、商業施設、農業、地域社会、家庭活動などの土地の汚染源から大規模な水域を保護する必要性を規定している。これは、すべての利害関係者が関与するマルチセクターの参加型アプローチを通じて汚染を防止および最小化するための包括的な統合戦略を実行するための政府への指示令である。

7節における「国家汚水および汚水管理プログラム」の記述は下記の通りである。

自治体は、下水およびまたは汚泥処理施設の建設に必要な土地への道路、アクセス路を含む必要な土地を割り当てなければならない。各自治体は、地方の固定資産税およびサービス料金システムの実施を通じて、管轄区域にサービスを提供する下水処理施設または汚水処理施設の運営および維持に必要な費用を補助するための資金を調達することができる。

「2004年フィリピン浄水法（共和国法 第9275号）の実施規則と規制の実施」（DENR、DAO2005-10）の「規則8. 家庭下水管理、8.6 水道事業者の役割」では、次のように述べられている。

水道区、水道事業者、および自治体の水道局がすでに設立・運用されている HUC、非 HUC、自治体の場合、水道事業者は、PD 198 に基づく下水道施設と下水幹線に責任を負うものとする。既存の施設がない地域では、自治体、水道区、または水道事業者は、汚泥管理プログラムまたはその他の衛生設備を採用する場合がある。

誰が下水道に責任を有するかというこの部分の解釈については別途 DENR に確認が必要

3) 「1973年 地方水道事業法」（大統領令 第198号）

本法令は、地方の水システムの運用と管理を支持し、地方の水道区の設立を許可し、地区の政府と行政を提供する国家政策を宣言するものである。地方の水道事業の改善を促進するために国家の行政を認可された。このような権限は、水道事業からの公共サービスを最適化する等の目的にも必要である。

「第7章 地方の権限、28節 下水道」では、下記のように記載されている。

水道区は、下水道、廃棄物、および雨水の収集、処理、および処分のため、地区内外で、施設およびサービスを要求、建設、運営、および提供することができる。水道区は、主に地区内での役務を果たすように設計された施設によってのみ、地区外でそのようなサービスを提供できる。地区の任意のエリアに下水道システムを提供する際、水道区は、人が使用するすべての建物を水道区が規定する合理的な時間内に下水道システムに接続することを要求する場合がある。ただし、接続する建物が立つ下水道は、水道区の下水道システムの既存の本管から35メートル以内にあるものとする。水道区からの通知を受けて、所有者が水道区の下水道システムに接続することを拒否した場合、水道区は、汚水処理場、セプティックタンク、またはその地域での下水処理の維持または使用を公害となるよう宣言することができる。10日間の書面による事前通知により、当該所有者への水道区が提供するすべてのサービスを停止することができる。この制裁の期間、所有者が水道区の下水道との接続を拒否し続ける期間と同じ期間になる可能性がある。

「第8章財務条項、38節サービスおよび下水道」では下記のように記載されている。

水道区は、提供の下水道サービスの料金およびその他の料金を規定し、徴収することができる。水道区は、下水道サービスが利用可能であり、接続の必要がない場合に、下水道および下水サービスの待機または供給可能料金を修正、徴収、および徴収することもできる。このような料金は、水道区の水道料金として徴収される場合がある。全てまたはその一部の支払いを行わない場合、水道区は、請求書にある水道を含むすべてのサービスを中止することができ、いかなる法律も、水道区が料金を徴収することを禁止するものと解釈されない。

4) 1) から 3) の理解

地方自治体法 1991 (RA7160)、2) 2004 年浄水法 (RA9275)、および 3) 1973 年の地方水道事業法 (PD198) およびダバオ市水区を設立するための都市決議 (DCWD) (本報告書の 3.6.1 節を参照) においては、下記の理解とする：(法的理解の詳細については、付録 2.1 を参照)

1. 地方自治体には、既存の地方の水地区の対象地域で下水処理サービスを運営する権限がある。
2. 地方自治体は、下水処理施設およびサービスの建設および運営への投資家となる可能性がある。

(2) 市条例

1) 市政令、規則 IX、セクション 22 No. 0363-10

a.) 建設

PD 198 のセクション 28 および RA のセクション 8 に則り、ダバオ市とダバオ市水道区との間で締結された協定の覚書に従って、汚泥処理場、下水道施設、下水処理施設を建設する必要がある。市政府は、汚泥処理場、下水道施設、下水処理場の場所として使用できるような適切な土地を提供するものとする。

b.) 運営および維持管理

汚泥処理場、下水道施設および下水処理施設は、ダバオ市水道区および、または認定のサービスプロバイダーの汚泥および下水管理部門によって運営、維持、管理される。

2.1.3 水関連指針

(1) LWUA ガイドライン

水道に関しては、地方水道公社 (LWUA) による「水道料金と関連慣行に関するマニュアル(2000)」において、水道料金の設定方法と水道料金の引き上げを実施する手順に関するガイドラインを規定している。下水道に関しては、LWUA の BOT 決議 No.59、2017 年「地方自治体の汚泥および、または衛生料金の承認のための実施ガイドラインの改訂」により下水道料金設定に関するガイドラインが提供されている。上記ガイドラインの料金設定に共通する主要な条項を下記に記載する。

a.) 支払い可能価格の標準

水道料金と下水道料金を組み合わせた規模 1/2 インチの住宅接続の最低料金 (最初の 10 m³ までの水消費) は、低所得層の平均収入の 5% (支払い可能価格) を超えてはならない。

b.) 料金の引き上げ

現在の料金の 60% を超えて料金の引き上げてはならない。

c.) 費用の回収

水道区は完全な費用回収を目指す。

d.) 収益のリングフェンス

水道区は、水収入と下水道・汚泥収入を分離する（リングフェンシング）必要がある。

調査団は、水道区が下水道プロジェクトの費用を賄うために水収入を相互補助できないことを示しているため、この特定の条項を調査した。LWUA へのヒアリングにおいて、調査団は下記の内容を確認した。

- 本条項は、主に水道区の給水機能を保護するために作成されたものであり、LWUA にとって新しい汚泥および下水道セクターには適合していない。
- LWUA は、水道区が水道収入から蓄積した内部留保を使用することは否定的である。
- タルラック市の汚泥の場合、LWUA は水道区に一時的に水道の収益を汚泥の収益に転換するよう助言し、3～5年以内に戻すよう指示した。赤字が常に発生すると予想される場合、この方法は適用できない。
- LWUA は規制の見直しを折に触れて行い、取締役会はその承認を行う。現状に対応するために、条項の見直しが近いうちに行われることはない。
- LWUA は、マニラ首都圏（LWWA ではなく MWSS 管轄下）では、下水道サービスに接続されていない場合でも、下水道サービスの費用を賄うために、すべての水道利用者が環境料金（水道料金の 20%）を支払うことを認識している。LWUA は、環境料金の適用は大きな抵抗に直面するとコメントした。

PD198 にも、下水道に対する水道区の責任は示されているが、実際に水道区が行うことは不可能である。

2.2 汚水汚泥管理にかかる環境社会配慮法制度・許認可等

2.2.1 フィリピンにおける環境管理法制度

(1) 国内法規

フィリピン国の環境管理に係る関連政策／枠組み、EIA 制度、環境保全、公害管理及び環境基準は付属資料 2.2 に整理したとおりである。

(2) 国際条約等

フィリピン国政府による批准及び環境天然資源省（DENR）が参入した環境分野の国際条約や規約は表 2.2.1 の 4 つの部門に分類される。個別の条約等は付属資料 2.3 に示す。

表 2.2.1 環境に係る国際条約及び規約

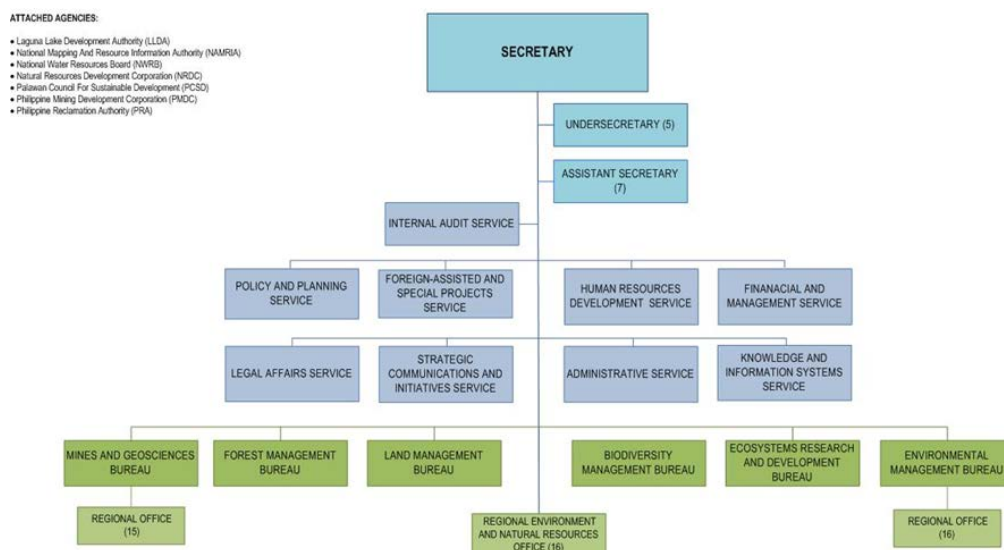
No.	Category	Such as
1.	UN (United Nations) conventions ratified by the Philippine Government	The United Nations Framework Conventions on Climate Change and commitments to international organizations such as the International Tropical Timber Organization (ITTO)
2.	Asia Pacific agreements, declarations and statements on environmental and natural resources	Those in the Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC), Coral Triangle Initiative and other ENR related groups in the Asia-Pacific region
3.	Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) and sub regional cooperational initiatives	The Brunei Darussalam-Indonesia-Malaysia-Philippines East ASEAN Growth Area (BIMP-EAGA).
4.	Bilateral or those between the Philippines and individual countries.	See Appendix 2.1

出典: Office of the Undersecretary for Environment and International Environmental Affairs DENR (<http://intl.denr.gov.ph/>)

2.2.2 組織制度

(1) 環境天然資源省（DENR: Department of Environmental and Natural Resources）

フィリピン国における環境管理の主務官庁は、1987 年の大統領令（Executive Order）No.192 に基づき旧環境エネルギー天然資源省を改組した環境天然資源省（DENR）である。表 2.2.1 に 2016 年 4 月現在の DENR の組織図を示す。



出典: DENR (<https://www.denr.gov.ph/index.php/about-us/organizational-structure>)

図 2.2.1 DENR 組織図

(2) 環境管理局 (EMB: Environmental Management Bureau)

DENR の環境管理局 (EMB) は、フィリピン国における関連環境法規に従い以下に示す多様な責務を遂行する。

- Philippine Environmental Impact Statement System (PEISS) (PD 1586)
- Toxic Substances and Hazardous and Nuclear Waste Control Act of 1990 (RA 6969)
- Clean Air Act of 1999 (RA 8749)
- Ecological Solid Waste Management Act of 2000 (RA 9003)
- Philippine Clean Water Act of 2004 (RA 9275)
- Environmental Awareness and Education Act of 2008 (RA 9512)
- To provide research and laboratory services; and serve as secretariat in the adjudication of pollution cases (under EO 192)
- Designated as the secretariat of the Designated National Authority for CDM of the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (under EO 320)

(3) EMB 地域 XI

EMB は国内に置く各地域事務局を通じ、上記 (2) に示す 6 つの各法規 (PD 1586, RA 6969, RA 8749, RA 9003, RA 9275 及び RA 9275) に基づく責務を実施する。

即ち、EMB は全国 17 地域 (16 の行政区と 1 つの自治区) に設置した各地域事務局を運営している。ダバオ市は地域 XI (ダバオ地域) に属する南部ミンダナオ島に位置する主要都市で、2000 年 1 月に同地区における EMB の事務局として EMB 地域 XI 事務局がダバオ市に設置された。

現在、EMB 地域 XI 事務局は、表 2.2.2 に示す同地域事務局長の展望、使命及び政策に則ったリーダーシップにより運営されている。

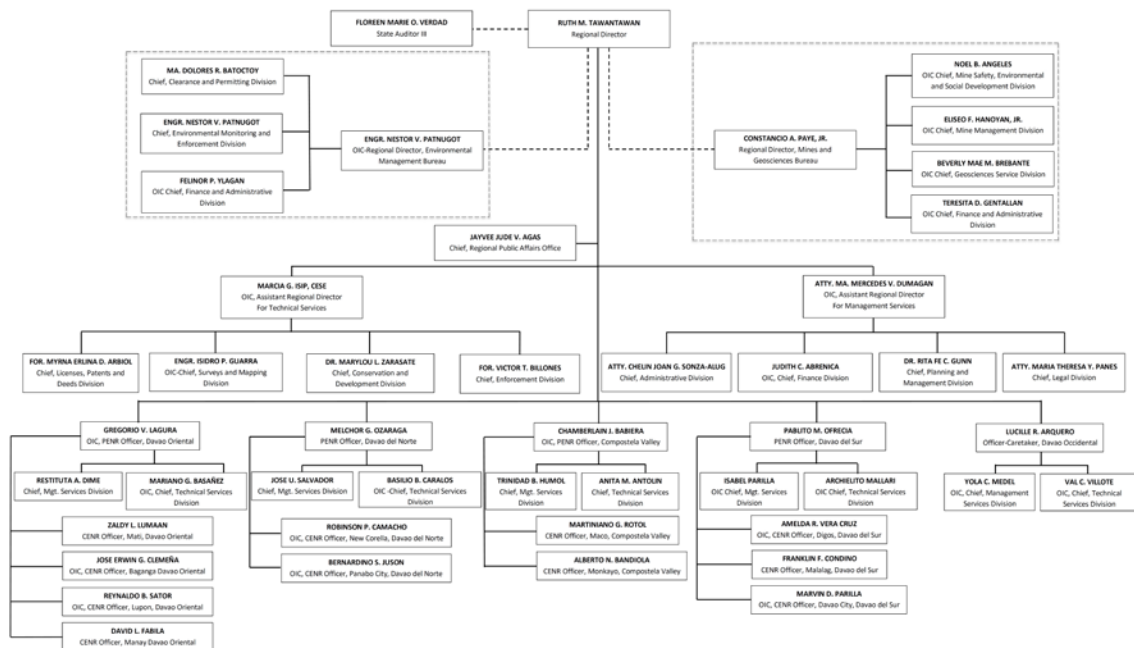
表 2.2.2 EMB 地域 XI 事務局の展望、使命及び政策 (Vision, Mission 及び IMS Policy)

Item	Description
Vision	A model regional office providing quality public service for a sustainable, clean and health environment.
Mission	To protect, restore and enhance environmental quality, and enable public participation for a sustainable development of Region XI.
IMS Policy	EMB XI commits to provide prompt, economical and quality public service trough; <ul style="list-style-type: none"> - Systematic improvement of its work processes, extensive capacitation and protection of its employees; - compliance of the Office and its Laboratory to all statutory and regulatory requirements; - efficient execution of services to advocate environmental protection and conservation; and - effective information dissemination and awareness-raising of the citizenry on environmental protection, and maintenance, all anchored on applicable environmental laws.

IMS: Integrated Management System

出典: WILSON L. TRAJECO, PME, Ph.D., Regional Director, EMB Region XI

表 2.2.2 に現在の EMP XI 地域局の組織図を示す。同地域局は項目 3.2.2. に要約したようにダバオ市における大気質及び水質管理を遂行している。



出典: EMB Region XI (https://r11.denr.gov.ph/images/docs/e-library/orgchart_nov2017.pdf)

図 2.2.2 EMB XI 地域局組織図

(4) DCWD の関連部局及び環境社会配慮活動

DCWD 事業に係る環境関連部局及び環境社会配慮活動は付属資料 3.11 に整理した通りである。

(5) ダバオ市環境天然資源局 (CENRO: City Environment and Natural Resources Office)

ダバオ市の市環境天然資源局 (CENRO) は共和国法 (Republic Act) No. 716 (別称 Local Government Code of 1991) の第 16 章と 17 章に基づき 1993 年に設立された。同 CENRO の詳細を付属資料 3.11 に示す。

2.2.3 フィリピン環境影響評価制度 (PEISS : Philippine Environmental Impact Statement)

フィリピン国の環境影響評価 (EIA) 制度の PEISS は 1987 年に大統領令 (Presidential Decree) 1586 に基づき制定された。

環境許可制度 (環境遵守許可 (ECC: Environmental Compliance Certificate)、EIA 不要許可 (CNC: Certificate for Non-Coverage))、環境上重要な事業種類 (ECP: Environmentally Critical Project) と環境上重要な地域分類 (ECA: Environmental Critical Areas) EIA 手続き、事業カテゴリ分類、標準要求事項、ECC 申請審査、下水道事業の範囲、CNC/ECC/義務的モニタリング報告 (CMR: Compliance Monitoring Report) を含む PEISS の 2019 年 6 月時点での最新情報を付属資料 2.4 に示す。

2.2.4 用地取得と住民移転制度

用地取得及び住民移転に係る関連政策と法規を付属資料 2.5 に示す。

2.2.5 環境社会配慮に係るその他のガイドライン

(1) JICA 環境社会配慮ガイドライン

JICA 資金協力（借款及び無償）による全ての事業は、フィリピン国の PEISS 等被援助国の関連法規による規則に加え、JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）（以下、JICA ガイドライン）の要求事項を満たす必要がある。

JICA ガイドラインの目的及び事業カテゴリ分類については付属資料 2.6(1)に、また、事業カテゴリ別の JICA 環境社会配慮手続きの例を付属資料 2.6(2)にそれぞれ示す。

(2) フィリピン開発銀行（DBP: Development Bank of Philippines）の環境政策と環境要求

フィリピン国の主要な金融仲介機関の一つである DBP は付属資料 2.6(3)に示す環境政策と衛生分野事業に係る環境要求を採用している。

(3) フィリピン土地担保貸付銀行（LBP : Land Bank of Philippines）の環境政策

同様に、フィリピン国の主要な金融仲介機関の一つである LBP もまた、付属資料 2.6(4)に示す総合品質及び環境政策（Integrated Quality and Environmental Policy）及び CSR（Corporate Social Responsibility）を採択し、個別の環境政策を規定している。

(4) 環境社会セーフガード枠組み（ESSF: Environmental and Social Safeguards Framework）（参考）

ESSF は世銀によるマニラ首都圏下水分野事業に対する環境社会セーフガードガイドラインとして 2012年2月に整備された。

ESSF によると、同ガイドラインは LBP、マニラウォーター（MWCI: Manila Water Company Inc.）及び マイニラッド・ウォーター・サービス（MWSI: Maynilad Water Services Inc.）の専門スタッフにより編纂された。即ち、ESSF は、フィリピンにおいて下水事業を実施する卓越した専門集団の銀行及び水道事業運営会社により整備されたものである。

このため、ESSF はフィリピンの地方都市における下水分野事業に係る環境社会セーフガードとして参考とすることができるものである（付属資料 2.6(5)参照）。

2.2.6 基準

(1) プロジェクトに関連する環境規制

水質規制については、3.2.1 節で説明する。

(2) セプティックタンクの規制

汚泥およびセプテージを管理する規則と規制に関する保健省（DOH）の運用マニュアル（2008）では、セプティックタンクからの汚泥の定期的な除去は少なくとも 3～5 年に 1 回行うことを規定している。

2.3 対象地域の水セクターにおける関連ドナー／プロジェクト動向

(1) 世界銀行

世界銀行は歴史的にダバオの複数の水分野プロジェクトを支援してきた。1980年代、世界銀行は、1982年の排水マスタープランで提案されたロハス水路やアグダオ水路などの主要な排水路の開発に資金を提供した。世界銀行は、1997年に「下水道衛生プロジェクト」と「水域開発プロジェクト」の研究を支援した。このプロジェクトには、1) 下水道コンポーネントと2) 衛生および排水コンポーネントの2つのコンポーネントが含まれていた。下水道プロジェクトは、下水と汚水を処理するように設計された統合システムに下水を排出する下水道ネットワークを構築するものであった。下水道コンポーネントは実行されず、セプティックタンク、ピットトイレ、流し込み式トイレなど、現場で処理される衛生設備のみに資金が提供された。報告書ではダバオ川沿いに汚水処理施設の候補地がいくつか提案された。

(2) USAID

USAIDは、2013年6月までダバオ市汚泥管理プロジェクトのフィージビリティ調査プロジェクト（以下「USAIDによるセプター管理フィージビリティ調査」）を支援した。このプロジェクトでは、汚泥収集と下水処理場の建設を伴う汚泥管理プログラムが提案された。汚泥管理プログラムの詳細については、第6章で説明する。

(3) ADB

「都市給水および衛生プロジェクト」が、技術支援（TA）プロジェクトとしてADBによって実施された。プロジェクトは2011年から始まり、2014年に完了した。対象都市はメトロセブとダバオ市であった。技術支援の目的は、前述の2つのプロジェクト地域において給水と衛生投資のためのマルチトランシェ融資施設（MFF）を整備することであった。どちらの都市も水不足による危機と、衛生設備への投資の不足、および急速な都市拡大に直面していた。予算は200万ドルで、使用額は約168万ドルであった。予想されるプロジェクトの成果は次のとおりである。

- 1) 原水の増加
- 2) 配水能力の向上
- 3) 衛生サービスの利点に対する意識の向上
- 4) 汚水処理施設の稼働
- 5) 衛生管理戦略の運用

汚水に関する上記の成果4は、主に衛生および排水処理の緊急の必要性から特定された。

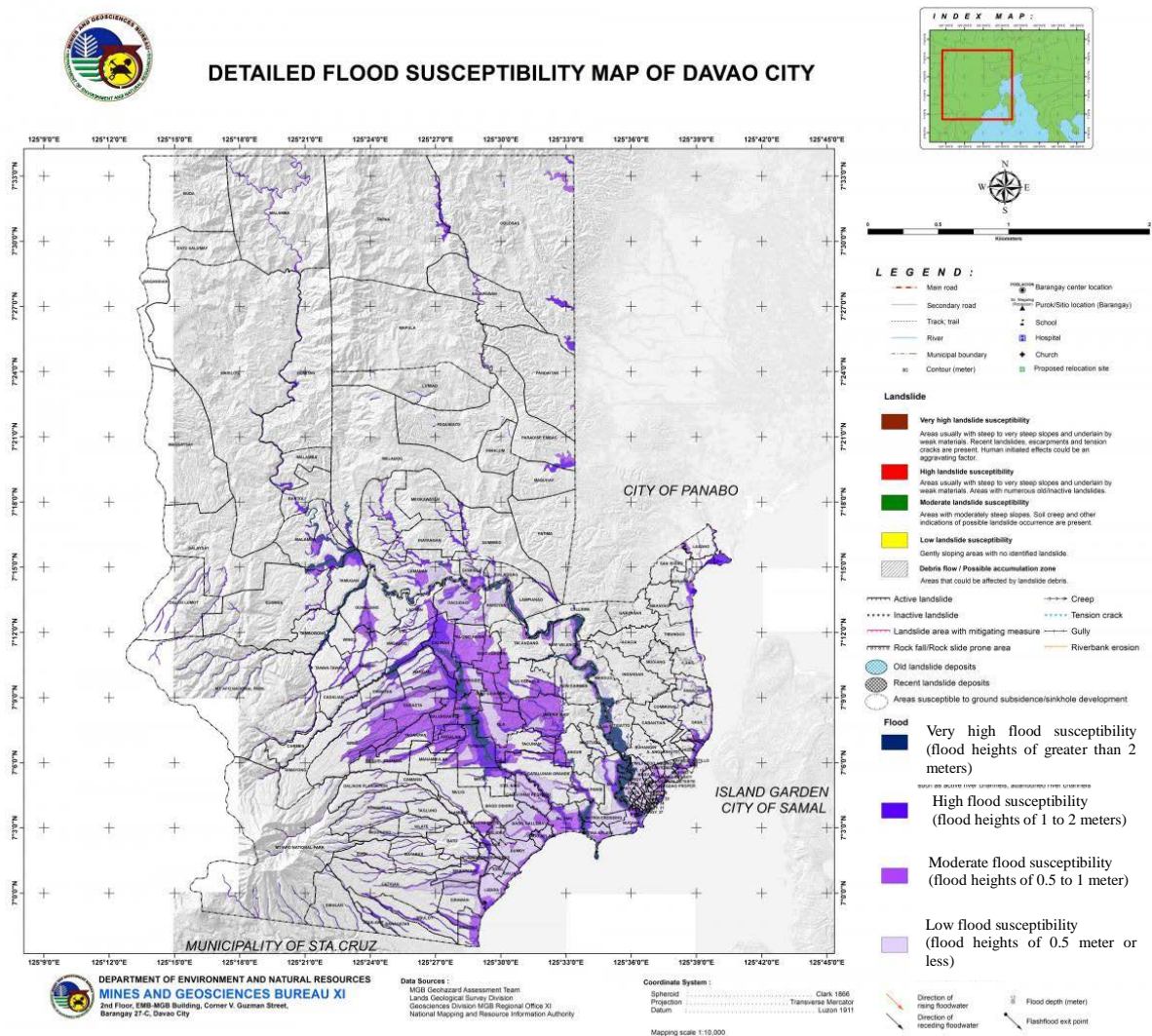
第3章 水セクターと汚泥管理の現状

本章では、ダバオ市の水セクター、汚泥管理、固形廃棄物管理の現状と計画について記載する。下水道開発と汚水処理に関する既存の計画については、次章で個別に記載する。

3.1 浸水等の状況

(1) ダバオ市全体の浸水被害可能性マップ

DENR が作成したダバオ市の浸水被害可能性マップを図 3.1.1 に示す。ダバオ川とタロモ川の付近の地域では、高さが 2 m を超える洪水のリスクが最も高くなっている。民間企業のウェブサイトから取得した洪水ハザードマップを付属資料 3.1 に示す。



出典: DENR

図 3.1.1 ダバオ市の浸水被害可能性マップ

(2) 浸水の記録

ダバオ市排水部門は、都市部の浸水水記録を監視しており、45か所で「監視対象の浸水が発生しやすい地域」を特定している。記録を表 3.1.1 に示す。2018年の最大の浸水は、ポブラシオン地区（バラングイ 20-B）の北にある JP ローレルアベニューの横、ダバオ電力会社（DLPC）の周辺で発生した。記録は 0.70 m で、時間は 1 時間であった。

表 3.1.1 ダバオ市都市区域の浸水記録 (2018)

Street/Location	Flood Level	Outfall	Length	Period Of Descent
1 RIZAL EXTENTION	ANKLE HIGH (0.20m.)	RIZAL OUTFALL	100 m.	1 hour
2 ROXAS COR. QUEZON BLVD.	0.35 m.	ROXAS CREEK	50 m.	1 hour
3 AURORA ST.	0.20m.	PONCE OUTFALL	50 m.	1 hour
4 FROM COR. PONCE ST.-SUAZO ST.	0.50m.	PONCE OUTFALL	120 m.	1 hour
5 JUAN LUNA ST.	0.50m.	PONCE OUTFALL	120 m.	1 hour
6 SUAZO ST. COR. MAGSAYSAY	0.50m.	PONCE OUTFALL	120 m.	1 hour
7 MONTEVERDE- COR. SUAZO	0.20 to 0.30m.	PONCE OUTFALL	100 m.	1 hour
8 SALES ST.	0.20 to 0.30m.	PONCE OUTFALL	80 m.	1 hour
9 C. LIZADA ST. (NCCC)	0.20 to 0.30m.	PONCE OUTFALL	100 m.	1 hour
10 R. MAGSAYSAY ST. COR. LIZADA ST.	0.20 to 0.30m.	PONCE OUTFALL	100 m.	1 hour
11 INFRONT OF SAN PEDRO HOSP.	ANKLE HIGH (0.20m.)	AGDAO CREEK	30 m.	30 minutes
12 VELOSO CORNER PORRAS ST.	0.30m.	DACUDAO OUTFALL	300 m.	1 hour
13 COR. PORRAS ST. - LACSON ST.	0.30m.	DACUDAO OUTFALL	300 m.	1 hour
14 ALZATE ST. - COR. PORRAS	0.30m.	DACUDAO OUTFALL	200 m.	1 hour
15 IÑIGO ST. INFRONT USEP	0.30m.	DACUDAO OUTFALL	50 m.	1 hour
16 INFRONT OF EVIBE (F. TORRES)	0.10m.	DACUDAO OUTFALL	50 m.	1 hour
17 J.P. LAUREL (DLPC)	0.70 m.	GOTAMCO OUTFALL	100 m.	1 hour
18 VILLA ABRILLE FROM COR. J.P. LAUREL TO GUERERRO ST.	0.20m.	AGDAO CREEK	250 m.	1 hour
19 QUEZON BOULEVARD (COR. ROXAS)	0.30 m.	BUCANA OUTFALL	1 km.	3 hours
20 DON JUAN DELA CRUZ / TORIL POB.	0.20m.	DAVAO GULF	500 m.	15 minutes
21 SAN JOSE ST. / BRGY. DALIAO	0.30m.	DAVAO GULF	400 m.	20 minutes
22 DE GUZMAN ST. / TORIL POB.	0.30m.	VALES OUTFALL	700 m.	30 minutes
23 TORIL PUBLIC MARKET	0.35m.	DAVAO GULF	600 m.	3 hours
24 LIZADA PERIOLS / BRGY. LIZADA	0.50m.	DAVAO GULF	1 km.	1 hour
25 JV FERIOLS / BRGY. LIZADA	0.20m.	DAVAO GULF	300 m.	30 minutes
26 SITIO KANIPAAN / BRGY. DALIAO	0.25m.	DAVAO GULF	200 m.	15 minutes
27 GTH / BRGY. LUBOGAN	0.30m.	VALES OUTFALL	1 km.	15 minutes
28 DACOVILLE IWHA / BRGY. DUMOY	0.30m.	72"Ø DPWH	800 m.	15 minutes
29 BETIER LIVING / BRGY. DUMOY	0.15m.	48"Ø DPWH	100 m.	10 minutes
30 NHA BANGKAL	0.20m.	PANGI RIVER	2 kms.	30 minutes
31 SHANGHAI / BRGY. MATINA APLAYA	0.30m.	SHANGHAI OUTFALL	2 kms.	1 hour
32 GUADALUPE / MATINA CROSSING	0.25m.	PANGI RIVER	800 m.	15 minutes
33 STO. NIÑO SAN ANTONIO ST.	0.30m.	PANGI RIVER	600 m.	10 minutes
34 KAWAYAN DRIVE / LAZONA	0.20m.	1.5 x 1.2 OPEN CANAL	2 kms.	15 minutes
35 DIHO IV SUBD. / BRGY. MA-A	0.25m.	DAVAO RIVER	600 m.	15 minutes
36 GEM VILLAGE / BRGY. MA-A	0.30m.	DAVAO RIVER	1 km.	30 minutes
37 S.I.R PHASE I / BRGY. 76-A	0.35m.	SIR CREEK	800 m.	30 minutes
38 S.I.R PHASE II / INFRONT PSCC	0.30m.	SIR CREEK	400 m.	20 minutes
39 MANGGA ST. / JUNA SUBD.	0.35m.	ACASIA ST. PETRON	400 m.	15 minutes
40 LUISA ST. / JUNA SUBD.	0.30m.	ACASIA ST. PETRON	200 m.	15 minutes
41 ECOLAND / BRGY. 76-A	0.25m.	ECOLAND CREEK	500 m.	15 minutes
42 GRAVAHAN / MATINA CROSSING	0.30m.	DAVAO RIVER	200 m.	30 minutes
43 SPED & MABINI BANGKAL	0.50m.	OPEN CANAL DPWH	800 m.	15 minutes
44 PONCIANO ST. / BRGY. POBLACION	0.50m.	ROXAS CREEK	250 m.	35 minutes
45 V MAPA ST. / J.P. LAUREL AVE.	0.40 m.	36"Ø DPWH	100 m.	1 hour

出典: ダバオ市排水部門

3.2 水環境の現況

3.2.1 法規

(1) 水域および排水基準の分類

排水基準 (DENR Administrative Order No. 35 Series of 1990) は 1990 年に改訂され、発行された。2010 年 3 月、DENR はダバオ湾への排水を、通常の沿岸水域に属する SC クラスではなく保護水域のカテゴリーの SB クラスに分類するように指示した。

「2016年の水質ガイドラインと一般排水基準」(DENR 行政命令番号 2016-08 : DAO2016-08) は、2016年5月24日に発行され、2016年6月14日に適用された。様々なカテゴリーの河川や海等の水域は、水域からの水使用に応じて規定された。ダバオ川の上流はクラス A に分類され、下流とタロモ川はクラス B に分類される。各クラスの河川の水質ガイドラインは、サブセクション 3.2.2 および付録 3.2 の河川のモニタリング結果に示されている。水域の排水基準を表 3.2.1 に示す。すべての下水処理施設は、表の要件を満たす必要がある。ダバオ湾への排出するクラス SB の場合、硝酸塩の値は 20 mg/L 未満とし、リンは 1.0 mg/L 未満でなければならない。一方、クラス B はダバオ川(下流)への直接放流に適用され、クラス C は排水路への放流に適用される。

表 3.2.1 各カテゴリーの排水水質基準 (DAO 2016-08)

Parameter	Unit	Water Body Classification								
		AA	A	B	C	D	SA	SB	SC	SD
Ammonia as NH ₃ -N	mg/L	NDA	0.5	0.5	0.5	7.5	NDA	0.5	0.5	7.5
BOD	mg/L	NDA	20	30	50	120	NDA	30	100	150
Boron	mg/L	NDA	2	2	3	12	NDA	2	20	80
Chloride	mg/L	NDA	350	350	450	500	NDA	n/a	n/a	n/a
COD	mg/L	NDA	60	60	100	200	NDA	60	200	300
Color	TCU	NDA	100	100	150	300	NDA	100	150	300
Cyanide as Free Cyanide	mg/L	NDA	0.14	0.14	0.2	0.4	NDA	0.04	0.2	0.4
Fluoride	mg/L	NDA	2	2	2	4	NDA	3	3	6
Nitrate as NO ₃ -N	mg/L	NDA	14	14	14	30	NDA	20	20	30
pH (Range)		NDA	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.5	5.5-9.5	NDA	6.5-9.0	6.0-9.0	5.5-9.5
Phosphate	mg/L	NDA	1	1	1	10	NDA	1	1	10
Selenium	mg/L	NDA	0.02	0.02	0.04	0.08	NDA	0.02	0.2	0.4
Sulfate	mg/L	NDA	500	500	550	1,000	NDA	500	550	1,000
Surfactants (MBAS)	mg/L	NDA	2	3	15	30	NDA	3	15	30
Temperature ^(h)	°C change	NDA	3	3	3	3	NDA	3	3	3
Total Suspended Solids	mg/L	NDA	70	85	100	150	NDA	70	100	150
Arsenic	mg/L	NDA	0.02	0.02	0.04	0.08	NDA	0.02	0.04	0.08
Barium	mg/L	NDA	1.5	1.5	6	8	NDA	1.5	2	8
Cadmium	mg/L	NDA	0.006	0.006	0.01	0.02	NDA	0.006	0.01	0.02
Chromium as Hexavalent Chromium (Cr ⁶⁺)	mg/L	NDA	0.02	0.02	0.02	0.04	NDA	0.1	0.1	0.2

出典: Department of Environment and Natural Resources (DENR) Water Quality Guideline and General Effluent Standards of 2016

3.2.2 水質モニタリング

(1) ダバオ市の水質および大気質モニタリング枠組み

淡水および海水の水質モニタリングは、DAO 2016-08 の 6.1 節の表 3 から 6、6.1 節に規定されている水質ガイドライン (WQG) に従って実行される。

WQG を定義する基準は、表 3.2.2 に要約されているように、プライマリまたはセカンダリパラメーターとして分類される。

表 3.2.2 水質モニタリング指標

Item	Primary Parameters	Secondary Parameters
Monitoring Purpose	Primary parameters are the required minimum water quality parameters to be monitored for each water body.	Secondary parameters are the water quality parameters to be used in the baseline assessment as part of the Environmental Impact Assessment (EIA) and other water quality monitoring purposes.
Monitoring Parameter	Biochemical Oxygen Demand (BOD), chlorine (Cl), Color, Dissolved Oxygen (DO), Fecal Coliform, Nitrate, フィリピンペソ phosphate, Temperature, and Total Suspended Solids (TSS)	Heavy metals and inorganics. For better assessment of the water quality of the river heavy metals such as zinc, copper, cadmium, lead, and mercury have been added.

出典: Water quality management, Home Page of EMB Region XI (<http://r11.emb.gov.ph/water-quality-management/>)

1) 河川の水質

2017年の環境管理局（EMB）リージョン XI において、24の河川を監視した。2つの川、すなわちダバオ川とタロモ川が水質管理地域に指定されている。

ダバオ川については、17のサンプリング地点があり、そのうち9地点（1～4a）が下流にあり、8地点（5～11）が上流にある。

2) ダバオ湾のレクリエーション用水の水質

XI 地域には、レクリエーション水域（ビーチ）が EMB XI 地域局によって監視されている3つの主要な地域がある。ダバオ市には、表 3.2.3 に示すように、11のレクリエーション水域（ビーチ）があり、それぞれに1箇所の水質監視地点がある。サンプリング地点は、付属資料 3.3 の図 A3.3.1 に示されている。

表 3.2.3 ダバオ市のレクリエーション水域および水質

No.	Name of Recreational Water	Sta. No.	No.	Name of Recreational Water	Sta. No.
1	Kalayaan Beach Resort	1	7	Coaco Beach Resort	7
2	Megrande Ocean Beach Resort	2	8	Gumio-o Beach Resort	8
3	Seagull Beach Resort	3	9	Bago Beach Resort	14
4	Bonguyan Beach Resort	4	10	Lanang Aplaya Beach Resort	16
5	Liberty Beach Resort	5	11	Talomo Beach Resort	21
6	Marina Axul I	6	-	-	-

出典：水質管理局、EMB XI 地域局の HP (<http://r11.emb.gov.ph/water-quality-management/>)

3) 排水路の水質

EMB XI 地域局によって5つの排水路の8地点が監視される。排水路のモニタリング地点を付属資料 3.3 の図 A3.3.2 に示す。EMB は基本的に、各地点で年に4回サンプリング試験を行う。

4) 企業からの排水

1日あたり 100 m³ を超える廃水を排出するすべての産業および商業企業は、フルタイムの汚染管理責任者（PCO）を有し、DAO 2003-27「セルフモニタリングレポート（SMR）の準備と提出に関する DAO 26、DAO29、および DAO 2000-81 の修正」に基づいて四半期ごとに EMB に自己監視レポート（SMR）を提出する必要がある。

5) 大気質モニタリング

2013年に、EMB XI は「ダバオ市大気質監視ネットワーク（DC AQMN）」と呼ばれる新しい監視ネットワークを確立した。DC AQMN のサンプル採取箇所と指標を表 3.2.4 に示す。

表 3.2.4 ダバオ市大気質モニタリングネットワーク（DC AQMN）

Sampling Sites	Type of Monitoring	District	Type of Monitor	Parameters
DC Station No. 02	Long term trending	Bunawan	Manual	PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃
DC Station No. 07	Roadside	Poblation	Manual	PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃
DC Station No. 11	Long term trending	Talomo-Toril	Manual	PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃
DC Station No. 14	Roadside	Talomo-Toril	Manual	PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃
DC Station No. 15	General ambient	Buhangin	Automatic	PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , CO, BTX
DC Station No. 16	General ambient	Calinan	Automatic	PM ₁₀ , PM _{2.5}

BTX: benzene toluene xylene

出典：Air quality management, Home page of EMB Region XI, (<http://r11.emb.gov.ph/programs/air-quality-management/>)

(2) 河川の水質

ダバオ川は、下水道整備計画エリア B の西端に、その後エリア A とエリア C に流れる。2016年、2017年、2018年のダバオ川下流の水質記録を表 3.2.5 に示す。糞便性大腸菌の値は、毎年許容限度を大きく超えている。浮遊物質、硝酸塩、リン酸塩の合計も、毎年または2年ごとに値を超えている。他の河川の水質は、付属資料 3.2 に示されている。

表 3.2.5 ダバオ川下流における各指標の年間平均値

Parameters	Water Quality Guideline for Class B	Davao River Downstream		
		Class B (Station 1 - Station 5)		
		2016 Ave. Concentration	2017 Ave. Concentration	2018 Ave. Concentration
Primary Parameters				
Dissolved Oxygen, mg/L	min. 5 mg/L	6.9	7.25	7.09
Biochemical Oxygen Demand, mg/L	max. 5 mg/L	1.3	2.8	4.0
Total Suspended Solids, mg/L	65	141	617	115
pH	6.5-8.5	8.3	8.2	8.3
Temp., °C	26-30	28.8	27.7	29
Color, TCU	50	34.1	121.4	29
Chloride, mg/L	250	17.5	121.5	107
Nitrates (NO3), mg/L	7	11.83	10.9	23.9
Phosphate (PO4), mg/L	0.5	0.80	3.41	0.3
Fecal Coliform, MPN/ 100 ml	100	107,562	69,670	5,312
Secondary Parameters				
Cadmium, mg/L	0.003	<0.003	<0.003	0.003
Copper, mg/L	0.02	0.013	0.021	0.007
Lead, mg/L	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Zinc, mg/L	2	0.029	0.057	<0.002

出典: EMB XI 地域局

(3) ダバオ湾の水質

2018年のダバオ湾のレクリエーション用水の水質を表 3.2.6 に示す。

ステーション No. 5 リバティビーチリゾートは、糞便性大腸菌の最高値を示した。ステーション No. 6 マリーナアズール I およびステーション No. 1 カラヤーンビーチリゾートも高い値を示した。

表 3.2.6 ダバオ湾の水質 (2018)

SUMMARY REPORT OF WATER QUALITY MONITORING DATA																						
in Region XI																						
4th Quarter CY 2018																						
Region	Parameter	Stn. No.	Sta. ID	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Ave	Min	Max	Water Quality Guideline			
Davao City Recreational Waters ≤ 3.00 < 3																						
Class SB (10 Stations)																						
DO, mg/L		1	Kalayaan Beach Resort	6.3	6.4	6.4	6.2	5.9	6.5	5.4	8.1	7.4	6.8	-	5.9	6.5	5.4	8.1	6 (minimum)			
		2	Mergrande Ocean Beach Resort	6	6.3	6.3	6.6	5.8	6.5	6	7.4	8.1	7.1	-	6.2	6.6	5.8	8.1				
		3	Seagull Beach Resort	6.6	6.2	6.2	6.2	6.2	7	5.9	8.5	10	7	-	6.9	7.0	5.9	10.0				
		4	Bonguyan Beach Resort	6.2	6.2	6.2	6.4	6.0	8.3	5.9	5.7	7.4	5.7	-	5.6	6.3	5.6	8.3				
		5	Liberty Beach Resort	5.2	5.8	5.8	9.6	3.9	5.3	5.7	7.3	7.5	5.1	-	7	6.2	3.9	9.6				
		6	Marina Azul I	9.8	5.8	5.8	9.2	6.2	7.2	5.9	5.3	7	6.8	-	6.1	6.8	5.3	9.8				
		7	Coaco Beach Resort	-	6.0	6	6.1	6.5	6.3	5.2	6	6.6	8.8	-	6.8	6.4	5.2	8.8				
		7a	Dagat Fiesta Beach Resort	-	6.2	6.2	5.7	6.5	6.4	5.4	5.8	7.1	7.3	-	7.6	6.4	5.4	7.6				
		14	Bago Beach Reosrt	6.6	6.4	6.4	6.7	5.9	6.2	6	6	8.4	6.8	-	5.8	6.5	5.8	8.4				
		16	Lanang Aplaya Beach Resort	6.9	6.3	6.3	6.8	7.6	6.4	5.8	7.3	9.5	7.1	-	7.4	7.0	5.8	9.5				
		pH		1	Kalayaan Beach Resort	7.5	7.8	7.8	4.6	7.2	8.1	8.1	8.2	8.1	8.3	-	8.1	7.6		4.6	8.3	7.0-8.5
				2	Mergrande Ocean Beach Resort	7.6	7.2	7.2	6.9	5.5	8.2	8.2	8.2	8.1	8.5	-	8.2	7.6		5.5	8.5	
				3	Seagull Beach Resort	7.9	7.4	7.4	6.5	6.8	7.1	8.1	8.3	8.1	8.4	-	8.0	7.6		6.5	8.4	
				4	Bonguyan Beach Resort	7.7	7.5	7.5	6.4	6.3	8.1	8.2	8.2	8.1	8.5	-	8.2	7.7		6.3	8.5	
				5	Liberty Beach Resort	7.9	7.7	7.7	8.4	6.8	7.6	8.1	8.3	8.2	8.2	-	8.2	7.9		6.8	8.4	
				6	Marina Azul I	7.9	7.5	7.5	6.7	6.4	8.1	8.2	8.3	8	8.6	-	8.3	7.8		6.4	8.6	
7	Coaco Beach Resort			8.3	7.7	7.7	5.9	6.9	8.1	8.3	8.2	8.2	8.5	-	8.3	7.8	5.9	8.5				
7a	Dagat Fiesta Beach Resort			8.3	7.6	7.6	8.1	6.6	7.3	8.4	7.9	8.2	8.5	-	8.2	7.9	6.6	8.5				
14	Bago Beach Reosrt			7.5	7.9	7.9	6.7	6.8	7.9	8.2	8.2	8.1	8.5	-	8	7.8	6.7	8.5				
16	Lanang Aplaya Beach Resort			7.9	7.7	7.7	7.8	7.9	8.1	8.2	8.2	8.2	8.5	-	8.3	8.0	7.7	8.5				
Davao City Recreational Waters																						
Class SB (10 Stations)																						
Temp. °C				1	Kalayaan Beach Resort	30	28	28	30	31	31	29	29	30	-	29	29	28	31	26-30		
				2	Mergrande Ocean Beach Resort	31	28	28	30	33	31	30	29	29	30	-	31	30	28		33	
				3	Seagull Beach Resort	30	27	27	31	31	31	31	29	29	30	-	29	30	27		31	
				4	Bonguyan Beach Resort	31	28	28	31	30	32	30	31	32	31	-	30	30	28		32	
		5	Liberty Beach Resort	30	28	28	32	32	32	30	30	30	31	-	31	30	28	32				
		6	Marina Azul I	30	28	28	31	33	32	31	30	32	31	-	34	31	28	34				
		7	Coaco Beach Resort	-	28	28	29	30	29	30	29	30	29	-	30	29	28	30				
		7a	Dagat Fiesta Beach Resort	-	28	28	29	29	29	30	31	30	29	-	32	30	28	32				
		14	Bago Beach Reosrt	30	28	28	31	32	31	30	30	30	30	-	29	30	28	32				
		16	Lanang Aplaya Beach Resort	29	28	28	29	31	29	31	29	30	29	-	31	29	28	31				
		Fecal Coliform. MPN/100mL		1	Kalayaan Beach Resort	<180	260	260	350	-	330	220	27	240	130	-	1600	237	27		1600	100
				2	Mergrande Ocean Beach Resort	<180	<18	<18	4	-	<180	7.8	2	130	33	-	33	14	2		130	
				3	Seagull Beach Resort	<180	18	18	350	-	130	7.8	<1.8	110	4	-	2	24	2		350	
				4	Bonguyan Beach Resort	<180	230	230	23	-	<180	79	49	240	170	-	23	90	23		240	
				5	Liberty Beach Resort	28000	3500	350000	2300	-	160,000	49000	<180	>1600	>16000	-	92000	34391	2300		350000	
				6	Marina Azul I	180	140	140	110	-	1,100	920	31	3500	220	-	540	295	31		3500	
7	Coaco Beach Resort			33	330	330	110	-	45	540	11	23	17	-	920	91	11	920				
7a	Dagat Fiesta Beach Resort			23	78	78	17	-	20	22	350	79	33	-	6.8	38	7	350				
14	Bago Beach Reosrt			<180	20	20	22	-	170	79	23	350	130	-	280	69	20	350				
16	Lanang Aplaya Beach Resort			<1.8	<18	<18	110	-	<18	170	280	49	49	-	33	86	33	280				
Oil & Grease mg/L				7	Coaco Beach Resort	-	<1	-	<1	-	-	-	<1	-	<1	-	-	<1	<1	<1	1	
				7a	Dagat Fiesta Beach Resort	-	<1	-	<1	-	-	-	<1	-	<1	-	-	<1	<1	<1		

出典: EMB XI 地域局

(4) 排水路の水質

2012年から2018年までのダバオ市の排水路の水質（BOD値）を表3.2.7に示す。サンプル採取のタイミングによって値は変動するが、ヒゾン水路（No.2）は2017年に最高値（132 mg/L）を示し、サンイシドロ水路は2013年に2番目に高い値（84 mg/L）を示した。ダバオ市の排水の一般的な状況を考慮すると、これらの値は地下水とセプティックタンクからの汚水を含む水質を示している可能性がある。

表 3.2.7 2019年5月時点でのダバオ市内排水路のBOD値

Station No.	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2012-2018	
	Max. (mg/L)	Ave. (mg/L)	Max. (mg/L)	Ave. (mg/L)	Max. (mg/L)	Ave. (mg/L)	Max. (mg/L)	Ave. (mg/L)	Max. (mg/L)	Ave. (mg/L)	Max. (mg/L)	Ave. (mg/L)	Max. (mg/L)	Ave. (mg/L)	Max. (mg/L)	Ave. (mg/L)
Hizon Creek																
1	30.0	23.8	36.0	24.8	48.0	32.0	50.0	36.4	22.0	14.6	38.0	23.7	18.0	11.1	50.0	23.8
2	30.0	23.8	36.0	24.8	48.0	32.0	25.0	19.7	22.0	14.6	132.0	57.7	23.0	17.3	132.0	27.1
Mamay Creek																
1	29.0	23.2	36.0	28.9	58.0	40.8	N/A	N/A	40.0	26.8	65.0	39.3	26.0	19.7	65.0	29.8
Pampanga Creek																
1	19.0	15.5	26.6	15.0	27.0	22.5	33.0	33.0	21.0	15.2	14.0	12.0	15.0	11.4	33.0	17.8
San Isidro Creek																
1	40.0	29.1	84.0	42.7	54.0	40.0	N/A	N/A	59.0	46.1	42.0	40.0	40.0	31.0	84.0	38.1
2	54.0	36.8	54.0	37.7	58.0	39.8	N/A	N/A	59.0	46.1	30.0	27.3	40.0	30.3	59.0	36.3
Shanghai Creek																
1	44.0	32.0	70.0	37.3	60.0	38.3	37.2	26.1	75.0	47.3	37.0	24.7	39.0	24.8	75.0	32.9
2	42.0	27.6	56.0	35.0	48.0	35.0	68.1	39.8	49.0	29.0	35.8	24.5	35.0	23.5	68.1	30.6

出典: 調査団、EMB

(5) 地下水の水質

1) 大腸菌

DCWDによって確認された水道システムにおける2019年5月時点の地下水供給源（未処理水または原水）の大腸菌群を表3.2.8に示す。採水地点の位置は、付属資料3.3の図A3.3.3に示されている。「マラゴス」の名称の場所は、地下水域の近くに複数の養豚場が存在するため大腸菌群の価値が高いが、DCWDによると、この年における偶発的な事例であったとのことである。

表 3.2.8 2019年5月時点の地下水（未処理水、原水）の地下水の大腸菌

Water Supply System (WSS)	Most Probable Number (MPN) per 100 ml (MTFT), Enzyme Substrate Coliform Test (EST)	
	Total Coliform (MPN/100ml)	Fecal Coliform (MPN/100ml)
Dumoi	<1.1 to >8.0	<1.1 to >8.0
Tugbok	<1.1 to 2.6	<1.1
Panacan	<1.1 to 200.5	<1.1
Cabantian	<1.1 to 36.4	<1.1
Malagos	2419.6	980.4
Calinan	<1.1	<1.1
Riverside	>8.0	<1.1 to 8.0
Toril	<1.1	<1.1
Lubogan	<1.1	<1.1
Tibungco	<1.1	<1.1

注: Drinking Water Standard Value (MPN/100ml): <1.1 MPN/100ml (DAO2017-0010: Philippine National Standards for Drinking Water)

出典: DCWD

2) 物理分析および化学分析の指標

2018年5月時点の地下水源（未処理/原水）の物理的および化学的分析を表3.2.9および表3.2.10に示す。一般に、ほぼ全ての指標は、水質基準の許容限度を超えていない。タグボック水道システムのヒ素のみが、標準と比較してはるかに高い値を示している。

表 3.2.9 2018年5月時点での地下水源の物理、化学分析 (1/2)

PARAMETERS	Maximum Level	Unit	Method of Analysis	Water Supply System (WSS)					
				Dumoy	Tugbok	Calinan	Riverside	Toril	Lubogan
PHYSICAL ANALYSIS									
Color (Apparent)	10	CU	Visual Comparison	0 - 5	0	0	0	0 - 5	0
Turbidity	5	NTU	Nephelometric	0 - 2	0	0 - 1	0	0 - 4	0
Temperature	-	°C	Electrometric	22.1 - 27.4	25.10 - 26.30	26.10 - 27.40	26.90 - 27.20	26.70 - 26.90	26.30-26.50
Total Dissolved Solids	600	ppm	dried at 180 °C	117 - 427	125 - 240	137 - 178	102 - 144	180 - 230	141-194
Conductivity	-	µS/cm	Electrometric	156.9 - 1001	208.5 - 419	266 - 271	172.5 - 186	236 - 361	177.6-252
Total Hardness	300	ppm	EDTA Titrimetric	61.61 - 180.34	84.86 - 167.69	112.61 - 117.10	53.86 - 62.42	85.68 - 141.98	71.4-100.78
Acidity	-	ppm	Titrimetric	0 - 28.18	6.22 - 13.91	13.91 - 29.65	5.86 - 7.32	4.76 - 5.12	5.49-10.61
Alkalinity	-	ppm	Titrimetric	73.5 - 265.86	94.92 - 202.44	97.86 - 125.16	79.38 - 85.26	94.50 - 132.72	79.80-99.96
CHEMICAL ANALYSIS									
pH	6.5 - 8.5		Electrometric	6.84 - 8.15	6.9 - 7.68	6.48 - 7.27	7.96 - 8.07	7.70 - 8.09	7.26-7.66
Dissolved Oxygen	-	ppm	Electrometric	2.12 - 9.17	3.16 - 8.03	4.23 - 4.41	3.74 - 8.06	7.04 - 7.94	7.92-8.23
Chloride	250	ppm	Argentometric	3.11 - 120.08	4.14 - 7.66	4.14 - 10.56	3.93 - 5.18	8.07 - 13.04	3.93-8.49
Bicarbonates	-	ppm	Titrimetric	85.70 - 322.92	117.42 - 235.80	126.42 - 151.51	92.8 - 116.95	0 - 158.14	0-120.74
Sulfate	250	ppm	Turbidimetric	<0.001 - 48.00	<0.001	<0.001 - 5	<0.001	5 - 11	<0.001-6
Nitrogen Nitrate	50	ppm	Cadmium Reduction	0.20 - 1.40	0.40 - 0.70	0.30-0.80	0.20	0.40 - 1.00	0.30-1.20
Nitrogen Nitrite	3	ppm	Diazotation	0.001 - 0.007	0.002 - 0.003	0.003	0.002 - 0.004	0.002 - 0.004	0.002-0.003

出典: DCWD

表 3.2.10 2018年5月時点での地下水源の物理、化学分析 (2/2)

PARAMETERS	Maximum Level	Unit	Method of Analysis	Water Supply System (WSS)					
				Dumoy	Tugbok	Calinan	Riverside	Toril	Lubogan
Chlorine, total	-	ppm	DPD	<0.001 - 0.04	0.02	0.02	0.02	0.02 - 0.03	0.02
Flouride	1.5	ppm	SPADNS	<0.006 - 0.45	<0.006 - 0.43	0.22 - 0.39	0.19 - 0.42	0.26 - 0.28	0.11-0.24
Cyanide	0.5	ppm	Pyridine-Pyrazalone	0.001 - 0.006	0.001 - 0.002	0.002 - 0.003	0.001 - 0.002	0.002 - 0.003	0.001-0.002
Aluminum	0.2	ppm	Eriochrome Cyanine R	<0.001 - 0.029	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Orthophosphate	-	ppm	PhosVer III	0.33 - 1.99	0.35 - 1.13	0.48 - 0.73	0.35 - 0.45	0.26 - 0.40	0.25-0.47
Bromine	-	ppm	DPD	0.02 - 0.07	0.02 - 0.03	0.03 - 0.04	0.03 - 0.04	0.03 - 0.05	0.02-0.03
Nitrogen Ammonia	-	ppm	Nessler	<0.005 - 0.62	<0.005 - 0.96	<0.005 - 0.01	<0.005	<0.005	<0.005
Silica	-	ppm	Silicomolybdate	24 - 76	43 - 90	66 - 93	44 - 46	29 - 33	46-61
Iron	1.0	ppm	Flame Atomic Absorption Spectrometric	<0.003 - 0.044	<0.003 - 0.015	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Manganese	0.4	ppm	Flame Atomic Absorption Spectrometric	0.005 - 0.062	0.003 - 0.127	<0.001	<0.001-0.004	<0.001	<0.001-0.002
Copper	1.0	ppm	Flame Atomic Absorption Spectrometric	<0.001 - 0.009	<0.001 - 0.005	<0.001	<0.001	<0.001 - 0.003	<0.001
Chromium	0.05	ppm	Flame Atomic Absorption Spectrometric	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Zinc	5	ppm	Flame Atomic Absorption Spectrometric	<0.001 - 0.012	<0.001 - 0.016	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001-0.008
Calcium	-	ppm	Flame Atomic Absorption Spectrometric	11.686 - 32.771	13.821 - 30.083	17.360 - 19.454	8.999 - 9.304	17.607 - 23.982	13.135-22.025
Magnesium	-	ppm	Flame Atomic Absorption Spectrometric	2.373- 2.689	2.416 - 2.582	2.388 - 2.452	2.210 - 2.263	2.320 - 2.444	2.276-2.401
Potassium	-	ppm	Flame Atomic Absorption Spectrometric	1.878 - 10.515	1.928 - 2.925	2.761 - 3.206	1.464 - 1.966	2.723 - 4.365	2.194-3.604
Sodium	200	ppm	Flame Atomic Absorption Spectrometric	6.464 - 13.270	6.232 - 10.905	7.482 - 8.688	10.159 - 10.022	9.648 - 11.815	6.780-7.962
Arsenic	0.01	ppm	Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric	<0.001	6.232 - 10.905	<0.001	<0.001 - 0.002	<0.001	<0.001
Lead	0.01	ppm	Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cadmium	0.003	ppm	Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

出典: DCWD

3.3 汚水汚泥処理施設整備状況

3.3.1 下水道施設

(1) 下水処理プラント

ダバオ市には公共の下水処理場はない。一部の大規模ショッピングモール、ホテル、マンション、病院にのみ、曝気設備（ショッピングモールの場合は回分式活性汚泥法（SBR））を備えた下水処理施設（STP）があり、多くのホテルは大規模（または複数の）キッチンおよびランドリーサービスから排出される油脂を除去するための油分除去タンクを備えたセプティックタンクを所有している。産業や公共施設にも大規模なセプティックタンクが設置されている。ダバオ市も EMB も、民間企業の既存処理施設の包括的なリストを保有しておらず、また、処理プロセス、処理能力、および排水の水質の詳細を把握していない。付属資料 3.4 は、ポブラシオン地区とアグダオ地区に処理施設を持つ施設のリストを示しており、ダバオ市水道区（DCWD）のデータに基づいた推定廃水量を示している。既存の処理施設の概要を表 3.3.1 に示す。

表 3.3.1 ポブラシオン地区とアグダオ地区の既存の処理施設

District	Number of STPs	Assumed wastewater treatment (m ³ /day)
Poblacion	14 (+1 non-operational)	2,859
Agdao	6	747
Total	20	3,606

出典: CBO および DCWD データに基づき調査団

そのため、調査団はダバオ市と EMB から紹介された民間企業へのヒアリングを通じて詳細なデータを収集した。表 3.3.2 に、ヒアリング、EMB に毎年四半期ごとに提出されるセルフ・モニタリング・レポート（SMR）、および企業が提供するデータから確認されたダバオ市の処理施設の例を示す。

表 3.3.2 民間企業の下水処理施設の例

Facility Name	Location	Treatment Process	Nutrient Removal	Capacity/ Flow Record (m ³ /day)	Influent (mg/L)			Effluent (mg/L)		
					BOD	COD	TSS	BOD	COD	TSS
Abreeza Mall	Poblacion 20-B	SBR	None	1,308/ 580	533	626	224	49	58	43
SM Lanang	Agdao San Antonio	SBR	None	>1,000/ 557	N/A	N/A	N/A	10	20	8
Applied effluent standard (Class C)					-	-	-	50	100	100

注:

1) Sewerage Treatment Plant (STP) in Abreeza Mall was constructed in 2005 and expanded in 2011.

2) Flow record of Abreeza Mall is actual average daily discharge in 2018 and influent/effluent values are ones as of Oct 3, 2018

3) Flow record and effluent values of SM Lanang are largest ones in Oct 18, Nov 21, and Dec 13, 2018

出典: インタビューと EMB 提供の SMR に基づき調査団

ショッピングモールの主な処理方法は回分式活性汚泥法（SBR）であるが、2016年に発表された最新の水質基準 DAO 2016-08 の前に多くの施設が建設された。民間企業へのインタビューによれば、集合住宅などの新しい建物には、生物学的栄養塩除去機能を備えた処理施設があり、既存の施設も追加要件を満たす能力のある処理施設に更新される。アブリーザモールの場合、DENR-EMB は排水基準の違反に対して 1 日あたり 10,000 ペソの罰金を支払うように命じたが、2022 年までにプラントの更新計画を記載した「コンプライアンスレポート」を作成して提出した

ことにより、罰金の支払いは延期された。

ヒアリングによると、アブリーザモールは BOD、COD、TSS の値が比較的高いため、処理水を再利用しない。SM ラナンでは冷却塔や洗浄水などの他の目的に使用された。

(2) 下水管

ブカナ幹線排水やマビニ幹線排水（3.4.2 項の表 3.4.2 を参照）などの幹線排水路や、道路側溝から水路に接続する管のような、汚水と雨水の両方を流すための管およびボックスカルバートのみが都市部に設置されている。

ショッピングモールの一部の民間複合施設では、下水管が存在する。アブリーザモールの場合、汚水収集システムは独立した下水道システムであり、下水道の最下流管（処理施設への流入管）の直径は 250 mm である。

3.3.2 セプティックタンクの状況

下水道施設の代わりに、セプティックタンクはダバオ市の主要な衛生施設として広く使用されている。セプティックタンクの状態は、IM4D や世帯ヒアリング調査などの既存報告書から確認した。

(1) 世帯ヒアリング調査（HIS）

家庭内のセプティックタンクの現在の状況およびその他の水分野に関する情報を確認するために、2017 年に実施された IM4D でのバランガイ全体の世帯インタビュー調査（HIS）の結果を慎重に調査した。特に排水管理における IM4D の世帯インタビュー調査の結果を更新および補足するために、本調査において調査団は既存の衛生問題がある対象のバランガイを選択し、付属資料 3.5 に示すヒアリングシートを使用して、HIS を実施した。主に対象となるバランガイは、下水道整備の最優先地域であるエリア A のアグダオおよびポブラシオン地区にあるバランガイであった。ただし、エリア A に隣接するエリア B、C、および D のバランガイ、および下水道整備の優先度の高いエリアも追加した。付属資料 3.6 の表 1.1 は、この調査での選択理由として、IM4D HIS 結果における各調査の日付とバランガイの主な特徴とともに、調査の対象となるバランガイと世帯数を示している。

(2) セプティックタンクの整備状況

多くの世帯が排泄物処理および廃棄のためにダバオ市独自のセプティックタンクを設置している。IM4D 世帯インタビュー調査の結果では、セプティックタンクの普及率はダバオ市全体で約 94%であった（2014 年）。セプティックタンクの保有率とセプティックタンクへのアクセス可能率（汚泥引き抜き可能率）を、世帯インタビュー調査で確認した。結果を表 3.3.3 に示す。

表 3.3.3 セプティックタンクの所有率およびタンクへのアクセス可能率

Item	Ownership of Septic Tanks				Access to Septic Tanks			
	2019		IM4D		2019		IM4D	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Yes	443	85.5	1,865	92.6	225	43.4	1,559	77.4
No	72	13.9	126	6.3	247	47.7	386	19.2
No Response	3	0.6	23	1.1	46	8.9	69	3.4
Total	518	100.0	2,014	100.0	518	100.0	2,014	100.0

注：「Access to Septic Tanks」はセプティックタンクからの汚泥引き抜きの可否

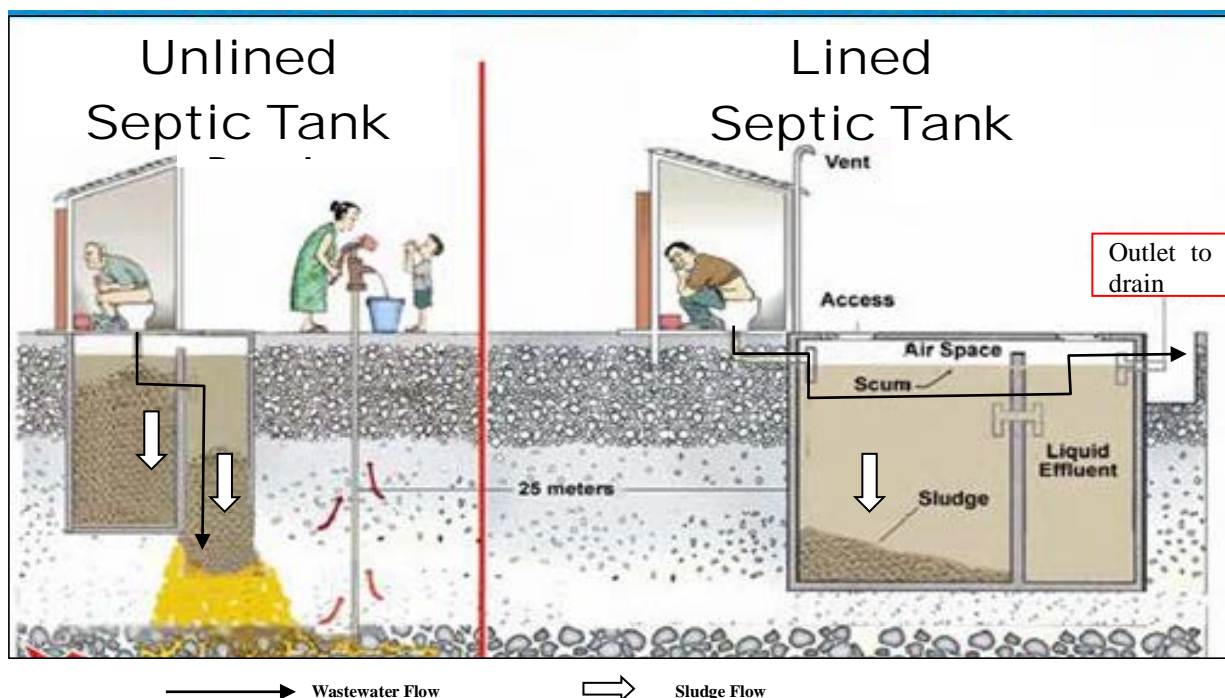
出典：調査団、IM4D

IM4D と比較して、セプティックタンクの普及率はわずかに減少した。理由として、調査では対象地区が混雑した地域の割合が高いエリア A、B、C、D に限定されており、一部の家にはセプティックタンクを設置するのに十分なスペースがないことが考えられる。このような家庭は、セプティックタンクを使わずに直接、排水路や裏庭に汚泥を流すか、地域のトイレを使用する。

セプティックタンクへのアクセス率に関して、「可能」と回答した人の割合は大幅に減少した。現地においてセプティックタンクの開口部を見つけることは一般的に非常に難しいため、結果は現地の印象を反映している。世帯調査での住民へのヒアリングによると、多くの家は臭いが中に入るのを防ぐためにモルタルで開口部を塞いでいる。このような家庭では数年ごとにはモルタルを破壊するか、家の中の便器自体を取り外して、汚泥を引き抜く。

(3) セプティックタンクの種類

セプティックタンクには 2 種類ある。底部がなく地下に漏れてしまう地下浸透式のタイプ (Unlined) とそうでないもの (Lined) である。(図 3.3.1)。地下浸透式の Unlined セプティックタンクを使用すると、排泄物が地面に浸透するため、地下水を汚染する可能性がある。一方、地下浸透防止処理のある Lined セプティックタンクでは、処理された水（実際には十分な処理がされていない越流水）がセプティックタンクから流出し、道路側溝や雨水排水路に排出される。



出典：IM4D を基に調査団

図 3.3.1 セプティックタンクの種類

正確な条件を再確認するために、この調査のエリア A、B、C、D の世帯インタビュー調査でセプティックタンクの種類を再確認した結果を表 3.3.4 に示す。地下浸透式セプティックタンクの比率は、IM4D 調査から増加した。しかし、セプティックタンクから排水口への排水口が見つかった例はほとんどなかった。地下浸透式セプティックタンクの主な条件は、セプティックタンクの底に床面があることであるが、セプティックタンクの出口がないか、臭いの対策として出口が塞がれていることが考えられる。上記の状況から、「わからない」という答えが、表 3.3.4 に示した結果よりも多くなっている。

表 3.3.4 セプティックタンク種別

Type	2019		IM4D	
	No.	%	No.	%
Unlined Septic Tank	108	20.8	825	44.2
Lined Septic Tank	318	61.4	848	45.5
I Don't Know	23	4.4	114	6.1
Other	17	3.3	7	0.4
No Response	52	10.0	71	3.8
Total	518	100.0	1,865	100.0

出典: 調査団、IM4D

(4) セプティックタンクからの排水口

家庭内のセプティックタンクからの排水口を表 3.3.5 に示す。全回答者のうち、45%の人が排水口の場所がわからないと答えた。これは、住民のほぼ半数が地下に浸透していると答えた IM4D とは対照的である。DCWD との協議によると、知らないと答えた世帯の大部分は、地面に浸透する可能性のある排水口があると想定されている。

多くの住民が下水管への排出について回答したが、道路側溝から水路に接続する管を除いて、下水管は市内に存在しない。

表 3.3.5 セプティックタンクからの排水の流出点

Discharge Point	2019		IM4D	
	No.	%	No.	%
Discharge to sewer pipe	104	20.1	596	32.0
Discharge to roadside ditch	2	0.4	114	6.1
Discharge to road	1	0.2	8	0.4
Infiltrate to ground	110	21.2	883	47.3
Discharge to public water body (river, sea, etc.)	34	6.6	21	1.1
I don't know	233	45.0	167	9.0
other	4	0.8		
No response	30	5.8	184	9.9
Total	518	100.0	1,865	100.0

出典: 調査団、IM4D

3.3.3 汚泥の引き抜き

(1) 引き抜きを行う企業

セプティックタンクからの汚泥除去を行うのは民間企業のみである。ダバオ市の汚泥処理会社に関する公式情報は存在しなかった。調査団は、ポブラシオン地区の企業に連絡してヒアリングを行い、下記のような情報を得た。

1) 企業の概数

表 3.3.6 に示すように、合法的に事業許可を得ている（合法的に運営している）合計 6 つの汚泥処理会社があり、ダバオ市には 20 を超える事業許可を得ていない（違法）企業が存在する。違法な会社は、適切な処分施設がないため許可を与えられていないと想定される。

表 3.3.6 ダバオ市の汚泥処理企業

No.	BUSINESS NAME	DISTRICT	BARANGAY	BUSINESS ADDRESS	NO. OF STAFF
1	A SEPTIC TANK EXCAVATOR AND PLUMBING SERVICES	Poblacion	37-D	PUROK 5 (NEAR BRGY. HALL)	2
2	B SEPTIC TANK CLEANING AND PLUMBING SERVICES	Poblacion	8-A	PUROK 9-B, LOWER MADAPO	1
3	C SEPTIC TANK EXCAVATOR & PLUMBING SERVICES	Talomo	Bucana	PUROK 12 ST. JOHN	4
4	D SEPTIC TANK CLEANING & PLUMBING SERVICES	Talomo	Bucana	PUROK 12B PASIL	3
5	E SEPTIC TANK AND PLUMBING SERVICES	Talomo	Bucana	PUROK 12-A ST. JOHN	3
6	F SEPTIC TANK AND PLUMBING SERVICES	Talomo	Matina Crossing	KM 5, GUADALUPE VILLAGE	2

出典: ダバオ市ビジネス局

2) 各企業の担当地域

企業は特定の担当地域はなく、近隣の都市や、あらゆる地域のあらゆる顧客にサービスを提供している。

3) 汚泥の収集

-約 2 世帯のごみは毎日収集されるが、スケジュールは一貫していない。

-路地や道路が狭い地域のタンクや、家の中に接続口やタンク自体が覆われている場合、収集は困難となる。基本的に、機能的なセプティックタンクを備えた顧客のみが会社にサービスを依頼する。

-ヒアリング対象の会社は、6 立方メートルの容量のバキュームカーを 1 台のみ所有していた。ほとんどの企業はより小規模なトラックを所有している。

4) 汚泥の管理及び廃棄

-適切とされる会社は、汚泥処分施設を所有する必要がある。そうした会社も脱水機といった機械設備は所有しておらず、巨大なタンクに汚泥を溜め、順次増やしているのみである。

-夜間に収集された汚泥を時々違法にダバオ川などに投棄する事例もあるが、ほとんどはカリナンなどの高地にある私有地の暗渠に廃棄されている。基本的に、収集した汚泥を農家に販売する会社は存在しない。

(2) 引き抜きの頻度

IM4D の HIS の結果によると、多くの世帯はセプティックタンクの汚泥を適切かつ定期的に除去していない。汚泥除去の頻度に関して「1 度もない」および「わからない」と答えた人の割合は 80%を超えており、およそ 50%が地面に浸透させている。

この問題は本調査の HIS で再確認され、結果は表 3.3.7 に示されている。大部分の回答は、「汚泥除去をしたことがない」というもので、IM4D における HIS でも同様の結果となった。「5年以上に1回」の比率はIM4Dより増加した。このような状況から、地下浸透式の Unlined セプティックタンクの実際の比率は上記の答えよりも大きくなるはずである。

表 3.3.7 セプティックタンクからの汚泥の引き抜き頻度

Frequency	2019		IM4D	
	No.	%	No.	%
Annually	6	1.2	36	1.9
Once per 2 years	10	1.9	91	4.9
Once per 3-5 years	30	5.8	109	5.8
Once per more than 5 years	69	13.3	86	4.6
Never	325	62.7	1,105	59.2
Not sure	28	5.4	341	18.3
No response	50	9.7	97	5.2
Total	518	100.0	1,865	100.0

出典: 調査団、IM4D

(3) セプティックタンクの汚泥除去の支払い

セプティックタンクの汚泥除去サービスの支払い状況を表 3.3.8 に示す。汚泥除去サービス料金の支払いを行っている世帯の割合は、IM4D から増加した。

表 3.3.8 セプティックタンクからの汚泥除去の支払い

Payment	2019		IM4D	
	No.	%	No.	%
Yes	114	26.4	269	14.4
No	317	73.4	1,466	78.6
No Response	1	0.2	130	7.0
Total	432	100.0	1,865	100.0

注: Payment Amount (2019)

Maximum: フィリピンペソ 10,000, Minimum: フィリピンペソ 500, Average: フィリピンペソ 3,818

出典: 調査団、IM4D

前述の会社へのヒアリングによると、基本料金は 7,000 フィリピンペソであるが、特に下水処理場のない小規模なホテルや店舗などの企業の場合は、収集量（およびアクセスのしやすさ）によって異なる。

3.3.4 汚泥処理施設

ダバオ市には既存の汚泥処理施設はない。したがって、DCID が USAID による資金を含めて汚泥の収集と汚泥処理施設の建設を含む汚泥管理計画の検討を行った。内容は、本報告書の 6.2 節に記載している。

3.3.5 ダバオ市の汚泥性状

USAID が支援した 2013 年の汚泥管理フィージビリティ調査の後、DCWD は、2015 年にダバオ市の 141 世帯からサンプル採取された実際の汚泥を分析して、汚泥処理プラントの設計基準を確認した。汚泥品質分析の対象のランガイを表 3.3.9 に示す。汚泥品質の結果を表 3.3.10 に示す。

表 3.3.9 汚泥品質分析のサンプル数および対象のバラングイ

Septage Collection Area	District	Barangay	(Sewerage Area)	Number of Samples
SCA 1	Poblacion	9-A	Area A	4
		Talomo	Bucana	Area A/B
		Ma-a	Area C	11
		Matina Aplaya	Area C	4
SCA 2	Talomo	Catalunan Grande	-	11
		Catalunan Pequeno	Area C	10
		Baliok	Area F	2
	Toril	Crossing Bayabas	Area F	7
	Tugbok	Sto. Nino	Area E	7
SCA 3	Agdao	Tomas Monteverde	Area A	6
		Ubalde	Area A	5
	Buhangin	Cabantian	Area B	12
		Buhangin Proper	Area B	1
		Pampanga	Area D	3
	Sasa	Area D	9	
SCA 4	Tugbok	Tacunan	Area E	3
	Calinan	Riverside	Area E	4
		Calinan Poblacion	-	23
		Dacudao	-	5
Total				144

出典: 汚泥性状報告書 (DCWD 2015)

表 3.3.10 DCWD による汚泥品質分析結果

Parameters	Unit	No. of samples	Mean	Estimate	
				Lower	Upper
pH		144	7	7	7
BOD5	mg/L	144	462	372	552
COD	mg O2/L	144	834	342	1,326
Ammonia Nitrogen	mg/L	142	160	140	181
Phosphorus as phosphate	mg/L	144	47	37	57
Oil & Grease	mg/L	141	6	3	9
TS	mg/L	144	4,602	3,029	6,174
TSS	mg/L	143	945	393	1,498
VS	mg/L	144	2,698	1,685	3,711
Total Coliform	MPN/100ml	144	>14,000,000	14,396,225	>14,000,000

出典: 汚泥性状報告書 (DCWD 2015)

3.3.6 雑排水の排出

HIS で確認された家庭からの雑排水の排出場所を表 3.3.11 に示す。ヒアリングした全世帯のうち、70%が道端の溝に排出すると回答した。公共水域への直接排出の比率が IM4D より増加した。

表 3.3.11 雑排水の排出場所

Discharge Point	2019		IM4D	
	No.	%	No.	%
Discharge to sewer pipe	25	4.8	316	15.7
Discharge to roadside ditch	365	70.5	780	38.7
Discharge to road	30	5.8	12	0.6
Infiltrate to ground	25	4.8	768	38.1
Discharge to public water body (river, sea, etc.)	56	10.8	62	3.1
I don't know	0	0.0	51	2.5
other	16	3.1	0	0.0
No response	1	0.2	25	1.2
Total	518	100.0	2,014	100.0

出典: 調査団

3.4 雨水排水網の整備状況・維持管理状況・整備計画

3.4.1 建設、運営、維持管理の体制

排水、整備、改善、維持に関連する関係機関は、1) 公共事業道路局 (DPWH) リージョン XI (全国規模の組織は付属資料 3.7 に示す)、2) ダバオ市、3) バランガイ、4) 民間の開発業者である。各機関へのヒアリングに基づいて、各機関の計画、予算、役割を表 3.4.1 にまとめた。

「クリーク」は開渠を意味し、「ドレイン」は比較的大規模で国道または市道の道路側の排水路、管、およびボックスカルバートを意味する。一方、「ディッチ」は、1) 違法開拓者の地域を含む混雑した地域のバランガイの道路および小さな路地の下または脇に位置し、および 2) 民間開発者による住宅団地の道路脇の排水路を意味する。一般に DPWH または市によって実施されているため、バランガイは、排水溝のある道路を建設する義務はなく、道路と排水路の維持管理のみが義務付けられている。(RA7160)

DPWH と市へのヒアリングによると、市の道路排水路の建設または改善工事の実施機関を決定における建設費の線引きはないとのことである。排水溝を除く街路のほぼすべての排水工事は DPWH が実施している。

表 3.4.1 関係機関によるダバオ市の排水溝工事の役割

Agency	Creeks, Pumping Stations	Drains	Ditches (in residential area)
DPWH (Region XI)	- Construction and Rehabilitation of major creeks - Construction and O&M of P/S	- Drains in national roads - Large scale construction/improvement of city road drains	(Construction of barangay road side drains: undertaken)
Davao City (CEO)	- Construction (minor creeks not in drainage master plan) - Maintenance including cleaning	- Construction, maintenance of drains in city roads - Maintenance and cleaning of all the main drains	(Construction of barangay road side drains: undertaken)
Barangays/residents	-	Cleaning of small-scale drains in city roads (depending on barangays)	- Construction in case of illegal residential areas and private roads - Maintenance and cleaning
Private Developer	-	-	Construction, rehabilitation, and maintenance in their own housing estate

出典: 調査団

3.4.2 排水システムの整備状況

(1) ポブラシオンとアグダオ地区における主な排水路およびカルバート

複数の排水路が、ポブラシオンとアグダオ地区の DPWH によって整備されている。(付属資料 3.8 の DPWH による排水マップを参照)。表 3.4.2 に、名称、種類 (開渠または暗渠)、および排出場所を示す。DPWH によると、1982 年の排水基本計画で提案されている主な排水路として、ロハス水路やアグダオ水路などの一部の排水路が世界銀行の融資で整備された。

表 3.4.2 ダバオ湾およびダバオ川へ排出される主な排水路およびカルバート

No.	Main Drainage Channels/Culverts	District	Type	Discharge to
1	Barangay Bucana Main Drain	Poblacion	RCPC-D36 x 2	Davao Gulf
2	Mabini Main Drain	Poblacion	Box culvert (2.0 x 2.0)	Davao Gulf
3	Roxas Creek	Poblacion	Open channel /Box culvert	Davao Gulf
4	Suazo Outfall	Poblacion	Box culvert (2.0 x 1.5)	Davao Gulf
5	Ponce-Gempesaw Creek	Poblacion	Open channel	Davao Gulf
6	Santa Ana Main Drain	Poblacion /Agdao	Box culvert	Davao Gulf
7	Agdao Creek	Poblacion /Agdao	Open channel	Dacudao Creek
8	Dacudao Creek	Agdao	Open channel	Davao Gulf
9	Gotamco Outfall	Agdao	RCPC-D60	Davao Gulf
10	Techno Trade Outfall	Agdao	RCPC-D48	Davao Gulf
11	Jerome Creek	Agdao	Open channel (4.22 x 2.0)	Davao Gulf
12	Quirino Main Drain	Poblacion	RCPC-D72 /Box culvert	Davao River
13	Gov. Generoso Main Drain	Poblacion	RCPC-D72 /Box culvert	Davao River
14	Anda Main Drain	Poblacion	RCPC-D72	Davao River
15	Bolton Main Drain	Poblacion	Box culvert (2.0 x 2.0)	Davao River

注: listed from southwest to northeast (Davao Gulf), from north to south (Davao River)

出典: 調査団

(2) DPWH による過去および継続中のプロジェクト

DPWH が実施した、および実施する排水プロジェクトを表にまとめた。各年のプロジェクト数を表 3.4.3 に示す。ポンプ場の設計容量はすべて 1 m³/s で、水頭は 7 m である。これは、雨水排水ポンプ場の規模が小さいことを意味する。

表 3.4.3 DPWH が実施した最近に完了、継続または計画された排水改善プロジェクト数

Year	Channel Improvement/ Drainage Construction	Pumping Station
2016	5	1
2017	11	0
2018	15	6
2019 (ongoing)	5	2
2020 (plan)	14	0

出典: DPWH プロジェクトリストに基づき調査団

DPWH による過去、進行中、および将来のプロジェクトの詳細なリストを付録 3.9 に示す。

2016 年度から 2018 年度の過去のプロジェクトの詳細なリストは、付録 3.9 の表 A3-9-1 に示す。金額は 2016 年（162 百万フィリピンペソ）から 2018 年（952 百万フィリピンペソ）に増加した。しかし、ポブラシオンとアグダオ地区の排水路改善工事は、基本的に排水路を修復、拡幅、被覆することであり、既存の排水路の不十分な勾配について改善されていない。建設されたポンプ場

は、クリークの河口や洪水が発生しやすい地域のゲートポンプ場として機能し、洪水を排水する。平地にある既存の排水路の勾配や下流のポンプ場の能力を増加させるような工事はない。したがって、十分な勾配のある内陸部と既存排水路がない地域を除き、これらの排水工事による効果は限定的である。しかしながら新設の大型ボックスカルバートの敷設も含まれており一定の効果は期待できる。

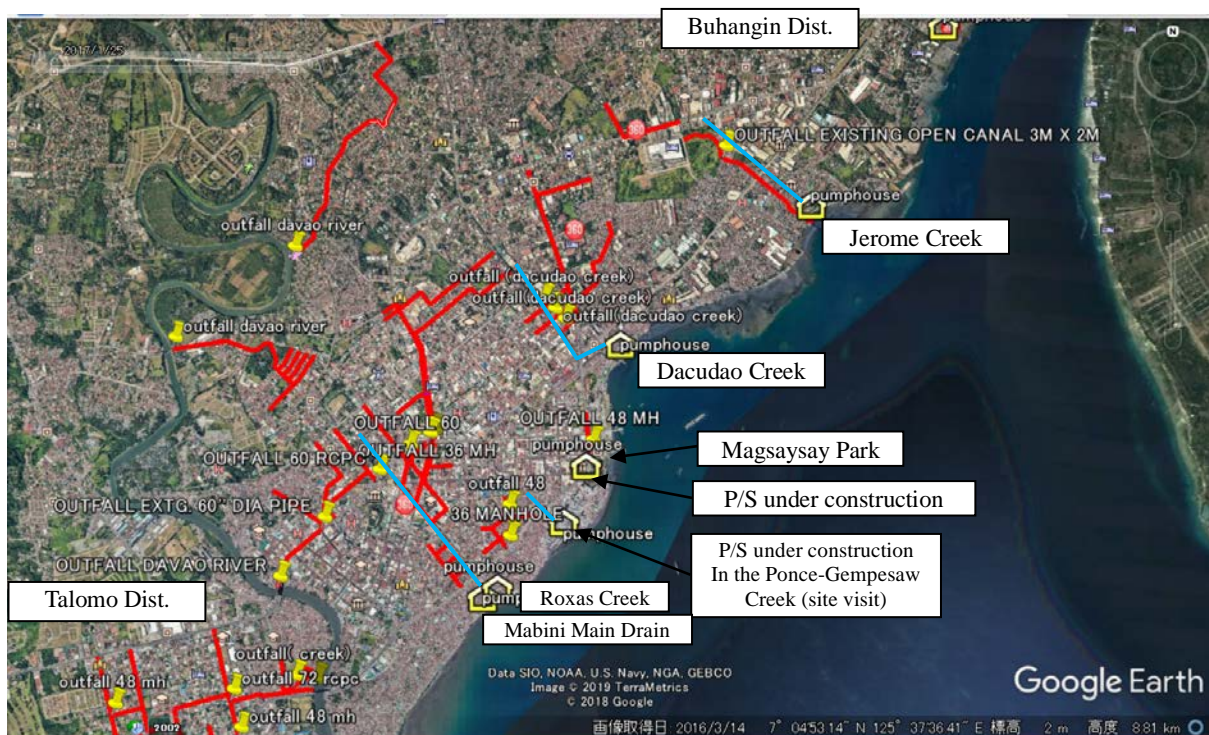
排水ポンプ場は、特に水路や主要排水管のダバオ湾への吐き口にある洪水が起こりやすい地域に建設されており、表 3.4.4 と図 3.4.1 に示す。

表 3.4.4 排水ポンプ場の建設（進行中）

Year	Pumping Station	District	Specification
2016	1) Near airport	Buhangin	N/A
2018	1) Mabini Outfall	ポブラシオン	1 m ³ /sec, H=7 m
	2) Roxas Creek	ポブラシオン	1 m ³ /sec, H=7 m
	3) Ponce-Gempesaw Outfall	ポブラシオン	1 m ³ /sec, H=7 m
	4) Agdao/Dacudao Creek	Agdao	1 m ³ /sec, H=7 m
	5) Jerome Creek	Agdao	1 m ³ /sec, H=7 m
	6) Mamay Creek	Buhangin	1 m ³ /sec, H=7 m
2019	1) Sasa Creek	Buhangin	1 m ³ /sec, H=7 m
	2) Beside Davao River	Buhangin	N/A

注: all pumping station on drainage channels are together with flood gates in river mouth

出典: DPWH データに基づき調査団



注: Red line: drains to be developed/improved, Yellow house: pumping station (P/S), Yellow pin: outfall to river/creeks/main drains, light blue line: creek (open channel)

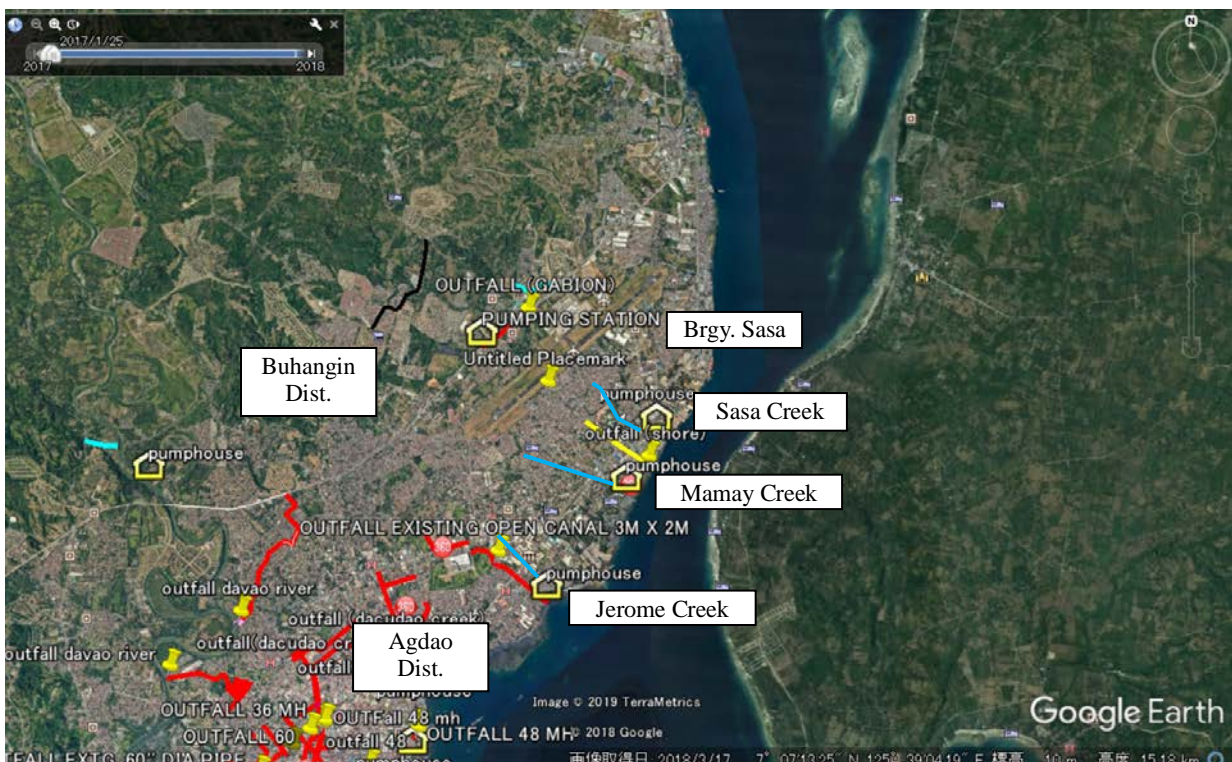
出典: Google Earth 上に DPWH データを示し調査団補足

図 3.4.1 ポブラシオンとアグダオ地区における排水整備改善プロジェクト



注: Red line: drains to be developed/improved, Yellow pin: outfall to river/creeks/main drains, light blue line: creek (open channel)
 出典: Google Earth 上に DPWH データを示し調査団補足

図 3.4.2 タロモ地区の排水整備改善プロジェクト



注: Red line: drains to be developed/improved, Yellow house: pumping station (P/S), Yellow pin: outfall to river/creeks/main drains, light blue line: creek (open channel)
 出典: Google Earth 上に DPWH データを示し調査団補足

図 3.4.3 ブハンギン地区の排水整備改善プロジェクト

(3) 市政府による過去および現在進行中の排水プロジェクト

市は小規模な排水工事改善プロジェクトを実施している。2014年度から2019年度までのプロジェクトのリストは、年間予算と補正予算の付属資料3.10に示されている。排水工事の年間予算と実施額を表3.4.5に示す。予算（特に実施された工事）は、DPWHによる排水工事の10%未満である。しかし、その額は毎年確実に増加しており、2019年に大幅に増加した。

表 3.4.5 市政府による排水工事予算

FY	Annual Budget (PHP)		Supplemental Budget (PHP)		Total (PHP)		Reference: Works by DPWH (PHP)
	Budget	Executed	Budget	Executed	Budget	Executed	
2014	10,040,000	10,005,726	1,000,000	996,937	11,040,000	11,002,663	-
2015	5,855,000	5,831,484	10,500,000	9,407,308	16,355,000	15,238,792	-
2016	3,850,000	3,835,013	20,950,000	11,990,910	24,800,000	15,825,923	162,390,000
2017	40,050,000	36,435,521	23,500,000	497,171	63,550,000	36,932,692	208,995,000
2018	76,164,153	78,640,920	10,250,000	149,842	86,414,153	78,790,762	951,640,000
2019	203,902,000	9,603,151			203,902,000	9,603,151	355,807,000
2020	-	-	-	-	-	-	396,200,000
2016-2019	323,966,153	128,514,605	54,700,000	12,637,923	378,666,153	141,152,528	1,678,832,000

出典: ダバオ市エンジニアリング局排水グループデータに基づき調査団

(4) 既存の排水システムの計画排水容量

海辺の斜面が不十分であるため、ダバオでは排水施設における長期の確立年を確保することは非常に困難であった。表3.4.6に示すように、「ダバオ市都市排水および洪水制御プロジェクト、暴風雨排水マスタープラン、1998年（排水基本計画1998）」が計画された。したがって、最近建設、改善された排水管の能力は、表3.4.6に示す確立年に基づいている。ただし、改善されていない古い排水路の大部分は、表に記載されているよりも容量が少ないと考えられる。

表 3.4.6 1998年基本計画における排水施設の確立年

Type of Waterway	Return Period
Main drain channel	25 years
Lateral drains	2 years

出典: IM4D based on Drainage M/P 1998

(5) DPWHによる排水整備計画

DPWHは排水施設の整備、改善を継続する予定だが、現時点で特定の排水路の名称、場所、および規模を含むような計画はない。今後の工事は、治水基本計画チームによるプロポーザルに組み込まれる。

DPWHは、国道の側溝などの新しい施設を建設する場合、表3.4.7に示す排水工事の設計ガイドラインに従う。国道の排水路の設計の完成年は、国道の路側溝では10年、カルバートでは25年である。

表 3.4.7 DPWH による排水システムの計画洪水頻度

5.7 Design Storm Frequency

The design of drainage structures considers estimates of the magnitude of floods based on frequency of occurrence. The selection of flood frequencies normally differ depending on the type of drainage structure or condition being considered.

The design storm frequencies considered desirable for use in the Philippines are provided in Table 5-3.

Table 5-3 Design Flood Frequency

DESIGN FLOOD FREQUENCIES (MINIMUM REQUIREMENTS) FOR ROAD								
Road Classification	Culverts		Roadside Ditches & Inlets		Median Ditches & Inlets		Curb Drop Inlets	
	Design Flood	Check Flood	Design Flood	Check Flood	Design Flood	Check Flood	Design Flood	Check Flood
Expressway	50 yr	100 yr	25 yr	50 yr	25 yr	50 yr	25 yr	50 yr
National Road	25 yr	50 yr	10 yr	25 yr	10 yr	25 yr	10 yr	25 yr
Other Roads	20 yr	50 yr	5 yr	10 yr	5 yr	10 yr	5 yr	10 yr

出典: DPWH Design Guideline

3.4.3 JICA によるダバオ市治水対策マスタープラン策定プロジェクト

(1) プロジェクトの範囲

この調査と並行し、治水対策マスタープランプロジェクトが JICA によって実施されている。プロジェクトの概要は下記の通りである。

プロジェクト名：ダバオ市の洪水調節と排水に関する基本計画とフィージビリティ調査（以下「治水基本計画」と呼ぶ）

プロジェクト期間：2018年11月から2020年10月

-ステージ1-ベースライン調査：2018年11月から2019年8月

-ステージ2-基本計画調査：2019年9月から2020年2月

-ステージ3-フィージビリティ調査：2020年3月から2020年10月

現地機関（C/P）：DPWH、ダバオ市政府

プロジェクトの主な内容：

- 1) ダバオ川、マティーナ川、タロモ川の洪水制御（フィージビリティ調査の優先プロジェクト：ダバオ川）
- 2) ポブラシオンとアグダオ地区を含むダウンタウンの排水改善のための分析と提案
- 3) 海辺の保護と満潮対策

プロジェクトチームと協力し、主に雨水排水部門の DPWH による進行中および将来のプロ

プロジェクトの現状を確認した。

(2) 排水施設一覧表

治水マスタープランチームは、対象地域の既存、継続中、および将来の排水施設を反映した排水施設一覧表を作成した。ポブラシオン北部とアグダオ東部を除くポブラシオンとアグダオ地区の一覧表は、合計約 131 km の排水施設の諸元（管種、管材、管延長、接続点の地盤高と想定深さ）とルート（平面画像）を含めて作成された。調査団が情報を整理して補足した画像を図 3.4.5 に示し、拡大図を付属資料 3.11 に示す。主な排水施設の種別と比率を表 3.4.8 に示す。施設の規模、図面および Google Earth をベースとしてマスタープランチームと DPWH から提供された。流量分析データは提供されていない。

表 3.4.8 ポブラシオンおよびアグダオの排水施設

Type of Main Drainage Facility			Total (km)
Open Channel	Box Culvert	Pipe Culvert	
22.8%	6.9%	70.3%	131.1

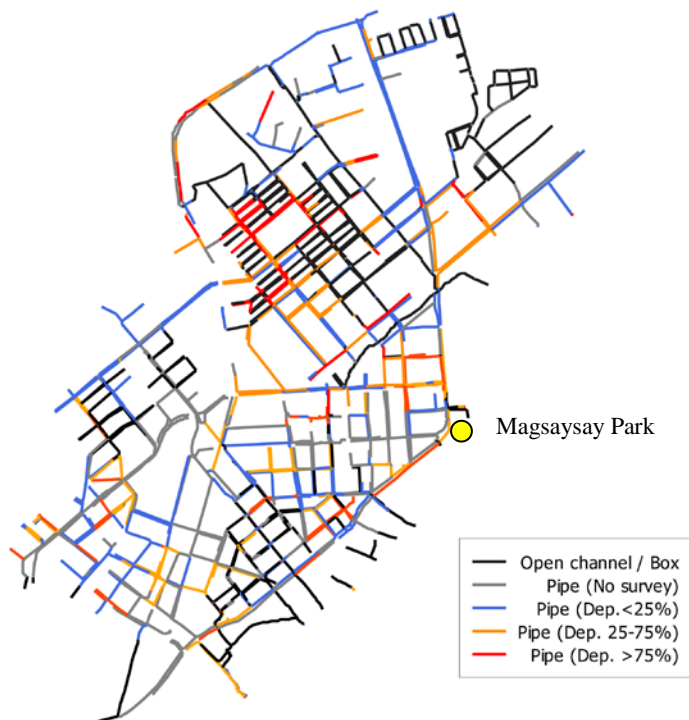
出典: JICA 治水対策マスタープランチームデータを調査団編集

一覧表データと現地調査に基づく既存の排水管の状態を表 3.4.9 と図 3.4.4 に示す。全排水施設のほぼ 70% で詰まりが見られる。道路脇の排水路は、主要施設よりも規模が小さく勾配が小さいため、目詰まりが多いと想定される。

表 3.4.9 ポブラシオンおよびアグダオにおける既存の排水管の詰まり状況

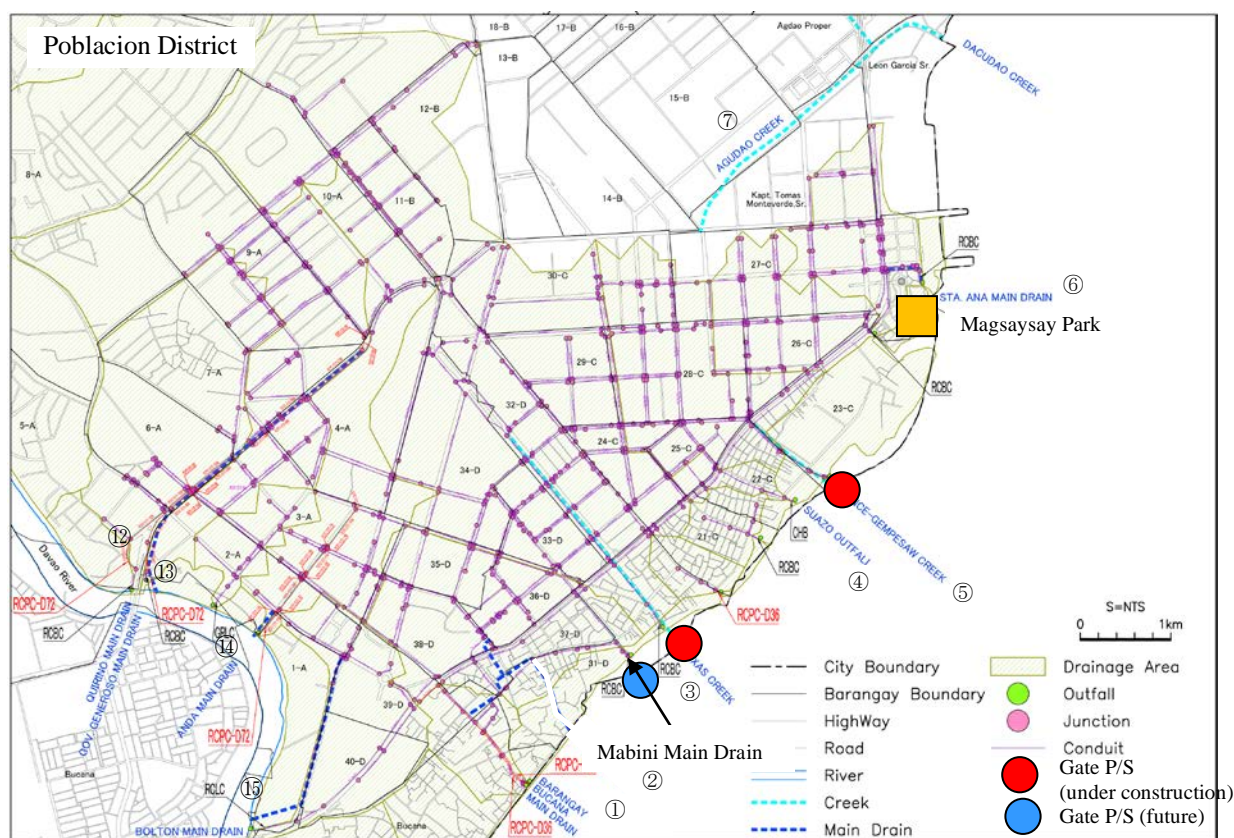
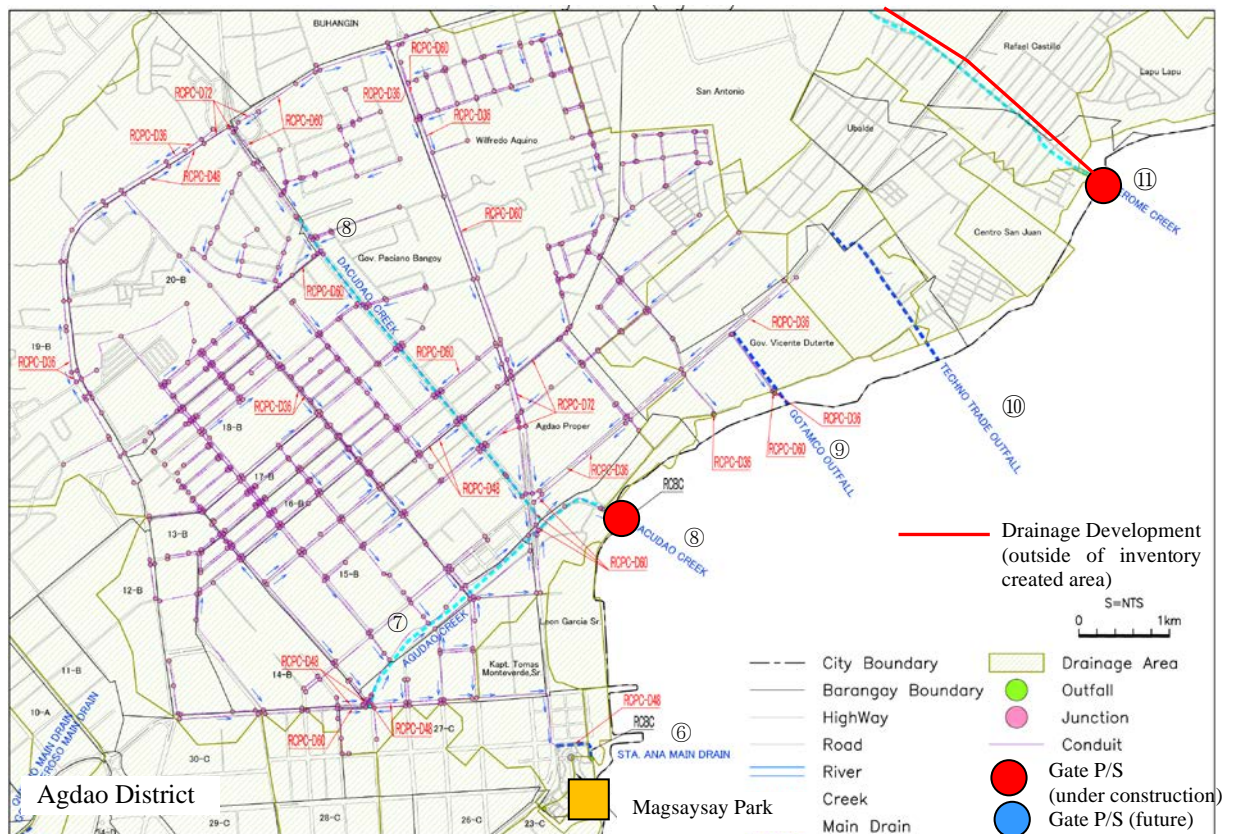
Clogging of Section	Less than 25%	25-75%	More than 75%	Total
Ratio of Drainage	33.1%	47.9%	19.0%	100%

出典: JICA 治水対策マスタープランチームデータを調査団編集



出典: JICA 治水対策マスタープランチーム

図 3.4.4 ポブラシオンおよびアグダオにおける既存の排水管の詰まり状況



注: ①: Main Drain ナンバーと名称は表 3.4.2 参照。

Categorizations of Creek is "Main Drainage" and Main Drain is "Sub-main Drainage" in Flood Control M/P.

出典: 調査団、治水マスタープランチームによるインベントリー

図 3.4.5 A 地域の排水施設一覧表 (ポブラシオンおよびアグダオ地区)

(3) 治水基本計画チームによる暫定排水改善計画

提案の内容は検討中であり治水マスタープランチームによって作成されている。排水改善の暫定的な概要は下記の通りである。

- a) 開渠、基幹排水路、および側方排水路の清掃を含む維持管理（最も簡易かつ効果的な手段として最優先事項とする）
- b) 浸水が発生しやすい地域の側溝および貯蔵施設の改善
- c) 海辺の洪水が発生しやすい地域：水路の出口で満潮とポンプ場を停止するためのゲートを建設する（可能性のみ）
- d) 内陸の洪水が発生しやすい地域における水路改修、バイパス水路の建設、貯水池の建設による、幹線排水路の25年確率規模への増強

例 1) 容量が不十分なジェローム水路に併設する追加のカルバート

例 2) 能力不足であるロハス水路およびアグダオ水路に併設する追加の水路、水路沿いの道路下に貯水池

治水マスタープランチームは、水路沿いの場所を除き、雨水管の整備を提案しない。道路側溝の更新は提案しない一方、洪水の主な原因は、1) 排水路の詰まり、2) 水路および基幹排水路の下流および底部の堆積、3) 地盤状況、であるため、排水路の清掃についても提案する。排水能力の分析において、治水マスタープランチームは汚水量については考慮していない。

3.5 廃棄物処分場の状況と計画

(1) 既存のニューカルメン埋立処分場

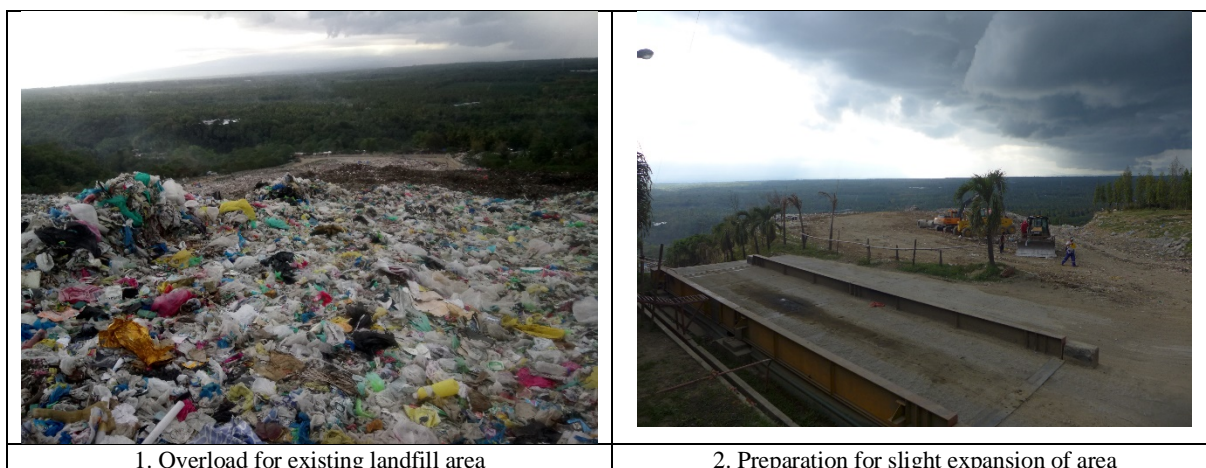
本報告書の第6章で詳述する下水処理施設においては、汚泥が毎日発生する。汚泥は、ダバオ市が運営する衛生埋立処分場に輸送する必要がある。汚泥を受け入れる埋立地が存在すること、また埋立地に十分な能力があることが、プロジェクトの実行可能性に影響する。したがって、本調査では、埋立地の現況を確認した。

ダバオ市には埋立処分場が1つしか存在しない。既存のニューカルメン埋立処分場は、タグボック地区の balan-gai・ニューカルメンに位置する（図 3.5.1 参照）。ポブラシオン地区と市内中心部からは約 15 km 離れている。施設の概要を表 3.5.1 に示す。元の面積は 3.8 ha であったが、西側に繰り返し拡張され、11 ha に達した。

表 3.5.1 既存ニューカルメン埋立処分場の概要

Item	Description
Total land area	11 ha
Area of original cell (dumping area)	38,077 m ² (=3.8 ha)
Depth of cell	60 m
Capacity	4.28 million m ³ (2018)
Operation	December 2010 to present

出典: CENRO 資料に基づき調査団



1. Overload for existing landfill area

2. Preparation for slight expansion of area

写真：既存のニューカルメン埋立処分場の状況

ダバオ市環境天然資源局（CENRO）は新しい埋立地の候補地を見つけるため、約 20 の用地について検討を行なったが、埋立地に適する場所はなかった。したがって、この埋立地は継続的に使用され、埋立の高さを拡大および増加することにより、耐用年数が延長されている。CENRO によれば、この埋立地は 2019 年時点でほぼ完全に固形廃棄物で埋まっている。

埋立地の現在の寿命は、2019 年の中頃から約 1 年である。ただし、新しい埋立地は、土地収用に必要な期間（6 か月）と、用地調査、設計、整備（計 2 年）、を考慮すると、2 年以上は必要である。

したがって、CENRO による新しい用地取得と整備は、将来のセプティックタンク汚泥処理場および下水処理場から発生する汚泥の輸送を確保するために、重要かつ緊急の問題である。

参考までに、2011 年から 2016 年までの推定固形廃棄物発生量と将来の発生予測を表 3.5.2 に示す。下水処理場からの汚泥発生量は乾燥汚泥で約 30 m³/日（固形廃棄物全体の 3%から 5%）である。

表 3.5.2 固形廃棄物発生量

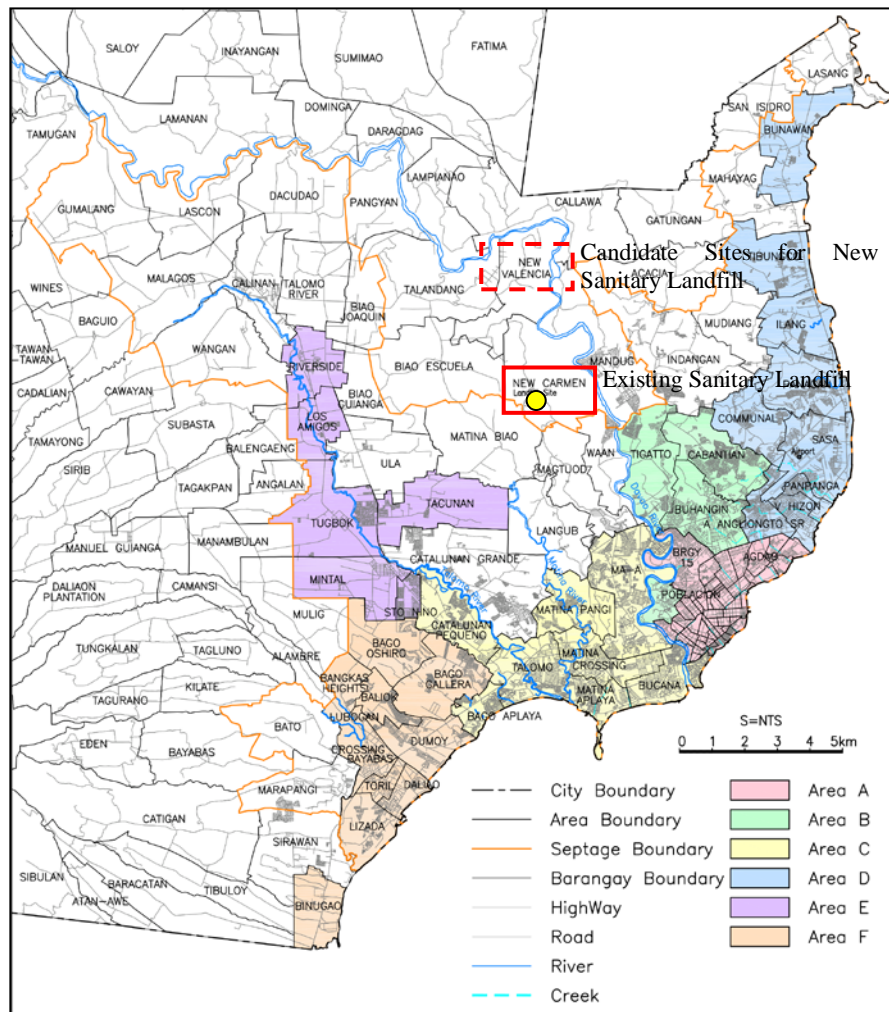
Year	Estimated						Projection	
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2020	2025
Generated Waste (ton/day)	418	413	443	428	604	639	931	1,165

出典: IM4D を基に調査団

(2) 廃棄物発電 (WTE) プロジェクト

廃棄物発電 (WTE) 技術の導入に関して、2018 年 3 月 20 日にフィリピン政府と日本政府の間で、25 億フィリピンペソの助成金に関する文書が交わされ署名された。この無償資金協力により、ダバオ市は 3~4 年（2022 年以降）において、フィリピンで最初の WTE 施設を運営することとなる。現在、WTE プロジェクトの JICA 技術協力チームがダバオ市を支援している。

約 9 ヘクタールの WTE 用地が市によって優先的に調査され、土地取得が進行中である。



出典: 調査団

図 3.5.1 ニューカルメン廃棄物処分場位置

(3) 新埋立処分場

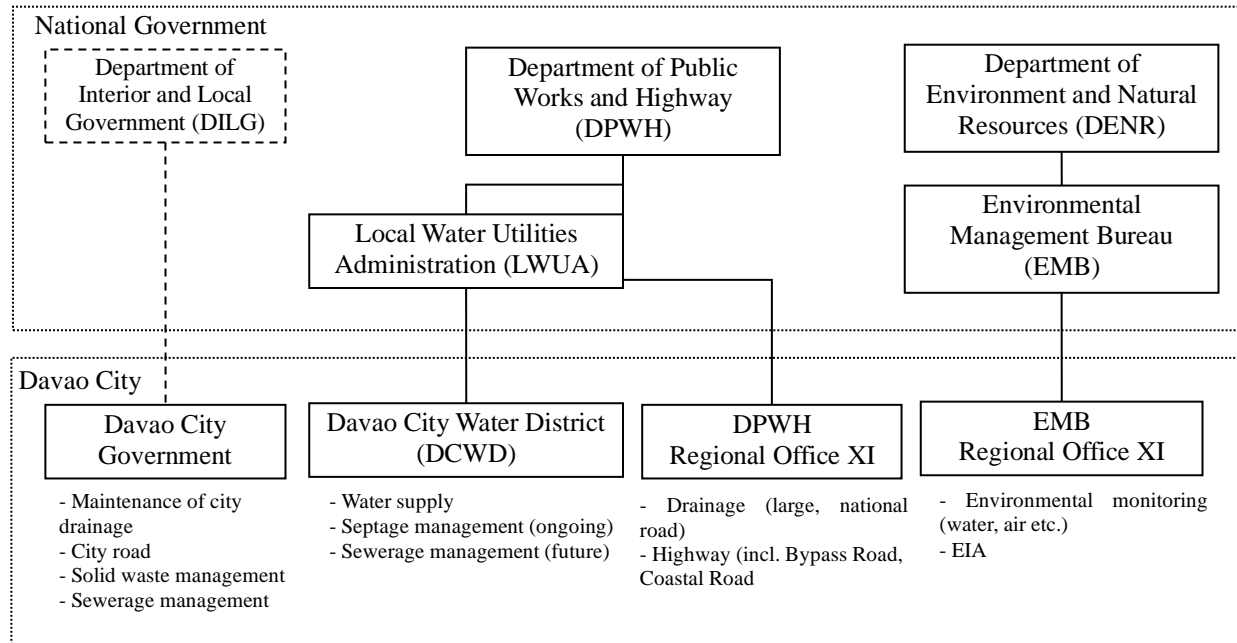
CENRO は、新埋立処分場に関して下記情報を明らかにした。

- バランガイ・ニューカルメンに隣接するバランガイ・ニューバレンシアで 2 箇所の候補地が見つかった (図 3.5.1 のバランガイ位置参照)。面積は約 19 ヘクタールと 10 ヘクタールであり、両地ともに私有地である。
- 用地取得予算は、2019 年の当初予算の 1 億フィリピンペソのうち、約 6 千万フィリピンペソである。残りの 4 千万フィリピンペソは、WTE 用地の購入に使用される。
- CENRO は、2019 年内に土地収用を行うため、埋立は WTE (2022 年) よりも早く完成する。土地購入後、フィージビリティ調査、基本設計 (1 年)、建設 (1 年) が続く。
- 可能な限り固形廃棄物は WTE に輸送し焼却処分され、埋立量が削減される。下水処理場の汚泥は WTE からの灰と共に新しい埋立地に輸送される。

従って、新埋立地の整備においては、バイオソリッド (乾燥汚泥) を受け入れる場所が確保される。

3.6 フィリピンとダバオ市における水セクター関連組織

図 3.6.1 に中央政府およびダバオ市の水セクター関連組織を示す。これら組織の主要業務所掌を表 3.6.1 に示す。



出典: 調査団

図 3.6.1 水セクター関連組織 (フィリピン国、ダバオ市)

表 3.6.1 水・衛生セクター関連組織と役割

Organization	Comments/Main Tasks
National government in Metro Manila	
Department of Public Works and Highway (DPWH)	- Management of national roads - Management of overall flood control and drainage
Local Water Utilities Administration (LWUA)	- Subsidiary organization of DPWH for water supply and sanitation works in local cities - Monitoring of water supply and sanitation works by water districts
Department of Environment and Natural Resources (DENR)	- Establishment of legal framework regarding environmental management
Environmental Management Bureau (EMB)	- Preparation of plan and environmental criteria regarding water, air, and soil
Local agencies in Davao City	
Davao City Government	- Overall development plan for infrastructure in Davao City (e.g. IM4Davao) - Approval of infrastructure projects to commence (e.g. septage management program by DCWD) - Water supply in rural area outside of DCWD service area (around 40% of the city area) - Small scale maintenance and cleaning of drains belonging to the city (e.g. drains beside city roads) - Solid waste management (collection of non-recyclable wastes, construction and operation of landfill site) - Sewerage management - Issuance of city ordinance for facilities (e.g. installation of septic tanks in buildings)
Barangays	- Area wise administration works in the city - Self-cleaning of small drains in the barangay - Solid waste management (collection and intermediate treatment of recyclable and biodegradable wastes)
Davao City Water District (DCWD)	- Development and management of the water supply system including tariff

	collection (service area is around 60% of city area) - Septage management program (ongoing plan) - Management of the sewerage system in future (roles to be discussed with city)
DPWH Regional Office XI	- Development and maintenance of the drainage system (channels and pumping stations, drains beside national road) - Development of the drainage system in city roads based on requests by the city and observance of the drainage master plan - Development and maintenance of highways (incl. Bypass Road, Davao City Coastal Road (DCCR))
EMB Regional Office XI	- Environmental monitoring (water, air, soil etc.) for water bodies such as river and sea water qualities, discharge from industries - Approval of EIA in construction works
Private companies	- Collection and dumping of septage based on request by citizens (current) (sanitation related companies) - Installation of septic tanks in houses (septic tank companies) - Treatment of wastewater generated in large scale buildings with basic septic tanks (shopping malls, industries etc.)

出典: 調査団

3.7 DCWD の組織・財務・上水供給状況

3.7.1 組織

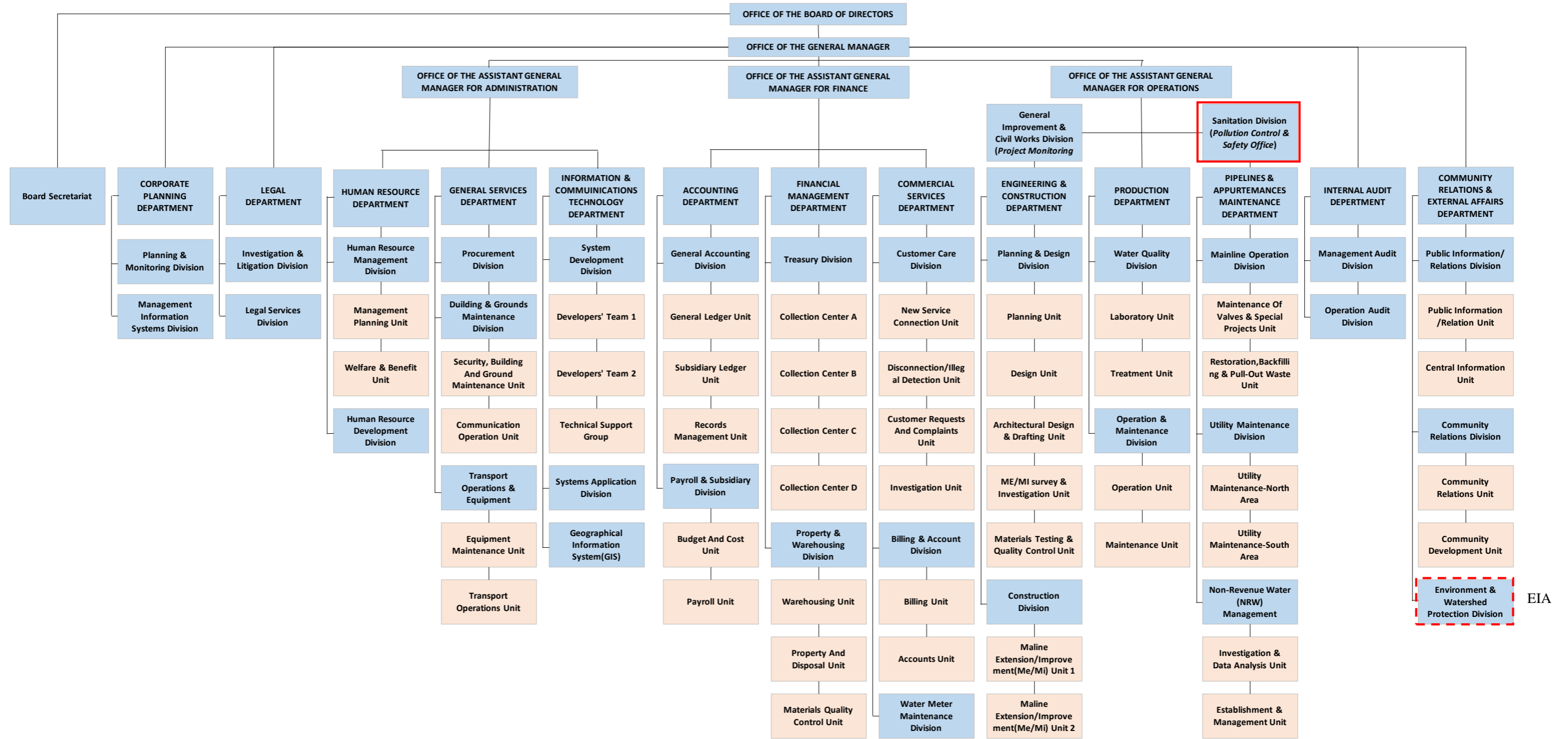
ダバオ市水区 (DCWD) は、大統領令第 198 号 (1973 年州水道公社法) に基づき、準公社または準政府機関として市決議第 1283 号 (付属資料 3.12 を参照) において 1974 年に創設された。DCWD は下記の目的で設立された。

- 1) 地区境界内の居住者および地域のための家庭用、産業用、地方自治体、および農業用の給水および配水システムの用地取得、設置、改善、維持、および運用。
- 2) 下水収集、処理、および廃棄施設の提供、維持、および運用。
- 3) 必要に応じたまたはその目的に即した、地区内での水資源の開発、利用、および廃棄に伴う運用の実施。

DCWD の組織構造を図 3.7.1 に示す。「衛生部」は、2018 年に業務統括部長室の下に新たに設立された。この部門は、公害防止安全局とも呼ばれ汚水処理を担当する。衛生部はプロジェクトの今後の実施のために汚泥管理プログラムの計画を更新している。下水道プロジェクトが開始されると、同じ部門で施設の運用と保守プロジェクトを担当する。

各部門のスタッフ数を、付属資料 3.13 (1) に示す。2019 年 7 月 5 日現在の DCWD のスタッフの総数は 1,181 人で、衛生部門は 13 人である。

表 3.7.1 は、DCWD の環境社会配慮 (ESC) に関する関連部門と活動をまとめたものである。



出典: DCWD

図 3.7.1 DCWD 組織体制

表 3.7.1 関連部門および活動

Division	Office/Department	Activities		
		EIA	Monitoring	Grievance Redress
Sanitation Division	Office of the Assistant General Manager for Operations		√*	√**
Pubic Information Relation Division	Community Relations and External Affairs Department			√***
Environmental and Watershed Protection Division		√		√****

Note: * Water and Environmental Quality, ** Grievance on sanitation matter, ***Grievance on general matter, ****Grievance on Environment and Watershed

出典: Result of Hearing with DCWD

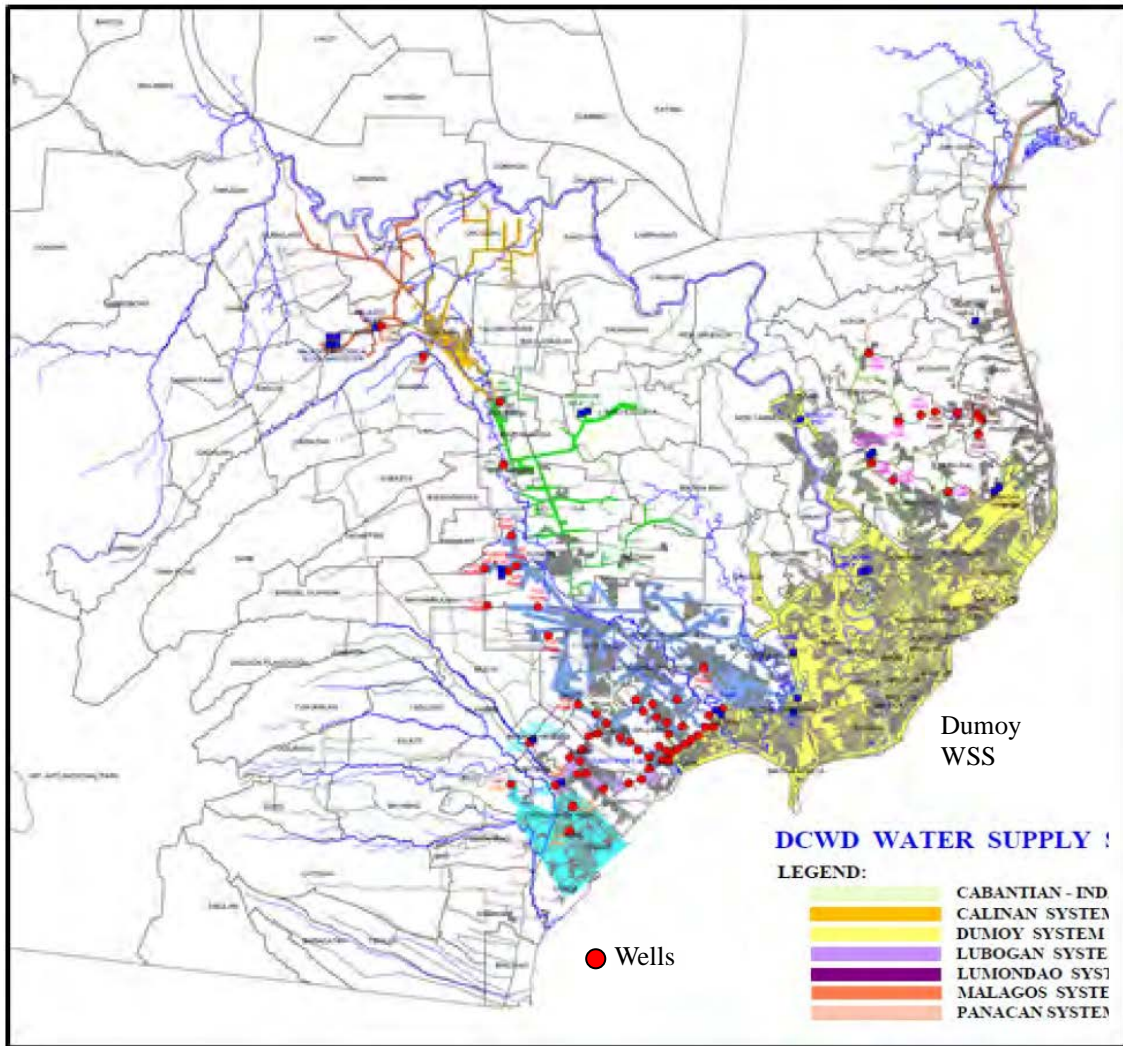
3.7.2 上水供給状況

1) 上水供給システム (WSS)

DCWD は、図 3.7.2 に示すように、54 の生産井、19 のブースターポンプ、23 の塩素消毒施設、2 つの沈殿池、4 つの低速砂ろ過施設を維持管理している。これらの施設は、9 つの独立した水システム（完全な水源）に設置または構築されている。8 つの運用システムにおいて、水中ポンプまたは垂直タービンポンプのいずれかを備えた掘り抜き井戸から地下水が供給され、総水量の 99% を占めており、地表水からの供給は 1%のみである（マラゴスシステム）。8 つのシステムのうち、デュモイシステムは 36 の井戸を備えた最大のシステムである。デュモイブースターポンプの分配システムを図 3.7.3 に示す。

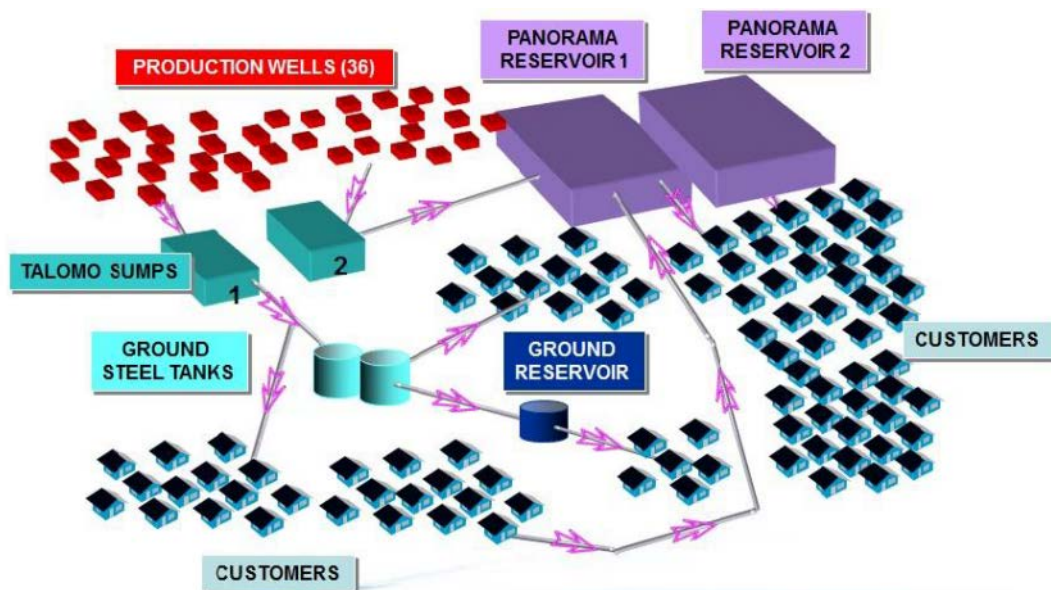
デュモイ上水供給システム (WSS) (ライン 2 : 生産井 20-38) は、下水道開発地域 A (優先地域) のポブラシオンおよびアグダオ地区に供給している。一方、ライン 1 は、デュモイバランガイが位置するタロモ地区地域に供給している。

表 3.7.2 に DCWD の水システムの水生産量を示し、表 3.7.3 に WSS の給水施設を示す。



出典: IM4D

図 3.7.2 DCWD 上水供給システム



出典: Septage Management F/S

図 3.7.3 ブースターポンプの配水システム

表 3.7.2 上水給水システムの DCWD 水生産量 (2007-2012)

Water System	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Dumoy	59,264,414	58,908,288	60,468,788	64,858,169	66,946,280	67,235,140
Panacan	2,531,967	2,723,978	2,856,609	3,045,523	3,511,067	3,427,603
Tugbok	7,547,207	7,755,363	7,648,058	7,797,186	8,026,960	8,656,969
Malagos	595,324	665,220	623,083	755,149	692,111	696,628
Calinan-Riverside	2,343,042	2,521,905	2,387,346	2,451,467	2,560,316	2,290,918
Cabantian	1,216,882	1,875,288	2,194,130	2,669,249	2,907,355	3,271,380
Toril	2,160,067	2,359,770	2,308,177	2,299,670	2,617,177	3,203,882
Lomondao	2,057	814	2,803	2,307	63	-
Lubogan	2,196,259	2,395,567	2,741,054	3,277,348	2,964,078	2,642,795
Dacoville	-	-	145,132	-	-	-
Tibungco (WfL)	-	-	-	-	-	4,697
Total	77,857,219	79,206,193	81,375,179	87,156,068	90,225,407	91,430,012

出典: Septage Management F/S 2013

表 3.7.3 上水供給システムの施設(WSS)

No.	Name of WSS	Production Well	Booster P/S	Chlorinating Facility	Reservoir	SSF
1	デュモイ WSS	37	6	4	10	
2	Tugbok WSS	9	-	9	3	
3	Panacan WSS	4	-	4	1	
4	Cabantian WSS	5	-	5	2	
5	Lubogan WSS	3	-	3	1	
6	Toril WSS	2	-	2	1	
7	Calinan WSS	1	-	2	1	
8	Riverside WSS	1	-	2	2	
9	Malagos WSS	-	-	1	-	1
10	Tibungco	1	-	1	1	
11	Total	67	6	32	22	1

出典: IM4D based on DCWD

2) DCWD のサービス分析結果

表 3.7.4 に、2012～2016 年の DCWD のサービス分析結果を示す。

総水生産量は毎年増加している。DCWD データに基づく、2017 年と 2018 年のデータはそれぞれ 306,159 と 302,614 m³/日であり、2017 年と 2018 年の従量制（課金）水消費量はそれぞれ 208,218 と 219,581 m³/日であった。

無収水（NRW）比率は毎年増加しており、約 30%である。DCWD の財務データによると、2017 年と 2018 年の比率はそれぞれ 32.0%と 27.4%であった。

この調査では、下水道エリアの接続数に関する最新のデータを、カテゴリおよび水消費量とともに、財務分析のために取得した（第 8 章を参照）。第 3 章で述べたように、2019 年 7 月現在、スタッフ数は 1,181 人である。

表 3.7.4 Service Profile of DCWD in 2012–2016

Item/ Year		2012	2013	2014	2015	2016
City Population		1,542,542	1,579,036	1,616,393	1,648,531	1,686,432
	Served by DCWD	No. (%)	924,775 60.0	953,500 60.4	981,135 60.7	1,013,005 61.4
Barangays in Davao City (no.)						182
Served by DCWD						110
Service Connections (no.)	Residential	162,334	173,948	178,560	182,698	188,613
	Commercial/Industrial	21,785	15,810	16,977	19,211	20,473
	Others (Government)	569	677	689	691	711
	Total	184,688	190,435	196,226	202,600	209,797
Water 出典 s (no.)	Deep Wells	54	57	57	60	62
	Springs	1	1	1	1	1
Water Production Volume (1,000 m ³ /day)	Deep Wells	247.9	253.6	262.7	273.5	289.2
	Springs	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3
	Total	249.8	255.6	264.8	275.7	291.5
Metered Water Consumption (1000 m ³ /day)		187.9	188.7	188.3	193.7	201.7
Non-revenue Water (%)		25.0	26.2	28.9	29.8	30.8
Total No. of Staff		1,072	1,083	1,034	1,067	1,083

出典: IM4D

デュモイ WSS (ライン 2) のアグダオおよびポブラシオン地区および DCWD サービス区域全体の水生産量を表 3.7.5.に示す。

表 3.7.5 Water Production for Agdao and ポブラシオン Districts, and Entire Service Area

Water Supply System	Annual Water Production (m ³ /year)				
	2014	2015	2016	2017	2018
デュモイ Line 2	30,474,034	31,020,676	29,535,093	32,806,772	31,485,437
Entire DCWD	96,655,246	100,636,204	106,707,620	111,747,969	110,454,046

出典: DCWD

3) ダバオ市バルク給水プロジェクト

ダバオ市上水プロジェクトは、DCWD と Apo Agua Infrastructure Inc. (AAII) のジョイント・ベンチャーを通じて実施されている進行中のプロジェクトである。AAII は、Aboitiz Equity (AVE) と JV Angeles Construction Corporation (JVACC) の合弁会社である。DCWD と AAII の間のジョイント・ベンチャー契約 (JVA) は、2015 年 3 月 17 日に署名され、2015 年 7 月 13 日に発効した。本プロジェクトは 2 つの部分で構成されている。パート A のコンポーネントは、AAII が整備コストとして 100 億フィリピンペソを提供し、取水口、原水送水ライン、水処理プラント処理水供給施設が含まれる。パート B のコンポーネントは、DCWD が 20 億フィリピンペソの開発コストを提供し、本管、貯蔵施設、管付属設備が含まれる。

プロジェクトの目的は下記の通りである。

- 水源はタムガン川とする。
- ダバオの地下水源の長期的な安全を保護する。
- 地下水の使用量の削減により電力を節約する。
- パナカンとカバンティアン WSS の水質を改善する。

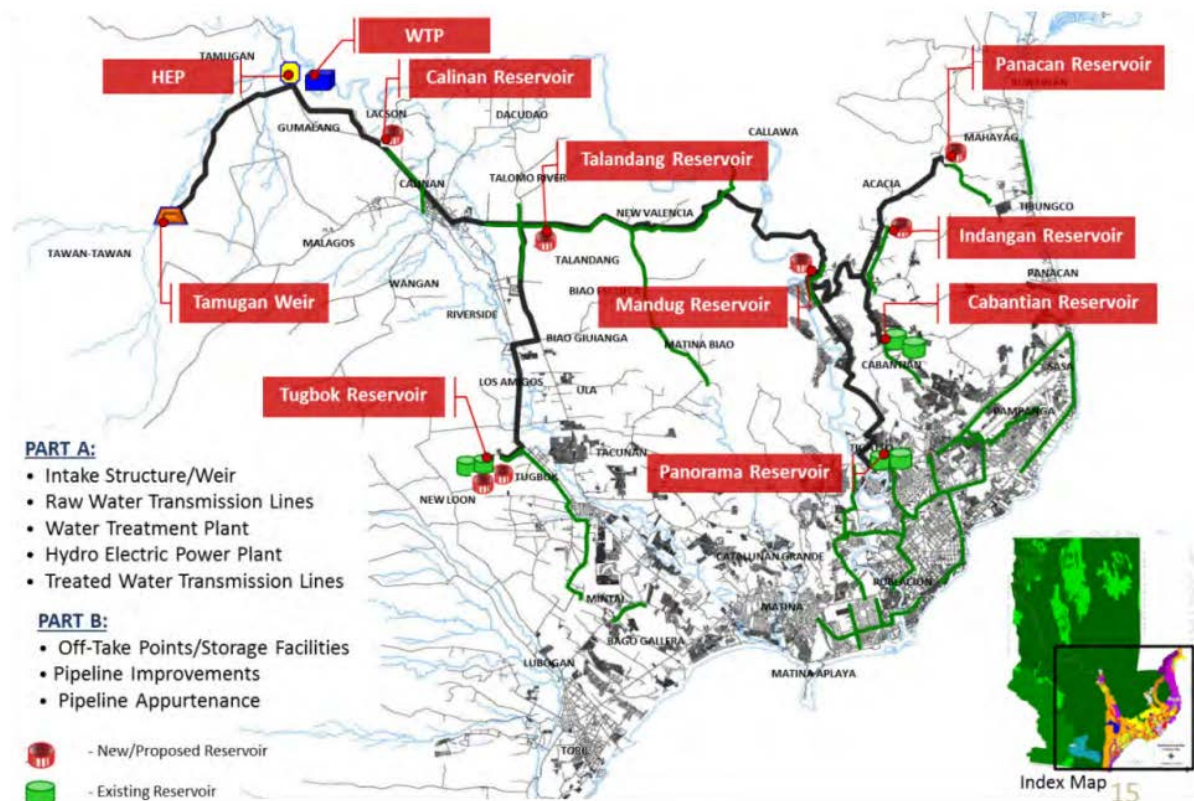
-182 のバラングイのうち 114 に給水する。

-1,000,000 人以上の人々に利益をもたらす。

-既存の消費者の水圧と水量を改善する。

2021 年前半にダバオ市のバルク給水プロジェクトが完了すると（計画）、300,000 m³ の追加生産量がバルク水によって供給される。

新しい処理プラントと以下の新しい水道管（黒色）は、AAII が所有し維持管理を行う。新工場で生産される大量の水は DCWD が購入する。古い配水管は水損失のリスクがあるため、DCWD は潜在的な水漏れを減らすために管（下の緑の線）を修復する。



注: black line: new pipes of AAII, green line: improved pipeline of DCWD

出典: IM4D

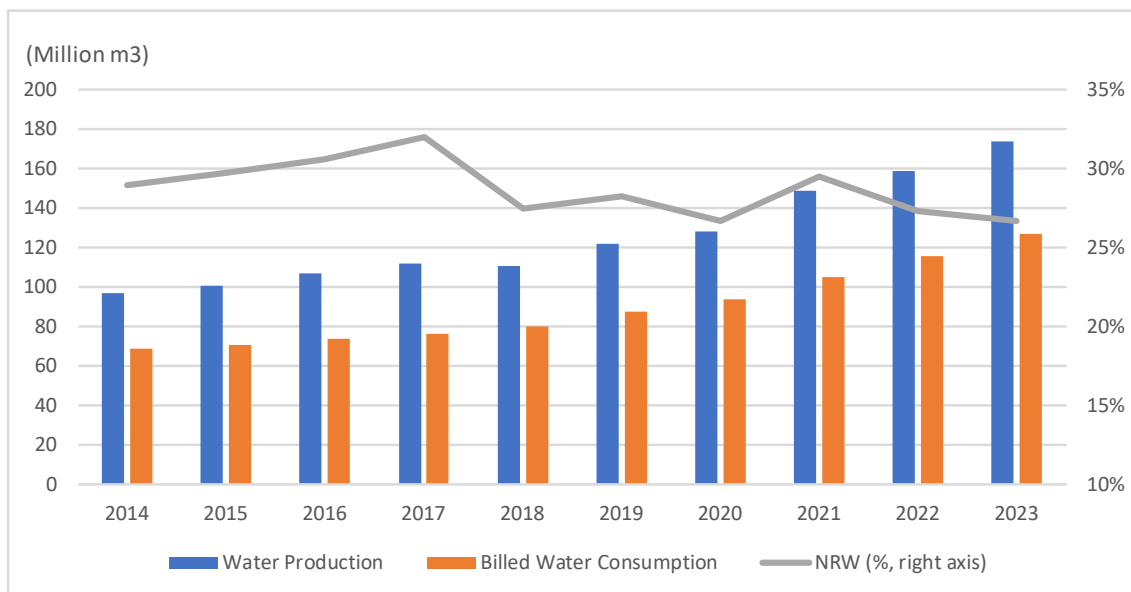
図 3.7.4 ダバオ市表流水供給プロジェクト

3.7.3 DCWD の財務状況

(1) 水生産量、収入水量、無収入水率

比国最大の水道区である DCWD は、2018 年 12 月時点で 223,530 のサービス接続数（アクティブ）を有し、サービス接続人口は 1,117,650 と推定される¹。図 3.7.5 は 2014 年から 2023 年の DCWD における水生産量、収入水量、無収水率を示す。

¹ 2018 年 DCWD 財務報告書



注: 2019 data based on approved 2019 Plans, Programs and Budget (PPB); 2020 data based on proposed PPB, 2021 – 2023 data based on Mid-term Development Plan projections.

出典: DCWD データに基づき調査団

図 3.7.5 DCWD における水生産量、収入水量、無収水率

(2) 損益計算書

損益計算書および財務指標（表 3.7.6）が示す通り、DCWD は政府補助金などを受取っておらず、自らの収入で運営を実施している。営業比率（operating ratio）は 1 以上であり、収入が運営支出を補うに十分であることを示唆する。しかし、収入の増加幅より運営支出の増加幅が大きいため、営業比率は年々低下している。立米あたり水収入(revenue/water production)は PHP 22 (2018 年時点)、立米あたり運営コスト(OPEX/billed water consumption)は PHP 21 である。この差（マージン）は無収水率を減らし水生産コストを下げることで増加する。この点、DCWD が Apo Agua Infrastructure Inc. (AAII)から向こう 30 年間、バルク水（300 百万リットル/日）を購入し配水するジョイント・ベンチャー・アグリーメントを 2015 年に締結したことから、水生産コストは今後低下することが期待される²。2018 年にグラウンド・ブレイキングが実施され、運営は 2021 年に開始予定である。DCWD とのインタビューによると、バルク水の買取単価は 12.25 PHP/m³ (VAT 除く)と、現在の生産コスト 20 PHP/m³ より大きく低下する。

² DCWD financial report 2018

表 3.7.6 DCWD 損益計算書および財務指標 (CY2015—CY2019)

	CY 2015 (Audited)	CY 2016 (Audited)	CY 2017 (Audited)	CY 2018 (Audited)	CY 2019 (Approved)
Income Statement					
Revenue	2,023	2,170	2,283	2,439	2,648
Business Income	1,992	2,123	2,232	2,378	2,583
Other Income	31	47	52	61	65
Gain/Loss on FOREX	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Operating Expenses	-1,168	-1,389	-1,452	-1,705	-2,175
Personal Service	-395	-425	-471	-459	-663
Maintenance & Operating Expenses	-747	-924	-964	-1,227	-1,433
Financial Expenses	-26	-39	-17	-20	-80
Net Profit/(Loss) Before income tax	854	781	831	734	473
Income Tax(exempted)	0	0	0	0	0
Net Profit/(Loss)After Income Tax	854	781	831	734	473
Subsidies	0	0	0	0	0
Net Profit and Subsidies	854	781	831	734	473
Indicator					
Water Production (million m3)	101	107	112	110	122
Billed Water Consumption (million m3)	71	74	76	80	87
Non Revenue Water	30%	31%	32%	27%	28%
Operating Ratio	1.73	1.56	1.57	1.43	1.22
Revenue/Water production (peso/m3)	20	20	20	22	22
OPEX/Water Production (peso/m3)	12	13	13	15	18
OPEX/Billed Water Consumption (peso/m3)	17	19	19	21	25

出典：DCWD データに基づき調査団

(3) 貸借対照表および債務状況

表 3.7.7 は DCWD の貸借対照表である。流動比率 (Current ratio) が高く、流動負債を返済するに十分な資金流動性があることを示している。また低い長期負債比率 (long-term liability ratio) から、DCWD がビジネスを実施する上で負債への依存度が低いことが分かる。DCWD が現在保有する長期ローンを表 3.7.8 に示す。2018 年時点での長期債務残高は PHP 1,785.6 百万であり、直近で最大の借入である“Tamugan Surface Water Development”は前述の Apo Agua とのジョイント・ベンチャー事業のための投資費である。

表 3.7.7 DCWD 貸借対照表 (CY2015—CY2019)

	CY 2015 (Audited)	CY 2016 (Audited)	CY 2017 (Audited)	CY 2018 (Audited)	CY 2019 (Approved)
Balance Sheet					
Assets	5,002	6,156	7,700	9,682	10,430
Current Assets	695	838	987	930	1,136
Cash	336	495	556	398	652
Receivables	165	156	164	176	212
Inventories	161	157	161	260	163
Prepayments	32	30	106	96	109
Non-Current Assets	4,307	5,317	6,713	8,752	9,293
Investments/Restricted Fund	2,081	2,317	2,837	3,552	3,947
Property, Plant and Equipment	1,269	1,494	1,718	3,550	2,313
Construction in Progress	933	1,481	2,133	1,649	3,011
Other Assets	24	25	25	0	22
Liabilities	638	1,016	1,765	2,040	2,466
Current Liabilities	143	176	315	282	297
Payable Accounts	42	45	51	76	62
Inter-Agency Payables	25	28	32	24	42
Other Liability Accounts	76	71	198	154	166
Current Portion of Long Term Debt	0	32	34	27	27
Long Term Liabilities	496	839	1,451	1,758	2,170
Loans Payable-Domestic	496	839	1,451	1,758	2,170
Equity (Government equity)	4,363	5,140	5,935	7,642	7,963
Donated Capital	51	51	51	51	51
Restricted Capital	65	128	193	320	362
Retained Earnings	4,248	4,961	5,691	6,367	7,551
Revaluation Surplus	0	0	0	904	0
Total Liability + Equity	5,002	6,156	7,700	9,682	10,430
Indicator					
Current Ratio	4.87	4.75	3.14	3.30	3.83
Long-term Liability /Total Assets	0.10	0.14	0.19	0.18	0.21
ROE	20%	16%	15%	11%	6%
ROA	17%	14%	12%	8%	5%

出典：DCWD データに基づき調査団

表 3.7.8 DCWD 長期ローン借入状況

Lender	Project	Loan Balance		Principle repayment	Year of maturity	Terms & Conditions
		Million PHP				
		Original	2018	2018		
PNB	Comprehensive Mainline Replacement Program	100	25.3	11.1	2020	10 yrs, 9% p.a.(float.)
PNB	Calinan Riverside Water Supply System Expansion	90	54.8	9.8	2024	10 yrs, 9% p.a.(float.)
PNB	Tigatto – Mandug Expansion	70	39.5	6.5	2024	10 yrs, 9% p.a.(float.)
DBP*1	DCWD Mid-Rise Building Construction	600	571.2	0	2036	20 yrs, g.p 5 years, 4.25% p.a.(float.)
DBP*1	Tamugan Surface Water Development	2,000	1,094.8	0	2036	20 yrs, g.p 5 years, 4.25% p.a.(float.)
	Total	-	1,785.6	27.4		

*1: In disbursing period

出典：DCWD

(4) 上水道料金および下水道料金設定

1) 現在の水道料金水準

現在の水道料金（2016年より有効）を表 3.7.9 に示す。（詳細は Appendix 3.13 (2) に記載）。家庭用料金がファクター・レート 1、商業/工業用料金は家庭用料金の 2 倍（ファクター・レート 2）に設定されている。商業/工業用料金には飲食サービス、宿泊サービス、娯楽活動、農業、林業、漁業などが含まれる³。同様の料金テーブルが商業 A、B、C、バルク/ホールセール カテゴリとして設定され、異なるファクター・レートが適用される。料金設定初期にはカテゴリは存在せず、2013 年に商業/工業料金および商業 A 料金が設定された。また 2016 年に商業 B、C カテゴリが導入された。

表 3.7.9 水道料金表

RESIDENTIAL / GOVERNMENT (2018)							COMMERCIAL / INDUSTRIAL						
FACTOR RATE	SIZE	MINIMUM CHARGE	COMMODITY CHARGE				FACTOR RATE	SIZE	MINIMUM CHARGE	COMMODITY CHARGE			
			0-10 cu.m.	11-20 cu.m.	21-30 cu.m.	31-40 cu.m.				above 40 cu.m.	0-10 cu.m.	11-20 cu.m.	21-30 cu.m.
1	3/8"	54.9	14.4	18.6	24.7	36	2	3/8"	109.8	28.8	37.2	49.4	72
1	1/2"	137.3	14.4	18.6	24.7	36	2	1/2"	274.6	28.8	37.2	49.4	72
1	3/4"	219.65	14.4	18.6	24.7	36	2	3/4"	439.3	28.8	37.2	49.4	72
1	1"	439.3	14.4	18.6	24.7	36	2	1"	878.6	28.8	37.2	49.4	72
1	1 1/2"	1,098.40	14.4	18.6	24.7	36	2	1 1/2"	2,196.80	28.8	37.2	49.4	72
1	2"	2,746.00	14.4	18.6	24.7	36	2	2"	5,492.00	28.8	37.2	49.4	72
1	3"	4,942.80	14.4	18.6	24.7	36	2	3"	9,885.60	28.8	37.2	49.4	72
1	4"	9,885.60	14.4	18.6	24.7	36	2	4"	19,771.20	28.8	37.2	49.4	72
1	6"	16,476.00	14.4	18.6	24.7	36	2	6"	32,952.00	28.8	37.2	49.4	72
1	8"	26,361.60	14.4	18.6	24.7	36	2	8"	52,723.20	28.8	37.2	49.4	72
1	10"	37,894.60	14.4	18.6	24.7	36	2	10"	75,789.60	28.8	37.2	49.4	72
COMMERCIAL A							COMMERCIAL B						
FACTOR RATE	Subject activities (partial list)						FACTOR RATE	Subject activities (partial list)					
1.75	e.g.) Wholesale, warehousing, financial service, legal and accounting, engineering activities, scientific research, office administration, private medical clinics, tour activities, advertising						1.5	e.g.) maintenance and repair of motor vehicles, postal, publishing, telecommunication, consultancy, hair dressing					
COMMERCIAL C							BULK / WHOLESALE						
FACTOR RATE	Subject activities						FACTOR RATE	Subject activities					
1.25	renting of residential properties whose owners assume payment of water using one central meter						3	private water collection, treatment and supply					

出典: DCWD

2) 下水道料金への支払可能額および支払意志額

a) 平均月収

LWUA による評議員会決議（Board of Trustees Resolution）No. 2/2016 II は、低所得グループ（Low-Income Group: LIG）を全所得層の下位 30%と定めている。フィリピン地域統計局によると、ダバオ地域の 2015 年における LIG 月収（加重平均）は PHP 9,383 であった（表 3.7.10）。ダバオ地域の収入は全国平均と比較し高い年平均成長率を見せているが、本調査では 2019 年のダバオ地域の数値を推測する際に、保守的にみて全国の平均成長率 4.4%を適用した。ダバオ地域の 2019 年 LIG 月収は PHP11,154 と推測された。

³ Sunstar Davao Nov. 8, 2012 “DCWD classifies service connections”.
<https://www.pressreader.com/philippines/sunstar-davao/20121108/page/11>

表 3.7.10 ダバオ地域および全国における全所得層、低所得層の平均月収（加重平均）（PHP）

Year	Davao Region		Philippines	
	Average	LIG	Average	LIG
2009	13,833	4,472	17,167	5,167
2012	16,417	7,058	19,583	7,475
2015	20,583	9,383	22,250	9,250
Average yearly increase	6.8%	13.1%	4.4%	10.2%
2019 (estimated)	24,464	11,154	-	-

出典: Philippine Statistics Authority⁴に基づき調査団

同推計値（PHP 11,154/月）は、2019年6月にダバオ市にて実施された家計調査（Household Interview Survey: HIS）で算出されたLIGの月収であるPHP 9,015より高い。また、DCWDへのヒアリングによると、LIGの月収はPHP 10,000程度（表 3.7.11）との言及があり、ちょうど上記2数値（PHP 11,154とPHP 9,015）の間であった。

表 3.7.11 ダバオ市における全所得層、低所得層の平均月収（加重平均）（PHP）

Year	Davao City	
	Average	LIG
2017 (HIS in IM4D)	14,666	5,009
2019 (HIS in this Survey)	21,474	9,015
2019 (Interview to DCWD)	-	10,000

出典: 調査団

b) 支払可能額

● 基本料金の上限設定にかかる LWUA ガイドライン

LWUA 評議員決議 No.59, series 2017 は上水および下水サービスの合計基本料金（0～10 立米/月の水消費への一律課金）が LIG 月収の 5%を上回ってはならないと規定する。上述 a)より、LIG 月収を PHP10,000 とすると上下水合計の基本料金上限は PHP500（5%*10,000）となる。表 3.7.9 より上水の基本料金(1/2")は PHP137.3 であることから、下水の基本料金は PHP362.7（500-137.3）以下とする必要がある。もし LIG の所得レベルが変わらない段階で DCWD が上水の基本料金を値上げした場合は、下水の基本料金は PHP 362.7 より低く設定する必要がある。LWUA ガイドラインは、最初の 10 立米の消費に対する基本料金にのみ上限を設定しており、もし低所得層がそれ以上の水を消費した場合、同層の支払可能額を考慮した料金設定ガイドラインは不在であることを注記する。

● 支払可能額（ATP）の推定

本調査では JICA ガイドライン⁵を基に、世帯あたりの可処分所得の 2%を下水サービスへの支払可能額として推定した。可処分所得は、家計調査の各所得グループに、比国の所得税率⁶を適用し算出している。結果、ダバオ市の可処分所得（加重平均）は PHP18,149/月/世帯、立米あたり ATP は PHP15.1⁷と推定される。月当たり水消費量は 24 m³/世帯⁸と仮定している。

⁴ Family Income and Expenditure Survey (FIES) <https://psa.gov.ph/content/family-income-and-expenditure-survey-fies-0>

⁵ IRR calculation manual (2017)より

⁶ 比国は累進課税を適用(0% - 35%)。出典: KPMG Philippine Income Tax (2019)

⁷ 18,149*2% / 24 m³ = 15.1

⁸ 200 litre/人 *4 人(IM4D より平均家庭人数) *30 日=24 m³

c) 支払意思額 (WTP) の推定

表 3.7.12 は、本調査および IM4D で集計した下水道サービスへの支払意思額 (WTP) を示す。PHP100/月が大多数と、IM4D 実施時より率が上昇しており、同時に「支払わない」と回答した率は低下している。表 3.7.13 は調査結果を基に算出した WTP を示す。

表 3.7.12 下水道サービスへの支払意思額調査結果

Monthly Fee (PHP)	Willingness to Pay (PHP)			
	2019		IM4D	
	Nos.	%	Nos.	%
>600	0	0.0	21	1.0
501-600	0	0.0	13	0.6
401-500	26	5.0	11	0.5
301-400	3	0.6	40	2.0
201-300	20	3.9	245	12.1
101-200	63	12.2	420	20.8
1-100	343	66.2	793	39.2
None	56	10.8	481	23.8
No response	7	1.4	0	0.0
Total	518	100.0	2024	100.0

出典: IM4D に基づき調査団

表 3.7.13 下水サービスへの推定支払意思額 (PHP/立米)

Year	WTP	WTP/m ³
2017 (HIS in IM4D)	101	4.2
2019 (HIS in this Survey)	113	4.7

出典: 調査団

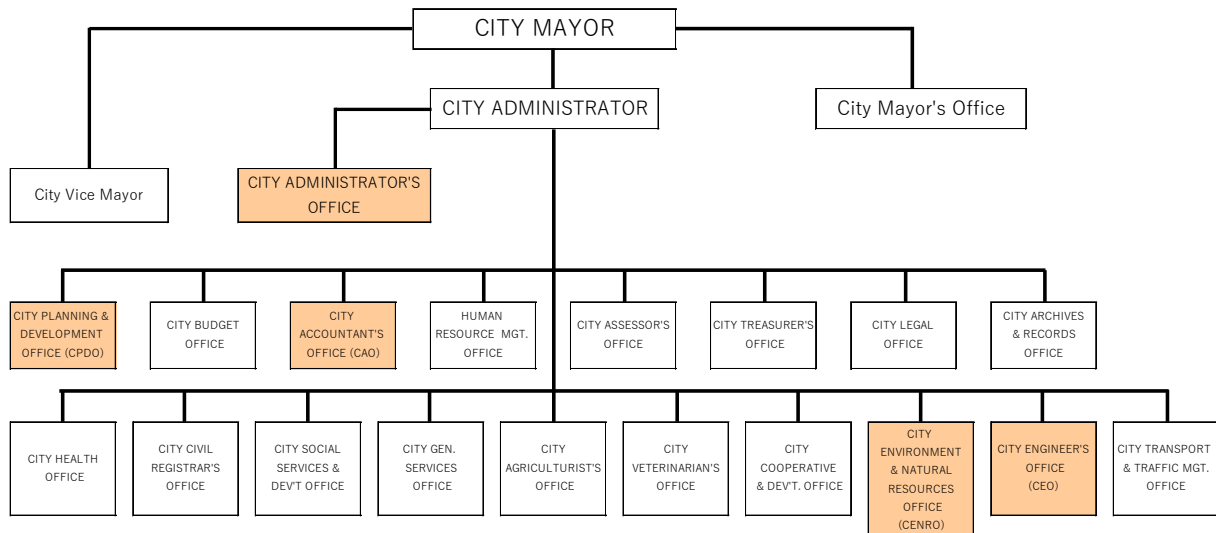
月間水消費量を 24 m³/世帯⁹と仮定すると、支払意思額は 4.7 PHP/m³ (113/24 = 4.7)と推定される。これは、前述の支払可能額 (ATP) より大幅に低い値である。調査回答者には、新たなインフラ料金が導入される可能性がある場合に低い支払意思額を表明するインセンティブが働くことは通例である。よって、下水処理の必要性に関する住民への啓発活動を実施することが、市および DCWD に期待される。

3.8 ダバオ市政府の組織と財政状況

3.8.1 組織

図 3.8.1 に、ダバオ市政府の一般的な組織構造を示す。詳細な構造は、付属資料 3.13 (3) に示す。

⁹ 200 litre/人*4人(IM4Dより平均家庭人数)*30日=24 m³



出典: 調査団 based on the organization chart by Davao City Government

図 3.8.1 ダバオ市政府の一般的な組織図

表 3.8.1 に、ダバオ市政府の上下水道部門の関係部門の主要な役割を示す。現在、セプティックタンクからの汚泥の収集は、住宅所有者の要求に基づいて民間部門によって行われている。市衛生局（CHO）と CENRO は、汚泥管理に関与していない。

表 3.8.1 下水道整備に関するダバオ市政府の主要事務所 t

Office/Department	Major Area of Responsibility/Concern
City Administrator's Office	Assistant City Administrator (for administration) as a top counterpart of this study belongs in the office
City Planning and Development Office (CPDO)	- Overall planning including climate change adaptation - Once future development plan is drafted from each office (e.g. future landfill site by CENRO), it shall be approved by CPDO. - "Interim Office of the City Architect" which is in charge of future design of parks belongs to this office.
City Engineer's Office (CEO)	- Construction, maintenance, water re 出典 s, building, Electrical Engineering - Drainage Section which is in charge of maintenance and cleaning of drainage belongs to "Maintenance Division".
City Health Office (CHO)	- General monitoring of medical data and social hygiene
City Environment & Natural Resources Office (CENRO)	- Parks, greening, watershed, solid waste, pollution - Related on particularly dumping of biosolids from wastewater treatment plant
City Accountant's Office (CAO)	- Accounting, financial management - Preparation of financial report, development fund

出典: 調査団

環境および社会的配慮に関する CENRO の組織と役割の詳細は、付属資料 3.13 (4) に記載する。

3.8.2 ダバオ市の財務状況

(1) 歳出入状況

市の歳入は地方財源（税およびサービス収入）と国庫からの地方交付金（Internal Revenue Allotment : IRA）に大別される。市の歳入は 2018 年度に PHP8,682 百万と、前年度の PHP7,183 百万から 21% 上昇している¹⁰。これは改訂した地方歳入法（Local Government Code 2017）に

¹⁰ 比国会計年度は 1 月から 12 月とカレンダー年と同じ

基づく財政改革を実施した影響による。歳入/歳出比率 (revenue/expense) は 1 を大きく上回り、歳出を十分上回る歳入を得ていることが分かる。同財政改革により、地方財源の割合が増加し、2018 年度の市全体歳入の 48% を占める (前年度は 42%)。

表 3.8.2 ダバオ市歳出入状況 (CY2014—CY2018)

	CY 2014 (Audited)	CY 2015 (Audited)	CY 2016 (Audited)	CY 2017 (Audited)	CY 2018 (Audited)
Income Statement					
Revenue	5,272	5,799	6,284	7,183	8,682
Tax Revenue	4,752	5,285	5,745	6,560	7,560
Local Tax Revenue	1,824	1,954	2,117	2,384	3,086
Individual and Corporation	46	49	54	59	64
Property	527	472	536	569	819
Goods and Services	1,181	1,347	1,457	1,662	2,090
Others	0	0	3	1	4
Fines and Penalties	70	86	68	93	108
Share from National Tax	2,928	3,330	3,627	4,176	4,474
Share from IRA	2,919	3,330	3,623	4,167	4,474
Others	10	0	4	9	0
Service and Business Income	520	514	540	624	1,122
Current Operating Expenses	-4,380	-4,651	-4,924	-5,403	-6,589
Personal Services	-1,049	-1,135	-1,265	-1,343	-1,315
Maintenance and Other Operating Expenses	-3,011	-3,257	-3,322	-3,697	-4,769
Non-Cash Expenses	-246	-212	-290	-330	-479
Financial Expense	-75	-47	-46	-33	-25
Surplus/(Deficit) from Current Operations	892	1,148	1,360	1,780	2,093
add: Subsidy	28	1	5	4	0
deduct: Subsidy and Transfer	-97	-131	-88	-69	-158
Surplus/(Deficit) for the period	823	1,018	1,277	1,715	1,936
Indicator					
Operating Ratio (Revenue/Expense)	1.20	1.25	1.28	1.33	1.32
Local Revenue Source/Total revenue	44%	43%	42%	42%	48%

出典：ダバオ市データに基づき調査団

(2) 貸借対照表および債務状況

ダバオ市の貸借対照表 (下表) では、流動比率が 1 を大きく超え、短期債務を支払うに十分な手元資金があることが分かる。また長期債務比率が低く、長期ローンに対する返済能力も有することを示している。

表 3.8.3 ダバオ市貸借対照表 (CY2014—CY2018)

	CY 2014 (Audited)	CY 2015 (Audited)	CY 2016 (Audited)	CY 2017 (Audited)	CY 2018 (Audited)
Balance Sheet					
Assets	4,441	5,389	7,372	10,207	13,005
Current Assets	1,994	2,923	3,721	5,344	6,434
Cash&Cash Equivalent	1,422	1,971	2,447	3,850	5,973
Others (Receivables & Inventories)	572	951	1,274	1,494	462
Non-Current Assets	2,447	2,467	3,651	4,863	6,571
Property, Plant and Equipment	2,443	2,463	3,647	4,859	6,567
Others	4	4	4	4	4
Liabilities	2,006	2,106	2,671	2,666	2,595
Current Liabilities	1,090	1,287	1,209	1,248	2,014
Financial Liabilities	914	1,044	1,014	1,149	1,859
Others	175	244	195	99	155
Long Term Liabilities	917	819	1,462	1,419	582
Financial Liabilities	746	537	681	469	260
Deferred Credits/Uearned Income	160	270	773	939	288
Other Payables	11	13	8	10	34
Equity	2,434	3,283	4,701	7,540	10,410
Government Equity	2,434	3,283	4,701	7,540	10,410
Total Liability+ Equity	4,441	5,389	7,372	10,207	13,005
Indicator					
Current Ratio (current assets/current liabilities)	1.83	2.27	3.08	4.28	3.20
Long Term Liabilities /Total Assets	0.21	0.15	0.20	0.14	0.04

出典：ダバオ市データに基づき調査団

下表の通り、2018年時点で、ダバオ市の長期債務残高は PHP 469.3 百万、借入先はフィリピン土地銀行 (LDP) である。

表 3.8.4 ダバオ市長期ローン借入状況

Lender	Project	Loan Balance		Debt service	Year of maturity	Terms & Conditions
		Million PHP				
		Original	2018	2018		
LBP	Rehabilitation of Magtuod, New Carmen Road Section	22.9	0	2.4	2018	Fully paid pack in 2018
LBP	Various infrastructure projects	643	68.8	72.3	2019	10 yrs, 5.00% p.a.(float.)
LBP	Road Improvement and Maintenance project	437	66.7	48.2	2020	10 yrs, 4.00% p.a.(float.)
LBP	Acquisition and development of relocation/resettlement sites for the city shelter program	39	6.8	4.2	2020	10 yds, 4.75% plan (float.)
LBP	Solid Waste Management project	600	327.0	108.9	2022	7 yrs, 6.30% p.a.(float.)
Total		-	469.3	236.0		

出典：ダバオ市

LGU は歳入の 20% 以内に年間デット・サービス (元利返済) 額を抑えるよう、借入上限が定められている¹¹。市の 2018 年度のデット・サービス額は 236 百万ペソと、歳入の 2.7% に限られ、借入余力があると判断される。しかしながら、市の予算局へのインタビューによると、現在の市行政において借入行為は好ましくないと考えられていることが分かった。

¹¹ IM4D Part II Ch19-5

(3) 開発基金

地方自治法 1991 年（セクション 287）は、LGU が IRA（地方交付金）の 20%以上を開発案件に割当てする旨規定している(20% development fund)。表 3.8.5 が示す通りダバオ市は IRA の約 40%を開発基金に充て、内 50%はインフラ案件への投資に拠出されている（2018 年度）。同じく 2018 年に、PHP 12 百万が水セクターに割当てられているが、これは DCWD のサービス範囲外への上水供給プロジェクトである。

市の予算局によると、下水整備事業を市（LGU）の予算で実施する場合は、開発基金の予算下に計上される。また、DCWD が下水事業を運営し、LGU が運営補助金を DCWD に拠出する方針となれば（前例はない¹²⁾、同補助金も開発基金予算下に計上される。

表 3.8.5 ダバオ市開発基金拠出先内訳

(unit: Million PHP)

Program	CY 2015	CY 2016	CY 2017	CY 2018	CY 2019
Total Non-infrastructure fund (I)	1,354	764	961	879	615
1) Debt Servicing Program	50	497	321	152	228
2) Social Development	84	90	260	209	171
3) Economic Development	82	74	108	109	83
4) Development Administration	88	87	150	309	71
5) Environmental Development Program	600	16	122	100	62
Total Infrastructure fund (II)	431	423	560	877	685
1) Road Development Program	248	256	175	313	396
2) Building and Other Structure	150	126	207	337	50
3) Drainage Program	21	24	94	142	204
4) Electrification Program	1	2	2	0	1
5) Water System Program	11	12	74	12	29
6) Bridge Program	0	4	8	74	5
Total Annual Development Fund (I+II)	1,785	1,187	1,521	1,756	1,301

出典：ダバオ市

(4) 予算承認プロセス

市の予算（開発基金含む）は表 3.8.6 のプロセスにより承認される。

¹²⁾ JICA Study Team confirmed though it never happened, there is no regulation which restricts operation subsidy from City to DCWD

表 3.8.6 予算承認プロセス

Activity	Indicative Schedule	Responsible Officials
Issue the Budget Call	Mid-June	Local Chief Executive (i.e. City Mayor)
↓		
Conduct Budget Forum	Mid-June	LCE & Local Financial Committee* Department Heads
↓		
Prepare and Submit Budget Proposals	Mid-July	Department Heads
↓		
Conduct Budget Hearing	Mid-August	LCE & LFC
↓		
Prepare Executive Budget & Budget Message	Late September	LCE & LFC
↓		
Submit Executive Budget to the Sanggunian (City Council)	Early October	LCE
↓		
Approved by City Council	December	City Council
↓		
Approved Budget Implementation	January (start of fiscal year)	

*Local Financial Committee is composed of Department of Administration (Chair), Budget, Treasury, Accounting and City Planning

出典：調査団

予算案が市評議会において承認されると、市は同案を中央政府（DBM:予算管理局）に提出する。DBMは予算案をレビューするものの、通常において市の予算方針に介入することはない。

3.9 衛生セクターの現状に関する課題

(5) その他の高度都市化市（HUC）に共通する一般的な課題

2016年現在の下水道および汚水処理施設の整備状況とフィリピン全土の主要都市での整備目標を表3.9.1に示す。サブセクション3.3.1で述べたように、ダバオにはセプティックタンク以外に処理施設はない。

表 3.9.1 2016年現在の下水道および汚水処理施設の整備状況と整備目標

Area	Sewerage Facility (%)	Sludge Treatment Facility (%)	Development Target
Eastern area of Metro Manila	18.5	96.0	Manila Water Company shall achieve 100% development by 2037 under the concession contract.
Western area of Metro Manila	13.6	49.7	Maynilad Water Services shall achieve 100% development by 2037 under the concession contract.
Regional main cities in Philippine (17 highly urbanized cities (HUCs))	Less than 0.1	4.0%	Sewerage shall be developed at 100% by 2020 with NSSMP scheme. (In the Philippine development plan 2017, the plan is to develop simple sanitary facilities to 100% by 2022.)

出典: Data Collection Survey for Formulating Development Policy of Water and Sewerage System in the Philippines (Phase 2)

フィリピンの主要地方都市における下水および汚水管理に関する問題を表 3.9.2 に示す。表に記載のように、ダバオ市の状況を課題ごとに確認した。サブセクション 3.7.3 および 3.8.2 で述べたように、ダバオ市は市と WD の財政状態に関しては良好であるが、人口の急速な増加によるインフラ開発の需要の増加により、衛生部門の予算は制限されている（輸送、固形廃棄物、給水など）。

表 3.9.2 フィリピンの主な都市部の下水道、汚泥処理に関する課題

Aspects to be considered	General Problems in Regional Main Cities	Case in Davao
Development	• Difficult site acquisition due to land price increase and construction urban area (limited open land)	True
	• Hard to construct sewer pipe because of narrow roads and chronic traffic congestion	True
	• Large amount of garbage in flow from illegal dumping leads to pipe clogging	True
	• Because of the lack of administrator's knowledge, development has not proceeded	True
O&M and Organization	• High electricity price leads to expensive O&M cost	True
	• Difficult to secure skilled O&M workers	True
	• Hard to vacuum septage from septic tanks due to congestion in residential neighborhoods and locations of septic tanks in houses	True
	• Cleaning of drains and pipes are required frequently, because they are often filled with garbage from dumping and rainfall.	True
Environment	• Water supply and septage treatment are mainly operated by a water administrator (WD). Organization integration and reorganization will be required in order to conduct the sewerage project.	True
	• Discharge standard has become stricter from 2016, and the construction cost of treatment facility has increased.	True
Finance	• Due to the lack of dumping site for collected septage, illegal dumping of septage happens.	True
	• On the account of severe financial state of each city/water district, the financial burden of loan for construction of expensive facility is high.	Partly True
	• There is a concern on business operation, because sufficient revenue from sewerage tariff cannot be expected.	True

出典: JICA Study Team

(6) ダバオ市の課題

ダバオ市で確認された課題は下記の通りである。下水関連の課題特定のために現場確認、世帯ヒアリング調査が実施された。現場の写真を付属資料 3.14 に示す。

1) 汚水排水

a) 排水、特に雑排水は、処理されることなく排出される。（図 3.9.1 の写真 1 を参照）

⇒クリーク、ダバオ川を含む河川、海洋が汚染される。（サブセクション 3.2.2 を参照）

b) 汚水処理は不適切であり、排泄物が地面に浸透し、ほとんど未処理の排水が排水溝に排出されている。

⇒環境悪化の原因となる。（サブセクション 3.2.2 を参照）

c) 汚泥管理プロジェクトは計画されているが、実現されていない。

⇒プロジェクトの実施にさらに時間がかかる可能性がある。汚水処理施設が完成した後でも、雑排水を収集して処理することはできない。

2) 汚水処理

a) 都市部の地価は急速に上昇している。

⇒優先開発地域では下水道施設の用地取得が難しく、公有地の利用可能面積は限られている。

(WWTP エリア A の候補地についてはセクション 6.2 を参照)

b) 厳格な排水基準 (DAO-008、DENR) は、ダバオ市 (ダバオ湾) にも適用される。(サブセクション 3.2.1 を参照)

⇒生物学的栄養素除去 (BNR) のために下水処理場の建設費が増加する。(サブセクション 6.3.1 を参照)

c) 電気代が高い。

⇒将来的な下水道施設の維持管理上の負担となる。

3) 汚水収集

a) 既存の排水路は、傾斜が不十分であり、ごみの投棄に対応するのに十分な能力を備えていない。その結果、多くの排水が排水溝に停滞している。(図 3.9.1 の写真 2 および 3 を参照)

⇒既存の排水路を下水道に利用するのは困難である。

b) 海中放流管により、満潮時には下水管や水路内の海からの逆流が見られる。(図 3.9.1 の写真 4 を参照)

⇒排水溝から下水を遮集する場合、対策が必要である。(主に海水)

c) 人口増加と多くの不法入植者のため、住宅地域、スラム地域は比較的人口密度が高い。(図 3.9.1 の写真 5 および 6 を参照)

⇒下水道の計画、下水道管の敷設、および汚泥収集が困難である。

d) セプティックタンクの整備率は高いが、特に十分なスペースのない混雑した地域では、アクセス可能なセプティックタンクは非常に少ない。(サブセクション 3.3.2 を参照) 多くのセプティックタンクが住宅の下にある。

⇒このような地域では、汚泥管理プログラムによる汚泥の収集、または将来的な下水道への接続は困難である。

e) 交通量が増加しており、従来の建設作業を実施するのは困難である。

⇒下水道計画は困難であり、混雑した道路では非開削法を導入する必要がある。






f) 多くの排水プロジェクトが進行中である。(図 3.9.1 の写真 7 および 8 を参照)



⇒下水道計画と排水施設の更新計画の調整が必要である。ただし、下水道工事と排水工事の実施機関 (それぞれ市/DCWD、DPWH) は異なる。

4) プロジェクトの実施

a) 市と DCWD の間で下水道整備工事の実施機関は決定されていない。WD は一般に LWUA ガイドラインおよび都市決議第 1283 号により実施機関となるが、DCWD がすべての整備費用を負担することは困難である。

⇒下水道の計画と整備は遅れており、市と DCWD の間の適切な費用分担を検討する必要がある。

	
<p>Photo 1. Discharge of gray water to road side drain</p>	<p>Photo 2. Stagnant wastewater in existing side drain (insufficient slope)</p>
	
<p>Photo 3. A lot of garbage in the drain</p>	<p>Photo 4. Backwater from sea to creeks and drains was confirmed in such as Roxas Creek and Dacudao Creek</p>
	
<p>Photo 5. Inside the congested slum area with small ditch for drain and graywater</p>	<p>Photo 6. Many houses beside Agdao Creek</p>

	
<p>Photo 7. Ongoing Construction of Gate Pumping Station in the mouth of creek</p>	<p>Photo 8. Ongoing drain development/improvement works beside roads</p>

出典：調査団

図 3.9.1 ダバオ市における既存の下水排水課題を示す写真（特に優先地域 A）

第4章 下水道整備と汚泥管理にかかる既存計画の整理

本章では、ダバオ市インフラ開発計画および能力開発プロジェクト（以下「IM4D」）の下水道開発計画および USAID フィージビリティ調査の汚泥管理計画の内容と確認結果に関して詳述する。

4.1 下水排出原単位の検討

表 4.1.1 に示すように、IM4D における下水排出量原単位が検討された。下記の各項目の数値が確認された。

表 4.1.1 IM4D における下水排出量原単位

Item		Amount (liter/person/day)
1.	Daily average amount	
	Water supply amount	190
	Daily average amount sewerage amount	80% of water supply amount =150
2.	Daily maximum amount	150% of daily average 225
3.	Ground water infiltration amount	10% of daily maximum 22.5
4.	Wastewater from business entities	10% of daily maximum 22.5
	Daily maximum sewerage amount	270

出典: IM4D

給水量（190 lpcd）は、IM4D の上水システム基本計画を反映しておらず、同計画では 2030 年に 200 lpcd、2045 年に 210 lpcd となっている。調査団は、2030 年と 2045 年に同じ数値を反映し、2045 年の日最大下水量を原計画（= 270 lpcd）を考慮し同程度のレベル（= 262 lpcd）に設定した。また、マニラ西首都圏下水調査の対象都市（ラスピニャス市、イムス市、カウイト町）の計画値（200 lpcd）も参照している。

表 4.1.2 本調査において修正された下水排出量

Item	Amount (liter/person/day)		
	2015	2030	2045
1. Daily average amount			
Water supply amount (IM4D Water Supply)	190	200	210
Daily average amount sewerage amount	80% of water supply amount 152	160	168
2. Daily maximum amount	130% of daily average 198	208	218
3. Ground water infiltration amount	10% of daily maximum 20	21	22
4. Wastewater from business entities	10% of daily maximum 20	21	22
Daily maximum sewerage amount	238	250	262

注: Amount adopted in West Metro Manila was 200 liter/person/day

出典: 調査団

4.2 計画フレームの検討

(1) 家庭下水、商業下水、産業下水

表 4.1.2 に示すように、2045 年の家庭排水流量は 218 lpcd である。IM4D の考え方に従い、企業（商業、工業）からの下水として下水の 10%を家庭（住宅）下水に追加する。これはサービス接続と水の消費の実際比率が、エリア A（表 4.2.1）でそれぞれ 18%と 38%であり、エリア B（表 4.2.2）でそれぞれ 7.4%と 21%である場合でも同様とする。10%の適用は、下記の理由により合理的であると想定される。

- 1) エリア A には大規模な産業は存在せず、居住スペースのある多くの小規模オフィス、店舗は、エリア A の混雑した商業地とされる。
- 2) エリア A の流量試算により、2015 年の商業用にさらに 10%の一日平均日総給水量の推定値（290,502 人 x 190 リットル/人/日 x 1.1 = 60,715 m³/日）は、2019 年に DCWD が記録した実際の給水量（55,567 m³/日）より大きい。
- 3) その他の地域では、接続率は 10%未満であり、商業用使用として約 20%を示している。エリア A の場合、商業用の給水量は少なくなる。これにより、商業地域の拡大と産業下水の発生に対処するための余裕が生まれる（例えば 2015 年の推定：30,105 m³/日、2019 年の実際の水消費量：エリア B で 25,564 m³/日）。

表 4.2.1 エリア A における水消費量実績

Category	No. of Connections	Consumption (m ³ /day)
Residential	44,153 (81.6%)	32,505 (58%)
Commercial	9,728 (18.0%)	21,034 (38%)
Government	260 (0.5%)	2,027 (4%)
Total	54,141	55,567

出典: DCWD データ (2019 年) に基づき調査団

表 4.2.2 エリア B における水消費量実績

Category	No. of Connections	Consumption (m ³ /day)
Residential	25,409 (92.4%)	18,500 (72%)
Commercial	2,036 (7.4%)	5,488 (21%)
Government	58 (0.2%)	1,575 (6%)
Total	27,503	25,564

出典: DCWD データ (2019 年) に基づき調査団

表 4.2.3 エリア C における水消費量実績

Category	No. of Connections	Consumption (m ³ /day)
Residential	54,010 (90.4%)	41,951 (73%)
Commercial	5,619 (9.4%)	13,608 (24%)
Government	139 (0.2%)	1,684 (3%)
Total	59,768	57,242

出典: DCWD データ (2019 年) に基づき調査団

(2) 土地開発計画

ダバオ市の土地開発計画については、第 1 章で詳述した。4.3 節に示した IM4D の人口予測は、土地開発計画に反映されている。

4.3 計画汚水量の検討

4.1 節の改訂された下水排出量に基づいて、エリア A から F に必要な下水処理量を下記のように見直した。

表 4.3.1 人口予測および改定された下水処理量 (エリア A)

Area A	Zone Area (CLUP, ha)	Population			
		2015	2030	2045	2045 (IM4D)
Agdao	593.0	102,267	111,300	124,800	124,800
Poblacion	1,138.2	174,121	188,100	208,700	208,700
Poblacion 8	-159.1	-11,075	-11,964	-13,274	-13,274
Sub-total Poblacion	979.1	163,046	176,136	195,425	195,425
Part of BUCANA (East:30%)	120.6	25,189	35,009	49,558	49,558
Total	1,692.6	290,502	322,445	369,783	369,783
Population density	-	171.6	190.5	218.5	218.5
Sewage Treatment Amount					
Daily max. m ³ /person/day	-	0.238	0.250	0.262	0.27
Daily max. m ³ /day		69,174	80,482	96,913	99,841
(round)			80,000	97,000	100,000

出典: IM4D 人口予測に基づき調査団

表 4.3.2 人口予測および改定された下水処理量 (エリア B)

Area B	Zone Area (CLUP, ha)	Population			
		2015	2030	2045	2045 (IM4D)
Cabantian	758.7	43,758	67,193	101,917	101,917
Poblacion 8	159.1	11,075	11,964	13,274	13,274
Tigatto	770.0	36,387	55,874	84,749	84,749
Buhangin	682.0	57,606	88,457	134,169	134,169
Total	2,369.8	148,826	223,489	334,109	334,109
Population density		62.8	94.3	141.0	141.0
Sewage Treatment Amount					
Daily max. m ³ /person/day		0.238	0.250	0.262	0.27
Daily max. m ³ /day		35,438	55,783	87,563	90,209
(round)				88,000	90,000

出典: IM4D 人口予測に基づき調査団

表 4.3.3 人口予測および改定された下水処理量 (エリア C)

Area C	Zone Area (CLUP, ha)	Population			
		2015	2030	2045	2045 (IM4D)
Matina Pangi	641.4			35,573	35,573
Catalunan Pequeno	617.8	22,809	31,700	44,875	44,875
Ma-a	1,014.9	59,803	83,115	117,659	117,659
Talomo	659.7	59,678	82,942	117,413	117,413
Matina Crossing	529.3	32,436	45,080	63,816	63,816
Matina Aplaya	306.6	33,384	46,398	65,681	65,681
Bago Aplaya	221.5	15,918	22,123	31,318	31,318
Bucana (West: 70%)	281.4	58,775	98,674	159,310	159,310
Total	4,272.6	282,803	426,904	635,645	635,645
Population density		52.4	99.9	148.8	148.8
Sewage Treatment Amount					
Daily max. m ³ /person/day		0.238	0.250	0.262	0.27
Daily max. m ³ /day		67,307	106,555	161,155	171,624
(round)				161,000	172,000

出典: IM4D 人口予測に基づき調査団

表 4.3.4 人口予測および改定された下水処理量 (エリア D)

Area D	Zone Area (CLUP, ha)	Population			
		2015	2030	2045	2045 (IM4D)
Tibungco	780.5	41,864	60,194	87,360	87,360
Panacan	726.1	35,806	51,484	74,719	74,719
Ilang	597.7	24,947	35,870	52,058	52,058
V. Hizon	212.0	11,265	17,298	26,237	26,237
A. Angliongto	495.3	13,539	20,790	31,534	31,534
Pampanga	94.7	14,381	22,083	33,495	33,495
Communal	570.8	16,740	25,705	38,989	38,989
Sasa	695.0	52,386	80,442	122,012	122,012
Bunawan	774.1		33,782	49,028	49,028
Total	5,798.0	262,541	426,904	519,480	519,480
Population density		45.3	73.6	109.6	109.6
Sewage Treatment Amount					
Daily max. m ³ /person/day		0.238	0.250	0.262	0.27
Daily max. m ³ /day		62,485	106,555	136,145	140,260
(round)				136,000	140,000

出典: IM4D 人口予測に基づき調査団

表 4.3.5 人口予測および改定された下水処理量 (エリア E)

Area E	Zone Area (CLUP, ha)	Population			
		2015	2030	2045	2045 (IM4D)
Tacunan	823.0			40,172	40,172
Sto. Nino	152.8	20,103	37,477	63,225	63,225
Los Amigos	480.6			30,576	30,576
Tugbok	994.9			47,537	47,537
Mintal	768.2			41,599	41,599
Total	3,219.5	20,103	37,477	223,109	223,109
Population density		6.2	11.6	69.3	69.3
Sewage Treatment Amount					
Daily max. m ³ /person/day		0.238	0.250	0.262	0.27
Daily max. m ³ /day		4,785	9,354	58,472	60,239
(round)				58,000	60,000

出典: IM4D 人口予測に基づき調査団

表 4.3.6 人口予測および改定された下水処理量 (エリア F)

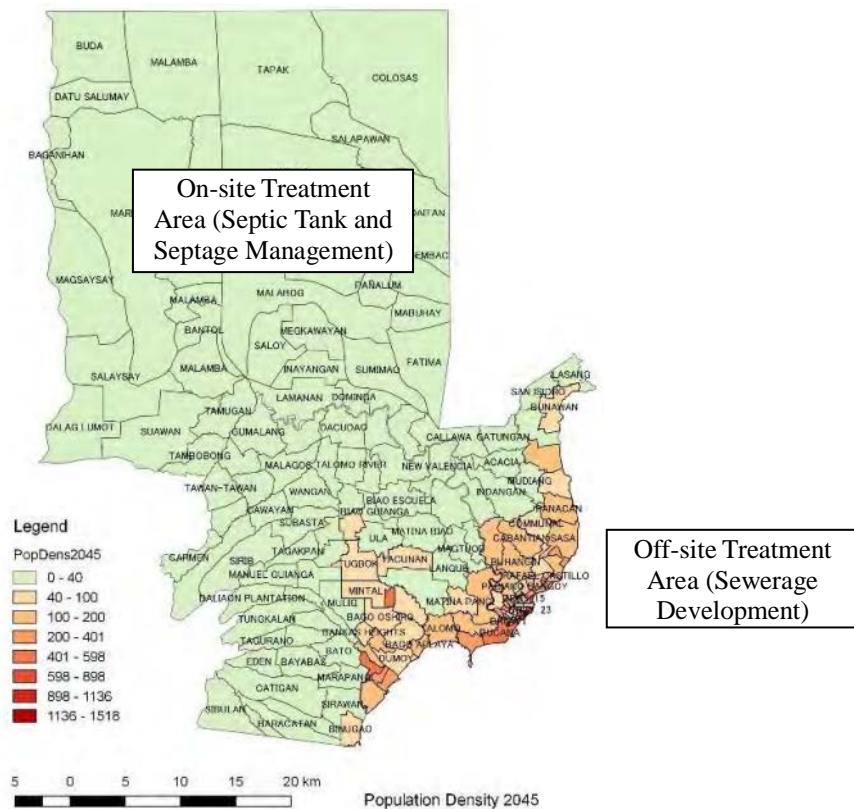
Area F	Zone Area (CLUP, ha)	Population			
		2015	2030	2045	2045 (IM4D)
Bago Oshiro	720.4			37,527	37,527
Bankas Heights	251.3			25,050	25,050
Toril	170.4	12,140	23,222	39,643	39,643
Lubogan	357.5	12,156	23,253	39,696	39,696
Lizada	421.7	20,112	38,471	65,676	65,676
Daliao	184.5	21,124	40,407	68,981	68,981
Crossing Bayabas	84.0	11,490	21,979	37,521	37,521
Baliok	238.4	16,140	22,432	31,754	31,754
Bago Gallera	761.0	17,378	24,152	34,190	34,190
Dumoi	593.2			36,638	36,638
Binugao	502.9			22,643	22,643
Total	4,285.2	110,540	193,916	439,318	439,318
Population density		25.8	45.3	102.5	102.5
Sewage Treatment Amount					
Daily max. m ³ /person/day		0.238	0.250	0.262	0.27
Daily max. m ³ /day		26,309	48,401	115,137	118,616
(round)				115,000	119,000

出典: IM4D 人口予測に基づき調査団

4.4 オフサイト・オンサイト処理区域の設定方針の検討

下水道システムをオフサイト処理施設にする決定要因は、2045年のIM4Dの予測人口密度である。下水道システムを導入するのに適切な地域として、40人/ha以上の人口密度である必要がある。オンサイト処理としてのセプティックタンクシステムの導入は、40人/ha未満の地域に適している。したがって、IM4Dは、表4.3.1から表4.3.6に記載されていない全バランガイについて、セプティックタンクシステムと将来の汚水管理プログラム(4.6.1項を参照)を継続することを推奨した。図4.4.1に、オフサイトとオンサイトの処理地域を示す。

調査団は、IM4Dの基本方針に従うが、現場の状況に基づき、緑地の多い下水道整備地域に関して軽微な修正を提案する。



出典: IM4D

図 4.4.1 2045年の人口密度およびIM4Dにおけるオンサイト・オフサイト処理地域

4.5 下水道施設計画に係る設計条件の検討

4.5.1 下水処理場

(1) 下水処理場容量

4.3節で見直した各地域の下水処理量の全量をまとめると表4.5.1の通りとなる。エリアBからF内の適切なゾーン分けは各エリアのフィージビリティ調査において検討する必要がある。

表 4.5.1 エリア A から F の提案処理容量

Area	Population (2045)	Proposed Treatment Capacity (m ³ /day)	
		This Survey	IM4D
Area A	369,783	97,000	100,000
Area B	334,109	88,000	90,000
Area C	635,645	161,000	172,000
Area D	515,432	136,000	140,000
Area E	223,109	58,000	60,000
Area F	439,318	115,000	119,000
Total	2,517,397	655,000	681,000

出典: 調査団、IM4D

(2) 水処理および汚泥処理方法

IM4D ではエリア A から F における水処理および汚泥処理方法について以下のように提案している。一方、当 JICA 調査団はその方針に対して以下のようにコメントする。

1) 水処理方式

IM4D の提案:

嫌気・無酸素・好気性活性汚泥法 (A2O 法)

当調査団からのコメント:

フィリピン国の放流水質基準に基づき生物学的栄養塩除去 (BNR) が必要とされている。従い窒素・リンを除去できる A2O の推奨は妥当と言える。しかしながら同処理法は十分なスペースも必要となるため、候補地の条件に応じて処理法を選定する必要がある。

2) 汚泥処理方式

IM4D の提案:

濃縮+脱水工程

当調査団からのコメント:

汚泥処理方法は現地状況ならびに汚泥発生量に基づいて適切に選定されなければならない。選定においては下記の事項を検討する必要がある。

1. 利用可能スペース、汚泥量、消化ガス発電の有効性に応じて汚泥消化工程を追加することも検討
2. 十分な用地が存在する場合は汚泥乾燥床を追加することも検討
3. 用地条件により汚泥発生量を最小化する必要がある際には機械乾燥や焼却も検討

(3) 流入・放流水質

IM4D では流入・放流水質についての記載がなく、処理場からの放流水質基準のみが記載された。放流水質基準は放流先 (河川、海) により異なるため、候補地の場所によって放流水質を決定する必要がある。

本報告書では 6 章において優先地区 A の流入・放流水質を定めた。

4.5.2 汚水収集施設の設計条件

(1) 汚水収集施設の種別

下水道システムでは、一般家庭、公共施設、商業施設及び工場で発生した下水は下水管及びポンプ場で構成される下水収集システムを経由して下水処理場へ流入する。また、下水収集システムは、1) 合流式下水道及び2) 分流式下水道に分類される。したがって、下水収集システムの整備計画策定には、まずその種類を選定することが必要である。

以下に、下水収集システムの概要を整理する。

1) 合流式下水道

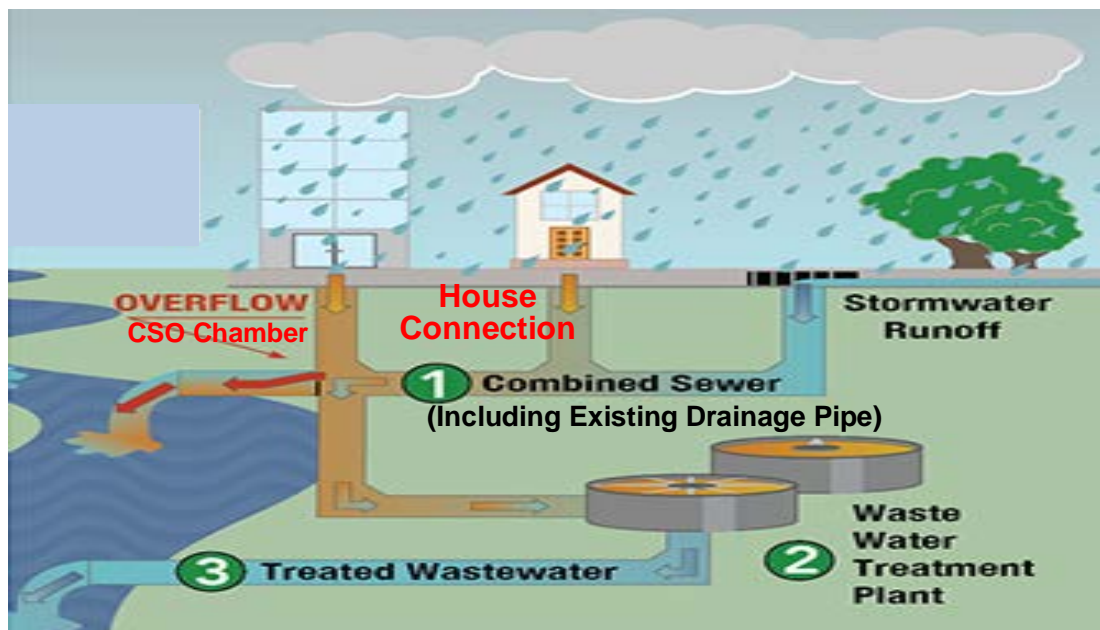
合流式下水道は汚水と雨水を同一の管路に収集するシステムである。このため、雨天時には希釈された未処理の汚水が雨水吐き室より公共用水域へ放流される。

合流式下水道はさらに 1) 家庭排水と雨水を同一管路に収集するいわゆる合流式下水道と、2) 既存の排水路に下水を収集する遮集式下水道の2つのタイプに分類される。一定量の雨水も汚水と同一の排水路及び管路に収集されるため、この遮集式下水道も合流式下水道と呼んでいる。

この2つのタイプの合流式下水道の特徴、長所及び短所を以下に整理する。

1-1) 合流式下水道

図 4.5.1 に各戸接続を含む合流式下水道のイメージを示す。



出典: 調査団

図 4.5.1 合流式下水道の概要

いわゆる一般的な合流式下水道の構造及び構成施設を以下に示す。

- i) 汚水及び雨水を収集する合流管
- ii) 汚水と雨水を分水し、雨水及び希釈された汚水を放流する雨水吐き室
- iii) 汚水を下水処理場へ収集する遮集管
- iv) ポンプ場（必要に応じて）

v) 家屋と新設合流管との接続管

[長所]

- i) 分流式下水道と比較して下水管路の建設期間及び建設費が縮小できる。
- ii) 基本的に、新設合流管は汚水及び雨水の計画流量に対する流下能力を保有している。このため、遮集式下水道では晴天時に汚水が滞留し易いが、合流式下水道では設計上汚水の滞留は起こらない。
- iii) 家屋と合流管の接続が完備していれば、晴天時には分流式下水道と同等の量及び質の下水が処理施設へ収集される。

[短所]

- i) 雨天時には希釈された未処理汚水が公共用水域へ放流され、水質汚濁の一因となる。
- ii) 雨天時も分流式下水道と同レベルまで汚濁負荷を削減するには、汚水滞水池等の追加構造物、施設の建設が必要となり、さらなる建設費が必要となる。
- iii) 晴天時の合流管内の実流速は設計流速に比べて小さいため、分流式下水道に比べて晴天時に沈殿物が堆積し易い。

1-2) 遮集式下水道

図 4.5.2 に遮集式下水道のイメージを示す。遮集式下水道はマニラ首都圏西部及び東部の双方で広く採用されている。後述する分流式下水道はマニラ首都圏の非常に限られたエリアでのみ採用されている。近年、遮集式下水道はカヴィテ等の地方部でも採用されている。基本的に遮集管の流下能力は晴天時時間最大汚水量で設計されているが、雨天時には圧力状態になることや、元々流下能力に余裕を設けているため、雨水も同時に流下する。

遮集式下水道は既存の排水システムを用いて汚水及び雨水を収集する、いわば未完成の合流式下水道である。家屋と既存排水管または排水溝が接続されていれば、汚水はこれらの既存排水システムを通じて処理施設へ収集される。しかし、実際には家屋接続が完備されていない場合が多い。

そのような場合には、セプティックタンクによるオンサイト処理から管路での収集によるオフサイト処理へ切り替えるため、セプティックタンクと既存排水システムとの接続を実施する必要がある。しかし、全ての家屋を切り替えるのは困難であるため、依然としてバキュームカーによるし尿の収集が行われているエリアがある。

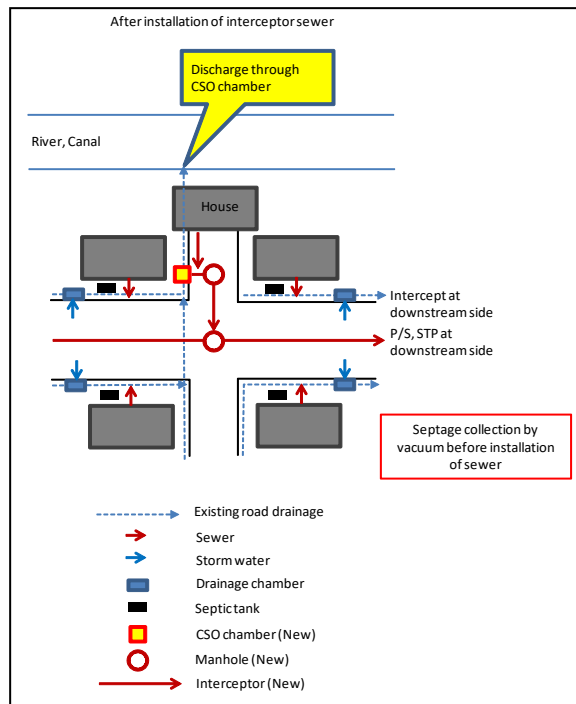
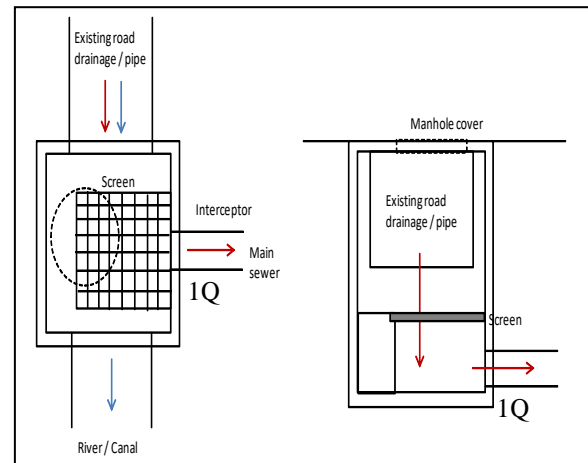


Diagram of Interception System



Planar and Sectional Image

注: 1Q: Dry weather flow of sewage (hourly maximum)

出典: 調査団

図 4.5.2 遮集式下水道の概要

遮集式下水道の構造及び構成施設を以下に示す。

- i) 既存の道路側溝（し尿と生活雑排水が家庭より排出される）
- ii) 汚水を処理施設へ収集する遮集管
- iii) 汚水と雨水を分水し、雨水及び希釈された汚水を放流する雨水吐き室
- iv) ポンプ場（必要に応じて）

[長所]

- i) いわゆる一般的な合流式下水道と比較して、建設期間及び建設費を縮減できる。このため、一般的な合流式下水道や分流式下水道と比べて処理場の稼働を早期に開始できる。

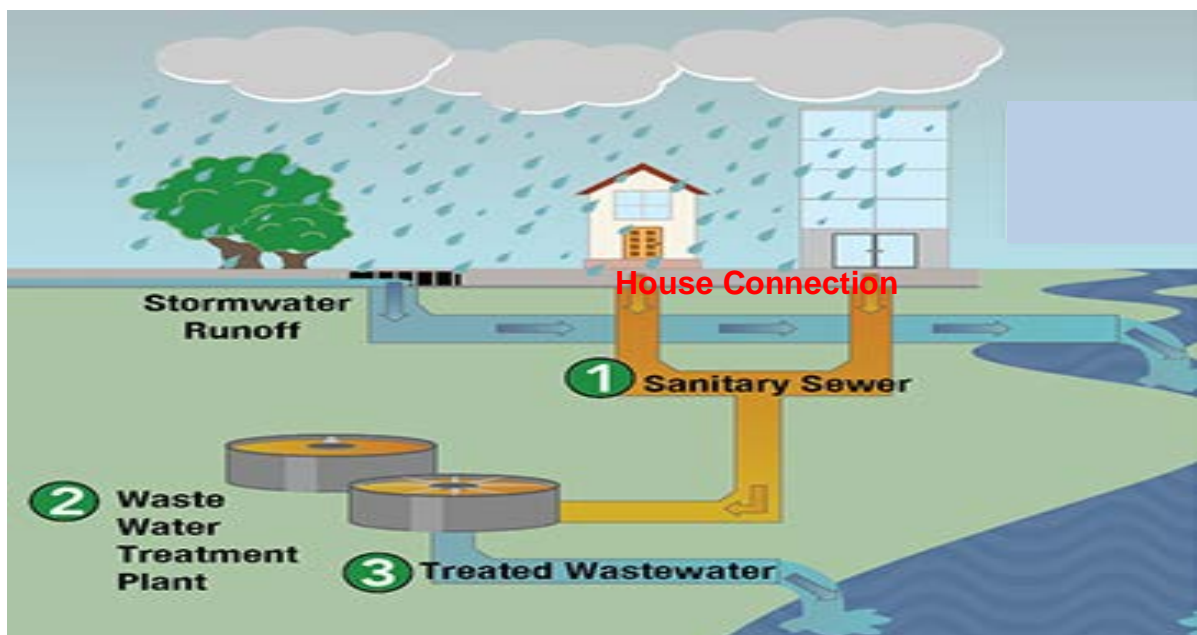
[短所]

- i) いわゆる一般的な合流式下水道と同様に、運転時には希釈された未処理汚水が公共用水域へ放流され、水質汚濁の一因となる。
- ii) 以下の理由により、処理場へ収集される汚水量は設計値と比べて非常に小さく、また流入水質（濃度）も設計値と比べて非常に低い。このため、新設の処理場及び遮集管が期待される機能を発揮できない（過大施設となってしまう）。
 - a) 家屋と既存排水管や排水溝が接続されていない場合が多い。
 - b) 既存排水管や排水溝が十分な流下能力を有しおらず、晴天時に汚水が流れない場合が多い。

- c) 同様に、既存の排水管や排水溝にゴミが堆積しているため、晴天時に汚水が流れない場合が多い。
- d) 家屋と既存排水管や排水溝が接続されていても、生活雑排水のみが既存排水管や排水溝を流下している場合が多い。

2) 分流式下水道

図 4.5.3 に示す通り、分流式下水道は汚水と雨水を別々の管路で収集する下水収集システムである。



出典: 調査団

図 4.5.3 分流式下水道の概要

分流式下水道により下水を収集するには、対象エリア全域で枝線管路及び家屋と枝線管路の接続管の整備が必要である。したがって、雨水排水及び浸水軽減のためには雨水排水管を別途建設する必要がある。

分流式下水道の長所及び短所を以下に整理する。

[長所]

- i) 未処理汚水が公共用水域へ放流されなくなるため、対象エリアにおける公共用水域の水質及び生活環境が劇的に改善される。
- ii) 処理場への流入水質は想定通りであり、処理施設の機能が十分に発揮される。
- iii) 合流管と比べて下水本管の径が小さいため、管路の布設工事は合流式下水道と比べて容易である。
- iv) 合流式下水道と比べて、必要な処理場用地は小さい。

[短所]

- i) 汚水と雨水の両方の対策を同時に行うには、汚水と雨水の2種類の管路の布設が必要であるため、管路の建設期間及び建設費は合流式下水道に比べて大きくなる。
- ii) 同様に、汚水管及び雨水排水管両方の維持管理が必要となる。

いわゆる一般的な合流式下水道及び分流式下水道共に、建設には長期間を要し、家屋と下水本管の接続のため追加の費用も必要となる。この家屋接続を合法化するには、LGUによる新しい条例の策定が必要である。現時点では、各家屋が独自に接続工事を進め、費用も個別に負担しているため、下水道システム導入の初期段階には、汚水を効率的に収集するのは非常に難しいケースが多い。

(2) IM4Dにおける設計

1) IM4Dにおいて採用された下水収集システム

早期に低コストで下水道システムを稼働開始できることから、IM4Dでは遮集式下水道が提案されている。

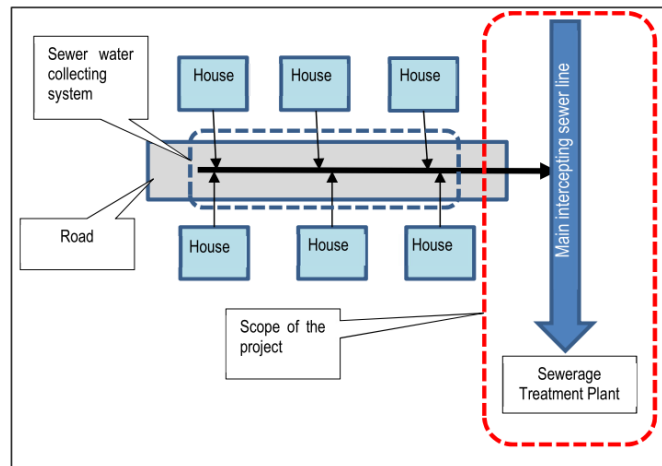
2) 下水管網案

a) 基本概念

図 4.5.4 に下水管網整備の基本概念のイメージを示す。

- 住宅地域の汚水を下水処理場へ収集する遮集幹線が提案されている。これらはマスタープランの提案プロジェクトに含まれており、概略コストも示されている。
- 各住宅地域において、道路下に布設される内径 250mm の管路により各家屋から汚水が収集される計画である。この汚水収集管の布設はマスタープランの提案コンポーネントには含まれておらず、ダバオ市側の自己資金による整備が提案されている。
- 道路側溝が既に整備されており、家屋からの汚水がその側溝に排出されている場合には、その既存側溝を下水管として活用し、側溝から下水を遮集する計画である。一方で、セプティックタンクは既存排水溝に接続されており、セプティックタンクへの沈殿固形物を除いてし尿は排水溝を通じて収集される前提となっている。

上記の通り、IM4Dでは遮集式下水道がプロジェクトコンポーネントとして提案されている。また、長期計画として、遮集式下水道に一部分流式下水道の導入が提案されている。



出典: IM4D

図 4.5.4 IM4D における污水収集システム

b) 遮集幹線（プロジェクトコンポーネント）

IM4D で提案されている遮集幹線のサイズ、延長、布設工法を表 4.5.2 に示す。エリア A～F における総延長は 76.9km である。これら遮集幹線は主要道路下への布設が提案されているため、全線において推進工法の採用が提案されている。

表 4.5.2 IM4D における遮集幹線と布設方法の概要

Area	Diameter of the Main Intercepting Line	Total Length (m)	Construction Method
A	500 to 1650 mm	7,300	Jacking method
B	400 to 1350 mm	6,500	Jacking method
C	400 to 1350 mm	13,700	Jacking method
D	400 to 1200 mm	18,800	Jacking method
E	400 to 1000 mm	16,600	Jacking method
F	400 to 1350 mm	14,000	Jacking method
Total	400 to 1650 mm	76,900	Jacking method

出典: IM4D を基に調査団編集

c) 下水収集システム（ダバオ市側の自己資金による整備コンポーネント）

IM4D において下水収集システムの整備の規模及び概略コストが提案されている。管路の総布設延長は 3,354km、総建設費は表 4.5.3 に示す通り 110 billion ペソである。

表 4.5.3 IM4D における下水収集システムの概要

Area	(1) Zone area (ha)	Assumed pipe length incl. drain (km)	(2) Unit Cost (PHP 1000/ha)	(3) Present Drain Installation Ratio	Assumed pipe installation (km)	(4) Cost (PHP million)
A	1,693	576	11,118	85.8%	81.6	2,667
B	2,370	806	11,118	58.6%	333.4	10,903
C	5,798	1,971	11,118	56.0%	867.1	28,355
D	4,672	1,588	11,118	54.2%	726.9	23,771
E	3,219	1,094	11,118	44.5%	607.7	19,872
F	4,285	1,457	11,118	49.4%	737.7	24,122
Total	22,037	7,493	-	-	3,354	109,690

出典: IM4D に基づき調査団

4.5.3 IM4D における実施スケジュールとコストの検証

(1) 基本計画コンポーネントのプロジェクト実施スケジュール

IM4D の下水道整備計画におけるプロジェクト実施スケジュールを表 4.5.4 に示す。このスケジュールには各住宅地の污水収集施設の整備工事の期間は含まれていない。

表 4.5.4 IM4D における 2045 年までの 6 整備区域の整備実施計画

Year	Area A	Area B	Area C	Area D	Area E	Area F			
2018	Preparation (5 years)								
2019									
2020									
2021									
2022									
2023	Construction of intercepting sewer line and sewerage treatment plant	Preparation (3 years)							
2024									
2025									
2026	Operation	Construction of intercepting sewer line and sewerage treatment plant	Preparation (3 years)						
2027									
2028									
2029		Operation	Construction of intercepting sewer line and sewerage treatment plant	Preparation (3 years)					
2030									
2031			Operation	Construction of intercepting sewer line and sewerage treatment plant	Construction of intercepting sewer line and sewerage treatment plant		Preparation (3 years)		
2032									
2033									
2034	Operation	Operation	Operation	Construction of intercepting sewer line and sewerage treatment plant		Construction of intercepting sewer line and sewerage treatment plant			
2035									
2036									
2037									
2038							Preparation (3 years)		
2039									
2040					Operation	Construction of intercepting sewer line and sewerage treatment plant	Operation		
2041									
2042									
2043									
2044									
2045				Operation					

出典: IM4D

(2) 下水道整備のプロジェクト費用

IM4D における下水道開発のプロジェクト費用の試算は 990 億フィリピンペソであり、表 4.5.5 に示すように污水収集施設を除くものとする。污水収集施設の整備が追加された場合、総コストは 2,009 億フィリピンペソとなる。

表 4.5.5 IM4D の下水道整備費用

Item	Area	Construction Cost (million PHP)						Total
		A	B	C	D	E	F	
Master Plan Component								
Main intercepting line		1,329	1,145	2,273	3,259	2,086	2,344	12,435
Sewerage treatment plant		11,491	10,764	14,167	16,111	8,378	12,803	73,715
Contingency		1,923	1,786	2,466	2,906	1,570	2,272	12,923
Total		14,743	13,695	18,906	22,276	12,033	17,419	99,073
Locally Developed Component								
Sewer Water Collection System		2,667	10,903	28,355	23,771	19,872	24,122	109,690
Total incl. Local		17,410	24,598	47,261	46,047	31,905	41,541	208,763

出典: IM4D を基に調査団編集

4.6 汚泥管理プログラムの確認と現状

4.6.1 USAID による汚泥管理フィージビリティ調査プログラム

「汚泥管理プログラム」は、USAID が支援する「ダバオ市汚泥管理プロジェクトフィージビリティ調査」というプロジェクトにおいて作成された。報告書は2013年6月に公開された。

(1) プログラムの目的

DCWD の汚泥管理プログラムの運用目的は下記の通りである。

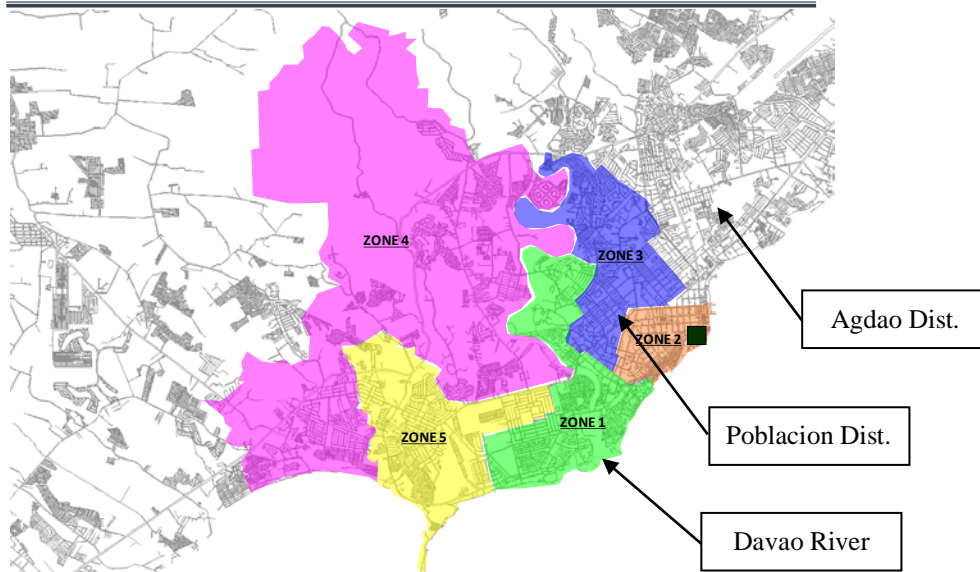
1. DCWD の顧客に適切な汚泥除去サービスを提供することにより、未処理汚泥の排出または家庭からの越流による汚染をなくす。
2. まず既存の DCWD の顧客に、最終的には DCWD のサービス範囲内のすべての対象地域に、効率的で手頃な価格の汚泥除去サービスを提供する。
3. 効率的な処理施設と汚泥処理施設の建設と運営により、汚水と汚泥処理に関する全地域および国の環境法と規制を遵守する。
4. 水質、衛生、公衆衛生を改善し、ダバオ市の一般的な地域の経済的生産性を高める。

(2) プログラム方針の概要

プログラム方針の概要は下記の通りである。

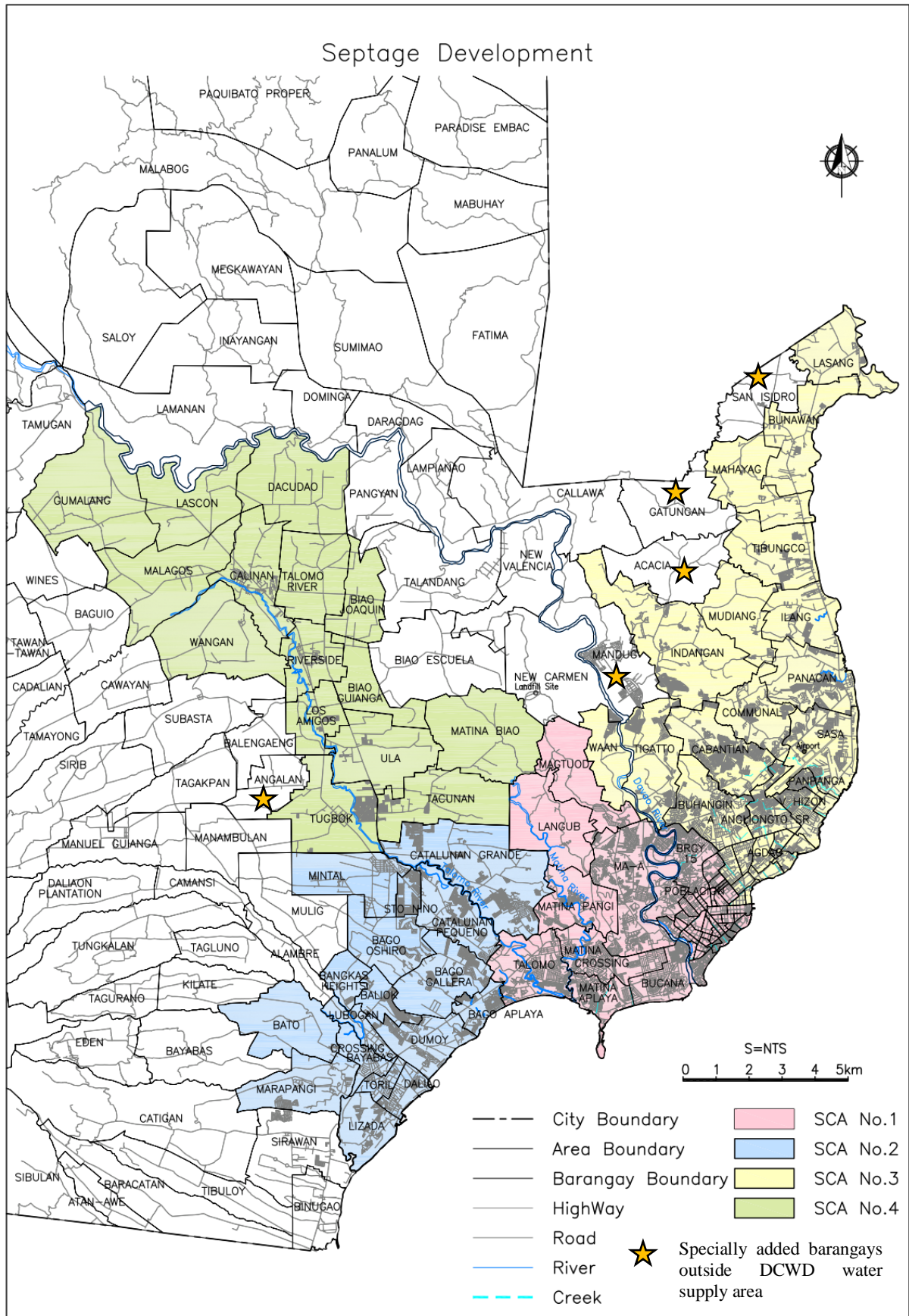
1. 水道サービスを提供する全 DCWD サービス地域を汚泥収集地域（SCA）とする。
2. SCA を、SCA-1 から SCA-4 の4つの領域に分割する。SCA-1 と SCA-2 のほとんどは、DCWD の主要な水道システムであるデュモイ水道システムのサービス地域である。
3. SCA に隣接するいくつかのバラングイも汚泥収集地域とする。
4. 図 4.6.2 に示すように、すべての対象のバラングイを SCA-1 から SCA-4 に分類する。
5. SCA-1 および SCA-2 の目標の年は2030年であり、SCA-3 および SCA-4 の1つは2032年である。
6. 汚泥は各家庭から5年ごとに収集される。各 SCA を5つの区域に分け、毎年1区域ずつ収集が行われる。ポブラシオン地区を含む最優先エリアとして SCA-1 の例を図 4.6.1 に示す。

SEPTAGE COLLECTION AREA 1



出典: DCWD データに調査団補足

図 4.6.1 SCA-1 における 5 地域の例



出典: IM4D に基づき調査団

図 4.6.2 汚泥管理プログラムの対象バラングイ

7. 2032年までの各SCAの総人口とサービス接続は、表4.6.1および表4.6.2に示すように予測された。

表 4.6.1 SCA 汚泥管理フィージビリティ調査における人口予測

SCA	2015	2017	2020	2022	2025	2027	2030	2032
SCA-1	473,659	494,247	527,460	551,286	589,794	617,466	662,271	694,528
SCA-2	282,231	300,482	330,721	352,992	389,958	417,230	462,573	496,079
SCA-3	527,374	556,245	603,767	638,551	695,949	738,064	807,720	858,945
SCA-4	99,289	105,740	116,383	124,187	137,084	146,560	162,248	173,795
Total	1,382,553	1,456,714	1,578,331	1,667,016	1,812,785	1,919,320	2,094,812	2,223,347

出典: 汚泥管理 F/S

表 4.6.2 汚泥管理フィージビリティ調査におけるサービス接続予測

SCA	2015	2017	2020	2022	2025	2027	2030	2032
SCA-1	83,925	87,663	93,629	97,863	104,624	109,424	117,094	122,542
SCA-2	39,314	42,427	47,616	51,460	57,876	62,635	70,591	76,502
SCA-3	67,580	71,793	78,769	83,908	92,454	98,780	109,350	117,212
SCA-4	8,322	9,209	10,751	11,946	14,039	15,674	18,566	20,848
Total	199,140	211,092	230,765	245,176	268,993	286,512	315,602	337,104

出典: 汚泥管理 F/S

8. 上記の予測に基づき、計画汚泥量は下記を考慮して設定された。
- 5年ごとに5%ずつ、非接続顧客へのサービスが増加する。
 - セプティックタンクを備えた世帯、建物は2015年に調査において86.3%と評価され、2020年には89.6%に増加する（SCA-1の例）。
 - DCWDおよび住宅所有者の取り組みにより、アクセス可能なセプティックタンクが徐々に増加している（2015：60%、2020：SCA-1で68%）。
 - セプティックタンクの平均容積は、住宅用ユニットで5.57 m³、非住宅用ユニットで11.14 m³である。引き抜きされる汚泥容量は各ユニットの容量の50%で、5年ごとに行われる。
 - 汚物収集作業の年間運用日数は221日である。

上記の仮定に基づいて、汚泥管理フィージビリティ調査の計画汚泥量を表4.6.3に示す。2016年から2020年までの汚泥収集および処理の合計要件は、SCA-1および2の汚泥処理プラントでは240 m³/日である。SCA-3およびSCA-4では、2018年から2022年までに170 m³/日（=410 m³/日-240 m³/日）が必要である。その後、SCA-1およびSCA-2の処理能力80 m³/日を2021年までに増加させる必要がある。

表 4.6.3 汚泥管理フィージビリティ調査における計画汚泥量

Year	Design Septage Volume (m3/day)				
	SCA-1	SCA-2	SCA-3	SCA-4	Total
2016	160	80	0	0	240
2017	160	80	0	0	240
2018	160	80	150	20	410
2019	160	80	150	20	410
2020	160	80	150	20	410
2021	210	110	150	20	490
2022	210	110	150	20	490
2023	210	110	190	30	540
2024	210	110	190	30	540
2025	210	110	190	30	540
2026	270	150	190	30	640
2027	270	150	190	30	640
2028	270	150	260	50	730
2029	270	150	260	50	730
2030	270	150	260	50	730
2031	270	150	260	50	730
2032	270	150	260	50	730

出典:汚泥管理フィージビリティ調査に基づき調査団

(3) 直近のスケジュール

当初のスケジュールからプログラムを開始するのが遅れたため、DCWD はプログラムを下記のように修正した。

1) 予備期間 (2019)

2019 年まで：汚泥処理プラントの土地取得、運搬トラックの調達など

2) 建設期間 (2021-2023)

-フェーズ 1a：2021 年第 1 四半期から 2022 年第 2 四半期@ 240 m³/日 (SCA-1、2 のフェーズ 1a)

-フェーズ 1b：2022 年第 3 四半期から 2023 年第 4 四半期@ 170 m³/日 (SCA-3、4 のフェーズ 1b)

3) SMP 運用期間 (2022-2028)

-フェーズ 1a：2022 年第 3 四半期から

-フェーズ 1b：2024 年第 1 四半期から

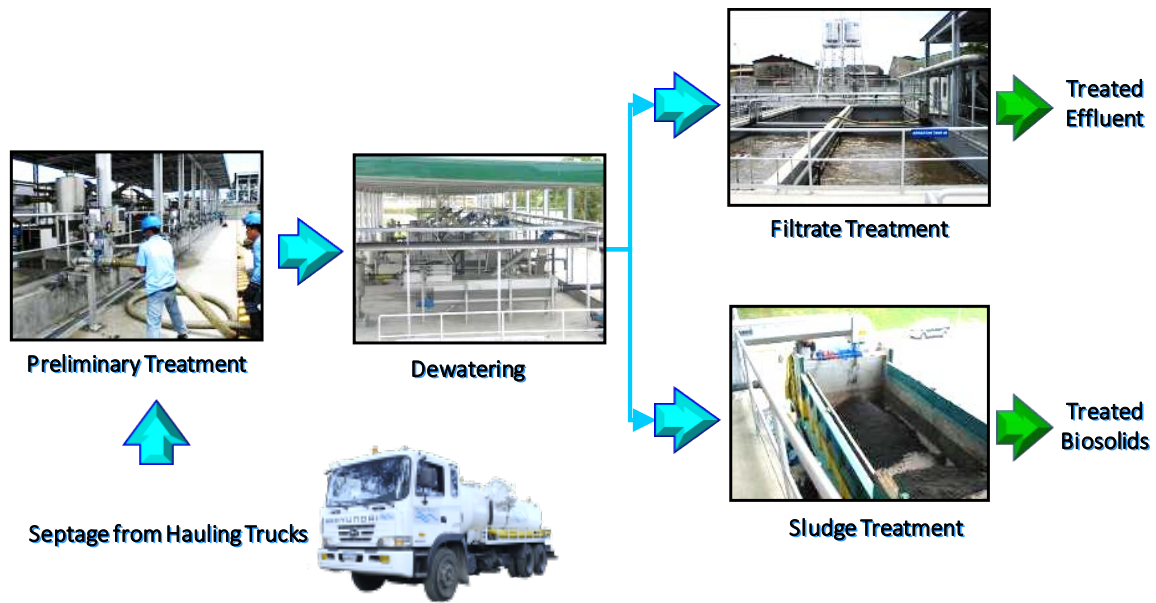
(4) プロジェクトのコンポーネント

資本支出：

-土地収用およびバキュームトラック (10 m³ x 5 台、5 m³ x 9 台、2.5 m³ x 6 台)

-ダンプトラック (2 台)

-機械化された汚泥処理プラント (フェーズ 1a：2020 年第 1 四半期：240 m³/日、フェーズ 1b：2021 年第 3 四半期：170 m³/日)。汚泥処理プラントの画像を図 4.6.3 に示す。



出典: DCWD

図 4.6.3 機械化された汚泥処理プラント

(5) 資金計画

汚泥管理フィービリティ調査のフェーズ1 (410 m³/日) およびフェーズ2 (130 m³/日) の推定資本コスト (CAPEX)、維持管理コスト (OPEX)、および予想収益を表 4.6.4 に示す。これらの図のように、汚泥管理プログラムは、開始から7年目に利益を上げるように設計されている。

この仮定の基礎として、プロジェクトの収益は、水区の顧客に課される環境料金から生じる。完全な費用回収には、請求する水1立方メートルあたり基本環境料金が1.23 フィリピンペソのみであるか、または平均水道料金の6.63%であることを意味する。この料金は、顧客の毎月の請求書に含まれる。

表 4.6.4 汚泥管理プログラムの資金計画

Period	Year	Capex (cumulative)	Opex (cumulative)	Vehicle Re-fleeting Cost	Total Cost (cumulative)	Environmental Fee (cumulative)	Balance
0	2015	243,880,926			243,880,926		(243,880,926)
1	2016	323,408,811	33,983,910		357,392,721	103,094,197	(254,298,524)
2	2017	336,160,269	71,224,506		407,384,775	209,276,463	(198,108,312)
3	2018	344,311,843	111,876,849		456,188,692	318,639,644	(137,549,048)
4	2019	344,311,843	154,155,286		498,467,129	431,279,099	(67,188,030)
5	2020	424,993,068	198,286,223		623,279,291	547,292,886	(75,986,405)
6	2021	440,321,041	248,331,876		688,652,917	692,842,467	4,189,550
7	2022	453,415,510	302,663,550		756,079,060	842,930,130	86,851,070
8	2023	459,632,536	360,350,351		819,982,887	997,697,538	177,714,651
9	2024	472,563,950	422,802,894		895,366,844	1,157,290,627	261,923,783
10	2025	472,563,950	487,753,539		960,317,489	1,321,859,108	361,541,619
11	2026	472,563,950	555,302,210	117,720,697	1,145,586,857	1,522,081,828	376,494,971
12	2027	472,563,950	625,552,828	130,472,155	1,228,588,933	1,722,304,548	493,715,615
13	2028	472,563,950	698,613,470	138,623,729	1,309,801,149	1,922,527,268	612,726,119
14	2029	472,563,950	774,596,538		1,247,160,488	2,122,749,988	875,589,500
15	2030	472,563,950	853,618,929		1,326,182,879	2,322,972,708	996,789,829

出典: 汚泥管理フィービリティ調査 (2013)に基づき調査団

4.6.2 汚泥管理プログラムの現在の状況および課題

(1) 合意覚書書 (MOA)

下水および汚水管理プログラムの合意覚書書 (MOA) のドラフトは、2015 年に DCWD によって作成された。MOA で言及された市と DCWD の責任を、表 4.6.5 にまとめる。

表 4.6.5 MOA のドラフトにおけるダバオ市と DCWD の責任

Davao City	DCWD
(A) Grant and Support 1. Grant DCWD the construction and O&M of フィージビリティ調査 septage Treatment Plant (SpTP), desludging 2. Support DCWD's implementation of Septage Management Program (B) Survey and Property Owner Relation 3. Conduct a survey of all properties in the city to determine if septic tanks are present and accessible for desludging in cooperation with barangays. Records should be kept for reference. 4. Conduct a periodic survey to update above every 5 years. 5. Issue a certificate of compliance to the property owners of septic tanks	(A) SpTP 1. Construction of SpTP (work, cost) 2. O&M of SpTP (work, cost) (B) Collection of Septage and Fee 3. Impose the Septage Management Fee (SMF) added up to the monthly water bill (DCWD customers) 4. Collect septage from non-DCWD customers as per job order and charge a Septage Management Fee (SMF) 5. Impose the Treatment Fee to accredited private desludging service providers 6. Reserve the right to review/adjust the SMF and Treatment Fee (C) Payment to City 7. Pay the Desludging Fee to the City (As per Ordinance 0363-10)

注: The accredited private desludging service providers will (continue to) collect the septage from DCWD customers.
 出典: JICA Survey Team based on draft MOA

MOA では明確に言及されていないが、汚泥処理プラントの建設と、汚泥除去トラックと真空トラックの調達も DCWD の責任である。

MOA は、両当事者によって署名されていない。市政府は、DCWD が、議会のイニシアチブを通じて、汚泥管理プログラムからの利益を市への汚泥処理料の支払いとして 50%~50% 分担することを提案した（環境および天然資源委員会）。ただし、DCWD はそれに同意していない。この問題は、2019 年 10 月 3 日に DCWD が出席したダバオの流域評議会で議題として議論されることになっていた。しかし、議論されず、議題は環境委員会に移された。協議のスケジュールは決まっていない。

(2) 汚泥管理プログラムのフィージビリティ調査の確認

フィージビリティ調査に使用されたデータが 2013 年に取得されたため、DCWD はフィージビリティ調査を再検討し、最終的に更新する過程にある。したがって、DCWD は、SMF と処理費用の適切な設定を含む財務計画の確認中である。

(3) 汚泥管理プログラムの財源

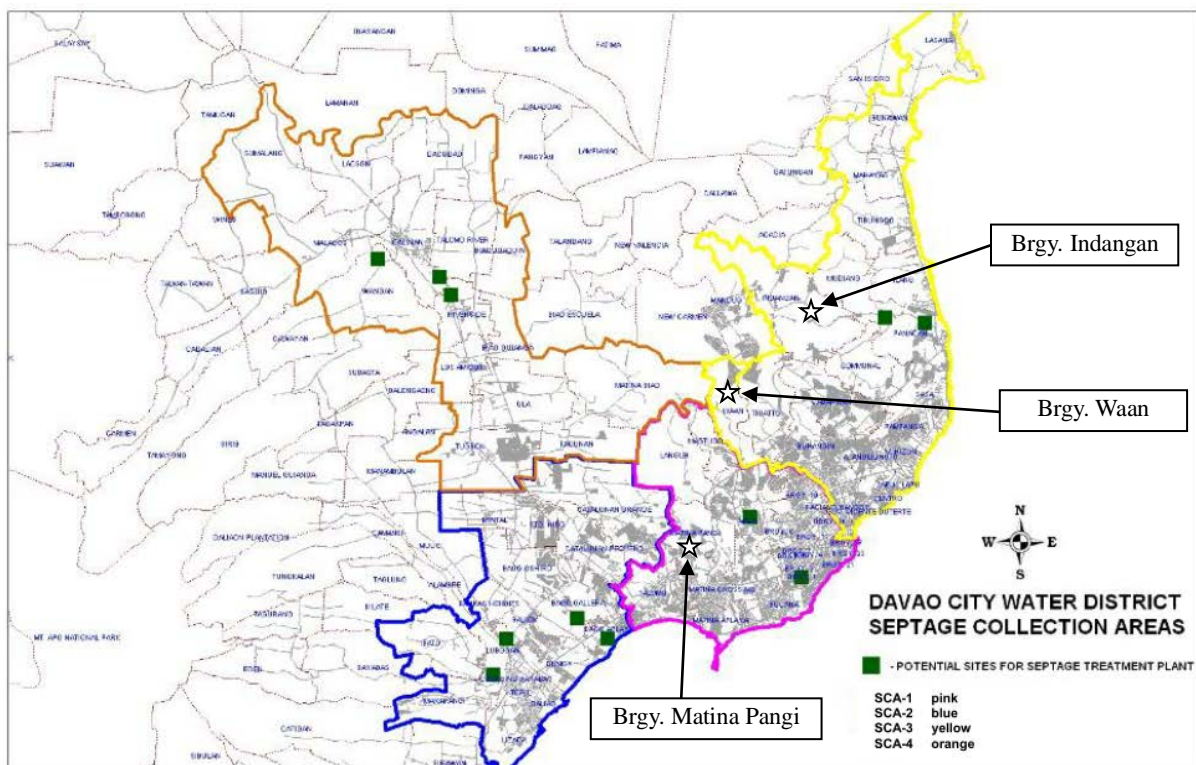
NSSMP の補助金申請について、市との議論はされていない。これは、DCWD がすべての費用を負担するためである。建設費は、300~400 百万フィリピンペソのローンで賄われる。DCWD は、フィリピン開発銀行 (DBP) からの融資を使用する。

(4) 汚泥処理プラントの候補地

DCWD のヒアリングによると、汚泥処理場として下記の3つの候補地（私有地）を検討中である。ただし、プログラムを開始するための MOA が市と DCWD の間で署名されていないため、DCWD は土地取得を開始していない。

1. バランガイ Matina Pangí SCA-1 1 ha。
2. バランガイ Waan SCA-3 4 ha。
3. バランガイ Indangan SCA-3 4 ha。

図 4.6.4 に示すように、2013 年の汚泥管理フィージビリティ調査後に候補地が新たに選出された。



注: The star marks do not show exact locations of current potential sites

出典: IM4D および調査団

図 4.6.4 2013 年の汚泥管理フィージビリティ調査の汚泥処理プラントの候補地および現在の候補地の3つのバランガイ

第5章 包括的な汚水汚泥管理計画検討のための情報収集

本章では、ダバオ市インフラ開発計画および能力開発プロジェクト（以下「IM4D」）のと、汚泥管理プログラム（USAID F/S）を基にした包括的な汚水汚泥管理プログラムについて述べる。

5.1 目標年次・BOD削減・河川水質目標の検討

5.1.1 目標年次

すべての土地とインフラの開発に係るプロジェクトの目標年は2045年である。国家の自然および土地利用計画の指針となることを目的とした国家空間フレームワーク計画（National Physical Framework Plan（NPF））2016-2045に基づいている。国家空間戦略（NSS）はNPFの中核戦略であり、人口動向、経済活動、サービスに基づき国の望ましい空間構造を定義する。2030年は、下水道を含むいくつかの優先開発プロジェクトの中間目標年としても設定された。これは、前回のNPFの2001-2030年の目標年から設定されている。

5.1.2 BODの削減

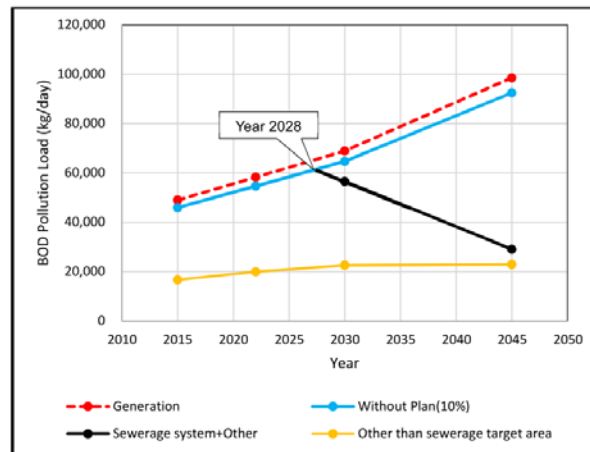
表 5.1.1 および図 5.1.1 に示すように、IM4Dでは、2030年と2045年における将来の下水道システムの将来のBOD発生量と排出量が推定された。IM4Dでは、表 5.1.1 に示すようにBOD削減量と削減率を計算した。下水道区域（エリアAからF）での下水道整備が完了した後、2045年の削減率は約70%となる。

表 5.1.1 IM4D を基にした将来的な BOD 発生および削減量

Item		Year			
		2015	2022	2030	2045
BOD Generation amount		48,990	58,311	68,964	98,562
BOD discharge amount (kg/day)	1. Without Plan (10%*)	45,952	54,696	64,688	92,451
	2. From Sewerage System Area	30,313	36,016	35,379	7,564
	3. From Other than Sewerage System Area	15,640	18,679	21,203	21,498
	Sum of 2. and 3.	45,952	54,696	56,582	29,062
BOD Reduction Amount (kg/day)		3,038	3,615	12,382	69,500
BOD Reduction Ratio (%)		6.2	6.2	18.0	70.5

注: * Assumed septic tank BOD removal ratio: 10%

出典: IM4D を基に調査団編集



出典: IM4D

図 5.1.1 IM4D における将来的な BOD 発生および排出量

5.2 オンサイト、オフサイトの処理地域の提案

調査団は、下水道整備区域外のバランガイおよび下水道整備区域内のバランガイを訪問した。これらのバランガイには、ニューカルメン埋立地周辺のバランガイが含まれる。現地確認および世帯ヒアリング調査で撮影した写真を付属資料 3.12 に示す。バランガイへの訪問では、下記が確認された。

- 1.地形および土地利用状況
- 2.人口密度（混雑度）
- 3.排水状況
- 4.セプティックタンクと雑排水排出状況
- 5.排水溝への排水や河川の汚染を含む環境状況

現場確認および全体的な検討の結果、調査団は、オフサイト処理区域に 1) 終末下水処理場と 2) コミュニティ処理施設の分類を適用することを提案する。各整備エリアでのバランガイ毎のカテゴリー分けについて以下の通り提案する。

(1) 下水道整備エリア A

表 5.2.1 エリア A における処理方針の提案

No.	District	Barangay	Land Area (ha)	Population 2045 (persons)	Population Density 2045 (persons/ha)	Treatment Policy
1	Agdao	11 barangays	593.0	124,800	210	Off-site (1 WWTP) 97,000m ³ /day
2	Poblacion	39 barangays excl. 8-A	979.1	195,425	200	
3	Talomo	Part of Brgy. Bucana (30%)	120.6	49,558	411	
Total Area A			1,692.6	369,783	218	97,000m ³ /day

出典: 調査団

コメント：

1つの下水処理場（WWTP）を建設するという下水処理の一般的な概念は、IM4Dに従う。ただし、第7章では、優先度の高い緊急プロジェクトとして下水収集方針を詳細に検討した。

(2) 下水道整備エリア B

表 5.2.2 エリア B における処理方針の提案

No.	District	Barangay	Land Area (ha)	Population 2045 (persons)	Population Density 2045 (persons/ha)	Treatment Policy
1	Buhangin	Buhangin Proper	682.0	134,169	197	Off-site (1 WWTP) 65,000m ³ /day
2	Buhangin	Cabantian	758.7	101,917	134	
3	Poblacion	Brgy. 8-A	159.1	13,274	83	
4	Buhangin	Tigatto	770.0	84,749	110	Community 22,000m ³ /day
Total Area B			2,369.8	249,360	141	87,000m ³ /day

出典：調査団

コメント：

- バランガイ・ティガットはブハンギンプロパーから離れており、下水を下水処理場（基本的にポブラシオン 8-A）に運ぶ際に大きな高低差が発生する。多くの大規模なポンプ場が下水を運ぶために必要であり、これは合理的ではない。

- 現在、バランガイ・ティガットにはコミュニティ処理場に利用できるような広大な土地がある。これにより、処理された水をダバオ川に放出することも容易となる。しかし、将来的な用地を確保するために土地取得を急ぐ必要がある。

(3) 下水整備エリア C

表 5.2.3 エリア C における処理方針の提案

No.	District	Barangay	Land Area (ha)	Population 2045 (persons)	Population Density 2045 (persons/ha)	Treatment Policy
1	Talomo	Catalunan Pequeno	617.8	44,875	73	Off-site (1 or 2 WWTP) 157,000m ³ /day
2		Ma-a	1,014.9	117,659	116	
3		Talomo	659.7	117,413	178	
4		Matina Crossing	529.3	63,816	121	
5		Matina Aplaya	306.6	65,681	214	
6		Bago Aplaya	221.5	31,318	141	
7		Bucana (West 70%)	281.4	159,310	566	
8		Matina Pangi	641.4	35,573	55	Community 9,000m ³ /day
Total Area C			4,272.6	600,072	149	166,000m ³ /day

出典：調査団

コメント：

- バランガイ・マティーナパンギは、多くの傾斜地域があるほぼ山岳地帯にあり、汚水を流下させることが困難である。コミュニティ・プラントを建設するには広大な土地があるため、

このバラングアイにはコミュニティ・プラントを適用することを提案する。

- バランガイ・マティーナパンギにはいくつかのコミュニティがある。コミュニティ・プラントは、合計で9,000 m³/日の容量で各コミュニティに分散できる。
- 東西方向およびエリア D の沿岸地域に傾斜地域があるため、可能なオプションは、地域を西と東に分けて、各エリアの下水処理施設を構築することである。

(4) 下水整備エリア D

表 5.2.4 エリア D における処理方針の提案

No.	District	Barangay	Land Area (ha)	Population 2045 (persons)	Population Density 2045 (persons/ha)	Treatment Policy
1	Buhangin	V. Hizon	212.0	26,237	124	Off-site (1 WWTP) 122,000m ³ /day
2		A. Angliongto	495.3	31,534	64	
3		Pampanga	94.7	33,495	354	
4		Communal	570.8	38,989	68	
5		Sasa	695.0	122,012	176	
6	Bunawan	Panacan	726.1	74,719	103	
7		Ilang	597.7	52,058	87	
8		Tibungco	780.5	87,360	112	
9		Bunawan	774.1	49,028	63	Community 13,000m ³ /day
Total Area D			4,946.2	466,404	104	135,000m ³ /day

出典: 調査団

コメント:

- バランガイ・ブナワンはエリア D で最も人里離れた場所にある。これは、将来的な工業地帯がある北端に位置している。大規模な土地がまだあるため、コミュニティ・プラントをバラングアイ・ブナワンに建設することを提案する。

(5) 下水整備エリア E

表 5.2.5 エリア E における処理方針の提案

No.	District	Barangay	Land Area (ha)	Population 2045 (persons)	Population Density 2045 (persons/ha)	Treatment Policy
1	Tugbok	Santo Niño	152.8	63,225	414	Off-site (1 WWTP) 40,000m ³ /day
2		Mintal	768.2	41,599	54	
3		Tugbok	994.9	47,537	48	
4		Tacunan	823.0	40,172	49	Communities 11,000m ³ /day
5		Los Amigos	480.6	30,576	64	Community 8,000m ³ /day
Total Area E			3,219.5	223,109	69	59,000m ³ /day

出典: 調査団

コメント:

- バランガイ・タクナンには、東西方向に傾斜した地域がある。IM4D で計画されているように、

バランガイ・タグボックへの下水の収集と運搬は非常に困難である。コミュニティ処理プラントが適切な解決策である。バランガイの独自の施設も困難である。バランガイ・タクナンには将来的に有望な住宅開発地域があるため、汚水は各コミュニティで処理する必要がある。

-バランガイ・タグボックとロス・アミーゴスの中心的コミュニティの間には大きな距離がある。地形条件は良好であり、汚水を流下させることができるが、農村部に長い下水管を布設するのは経済的ではない。バランガイ・ロス・アミーゴスには、別のコミュニティ処理施設が必要である。

-バランガイ・サントニニョ、ミンタル、およびタグボックは、バランガイ全体またはコミュニティ全体の処理プラントを採用することもできる。

(6) 下水整備エリア F

表 5.2.6 エリア F における処理方針の提案

No.	District	Barangay	Land Area (ha)	Population 2045 (persons)	Population Density 2045 (persons/ha)	Treatment Policy
1	Tugbok	Bago Oshiro	720.4	37,527	52	Off-site (1 WWTP) 109,000 m ³ /day
2	Toril	Bankas Heights	251.3	25,050	100	
3		Toril	170.4	39,643	233	
4		Lubogan	357.5	39,696	111	
5		Lizada	421.7	65,676	156	
6		Daliao	184.5	68,981	374	
7		Crossing Bayabas	84.0	37,521	447	
8		Baliok	238.4	31,754	133	
9		Bago Gallera	761.0	34,190	45	
10		Dumoy	593.2	36,638	62	
11		Binugao	502.9	22,643	45	Community 6,000 m ³ /day
Total Area F			4,285.3	439,318	103	115,000 m ³ /day

出典: 調査団

コメント:

ビヌガオバランガイはエリア F で最も人里離れた場所である。将来の工業地帯がある南端に位置している。そのような利用に適した大規模な土地がまだ多くあり、コミュニティ・プラントをビヌガオバランガイに設置することが提案されている。

(7) 汚泥管理エリア

下水道整備区域外の 7つの行政区にある 28 のバランガイは、汚泥管理プログラム（2045 年には人口密度 40 人/ha 未満）で管理される。バランガイのリストと予想される汚水発生量を表 5.2.7 に示す。

集合住宅および、または大規模施設がその地域に存在するか建設される場合、小規模のコミュニティ処理プラントを建設する必要がある。

表 5.2.7 下水道整備地域外の汚泥管理エリア

Septage Collection Area	Zone	District	Barangay	Area (ha)	Population		Wastewater Generation (m3/d)	
					2015	2030/2032	2030/2032	
SCA-1	Zone 5	Talomo	Langub	853.2	2,883	7,103	1,861	
			Magtuod	462.9	5,058	10,122	2,652	
SCA-2	Zone 4	Toril	Bato	851.6	10,007	18,926	4,959	
			Marapangi	703.8	6,889	16,259	4,260	
SCA-3	Zone 3	Buhangin	Indangan	1,474.1	14,867	26,716	7,000	
			Mudiang	686.3	2,937	7,518	1,970	
			Tigatto	761.3	36,387	25,560	6,697	
	Outside SCA	Buhangin	Waan	437.0	3,925	7,358	1,928	
			Acacia	920.3	3,262	6,173	1,617	
			Mandug	969.2	13,594	17,811	4,666	
			Bunawan	887.0	1,190	1,929	505	
SCA-4	Zone 1	Calinan	Calinan Proper	830.6	23,052	36,318	9,515	
			Zone 2	Tugbok	1,333.4	3,392	26,640	6,980
		Marilog	Tacunan	906.7	12,773	5,335	1,398	
			Matina Biao	1,578.2	1,811	1,431	375	
			Zone 3	Tugbok	941.3	4,130	10,783	2,825
			Biao Guianga	500.9	3,664	3,847	1,008	
			Calinan	445.5	9,722	15,273	4,002	
			Zone 4	Marilog	514.9	5,450	10,721	2,809
			Talomo River	810.9	6,846	15,171	3,975	
			Calinan	Dacudao	1,247.1	4,418	7,392	1,937
			Biao Joaquin	551.6	2,289	2,691	705	
			Tugbok	Wangan	1,181.5	5,821	5,902	1,546
			Zone 5	Calinan	897.0	5,873	6,135	1,607
			Gumalang	1,572.8	5,081	9,725	2,548	
			Malagos	1,210.6	6,524	16,430	4,305	
Outside SCA			Tugbok	481.3	2,475	3,068	804	
Angalan			481.3	2,475	3,068	804		
Total				24,641.1	209,653	332,954	87,234	

注: Land area and population in 2015 are based on Census 2015.

Future populations in SCA-1 and 2 are ones in year 2030 and SCA-3 and 4 are 2032

出典: 汚泥管理 F/S (2013年) に基づき調査団

(8) セプティックタンク・エリア

下水道整備区域または汚水収集区域ではないバラングイは、セプティックタンクの使用を続ける必要がある。セプティックタンクの普及率は100%に達する。この地域の世帯はセプティックタンクを引き続き使用するが、タンクがいっぱいになったら民間の汚泥回収サービスを利用する必要がある。

集合住宅および、または大規模施設が存在するか、開発される場合、特に地域が飲料水の近くにある場合は、小規模のコミュニティ処理プラントと汚泥管理エリアを建設する必要がある。一

方、バランガイ、コミュニティの住民が環境改善のためにコミュニティ処理プラントを開発したり、セプティックタンクの使用によるスペースを削減したい場合、バランガイ、コミュニティは小規模プラントと下水道管を設置する可能性がある。ただし、住宅が散在する地域でのこのような開発は、財政的な観点から慎重に検討する必要がある。バランガイと農村地域の処理施設の整備方針を確立することを CPDO に推奨する。

セプティックタンクを備えたコミュニティトイレの建設は、田舎の非常に貧しいコミュニティでは1つの選択肢となる。

セプティックタンク区域（仮）に属するバランガイを下表に示す。

表 5.2.8 下水道整備、汚泥管理プログラム外のバランガイ

District	Barangay
Buhangin	Callawa (1 barangay)
Paquibato	All 13 barangays
Baguio	Baguio Proper, Cadalian, Carmen, Tambobong, Tawan-tawan, and Wines (6 barangays)
Calinan	Cawayan, Dalagdag, Dominga, Inayangan, Lamanan, Lampianao, Megkawayan, Pangyan, Saloy, Sirib, Subasta, and Tamayong
Marilog	All 12 barangays
Toril	Alambre, Atan-Awe, Baracatan, Bayabas, Camansi, Catigan, Daliaon Plantation, Eden, Kilate, Mulig, Sibulan, Sirawan, Tagluno, Tagurano, Tibuloy, and Tungkalan (16 barangays)
Tugbok	Balengaeng, Biao Escuela, Manambulan, Manuel Guianga, New Carmen, New Valencia, Tagakpan, and Talandang (8 barangays)
Total: 68 barangays, land area = 174,531 ha, population (2015) =232,268	

出典: 調査団

5.3 下水道整備と汚泥管理方式の比較、ならびに整備方針の提案

5.3.1 下水道整備と汚泥管理の比較

汚泥管理は非常に容易で、下水道システムの整備と比較してコストと人件費の点で低コストなオプションである。ただし、環境改善への影響は限定的である。表 5.3.1 は、以下の3つの方式での総合的な比較結果を示している（3種類の下水収集システムの比較は5.3.1項で実施したが、そこで推奨した分流式下水道を下水道システムの代表とした）。

- 1) 汚泥管理プログラムを開始せずに、住宅、商業、および工業用建物のセプティックタンクの普及率を上げて使用し続ける。（セプティックタンクのみ）
- 2) 汚泥管理プログラムを実施し、汚泥を収集し処理施設で処理する。（セプティックタンクと汚泥処理場）
- 3) 戸別接続を含む分流式下水道（污水管）を整備し、処理場ですべての下水を処理する。（分流式下水道と下水処理場）

表 5.3.1 セプティックタンク、汚泥管理プログラム、下水道整備による水質改善効果の比較

No.	Option	Black Water (Night Soil)			Gray Water		Note
		SS	BOD	Coliform	SS	BOD	
1	Septic Tanks Only : Septic Tank (Present)	△	×	×	×	×	Pollution of creek and groundwater
2	Septic Tank & SpTP : Septage Management Program	○	△	×	×	×	Still much overflow from septic tanks due to limited capacity and desludging frequency
3	Separated Sewer & WWTP (with house connection) : Sewerage Development	○	○	○	○	○	1) Only non-point source load is discharged from the sewer 2) Take time for house connection

注: × : cannot treated, △: partly treated, ○ : treated

出典: 調査団

各システムの特徴は次のとおりである。

- セプティックタンク : セプティックタンクのケースのみが汚濁負荷の処理をほとんど行えない。ダバオのような熱帯気候地域では寒い地域よりも分解率が比較的高いにもかかわらず、BOD の 10% から 20% のみがタンク内で分解すると想定される。汚泥の収集と処分が適切に実施されれば、固形物 (SS) は BOD よりも除去できる。しかし、管理が良くない場合、汚濁物が地面に浸透する。こうした事態は、セプティックタンクに底部がなく、し尿の浸透を引き起こす場合である。これは、汚泥回収が不十分で頻繁に行われないために、汚水がオーバーフローする場合にも当てはまる。
- 汚泥管理プログラム : 汚泥処理場建設を含む汚泥管理でも、すべての雑排水を処理することはできず、セプティックタンクに底がない場合、多くの BOD が地面に浸透する。世帯インタビュー調査と現場踏査から、大部分の世帯は底のないセプティックタンクを使用しており、多くのセプティックタンクでは汚泥を引き抜くことができない。
- 下水道整備 (分流式下水道システム) : 水路に排出される汚濁負荷は非常に少ない。唯一の汚濁負荷は、降雨後にごみに含まれる有機物が雨水管を通過するときに道路に排出されるものである。処理場で処理できないごく一部の BOD も排出される。しかし、そのような割合は、全汚濁負荷発生量の約 10% にすぎない。問題は、分流式下水道の整備に長期間を要し、枝管の整備と戸別接続のためのコストが高くなることである。

上記の事実に基づいて、各システムの推定 BOD 負荷と処理率は、表 5.3.2 に示すように推定される。処理率は最低限の水準として 90% 未満という数値となったが、MBR システムなどの高度な下水処理技術を適用する場合は、90% を超える。

表 5.3.2 推計 BOD 負荷と下水処理率の比較

No.	Option	Year Origin	2030			2045			Treatment Ratio			
			Generation (kg/day)	Removed/Decomposed (kg/day)		Discharged (kg/day)	Generation (kg/day)	Removed/Decomposed (kg/day)		Discharged (kg/day)	Treated Ratio(%)	Untreated Ratio(%)
				Night Soil	Gray Water			Night Soil	Gray Water			
1	Septic Tanks Only	-	9,673	1,218	0	8,455	11,093	1,397	0	9,696	12.6%	87.4%
2	Septic Tank & SpTP	-	9,673	5,804	0	3,869	11,093	6,656	0	4,437	60.0%	40.0%
3	Sewerage System (Separated Sewer)	Sewer	9,673	0		406	11,093	0		466	86.2%	13.8%
		WWTP		8,340		927		9,565		1,063		

注: Assumptions

20% of BOD in night soil is decomposed in septic tank in hot climate all the year in Davao City.

Treated ratio in WWTP itself is 90% as Conventional Activated Sludge level (MBR is more)

出典: 調査団

上記の比較に基づいて、特にダバオ市がフィリピン、さらには ASEAN 諸国の中でも環境先進都市を目指すのであれば、環境改善の観点から長期的には分流式下水道システムの整備を推奨する。

下水道整備には、多額の費用と長い期間を必要とするため、公衆衛生の向上や生活環境の改善を意図して汚泥管理プログラムが USAID の支援により検討された。現在は DCWD により検討が行われている。今後市と協議を行った後、第 1 ステップとしてプログラムが実施されていくことは、持続可能な開発目標 SDG6.2 「2030 年までに、すべての人々の、適切かつ平等な下水施設・衛生施設へのアクセスを達成し、野外での排泄をなくす。女性及び女兒、ならびに脆弱な立場にある人々のニーズに特に注意を払う。」の達成という観点から重要と考えられる。しかしながら、その後できるだけ速やかに、上記提案したような下水道システムの整備を開始すべきである。

5.3.2 下水収集システムの比較

本節では、合流式下水道、遮集式下水道及び分流式下水道の比較検討を行い、ダバオ市において採用する下水収集システムを提案する。


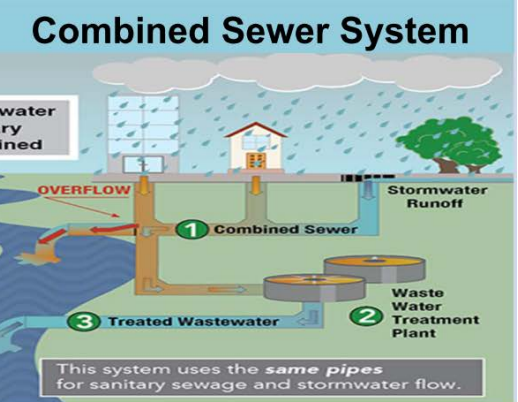
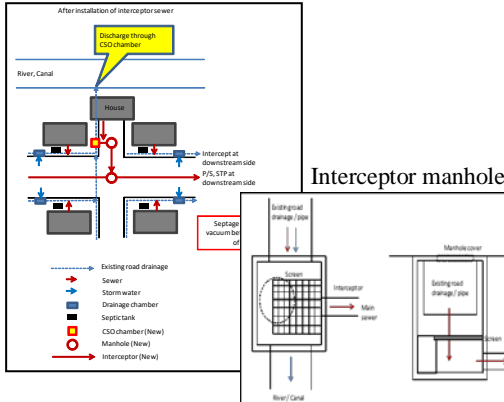



汚濁負荷やコスト等の概略定量比較においては、IM4D で優先地域として提案されているエリア A をケーススタディの対象として用いた。

(1) 一般比較

各下水収集システムの一般比較を表 5.3.3 に示す。

また、エリア A における放流先への影響（汚濁負荷）及び建設費のケーススタディを付属資料 5.1 に示す。

表 5.3.3 下水収集システムの概略比較

Item	Option 1: Separate Sewer System	Option 2: Combined Sewer System	Option 3: Interceptor Sewer System (Existing Proposal in IM4D)
Image	 <p>Separate Sewer System</p> <p>This system uses <i>separate pipes</i> for sanitary sewage and stormwater flow.</p>	 <p>Combined Sewer System</p> <p>This system uses the <i>same pipes</i> for sanitary sewage and stormwater flow.</p>	 <p>Interceptor manhole</p>
Feature	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Sewage including both black and grey water can be treated. ◆ There is no influence of rainwater for the treatment system 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ In wet-weather condition, sewage that exceeds the capacity of sewer pipe will be discharged partially at CSO (Combined Sewer Overflow) chambers ◆ Countermeasures against wastewater and rainwater can be implemented with one system. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ The wastewater flowing in the roadside drains is intercepted with the construction of interception chambers. It will flow into interceptor sewers under the streets. ◆ In wet-weather condition, sewage that exceeds the capacity of sewer pipe will be discharged partially at the chambers
Impact Receiving Body	<p>No untreated wastewater will be discharged because of the development of the sewer pipeline and the wastewater treatment plant with a separate sewer system.</p> <p>Treatment ratio of generated BOD: 86% Pollution load to public water body: 170,000 kg/year (Appendix 5.1)</p>  <p>○ (Good)</p>	<p>Reducing pollution load is realized earlier in the dry-weather condition, however, untreated wastewater will be discharged partially in wet-weather condition.</p> <p>Treatment ratio of generated BOD: 76% Pollution load to public water body: 612,000 kg/year (Appendix. 5.1)</p>  <p>△ (Not Good)</p>	<p>Reducing pollution load is realized earlier in the dry-weather condition, however, untreated wastewater will be discharged partially in wet-weather condition. (more than Opt-2)</p> <p>Treatment ratio of generated BOD: 70% Pollution load to public water body: 796,000 kg/yr (Appendix. 5.1)</p>  <p>× (Bad)</p>

Item	Option 1: Separate Sewer System	Option 2: Combined Sewer System	Option 3: Interceptor Sewer System (Existing Proposal in IM4D)
Impacts by Garbage	The sewer is not necessary to connect the road side ditch and/or channel. Therefore, there is a possibility of pipe clogging due to garbage. ○ (Good)	The stormwater is mainly collected from stormwater inlet chambers in roadsides (e.g. L-shape ditch). There is a possibility of the sedimentation of solids. △ (Not Good)	The sewer is necessary to connect the road side ditch and/or channel. Therefore, there is a big possibility of pipe clogging due to garbage. × (Bad)
House Connection	Necessary between every household and newly-developed sanitary sewer. DCWD (assumption) needs to implement all the connection works. Also, each household need to pipework within its premises. △ (Fair)	Necessary between every household and newly-developed sanitary sewer. DCWD (assumption) needs to implement all the connection works. Also, each household need to pipework within its premises. △ (Fair)	Not necessary, but septage collection should be continued. ○ (Good)
Required Area for WWTP	<ul style="list-style-type: none"> Scale of the WWTP will be slightly smaller than Option 2 and 3. Total required area for WWTP will be smaller than Option 2. ○ (Good)	<ul style="list-style-type: none"> Primary sedimentation tank will be bigger than Option 1. Also, an emergency bypass channel/pipe is required for discharging rainwater. Total required area for WWTP will be about 20% larger than Option 1. △ (Fair)	<ul style="list-style-type: none"> Primary sedimentation tank will be bigger than Option 1 for the inflow of stormwater. Total required area for WWTP will be larger than Option 1. △ (Fair)
Treatment in WWTP	More stable treatment than Option 2 and 3 due to s 表 inflow and high density wastewater ○ (Good)	Less stable treatment due to much inflow of rainwater and low density wastewater (not good for activated sludge: bacteria to treat water) △ (Not Good)	Less stable treatment due to much inflow of rainwater and low density wastewater (not good for activated sludge: bacteria to treat water) △ (Not Good)
Composition of Sewer Network	<ul style="list-style-type: none"> Total sewer length will be longer than Option 3 for lateral pipes for house connections. Pipe diameter is smaller than Option 2. The pipe slope is smaller than Option 3. Installation of <u>connection pits/chamber for each household</u> will be required. △ (Fair)	<ul style="list-style-type: none"> Total sewer length will be longer than Option 3 for lateral pipes for house connections. The diameter/slope of sewer gets bigger than Option 1 and 3 to accept much stormwater and flush sands. The cost is highest. Installation of CSO Chambers are necessary to discharge the stormwater into the public water body. △ (Fair)	<ul style="list-style-type: none"> The existing drains shall be utilized as a part of the sewer. However, the capacities are insufficient in Davao City particularly in the seaside area with a flat land condition and insufficient slope. Total sewer length is shorter than Option 1 and 2 because lateral pipes are not necessary. The slope of sewer gets bigger than Option 1 to flush sands (required flow velocity is bigger). Installation of interception chambers are necessary to intercept wastewater and discharge the stormwater into the public water body. △ (Fair)
Ease and Efficiency of Project Implementation	<ul style="list-style-type: none"> The smooth implementation of sewerage system development can be expected because the planning of sewerage system and flood control/drainage system can be conducted individually by each responsible agency. (DPWH, City Government, DPWD) *DPWH has its own projects which are on-going for flood control and 	<ul style="list-style-type: none"> The combined sewer system is closely related to flood control/drainage system. The close coordination between each responsible agency will be required. The cost allocation between the project for construction work will be required. But it seems 	<ul style="list-style-type: none"> The interceptor sewer system is related to flood control/drainage system, the close coordination between each responsible agency will be required. The construction period is shortest without lateral pipes and house connections.

Item	Option 1: Separate Sewer System	Option 2: Combined Sewer System	Option 3: Interceptor Sewer System (Existing Proposal in IM4D)
	drainage. ♦ The cost allocation between the projects for construction works will not be required (or can be minimized). ♦ <u>Manpower and budgets for house connections by the implementing agency shall be secured. In case of the delay, the collected wastewater flow becomes small.</u> ○ (Good)	difficult. ♦ <u>Manpower and budget for house connections by the implementing agency shall be secured. In case of the delay, the collected wastewater flow becomes small.</u> ♦ The construction period is longest due to large pipe diameters. × (Bad)	♦ The collected wastewater flow itself will reach quickly to WWTP capacity. Meanwhile, the loads are not enough due to less septage and more stormwater. ♦ The construction period is shortest without lateral pipes and house connections. △ (Fair)
Ease of O&M	♦ <u>O&M work is much easier once connected. The frequency of cleaning can be minimum without sedimentation of sands and garbage.</u> ○ (Good)	♦ <u>More manpower and/or equipment shall be secured for cleaning of sewer pipes (O&M) than Opt-1.</u> But it is easier than Opt-3 due to larger pipe diameter and less inflow of garbage. △ (Fair)	♦ <u>Many manpower and/or equipment shall be secured for cleaning of sewer pipes (O&M).</u> ♦ <u>Due to the smaller diameter, it is more difficult than Opt-2</u> ♦ <u>The maintenance of pumps also is most frequent.</u> × (Bad)
Initial Cost	♦ Higher than Opt-3 due to longer pipeline Preliminary cost estimate: 120 (See Appendix 5.1) △ (Fair)	♦ Highest due to longer pipeline than Opt-3 and largest diameter. However, the total cost with stormwater management is less than that of Opt-1. Preliminary cost estimate: More than 150 △ (Fair)	♦ Lowest due to shortest sewer length Preliminary cost estimate: 100 (See Appendix 5.1) ○ (Good)
O&M Cost	♦ Smallest due to small pumping cost and least frequency of cleaning work ○ (Good)	♦ Highest due to large pumping cost and more cleaning than Opt-1. ♦ The mandate/sharing of the cost is complicated for sewerage and drainage sectors. △ (Fair)	♦ Higher than Opt-1 due to much more cleaning of pipe and sometimes maintenances of pumps due to massive inflow of sand and garbage. △ (Fair)
Necessity for Future Investment	♦ No special investment for sewers for at least 50 years. Only renewal of pumps after service life (Cumulative investment cost image is shown (3) in this subsection and the schedule image is shown in Appendix 5.5) ○ (Good)	♦ <u>Large investment is required for the combined sewer improvement to reduce environmental impact.</u> (See (2) and (3) in this subsection and development schedule image is shown in Appendix 5.5) △ (Fair)	♦ Shall be switched to a separate sewer system to reduce environmental impact after the initial development. △ (Fair)

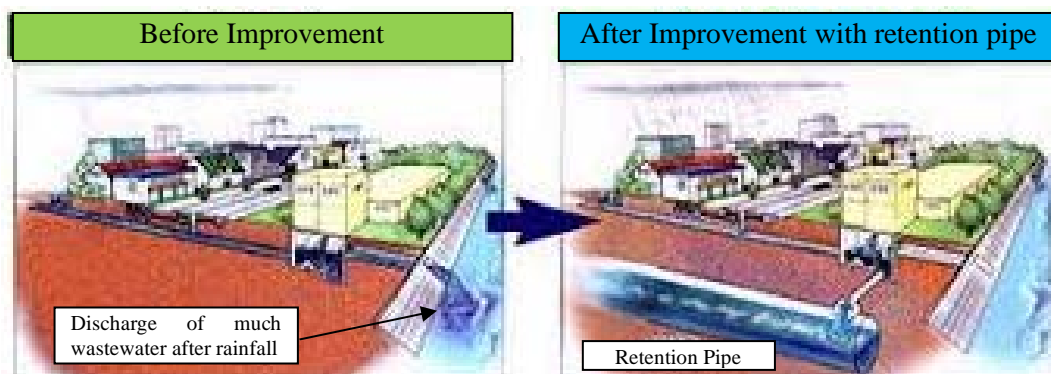
出典: 調査団

(2) 合流式下水道および遮集式下水道に必要な追加コスト

表 5.3.1 及び付属資料 5.1 に示す通り、いわゆる一般的な合流式下水道からの放流先への汚濁負荷は分流式下水道の 3 倍以上と試算され、遮集式下水道からの汚濁負荷は、ダバオにおいては 4 倍以上と試算される。合流式下水道及び遮集式下水道からの汚濁負荷を分流式下水道と同レベルまで緩和するには、追加の構造物や施設の整備が必要である。

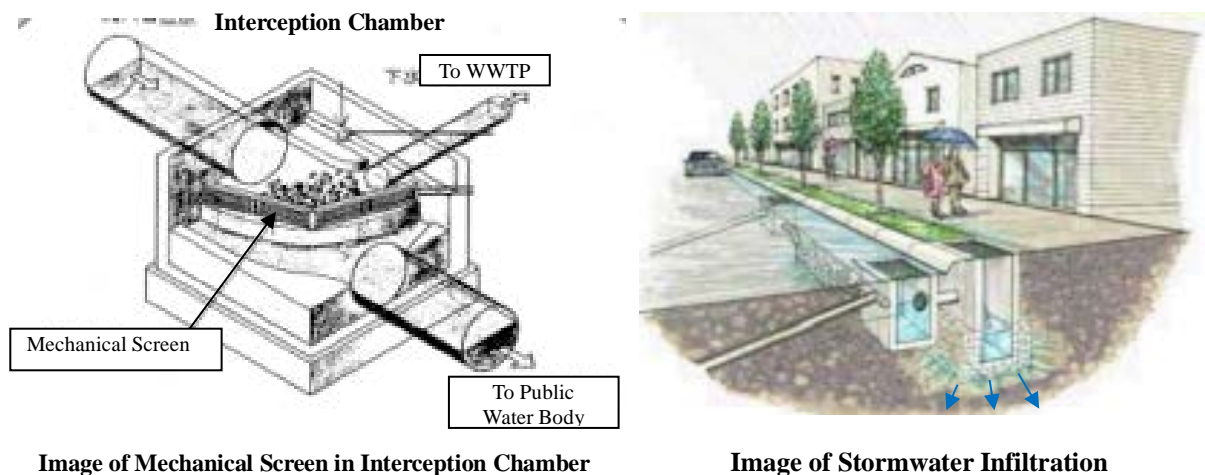
これら合流式下水道に必要な追加施設の例：

1. 雨天時に希釈された汚水を貯留する貯留池または貯留管を整備し、雨が止んだ後に貯留汚水をポンプで処理場へ送る。(図 5.3.1)
2. 合流管の布設替えまたは増補管の新設による流下能力の増強
3. 処理場における希釈汚水の高速処理施設の追加整備
4. 雨水吐き室への機械スクリーンの設置 (SS 成分のみ捕捉可能、設置には堰があることが前提 (図 5.3.2))
5. 下水管への雨水流出量低減のため、ビルや道路下へのオンサイト雨水浸透施設の設置 (図 5.3.2)



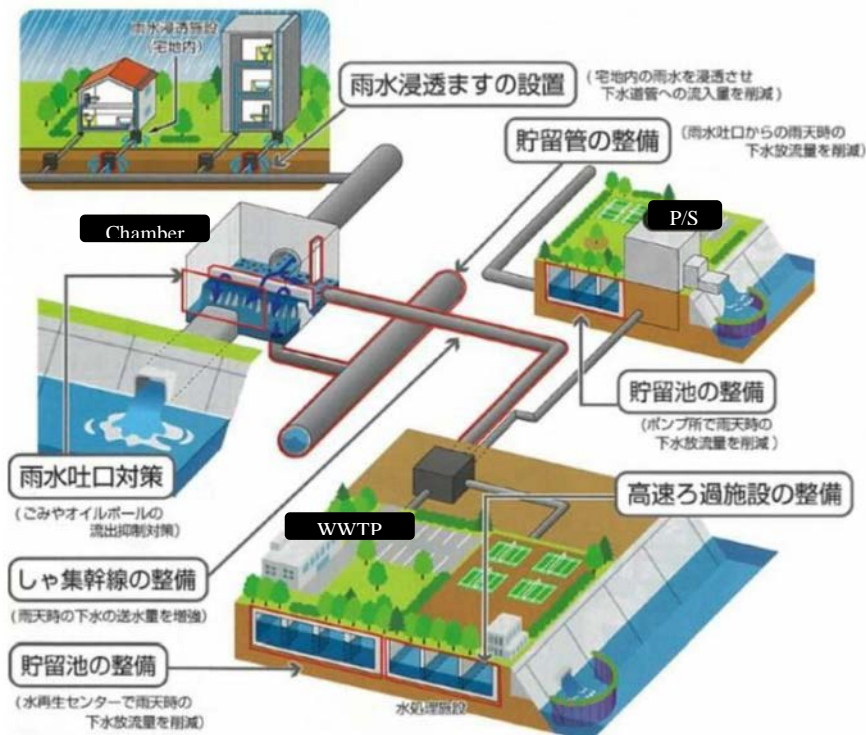
出典: 札幌市下水道局

図 5.3.1 貯留管を用いた合流式下水道改善イメージ



出典: 帯広市

図 5.3.2 その他の合流式下水道改善イメージ



注: P/S: ポンプ場
 出典: 東京都下水道局

図 5.3.3 総合的な合流式下水道改善イメージ

エリア A に希釈汚水の貯留管を建設する場合、想定される規模及び建設費は以下の通り算出される。

管径 = 3,000 mm、延長 = 40 km、建設費: PHP 24 billion

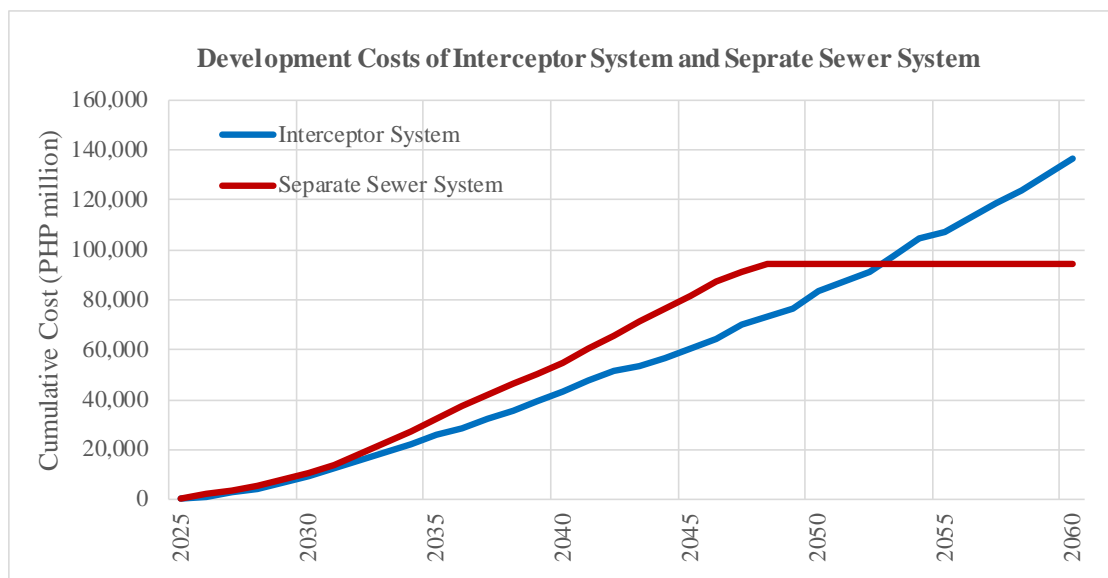
(3) 下水収集システムの累計コストの比較

ダバオ市の全下水道計画区域 (エリア A~F) に遮集式下水道または分流式下水道を整備した場合の累計コスト比較及びその前提条件を表 5.3.4 に示す。なお、下水管路施設のサイズ、延長や整備コストの内訳については、付属資料 5.2 に示す。

表 5.3.4 下水道システムの予備的積算における項目と想定

Separate Sewer System	Interceptor System (with partly combined sewer)
1) Trunk sewers (Dia. 400-1800) * based on lengths and widths of areas 2) Lateral sewers (Dia. 200-450) * based on road lengths in the areas 3) House connections * number of households	1) Interceptors/Trunk sewers (Dia. 400-1800) * 1.5 times of trunk sewers in separate system for interceptors 2) Combined sewers in insufficient drain capacity areas (Dia. 250-450, 50% of lateral sewer length) 3) Connection from septic tanks to drains and house connections for combined sewers *same with separate 4) Miscellaneous costs such as covers on open side drains, improving ditches in slum areas 5) Future retention pipe (Dia. 3000) *after 2045 in case of Area A, storage capacity of two times of daily maximum flow in each area

出典: 調査団



出典: 調査団

図 5.3.4 遮集式下水道と分流式下水道の累積的整備コスト

前述の通り、新設管路延長を低減できることから、遮集式下水道の整備コストは分流式下水道よりも小さい。しかし、分流式下水道を導入した場合に一部が稼働する頃や、完成が見込まれる2045～2050年以降も、既存システムの改善策として、貯留管等の建設を開始し、進める必要がある。

(4) 費用対効果 (B/C) の概略比較

下水道の整備効果として対象エリアの BOD 負荷の処理量を用いる場合、遮集式下水道と分流式下水道のエリア A を対象としたケーススタディの結果を表 5.3.5 に示す。なお、このケーススタディは付属資料 5.1 及び 5.2 に示すコスト及び環境負荷に基づくものである。

表 5.3.5 分流式下水道と遮集式下水道における費用対効果 (B/C) の概略比較

Sewage Collection System	Separate Sewer System	Interceptor System (with partly combined sewer)
Treated BOD load (kg/day) in 2030	8,340	6,732
Rough construction cost (PHP million)	13,900	10,800
Cost-benefit (B/C) (kg/year/PHP million)	219	228

注: Rough construction cost for interceptor system but does not include the future retention pipe

出典: 調査団

遮集式下水道の費用対効果が分流式下水道よりもやや上回るものの、その差は僅かである。将来合流式下水道の越流水対策に着手する場合には、追加コストが初期コストと同程度となり、総コストは当初の2倍となるため、遮集式下水道の費用対効果は分流式下水道を下回る事となる。また、総コストが当初の2倍となったとしても、追加施設により削減できる汚濁負荷は2倍とはならない。

(5) 総合比較に基づく下水収集システムの提案

上記の比較検討結果を以下の表 5.3.6 に整理する。

表 5.3.6 下水収集システムの比較結果概要

Item	Option 1: Separate Sewer System	Option 2: Combined Sewer System	Option 3: Interceptor System (Existing Proposal: IM4D)
Points	General <ul style="list-style-type: none"> Sewage can be collected and treated almost completely It can save the time for coordination with the drainage projects compared to Option 2 and leads to a smoother development 	General <ul style="list-style-type: none"> Sewage cannot be treated fully in wet-weather condition Davao <ul style="list-style-type: none"> Close and careful coordination will be required among the projects and between relevant agencies (City/DCWD/DPWH) 	General <ul style="list-style-type: none"> Sewage cannot be treated fully in wet-weather condition (need to be switched to separate sewer system in future) Davao <ul style="list-style-type: none"> The existing drains in Davao with insufficient slopes and many clogging from garbage is not reliable to utilize for a part of sewer.
	Recommendation		

出典: 調査団

上記の比較検討に基づき、エリア A の沿岸部やダバオ川沿いの密集地域における下水道システムの早期稼働という観点から遮集式下水道の導入は望ましいが、長期的な視点から、公共用水域への汚濁負荷低減のためには分流式下水道の選定が妥当といえる。

また、合流式下水道を導入する場合、DCWD は汚水及び雨水の両方を管理することになる。しかし、現時点で DPWH は洪水対策プロジェクトを実施中である。このため、合流式下水道を選択した場合、DCWD と DPWH の双方が雨水管理を行うこととなり、双方の煩雑な調整が必要となる。

さらに、日本の過去の経験を踏まえると、合流式下水道は過去に都市部を中心に整備されてきたが、現在は下水道システムの新規導入の際には原則として分流式下水道が選択されている。これは、雨天時における合流式下水道から公共用水域への汚濁負荷の低減はコスト面からも技術面からも容易でないことが明らかになっているためである。

以上の総合比較より、調査団はダバオ市の下水収集システムとして以下の方針を提案する。

ダバオの下水収集システムの整備方針

- 1) 原則として分流式下水道を導入する。
- 2) 家屋の密集及び狭隘な道路により、新規の枝線布設及び家屋接続の実施が難しいエリアには、暫定的に遮集式下水道を導入し既存の排水管を活用する。
- 3) これらのエリアが将来再開発される際には、分流式下水道にて再整備する。

分流式下水道と遮集式下水道の組み合わせに関する留意点について、以下に整理する。

ポイント 1:

アグダオ水路等の排水路へ直接放流されている地域の汚水については、個々に家屋接続を進めて収集する。(水路沿いに分流管を布設する)



Photo 6.3.1 Agdao Creek

ポイント 2:

住宅密集地より排出される汚濁負荷は他のエリアと比べて大きいと、早急に汚水を収集し、環境改善を図ることが望まれる。しかし、住宅密集地で道路も狭隘で曲がりくねっているエリアでは、下水管路を布設するのは非常に難しい。このような密集地の多くは不法居住によるスラムエリアであり、市による再開発が実施される見込みであるため、再開発後に分流式下水道を導入する。



Photo 6.3.2. Narrow and Curving roads where Wastewater flows in Barangay Tomas Monte Verde in Area-A Agdao



Photo 6.3.3 One Exit of Wastewater from a Congested area in Barangay Tomas Monte Verde

ポイント 3:

遮集式下水道を導入する場合においても、高潮時の背水の影響により海水が下水道へ流入しないよう吐き口へフラップゲートを設置する。

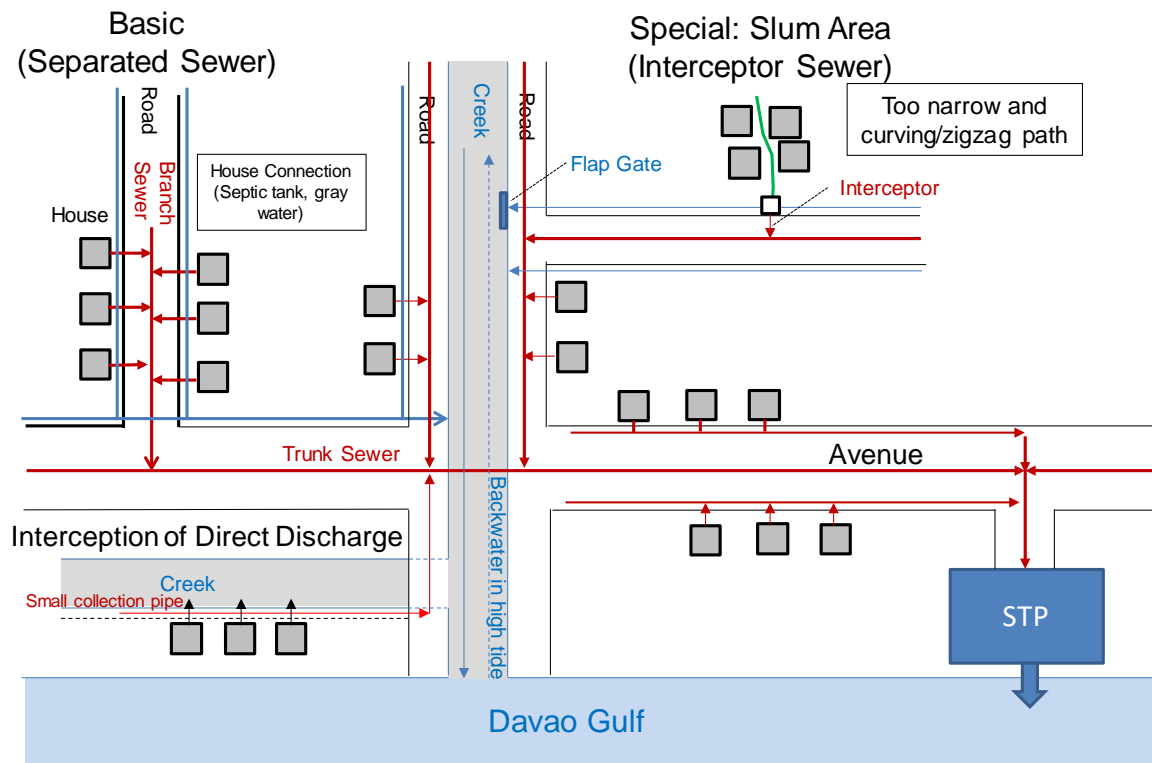


Photo 6.3.4 Submerged Outfall in Dacudao Creek



Photo 6.3.5 Example of Flap Gate in a Channel in Japan

下水道の早期整備に向けた統合下水収集システムとしてのこれらの留意点のイメージを図 5.3.7 に図示する。



出典: 調査団

図 5.3.5 エリア A における総合的下水収集イメージ

5.4 下水道整備地区における段階的汚水汚泥管理計画の検討

5.4.1 汚泥管理プログラムにおける修正されたスケジュール

本項においては、包括的な汚水汚泥管理プログラムについて検討する。汚泥管理プログラムの実施の遅れにより、各汚泥収集エリア（SCA）の汚泥処理プラントの完成は、4.6.1 項の

情報に基づいて想定されるべきである。ただし、詳細は DCWD 衛生部によってまだ検討中であり、改訂されたプログラムは第1フェーズ（2019-2028）を除いて公開されていない。汚泥管理プログラムの改訂スケジュール（想定）を表 5.4.1 に示す。

表 5.4.1 汚泥管理プログラムにおける変更スケジュール（想定）

SCA	Major Target District	SpTP Capacity (m ³ /day)	Completion of SpTP	
			Original (F/S)	Revised (assumed)
Phase 1a				
SCA-1	ポブラシオン, Talomo	160	2016	2022
SCA-2	Toril	80	2016	2022
Phase 1b				
SCA-3	Agdao, Buhangin, Bunawan	150	2018	2024
SCA-4	Tugbok, Calinan	20	2018	2024
Phase 2a				
SCA-1	ポブラシオン, Talomo	50 (210)	2021	2027
SCA-2	Toril	30 (110)	2021	2027
Phase 2b				
SCA-3	Agdao, Buhangin, Bunawan	40 (190)	2023	2029
SCA-4	Tugbok, Calinan	10 (30)	2023	2029
Phase 3a				
SCA-1	ポブラシオン, Talomo	60 (270)	2026	2032
SCA-2	Toril	40 (150)	2026	2032
Phase 3b				
SCA-3	Agdao, Buhangin, Bunawan	70 (260)	2028	2034
SCA-4	Tugbok, Calinan	20 (50)	2028	2034

注: SpTP 容量のカッコ内は合計容量を示す。

出典: 調査団

5.4.2 各下水道整備地区における包括的な汚水汚泥プログラム

汚泥管理は区域ごとに行われるものでなく、各下水道整備地区よりは広い地域を対象とし広域的に行うものである。従い下水道整備地区と汚泥管理地域の対象範囲やスケジュールに違いがあるため調整が必要となり、双方の実施スケジュールに関しここで下水道整備地区単位でまとめる。スケジュールの整理に基づいた整備ステップを表にまとめ、どのように汚泥管理と下水道整備を進め、汚泥管理から下水道整備に切り替えるかを示す。

(1) エリア A

エリア A の下水道整備のステップの詳細は、一時的な中断しているエリア、各下水道エリア、最も優先度の高いエリアの設定に基づいて、第 6 章（エリア A 全体の下水道整備）および第 7 章（エリア A の段階的開発）に記載している。本章では、下水道システムの整備と汚水処理の全体的なスケジュールを表 5.4.2 に示すように整理した。下水道整備の接続工事と汚水収集工事の条件は重複する。下水道への接続を優先する必要があるが、特に混雑した地域の排水路と家屋の状況に応じて、どちらの方法も柔軟に採用する必要がある。完了に長い期間を必要とする衛生下水道の設置と接続がスケジュール通りに完了する場合、汚泥の収集は 2030 年から 2031 年までに完了する。ただし、汚泥を適切に洗浄できない混雑した地域は除く。

表 5.4.2 エリア A における包括的な汚水汚泥管理の図

Work Item	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
(A) Poblacion District (except for Brgy. 8-A)												
(1) Septage Management												
Construction of SpIP	■											
Collection of septage (Poblacion: SCA-1 Zone-1,2,3)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Decrease of septage collections									■	■	■	■
End of collections except for un-connected customers to sewerage system											☆	
(2) Sewerage Development												
Construction of WWTP					■	■	■	■	■	■	■	■
1) Interceptor area (mainly seaside) Installation of interceptor					■	■	■	■	■	■	■	■
Connect septic tank to drain * Depend on drain and house conditions							■	■	■	■	■	■
2) Separate sewer area Installation of sanitary sewer					■	■	■	■	■	■	■	■
House connection * Prioritize connection than septage collection						■	■	■	■	■	■	■
(B) Agdao District												
(1) Septage Management												
Construction of SpIP			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Collection of septage (Agdao: SCA-3 Zone-4,5)					■	■	■	■	■	■	■	■
Decrease of septage collections									■	■	■	■
End of collections except for un-connected customers to sewerage system											☆	
(2) Sewerage Development												
Construction of WWTP					■	■	■	■	■	■	■	■
1) Interceptor area (mainly seaside) Installation of interceptor					■	■	■	■	■	■	■	■
Connect septic tank to drain							■	■	■	■	■	■
2) Separate sewer area Installation of sanitary sewer					■	■	■	■	■	■	■	■
House connection * Prioritize connection than septage collection						■	■	■	■	■	■	■

注: Gray color means provisional period in case the septage collections, house connections would be behind the schedule.

出典: 調査団

(2) エリア B

エリア B の包括的な汚水および汚水管理のイメージを表 5.4.3 に示す。エリア B は、混雑したエリアのない内陸地域であるため、下水道整備のほとんどは個別の下水道システムである必要がある。下水道整備の接続工事の条件と汚泥収集工事の第 2 期は重複する。下水道システムへの住宅接続は、別の下水道システムによる環境改善の効果を考慮して優先されるべきである。完了するまでに長い期間を要する下水道の設置と接続が期間通りに終了する場合、汚泥収集は 2033 年から 2034 年までに完了する。

表 5.4.3 エリア B における包括的汚水汚泥管理

Work Item	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Poblacion District (Brgy. Buhangin Proper, Cabantian, Tigatto)													
(1) Septage Management													
Construction of SpTP	[Bar chart showing construction from 2023 to 2034]												
Collection of septage (Buhangin: SCA-3 Zone-1) (Tigatto, Cabantian: SCA-3 Zone-3)	[Bar chart showing collection from 2024 to 2034]												
Decrease of septage collections	[Bar chart showing decrease from 2030 to 2033]												
End of collections except for un-connected customers to sewerage system	☆												
(2) Sewerage Development													
Construction of WWTP	[Bar chart showing construction from 2027 to 2030]												
Construction of Community WWTPs (Brgy Tigatto, Cabantian north)	[Bar chart showing construction from 2028 to 2029]												
Installation of trunk and sanitary sewer	[Bar chart showing installation from 2027 to 2034]												
House connection	[Bar chart showing connection from 2027 to 2034]												
* Prioritize connection than septage collection													

出典: 調査団

(3) エリア C～エリア F

IM4D のエリア A および B よりも将来的な整備エリアが大きいエリア C からエリア F の包括的な下水道および汚水管理も、エリア A および B と同様の方法で考慮された。付属資料 5.3 に示す。

5.5 環境社会状況（初期的ベースラインデータ）調査

ダバオ市の環境社会状況を把握し初期的ベースラインデータを収集することを目的とし、IM4D 等の関連の公的文書のレビューとその他の関連報告書や文書の確認及び現地踏査調査を実施した。表 5.5.1 に環境社会状況調査項目を示す。

表 5.5.1 環境社会状況調査項目

Category	Items Reviewed	
Pollution	(1) Air Pollution	(4) Soil Characteristic
	(2) Water Pollution	(5) Noise
	(3) Waste	-
Natural Conditions	(1) Climate	(4) Protected Areas
	(2) Geology	(5) Flora and Fauna
	(3) Topographical Aspect	(6) Hydrology
Social Conditions	(1) Demographic Situation and Community	(3) Heritage
	(2) Land Use	-

出典: 調査団

本調査に基づくダバオ市の環境社会状況を付属資料 5.4 の通り整理した。

第6章 優先整備地区事業の検討にかかる情報収集

本章では、優先地区、特に IM4D で提案されている下水道整備地区 A の下水道システムの調査と計画の結果について詳述する。

6.1 計画汚水量および計画水質の検討

(1) 計画汚水量

エリア A の計画汚水量と処理能力を表 6.1.1 に示す。2045 年の予測人口は IM4D に基づき約 370,000 人であり、2045 年の目標処理能力は、1 日の最大流量として 97,000 m³/日である。

表 6.1.1 エリア A における計画汚水量と処理容量

No.	Area A		Zone Area (CLUP, ha)	Reviewed in this Survey			Source /Note
				2015	2030	2045	
	Agdao	person	593.0	102,267	111,300	124,800	IM4D P15-11
	Poblacion	person	1,138.2	174,121	188,100	208,700	IM4D P15-11
	Poblacion 8	person	-159.1	-11,075	-11,964	-13,274	IM4D P15-11
	Sub-total Poblacion	person	979.1	163,046	176,136	195,425	IM4D P15-11
	Part of BUCANA (30%)	person	120.6	25,189	35,009	49,558	IM4D P15-11
1	Total		1,692.6	290,502	322,445	369,783	
	Population density	person/ha	-	171.6	190.5	218.5	
2	Water supply amount	m ³ /person/day	-	0.190	0.200	0.210	IM4D P14-5 (Water Demand)
		m ³ /day	-	55,195	64,489	77,654	
3	Daily average flow (Domestic)	m ³ /person/day	-	0.152	0.160	0.168	(2) x 0.8
		m ³ /day	-	44,156	51,591	62,124	
4	Daily maximum flow (Domestic)	Peak factor		1.3	1.3	1.3	
		m ³ /person/day	-	0.1976	0.208	0.2184	(3) x 1.3
		m ³ /day	-	57,403	67,069	80,761	
5	Wastewater from business entities	m ³ /person/day	-	0.01976	0.0208	0.02184	(4) x 0.1
		m ³ /day	-	5,740	6,707	8,076	
6	Ground water infiltration amount	m ³ /person/day	-	0.01976	0.0208	0.02184	(4) x 0.1
		m ³ /day	-	5,740	6,707	8,076	
7	Daily average flow (Total)	m ³ /person/day	-	0.192	0.202	0.212	
		m ³ /day	-	55,637	65,005	78,276	(3) + (5) + (6)
8	Daily maximum flow (Total)	m ³ /person/day	-	0.238	0.250	0.262	(4) + (5) + (6)
		m ³ /day	-	69,174	80,482	96,913	
	Treatment Capacity	m ³ /day			80,000	97,000	Daily maximum
		m ³ /day				78,000	Daily average

出典: 調査団

(2) 計画水質

IM4Dでは、下水処理場（WWTP）の流入水と放流水の水質は設定されていない。河川水質の記録（4.1.1項）、マニラ首都圏の例、および3.2.3項のDAO2016-08（海への排出時のクラスSB）に基づき、表6.1.2に示す通り数値が設定された。表中のDAO2016-08という排水基準は、2016年5月24日に発行され、2016年6月14日から適用された。したがって、すべての下水処理施設はその要件を満たす必要がある。クラスSBでは、窒素の値は20 mg / L未満、リンは1.0 mg / L未満とする必要がある。

表 6.1.2 エリア A における下水処理場計画水質

Parameter	Unit	Value	Note
Influent Water Quality			
BOD5	mg/L	200	Creek water quality
COD	mg/L	N/A	
TSS	mg/L	200	Creek water quality
TN	mg/L	40	Metro Manila
TP	mg/L	5	Metro Manila
Effluent Water Quality			
BOD5	mg/L	30	DAO2016-08 Class SB
COD	mg/L	60	DAO2016-08 Class SB
TSS	mg/L	70	DAO2016-08 Class SB
Nitrate as NO ₃ -N	mg/L	20	DAO2016-08 Class SB
Phosphate	mg/L	1	DAO2016-08 Class SB
Fecal Coliform	mg/L	200	DAO2016-08 Class SB

出典: 調査団

6.2 下水処理施設整備候補地についての検討

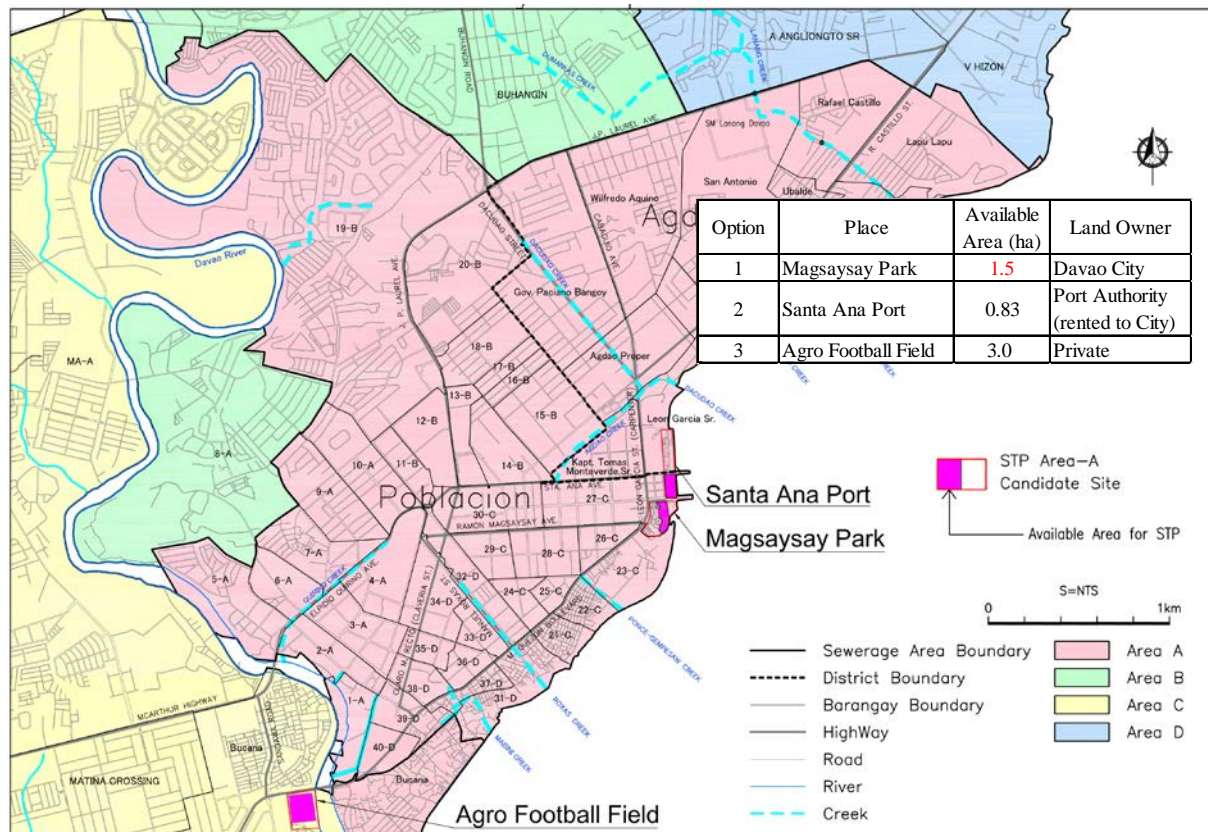
(1) 候補地

表 6.2.1 の 3 つの候補地の比較を記載する。図 6.2.1 に候補地の場所を示す。

表 6.2.1 エリア A における下水処理場の候補地

No.	Location	Note
1	Magsaysay Park	Proposed candidate site in IM4D
2	Santa Ana Port	North of Magsaysay Park with some open land (Introduction by City Architect)
3	Agro Football Field	One candidate site in M/P 1998 with large open land

出典: 調査団



注: Available area in Magsaysay Park is tentative and the boundary of the available space needs to be confirmed.

出典: 調査団

図 6.2.1 エリア A 下水処理場の候補地

1) マグサイサイ公園

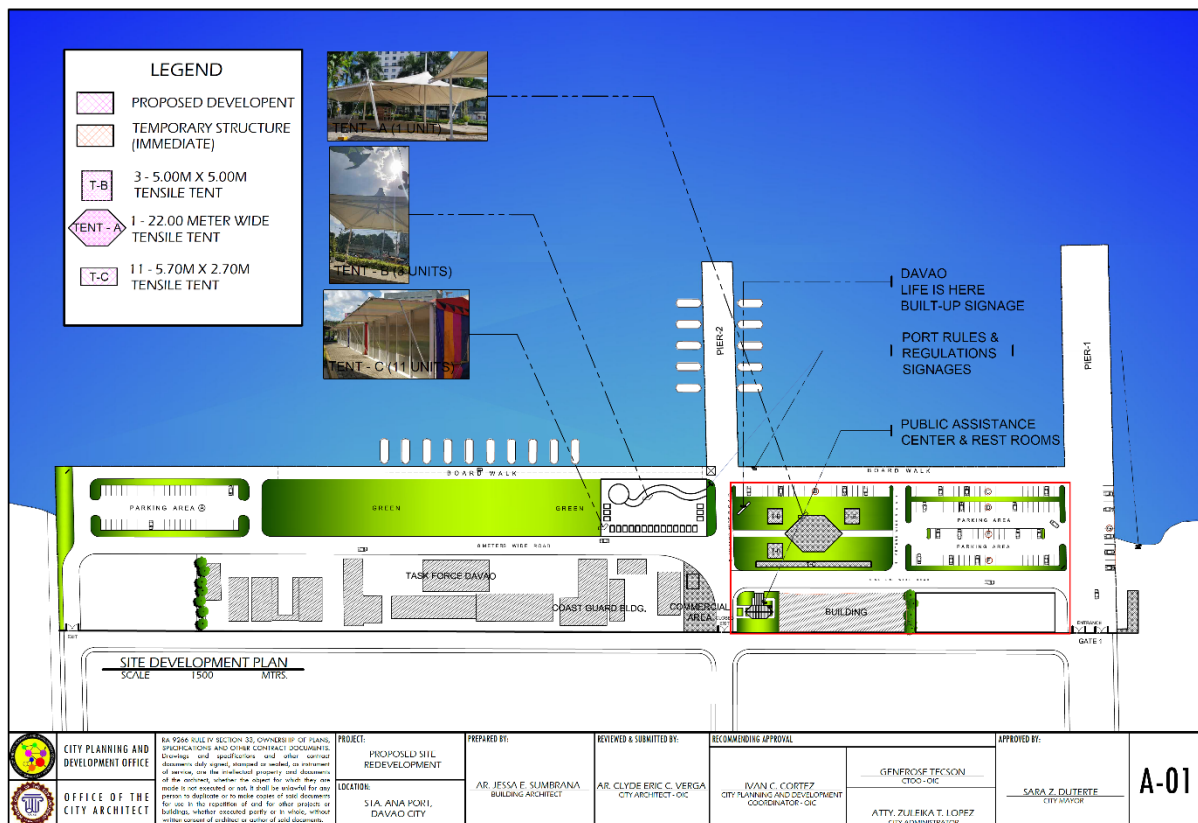
マグサイサイ公園は、ポブラシオン地区のバラングイ 23-C の北に位置し IM4D にて下水処理場候補地として提案された。半地下および全地下の選択肢が、公園の景観とレクリエーションを目的として IM4D で提案された。公園のシンボルであるラモンマグサイサイ記念碑は、建設のための取り壊しを回避するように計画された。また、活性汚泥法によるレイアウトが、記念碑と将来のダバオ市沿岸道路 (DCCR) の間に計画された。市の建築課は、公園の南西部に追加の駐車場を建設することによる公園の改良を計画しているが、市の行政局によって最終的に承認されていない。

2) サンタアナ港

記念碑や多くの既存構造物の撤去または移転に困難を伴い、またマグサイサイ公園を訪れる市民が多くいるため、マグサイサイ公園の北部に隣接するサンタアナ港が、市の建築課によって提案された。調査団は、当該港を利用する可能性を検討した。

港には空き地があるが、タスクフォースダバオ (海洋監視施設) の既存の事務所は移転が難しいことが懸念事項である。したがって、処理場に使用できる土地は南側に限定される (図 6.2.2 の右側)。マグサイサイ公園と同様に、市の建築課が図 6.2.2 に示すように地区を開発する計画を立てているが、市の行政局によって最終的に承認されていない。一部はすでに開発中であるため、イベント用のテント、公的支援センター、トイレがすでにこの地域に存在

している。



出典: ダバオ市建築課

図 6.2.2 サンタアナ港計画

3) アグロサッカー場

アグロサッカー場は、世界銀行（SC1）による1997年の下水道マスタープランの候補地の1つであった。サッカー場は、ダバオ川の最下流の橋であるボルトン橋の南西側に位置する（図 6.2.1 を参照）。3ヘクタール以上の広大な土地がある。エリア A の反対側に位置しているため、下水道を整備するには、非開削方式の河川横断工事が必要となる。ボルトン橋周辺の河川断面の確認に基づく一般的な特徴を表 6.2.2 に示す。

表 6.2.2 サッカー場およびダバオ川周辺の特徴

Item	Description
Ownership	Private
Available land	Around 3 ha
Length of river crossing	180-200 m
Ground Level (GL)	+2.8 m
Levels in Davao River	WL: MSL+0.40 m, Bed: MSL-2.8 m
Water Depth	3.2 m

出典: 調査団

この土地を WWTP に使用するための確認事項は下記の通りである。

技術面

1. 大規模な下水管（IM4D：直径 1650 mm、延長 200 m）のダバオ川横断工事に関しては、フィリピンにおける非開削工法の実績が不十分であり、また布設位置が深くなる可能性がある（揚水コストが高くなる）

*土質は砂利・シルト砂で、シルト・粘土よりも作業が困難である。⇒推進工法の条件は、シルト・粘土の含有量が 15%以上である。

2. 管が深く布設されることと管内流量が大きいことにより、下水管の維持管理が困難となる。

表 6.2.3 ダバオ川におけるボルトン橋周辺の土質状況

Table 2: BH-1 Summary of Results

Depth, m		SPT N-value	Consistency/Compactness	USCS classification	Soil Description
From	To				
0.00	6.00	19	Medium	SP-SM	Black, Poorly Graded Sand with Silt and Gravel
6.00	9.00	24	Medium	SM	Black, Silty Sand
9.00	10.50	33	Dense	SP-SM	Black, Poorly Graded Sand with Silt

Table 3: BH-2 Summary of Results

Depth, m		SPT N-value	Consistency/Compactness	USCS classification	Soil Description
From	To				
0.00	10.50	24	Medium	SM	Black, Silty Sand with Gravel

Table 4: BH-3 Summary of Results

Depth, m		SPT N-value	Consistency/Compactness	USCS classification	Soil Description
From	To				
0.00	3.00	18	Medium	SM	Black, Silty Sand
3.00	6.00	21	Medium	SP-SM	Black, Poorly Graded Sand with Silt
6.00	10.50	30	Medium	SM	Black, Silty Sand

Table 5: BH-4 Summary of Results

Depth, m		SPT N-value	Consistency/Compactness	USCS classification	Soil Description
From	To				
0.00	3.00	17	Medium	SM	Black, Silty Sand with Gravel
3.00	6.00	20	Medium	SP	Black, Poorly Graded Sand with Gravel
6.00	10.50	29	Medium	SM	Black, Silty Sand

出典：Geotechnical Investigation Report Construction of Flood Control Projects, Bolton Bridge Upstream & Downstream Sections, Davao River

金銭面

1. 私有地であるため、用地取得が必要であり、費用が高いと想定される。
2. ダバオ川の東側に非開削下水道工事を行うためのシャフトの用地取得も必要である。

したがって、調査団はこれらの点をダバオ市政府に説明し、マグサイサイ公園とサンタアナ港が使用できない場合の最終的な選択肢としてこの候補地を提案した。

(2) ダバオ市沿岸道路（DCCR）プロジェクトの最新計画

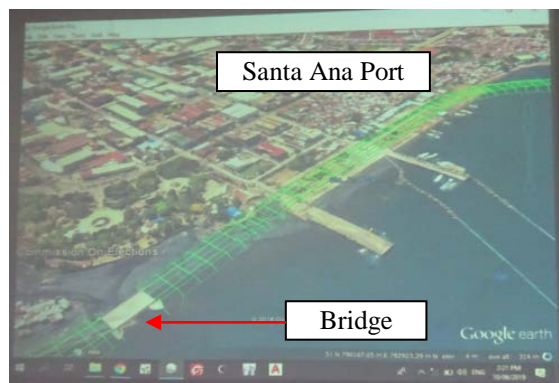
ダバオ市沿岸道路（DCCR）は建設中および計画中であり、マグサイサイ公園またはサンタアナ港の処理場建設に関連する重要な要素となる。道路を設計および建設している DPWH リージョン XI オフィスにより最新計画は確認された。最新の画像を図 6.2.3 に示す。最新計画の詳細は下記の通りである。

1. マグサイサイ公園の近くの海（東）とサンタアナ港を通過する。
2. 道路は埋め立て地（マグサイサイ公園側）と既存の土地（サンタアナ港側）に建設される。
3. この地域周辺の橋梁部分は、マグサイサイ公園の北東にある海側と内部の残りの海をつなぐ唯一の1つの地域である。
4. ダバオ市政府によると、DCCR の建設後、海は市によって埋め立てられる。

5月の時点で、この計画は市政局と DPWH によって承認されておらず、市は6月に協議および調整を開始した。



Alignment of DCCR near Magsaysay Park



Development Image of DCCR

出典: Google earth 画像を基にし DPWH XI 地域局

図 6.2.3 6月初旬時点の DCCR 計画

6月11日に開催された市と DPWH の協議において、両者は下記のように合意した。

- DCCR は、既存のダバオタスクフォースオフィスを含む港の西部を通過する。
- 大規模な道路のため、公園エリアとオフィスは海辺に移設する必要がある。そのため DCCR によって占有された土地を補うため、DPWH は図 6.2.4 に示すように海を埋め立て、ダバオ湾の船舶を監視するためにダバオタスクフォースオフィスを設置する。



出典: Google earth 画像を基にし DPWH XI 地域局

図 6.2.4 市と DPWH 間の合意を基にした DCCR およびサンタアナ港の最新計画

(2) 3 候補地の比較

表 6.2.4 に示すように、エリア A 処理場の 3 箇所の候補地（1：マグサイサイ公園、オプション 2：サンタアナ港、オプション 3：アグロサッカー場）は、下記の項目に関して比較され、市への説明が行われた。

1. 利用可能エリア (ha)
2. 土地の所有権
3. 利点
4. 欠点

市への参考として、付録 6.1 に示すように図を作成した。利点と欠点として下記事項が挙げられる。







- 1) マグサイサイ公園とサンタアナ港の利点は、市の土地であるため土地の利用が容易なことである。アグロサッカー場は、私有地であるため土地の取得が必要である。マグサイサイ公園には、サンタアナ港より広い土地がある。
- 2) アグロサッカー場は、大規模な解体工事をせずに広い土地を利用できる。
- 3) マグサイサイ公園の欠点は、記念碑を永続的な構造物として残さねばならないことである。
- 4) マグサイサイ公園とサンタアナ港の欠点は、利用可能な土地が限られているため、コスト（建設費、維持管理費）が高いコンパクトタイプの処理プロセスを利用する可能性があることである。
- 5) コスト面での不利な点として、マグサイサイ公園とサンタアナ港では、市民がレクリエーションスペースとして利用するために、地下化と臭気対策が必要であることである。
- 6) アグロサッカー場の不利な点は、ダバオ川の横断する下水道施設の維持管理が困難であることである。

(3) 候補地の選定

上記の比較に基づいて、以下の理由により、マグサイサイ公園が最終候補地として選定された。

1. IM4D において提案された用地であるマグサイサイ公園は市の所有する土地である。したがって、用地取得の必要がない。
2. 前述の DCCR 問題のため、サンタアナ港の使用は困難となる。
3. 土地の取得費用と下水管の河川横断工事のため、アグロサッカー場の使用は困難である。一方、ダバオ市政府は、マグサイサイ公園の利用条件として次の3点を要求した。
 - 1) 建設期間、建設後を含め、既存のラモンマグサイサイ記念碑および国旗を維持する。
 - 2) 市内で最も重要な公園の1つであり、多くの訪問者がいるため、処理場から発生する悪臭を最小限に抑える。
 - 3) 景観と臭気の観点から、処理場の構造物は可能な限り地下に配置するものとする。

表 6.2.4 エリア A 処理場の 3 候補地比較

Option	1. Magsaysay Park	2. Santa Ana Port (South)	3. Agro Football Field
Site Map	 <p data-bbox="533 778 943 826"> Total land Assumed available land </p>	 <p data-bbox="1003 794 1391 842"> Total land Assumed available land </p>	 <p data-bbox="1473 783 1877 831"> Total land Assumed available land </p>
Site Pictures			

Option	1. Magsaysay Park	2. Santa Ana Port (South)	3. Agro Football Field
Administrative Location	Barangay 27-C, Poblacion District	Barangay 27-C, Poblacion District	Barangay Bucana, Talomo District
Total Area (ha)	2.68	2.55	3.19
Available Area assumed (ha)	1.50	0.83	3.0
Land Ownership	City	Philippine Port Authority (Rental to city)	Private
Advantage	1) The land belongs to City. <u>The land acquisition is not required.</u> 2) <u>The available land area is larger than Option-2.</u> 3) The treated water can be utilized for landscape work in the park. 4) As a center of the sewerage area, conveyance of sewage to the site is easy.	1) The land is rental from Philippine Port Authority. With necessary procedure for extending the contract, <u>the land use is relatively easy.</u> 2) There is <u>more open land than Option-1.</u> Therefore demolition/recovery work is less than Option-1. 3) As a center of the sewerage area, conveyance of sewage to the site is easy.	1) <u>The land area is largest among all the options.</u> Due to that reason, conventional type wastewater treatment process with less CAPEX and OPEX can be adopted. And there is room for future expansion of facilities. 2) The existing land is almost <u>open land</u> without demolition work.
Disadvantage	1) <u>Ramon Magsaysay Monument</u> is quite important. It shall be avoided to demolish or move for construction. Therefore, the shape of available land for STP does not become simple one. 2) For that reason, <u>compact type treatment process with higher cost (CAPEX, OPEX)</u> than conventional type will be adopted. (please see layout image in the reference figures) 3) Because many citizens come to this park, the water treatment facilities shall be fully <u>underground structure</u> except for sludge treatment and administration building, and strict <u>odor control</u> is required. 4) Many existing structures and trees in the park shall be temporary demolished/moved and recovered after construction.	1) <u>The available land for STP is less than Option-1.</u> It causes no room for future expansion of facilities. 2) <u>Compact type treatment process with higher cost (CAPEX, OPEX)</u> than conventional type will be adopted as well as Option-1. (please see layout image in the reference figures) 3) Because many citizens come to this port park, the water treatment facilities shall be fully <u>underground structure</u> except for sludge treatment and administration building, and strict <u>odor control</u> is required as well as Option-1.	1) <u>The land acquisition for private land</u> is required. It may be the risk for delay of project. 2) The land belongs to Sewerage Area C in IM4D. For the acceptance by nearby residents, the wastewater from some part of Area C should be conveyed and treated. 3) The sewer pipe shall cross Davao River from Area A (East) to Area C (West) with trenchless method. (<u>River crossing around 200m</u>) 4) The soil condition under Davao River contains much gravel and sand. <u>The difficulty of construction cannot be assumed before detailed soil analysis.</u> The local contractor's experience is also concern for the installation work of around Dia. 1.65m sewer pipe. 5) <u>The maintenance work after installation becomes quite difficult for the sewer under the river.</u>
Remark	Coastal Road is planned to pass in the seaside.	The Coastal Road is planned to pass in this site. The coordination with DPWH is required.	

出典: 調査団

6.3 下水処理場計画

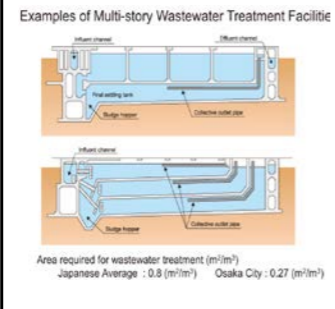
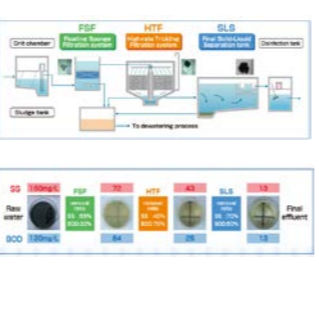
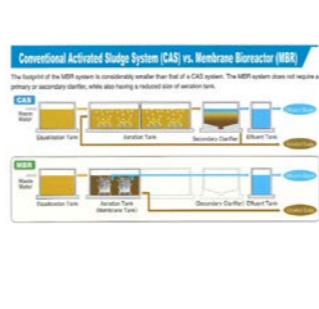
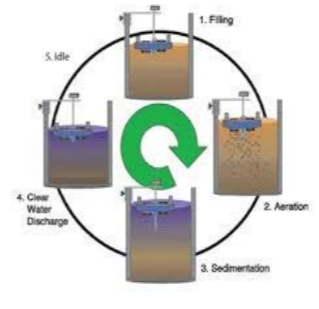

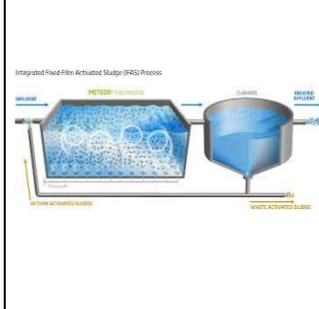
6.3.1 水処理施設の検討

(1) 水処理方式の比較検討（一次選定）

水処理方式の選定にあたり、現在世界で適用されている一般的な処理方法6つ（表 6.2.1 参照）について比較検討を行った。本検討における選定条件を以下に示す。

- 放流水質は DENR の新基準 (DAO-008) に準拠するものとする（窒素およびリンの除去）
- 下水処理場（水処理施設と汚泥処理施設で構成）は住民がより大きいエリアを利用できるように可能な限りマグサイサイ公園の地下に設置する。

表 6.3.1 水処理方式の比較検討（一次選定）

No.	Subject	Wastewater Treatment Process					
		CAS (incl. deep type)	PTF (Pre-treated Trickling Filter)	MBR (Membrane Bioreactor)	SBR (Sequencing Batch Reactors)	OD (Oxidation Ditch)	IFAS (Integrated Fixed-Film Activated Sludge)
	Process Image						
0	Feature	The deep type conventional activated sludge process, which uses a multi-layered sedimentation tank and a deep layer reactor, is a method which has been developed in 1960's. It is applicable in case available land/space is limited. It can be applied for advanced treatment and several technologies/equipment which contribute to saving power consumption. This method is applied in the major cities such as Tokyo, Osaka, Japan.	The PTF method is a treatment method developed for ASEAN nations and has the advantage that the power consumption is lower compared to the conventional methods. Considering the limited construction sites and high power cost in the target area, this method will be a very effective technology because the facility with this method will be compact and can save power consumption. However, this technology cannot support advanced treatment.	A technology which uses a space-saving and compact treatment method and supports advanced treatment is required for the treatment plant planning. MBR method can fulfill the both requirements. With the MBR method membrane units are set in a reactor tank and no final sedimentation tank will be necessary. As the primary sedimentation tank is not mandatory, this treatment method can greatly save space.	SBR is considered a fill-and-draw activated sludge system. The processes of equalization, aeration, and clarification are all achieved in the same tank, unlike a conventional activated sludge system, in which the same processes are accomplished in separate tanks. However, this process is not suitable for advanced treatment. (Skilled technique is required for the operation.)	The oxidation ditch (OD) is a sort of equipment used for a long-term aeration. It consists of a long channel of an elliptical or circular shape equipped with an aeration equipment called a rotor for generating a water flow and stirring water in the channel to supply oxygen. Though it requires a relatively large area, it has a simple structure and can be easily operated as well as being able to remove nitrogen easily. Thus, it has recently been widely used in relatively small wastewater treatment plants.	The Integrated Fixed-Film Activated Sludge (IFAS) process is typically installed as a retrofit solution for conventional activated sludge systems that are at or beyond capacity. IFAS upgrades offer an extremely cost-effective retrofit solution to municipal wastewater plant expansion, taking full advantage of existing systems, equipment, process knowledge, training, and operator skills. The technology is compatible with plug flow and complete mix configurations; IFAS hybrid processes are designed for complete compatibility with fine bubble aeration systems, providing demonstrated long-term operational cost savings.
1	Operation Skill	Fair	Easy	Fair	Fair	Easy	Fair
2	Generated Sludge Volume (ratio to CAS)	1	0.8	0.8	0.9	0.75	1.1
3	Unit Energy Consumption (kWh/m ³)	0.3	0.15	0.5	0.45	0.9	0.3
4	O&M Cost	Middle	Small (smallest energy) (expensive media)	Middle to High (higher energy) (membrane exchange)	Middle to High (higher energy)	High (highest energy)	Middle to High (expensive media)
5	Required Land Area for Typical Layout	Small to Middle	Small to Middle	Small	Middle	Large	Small to Middle
6	Applicability to Advanced Treatment	Applicable	Not Applicable	Applicable	Applicable, but treatment capacity is halved. (Operational adjustment is necessary)	Applicable, but treatment capacity is halved. (Operational adjustment is necessary)	Applicable
7	Applicability to Under Ground	Applicable	Not Applicable	Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Applicable
Selection for Primary Comparative Study		Selected		Selected			Selected

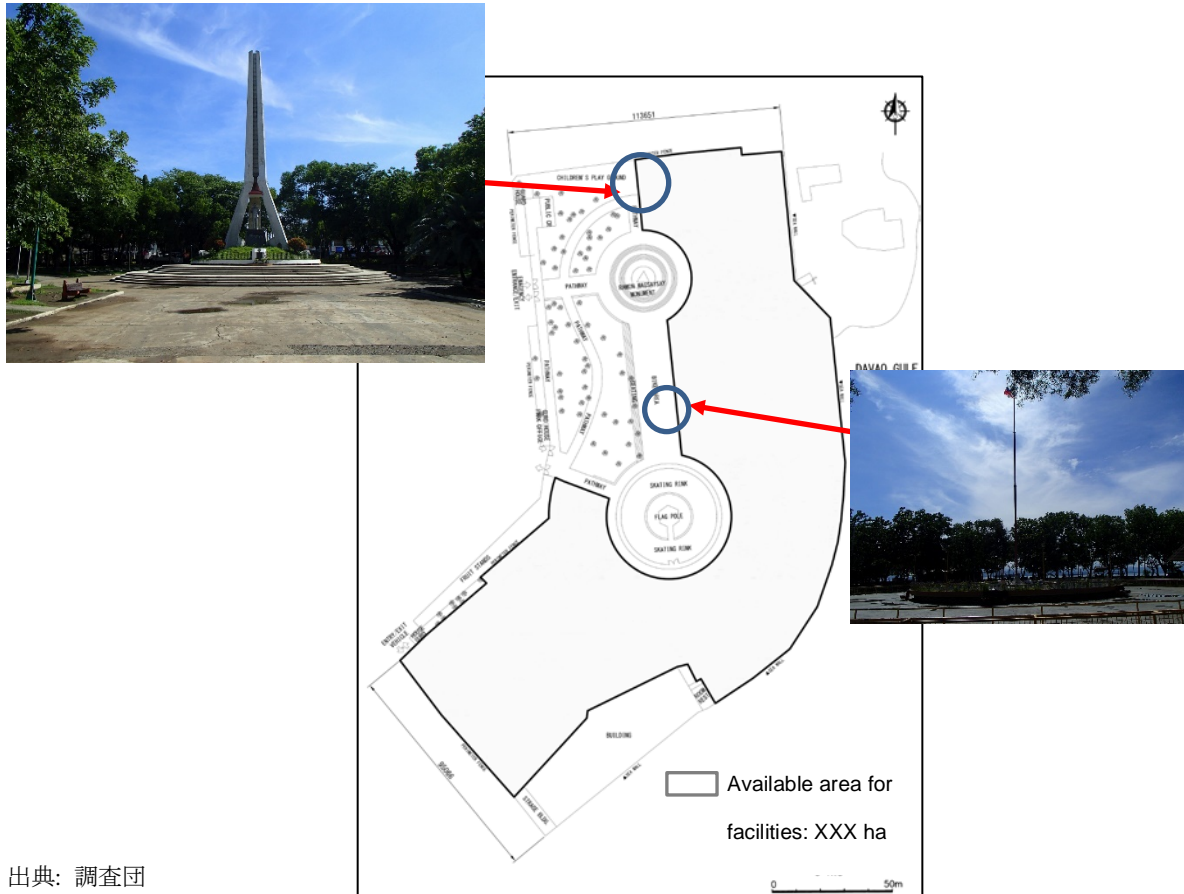
出典: 調査団

(2) 水処理方式の比較検討（二次選定）

1) 水処理施設の設置可能範囲

水処理方式の一次選定結果を踏まえて二次選定を行った。

ダバオ市の要望により既存の歴史的建造物の移転および撤去はできないため、水処理施設は図 6.3.1 に示す範囲にのみ設置可能である。



出典: 調査団

図 6.3.1 水処理施設の設置可能範囲

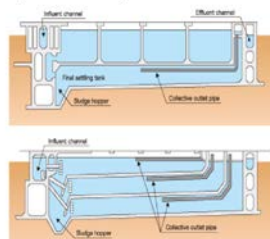
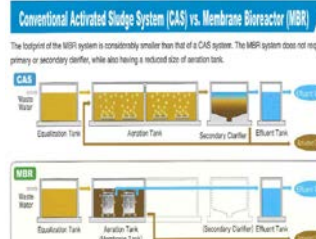
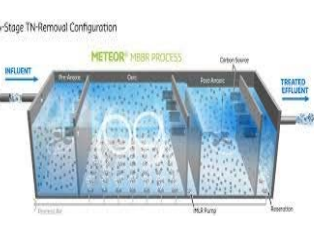



2) 水処理方式の選定

一次選定にて選定された 3 つの水処理方式について表 6.3.2 に示すように比較検討を実施した。

検討の結果、マグサイサイ公園に設置可能な水処理方式は MBR のみであることが判明した。

したがって、当プロジェクトでは MBR を採用する。

表 6.3.2 水処理方式の比較検討（二次選定）

Item	Wastewater Treatment Process (100,000m ³ /day, for Area A)		
	CAS (Deep type / Multi-stories)	MBR (Membrane Bioreactor)	IFAS (Integrated Fixed-Film Activated Sludge)
Process Image	<p>Examples of Multi-story Wastewater Treatment Facility</p>  <p>Area required for wastewater treatment (m²/m³) Japanese Average : 0.8 (m²/m³) Osaka City : 0.27 (m²/m³)</p>	<p>Conventional Activated Sludge System (CAS) vs. Membrane Bioreactor (MBR)</p> <p>The footprint of the MBR system is considerably smaller than that of a CAS system. The MBR system does not require a primary or secondary clarifier, while also having a reduced size of aeration tank.</p> 	<p>4-Stage TN-Removal Configuration</p> 
Required Area	1.9ha	0.9ha	2.1ha
Condition of Facility Layout	The existing monuments should not be demolished/replaced.	The existing monuments should not be demolished/replaced.	The existing monuments should not be demolished/replaced.
Layout Image			
Applicability	Not Applicable	Applicable	Not Applicable

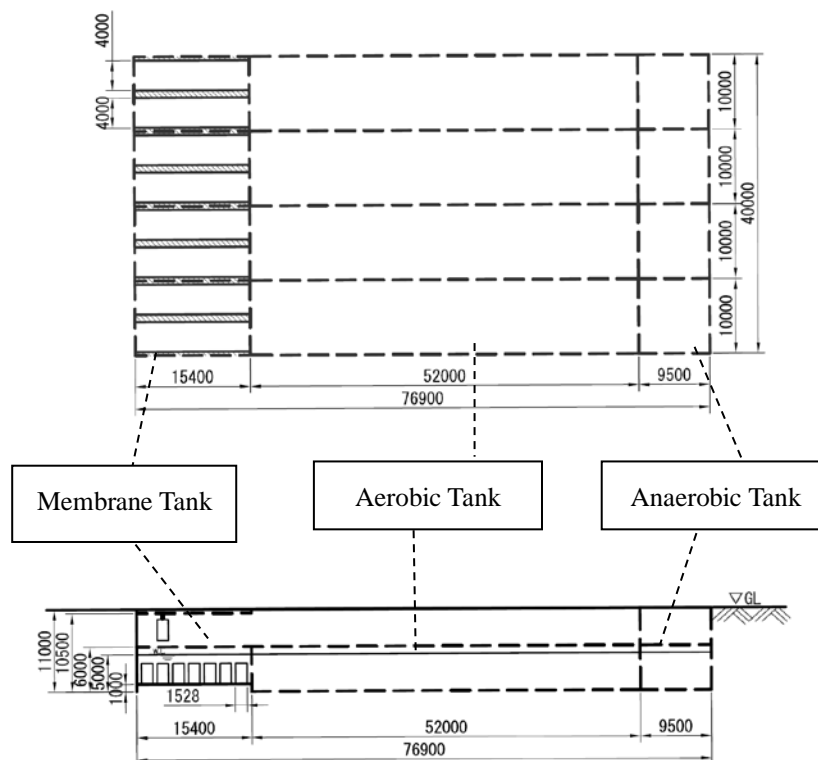
出典: 調査団

3) MBR方式に用いる水処理膜の選定

MBRに用いられる膜には、中空糸膜タイプと平膜タイプの2種類がある。付属資料6.2.1に示した比較検討の結果、中空糸膜タイプを選定した。

(3) 水処理施設の提案

前述の通り、本プロジェクトの水処理にはMBR（中空糸膜）が選定された。図6.3.4に施設配置図を示す。一次選定にて説明の通り、施設は地下に設置することとする。なお、容量計算書は付属資料6.2.2を参照のこと。



出典: 調査団

図 6.3.2 概略施設配置図

6.3.2 汚泥処理施設の検討

本節では、汚泥処理施設の検討及び計画について述べる。

(1) 汚泥処理方式の比較検討

水処理工程後、余剰汚泥が発生する。

汚泥処理は、単位プロセスの組み合わせにより構成されるもので、各単位プロセスは、主に汚泥量の縮小と汚泥性状の安定化を行うものである。

最適な汚泥処理プロセスは、汚泥の最終処分方法やリサイクルの方法によって異なる。汚泥処理工程の組み合わせは以降で検討する。

本調査においては、ダバオ市の要望である1) 汚泥処分場不足のため、汚泥発生量を減容化すること、2) 臭気を抑制すること、を念頭に以下の処理方法について比較検討を実施する。

比較検討の結果を表 6.3.4 に示す。

オプション 1: 濃縮+脱水

オプション 2: 濃縮+脱水+天日乾燥

オプション 3: 濃縮+消化+脱水+天日乾燥

オプション 4: 濃縮+脱水+機械乾燥

オプション 5: 濃縮+脱水+焼却

汚泥乾燥工程は下水処理場内で行われ、乾燥汚泥はダバオ市によって新たに開発された土地に処分されることになる。

結果として、オプション 1 は強い臭気が発生し、周辺環境に影響を及ぼす懸念があるため廃案とした。また、オプション 2 および 3 は 6,600m³ を天日乾燥(乾燥日数 30 日間)するものであるが、天日乾燥床は敷地内に収まらないため、本プロジェクトでは適用不可である。加えて天日乾燥床の下水処理場内への設置は周辺住民への臭気の影響が大きいと考えられるため、推奨できない。

一方、オプション 5 は焼却炉を設置する案であるが、汚泥焼却は 1 か所の下水処理場流域だけでなく、ダバオ市全域の統合下水汚泥処理・処分と集約管理をマスタープラン等で検討後に適切に計画すべきであり、本調査で提案するのは時期尚早である。

従って、発生汚泥の減容化と臭気軽減が期待できるオプション 4 (濃縮+脱水+機械乾燥) を本調査では推奨する。

(2) 汚泥処理施設の提案

検討結果として、オプション 4 が推奨された。そこで本項では、機械乾燥工程を含む汚泥処理設備の検討を行った。結果を Appendix 6.3 に示す。

1) 下水汚泥機械乾燥機の選定

2) 汚泥処理施設の処理フロー

3) 汚泥処理施設の配置検討

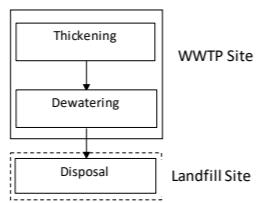
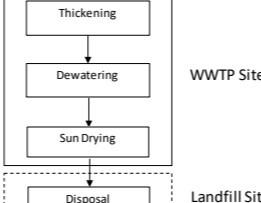
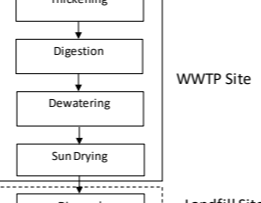
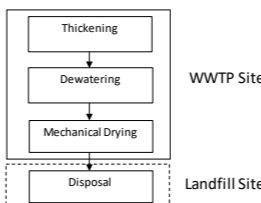
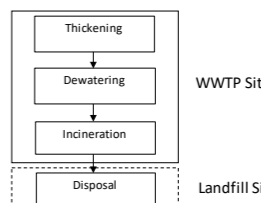
1)に関する検討の結果、本事業にはインクラインドディスク型ドライヤが適していることが示された。

(3) 将来のための汚泥処分施設の必要性

ダバオ市は、新規下水処理施設から発生した汚泥を固形廃棄物として処分する代わりに、可能な限り有効利用する方針である。JICA 調査団は、その意向に理解を示すものの、過去数年間の乾燥汚泥の需要を考慮すると、新規処分施設から発生する汚泥を全て有効利用するのは、厳しいと考えている。新規下水処理場から発生する乾燥汚泥量は、全体で約 30m³/日に及ぶ。

したがって、今後の汚泥発生量の増加に備えて汚泥処分施設を検討しておく必要がある。

表 6.3.3 汚泥処理方式の比較検討

		Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
		Thickening + Dewatering	Thickening + Dewatering + Sun Drying	Thickening + Digestion + Dewatering + Sun Drying	Thickening + Dewatering + Mechanical Drying	Thickening + Dewatering + Incineration
Process Flow						
Overview	Thickening <i>Outputted sludge Moisture (97.5%)</i>	Raw sludge of about 2% concentration and excess sludge of about 0.8% concentration are mixed and fed as mixed sludge into the gravity thickener. After being thickened to a concentration of 2.5% in a gravity thickener, sludge is loaded into the Dewatering Equipment.	Same as Option 1	Raw sludge of about 2% concentration and excess sludge of about 0.8% concentration are mixed and fed as mixed sludge into the gravity thickener. After being thickened to a concentration of 2.5% in a gravity thickener, sludge is loaded into the digester.	Same as Option 1	Same as Option 1
	Digestion <i>Outputted sludge Moisture (99%)</i>	No digestion process applicable to Option 1	No digestion process applicable to Option 2	The organic content in sludge is reduced and the volume of sludge is stabilized in the digester. The odour from sludge is also reduced in this process and the digested sludge of about 2.5% concentration is loaded into the sludge dewatering machine.	No digestion process applicable to Option 4	No digestion process applicable to Option 5
	Dewatering <i>Outputted sludge Moisture (82%)</i>	Being dewatered, sludge cake with about 82% water content by using mechanical dewatering equipment, sludge is disposed offsite.	Same as Option 1	Same as Option 1	Same as Option 1	Same as Option 1
	Drying <i>(Natural or Mechanical) Sludge Moisture (60%)</i>	Dewatered sludge is disposed at the landfill site. (The sludge is dried at landfill site)	Being delivered to the existing dumping site (Htein Bin Fial Disposal Site), then being dried for about 30 days on the sludge drying bed, sludge reaches down to 40% of water content approximately. Sludge Drying time is 30 days.	Same as Option 2	Mechanical Drying inside the territory of existing WWTP reduces the dewatered sludge volume.	No Drying process applicable to Option 5
	Incineration	No incineration process applicable to Option 1	No incineration process applicable to Option 2	No incineration process applicable to Option 3	No incineration process applicable to Option 4	To reduce drastically the dewatered sludge volume by introducing incineration process to the other process
General Features of Process		- Since the dewatered sludge contains a large quantity of undissolved organic, it is volatile and generates odor. - After dewatering, the sludge is transported by dump truck. - The necessary area will be smallest among options.	- Since the dewatered sludge contains a large quantity of undissolved organic, it is volatile and generates odor. - Sludge drying is a process with the objective of further enhancing handling of sludge so that the moisture content in sludge can be further reduced and stabilized and it can be used in agricultural land applications.	- Possible to reduce solid waste volume in digested sludge by drying bed and improve the volatility - Large space for the premises is necessary - Sludge drying is a process with the objective of further enhancing handling of sludge so that the moisture content in sludge can be further reduced and stabilized and it can be used in agricultural land applications.	- Possible to reduce sludge volume - Space for the premises is necessary	- Possible to extremely reduce solid waste volume - Large space for the premises is necessary
Required Space in WWTP		1,000m ²	N/A (7,200m ² (Drying bed cannot be placed))	N/A (9,500m ² (Drying bed cannot be placed))	1,500m ²	2,800m ²
Sludge Volume		After Dewatering: 60m ³ /day	After Dewatering: 120m ³ /day, Sun Drying: 30m ³ /day	After Dewatering: 60m ³ /day, Sun Drying: 20m ³ /day	After Dewatering: 120m ³ /day, Mechanical Drying: 30m ³ /day	After Incineration: 9m ³ /day
Initial Cost		10 million USD	N/A	N/A	29 million USD	58 million USD
Running Cost		1.0 million USD	N/A	N/A	3.5 million USD	4.5 million USD
Advantages		- The required area for the sludge treatment facility is the smallest among all options. - The initial cost and running cost will be lowest among all options.	N/A	N/A	- Drying process can be placed within WWTP site, so, the sludge generation volume can be reduced. - Duration for mechanical drying process is much shorter than sun-drying process. - Odor impact is much less than sun-drying process.	- The generated sludge volume will be much less than Option 4. - Transportation cost to dumping site will be reduced less than Option 4.
Disadvantages		- The environmental impact will be big during the transportation of dewatered sludge. - Special dump truck (closed type) will be required for transportation of the dewatered sludge which contains a lot of moisture. - The generated sludge volume from WWTP is the biggest, so, big volume of sludge is required to be disposed at the landfill site.	N/A	N/A	- Running cost is much higher than sun-drying process. - Building for the mechanical drying process is required.	- Running cost is higher than Option 4 because fuel will be necessary for incineration. - Moisture content should be reduced for efficient incineration. (i.e. to add drying process, however, sun-drying process cannot be placed due to land limitation as mentioned in Option 2 and 3.)
Selection		- This is not recommendable considering the environmental impact and lack of landfill site.	- The sun drying bed cannot be placed because the huge area is required. - The sun drying process is not recommended considering the environmental impact surround the area.	- The sun drying bed and digestion facility cannot be placed because the huge area is required. - The sun drying process is not recommended considering the environmental impact surround the area.	- The cost is less than Option 5. - The sludge volume generated can be minimized considering the situation of lack of landfill site. - Environmental impact will be much smaller than Option 1 during transportation of sludge to landfill site.	- A study on the integrated sludge management master plan for the entire Davao city is necessary separately from this study for future installation of incineration process. - Therefore, the installation of incineration process will not be considered only for this WWTP.

Recommendation

出典: 調査団

6.3.3 下水処理場内施設の配置計画

(1) 処理フロー

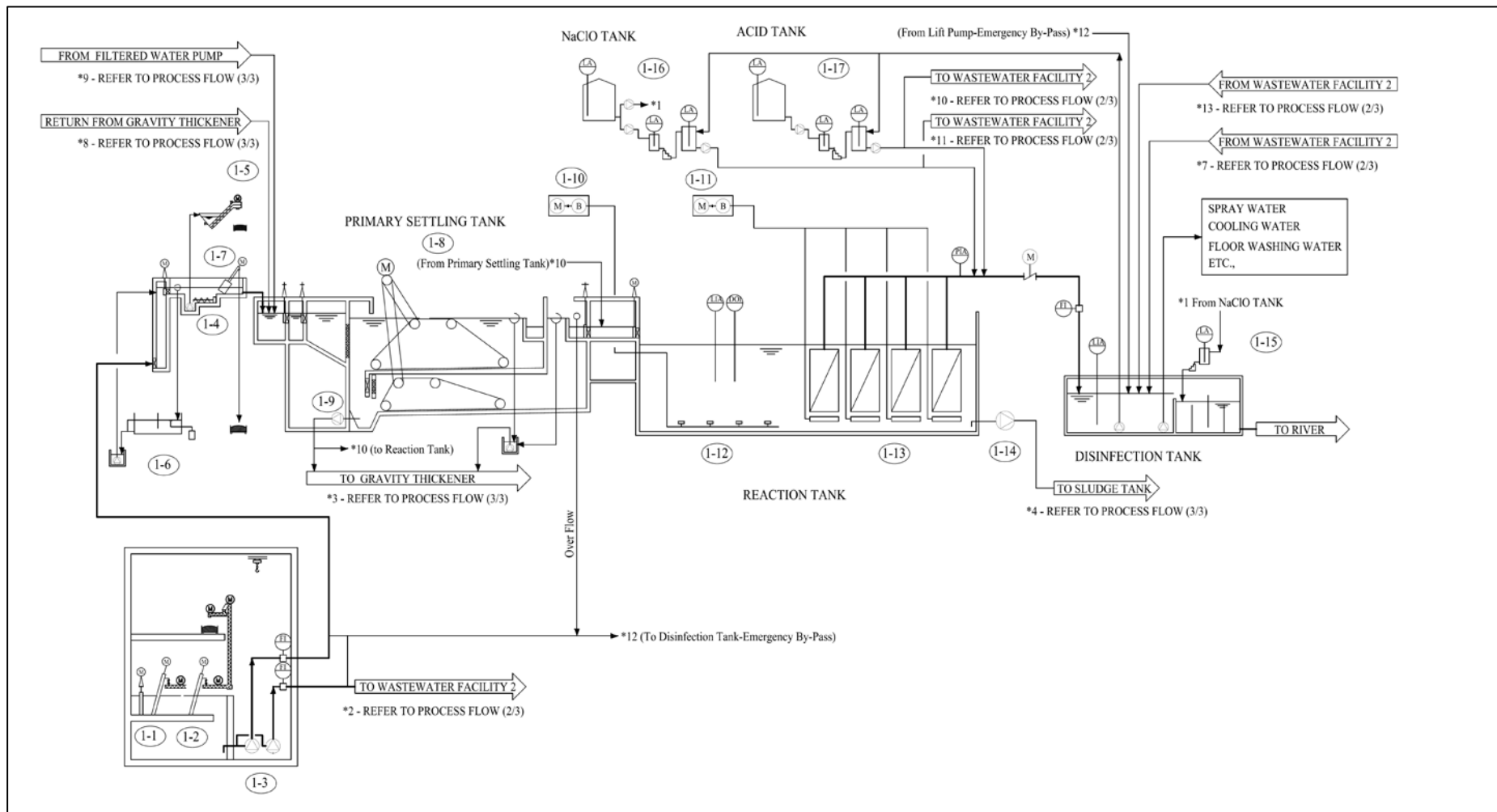
水処理及び汚泥処理のフロー図を図 6.3.5、図 6.3.6、図 6.3.7 に示す。

(2) 下水処理場内施設の配置計画

下水処理場内における施設配置案を表 6.3.5 に示す。

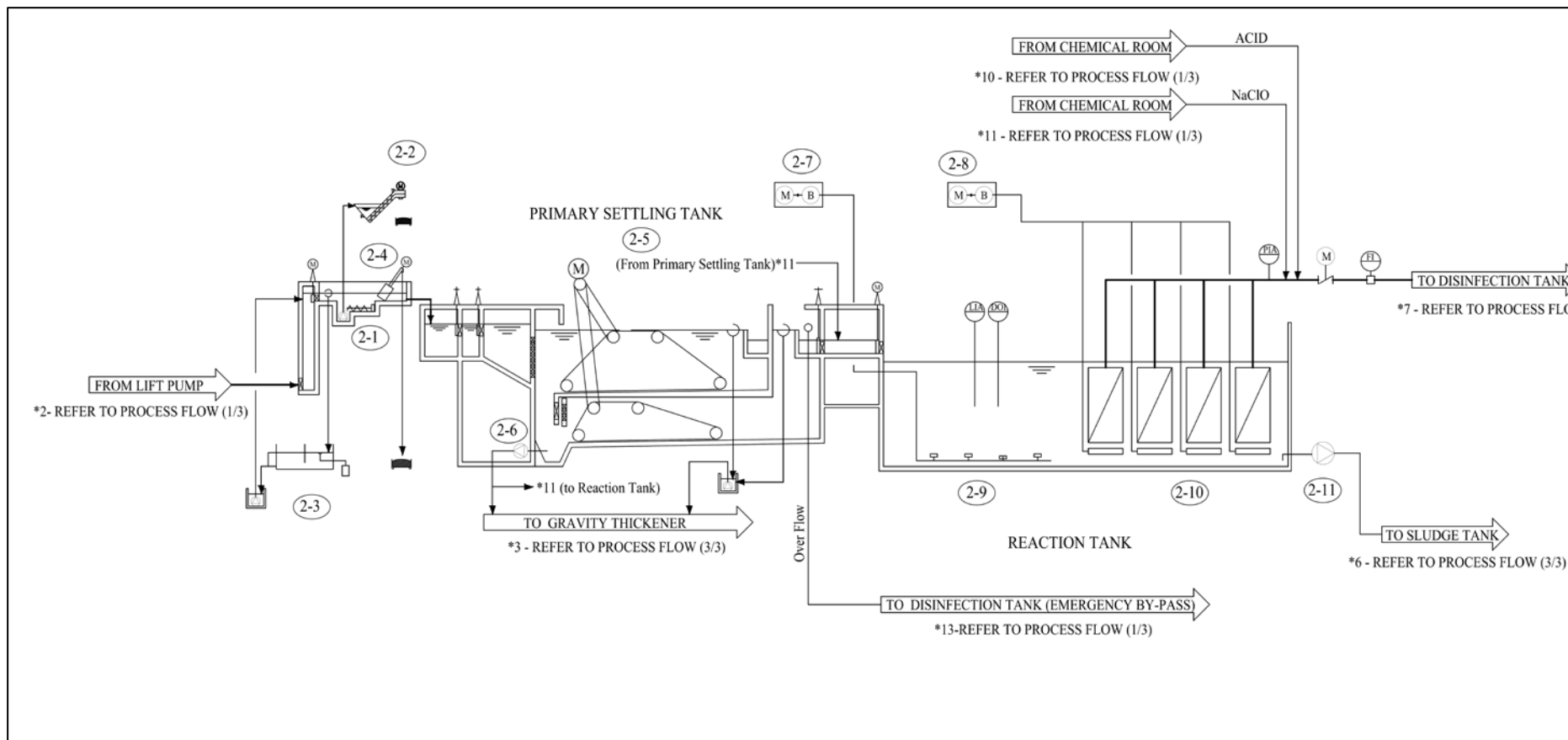
オプション 1 が処理工程を勘案すると最適と考えられる。また、水処理施設と汚泥処理施設が 1 か所にまとまっており、オプション 3 より維持管理性が勝る。

したがって、オプション 1 を選定する。概略施設配置図を図 6.3.8 に示す。



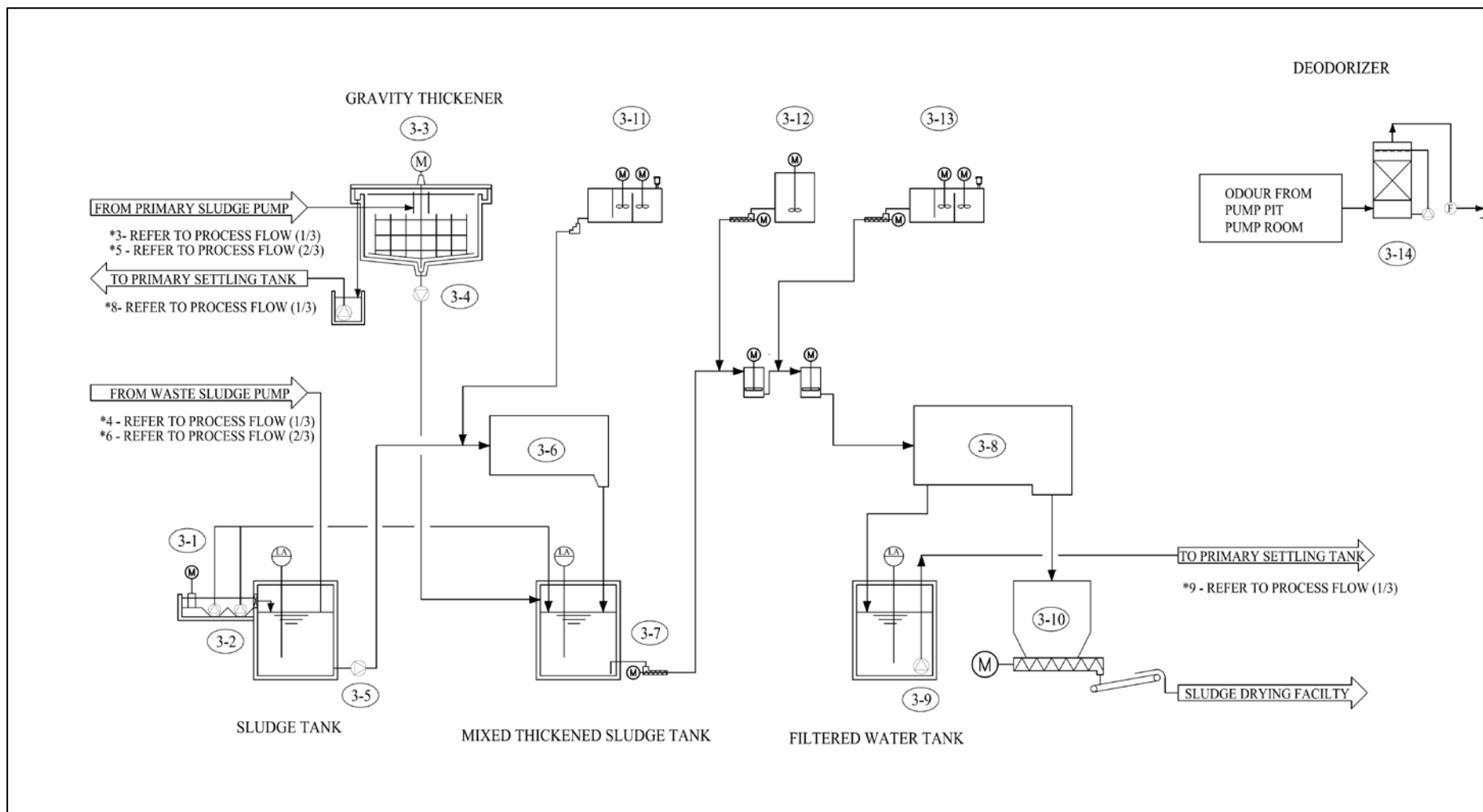
出典: 調査団

図 6.3.3 下水処理場処理フロー1



出典: 調査団

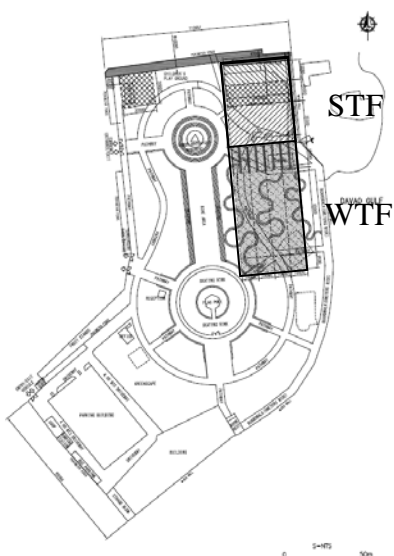
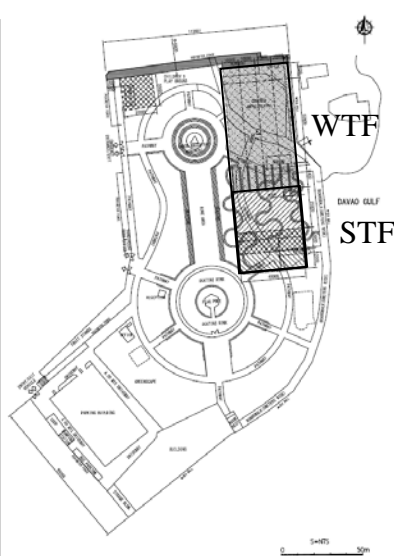
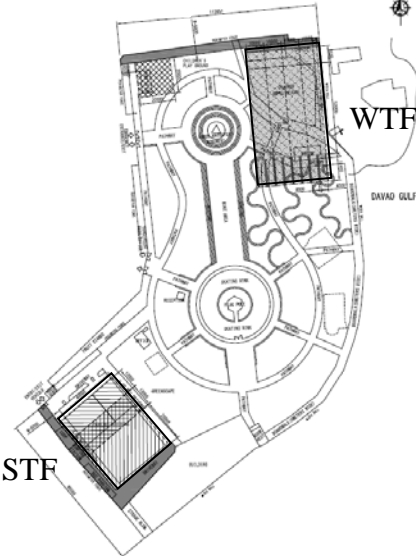
図 6.3.4 下水処理場処理フロー2



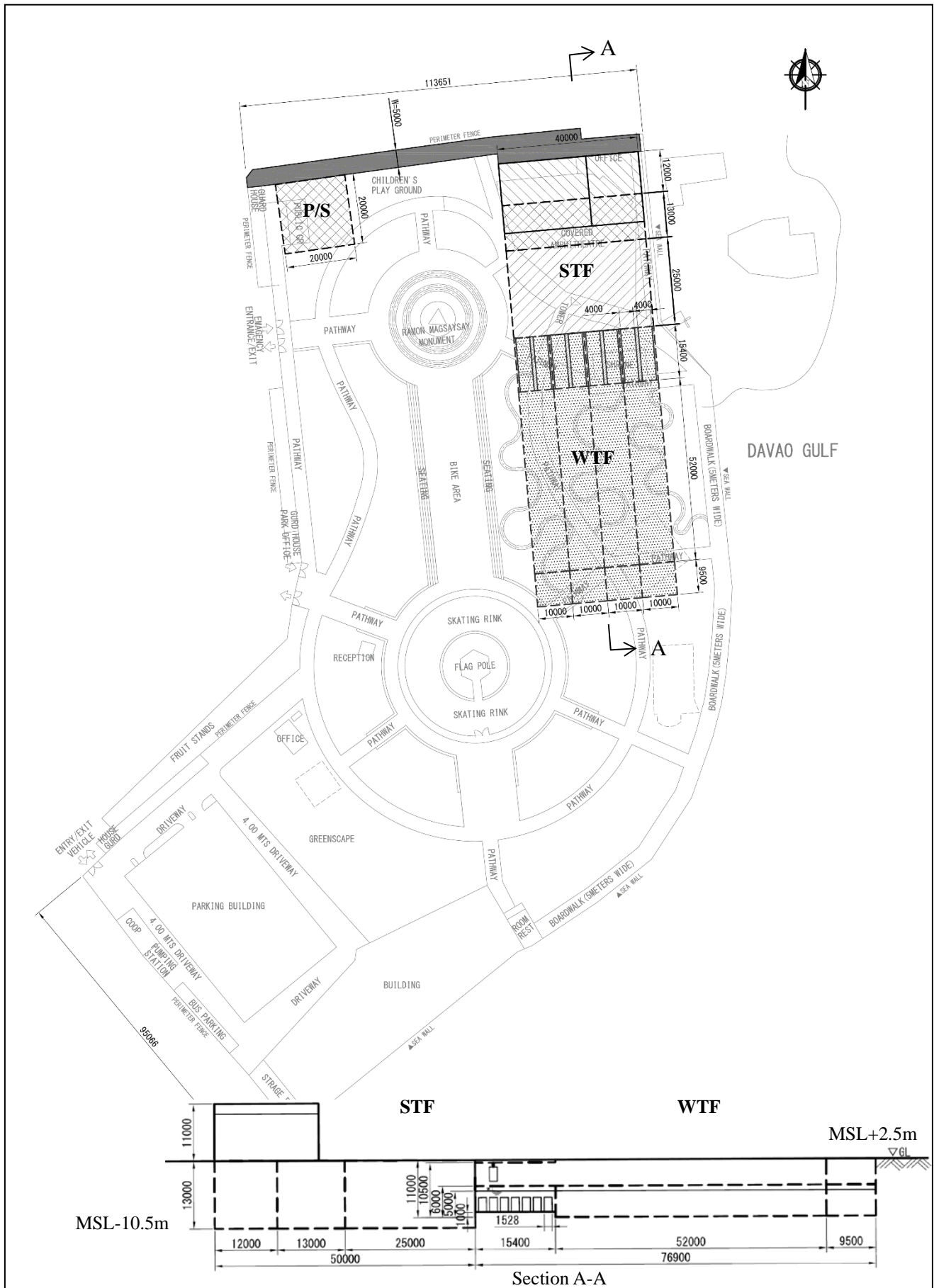
出典: 調査団

図 6.3.5 下水処理場処理フロー3

表 6.3.4 下水処理場施設配置比較検討

	Option 1	Option 2	Option 3
Layout Image			
Feature	<ul style="list-style-type: none"> The vehicle can access the sludge collection and maintenance building without entering the park. Security/safety for residents can be maintained. The administration building is located at the corner of the park, and it does not obstruct the area and view. 	<ul style="list-style-type: none"> The vehicle has access to the sludge collection and maintenance building by passing through the park. Therefore, the space for the individual access road, which maintains the security and safety for the residents, will obstruct the area. The administration building is located at the center of the park, and it will obstruct the area and view. 	<ul style="list-style-type: none"> The vehicle needs access to both WTF and STF. Therefore, two access roads will be necessary at the least. The sludge pipe is required to be installed between WTF and STF. The administration building is located at the corner of the park, and it does not obstruct the area and view.
Evaluation	Recommendation		

出典: 調査団

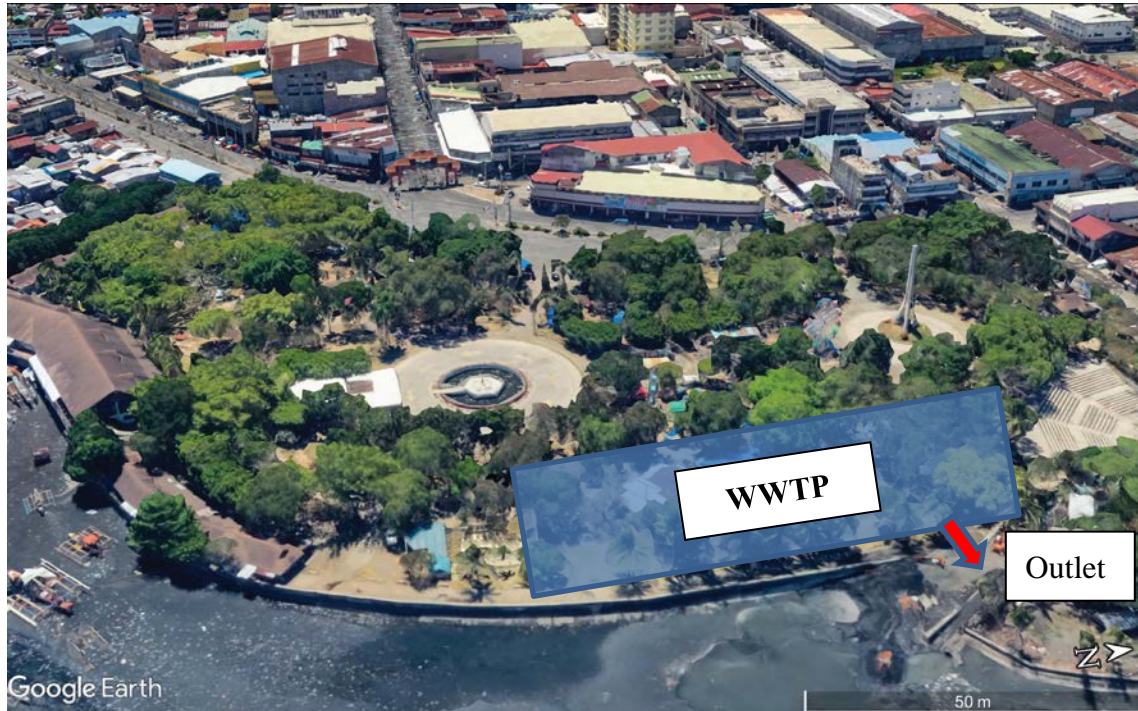


出典：調査団

図 6.3.6 下水処理場概略配置図

(3) 吐口（放流）位置の検討

吐口は図 6.3.9 に示す位置に設置する。なお、当該施設は護岸位置に設置されるため、詳細計画時にはダバオ市の港湾当局との協議が必要である。



出典: 調査団

図 6.3.7 吐口提案位置

6.3.4 建設工事における留意点

水処理施設および汚泥処理施設の大半が公園地下に設置される。そのため、掘削深は約 14m 程度（水面から 12m 深さ）となる。したがって、下水処理場建設には比較的大規模な山留仮設が必要となる。

6.3.5 マグサイサイ公園の景観改修

(1) レクリエーションスペースの改修

下水処理場の建設時に合わせてマグサイサイ公園の景観改修を提案する。これにより、プロジェクトに対する住民理解が促進されると考えられる。

前述通り、下水処理場は地下に設置され、また、処理水を公園のせせらぎ用水として利用する予定である。これらにより本プロジェクトによる住民への貢献度が増加する。

公園景観改修（日本）の例を図 6.3.10 に示す。



出典: 本邦地方自治体のウェブサイト

図 6.3.8 下水処理場上部のレクリエーションスペースの例（イメージ）

(2) 管理棟内の住民開放施設の設置

以下の目的で管理棟内に住民への啓蒙活動のため以下の施設を設置することを提案する。

- 下水管渠へのゴミ投棄抑制に対する認識
- 下水道施設設置の重要性の理解促進
- 環境保護意識の向上
- 下水道料金徴収に対する理解

これらの活動はダバオ市における下水道施設導入への認識と理解の促進に貢献できると考えられる。

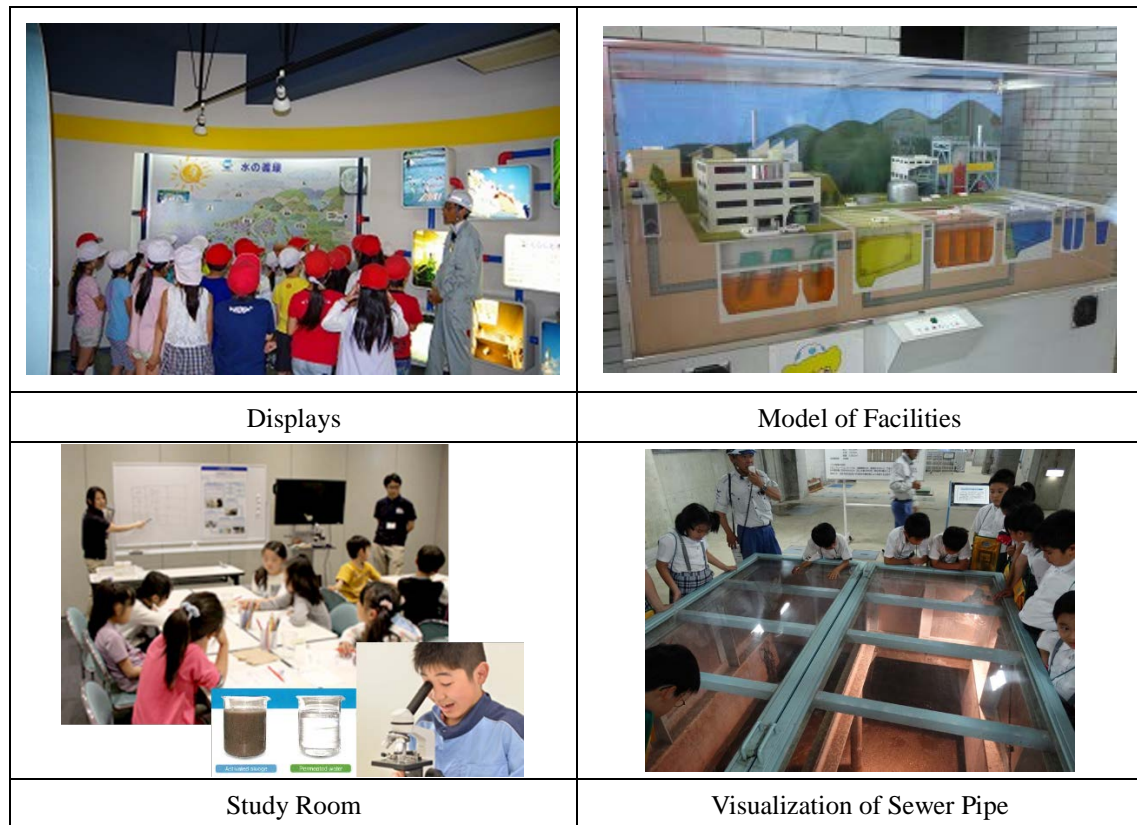
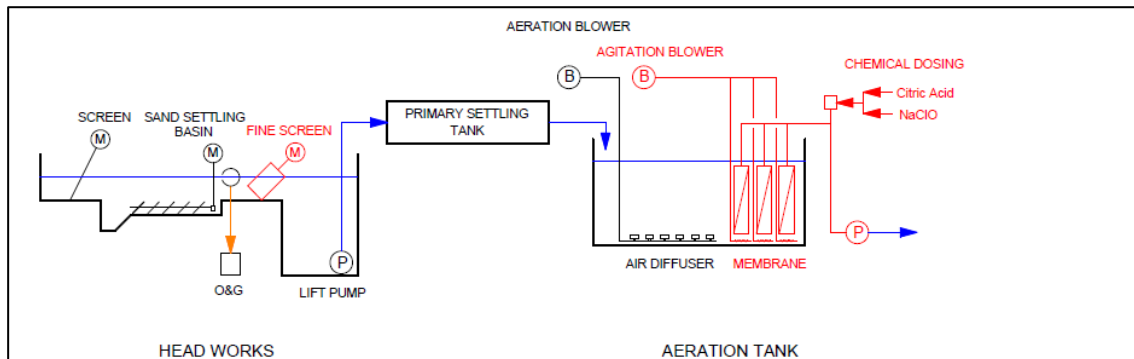


図 6.3.9 管理棟内の住民開放施設例

6.3.6 水処理施設の運転・維持管理

この節では、MBR の維持管理方法について述べる。図 6.3.12 に赤字で示した部分が MBR の主たる設備であり、維持管理のポイントについて述べる。



出典: 調査団

図 6.3.10 MBR のフロー図

(1) 下水処理場の運転における重要事項

MBR の運転に際して留意すべきポイントを表 6.3.6 にまとめた。

表 6.3.5 MBR の運転に関する留意点

Important Points	Matters on Operation	Method/Countermeasure
Avoid Membrane Fouling	Bacteria, calcium, etc., will adhere on the surface of the membrane and will clog in membrane pores. Prolonged adherence in pores becomes difficult to remove. Thus, membrane flux reduces.	Periodic chemical cleaning is required. Normally, it should be done every 3 months. Chemicals used are citric acid and NaClO.
Avoid Flocculant Leak	When there is an overdose of flocculant for the dewatering unit, residual flocculant will leak to the aeration tank. If flocculant adheres on the membrane, flux will reduce.	Flocculant for the dewatering unit shall be properly adjusted. Never drain unused flocculant solution.
Avoid No-Flow Agitation	If there is no filtering but agitation is still continuous, the membrane will be damaged physically. (for flat type)	While there is no filtering done, agitation shall be operated intermittently. MBR shall operate always. Avoid low flow rate of control operation for the membrane.
Agitation Air Pipe Drain	Diffusers of agitation air will be clogged by sludge accumulated at the bottom of the membrane unit. If diffuser is clogged and there is less agitation, membrane fouling will occur faster.	Diffuser cleaning-flush shall be done manually daily to remove accumulated sludge.
Fine Screen	The membrane will be clogged in case there is no coarse and fine screen. The membrane requires 1-2 mm of opening screen before the aeration tank.	Proper maintenance for fine screen as well as coarse screen is needed.
Oil and Grease Removal	If oil attaches on the membrane surface, it will not be removed easily. Sometimes, special cleaning is required.	An oil separator, which is placed before membrane, shall operate properly. Separated oil shall be transferred to the dumping site.

出典: 調査団

安定した水処理を行うための適切な運転を実施するには、詳細設計段階において表 6.3.7 にまとめた追加のバックアップ体制を検討する必要がある。

表 6.3.6 バックアップ体制

Proposed Additional Back-up	Description
Training	Operator's training for membrane treatment conducted by manufacturer is recommended. Example: <ul style="list-style-type: none"> Two to three months off-shore on the job in-hand training for O&M team
Manufacturer's Inspection	Manufacture inspection is recommended. Example: <ul style="list-style-type: none"> One year after commissioning Every two years Internet data transfer and checked and commented by manufacturer
Instrument Engineer	Instrument engineer shall join in O&M team. <ul style="list-style-type: none"> MBR system is 90% automatically operated. Programming of operation is in PLC and/or SCADA. In case a circuit board in PLC/SCADA is multifunctional, the instrument engineer shall rectify it.

出典: 調査団

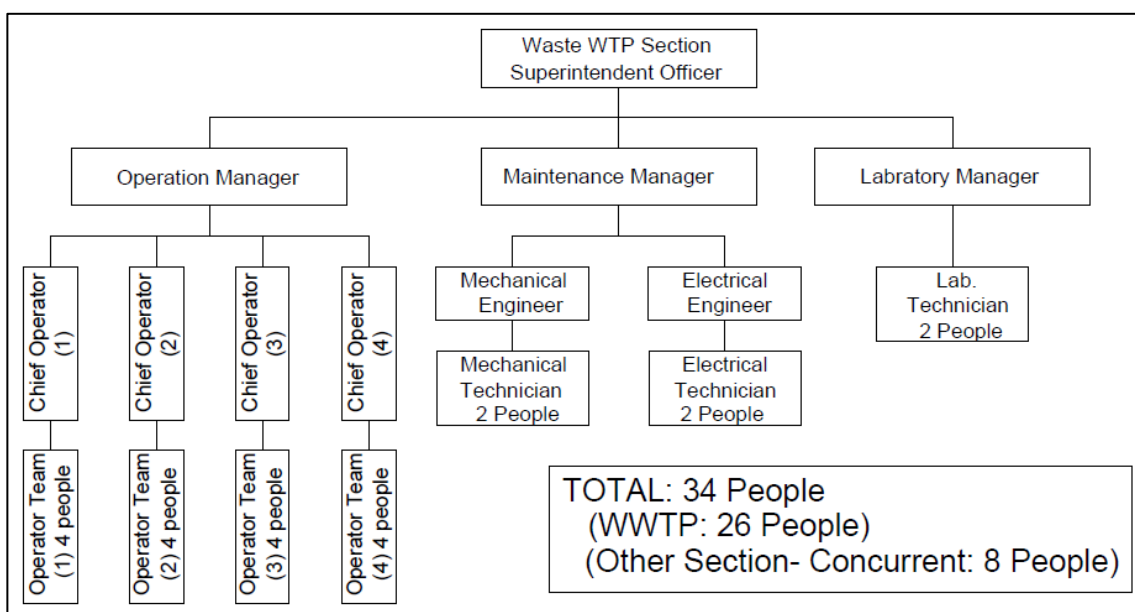
(2) 下水処理場の運転・維持管理体制

本項では、新規下水処理場の維持管理を行う組織体制に必要な事項についてまとめた。

1) 推奨する運転・維持管理体制

運転・維持管理には以下に示す3チームの組織を推奨する。

- a. 運転管理チーム
- b. 維持管理チーム
- c. 分析チーム



出典: 調査団

図 6.3.11 推奨する運転・維持管理体制

2) 維持管理における留意点

維持管理業務を行う上で留意すべき点は以下の通りである。

i) 全体

- a. 異常の確認は運転管理チームが行う。
- b. 補修は維持管理チームが実施する。

ii) 危機管理

- a. 緊急事態が発生した場合は、上長と運転管理マネージャーが指示を行う。
- b. 緊急事態対策組織が作られる。

iii) 各チームの役割分担

- a. 上長が維持管理チームのリーダーを務め、全ての情報は上長及び運転管理マネージャーに集められるようにする。
- b. 運転管理マネージャーは上長を補佐し、上長が不在の場合にはその代わりを務める。
- c. 運転管理チームは全ての設備を点検し、分析チームと協力して処理状況を確認する。
- d. 分析チームは、定期的に流入水質と処理水質を分析し、その結果を上長と維持管理マネージャーに報告する。
- e. 分析チームはジャーテストにより水処理及び汚泥処理に必要な薬品注入率を算定し、上長と維持管理マネージャーに報告する。
- f. 維持管理チームは定期点検を行う。
- g. 上長または運転管理マネージャーの要請があった場合、維持管理チームは速やかに機械電気設備の補修を行う。

3) 各位の役職とその責務

各位の役職とその責務について表 6.3.8 にまとめた。

表 6.3.7 各位の役職とその責務

No.	Position	Required Skill	Station	Roles and Tasks	Report to
1	Superintendent Officer	Full knowledge of processes and mechanical works (Univ. Level)	WWTP	<ul style="list-style-type: none"> - Overall responsible person for WWTP O&M - To organize and lead O&M teams - To organize and lead the emergency system 	Deputy Head of Department
2	Operation Manager	Full knowledge of processes and mechanical works (Univ. Level)	WWTP	<ul style="list-style-type: none"> - To lead operators for smooth operation - To find problems and report to each related personnel - To adjust machines/valves according to information received from other teams - To record and check operation conditions 	Superintendent Officer
3	Maintenance Manager	Knowledge of mechanical equipment, especially rotating machine, and basic knowledge of electrical works and instruments (Univ. Level)	Other Section in DCWD	<ul style="list-style-type: none"> - To lead the Maintenance Team - To conduct routine maintenance according to the O&M Manual - To receive information from the Operation Manager regarding defective items - To rectify and repair defective items and/or inform manufacturer/supplier regarding repair works or spare parts 	Superintendent Officer
4	Laboratory Manager	Full knowledge of analysis method (Univ. Level)	WWTP	<ul style="list-style-type: none"> - To lead the Laboratory Team - To check analysis results and inform the Operation Manager - If treated water analysis results are over the expected values, inform related personnel including the Superintendent Officer 	Superintendent Officer
5	Chief Operator (four teams, eight-hour shifts)	Basic knowledge of processes and mechanical works (Polytechnic Level)	WWTP	<ul style="list-style-type: none"> - To record operation data as routine works - To check operation conditions and report to the Operation Manager - To conduct a Jar Test with the Lab. Team and adjust chemical dosing rate for sludge dewatering unit - To check dewatered sludge conditions and record data 	Operation Manager
6	Operator (four teams, eight-hour shifts)	Basic knowledge of operation method	WWTP	<ul style="list-style-type: none"> - To monitor sludge dewatering unit - To record daily routine works - To check sludge volume observation condition and record - To identify problems of process/equipment and inform the Chief Operator - Cleaning for plant. 	Chief Operator
7	Mechanical Engineer	Full knowledge of mechanical machines (Polytechnic Level)	Other Section in DCWD	<ul style="list-style-type: none"> - To conduct routine maintenance - To check and repair machines 	Maintenance Manager
8	Mechanical Technician	Knowledge of routine maintenance works and repairing works	Other Section in DCWD	<ul style="list-style-type: none"> - To conduct periodic maintenance work for machines - Repairing small defects at the site - Piping repair, etc. 	Maintenance Manager and Operation Manager at site
9	Electrical Engineer	Full knowledge of electrical panel and machines (Polytechnic Level)	Other Section in DCWD	<ul style="list-style-type: none"> - To conduct routine maintenance - To check and repair panel/machine 	Maintenance Manager
10	Electrical Technician	Knowledge of routine maintenance works and repairing works	Other Section in DCWD	<ul style="list-style-type: none"> - To conduct periodic maintenance work for machines - Repairing small defects at the site - Piping repair, etc. 	Maintenance Manager and Operation Manager at site
11	Laboratory Technician	Knowledge of laboratory test	WWTP	<ul style="list-style-type: none"> - To conduct regular laboratory test - Preparation of laboratory test result 	Maintenance Manager and Operation Manager at site

出典: 調査団

6.3.7 処理水再利用の可能性

(1) マグサイサイ公園での水再利用

6.3.4 項で説明したように、マグサイサイ公園にレクリエーションスペースを建設することを提案する。処理水は、このレクリエーションスペースで利用可能である。レクリエーション用水の使用例として、東京の落合水再生センターでは、450,000 m³/日の処理能力のうち、50 m³/日の水を高度処理（膜処理）して再利用している。マグサイサイ公園で提案されている処理場の場合、MBR 技術を使用するため、処理水質は非常に良好である。必要とされている水量を消毒した上で使用できる。

(2) サンタアナ港での再利用

マグサイサイ公園に隣接しているサンタアナ港は、処理水の利用の候補地となる。専用の管を港まで接続する。処理水の用途は、緑地のレクリエーション/メンテナンス水、および建物/船の洗浄水が考えられる。

(3) 産業での水利用

調査団は、ダバオ市北部にある ANFLO 工業団地/Damosa Land Inc.への訪問を試みた。調査団は、下水処理場からの処理水の再利用の需要を確認するため、企業アンケート調査への協力を求めた。これにかかる協議と協力の要請書を7月上旬に工業団地に送付したが、主に処理場からの距離が遠いことから、処理水の再利用に対し関心が高いとはいえない回答であった。ポブラシオンとアグダオ地区には大規模な産業がほとんどないため、産業における処理水の再利用は非常に困難と言える。

(4) ショッピングモールでの再利用

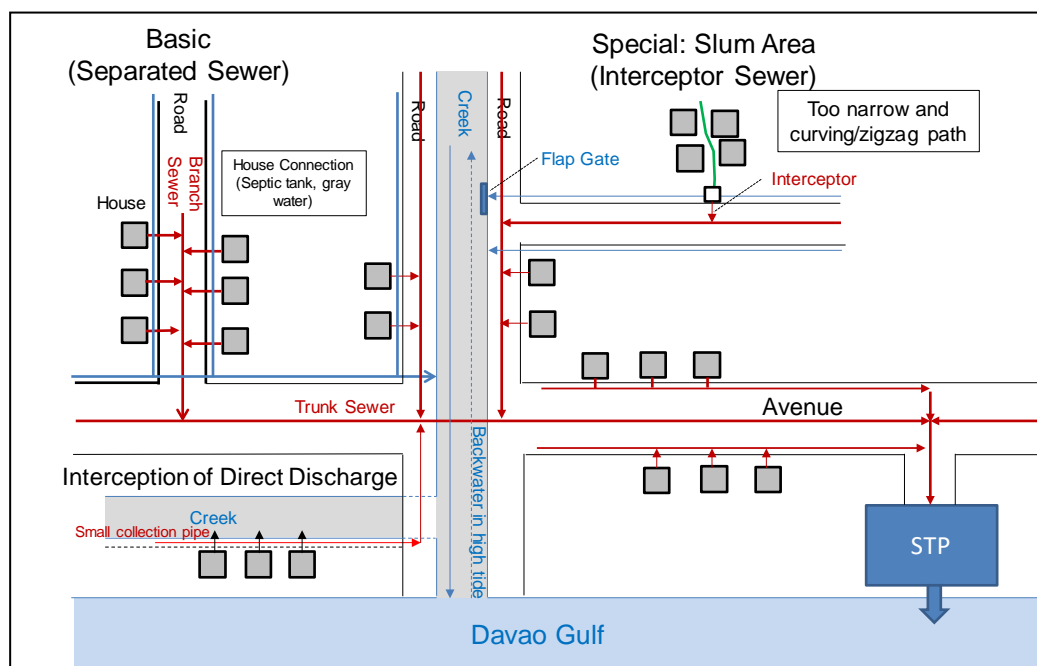
3.3.1 項で述べたように、1 箇所のショッピングモール（アグダオの SM ラナン）が自社の処理施設からの処理水を使用していることが確認された。モールでのインタビューにより、同社は当プロジェクトの提案下水処理場での処理水の利用に関心があることが明らかになったが、DAO 2016-08 に準拠するために既存の処理施設の将来のアップグレード（処理レベル、処理能力に関して）の状況次第となっている。自社の処理施設で発生する処理水の利用で十分な場合、同社はモールの緑地で自身の処理水を利用する。

6.4 汚水の収集方式の検討

6.4.1 全体方針

第6章で示した汚水収集方式の比較検討及びエリアAを対象としたケーススタディを基に、調査団は以下の整備手法を提案する。

- 1) 全ての下水道計画区域（エリアA～F）において、下水道整備の最終目標として分流式下水道を導入する。
- 2) 下水道システムの早期整備、並びに下水処理場の試運転に際して十分な汚水流入量を確保するため、図6.4.1に示すように優先整備地区（エリアA）及びその他地区の特に住宅密集地では現場状況により遮集式下水道を暫定的に適用する（現場状況：既存排水管、排水溝等の勾配や蓋の有無、満潮時の海水の逆流の有無など）。
- 3) これら遮集式下水道を暫定的に適用するエリアが将来再開発される際には、枝線管渠の整備と各戸接続を進め、分流式下水道を導入する。それまで使用してきた遮集管は分流式下水道の幹線管渠または枝線管渠として活用する。
- 4) セプティックタンクから下水道への切り替えを含めて各戸接続はダバオ市側の自己資金により進める（すなわち、ダバオ市の下水道システムの運営及び料金徴収を担うDCWDの資金により進めると想定）。しかし、優先地域の商業エリア内の一部のパイロット地区については、各戸接続を円借款のプロジェクト資金により実施する（パイロット地区の位置及び規模については第7章に記載）。
- 5) スラム地区の側溝の改修はダバオ市側の自己資金により実施する必要がある。この資金源及び責任機関については、ダバオ市の関係機関による協議が必要であり、その際この側溝改修が雨水排水能力の改善が目的か汚水対策が目的か明確にするべきである。



出典: 調査団

図 6.4.1 汚水収集方式の全体方針イメージ

6.4.2 分流式下水道と暫定遮集システムの予備的地域区分

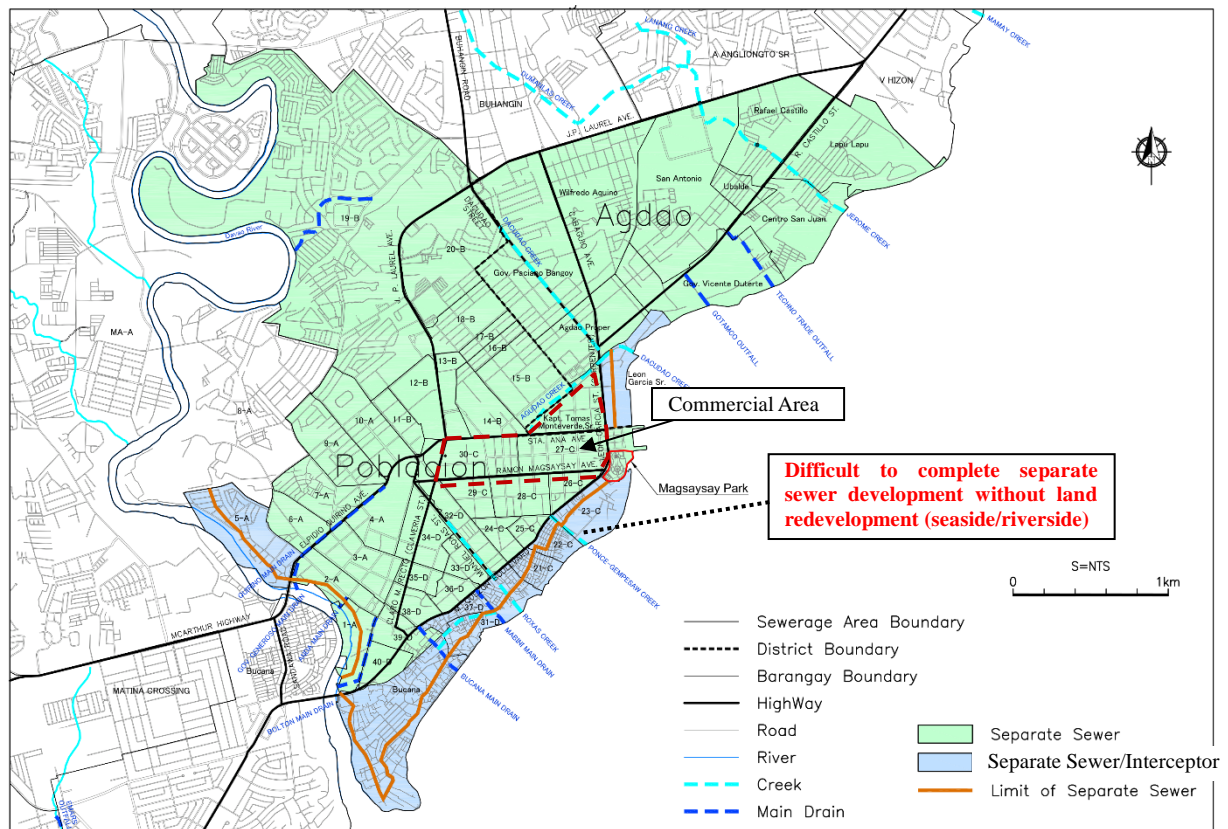
分流式下水道の整備と暫定的な遮集式下水道の適用の地域区分を表 6.4.1 及び図 6.4.2 に示す。なお、この区分は以下の項目に基づいて実施した。

- a) 人口密度: スラム地区を有する高人口密度のバランガイで枝線管渠の整備及び各戸接続を進めるのは困難。
- b) 道路状況及び現場状況: スラム地区に通じる非常に狭隘な私道に下水管を布設するのは困難。
- c) 海岸沿いの道路: 海岸沿いに道路がある場合、その道路沿いに遮集管を布設すれば、スラム地区から海域へ直接放流されている汚水を遮集することは比較的容易。
- d) 既存排水施設の状況: 流量が大きいこと、並びに海水が入ってくることから開水路より直接遮集するのは困難。一方、埋設されているカルバート等の主要排水管からは比較的容易に遮集可能であり、住宅密集地からの汚水収集を効率的に実施できる。
- e) 土地利用 (現況/将来計画): 1 か所の施設から大量の汚水が排出されるため、商業地域及び公共用地は住宅地よりも効率的に汚水を収集可能。商業ビルの前に布設されている既存の大規模カルバートには、商業地域における各ビルと接続されていると考えられる。

表 6.4.1 エリア A における分流式および暫定遮集システムの区分

District	Barangay	Land Area (ha)	Population (2030)	Population Density 2030 (person/ha)	Assumed Household (2030)	Wastewater Generation 2030 (m3/day)	Large-scale Slum/Congest ed Area	General Policy for Collection System
Agdao	Agdao Proper	38.29	9,683	252.9	2,026	2,402		Separate
	Tomas Monteverde	19.52	6,221	318.7	1,301	1,543	Inland	Separate/Intercept
	Leon Garcia	19.03	14,858	780.8	3,108	3,686	Seaside(large)	Intercept/Separate
	Paciano Bangoy	81.47	9,595	117.8	2,007	2,380		Separate
	Wilfredo Aquino	72.26	10,778	149.1	2,255	2,674		Separate
	Centro San Juan	43.48	16,963	390.1	3,549	4,209		Separate
	Lapu Lapu	59.99	12,775	212.9	2,673	3,169		Separate
	Rafael Castillo	44.54	6,294	141.3	1,317	1,562		Separate
	San Antonio	89.88	11,216	124.8	2,347	2,783		Separate
	Ubalde	9.98	3,228	323.4	675	801		Separate
Gov. Vicente Duterte	52.02	9,690	186.3	2,027	2,404		Separate	
	Sub-total	593.00	111,300					
Poblacion	1-A	15.36	3,352	218.3	701	832	River side	Separate/Intercept
	2-A	16.38	3,877	236.7	811	962	River side	Separate/Intercept
	3-A	20.78	400	19.2	84	99		Separate
	4-A	23.51	1,818	77.3	380	451		Separate
	5-A	38.10	12,354	324.3	2,585	3,065	River side	Separate/Intercept
	6-A	15.00	2,251	150.1	471	559		Separate
	7-A	22.50	4,304	191.3	900	1,068		Separate
	8-A (Area B)	159.10	11,964	75.2				
	9-A	27.50	6,155	223.8	1,288	1,527		Separate
	10-A	28.64	7,307	255.2	1,529	1,813		Separate
	11-B	9.57	2,054	214.7	430	510		Separate
	12-B	17.54	907	51.7	190	225		Separate
	13-B	11.26	461	41.0	97	114		Separate
	14-B	18.41	1,269	68.9	266	315		Separate
	15-B	31.54	3,123	99.0	653	775		Separate
	16-B	5.53	907	164.2	190	225		Separate
	17-B	5.63	875	155.5	183	217		Separate
	18-B	19.80	1,979	100.0	414	491		Separate
	19-B	362.55	34,316	94.7	7,179	8,514		Separate
	20-B	56.58	4,949	87.5	1,035	1,228		Separate
	21-C	8.56	8,078	943.4	1,690	2,004	Seaside	Separate/Intercept
	22-C	8.71	7,167	822.6	1,499	1,778	Seaside	Separate/Intercept
	23-C	21.31	17,813	835.8	3,727	4,419	Seaside(large)	Intercept/Separate
	24-C	7.72	2,811	364.1	588	697		Separate
	25-C	4.96	2,125	428.7	445	527		Separate
	26-C	8.05	2,712	336.8	567	673		Separate
	27-C	30.99	2,325	75.0	486	577		Separate
	28-C	15.71	2,452	156.1	513	608		Separate
	29-C	10.20	1,682	164.9	352	417		Separate
	30-C	23.50	1,737	73.9	363	431		Separate
	31-D	22.60	8,989	397.8	1,881	2,230	Seaside	Separate/Intercept
	32-D	17.90	2,144	119.8	449	532		Separate
	33-D	7.74	2,196	283.7	459	545		Separate
	34-D	19.63	1,817	92.6	380	451		Separate
	35-D	7.00	624	89.2	131	155		Separate
	36-D	6.93	1,708	246.5	357	424		Separate
	37-D	7.10	7,281	1025.5	1,523	1,806	Inland	Separate/Intercept
	38-D	9.00	1,626	180.6	340	403		Separate
	39-D	12.80	5,556	434.1	1,162	1,378	Inland	Separate/Intercept
	40-D	10.02	2,633	262.8	551	653		Separate
	Sub-total (incl. 8-A)	1,138.20	188,100					
	Sub-total (excl. 8-A)	979.10	176,136					
Talomo	Bucana (East:30%)	120.60	35,009	290.3	7,324	8,686	Seaside/ Riverside	Separate/Intercept
	Area A Total	1,692.70	322,445		67,457	80,000		

出典: 調査団



出典: 調査団

図 6.4.2 エリア A における分流式および遮集式下水道の地域区分

前述の表 6.4.1 における“Separate/Intercept”という記載は、分流式下水道の導入を主要整備方針するが、スラム地区からの汚水は全量遮集管より収集するという意味である。一方、“Intercept/Separate”という記載は、住宅が過度に密集しており、十分な幅の公道がほとんど無いため、汚水は出来る限り遮集することとし、国道沿いの建物のみ分流式下水道とするという意味である。すなわち、“Intercept/Separate”と記載されたバラングイにおいては不法居住者の移住を含めた再開発を実施しなければ、発生汚水を 100%収集するのは極めて困難である。

暫定的に遮集式下水道を適用せざるを得ない“Separate/Intercept”または“Intercept/Separate”と分類された地区の特徴、整備方針等を以下に列記する。

1) アグダオ District

- Tomas Monteverde バランガイ: Agdao Public Market のような大型商業地域を有しているため、基本的に地区の大部分は分流式下水道により整備可能である。しかし、1 か所存在する広大なスラム地区の汚水は遮集管により収集せざるを得ない。
- Leon Garcia バランガイ: マグサイサイ公園の北側、広大なスラム地区を有するポブラシオン District の 23-C バランガイと公園を挟んで反対側に位置している。このスラム地区の汚水は出来る限り遮集管により収集する必要があるが、分流管で収集できるのは基本的に国道及び数少ない公道沿いのビルからの汚水に限られる。

2) ポブラシオン District

- 1-A、2-A、4-A バランガイ：スラム地区がダバオ川沿いにあるが、川沿いの1-A及び2-A バランガイの一部のエリアに限られている。このため、基本的に分流式下水道を適用可能であるが、川沿いのスラム地区の汚水は川の低い位置に直接放流されているため、収集は極めて難しい。これらスラム地区の汚水が道路側溝に排出されている場合には、道路に遮集管を布設して汚水を収集すべきである。そうでなければ、市の勧告に基づき、これらのスラム地区を川沿いからセットバックし遠ざける必要がある。
- 21-C、22-C バランガイ：海岸沿いに位置しており人口密度が比較的高いが、これらのバランガイには枝線管渠を布設できるだけの公道が広がっている。一方で、公道から離れたスラム地区内の汚水は公道沿いの既存排水管へ流れ出た下流側で、出来うる限り遮集管による収集が必要。
- 23-C バランガイ：アグダオ District の Leon Garcia バランガイと同様に、広大なスラム地区を有し、下水管を新設するスペースも殆ど無い。このため、対策も Leon Garcia バランガイと同様となる。
- 31-D バランガイ：海岸沿いに位置し、高人口密度であるが、21-C 及び 22-C バランガイ程ではない。ある程度の汚水を分流式下水道で収集可能であるが、分流式下水道で収集しきれない汚水は、マビニ排水管を起点とする遮集管及び海岸沿い道路に布設する遮集管による収集が必要である（図 6.5.1 及び 7.2.4 節参照）。
- 37-D、39-D バランガイ：海外沿いではないが、海外付近に位置している。高人口密度であり、分流式下水道による汚水収集は困難である。点在するスラムエリアの汚水は遮集管により収集する必要がある。

3) タロモ District

- ブカナバランガイ（東側）：ダバオ湾及びダバオ川沿いにあるスラム地区を有する。十分な道路幅の公道があるため、殆どの汚水を分流式下水道で収集可能であるが、海岸近くの東側のスラム地区の汚水はブカナ排水管を起点とする遮集管及び海岸沿いに布設する遮集管による収集が必要である（図 6.5.1 及び 7.2.4 節参照）。ダバオ川沿いのスラム地区の汚水は、1-A、2-A 及び 4-A バランガイの場合と同様に、出来うる限り遮集管による取水が必要である。

6.5 管路施設の検討

6.5.1 下水道幹線

汚水を各バランガイからマグサイサイ公園の下水処理場へ送る下水道幹線のルートを図 6.5.1 に示す。同様に、主要排水路からの遮集地点も示す。

なお、以下の場合には推進工法による布設を提案する。

- 1) 国道のような交通量の非常に多い道路への管路布設が必要な場合。掘削による交通への影響を最小限に抑える必要がある。

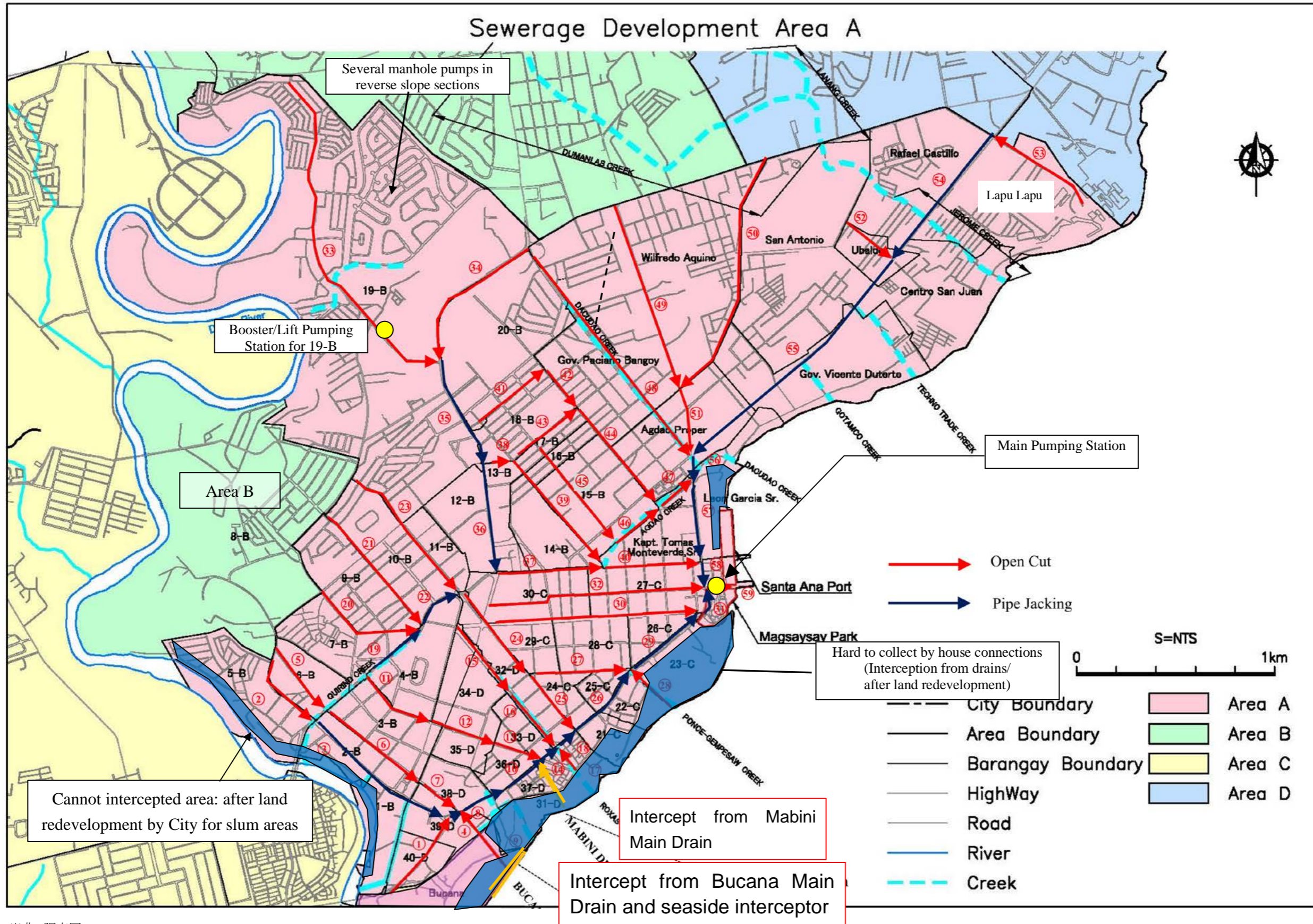
- 2) 埋設位置が非常に深い場合。管を非常に深い位置へ埋設する場合には、掘削幅が大きくなり、交通への影響も大きくなる。特に道路が狭隘な場合には、影響も甚大となる。このため、開削工法に代わって非開削工法である推進工法を適用し、交通への影響を最小限に抑える。

下水道幹線の管径別の延長、布設工法（開削工法か非開削工法）を表 6.5.1 に示す。また、下水道幹線の流量計算結果及び概略縦断図を Appendix 6.4 に示す。

表 6.5.1 エリア A における下水道幹線延長（要約）

No.	Diameter	Length (m)			Note
		Open	Trenchless	Total	
1	400 mm	23,100	500	23,600	No.52
2	450 mm	0		0	
3	500 mm	600	1,500	2,100	No.53,54
4	600 mm	1,300	1,200	2,500	No.3,4
5	700 mm	3,200	800	4,000	No.28, 35,51
6	800 mm	1,300	2,200	3,500	No.36,37,40,55
7	900 mm	0	0	0	
8	1000 mm	0	0	0	
9	1100 mm	300	0	300	
10	1200 mm	0	700	700	No.56,57
11	1400 mm	0	300	300	No.8,10,14
12	1500 mm	0	800	800	No.18,26,58
13	1650 mm	0	800	800	No.29,31
14	2000 mm	100		100	No.59 to WWTP
	Total	29,900	8,800	38,700	

出典: 調査団



出典: 調査団

図 6.5.1 エリア A における下水道幹線

6.5.2 下水道枝線および各戸接続

(1) 下水道枝線

各家庭から分流式下水道システムへ汚水を収集するには、各バラングイにおける下水道枝線の整備が必要不可欠である。エリア A における下水道枝線の管径別の延長を表 6.5.2 に示す。また、各バラングイの総下水管延長を付属資料 6.5 に示す。なお、枝線の延長は CPDO より収集した各バラングイの既存道路網より算定した。

表 6.5.2 エリア A における下水道枝線延長（要約）

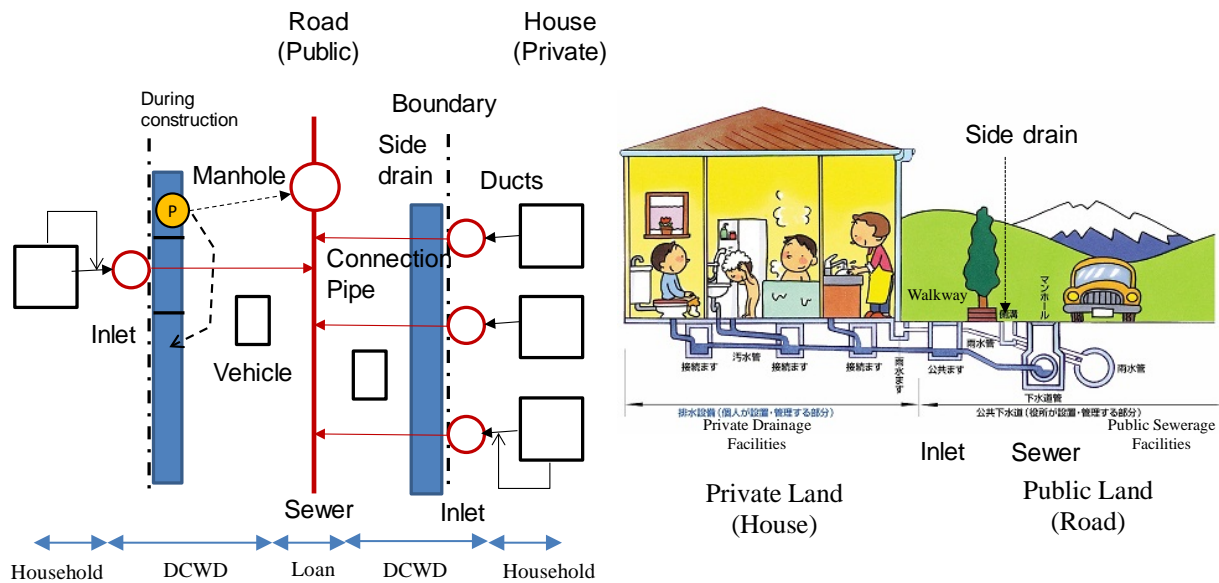
No.	Diameter	Installation Method	Length (km)		
			Poblacion	Agdao	Total
1	200 mm	Open cut	120	56	176
2	250 mm	Open cut	29	18	47
3	300 mm	Open cut	16	8.9	25
4	350 mm	Open cut	9.9	4.9	15
5	400 mm	Open cut	5.7	2.9	8.6
6	450 mm	Open cut	4.7	0	4.7
7	500 mm	Open cut	1.5	0	1.5
	Total		187	91	278

注: Poblacion includes Bucana (East) in Talomo District

出典: 調査団

(1) 各戸接続

家屋やビル、施設等より汚水を収集するために、各戸接続が必要となる。各戸接続のイメージ図を図 6.5.2 に示す。下水道枝線とマスとの間の接続管（取付管）は実施機関による整備が必要である。家屋からマスへの排水管は基本的に家の所有者による整備が必要である。また、マスは基本的に公共用地に設置する（家の前の歩道など、図 6.5.2 参照）。一方で、ダバオでは多くの場合、既存の大断面の排水路が官民境界沿いに布設されているため、図 6.5.2 の左側の図に示すように、マスを民地側の縁へ設置することとなる。これにより、上水道のバルブの場合と同様に、家の所有者による排水管のつなぎ替えの負担を軽減することができる。



出典: 調査団

図 6.5.2 戸別接続イメージ

表 6.4.1 に示すように、エリア A 全体で約 67,000 戸の接続が必要であることから、各戸接続の完了までには膨大な時間とコストが必要となる。このため、早い段階で住民等ユーザーの理解と協力を得ながら効率的かつ継続的な各戸接続を進めるには、実施機関により様々な策を講ずる必要がある。表 6.5.3 に下水管接続工事における課題と想定される対応策を整理する。

表 6.5.3 下水管接続工事における課題と想定される対応策

No.	Technical/Implementational Issue	Assumed Responsible Agency and Actions
1	Establishment of city ordinance for redevelopment of drainage facilities (kitchen, toilet, rainwater) in the buildings	City Administration will issue the new ordinance separate from the one for septic tanks and septage collections since sewer pipes are new facilities.
2	Approval for application of appropriate drainage facility structures	City building office (CBO) will be in charge of approval.
3	Preparation of guideline for pipe material and sewer inlet structure	DCWD would be in charge of sewer connections and prepare the guideline based on one for water supply connections.
4	Training of contractors for sewer connection works	DCWD would list the contractors from the existing ones for water supply connections and septic tank installation/septage collection and train after preparation of training manual. (Technical cooperation by JICA if necessary).
5	Announcement to public on the above matters	City and DCWD will jointly announce to citizens in the offices and seminars since the connection costs will be basically owed by citizens.
6	Organization of implementation regime for the works	DCWD will be the implementing agency in general for connection works. Appropriate sharing of roles between city and DCWD should be discussed in the next stage in case the City will be the implementation agency for construction.

出典: 調査団

工場排水の収集に関する留意点

工場からの汚水の収集は、エリア A に限らず全下水道整備地区における将来の下水道整備において重要なテーマである。以下の事項に留意する必要がある。

- 1) 下水道に接続する場合は、前処理の必要性について EIA 等により検討を行うこととなり、その上で、処理場流入量や流入水質、処理料金等について検討が必要である。仮に、食品排水が下水道に接続されると、高 BOD 排水のため、処理場への流入負荷量が増加する可能性がある。処理場では生物処理が行われており、高 BOD 排水はある程度処理できるものの重金属は処理できないことに留意する必要がある。
- 2) 接続後、定期的な工場排水 Monitoring が必要である。
- 3) 接続しない場合は、放流する公共用水域の水質基準を満たすよう独自の施設を設置する必要がある。
- 4) 一部在来水路を活用した遮集式が計画される場合には、排水区域内に工場がある場合は、処理場の工場排水が流入することとなることに留意が必要である。

6.5.3 ポンプ場

(1) 下水道幹線ルート上のポンプ場

マグサイサイ公園への建設を計画している下水処理場の処理施設は全て地下構造物として計画されているため、現段階の概略計算では中継ポンプ場及びメインポンプ場は不要という結果となった。この件については、次のステージ（F/S、準備調査）において詳細に測量を行った上で確認が必要である。

なお、ポブラシオン 19-B バランガイと 20-B バランガイとの間は丘となっているため、ポンプ場を設置するか、非開削工法による下水道幹線の布設が必要となる。

(2) バランガイの中のマンホールポンプ場

枝線と幹線の接続点において枝線の方が深くなる場合には、マンホールポンプ場の設置が必要となる。最も海岸に近い国道沿いに計画している下水道幹線の管底高は地表面一約 10m であるため、バランガイ内へのマンホールポンプ場の設置が必要となる箇所はごく僅かであると想定される。このため、調査団はエリア A 全体でのマンホールポンプ場の必要設置箇所数を 10 未満と想定する。

6.6 事業費の試算及び事業計画の検討

エリア A における優先整備事業のプロジェクト費用（事業費と維持管理費）を、下記のように暫定的に試算した。

6.6.1 初期費用

予備的なレベルとして、表 6.6.1 に示すように、プロジェクトの総事業費を約 180 億フィリ

ピンペソ (=380 億円) と推定した。その金額は各地区において現地予算で整備する「污水収集システム」を追加した場合の IM4D 試算 (174 億フィリピンペソ) とほぼ同規模である。

6.6.2 維持管理費

運転・維持管理費の予備的見積もり額を表 6.6.2 に示す。処理場および管路／ポンプ場の総費用は、約 430 百万フィリピンペソ/年 (=約 9 億円/年に相当) である。

表 6.6.1 エリア A における下水道整備初期費用の予備的積算

No.	Item	Capital Cost		Note
		(PHP million)	(JPY million equivalent)	
1	Construction Cost	16,475	34,598	
(1)	Wastewater Treatment Plant (WWTP) and remodeling of Magsaysay Park	7,381	15,500	97,000 m3/day
1)	Land acquisition	0	0	
2)	Land foundation, temporary soil retaining	112	234	
3)	Civil and Building	2,135	4,483	Underground
4)	Water treatment facility	2,407	5,054	MBR
5)	Sludge treatment facility	1,498	3,146	Thickening, Dewatering, Drying (all mechanical)
6)	Park remodeling	1,230	2,583	Utilize treated water
(2)	Sewer pipeline (interceptor, separate sewer)	9,095	19,099	
1)	Trunk sewer	4,505	9,460	Dia 400-2000, 38.7km inc. pipe jacking
2)	Sanitary sewer in separate sewer area	3,793	7,965	Dia 200-500, 278km
3)	Temporal interceptor sewer and manholes	77	161	Dia 400 x 350m, Dia 500 x 800m, CSOs, flap gate
4)	Pumping stations	637	1,339	Main P/S in STP, Manhole pumps
5)	House connection in pilot area	83	174	2,400 connections from lateral sewer to inlet
2	Consulting services	1,318	2,768	
	Total Project Cost	17,793	37,366	
	House connections outside JICA Project	2,070	4,346	Around 59,000 connections
	Total Project Cost	19,863	41,713	

- 注: 1. PHP/JPY = 2.10 as of July 2019
 2. All sewers include manholes/interception chambers
 3. Cost for house connections from buildings to inlets are owned by building owners incl. pilot area
 4. Construction cost includes administration cost

出典: 調査団

表 6.6.2 エリア A における下水道維持管理費の予備的積算

No.	Item	O&M Cost		Note
		(PHP million/year)	(JPY million equivalent)	
1	Wastewater Treatment Plant (WWTP)	343.9	722.3	97,000 m3/day
1)	Energy Cost	135.8	285.1	
2)	Chemical Cost	38.9	81.7	
3)	Sludge disposal cost	2.2	4.7	
4)	Manpower cost	10.9	22.8	
5)	Maintenance cost	156.2	328.0	
2	Wastewater Collection Facility	112.1	235.4	
1)	Energy Cost for Pumping Stations	32.0	67.2	Main P/S in WWTP, Brgy 19-B, Manhole pumps
2)	Maintenance Cost for Sewer and P/S	80.1	168.2	
	Total O&M Cost	456.1	957.7	

- 注: PHP/JPY = 2.10 as of July 2019, Energy charge = PHP 7.67 /kwh
 Maintenance works for sewer and P/S are cleaning, exchange of small parts of pumps etc.

出典: 調査団

6.6.3 更新費用

6.7.2 項に記載の30年間の財務分析において、機械電気設備の更新費は、表 6.6.3 に示すように試算した。条件を簡素化するため、処理場の試運転から20年後にすべての機器が更新されるものと想定した。土木建築構造物と管は、適切な毎年の保守点検で20年間継続して使用する（保守点検費用は維持管理費に含まれる）。

表 6.6.3 エリア A における下水道施設更新費用の予備的積算

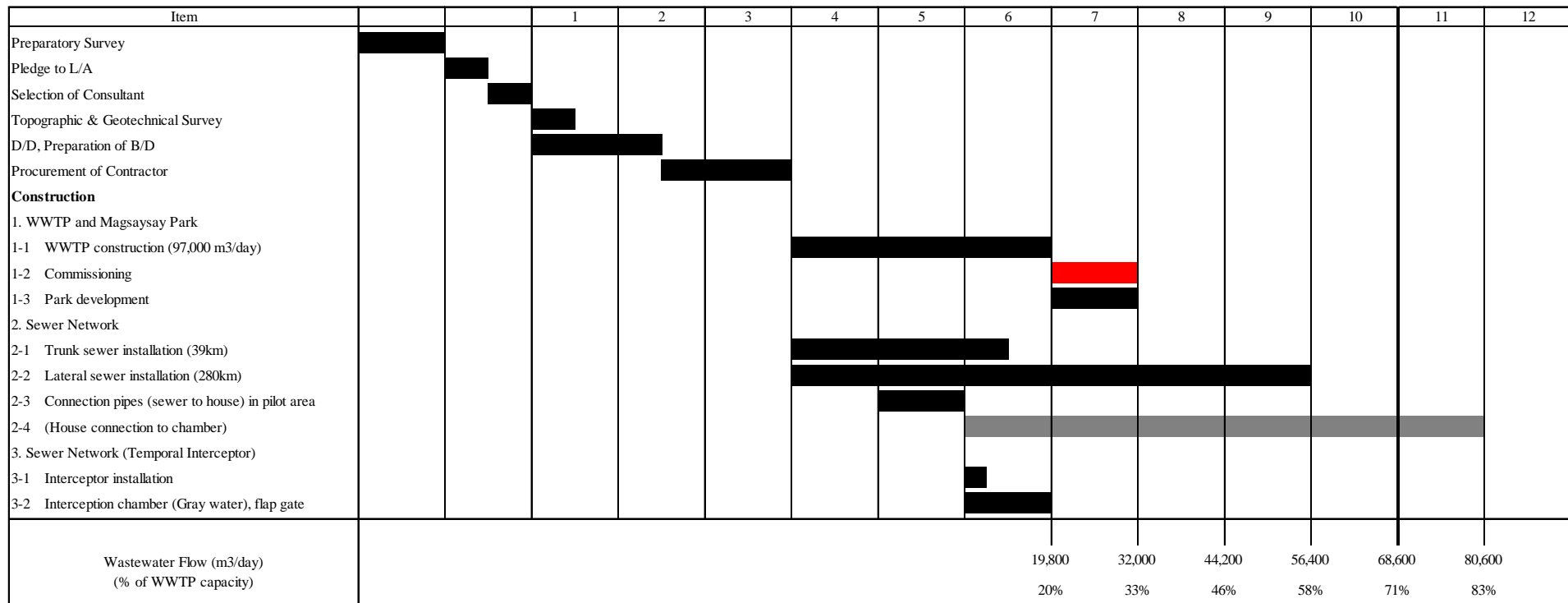
No.	Item	Renewal Cost (after 20)		Note
		(PHP million)	(JPY million equivalent)	
(1)	Wastewater Treatment Plant (WWTP)	2,892	6,074	97,000 m ³ /day
1)	Civil and Building	640	1,345	Architectural equipment (lighting, fans, etc.)
2)	Water treatment facility	1,203	2,527	MBR
3)	Sludge treatment facility	1,049	2,202	Thickening, Dewatering, Drying (all mechanical)
(2)	Sewer pipeline	858	1,803	
1)	Trunk sewer from each area	347	728	Minor replacements such as manhole covers, Survey, large scale cleaning & repair
2)	Sanitary sewer in separate sewer area	0	0	
3)	Interceptor sewer in interceptor area	2	4	Flap gate
4)	Pumping stations	510	1,071	Pumps and misc. equipment in Main P/S, Manhole pumps
	Total Renewal Cost	3,751	7,876	

注: PHP/JPY = 2.10 as of July 2019

出典: 調査団

6.6.4 実施スケジュール

表 6.5.1 に示すように、幹線管渠の長さは 39 km、枝線管渠の長さは 280 km である。この推定および建設工事に関する下記の仮定に基づいた、予備的かつ最短の布設スケジュールを図 6.6.1 に示す。下水管布設、戸別接続の開始のタイミングは、処理場の試運転と密接に関連している必要があるため、処理場の大まかな暫定スケジュールが本スケジュールに含まれる。可能な限り、試運転の開始時に汚水を収集する必要がある。分流式下水道の整備は最短で6年間かかり、20 m /日/パーティ×10 パーティの迅速な工事によって整備される。戸別接続は6年以上かかり、1日2世帯×20パーティの迅速な接続工事にて行われる。したがって、瑕疵通知期間（DNP）の完了（プロジェクトの開始から10年）までにすべての建設工事を完了することは非常に困難である。よって次の進め方が現実的である。1) プロジェクト期間内に遮集管部を完成させる。2) 分流式下水道システムの優先整備地区を設定し、プロジェクト期間内に工事を完了する。3) 実施機関が分流式下水道と各戸接続の工事を開始し、プロジェクト後も継続する。



注: * Lateral sewer installation with 20 m³/day/party by 10 construction parties (total 80,600 m³/day) in 2030 *97,000 m³/day in 2045

出典: 調査団

図 6.6.1 エリア A の予備的实施スケジュール

6.7 優先整備地区(エリア A)事業の予備的財務分析

6.7.1 実施機関および資金スキーム検討

(1) 資金スキームオプションの検討

可能性があると考えられる実施機関 (DPWH、DCWD、LGU) および資金スキームオプションにつき調査した。資金スキームは公的資金および民間資金を検討した。(表 6.7.1).

表 6.7.1 財務スキームオプション

Public/PPP	Scheme No.	Implementing Agency	Loan Type	Loan Flow
Public Project	1	DPWH	• Direct ODA loan	• JICA→DOF→DPWH
	2-1	DCWD	• Two Step Loan (TSL)	• JICA→LBP/DBP→DCWD
	2-2	LGU	• Two Step Loan (TSL)	• JICA→LBP/DBP→LGU
	3	LGU	• ODA loan to fund DOF's Municipal Development Fund	• JICA→DOF (Municipal Development Fund) →LGU
PPP Project	4	Gov: DPWD Private: SPC	• PSIF • TSL • Commercial bank loan	• JICA→SPC • JICA→LBP/DBP→SPC • Bank→SPC
	5	Gov: LGU Private: SPC	• PSIF • TSL • Commercial bank loan	• JICA→SPC • JICA→LBP/DBP→SPC • Bank→SPC

出典：調査団

本調査は、本事業がフィリピン国家下水管理プログラム (NSSMP) を利用し、初期費用の 50% は比国政府からの補助金を充当し、残りの 50% はエクイティおよびローンで賄うことを前提としている。上表は候補と考えられるローンの種類およびフローを示す。

(2) 国家下水管理プログラム(NSSMP) 補助金

国家経済開発庁 (NEDA) 決議 2012 年第 3 号 (2017 年改訂) に基づき、NEDA はダバオ市含む高度に都市化された 17 の都市 (HUCs: highly urbanized cities) に対し、下水事業初期コストの 50% に対し補助金を供給するとしている。NSSMP に関する主なファイナンスは以下の通り¹。

■ 補助金額

- 事業の 50% をカバーする。金額の上限にかかる規定はない。
- 承認を得るには、LGU は残りの 50% について支払う用意があることを申請書にて証明する必要がある。

■ 申請適格者

- LGU が同補助金プログラムに申請する必要がある。DPWH は水道区に対し補助金を供給する法的根拠がないため、本事業においても基本は DCWD ではなく LGU (ダバオ市) が申請し受領する必要がある。

¹ 2019 年 8 月 19 日に実施された対 DPWH 内 NSSMP オフィスへのインタビューに基づく。

- DCWD が本事業の実施機関となり NSSMP の補助金を活用しようとする場合、LGU が権限移譲した上で DCWD が補助金申請を実施することになる。また、補助金付与の承諾が下りた際はまず LGU に対し補助金が下り、DCWD に回されることになる²。
- PPP スキームに活用するためのガイドラインは現在ドラフト中である。ドラフトが承認されるまでは PPP スキームへの活用は不可。

■ プログラム予算

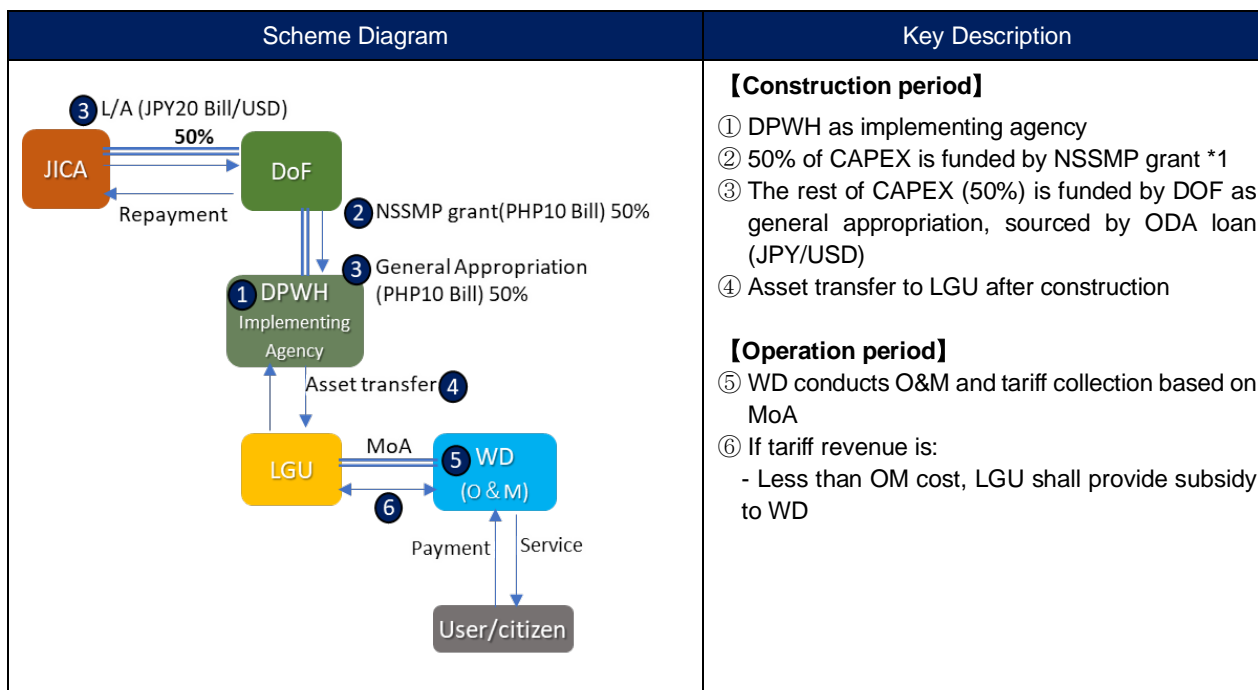
- NEDA が同補助金への申請に対し最終承認を下す。
- 2019 年より、DPWH は承認の下りた案件に必要な金額のみ予算申請する。これは、予算管理局 (DBM) がキャッシュ・ベース・ポリシーを採用するようになったためである。よって、事業の建設開始予定時期の 1 年前には、補助金申請への承認が下りている必要がある。

(3) 公的資金による事業実施

2019 年 8 月に、JICA 調査団は可能性のある資金調達先へヒアリングを実施した。

1) DPWH が実施機関となるケース (ODA ローン)

Clean Water Act (2004)は DPWH に対し、国家下水管理プログラムを設立し、HUCs に対し下水もしくはセプティッジサービスを供給するよう指導することを義務付けている。このことから、DPWH が本事業の実施機関となり、かつ NSSMP 補助金を活用することができるか可能性を調査した。その場合、ダバオ市側 (LGU もしくは DCWD) は運営維持管理費のみを負担し、財政負担を著しく軽減することが出来る。(図 6.7.1)



出典：調査団

² ザンボアンガ市は、LGU が委譲する形で水道区がプロジェクト・オーナーとなり、NSSMP 補助金が承認された。

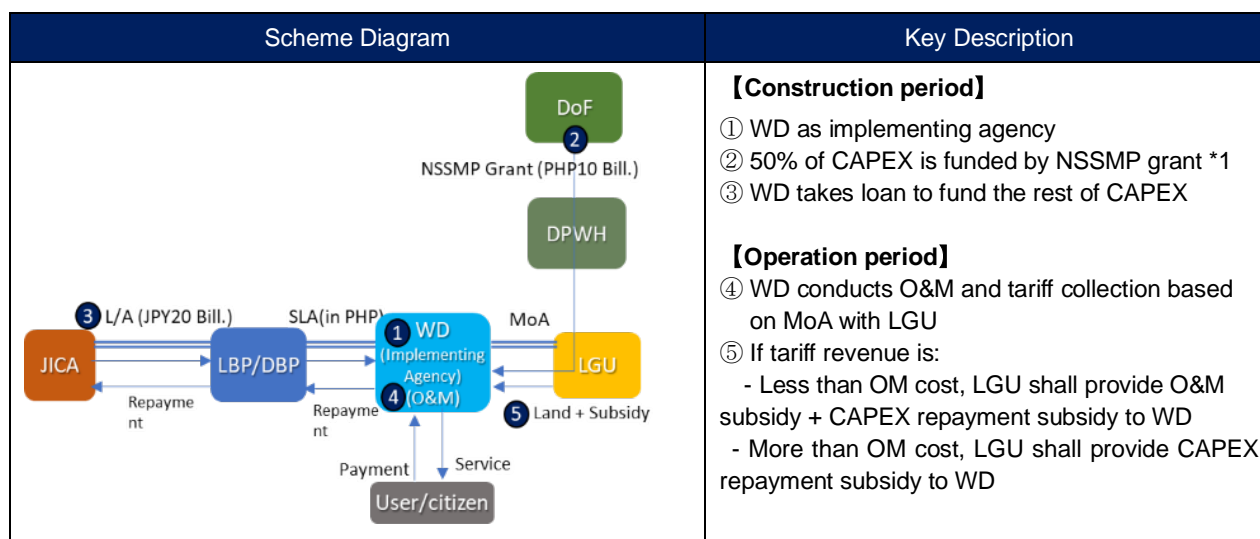
図 6.7.1 DPWH が実施機関として ODA ローンを活用する場合のスキーム図

DPWH 側は、原則として同局の優先セクターは高速道路、橋梁、洪水対策であり、下水セクターは含まれないことから、可能性は非常に低いという見解を示した。また、DPWH は既に多くの ODA 案件をパイプラインに有しており、1 地方都市の、莫大な初期投資がかかる下水事業を追加することはステークホルダー間で大きな議論を呼ぶだろう、との意見であった。さらに、NSSMP 補助金は DPWH ではなく LGU が活用するものであるとの言及があった。

以上より、JICA 調査団は DPWH が実施機関となる可能性は非常に低く、本オプションはこれ以上追及しないよう結論づけた。

2-1) DCWD が実施機関となるケース（ツーステップ・ローン）

DCWD が実施機関となり、事業費を NSSMP 補助金とローンにより賄うケースである(図 6.7.2)。Clean Water Act 2004 に規定されているとおり、LGU は必要な用地を DCWD に提供すると仮定する。



出典：調査団

図 6.7.2 DCWD が実施機関としてツーステップ・ローンを活用する場合のスキーム図

上述の通り、DCWD が実施機関となる場合でも NSSMP 補助金は LGU が申請、受領する必要がある旨、DPWH からコメントされた。実現には LGU と DCWD の綿密なコミュニケーションおよび調整が不可欠である。

ローンに関しては、地方政府 (i.e. LGU) および国有・国営企業 (i.e. 水道区) に対し政府保証なしに JICA が直接ローンを供給する事例はこれまで見られず、またフィリピン財務局によると政府保証を付与する法的義務はない、とのことであった³。これらの要因により、ツーステップ・ローンが最も可能性のあるローンタイプであると考えられる。

既存のツーステップ・ローンでは政府銀行 (LDP、DBP) が中継銀行の役割を果たしている。表 6.7.2 は DBP への聞き取りに基づくツーステップ・ローンの参考財務コストを示す (2019 年 10 月時点)。

³ 2019 年 8 月 19 日 DOF へのインタビューに基づく。

表 6.7.2 ツーステップ・ローン(LBP から DCWD)財務コスト参考値

TWO STEP LOAN (DBP to DCWD)		
Breakdown	%	Note
Yen Loan	0.95%	30 yrs incl. grace period 10 yrs
Consulting fee	0.01%	
Front End fee	0.20%	Initial year only
Governement guarnatee	1.5%	Indicated range :0.25% - 1.5%, Determined by DOF
Foreign exchange risk coverage	3.5%	Indication from past rate. Determined by DOF
DBP Spread	0.5%	based on Sep 25th interview to DBP Davao Lending Center
Indicated financial cost	6.46%	p.a. (excl. front end fee)

出典：調査団

DBP 本部へのインタビューによると、前回の JICA-DBP ツーステップ・ローン（環境開発プログラム）は全体借入額が PHP 1.5 十億であり、そこから複数の事業にディスバースされた。DBP は大規模事業も視野に入れており、ツーステップ・ローンを通じて特定の 1 事業に資金供給する可能性を模索する予定とのことであった。また、Single borrower's limit (約 PHP10 十億)⁴の制約から、シンディケーション・ローンも視野に入りたいとの言及があった。

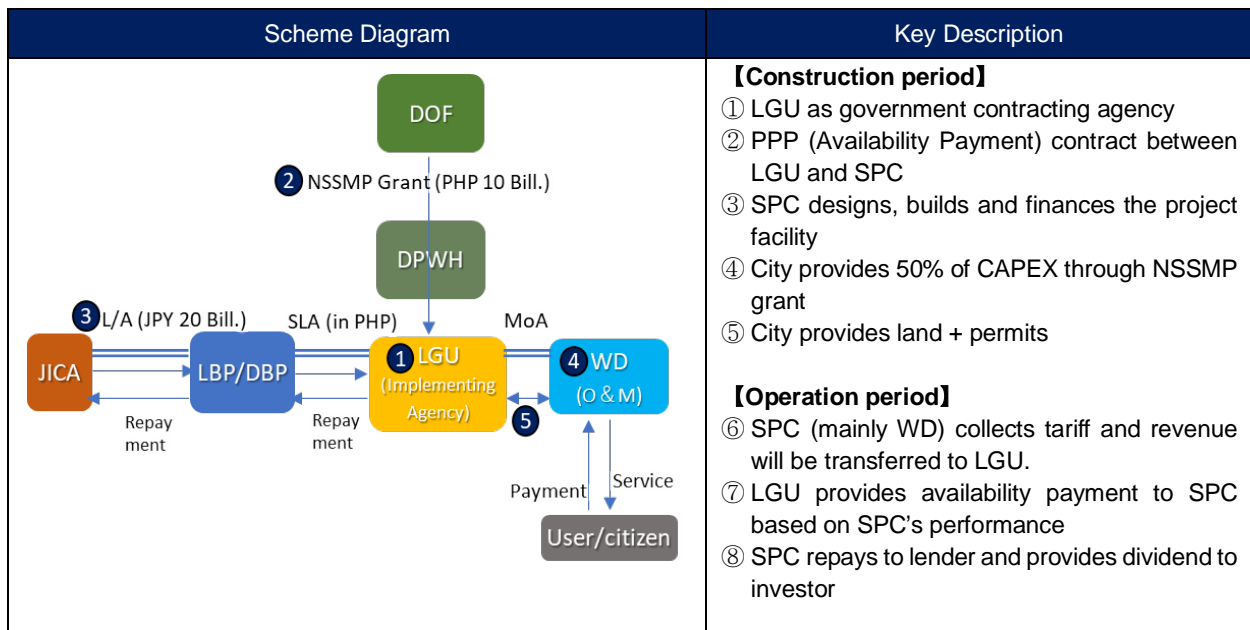
DBP ダバオレンディングセンターへのインタビューによると、DCWD の良好な財務状況から、DBP のスプレッドにはプライム・レートが適用されるであろうことが判明した。また、借入余力は自己資本と債務残高から計算され、DCWD の借入余力は PHP 15 十億程度との言及があった（2019 年 10 月時点）。

DCWD は、下水処理サービスを提供することが組織のマנדートであることは認識しつつ、現時点では事業費が低く合理的な料金でコスト回復が可能なセプテッジ事業に注力している。DCWD は、LWUA のリングフェンシング規定の下では、上水料金を値上げすることにより下水料金をカバーすることが出来ず、よって、莫大な投資費が必要となる下水事業に参入することは現時点では困難との見解であった。

2-2) LGU が実施機関となるケース（ツーステップ・ローン）

ここでは LGU が実施機関となり NSSMP 補助金およびツーステップ・ローンを調達するケースを検討する(図 6.7.3)。

⁴ 中央銀行規定(Circular No.425/2004)。以下引用“credit accommodations and guarantees that may be extended by a bank to any person, partnership, association, corporation or other entity shall at no time exceed twenty-five percent (25%) of the net worth of such bank”



出典: 調査団

図 6.7.3 LGU が実施機関としてツーステップ・ローンを活用する場合のスキーム図

DPWH は、上図の体制には肯定的で、NSSMP 補助金制度の意図する実施体制であるとの見解を示した。

LBP (本部およびダバオレンディングセンター) への聞き取りを基に、下表にツーステップ・ローンの参考財務コストを示す。

表 6.7.3 ツーステップ・ローン(LBP から LGU)財務コスト参考値

TWO STEP LOAN (LBP to LGU)

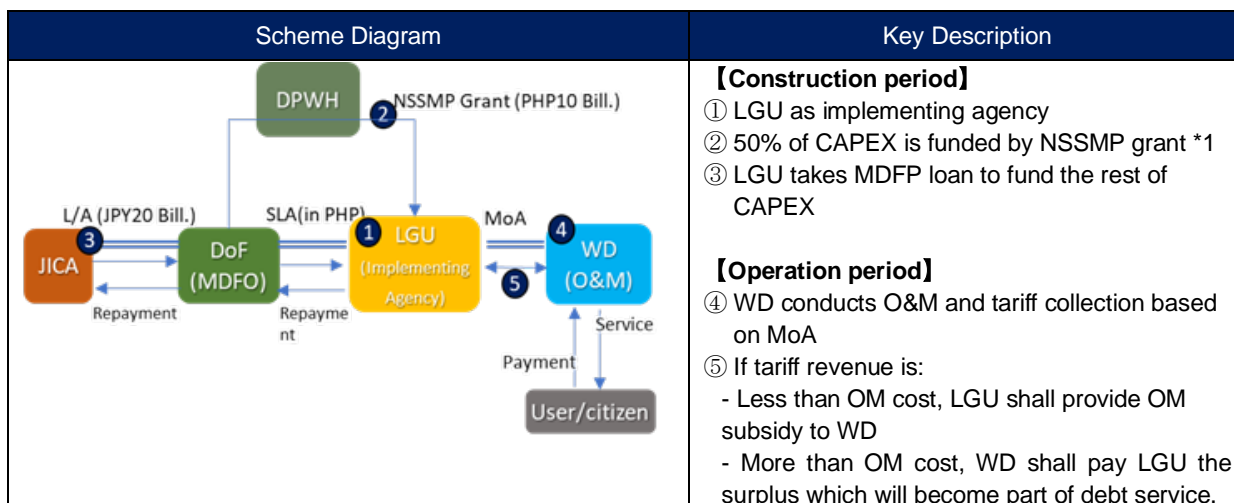
Breakdown	%	Note
Yen Loan	0.95%	30 yrs incl. grace period 10 yrs
Consulting fee	0.01%	
Front End fee	0.20%	Initial year only
Government guarantee	1.5%	Indicated range :0.25% - 1.5%, Determined by DOF
Foreign exchange risk coverage	3.5%	Indication from past rate. Determined by DOF
LBP Spread	0.5%	based on Aug 23th interview to LBP Davao Lending Center
Indicated financial cost	6.46%	p.a. (excl. front end fee)

出典: 調査団

3) LGU が実施機関となるケース (地方自治体開発ファンド)

ここでは LGU が実施機関となり、地方自治体開発ファンドプロジェクト (Municipal Development Fund Project) を活用するケースを検討する。MDFP は比国財務局が提供するローンであり、下水を含む特定のセクター事業に対し譲与的な条件が付される⁵ (図 6.7.4)。

⁵ <http://www.mdfo.gov.ph/download/new/mdfp.pdf>



出典: 調査団

図 6.7.4 LGU が実施機関として MDFP を活用する場合のスキーム図

財務局への聞き取り⁶から得られた主なファイナンスは下記の通り。

- JICA ODA ローンを MDFP の原資に充て、MDFP から本下水事業に貸出すことが可能。原資となる ODA ローンの場合によっては、MDFP の償還期間および猶予期間を従来（20 年の償還期間、内 3 年が猶予期間）より長期とすることが可能。
- JICA ODA ローンが原資となる場合は、従来の MDFP 金利条件（4.25%）と異なる。最終的な条件は、資金調達コスト、管理コスト、為替リスクカバレッジコストなどを基に財務局セクレタリーが決定する⁷。
- 財務局は LGU の借入に政府保証を付保する義務を持たない一方で、代替メカニズムを模索することは可能。例として、LGU に債務不履行が発生した場合、財務局が一時的に返済し、DBM を通じて翌年の地方交付金（IRA）から差し引くことなどが検討可能である。
- NSSMP 補助金と MDFP ローンとの併用は問題ない。
- LGU がローン借入を行う際、財務局傘下の地方政府財務局（Bureau of Local Government Financing）より 2 つの証明書：1) LGU の借入余力証明書および 2) 年間デット・サービス能力証明書が必要となる⁸。インタビュー中になされた試算によると、1) は PHP 15.7 十億、2) PHP 1.32 十億であり、ダバオ LGU が本下水優先整備事業の CAPEX の残り 50% に相当する額（PHP 8.99 billion）を借入れる余力があることが分かった。

(4) 民間資金スキーム

JICA 調査団は、PPP(官民連携)スキームの適用可能性を検討するため関連機関へのインタビューを実施した。事前分析より本下水事業の財務的収益性を得ることは困難と判断されたため、PPPAP(アベイラビリティ・ペイメント)スキームの可能性を模索した。その際、政府契約機関は 1)DPWH もしくは 2)LGU と仮定した。

⁶ 2019 年 8 月 20 日実施

⁷ 具体的な参考数値は提示されなかったものの、譲歩的な条件になると DOF より言及があった。

⁸ 直近 3 年の IRA および地方財源収入、現在の年間デット・サービス額を基に算出された。

アベイラビリティ・ペイメントスキームは比国の PPP 規定(BOT Law 2012)に根拠があるものの、本下水事業での実現には大きな課題があると判断される。要因として、1)民間事業者は、少なくとも上下水統合事業でないと収益性が見込めないとの見解を持つ；2)ダバオ LGU は政府契約機関（GCA）になった経験や、特定の案件のために複数年の予算をコミットした経験を持たない；3)DPWH が 1 地方都市の下水事業の GCA になり、AP 予算を確保することは困難；4)NSSMP 補助金は PPP 事業のためのガイドラインが承認されるまでは活用できないことが挙げられる。AP スキームにかかる収集情報は Appendix 6.6 を参照されたい。

(5) まとめ

DPWH が地方の下水事業における実施機関となる可能性は非常に低いと判断されたため、同オプションはこれ以上追及しない。LGU と DCWD のどちらが実施機関となるかについては、引続き関係機関間の協議が必要である。上下水サービスの供給は DCWD のマンデートであり、DCWD が既に持つ料金収集ネットワークは下水料金を収集する際に効果的である。一方で LWUA のリングフェンシング条項より、DCWD は水道料金収入を下水費用のリカバリーに充てることができない。DCWD はフルコスト・リカバリーの見込みがない限りは、投資はできないと主張している。

本調査は LGU を実施機関と想定して財務分析を行う。LGU は NSSMP 補助金を活用するに最も適した機関であり、また開発基金（Development Fund）を事業費に割当てることが可能である。用地の確保や必要な許認可取得を円滑に進めることができる立場でもある。一方で下水事業を実施・運営するための専門性や人材資源の確保、下水料金収集ネットワークの構築には、DCWD の協力が不可欠である。

また、本調査では LGU がツーステップ・ローンを活用することを想定する。これは、JICA ODA ローンを原資とする MDFP ローンにつき、現時点では償還期間、金利条件などが不透明であったためであり、MDFP ローンの可能性を否定するものではない。LGU は、DOF との更なる協議を通じ、資金調達についてベストオプションを探ることが期待される。

6.7.2 優先整備地区（エリア A）下水事業にかかる予備的財務分析事業費

(1) 費用

表 6.7.4 は優先整備事業の初期費用および運営維持管理費を示す。初期費用の 50%は NSSMP 補助金が充当されると想定すると、残りの初期費用は PHP 8,897 百万と試算される。

表 6.7.4 優先整備事業費

Item	Unit	Area A
Initial Cost before NSSMP Grant	PHP mil	17,793
Initial Cost after the Grant	PHP mil	8,897
OPEX (annual)	PHP mil	456
Renewal Cost (at 20th year)	PHP mil	3,751

出典: 調査団

(2) 収入水量予測

下表は優先整備地区（エリア A）における収入水量予測を示す。商業/工業利用の収入水量は、同地区における現割合を基に 20%とする。

表 6.7.5 収入水量予測

	Class	unit	2015	2022	2030	2045
Area A	Resi.	mil m3/year	20	22	24	28
	Comm	mil m3/year	4	4	5	6
	Total	mil m3/year	24	26	28	34

出典: 調査団

(3) ケース設定および資金調達スキーム

4) ケース設定

JICA 調査団は、下記の各ケースを設定し、それぞれの場合の LGU 及び DCWD の財務負担を試算した。

- ベースケース: NSSMP 補助金適用後、残りの CAPEX は LGU 予算（開発基金）を充当する。
- ケース 1: NSSMP 補助金適用後、残りの CAPEX は LGU がツーステップ・ローン借入金を充当する。
- ケース 2: NSSMP 補助金適用後、残りの CAPEX は LGU 予算（開発基金）およびツーステップ・ローンを 50%ずつ充当する。
- ケース 3: NSSMP 補助金適用後、残りの CAPEX は LGU と DCWD が 70%、30%の割合で負担する。負担額はエクイティ、ツーステップ・ローンを 50%ずつ充当する。
- 参考ケース: ケース 1 を適用し、料金をエリア A から F 全体から環境税のような形で徴収する。

各ケースにおける LGU,DCWD の初期費用負担額を表 6.7.6.に示す。

表 6.7.6 各ケースにおける事業費負担割当

Case	Agency	Initial Cost Share	Equity/Loan	million PHP
Base Case	LGU	100%	Equity	8,897
			Loan	0
	DCWD	0%	Equity	0
			Loan	0
Case 1	LGU	100%	Equity	0
			Loan	8,897
	DCWD	0%	Equity	0
			Loan	0
Case 2	LGU	100%	Equity	4,448
			Loan	4,448
	DCWD	0%	Equity	0
			Loan	0
Case 3	LGU	70%	Equity	3,114
			Loan	3,114
	DCWD	30%	Equity	1,335
			Loan	1,335

出典: 調査団

5) ローン部分に係る資金調達スキーム

上述の通り LGU が実施機関としてツーステップ・ローンを調達すると仮定する。借入コストは表 6.7.3.に既述の通り。

(4) 前提条件

事業キャッシュフロー予測にかかる主な前提条件は下記の通り。

- ・プロジェクト・ライフ: 30年
- ・建設期間: 2022年 - 2030年 (9年)
- ・オペレーション開始年: 2028
- ・初期費用の50%はNSSMP補助金を充当
- ・オペレーション開始後20年目に大規模更新
- ・2019年価格にて固定 (インフレーションの影響は除外)
- ・割引率: 6%⁹
- ・借入金利: 6.46% p.a. (ツーステップ・ローン、固定金利)¹⁰
- ・フロントエンド・フィー: 借入額の0.20% (初年度のみ)
- ・下水料金: 家庭料金 10 peso/m³、商業料金 20 peso/m³

下水料金は、支払意思額に基づき当初家庭料金 5 PHP/m³、商業料金 10 PHP/m³ と設定していたが、LGU からのコメントを受け修正した¹¹。

⁹ 長期国債(20年)の過去10年平均

¹⁰ ツーステップ・ローンの条件参考値は表 6.7.2 および 6.7.3 に記載

¹¹ 2019年10月2日開催の対 LGU・DCWD 合同会議

(5) 結果

1) 事業のキャッシュフロー予測 (ベースケース)

ベースケースで下水サービスの家庭料金 10 PHP/m³ と設定した際の事業キャッシュフロー予測は下表の通り。

NPV はマイナス 8,413 million となり、FIRR は算出できなかった。OPEX 回復率は 79%であり、10 PHP/m³ の料金水準では運営維持管理費すら回復できず、何らかの運営補助金を投入する必要があることが分かった。

シミュレーション結果によると、OPEX を回復するには 12.7 PHP/m³、フルコスト・リカバリーには 36.5 PHP/m³ の料金水準 (家庭料金の場合) が必要であることが分かった。

表 6.7.7 LGU の事業キャッシュフロー_ベースケース

(unit:million PHP)

Project Year	Year	CAPEX	NSSMP Grant	OPEX	Renewal Cost	Revenue (Residential)	Revenue (Commercial)	Net Cashflow
1	2022	-1,977	989	0	0	0	0	-989
2	2023	-1,977	989	0	0	0	0	-989
3	2024	-1,977	989	0	0	0	0	-989
4	2025	-1,977	989	0	0	0	0	-989
5	2026	-1,977	989	0	0	0	0	-989
6	2027	-1,977	989	0	0	0	0	-989
7	2028	-1,977	989	-456	0	231	92	-1,121
8	2029	-1,977	989	-456	0	233	93	-1,118
9	2030	-1,977	989	-456	0	235	94	-1,115
10	2031	0	0	-456	0	239	95	-122
11	2032	0	0	-456	0	242	97	-118
12	2033	0	0	-456	0	245	98	-113
13	2034	0	0	-456	0	248	99	-109
14	2035	0	0	-456	0	251	101	-104
15	2036	0	0	-456	0	255	102	-100
16	2037	0	0	-456	0	258	103	-95
17	2038	0	0	-456	0	261	104	-91
18	2039	0	0	-456	0	264	106	-86
19	2040	0	0	-456	0	267	107	-82
20	2041	0	0	-456	0	271	108	-77
21	2042	0	0	-456	0	274	110	-73
22	2043	0	0	-456	0	277	111	-68
23	2044	0	0	-456	0	280	112	-64
24	2045	0	0	-456	0	283	113	-59
25	2046	0	0	-456	0	283	113	-59
26	2047	0	0	-456	-3,751	283	113	-3,810
27	2048	0	0	-456	0	283	113	-59
28	2049	0	0	-456	0	283	113	-59
29	2050	0	0	-456	0	283	113	-59
30	2051	0	0	-456	0	283	113	-59
	NPV	-13,447	6,724	-4,035	-824	2,264	906	-8,413
							FIRR	#NUM!
							Revenue/OPEX	79%

出典: 調査団

2) ケース比較

その他ケース（1、2および3）においても、家庭料金 10 PHP/m³、商業料金 20 PHP/m³の水
 準では NPV は全てマイナスを示した。下表は各ケースの NPV および、OPEX を回復するた
 めの料金水準、フルコスト・リカバリーに必要な料金水準を示す。ケース 1 (100% ローン) が
 最も事業赤字額が少なく (-6,861 PHP 百万)、フルコスト・リカバリーに必要な料金水準が
 低い (31.6 peso/m³) ことがわかる。

表 6.7.8 ケース比較まとめ

Item	unit	Base	Case 1	Case 2	Case 3
NPV (at 10 peso/m ³)	million PHP	-8,413	-6,861	-7,637	-7,637
Tariff needed for OPEX recovery	peso/m ³	12.7	12.7	12.7	12.7
Tariff needed for full cost recovery	peso/m ³	36.5	31.6	34.1	34.3

出典: 調査団

各ケースにおける LGU と DCWD の財務負担は下表の通り。DCWD が事業費の一部を負担す
 ることで、LGU の負担は軽減される。一方 DCWD は、1)フルコスト・リカバリーが可能な場
 合は投資するが、利用者の支払意思額、支払可能額の観点からそれが可能となる高い下水料
 金を設定することは出来ない、2)LWUA のリングフェンシング条項より DCWD は水道料金収
 入の一部で下水サービスコストを賄うことが出来ないとの見解を示している（2019 年 10 月
 時点）。実施体制、財務負担割合については関係機関の間で更なる協議、調査が必要である。

表 6.7.9 各ケースにおける LGU、DCWD の財務負担

	NPV (mil PHP)	
	LGU	DCWD
Base	-8,413	0
Case 1	-6,861	0
Case 2	-7,637	0
Case 3	-5,853	-1,784

出典: 調査団

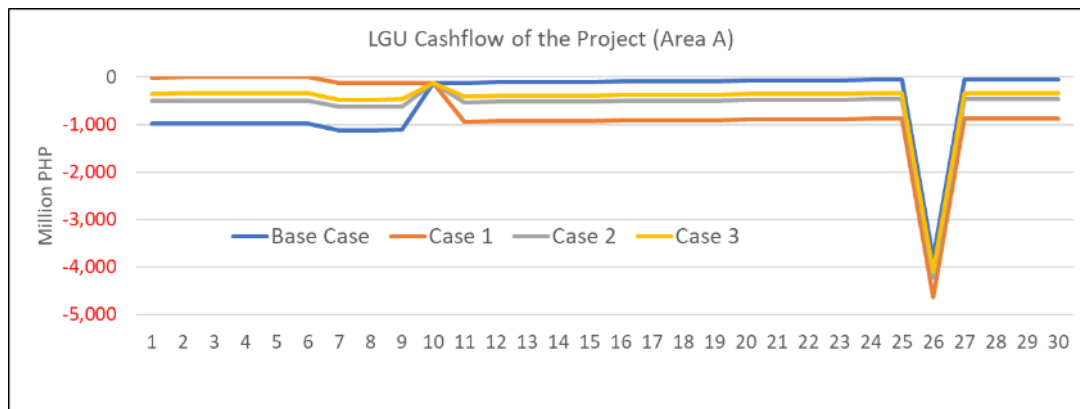
表 6.7.10 は LGU の支出費目別事業キャッシュフロー(ケース 1)を示す。NSSMPM 補助金を差
 し引いた残りの初期投資費にはローンを充当するため建設期間中のエクイティはゼロとなる。
 フロントエンド・フィーは 1 年目に計上され、デット・サービスは 11 年目より開始する。設
 定の下水料金水準（家庭 10 m³、商業 20 m³）では OPEX を賄う水準でないため、運営開始年
 （7 年目）より運営補助金が必要となる。

表 6.7.10 LGU にかかる財務負担内訳 (ケース 1)

Financial Burden of LGU (Area A) (Unit: PHP million)						
Year	Equity Injection during Construction	Principle Repayment	Interest Payment	Operation Subsidy	Renewal Cost Payment	Total
1	0	0	-18	0	0	-18
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	-133	0	-133
8	0	0	0	-130	0	-130
9	0	0	0	-127	0	-127
10	0	0	0	-122	0	-122
11	0	-230	-575	-118	0	-922
12	0	-245	-560	-113	0	-918
13	0	-261	-544	-109	0	-913
14	0	-278	-527	-104	0	-909
15	0	-296	-509	-100	0	-904
16	0	-315	-490	-95	0	-900
17	0	-335	-470	-91	0	-896
18	0	-357	-448	-86	0	-891
19	0	-380	-425	-82	0	-887
20	0	-404	-401	-77	0	-882
21	0	-430	-374	-73	0	-878
22	0	-458	-347	-68	0	-873
23	0	-488	-317	-64	0	-869
24	0	-519	-286	-59	0	-864
25	0	-553	-252	-59	0	-864
26	0	-589	-216	-59	-3,751	-4,615
27	0	-627	-178	-59	0	-864
28	0	-667	-138	-59	0	-864
29	0	-710	-95	-59	0	-864
30	0	-756	-49	-59	0	-864
					NPV	-6,861

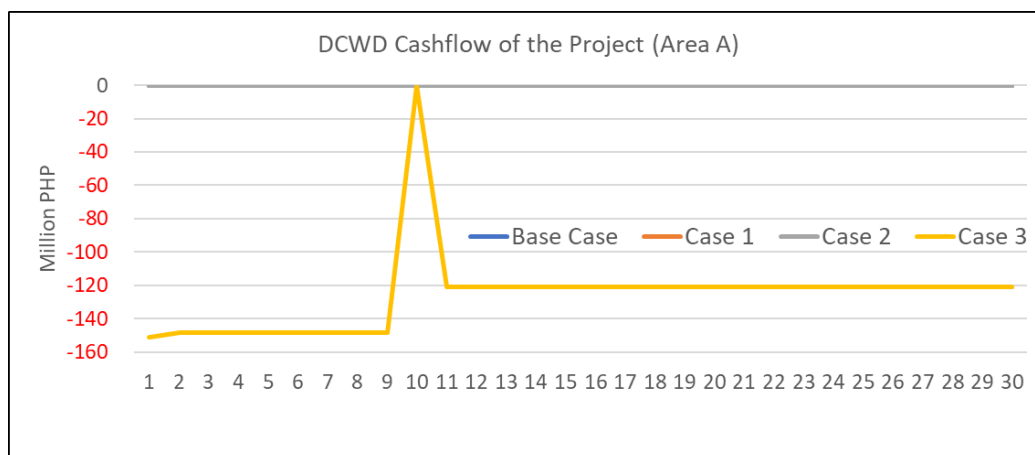
出典: 調査団

図 6.7.5 と図 6.7.6 は各ケースにおける LGU と DCWD それぞれの事業キャッシュフローを示す (家庭 10 m³、商業 20 m³ の場合)。



出典: 調査団

図 6.7.5 各ケースにおける LGU の事業ネット・キャッシュフロー (エリア A)



出典: 調査団

図 6.7.6 各ケースにおける DCWD の事業ネット・キャッシュフロー (エリア A)

3) 参考ケース

参考ケースとして、ケース 1 同様に初期費用の残り 50%はローンで賄い、収入を環境税として A から F 地区より徴収した場合をシミュレーションした。A から F 地区の収入水量推計(表 6.7.11)が示す通り A 地区の直接裨益者のみから徴収する場合と比較し収入水量は大きい。本ケースでは商業用利用の比率を家庭用利用者の 10%と仮定している。

表 6.7.11 収入水量推計 (A-F 地区)

	Class	unit	2015	2022	2030	2045
Area A - F	Resi.	mil m3/year	77	94	119	202
	Comm	mil m3/year	8	9	12	20
	Total	mil m3/year	85	103	131	222

出典: 調査団

参考ケースでは、O&M 費を回復するために必要な料金水準は 2.5 peso/m³ (家庭用) および 5 peso/m³ (商業用)であった。またフルコスト・リカバリーに必要な料金は 6.1 peso/m³ (家庭用)、12.2 peso (商業用)であった。

4) まとめ

各ケースでのシミュレーションの結果、10 PHP/m³では O&M 費の回復すら困難であることが分かった (12.7 PHP/m³が必要)。また初期費用の残り 50%は全額ローンで賄うケース 1 が、ライフサイクルコストが最小であった。DCWD が費用の一部を負担し LGU の負担を軽減することが望まれるが、以前として LWUA のリングフェンシング条項はボトルネックとして残っている。

6.8 プロジェクト実施体制の調査

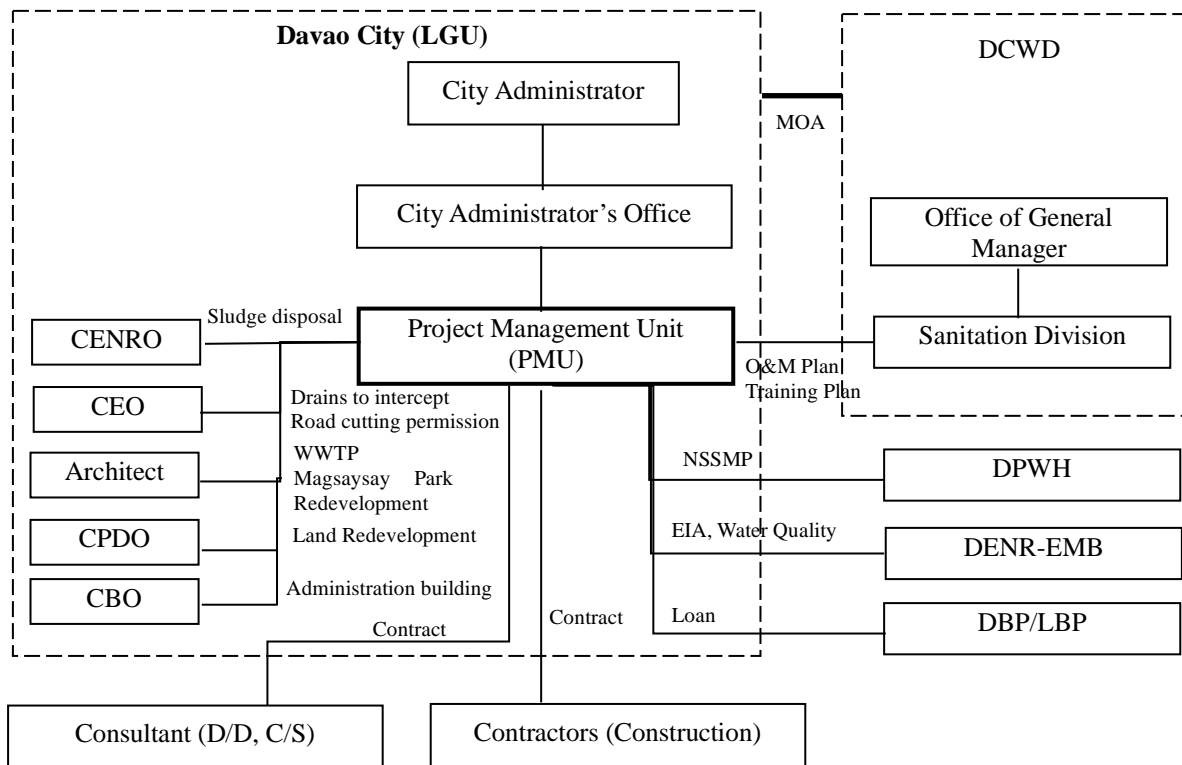
図 6.8.1 および 6.8.2 に、1) 設計と建設、2) 施設の維持管理におけるプロジェクト実施体制を示す。

6.7.1 項で述べたように、LGU は建設実施機関であり、DCWD は維持管理実施機関である。大規模プロジェクトを管理するには、プロジェクト管理ユニット（PMU）をダバオ市に設立する必要がある。設計および文書の円滑な調整と承認のために、PMU は市の行政局の下にある必要がある。PMU は、市内の部門や DCWD、DPWH、EMB、DBP / LBP などの他の機関とさまざまな調整を行う。各当事者の業務および財政的分担は、プロジェクトの開始前にダバオ市と DCWD 間の覚書（MOA）に規定される。

PMU で必要なスタッフ数およびその役割は、次の調査で検討する必要がある。

PMU メンバーは、1) シティエンジニアリングオフィス（CEO）（例：一般的な工事に関する問題および道路許可）、2) シティアーキテクト（例：マグサイサイ公園の再開発）3) 都市環境自然再生局（CENRO）（例：汚泥管理、建設中の悪臭や騒音などの環境管理、補償）、4) 都市計画開発局（CPDO）（例：将来の土地利用と土地再開発（対象地域の不法占拠者の再定住計画）、および 5) 都市予算局（CBO）（例：WWTP における管理、セプティックタンクからの切り替えを含む住宅接続）など、プロジェクトに深く関与する部門で構成される。

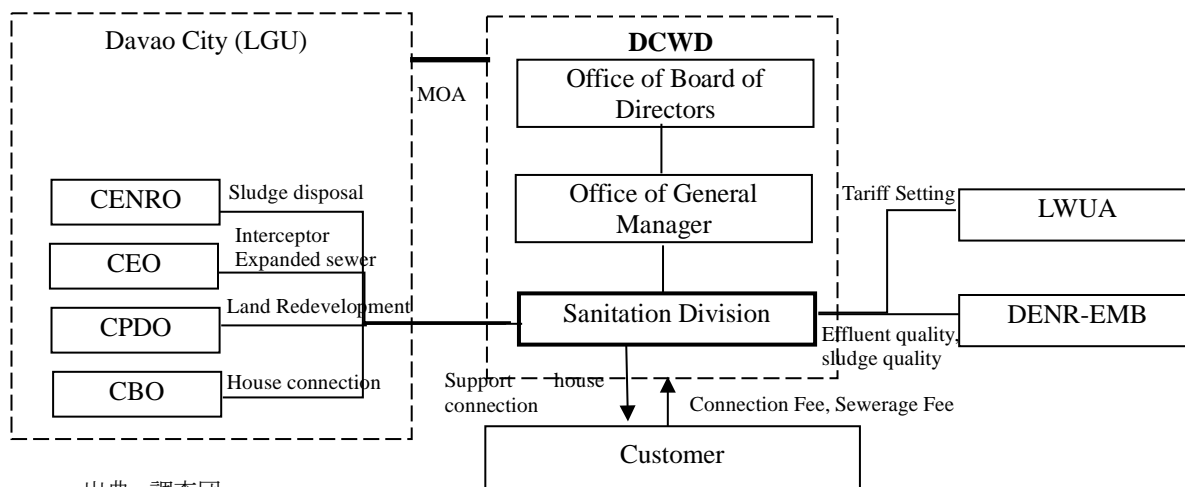
DPWH が排水施設と道路（ダバオバイパス道路、ダバオ市沿岸道路）を整備しているにもかかわらず、ダバオ市は大規模なインフラプロジェクトを実施していないため、下水道プロジェクトのエンジニアの能力には懸念がある。同様に、CENRO は環境管理（EIA を含む）に慣れていない状態で、固形廃棄物管理の問題を処理する。これは、基本的に DENR-EMB が環境監視機関であるためである。プロジェクトの管理には、プロジェクト管理のための PMU メンバーのトレーニングが必要となる。また DCWD は給水プロジェクトの管敷設に慣れているため、可能であればメンバーは DCWD から派遣されることが推奨される。



出典: 調査団

図 6.8.1 建設中のプロジェクト実施体制 (案)

維持管理に関しては、DCWD が施設の維持管理 (WWTP、ポンプ場、下水管等)、料金設定、顧客からの回収、下水道の家屋接続を担当する必要がある。基本的には、JICA プロジェクトの完了後、DCWD が下水道の整備 (新たに開発された地域や建物のための拡張) を実施する必要がある。



出典: 調査団

図 6.8.2 維持管理のプロジェクト実施体制 (案)

6.9 予備的スコーピング及び環境社会配慮上の留意点

提案事業案に対する予備的スコーピング案と環境社会配慮調査仕様書（TOR）案の作成を試みる
 こと及び、提案事業案に対する今後実施予定が想定される F/S 調査(準備調査)の参考となる環境社
 会配慮上の留意点の整備するため、本情報収集確認調査で入手したデータや情報に基づき、また
 JICA ガイドラインを参考に、予備的な初期環境影響調査（IEE: Initial Environmental Examination）
 レベル調査（PEISS で求められる IEE 調査ではない）を実施した。

6.9.1 事業コンポーネントと用地

(1) 事業コンポーネント

ダバオ市における提案事業は、表 6.9.1. に示すように、下水処理施設（WWTP: Wastewater Treatment
 Plant）と下水道施設（ポンプ施設及び下水管）と、WWTP 用地から構成される。

表 6.9.1 事業コンポーネント（案）







WWTP		Sewage Collection Facility		
Process	Planned Capacity (m ³ /day)	Total Number of Pump Station	Total Length of Sewer line	
			Trunk(km)	Branch(km)
MBR	97,000	2	39	280

出典: 調査団

(2) 事業用地

WWTP 用地の環境社会配慮状況を表 6.9.2 に整理する。

表 6.9.2 WWTP 用地現況

WWTP Site in Davao City	Available Land Area (ha)	Required Land Area (ha)	Land Status	Landowner
	2.68	1.50	Public Park	Davao City
Environmental Situation	<ul style="list-style-type: none"> Flat land of the Ramon Magsaysay Park (Property of the Davao City) Planted trees East: Davao Bay 			
Social Situation	<ul style="list-style-type: none"> Some facilities (a Monument, a Christianity chapel, a Tribal Village as temporal attraction, City Government Offices of Commission of Election and Davao Investment Promotion Centre, a small amusement facility, a small store, a rest-bar and an ice cream shop) are in the Park. North: T. Monteverde Street, Office of Philippines Port Authority and office of Private Tour West: Quezon Blvd Street, Magsaysay Fruit Vender association and fruit shops. South: Low Incomer and Slum Areas 			
Photographs				
	Magsaysan Monument	Amusement Facility and Flagpole	Amusement Facility	
				
	Open Air Christianity Chapel	Tribal Village	Investment Promotion Centre	



出典: 調査団

6.9.2 事業を実施しない帰結 (Without Project)

提案事業を実施しない場合に想定される帰結を以下に示す。

- ✓ ダバオ市内の既存の下水道の汚水が適切に処理できない。この状況はダバオ市内の調査対象地域の環境衛生と健康状況の悪化をもたらすまた、同市の将来の開発の障害となる。
- ✓ ダバオ市内の市所有地である選定用地は WWTP 施設に用いられずに改善されない。
- ✓ 事業を実施しないため、事業の工事及び運営による環境社会影響の発生はない。
- ✓ ダバオ市内は、同市の調査対象地域における将来の人口増加に見合う増大する下水処理要求を満たすために、特に既存下水道の汚水処理の技術的解決を考案する調査を実施しなければならない。このためダバオ市はこの解決のためにさらなる予算処置が必要となる。

提案事業による予測される軽微な環境社会影響、ダバオ市の財政的及び技術的制約要因を考慮すると、事業を実施しない (Without Project) を選択するのは現実的でない。

6.9.3 予備的スコーピング

JICA ガイドラインによると環境社会配慮調査における「スコーピング」とは「検討すべき代替案と重要な及び重要と思われる評価項目の範囲並びに調査方法について決定することをいう」としている。

表 6.9.3 にダバオ市における提案事業に対する予備的スコーピング結果を示す。

表 6.9.3 ダバオ市における提案事業に対する予備的スコーピング (案)

Category	No.	Environmental Item	Rating		Reasons
			Con. Phase	Ope. Phase	
Pollution Control	1	Air Quality	B-	D	<p>Construction Phase: Worsening of surrounding ambient air caused by exhaust gases and dusts emitted from operation of heavy vehicles, equipment and trucks is predicted during periods of construction of WWTP and installation of sewage collection facilities.</p> <p>Operation Phase: There is no possibility of generation of air pollutants which have negative impacts on ambient air caused by the operation of WWTP and the sewage collection facilities which are basically constructed under the existing roads.</p>
	2	Water Quality	C	D	<p>Construction Phase: Water pollution caused by construction work and installation work, operation of heavy vehicles, equipment and trucks, and waste water of workers and labors is predicted.</p> <p>Operation Phase: There is no possibility of groundwater pollution caused by WWTP operation and sewage collection facilities.</p>
	3	Wastes	B-	C	<p>Construction Phase: Generation of construction waste soil, demolition waste and debris are expected.</p> <p>Operation Phase: Generation of domestic waste from WWTP is expected.</p>
	4	Soil Contamination	C	D	<p>Construction Phase: There is possibility of soil contamination due to oil spills from relevant construction vehicles and equipment, and transport trucks.</p> <p>Operation phase: There is no possibility of soil pollution caused by operation</p>

Category	No.	Environmental Item	Rating		Reasons
			Con. Phase	Ope. Phase	
					of WWTP and sewage collection facilities.
	5	Noise and Vibration	C	C	<u>Construction Phase:</u> Generation of noise caused by construction vehicles and heavy equipment is expected. <u>Operation Phase:</u> Earth-based pumping facilities will discharge noise
	6	Subsidence	D	D	<u>Construction Phase:</u> Construction works, and installation works which cause of subsidence are not predicted. <u>Operation Phase:</u> Ground water is not used for operation of WWTP and sewer lines at all.
	7	Odor	D	C	<u>Construction Phase:</u> Construction work and installation work of WWTP and sewage collection facilities which cause of bad odor are not expected <u>Operation Phase:</u> Operation of WWTP with digestion processes may discharge bad odor if designs of WWTP do not consider odor control equipment and layouts.
	8	Protected Areas	C	D	Protected area and national parks are not existed in and around WWTP site, and sewage collection facilities. However, the land for WWTP is planned to be in the Ramon Magsaysay Memorial Park in Davao City.
	9	Ecosystem	D	D	Rare and protected species and habitats of flora and fauna have not been identified in and around the WWTP site, and sewage collection facilities.
	10	Hydrology	C	D	<u>Construction Phase:</u> There is no river stream and river at all on the premises of the WWTP site. Therefore, not impact on hydrology in the WWTP construction site is expected. On the other hand, sewer lines are planned to be installed under the existing roads by which there may have possibilities that several rivers/streams in the City may be got across. Therefore, there may be some impacts on such rivers/streams during the construction phase. <u>Operation Phase:</u> No impact on hydrology is expected by the operation of WWTP and the sewage collection facilities.
Natural Environment	11	Topography and Geology	D	D	Large scale excavation and earth fill are not expected due to construction of WWTP and installation of sewage collection facilities.
	12	Land Acquisition /Resettlement	C	D	Not land acquisition and resettlement is predicted by use of the Magsaysay Park as the project site. However, some of the trees in the park may be cut for the WWTP construction.
	13	Impoverished Peoples Ethnic Minorities and Indigenous Peoples	D	D	Impoverished (absolute deprivation) people and PAPs (Project Affected Peoples) are not identified in the project site. As well ethnic minorities and indigenous peoples are not identified in and around the project site.
	14	Living and Livelihood	B+/-	B+	<u>Construction Phase:</u> A temporary employment of the surrounding villagers is expected for the construction work and installation work. There may have negative social impacts on the surroundings of the existing roads (negative impacts on traffic and commercial activities) caused by installation of sewer lines. <u>Operation Phase:</u> Employments (security guards, gardeners and others) of the surrounding barangays of WWTP site are expected.
	15	Land use and Regional Resources	B-	C	<u>Construction Phase:</u> There is possibility of negative impact on surrounding environment caused by discharge of waste water from construction work and installation work, and worker's office and sleeping quarters (if any). <u>Operation Phase:</u> No impact on land use and regional Resources is predicted by the operation of the WWTP and Sewage Collection Facilities.
	16	Water Right/Use of Water	D	D	<u>Construction Phase:</u> There is no irrigation channel and surface stream at all in the WWTP site. <u>Operation Phase:</u> No impact on groundwater in the site at all.
	17	Social Infrastructures and Services	B-	D	<u>Construction Phase:</u> Negative impacts on surrounding road traffic congestion by increase in the number of heavy vehicles, equipment and transport trucks are temporally predicted during construction period for WWTP and sewage collection facilities. <u>Operation Phase:</u> No impact on social infrastructure and services is predicted in the operation phase.
	18	Heritage	D	D	Local archeological, historical, cultural, and religious heritages are not existed in the WWTP site, existing roads for the sewer lines and lands for larger scale pumping station for which vacant lands will be selected based on the basic policy of the land acquisition for such pumping stations.
	19	Social Capital and Social Organization such as decision making bodies	D	D	Any impacts on social capital and social organization are not expected by the projects
	20	Damage and Benefit	D	D	The project is construction and operation of the WWTP and sewage collection facilities by which such inequality of damage and benefit is not predicted around the project sites
Social Environment					

Category	No.	Environmental Item	Rating		Reasons
			Con. Phase	Ope. Phase	
	21	Landscape	D	D	Any negative impacts on the surrounding landscape are not expected by the construction of the WWTP under the gland level of the Magsaysay park sewer lines (including an underwater pump) which are planned to be constructed under existing roads.
	22	Gender Issue	D	D	Any impacts on gender are not expected by the project
	23	Rights of the Child	D	D	Any impacts on rights of the child are not expected by the project
	24	Risk of infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	D	<u>Construction Phase</u> : Temporary influxes of migrant labors increase the risks of STD such as HIV/AIDS during the construction period. <u>Operation Phase</u> : No migrant labors are expected in the operation phase of the projects
	25	Working Conditions/ Work Safety	C	D	<u>Construction Phase</u> : Deterioration of occupational safety and working condition associated with the construction work is anticipated if not properly managed. <u>Operation Phase</u> : There will be general educational related activities for the WWTP staff during the operation phase. Therefore, it is considered that the working conditions for the staff will be moderate.
Others	26	Accidents	C	C	<u>Construction Phase</u> : Accidents associated with construction work are predicted <u>Operation Phase</u> : Accidents associated with operation work are predicted
	27	Transboundary or Global Issues	D	D	This project is construction and operation of the WWTP with digestion process and sewer lines by which such impacts on transboundary or global issues such as climate change practically are not predicted during construction and operation phases
A+/-	: Significant positive/negative impact is expected.				
B+/-	: Positive/negative impact is expected to some extent.				
C	: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)				
D	: No impact is expected.				
Note: Con. Phase: Construction Phase (includes Construction work and Installation work), Ope. Phase: Operation Phase					

出典: 調査団

6.9.4 環境社会配慮調査の仕様書 (TOR) 素案

表 6.9.3 に整理した予備的スコーピング案の結果に基づき、F/S (準備調査) 時に実施する環境社会配慮調査の仕様書 (TOR) 素案を参考として表 6.9.4 に示す。

表 6.9.4 環境社会配慮調査の仕様書 (TOR) 素案

Environmental Item	Study Item	Study Method
Air Pollution	i. Present traffic volume ii. Air quality in and around the site iii. Impact during construction and installation	i. Review of existing available data and others ii. Review of existing data and others, site reconnaissance and monitoring surveys (if necessary) iii. Based on the above surveys, simple calculation of necessary numbers of construction vehicles and equipment, and trucks to be used for the construction and installation is evaluated.
Water Pollution	i. Water quality in and around the site ii. Impacts during construction and operation phases	i. Review of existing data and others and site reconnaissance ii. Based on the reviews and reconnaissance as well as construction methods, the impacts during construction and operation are evaluated.
Wastes	i. Construction solid waste management ii. Domestic solid waste management	i. Interviews with relevant official entities ii. Interviews with relevant official entities
Soil Contamination	i. Construction method to be applied ii. Construction vehicle and equipment to be used	i. Site reconnaissance and construction plans ii. Site reconnaissance and construction plans
Noise and Vibration	i. Construction method to be applied ii. Construction vehicle and equipment to be used iii. Pump facilities	i. Site reconnaissance and construction plans and designs ii. Site reconnaissance and construction plans iii. Site reconnaissance and construction plans and designs
Odor	i. Designs of WWTP	i. Site reconnaissance and construction plans, designs and layouts
Ecosystem	i. Present condition of flora and fauna in the project site and surrounding marine environment	i. Review of existing data, field reconnaissance and review of relevant report and EIS
Hydrology	i. River crossing points in the sewer line routs ii. Construction method and period in such points	i. Site reconnaissance ii. Construction plans
Land Acquisition/ Resettlement	i. Tree cutting in the Magsaysay Park	i. Site reconnaissance ii. Construction plans and layouts iii. Relevant laws and regulations iv. Stakeholder meetings
Living and Livelihood	i. Project policy ii. Impacts on Livelihood	i. Discussion with relevant official entities ii. Prediction of impacts on livelihood

Environmental Item	Study Item	Study Method
Land use and Regional Resources	i. Construction method and equipment ii. Wastewater treatment facility	i. Site reconnaissance and construction plan ii. Site reconnaissance and construction plan
Social Infrastructures and Services	i. Present traffic volume ii. Construction vehicle and equipment to be used	i. Review of existing data and construction plan ii. Site reconnaissance and construction plan
Risk of infectious diseases such as HIV/AIDS	i. Health situation in the project area and the Philippines ii. Health education activities	i. Review of relevant documents ii. Review of relevant laws and regulations
Working Conditions/Work Safety	i. Occupational safety systems ii. Relevant to law and regulation	i. Review of relevant laws and regulations ii. Review of relevant documents
Accidents	i. Present traffic volume	i. Review of existing data and interviews

出典：調査団

6.9.5 環境社会配慮上の留意点

(1) 環境許可 (ECC/CNC) 手続き

- PEISS の事業カテゴリ分類ガイドライン “Revised Guidelines for Coverage Screening and Standardized Requirements, MC005 July 2014 EMB DENR” の添付資料 “Annex A Project Thresholds for Coverage Screening and Categorization” の事業分類マトリックス (matrix guideline for determining the category) により事業のカテゴリ分類が行われる。同 Annex によると、下水処理事業は「大項目 3.インフラ事業」の「項目 3.8 廃棄物管理事業」の中の「小項目 3.8.5 家庭排水処理施設」に分類される。
- 下水道網 (管) に関しては、EMB/DENR によると、管路整備は WWTP 施設の一部として見做されるとのことである。
- 従って、下水道網を含む本提案事業は PEISS 規定によりカテゴリ B (非 ECP) 事業と分類される。
- また、ダバオ市の事業用地は、DAO03-30 の “Areas frequently visited and/or hard-hit by natural calamities (geologic hazards, floods, typhoons, volcanic activity etc.)” に位置する。
- このため、ダバオ市の本提案事業は 環境重要地域 (ECA) に分類される。

✓ 環境許可 (ECC/CNC) に関する留意点

- 上記した整理の通り、ECA におけるカテゴリ B 事業は ECC の取得が求められる。
- 即ち、ダバオ市における下水整備分野の本提案事業は PEISS 規則により ECC 取得が必要となる。

(2) WWTP の臭気対策

EMB/DENR が以下に回答するとおり STP の悪臭対策に適応されている特別な基準は存在しない。

- フィリピン大気汚染防止法の IRR に基づく国家大気質基準における、硫化水素(H₂S)基準 (100µg/Ncm, 0.07ppm, Averaging time of 30 min) が参考にされる。
- これ以外、いかなる工業施設からの臭いは周辺コミュニティーが「大変に不快でない」ことを確保することが求められるという以外、悪臭発生基準等は存在しない。

同様に、マイニラッドの環境管理局 (EMD: Environmental Management Department) にも独自の悪臭基準や、STP の悪臭防止基準等は存在しない。

一方、マイニラッドは以下に示す請負業者への悪臭対策に関するガイドラインを準備している。同ガイドラインはダバオ市の下水処理事業に対し参考し利用できるものである。

1) 施設悪臭管理システムための雇用者要求事項

- 処理全プロセス通じ及び事業用地周辺から発生する悪臭空気は専用の悪臭対策処理装置で収集及び処理しなければならない。
- 悪臭対策装置は、生物学的プロセスタイプのものでかつ、表 6.9.5 に示す最大悪臭レベル状況に適合できるように継続的に確実に設計されて設置されなければならない。
- 請負業者は提案処理プロセスに基づく設計負荷状況を見積もること及び仮説に基づく大きさとデザインについてのみ責任を持つ必要がある。
- 全ての悪臭排気ダクトは、FRP あるいは承認された品質のものでなければならない。

表 6.9.6 悪臭基準概要

Odoriferous Substance	Unit	Comment
Ammonia (At the Stack/ Discharge Point)	0.50ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Using Nesslerization/ Indo Phenol of analysis/ measurement² (Averaging Time, 30mins)¹ • Continuously monitored by gas detector at the stack (fits times per hour, once every 15mins). • The Contractor shall install the gas detector for Ammonia gas monitoring with calibration certification.
Hydrogen Sulfide (At the Stack/ Discharge Point)	0.10ppm	<ul style="list-style-type: none"> • Using Methylene Blue of analysis/measurement² (Averaging Time, 30mins)¹ • Continuously monitored by gas detector at the stack (four times per hour, once every 15mins). • The Contractor shall install the gas detector for Hydrogen Sulfide gas monitoring with calibration certification.
Ammonia (At the Site Boundary)	0.28ppm	<ul style="list-style-type: none"> • 30 Averaging Time, minutes*1, using Nesslerization/ Indo Phenol method of analysis/measurement*2.
Hydrogen Sulfide (At the Site Boundary)	0.02ppm	<ul style="list-style-type: none"> • 30 Averaging Time, minutes*1, using Methylene Blue method of analysis/measurement*2
1: Ninety-eight percentile (98%) values of 30-minute sampling measured at 25oC and one atmosphere pressure. 2: Other equivalent methods approved by the DENR may be used.		

出典: Maynilad/Data Collection Survey for Sewerage Systems in West Metro Manila, Final Report, September 2016, JICA

- 悪臭対策装置設計には、表 6.9.7 に示した悪臭基準の順守に加えて主要な施設やプロセスに対する定期的なモニタリング及び管理を実施することが求められる。
- 請負業者は、評価をするために、専用の悪臭管理装置がある場合には予測される化学物質の消費率、化学物質及びエネルギー使用コストを提供する必要がある。
- 事業用地には一つの中央悪臭管理施設を設置することが想定される。
- 悪臭管理装置は以下の最低限の条件を満たす必要がある。
 1. 常用及び予備再循環ポンプ
 2. 主設備の予備的ユニットを伴う排出ファン
 3. 室内カバー、囲いの悪臭配管の接続
 4. 悪臭管理施設に接続されている全ての閉鎖空間や囲い部分から排出される汚染された空気の流れの接続及バランス確保を容易にする悪臭配管 (FRP あるいは承認された素材) 及び制御ダンパーの設置。

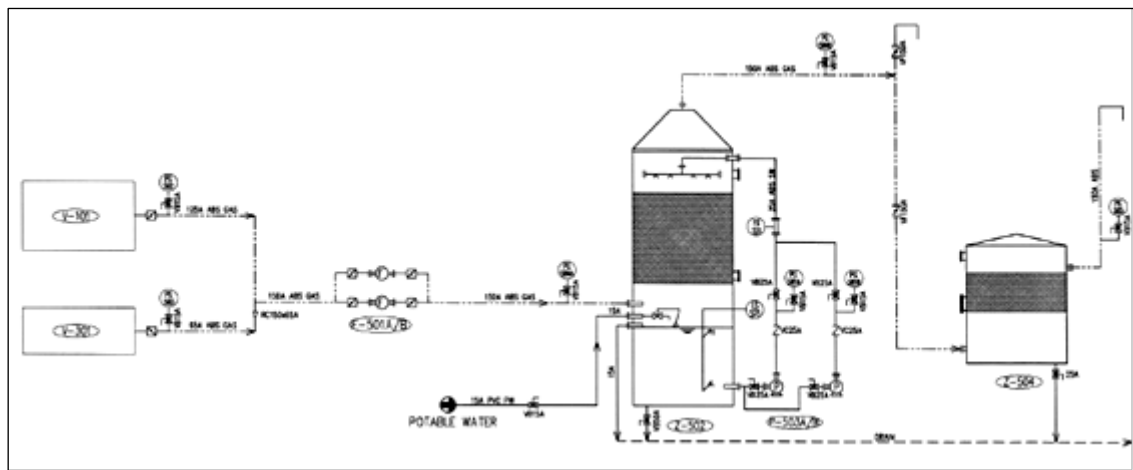
5. 特定の悪臭管理パネルと関連した電気設備の設置。
 6. 施設 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) システムへの接続を含む、必要機器、モニタリング及びデータ記録装置の設置。
 7. 電源及び機器配線。
 8. 排水管及び均等化タンク
- 悪臭管理装置はシステムのプロセス・アクセプタンス試験の一部としてテストされなければならない。
 - 悪臭管理装置の重点管理点 (CCP: Critical control points) は SCADA インターフェース上で目視され、悪臭大気量、機械故障及びワンポイント・オンライン・クオリティ計測が提供されなければならない
 - 試運転間に、請負業者は、コンピューター・シミュレーションによる悪臭管理装置の効率を実演しなければならない。

(出典: Maynilad/Data Collection Survey for Sewerage Systems in West Metro Manila, Final Report, September 2016, JICA)

2) Talayan 事業悪臭管理装置 (参考) (表 6.9.1 参照)

- 脱臭装置は、連続 2 ユニットで構成され、洗浄脱臭装置は原則化学物質を使用しないタイプで、活性炭脱臭装置によりさらに大気からの悪臭を回収する。
- STP で発生した悪臭大気は、悪臭基準を満たすように脱臭装置で捕集及び処理される。
- 沈砂池及び排気スラッジ貯蔵タンクの悪臭は ABS 素材のパイプで捕集される。
- 脱臭ファンを用いた脱臭装置により悪臭ガスを捕集する
- 洗浄脱臭装置はネット・パッキング・リング、スプレーノズル、脱臭ポンプを設置した洗浄タンクで構成され、悪臭はノズルからの噴射による洗浄水と接触する様に移動させられる。
- 上記装置により、悪臭気と水の接触が促進される。悪臭大気はすぐに水に吸収されその後、水媒体中の微生物の同化と異化作用により有機物が分解される。
- 洗浄水は装置の中で循環され蒸発に対応するため上水が自動的に供給される。洗浄水の排水は週に 1 回あるいは必要に応じて実施される。
- 上記作業は、水処理装置に接続されている排水バルブの開閉により行われる。
- 洗浄脱臭装置で処理された空気は活性炭脱臭装置 (ACD: Activated Carbon Deodorizer) へ更なる脱臭のため送られる。
- ACD は吸着作用により悪臭気の中の多くの汚染ガスを除去する。
- 悪臭気からの汚染ガスは活性炭の表面に付着する。
- 時として活性炭上の付着ガスが飽和状態になるためその際には媒体の取替えが必要となる。

(出典: Maynilad/Data Collection Survey for Sewerage Systems in West Metro Manila, Final Report, September 2016, JICA)



出典: Maynilad/Data Collection Survey for Sewerage Systems in West Metro Manila, Final Report, September 2016, JICA

図 6.9.1 配管と計装図

✓ 悪臭に関する留意点

- WWTP の設計に関し、マニラ市の下水事業で契約される請負業者はマイニラッドの請負業者への悪臭対策に関するガイドライン「Employer's Requirement for Plant Odor control system」を利用させることができる。
- マイニラッドの過去の WWTP の悪臭管理装置の設計デザインをダバオ市における本提案事業の参照とする。

(3) 下水処理汚泥の利用

一般的に、下水処理汚泥の利用は、表 6.9.6 に整理したように、エネルギー回収と物質回収の2つの可能性を持つ。

表 6.9.8 一般的な下水処理汚泥の利用の可能性

Potential of Sludge Reuse		Utilization
Energy Recover	Digestion Gas	Gas power generation, Fuel for gas powered vehicles, raw materials for utility gas.
	Sludge Derived Fuel	Coal substitute fuel
	Combustion Waste Heat	Waste-heated power generation, heat supply to local communities
Material Recover	Construction Material	Bricks, Cement materials
	Compost	Useful components such as phosphorus for fertilizer, Composting

出典: Ministry of Land, Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan, March 2007 modified by the 調査団

表に整理した下水処理汚泥利用の可能性の内、ダバオ市においては以下の示す事情等を考慮すると、堆肥化とセメント製造の原料/燃料への利用の可能性があると想定される。

- フィリピン国における生分解廃棄物の堆肥化に関する関連法規。
- ダバオ市内における民間のセメント工場の稼働。
- ダバオ市内のバラングイレベルの MRFs (Material Recovery Facilities) 及びカルメン廃棄物埋立施設における生分解廃棄物の堆肥化活動。

3) 廃棄物管理及び焼却に関する関連法規

フィリピン国における廃棄物リサイクル及び焼却を含む廃棄物管理に関する主要な法規を表 6.9.7 に要約する。

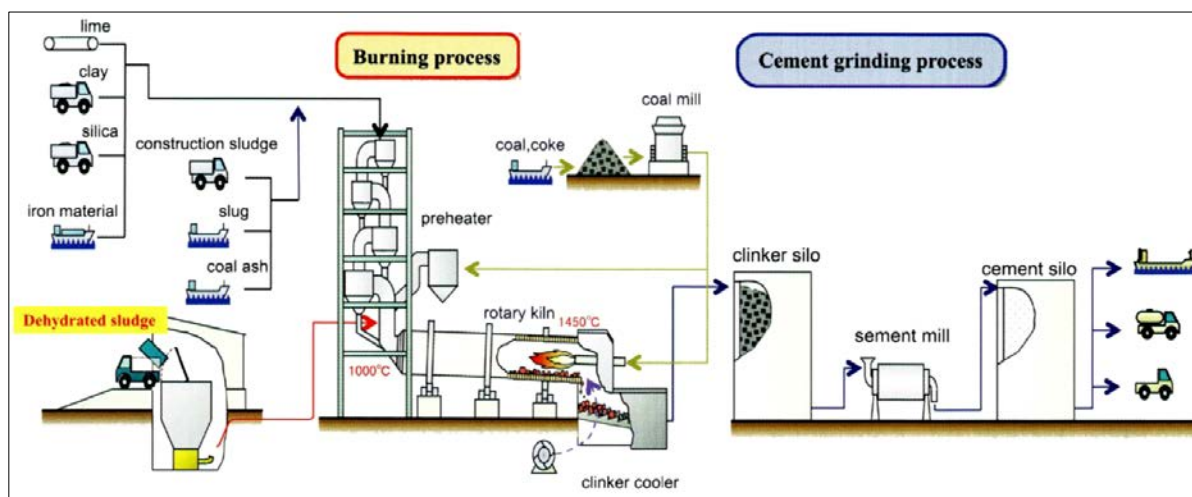
表 6.9.9 環境管理及び焼却に関する法規

Laws and regulations		Year	Description
Waste Management	RA6969	1990	Act for Toxic Substances and Hazardous and Nuclear Wastes Control.
	RA9003	2001	Act for Non-Hazardous Solid Waste Management of “Ecological Solid Waste Management Act”
	DENR/DAO No.49	1998	Technical Guidelines for Solid Waste Management
	DENR/DAO No.36	2004	Manual for RA6969
Waste Incineration	RA8749 (Clean Air Act)	1999	Article 20 prohibits incineration of municipal waste, medical waste and hazardous waste which emit harmful gases. The Act had been recognized in the Philippines that the incineration of waste was prohibited.
	DENR/MC005	2002	MC005 states that incineration is not prohibited but incineration that emits toxic or harmful exhaust gas is prohibited.
	DAO No. 06	2010	DAO No. 15 issued the Guidelines on the use of alternative fuels and raw materials in Cement kilns.

出典: RA 6969, RA 9003, RA 8794, MC 005, DAO No.06、調査団

3) セメント工場の原料/燃料としての下水処理汚泥利用の可能性

下水処理汚泥をセメント製造の原料/燃料として利用する場合には、図 6.9.2 に示すように、脱水下水処理汚泥の受入れ及び燃焼処理の新たな工程をセメント工場に設置する必要がある。



出典: Kitakyushu City in Japan

図 6.9.2 下水処理汚泥利用におけるセメント工場の製造工程参考図

本章の項目 6.3.2 で説明した通り、汚泥処理施設 (STF) で発生する汚泥量を低減できる機械式汚泥乾燥工程を推奨しているが、同施設を利用するための要件は十分かもしれないが、汚泥の水分を可能な限り減らすには追加のエネルギー投入が必要となる。

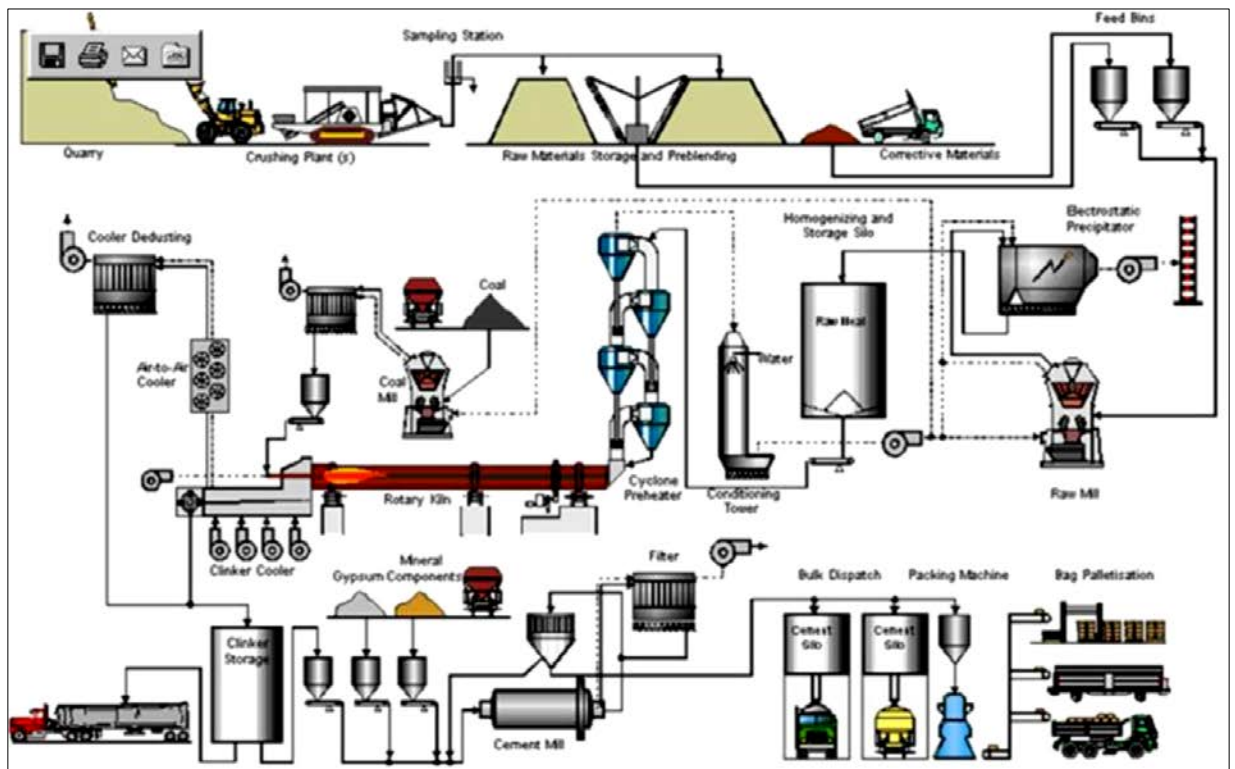
ダバオ市内には民間のセメント工場「Holcim Philippines, Inc.」の「Davao Plant」が稼働している。本 JICA 調査団は、同工場でセメント製造の原料/燃料として下水処理汚泥を利用する可能性を確認するためのインタビュー調査を実施した。その結果を以下に示す。

a. Holcim Davao Plant 概要

- Holcim Philippines, Inc は、1969 年に Holcim (当時 Holderbank 社) が、Lugait 工場を運営する Alsons Cement Corporation を買収したことにより設立された。
- 同社の Davao 工場は、3つの生産ラインを持つが、現在 1 ラインのみが稼働している。
- ダバオ工場は 7 日/週、24 時間/日稼働し、セメントは約 3,780 トン/日を製造している。
- ダバオ工場には約 150 名の正規職員を雇用している。

- ダバオ工場の現在使用している燃料は石炭と石油コークス (Petroleum coke) である。
- 一方、バイオガス、廃油や RDF/RPF (廃棄物固形化燃料) は燃料として受け入れ可能であるが、一定レベルの (燃焼本土が保証できる) エネルギー価を持つものに限られる。
- 現在使用しているセメント原料は、石膏 (Gypsum)、ライムストーン (Limestone)、ポラズン (Pozzolan) 及びシリカ (Silica) である。
- サンプル試験をセメント品質確保のため実施しており、ダバオ工場にはそのための分析ラボを持つ。

図 6.9.3 にダバオ工場のセメント製造工程を示すが、汚泥を受け入れる施設は見当たらない。



出典: Holcim Philippines, Inc. Davao Plant

図 6.9.3 Holcim Davao 工場セメント製造工程図

b. Holcim ダバオ工場で下水処理汚泥の受入れの可能性

- ダバオ工場では、下水処理汚泥を原料/燃料として利用することを検討したことはない。
- その理由として、下水処理汚泥の状態や仕様が燃料として受け入れ可能なのかが明確でないからである。
- 下水処理汚泥を燃料としての受け入れすると考えた場合、上記したように一定の熱量 (燃焼温度) が担保できるかを確認する必要がある。
- 他方、下水処理汚泥をセメント原料と利用する場合には、既存の製造工程を見直し汚泥乾燥施設、受け入れ施設設置やロータリーキルン炉の見直しをする必要がある。
- さらに、下水処理汚泥をセメント原料とする場合には、適切に燃焼できるか或いはセメントの一定レベル以上の品質が確保できるかを評価する必要がある。
- ダバオ工場のロータリーキルン炉が停止された場合には、一日当たり 800 万フィリピン・ペソ

の損害が出る。

- また、Magsaysay 公園からダバオ工場の間には約 13km の距離があるため輸送費用を考慮する必要がある。

4) 下水処理汚泥の堆肥化の可能性

a. カルメン廃棄物埋立処分場における堆肥化

RA9003 に基づき、フィリピンでは生分解性家庭廃棄物（非有害廃棄物）の堆肥化が推奨されている。ダバオ市のカルメン廃棄物埋立処分場では、堆肥化及び MRF 施設が図 6.9.4 の通り設置されている。



出典：調査団

図 6.9.4 カルメン廃棄物埋立処分場及び処分場内堆肥化施設

ダバオ市 CENRO 職員によると、堆肥化活動に関し以下の通りとしている。

- 同施設で製造された堆肥は主に市内公園の植栽に利用されている。
- しかしながら、現在カルメン廃棄物埋立処分場の同施設における堆肥化活動は活発でない。
- カルメン廃棄物埋立処分場では、下水汚泥の受入れはできない。

b. バランガイ MRF における堆肥化活動

また RA9003 は、各バランガイは一つの MRF を設置し運営する義務があるとしている。しかしながら、ダバオ市 CENRO によると Area A はダバオ市の都市部に位置しこのため十分なスペースが確保できないため、Area A の各バランガイの MRF においては生分解性廃棄物の堆肥化は実施されていないとのことである。

このため JICA 調査団は郊外部に位置する Area B で堆肥化活動を実施しているバランガイ Vicente Hizon SR の MRF を視察した。

- 人口約 11,000 名の同バランガイは Area A の南東部、車で約 30 分の距離に位置している富裕層地区で一つの MRF が設置されている。
- 堆肥化装置を含む同 MRF は、2007 年から 2011 年の間実施された JICA 技術協力プロジェクト「Establishment of Ecological Solid Waste Management in Three Cities」において無償供与を受けて設置された。

- 同バラングイのバラングイ環境天然資源事務局（BENRO: Barangay Environmental and Natural Resources Office）は生分解性廃棄物の収集運搬のためバラングイ開発基金の資金 2.2 百万フィリピン・ペソ（PHP s）を用いて中国製のコンパクトトラック（6 トン）を購入している。
- 同 MRF における生分解性廃棄物の堆肥化工程は、腐植質（土）混合、専用シュレッダーによる破碎、堆肥ヤード搬入、切り回しと発酵から構成される。発酵や約 45 日で、発酵促進のため市販の EM 菌(Effective Microorganism)を投入している。
- 製造された堆肥は日により変動はあるが平均 2 トン/日と少量で MRF 内にある菜園や植栽にのみ利用されている。汚泥の処理は不可能としている。



出典: 調査団

図 6.9.5 バラングイ Vicente Hizon SR の MRF における堆肥化活動

ダバオ市の MRF における堆肥化について、JICA WTE プロジェクトは以下を指摘した。

- ダバオ市にある全 182 バラングイの内 23 バラングイがそれぞれ 1 つの MRF を持つ。
- 幾つかの MRF は悪臭と蠅の発生による苦情のため堆肥化活動を中止している。
- 堆肥化活動を実施しているバラングイは殆どない。

c. 民間企業（Davao Thermo Biotech Corp）による堆肥化

JICA 調査団はダバオ市内にある民間企業（Davao Thermo Biotech Corp）の堆肥化事業を確認するための聴き取り調査を実施した。その結果を以下に示す。

< Davao Thermo Biotech Corp の堆肥化事業 >

- 2016 年 8 月に、ダバオ市内から車で約 1 時間の距離に位置するバラングイ Binugao に堆肥化施設を建設し、操業は 2 年前に開始した。
- 同堆肥化施設は、DENR の環境許可（ECC）を始めとする必要な全ての許認可（営業許可、食品薬品省の許可や農業省基準の認可等）を受けている。
- 現在、原料（生分解性廃棄物）はダバオ市周辺の計 50 顧客（サン・ミーゲル・ビール、SM ショッピングモール等）から契約に基づき購入している。

- 原料の購入には、収集運搬や製造に係るコストは各顧客が負担しているが、契約条項によりこれらコストに係る情報は非開示扱いである。
- 堆肥化施設用地は LGU からの長期リースで担保されており、事業資金は投資家や LBP（借入金融）から調達している。
- 製造した堆肥は、ダバオ市内の Eco-land（屋内ショッピングモール）で「Dr. Bos Bio Fertilizer」とした商標で販売している。なお、デル・モンテ等の大規模農場業者への販売は将来のマーケットとなる。
- なお、施設周辺の居住者や農民とのより良い関係構築のため、彼らに対し堆肥化技術や堆肥化施設の紹介を含めた環境教育活動を実施している。このため、苦情等は殆どない。

< Davao Thermo Biotech Corp の堆肥化技術 >

- 堆肥化施設は屋根を持ち、ウェイブリッジ（車両重量計測装置）、受入れ区域、破碎・切り回し区域及び堆肥化（発酵）区域と強制通気（エアレーション）装置で構成され、50 トン／日の原料（生分解性廃棄物）を処理できる。
- 2015 年に、日本の共和ワクチンと共和化工が特許を取得している超好熱性（hyperthermophilic）YM 菌を用いた YMO 堆肥化技術のライセンスを両社から取得し、また堆肥化に係る技術協力を受けている。YM 菌は共和化工から輸入しているが、価格については非開示である。
- YM 菌を用いた好気性発酵により約 100°C の発酵熱を得て 45 日掛けて衛生的な堆肥を製造することができる。
- 堆肥の品質に関し、フィリピン国の関連基準を満たす必要から共和化工が堆肥サンプル分析を毎週実施している。
- 堆肥化事業実施上の最大の制約要因は事業資金の確保である。

< Davao Thermo Biotech Corp の堆肥化施設における下水処理汚泥受け入れの可能性 >

- 下水処理汚泥の堆肥化は技術的には妥当であると考えられるが毎日の汚泥量に左右される。
- 同社の堆肥化施設の受入れ容量は 200 トン／日まで可能であり、場合により下水処理汚泥受入れ区域を別途建設することになる。
- 同社の堆肥化施設で下水処理汚泥の堆肥化をするためには、ダバオ市は初期投資、収集運搬及び製造工程（堆肥化）の費用負担をすべきである。

d. ダバオ市における下水処理汚泥の堆肥及び土壌調整剤としての農業利用

有機農業促進のためのダバオ市の関連条例を表 6.9.8 に示す。

表 6.9.10 有機農業促進に係るダバオ市条例

Ordinance and Resolution	Year	Description
City Ordinance No. 0384-10 Series of 2010	2010	An ordinance institutionalizing, promoting and developing organic agriculture in Davao City, providing funds therefore and other purposes
City Ordinance No. 0384-10 Series of 2010	2011	The Implementing Rules and Regulations of the Organic Agriculture Ordinance of Davao City
Resolution No. 02610-18 Series of 2018	2018	Enacting an Ordinance Declaring Barangay Sibulan, Toril District, this City, as Agricultural Organic Zone and for Other purposes

出典: City of Davao

ダバオ市内の土地利用可能性及び環境管理区域は、表 6.9.9 に示す通り農業用地利用可能区域、保

護区域及び資源保全区域に分割される。

表 6.9.11 ダバオ市内の土地利用可能性及び環境管理区域

Category	Land Area (hectare) in Davao City	
Agricultural areas	Non-tillage areas	105,599.54
	Tillage areas	58,830.56
	For rice, corn, and fishponds	2,811.80
Conservation areas	46,241.71	
Re出典 conservation areas	11,155.60	

Original 出典: CLUP 2013-2022

出典; Davao City Agriculture and Fishery Development Plan for 2018-2022

2016年におけるダバオ市の有機農業の実際は、表 6.9.10 に示すように、市内の計 480 名の農民が有機作物栽培のため計 719 ヘクタールの農地を耕作した。

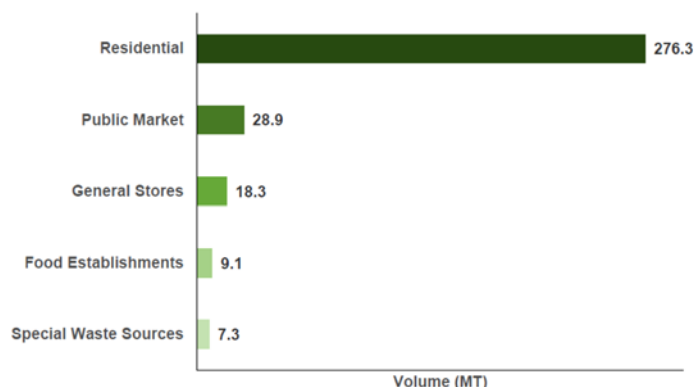
表 6.9.12 ダバオ市内有機作物栽培状況 (2016 年)

District	Number of Farmers	Area Planted (ha)
Baguio	24	37.46
Bunawan	32	48.66
Buhangin	22	19.86
Calinan	33	34.09
Marilog	72	98.09
Talomo	7	7.55
Toril	25	44.38
Paquibato	265	429.12
Total	480	719.22

出典; Davao City Agriculture and Fishery Development Plan for 2018-2022

また、「Davao City Agriculture and Fishery Development Plan (DCAFDP) for 2018-2022」によると、市内の生分解性廃棄物が以下に示すように土壌調整剤或いは堆肥化された。

- 2012年におけるダバオ市の固形廃棄物発生総量は366メトリックトン (MT) であった。
- この発生総量の76%、即ち276.3MTが家庭廃棄物であった。
- 図6.9.6に示すように、固形廃棄物の上位5位の発生源は、公設市場の28.9MT、一般店舗の18.3MT、食品工場の9.1MT及びその他の特別廃棄物発生源の7.3MTであった。
- 畜殺場や加工工場、公設市場や農家からの固形廃棄物は、農業廃棄物に該当することになり、それぞれの発生量は全体の1%、8%及び1%未満である



Original 出典: Davao CENRO

出典; Davao City Agriculture and Fishery Development Plan for 2018-2022

図 6.9.6 ダバオ市固形廃棄物発生源上位 5 位 (2012 年)

肥料の農業利用に関し、DCAFDP2018-2022には以下の記載がある。

- 農家の肥料利用は価格に大きく左右される。
- 肥料の価格上昇は農家に肥料利用の中止、肥料の少量利用や不適切利用 (いい加減な肥料や量)

- 化学肥料の代替肥料として、ミミズの排泄物のような有機肥料、およびミミズ栽培の基底に用いられるカカオの実の細断したものは、化学肥料の代わりとして農家によって利用されている。
- しかし、有機肥料製造に関しては、より労働集約的となること、製造技能と用具が限定されていること、流通経路が限定されている等の課題が農家の有機肥料の利用を妨げている。

JICA 調査団は市農業局（City Agricultural Office）に対する聴き取り調査を実施し、以下の点を確認した。

- 現在の有機農業に下水処理汚泥の堆肥や土壌調整剤利用についての情報等は皆無である。
- 知っている限りでは、現在、生分解性固形廃棄物を用いた小規模なミミズ堆肥化がダバオ市の一部の農家によって実施されているのみである。

✓ 下水処理汚泥利用に係る留意点

上記したダバオ市における廃棄物堆肥化の現状から、同市における下水処理汚泥の堆肥化については以下の諸点を今後検討する必要があると思われる。

- ダバオ市の民間セメント工場における下水処理汚泥の原料／燃料としての利用に関し必要な F/S 調査と技術仕様に関する調査。
- Area A の各 MRF の技能と用地の広さを考慮し各 MRF における下水処理汚泥の処理の可能性と、ダバオ市における下水処理汚泥堆肥化ヤードや堆肥化施設の建設の可能性。
- 堆肥化ヤードや堆肥化施設を市が建設運営する場合にはその建設運営上の環境社会配慮及び、下水処理汚泥からの堆肥の品質確保と販売マーケティング。
- ダバオ市内の民間堆肥化施設を市が利用する場合の必要な予算措置。
- ダバオ市の有機農業促進のために下水処理汚泥を利用に関する制約要因（知識、技能、施設、化学肥料との競合、汚泥品質、輸送手段、農家の意思等）。（農業関連専門家によるさらなる調査が必要）。

(4) WWTP 建設に係る樹木伐採

ダバオ市によると、Magsaysay 公園敷地内には計 488 本の樹木がある（詳細は添付資料 5.2）。これら樹木の幾つかは提案事業による WWTP 建設に伴いそのレイアウトによっては伐採される可能性がある。

フィリピン国の樹木伐採に関する主要な法規を表 6.9.11 に要約する。

表 6.9.13 樹木伐採に係る主要法規

Laws and regulations	Year	Description
Constitution of the Philippines	1987	SECTION 2 of ARTICLE XII: "All lands of the public domain, waters, minerals, coal, petroleum, and other mineral oils, all forces of potential energy, fisheries, forests or timber, wildlife, flora and fauna, and other natural Resources are owned by the State".
Republic Act No. 3571	1963	An Act to Prohibit the Cutting, Destroying or Injuring of Planted or Growing Trees, Flowering Plants and Shrubs or Plants of Scenic Value Along Public Roads, in Plazas, Parks, School Premises or in Any Other Public Pleasure Ground.
Presidential Decree No. 705	1975	Forestry Reform Code of the Philippines.
Executive Order No. 263	1995	Community-based Forest Management as the National Strategy to Ensure the Sustainable Development of the Country's Forest Land Resources and Providing Mechanisms for Its Implementation.

Laws and regulations	Year	Description
Republic Act No. 8048	1995	Coconut Preservation Act.
Republic Act No. 9175	2002	An act regulating the ownership, possession, sale, importation and use of chain saws, penalizing violations thereof and for other purposes.
Republic Act No. 10593	2013	Amending Certain Sections of RA 8048 entitled “Regulation of the Cutting of Coconut Tess, its Replenishment, Providing Penalties therefore, and for other purposes”.
Forestry Related DENR Policies	-	See Appendix 6.6

出典: National Constitution 1987, RA 3571, PD 705, ED 263, RA 8048, RA 9175, RA 10593, DENR のウェブサイト

表6.9.11に示すように、フィリピン国において森林を管理する最上位の法規は1987年の国家憲法で、その第XII章の2条に「森林または木材、野生生物、動植物、およびその他の天然資源は国の所有物である」と規定されている。従って、国の森林のみならず民有地の樹木も国家の財産と法的に解釈される。

✓ **樹木伐採に関する留意点**

- 通常、フィリピンの民有地にある樹木であってもその伐採には必要な許可を DENR から得る必要がある（添付資料 6.6 参照）。
- Magsaysay 公園周辺の住民は公園敷地内の樹木は公共財（Public Domain）と考えている可能性がある。
- このため、同樹木伐採に関する住民相談やステークホルダー会議等の社会配慮を WWTP 建設前にダバオ市主導により実施する。

(5) WWTP 建設に伴う営業（商売）への影響

Magsaysay 公園内には表 6.9.12 に整理したように、小規模レストラン、小規模遊戯施設と小売店の営業及び事務所がある。

表 6.9.14 Magsaysay 公園内施設と労働者数

Facility	Eateries/Renters	Park Attraction	Government Office	
			National	LGU
Total number (facility)	8	2	8	9
Total worker (person)	33 (39*)	14	128	330

* +6 workers: temporarily hired during festivals or holiday seasons

出典: Davao 市

WWTP 建設により、公園内のこれら施設の営業への一時的(建設中)あるいは恒久的な影響が想定される。

この影響に関し、JICA 調査団は JICA ガイドラインに基づき可能な限りこれら施設への影響を低減する WWTP 建設の位置レイアウトを提案している。それでも、同 WWTP レイアウトは個人所有施設（添付資料 6.7 に示した No.E2 で、8 名が就業している）と LGU の政府施設（添付資料 6.7 の No.GL7 と No.GL3 でそれぞれ 20 名、50 名の LGU 公務員が就業している）に影響が及ぶことになる。

ダバオ市によれば、WWTP 建設に伴うこうした施設の解体や移転を含む営業(商売)への影響に対する対応手は、表 6.9.13 に示す関連法規を遵守する手続きとなる（添付資料 2.5「フィリピン国の用地取得と移転制度」を参照）。

表 6.9.15 営業影響に係る関連法規及び手続き

Laws and regulations	Year	Description
Republic Act No. 7279	1992	IRR to “Ensure the Observance of Proper and Human Relocation and Resentment Procedures mandated by the Urban Development and Housing Act of 1992” of the Department of Interior and Local Government (DILG) and the Housing and Urban Development Coordinating Council (HUDCC).
Republic Act No. 10752	2016	Act Facilitating the Acquisition of Right-of-Way Site or Location for National Government Infrastructure Projects
DPWH D.O. No. 327 (series of 2003) *	2003	Guidelines for Land Acquisition and Resettlement Action Plan (LAPRAP) for Infrastructure Projects

* In case of NSSMP
 出典; Davao 市

同公園内の民間営業に関しては、ダバオ市営利企業事務局 (CEEO: City Economic Enterprise Office) は以下の通りの説明があった。

- これら公園内の民間営業業者はダバオ市許可を得て営業をしている。
- これら公園内の民間営業業者は納税及び使用料を支払っている、
- これら公園内の民間営業業者は何時でも営業の立ち退きや中止ができるよう要請できる。

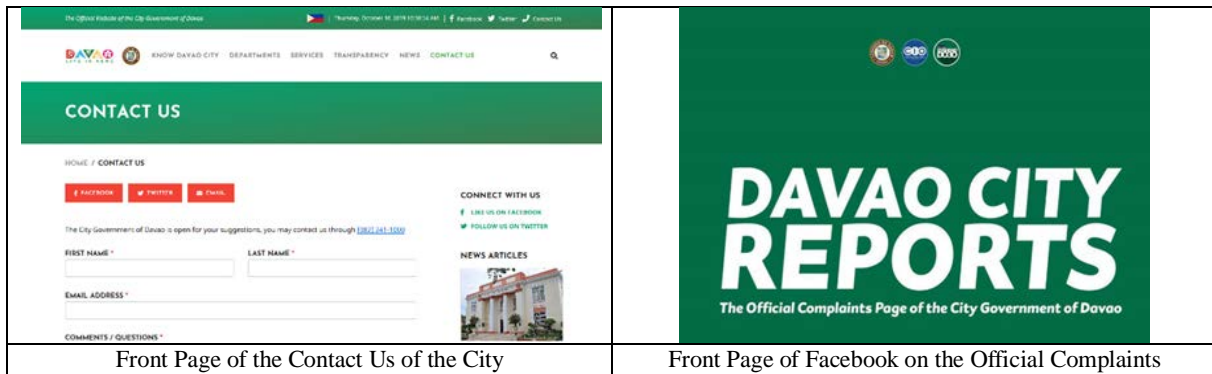
✓ **Magsaysay 公園内営業への影響に係る留意点**

- 公園内営業への影響に対し、補償や生計回復計画を協議し移転計画 (RAP : Resettlement Action Plan) として取り纏める。
- 本件に関しては、営業への影響に関する相談やステークホルダー会議等の社会配慮を WWTP 建設前にダバオ市主導により実施する。

(6) 環境社会管理制度 (ESMS: Environmental and Social Management System)

提案事業実施において、PEISS と JICA ガイドラインの全ての環境社会要求を満たすために苦情処理を含む環境社会管理制度 (ESMS) を組成することが必要である。

苦情処理に関しては、ダバオ市は市民からの提言受入れ窓口 (open for people’s suggestions) を持っている。即ち、意見や苦情を表明したい市民はホットライン直通電話 (082-241-1000)、電子メール (cio@davaocity.gov.ph) 及び図 6.9.7 に示した「その他のソーシャルネットワークサービス」を通じて市当局に話をすることが可能である。その内、「Davao City Report (<https://www.facebook.com/davaocityreports/>)」のフェイスブックページはダバオ市の公的苦情表明ページ (Official Complaints Page of the City Government of Davao) として 2017 年に開設した。本ページは市情報局 (City Information Office) により運営され、関連職員や部局に報告され必要な対応が取られる。



出典: Davao City

図 6.9.7 ダバオ市ホームページ上のコンタクト・ページとフェイスブック・ページ

また、ダバオ市の各事務所に設置されている情報公開と苦情窓（Public Information and Complaints Desk）を利用し苦情を表明することができる。

✓ **環境社会管理制度（ESMS）に関する留意点**

- 提案事業に対しフィリピン国の PEISS に基づくモニタリング計画を含む環境社会管理計画（ESMP 或いは EMP）は、フィリピンの PEISS に基づく要件として EIS で提案および承認されることになる。

また、JICA 借款事業提案に対しては JICA による環境社会配慮調査が JICA 準備調査(あるいは F/S 調査)で実施されることになり、その際に JICA ガイドラインの環境社会要求を満たすため、JICA の環境管理／モニタリング（EMP/EMoP）計画（ESMP と EMP、ESMoP と EMoP はそれぞれ同義語）が提案されることになる。

- 即ち、それぞれの ESMP(EMP)／ESMoP(EMoP)を実施するために、事業提案者であるダバオ市は本提案事業向けの苦情処理制度を含む ESMS を組成する必要がある。

6.9.6 環境チェックリスト（No. 15 下水処理事業）

本 JICA 準備調査の結果に基づき、JICA ガイドラインに係る文書である「環境チェックリスト（No. 15 下水処理事業）」を JICA 調査団により整備した（添付資料 6.9 参照）。

第7章 優先整備地区下水道システムに関する段階的整備計画の検討

(フェーズ1事業)

本章ではエリア A において下水道を段階的に整備するに当たっての最初のステップであるフェーズ1事業について詳細に記載する。

7.1 エリア A におけるフェーズ1整備地区の選定

(1) 主要対象地区選定に当たっての基礎情報

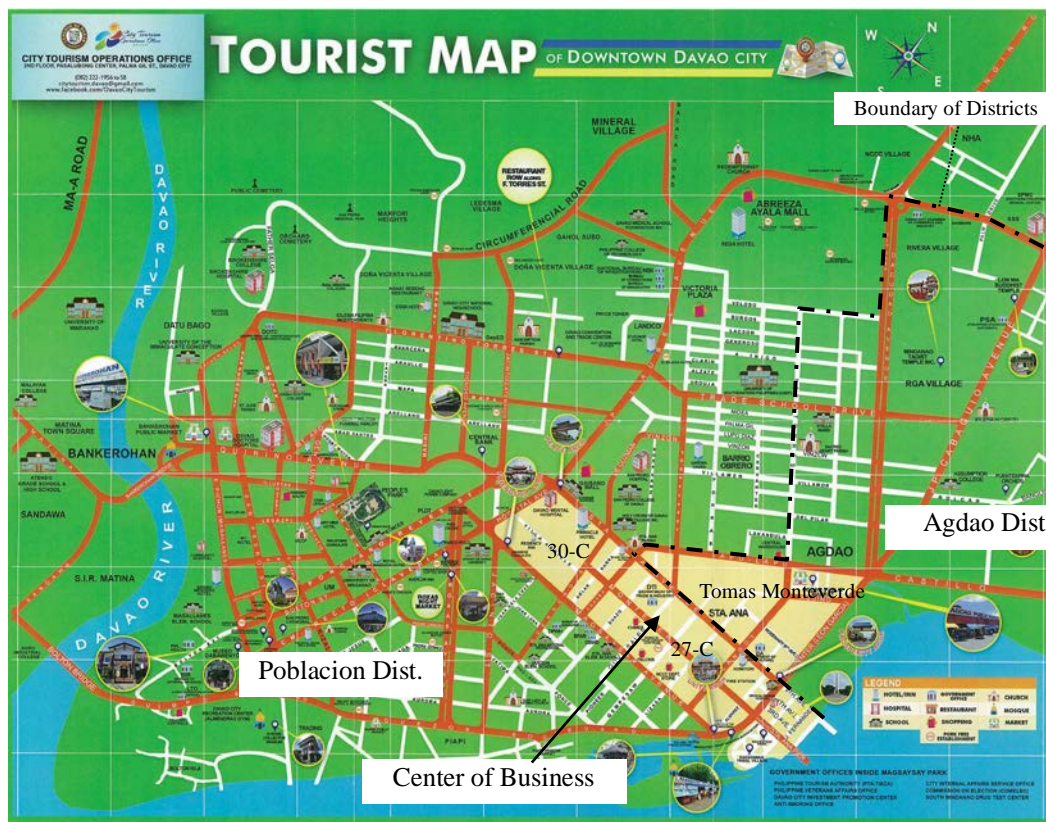
表 7.1.1 に 2019 年 4 月現在のポブラシオン地区とアグダオ地区の DCWD 水道システムへの建物種別毎の接続数を示す。図 7.1.2 は、ダバオ市の商業の中心地を示している。

表 7.1.1 ポブラシオンとアグダオにおける建物種別毎の DCWD 接続数

District	Residential	Commercial /Industrial	Government	Total	Large Scale Customer
Poblacion	27,557	7,365	204	35,126	173
	78.5%	21.0%	0.6%	100%	0.49%
Agdao	15,708	2,608	65	18,381	25
	85.5%	14.2%	0.4%	100%	0.14%
Total	43,265	9,973	269	53,507	198

注：Large scale customer は 500 m³/月以上の水消費量の顧客

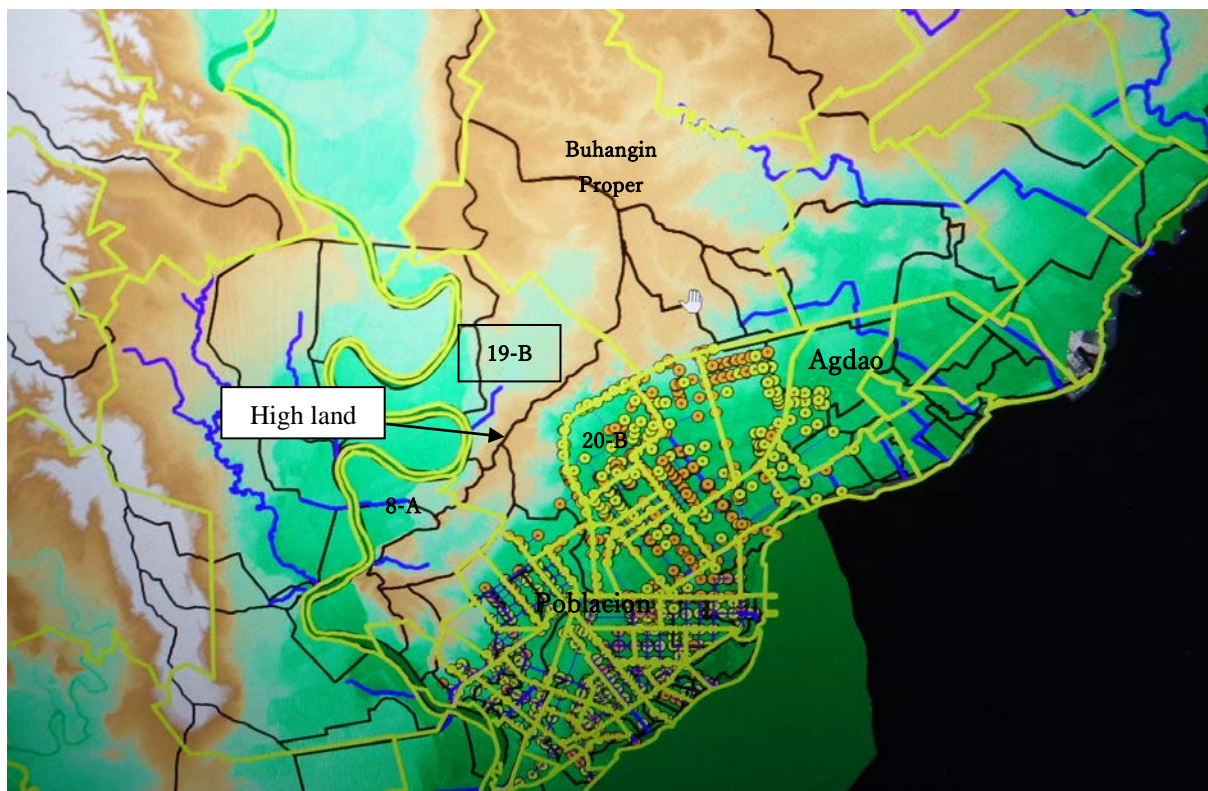
出典：2019 年 4 月時点 DCWD データに基づき調査団



出典：City Tourism Operations Office の観光マップをベースに調査団作成

図 7.1.1 エリア A の商業地区中心地

ポブラシオン地区には合計40のバラングイ(1-Aから40-D)がある。バラングイ8-Aおよび19-Bは、地区の北端に位置している。ポブラシオン8-AはIM4Dの下水道開発計画のエリアBに属し、19-Bは他のバラングイとの境界にある標高の高いエリア(海抜30m前後)を有し、バラングイ内の主要な地区(海抜約12m)より高い。それは高地を横断し、19-Bの下水を南側の隣接するバラングイ(20-B)に流すには、少なくとも18mの揚水、またはシールドトンネル工法による深い管布設が必要であることを意味する。(図7.1.2を参照)



出典：治水マスタープラン調査団の地形図を基に当調査団作成

図7.1.2 ポブラシオン地区北部の地形状況

(2) 比較した案

表7.1.1に示す通り、エリアA全域を対象とした案0に基づき、案1から案3を比較した。対象地域の境界を図7.1.3に示した。案2と案3については主な対象地区はポブラシオン地区のバラングイである。ただし、次のバラングイについては各案で調整した。

- 1) エリアAの商業中心地の範囲に基づき、アグダオ地区のバラングイ・トーマスモンテヴェルデは、案2および案3の主要な対象地の一部とした。
- 2) 広い道路とスラムの不在による下水道整備の容易さにより、ダクダオ水路の左側(Agdao ProperとPaciano Bangoyの一部)もアグダオ地区から追加した。
- 3) アグダオ地区のバラングイ・レオンガルシアは、道路幅員が狭い非常に高密度の地域である。幹線下水道とマグサイサイ公園に隣接しているため、当バラングイを対象地域に追加した。ただし、下水道に接続できるのは、十分に広い道路沿いにある建物のみであることに注意が必要である。これは、当バラングイには主要排水路がないために暫定的な遮集が非常に難しいためである。

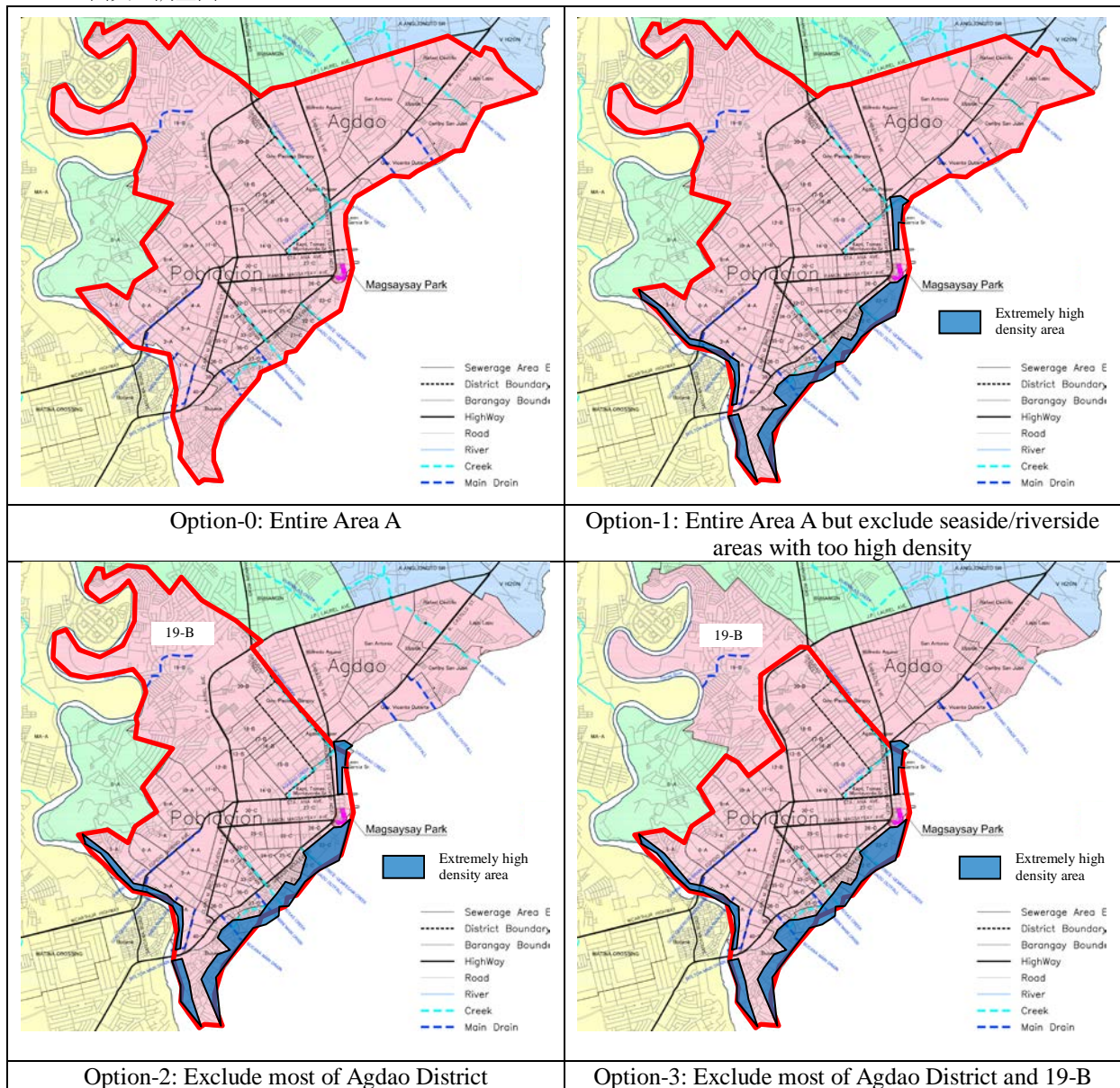
- 4) ポブラシオン 19-B は、地形条件と、商業地区や集合住宅のない広大な住宅地であり、非常に長い下水管網 (約 57 km) が必要となるため、オプション3で除外した。
- 5) IM4D でエリア B とされたポブラシオン 8-A は、すべてのオプションと第6章の検討で対象外とした。

表 7.1.2 段階的整備のために比較検討した対象地区オプション

Option	Main Target	Excluded	Added
Option-0	The entire Area A	Pob 8-A (Area B)	-
Option-1	Area A excluding slum areas beside the sea and river	Pob 8-A	-
Option-2	Poblacion Tomas Monteverde (Agdao)	Pob 8-A	Part of Agdao Proper, Paciano Bangoy
Option-3	Poblacion Tomas Monteverde (Agdao)	Pob 8-A Pob 19-B	Ditto

注: Option-2 and Option-3 also exclude the slum areas beside sea and river for individual connections but intercept the wastewater in those areas at the initial stage as a temporary measure.

出典: 調査団



出典: 調査団

図 7.1.3 オプション 0 からオプション 3 の境界線および対象地区

表 7.1.3 対象地区オプションの比較 (1/2)

Option	Population (2045)	Nos. of Connection (2045)	WWTP Capacity (m ³ /day)	Trunk Sewer (km)	Sanitary Sewer (km)	Interceptor (m)	Total (km)	Required Period (year)
Option-0	369,784	(>94,173)	97,000	38.7	>278	1,350	>318	>14.0
Option-1	309,664	94,173	64,000	38.7	278	1,350	318	14.0
Option-2	230,115	70,139	46,000	31.0	166	550	198	7.6
Option-3	192,041	59,697	40,000	28.7	109	550	139	5.6

注: The wastewater inflow to WWTP would be 64,000 m³/day in 2045 in case redevelopment in all the extremely high density areas will be abandoned and only a part of wastewater in the areas will be intercepted.. Option-2 and Option-3 also have the same baseline.

Required construction period is in case of 6 parties, progress of 10 m/day/party for trunk sewer and 20 m/day/party for sanitary sewer and interceptor

出典: 調査団、DCWD 既存接続数データ

表 7.1.4 対象地区オプションの比較 (2/2)

Option	CAPEX (PHP million)	CAPEX incl local (PHP million)	OPEX (PHP million/yr)	LCC (20 years) (PHP billion)	Commercial & Government (%)	Cost Recovery with NSSMP	Treated BOD in Area A (%)	Treated BOD per Cost	Evaluation
Option-0	17,351	19,420	465	29.6	20	(0.46)	(95.0)	-	-
Option-1	17,351	19,420	274	25.7	20	0.46	70.3	303	Moderate
Option-2	11,575	13,021	236	17.7	22	0.59	49.9	312	Better
Option-3	9,306	10,272	195	14.2	30	0.65	40.1	314	Best

注:

1) CAPEX incl. local is composed of (JICA) project portion and local portion of all the house connections continued after the project by implementing agency

2) Cost recovery is based on only tariff revenue from Php 10/m³ for residential and Php 20/m³ for commercial

3) Cost recovery 0.65 means that 65% of LCC (20 years) can be recovered

4) Evaluation of Option-0 is impossible because collection of all the BOD load is impossible without redevelopment of slum areas

出典: 調査団

上記の比較に基づき、高い比率を占める商業および官公庁顧客から期待される収入および費用 (LCC) に対する環境負荷量の削減効果 (BOD 除去率) の観点から整備効果が高いと言えるため、オプション 3 を選定した。商業および官公庁顧客の比率が高いことは、下水道接続率の急速な増加と高いコスト回収も期待できる。

7.2 フェーズ1地域における下水管の計画

7.2.1 下水管路施設の計画

フェーズ1における対象エリア、対象人口、処理汚水量、下水管路延長及び残りのエリア (フェーズ2の対象エリア) を表 7.2.1 に示す。

表 7.2.1 下水管路施設の段階的整備計画

Type of Sewer	Phase-1	Phase-2	Total
Target Area	Poblacion Dist. (excl. 19-B) and a part of Agdao Dist.	- Poblacion 19-B and most of Agdao Dist. - Existing slum areas after re-development - Increased population in Phase-1 target area	The entire Area A
Target Population	165,178 (2030)	204,605 (2045)	369,784 (2045)
Wastewater generation (Daily maximum)	38,000 m ³ /day (2030) 40,000 m ³ /day (2045)	57,000 m ³ /day (2045)	97,000 m ³ /day (2045)
Trunk Sewer	Dia 400-2000, 28.7 km incl. pipe jacking	Dia. 400-800, 10 km incl. pipe jacking	Dia. 400-2000, 38.7 km incl. pipe jacking
Lateral Sewer	Dia 200-500, 109 km	Dia 200-400, 169 km	Dia 200-500, 278 km
Interceptor	- Dia 400 m x 650 m in Bucana - 2 interception chambers from Bucana MD, Mabini MD - Flap gates (in chambers or seaside)	None (all separate sewer) * after some scattered slums resettled in future	(Dia 400 m x 650 m) * Switch to sanitary sewer in future
Pumping Station	1) Main Pumping Station (1) 2) Lift pumping stations in barangays to trunk sewers (manhole pumps)	1) Booster/lift pumping stations in 19-B (1) 2) Lift pumping stations in barangays to trunk sewers (manhole pumps)	1) Main P/S (1) 2) Booster/lift P/S in Poblacion 19-B (1) 3) Lift pumping stations in barangays
House Connection	- 2,100 connections in pilot area (Poblacion 27-C, 30-C, Agdao Tomas Monteverde) (JICA project) - Around 25,000 connections in other area (local project)	Around 50,000 connections	Around 77,000 connections (as of 2045)

注: Dia.: Diameter, MD: Main Drain, P/S: Pumping Station

出典: 調査団

7.2.2 下水道幹線

発生汚水を各バラングイから下水処理場へ送る下水道幹線のルートは、基本的埋設深度が大きい箇所は非開削工法（推進工法）による布設を前提として選定した。ただし、幹線の No. 33 路線及び 49～55 路線については非開削工法の適用外とした。

上記の前提に基づき選定したフェーズ1の下水道幹線ルート図を図 7.2.1 に示す。また、同下水道幹線の流量計算結果及び概略縦断面図を付属資料 7.1 に示す。

幹線の管径及び勾配は、将来アグダオ地区からの取り込み及びポブラシオン地区のスラム地区が再開発後に取り込まれることを考慮した。また、初期段階では汚水流量及び流速は設計値に比べて小さく、管内での固形物堆積の一因となるため、初期段階でも必要流速の 0.6m/秒を確保できるよう、2045 年の計画流量に対して流速が 1.0 m/秒以上となるよう設定した。

さらに、下水処理場の処理施設は全て地下構造物として計画されているため、現段階の概略計算では中継ポンプ場及びメインポンプ場は不要という結果となった。この件については、次のステージ（F/S、準備調査）において詳細に測量を行った上で確認が必要である。

表 7.2.2 フェーズ1事業における下水道幹線延長の概要

No.	Diameter (mm)	Length (m)			Note
		Open Cut	Trenchless	Total	
1	400	19,600	500	20,100	
2	450	0	0	0	
3	500	0	200	200	
4	600	1,300	1,200	2,500	
5	700	500	800	1,300	No.28, 35
6	800	1,300	600	1,900	No.36,37,40
7	900	0	0	0	
8	1000	0	0	0	
9	1100	0	0	0	
10	1200	0	700	700	No.56,57
11	1400	0	300	300	No.8,10,14
12	1500	0	800	800	No.18,26,58
13	1650	0	800	800	No.29,31
14	2000	100	0	100	No.59 to WWTP
	Total	22,800	5,900	28,700	

出典：調査団

7.2.3 下水道枝線および各戸接続

フェーズ1における管径別の下水道枝線の延長及び各戸接続数を表 7.2.3 及び表 7.2.4 に示す。各バラングイの下水道枝線の総延長については、付属資料 7.2 に示す。また、枝線の延長は CPDO より収集した各バラングイの道路網の延長を基に設定した。さらに、各戸接続数は DCWD より収集した上水道の接続データ及び 2030 年の人口予測データを基に算出した。

表 7.2.3 フェーズ1事業における下水道枝線延長の概要

No.	Diameter (mm)	Installation Method	Length (m)		
			Poblacion	Agdao	Total
1	200	Open cut	84,186	5,761	89,947
2	250	Open cut	10,176	1,876	12,052
3	300	Open cut	3,581	938	4,519
4	350	Open cut	925	741	1,665
5	400	Open cut	802	65	867
6	450	Open cut	246	0	246
7	500	Open cut	123	0	123
	Total		100,039	9,380	109,419

注: Poblacion includes Barangay Bucana (Talomo District)

出典：調査団

表 7.2.4 フェーズ1事業における各戸接続数の概要

Target Area	Poblacion	Agdao	Total
Pilot Area (Barangays 27-C, 30-C, Tomas Monteverde)	1,696 (752)	411 (241)	2,107 (993)
Others (with local fund)	23,386	1,958	25,344
Total	25,082	2,369	27,451

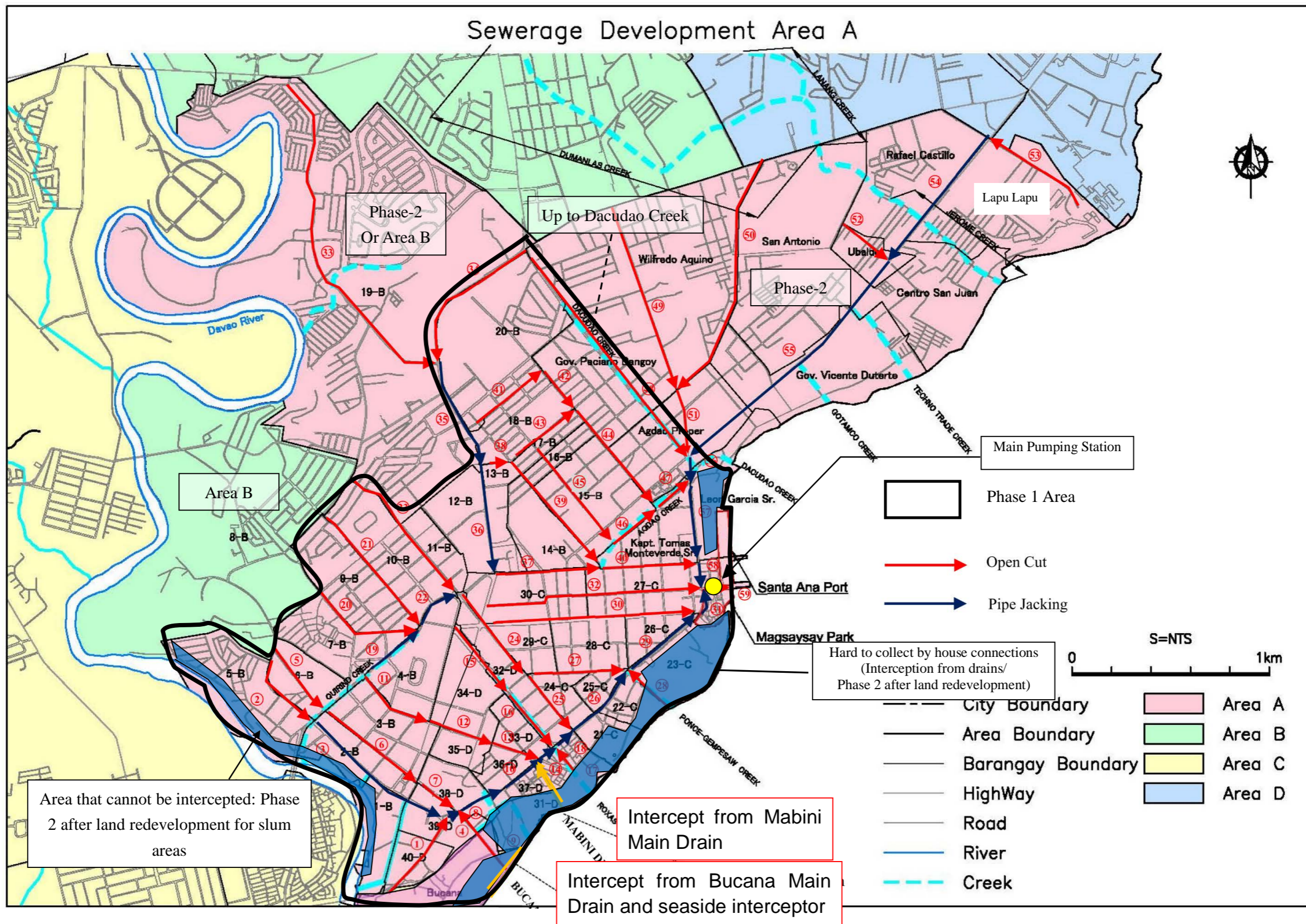
注:

1) Poblacion includes Barangay Bucana (Talomo District)

2) Tomas Monteverde (Agdao) is assumed to be 40% connections of all the residentials due to congested area

3) Inside brackets are numbers of commercial and government office connections

出典：調査団



出典：調査団

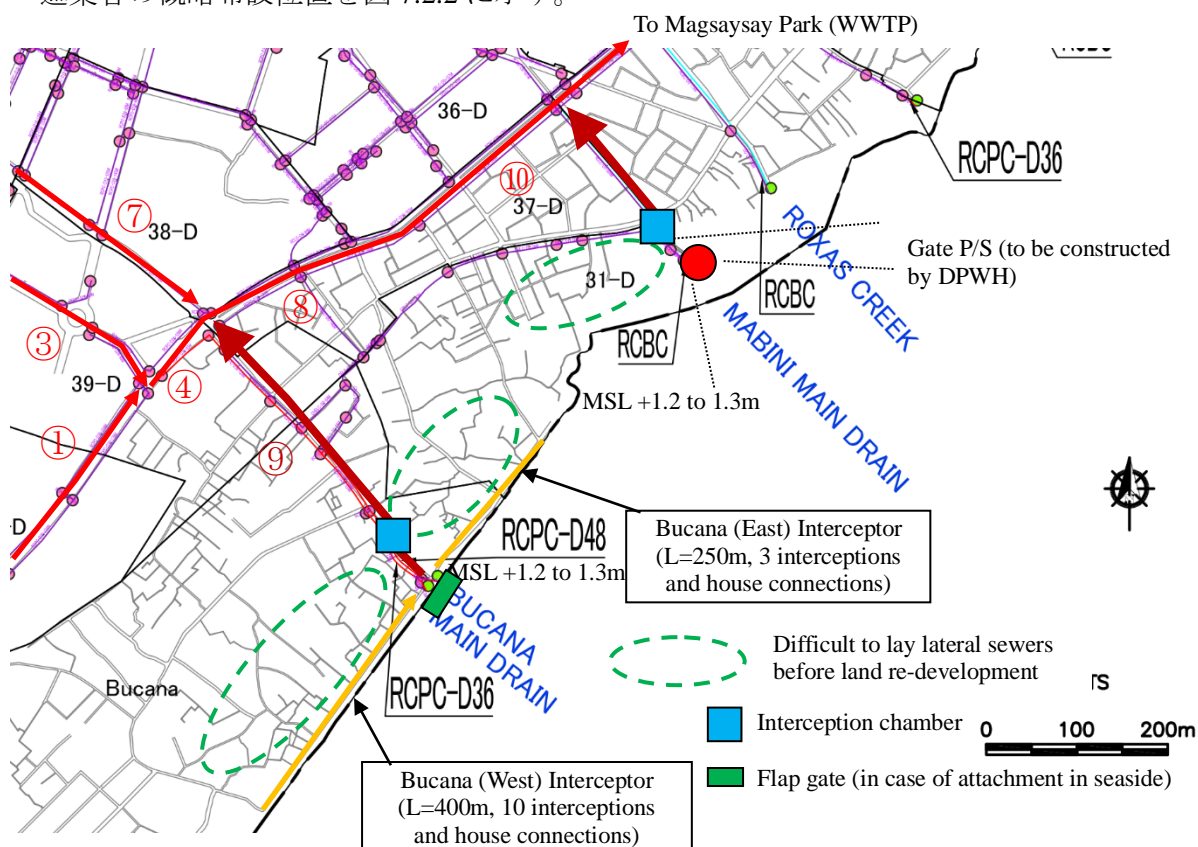
図 7.2.1 フェーズ1地区における下水道幹線図

7.2.4 暫定遮集の対象となる主要排水路

(1) 遮集管の概略布設位置

沿岸部のエリアはスラムを含む住宅密集地区であるため、再開発前に各戸より汚水を収集することは極めて困難である。また、開水路からの汚水の遮集についても、特に雨天時の流量が非常に大きいため不可能である。一方、沿岸部のエリアにおいて、汚水の遮集が可能なカルバート（主要排水路）が埋設されている。このため、当該エリアが再開発される前の暫定措置として、これら主要排水路から汚水を効率的に収集し、下水処理場の試運転に十分な汚水量を確保することを提案する。対象とする主要排水路は、1) ブカナバラングイ東部のブカナ排水路及び2) バランガイ 31-D のマビニ排水路であり、これらのメイン排水路よりブカナバラングイ東部、バランガイ 31-D 及びバランガイ 37-D の一部の発生汚水を収集する計画である。

遮集管の概略布設位置を図 7.2.2 に示す。



出典：調査団

図 7.2.2 ブカナ排水管およびマビニ排水管からの遮集位置

(1) ブカナ排水管からの遮集及び海外沿いの遮集管によるブカナバラングイ東部の遮集

ブカナ排水管は内径 48 インチ (=1220mm) である。断面図を以下に示す。また、部分的に内径 36 インチ (=910mm) ×2 系列で構成されている。吐き口の管底高は地表面より-約 1.4m (MSL+1.2 m~1.3 m) であり、標高 MSL-約 0.1m である。したがって、満潮時に吐き口より海水が逆流する（満潮及び干潮の記録及び分析結果については、第 8 章に記載する）。このため、本節の (4) で後述する通り、吐き口へフラップゲートの設置が必要である。

<p>Source: Davao City Engineering Office (CEO)</p>	
<p>Cross Section of Bucana Main Drain</p>	<p>Outlet of Bucana Main Drain</p>
<p>Seaside Road for Bucana (West) Interceptor</p>	<p>San Pedro Street for No. 9 Trunk Sewer</p>
<p>Small drain flow from inside slum</p>	<p>Outlet of small drain from inside slum</p>

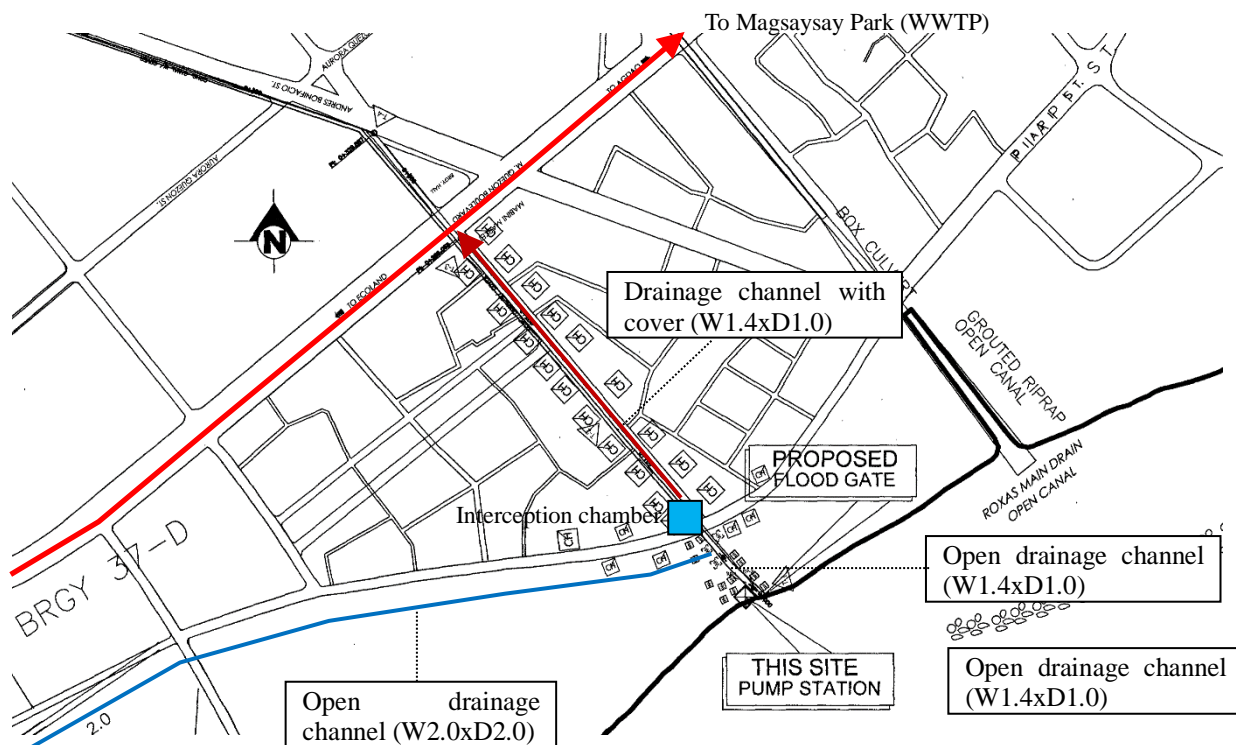
出典：調査団

図 7.2.3 バランガイ・ブカナ（東）における排水管構造および地域状況

(2) マビニ排水管からの遮集

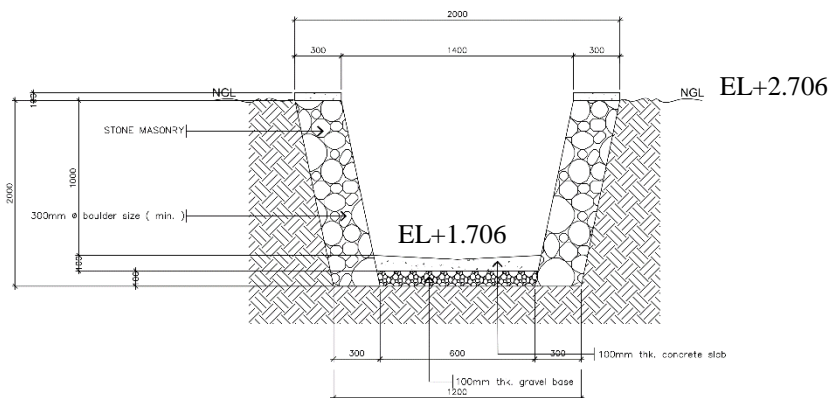
マビニ排水管の拡大平面図を図 7.2.4 に、標準断面図を図 7.2.5 に示す。

マビニ排水管からの放流地点にゲートポンプ場が建設される予定である。次のステージ (F/S、準備調査) において、ゲートポンプ場の建設工事の進捗を確認すると共に、背水防止の観点からの適切な遮集構造の検討が必要である。



出典： DPWH 排水(Improvement/Rehabilitation of Mabini Extension Outfall, 2018) に基づき調査団

図 7.2.4 マビニ排水管からの遮集コンセプト



注: Elevations above are at the most downstream of drain

出典: City Engineering Office

図 7.2.5 マビニ排水管 (開水路部分) の一般構造図

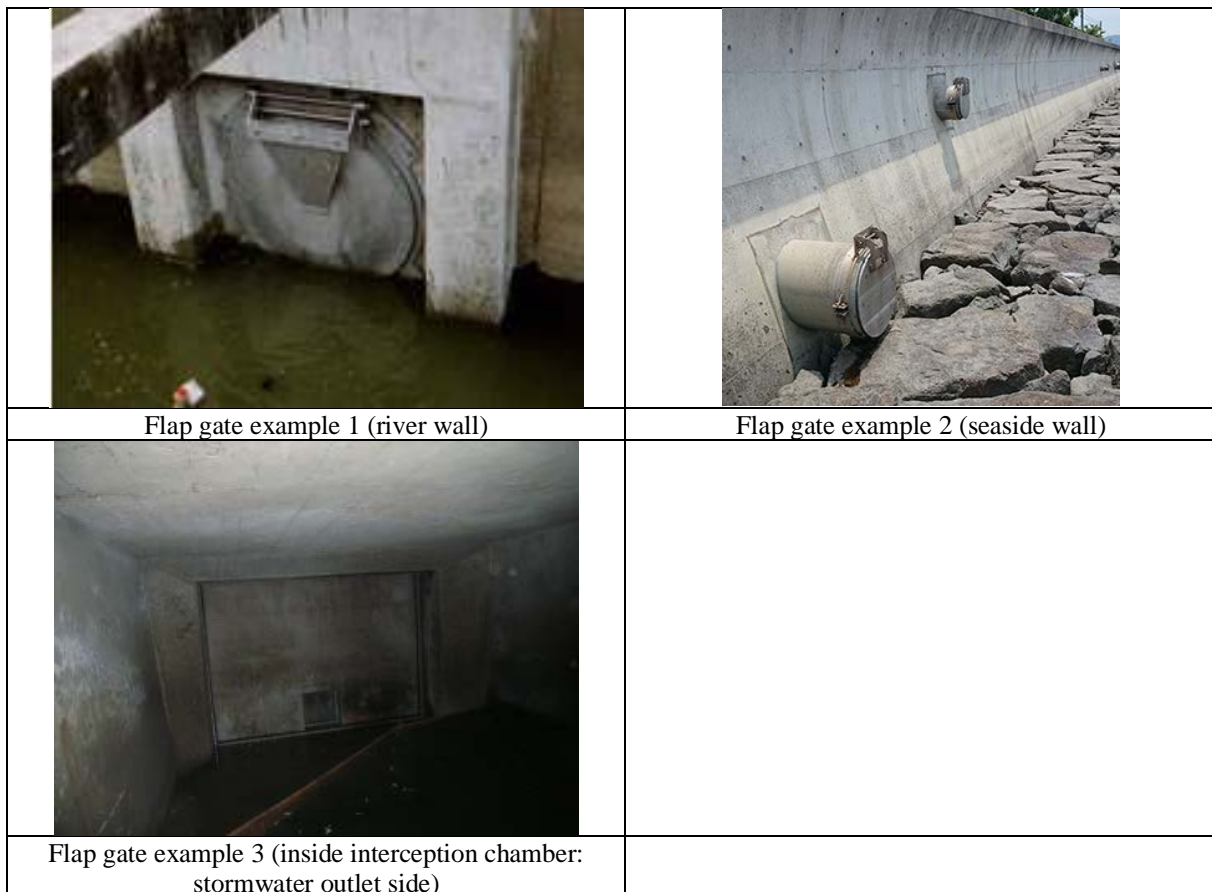
(3) 雨水吐き室

ブカナ排水管及びマビニ排水管から汚水を遮集するための雨水吐き室へは、ゲートまたは流量調整用のオリフィスの設置が必要である。これは、豪雨時の過度な遮集が処理能力が限られている下水処理場の運転に大きな影響を及ぼすためである。同時に上流側の枝線や各戸接続へも背水の影響を及ぼす可能性があることに留意が必要である。日本及びマニラ首都圏で用いられている様々なタイプの雨水吐き室を付属資料 7.3 に例示する。

(4) フラップゲート

海水の逆流を防止するため、以下のように主要排水路の吐き口または雨水吐き室の内部へフラップゲートの設置が必要である。岸壁に設けられたフラップゲートの問題点として、海砂によりゲートが詰まるリスクが挙げられる。

さらに、ダバオの場合、地下の排水路が浅いため、その汚水を遮集する雨水吐き室内にフラップゲートを設置するにはマンホール壁の高さが不足する懸念がある。



出典: Japanese LGUs および日本工営株式会社(東京都地域) のウェブサイト

図 7.2.6 フラップゲート例

7.3 下水処理場の段階的整備計画

7.3.1 下水処理場の整備計画

段階的整備としてのフェーズ1事業範囲のイメージを図7.3.1に示す。整備のポイントは以下のとおりである。

(1) 土木・建築構造物

- 将来のフェーズ2での整備を容易にするため、エリアA全域用の処理場(第6章)の水処理施設および汚泥処理施設のすべての地下構造物をフェーズ1で整備する。
- 汚泥処理施設および管理棟の地上建物(建築構造)もフェーズ1で建設する。

(2) 水処理施設 (WTF)

- エリア A 処理場全体の 4 系列 (ユニット) のうち、2 系列をフェーズ 1 で建設する。
- 散気装置や膜ユニットなどの機械電気設備は、フェーズ 1 での 40,000 m³/日の処理分を最初の 2 系列に設置する。
- フェーズ 2 において、機械電気設備は残りの 2 系列に、最初の 2 系列に追加する機器とともに設置する。
- 水処理施設のフェーズ 1、2 におけるタンクと主要機器の予備的設置計画を下表に示す。

表 7.3.1 水処理施設におけるタンクと主要機器の段階的設置計画

No.	Tank/Major Equipment	Number of Tank/Equipment		
		Phase 1 (40,000 m ³ /day)	Phase 2 (57,000 m ³ /day)	Total (97,000 m ³ /day)
Tank				
1	Anoxic tank	2	2	4
2	Anaerobic tank	2	2	4
3	Membrane tank	3	5	8
Major Equipment				
1	Anoxic tank mixer	2	2	4
2	Aeration tank blower	2	2	4
3	Membrane module	24	32	56
4	Permeate pump	7	9	16
5	Membrane tank blower	7	9	16
6	RAS pump	3	5	8

注: Preliminary specification of each equipment (unit) is shown in Appendix 6.2.

出典: 調査団

(3) 汚泥処理施設 (STF)

- フェーズ 1 において、汚泥脱水機や乾燥機などの機械電気設備は、40,000 m³/日またはエリア A 全体の半分である 48,500 m³/日までの余裕を持った容量で設置する。
- 残りの設備はフェーズ 2 で設置する。フェーズ 1 の完了後、フェーズ 2 開始までに 15 年を超える場合は、フェーズ 1 機器についても容量の増強や更新を検討する。
- 汚泥処理施設のフェーズ 1、2 における主要機器の予備的設置計画を表 7.3.2 に示す。

表 7.3.2 汚泥処理施設における主要機器の段階的設置計画

No.	Tank/Major Equipment	Number of Tank/Equipment		
		Phase 1 (40,000 m ³ /day)	Phase 2 (57,000 m ³ /day)	Total (97,000 m ³ /day)
1	Sludge thickener	1 (16 m ³ /hr)	1 (25 m ³ /hr)	2
2	Sludge dehydrator	1 (5 m ³ /hr)	1 (7 m ³ /hr)	2
3	Sludge dryer	1 (0.9-1.2 m ³ /hr)	1 (1.4-2.0 m ³ /hr)	2
4	Boiler	1 unit	1 unit	2 units
5	Thickening sludge feed pump	2	2	4
6	Thickened sludge feed pump	2	2	4
7	Dewatered sludge feed pump	2	2	4

出典: 調査団

(4) 流入ポンプ場 (P/S)

- ▶ フェーズ1でエリア A 全体分の土木構造物（全地下式）を整備する。これは、日最大流量の $97,000 \text{ m}^3/\text{日}$ に相当する。
- ▶ 水処理施設の機械電気設備と同様に、ポンプはフェーズ1処理能力（ $40,000 \text{ m}^3/\text{日}$ ）分を設置する。ポンプの一般的な耐用年数（15年）の後にフェーズ2事業が行われる場合、更新時のポンプの容量を再検討する必要がある。
- ▶ 幹線下水道（Poblacion、Agdao から）の直径は、Phase-1 分水量（ $40,000 \text{ m}^3/\text{日}$ ）に対し将来のエリア A 全体（ $97,000 \text{ m}^3/\text{日}$ ）分としての大きな余裕を見込むため、大量の雨水が遮集地点からポンプ場に流入し、流下する可能性がある。処理場への大量の排水の流入を避けるために、遮集マンホールを適切な構造にするとともに、ポンプまたはゲートの動作を適切に制御する必要がある。

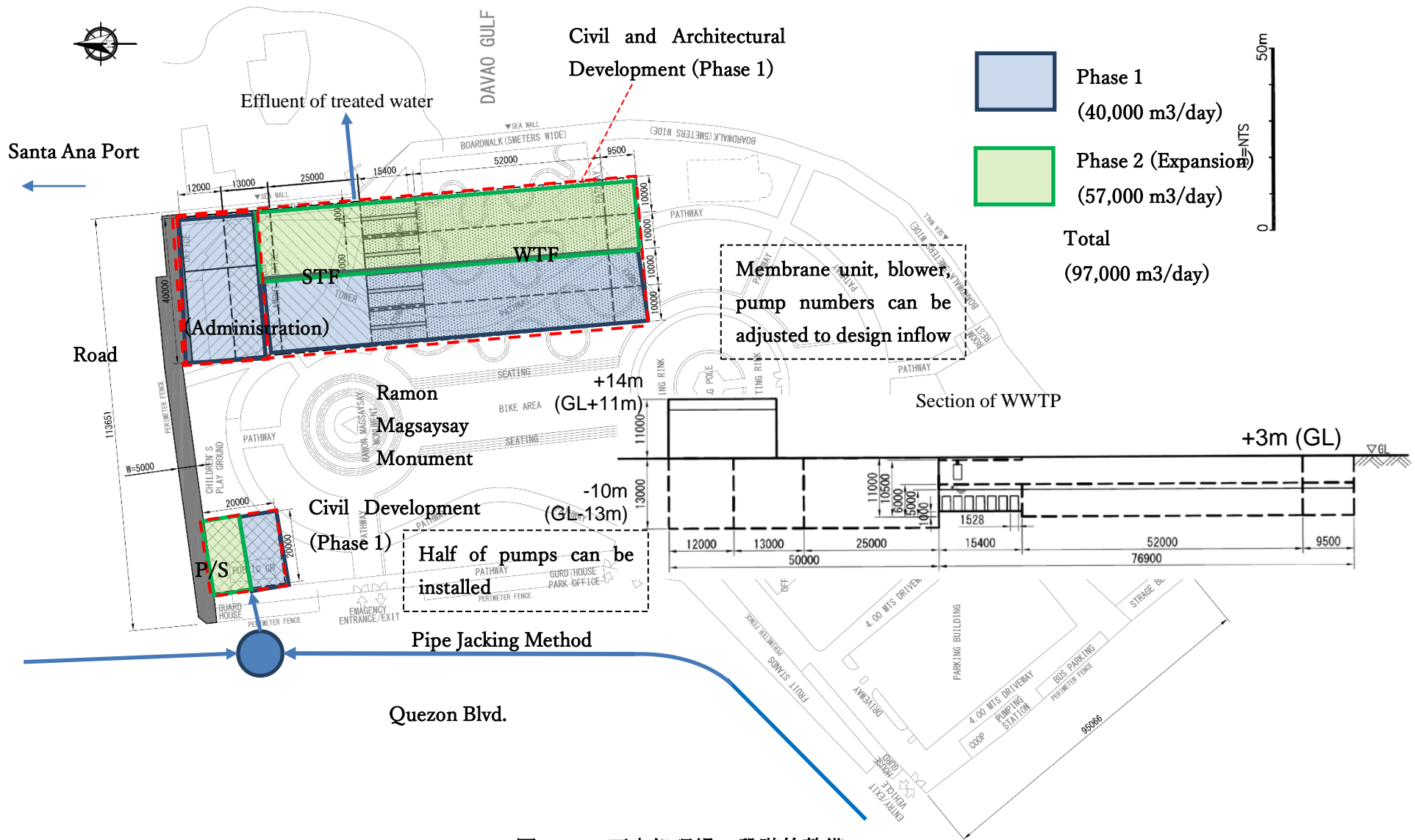


図 7.3.1 下水処理場の段階的整備

7.3.2 下水処理場の運転維持管理

本項では、下水処理場の運転維持管理について述べる。

(1) 処理場運転に係る留意点

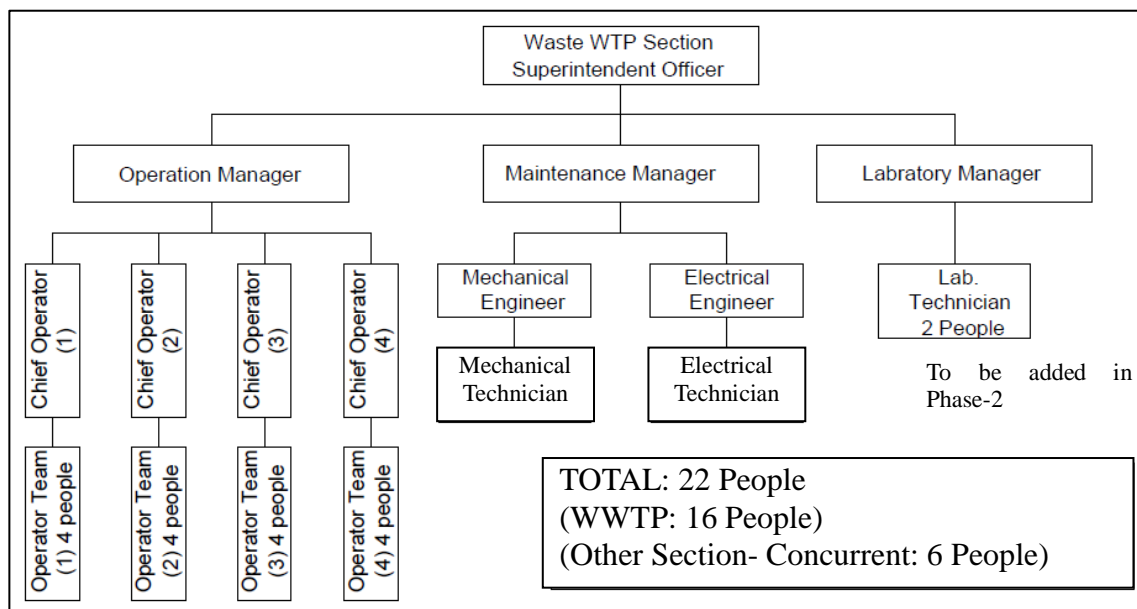
処理場の運転を行う上での留意点は第6章で述べたとおりである。

(2) 下水処理場の運転維持管理体制

以下に新規下水処理場の維持管理を行う組織体制に必要な事項についてまとめた。

1) 運転維持管理体制の提案

フェーズ1用下水処理場 (40,000 m³/日) の運転維持管理作業に必要な3パーティーのスタッフを図7.3.1に示す。エリアA全体分の処理場 (97,000 m³/日) と比較して小規模なプラントのため、オペレーターとチーム数が少なくなる。



注: 1 Mechanical Technician and 1 Electrical Technician also should be added in Phase-2

出典: 調査団

図 7.3.2 推奨するフェーズ1 下水処理場運転・維持管理体制

2) 維持管理方法

維持管理方法についてはエリアA全体を対象とした規模の処理場 (第6章) と共通である。

3) 職員の役割と責務

維持管理時における各スタッフの役割と職務についてはエリアA全体を対象とした規模の処理場 (第6章) と共通である。

7.4 優先地区における段階的整備の方針

フェーズ分けを伴う次の段階的整備を採用することで、事業開始時の作業量を減らし (最優先事業)、効率的な下水道整備をすることを提案する。

(1) JICA 事業実施中 (フェーズ 1)

1) 下水処理場および下水道幹線の建設

1-1) ポブラシオン地区とアグダオ地区の一部 (ダクダオ水路までを境界とする) で下水処理場と幹線下水道の建設を開始

1-2) 基本的に、処理場のすべての土木および建築構造物は、施設の将来拡張分を含めて建設する。電気機械工事は、40,000 m³/日の容量に制限する。

1-3) フェーズ 1 で建設される幹線下水道のサイズは、エリア A からのすべての下水を将来処理場に運べるように、エリア A 全体のものとする。

2) 汚水管の布設

幹線下水道整備の進捗に合わせて、マグサイサイ公園の近くのバランガイから汚水管 (枝線) 整備を開始する。

3) 各戸接続 (パイロットエリア)

3-1) パイロットエリアとして、商業地区 (ポブラシオン 27-C、30-C、トーマスモンテヴェルデ) での各戸接続 (枝線から汚水柵、建物から汚水柵) を DCWD が主体となって確実に完了する。

3-2) 他のバランガイとの公平性を保つために、家/事務所と汚水柵間の接続は DCWD 協力の下、家や事務所の所有者が行う。

本報告書 6.5.2 (2) 各戸接続で記載した項目に留意しつつ実施することが重要である。

4) 遮集 (主に海岸地区)

4-1) ポブラシオンの海岸地区では、主要な地下排水管で雑排水を収集するための暫定的な遮集管を布設する (例えば、ブカナ排水管、マビニ排水管からの遮集)。これは、処理場の試運転のための下水量の増加にもつながる。

4-2) 混雑した海岸地区でも、道路脇の各戸接続を行う。スラム街内部から道路へつながっている小さな排水路の下水も遮集する。

5) フェーズ 1 地域での下水道枝線の整備を継続する。

上記 5) までを JICA による円借款プロジェクトを通じて実施する。(各戸接続は世帯主の負担)

(2) JICA 事業後 (エリア A におけるフェーズ 2 事業とその後)

1) DCWD が、ポブラシオン地区での各戸接続を継続する。

2) 市による地域の再開発後、海岸地区でも分流式下水道を整備する。

3) アグダオ地区のほとんどとポブラシオン 19-B は、フェーズ 2 で整備する。

4) エリア B からエリア F での整備は、IM4D に従って継続する。ただし、各整備地域を適切な規模とするために、農村地域および住宅地域に位置する一部のバラングイではオンサイト（小規模）下水処理を採用する必要がある。

7.5 事業費の予備的積算と実施スケジュールの検討

エリア A のフェーズ 1 整備の事業費（初期費用と維持管理費）を以下の項で積算する。

7.5.1 初期費用

暫定レベルとして、フェーズ 1 事業の推定初期コストは、表 7.5.1 に示すように約 93 億フィリピンペソ（195 億円）である。金額はエリア A 全体の値の約半分である。40,000 m³/日という計画容量は、エリア A 全体の 97,000 m³/日の半分未満であるが、必要な幹線下水道の延長はエリア A 全体の半分以上である。さらに、処理場の土木工事および建設は、地下構造の建設のために半分以上を維持し、将来拡張のための余裕分を確保できるようコントロールする必要がある。

表 7.5.1 フェーズ 1 下水道整備における初期費用の予備的積算

No.	Item	Capital Cost		Note
		(PHP million)	(JPY million equivalent)	
1	Construction Cost	8,617	18,095	
(1)	Wastewater Treatment Plant (WWTP) and remodeling of Magsaysay Park	3,903	8,196	40,000 m ³ /day (Phase-1)
1)	Land acquisition	0	0	
2)	Land foundation, temporary soil retaining	112	234	
3)	Civil and Building	1,480	3,108	Underground
4)	Water treatment facility	1,074	2,256	MBR
5)	Sludge treatment facility	669	1,404	Thickening, Dewatering, Drying (all mechanical)
6)	Park remodeling	569	1,194	Utilize treated water
(2)	Sewer pipeline (interceptor, separate sewer)	4,714	9,899	
1)	Trunk sewer from each area	3,193	6,705	Diameter: 400-2000, 28.7 km inc. pipe jacking
2)	Sanitary sewer in separate sewer area	1,101	2,311	Diameter: 200-500, 109 km
3)	Temporal interceptor sewer and manholes	34	72	Diameter: 400, 650 m, CSOs, flap gates
4)	Pumping stations	318	667	Main P/S, Manhole pumps
5)	House connection in pilot area	69	144	2,300 connections upto inlet
2	Consulting services	689	1,448	
	Total Project Cost	9,306	19,543	
	House connections outside JICA Project	966	2,028	Around 27,000 connections
	Total Project Cost incl. local part	10,272	21,571	

注: 1) PHP/JPY = 2.10 as of July 2019

2) All sewers include manholes/interception chambers (CSOs)

3) Construction cost includes administration cost

出典: 調査団

7.5.2 維持管理費

フェーズ1事業の維持管理費の暫定的な見積もりを表7.5.2に示す。処理場および下水管/ポンプ場(P/S)の総額は、約195百万フィリピンペソ/年(約409百万円/年に相当)である。

表 7.5.2 フェーズ1 下水道施設における維持管理費の予備的積算

No.	Item	O&M Cost		Note
		(PHP million/year)	(JPY million equivalent)	
1	Wastewater Treatment Plant (WWTP)	148.7	312.2	40,000 m3/day
1)	Energy Cost	53.2	111.7	
2)	Chemical Cost	15.2	32.0	
3)	Sludge disposal cost	0.9	1.8	
4)	Manpower cost	5.3	11.1	
5)	Maintenance cost	74.1	155.5	
2	Wastewater Collection Facility	46.0	96.6	
1)	Energy Cost for Pumping Stations	5.3	11.1	Main P/S in WWTP Lift stations in barangays
2)	Maintenance Cost for Sewer and P/S	40.7	85.5	
	Total O&M Cost	194.6	408.8	

注: PHP/JPY = 2.10 as of July 2019

出典: 調査団

7.5.3 設備更新費

7.6節での30年間の財務分析のため、電気機械設備の更新費用を表7.5.3に示すように算出した。条件を簡素化するために、処理場の試運転から20年後にすべての機器を更新すると想定した。これは日本では一般的に性能を担保するため15年から20年で機器を更新すること、途上国では予算不足等によりできるだけ長期間使用される傾向にあることによる。土木/建築構造物と管は、適切な定期的修繕で20年以上使用することができるものとした(修繕費は維持管理費に含まれる)。フェーズ2事業の開始が遅れる場合、フェーズ1事業での施設の更新計画とフェーズ2事業での追加施設の設置計画を合わせて検討する必要がある。

表 7.5.3 フェーズ1 下水道設備の更新費の予備的積算

No.	Item	Renewal Cost (after 20)		Note
		(PHP million)	(JPY million equivalent)	
(1)	Wastewater Treatment Plant (WWTP)	1,449	3,043	40,000 m3/day (Phase-1)
1)	Civil and Building	444	932	Architectual equipment (lighting, fans, etc.)
2)	Water treatment facility	537	1,128	MBR
3)	Sludge treatment facility	468	983	Thickening, Dewatering, Drying (all mechanical)
(2)	Sewer pipeline	501	1,052	
1)	Trunk sewer from each area	246	516	Minor replacements such as manhole covers, Survey, large scale cleaning & repair
2)	Sanitary sewer in separate sewer area	0	0	
3)	Interceptor sewer in interceptor area	1	2	Flap gate
4)	Pumping stations	254	534	Manhole pumps
	Total Renewal Cost	1,950	4,095	

注: PHP/JPY = 2.10 as of July 2019

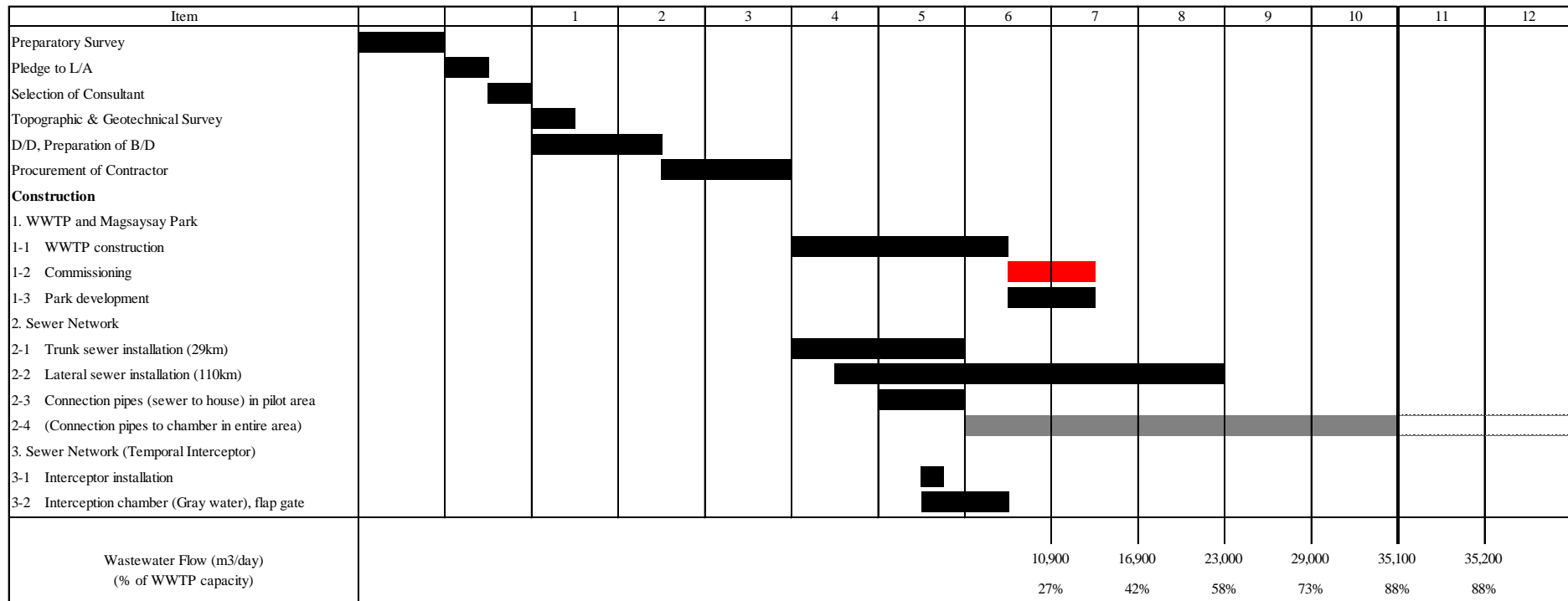
出典: 調査団

7.5.4 実施スケジュール

表 7.2.2 および表 7.2.3 に示すように、幹線下水道の延長は 29 km であり、枝線下水道の延長は 110 km である。これらの想定と建設工事に関する以下の想定に基づいて作成した、予備的な建設スケジュールを図 7.5.1 に示した。

下水処理場の試運転の開始時にできるだけ多くの下水を収集する必要がある。

分流式(枝線)下水道の布設は 4.5 年で、分流式下水道の一部に 20 m/日/パーティー×5 パーティーで実施すると設定した。これは、エリア A 全体の場合よりも余裕のある工程である。戸別接続は 2 世帯/日×10 パーティーにて迅速に行う。これらの工事は、瑕疵担保期間(DNP)(プロジェクトの開始から 10 年)の終了までにすべての建設工事を完了できるよう実施する。これは、エリア A 全体の場合よりも現実的な工期である。



注: * Lateral sewer installation with 20 m³/day/party by 5 construction parties (total 29,000 m³/day) in 2030 *40,000 m³/day in 2045
 Connection pipes to chambers in entire area with gray color is assumed to be local portion by implementing agency

出典: 調査団

図 7.5.1 フェーズ1事業の予備的事業実施スケジュール

7.6 フェーズ1事業における財務分析

7.6.1 費用

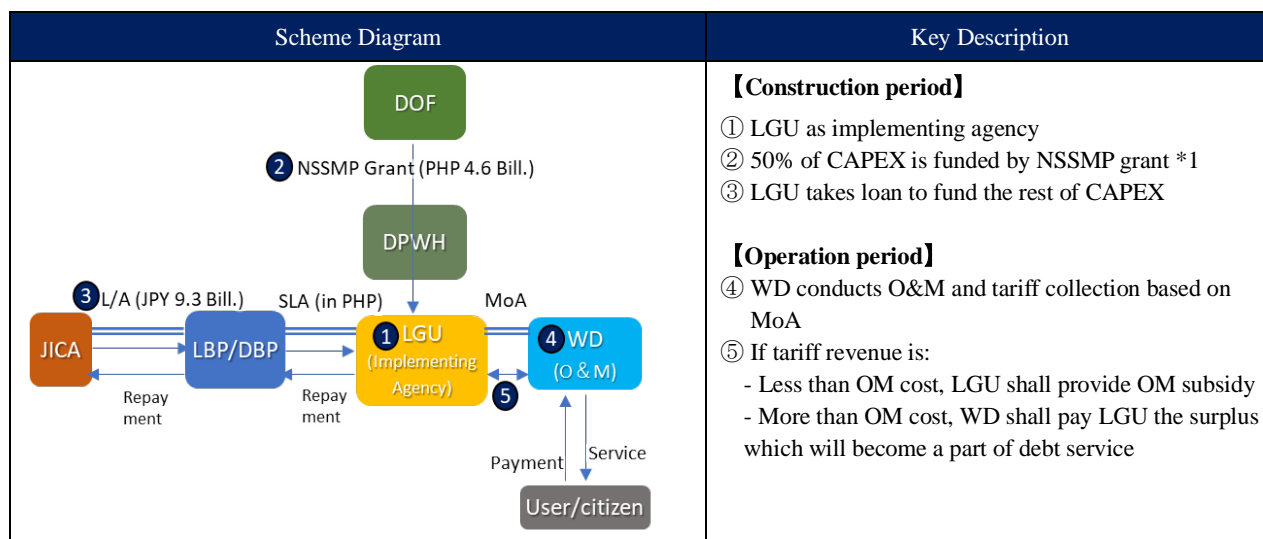
フェーズ1にかかる概算費用を表7.6.1に示す。初期費用の50%にNSSMP補助金を充当すると残り50%はPHP4,653百万となる。

表 7.6.1 フェーズ1にかかる概算費用

Item	Unit	Phase 1
Initial Cost before NSSMP Grant	PHP mil	9,306
Initial Cost after the Grant	PHP mil	4,653
OPEX (annual)	PHP mil	195
Renewal Cost (at 20th year)	PHP mil	1,950

出典：調査団

下図はLGUを実施機関としてフェーズ1事業を実施した場合のスキーム図である。借入部分はJICA ODA ローンを原資としたツーステップ・ローン进行を想定する。



出典：調査団

図 7.6.1 LGU を実施機関とした場合のスキーム図 (フェーズ1事業)

7.6.2 有収水量

フェーズ1の有収水量推計を下表に示す。DCWDのデータを基に、フェーズ1事業対象エリアにおける商業用消費水量は家庭用消費水量の30%と想定する。

表 7.6.2 フェーズ1事業における有収水量推計

	Class	unit	2015	2022	2030	2045
Phase 1	Resi.	mil m3/year	10	11	12	15
	Comm	mil m3/year	3	3	4	4
	Total	mil m3/year	13	14	16	19

出典：調査団

7.6.3 ケース設定

資金スキーム、費用負担におけるケース設定は優先事業(エリア A)のケース設定を踏襲する。

- ベースケース: NSSMP 補助金適用後、残りの CAPEX は LGU 予算 (開発基金) を充当する。
- ケース 1: NSSMP 補助金適用後、残りの CAPEX は LGU がツーステップ・ローン借入金を充当する。
- ケース 2: NSSMP 補助金適用後、残りの CAPEX は LGU 予算 (開発基金) およびツーステップ・ローンを 50% ずつ充当する。
- ケース 3: NSSMP 補助金適用後、残りの CAPEX は LGU と DCWD が 70%、30% の割合で負担する。負担額はエクイティ、ツーステップ・ローンを 50% ずつ充当する。

各ケースにおける初期費用の負担割合を下表の通り示す。

表 7.6.3 各ケースにおける初期費用負担割合

Case	Agency	Initial Cost Share	Equity/Loan	million PHP
Base Case	LGU	100%	Equity	4,653
			Loan	0
	DCWD	0%	Equity	0
			Loan	0
Case 1	LGU	100%	Equity	0
			Loan	4,653
	DCWD	0%	Equity	0
			Loan	0
Case 2	LGU	100%	Equity	2,326
			Loan	2,326
	DCWD	0%	Equity	0
			Loan	0
Case 3	LGU	70%	Equity	1,629
			Loan	1,629
	DCWD	30%	Equity	698
			Loan	698

出典：調査団

7.6.4 前提条件

フェーズ 1 事業の財務分析にかかる前提条件は、以下の通り優先整備地区 (エリア A) 事業の財務分析前提条件を踏襲するものの、建設期間は 1 年短縮の 8 年とする。

- ・プロジェクト・ライフ: 30 年
- ・建設期間: 2022 - 2029 (8 年)
- ・オペレーション開始年: 2028
- ・初期費用の 50% を NSSMP 補助金から充当する
- ・オペレーション開始後 20 年目に大規模更新
- ・2019 年価格にて固定 (インフレーションの影響は除外)

- ・割引率：6%¹
- ・借入金利: 6.46% p.a. (ツーステップ・ローン、固定金利)²
- ・フロントエンド・フィー：借入額の 0.2% (初年度のみ)
- ・下水道料金: 家庭料金 PHP 10 /m³、商業料金 PHP 20 /m³

7.6.5 財務分析結果

(1) フェーズ1事業キャッシュフロー予測 (ベースケース)

ベースケースにおいて NPV はマイナス PHP 3,895 百万、FIRR は算出不可であった。

表 7.6.4 事業キャッシュフロー (ベースケース)

Project Year	Year	CAPEX	NSSMP Grant	OPEX	Renewal Cost	Revenue (Residential)	Revenue (Commercial)	Net Cashflow
1	2022	-1,163	582	0	0	0	0	-582
2	2023	-1,163	582	0	0	0	0	-582
3	2024	-1,163	582	0	0	0	0	-582
4	2025	-1,163	582	0	0	0	0	-582
5	2026	-1,163	582	0	0	0	0	-582
6	2027	-1,163	582	0	0	0	0	-582
7	2028	-1,163	582	-195	0	118	71	-587
8	2029	-1,163	582	-195	0	119	72	-585
9	2030	0	0	-195	0	121	72	-2
10	2031	0	0	-195	0	122	73	1
11	2032	0	0	-195	0	124	74	4
12	2033	0	0	-195	0	126	76	7
13	2034	0	0	-195	0	128	77	10
14	2035	0	0	-195	0	129	78	13
15	2036	0	0	-195	0	131	79	15
16	2037	0	0	-195	0	133	80	18
17	2038	0	0	-195	0	135	81	21
18	2039	0	0	-195	0	137	82	24
19	2040	0	0	-195	0	138	83	27
20	2041	0	0	-195	0	140	84	30
21	2042	0	0	-195	0	142	85	32
22	2043	0	0	-195	0	144	86	35
23	2044	0	0	-195	0	145	87	38
24	2045	0	0	-195	0	147	88	41
25	2046	0	0	-195	0	147	88	41
26	2047	0	0	-195	-1,950	147	88	-1,909
27	2048	0	0	-195	0	147	88	41
28	2049	0	0	-195	0	147	88	41
29	2050	0	0	-195	0	147	88	41
30	2051	0	0	-195	0	147	88	41
	NPV	-7,224	3,612	-1,722	-429	1,167	700	-3,895
							FIRR	#NUM!
							Revenue/OPEX	108%

出典：調査団

各年のネットキャッシュフローは 10 年目からプラスに転じる。要因の一つに対象エリアの商業利用率が 30%と、エリア A 全体 (20%) に比して高いことが挙げられる。O&M 回復率は

¹ 長期国債(20年)の過去 10 年平均

² 内訳は表 6.7.3 に記載

108%と、運営費用は料金収入でカバーできる水準である。フルコスト・リカバリーには PHP 30.9/m³ (家庭用) が必要となる。

(2) ケース比較

他ケースにおいても料金水準が PHP 10 /m³ (家庭用) の場合 NPV はマイナスの値を示した。下表は各ケースにおける NPV、O&M 費回復に必要な料金水準およびフルコスト・リカバリーに必要な料金水準を示す。ケース1は事業の赤字幅が最小であった。

表 7.6.5 ケース比較表 (フェーズ1事業)

Item	unit	Base	Case 1	Case 2	Case 3
NPV (at 10 peso/m3)	million PHP	-3,895	-2,988	-3,441	-3,441
Tariff needed for OPEX recovery	peso/m3	9.2	9.2	9.2	9.2
Tariff needed for full cost recovery	peso/m3	30.9	26.0	28.4	28.4

出典：調査団

表 7.6.6 は LGU および DCWD それぞれの財務負担額をライフサイクルコストで示している。

表 7.6.6 各ケースにおける LGU および DCWD の財務負担

	NPV (mil PHP)	
	LGU	DCWD
Base	-3,895	0
Case 1	-2,988	0
Case 2	-3,441	0
Case 3	-2,494	-947

出典：調査団

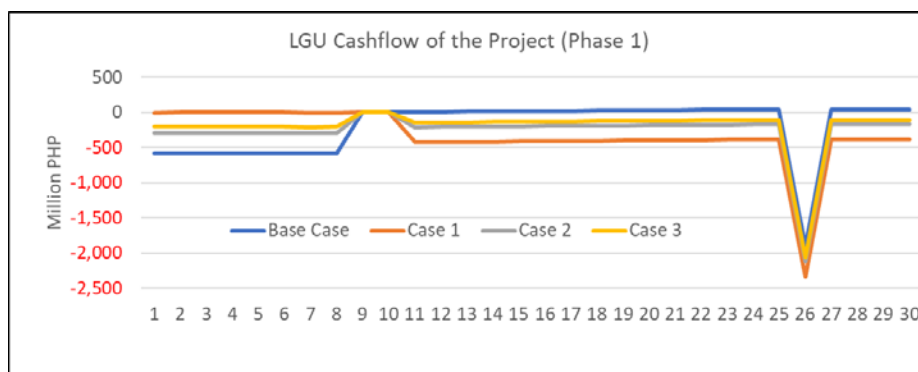
ライフサイクルコストが最小であるケース1における LGU の支出額および内訳を下表に示す。フロントエンド・フィーは1年目に計上され、11年目より元利合計 PHP 421 百万のデット・サービスが発生する。これは LGU の開発基金への予算割当て内におさまる水準である。また運営開始後3年間は運営補助金が必要であるが、以降は下水料金収入が O&M 費を上回る試算である。

表 7.6.7 LGU 財務負担および内訳 (フェーズ1事業) ケース1

Financial Burden of LGU (Phase 1) (unit: PHP million)						
Year	Equity Injection during Construction	Principle Repayment	Interest Payment	Operation Subsidy	Renewal Cost Payment	Total
1	0	0	-9	0	0	-9
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	-6	0	-6
8	0	0	0	-4	0	-4
9	0	0	0	-2	0	-2
10	0	0	0	1	0	1
11	0	-120	-301	4	0	-417
12	0	-128	-293	7	0	-414
13	0	-136	-285	10	0	-411
14	0	-145	-276	13	0	-408
15	0	-155	-266	15	0	-406
16	0	-165	-256	18	0	-403
17	0	-175	-246	21	0	-400
18	0	-187	-234	24	0	-397
19	0	-199	-222	27	0	-394
20	0	-211	-210	30	0	-391
21	0	-225	-196	32	0	-389
22	0	-240	-181	35	0	-386
23	0	-255	-166	38	0	-383
24	0	-272	-149	41	0	-380
25	0	-289	-132	41	0	-380
26	0	-308	-113	41	-1,950	-2,330
27	0	-328	-93	41	0	-380
28	0	-349	-72	41	0	-380
29	0	-371	-50	41	0	-380
30	0	-395	-26	41	0	-380
					NPV	-2,988

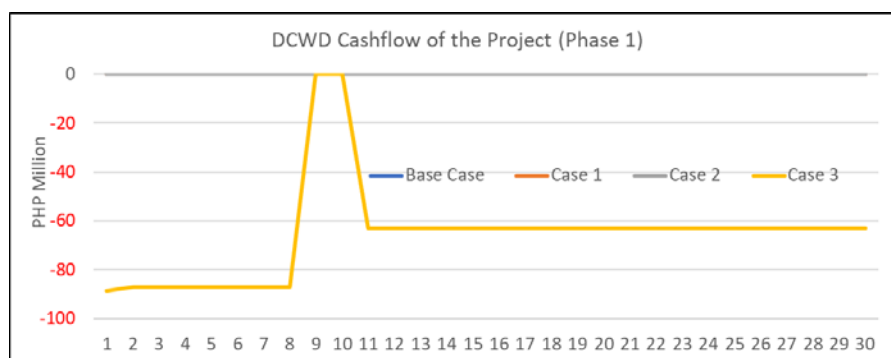
出典：調査団

図 7.6.2 および図 7.6.3 は各ケースにおける LGU および DCWD の財務負担額を示す。



出典：調査団

図 7.6.2 各ケースにおける LGU 財務負担



出典：調査団

図 7.6.3 各ケースにおける DCWD 財務負担

(3) まとめ

優先整備地区をフェーズ分けすることで、事業費が約半分になり毎年のデット・サービス額が LGU の開発基金予算内に収まる水準となることが分かった。またフェーズ 1 事業は収入が運営支出を上回るシミュレーション結果であることから LGU の財政負担が軽減される。

6.7.2 項 (エリア A 事業財務分析) において既述の通り、LGU と DCWD が事業費を分担することが望ましい。そのためには LWUA がリングフェンシング条項を見直し、水道区による上下水一体の財務管理が可能となるような制度構築が期待される。

7.7 フェーズ 1 の環境社会配慮

本情報収集確認調査におけるプレ F/S 調査段階では、本報告書の第 6 章に Area A における事業に対する Without Project 分析、環境社会配慮調査の予備的スコーピング、環境社会配慮調査の TOR 素案、および環境チェックリストについて整理した。Area A における環境社会配慮の各調査結果は、以下の示す条件等に基づき、フェーズ 1 事業に対する環境社会配慮の基本的な考え方に適応可能となる。

- フェーズ 1 における WWTP はフェーズ 2 における拡張を考慮した建設提案を基本としている。
- フェーズ 1 及び 2 の下水管路は Area A の既存道下に敷設する。
- フェーズ 1 地区とフェーズ 2 地区の環境社会状況は基本的に同じ様相を呈している。
- 事業用地より広い範囲における環境社会影響を検討している。

上記の状況を考慮しているが、しかしながら、段階的アプローチにおいて社会配慮の観点から以下に示す諸点についての留意が必要となる。

- 2019 年実施の HIS 調査結果として、回答者 86.5% が下水処理施設整備を期待している。従って、フェーズ 1 と 2 とした事業の段階的アプローチを遂行する際には「公平性」を考慮する必要がある。特に、住民協議を事前に開催し、各事業予定地域において段階的アプローチ採用することに対する合意 (コンセンサス) を得ておく。
- フェーズ 1 事業の影響評価は、フェーズ 2 が実施する際に再評価をする。

第8章 協力準備調査のための予備的情報収集

本章では、ダバオの下水道整備に関する JICA の準備調査（フィージビリティ調査）に役立つと思われる主要な収集データについて記載する。

8.1 優先整備地区終末処理場候補地に関する情報収集

マグサイサイ公園で提案されている下水処理場の土地情報、計画、および設計は、候補用地の比較の観点から第6章で記載している。

8.2 地形・地質・水理・測量等基礎情報の収集・整理

8.2.1 地形情報

付属資料 8.1 に示すように、5メートルごとの等高線間隔のポブラシオンおよびアグダオ地区の地形図および主要ポイントの詳細な土地標高データがダバオ市計画部局（CPDO）によって提供された。ほとんどの地域の標高は5 m 未満である。ポブラシオン 19-B のみが高地で、最高標高は30 m 以上である。

8.2.2 地質情報

(1) ダバオ川沿岸

付属資料 8.2 の図 A8.2.1 に示すように、2か所のダバオ川沿いの地質データを収集した。

ダバオ川において最下流に位置する橋であるボルトン橋のデータは、付属資料 8.2 の表 A8.2.1 に示すように、市の土木部から収集された。同データによると、ダバオ川の土壌は一般に黒色のシルト質の砂で、地表から10.5 m まで砂利があることが明らかになっている。SPT（N 値）は浅い土壌（0-3m）で17 を超え、6 m を超える深さの1つの値は24 を超えている。これにより、川辺、海辺地域の地質条件が硬いことを示されている。

内陸部で得られた、将来のダバオ市バイパス道路の線形とダバオ川を横断する別の地質工学データは、付属資料 8.2 の図 A8.2.2 に示す数値であった。データは、1) 0~2 m の深さにおいて土においてシルト質砂利、2) 2~7.5 m の深さにおいては土は弾性シルト、3) 深さ7.5 m 以上においてはシルト質の砂利の土壌に分類されることを示している。SPT（N 値）は12 を超えており、その地域の地質条件が硬いことを示している。

(2) ダバオ湾側

ポブラシオンとアグダオ地区の海岸地域のデータは、DPWH から収集した。図 A8.2.3 にデータの4か所を示し、付属資料 8.2 の表 A8.2.2 に土質データの概要を示す。図 A8.2.4 から A8.2.7 に、詳細な柱状図を示す。

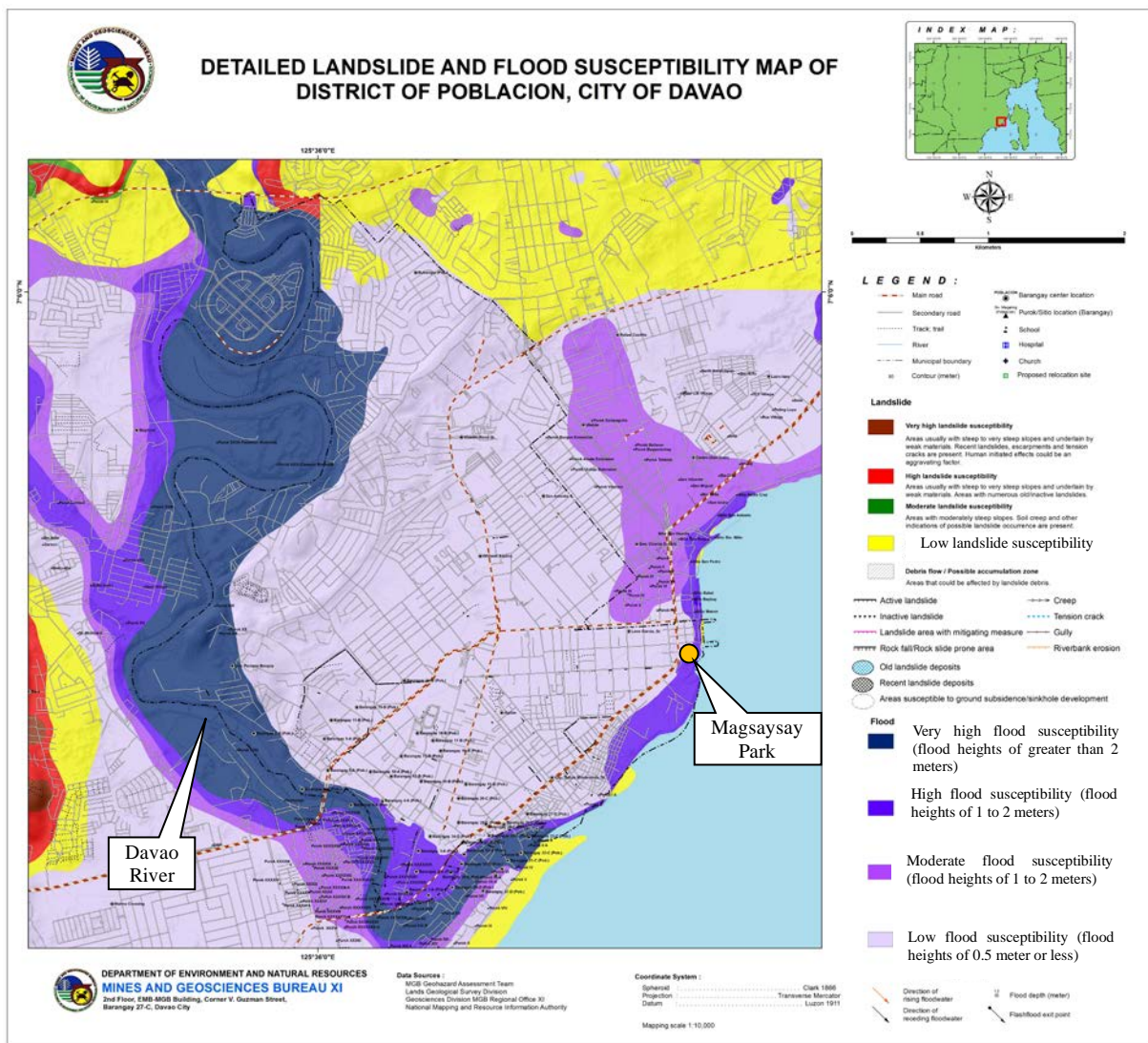
一般に、土質条件は海辺でも十分に硬く、SPTN 値は最も浅い層（地面から 0～3 m）で 10 を超え、20 m までのすべての土質はシルトを含む砂である。

8.2.3 洪水情報

(1) 浸水ハザードマップ

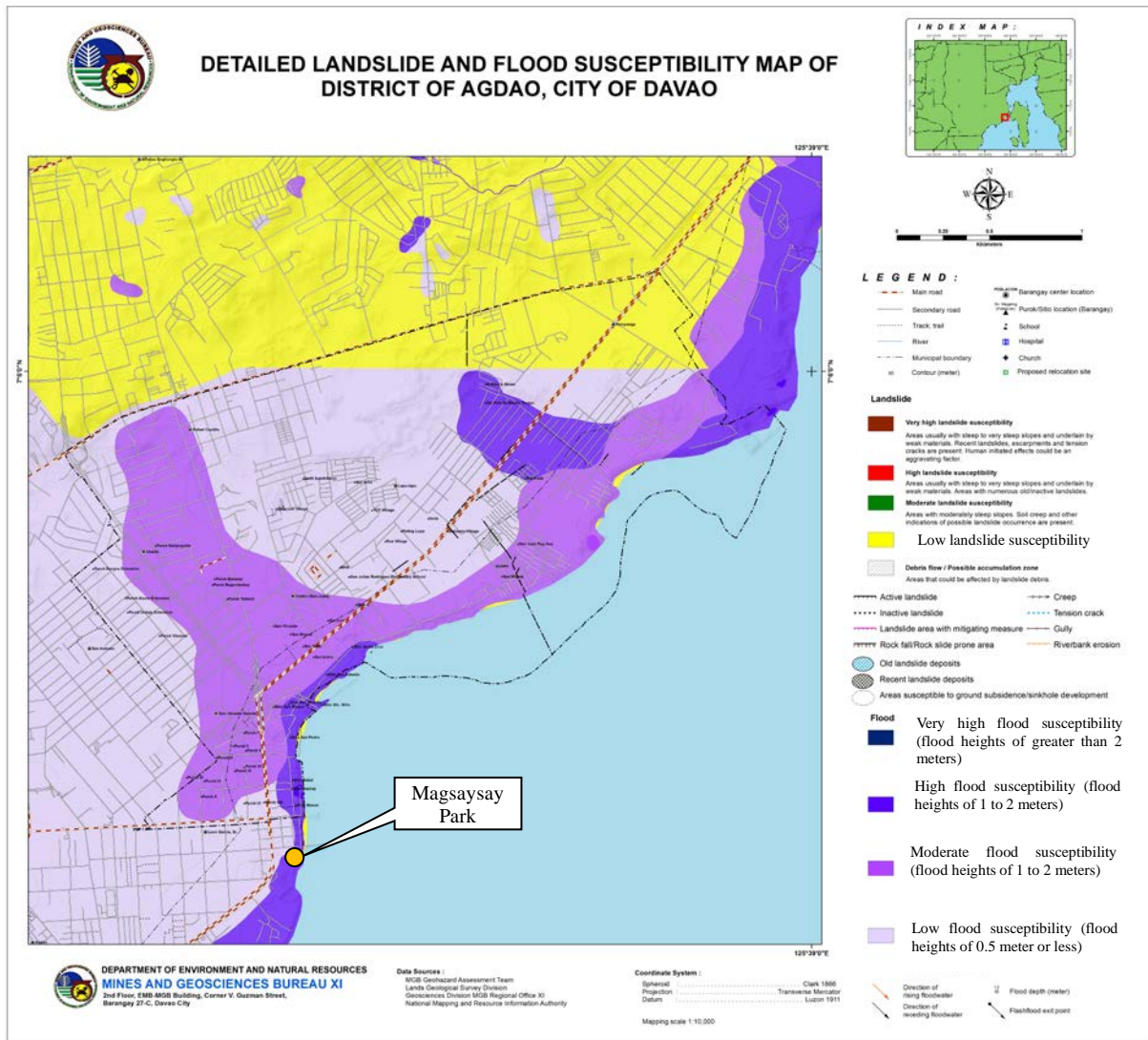
1) エリア A

市内中心部にあるポブラシオン地区とアグダオ地区の洪水ハザードマップを、それぞれ図 8.2.1 と図 8.2.2 に示す。 マグサイサイ公園周辺の海辺は、1～2 m の浸水となり洪水の影響を受けやすい地域に分類される。



出典: Mines and Geoscience Bureau XI, DENR

図 8.2.1 ポブラシオン地区の洪水ハザードマップ

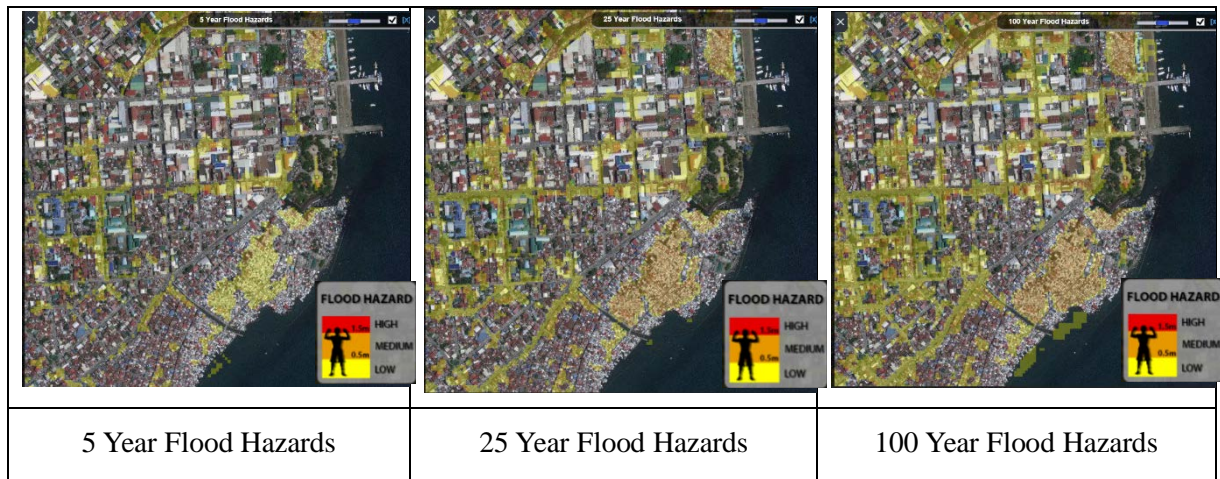


出典: Mines and Geoscience Bureau XI, DENR

図 8.2.2 アグダオ地区の洪水ハザードマップ

2) マグサイサイ公園周辺

ポブラシオン地区の北東端に位置し WWTP の候補地であるマグサイサイ公園周辺の 5 年、25 年、100 年の確立年の洪水ハザードマップを図 8.2.3 に示す。深さ 1.5 m 以上の高洪水地域は、この地域には存在しない。深さ 0.5 m を超える中程度の洪水地域は、公園の南の過密地域 (バラングイ 23-C の中心)、およびラモンマグサイサイ通りとサンタアナ港の近くの一部の地域に集中している。



出典: Nationwide Operational Assessment of Hazards (NOAH) (www.nababaha.com)

図 8.2.3 ポブラシオン地区の北に位置するマグサイサイ公園周辺の 5 年確率の洪水

(2) 洪水記録

3.1 項の表 3.1.1 に示すように、2018 年の最大の洪水は、ポブラシオン地区（バラングイ 20-B）の北にある JP ローレルアベニューの隣のダバオ電力会社（DLPC）で発生した。記録は、0.70 m で 1 時間継続した。

ポブラシオン地区において、ファンルナ通り、スアゾ通り、およびポンシアーノ通りで 2 番目に高い記録として 0.50 m の洪水記録もあった。それらの領域を図 8.2.4 に示す。



出典: ダバオ市排水課記録に基づき調査団

図 8.2.4 2018 年のポブラシオン地区における洪水箇所

JICA 調査団はまた、最近の洪水記録について、ポブラシオンおよびアグダオ地区（A 地区）の処理場の候補地であるマグサイサイ公園近くのバラングイ職員にヒアリングを行った。バラングイは洪水の公式記録を保持しておらず、下記のように回答した。

-バラングイ 23-C（マグサイサイ公園の南方向）：この地域は満潮時に水位が上昇するが、豪雨による洪水は発生していない。

-バランガイ 27-C(東端のマグサイサイ公園を含む):バランガイ関係者が把握している限り、公園において洪水は発生していない。他の海岸地域と共通する地域において、水位が1~1.5フィートまで上昇しているが、それは過去5年ではなく、かなり以前の高潮時に発生していた。関係者によると、水位の上昇はごく短時間であり、通常は30分未満である。

(3) まとめ

洪水ハザードマップ、洪水記録、および土地の状態から、プロジェクト中の洪水に関して下記が推測できる。

- 1) マグサイサイ公園は、周辺地域に比べて標高が高いため、処理場の候補地として大雨で浸水することはない。公園の低い部分で最大20cmの短時間の洪水のみ発生すると予想される。このような小規模な洪水は、土地の再造成を適切に行い排水路を清掃することによって回避可能である。
- 2) バランガイ 23-Cなどの公園周辺の地域は標高が低く、多くの不法占拠者(南)が存在し、50cmの高さの浸水が発生する。さらに、公園の西に位置するラモンマグサイサイ通りには、最大30cmの浸水が発生する。

8.2.4 潮位データ

優先エリアAにおける処理場の候補地は海沿いにあるため、処理場からの放流と土地造成の高さを検討するため、ダバオ湾の潮位データを取得した。結果を表8.2.1に示す。日内変動は約1.5mであるが、月内および年内変動は2.0m以上である。最小水位は、年内変動において徐々に増加する(治水マスタープランチームによると、0.0031m/年)。

表 8.2.1 ダバオ湾の海水位

Target Period	Maximum (m)	Minimum (m)	Difference (m)	
Daily example (23 May, 2019)	3.627 (0.826)	2.177 (-0.624)	1.450	
Monthly example (April 2019)	3.992 (1.191)	1.839 (-0.962)	2.153	
Yearly	2016	3.969 (1.168)	1.674 (-1.127)	2.295
	2017	4.194 (1.393)	1.785 (-1.016)	2.409
	2018	4.102 (1.301)	1.770 (-1.031)	2.332
Jan 1998- May 2019	4.295 (1.494) (30/Mar/2006)	1.616 (-1.185) (26/Nov/2015)	2.679	

注: 1. Abnormal values were excluded from raw data

2. Inside brackets are elevation from mean sea level (MSL) based on NAMRIA standard

出典: Permanent Service for Mean Sea Level (<https://www.psmsl.org/data/obtaining>)

治水マスタープランチームによると、100年で最高の潮位はMSL + 1.43mと推定されている。マグサイサイ公園の北にあるサンタアナ港の土地の標高は、MSL + 1.2~1.3m前後であるため、港は10~20cmの深さで浸水する。一方、マグサイサイ公園の地盤高は約2.2~2.5mである。したがって、満潮による海水位は、最高潮位の場合でもマグサイサイ公園の地盤高に到達しない。そのため、処理場において盛土工事は必要ない。

8.2.5 土地利用情報

2013-2022年の土地利用（ゾーニング）計画を、ダバオ市ウェブサイトから入手した。計画を付属資料 8.3 に示す。ポブラシオン地区のほとんどの地域は、商業地区の低密集の住宅ゾーンである（バランガイ 19-B）。一方、アグダオ地区は、住宅ゾーン、商業ゾーン、軽工業ゾーンで構成されている。実際の土地利用は、ゾーニング計画とは大きく異なる。たとえば、既存産業はアグダオ地区の北東周辺に限定されている。対象地域における産業と種類は、流入する汚水の流量と水質の観点から重要であるため、表 8.2.2 に示すように基本的な情報を確認した。

表 8.2.2 ポブラシオン地区およびアグダオ地区における既存産業

No.	Industry Name	Type	Address	Average Water Consumption (m ³ /day)	Current Treatment
1	JM Agro Industrial Trading Corporation	Semi-Processing of Cacao Products (light industry)	R Castillo St., Brgy. Lapu-Lapu, Agdao District	142	Septic Tank
2	CMF Noodles & Food Manufacturing	MIKI (Noodles); Warehouse	R. Castillo St., Brgy. Lapu-Lapu, Agdao District	N/A	Septic Tank
3	Global VBC Herbal Products, INC	Herbal Products	IÑIGO St., BO. Obrero, Brgy. Paciano Bangoy, Agdao District	N/A	Septic Tank

出典: 調査団 with DCWD Average Fom

8.2.6 流出係数

ダバオ市の雨水の流出係数が、治水マスタープランチームによって計算された。流出係数は、地下浸透率と相関がある。一般に、流出係数が 0.70 の場合、地下浸透率は 30% である。エリア A に関連する排水地域の値は、付属資料 8.4 の表 A8.4.1 に示されており エリア A の最大値、最小値、および平均値は、それぞれ 0.80、0.32、および 0.65 である。したがって、雨水の地下浸透率は、この地域では 30% から 35% と想定されている。

8.3 汚水汚泥管理にかかる住民意識の確認

(1) 衛生状況に関する一般の認識

1) 衛生状況に関する評価

家の中、周辺の衛生状態に関するヒアリング評価が、第 3 章で述べた現在の衛生状態に関するヒアリングとともに HIS において確認された。結果を表 8.3.1 に示す。

臭気、管の閉塞、排水越流に関する「問題なし」の回答は IM4D から増加した。さらに、悪臭と管閉塞と排水の越流における「常時」の回答はすべて IM4D から増加した。

表 8.3.1 家の中および周辺の衛生に関する HIS 回答者の評価

Day	Offensive Odor				Pipe Clogging				Overflow of Wastewater				Mosquitoes	
	2019		IM4D		2019		IM4D		2019		IM4D		2019	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Always	85	16.4	52	2.6	52	10.0	10	0.5	38	7.3	23	1.1	244	47.1
Frequently	42	8.1	81	4.0	49	9.5	65	3.2	58	11.2	92	4.6	122	23.6
Sometimes	167	32.2	664	33.0	110	21.2	397	19.7	175	33.8	437	21.7	100	19.3
No problem	220	42.5	1,189	59.0	303	58.5	1,437	71.4	244	47.1	1,375	68.3	48	9.3
Not sure	2	0.4	28	1.4	2	0.4	105	5.2	1	0.2	87	4.3	2	0.4
No response	2	0.4	0	0.0	2	0.4	0	0.0	2	0.4	0	0.0	2	0.4
Total	518	100.0	2,014	100.0	518	100.0	2,014	100.0	518	100.0	2,014	100.0	518	100.0

出典: 調査団

(2) 下水道に関する質問

1) 下水道への期待

下水道整備への期待を表 8.3.2 に示す。回答者の大部分 (86.5%) は、下水道整備に期待している。

表 8.3.2 下水道への期待

Expectation for Sewerage	2019		IM4D	
	Nos.	%	No.	%
Yes	448	86.5	N/A	
No	20	3.9	N/A	
I don't know	18	3.5	N/A	
No response	32	6.2	N/A	
Total	518	100.0	N/A	

出典: 調査団

2) 下水道への否定的見解の理由

表 8.3.2 の下水道整備に否定的な回答者のうち、70%以上が表 8.3.3 に示すように現状に満足している。

表 8.3.3 下水道へ否定的な理由

Reason of Negative to Sewerage	2019		IM4D	
	Nos.	%	Nos.	%
Nearby environment is enough good	40	71.4	N/A	
Don't want to pay for sewerage system at all	7	12.5	N/A	
Septage management with septic tank is enough	1	1.8	N/A	
Drainage improvement by the city/DPWH should be higher priority.	7	12.5	N/A	
Other	1	1.8	N/A	
Not applicable (positive to sewerage system)	462	-	N/A	
Total	518	100.0		

出典: 調査団

3) 公共水域の環境改善を期待する主な理由

公共水域の環境改善を期待する主な理由を表 8.3.4 に示す。比較的多数の居住者が環境改善に対して肯定的な反応を示した。

表 8.3.4 環境改善へ期待する理由

Environmental improvement	2019		IM4D	
	No.	%	No.	%
I hope to improve the public water body and can pay the certain amount for the environmental improvement itself	254	49.0	N/A	
I hope to improve the public water body and can pay the certain amount as an extension of improvement of living condition near my house	224	43.2	N/A	
I hope to improve the public water body but don't want to owe the cost for the improvement	24	4.6	N/A	
Improvement of the public water body is not my business	2	0.4	N/A	
Other	0	0.0	N/A	
No response	14	2.7	N/A	
Total	518	100.0		

出典: 調査団

8.4 ダバオ市の下水道整備に活用可能な本邦下水道技術の概要

8.4.1 本邦下水道技術

3.9 節に示した既存の課題および本邦下水道技術を有する企業へのヒアリング調査を通じ、ダバオ市における下水道システムに活用可能な技術を整理し、表 8.4.1 に示すとおりまとめた。特にダバオ市に優位となる技術について付属資料 8.5 に示す。

表 8.4.1 本計画に適用可能な本邦下水道技術

Issue	Effective technologies	Applicable sewerage technologies
1. Pipeline		
<ul style="list-style-type: none"> ➢ The rapid sewerage system development is required considering the sewerage coverage is currently 0%. ➢ Difficulty to install pipes by open-cut method in the urban area 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Non-open cut method with less impact to residential (pipe jacking method and shield tunneling method) 	<ul style="list-style-type: none"> (1) <u>Pipe jacking method (Long distance and curved jacking)</u> (2) Pipe jacking method (Small diameter for house connections) (3)
2. Wastewater Treatment Facility (WTF)		
<ul style="list-style-type: none"> ➢ Limitation of WWTP site ➢ Shortage of O&M staff ➢ Response to the strict effluent standard (Advanced treatment) ➢ On-site/community treatment in rural area ➢ High electricity cost 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Compact treatment system with simple operation and maintenance ➢ Applicable technologies for advanced treatment ➢ Unit type treatment ➢ Energy-saving treatment process/equipment 	<ul style="list-style-type: none"> (1) (Deep type) Conventional activated sludge process (CAS) (2) Sequencing Batch Reactor (SBR) (3) Pre-treated Trickling Filter method (PTF)* (4) <u>Membrane Separation Bioreactor (MBR method)</u> (5) Integrated Fixed-Film Activated Sludge (IFAS/MBBR) (6) <u>Johkaso Technology</u> (7) <u>Other equipment (Energy-saving blower/diffuser)</u>
3. Sludge Treatment Facility (STF)		
<ul style="list-style-type: none"> ➢ Shortage of the sludge disposal site ➢ ➢ High electricity cost 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Technologies for the reduction of sludge volume and recycle ➢ Energy-saving equipment 	<ul style="list-style-type: none"> (1) <u>Energy-saving dehydrator</u> (2) <u>Mechanical dryer</u> (3) Recycle technology (composting technology, digestion gas power generator, utilization of construction material)

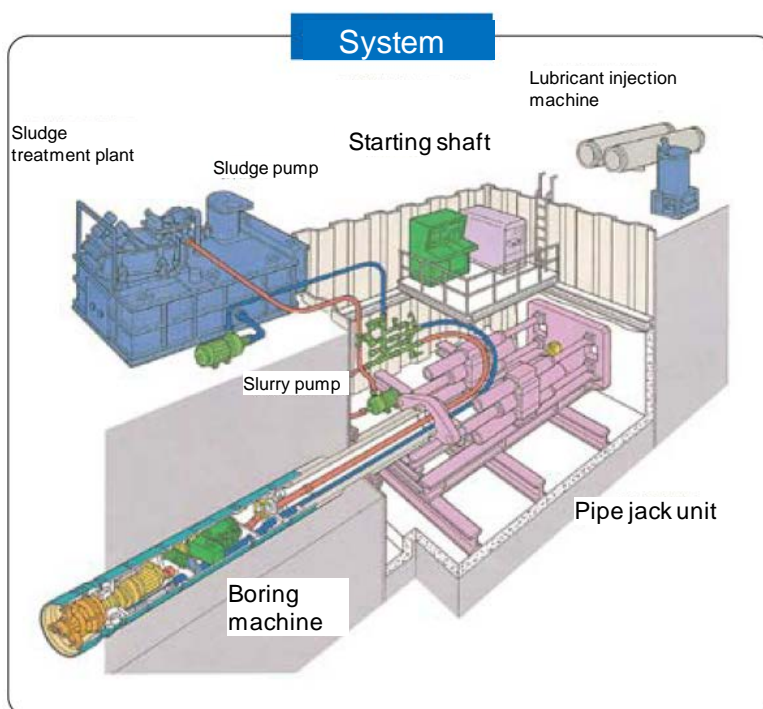
Issue	Effective technologies	Applicable sewerage technologies
(4) Operation and Maintenance		
<ul style="list-style-type: none"> ➢ Blockage of pipes and failure of pumps due to the inflow of sands and garbage to combined sewerage system ➢ Discharge of debris to the public bodies of water ➢ Shortage of O&M staffs ➢ Measure for high tide in WWTP 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Technology for automating O&M ➢ Asset management technology for database of sewerage facilities with information aimed at efficient operation ➢ Pump gate for forced drainage of treated water 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Auto flushing device for sewer (Flash Gate) (2) Vortex flow type water surface control device (3) <u>SCADA system</u> (4) Asset management system (5) Sewer optical fiber network system (6) Pump gate

出典: 調査団

8.4.2 下水管渠

(1) 長距離推進工法

本管渠計画では交通量の多い主要幹線道路における幹線管渠工事を予定している。長期間にわたり大規模な交通規制が必要となる開削工法の適用は困難であり、推進工法の適用が妥当であることは自明である。推進工法の概念図を図 8.4.1 に示す。推進方法において道路占用が発生するのは、発進及び到達立坑の周辺のみであるため、交通渋滞や工事の騒音や振動、廃棄物量を軽減することが可能である。



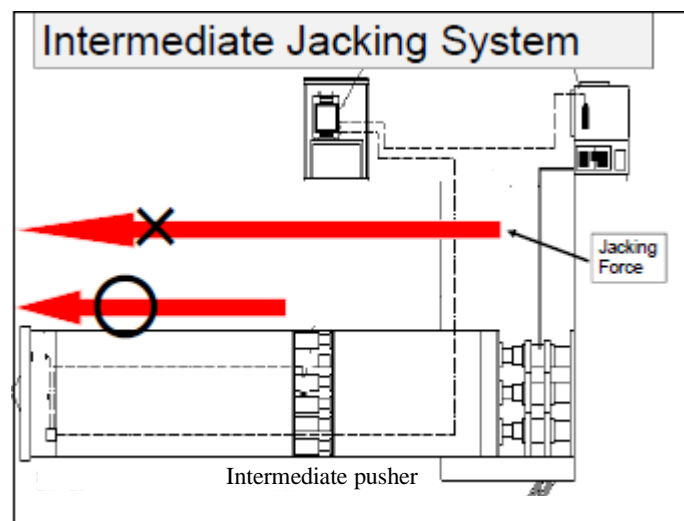
出典: メーカー資料

図 8.4.1 推進工法の概念図

管渠敷設工事時に発生する道路占用をさらに縮小する方法としては、本邦が強みとする長距離・曲線推進技術の適用が有効である。一般的な推進工法よりも1スパンをさらに長くすることで、発進及び到達立坑数を減らすことができ、道路占用を最小限に抑えることができる。長距離・曲線推進工法技術は、掘削機に装備した曲線造成ジャッキを用いて曲線を造成し、

推進力伝達材を推進管端部に設置することで、推進管を破損させることなく曲線線形に追従させる技術であり、本邦企業が大きくリードしている技術である。概念図を図 8.4.2 に示す。長距離推進工法を導入することにより、施工期間の短縮や建設費用の縮小を期待することができる。

本技術は、工法に関するものであるため、導入にあたっては施工技術及び実績の有無が極めて重要となる。例えば、本邦企業の滑材は滑材自動注入装置を用いて、注入量、箇所、時間を管理し効率的に注入される。また、カーブの制御は、掘進機に設置されたジャイロコンパスにより行われる。本邦企業はこれらの技術を用いて、これまでに海外における実績を多数積んでいることから、本技術の有望性は高いと考えられる。



出典: メーカー資料

図 8.4.2 長距離推進工法の概念図

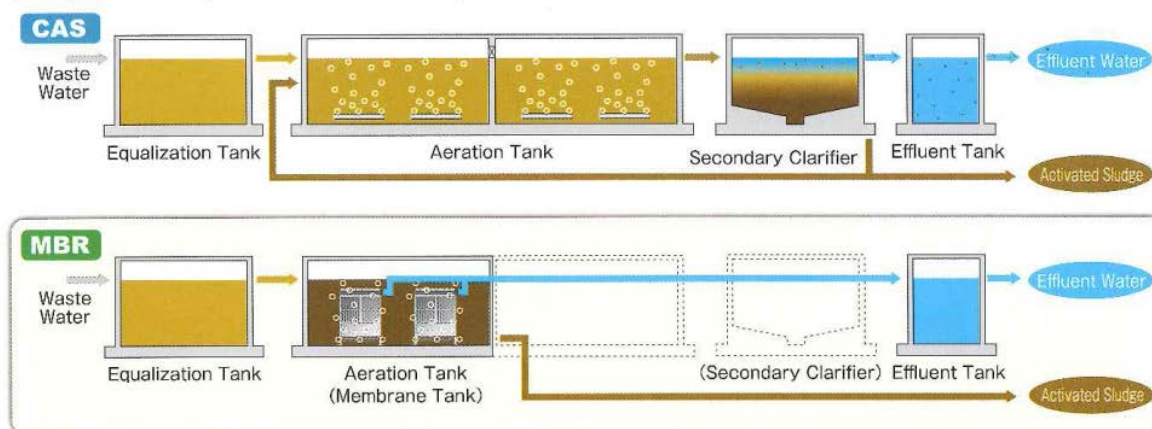
8.4.3 水処理技術

(1) 膜分離活性汚泥法 (MBR)

第6章で述べた通り、本計画では敷地面積の制約から膜分離活性汚泥法 (MBR) が採用されている。CAS と MBR の水処理フロー比較概念図を図 8.4.3 に示す。MBR は、膜を反応槽に導入することで、MLSS を高濃度に保ち運転することが可能となり、反応槽を劇的に縮小することができる。

Conventional Activated Sludge System (CAS) vs. Membrane Bioreactor (MBR)

The footprint of the MBR system is considerably smaller than that of a CAS system. The MBR system does not require a primary or secondary clarifier, while also having a reduced size of aeration tank.



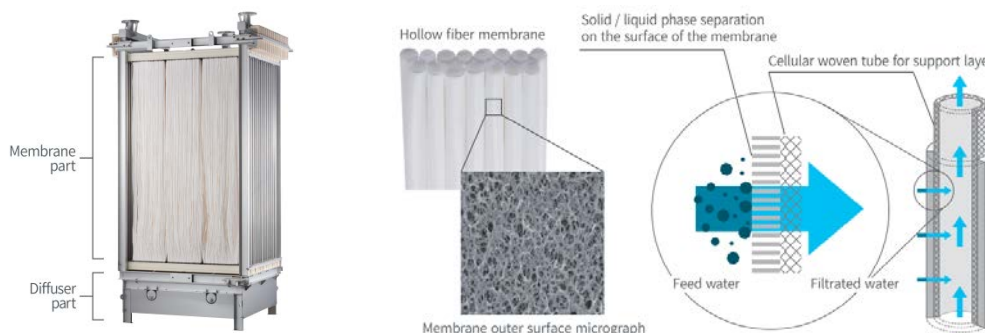
出典: メーカー資料

図 8.4.3 CAS と MBR の水処理フロー比較概念図

さらに、最終沈殿池を必要としないため、水処理施設全体としても設置面積を縮小することが可能である。技術的には、消毒工程も省略することが可能であるが、停電に備えて省略しないことが定石である。

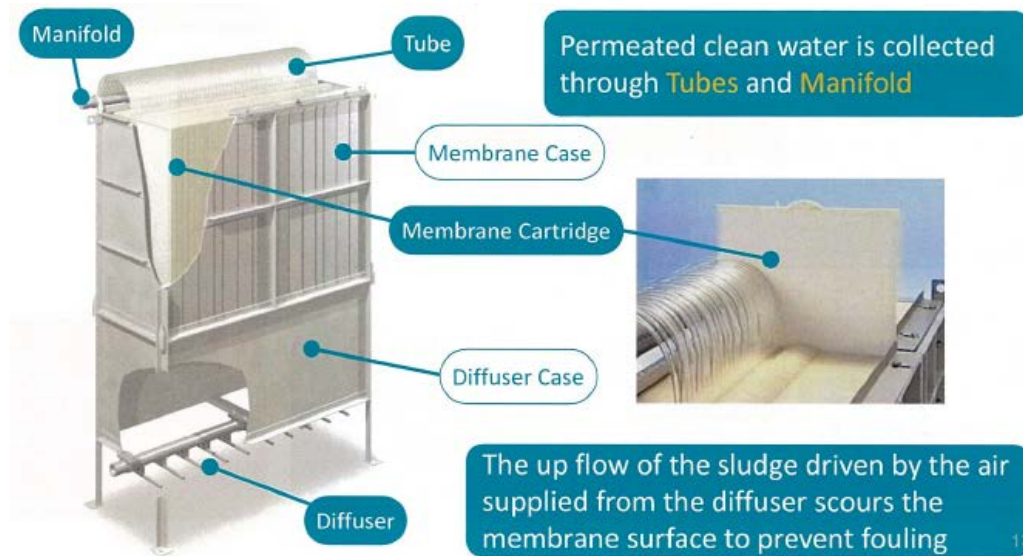
MBR に使用される膜の世界市場においては、本邦企業が 40% のシェアを占めており（2009 年時点）、販売実績の面からも本邦技術の優位性が裏付けられている。

MBR の膜を選択するにあたり、判断基準の一つとなるのが、設備導入後の維持管理である。MBR は年に数回薬品洗浄を行う必要があり、業者による定期的な維持管理作業が発生する。したがって、導入後の維持管理作業を迅速かつ円滑に実施することが可能な業者を選定する必要がある。例えば、支店がフィリピン国内にある業者を選択するという選定基準が考えられる。



出典: メーカー資料

図 8.4.4 中空糸膜ユニットの概念図



出典: メーカー資料

図 8.4.5 平膜ユニットの概念図

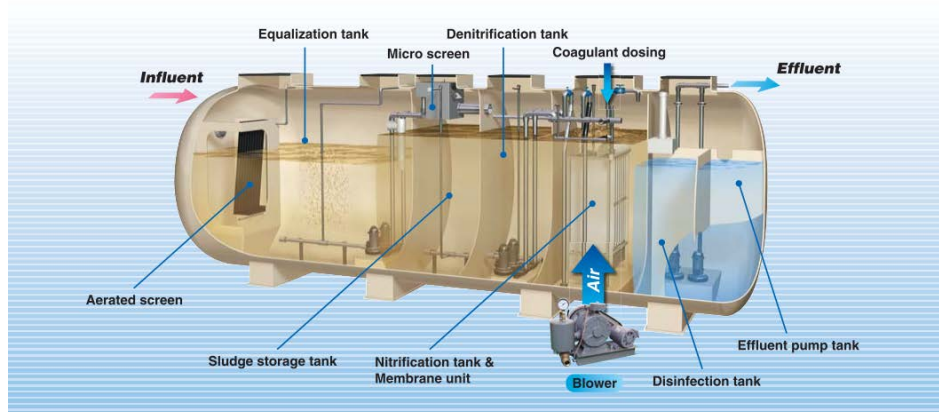
(2) 浄化槽（オンサイト処理）

本報告書において下水道整備区域ながら人口密集地ではない郊外地域において集合処理の他、オンサイト処理も適用することを提案した。オンサイト処理は、郊外および特に丘陵地において、下水処理場に送水するための長距離の下水道管やポンプ上の設置を避けることが可能であるため、効果的かつ合理的である。つまり、浄化槽技術はオンサイト処理に貢献可能である。この技術はコンパクトなユニットであるため、設置作業や運転・維持管理が容易となる。日本で長い間、浄化槽を設置してきた多くの経験を通じ、技術は改善され、窒素とリンを除去する生物学的栄養塩除去 (BNR) はいくつかのタイプで達成できるようになった。図 8.4.6 に BNR タイプの浄化槽のイメージを、表 8.4.2 に流入水と流出水の水質の例を示す。水域と流入水質に応じて、さまざまなタイプのユニットがあらゆる状況で利用可能となっている。BOD と窒素を処理する単純なユニットと、BOD のみを処理するユニットが存在する。さまざまなタイプを選択でき、システムはよりシンプルかつ効率化を図ることが可能である。200 m³/日単位の場合、1,000 人から発生する廃水を処理できる。

表 8.4.2 浄化槽における流入および放流水質例 (BNR タイプ)

Parameter	Influent	Effluent
BOD (mg/L)	50-450	≦5
COD (mg/L)	100	≦10
T-N (mg/L)	50-100	≦10
T-P (mg/L)	5	≦1

出典: メーカー資料



出典: メーカー資料

図 8.4.6 浄化槽概略図 (窒素・リン除去タイプ)



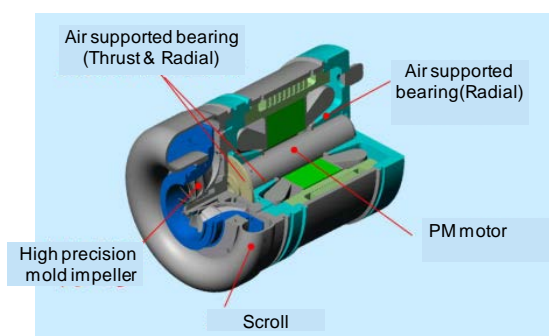
出典: メーカー資料

写真: 浄化槽例

(3) その他の機器 (省エネ技術)

1) 省エネ型送風機

反応槽に用いられる送風機の使用電力は、下水処理場全体の2割程度を占めると言われている。これはフィリピンのように電気料金が高地域では大きなインパクトを占める。そのため、省エネ型送風機は、機械損失のない空気浮上式軸受けや、インバータ制御に適した永久磁石 (PM) モータを採用するなどして、従来型よりも約10~15%の省エネを実現している。



< Appearance of blower package >

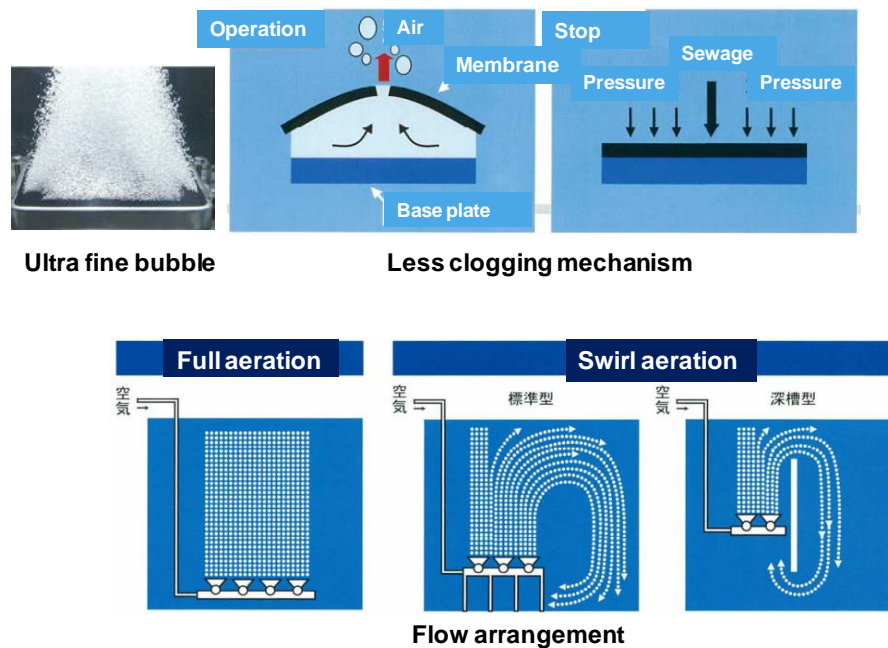
出典: メーカー資料

図 8.4.7 省エネ型送風機

2) 省エネ型散気装置（超微細気泡）

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

散気装置の配置によって、全面散気や旋回流にも対応している。



出典：メーカー資料

図 8.4.8 省エネ型散気装置（超微細気泡）



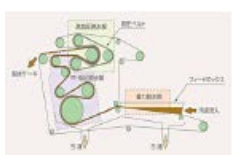
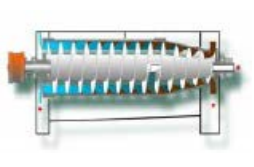
8.4.4 汚泥処理技術

(1) 汚泥脱水機

1) 汚泥脱水機の種類

本計画では、汚泥の処分方法が課題の一つとなっているため、汚泥処理工程の効率化は重要事項である。脱水工程でどこまで脱水できるかが、脱水工程や焼却工程といった後段の汚泥処理方法に大きな影響を与える。一般的に使用されている脱水機は、多段リング式（ヴァールト型）スクリープレス、スクリープレス、ベルトプレス、遠心分離型の 4 種類に大分される。これらについて比較表を表 8.4.3 脱水機の比較表の通りまとめた。

表 8.4.3 脱水機の比較表

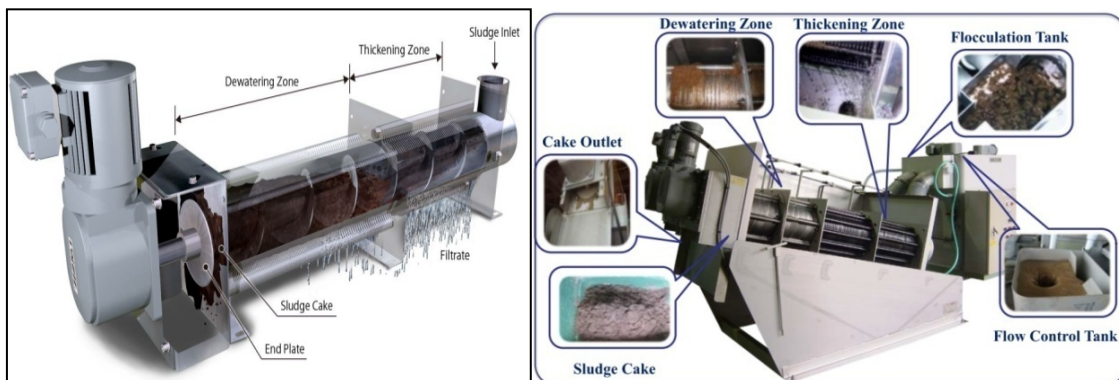
Category	Screw Press with Multiple Layered Rings	Screw Press (Other Type)	Belt Press	Centrifugal
Item				
Foot print	Small	Smallest	Largest	Large
Energy Consumption	Smallest	Small	Small	Largest
Initial cost	Smallest	Small	Largest	Largest
O&M cost	Smallest	Small	Largest	Largest
Ease of O&M	Easy	Easy	Not easy	Not easy

出典: メーカー資料に基づき JICA 調査団が作成

上記4種類のうち、1) 多段リング(Multiple Layered Rings) 式スクリュープレス、2) 他の種類のスクリュープレスが当該プロジェクトに有効と考えられる。

2) 多層渦巻きらせん状タイプ脱水機

図 8.4.9 に示すヴァルト型脱水機は、本邦企業が開発した脱水機であり、省エネルギー性能や維持管理性、維持管理費において優れている。脱水機への流入汚泥はオーバーフロー管により制御され、余剰汚泥は汚泥貯留槽へ戻される。汚泥は凝集混和タンク内で攪拌され、その後濃縮部を経て脱水部にて圧力下で脱水される。脱水ケーキの含水率は、 $20\pm 5\%$ となる。



出典: メーカー資料

図 8.4.9 省エネ型脱水機 (多層渦巻きらせん状タイプ脱水機)

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

- 目詰まりしない
- メンテナンスしやすい
- OD 反応タンク直接脱水
- 省エネルギー
- 濃縮貯蓄槽不要

- 24 時間連続無人運転

これまでに 70 カ国以上で 3200 機以上導入されている。したがって本計画に対して極めて有効な本邦技術であると言える。

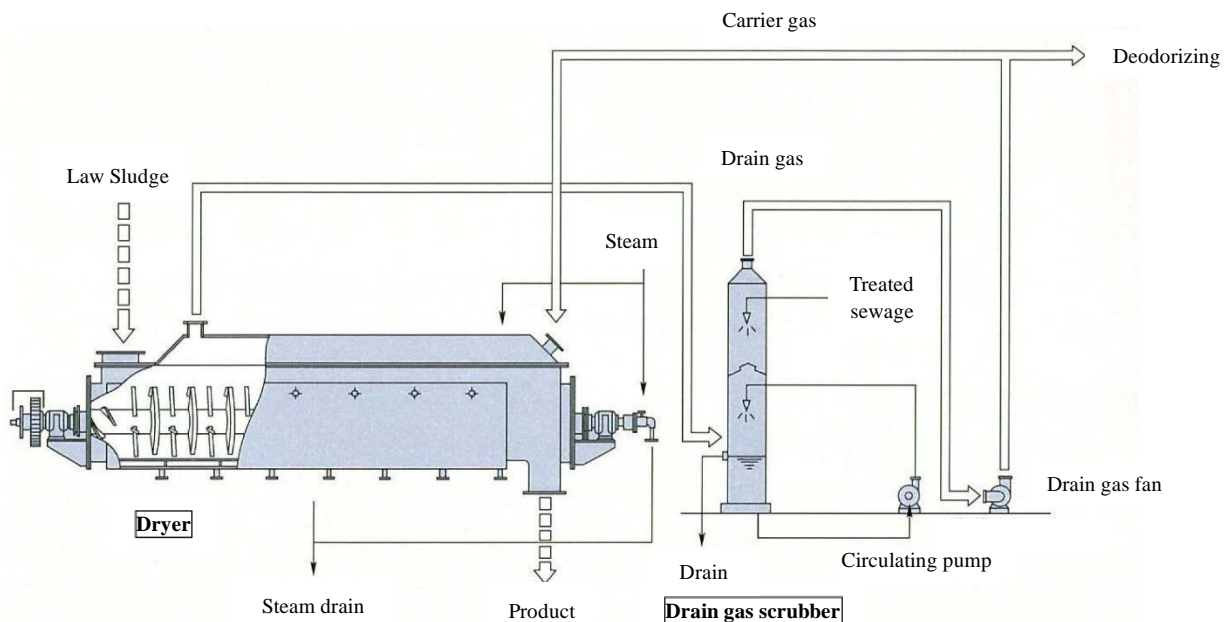
(2) 機械乾燥設備

第 6 章で述べた通り、本計画では汚泥発生量の減量と臭気対策のため、機械乾燥工程を追加し、インクラインドディスク型ドライヤが推奨されている。

汚泥処理において焼却工程まで含む場合は、乾燥工程で含水率 70%程度になるまで乾燥することが一般的である。乾燥工程では、乾燥機の種類に関わらず潜熱として多くのエネルギーが必要となるため、省エネルギー製品を導入することが望ましい。

乾燥方法は、直接乾燥型と間接乾燥型の 2 種類に分類することができ、インクラインドディスク型ドライヤは後者にあたる。間接乾燥型は熱伝導率が良いことが特徴であるが、インクラインドディスク型ドライヤは、ディスクにより攪拌効率を高め、さらに熱伝導率を向上させる構造となっている。

本邦のインクラインドディスク型ドライヤ (図 8.4.10) は、伝熱面が傾斜したディスクによりセルフクリーニングされるため、熱伝導率が常に高く保持される。これにより他国製品に比べて省エネルギー性能が高くなっている。また、吹き込まれるキャリアーガスが少ないため、排ガス量も削減されており、脱臭処理を容易に行うことができる装置となっている。既に本邦のインクラインドディスク型ドライヤは、中国等多くの国々に導入されており、適切な維持管理が行われれば、15 年は使用することが可能である。



出典: メーカー資料

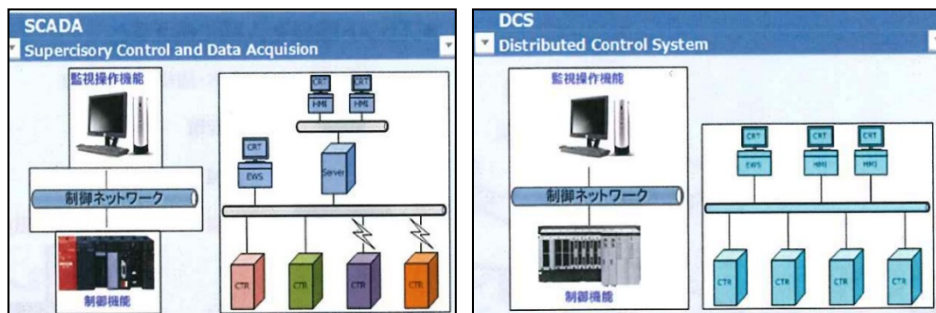
図 8.4.10 インクラインドディスク型乾燥機の処理フロー

8.4.5 運転・維持管理

(1) SCADA (DCS) システム

上水道の分野では、コンセッショネア本社で全施設の集中監視ができる SCADA が導入されている。下水道においても、今後増加する処理場を中央にて集中監視できる信頼性の高い SCADA システムが必要とされ、導入されると思われる。SCADA は、汎用製品を組合せてシステムを構築するため、現地企業が安価に行うことができる反面、システムが大規模になるほど信頼性の確保が難しい。

一方、SCADA の一種である DCS は、高速データ処理が可能でバックアップ機能を備えた専用機器を用いるため、機器点数の多い大規模施設においても非常に高い信頼性を得ることができる。そのため、DCS は発電所や工場プラントなど高い信頼性が求められる分野においては一般的である。なお、本邦企業の中には DCS と SCADA の両方に対応し、かつ広範囲の計測機器なども同じブランド製品として供給できるところもあり、差別化できるポイントになると考えられる。



出典: メーカー資料

図 8.4.11 SCADA および DCS のイメージ

(2) ポンプゲート (全速全水位型横軸水中ポンプ)

マグサイサイ公園のような海岸地域においては、高水位時の処理水放流にポンプゲートが有効と考えられる。ポンプゲートの特徴、他詳細について付属資料 8.5 に述べる。

第9章 結論と協力準備調査への提案

第1章から8章に示した様々な情報収集と予備設計を含むプレ・フェージビリティ調査に基づき、以下に示す項目をカウンタパート機関及びフィリピンの関係機関に提案する。

9.1 対象地域における下水道システム

9.1.1 対象地域における下水道システム整備の必要性

(1) 現状の確認

フィリピン最大の高度都市化市(HUC)の1つであるダバオ市には既存の公共下水処理場、セプテージ処理場が共に存在しない。HUCは2020年までに下水道整備が必要であるとNSSMPで定められている。ポブラシオン地区の市内中心部の大部分(特に商業地域)には覆蓋された排水溝が備わっており、路上に汚水が流れることはほとんどない。しかし、住宅地、特に貧困地域では、多くの小さな排水溝と灰色の水が停滞している主要な排水路がある。ダバオ市の主要な河川であるダバオ川は、大部分が汚水で汚染されており、水質試験では大腸菌や他のいくつかの指標で高い値を示している。川と排水路の到達地であるダバオ湾は、溶存酸素と大腸菌群数において海水の汚染を示している。覆蓋された排水路がある市の中心部でさえ、大雨の後に洪水が発生すると、排水路からの汚水を含む雨水が通りに溢れ、定期的に浸水する。都市人口は急速に増加しているため、効果的な対策を講じなければ、状況は年々悪化する。現在DCWDが汚泥管理プログラムを開始しようとしているが、汚泥管理だけでは適切な汚水管理とはならない。

(2) 下水道システム整備の推奨と必要性

上記の状況は、主に公共事業道路局(DPWH)が実施している排水システムの改善とともに、下水道システムの整備によって改善することが可能である。環境状況の改善と公共用水域のより良い景観により、急速に成長している都市の価値を高めることができる。ダバオを訪れる観光客や企業の増加につながるだけでなく、土地の価値を高めることもできる。整備が遅れると、将来の道路の混雑や他のセクターの地下埋設物(例:給水、排水、電力、通信)により、整備がより困難となり多額の費用が発生することになる。

本調査の世帯調査で確認された、下水道整備に対する市民の肯定的な回答と期待は、整備を推進することにもつながる。また、排水基準違反をした企業が環境管理局(EMB)に対して支払う現在の罰金は非常に高く、高度処理を備えた新しい、または改造された処理施設を保有する必要があるため、商業部門は下水道システムを必要としている。そのような高額な処理施設を建設するよりも、下水道に接続して料金を支払う方が明らかに低価格となる。

歴史的に見て、世界中の日本を含む先進国および発展途上国の多くの大都市(経済中心地)は、下水道システムを整備済み、または整備中であり、対象地域の全域の整備完了までに最

長 50 年もの期間を要している。下水道整備は、その採算性の低い特徴と大規模な整備、戸別接続の必要性により、時間がかかるものである。新技術を活用した効率的な方法を模索することも可能であるが、下水道整備自体は不可欠のものである。排水システムおよびセプティックタンク汚泥（セプテージ）管理のみを整備し下水道整備なしで健全に発展した大都市は存在しない。本報告書で強調したように、セプテージ管理では雑排水を処理できない。しかしながら、下水道整備は一気呵成に行えないため、し尿処理から徐々に下水道整備という考え方が多くの都市で行われている。

(3) 優先地区

繰り返しになるが、初期段階として適切な規模で整備を開始することが重要である。これが完了すると、地区ごとの整備が続き、建設された施設（下水処理場および下水道幹線）を利用できる。IM4D のマスタープランに沿ったエリア A 全体（ポブラシオンとアグダオ地区）をまず整備することは、他の次に続く各エリアでの整備に移るに当たって理想的であるが、調査団は、現地側の資金確保の可能性を高めるため、初期プロジェクトの規模を縮小した段階的な整備方法も検討した。これに対しダバオ市からは 1 オプションとして検討すると謝意が示された。

9.1.2 膜分離活性汚泥法を活用した提案下水処理場

(1) 高度下水処理法

ダバオ川とダバオ湾を浄化するには、DENR の環境ガイドラインに基づいて、窒素やリンの除去を含む高度処理が必要とされている。従って、処理場は高度な処理施設を必要としている。言い換えれば、高度な処理能力のない処理場はダバオでは採用できない。処理場用地（マグサイサイ公園）に制約があるため、スペースと地下構造の観点から、処理水質とスペースの課題の両方を解決できる膜分離活性汚泥法（MBR）を採用した。

(2) 公園の再開発と高度処理水の活用

マグサイサイ公園での処理場建設は、建設から 30 年以上が経過している公園自体を更新する良い機会と言える。最新の開発計画（すなわち、ダバオ市の包括的土地利用計画および包括的ゾーニング条例（2013-2022））は、公園が市民の健康を改善する目的でレクリエーション空間として機能するよう規定している。MBR プラントからの高度処理水（良好に運転すれば BOD 1 mg / L を達成し、大腸菌を発生させない）は、処理場の上部利用方法として提案している水辺公園で使用するレクリエーション用水として非常に適している。

(3) 環境改善に係る教育（住民意識の啓蒙）

教育・訓練センターは、管理棟内に整備される。処理場は主要な公園内にあるため、ダバオ市民や近隣の自治体の人々（官・民）を招待することで、ダバオで採用されている下水道技術を宣伝し、学生を教育し、環境保護の意識を高めることができる。このような機会は、生活環境を改善するために、郊外の住宅地でのオンサイト処理を含む、エリア A 外の下水道整備の拡大につながる可能性がある。マニラ首都圏を除く自治体で下水道システムを最初に

整備することとなるダバオ市は、自治体と近隣諸国の都市のリーダーシップを取ることができ、急速に発展している都市における上部利用を伴う地下式処理場の最初の例となる。

9.1.3 提案汚泥処理法

汚泥量の削減（汚泥を輸送するトラック数の削減）と臭気対策として、調査団は標準的な脱水プロセスの後に汚泥乾燥機を採用することを提案し、ダバオ市と合意した。これにより処理場運転による悪影響を減らすことができる。適切な取り扱いと品質チェックにより、汚泥はさまざまな方法で利用できる（例：脱水汚泥の堆肥化と乾燥汚泥のセメント材料化）。ただし、それには追加の設備とスタッフが必要となる。汚泥再利用が達成されれば、市民と訪問者に対する再利用とリサイクルの教育にも大きな影響を与える。

9.1.4 提案した下水収集方法と下水道整備

(1) 下水収集

JICA 調査団は、分流式下水道と合流式（遮集式）下水道を比較した。分流式下水道システムには、環境改善の面で最大の効果を発揮するという長所と、枝線整備と戸別接続のための長期間かつ膨大な費用が必要という短所がある。既設排水路の勾配が不十分であるという一般的な傾向により、遮集システムを使用した雑排水の収集はダバオでは非常に困難である。調査団は、現場踏査を通じほとんどの密集/スラム地域では、発生した雑排水が停滞しているか、地下に浸透していることを確認した。遮集システムを採用しても、下水の収集において十分に機能しないと言える。海からの逆流による排水路への影響も加えると、遮集のための条件は（それを採用している）マニラ首都圏よりさらに悪くなる。

したがって、ダバオにおけるそのような状況と下水道システムの基本を説明し、さらに環境改善効果を優先し、分流式下水道システムを採用することを提案し、ダバオ市と合意した。このような密集地域では汚泥回収が困難であることを考えれば、将来の土地の再開発と分流式下水道による整備は、環境を完全に改善するための唯一の方法と言える。

(2) 下水道整備

多くの道路で交通量が多く、下流セクションである下水道幹線が深く布設されるため、海に近いほとんどの国道や主要な都市道路では、非開削による下水道の布設方法（推進工法）を採用する必要がある。これにより、市内の交通と経済活動への悪影響を最小限に抑えることができる。開削工法よりも高価ではあるが、特に深い設置の場合、建設期間を短縮できる。非開削工法による下水道整備の経験は、他の分野に将来応用する上で重要なフィードバックとなる。今後は都市の急速な発展に伴い、地下空間の需要がより重要になる。一般に、ダバオのシルト系砂質の土質は、非開削工法に比較的適している。日本では、推進用の立坑のスペースが十分でない場所で、長距離・曲線式の推進工法を採用した多くの経験を有するため、そうした経験をダバオ市に伝えることができる。

9.2 事業財務評価

9.2.1 資金調達スキーム

現段階では、初期費用の50%はDPWH設立の国家下水管理プログラム(NSSMP)による補助金を活用し、残りの50%はJICA ODA ローンを原資とするツーステップ・ローンの活用を想定している。ツーステップ・ローンの中継銀行はフィリピン開発銀行(DBP)、フィリピン土地銀行(LBP)が挙げられる。

9.2.2 事業実施機関

各インタビューを通じ、DPWHのマネジメントは下水以外のセクターにあることから、実施機関となることは困難と判断された。また、民間セクターは上下水一体の事業でない限り PPP スキームに対する関心が低いことが分かった。このことから、可能性のある実施機関として LGU および DCWD が残る。DCWD は下水サービスの提供をマネジメントとして持つものの、LWUA のリングフェンシング条項および DCWD の新規投資に関する考え方(フルコスト・リカバリーが期待される場合に参入する)、ならびに地方自治法で LGU が下水道整備に責任を有することが規定されていることより、現時点では LGU が最も可能性のある実施機関であり、プロジェクト管理ユニット(PMU)は LGU 内に設立されるべきと考える。もともと、NSSMP 補助金の申請、コントラクターの調達や建設のモニタリングなどに関し、LGU と DCWD は密接に協働することが強く推奨される。調査団としては DCWD が下水事業の運営維持管理を担当し、上水サービス提供を通じて培った運営ノウハウおよび料金徴収ネットワークを活用することが重要と考える。

9.2.3 事業の資金調達

本調査では初期費用の50%に対しNSSMP補助金を充当することを想定する。残りの初期費用に対してはツーステップ・ローンもしくは地方政府開発ファンド(MDFP)ローンの活用が期待される。JICAODA ローンを原資とする MDFP ローンの貸出条件が現時点(案件の初期段階)では不明確であったため、ツーステップ・ローンの貸出条件(参考値)を用いて財務分析を行っている。LGU は本案件に対する MDFP ローンを DOF と協議し、最良の資金調達オプションを選択することが望まれる。

事業のキャッシュフロー分析では、エリア A 事業の O&M 費回復には PHP 12.7 /m³、フェーズ 1 事業の O&M 費回復には PHP 9.2 /m³ の下水料金設定が必要であることが分かった。それぞれの分析では LGU との協議に基づき家庭用料金を PHP 10 /m³、商業用を PHP 20 /m³ と設定している。同料金ではフェーズ 1 事業の O&M 費は回復するものの、エリア A 事業の O&M 費回復には満たない。

世帯調査に基づく調査団の推計では、ダバオ市民の下水事業への支払可能額は PHP 15 /m³ であり、同レベルの料金設定で徴収される場合は O&M 費をカバーすることが出来る。しかし、支払意思額が PHP 5 /m³ と非常に低い現状では、そのような高料金設定の実現は非常に困難に見える。市および DCWD には、下水処理の必要性にかかる市民の意識向上キャンペーン実施や、下水サービスへの接続・料金徴収の執行制度を構築することが期待される。

NSSMP 補助金充当後、残りの CAPEX100%に対しツーステップ・ローン調達した場合（ケース 1）、年間デット・サービス額はエリア A 事業の場合 PHP 805 百万、フェーズ 1 事業の場合 PHP 421 百万と試算される。返済開始が想定される 2032 年までには LGU の開発ファンド（借入返済の原資）は増大していると予想される。フェーズ 1 事業のデット・サービスのサイズは開発ファンド予算の大きさに対し適当と考えられるが、エリア A に関しては注意深く評価する必要がある。その他、LGU がエリア A から F 全体より環境税を広く徴収するオプションが考えられる（参考ケース）。本ケースではフルコスト・リカバリーに必要な料金が PHP 6.1/m³（家庭用）、PHP 12.2/m³（商業用）とより達成可能な水準ではあるものの、下水サービスの直接受益者以外からの徴収に対する抵抗は免れない。LGU と DCWD が資金調達およびコスト回復方法について更なる協議を実施していくことを提案する。

9.3 次のステージでの作業内容の提案

本プレ・フィージビリティ調査後、調査団は付属資料 9.1 に示すように、事業の次の段階（フィージビリティ調査）の作業内容案を作成した。計画と設計のレベルを向上させるために、主要な対象地域であるポブラシオン地区の排水路の水質試験や、重要な地点の地形調査など、さまざまな現地調査を実施する必要がある。こうした調査に基づいて、処理施設の計画を見直し、枝線下水道を計画する必要がある。また、F/S を通じて財務に関しても今回調査からの深掘りが可能である。